

[特許]1999-075519 (11. 03. 19)

出願 (1) (11-075519) (11. 03. 19) 記号 (2926400241) 出願種別(01)新法
公開 (2000-003913) (12. 01. 07) 公開基準日 (10. 03. 26) 国内優先 (1)
公告 () (12. 07. 10) 優先 () 他 国
審判 () () () 担当 (4L00-8122) (齋藤 恭一)
登録 (3062491) (12. 04. 28) 異議 (0) 請求項数 (10) 出願料金(21, 000)
公決 (起) (担) 文献 (1) 新規性 (0) 菌寄託 (0) 公害 ()
査定 (1) (起12. 03. 28) (担8122) 前置 () 解除 () 公序・要約(0)
(発12. 04. 11) (官) 審査・評価請求(1-) 未請求(0) 自動起案()
最終 (A01) (12. 04. 28) 公開準備 (1) 早期審査 ()
変更先 () () () 審決 () ()
原出願() () () 種別()
期間延長 () 最新起案日 (12. 03. 28)
公表 () () 翻訳提出 () 国際出願()
再公表 () 国際公開 ()
公開IPC4 H01L 21/88 KFIC 指定分類IPC H01L 21/
公告IPC4 H01L 21/88 KFIC
名称 配線構造体の形成方法
出願人 代表() 種(2)コード(000005821) 国(27) パナソニック株式会社 *
大阪府門真市大字門真1006番地
代理人 種(1)コード(100077931) 前田 弘
種(1)コード() 小山 廣毅
中間 (A63) 特許願 11. 03. 19(21, 000) 完 (A62-1) 審査請求11. 04. 05(124, 800) 完
記録 (A13-1) 拒絶理由12. 01. 11(8122-22) (A971-001) 面接記録12. 02. 29()
(A53) 意見書 12. 03. 10() 完 (A52-3) 補正書 12. 03. 10() 完
(A01) 特許査定12. 04. 11(8122-) (A61) 登録納付12. 04. 20()
(A86-1) 閲覧請求15. 09. 22() (A86-1) 閲覧請求20. 08. 04()
(A86-1) 閲覧請求26. 09. 08()
新出願 1 2000-066163 04 1 2000-066179 04
国内優先(先) 1 10-079371(10. 03. 26)
国内優先(後)

【書類名】 特許願

【整理番号】 2926400241

【提出日】 平成11年 3月19日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/3205

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

【氏名】 青井 信雄

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【選任した代理人】

【識別番号】 100094134

【弁理士】

【氏名又は名称】 小山 廣毅

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第 79371号

【出願日】 平成10年 3月26日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014409

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9601026

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 配線構造体の形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、
前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、

前記第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、前記第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する第8の工程と、

前記第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第2の絶縁膜に対してパターン化された前記第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング

条件で、前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項2】 前記第10の工程と前記第11の工程との間に、前記第3の絶縁膜における前記配線溝に露出している部分及び前記第1の絶縁膜における前記コンタクトホールに露出している部分に金属膜からなる密着層を形成する工程をさらに備えていることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項3】 前記第3の絶縁膜は有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項4】 前記第3の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により前記第3の絶縁膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項3に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項5】 前記第1の絶縁膜は有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項3に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項6】 前記第10の工程と前記第11の工程との間に、前記第3の絶縁膜における前記配線溝に露出している部分及び前記第1の絶縁膜における前記コンタクトホールに露出している部分に、窒素を含有する反応性ガスを用いるプラズマ処理によって密着層を形成する工程をさらに備えていることを特徴とする請求項5に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項7】 前記第1の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により前記第1の絶縁膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項3に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項8】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成す

る第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、

前記第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第2の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第3の絶縁膜に対して前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、

前記第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第1の絶縁膜、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第2の絶縁膜に対して前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する第10の工程と、

前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の

絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第11の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第12の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項9】 前記第3の絶縁膜は、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜であることを特徴とする請求項8に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項10】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、

前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に該第3の絶縁膜と組成が異なる第4の絶縁膜を形成する第4の工程と、

前記第4の絶縁膜の上に薄膜を形成する第5の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第6の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第7の工程と、

前記第1のレジストパターンを除去した後、前記第4の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第8の工程と、

前記第4の絶縁膜に対して前記第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第4の絶縁膜を該第4の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

前記第3の絶縁膜に対してパターン化された前記第4の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第10の工程と、

パターン化された前記第4の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第2の絶縁膜に対してパターン化された前記第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された前記第4の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第11の工程と、

パターン化された前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第12の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第13の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項11】 前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つは、有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項10に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項12】 前記第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、前記上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることを特徴とする請求項10に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項13】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、

前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、

前記第1のレジストパターンを除去した後、前記第3の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、

前記第3の絶縁膜に対して前記第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、

前記第2の絶縁膜に対してパターン化された前記第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

パターン化された前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項14】 前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つは、有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項13に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項 1 5】 前記第 2 のレジストパターンとのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、前記上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることを特徴とする請求項 1 3 に記載の配線構造体の形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は半導体集積回路装置における配線構造体の形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の高集積化の進展に伴い、金属配線同士の間寄生容量である配線間容量の増加に起因する配線遅延時間の増大が半導体集積回路の高性能化の妨げとなっている。配線遅延時間は金属配線の抵抗と配線間容量との積に比例するいわゆる RC 遅延と言われるものである。

【0003】

従って、配線遅延時間を低減するためには、金属配線の抵抗を小さくするか又は配線間容量を小さくすることが必要である。

【0004】

そこで、配線抵抗を小さくするために、配線材料としてアルミ系合金に代えて銅を用いる半導体集積回路装置が IBM 社やモトローラ社から報告されている。銅材料はアルミ系合金材料の 3 分の 2 程度の比抵抗を有しているため、配線材料として銅材料を用いると、アルミ系合金材料を用いる場合に比べて、単純に計算すると配線遅延時間が 3 分の 2 に減少するので、1. 5 倍の高速化を実現することができる。

【0005】

しかしながら、半導体集積回路の高集積化がさらに進展すると、銅からなる金属配線を用いる場合でも、配線遅延時間の増大によって、高速化が限界に達すると懸念されている。また、配線材料としての銅は、金又は銀について比抵抗が小さいので、銅からなる金属配線に代えて金又は銀からなる金属配線を用いても、

配線抵抗の低減は僅かなものである。

【0006】

このため、半導体集積回路の高集積化のためには、配線抵抗の低減と共に配線間容量の低減が重要になっており、配線間容量の低減のためには、層間絶縁膜の比誘電率を小さくすることが必要である。従来、層間絶縁膜としては、シリコン酸化膜が用いられているが、シリコン酸化膜の比誘電率は4～4.5程度であって、より高集積化された半導体集積回路における層間絶縁膜には採用し難いという問題がある。

【0007】

そこで、比誘電率がシリコン酸化膜よりも小さい層間絶縁膜として、フッ素添加シリコン酸化膜、低誘電率SOG膜及び有機高分子膜が提案されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、フッ素添加シリコン酸化膜の比誘電率は3.3～3.7であって、従来のシリコン酸化膜に比べて2割程度小さいが、フッ素添加シリコン酸化膜は、吸湿性が高いので大気中の水分を吸収しやすい。このため、フッ素添加シリコン酸化膜が水分を吸収して、比誘電率の高いSiOHが膜中に取り込まれるので、フッ素添加シリコン酸化膜の比誘電率が増加したり、熱処理工程においてSiOHが反応してH₂Oガスを放出したりするという問題、及びフッ素添加シリコン酸化膜中に遊離しているフッ素が熱処理工程において表面に偏析し、偏析したフッ素が密着層としてのTiN膜のTi等と反応して剥がれやすいTiF膜を形成するという問題等があり、フッ素添加シリコン酸化膜は実用上の課題が多い。

【0009】

低誘電率SOG膜としては、HSQ (Hydrogen silsesquioxane : Si原子と、O原子と、O原子の数の3分の2の数のH原子とからなる構造体) 膜が検討されているが、HSQ膜は、従来のシリコン酸化膜に比べて、水分放出量が多いので加工性が悪いという問題がある。HSQ膜は加工性が悪いためHSQ膜に埋め込み配線を形成することは困難であるから、HSQ膜に金属配線を形成する場合には金属膜がパターン化されてなる金属配線を用いる必要がある。

【0010】

また、HSQ膜は金属配線との密着性が低いので、金属配線との密着性を確保するために金属配線との間に密着層としてのCVD酸化膜を形成する必要がある。ところが、金属配線の上にCVD酸化膜を形成すると、金属配線間に比誘電率の大きいCVD酸化膜が存在するため、実質的な配線間容量はHSQ膜とCVD酸化膜とから構成される直列容量になるので、HSQ膜を単体で用いた場合に比べて配線間容量が大きくなってしまうという問題がある。

【0011】

有機高分子膜は、低誘電率SOG膜と同様、金属配線との密着性が低いので、金属配線との間に密着層としてのCVD酸化膜を形成する必要がある。

【0012】

また、有機高分子膜に対するエッチングレートが酸素プラズマによりレジストパターンをアッシングする際のアッシングレートとほぼ等しいため、レジストパターンをアッシングにより除去する際に有機高分子膜がダメージを受けるので、通常のリジストプロセスが使えないという問題がある。そこで、有機高分子膜の上にCVD酸化膜を形成した後、該CVD酸化膜の上にレジスト膜を形成し、CVD酸化膜をエッチングストッパー（保護膜）としてレジスト膜をエッチング加工する方法が提案されている。

【0013】

ところが、有機高分子膜の上にCVD酸化膜を形成する際、有機高分子膜の表面が酸素を含む反応性ガスに曝されるため、有機高分子膜が酸素と反応して有機高分子膜中にカルボニル基やケトン基等の極性基が導入されるので、有機高分子膜の比誘電率が増加してしまうという問題がある。

【0014】

また、有機高分子膜に銅の埋め込み配線を形成する場合、有機高分子膜は金属配線との密着性が低いため、有機高分子膜に形成された配線用凹部の周面に例えばTiN等からなる密着層を形成する必要があるが、TiN膜は抵抗が高いため金属配線の有効断面積が減少してしまうので、銅からなる金属配線を用いて低抵抗化を図ったメリットが損なわれてしまうという問題がある。

【0015】

前記に鑑み、本発明は、通常のレジストプロセスを採用して、比誘電率が低い層間絶縁膜を形成できるようにすることを目的とする。

【0016】**【課題を解決するための手段】**

本発明に係る第1の配線構造体の形成方法は、下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、薄膜に対して第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する第8の工程と、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第2の絶縁膜に対してパターン化された第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に第

1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えている。

【0017】

第1の配線構造体の形成方法によると、第8の工程において、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なって、第3の絶縁膜をパターン化すると共に、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去するため、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する工程が不要になる。

【0018】

また、第2の絶縁膜の組成と第3の絶縁膜の組成とが異なるため、第10の工程において、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なって配線溝を形成する際に、第2の絶縁膜をエッチングストッパーとして用いることができる。

【0019】

第1の配線構造体の形成方法は、第10の工程と第11の工程との間に、第3の絶縁膜における配線溝に露出している部分及び第1の絶縁膜におけるコンタクトホールに露出している部分に金属膜からなる密着層を形成する工程をさらに備えていることが好ましい。

【0020】

第1の配線構造体の形成方法において、第3の絶縁膜は有機成分を主成分とすることが好ましい。

【0021】

この場合、第3の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により第3の絶縁膜を形成する工程を含むことが好ましい。

【0022】

また、この場合、第1の絶縁膜も有機成分を主成分とすることが好ましい。

【0023】

第1の絶縁膜及び第2の絶縁膜が有機成分を主成分とする場合には、第10の工程と第11の工程との間に、第3の絶縁膜における配線溝に露出している部分及び第1の絶縁膜におけるコンタクトホールに露出している部分に、窒素を含有する反応性ガスを用いるプラズマ処理によって密着層を形成する工程をさらに備えていることが好ましい。

【0024】

第1の絶縁膜が有機成分を主成分とする場合には、第1の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により第1の絶縁膜を形成する工程を含むことが好ましい。

【0025】

本発明に係る第2の配線構造体の形成方法は、下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、薄膜に対して第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対して第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第1の絶縁膜、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第2の絶縁膜に対して第1のレジスト

パターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する第10の工程と、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第11の工程と、配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第12の工程とを備えている。

【0026】

第2の配線構造体の形成方法によると、第10の工程において、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する際に、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜における第2の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部に露出している部分にダメージ層が形成されても、第11の工程において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なって、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成するため、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に形成されているダメージ層は確実に除去される。

【0027】

第2の配線構造体の形成方法において、第3の絶縁膜は、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜であることが好ましい。

【0028】

本発明に係る第3の配線構造体の形成方法は、下層の金属配線の上に第1の絶

縁膜を形成する第1の工程と、第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、第3の絶縁膜の上に該第3の絶縁膜と組成が異なる第4の絶縁膜を形成する第4の工程と、第4の絶縁膜の上に薄膜を形成する第5の工程と、薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第6の工程と、薄膜に対して第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第7の工程と、第1のレジストパターンを除去した後、第4の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第8の工程と、第4の絶縁膜に対して第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第4の絶縁膜を該第4の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、第3の絶縁膜に対してパターン化された第4の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第10の工程と、パターン化された第4の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、第2の絶縁膜に対してパターン化された第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された第4の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第11の工程と、パターン化された第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第12の工程と、配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第13の工程とを備えている。

【0029】

第3の配線構造体の形成方法によると、第8の工程において、第1のレジスト

パターンを除去する際には、第3の絶縁膜の上には第4の絶縁膜が存在しているため、第1のレジストパターンを酸素プラズマにより除去しても、第3の絶縁膜がダメージを受けることがない。また、第10の工程において、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なう際には、第1の絶縁膜の上には第2の絶縁膜が存在しているため、第1の絶縁膜がダメージを受けることがない。

【0030】

第3の配線構造体の形成方法において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つは、有機成分を主成分とすることが好ましい。

【0031】

第3の配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることが好ましい。

【0032】

本発明に係る第4の配線構造体の形成方法は、下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、薄膜に対して第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、第1のレジストパターンを除去した後、第3の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、第3の絶縁膜に対して第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、第2の絶縁膜に対してパターン化された第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、パターン化された第3の絶縁膜に対してマスクパ

ターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えている。

【0033】

第4の配線構造体の形成方法によると、第8の工程において、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なう際には、第1の絶縁膜の上には第2の絶縁膜が存在しているため、第1の絶縁膜がダメージを受けることがない。

【0034】

第4の配線構造体の形成方法において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つは、有機成分を主成分とすることが好ましい。

【0035】

第4の配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることが好ましい。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の各実施形態について説明するが、各実施形態においては、有機膜とは、有機成分のみからなる膜及び有機成分を主成分とする膜の両方を含む概念とする。また、各実施形態においては、有機成分を主成分とする膜を有機成分のみからなる膜に変更してもよいし、有機成分のみからなる膜を有機成分を主成分とする膜に変更してもよい。

(第1の実施形態)

以下、本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図1(a)～(c)、図2(a)～(c)及び図3(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0037】

まず、図1(a)に示すように、半導体基板100上に形成された第1の金属配線101の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線101を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜102を形成した後、該シリコン窒化膜102の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜103(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜103の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜104(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜104の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜105(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、該第2の有機膜105の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜106を堆積する。

【0038】

第1及び第2の有機膜103、105の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜103、105としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができる。

【0039】

また、第1の有機膜103の堆積方法としては、例えばパーフルオロデカリンと、ヘキサメチルジシロキサン、アリルアルコキシシラン又はアルキルアルコキシシラン等の有機シランとを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法でもよい。このようにすると、有機無機ハイブリッド膜が得られる。

【0040】

また、有機含有シリコン酸化膜104の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。このようにすると、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基が取り込まれた構造を有する有機含有シリコン酸化膜104が得られる。

【0041】

尚、窒化チタン膜106に代えて、第1及び第2の有機膜103、105並びに有機含有シリコン酸化膜104に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0042】

次に、図1(b)に示すように、窒化チタン膜106の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン107を形成した後、該第1のレジストパターン107をマスクとして窒化チタン膜106に対してドライエッチングを行なって、図1(c)に示すように、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成する。

【0043】

次に、第1のレジストパターン107を除去することなく、第2の有機膜105の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成した後、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図2(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。この場合、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するエッチングレートと、第1及び第2のレジストパターン107、109に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。

【0044】

尚、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン109が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン109は、後に行なわれるパターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成する工程(図2(c)を参照)において除去されるからである。

【0045】

次に、パターン化された第2の有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図2(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。このドライエッチング工程は、有機含有シリコン酸化膜104に対するエッチングレートがパターン化された第2の有機膜105Aに対するエッチングレートよりも大きくなるようなエッチング条件を選択することにより、パターン化された第2の有機膜105Aがエッチングされる事態を防止する。

【0046】

次に、マスクパターン108をマスクとしてパターン化された第2の有機膜105Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとして第1の有機膜103に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図2(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。

【0047】

次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図3(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0048】

次に、図3(b)に示すように、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層112を堆積した後、コンタクトホール110及び配線溝111が埋まるように全面に亘って金属膜113を堆積する。金属膜113の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タンゲステン又はこれらの合金等を用いることができる。金属膜113の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0049】

次に、図3(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜113及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去して、金属膜113からなる第2の金属配線114、及び第1の金属配線101と第2の金属配線114とを接続する金属膜113からなるコンタクト115を形成する。

【0050】

尚、第2の金属配線114の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0051】

第1の実施形態によると、有機含有シリコン酸化膜104は、フェニルトリメトキシシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法により形成された膜であるため、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基(有機基)が取り込まれた構造を有している。従って、従来のCVD酸化膜と同程度に良好な加工性及びHSQ膜と同程度に低い比誘電率を有していると共に、有機膜、酸化膜及び金属膜に対する高い密着性を有している。

【0052】

また、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成した後、第1のレジストパターン107を除去することなく第2のレジストパターン109を形成すると共に、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109を除去するため、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する工程が不要になるので、レジストパターンをアッシングにより除去する際に第2の有機膜105がダメージを受ける事態を回避することができる。従って、層間絶縁膜として比誘電率が低い第2の有機膜105を用いるにも拘わらず、通常のプロセスを採用することが可能になる。

【0053】

また、マスクパターン108をマスクとしパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをエッチングストッパーとして、パターン化された第2の有機膜

105Aに対してドライエッチングを行なって配線溝111を形成するため、配線溝111の深さは第2の有機膜105の膜厚と一致するので、配線溝111の深さを自己整合的に規定することができる。

【0054】

以下、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こした場合の問題点及びその場合の解決策について説明する。

【0055】

まず、第2のレジストパターン109が位置ずれを起こした場合の問題点について、図4(a)～(c)、図5(a)～(c)及び図6(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0056】

第1の実施形態と同様、図4(a)に示すように、半導体基板100上に形成された第1の金属配線101の上に例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜102を形成した後、該シリコン窒化膜102の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜103を堆積する。

【0057】

次に、第1の有機膜103の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜104を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜104の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜105を堆積し、その後、第2の有機膜105の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜106を堆積する。

【0058】

次に、図4(b)に示すように、窒化チタン膜106の上に、配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン107を形成した後、該第1のレジストパターン107をマスクとして窒化チタン膜106に対してドライエッチングを行なって、図4(c)に示すように、窒化チタン膜106からなるマスクパターン108を形成する。

【0059】

次に、図5(a)に示すように、第1のレジストパターン107を除去するこ

となく、第2の有機膜105の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成する。この場合、図5(a)と図1(c)との対比から分かるように、第2のレジストパターン109は第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしている。

【0060】

次に、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図5(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。第1の実施形態と同様、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。この場合、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしているため、第2の有機膜105Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部の径は小さい。

【0061】

次に、パターン化された第2の有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図5(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。

【0062】

次に、マスクパターン108をマスクとしてパターン化された第2の有機膜105Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとして第1有機膜103に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図6(a)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。その後、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図6(b)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0063】

次に、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層112を堆積した後、全面に亘って金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去する。このようにすると、図6(c)に示すように、金属膜からなる第2の金属配線114は形成されるが、コンタクトホール110の径が小さいため該コンタクトホール110には金属膜が完全には充填されないので、第1の金属配線101と第2の金属配線112とは接続されず、不良が発生する。

【0064】

以下、第2のレジストパターン109が位置ずれを起こした場合の解決策について、図7(a)～(c)及び図8(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0065】

まず、図4(a)～(c)及び図5(a)に基づいて説明した前述の工程と同様の工程によって、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン109を形成するが、この場合にも、第2のレジストパターン109は第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしている(図5(a)を参照)。

【0066】

そこで、図7(a)に示すように、第2のレジストパターン109をマスクとして第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に対してドライエッチングを行なって、第1のレジストパターン107における第2のレジストパターン109と重なっていない領域を除去すると共に、マスクパターン108の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。これによって、第2のレジストパターン109のコンタクトホール形成用開口部は、第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に転写される。

【0067】

次に、第2の有機膜105に対してドライエッチングを行なって、図7(b)

に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜105Aを形成する。この場合にも、第2の有機膜105と、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜105に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン107及び第2のレジストパターン109は除去される。

【0068】

次に、パターン化された有機膜105Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜104に対してドライエッチングを行なって、図7(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aを形成する。

【0069】

前述のように、第2のレジストパターン109が第1のレジストパターン107に対して位置ずれを起こしているが、第2のレジストパターン109のコンタクトホール形成用開口部を第1のレジストパターン107及びマスクパターン108に転写しているので、パターン化された第2の有機膜105A及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部の径は所定の大きさを有している。

【0070】

次に、マスクパターン108及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてパターン化された第2の有機膜105A及び第1の有機膜103に対してドライエッチングを行なって、図8(a)に示すように、パターン化された第2の有機膜105Aに配線溝111を形成すると共に、コンタクトホール110を有するパターン化された第1の有機膜103Aを形成する。その後、パターン化された有機含有シリコン酸化膜104Aをマスクとしてシリコン窒化膜102に対してドライエッチングを行なって、図8(b)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜102Aを形成すると共に、第1の金属配線101をコンタクトホール110に露出させる。

【0071】

次に、コンタクトホール110及び配線溝111の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層112を堆積した後、全面に亘って金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2の有機膜105Aの上に堆積されている、密着層112、金属膜及びマスクパターン108を例えばCMP法により除去する。このようにすると、図8(c)に示すように、窒化チタン膜112及び金属膜からなる、第2の金属配線114及びコンタクト115が形成される。

(第2の実施形態)

以下、本発明の第2の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図9(a)～(c)、図10(a)～(c)及び図11(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0072】

まず、図9(a)に示すように、半導体基板200上に形成された第1の金属配線201の上に例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜202を形成した後、該シリコン窒化膜202の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜203(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜203の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜204(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜204の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜205(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、該第2の有機膜の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜206を堆積する。

【0073】

第1及び第2の有機膜203、205の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜203、205としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができる。

【0074】

また、有機含有シリコン酸化膜204の堆積方法については、特に限定されな

いが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。

【0075】

尚、窒化チタン膜206に代えて、第1及び第2の有機膜203、205並びに有機含有シリコン酸化膜204に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0076】

次に、図9(b)に示すように、窒化チタン膜206の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン207を形成した後、該第1のレジストパターン207をマスクとして窒化チタン膜206に対してドライエッチングを行なって、図9(c)に示すように、窒化チタン膜206からなるマスクパターン208を形成する。

【0077】

次に、第1のレジストパターン207を除去することなく、第2の有機膜205の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン209を形成した後、第2の有機膜205に対してドライエッチングを行なって、図10(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜205Aを形成する。この場合、第2の有機膜205と、第1のレジストパターン207及び第2のレジストパターン209とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜205に対するエッチングレートと、第1及び第2のレジストパターン207、209に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜205に対するドライエッチング工程により、第1のレジストパターン207及び第2のレジストパターン209は除去される。

【0078】

尚、第2のレジストパターン209が第1のレジストパターン207に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第1の実施形態において説明したように、第2のレジストパターン209をマスクとして第1のレジストパターン207

及びマスクパターン208に対してドライエッチングを行なって、第1のレジストパターン207における第2のレジストパターン209と重なっていない領域を除去すると共に、マスクパターン208の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0079】

次に、パターン化された第2の有機膜205Aをマスクとして有機含有シリコン酸化膜204に対してドライエッチングを行なって、図10(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aを形成する。その後、マスクパターン208をマスクとしてパターン化された第2の有機膜205Aに対し、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクとして第1の有機膜203に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図10(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aに配線溝211を形成すると共に、コンタクトホール210を有するパターン化された第1の有機膜203Aを形成する。

【0080】

次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜204Aをマスクとしてシリコン窒化膜202に対してドライエッチングを行なって、図11(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜202Aを形成すると共に、第1の金属配線201をコンタクトホール210に露出させる。

【0081】

次に、パターン化された第1の有機膜203A及びパターン化された第2の有機膜205Aに対してアンモニアガスを用いるプラズマ処理を行なう。このようにすると、図11(b)に示すように、パターン化された第1の有機膜203Aにおけるコンタクトホール210に露出する壁部及びパターン化された第2の有機膜205Aにおける配線溝211に露出する壁部に、アミノ基及びアミド基を有する密着層212がそれぞれ形成される。その後、コンタクトホール210及び配線溝211が埋まるように全面に亘って金属膜213を堆積する。金属膜213の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タンゲステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜213

の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0082】

次に、図11(c)に示すように、パターン化された第2の有機膜205Aの上に堆積されている、金属膜213及びマスクパターン208を例えばCMP法により除去して、金属膜213からなる、第2の金属配線214及びコンタクト215を形成する。

【0083】

尚、第2の金属配線214の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

(第3の実施形態)

以下、本発明の第3の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図12(a)～(c)、図13(a)～(c)及び図14(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0084】

まず、図12(a)に示すように、半導体基板300上に形成された第1の金属配線301の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線301を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜302を形成した後、該シリコン窒化膜302の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第1の有機含有シリコン酸化膜303(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機含有シリコン酸化膜303の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304(第2の絶縁膜)を堆積した後、該低誘電率SOG膜304の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する第2の有機含有シリコン酸化膜305(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜306を形成する。

【0085】

第1の有機含有シリコン酸化膜303及び第2の有機含有シリコン酸化膜30

5の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。また、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜304としてはHSQ膜を用いることができる。

【0086】

尚、窒化チタン膜306に代えて、第1及び第2の有機含有シリコン酸化膜303、305並びに低誘電率SOG膜304に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0087】

次に、図12(b)に示すように、窒化チタン膜306の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン307を形成した後、該第1のレジストパターン307をマスクとして窒化チタン膜306に対してドライエッチングを行なって、図12(c)に示すように、窒化チタン膜306からなるマスクパターン308を形成する。

【0088】

次に、図13(a)に示すように、第1のレジストパターン307を除去した後、第2の有機含有シリコン酸化膜305の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン309を形成する。その後、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なって、図13(b)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305A、パターン化された低誘電率SOG膜304A及びコンタクトホール310を有するパターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをそれぞれ形成する。

【0089】

次に、図13(c)に示すように、第2のレジストパターン309を除去した後、マスクパターン308をマスクとしてパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに対してドライエッチングを行なって、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aに配線溝形成用開口部を形成し、その後、

マスクパターン308及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aをマスクとしてパターン化された低誘電率SOG膜304Aに対してドライエッチングを行なって配線溝311を形成する。配線溝311を形成する工程においては、第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対するエッチングレートが低誘電率SOG膜304Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条件を設定することにより、パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aに対する十分な選択比を確保できるので、配線溝311の深さを第2の有機含有シリコン酸化膜305及び低誘電率SOG膜304の合計膜厚により一義的に決定することができる。

【0090】

尚、第2のレジストパターン309が第1のレジストパターン307に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第2のレジストパターン309をマスクとして第2の有機含有シリコン酸化膜305に対してドライエッチングを行なう前に、第2のレジストパターン309をマスクとしてマスクパターン308に対するドライエッチングを行なうことが好ましい。すなわち、第2のレジストパターン309が第1のレジストパターン307に対して位置ずれしているために、マスクパターン308が第2のレジストパターン309のコンタクトホール形成用開口部に露出している場合には、第2のレジストパターン309をマスクとしてマスクパターン308に対してドライエッチングを行なうことにより、マスクパターン308の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0091】

次に、パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜303Aをマスクとしてシリコン窒化膜302に対してドライエッチングを行なって、図14(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜302Aを形成すると共に、第1の金属配線301をコンタクトホール310に露出させる。

【0092】

次に、図14(b)に示すように、コンタクトホール310及び配線溝311の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層312を堆

積した後、コンタクトホール310及び配線溝311が埋まるように全面に亘って金属膜313を堆積する。金属膜313の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜313の堆積方法も特に限定されず、メッキ、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0093】

次に、図14(c)に示すように、パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜305Aの上に堆積されている、密着層312、金属膜313及びマスクパターン308を例えばCMP法により除去して、金属膜313からなる第2の金属配線314、及び第1の金属配線301と第2の金属配線314とを接続する金属膜313からなるコンタクト315を形成する。

【0094】

尚、第2の金属配線314の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0095】

第3の実施形態によると、第1のレジストパターン307を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際には、低誘電率SOG膜304の上に第2の有機含有シリコン酸化膜305が存在しているため、低誘電率SOG膜304が酸素プラズマに曝されることはない。

【0096】

また、第2のレジストパターン309をマスクとして、第2の有機含有シリコン酸化膜305、低誘電率SOG膜304及び第1の有機含有シリコン酸化膜303に対して順次ドライエッチングを行なった後、第2のレジストパターン309を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去するため、パターン化された低誘電率SOG膜304Aにおけるコンタクトホール形成用開口部に露出する領域は酸素プラズマに曝されるのでダメージを受ける。しかしながら、パターン化された低誘電率SOG膜304Aにおけるダメージ層は、パターン化された低誘電率SOG膜304Aに配線溝311を形成する際に除去されるので、後工程において悪影響を及ぼさない。

【0097】

従って、低誘電率SOG膜304としては、酸素プラズマによって劣化する材料を使用することが可能である。例えば、HSQ膜は、酸素プラズマに曝されると、Si-H結合が酸化されてしまうため、含有水分量の増加及び比誘電率の増加が起こって、素子の信頼性及び性能の劣化が引き起こされるが、第3の実施形態によると、配線溝311が形成された後のパターン化された低誘電率SOG膜304Aは酸素プラズマの影響を受けていないので、層間絶縁膜としてHSQ膜を用いても、素子の信頼性及び性能の劣化を回避することができる。

(第3の実施形態の変形例)

以下、本発明の第3の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図15(a)～(c)、図16(a)～(d)及び図17(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0098】

まず、図15(a)に示すように、半導体基板350上に形成された第1の金属配線351の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線351を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜352を形成した後、該シリコン窒化膜352の上に、例えば1 μ mの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜353(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1のシリコン酸化膜353の上に、例えば400nmの膜厚を有する有機膜354(第2の絶縁膜)を堆積した後、該有機膜354の上に、例えば50nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜355(第3の絶縁膜)を堆積し、その後、第2のシリコン酸化膜355の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜356を形成する。

【0099】

第1のシリコン酸化膜353及び第2のシリコン酸化膜355の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。

【0100】

尚、窒化チタン膜356に代えて、第1及び第2のシリコン酸化膜353、355並びに有機膜354に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチ

ング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0101】

次に、図15(b)に示すように、窒化チタン膜356の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン357を形成した後、該第1のレジストパターン357をマスクとして窒化チタン膜356に対してドライエッチングを行なって、図15(c)に示すように、窒化チタン膜356からなるマスクパターン358を形成する。

【0102】

次に、図16(a)に示すように、第1のレジストパターン357を除去した後、第2のシリコン酸化膜355の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン359を形成する。その後、第2のレジストパターン359をマスクとして、第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354に対して順次ドライエッチングを行なって、図16(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部360を有する、パターン化された第2のシリコン酸化膜355A及びパターン化された有機膜354Aをそれぞれ形成する。この場合、有機膜354に対するエッチング工程において第2のレジストパターン359が除去される。

【0103】

次に、図16(c)に示すように、パターン化された第2のシリコン酸化膜355A及びパターン化された有機膜354Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜353に対してドライエッチングを行なって、コンタクトホール361を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜353Aを形成する。このエッチング工程において、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aにマスクパターン358が転写されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aに配線溝形成用開口部が形成される。

【0104】

次に、図16(d)に示すように、マスクパターン358及び配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜355Aをマスクとしてパターン化された有機膜354Aに対してドライエッチングを行なって配線溝36

2を形成する。配線溝362を形成する工程においては、第1のシリコン酸化膜353Aに対するエッチングレートが有機膜354Aに対するエッチングレートに比べて十分に遅くなるようなエッチング条件を設定することにより、パターン化された第1のシリコン酸化膜353Aに対する十分な選択比を確保できるので、配線溝362の深さを第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354の合計膜厚により一義的に決定することができる。

【0105】

尚、第2のレジストパターン359が第1のレジストパターン357に対して位置ずれしている恐れがある場合には、第2のレジストパターン359をマスクとして第2のシリコン酸化膜355に対してドライエッチングを行なう前に、第2のレジストパターン359をマスクとしてマスクパターン358に対するドライエッチングを行なうことが好ましい。すなわち、第2のレジストパターン359が第1のレジストパターン357に対して位置ずれしているために、マスクパターン358が第2のレジストパターン359のコンタクトホール形成用開口部に露出している場合には、第2のレジストパターン359をマスクとしてマスクパターン358に対してドライエッチングを行なうことにより、マスクパターン358の開口部を配線溝形成用開口部及びコンタクトホール形成用開口部を含む大きさに拡大する。

【0106】

次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜353Aをマスクとしてシリコン窒化膜352に対してドライエッチングを行なって、図17(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜352Aを形成すると共に、第1の金属配線351をコンタクトホール361に露出させる。

【0107】

次に、図17(b)に示すように、コンタクトホール361及び配線溝362の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層363を堆積した後、コンタクトホール361及び配線溝362が埋まるように全面に亘って金属膜364を堆積する。金属膜364の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タンゲステン又はこれらの合金等を用い

ることができると共に、金属膜364の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0108】

次に、図17(c)に示すように、パターン化された第2のシリコン酸化膜355Aの上に堆積されている、密着層363、金属膜364及びマスクパターン358を例えばCMP法により除去して、金属膜364からなる第2の金属配線365、及び第1の金属配線351と第2の金属配線365とを接続する金属膜364からなるコンタクト366を形成する。

【0109】

尚、第2の金属配線365の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0110】

第3の実施形態の変形例によると、第1のレジストパターン357を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際には、有機膜354の上に第2のシリコン酸化膜355が存在しているため、有機膜354が酸素プラズマに曝されることはない。

【0111】

また、第2のレジストパターン359をマスクとして、第2のシリコン酸化膜355及び有機膜354に対してドライエッチングを行なう際に、第2のレジストパターン359が除去されるため、第2のレジストパターン359を酸素プラズマを用いるアッシングによって除去する必要がないので、有機膜354は酸素プラズマに曝されることがない。

(第4の実施形態)

以下、本発明の第4の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図18(a)～(c)、図19(a)～(c)及び図20(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0112】

まず、図18(a)に示すように、半導体基板400上に形成された第1の金属配線401の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線4

01を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜402を形成した後、該シリコン窒化膜402の上に、例えば1 μ mの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する第1の低誘電率SOG膜403（第1の絶縁膜）を堆積する。次に、第1の低誘電率SOG膜403の上に、例えば50nmの膜厚を有すると共にシリコン酸化物中に有機成分を含有する有機含有シリコン酸化膜404（第2の絶縁膜）を堆積した後、該有機含有シリコン酸化膜404の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共にシロキサン骨格を有する第2の低誘電率SOG膜405（第3の絶縁膜）を堆積し、その後、該第2の低誘電率SOG膜405の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜406を堆積する。

【0113】

第1及び第2の低誘電率SOG膜403、405としては例えばHSQ膜を用いることができる。また、有機含有シリコン酸化膜404の堆積方法については、特に限定されないが、例えばフェニルトリメトキシランを主原料とする反応性ガスを用いるCVD法が挙げられる。このようにすると、シリコン酸化物中にシリコン原子と結合したフェニル基が取り込まれた構造を有する有機含有シリコン酸化膜404が得られる。

【0114】

尚、窒化チタン膜406に代えて、第1及び第2の低誘電率SOG膜403、405並びに有機含有シリコン酸化膜404に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0115】

次に、図18（b）に示すように、窒化チタン膜406の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン407を形成した後、該第1のレジストパターン407をマスクとして窒化チタン膜406に対してドライエッチングを行なって、図18（c）に示すように、窒化チタン膜406からなるマスクパターン408を形成する。

【0116】

次に、第1のレジストパターン407を除去することなく、第2の低誘電率S

OG膜405の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン409を形成した後、該第2のレジストパターン409をマスクとして、第2の低誘電率SOG膜405及び有機含有シリコン酸化膜404に対して順次ドライエッチングを行なって、図19(a)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及びパターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをそれぞれ形成する。

【0117】

次に、第1及び第2のレジストパターン407、409を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去すると、図19(b)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及び第1の低誘電率SOG膜403におけるコンタクトホール形成用開口部に露出する領域にダメージ層410が形成されてしまう。

【0118】

次に、マスクパターン408をマスクとしてパターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aに対して、またパターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをマスクとして第1の低誘電率SOG膜403に対してそれぞれドライエッチングを行なって、図19(c)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405Aに配線溝412を形成すると共に、コンタクトホール411を有するパターン化された第1の低誘電率SOG膜403Aを形成する。このドライエッチング工程により、パターン化された第2の低誘電率SOG膜405A及び第1の低誘電率SOG膜403のダメージ層410は除去される。

【0119】

次に、パターン化された有機含有シリコン酸化膜404Aをマスクとしてシリコン窒化膜402に対してドライエッチングを行なって、図20(a)に示すように、パターン化されたシリコン窒化膜402Aを形成すると共に、第1の金属配線401をコンタクトホール411に露出させる。

【0120】

次に、図20(b)に示すように、コンタクトホール411及び配線溝412の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン層からなる密着層413を堆

積した後、コンタクトホール4 1 1及び配線溝4 1 2が埋まるように全面に亘って金属膜4 1 4を堆積する。金属膜4 1 4の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜4 1 4の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。

【0 1 2 1】

次に、図20(c)に示すように、パターン化された第2の低誘電率SOG膜4 0 5 Aの上に堆積されている、密着層4 1 3、金属膜4 1 4及びマスクパターン4 0 8を例えばCMP法により除去して、金属膜4 1 4からなる第2の金属配線4 1 5、及び第1の金属配線4 0 1と第2の金属配線4 1 5とを接続する金属膜4 1 4からなるコンタクト4 1 6を形成する。

【0 1 2 2】

尚、第2の金属配線1 1 4の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0 1 2 3】

第4の実施形態によると、第1及び第2のレジストパターン4 0 7、4 0 9を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する際に、パターン化された第2の低誘電率SOG膜4 0 5 A及び第1の低誘電率SOG膜4 0 3にダメージ層4 1 0が形成されてしまうが、該ダメージ層4 1 0はコンタクトホール4 1 1及び配線溝4 1 2を形成する際に除去される。

【0 1 2 4】

従って、第1及び第2の低誘電率SOG膜4 0 3、4 0 5としては、酸素プラズマによって劣化する材料を使用することが可能である。例えば、HSQ膜は、酸素プラズマに曝されると、Si-H結合が酸化されてしまうため、含有水分量の増加及び比誘電率の増加が起こって、素子の信頼性及び性能の劣化が引き起こされるが、第4の実施形態によると、コンタクトホール4 1 1が形成された後のパターン化された第1の低誘電率SOG膜4 0 3 A、及び配線溝4 1 2が形成された後のパターン化された第2の低誘電率SOG膜4 0 5 Aは酸素プラズマの影響を受けていないので、層間絶縁膜としてHSQ膜を用いても、素子の信頼性及

び性能の劣化を回避することができる。

(第5の実施形態)

以下、本発明の第5の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図21(a)～(c)、図22(a)～(c)、図23(a)～(d)を参照しながら説明する。

【0125】

まず、図21(a)に示すように、半導体基板500上に形成された第1の金属配線501の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線501を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜502を形成した後、該シリコン窒化膜502の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜503(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜503の上に例えば100nmの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜504(第2の絶縁膜)を堆積した後、該第1のシリコン酸化膜504の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜505(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜505の上に例えば200nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜506(第4の絶縁膜)を堆積した後、該第2のシリコン酸化膜506の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜507(薄膜)を堆積する。

【0126】

第1及び第2の有機膜503、505の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜503、505としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0127】

第1及び第2のシリコン酸化膜504、506の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0128】

尚、窒化チタン膜507に代えて、第1及び第2の有機膜503、505並びに第1及び第2のシリコン酸化膜504、506に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0129】

次に、図21(b)に示すように、窒化チタン膜507の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン508を形成した後、該第1のレジストパターン508をマスクとして窒化チタン膜507に対してドライエッチングを行なって、図21(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜507からなるマスクパターン509を形成する。

【0130】

次に、図22(a)に示すように、第1のレジストパターン508を例えば酸素プラズマにより除去する。この場合、有機成分を主成分とする第2の有機膜505の上には第2のシリコン酸化膜506が存在しているため、第1のレジストパターン508を酸素プラズマを用いるアッシングにより除去しても、第2の有機膜505に膜質の劣化は引き起こされない。

【0131】

次に、図22(b)に示すように、マスクパターン509の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン510を形成した後、該第2のレジストパターン510及びマスクパターン509をマスクとして第2のシリコン酸化膜506に対してドライエッチングを行なって、図22(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜506Aを形成する。

【0132】

次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜506Aをマスクとして第2の有機膜505に対してドライエッチングを行なって、図23(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜505Aを形成する。この場合、第2の有機膜505と第2のレジストパターン510

とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜505に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン510に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン510は除去される。パターン化された第2のシリコン酸化膜506Aは、第2のレジストパターン510に対するドライエッチング工程においてエッチングストッパーとして機能する。

【0133】

尚、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン510が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン510は、後に行なわれる第1の有機膜503に対するドライエッチング工程(図23(c)を参照)において除去されるからである。

【0134】

次に、マスクパターン509をマスクとしてパターン化された第2のシリコン酸化膜506Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第2の有機膜505Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜504に対してドライエッチングを行なって、図23(b)に示すように、配線溝形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜506Bを形成すると共に、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜504Aを形成する。

【0135】

次に、マスクパターン509をマスクとしてパターン化された第2の有機膜505Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1のシリコン酸化膜504Aをマスクとして第1の有機膜503に対してドライエッチングを行なって、図23(c)に示すように、配線溝511を有するパターン化された第2の有機膜505Bを形成すると共に、コンタクトホール512を有するパターン化された第1の有機膜503Aを形成する。

【0136】

次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜504Aをマスクとしてシリコン窒化膜502に対してドライエッチングを行なって、パターン化されたシリコ

ン窒化膜502A(図23(d)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線501をコンタクトホール512に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール512及び配線溝511の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール512及び配線溝511が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜506Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン509を例えばCMP法により除去して、図23(d)に示すように、第2の金属配線513、及び第1の金属配線501と第2の金属配線513とを接続するコンタクト514を形成する。

【0137】

尚、第2の金属配線513の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0138】

第5の実施形態によると、第1のレジストパターン508を例えば酸素プラズマにより除去する際には、酸素プラズマによるダメージを受けやすい第2の有機膜505の上には第2のシリコン酸化膜506が存在しているため、第2の有機膜505に膜質の劣化が引き起こされない。

【0139】

また、第2の有機膜505に対するドライエッチング工程においては、第1のシリコン酸化膜504がエッチングストッパーとして機能するので、第1の有機膜503が膜質の劣化を起こす事態を防止できる。

(第5の実施形態の変形例)

以下、本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図24(a)～(c)、図25(a)～(c)、図26(a)～(d)、図27(a)、(b)、図28(a)、(b)及び図29(a)、(b)を参照しながら説明する。

【0140】

まず、図24(a)に示すように、半導体基板550上に形成された第1の金属配線551の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線551を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜552を形成した後、該シリコン窒化膜552の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜553(第1の絶縁膜)を堆積する。次に、第1の有機膜553の上に例えば100nmの膜厚を有する第1のシリコン酸化膜554(第2の絶縁膜)を堆積した後、該第1のシリコン酸化膜554の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜555(第3の絶縁膜)を堆積する。次に、第2の有機膜555の上に例えば200nmの膜厚を有する第2のシリコン酸化膜556(第4の絶縁膜)を堆積した後、該第2のシリコン酸化膜556の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜557を堆積する。

【0141】

第1及び第2の有機膜553、555並びに第1及び第2のシリコン酸化膜554、556の堆積方法については、第5の実施形態と同様であると共に、窒化チタン膜557に代えて、第1及び第2の有機膜553、555並びに第1及び第2のシリコン酸化膜554、556に対して高いエッチング選択性を有する薄膜を用いることができる。

【0142】

次に、図24(b)に示すように、窒化チタン膜557の上に、配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン558を形成した後、該第1のレジストパターン558をマスクとして窒化チタン膜557に対してドライエッチングを行なって、図24(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜557からなるマスクパターン559を形成する。

【0143】

次に、図25(a)及び図27(a)に示すように、第1のレジストパターン558を除去した後、図25(b)に示すように、マスクパターン559の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン560を形成

する。この場合、第5の実施形態の変形例の特徴として、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさとしては、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直な方向及び平行な方向に、コンタクトホールの設計寸法よりも拡大しておく。このようにする理由については後述する。

【0144】

次に、第2のレジストパターン560及びマスクパターン559をマスクとして第2のシリコン酸化膜556に対してドライエッチングを行なって、図25(c)及び図27(b)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜556Aを形成する。

【0145】

前述したように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大されているため、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン559の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン559の配線形成用開口部の領域に形成される。

【0146】

また、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、後に形成されるコンタクト564と第2の金属配線563(図26(d)を参照)との接続面積が拡大するので、コンタクト564は第1の金属配線551と第2の金属配線563とを確実に接続することができる。

【0147】

次に、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aをマスクとして第2の有機膜555に対してドライエッチングを行なって、図26(a)及び図28(

a) に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜555Aを形成する。この場合、第2の有機膜555と第2のレジストパターン560とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜555に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン560に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜555に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン560は除去される。尚、第2の有機膜555に対するエッチング工程において、第2のレジストパターン560が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン560は、後に行なわれる第1の有機膜553に対するエッチング工程(図26(c)を参照)において除去されるからである。

【0148】

次に、マスクパターン559をマスクとしてパターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第2の有機膜555Aをマスクとして第1のシリコン酸化膜554に対してドライエッチングを行なって、図26(b)及び図28(b)に示すように、配線溝を有するパターン化された第2のシリコン酸化膜556Bを形成すると共に、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第1のシリコン酸化膜554Aを形成する。

【0149】

次に、マスクパターン559及びパターン化された第2のシリコン酸化膜556Bをマスクとしてパターン化された第2の有機膜555Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1のシリコン酸化膜554Aをマスクとして第1の有機膜553に対してドライエッチングを行なって、図26(c)及び図29(a)に示すように、配線溝561を有するパターン化された第2の有機膜555Bを形成すると共に、コンタクトホール562を有するパターン化された第1の有機膜553Aを形成する。

【0150】

次に、パターン化された第1のシリコン酸化膜554Aをマスクとしてシリコン窒化膜552に対してドライエッチングを行なって、コンタクトホールを有す

るパターン化されたシリコン窒化膜552A(図26(d)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線551をコンタクトホール562に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール562及び配線溝561の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール562及び配線溝561が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積し、その後、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン559を例えばCMP法により除去して、図26(d)及び図29(b)に示すように、第2の金属配線563、及び第1の金属配線551と第2の金属配線563とを接続するコンタクト564を形成する。

【0151】

尚、第2の金属配線563の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0152】

第5の実施形態の変形例によると、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大されているため、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン559の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2のシリコン酸化膜556Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン559の配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクト564と第2の金属配線563との接合を確実に確保することができる。

【0153】

また、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、コンタクト564と第2の金属配線563との接続面積が拡大するので

、コンタクト564は第1の金属配線551と第2の金属配線563とを確実に接続することができる。

【0154】

図36は、第5の実施形態の変形例に係るマスクパターン559の配線形成用開口部と第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部との関係を示しており、図36から分かるように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部は設計寸法よりも拡大している。

【0155】

図37(a)は第5の実施形態の変形例における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示し、図面の上部はマスクパターン559の配線形成用開口部と第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部との位置関係を示し、図面の中央部はA-A線の断面状態を示し、図面の下部は第1の金属配線551とコンタクト564との位置関係を示している。図37(b)は第5の実施形態における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示し、図面の上部はマスクパターン509の配線形成用開口部と第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部との位置関係を示し、図面の中央部はB-B線の断面状態を示し、図面の下部は第1の金属配線501とコンタクト514との位置関係を示している。

【0156】

第5の実施形態のように、第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部の大きさを設計寸法通りに設定すると、図37(b)から分かるように、第2のレジストパターン510のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン509の配線形成用開口部に対して位置ずれしたときには、コンタクト514と第1の金属配線501との接続部(斜線で示す領域)の面積は大きく低減してしまう。これに対して、第5の実施形態の変形例のように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部の大きさを設計寸法よりも拡大しておくこと、図37(a)から分かるように、第2のレジストパターン560のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン559の配線形成用開口部に

対して位置ずれしても、コンタクト564と第1の金属配線551との接続部（斜線で示す領域）の面積は余り低減しない。

（第6の実施形態）

以下、本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法について、図30(a)～(c)、図31(a)～(c)、図32(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0157】

まず、図30(a)に示すように、半導体基板600上に形成された第1の金属配線601の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線601を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜602を形成した後、該シリコン窒化膜602の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜603（第1の絶縁膜）を堆積する。次に、第1の有機膜603の上に例えば100nmの膜厚を有するシリコン酸化膜604（第2の絶縁膜）を堆積した後、該シリコン酸化膜604の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜605（第3の絶縁膜）を堆積する。次に、第2の有機膜605の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜606（薄膜）を堆積する。

【0158】

第1及び第2の有機膜603、605の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜603、605としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0159】

シリコン酸化膜604の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0160】

尚、窒化チタン膜606に代えて、第1及び第2の有機膜603、605並びにシリコン酸化膜604に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0161】

次に、図30(b)に示すように、窒化チタン膜606の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン607を形成した後、該第1のレジストパターン607をマスクとして窒化チタン膜606に対してドライエッチングを行なって、図30(c)に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜606からなるマスクパターン608を形成する。

【0162】

次に、図31(a)に示すように、第1のレジストパターン607を例えば有機系剥離液を用いて除去する。このようにすると、第2の有機膜605が酸素プラズマに曝されないので、第2の有機膜605に膜質の劣化が起こらない。

【0163】

次に、図31(b)に示すように、マスクパターン608の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン609を形成した後、該第2のレジストパターン609及びマスクパターン608をマスクとして第2の有機膜605に対してドライエッチングを行なって、図31(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜605Aを形成する。この場合、第2の有機膜605と第2のレジストパターン609とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜605に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン609に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン609は除去される。

【0164】

尚、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン609が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン609は、後に行なわれる第1の有機膜603に対するドライエッチング工程(図32(b)を参照)において除去されるからである。

【0165】

次に、パターン化された第2の有機膜605Aをマスクにしてシリコン酸化膜604に対してドライエッチングを行なって、図32(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化されたシリコン酸化膜604Aを形成する。

【0166】

次に、マスクパターン608をマスクとしてパターン化された第2の有機膜605Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化されたシリコン酸化膜604Aをマスクとして第1の有機膜603に対してドライエッチングを行なって、図32(b)に示すように、配線溝610を有するパターン化された第2の有機膜605Bを形成すると共に、コンタクトホール611を有するパターン化された第1の有機膜603Aを形成する。

【0167】

次に、マスクパターン608をマスクとしてパターン化されたシリコン酸化膜604Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1の有機膜603Aをマスクとしてシリコン窒化膜602に対してドライエッチングを行なって、配線溝を有するパターン化されたシリコン酸化膜604B及びコンタクトホールを有するパターン化されたシリコン窒化膜602A(図32(c)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線601をコンタクトホール611に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール611及び配線溝610の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール611及び配線溝610が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2の有機膜605Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン608を例えばCMP法により除去して、図32(c)に示すように、第2の金属配線612、及び第1の金属配線601と第2の金属配線612とを接続するコ

ンタクト613を形成する。

【0168】

尚、第2の金属配線612の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0169】

第6の実施形態によると、配線溝形成用開口部を有するマスクパターン608をマスクとしてドライエッチングを行なって、配線溝610を有するパターン化された第2の有機膜605Bを形成すると共に、パターン化されたシリコン酸化膜604Aをマスクとしてドライエッチングを行なって、コンタクトホール611を有するパターン化された第1の有機膜603Aを形成するため、つまり、配線溝610及びコンタクトホール611を同ジエッチング工程によって形成することができるため、工程数の増加を抑制しつつデュアルダマシン構造を形成することができる。

【0170】

第6の実施形態によると、第1のレジストパターン607を例えば有機系剥離液を用いて除去するため、第2の有機膜605に膜質の劣化が引き起こされない。

【0171】

また、第2の有機膜605に対するドライエッチング工程においては、シリコン酸化膜604がエッチングストッパーとして機能するので、第1の有機膜603が膜質の劣化を起こす事態を防止できる。

(第6の実施形態の変形例)

以下、本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法について、図33(a)～(c)、図34(a)～(c)、図35(a)～(c)を参照しながら説明する。

【0172】

まず、図33(a)に示すように、半導体基板650上に形成された第1の金属配線651の上に、後に行なわれるエッチング工程において第1の金属配線651を保護する例えば50nmの膜厚を有するシリコン窒化膜652を形成した

後、該シリコン窒化膜652の上に、例えば400nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第1の有機膜653（第1の絶縁膜）を堆積する。次に、第1の有機膜653の上に例えば100nmの膜厚を有するシリコン酸化膜654（第2の絶縁膜）を堆積した後、該シリコン酸化膜654の上に、例えば300nmの膜厚を有すると共に有機成分を主成分とする第2の有機膜655（第3の絶縁膜）を堆積する。次に、第2の有機膜655の上に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタン膜656（薄膜）を堆積する。

【0173】

第1及び第2の有機膜653、655の堆積方法については、特に限定されないが、例えばパーフルオロデカリンを主原料とする反応性ガスを用いるプラズマCVD法が挙げられる。また、第1及び第2の有機膜653、655としては、プラズマCVD法、塗布法又は熱CVD法により形成された、炭化水素膜又はフッ素を含有する炭化水素膜を用いることができ、具体的には、ポリテトラフルオロエチレン、酸素含有ポリテトラフルオロエチレン、フッ素化ポリイミド又はポリアリルエーテル等を用いることができる。

【0174】

シリコン酸化膜654の堆積方法についても、特に限定されないが、例えばプラズマCVD法が挙げられる。

【0175】

尚、窒化チタン膜656に代えて、第1及び第2の有機膜653、655並びにシリコン酸化膜654に対して高いエッチング選択性を有する、つまりエッチング速度が十分に遅い薄膜、例えばシリコン窒化膜を用いることができる。

【0176】

次に、図33（b）に示すように、窒化チタン膜656の上に、リソグラフィ工程により配線溝形成用開口部を有する第1のレジストパターン657を形成した後、該第1のレジストパターン657をマスクとして窒化チタン膜656に対してドライエッチングを行なって、図33（c）に示すように、配線溝形成用開口部を有する窒化チタン膜656からなるマスクパターン658を形成する。

【0177】

次に、図34(a)に示すように、第1のレジストパターン657を例えば有機系剥離液を用いて除去する。このようにすると、第2の有機膜655が酸素プラズマに曝されないため、第2の有機膜655に膜質の劣化が起こらない。

【0178】

次に、図34(b)に示すように、マスクパターン658の上に、リソグラフィ工程によりコンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターン659を形成する。この場合、第6の実施形態の変形例の特徴として、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさとしては、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直な方向及び平行な方向に、コンタクトホールの設計寸法よりも拡大しておく。このようにする理由については後述する。

【0179】

次に、第2のレジストパターン659及びマスクパターン658をマスクとして第2の有機膜655に対してドライエッチングを行なって、図34(c)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の有機膜655Aを形成する。この場合、第2の有機膜655と第2のレジストパターン659とは共に有機成分を主成分としているため、第2の有機膜655に対するエッチングレートと、第2のレジストパターン659に対するエッチングレートとはほぼ等しいので、第2の有機膜655に対するドライエッチング工程において第2のレジストパターン659は除去される。尚、第2の有機膜655に対するドライエッチング工程において、第2のレジストパターン659が残存しても差し支えない。その理由は、残存する第2のレジストパターン659は、後に行なわれる第1の有機膜653に対するドライエッチング工程(図35(b)を参照)において除去されるからである。

【0180】

次に、パターン化された第2の有機膜655Aをマスクにしてシリコン酸化膜654に対してドライエッチングを行なって、図35(a)に示すように、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化されたシリコン酸化膜654Aを形成する。

【0181】

次に、マスクパターン658をマスクとしてパターン化された第2の有機膜655Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化されたシリコン酸化膜654Aをマスクとして第1の有機膜653に対してドライエッチングを行なって、図35(b)に示すように、配線溝660を有するパターン化された第2の有機膜655Bを形成すると共に、コンタクトホール661を有するパターン化された第1の有機膜653Aを形成する。

【0182】

次に、マスクパターン658をマスクとしてパターン化されたシリコン酸化膜654Aに対してドライエッチングを行なうと共に、パターン化された第1の有機膜653Aをマスクとしてシリコン窒化膜652に対してドライエッチングを行なって、配線溝を有するパターン化されたシリコン酸化膜654B(図35(c)を参照)及びコンタクトホールを有するパターン化されたシリコン窒化膜652A(図35(c)を参照)を形成すると共に、第1の金属配線651をコンタクトホール661に露出させる。次に、図示は省略しているが、第1の実施形態と同様、コンタクトホール661及び配線溝660の壁面に例えば50nmの膜厚を有する窒化チタンからなる密着層を堆積した後、コンタクトホール661及び配線溝660が埋まるように全面に亘って金属膜を堆積する。金属膜の組成は特に限定されず、銅、アルミニウム、金、銀、ニッケル、コバルト、タングステン又はこれらの合金等を用いることができると共に、金属膜の堆積方法も特に限定されず、メッキ法、CVD法又はスパッタ法等を用いることができる。次に、パターン化された第2の有機膜655Bの上に堆積されている、密着層、金属膜及びマスクパターン658を例えばCMP法により除去して、図35(c)に示すように、第2の金属配線662、及び第1の金属配線651と第2の金属配線662とを接続するコンタクト663を形成する。

【0183】

尚、第2の金属配線662の上に、前述した工程と同様の工程を行なうことにより、多層配線構造を形成することができる。

【0184】

第6の実施形態の変形例によると、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさは、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して垂直及び平行な方向に設計寸法よりも拡大されているため、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部がマスクパターン658の配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第2の有機膜655Aに形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部とマスクパターン658の配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第2の有機膜655Aのコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターン658の配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクト663と第2の金属配線662との接合を確実に確保することができる。

【0185】

また、第2のレジストパターン659のコンタクトホール形成用開口部の大きさが、第2の金属配線を形成するための配線溝に対して平行な方向に拡大しているため、コンタクト663と第2の金属配線662との接続面積が拡大するので、コンタクト663は第1の金属配線651と第2の金属配線662とを確実に接続することができる。

【0186】

【発明の効果】

第1の配線構造体の形成方法によると、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する工程が不要になり、レジストパターンをアッシングにより除去する際に第3の絶縁膜がダメージを受ける事態を回避できるため、第3の絶縁膜として、酸素プラズマによりダメージを受けるが比誘電率は低い絶縁膜を用いることが可能になるので、通常のレジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができる。

【0187】

また、第10の工程において、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なって配線溝を形成する際に第2の絶縁膜をエッチ

ングストッパーとできるため、配線溝の深さを第3の絶縁膜の膜厚と一致させることができるので、配線溝の深さを自己整合的に規定することができる。

【0188】

第1の配線構造体の形成方法が、第10の工程と第11の工程との間に、第3の絶縁膜における配線溝に露出している部分及び第1の絶縁膜におけるコンタクトホールに露出している部分に金属膜からなる密着層を形成する工程を備えていると、上層の金属配線と第3の絶縁膜との密着性及びコンタクトと第1の絶縁膜との密着性を確保することができる。

【0189】

第1の配線構造体の形成方法において、第3の絶縁膜が有機成分を主成分とすると、第8の工程において、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件を確実に実現することができる。

【0190】

この場合、第3の工程が、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により第3の絶縁膜を形成する工程を含むと、有機成分を主成分とし且つ比誘電率が低い第3の絶縁膜を確実に形成することができる。

【0191】

また、この場合、第1の絶縁膜も有機成分を主成分とすると、第9の工程において、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件を確実に実現できると共に、第10の工程において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件を確実に実現することができる。

【0192】

第1の絶縁膜及び第2の絶縁膜が有機成分を主成分とする場合において、第10の工程と第11の工程との間に、第3の絶縁膜における配線溝に露出している部分及び第1の絶縁膜におけるコンタクトホールに露出している部分に、窒素を含有する反応性ガスを用いるプラズマ処理によって密着層を形成する工程を備え

ていると、上層の金属配線及びコンタクトと、有機成分を主成分とする第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜との密着性を確実に確保することができる。

【0193】

第1の絶縁膜が有機成分を主成分とする場合において、第1の工程が、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により第1の絶縁膜を形成工程を含むと、有機成分を主成分とし且つ比誘電率が低い第1の絶縁膜を確実に形成することができる。

【0194】

第2の配線構造体の形成方法によると、第10の工程において、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する際に、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜における第2の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部に露出している部分にダメージ層が形成されても、該ダメージ層は第11の工程において確実に除去されるため、第1及び第3の絶縁膜として、酸素プラズマによりダメージを受けるが比誘電率は低い絶縁膜を用いることが可能になるので、通常レジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができる。

【0195】

第2の配線構造体の形成方法において、第3の絶縁膜がシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜であると、通常レジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を確実に形成することができる。

【0196】

第3の配線構造体の形成方法によると、第8の工程において、第1のレジストパターンを除去する際には、第3の絶縁膜の上には第4の絶縁膜が存在しており、第1のレジストパターンを酸素プラズマにより除去しても、第3の絶縁膜がダメージを受けることがないと共に、第10の工程において、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なう際には、第1の絶縁膜の上には第2の絶縁膜が存在しており、第1の絶縁膜がダメージを受けることがないため、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜として、酸素プラズマ又はドライエッチングによりダメージを受けるが比誘電率は低い絶縁膜を用いることが可能になるので、通常レジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができる。

【0197】

第3の配線構造体の形成方法において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つが有機成分を主成分とすると、層間絶縁膜の比誘電率を低減することができる。

【0198】

第3の配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法が、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていると、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部がマスクパターンの配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第4の絶縁膜に形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部とマスクパターンの配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第4の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターンの配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクトと上層の金属配線との接合を確実に確保することができる。

【0199】

第4の配線構造体の形成方法によると、第8の工程において、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なう際には、第1の絶縁膜の上には第2の絶縁膜が存在しており、第1の絶縁膜がダメージを受けることがないため、第1の絶縁膜として、ドライエッチングによりダメージを受けるが比誘電率は低い絶縁膜を用いることが可能になるので、通常のレジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができる。

【0200】

第4の配線構造体の形成方法において、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つが有機成分を主成分とすると、層間絶縁膜の比誘電率を低減することができる。

【0201】

第4の配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法が、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、上層

の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていると、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部がマスクパターンの配線形成用開口部に対して位置ずれをしても、パターン化された第3の絶縁膜に形成されるコンタクトホール形成用開口部は、第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部とマスクパターンの配線形成用開口部との重なり領域に形成されるので、パターン化された第3の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部は、自己整合的にマスクパターンの配線形成用開口部の領域に形成される。従って、コンタクトと上層の金属配線との接合を確実に確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図2】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図3】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図4】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面図である。

【図5】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面図である。

【図6】

(a) ~ (c) は本発明の第1の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第2のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の問題点を説明する断面

図である。

【図 7】

(a) ~ (c) は本発明の第 1 の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第 2 のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の解決策を説明する断面図である。

【図 8】

(a) ~ (c) は本発明の第 1 の実施形態に係る配線構造体の形成方法において、第 2 のレジストパターンが位置ずれを起こした場合の解決策を説明する断面図である。

【図 9】

(a) ~ (c) は本発明の第 2 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 10】

(a) ~ (c) は本発明の第 2 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 11】

(a) ~ (c) は本発明の第 2 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 12】

(a) ~ (c) は本発明の第 3 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 13】

(a) ~ (c) は本発明の第 3 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 14】

(a) ~ (c) は本発明の第 3 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 15】

(a) ~ (c) は本発明の第 3 の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方

法を示す断面図である。

【図 1 6】

(a) ~ (d) は本発明の第 3 の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 1 7】

(a) ~ (c) は本発明の第 3 の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 1 8】

(a) ~ (c) は本発明の第 4 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 1 9】

(a) ~ (c) は本発明の第 4 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 0】

(a) ~ (c) は本発明の第 4 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 1】

(a) ~ (c) は本発明の第 5 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 2】

(a) ~ (c) は本発明の第 5 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 3】

(a) ~ (d) は本発明の第 5 の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 4】

(a) ~ (c) は本発明の第 5 の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図 2 5】

(a) ~ (c) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図26】

(a) ~ (d) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図27】

(a) 及び (b) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図28】

(a) 及び (b) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図29】

(a) 及び (b) は本発明の第5の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す斜視図である。

【図30】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図31】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図32】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図33】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図34】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図35】

(a) ~ (c) は本発明の第6の実施形態の変形例に係る配線構造体の形成方法を示す断面図である。

【図36】

第5の実施形態の変形例に係るマスクパターンの配線形成用開口部と第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部との関係を示す平面図である。

【図37】

(a) は第5の実施形態の変形例における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図であり、(b) は第5の実施形態における、マスクパターンと第2のレジストパターンとの位置関係及び第1の金属配線とコンタクトとの位置関係を示す図である。

【符号の説明】

- 100 半導体基板
- 101 第1の金属配線
- 102 シリコン窒化膜
- 102A パターン化されたシリコン窒化膜
- 103 第1の有機膜 (第1の絶縁膜)
- 103A パターン化された第1の有機膜
- 104 有機含有シリコン酸化膜 (第2の絶縁膜)
- 104A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
- 105 第2の有機膜 (第3の絶縁膜)
- 105A パターン化された第2の有機膜
- 106 窒化チタン膜 (薄膜)
- 107 第1のレジストパターン
- 108 マスクパターン
- 109 第2のレジストパターン
- 110 コンタクトホール
- 111 配線溝

- 1 1 2 密着層
- 1 1 3 金属膜
- 1 1 4 第2の金属配線
- 1 1 5 コンタクト
- 2 0 0 半導体基板
- 2 0 1 第1の金属配線
- 2 0 2 シリコン窒化膜
- 2 0 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 2 0 3 第1の有機膜 (第1の絶縁膜)
- 2 0 3 A パターン化された第1の有機膜
- 2 0 4 有機含有シリコン酸化膜 (第2の絶縁膜)
- 2 0 4 A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
- 2 0 5 第2の有機膜 (第3の絶縁膜)
- 2 0 5 A パターン化された第2の有機膜
- 2 0 6 窒化チタン膜
- 2 0 7 第1のレジストパターン
- 2 0 8 マスクパターン
- 2 0 9 第2のレジストパターン
- 2 1 0 コンタクトホール
- 2 1 1 配線溝
- 2 1 2 密着層
- 2 1 3 金属膜
- 2 1 4 第2の金属配線
- 2 1 5 コンタクト
- 3 0 0 半導体基板
- 3 0 1 第1の金属配線
- 3 0 2 シリコン窒化膜
- 3 0 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 3 0 3 第1の有機含有シリコン酸化膜 (第1の絶縁膜)

- 303A パターン化された第1の有機含有シリコン酸化膜
- 304 低誘電率SOG膜(第2の絶縁膜)
- 304A パターン化された低誘電率SOG膜
- 305 第2の有機含有シリコン酸化膜(第3の絶縁膜)
- 305A パターン化された第2の有機含有シリコン酸化膜
- 306 窒化チタン膜
- 307 第1のレジストパターン
- 308 マスクパターン
- 309 第2のレジストパターン
- 310 コンタクトホール
- 311 配線溝
- 312 密着層
- 313 金属膜
- 314 第2の金属配線
- 315 コンタクト
- 350 半導体基板
- 351 第1の金属膜
- 352 シリコン窒化膜
- 352A パターン化されたシリコン窒化膜
- 353 第1のシリコン酸化膜(第1の絶縁膜)
- 353A パターン化された第1のシリコン酸化膜
- 354 有機膜(第2の絶縁膜)
- 354A パターン化された有機膜
- 355 第2のシリコン酸化膜(第3の絶縁膜)
- 355A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 356 窒化チタン膜
- 357 第1のレジストパターン
- 358 マスクパターン
- 359 第2のレジストパターン

- 3 6 0 コンタクトホール形成用開口部
- 3 6 1 コンタクトホール
- 3 6 2 配線溝
- 3 6 3 密着層
- 3 6 4 金属膜
- 3 6 5 第2の金属配線
- 3 6 6 コンタクト
- 4 0 0 半導体基板
- 4 0 1 第1の金属配線
- 4 0 2 シリコン窒化膜
- 4 0 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 4 0 3 第1の低誘電率SOG膜（第1の絶縁膜）
- 4 0 3 A パターン化された第1の低誘電率SOG膜
- 4 0 4 有機含有シリコン酸化膜（第2の絶縁膜）
- 4 0 4 A パターン化された有機含有シリコン酸化膜
- 4 0 5 第2の低誘電率SOG膜（第3の絶縁膜）
- 4 0 5 A パターン化された第2の低誘電率SOG膜
- 4 0 6 窒化チタン膜
- 4 0 7 第1のレジストパターン
- 4 0 8 マスクパターン
- 4 0 9 第2のレジストパターン
- 4 1 0 ダメージ層
- 4 1 1 コンタクトホール
- 4 1 2 配線溝
- 4 1 3 密着層
- 4 1 4 金属膜
- 4 1 5 第2の金属膜
- 4 1 6 コンタクト
- 5 0 0 半導体基板

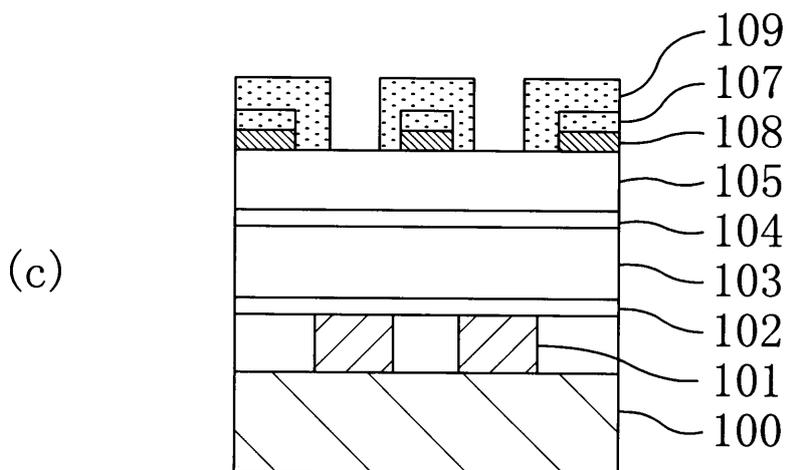
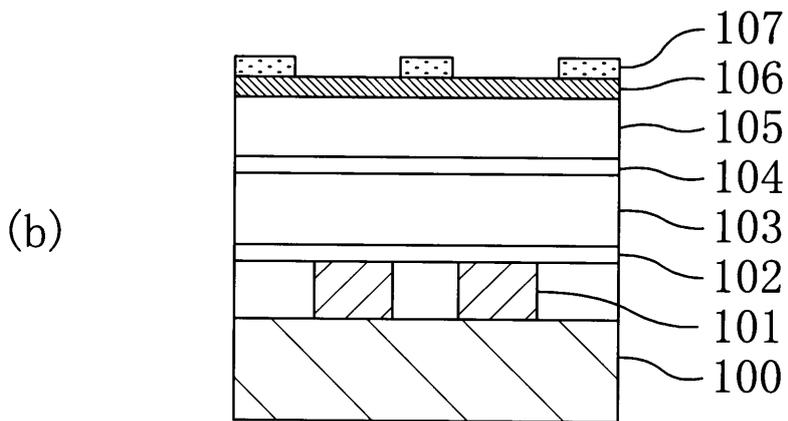
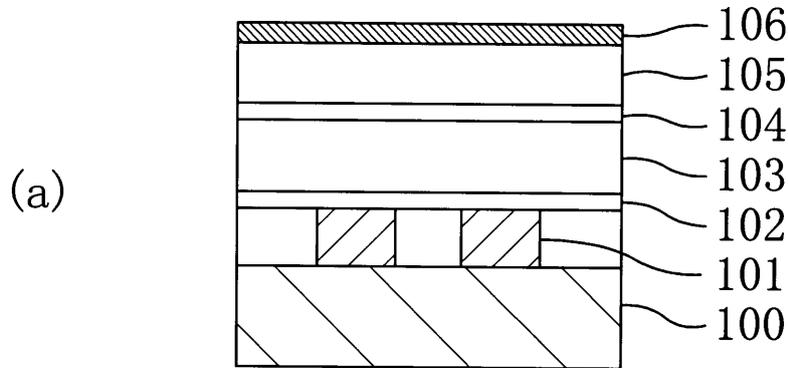
- 5 0 1 第1の金属配線
- 5 0 2 シリコン窒化膜
- 5 0 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 5 0 3 第1の有機膜 (第1の絶縁膜)
- 5 0 3 A パターン化された第1の有機膜
- 5 0 4 第1のシリコン酸化膜 (第2の絶縁膜)
- 5 0 4 A パターン化された第1のシリコン酸化膜
- 5 0 5 第2の有機膜 (第3の絶縁膜)
- 5 0 5 A パターン化された第2の有機膜
- 5 0 5 B パターン化された第2の有機膜
- 5 0 6 第2のシリコン酸化膜 (第4の絶縁膜)
- 5 0 6 A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 5 0 6 B パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 5 0 7 窒化チタン膜 (薄膜)
- 5 0 8 第1のレジストパターン
- 5 0 9 マスクパターン
- 5 1 0 第2のレジストパターン
- 5 1 1 配線溝
- 5 1 2 コンタクトホール
- 5 1 3 第2の金属配線
- 5 1 4 コンタクト
- 5 5 0 半導体基板
- 5 5 1 第1の金属配線
- 5 5 2 シリコン窒化膜
- 5 5 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 5 5 3 第1の有機膜 (第1の絶縁膜)
- 5 5 3 A パターン化された第1の有機膜
- 5 5 4 第1のシリコン酸化膜 (第2の絶縁膜)
- 5 5 4 A パターン化された第1のシリコン酸化膜

- 5 5 5 第2の有機膜 (第3の絶縁膜)
- 5 5 5 A パターン化された第2の有機膜
- 5 5 5 B パターン化された第2の有機膜
- 5 5 6 第2のシリコン酸化膜 (第4の絶縁膜)
- 5 5 6 A パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 5 5 6 B パターン化された第2のシリコン酸化膜
- 5 5 7 窒化チタン膜 (薄膜)
- 5 5 8 第1のレジストパターン
- 5 5 9 マスクパターン
- 5 6 0 第2のレジストパターン
- 5 6 1 配線溝
- 5 6 2 コンタクトホール
- 5 6 3 第2の金属配線
- 5 6 4 コンタクト
- 6 0 0 半導体基板
- 6 0 1 第1の金属配線
- 6 0 2 シリコン窒化膜
- 6 0 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 6 0 3 第1の有機膜 (第1の絶縁膜)
- 6 0 3 A パターン化された第1の有機膜
- 6 0 4 シリコン酸化膜 (第2の絶縁膜)
- 6 0 4 A パターン化されたシリコン酸化膜
- 6 0 5 第2の有機膜 (第3の絶縁膜)
- 6 0 5 A パターン化された第2の有機膜
- 6 0 6 窒化チタン膜 (薄膜)
- 6 0 7 第1のレジストパターン
- 6 0 8 マスクパターン
- 6 0 9 第2のレジストパターン
- 6 1 0 配線溝

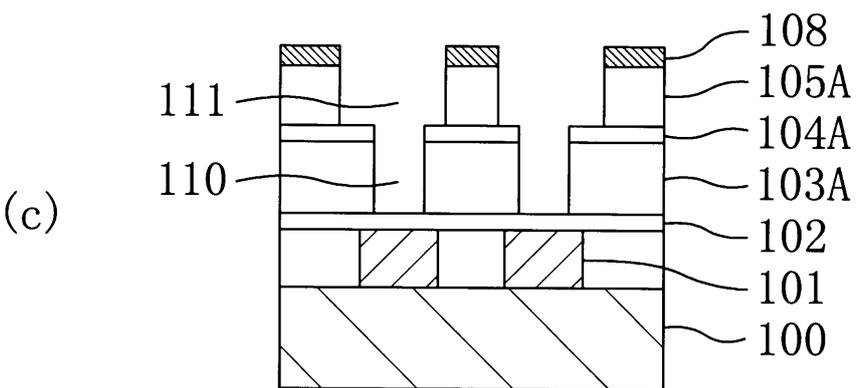
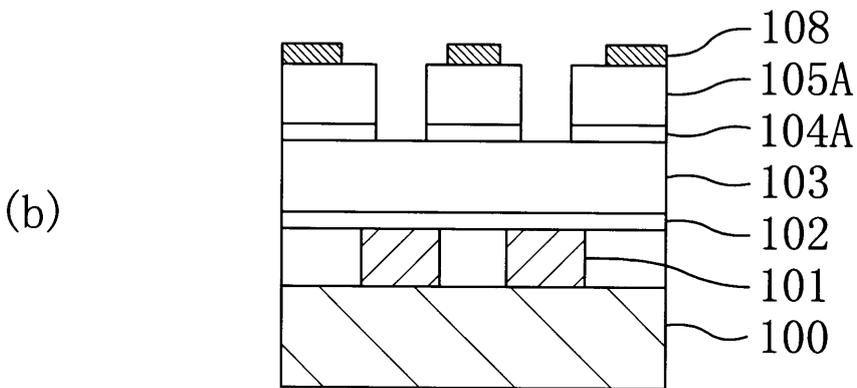
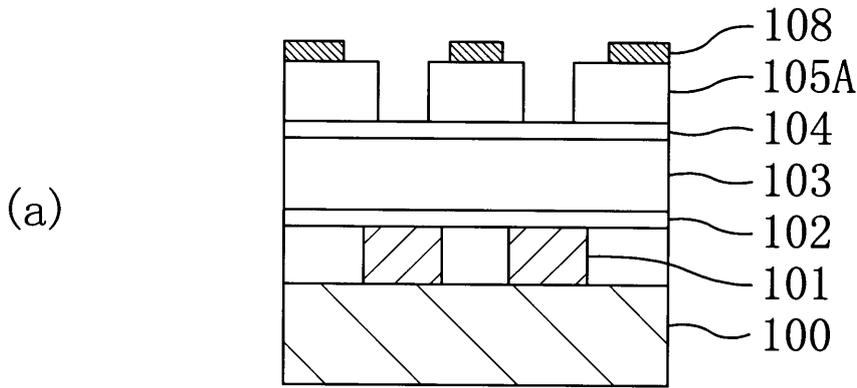
- 6 1 1 コンタクトホール
- 6 1 2 第2の金属配線
- 6 1 3 コンタクト
- 6 5 0 半導体基板
- 6 5 1 第1の金属配線
- 6 5 2 シリコン窒化膜
- 6 5 2 A パターン化されたシリコン窒化膜
- 6 5 3 第1の有機膜（第1の絶縁膜）
- 6 5 3 A パターン化された第1の有機膜
- 6 5 4 シリコン酸化膜（第2の絶縁膜）
- 6 5 4 A パターン化されたシリコン酸化膜
- 6 5 5 第2の有機膜（第3の絶縁膜）
- 6 5 5 A パターン化された第2の有機膜
- 6 5 6 窒化チタン膜（薄膜）
- 6 5 7 第1のレジストパターン
- 6 5 8 マスクパターン
- 6 5 9 第2のレジストパターン
- 6 6 0 配線溝
- 6 6 1 コンタクトホール
- 6 6 2 第2の金属配線
- 6 6 3 コンタクト

【書類名】 図面

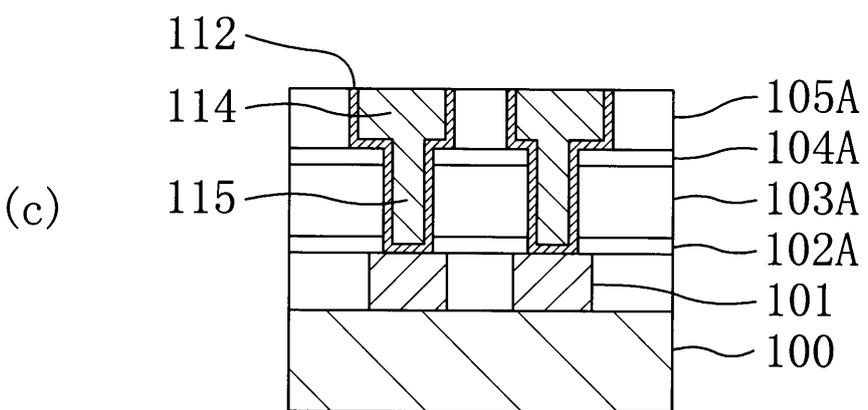
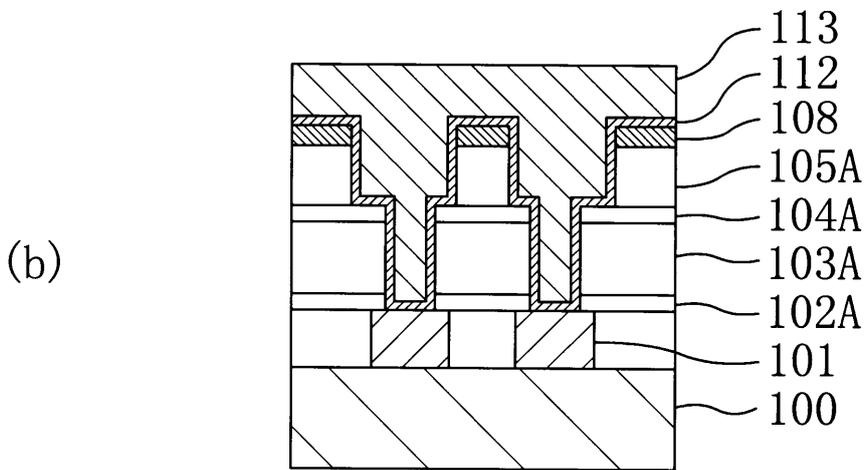
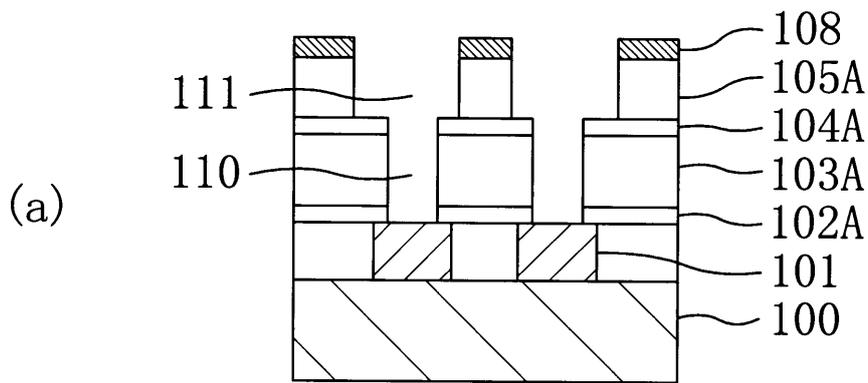
【図1】



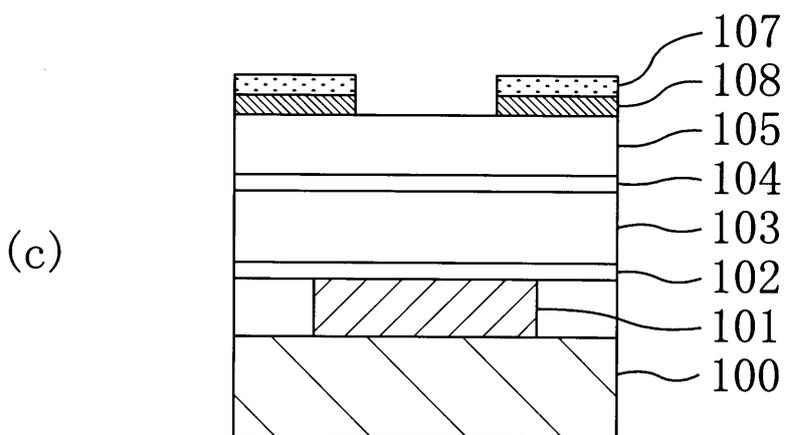
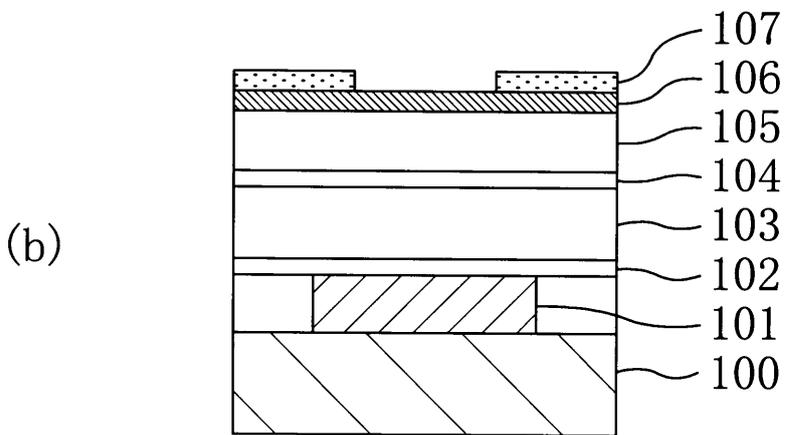
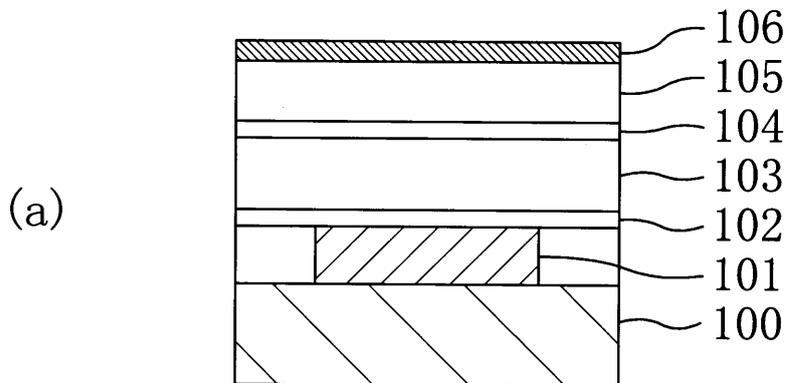
【図2】



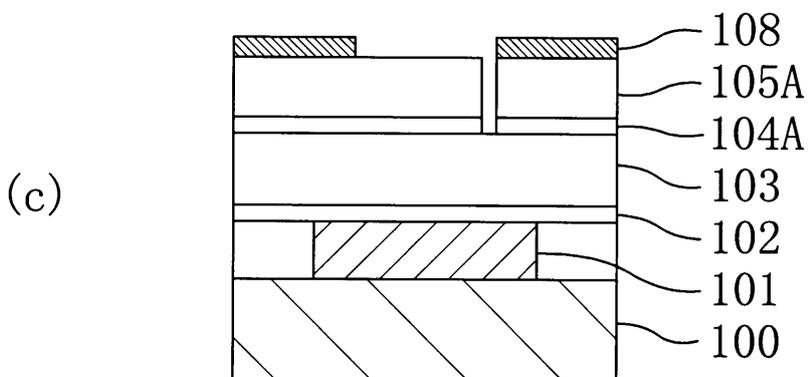
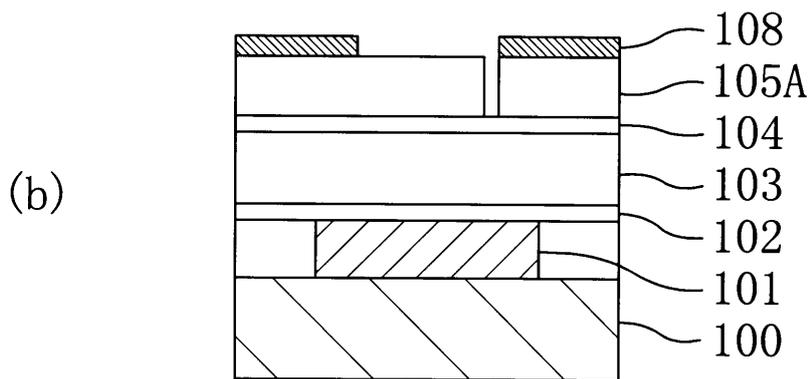
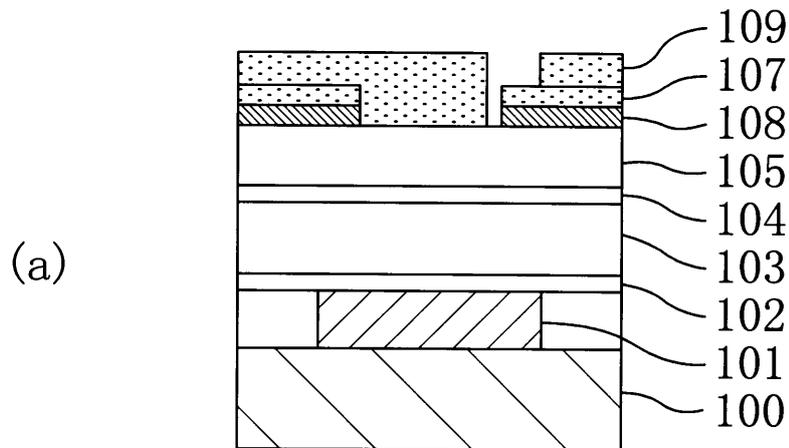
【図3】



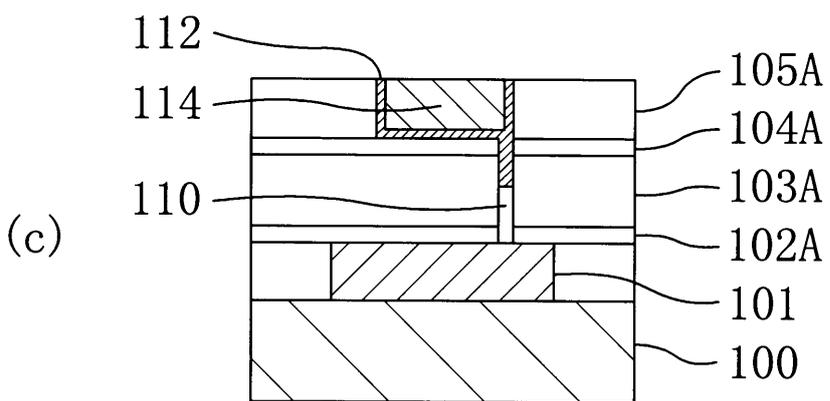
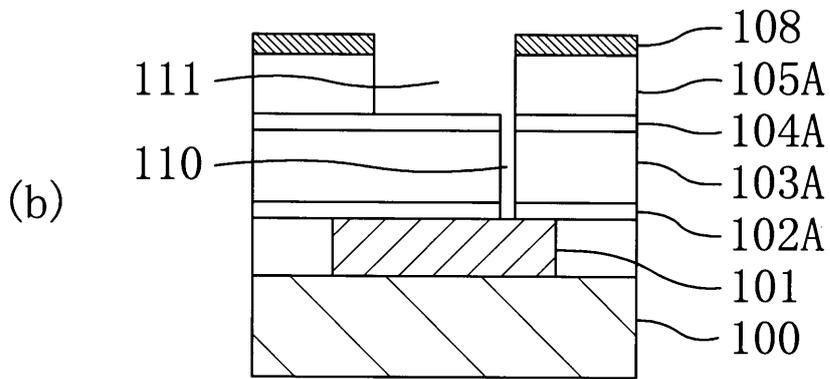
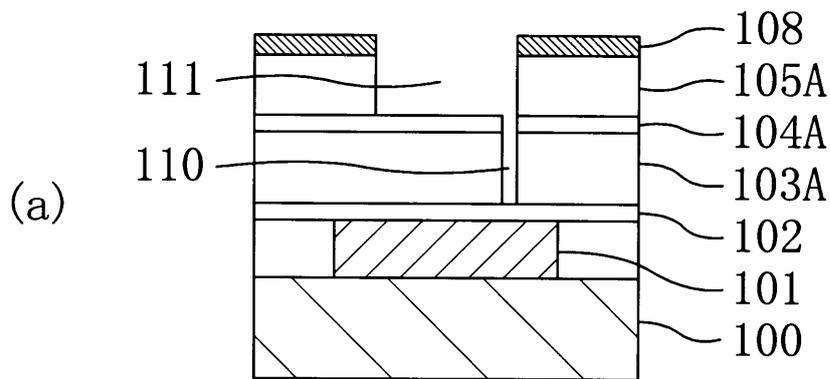
【図4】



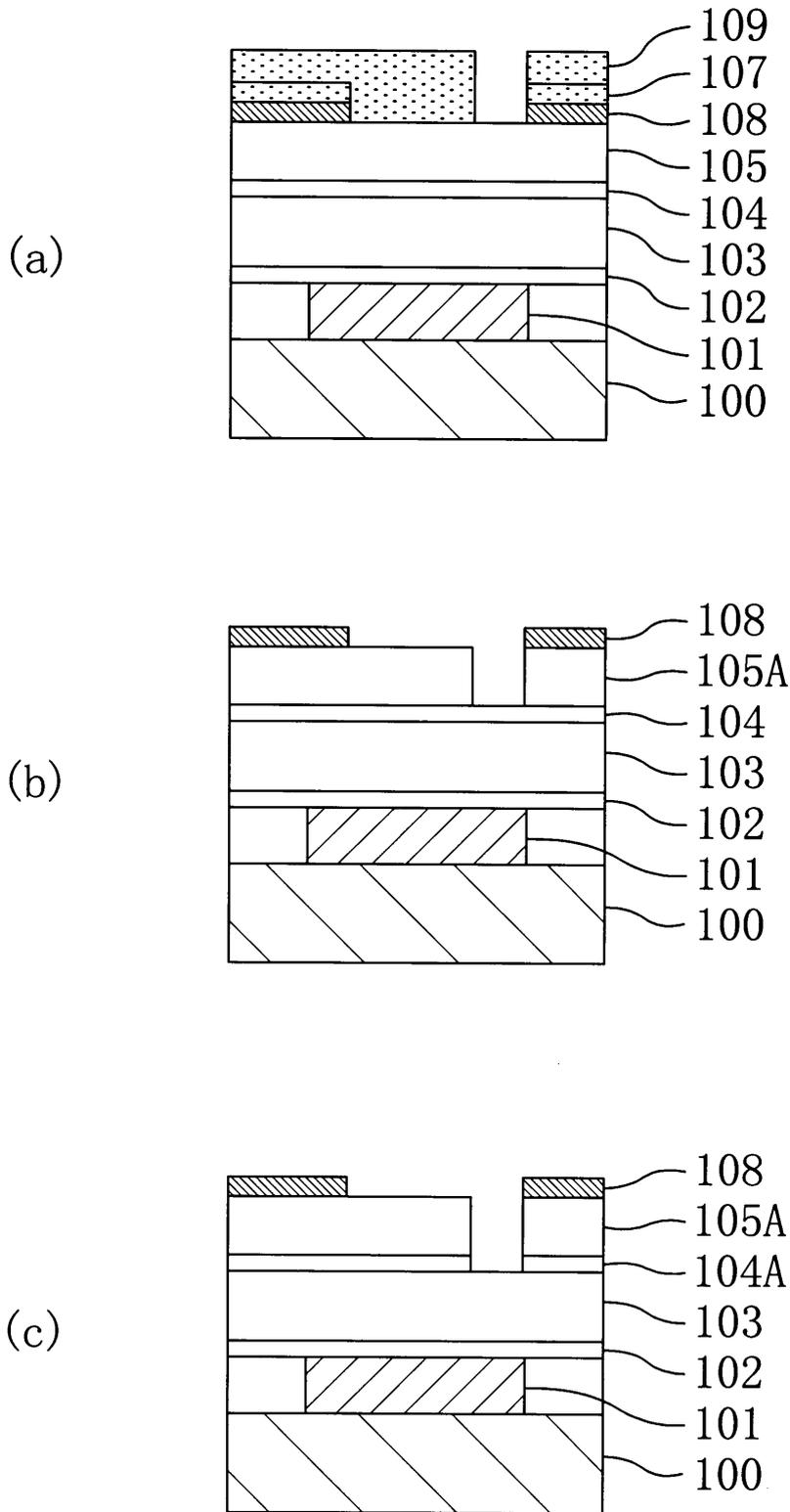
【図5】



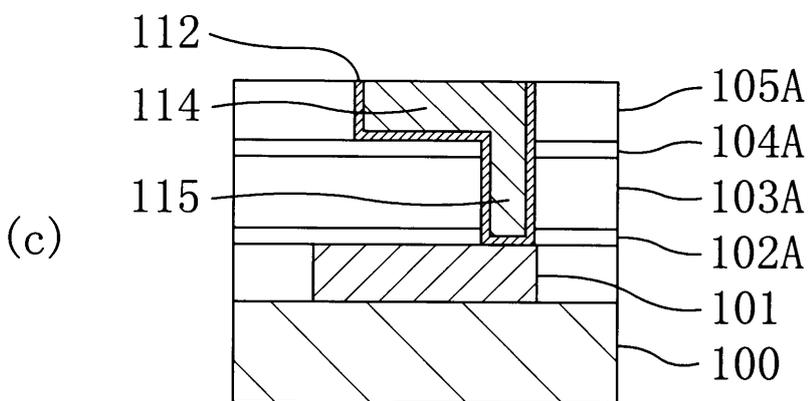
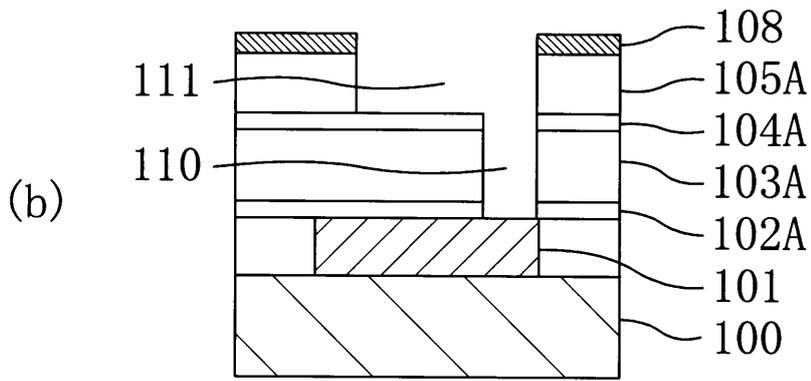
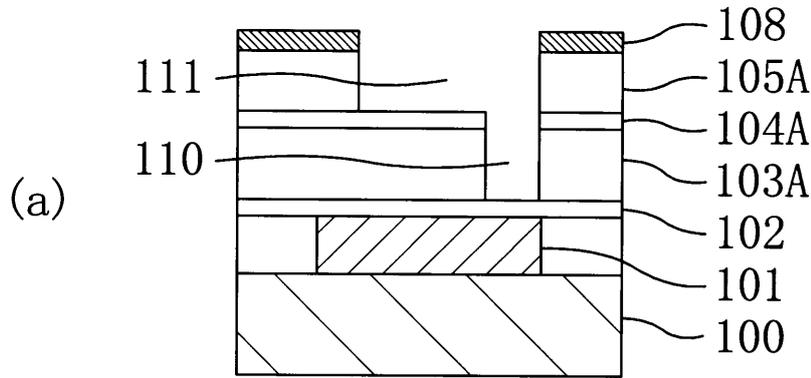
【図6】



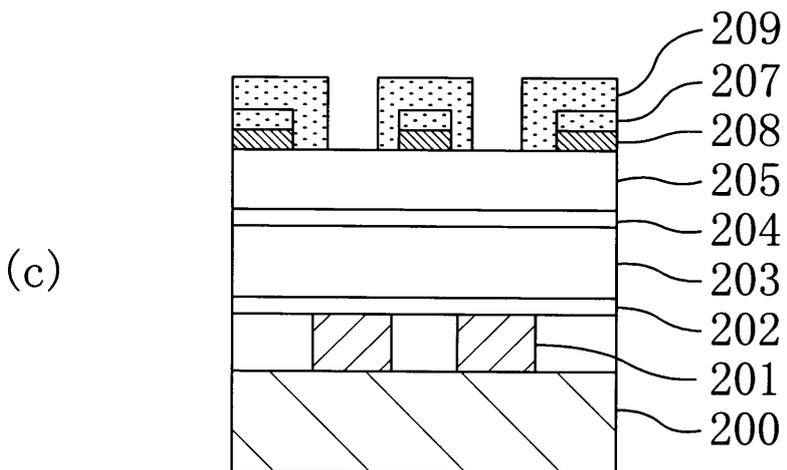
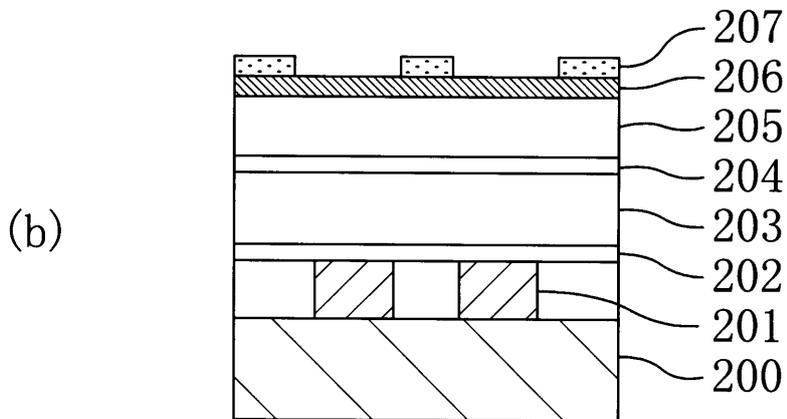
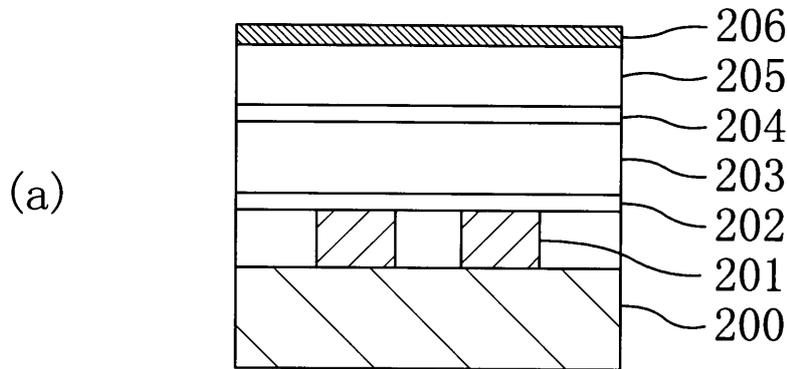
【図7】



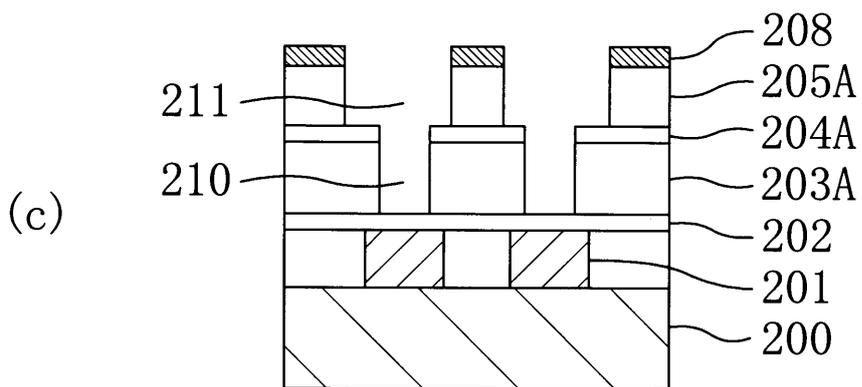
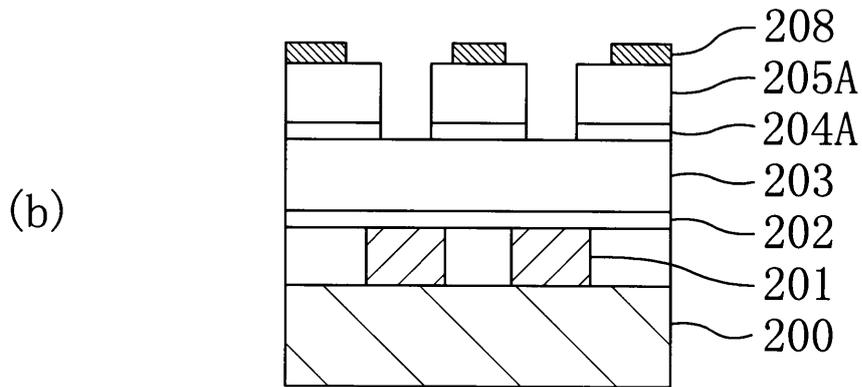
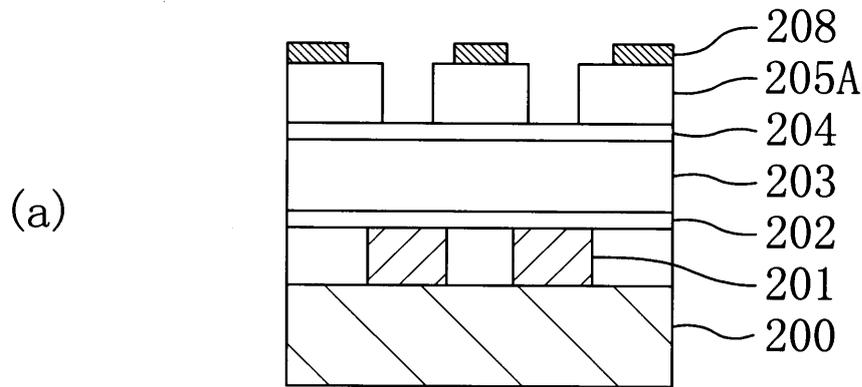
【図8】



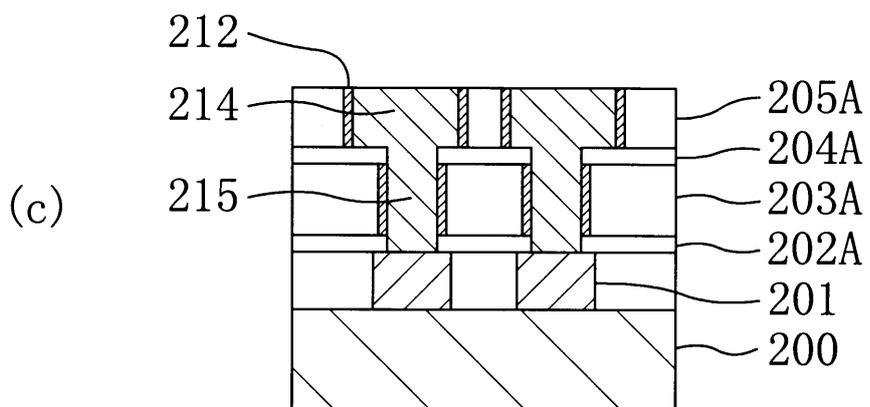
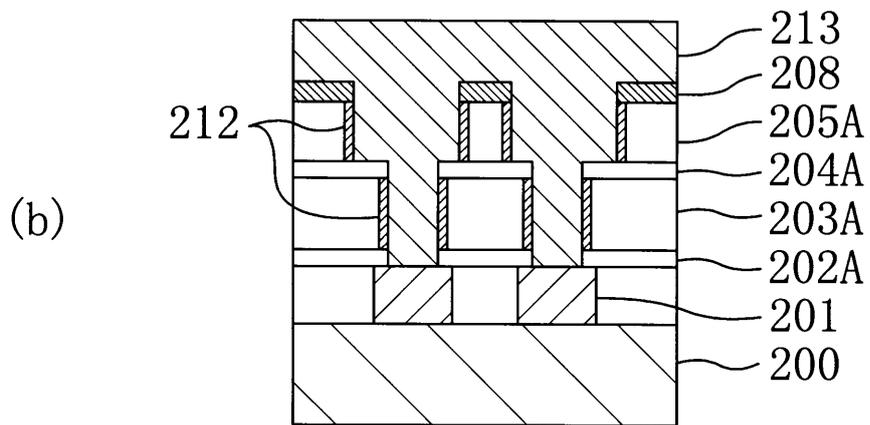
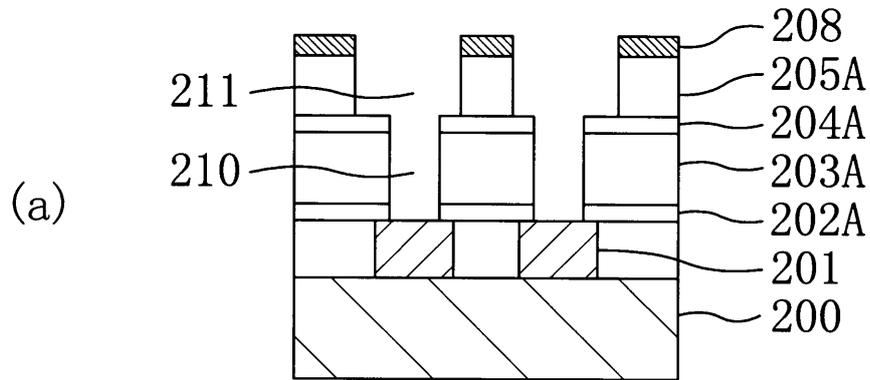
【図9】



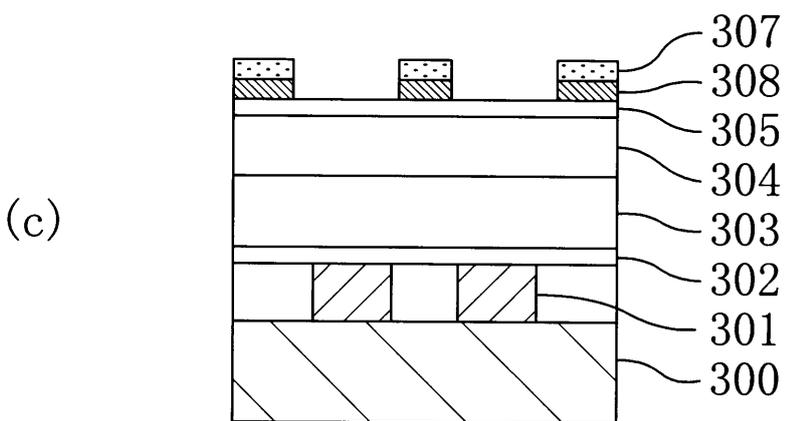
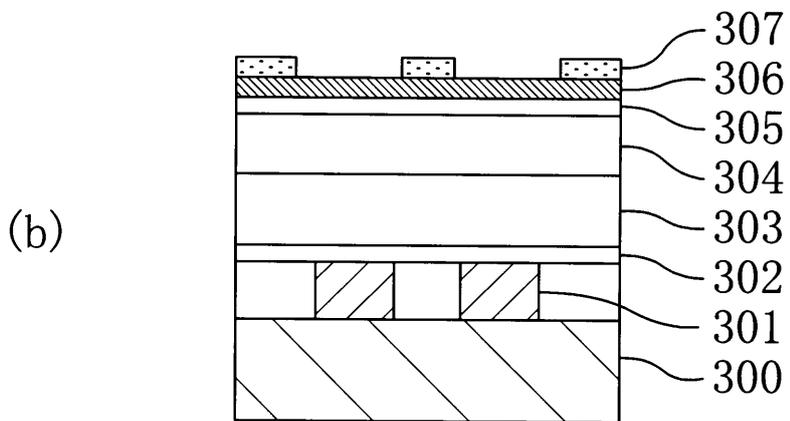
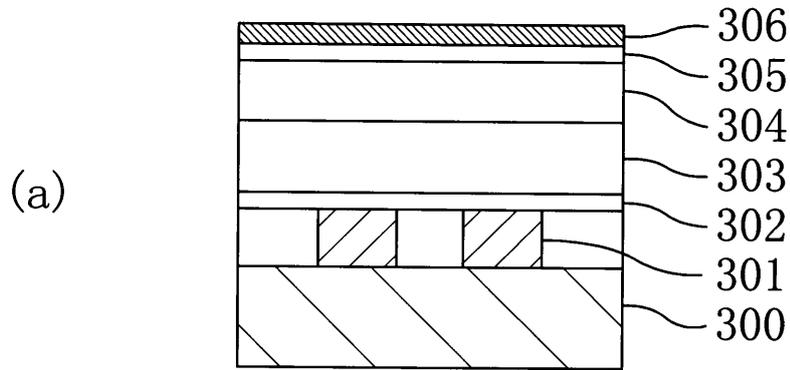
【図10】



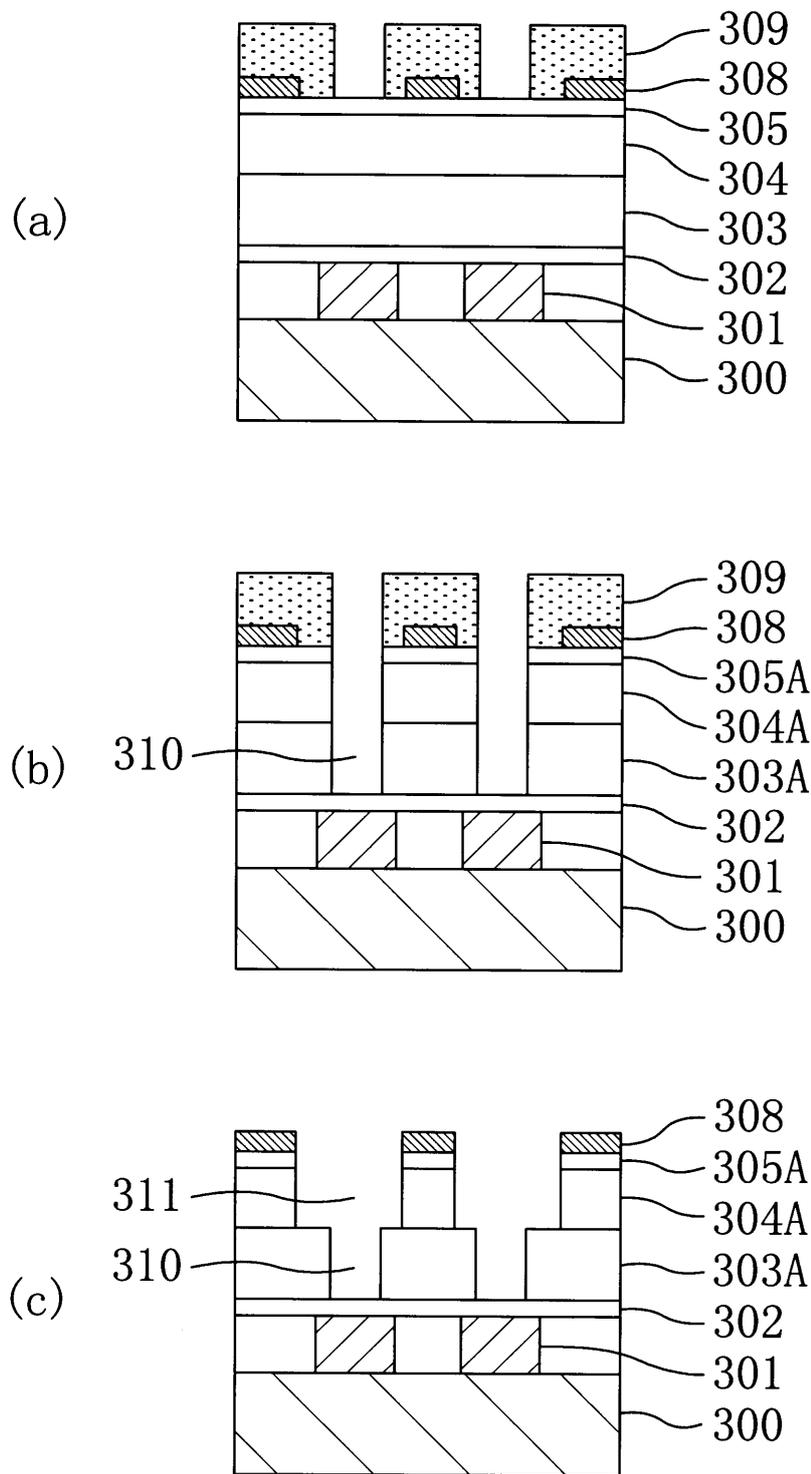
【図 1 1】



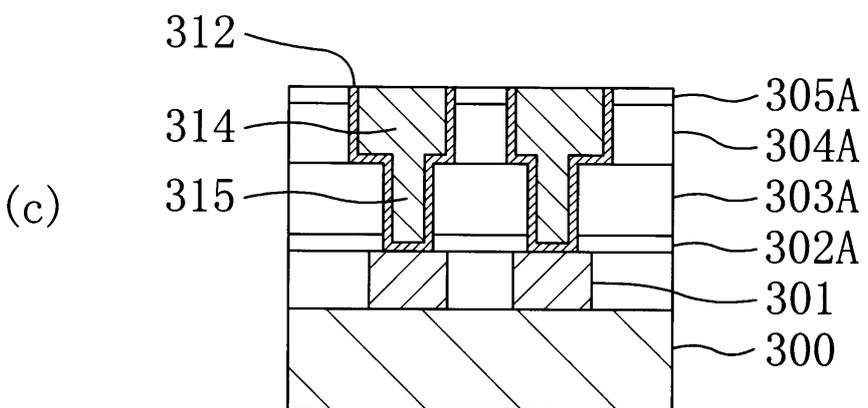
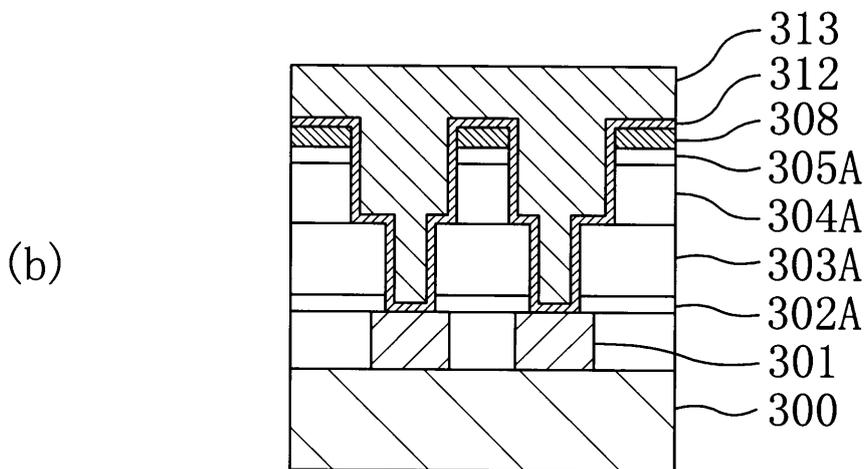
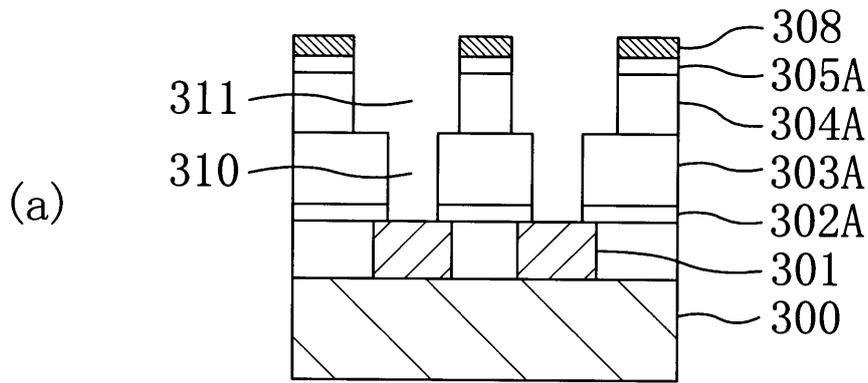
【図 1 2】



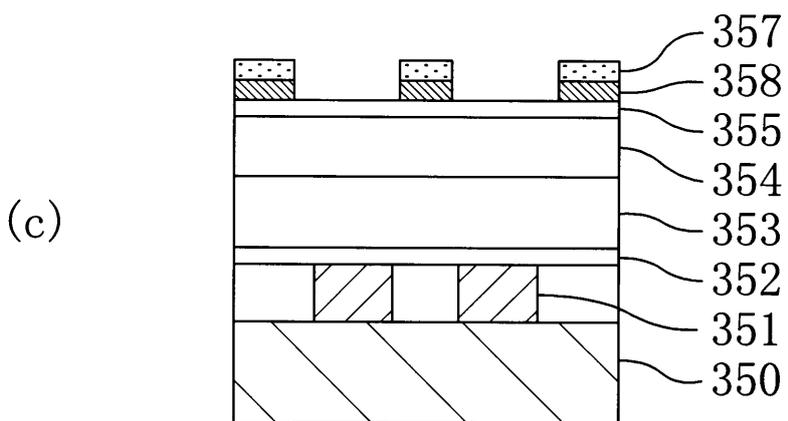
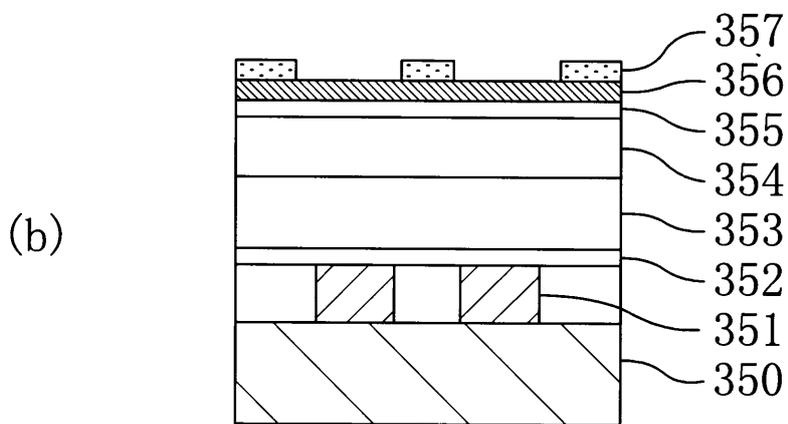
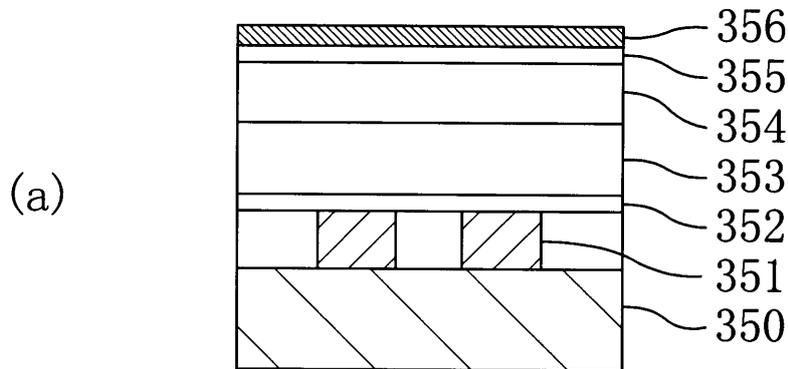
【図13】



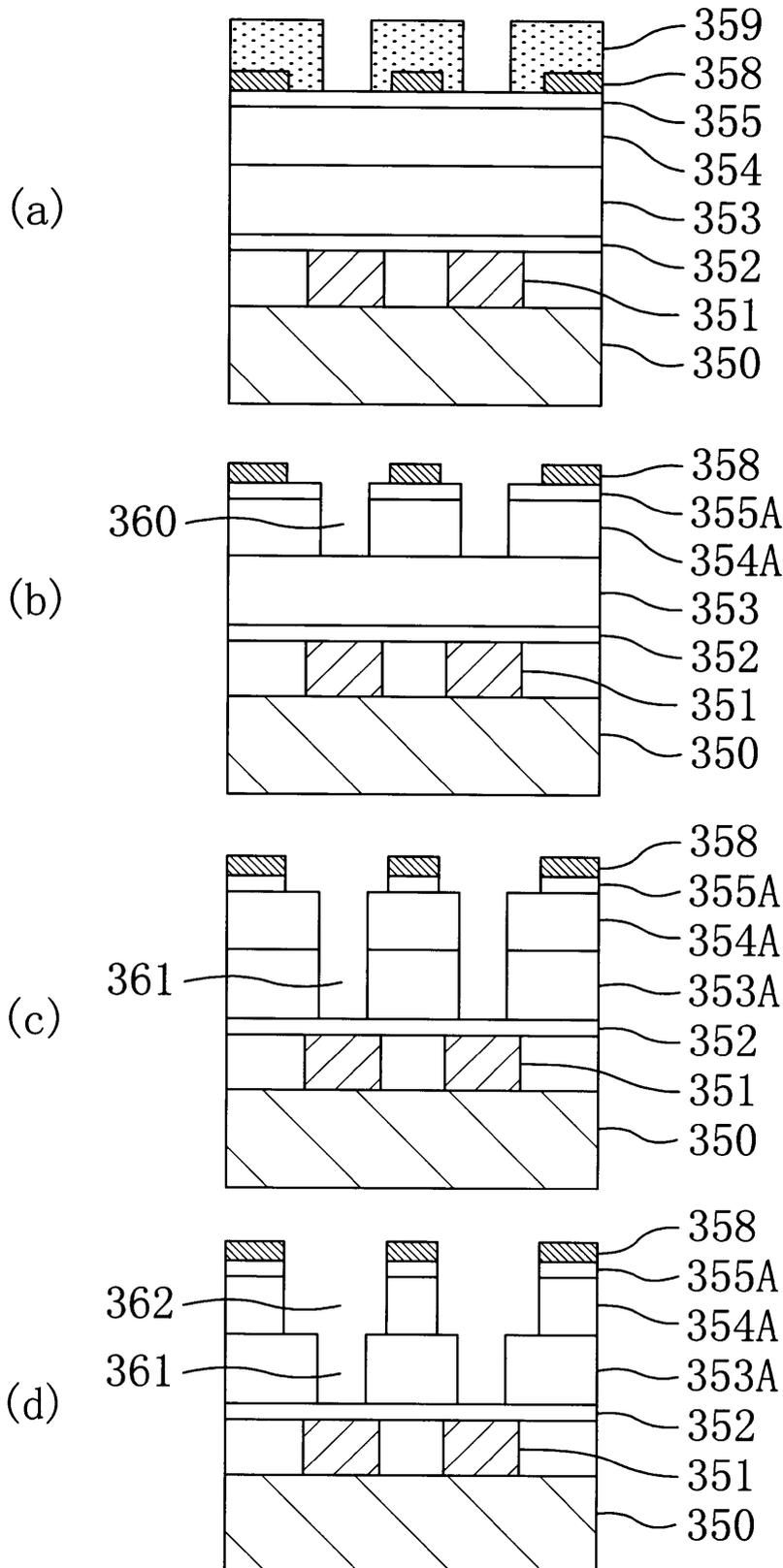
【図14】



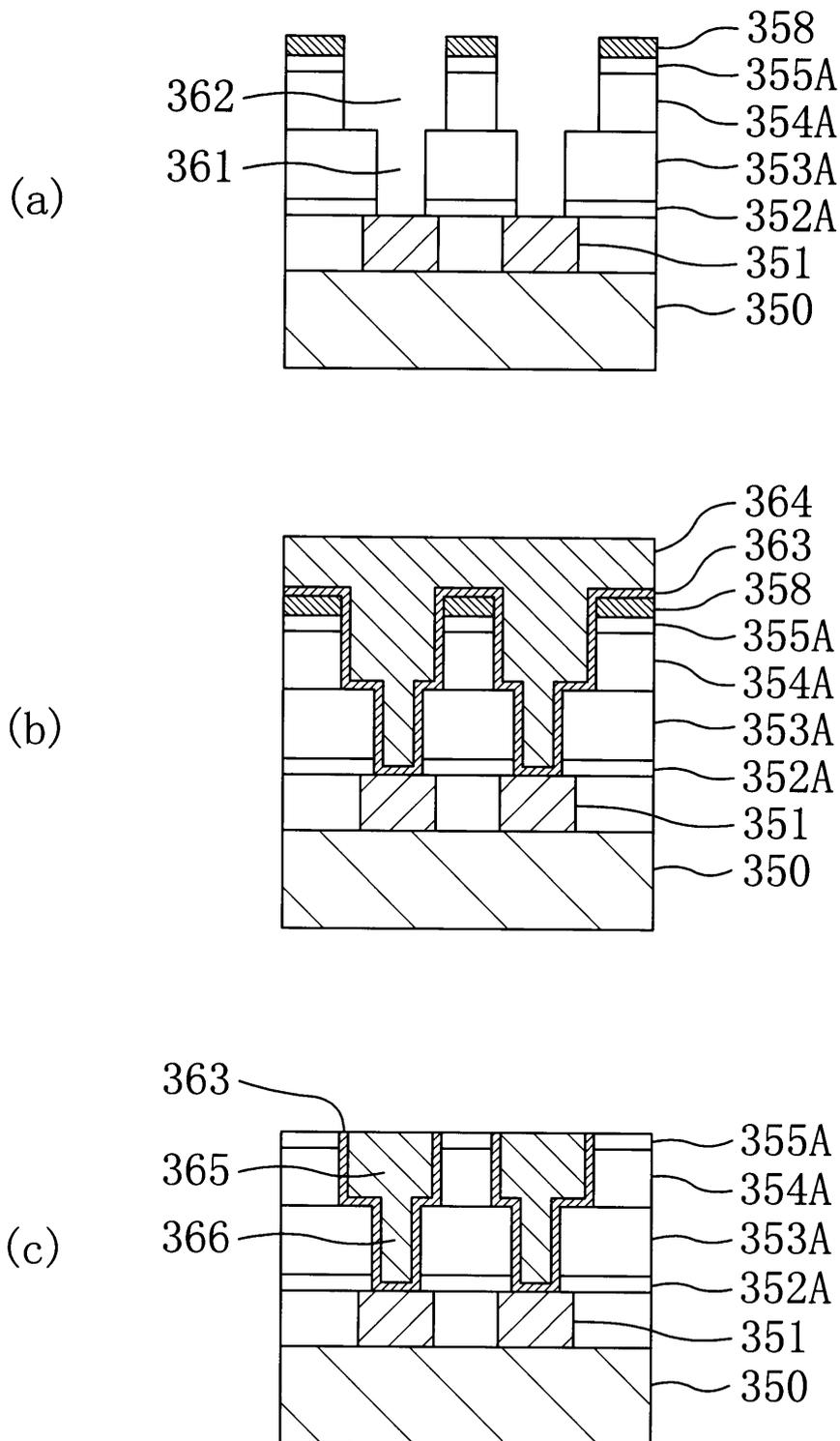
【図15】



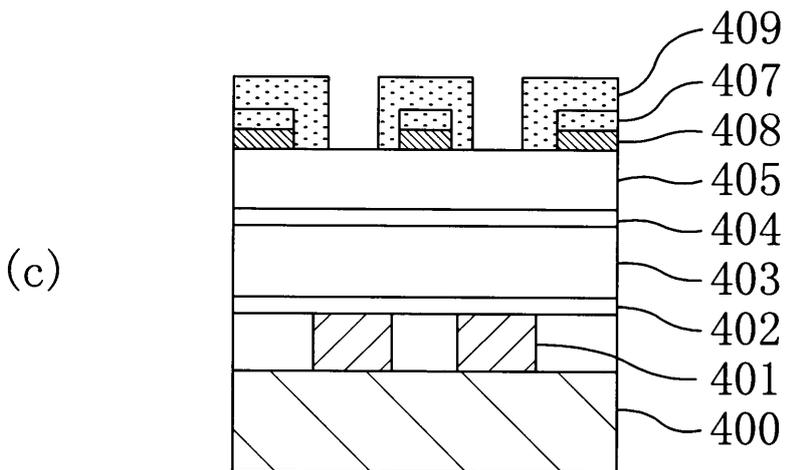
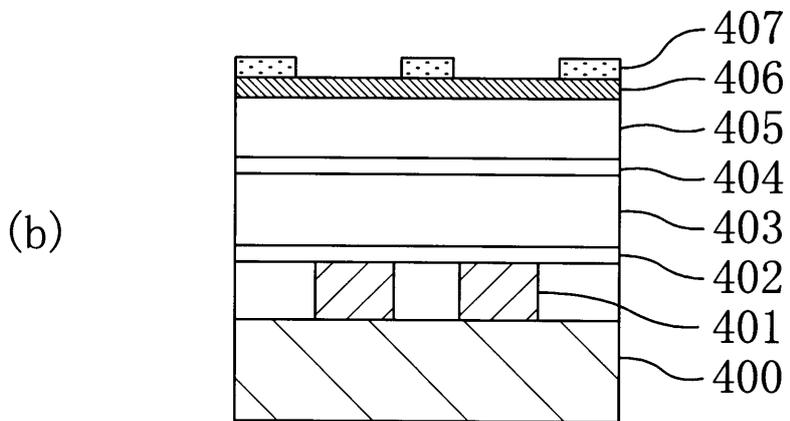
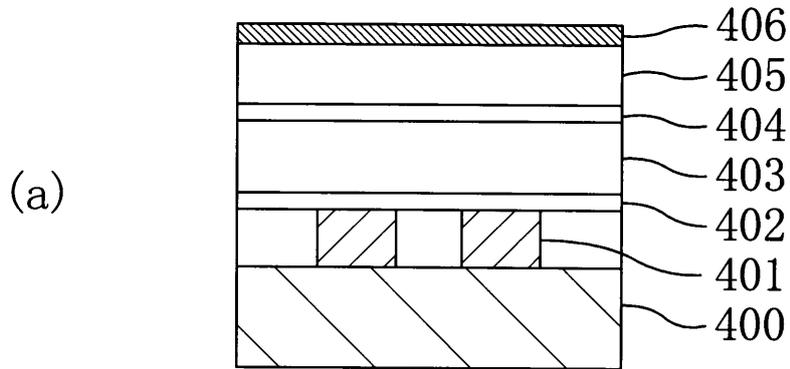
【図16】



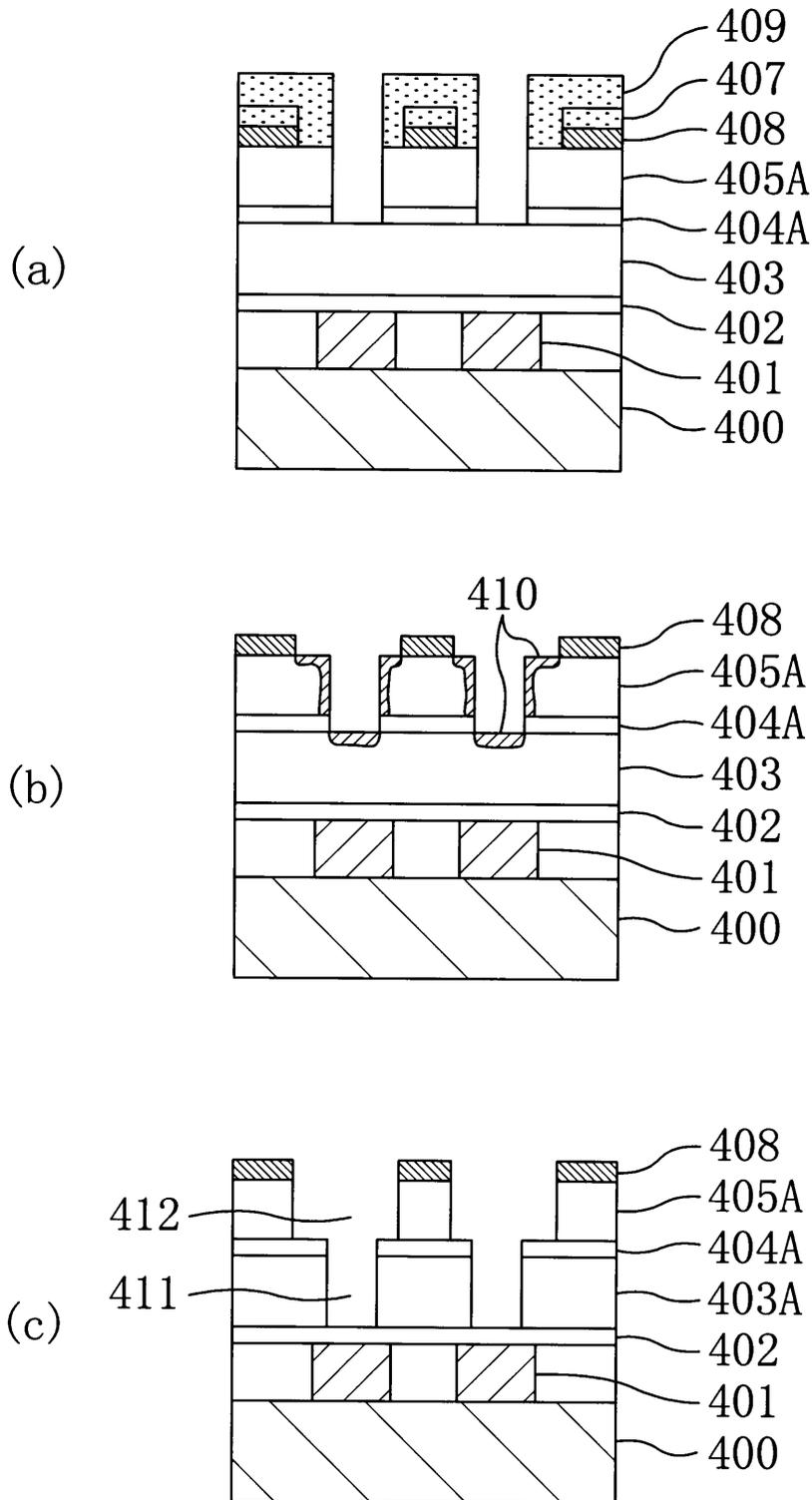
【図17】



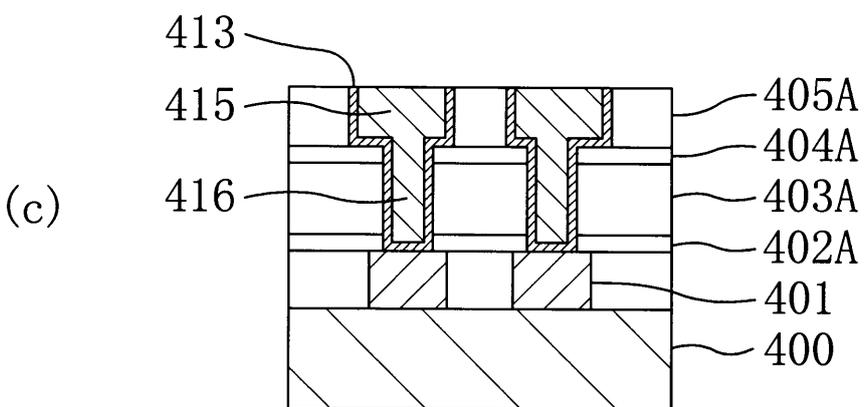
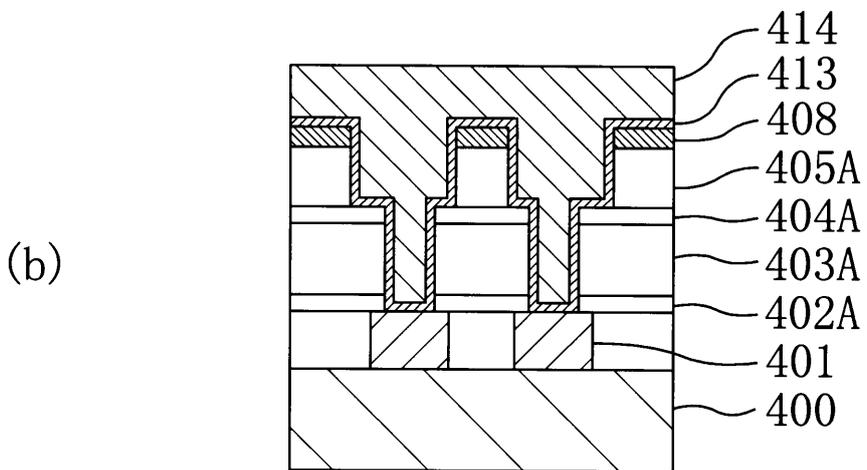
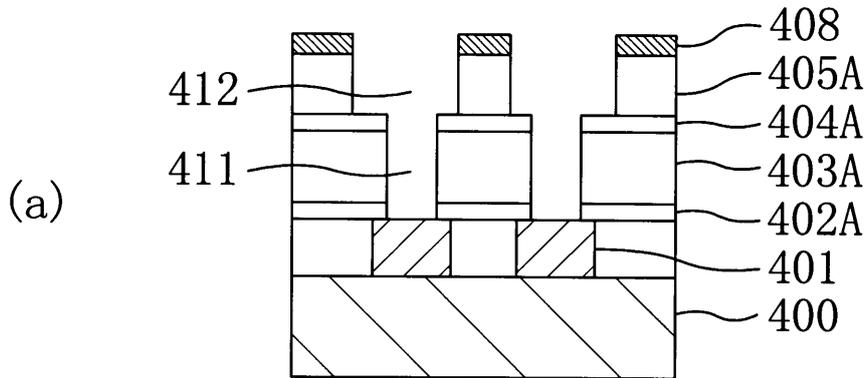
【図18】



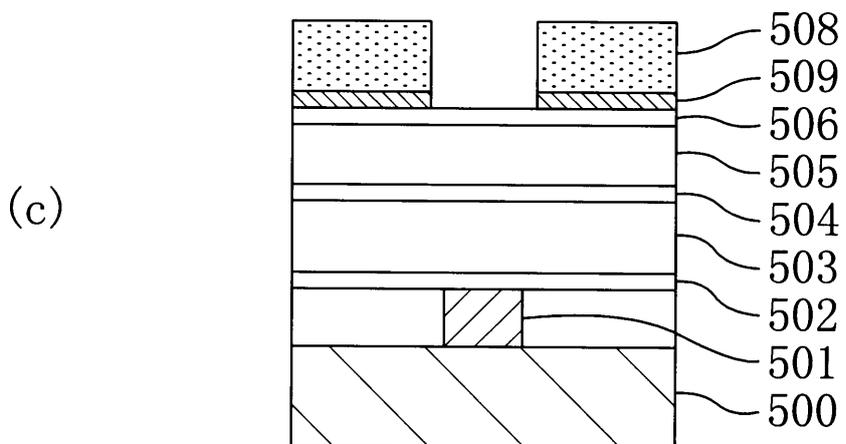
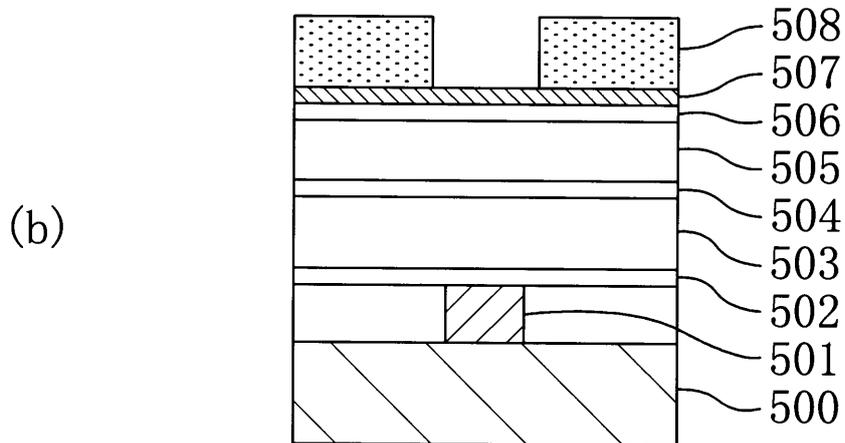
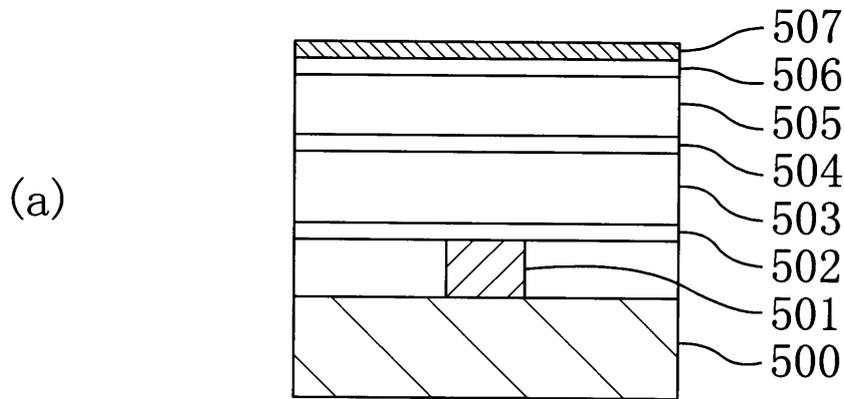
【図19】



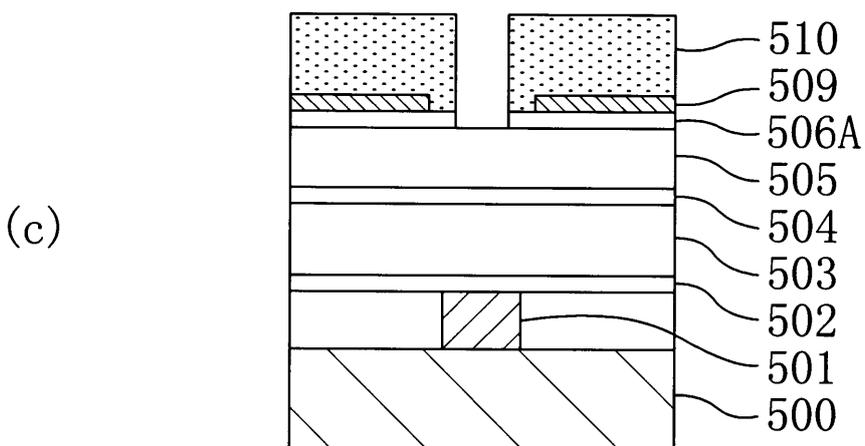
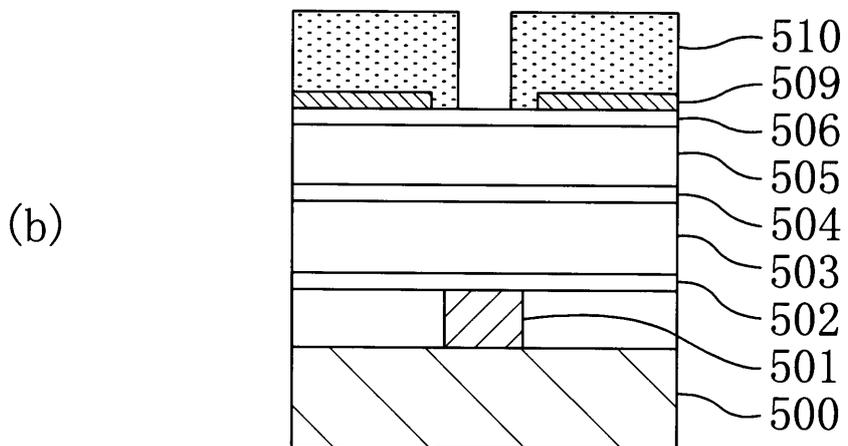
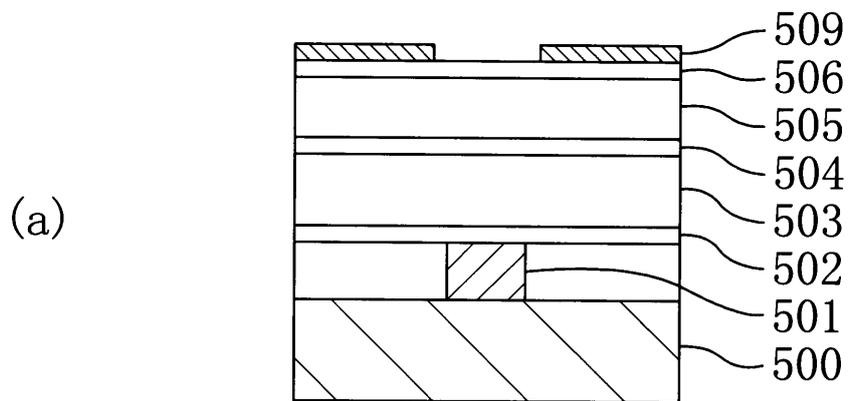
【図20】



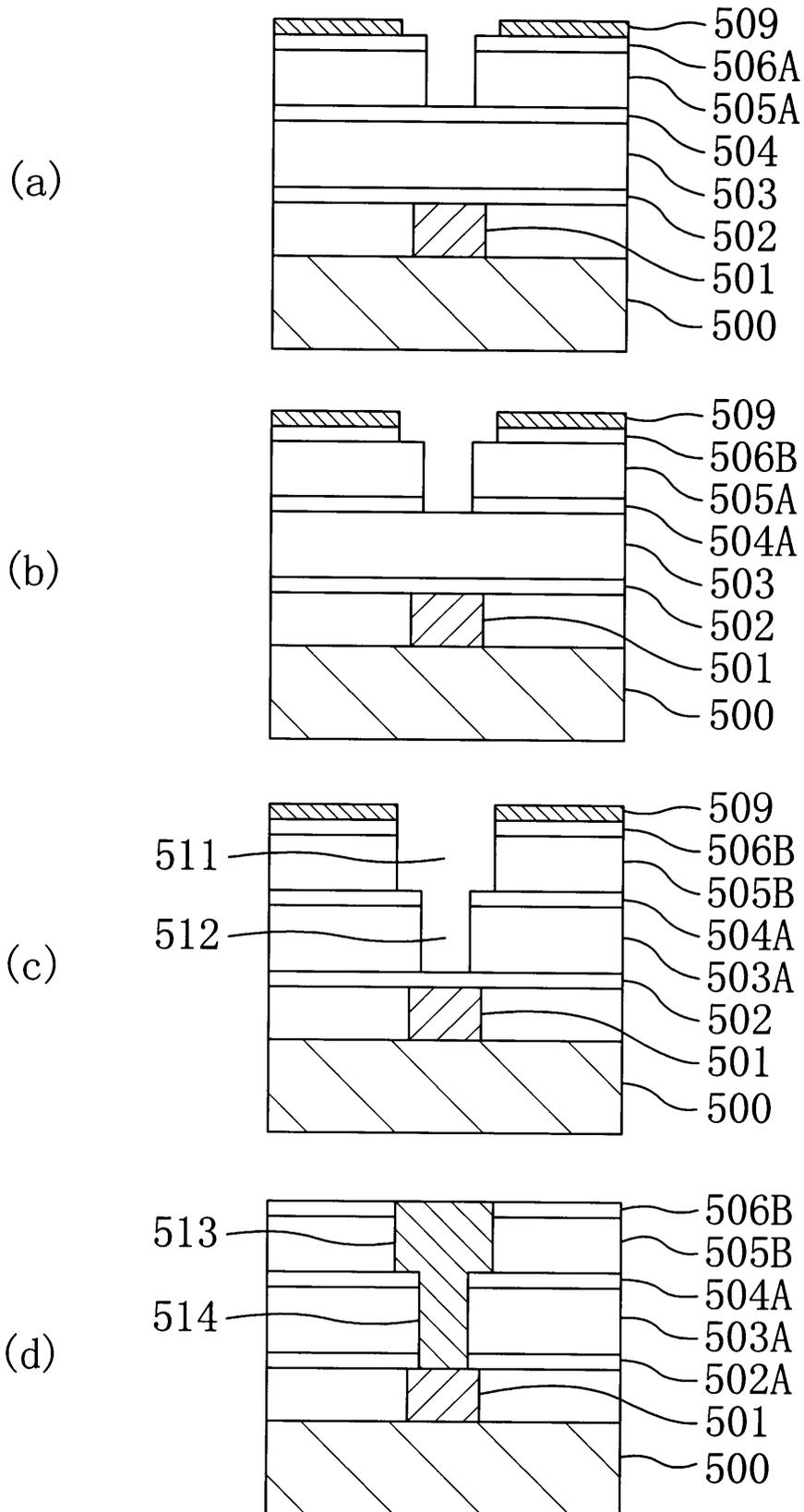
【図 2 1】



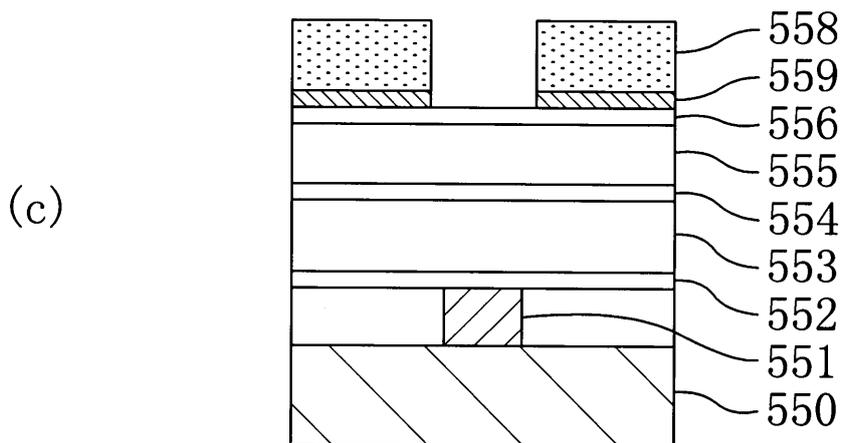
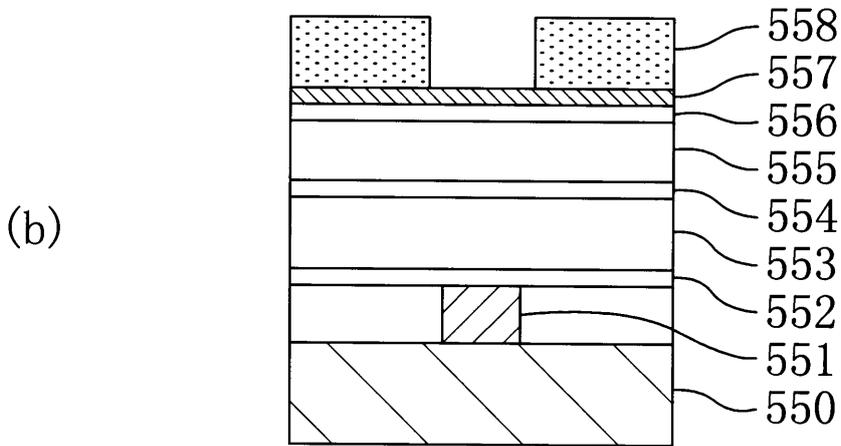
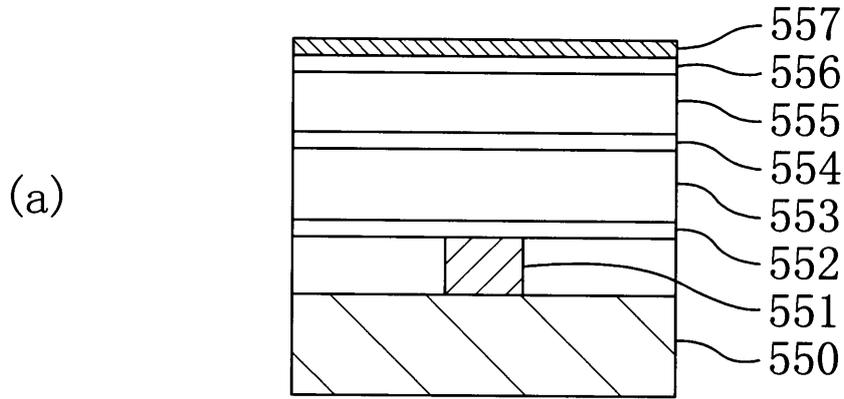
【図 2 2】



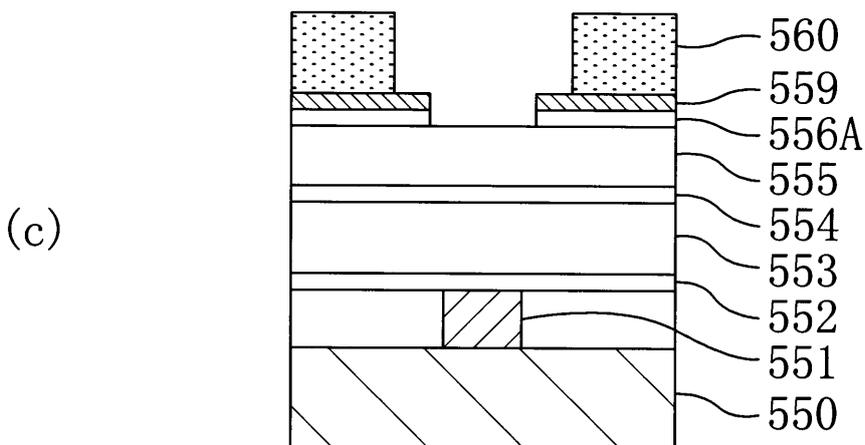
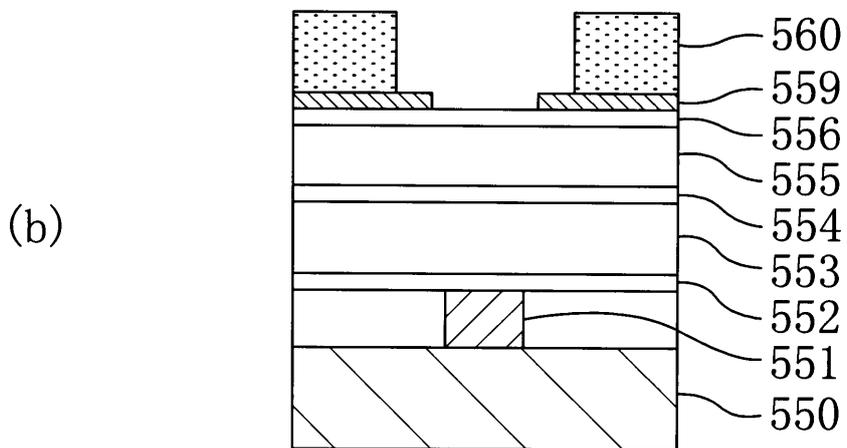
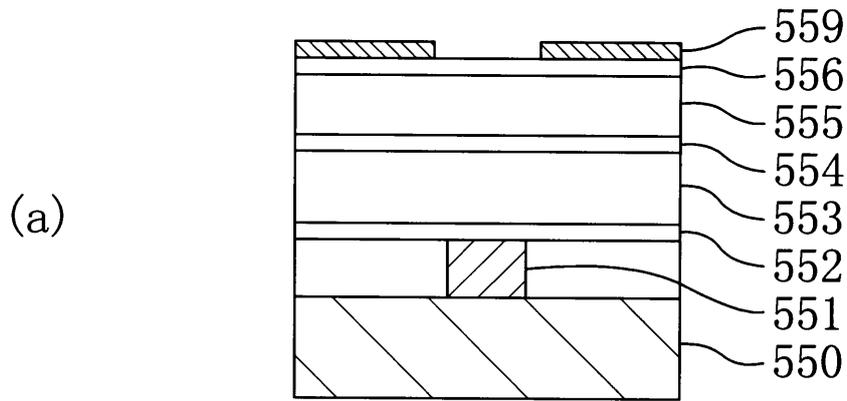
【図23】



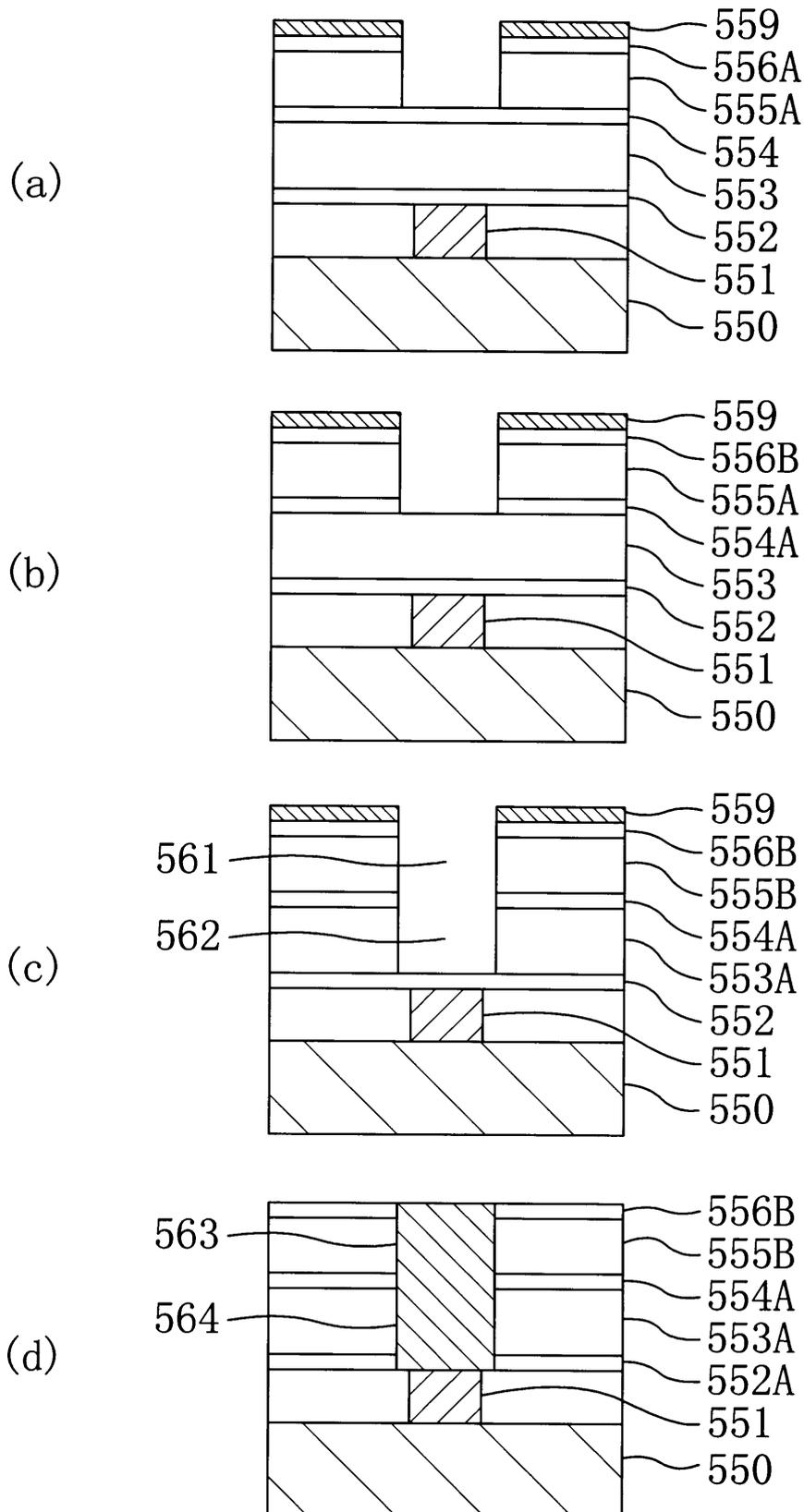
【図24】



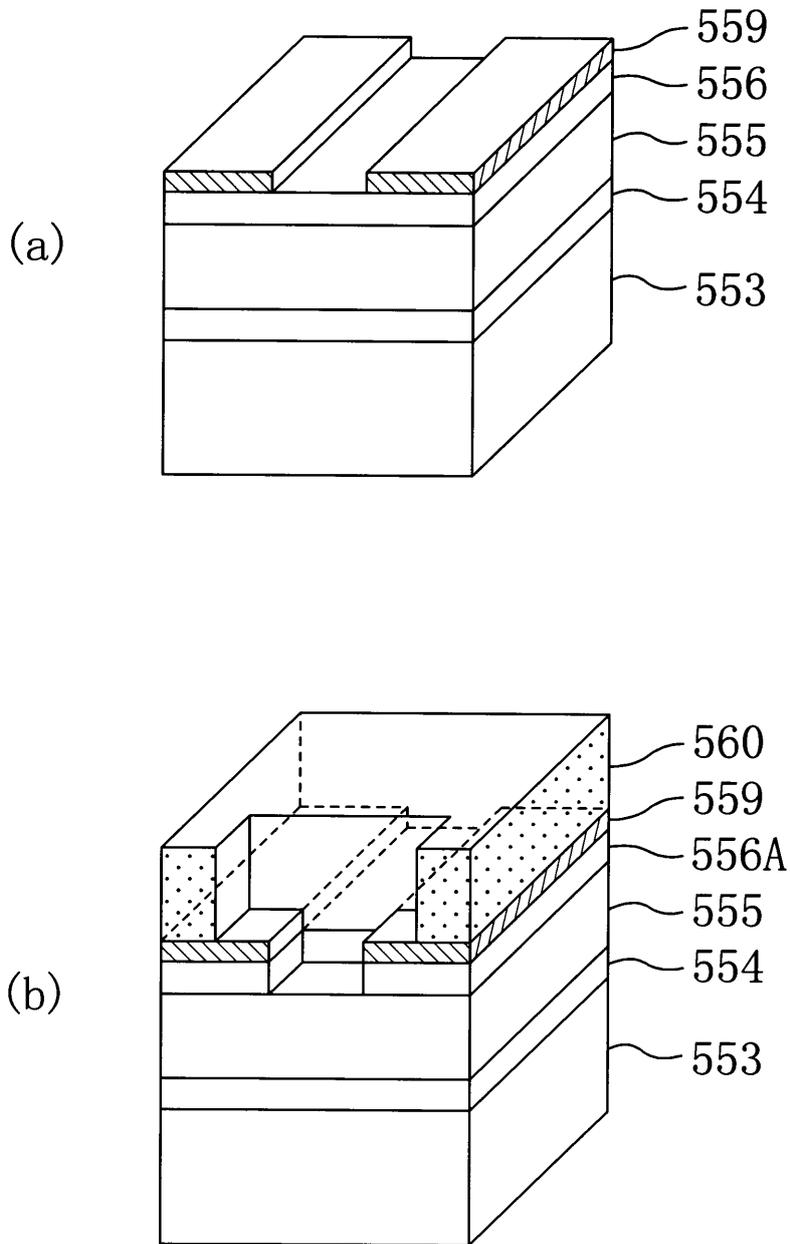
【図 2 5】



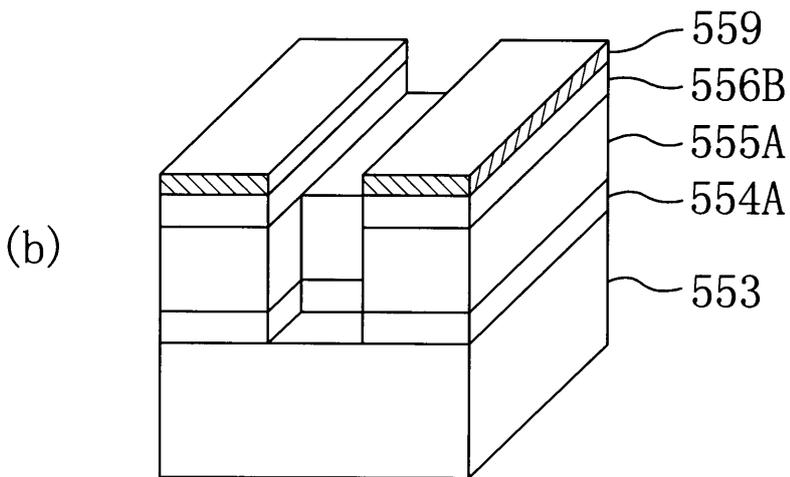
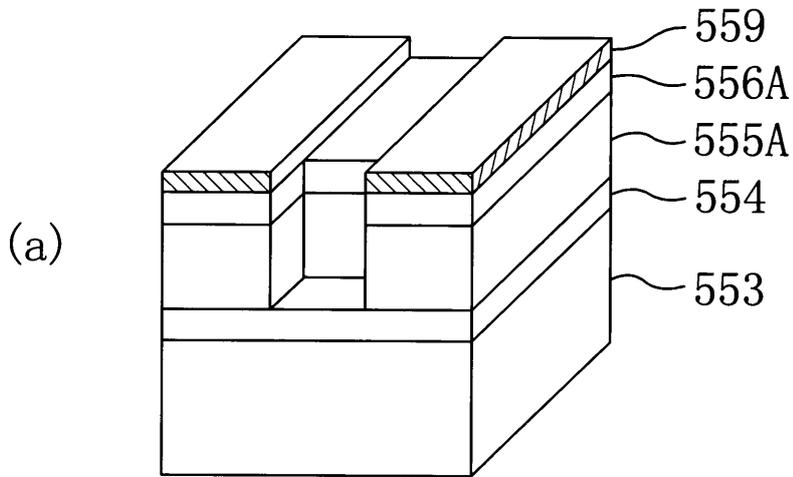
【図 26】



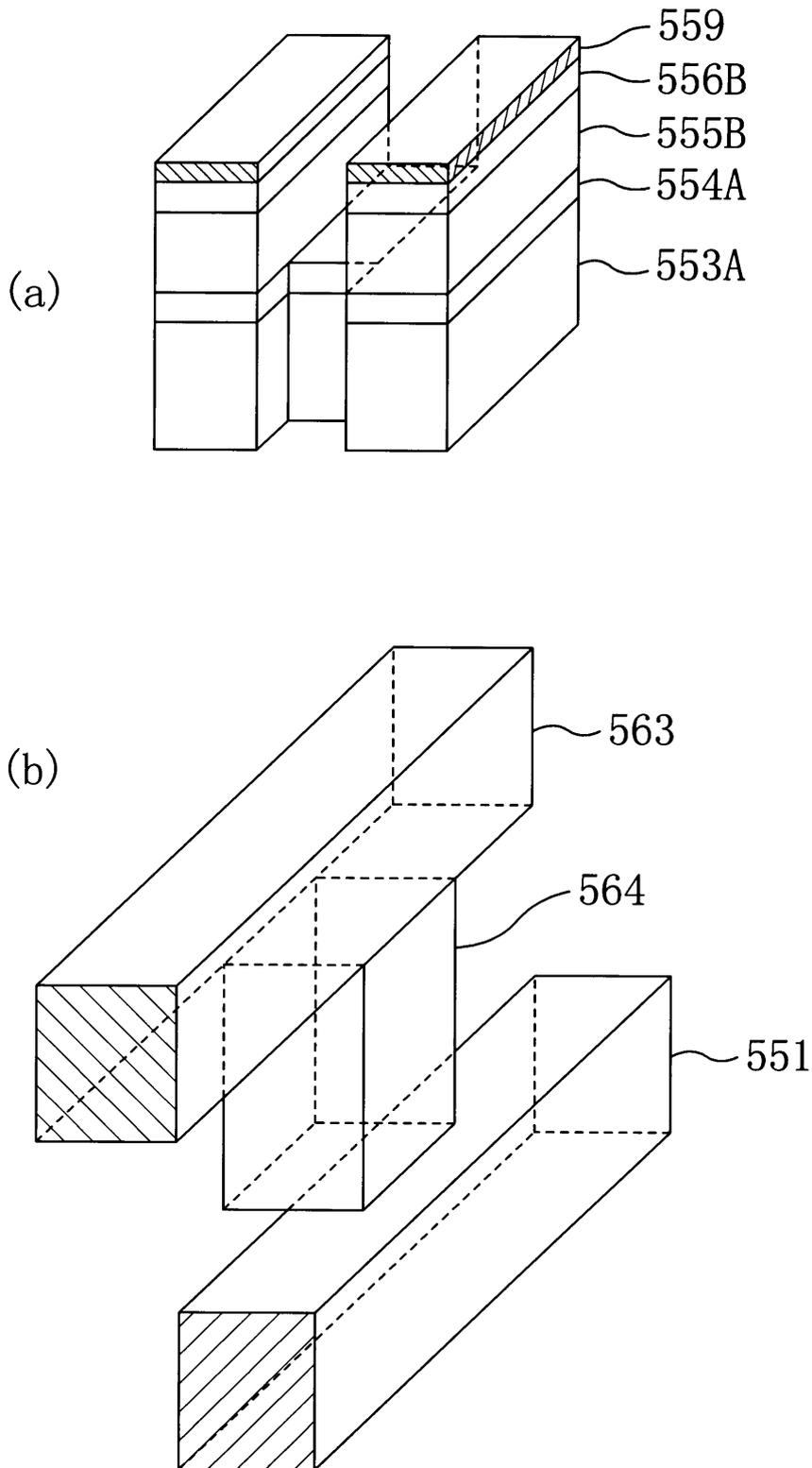
【図 27】



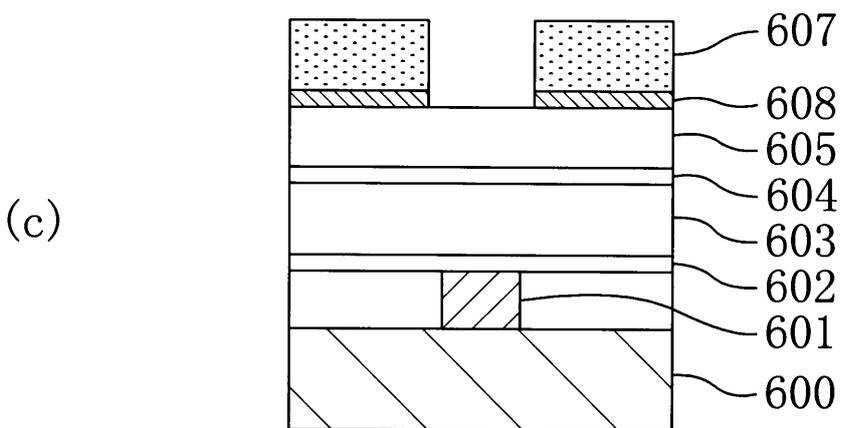
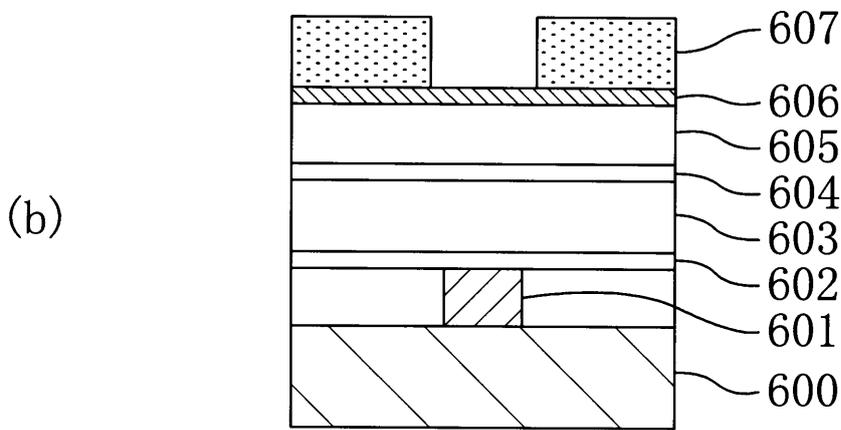
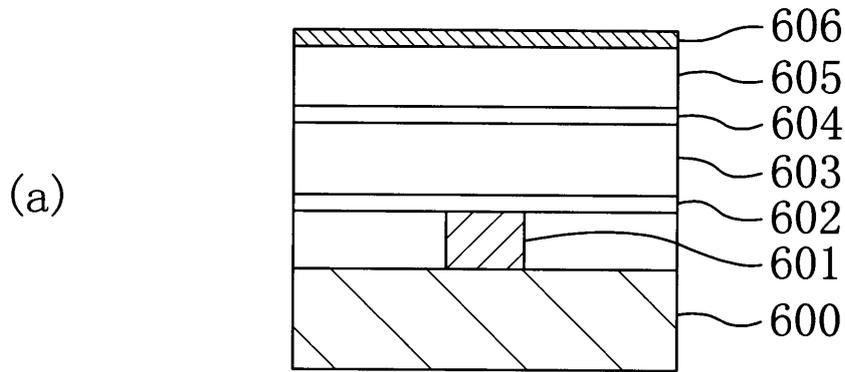
【図 28】



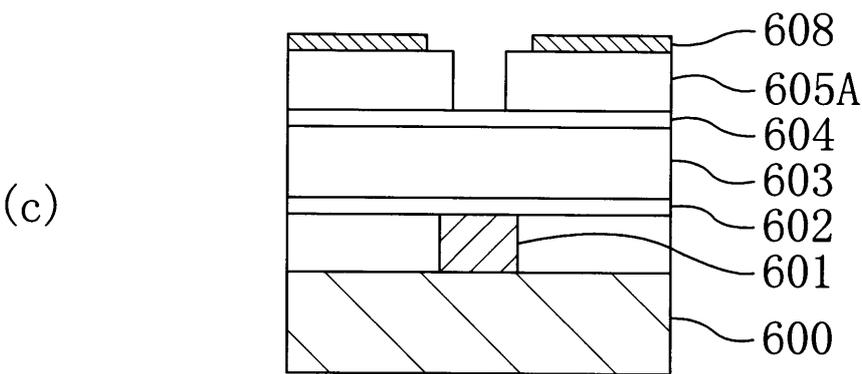
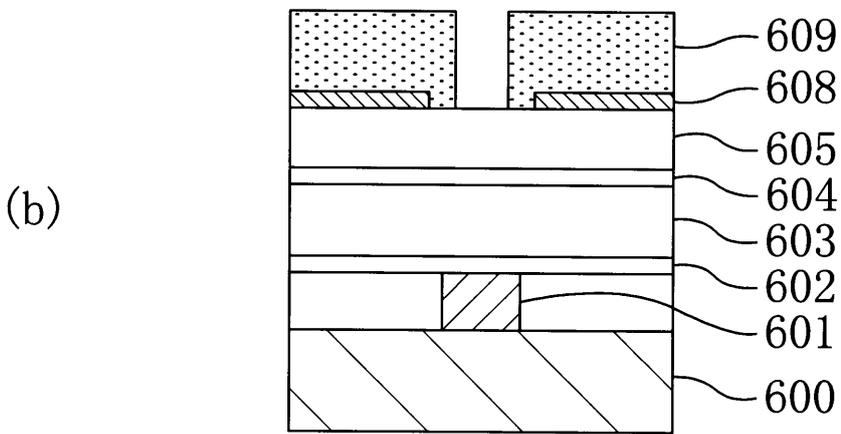
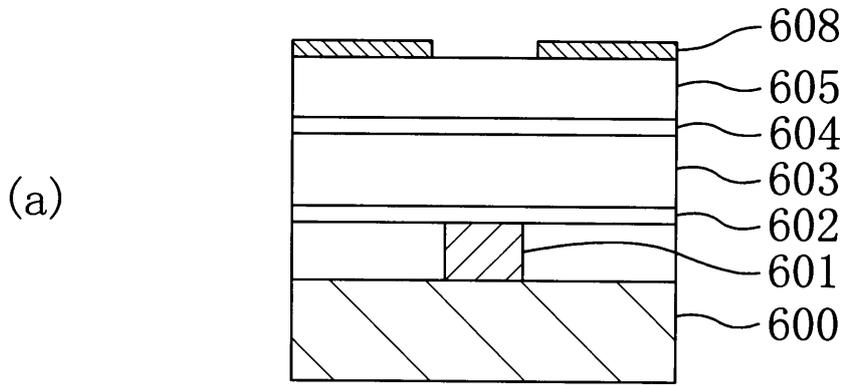
【図29】



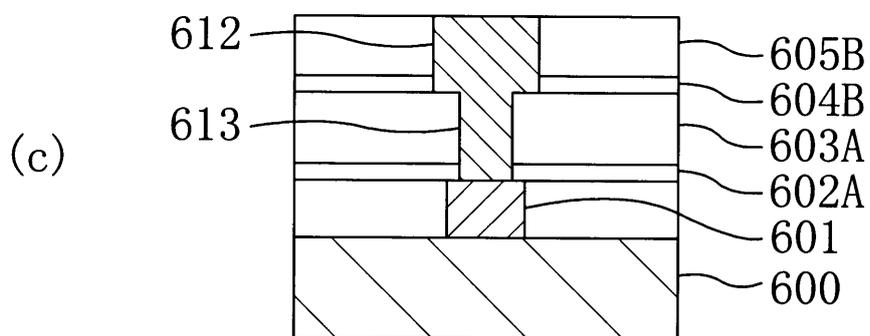
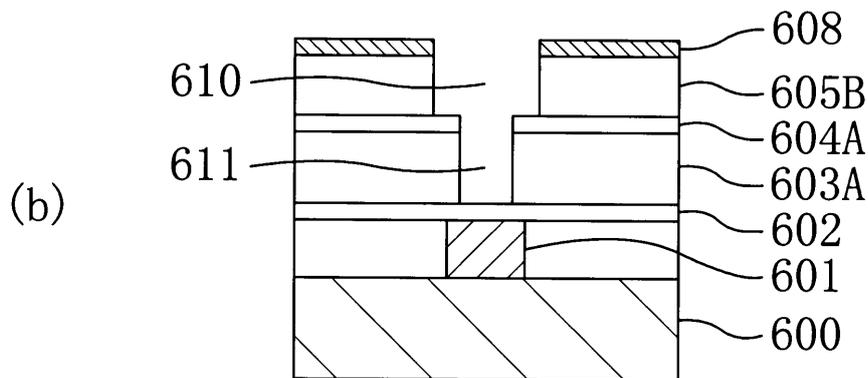
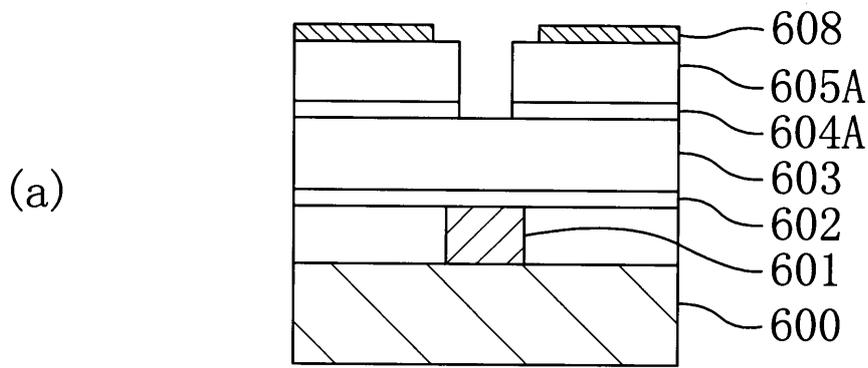
【図30】



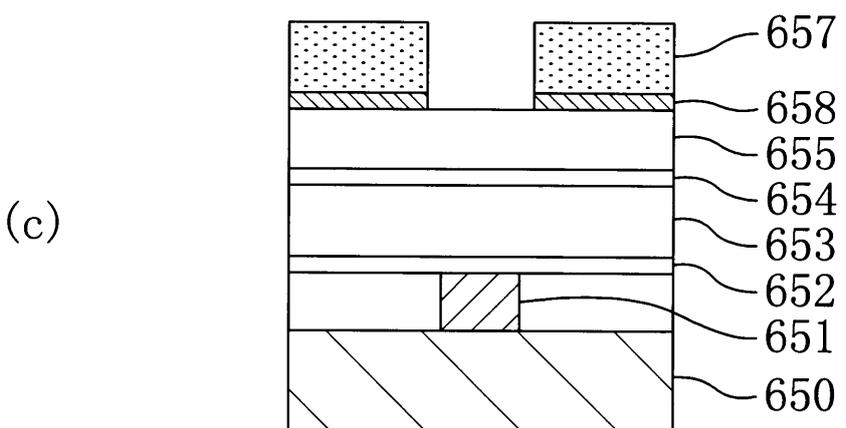
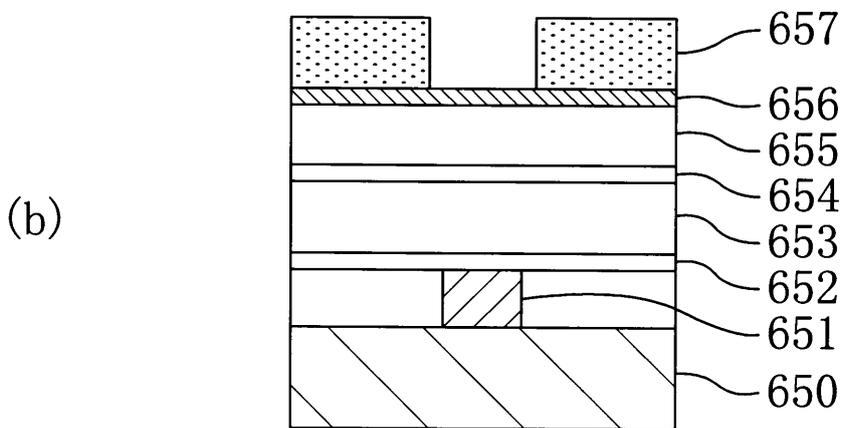
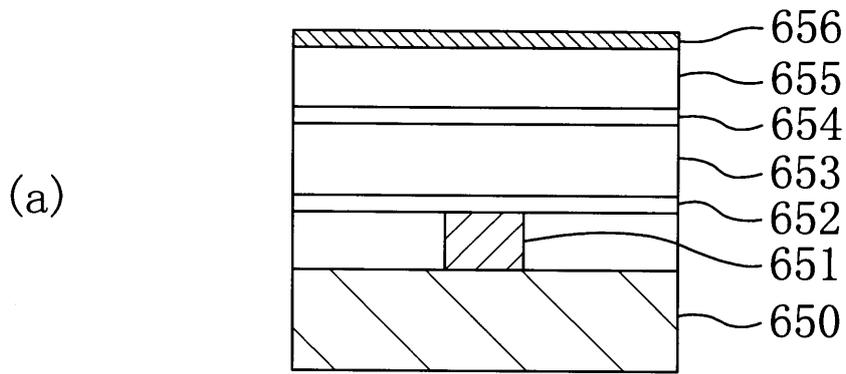
【図31】



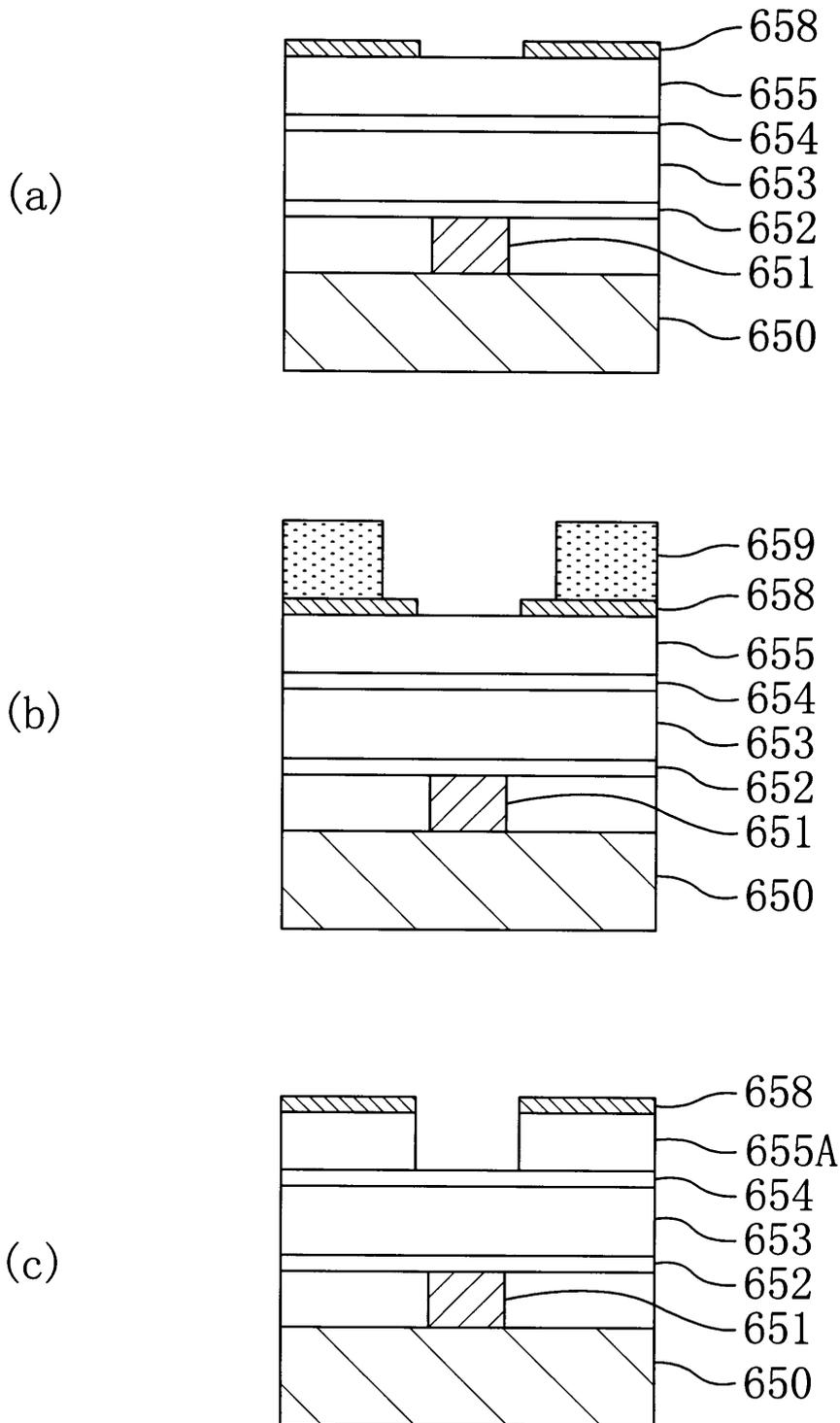
【図32】



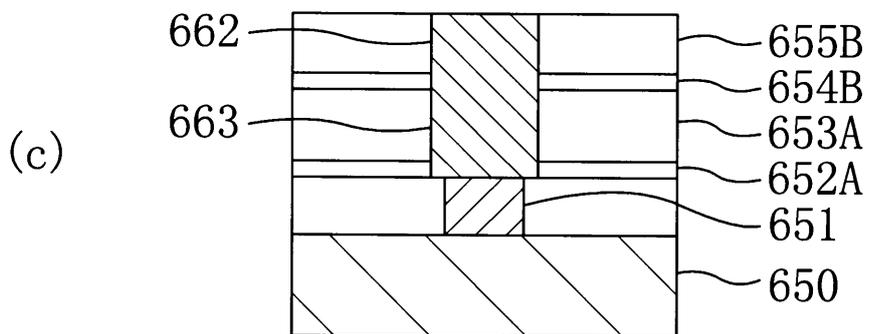
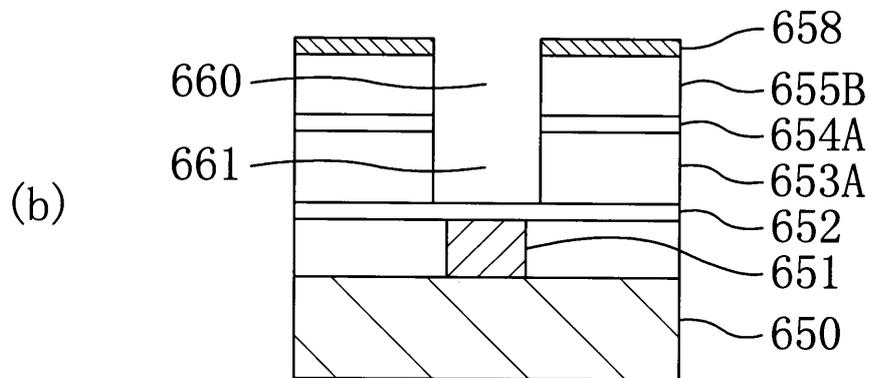
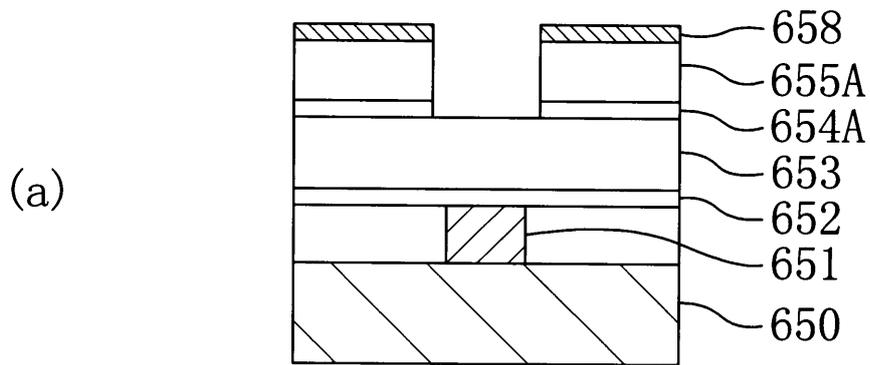
【図33】



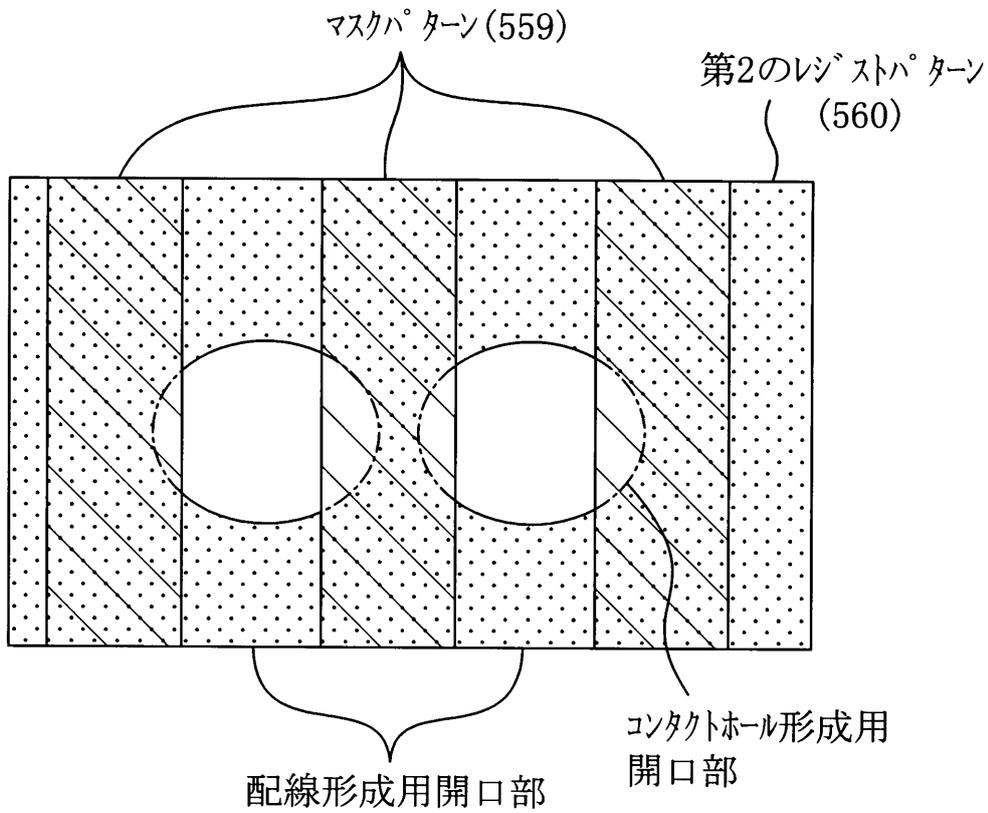
【図34】



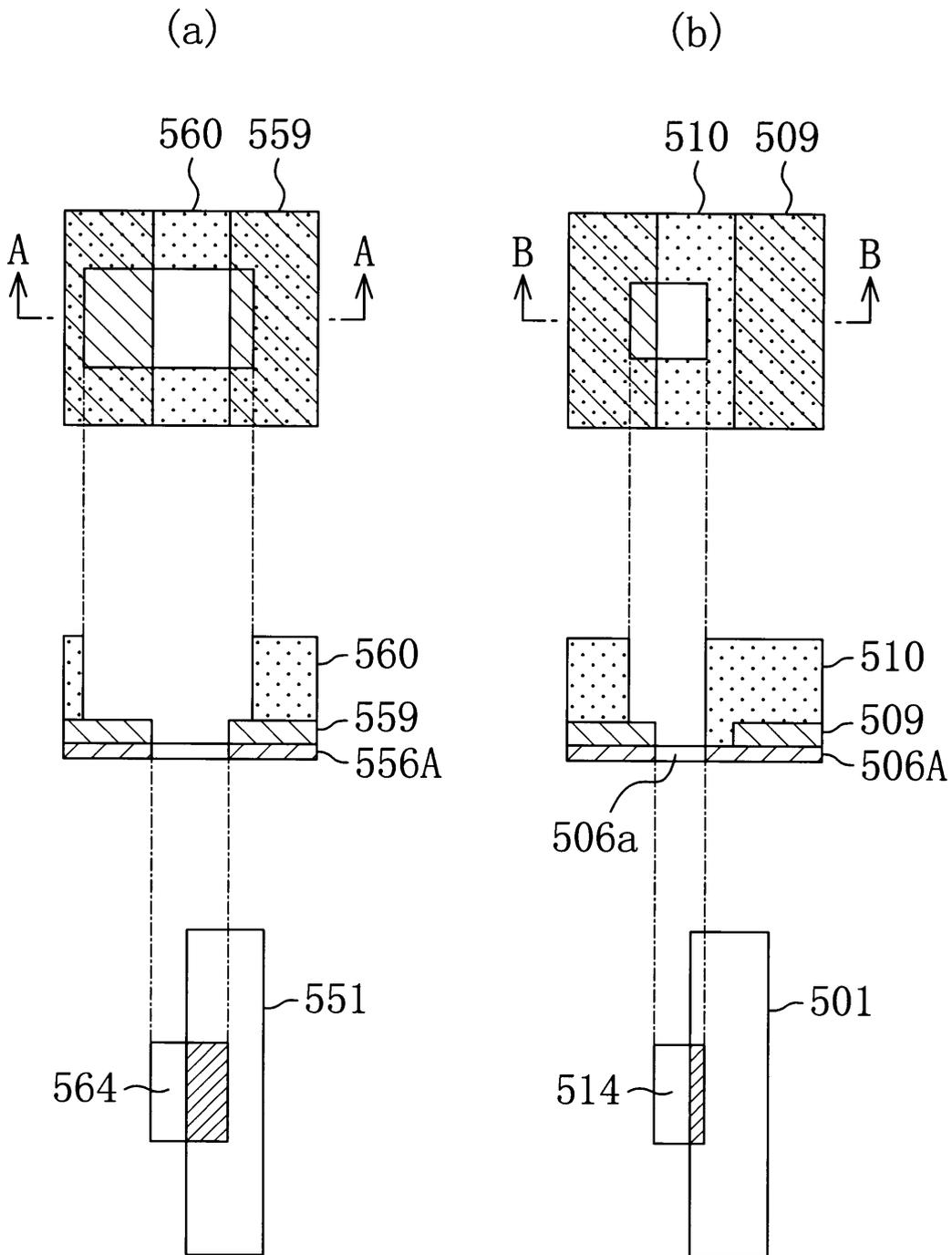
【図35】



【図36】



【図 3 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 通常のレジストプロセスを採用して、比誘電率が低い層間絶縁膜を形成できるようにする。

【解決手段】 半導体基板100上の第1の金属配線101の上に、シリコン窒化膜102、第1の有機膜103、有機含有シリコン酸化膜104、第2の有機膜105及び窒化チタン膜106を順次堆積した後、窒化チタン膜106の上に形成された第1のレジストパターン107をマスクとして窒化チタン膜106に対してエッチングを行なってマスクパターン108を形成し、その後、第2の有機膜105の上に第2のレジストパターン109を形成する。第2の有機膜105に対して第2のレジストマスク109をマスクとしてエッチングを行なって、第2の有機膜105をパターン化すると共に第1及び第2のレジストパターン107、109を除去する。第2の有機膜105に対してマスクパターン108をマスクとしてエッチングして配線溝を形成すると共に、第1の有機膜103に対してパターン化された有機含有シリコン酸化膜104をマスクとしてエッチングしてコンタクトホールを形成する。

【選択図】 図1

【書類名】 出願審査請求書

【整理番号】 P11075519S

【提出日】 平成11年 4月 5日

【あて先】 特許庁長官 殿

【出願の表示】

 【出願番号】 平成11年特許願第 75519号

【請求項の数】 15

【請求人】

 【識別番号】 000005821

 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100077931

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 前田 弘

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014409

 【納付金額】 124,800円

拒絶理由通知書

特許出願の番号 平成11年 特許願 第075519号
起案日 平成11年12月22日
特許庁審査官 齋藤 恭一 8122 4L00
特許出願人代理人 前田 弘 (外 1名) 様
適用条文 第29条第2項

この出願は、次の理由によって拒絶をすべきものである。これについて意見があれば、この通知書の発送の日から60日以内に意見書を提出されたい。

理 由

この出願の下記の請求項に係る発明は、その出願前日本国内又は外国において頒布された下記の刊行物に記載された発明に基いて、その出願前にその発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者が容易に発明をすることができたものであるから、特許法第29条第2項の規定により特許を受けることができない。

記 (引用文献等については引用文献等一覧参照)

- ・請求項 1～3、5、6、8、9、13～15
- ・引用文献等 1～4
- ・備考
(請求項1～3、5、6について)

引用例1には、互いに組成が異なる積層膜を利用して、幅が比較的広い開口部とその下部のコンタクトホールを形成することが記載されている。

引用例1において、一部の導電体膜に代えて、積層膜を全て絶縁膜を利用して
続葉有

部長	審査長	審査官	審査官補
	河合 章	齋藤 恭一	
	7735	8122	

続 葉

構成することや、エッチングマスクとして周知のレジストを用いること等は、当業者が容易になし得ることにすぎない。また、層間絶縁膜として有機成分を有する絶縁膜を用いることは引用例2に記載されるように周知技術であり、この層間絶縁膜とレジストが同時にエッチングされることも周知の技術的事項（引用例2の段落【0020】参照）である。

なお、配線溝に金属膜からなる密着層を形成することや、絶縁膜表面にプラズマ処理をすることは、引用例3（図4とその説明も参照）に記載されている。

（請求項8、9、13～15について）

引用例1において、一部の導電体膜に代えて、積層膜を全て絶縁膜を利用して構成することや、エッチングマスクとして周知のレジストを用いること等は、当業者が容易になし得ることにすぎない。

そして、層間絶縁膜としてシロキサン骨格の低誘電率SOG膜を用いることは引用例2に記載されており、マスクのコンタクトホール形成用開口部の寸法を配線の幅方向に拡大することは、引用例4（図49他参照）に記載されるように周知技術である。

この拒絶理由通知書中で指摘した請求項以外の請求項に係る発明については、現時点では、拒絶の理由を発見しない。拒絶の理由が新たに発見された場合には拒絶の理由が通知される。

引 用 文 献 等 一 覧

1. 特開平 7-153842号公報
2. 特開平 6-291193号公報
3. 特開平 9- 64034号公報
4. 特開平 9-153545号公報

先行技術文献調査結果の記録

- ・調査した分野 IPC第6版 H01L21/3205-21/3213,
H01L21/768
- ・先行技術文献 特開平10-209273号公報

この先行技術文献調査結果の記録は、拒絶理由を構成するものではない。

面接記録

出願番号 特・実願平 11-075519

特許庁審査官 齊藤 恭一 8122 44

(同席者) (同席者)

出頭者 坂口 智康 出願人本人 弁理士 従業者 その他 (面接委任状 有 無)

右川 義朝 出願人本人 弁理士 従業者 その他 (面接委任状 有・無)

同伴者 青井 信雄 発明者 従業者 事務所員 その他 ()

熊判 康仁 発明者 従業者 事務所員 その他 ()

面接日時 平成12年2月29日 (14:00 - 14:40)
面接要請者 a. 出願人側 b. 審査官 c. 異議申立人側

案件の審査状況 a. 審査着手前 b. (最初・最後)の拒絶理由通知中
c. (最初・最後)の拒絶理由通知に対する手続補正書等提出後 d. 拒絶査定後、拒絶査定不服審判請求前
e. 拒絶査定不服審判請求後、前置審査前 f. 前置審査中 g. 異議審査中
h. その他 ()

面接内容 a. 本願の技術説明 b. 本願と先行技術との対比説明 c. 手続補正書等の説明
d. 補正案等の説明 e. 審査官の通知等に対する出願人側からの問い合わせ
f. その他 ()

面接の具体的内容

別紙資料に基づいて技術説明

面接結果

- a. 審査官は、出頭者の説明の内容を (理解した) ・ 下記の点について理解しなかった)。
- b. 出頭者は、審査官の通知等の意図を (理解した) ・ 下記の点について理解しなかった)。
- c. [平成 年 月 日付提出の手続補正書等] は、補正の要件を [満たしている] 旨の心証を得た。
提示された補正案等 [下記の理由で満たしていない]
- d. 下記の理由で、[平成 年 月 日付提出の手続補正書等] により、
提示された補正案等 本願明細書の請求項 [() は拒絶理由を有さない] 旨の心証を得た。
[() は拒絶理由を有する]
- e. 審査官は、補正について、下記のような点の示唆を含め意見を述べた。
- f. 審査官は、面接の内容をふまえて、下記の事項について、さらに検討する。
- g. 出願人は、下記の理由で、再度、(技術説明・先行技術との対比説明・手続補正書等の説明・補正案等の説明) を行う。
- h. (審査官 ・ 出願人) は、回答を留保した下記の点につき、速やかに回答する。
- i. (審査官 ・ 出願人) は、後日、下記の事項を行う。
- j. その他 ()

記

低誘電率層間絶縁膜を形成することを明示すべき点。

審査官は、この面接の終了後に新事実又は新証拠を発見した等の理由により、上記面接結果と異なった判断や処分をすることとなった場合は、その旨を拒絶理由通知書又は電話等によって通知する。

出願人は、この面接の終了後に、上記面接結果と異なった対応をする理由が生じた場合には、意見書又は電話等によってその旨を述べる。

添付書類

a. 委任状 b. 面接メモ・面接資料 c. ビデオテープ d. その他 ()
添付書類を含め 全 3 頁

備考 +1



続葉頁 有 (無)

委任状

平成12年2月29日

私は、弁理士 坂口智康 をもって代理人とし、下記の件につき、平成12年2月29日の特許庁 審査官 殿との面接を委任します。

記

平成11年 特許願 第 75519 号

大阪府門真市大字門真1006番地
松下電器産業株式会社
代表者 森下洋一



00/02/29
 松下電子工業

特願平 11-75519号

(1) 発明の名称 配線構造体の形成方法

(2) 技術内容 特に、有機成分を主成分とした絶縁膜を用いた配線構造の形成。

(3) 請求項と実施形態等との対応

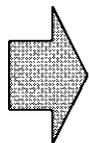
請求項	対応実施形態	対応図面	ポイント
請求項 1	実施形態 1 実施形態 2	図 1～3、 図 4～6、図 7、8 図 9～11	2重レジスト法 有機膜のエッチング時にレジストも除去 (レジストのみ除去する工程は不要)
請求項 2			密着層形成
請求項 3			第3絶縁膜は有機成分を主成分
○請求項 4			第3絶縁膜はハーフ材呼び
請求項 5			第1絶縁膜は有機成分を主成分
請求項 6	実施形態 2	図 9～11	プラズマ処理により密着層
○請求項 7			第3絶縁膜はハーフ材呼び
請求項 8	実施形態 4	図 18～20	レジスト除去後、SOGエッチング (レジスト、SOGの同時除去はできない)
請求項 9			第3絶縁膜シロキサン骨格
○請求項 10	実施形態 5	図 21～23、 図 24～26、 図 27～29	2重ハードマスク法 有機膜のエッチング時にレジストも除去 (レジストのみ除去する工程は不要)
○請求項 11			第1,3絶縁膜は有機成分を主成分
○請求項 12			コンタクトマージン

特願平11-75519号

目的
有機膜にダメージを与えない



コンセプト
「有機膜を加工する前に」
マスクパターン形成



具体例
2重レジスト/2重ハードマスク
配線、コンタクトのパターン形成

図1(c)実施形態1
・配線パターン108
・コンタクトパターン109

図18(c)実施形態4
・配線パターン408
・コンタクトパターン409

図22(c)実施形態5
・配線パターン509
・コンタクトパターン506A

【書類名】 意見書

【提出日】 平成12年 3月10日

【あて先】 特許庁審査官 齋藤 恭一 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第 75519号

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【発送番号】 004555

【意見の内容】 1

【プルーフの要否】 要

(1) 拒絶理由の要点

本願に対し、平成12年1月11日付けにて、特開平7-153842号公報（以下、引用文献1という）、特開平6-291193号公報（以下、引用文献2という）、特開平9-64034号公報（以下、引用文献3という）及び特開平9-153545号公報（以下、引用文献4という）を引用されて、請求項1～3、5、6、8、9、13～15の発明は、引用文献1～4に記載された発明に基づいて当業者が容易に発明をすることができたものであるから特許法第29条第2項の規定に該当する旨の拒絶理由通知がありました。

(2) 本願発明が特許されるべき理由

A. 上記拒絶理由通知に対し、本件出願人は、別途提出の手續補正書により、特許請求の範囲を減縮する補正を行ないました。この補正によって、本願発明と、引用文献1～4に記載の発明との差異が一層明確になったものと思料いたします。以下におきましては、補正後の特許請求の範囲に基づいて、本願発明が特許法第29条第2項の規定に該当しない理由について説明いたします。

B. 本願発明が特許法第29条第2項の規定に該当しない理由

(イ) 本願発明の内容

(I) 請求項1の発明の特徴は、

- (1) 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、
- (2) 第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、
- (3) 第2の絶縁膜の上に、有機膜からなり且つ第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、
- (4) 第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、
- (5) 薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、
- (6) 薄膜に対して第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、
- (7) 第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジス

トパターンを形成する第7の工程と、

(8) 第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する第8の工程と、

(9) 第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第2の絶縁膜に対してパターン化された第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

(10) 第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、

(11) 配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えていることにあり、

特に、有機膜からなる第3の絶縁膜に対してドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する第8の工程を備えていることを最大の特徴とします。

請求項1の発明によると、第8の工程、つまり有機膜に対するドライエッチング工程において、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンが、全面的に又はその下部を残した状態で除去されるため、第1のレジストパターン及び

第2のレジストパターンを酸素プラズマを用いるアッシングにより除去する工程が不要になります。

このため、レジストパターンをアッシングにより除去する際に、アッシングによりダメージを受けやすい有機膜からなる第3の絶縁膜がダメージを受ける事態を回避できます。

従いまして、第3の絶縁膜として、酸素プラズマによりダメージを受けやすいが比誘電率は低い有機膜を用いることが可能になるので、通常のレジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができます。

また、第2の絶縁膜の組成と第3の絶縁膜の組成とが異なるため、第10の工程において、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なって配線溝を形成する際に、第2の絶縁膜をエッチングストッパーとして用いることができます。

(II) 請求項7の発明の特徴は、

- (1) 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、
- (2) 第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、
- (3) 第2の絶縁膜の上に、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなり第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、
- (4) 第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、
- (5) 薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、
- (6) 薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、
- (7) 第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、
- (8) 第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第2の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対して第1のレジストパターン及び第2のレ

ジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、

(9) 第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、第1の絶縁膜、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第2の絶縁膜に対して第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

(10) 第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する第10の工程と、

(11) 第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、第3の絶縁膜に対してマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に第1の絶縁膜に対してパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第11の工程と、

(12) 配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び下層の金属配線と上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第12の工程とを備えていることにあり、

特に、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなる第3の絶縁膜に対して、配線形成用開口部を有するマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なって、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、第1の絶縁膜に対して、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なって、第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第11の工程を備えていることを最大の特徴とします。

請求項7の発明によると、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する第10の工程において、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなる第3の絶縁膜における第2の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部に

露出している部分にダメージ層が形成されても、該ダメージ層は第11の工程において確実に除去されるため、低誘電率SOG膜にダメージ層が残る事態を回避できます。

従いまして、第3の絶縁膜として、酸素プラズマによりダメージを受けやすいが比誘電率は低い低誘電率SOG膜を用いることが可能になるので、通常のレジストプロセスを採用しつつ比誘電率が低い層間絶縁膜を形成することができます。

(ロ) 引用文献の説明

これに対して、引用文献1は、

- (a) 不純物拡散層及びゲート電極の上に二酸化シリコン膜（第1の絶縁膜）を形成する工程、
- (b) 二酸化シリコン膜（第1の絶縁膜）の上にBPSG膜（第2の絶縁膜）を形成する工程、
- (c) BPSG膜（第2の絶縁膜）の上に第1の導電体膜を堆積する工程、
- (d) 第1の導電体膜の上に絶縁膜（第3の絶縁膜）を形成する工程、
- (e) 絶縁膜（第3の絶縁膜）の上に第2の導電体膜を堆積する工程、
- (f) 絶縁膜（第3の絶縁膜）及び第2の導電体膜に、幅が広い第1の開口部を形成する工程、
- (g) 二酸化シリコン膜（第1の絶縁膜）、BPSG膜（第2の絶縁膜）及び第1の導電体膜に、幅が狭い第2の開口部を形成する工程、
- (h) 第1の開口部及び第2の開口部に金属膜を充填することにより、不純物拡散層と、第1の導電体膜及び第2の導電体膜とを接続するコンタクトを形成する工程とを開示しています。

また、引用文献2は、

- (a) 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する工程、
- (b) 第1の絶縁膜の上に、有機膜（又はシロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜）からなり、第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する工程、
- (c) 第2の絶縁膜の上に形成され該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する工程、

- (d) 第3の絶縁膜の上にエッチングマスク膜を形成する工程、
- (e) 第1の絶縁膜、第2の絶縁膜、第3の絶縁膜及びエッチングマスク膜にコンタクトホールを形成する工程、
- (f) エッチングマスク膜の上に金属膜をコンタクトホールに充填されるように堆積してコンタクトを形成する工程、
- (g) 金属膜をパターニングして上層の金属配線を形成する工程を開示しています。

また、引用文献3は、

- (a) 配線溝に金属膜からなる密着層を形成する工程、
- (b) 絶縁膜の表面にプラズマ処理をする工程を開示しています。

さらに、引用文献4は、

- (a) マスクに形成されるコンタクトホール形成用開口部の寸法を配線の幅方向に拡大する技術を開示しています。

(ハ) 本願発明と、引用文献1～4に記載の発明との対比

引用文献1～4のいずれも、請求項1の発明の重要な構成要素である「有機膜からなる第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する工程（第8の工程）」については、開示も示唆もしていません。

従いまして、引用文献1～4をどのように組み合わせても、請求項1の発明に想到することはできませんと共に、請求項1の発明により得られる「レジストパターンをアッシングにより除去する際に、アッシングによりダメージを受けやすい有機膜からなる第3の絶縁膜がダメージを受ける事態を回避できる。」という効果を得ることはできません。

また、引用文献1～4のいずれも、請求項7の発明の重要な構成要素である「シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなる第3の絶縁膜に対して、配線形成用開口部を有するマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なって、第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、第1の絶縁膜に対して、コンタクトホール形成用開口部を有するパターン化された第2の絶縁膜をマスクとしてド

ライエッチングを行なって、第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する工程（第11の工程）」については、開示も示唆もしていません。

従いまして、引用文献1～4をどのように組み合わせてみても、請求項7の発明に想到することはできませんと共に、請求項7の発明により得られる「第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する際に、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなる第3の絶縁膜における第2の絶縁膜のコンタクトホール形成用開口部に露出している部分にダメージ層が形成されても、該ダメージ層は確実に除去されるため、低誘電率SOG膜にダメージ層が残る事態を回避できる。」という効果を得ることはできません。

(3) むすび

以上説明しましたように、請求項1及び請求項7の発明は、引用文献1～4のいずれにも記載されていない重要な構成要件を備えており、該構成要件によって前述の顕著な効果を奏するものであります。従いまして、請求項1及び請求項7の発明は、引用文献1～4に記載の発明に基づいて容易に発明をすることができたものではなく、特許法第29条第2項の規定に該当しません。

また、請求項1及び請求項7の発明が特許法第29条第2項に該当しませんので、請求項1の従属項である請求項2～6の発明が特許法第29条第2項に該当しないことことは明らかであります。

同時提出の手續補正書に基づき再度ご審査を頂きまして、特許査定を賜りますようお願い申し上げます。

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成12年 3月10日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 平成11年特許願第 75519号

【補正をする者】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077931

【弁理士】

【氏名又は名称】 前田 弘

【発送番号】 004555

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 特許請求の範囲

【補正方法】 変更

【補正の内容】 1

【プルーフの要否】 要

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下層の金属配線の上に第 1 の絶縁膜を形成する第 1 の工程と、
前記第 1 の絶縁膜の上に該第 1 の絶縁膜と組成が異なる第 2 の絶縁膜を形成する第 2 の工程と、

前記第 2 の絶縁膜の上に、有機膜からなり且つ前記第 2 の絶縁膜と組成が異なる第 3 の絶縁膜を形成する第 3 の工程と、

前記第 3 の絶縁膜の上に薄膜を形成する第 4 の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第 1 のレジストパターンを形成する第 5 の工程と、

前記薄膜に対して前記第 1 のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第 6 の工程と、

前記第 3 の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第 2 のレジストパターンを形成する第 7 の工程と、

前記第 3 の絶縁膜、第 1 のレジストパターン及び第 2 のレジストパターンに対するエッチングレートが高い一方、前記第 2 の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第 3 の絶縁膜に対してドライエッチングを行なうことにより、前記第 3 の絶縁膜を該第 3 の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化すると共に、前記第 1 のレジストパターン及び第 2 のレジストパターンを全面的に又は下部を残して除去する第 8 の工程と、

前記第 2 の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第 1 の絶縁膜及び第 3 の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第 2 の絶縁膜に対してパターン化された前記第 3 の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第 2 の絶縁膜を該第 2 の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第 9 の工程と、

前記第 1 の絶縁膜及び第 3 の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記マスクパターン及び第 2 の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第 3 の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に前記第 1 の絶縁膜に対してパターン化された前記第 2 の

絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第10の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第11の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項2】 前記第10の工程と前記第11の工程との間に、前記第3の絶縁膜における前記配線溝に露出している部分及び前記第1の絶縁膜における前記コンタクトホールに露出している部分に金属膜からなる密着層を形成する工程をさらに備えていることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項3】 前記第3の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により前記第3の絶縁膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項4】 前記第1の絶縁膜は有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項5】 前記第10の工程と前記第11の工程との間に、前記第3の絶縁膜における前記配線溝に露出している部分及び前記第1の絶縁膜における前記コンタクトホールに露出している部分に、窒素を含有する反応性ガスを用いるプラズマ処理によって密着層を形成する工程をさらに備えていることを特徴とする請求項4に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項6】 前記第1の工程は、パーフルオロデカリンを含む反応性ガスを用いるCVD法により前記第1の絶縁膜を形成する工程を含むことを特徴とする請求項1に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項7】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に、シロキサン骨格を有する低誘電率SOG膜からなり前記第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に薄膜を形成する第4の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第5の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第6の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第7の工程と、

前記第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第2の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第3の絶縁膜に対して前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第8の工程と、

前記第2の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記第1の絶縁膜、第3の絶縁膜、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンに対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第2の絶縁膜に対して前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

前記第1のレジストパターン及び第2のレジストパターンを除去する第10の工程と、

前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜に対するエッチングレートが高い一方、前記マスクパターン及び第2の絶縁膜に対するエッチングレートが低いエッチング条件で、前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第11の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属

配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第12の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項8】 下層の金属配線の上に第1の絶縁膜を形成する第1の工程と、前記第1の絶縁膜の上に該第1の絶縁膜と組成が異なる第2の絶縁膜を形成する第2の工程と、

前記第2の絶縁膜の上に該第2の絶縁膜と組成が異なる第3の絶縁膜を形成する第3の工程と、

前記第3の絶縁膜の上に該第3の絶縁膜と組成が異なる第4の絶縁膜を形成する第4の工程と、

前記第4の絶縁膜の上に薄膜を形成する第5の工程と、

前記薄膜の上に、配線形成用開口部を有する第1のレジストパターンを形成する第6の工程と、

前記薄膜に対して前記第1のレジストパターンをマスクとしてエッチングを行なって、前記薄膜からなり配線形成用開口部を有するマスクパターンを形成する第7の工程と、

前記第1のレジストパターンを除去した後、前記第4の絶縁膜及びマスクパターンの上に、コンタクトホール形成用開口部を有する第2のレジストパターンを形成する第8の工程と、

前記第4の絶縁膜に対して前記第2のレジストパターン及びマスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第4の絶縁膜を該第4の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第9の工程と、

前記第3の絶縁膜に対してパターン化された前記第4の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、前記第3の絶縁膜を該第3の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第10の工程と、

パターン化された前記第4の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第2の絶縁膜に対してパターン化された前記第3の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パタ

ーン化された前記第4の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第2の絶縁膜を該第2の絶縁膜にコンタクトホール形成用開口部が形成されるようにパターン化する第11の工程と、

パターン化された前記第3の絶縁膜に対して前記マスクパターンをマスクとしてドライエッチングを行なうと共に、前記第1の絶縁膜に対してパターン化された前記第2の絶縁膜をマスクとしてドライエッチングを行なうことにより、パターン化された前記第3の絶縁膜に配線溝を形成すると共に、前記第1の絶縁膜にコンタクトホールを形成する第12の工程と、

前記配線溝及びコンタクトホールに金属膜を充填することにより、上層の金属配線及び前記下層の金属配線と前記上層の金属配線とを接続するコンタクトを形成する第13の工程とを備えていることを特徴とする配線構造体の形成方法。

【請求項9】 前記第1の絶縁膜及び第3の絶縁膜のうちの少なくとも1つは、有機成分を主成分とすることを特徴とする請求項8に記載の配線構造体の形成方法。

【請求項10】 前記第2のレジストパターンのコンタクトホール形成用開口部の寸法は、コンタクトホールの設計開口寸法に対して、前記上層の金属配線が延びる方向に対して垂直な方向に拡大されていることを特徴とする請求項8に記載の配線構造体の形成方法。

特許査定

特許出願の番号	平成11年 特許願 第075519号
起案日	平成12年 3月28日
特許庁審査官	齋藤 恭一 8122 4L00
発明の名称	配線構造体の形成方法
請求項の数	10
特許出願人	松下電器産業株式会社
代理人	前田 弘 (外 1名)

この出願については、拒絶の理由を発見しないから、特許査定する。

部長	審査長	審査官	審査官補	分類確定官
	河合 章	齋藤 恭一		棚田 一也
	7735	8122		9361

続 葉

- 1. 出願種別 通常
- 2. 参考文献 有
- 3. 特許法第30条適用 無
- 4. 発明の名称の変更 無

5. 国際特許分類 (IPC)

H 0 1 L	2 1 / 8 8	K
H 0 1 L	2 1 / 9 0	S
H 0 1 L	2 1 / 3 1 2	N

6. 併記特許分類

版コード 4

7. 菌寄託

8. 分割・変更の遡及を認めない旨の表示

特許査定 (特許査定メモ)

特許出願の番号 平成11年 特許願 第075519号

1. 調査した分野 (IPC第7版, DB名)

H01L 21/3205 - 21/3213
H01L 21/768

2. 参考特許文献

特開平7-153842 (JP, A)
特開平6-291193 (JP, A)
特開平9-64034 (JP, A)
特開平9-153545 (JP, A)

3. 参考図書雑誌