

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド [*]	(参考)
G09G 3/36		G09G 3/36		2H093
G02F 1/133	505	G02F 1/133	505	5C006
H04N 5/66	102	H04N 5/66	102	B 5C058

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全9頁)

(21)出願番号	特願平10 - 221901	(71)出願人	000003078 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(22)出願日	平成10年8月5日(1998.8.5)	(72)発明者	芹田 洋昭 埼玉県深谷市幡羅町1丁目9番2号 株式 会社東芝深谷工場内
		(74)代理人	100076233 弁理士 伊藤 進

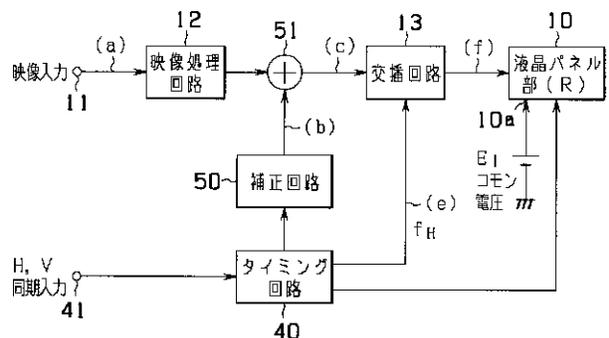
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶パネルの輝度ムラ補正装置

(57) 【要約】

【課題】 液晶パネルの液晶層厚さムラ（ギャップムラ）に起因する輝度ムラの発生を抑えることができる液晶パネルの輝度ムラ補正装置を提供すること。

【解決手段】 液晶パネルの液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正するための補正信号を生成する補正回路50を設ける。この補正回路50では、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようななだらかな変化の補正信号を発生する。入力映像信号に対して前記補正回路50からの補正信号を加算手段51にて加算した後、交流駆動のための信号処理等を行って液晶パネル部10に供給する。このように、液晶パネルの入力映像信号に補正信号を重畳する構成とすることにより、輝度ムラを補正することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力映像信号に基づく映像を表示するための液晶パネルと、

前記液晶パネルに前記映像を表示するための信号処理及び表示処理を行うのに必要なタイミング信号を発生するタイミング回路と、

液晶パネルの液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成する回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようなならかな変化の補正信号を生成する補正回路と、前記入力映像信号に対して前記補正回路からの補正信号を加算する加算手段と、 を具備したことを特徴とする液晶パネルの輝度ムラ補正装置。

【請求項 2】 入力映像信号に基づく映像を表示するための液晶パネルと、

前記液晶パネルに前記映像を表示するための信号処理及び表示処理を行うのに必要なタイミング信号を発生するタイミング回路と、

液晶パネルの液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成する回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようなならかな変化の補正信号を生成する補正回路と、前記液晶パネルの画素共通電極の電圧（コモン電圧）に対して前記補正回路からの補正信号を加算する加算手段と、 を具備したことを特徴とする液晶パネルの輝度ムラ補正装置。

【請求項 3】 前記液晶パネルが 1 水平期間毎の極性反転駆動方式の映像信号で駆動される場合、入力映像信号を 1 水平期間毎に極性反転する信号処理の前の段階で、前記入力映像信号に対して前記補正回路からの補正信号を加算することを特徴とする請求項 1 記載の液晶パネルの輝度ムラ補正装置。

【請求項 4】 前記液晶パネルが 1 水平期間毎の極性反転駆動方式の映像信号で駆動される場合、前記補正回路から前記液晶パネルの画素共通電極の電圧（コモン電圧）に対して加算する補正信号についても、1 水平期間毎の極性反転を行うことを特徴とする請求項 2 記載の液晶パネルの輝度ムラ補正装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶パネルの液晶層厚さムラ（ギャップムラ）に起因する輝度ムラを補正する液晶パネルの輝度ムラ補正装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、液晶を用いた表示装置が普及している。例えば、ポケット液晶テレビジョン受像機、ラップトップ型コンピュータ用ディスプレイ装置及び液晶プ

ロジェクタ等が製品化されている。

【0003】特に、大画面で小型・軽量のディスプレイ装置の要求に伴い、液晶パネルを用いた液晶プロジェクタの開発が盛んに行われている。液晶プロジェクタは大画面化が容易であること等から、高品位テレビジョン用としても期待されている。液晶プロジェクタでは、周知のように、液晶パネルをライトバルブとして用いており、光源からの光の透過率を映像信号に応じて変化させることで画像を表示し、この画像を投射レンズ等の光学系によりスクリーン上に拡大して表示させる。

【0004】ところで、液晶プロジェクタにおいては、1枚の液晶パネルを使用する単板式と3枚の液晶パネルを使用する3板式とがある。単板式は構成が簡単であり、低コスト化することができる。しかし、単板式にカラーフィルタを採用してカラー化しようとする、解像度が劣化してしまう。このため、現在では3板式が主流となっている。3板式液晶プロジェクタでは、各画素に薄膜トランジスタ（以下、TFTという）等のスイッチング素子を有するアクティブマトリクス方式の白黒の液晶パネルを使用している。

【0005】3板式の液晶プロジェクタにおいては、光源からの光を一度R（赤）、G（緑）、B（青）の3原色に分解してから各色用の液晶パネルに入射させ、各色用の液晶パネルを通過した3原色光を再び合成してカラー画像を形成するように構成されている。

【0006】最近では、パーソナルコンピュータのプレゼンテーションツールとしての液晶データプロジェクタが注目されており、このような液晶データプロジェクタは、様々な使用環境に適応させることを考慮すると、画面の明るさや高解像度の点で、上述の3板式による構造が適している。

【0007】通常、上記液晶データプロジェクタに使用される液晶パネルにおいては、入力映像信号に基づく映像を正確に再現するために、入力映像信号に対し液晶パネルを駆動するのに必要な電圧まで増幅させたり、液晶の長寿命化のための交流駆動を行う等の機能を有する液晶駆動回路が用いられている。

【0008】図9はこのような従来の3板式液晶データプロジェクタに用いられる液晶駆動回路の一例を示すブロック図である。

【0009】図9に示すように、液晶データプロジェクタは、例えば3つのアクティブマトリクス方式の液晶パネル部10、20、30を備えている。各液晶パネル部10、20、30はそれぞれ、液晶パネル、水平駆動部（サンプル・ホールド回路及び水平ドライバ回路）、垂直駆動部（垂直ドライバ回路）を含んでいる。液晶パネル部10は、赤（R）の画像を形成し、液晶パネル部20は緑（G）の画像を形成し、また液晶パネル部30は青（B）の画像を形成するものである。液晶パネル部10には、R色の映像信号（以下R信号）が入力

端子 1 1 , 映像処理回路 1 2 及び交播回路 1 3 より供給され、液晶パネル部 2 0 には、G 色の映像信号 (G 信号) が、入力端子 2 1 , 映像処理回路 2 2 及び交播回路 2 3 より供給され、液晶パネル部 3 0 には、B 色の映像信号 (B 信号) が入力端子 3 1 , 映像処理回路 3 2 及び交播回路 3 3 より供給されるようになっており、また、各色映像信号を表示するのに必要なクロック及び各種タイミングパルスがタイミング回路 4 0 から供給されるようになっている。

【 0 0 1 0 】映像処理回路は 1 2 , 2 2 , 3 2 はそれぞれ、R , G , B の入力映像信号を増幅、ガンマ補正及びクランプ処理するための回路である。交播回路 1 3 , 2 3 , 3 3 はそれぞれ、R , G , B の映像信号を 1 ライン (即ち 1 水平期間) 毎に信号の交流及び直流電圧とともに極性反転し、液晶の交流駆動を行う。すなわち、基板の 0 V に対して例えば + 4 V に保たれた各液晶パネルの画素共通電極 (コモン端子) 1 0 a , 2 0 a , 3 0 a の各直流レベル E 1 , E 2 , E 3 を中心にして各色の映像信号を極性反転する。これにより、各液晶パネルにおける各色映像信号による平均直流レベルの変化をキャンセルして、常に一定の直流レベルで駆動するようにしている。タイミング回路 4 0 は、入力端子 4 1 から入力される水平 (H) , 垂直 (V) の同期信号から、交播回路 1 3 , 2 3 , 3 3 の切換えパルス f H 及び液晶パネル部 1 0 , 2 0 , 3 0 を駆動するためのタイミング信号を生成している。

【 0 0 1 1 】ところで、液晶パネルは図 1 0 のような構造をしており、2 枚のガラス基板 101 , 102 の間に液晶 100 を封じ込めている。また、平面的に見ると、図 1 1 のような構造となっている。液晶で構成される画素と、この画素に水平駆動部からのサンプル・ホールド画素信号を供給するための電界効果トランジスタ (F E T) などの薄膜トランジスタ (T F T) と、この T F T のソースに水平駆動部からのサンプル・ホールドした画素信号を供給するソース線と、T F T のゲートに垂直駆動部からの走査信号を供給するゲート線とを含んでいる。

【 0 0 1 2 】図 1 0 に示す液晶構造において、液晶層の厚さが一定でない、輝度ムラとして表れる。輝度ムラの出方は、図 1 2 及び図 1 3 のようである。

【 0 0 1 3 】図 1 2 は、横軸に入力電圧を、縦軸に明るさ (輝度) をとり、縦軸の入力電圧をコモン電圧とし、このコモン電圧を最大値として入力電圧を変化した場合における液晶層の明るさの変化を示してある。ソース線に同じ入力電圧を供給しても、液晶層の厚さによって明るさが異なっている。液晶層の厚さが厚いと、明るさは明るくなり、液晶層の厚さが薄いと、明るさは暗くなっている。これを、ギャップムラによる輝度ムラと呼んでいる。

【 0 0 1 4 】この輝度ムラを無くすために、一般的に液晶の厚さを直径とする球形の支柱 (パールビーズと呼ば

れる) を液晶に混ぜて液晶層の厚さを一定にしている。しかしながら、このパールビーズは場所を選ばないため、画素上にも存在し、このためパールビーズの存在が見えるという欠点がある。特に、小形の液晶パネルでは、画素 (電極) の大きさが 2 0 μ m × 2 0 μ m 程度であり、またパールビーズの直径が 5 μ m 程度であるため、画素 (電極) に対してパールビーズが大きすぎるためにパールビーズを省略せざるを得ない。この省略の結果、液晶パネルには構造的な変形をもたらし、図 1 3 に示すように液晶パネルにおいて画面中央ほど凹み (又は出っ張り) 易くなり、画面中央ほど暗い (又は明るい) 輝度ムラとして表れるという問題があった。

【 0 0 1 5 】

【 発明が解決しようとする課題 】上記の如く、小形の液晶パネルでは、支柱 (パールビーズ) を省略せざるを得ないため、液晶パネルの構造的な変形に基づき、輝度むらを発生するという問題があった。

【 0 0 1 6 】そこで、本発明は、上記の問題に鑑み、液晶パネルの液晶層厚さムラ (ギャップムラ) に起因する輝度ムラの発生を抑えることができる液晶パネルの輝度ムラ補正装置を提供することを目的とするものである。

【 0 0 1 7 】

【 課題を解決するための手段 】請求項 1 記載の発明による液晶パネルの輝度ムラ補正装置は、入力映像信号に基づく映像を表示するための液晶パネルと、前記液晶パネルに前記映像を表示するための信号処理及び表示処理を行うのに必要なタイミング信号を発生するタイミング回路と、液晶パネルの液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成する回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようななだらかな変化の補正信号を生成する補正回路と、前記入力映像信号に対して前記補正回路からの補正信号を加算する加算手段とを具備したことを特徴とする。

【 0 0 1 8 】請求項 1 の発明によれば、液晶パネルの入力映像信号に補正信号を重畳する構成として、輝度ムラを補正することができる。

【 0 0 1 9 】請求項 2 記載の発明による液晶パネルの輝度ムラ補正装置は、入力映像信号に基づく映像を表示するための液晶パネルと、前記液晶パネルに前記映像を表示するための信号処理及び表示処理を行うのに必要なタイミング信号を発生するタイミング回路と、液晶パネルの液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成する回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようななだらかな変化の補正信号を生成する補正回路と、前記液晶パネルの画素共通電極の電圧 (コモン電圧) に対して前記補正回路からの補正信号を加算する加算手段とを具備したこ

とを特徴とする。

【0020】請求項2の発明によれば、液晶パネルの画素共通電極に供給するコモン電圧に補正信号を重畳する構成として、輝度ムラを補正することができる。

【0021】請求項3記載の発明は、請求項1記載の液晶パネルの輝度ムラ補正装置において、前記液晶パネルが1水平期間毎の極性反転駆動方式の映像信号で駆動される場合、入力映像信号を1水平期間毎に極性反転する信号処理の前の段階で、前記入力映像信号に対して前記補正回路からの補正信号を加算することを特徴とする。

【0022】請求項4記載の発明は、請求項2記載の液晶パネルの輝度ムラ補正装置においては、前記液晶パネルが1水平期間毎の極性反転駆動方式の映像信号で駆動される場合、前記補正回路から前記液晶パネルの画素共通電極の電圧(コモン電圧)に対して加算する補正信号についても、1水平期間毎の極性反転を行うことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施の形態の液晶パネルの輝度ムラ補正装置のブロック図を示している。なお、3板式液晶データプロジェクトに用いられる液晶駆動回路では、図9に示したようにR、G、Bの3つの駆動回路系を要するが、R、G、B用の各駆動回路系は同様な構成となっているため説明簡略化のため、本実施の形態では、R用の液晶駆動回路系についてのみ説明する。

【0024】本実施の形態で、図9の従来例と異なる点は、映像処理回路12と交播回路13との間に加算器51と補正回路50を設けた構成とし、加算器51の一方の入力端に供給される映像信号に対して補正回路50からの補正信号を加算する構成としている。

【0025】入力端子11に入力されるR用映像信号は、映像処理回路12を経て加算器51の一方の入力端に供給される。映像処理回路12は、R入力映像信号を増幅、ガンマ補正及びクランプ処理するための回路である。加算器51のもう一方の入力端には、後述する補正回路50からの補正信号が供給されるようになっている。

【0026】補正回路50は、液晶パネル部10の液晶パネル厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成するための回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようなならかな変化の補正信号を発生する。

【0027】加算器51では、図2に示すように映像処理された入力映像信号に対して補正信号を加算し、この補正信号を加算した映像信号を交播回路13に入力するようになっている。

【0028】交播回路13は、R用映像信号を1水平期

間毎に前記補正された映像信号の交流及び直流電圧ともに極性反転し、液晶の交流駆動を行う。すなわち、基板の0Vに対して例えば+4Vに保たれた液晶パネルのコモン電極10aの直流レベルE1に対して前記補正された映像信号を極性反転する。交播回路13における1水平期間毎の極性反転はタイミング回路13からの切換パルスfHを用いて行われる。そして、交播回路13から出力される1水平期間毎に極性反転した映像信号は、液晶パネル部10に入力される。

【0029】液晶パネル部10は、R用の交播回路13からの1水平期間毎の極性反転された信号を入力しサンプル・ホールドするサンプル・ホールド回路と、サンプル・ホールドされた信号を液晶パネルを駆動するのに必要な電圧まで増幅し、液晶パネルの各画素の信号線(ソース線)に供給する水平ドライバ回路と、R用の映像を形成する液晶パネルとで構成されており、この液晶パネル部10には、RGBの3原色信号の内、Rの映像信号が、R用交播回路13より供給されるようになっている。また、このR用交播回路13からの出力信号を表示するのに必要なクロック及びタイミングパルスがタイミング回路40から供給されるようになっている。

【0030】タイミング回路40は、入力端子41から入力される水平(H)、垂直(V)同期信号から、交播回路13への切換パルスfH及び液晶パネル10を駆動するためのクロック及びタイミングパルスを生成する一方、補正回路50で生成する補正信号を入力映像信号の映像期間に対してタイミング合わせするためのタイミング信号を生成する。

【0031】図3は上記交播回路13の構成例を示すものである。加算器51からの補正信号を加算した映像信号は、反転アンプQ1と正転アンプQ2とに供給され、これらの反転アンプQ1と正転アンプQ2によって、正極性、負極性の2種類の映像信号が形成される。形成されたこれら映像信号は、スイッチ手段SWの対応する入力端a、bに供給される。そして、スイッチ手段SWは、タイミング回路40から供給される切換信号fHに基づいて入力端a、bを1水平期間毎にスイッチングし、これにより出力端cの出力は1水平期間毎に正極性、負極性に切り換えられた映像信号となる。つまり、液晶パネル部10の1H極性反転駆動方式に対応した映像信号が得られることになる。

【0032】次に、上記構成の装置の動作について、図4を参照しながら説明する。図4において、(a)は入力端子11の入力映像信号、(b)は補正回路50からの補正信号、(c)は前記(a)の信号を増幅等した信号に対して前記(b)の補正信号を加算した加算出力、(d)は交播回路13における反転アンプQ1と正転アンプQ2によってそれぞれ生成される正極性、負極性の2種類の映像信号、(e)はタイミング回路40からの1水平期間毎の切換パルスfH、(f)は前記(d)のQ1、Q2の2種類

の映像信号を、スイッチ手段SWで前記(e)の切換パルスfHを用いて切り換えた交播出力、をそれぞれ示している。

【0033】入力映像信号(a)は映像処理回路12で増幅等の映像処理がなされる。補正回路50では、入力端子41からの水平、垂直同期信号に基づき1水平期間ごとの補正信号(b)を生成する。加算器51では、映像処理回路12からの信号と補正信号(b)とを加算した信号(c)を出力する。交播回路13では、切換パルス(e)を用いて信号(c)を1水平期間毎に極性反転した映像信号(f)を生成して、液晶パネル部10に供給する。

【0034】図5は、液晶パネルに生じるギャップムラに起因した輝度ムラに対応して、これをキャンセルするための補正信号の出し方を説明する図である。

【0035】図5において、(a)は液晶パネルにおける液晶層厚さムラ(ギャップムラ)を示している。ギャップムラの出方は、図では中央ほど凹んでいる。(或いは、ギャップムラは、中央ほど出っ張る。)(b)は前記(a)のギャップムラに起因して画面上に生じる輝度ムラを示している。画面中央ほど暗くなる。(或いは、画面中央ほど明るくなる。)(c)は補正回路50による補正信号の出し方を示している。画面のほぼ中央では、図4(b)で示したような補正信号を生成して加算器51に供給するが、画面の上部及び下部では、輝度ムラがないため特に補正した信号を生成しない。従って、補正回路50としては、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようななだらかな変化の補正信号を生成する回路が必要となる。補正信号の生成は、ギャップムラの形態つまり輝度ムラの形態にできるだけ適合するように生成することにより、輝度ムラをより高い精度でキャンセルすることが可能となる。

【0036】図6は本発明の他の実施の形態の液晶パネルの輝度ムラ補正装置のブロック図を示している。ここでも、R、G、B用の駆動回路系は同様であるので、R用の駆動回路系のみを示し、G、B用の駆動回路系については説明を省略する。

【0037】本実施の形態では、輝度ムラをコモン電圧で補正する構成を示しており、図9の従来例に示したコモン電圧E1を、補正回路60と交播回路61によって生成した補正信号(f)によって1水平期間毎に補正している。その他の構成は図9と同様である。

【0038】入力端子11に入力されるR用映像信号は、映像処理回路12を経て交播回路13に供給される。映像処理回路12は、R入力映像信号を増幅、ガンマ補正及びクランプ処理するための回路である。交播回路13は、Rの映像信号を1水平期間毎に映像信号の交流及び直流電圧ともに極性反転し、液晶の交流駆動を行う。すなわち、基板の0Vに対して例えば+4Vに保たれた液晶パネルの画素共通電極10aの電圧に対し前記

て映像処理された映像信号を極性反転する。交播回路13における極性反転はタイミング回路13からの切換パルスfHを用いて行われる。交播回路13からの1水平期間毎に極性反転した映像信号は、液晶パネル部10に供給される。

【0039】補正回路60は、図1における補正回路50と同様に、液晶パネル部10の液晶層厚さムラに起因する輝度ムラを補正する補正信号を生成するための回路であって、液晶パネルの水平方向の中央ほど振幅が大きく、またこの信号を垂直方向に見ると垂直方向の中央ほど振幅が大きくなるようななだらかな変化の補正信号を発生する。補正回路60では正極正又は負極性の一方の極性の補正信号を発生するので、この補正信号(e)を映像信号側の交播回路13による極性反転に対応させるため、補正回路60の後段に設けた交播回路61で1水平期間毎に補正信号(e)の極性反転を行う。

【0040】この交播回路61は、前記映像信号側の交播回路13と同様に構成(図3参照)することができ、反転アンプと、正転アンプと、これらのアンプを1水平期間毎に切り換えるスイッチ手段とで構成できる。

【0041】加算器62では、図7に示すように極性反転された補正信号(f)を直流コモン電圧E1に対して加算する。そして、補正信号(f)が加算されたコモン電圧(g)が液晶パネル部10の画素共通電極(コモン端子)10aに供給されるようになっている。

【0042】液晶パネル部10は、R用の交播回路13からの1水平期間毎の極性反転されたR信号を入力しサンプル・ホールドするサンプル・ホールド回路と、サンプル・ホールドされたR信号を液晶パネルを駆動するのに必要な電圧まで増幅し、液晶パネルの各画素の信号線(ソース線)に供給する水平ドライバ回路と、R用の画像を形成する液晶パネルとで構成されている。従って、この液晶パネル部10には、RGBの3原色信号の内、Rの映像信号が、交播回路13より供給される。また、このR用交播回路13からの出力信号を表示するのに必要なクロック及びタイミングパルスがタイミング回路40から供給される。

【0043】タイミング回路40は、入力端子41から入力される水平(H)、垂直(V)同期信号から、交播回路13及び交播回路61への切換パルスfH及び液晶パネル部10を駆動するためのクロック及びタイミングパルスを生成する一方、補正回路60で生成する補正信号を入力映像信号の映像期間に対してタイミング合わせするためのタイミング信号を生成する。

【0044】次に、上記構成の装置の動作について、図8を参照しながら説明する。図8において、(a)は入力端子11の入力映像信号、(b)は交播回路13における反転アンプQ1と正転アンプQ2によってそれぞれ生成される正極性、負極性の2種類の映像信号、(c)はタイミング回路40からの1水平期間ごとの切換パルスfH

Explore Litigation Insights

Docket Alarm provides insights to develop a more informed litigation strategy and the peace of mind of knowing you're on top of things.

Real-Time Litigation Alerts



Keep your litigation team up-to-date with **real-time alerts** and advanced team management tools built for the enterprise, all while greatly reducing PACER spend.

Our comprehensive service means we can handle Federal, State, and Administrative courts across the country.

Advanced Docket Research



With over 230 million records, Docket Alarm's cloud-native docket research platform finds what other services can't. Coverage includes Federal, State, plus PTAB, TTAB, ITC and NLRB decisions, all in one place.

Identify arguments that have been successful in the past with full text, pinpoint searching. Link to case law cited within any court document via Fastcase.

Analytics At Your Fingertips



Learn what happened the last time a particular judge, opposing counsel or company faced cases similar to yours.

Advanced out-of-the-box PTAB and TTAB analytics are always at your fingertips.

API

Docket Alarm offers a powerful API (application programming interface) to developers that want to integrate case filings into their apps.

LAW FIRMS

Build custom dashboards for your attorneys and clients with live data direct from the court.

Automate many repetitive legal tasks like conflict checks, document management, and marketing.

FINANCIAL INSTITUTIONS

Litigation and bankruptcy checks for companies and debtors.

E-DISCOVERY AND LEGAL VENDORS

Sync your system to PACER to automate legal marketing.