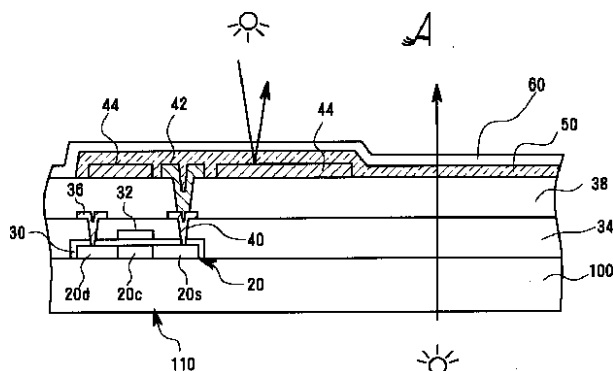


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成15年9月10日(2003.9.10)

[最終頁に続く](#)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 電極を備える第 1 基板と、第 2 電極を備える第 2 基板との間に液晶層が封入されて構成される液晶表示装置であって、

前記第 1 基板は、1 画素領域内の一部にのみ形成され前記液晶層に前記第 2 基板及び前記第 2 電極を透過して入射される光を反射する反射層を備え、

前記第 1 電極として透明導電材料が用いられ、

この透明導電材料からなる第 1 電極は、1 画素領域内の透過領域を覆い、かつ反射領域では前記反射層上にこれ 10 を直接覆って積層され、

前記第 1 電極側における液晶配向方角と、前記第 2 電極側での液晶配向方角との差であるツイスト角は 60° 以上に設定され、

1 画素領域内において、前記反射領域における前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_r と、前記透過領域における前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_t とがほぼ等しいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 第 1 電極を備える第 1 基板と、第 2 電極 20 を備える第 2 基板との間に液晶層が封入されて構成される液晶表示装置であって、

前記第 1 基板は、1 画素領域内の一部にのみ形成され前記液晶層に前記第 2 基板及び前記第 2 電極を透過して入射される光を反射する反射層を備え、

前記第 1 電極として透明導電材料が用いられ、

この透明導電材料からなる第 1 電極は、1 画素領域内の透過領域を覆い、かつ反射領域では前記反射層上にこれを直接覆って積層され、

前記第 1 電極側における液晶配向方角と、前記第 2 電極 30 側での液晶配向方角との差であるツイスト角は 80° 以下に設定され、

前記反射領域に形成された前記反射層の下にはギャップ調整層が形成され、

1 画素領域内の前記反射領域での前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_r と、前記透過領域における前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_t との差が、前記反射層の厚さより大きいことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の液晶表示装置におい 40 て、

前記ツイスト角が 0° 程度の場合に、前記透過領域における前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_t に対し、前記 1 画素領域内の前記反射領域での前記第 1 電極と前記第 2 電極との距離で規定されるギャップ d_r が 0.4 倍程度 ~ 0.6 倍程度の条件を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 4】 請求項 1 $\sim$ 3 のいずれか一つに記載の液晶表示装置において、

前記第 1 電極の前記透明導電性材料の仕事関数と、前記*50

*第 2 基板の液晶層側に形成される前記第 2 電極の透明導電性材料の仕事関数との差は、 0.5 eV 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 5】 請求項 1 $\sim$ 4 のいずれか一つに記載の液晶表示装置において、

前記第 1 基板には、さらに、画素ごとにスイッチ素子が形成され、

前記スイッチ素子を覆う絶縁膜上に、前記反射層が前記スイッチ素子と絶縁されて配置され、

前記スイッチ素子を覆う前記絶縁膜に形成されたコンタクトホール内には接続用金属層が形成され、前記スイッチ素子と前記第 1 電極とが、該接続用金属層を介して電氣的に接続されることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 6】 請求項 1 $\sim$ 5 のいずれか一つに記載の液晶表示装置において、

前記画素ごとにおける液晶層の駆動周波数は、 60 Hz より低いことを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各画素に反射領域と透過領域の両方が設けられた半透過型の液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（以下 LCD という）は薄型で低消費電力であるという特徴を備え、現在、コンピュータモニターや、携帯情報機器などのモニターとして広く用いられている。このような LCD は、一対の基板間に液晶が封入され、それぞれの基板に形成され電極によって間に位置する液晶の配向を制御することで表示を行うものであり、 CRT （陰極線管）ディスプレイや、エレクトロルミネッセンス（以下、 EL ）ディスプレイ等と異なり、原理上自ら発光しないため、観察者に対して画像を表示するには光源を必要とする。

【0003】そこで、透過型 LCD では、各基板に形成する電極として透明電極を採用し、液晶表示パネルの後方や側方に光源を配置し、この光源光の透過量を液晶パネルで制御することで周囲が暗くても明るい表示ができる。しかし、常に光源を点灯させて表示を行うため、光源による電力消費が避けられないこと、また昼間の屋外のように外光が非常に強い環境下では、十分なコントラストが確保できないという特性がある。

【0004】一方、反射型 LCD では、太陽や室内灯等の外光を光源として採用し、液晶パネルに入射するこれらの周囲光を、非観察面側の基板に形成した反射電極によって反射する。そして、液晶層に入射し反射電極で反射された光の液晶パネルからの射出光量を画素ごとに制御することで表示を行う。このように反射型 LCD は、光源として外光を採用するため、外光がないと表示が見えないが、透過型 LCD と異なり光源による電力消費がなく非常に低消費電力であり、また屋外など周囲が明る

いと十分なコントラストが得られる。

【0005】図9は、各画素ごとに薄膜トランジスタ（TFT：Thin film Transistor）を備えた従来のアクティブマトリクス型の反射型LCDの1画素あたりの平面構造（第1基板側）を示し、図10は、この図9のC-C線に沿った位置での反射型LCDの概略断面構造を示している。

【0006】反射型LCDは所定ギャップを隔てて貼り合わされた第1基板100と第2基板200との間に液晶層300が封入されて構成されている。第1及び第2基板100及び200としてはガラス基板やプラスチック基板などが用いられ、少なくともこの例では、観察側に配置される第2基板200には透明基板が採用されている。

【0007】第1電極150の液晶側の面には、各画素ごとに薄膜トランジスタ（TFT：Thin film Transistor）110が形成されている。このTFT110の能動層120の例えばドレイン領域には、層間絶縁膜134に形成されたコンタクトホールを介して各画素にデータ信号を供給するためのデータライン136が接続され、ソース領域は、層間絶縁膜134及び平坦化絶縁膜138を貫通するように形成されたコンタクトホールを介して、画素ごとに個別パターンに形成された第1電極（画素電極）150に接続されている。

【0008】上記第1電極150としては、反射機能を備えたAl、Agなどが用いられており、この反射電極150上に液晶層300の初期配向を制御するための配向膜160が形成されている。

【0009】第1基板100と対向配置される第2基板200の液晶側には、カラー表示装置の場合カラーフィルタ（R、G、B）210が形成され、カラーフィルタ210の上に第2電極として、ITO（Indium Tin Oxide）等の透明導電材料が用いられた透明電極250が形成されている。またこの透明電極250の上には、第1基板側と同様の配向膜260が形成されている。

【0010】反射型LCDは、上述のような構成を備えており、液晶パネルに入射され、反射電極150で反射され、再び液晶パネルから射出される光の量を、画素ごと制御して所望の表示を行う。

【0011】反射型に限らず、LCDにおいては、焼き付き防止のため液晶を交流電圧駆動している。透過型LCDでは、第1基板上の第1電極及び第2基板の第2電極のいずれも透明であることが求められており、双方とも電極材料としてITOが採用されている。従って、液晶の交流駆動に際して、第1及び第2電極は、互いに正、負電圧をほぼ同一の条件で液晶に印加することができる。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記図10のように、第1電極150として金属材料からなる反射電

極、第2電極250としてITOなどの透明金属酸化材料からなる透明電極を用いた反射型LCDでは、駆動条件によっては、表示のちらつき（フリッカ）が発生したり、液晶の焼き付きの問題が起こることがあった。これは、例えば最近報告されている限界フリッカ周波数（CFF）以下で液晶を駆動した場合に顕著である。CFF以下での駆動とは、LCDにおける一層の低消費電力化を目的として、液晶の駆動周波数（第1及び第2電極との対向領域にそれぞれ形成された画素それぞれにおける液晶（液晶容量）へのデータ書き込み周波数）を、例えばNTSC規格などで基準とされている60Hzより低くするなど、人の目にフリッカとして感知され得るCFF以下、例えば40Hz～30Hzとする試みである。ところが、従来の反射型液晶パネルの各画素をこのようなCFF以下の周波数で駆動したところ、上記フリッカや液晶の焼き付きの問題は顕著となり、表示品質の大幅な低下を招くことがわかったのである。

【0013】図9、図10に示すような反射型LCDのフリッカや液晶焼き付き発生の原因について、出願人の研究の結果、これらは上述のような液晶層300に対する第1及び第2電極の電氣的性質についての非対称性が原因の一つであることが判明した。この非対称性は、第2電極250に用いられるITOなどの透明金属酸化物の仕事関数が4.7eV～5.2eV程度であるのに対し、第1電極150に用いられるAlなどの金属の仕事関数が4.2eV～4.3eV程度と差が大きいことに起因すると考えられる。仕事関数の相違は、同一電圧を各電極に印加した時に、実際に配向膜160、260を介して液晶界面に誘起される電荷に差を生じさせる。そして、このような液晶の配向膜界面に誘起される電荷の差により、液晶層内の不純物イオンなどが一方の電極側に偏り、結果として残留DC電圧が液晶層300に蓄積される。液晶の駆動周波数が低くなればなるほど、この残留DCが液晶に及ぼす影響が大きくなってフリッカや液晶の焼き付き発生が顕著となるため、特に、CFF以下での駆動は実質的には困難であった。

【0014】なお、反射型LCDとしては、従来、第1第2電極に透過型LCDのようにITOを用い、第1基板の外側（液晶との非対向側）に別途反射板を設ける構造も知られている。しかし、第1基板の外側に反射板を設けた場合、透明な第1電極150及び透明第1基板の厚さ分だけ光路長が伸び、視差による表示品質の低下が発生しやすい。従って、高い表示品質の要求されるディスプレイ用途の反射型LCDでは、画素電極として反射電極を用いており、上述のように駆動周波数を低くするとフリッカ等を生ずるため、低消費電力化のために駆動周波数を低下させることはできなかった。

【0015】最近、屋外でも見やすく、また暗いところでも見やすいディスプレイとして、反射機能と光透過機能の両方を備えた半透過型LCDが提案され、着目され

ている。この半透過型LCDでは、透過機能を実現するため透過型LCDと同様のITOなどの透明電極を用い、反射機能を実現するためにAlなど反射特性の良い反射電極を用いる。このような半透過型LCDにおいても、他のLCDと同様に低消費電力化の要求が強いため、今後、上記反射型の場合と同様に、例えばCFF以下での駆動でも良好な表示品質を得る必要がある。

【0016】現在知られている半透過型LCDでは、透過型LCDと同様にまず透明電極を積層し、次に、反射電極をこの透明電極上の一部領域に積層する。このような積層順とすれば、透過型LCDのプロセスにおいて、透明電極形成後に反射電極を形成するプロセスを追加するだけでよく、アクティブマトリクス型の場合には、スイッチ素子と透明電極との接続は透過型LCDと同様のプロセスで得られ、透明電極上に形成された反射電極はそのまま透明電極と電気的に接続される。従って、透過型LCDの場合とほぼ同様のプロセスにより、透明電極とその一部を覆う反射電極とが電気的に一体となった反射機能と透過機能を備えた画素電極を各画素に形成することが可能となっている。

【0017】しかし、電極をこのような積層順とすると、第1基板側の反射領域では反射電極が液晶層側に配置されることとなり、第2基板側の透明第2電極との間の仕事関数の差により、上記反射型LCDと同じような液晶の交流駆動の非対称によるフリッカなどの問題が発生する。

【0018】特に、半透過LCDでは、1画素内で、液晶層側に上記反射電極が形成される領域と、形成されない領域が存在することとなり、反射領域と透過領域とで発生するフリッカや液晶の焼き付きなどの発生の仕方が異なるため、例えば液晶が部分的に焼き付くなど、不具合の発生が一層目立ってしまう可能性がある。また、反射モードと透過モードとを切り替えた場合に、表示品質が急激に変わる可能性もありこのような急激な変化や、場所による表示品質の違いは表示装置としての品質低下につながり好ましくない。

【0019】さらに、反射モードと透過モードを同一パネルで実行することになるので、光学特性が反射領域と透過領域で異なる場合には、その相違を考慮する必要もあるが、まだ最適化には至っておらず、できるだけ効率的にこのような調整を行う必要もある。

【0020】上記課題を解決するために本発明は、半透過型LCDにおいて液晶層に駆動電圧を印加する第1及び第2電極の電気的特性をそろえ、フリッカや視差の影響がなく、表示品質が高くて低消費電力な反射機能と、透過機能と、を備えた液晶表示装置を実現することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明はなされたものであり、以下のような特徴を備

える。

【0022】第1電極を備える第1基板と、第2電極を備える第2基板との間に液晶層が封入されて構成される液晶表示装置であって、前記第1基板は、1画素領域内の一部にのみ形成され前記液晶層に前記第2基板及び前記第2電極を透過して入射される光を反射する反射層を備え、前記第1電極として透明導電材料が用いられ、この透明導電材料からなる第1電極は、1画素領域内の透過領域を覆い、かつ反射領域では前記反射層上にこれを直接覆って積層され、前記第1電極側における液晶配向方角と、前記第2電極側での液晶配向方角との差であるツイスト角は 60° 以上に設定され、1画素領域内において、前記反射領域における前記第1電極と前記第2電極との距離で規定されるギャップ d_r と、前記透過領域における前記第1電極と前記第2電極との距離で規定されるギャップ d_t とがほぼ等しい。

【0023】以上のように1画素領域内に反射領域と透過領域とが形成される半透過型の液晶表示装置において、反射層の形成される反射領域及び透過領域のいずれにおいても、第1基板側において、液晶層側に透明導電材料からなる第1電極を配置し、反射領域にのみこの第1電極の下層に反射層を設ける。このように反射領域でも透過領域でも液晶層側に透明導電材料からなる第1電極を配置する構成とするので、この第1電極用の透明導電材料として、例えば第2電極に用いられる透明導電材料と仕事関数の類似した材料を採用することが容易となる。これにより、液晶層を第1電極と第2電極とによって対称性よく駆動することができる。特に、各画素における液晶層の駆動周波数を例えば 60Hz より低く設定した場合でも、フリッカなど発生することなく高品質な表示が可能である。

【0024】さらに、以上のようにツイスト角 60° 以上の十分大きな角度であれば、液晶のツイスト角に対する最適な反射率または透過率を得るための反射領域及び透過領域での各セルギャップがほぼ一致する。従って、ツイスト角 60° 以上の場合に、上記のようにギャップ d_r と d_t とをほぼ等しくすることで、反射領域でも、透過領域でもそれぞれ最大の反射率、透過率を得ることができる。

【0025】本発明の他の態様では、第1電極を備える第1基板と、第2電極を備える第2基板との間に液晶層が封入されて構成される液晶表示装置であって、前記第1基板は、1画素領域内の一部にのみ形成され前記液晶層に前記第2基板及び前記第2電極を透過して入射される光を反射する反射層を備え、前記第1電極として透明導電材料が用いられ、この透明導電材料からなる第1電極は、1画素領域内の透過領域を覆い、かつ反射領域では前記反射層上にこれを直接覆って積層され、前記第1電極側における液晶配向方角と、前記第2電極側での液晶配向方角との差であるツイスト角は 80° 以下に設定

され、前記反射領域に形成された前記反射層の下にはギャップ調整層が形成され、1画素領域内の前記反射領域での前記第1電極と前記第2電極との距離で規定されるギャップ d_r と、前記透過領域における前記第1電極と前記第2電極との距離で規定されるギャップ d_t との差が、前記反射層の厚さより大きい。

【0026】このように、ツイスト角 80° 以下の液晶層を採用する場合に、液晶のツイスト角に対する最適な反射率または透過率を得るための反射領域及び透過領域での各セルギャップが異なり、ギャップ d_r と d_t との差を少なくとも反射層の厚さ以上の適切な値とすることで、反射領域でも、透過領域でもそれぞれ最大の反射率、透過率を得ることができる。例えば、ツイスト角 0° 程度の場合に、ギャップ d_t に対してギャップ d_r が 0.4 倍程度 ~ 0.6 倍程度の条件を満たすように設定することができる。

【0027】本発明の他の態様では、上記液晶表示装置において、前記第1電極の前記透明導電性材料の仕事関数と、前記第2基板の液晶層側に形成される前記第2電極の透明導電性材料の仕事関数との差を 0.5 eV 以下とすることで、第1電極と第2電極とによって対称性よく液晶を駆動することが可能となる。

【0028】本発明の他の態様では、上記液晶表示装置において、前記第1基板には、さらに、画素ごとにスイッチ素子が形成され、前記スイッチ素子を覆う絶縁膜の上に前記スイッチ素子と絶縁されて前記反射層が形成され、前記スイッチ素子を覆う前記絶縁膜に形成されたコンタクトホール内には接続用金属層が形成され、前記スイッチ素子と前記第1電極とが、該接続用金属層を介して電氣的に接続される。

【0029】このように、液晶側に第1電極を配置した構成において、薄膜トランジスタ等のスイッチ素子と第1電極の間に接続用金属層を介在させることにより、第1電極の下層に形成される上記反射層のパターニング時に、スイッチ素子の電極や能動層などが劣化することを防止でき、反射層の上に形成される第1電極とスイッチ素子とを確実に接続することができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の好適な実施の形態（以下実施形態という）について説明する。

【0031】図1は、本実施形態に係る半透過型LCDとして半透過型アクティブマトリクスLCDを用いた場合の第1基板側の平面構成の一部、図2は、図1のA-A線に沿った位置における1画素のTFT付近の概略断面構成、図3は、図1のB-B線に沿った位置におけるLCD全体の概略断面構成を示している。アクティブマトリクス型LCDでは、表示領域内にマトリクス状に複数の画素が設けられ、各画素に対してTFTなどのスイッチ素子が設けられる。スイッチ素子は、第1及び第2

基板の一方、ここでは、第1基板100側に画素ごとに形成され、このスイッチ素子に個別パターンに形成された画素電極（第1電極）50が接続されている。

【0032】第1及び第2基板100、200には、ガラスなどの透明基板が用いられ、第1基板100と対向する第2基板200側には、従来と同様に、カラータイプの場合にはカラーフィルタ210が形成され、このカラーフィルタ210上に透明導電材料からなる第2電極250が形成されている。第2電極250の透明導電材料としては、IZO（Indium Zinc Oxide）やITOなどが採用される。なお、アクティブマトリクス型では、この第2電極250は各画素に対する共通電極として形成されている。また、このような第2電極250の上には、ポリイミドなどからなる配向膜260が形成されている。

【0033】以上のような構成の第2基板側に対し、本実施形態では、第1基板側の液晶層300に対する電氣的特性を揃えるような電極構造が採用されている。具体的には、第1基板100上の配向膜の直下に、反射金属電極ではなく、第2電極250と仕事関数の類似した材料、即ち、IZOやITOなど、第2電極250と同様の透明導電材料からなる第1電極50を1画素領域のほぼ全面を覆うように積層している。また、本実施形態では、半透過性を実現するために、1画素領域内に図示するように第2基板200側から液晶層300に入射される光を反射する反射領域と、バックライトなど、第1基板100側から光を第2基板側へと透過させる透過領域とが形成されている。このうち、反射領域では、上記第1電極50に直接覆われ、第2基板側からの入射光を反射する反射層44が形成されている。また透過領域では、上記反射層44は開口されていて存在せず、ここでは後述するような平坦化絶縁膜38の上に第1電極50が直接形成されている。

【0034】第1電極50として用いる材料は、第2電極250の材料と同一とすることにより、液晶層300に対し、同一の仕事関数の電極が、間に配向膜60、260を介して配置されることになるため、第1電極50と第2電極250とにより液晶層300を非常に対称性よく交流駆動することが可能となる。但し、第1電極50と第2電極250とはその仕事関数が完全に同一でなくても、液晶層300を対称性よく駆動可能な限り近似していればよい。例えば、両電極の仕事関数の差を 0.5 eV 程度以下とすれば、液晶の駆動周波数を上述のようなCFF以下とした場合であっても、フリッカや液晶の焼き付きなく、高品質な表示が可能となる。

【0035】このような条件を満たす第1電極50及び第2電極250としては、例えば、第1電極50にIZO（仕事関数 $4.7\text{ eV} \sim 5.2\text{ eV}$ ）、第2電極250にITO（仕事関数 $4.7\text{ eV} \sim 5.0\text{ eV}$ ）、あるいはその逆などが可能であり、材料の選択にあたって

は、透過率、パターンニング精度などプロセス上の特性や、製造コストなどを考慮して各電極に用いる材料をそれぞれ選択してもよい。

【0036】反射層44としては、Al、Ag、これらの合金（本実施形態ではAl-Nd合金）など、反射特性に優れた材料を少なくともその表面側（液晶層側）に用いる。また、反射層44はAl等の金属材料の単独層であってもよいが、平坦化絶縁膜38と接する下地層としてMo等の高融点金属層を設けてもよい。このような下地層を形成すれば、反射層44と平坦化絶縁膜38との密着性が向上するため、素子の信頼性向上を図ることができる。

【0037】反射層44は以上のようにAlなど導電性材料によって構成されるが、この反射層44上に積層される第1電極50と、反射層44とは電氣的に絶縁される。絶縁される理由は、第1電極50の材料としてIZOや、ITO等を採用する場合、これらがスパッタリングによって成膜されることによる。即ち、Alなどからなる反射層44は、スパッタリング雰囲気中に晒されることで、表面で酸化反応が起き、自然酸化膜で覆われるためである。そこで、本実施形態では、この反射層44は、従来の反射型LCDのように液晶を駆動するための第1電極としては利用せず、反射層44の上に形成した透明導電層を第1電極50として用いて液晶層300に表示内容に応じた電圧を印加することとしている。

【0038】次に、本実施形態において設定されている液晶のツイスト角と、反射領域における第2電極250と第1電極50との距離[セルギャップ] d_r 、透過領域における第2電極250と第1電極50との距離[セルギャップ] d_t との関係について説明する。本実施形態において、液晶のツイスト角は、第1基板100側において配向膜60によって制御される液晶の初期配向の基板面内における方角（ラビング角）と、第2基板200側において配向膜260によって制御される液晶の初期配向の基板面内における方角（ラビング角）との差に相当する。

【0039】図2及び図3に示すLCDの構成では、液晶のツイスト角は、60°以上、例えば63°、より好適には70°以上に設定されている。そして、反射領域でのセルギャップ d_r と、透過領域におけるセルギャップ d_t とは、図3に示すようにほとんど等しく設定されている。なお、実際には、透過領域においては反射層44が開口され、透明な第1電極50が透過領域及び反射領域のいずれにも形成されているため、セルギャップ d_r と d_t とがほぼ等しいとは、反射層44の膜厚程度の差を含むものとする。

【0040】図5及び図6は、液晶のツイスト角に対する半透過型LCDの反射領域及び透過領域での特性についての出願人が行った評価結果を表している。図5は、同一電圧を液晶に印加した場合における反射領域での反

射率及び透過領域での透過率のツイスト角依存性を示す。図5からわかるように、まず、反射領域での反射率は、ツイスト角依存性がほとんどなく、ほぼどの角度でも十分な反射率が得られている。一方、透過領域における透過率は、ツイスト角が大きくなるにつれ低下している。従って、図5の結果から、ツイスト角はできれば小さい方が、反射率だけでなく十分な透過率を得ることのできる、及びツイスト角を大きくする場合には、透過領域の透過率が許容値を下回らないよう考慮して設定する必要があることがわかる。

【0041】図6は、最適な反射率、透過率を達成できる Δn_d （以下最適 Δn_d ）のツイスト角依存性を示している。但し、 Δn は、液晶の屈折率異方性であり、 d はセルギャップ[第1電極と第2電極との距離]である。図6からわかるように、ツイスト角が60°程度、より好適には70°以上の場合には、反射領域の最適 Δn_d と透過領域の最適 Δn_d はほぼ一致する。一方、透過領域の最適 Δn_d の変化は少ないが、ツイスト角が70°程度より小さくなると反射領域の最適 Δn_d が小さくなる。ギャップ d の値等は図6の例から求まる値に限られる訳ではないが、以上の図6の結果から、ツイスト角60°程度以上、より好適には70°程度以上である場合には、透過領域のセルギャップ d_t と反射領域でのセルギャップ d_r の最適 Δn_d がほぼ等しくなるので、図2及び図3に示したように、セルギャップ d_t 、 d_r をこの最適 Δn_d に応じたほぼ同じセルギャップとすることで、最大反射率、透過率を得ることができる。

【0042】一方、ツイスト角が80°程度より小さく、より具体的には70°程度より小さくなったとき、図6では透過領域の最適 Δn_d は、0.26から0.275に変化する程度であるが、反射領域の最適 Δn_d は、ツイスト角70°で0.255程度であった値が、ツイスト角0°では、0.14に低下する。

【0043】ここで、半透過型であるから、液晶即ち Δn の値は、反射領域でも透過領域でも同じであるため、ツイスト角が70°程度以下のときには、反射領域と透過領域で、それぞれの最適 Δn_d に応じた異なるセルギャップ d_r 、 d_t が実現されるように、第1電極50と第2電極250とのギャップを決める必要がある。各ギャップを最適な値とすれば、最大反射率、透過率を得ることが可能となる。少なくとも、反射領域のギャップ d_r を透過領域のギャップ d_t より小さくすることが必要である。一例を挙げれば、図6において用いた液晶の Δn が0.072である時、ツイスト角0°の場合、透過領域においては最適ギャップ[d_t]3.37 μm 、反射領域においては最適ギャップ[d_r]1.94 μm となる。概略すると、ツイスト角0°の場合、透過領域のギャップ d_t に対し、反射領域のギャップ d_r が、その約1/2程度（例えば、0.4～0.6倍程度）となる

ように設定すればよいことがわかる。また、上記図 5 の結果から、ツイスト角が小さい方が、角度依存性を示す透過領域において透過率を高くすることができるので、ツイスト角度を小さくし、反射領域と透過領域でそれぞれセルギャップを異なる値に設計することで、より高い透過率・反射率を得ることが可能となる。

【0044】図 7 及び図 8 は、ツイスト角が 80° 以下である場合に、反射領域と透過領域とで各セルギャップを最適な値に設定した場合、即ちいわゆるマルチギャップ構造を示している。図 7 は、上記図 1 の A - A 線に沿った位置での第 1 基板側の概略断面構造を表し、図 8 は、図 1 の B - B 線に沿った位置での LCD の概略断面構造を示す。図 7 及び図 8 は、上述の図 2 及び図 3 と対応しており、相違する点は、マルチギャップ構造が採用され、反射領域と透過領域でそれぞれ異なるギャップが実現されている点である。

【0045】上述の通り、ツイスト角が 80° 以下の場合、求められる構造は、反射領域におけるギャップ d_r < 透過領域におけるギャップ d_t であり、これは、反射層 44 の下層に所望の厚さのギャップ調整層を形成することで実現される。図 7 及び図 8 の例では、いずれもこのギャップ調整層として、平坦化絶縁層 38 を利用しており、図 8 ではこの平坦化絶縁膜 38 の厚さを要求される d_r 、 d_t に応じて反射領域で厚く透過領域で薄くしている。例えば、反射領域に必要な十分な厚さにあらかじめこの平坦化絶縁層 38 を形成した後、透過領域において選択的に平坦化絶縁膜 38 をエッチングして厚さを減ずるまたは、完全に除去することで実現できる。図 8 の例では、要求される d_r 、 d_t に応じて反射領域では平坦化絶縁層 38 を残し、透過領域では除去すること

で、ギャップを調整している。もちろん、反射領域のみ平坦化絶縁層 38 とは別にこの絶縁層 38 と反射層 44 との間に専用のギャップ調整層を形成してもよい。

【0046】次に、本実施形態に係る半透過型アクティブマトリクス LCD において第 1 電極 50 と対応する TFT110 とを確実に接続するための構造、及びこの構造を実現する製造方法について図 1 ~ 図 3 及び図 7、図 8 を参照して説明する。なお、図 7、図 8 に示すようなマルチギャップ構造を採用する場合でも、図 2 及び図 3 のように単一ギャップ構造とする場合のいずれにおいても、TFT110 と対応する第 1 電極 50 とは、以下のようなほぼ同一の工程により形成することができる。

【0047】本実施形態において、TFT110 としては、トップゲート型を採用しており、また、能動層 20 としてアモルファスシリコン (a-Si) をレーザアニールで多結晶化して得た多結晶シリコン (p-Si) を用いている。もちろん、TFT110 は、トップゲート型 p-Si に限定されるものではなく、ボトムゲート型でもよいし、能動層に a-Si が採用されていてもよい。TFT110 の能動層 20 のソース・ドレイン領域

20s、20d にドーブされる不純物は、n 導電型、p 導電型のいずれでもよいが、本実施形態ではリンなどの n 導電型不純物をドーブし、n-ch 型の TFT110 を採用している。

【0048】TFT110 の能動層 20 はゲート絶縁膜 30 に覆われ、ゲート絶縁膜 30 上に Cr などからなりゲートラインを兼用するゲート電極 32 が形成されている。そして、このゲート電極 32 形成後、このゲート電極をマスクとして能動層 20 には上記不純物がドーブされてソース及びドレイン領域 20s、20d、そして不純物がドーブされないチャネル領域 20c が形成される。次に、この TFT110 全体を覆って層間絶縁膜 34 が形成され、この層間絶縁膜 34 にコンタクトホールを形成した後、電極材料が形成され、このコンタクトホールを介して、それぞれ、上記 p-Si 能動層 20 のソース領域 20s にソース電極 40 が接続され、ドレイン領域 20d にドレイン電極 36 が接続される。なお、本実施形態では、ドレイン電極 36 は、各 TFT110 に表示内容に応じたデータ信号を供給するデータラインを兼用している。一方、ソース電極 40 は、後述するように画素電極である第 1 電極 50 に接続される。

【0049】ソース電極 40 及びドレイン電極 36 の形成後、基板全面を覆ってアクリル樹脂などの樹脂材料からなる平坦化絶縁膜 38 が形成される。ここで、図 7 及び図 8 のようにマルチギャップ構造が採用される場合には、平坦化絶縁層 38 を反射領域に必要な厚さに形成した後、透過領域においてエッチングによりその厚さを減じ、または除去する。あるいは、透過領域を基準として、基板上面を平坦化するのに必要な厚さの平坦化絶縁層 38 をまず基板全面に形成し、次に反射領域に選択的に必要な厚さのギャップ調整層を形成する。このときのギャップ調整層の形成は、平坦化絶縁層 38 と同様、上面が平坦となる材料を用いれば、上層に形成される反射層 44 の反射面の平坦性を維持させることができるが、これに限らず、他の絶縁材料を用いても良い。

【0050】以上のように平坦化絶縁層 38 (ギャップ調整層を含む) を形成した後、ソース電極 40 の形成領域にコンタクトホールを形成する。そして、このコンタクトホールに接続用金属層 42 を形成し、ソース電極 40 とこの金属層 42 とを接続する。ソース電極 40 として Al などが用いられている場合に、金属層 42 として Mo 等の金属材料を採用することで、ソース電極 40 との接続は良好なオーミックコンタクトとなる。なお、ソース電極 40 は、省略することも可能であり、この場合、金属層 42 は、TFT110 のシリコン能動層 20 と接することとなるが、Mo 等の金属は、このような半導体材料との間でオーミックコンタクトを確立することができる。

【0051】接続用金属層 42 の積層・パターニング後、まず、基板全面に、反射層用の Al-Nd 合金や、

A1 など、反射特性に優れた反射材料層が蒸着やスパッタリングなどによって積層される。積層されたこの反射材料層は、金属層 42 と後に形成される第 1 電極 50 とのコンタクトを妨げないように TFT110 のソース領域付近（金属層 42 の形成領域）および透過領域に残存しないようにエッチング除去され、例えば図 1 に示すようなパターンの反射層 44 が各画素の反射領域に形成される。なお、TFT110（特にチャネル領域 20c）に光が照射されてリーク電流が発生してしまうことを防止し、かつ反射可能な領域（つまり表示領域）をできるだけ広くするために、本実施形態では、反射層 44 は、図 1 のように、TFT110 のチャネル上方領域にも積極的に形成している。

【0052】このような反射層 44 のパターンニングに際し、上記 Mo 等からなる金属層 42 は、十分な厚さ（例えば 0.2 μm）を備え、かつエッチング液に対して十分な耐性を備える。従って、金属層 42 上の反射層 44 をエッチング除去した後もこの金属層 42 は完全に除去されずにコンタクトホール内に残存することができる。また、多くの場合、ソース電極 40 等には、反射層 44 と同様な材料（A1 等）から構成されるため、上記金属層 42 が存在しないと、ソース電極 40 が反射層 44 のエッチング液に浸食されて断線等が発生してしまう。しかし、本実施形態のように金属層 42 を設けることで、反射層 44 のパターンニングに耐えて、ソース電極 40 との良好な電氣的接続が維持することができる。

【0053】反射層 44 のパターンニング後、透明導電層がスパッタリングによって反射層 44 を含む基板全面を覆うように積層される。ここで、上述のように A1 などからなる反射層 44 の表面は、このとき絶縁性の自然酸化膜で覆われるが、Mo 等の高融点金属は、スパッタリング雰囲気中に晒されても表面は酸化されない。従って、コンタクト領域において露出した金属層 42 は、この金属層 42 の上に積層される第 1 電極用の透明導電層との間でオーミックコンタクトすることができる。なお、透明導電層は、成膜後、図 1 に示すように画素毎に独立し、かつ 1 画素領域内では反射領域と透過領域で共通した形状にパターンニングされ、これにより画素電極（第 1 電極）50 が得られる。また、各画素領域に第 1 電極 50 がパターンニング形成された後には、基板全面を覆うようにポリイミドなどからなる配向膜 60 が形成され第 1 基板側が完成する。後は、配向膜 260 まで形成した第 2 基板 200 とこの第 1 基板 100 とを一定のギャップに離して基板の周辺部分で貼り合わせ、基板間に液晶を封入して、液晶表示装置を得る。

【0054】ここで、TFT110 と第 1 電極 50 とを接続するために用いる接続用金属層 42 は、ソース電極 40 が Mo 等の高融点金属層によって A1 層が挟まれた多層構造を備える場合においても、この多層構造のソース電極 40 と良好な接続を維持できる。ソース電極 40 *50

*のこのような多層構造は、例えば、図 4 に示すように能動層 20 側から順に Mo 層 / A1 層 / Mo 層が積層された構成であり、p-Si からなる能動層 20 側に Mo 層が形成されていることで、A1 層中に Si 原子が移動して能動層に欠陥が生ずることを防止しており、また最上層に Mo が形成されていることで、コンタクト形成、金属層 42 の形成・エッチング工程を経ても、金属層 42 との間の電氣的接続が良好に維持することを可能としている。また、本実施形態では、接続用金属層 42 として、多層構造とされる場合のソース電極 40 の最上層と同様な Mo 等を用いるので、このようなソース電極 40 とともに非常に良好にコンタクトすることができる。

【0055】また、上記接続用金属層 42 が、上記ソース電極 40 のような多層構造を備えていてもよい。この多層構造としては、例えば下層から順に Mo 等の高融点金属層 / A1 等の導電層 / Mo 等の高融点金属層の 3 層構造、あるいは A1 等の導電層 / Mo 等の高融点金属層の 2 層構造が採用できる。このような多層の金属層 42 が採用される場合に、下に配置されるソース電極 40 としては、上記多層構造であってもよいし、A1 などの単層構造であってもよい。さらに、この接続用金属層 42 を能動層 20 と直接コンタクトさせることも可能であり、この場合金属層 42 として、上記同様の 3 層または 2 層構造を採用することも可能である。いずれの場合においても、金属層 42 は、反射層 44 のエッチングに耐え、かつ該第 1 電極 50 形成時に表面に絶縁膜が形成されずに安定してかつ電氣的接続特性を維持する必要がある、少なくとも、第 1 電極 50 と接する表面側に高融点金属層が形成されていることが好適である。

【0056】

【発明の効果】以上説明したように、この発明では、半透過型 LCD において、一方の基板側の反射領域に選択的に反射層を形成する必要がある場合においても、同等な特性を有する第 1 電極と第 2 電極とを液晶層に対して同等な位置に配置できる。従って、液晶を対称性よく交流駆動することができる。このため、液晶の駆動周波数を例えば CFF 以下に設定したような場合であっても、フリッカの発生がなく、また焼き付きを発生させることなく高品質な表示の可能な半透過型 LCD を実現できる。また、液晶層のツイスト角に応じて反射領域及び透過領域でのセルギャップを調整することで、反射領域でも透過領域でも最適な反射率、透過率を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係るアクティブマトリクス型の半透過型 LCD の第 1 基板側の概略平面構成を示す図である。

【図 2】 図 1 の A - A 線に沿った位置における第 1 基板側の概略断面構成を示す図である。

【図 3】 図 1 の B - B 線に沿った位置における半透過

型LCDの概略断面構成を示す図である。

【図4】 図2のソース電極40及び接続用金属層42の構造の一例を示す図である。

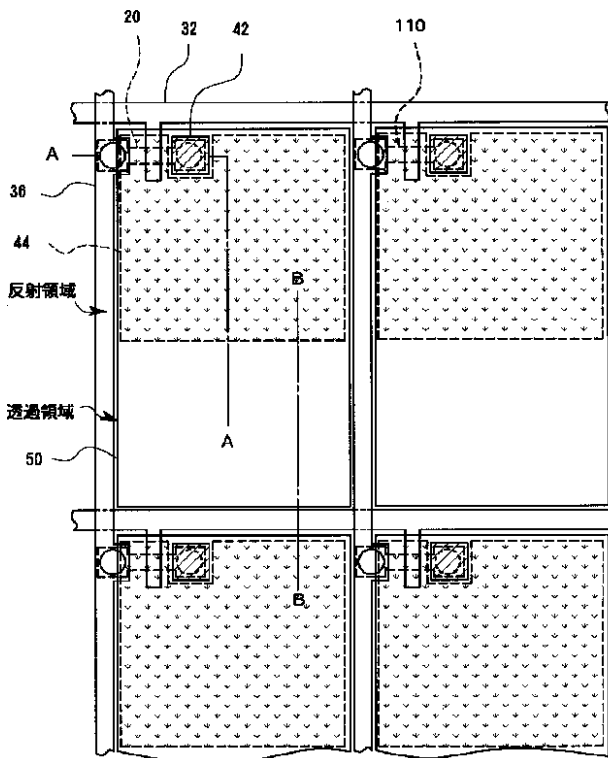
【図5】 透過領域及び反射領域における透過率・反射率の液晶のツイスト角依存性を示す図である。

【図6】 透過領域及び反射領域における最適 $\Delta n d$ の液晶のツイスト角依存性を示す図である。

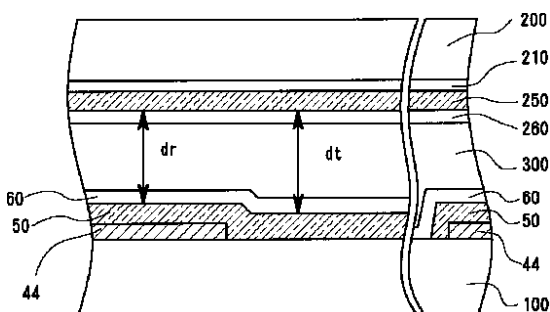
【図7】 図1のA-A線に沿った位置における第1基板側の図2とは異なる例に係る概略断面構成を示す図である。

【図8】 図1のB-B線に沿った位置における半透過型LCDの図3とは異なる概略断面構成を示す図である。

【図1】



【図3】



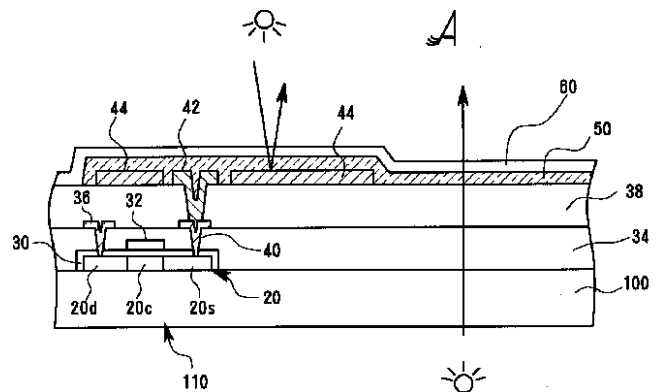
*【図9】 従来のアクティブマトリクス型の反射型LCDにおける第1基板側の一部平面構造を示す図である。

【図10】 図9のC-C線に沿った位置における従来の反射型LCDの概略断面構成を示す図である。

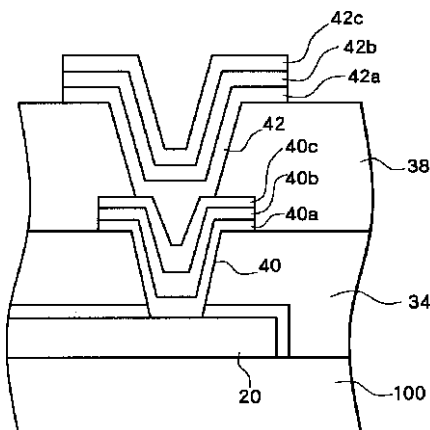
【符号の説明】

20 能動層(p-Si層)、30 ゲート絶縁膜、32 ゲート電極(ゲートライン)、34 層間絶縁膜、36 ドレイン電極(データライン)、38, 39 平坦化絶縁膜、40 ソース電極、42 接続用金属層、44 反射層、50 第1電極、60, 260 配向膜、100 第1基板、110 TFT、200 第2基板、210 カラーフィルタ、250 第2電極、300 液晶層。

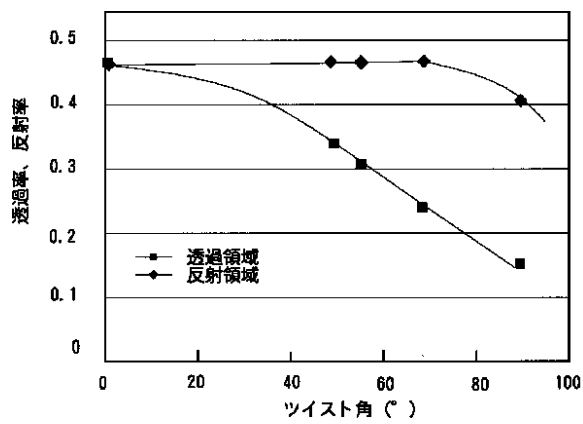
【図2】



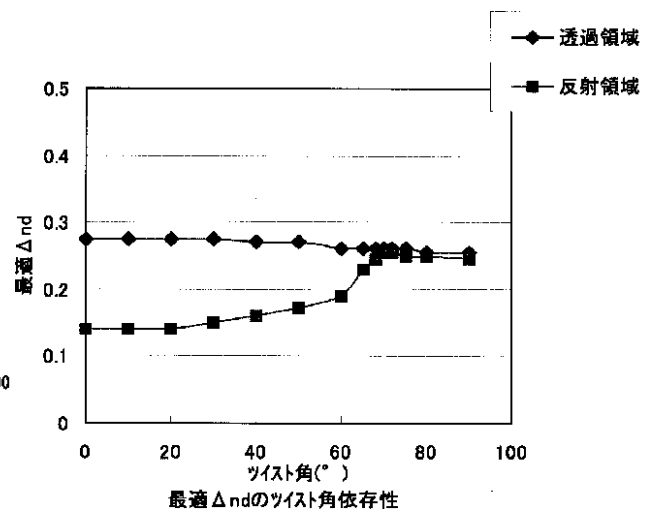
【図4】



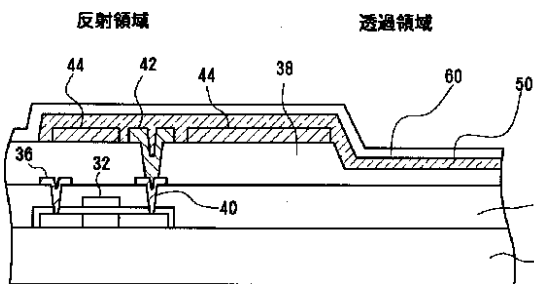
【図5】



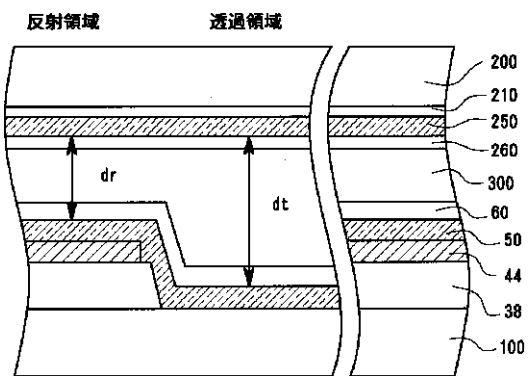
【図6】



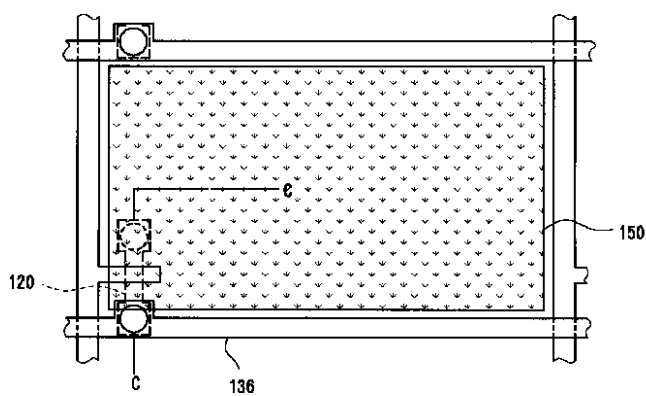
【図7】



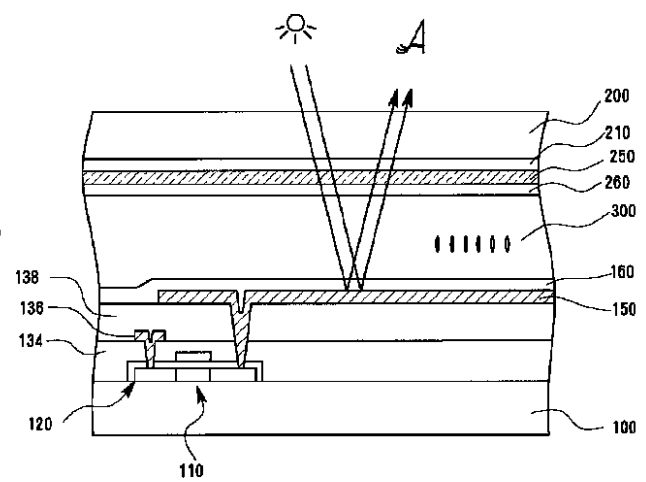
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 真司
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 山下 徹
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 小田 信彦
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 石田 聡
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内
(72)発明者 山田 努
大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 三
洋電機株式会社内
F ターム(参考) 2H088 HA02 HA08 HA21 KA02 KA11
KA25
2H091 FA14Y GA03 GA06 GA13
LA13
2H092 GA19 HA04 HA05 JA46 JB56
PA02 PA12

专利名称(译)	液晶表示装置		
公开(公告)号	JP2003255399A	公开(公告)日	2003-09-10
申请号	JP2003000660	申请日	2003-01-06
[标]申请(专利权)人(译)	三洋电机株式会社		
申请(专利权)人(译)	三洋电机株式会社		
[标]发明人	井上和弘 小間徳夫 小川真司 山下徹 小田信彦 石田聡 山田努		
发明人	井上 和弘 小間 徳夫 小川 真司 山下 徹 小田 信彦 石田 聡 山田 努		
IPC分类号	G02F1/139 G02F1/1335 G02F1/1343		
FI分类号	G02F1/139 G02F1/1335.520 G02F1/1343		
F-TERM分类号	2H088/HA02 2H088/HA08 2H088/HA21 2H088/KA02 2H088/KA11 2H088/KA25 2H091/FA14Y 2H091/GA03 2H091/GA06 2H091/GA13 2H091/LA13 2H092/GA19 2H092/HA04 2H092/HA05 2H092/JA46 2H092/JB56 2H092/PA02 2H092/PA12 2H191/FA02Y 2H191/FA35Y 2H191/FB14 2H191/FC36 2H191/FD04 2H191/FD22 2H191/GA05 2H191/GA10 2H191/GA19 2H191/JA03 2H191/KA04 2H191/KA05 2H191/LA40 2H191/NA13 2H191/NA29 2H191/NA35 2H191/NA38 2H291/FA02Y 2H291/FA35Y 2H291/FB14 2H291/FC36 2H291/FD04 2H291/FD22 2H291/GA05 2H291/GA10 2H291/GA19 2H291/JA03 2H291/KA04 2H291/KA05 2H291/LA40 2H291/NA13 2H291/NA29 2H291/NA35 2H291/NA38		
优先权	2001401051 2001-12-28 JP		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[问题]实现高质量的半透半反液晶显示器。第一基板(100)具有为每个像素设置的TFT(110)，并且透明的第二电极在从第二基板侧覆盖TFT(110)的绝缘膜上的一个像素区域的反射区域中与TFT(110)绝缘。形成反射透射和入射的光的反射层44。由具有类似于第二电极的功函数的透明导电材料制成的第一电极50直接覆盖反射层44，该第一电极50形成在包括透射区域的一个像素区域中，并且经由连接金属层42连接至TFT 110。有待完成。由于可以使第一电极和第二电极的特性均匀，因此可以以良好的对称性对液晶进行交流驱动。通过在反射区域和透射区域中根据液晶扭曲角设置最佳的单元间隙dr和dt，可以在任何区域中实现最佳的反射率和透射率。

