

⑫ 公開特許公報(A) 平4-71222

⑤Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 平成4年(1992)3月5日
 H 01 L 21/027
 G 03 F 7/26 5 1 1 7124-2H
 7/40 7124-2H
 7352-4M H 01 L 21/30 3 6 1 S
 7352-4M 3 6 1 P
 審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭発明の名称 パターン形成方法

⑮特 願 平2-18447

⑯出 願 平2(1990)7月12日

⑰発 明 者 神 保 秀 之 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑰発 明 者 河 津 佳 幸 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑰発 明 者 山 下 吉 雄 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
 ⑰出 願 人 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
 ⑰代 理 人 弁理士 大 垣 孝

明 細 書

1. 発明の名称

パターン形成方法

2. 特許請求の範囲

(1)下地上に第1のレジストを形成し該第1のレジストをパターンニングする工程と、

前記パターンニングで得た第1のレジストパターンを、該第1のレジストパターンを有する前記下地上に後に形成する第2のレジストの溶媒及び後に行う該第2のレジストの現像に用いる現像液に対し不溶化処理する工程と、

該不溶化処理済み第1のレジストパターンを有する前記下地上に当該第2のレジストを形成し該第2のレジストをパターンニングする工程とを含むことを特徴とするパターン形成方法。

(2)請求項1に記載のパターン形成方法において、

前述の不溶化処理を、アルカンの水素がフッ素で置換されたフッ素化合物のガスを含むガスプラ

ズマ中に前記第1のレジストパターンを有する下地を放置することにより行うことを特徴とするパターン形成方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、半導体装置等の製造工程中で使用するレジストパターンの形成方法に関するものである。

(従来の技術)

IC、LSI等の半導体装置を製造するに当たり、投影露光装置が広く用いられている。

投影露光装置を用いレジストパターンを形成する場合、従来一般には、シリコンウエハ等の下地上にレジストを塗布し、このレジストを投影露光装置で露光し、その後このレジストを現像し最終的なレジストパターンを得る、という手順がとられていた。

このようなプロセスでの投影露光装置の解像力R(ラインとスペースの寸法を互いに等しく解像出来る限界寸法。)は、周知の通り、下記(1)

式で与えられる。

$$R = k \lambda / NA \quad \dots (1)$$

但し、 k は定数であり、通常0.6程度とされるが工程により多少変る値である。また、 λ は露光光の波長、 NA は投影露光装置の投影レンズの開口数である。

従って、半導体装置のデザインルールの縮小化に対応出来る高い解像力を得るため、投影露光装置では、露光光の短波長化、投影レンズの高 NA 化が進められている。

高 NA 化がなされた現在入手可能な投影露光装置としては、露光光が g 線(436nm)用のもので NA が0.54のもの、露光光が i 線(365nm)用のもので NA が0.45のものがある。

これら投影露光装置の解像度は、上述の(1)において k を0.6とすると、前者の解像力 R_1 は、

$$\begin{aligned} R_1 &= 0.6 \times 436 / 0.54 \\ &= 484 \text{ nm} \approx 0.5 \mu\text{m} \end{aligned}$$

この発明はこのような点に鑑みなされたものであり、従ってこの発明の目的は、投影露光装置の解像力限界以下のレジストパターンを形成出来るパターン形成方法を提供することにある。

(課題を解決するための手段)

この目的の達成を図るため、この発明のパターン形成方法によれば、

下地上に第1のレジストを形成し該第1のレジストをパターンニングする工程と、

前述のパターンニングで得た第1のレジストパターンを、該第1のレジストパターンを有する前述の下地上に後に形成する第2のレジストの溶媒及び後に行う該第2のレジストの現像に用いる現像液に対し不溶化処理する工程と、

該不溶化処理済み第1のレジストパターンを有する前述の下地上に当該第2のレジストを形成し該第2のレジストをパターンニングする工程とを含むことを特徴とする。

この発明の実施に当たり、前述の不溶化処理を、アルカンの水素がフッ素で置換されたフッ素

後者の解像力 R_2 は、

$$\begin{aligned} R_2 &= 0.6 \times 365 / 0.45 \\ &= 487 \text{ nm} \approx 0.5 \mu\text{m} \end{aligned}$$

となる。つまり、これらの投影露光装置は、0.5 μm 程度のパターンニングが可能であり、16MビットDRAM等の製造が可能であった。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、投影露光装置の投影レンズの高 NA 化はレンズ製造の難しさから限界がある。具体的には、 g 線用では NA は0.65、 i 線用では0.60、KrFエキシマレーザ(波長248nm)用では0.5程度が限界とされている。従って、これら条件での解像力は、(1)式に従えば($k=0.6$ と仮定)、それぞれ0.4、0.36、0.30 μm となる。このため、これら露光装置を用い従来のパターン形成方法(レジストを露光し、その後現像して最終的なレジストパターンを得る方法)でパターン形成した場合、0.25 μm ルール以下のパターン形成は困難であった。

化合物のガスを含むプラズマ中に前述の第1のレジストパターンを有する下地を放置することにより行うのが好適である。

なお、ここでいう下地とは、例えばガラス基板、シリコン基板、GaAs基板等の種々の基板、これら基板に絶縁膜、金属膜等の薄膜及び又は素子が作り込まれている中間体等のことである。

(作用)

この発明の構成によれば、下地上に第1のレジストパターンと、第2のレジストパターンとを所定の関係で配置させて(例えば下地の、第1のレジストパターンのスペース部に相当する部分に第2のレジストパターンのライン部を配置させて)レジストパターンを形成しこのパターンを最終的なレジストパターンと出来る。従って、第1のレジストパターン及び第2のレジストパターン各々が、用いる投影露光装置の解像度限界内の寸法のパターンであっても、最終的なレジストパターンは、当該投影露光装置の解像限界を越える微細な

寸法のパターンになる。

(実施例)

以下、図面を参照してこの発明のパターン形成方法の実施例について説明する。なお、以下の説明中で述べる、使用装置、使用材料及び時間、温度、膜厚等の数値的条件は、この発明の範囲内の好適例にすぎない。従って、この発明がこれら条件にのみ限定されるものではないことは理解されたい。

実施例

始めに、第1図(A)～(E)を参照して実施例のパターン形成方法について説明する。なお、第1図(A)～(E)は、工程中の主な工程での試料を下地11主面に垂直な方向に沿って切った断面により示した工程図である。

まず、この実施例の場合、直径が3インチ(1インチは約2.54cm)のシリコン基板に厚さが3000Åのシリコン酸化膜(図示せず)を公知の方法で形成し、さらに、このシリコン酸化膜

NMD-Wと称される現像液(2.38%テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド水溶液; 東京応化工業(株)製)を用い60秒間パドル現像して、第1のレジストパターン13aを得る(第1図(B))。

得られた第1のレジストパターン13aをSEM測長機((株)日立製作所製S-6000)により観察したところ、これはライン部の幅が0.3μmでピッチが1.2μm(即ちスペース部が0.9μm)のパターンに仕上がっていることが分った。

次に、第1のレジストパターン13aを有する下地11を、日電アネルバ(株)製平行平板型ドライエッチング装置DEM451の反応室内に載置する。

次に、この反応炉内に、酸素ガスと、アルカンの水素がフッ素で置換されたフッ素化合物のガスとしてこの場合CF₄ガスとをそれぞれ10sccmの流量で供給し、かつ、これら混合ガスの圧力を50mTorr、RFパワーを0.01W/

の一部を公知のフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術により除去して投影露光装置用のアライメントマーク(図示せず)を形成して、実施例の下地11とする(第1図(A))。

次に、スピコート法によりこの下地11上に第1のレジスト13としてこの実施例の場合TSMR-365iR(東京応化工業(株)製i線用ポジ型レジスト)を1μmの厚さで形成する(第1図(B))。

次に、この試料をホットプレートにより90℃の温度で90秒間ベークする。

次に、0.4μm幅のライン部が1.2μmピッチでレジスト上に形成出来るラインアンドスペースパターンを有するマスクを装着させたi線用投影露光装置RA-101VLII(NA=0.42;(株)日立製作所製)を用い、マスクのアライメントマークと下地のアライメントマークとの位置合わせをした後第1のレジスト13を300mJ/cm²の露光量で露光する。

次に、この露光済みの第1のレジスト13を、cm²として反応炉内に上記混合ガスのプラズマを発生させる。第1のレジストパターン13aをこのようなガスプラズマ中に放置することにより、第1のレジストパターン13aは、後述の第2のレジストの溶媒及び現像液に対し不溶性を示すようになり、不溶化処理済みの第1のレジストパターン13bが得られる(第1図(C))。なお、第1のレジストパターン13aを有する下地11は、反応炉内にこの実施例の場合1分間放置した。

次に、不溶化処理済みの第1のレジストパターン13bを有する下地11上に、スピコート法により第2のレジスト15としてこの場合第1のレジストとして用いたTSMR-365iRを1.0μmの膜厚に塗布する(第1図(D))。

不溶化処理済みの第1のレジストパターン13bは、第2のレジスト15の溶媒に対して不溶となるように上述の如く処理されているので、第2のレジスト15により第1のレジストパターン13bが覆われても、第1のレジストパターン自

体のパターンくずれは起きず、また第2のレジストとの間でのミキシングも起きなかった。

次に、第1のレジストのベーク条件と同様な条件で第2のレジスト15をベークする。

次に、ベーク済みの第2のレジストを有する下地11を先に用いた投影露光装置のウエハステージにセットし、その後この投影露光装置に装着してあるマスクに対し下地11をアライメントし、次いで、ウエハステージをX方向に0.3 μ mずらして、つまり不溶化処理済みの第1のレジストパターン13bのスペース部にマスクのライン部が投影されるようにウエハステージをずらし、その後、第2のレジスト15を300mJ/cm²の露光量で露光する。

次に、露光済み第2のレジストを第1のレジストの現像条件と同じ現像条件で現像して第2のレジストパターン15aを得る(第1図(E))。なお、不溶化処理済み第1のレジストパターン13bは、現像液NMD-Wに対し不溶となるよう上述の如く処理されているので、第2のレジスト

光しさらに実施例同様な方法で現像する(比較例のパターン形成方法=従来一般のパターン形成方法)。

この比較例のパターン形成方法では、最小パターンは、0.4 μ mのライン部を0.8 μ mピッチで有するパターンつまり0.4 μ mライン・アンド・スペースパターンであり、0.3 μ mライン・アンド・スペースパターンは全く解像されていないことが分った。

比較例及び実施例の説明から明らかなように、TSMR-365-iRレジスト及びRA-101VLII投影露光装置を用いた系では解像限界は0.4 μ mであるところ、この系にこの発明のパターン形成方法を適用することによりこの系の解像限界を越えた0.3 μ mライン・アンド・スペースパターンが得られるようになることが分る。

従って、今回実施例は、投影露光装置の調達都合上RA-101VLIIを用いた実験しか行えなかったが、RA-101VLIIより解像限界が

ト現像時にパターンくずれが生じるようなことはなかった。

第2のレジスト現像後、下地11上には、不溶化処理済みの第1のレジストパターン13bと第2のレジストパターン15aとで構成されるレジストパターン17が形成される(第1図(E))。このレジストパターン17をSEM測長機S-6000により観察したところ、0.3 μ m幅のライン部が0.6 μ mピッチで並ぶパターン即ち0.3 μ mライン・アンド・スペースパターンが解像されていることが分った。

比較例

また、実施例で用いたと同様な下地上に実施例で用いたTSMR-365-iRレジストを実施例同様な方法で同様な膜厚に塗布しこのレジストを実施例と同様な条件でベークする。次に、種々のライン・アンド・スペースパターンを有するテストマスクを用い実施例と同様な投影露光装置を用い実施例と同様な露光量でこのレジストを露

高い投影露光装置を用いこの発明のパターン形成方法を適用すれば、現在の投影露光装置では得られないとされていた0.25 μ mルール以下のパターン形成も可能になることが分る。

上述においては、この発明のパターン形成方法の実施例について説明したが、この発明は上述の実施例のみに限定されるものではなく以下のような変更を加えることが出来る。

例えば、上述の実施例では、用いるレジストをTSMR-365-iRとしていたが、この発明に用い得るレジストはこれに限られず他のもの(ネガ型、ポジ型を問わない。)でも良い。但し、不溶化処理を、アルカンの水素がフッ素で置換されたフッ素化合物のガスを含むガスプラズマにより行う場合は、レジストはいわゆるノボラック系のレジスト(ポジ型、ネガ型を問わない。)とするのが好適である。不溶化処理の効果が顕著に得られるからである。

また、第1のレジストの不溶化処理方法は、実施例の方法に限られるものではなく他の方法でも

良い。

また、上述の実施例では第1レジスト、第2レジスト共に同じレジストを用いていたが、必要に応じては両者を別のレジストとしても良い。

また、必要によっては、第2のレジストパターン形成後にこれを第3のレジストの溶媒及び現像液に不溶化しこの上に第3のレジストパターンを形成するというように、この発明を実施しても勿論良い。

(発明の効果)

上述した説明からも明らかなように、この発明のパターン形成方法によれば、下地上に第1のレジストパターンを1度形成後、この下地の第1のレジストパターン間の領域に次のレジストパターンを形成出来るので、露光装置の解像限界を越える(解像限界以下の)微細なレジストパターンを形成出来る。

従って、この発明のパターン形成方法は、高集積化したLSI等の製造を容易にする。

4. 図面の簡単な説明

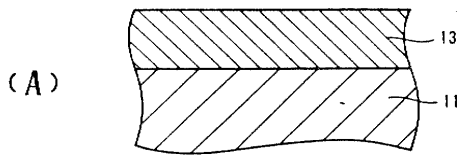
第1図(A)～(E)は、実施例のパターン形成方法の説明に供する工程図である。

- 11…下地
- 13…第1のレジスト
- 13a…第1のレジストパターン
- 13b…不溶化処理済み第1のレジストパターン
- 15…第2のレジスト
- 15a…第2のレジストパターン
- 17…レジストパターン。

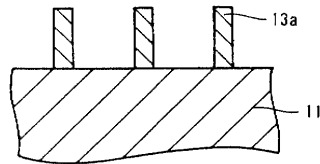
特許出願人 沖電気工業株式会社

代理人 弁理士

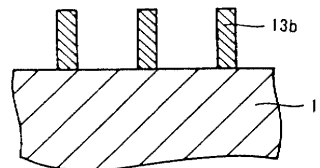
大垣 孝



(A)



(B)

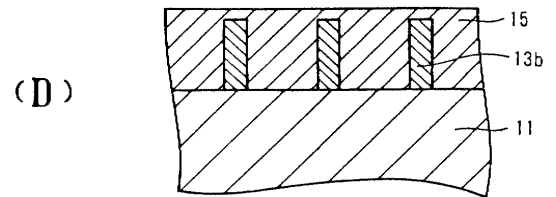


(C)

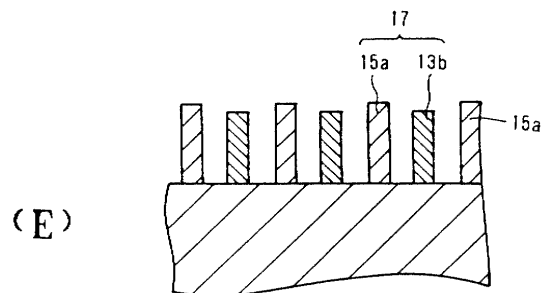
- 11: 下地
- 13: 第1のレジスト
- 13a: 第1のレジストパターン
- 13b: 不溶化処理済み第1のレジストパターン

実施例のパターン形成方法の説明に供する工程図

第1図



(D)



(E)

- 15: 第2のレジスト
- 15a: 第2のレジストパターン
- 17: レジストパターン

実施例のパターン形成方法の説明に供する工程図

第1図