

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4408044号
(P4408044)

(45) 発行日 平成22年2月3日 (2010.2.3)

(24) 登録日 平成21年11月20日 (2009.11.20)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 F 1/13 (2006.01)

G O 2 F 1/13 1 O 1

G O 2 F 1/13357 (2006.01)

G O 2 F 1/13357

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

G O 2 F 1/1333 (2006.01)

G O 2 F 1/1333 5 O O

請求項の数 12 (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2004-5073 (P2004-5073)
 (22) 出願日 平成16年1月13日 (2004.1.13)
 (65) 公開番号 特開2004-240412 (P2004-240412A)
 (43) 公開日 平成16年8月26日 (2004.8.26)
 審査請求日 平成18年12月22日 (2006.12.22)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-7568 (P2003-7568)
 (32) 優先日 平成15年1月15日 (2003.1.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-7697 (P2003-7697)
 (32) 優先日 平成15年1月15日 (2003.1.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷398番地
 (72) 発明者 山崎 舜平
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 高山 徹
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 丸山 純矢
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 後藤 裕吾
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

前記半導体素子を間に挟んで前記第1の基板と向かい合うように、第1の接着剤を用いて第2の基板を貼り合わせ、

加熱処理を施すことで前記金属酸化膜を結晶化し、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第1の基板を取り除き、

プラスチック基板上に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記プラスチック基板上に樹脂を塗布し、

第2の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子を前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第1の接着剤を除去することで前記第2の基板を取り除いた後、液晶セルを形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項2】

第1の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

前記半導体素子を間に挟んで前記第 1 の基板と向かい合うように、第 1 の接着剤を用いて第 2 の基板を貼り合わせ、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第 1 の基板を取り除き、

プラスチック基板上に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記プラスチック基板上に樹脂を塗布し、

第 2 の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子を前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第 1 の接着剤を除去することで前記第 2 の基板を取り除いた後、液晶セルを形成し、

10

前記半導体素子を形成する際に行われる加熱処理によって、前記金属酸化膜が結晶化されることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 3】

第 1 の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

前記半導体素子を間に挟んで前記第 1 の基板と向かい合うように、第 1 の接着剤を用いて第 2 の基板を貼り合わせ、

加熱処理を施すことで前記金属酸化膜を結晶化し、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第 1 の基板を取り除き、

20

凹部を有するプラスチック基板の前記凹部に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記凹部に樹脂を塗布し、

第 2 の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子を前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第 1 の接着剤を除去することで前記第 2 の基板を取り除いた後、液晶セルを形成することを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 4】

第 1 の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

30

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

前記半導体素子を間に挟んで前記第 1 の基板と向かい合うように、第 1 の接着剤を用いて第 2 の基板を貼り合わせ、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第 1 の基板を取り除き、

凹部を有するプラスチック基板の前記凹部に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記凹部に樹脂を塗布し、

第 2 の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子を前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第 1 の接着剤を除去することで前記第 2 の基板を取り除いた後、液晶セルを形成し、

40

前記半導体素子を形成する際に行われる加熱処理によって、前記金属酸化膜が結晶化されることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項 5】

第 1 の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

液晶セルを形成し、

前記半導体素子及び前記液晶セルを間に挟んで前記第 1 の基板と向かい合うように、第 1 の接着剤を用いて第 2 の基板を貼り合わせ、

50

加熱処理を施すことで前記金属酸化膜を結晶化し、
前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第1の基板を取り除き、

プラスチック基板上に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記プラスチック基板上に樹脂を塗布し、

第2の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子及び前記液晶セルを前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第1の接着剤を除去することで前記第2の基板を取り除くことを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項6】

10

第1の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

液晶セルを形成し、

前記半導体素子及び前記液晶セルを間に挟んで前記第1の基板と向かい合うように、第1の接着剤を用いて第2の基板を貼り合わせ、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第1の基板を取り除き、

プラスチック基板上に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記プラスチック基板上に樹脂を塗布し、

20

第2の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子及び前記液晶セルを前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第1の接着剤を除去することで前記第2の基板を取り除き、

前記半導体素子を形成する際に行われる加熱処理によって、前記金属酸化膜が結晶化されることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項7】

第1の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

液晶セルを形成し、

30

前記半導体素子及び前記液晶セルを間に挟んで前記第1の基板と向かい合うように、第1の接着剤を用いて第2の基板を貼り合わせ、

加熱処理を施すことで前記金属酸化膜を結晶化し、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第1の基板を取り除き、

凹部を有するプラスチック基板の前記凹部に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記凹部に樹脂を塗布し、

第2の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子及び前記液晶セルを前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第1の接着剤を除去することで前記第2の基板を取り除くことを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

40

【請求項8】

第1の基板の一方の面に金属膜と、金属酸化膜と、絶縁膜と、半導体膜とを順に積層するように形成し、

前記半導体膜を用いて半導体素子を形成し、

液晶セルを形成し、

前記半導体素子及び前記液晶セルを間に挟んで前記第1の基板と向かい合うように、第1の接着剤を用いて第2の基板を貼り合わせ、

前記金属酸化膜を前記金属膜側と前記絶縁膜側とに分離することで、前記第1の基板を取り除き、

50

凹部を有するプラスチック基板の前記凹部上に発光素子を配置し、前記発光素子を覆うように前記凹部に樹脂を塗布し、

第2の接着剤を用いて、前記樹脂に、前記金属酸化膜の一部が付着した前記絶縁膜を接着することで、前記半導体素子及び前記液晶セルを前記プラスチック基板に貼り合わせ、

前記第1の接着剤を除去することで前記第2の基板を取り除き、

前記半導体素子を形成する際に行われる加熱処理によって、前記金属酸化膜が結晶化されることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項9】

請求項1乃至請求項8のいずれか1項において、

前記液晶セルは透過型であることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

10

【請求項10】

請求項1乃至請求項9のいずれか1項において、

前記発光素子は発光ダイオードであることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項11】

請求項10において、

前記発光ダイオードはFPCに接続されており、前記FPCを介して電流が供給されることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

【請求項12】

請求項1乃至請求項11のいずれか1項において、

前記液晶セルを構成する液晶として、ネマチック液晶、スメクチック液晶、強誘電性液晶、または前記液晶が高分子樹脂中に含有されたポリマー分散型液晶を用いることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は液晶表示装置に関し、特に、携帯用電子機器に搭載される透過型の液晶表示装置に関する。また、本発明は液晶表示装置の作製方法に関し、特に、携帯用電子機器に搭載される透過型の液晶表示装置の作製方法に関する。さらに、該液晶表示装置を用いた電子機器に関する。

【背景技術】

30

【0002】

携帯電話や電子手帳などに代表される携帯用電子機器には、画像を表示するためのフラットパネルディスプレイの他、メールの送受信、音声認識、小型カメラによる映像の取り込みなど様々な機能が要求されている一方、小型化、軽量化に対するユーザーニーズも依然根強い。そのため、回路規模やメモリ容量のより大きいICを、携帯用電子機器の限られた容積の中により多く搭載する必要性に迫られている。

【0003】

ICを収容するためのスペースを確保し、なおかつ携帯用電子機器を小型化、軽量化するためには、如何にフラットパネルディスプレイを薄く、軽く作るのが重要なポイントとなる。例えば携帯用電子機器に比較的多く用いられている液晶表示装置の場合、液晶が封入されたパネルに用いられるガラス基板の厚さを抑えたり、光源や導光板等が不要にできる反射型にしたりすることで、ある程度薄型化、軽量化を図ることができる。

40

【0004】

しかし、パネルの機械的強度を考慮するとガラス基板をむやみやたらと薄くすることはできない。例えばバリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等を用いた場合、3インチ角のパネルの厚さはせいぜい1～2mm程度、重量10g程度が限界である。また外光を利用するタイプの反射型の液晶表示装置は、暗所での画像の認識が難しく、場所を選ばずに使用できるという携帯用電子機器のメリットをいまいち生かしきれない。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

本発明は、軽量化または小型化を妨げることなく携帯用電子機器を高機能化することを課題とし、より具体的には該携帯用電子機器に搭載される液晶表示装置を、機械的強度が損なわれることなく、薄型化、軽量化することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の液晶表示装置は、光源として発光ダイオード（LED：light-emitting diode）、エレクトロルミネッセンス素子などの発光素子を用いる。そして、透光性を有する樹脂で、可撓性を有するプラスチック基板上に設けた該発光素子を覆うことで表面を平坦化して、該平坦化された樹脂上に液晶セル及び該液晶セルを駆動するための半導体素子を設ける。発光素子を樹脂で覆った状態の光源を、本明細書では固体化光源と呼ぶ。

10

【 0 0 0 7 】

一般的にプラスチック基板は、可撓性を有する分、ガラス基板と比較して振動、衝撃に対する機械的強度に優れており、厚さを抑えやすい。しかしプラスチック基板と樹脂は、液晶表示装置に用いられる半導体素子の作製工程における熱処理に耐え得るほど、耐熱性に優れていない場合が多い。そこで本発明では、該熱処理に耐え得る程度の耐熱性を有する基板上において半導体素子を形成した後、固体化光源上に、該半導体素子を移し替える。

【 0 0 0 8 】

そして本発明の液晶表示装置には、発光素子から発せられた光を液晶セル側に反射させるための手段が設けられている。具体的には、既存の反射板をプラスチック基板に貼り合わせたり、プラスチック基板の表面に蒸着法などで金属の膜（以下、反射膜）を成膜したりして、光を反射させる。さらに発光素子を覆っている樹脂と、半導体素子及び液晶セルとの間に偏光板を設ける。

20

【 0 0 0 9 】

以下具体的に、本発明の液晶表示装置の第1の作製方法について説明する。

【 0 0 1 0 】

まず半導体素子の作製工程における熱処理に耐え得るような、耐熱性を有する第1の基板を用意する。そして該第1の基板上に金属膜を成膜し、該金属膜の表面を酸化することで数nmの極薄い金属酸化膜を成膜する。次に該金属酸化膜上に絶縁膜、半導体膜を順に積層するように成膜する。絶縁膜は単層であっても、複数の膜を積層したものであっても良い。例えば窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化珪素などを用いることができる。そして該半導体膜を用いて、液晶表示装置に用いられる半導体素子を作製する。

30

【 0 0 1 1 】

半導体素子を形成したら、液晶セルを完成させる前に、該半導体素子を覆うように第2の基板を貼り合わせ、第1の基板と第2の基板の間に半導体素子が挟まれた状態を作る。液晶セルは、画素電極と、対向電極と、前記画素電極と対向電極の間に設けられた液晶とを有する。そして液晶セルを完成させる前とは、具体的には、半導体素子の一つであるTFTに電氣的に接続された液晶セルの画素電極や、該画素電極を覆っている配向膜を作製した後、対向電極が形成された対向基板を貼り合わせる前に相当する。

40

【 0 0 1 2 】

そして第1の基板の半導体素子が形成されている側とは反対の側に、第1の基板の剛性を補強するために第3の基板を貼り合わせる。第2の基板よりも第1の基板の剛性が高いほうが、第1の基板を引き剥がす際に、半導体素子に損傷が与えられにくくスムーズに剥がすことができる。ただし第3の基板は、後に第1の基板を半導体素子から引き剥がす際に、第1の基板の剛性が十分であれば、必ずしも貼り合わせる必要はない。

【 0 0 1 3 】

次に、加熱処理等を施すことで金属酸化膜を結晶化し、金属酸化膜の脆性を高め、第1の基板を半導体素子から剥離しやすくする。そして第1の基板を第3の基板と共に、半導体素子から引き剥がす。なお、金属酸化膜を結晶化するための加熱処理は、第3の基板を

50

貼り合わせる前であってもよいし、第2の基板を貼り合わせる前であってもよい。或いは、半導体素子を形成する工程において行なわれる熱処理が、この金属酸化膜の結晶化の工程を兼ねていても良い。

【0014】

そして第1の基板を第3の基板と共に、半導体素子から引き剥がす。この引き剥がしによって、金属膜と金属酸化膜の間で分離する部分と、絶縁膜と金属酸化膜の間で分離する部分と、金属酸化膜自体が双方に分離する部分とが生じる。いずれにしろ、半導体素子は第2の基板側に貼り付くように、第1の基板から引き剥がされる。

【0015】

一方、半導体素子を貼り合わせるための、光源側のプラスチック基板を用意する。以下、このプラスチック基板を、後に用いられる対向電極側のプラスチック基板と区別するために、素子基板と呼ぶ。該素子基板上には発光素子を配置し、該発光素子を覆って樹脂を塗布する。そして平坦化された樹脂上に第1の偏光板を貼り合わせる。

10

【0016】

次に、第1の基板が剥離されることで、第2の基板側に貼り付いた状態の半導体素子を、第1の偏光板に接着剤等で貼り合わせる。そして、第2の基板を剥離し、半導体素子が素子基板に固定された状態にする。

【0017】

次に、液晶表示装置に設けられる液晶セルを作製する。具体的には、対向電極、第2の偏光板等が形成されたプラスチック基板（以下、対向基板と呼ぶ）を別途作製しておき、該対向基板を素子基板に貼り合わせて液晶を注入し、液晶セルを完成させる。なお対向基板には、対向電極、第2の偏光板のみならず、カラーフィルタ、配向膜、ブラックマトリクス等を作製しておいても良い。

20

【0018】

次に、本発明の液晶表示装置の第2の作製方法について説明する。

【0019】

まず半導体素子の作製工程における熱処理に耐え得るような、耐熱性を有する第1の基板を用意する。そして該第1の基板上に金属膜を成膜し、該金属膜の表面を酸化することで数nmの極薄い金属酸化膜を成膜する。次に該金属酸化膜上に絶縁膜、半導体膜を順に積層するように成膜する。絶縁膜は単層であっても、複数の膜を積層したものであっても良い。例えば窒化珪素、窒化酸化珪素、酸化珪素などを用いることができる。そして該半導体膜を用いて、液晶表示装置に用いられる半導体素子を作製する。

30

【0020】

次に、液晶表示装置に設けられる液晶セルを作製する。液晶セルは、画素電極と、対向電極と、前記画素電極と対向電極の間に設けられた液晶とを有する。具体的には、対向電極、第2の偏光板等が形成されたプラスチック基板（以下、対向基板と呼ぶ）を別途作製しておき、該対向基板を貼り合わせて液晶を注入し、液晶セルを完成させる。なお対向基板には、対向電極、第2の偏光板のみならず、カラーフィルタ、配向膜、ブラックマトリクス等を作製しておいても良い。

【0021】

半導体素子及び液晶セルを形成したら、該半導体素子及び液晶セルを覆うように第2の基板を貼り合わせ、第1の基板と第2の基板の間に半導体素子及び液晶セルが挟まれた状態を作る。

40

【0022】

そして第1の基板の半導体素子及び液晶セルが形成されている側とは反対の側に、第1の基板の剛性を補強するために第3の基板を貼り合わせる。第2の基板よりも第1の基板の剛性が高いほうが、第1の基板を引き剥がす際に、半導体素子及び液晶セルに損傷が与えられにくくスムーズに剥がすことができる。ただし第3の基板は、後に第1の基板を半導体素子から引き剥がす際に、第1の基板の剛性が十分であれば、必ずしも貼り合わせる必要はない。

50

【 0 0 2 3 】

次に、加熱処理等を施すことで金属酸化膜を結晶化し、金属酸化膜の脆性を高め、第1の基板を半導体素子から剥離しやすくする。そして第1の基板を第3の基板と共に、半導体素子から引き剥がす。なお、金属酸化膜を結晶化するための加熱処理は、第3の基板を貼り合わせる前であってもよいし、第2の基板を貼り合わせる前であってもよい。或いは、半導体素子を形成する工程において行なわれる熱処理が、この金属酸化膜の結晶化の工程を兼ねていても良い。

【 0 0 2 4 】

そして第1の基板を第3の基板と共に、半導体素子及び液晶セルから引き剥がす。この引き剥がしによって、金属膜と金属酸化膜の間で分離する部分と、絶縁膜と金属酸化膜の間で分離する部分と、金属酸化膜自体が双方に分離する部分とが生じる。いずれにしろ、半導体素子及び液晶セルは第2の基板側に貼り付くように、第1の基板から引き剥がされる。

10

【 0 0 2 5 】

一方、半導体素子及び液晶セルを貼り合わせるための、光源側のプラスチック基板（素子基板）を用意する。該素子基板上には発光素子を配置し、該発光素子を覆って樹脂を塗布する。そして平坦化された樹脂上に第1の偏光板を貼り合わせる。

【 0 0 2 6 】

次に、第1の基板が剥離されることで、第2の基板側に貼り付いた状態の半導体素子及び液晶セルを、第1の偏光板に接着剤等で貼り合わせる。そして、第2の基板を剥離し、半導体素子及び液晶セルが素子基板に固定された状態を形成し、液晶表示装置が完成する。

20

【 0 0 2 7 】

なお1つの大型基板から複数の液晶表示装置を形成する場合、途中でダイシングを行ない、液晶表示装置を互いに切り離すようにする。

【 0 0 2 8 】

本発明では、液晶表示装置の厚さを0.6mm以上1.5mm以下とすることができる。

【 0 0 2 9 】

なお上述したように、素子基板と対向基板が可撓性を有する分、ガラス基板と比較して振動、衝撃に対する機械的強度に優れており、厚さを抑えやすい。また素子基板と対向基板が可撓性を有しているため、液晶表示装置の形状の自由度が高まる。よって例えば、円柱状のピンなどに貼り付けられるような、曲面を有する形状に液晶表示装置を形成することも可能である。

30

【 0 0 3 0 】

なお、透光性を有する樹脂で覆うことで、該発光素子から発せられる光を拡散させ、液晶表示装置の画素部の明るさをある程度均一にすることができるが、液晶セルと、発光素子を覆っている樹脂との間に拡散板を設けることでより明るさを均一にすることができる。

【 0 0 3 1 】

本発明は上記構成によって、機械的強度が損なわれることなく液晶表示装置を飛躍的に薄くすることができ、また軽量化することができる。そして本発明の液晶表示装置を電子機器に用いることで、ICに用いるスペースをより広く確保することができ、電子機器の軽量化または小型化を妨げることなく高機能化を実現することができる。特に携帯用電子機器の場合、軽量化、小型化することで使い勝手が飛躍的に良くなるため、本発明の液晶表示装置を用いることは非常に有用である。また逆に、本発明では液晶表示装置の画素部のサイズをより大きくしても、従来のガラス基板を用いた液晶表示装置と同程度の重量とすることができる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 3 2 】

50

本発明は上記構成によって、機械的強度が損なわれることなく液晶表示装置を飛躍的に薄くすることができ、また軽量化することができる。そして本発明の液晶表示装置を電子機器に用いることで、ＩＣに用いるスペースをより広く確保することができる。よって回路規模やメモリ容量のより大きいＩＣをより多く搭載することができ、電子機器の軽量化または小型化を妨げることなく高機能化を実現することができる。特に携帯用電子機器の場合、軽量化、小型化することで使い勝手が飛躍的に良くなるため、本発明の液晶表示装置を用いることは非常に有用である。また逆に、本発明では液晶表示装置の画素部のサイズを大きくして、従来のガラス基板を用いた液晶表示装置と同程度の重量とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【００３３】

図１を用いて、本発明の液晶表示装置の構成について説明する。図１（Ａ）に、半導体素子を貼り付ける前の、素子基板１０１の断面図を示す。また図１（Ｂ）は、図１（Ａ）に示した素子基板１０１の上面図に相当し、図１（Ｂ）のＡ－Ａ'における断面図が図１（Ａ）に相当する。

【００３４】

図１（Ａ）、図１（Ｂ）に示す素子基板１０１は、凹部１０２を有しており、該凹部１０２内にＬＥＤ１０３が１つまたは複数設けられている。凹部１０２は公知の方法を用いて形成することができ、例えば金型を用いて成形することができる。ＬＥＤ１０３の駆動は、ＬＥＤ１０３の駆動用の薄膜回路（以下、ＬＥＤ駆動用薄膜回路と呼ぶ）１０４によって制御されている。ＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４は必ずしも凹部１０２内に設けなくとも良く、凹部１０２以外の部分に形成しても良い。ＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４の形成の仕方については、後述する。

20

【００３５】

１０５は素子基板１０１上に形成された配線であり、ＬＥＤ１０３とＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４とを電気的に接続する他、ＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４や、後に貼り合わされる半導体素子と、液晶表示装置の外部との電気的な接続を行なうために用いられる。配線１０５は、メッキ法など公知の方法を用いて素子基板１０１上に形成することができる。

【００３６】

また１０６は反射膜であり、蒸着法などを用いて凹部１０２内に金属を蒸着することで形成される。反射膜１０６は、配線１０５やＬＥＤ１０３とショートすることのないよう、電気的に分離するように成膜する。なお本実施の形態では、ＬＥＤ１０３の光を液晶セル側に反射させるための手段として、蒸着法により形成した反射膜を用いたが、別途形成された反射板を素子基板１０１に貼り合わせるようにしても良い。この場合、反射板は、ＬＥＤ１０３の光を液晶セル側に反射させることができるような位置に、貼り合わせるのが望ましい。例えば、素子基板１０１の、ＬＥＤ１０３が設けられている側とは反対の、凹部１０２が設けられていない面に設けることができる。

30

【００３７】

また、ＬＥＤ１０３は樹脂１０７によって覆われている。本実施の形態では、凹部１０２内に樹脂１０７が充填されている。ＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４が凹部１０２内に形成されている場合は、樹脂１０７でＬＥＤ駆動用薄膜回路１０４を覆うようにする。樹脂１０７として、例えばアクリル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ビニル樹脂等公知の樹脂を用いることができる。樹脂１０７に、該樹脂とは屈折率の異なる、透光性の粒子を分散させても良い。例えばシリコン樹脂からなる球状粒子をポリメチルメタクリレート樹脂に分散させたものを用いることができる。樹脂は、後に行なわれる半導体素子の貼り合わせの工程に合わせて、適宜選択するのが望ましい。

40

【００３８】

図１（Ａ）、図１（Ｂ）において、ＬＥＤ１０３、反射膜１０６が設けられ、樹脂１０７で覆われた領域が光源部１０８に相当する。

【００３９】

50

図 1 (C) に、半導体素子を貼り合わせ、液晶セルを完成した状態の、本発明の液晶表示装置の断面図を示す。図 1 (D) は、図 1 (C) に示した状態の液晶表示装置の上面図に相当し、図 1 (D) の B - B ' における断面図が図 1 (C) に相当する。

【 0 0 4 0 】

半導体素子 1 1 0 は接着剤 1 0 9 によって、樹脂 1 0 7 上に貼り合わされている。なお図 1 (C) では図示していないが、樹脂 1 0 7 と接着剤 1 0 9 との間には、第 1 の偏光板が設けられている。また本実施の形態では、図 1 (C)、図 1 (D) に示すように、半導体素子 1 1 0 は、液晶表示装置の画素部に用いられるもののみならず、液晶表示装置の駆動やその他の信号処理を行なうための薄膜回路 1 1 1 に用いられるものも含んでいる。

【 0 0 4 1 】

1 1 3 は対向基板であり、シール材 1 1 4 によって液晶 1 1 2 が封入されている。この対向基板 1 1 3 によって液晶 1 1 2 が封入された領域がパネル 1 1 5 に相当する。パネル 1 1 5 に設けられた画素部 1 1 6 には、光源部 1 0 8 からの光が照射される。また薄膜回路 1 1 1 は、ワイヤボンディング法や、フリップチップ法などを用いて、配線 1 0 5 と電氣的に接続されている。

【 0 0 4 2 】

なお本実施の形態では、配線 1 0 5 を介して液晶表示装置への信号や電源電圧の供給を行なうことができるが、本発明はこれに限定されず、例えば、発光素子や光センサ等を用いて光により信号や電源電圧の供給を行っても良いし、アンテナコイルを用いて電磁誘導により信号や電源電圧の供給を行っても良い。

【 0 0 4 3 】

プラスチック基板としては、極性基のついたノルボルネン樹脂からなる A R T O N : J S R 製を用いることができる。また、ポリエチレンテレフタレート (P E T)、ポリエーテルスルホン (P E S)、ポリエチレンナフタレート (P E N)、ポリカーボネート (P C)、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、ポリスルホン (P S F)、ポリエーテルイミド (P E I)、ポリアリレート (P A R)、ポリブチレンテレフタレート (P B T)、ポリイミドなどのプラスチック基板を用いることができる。

【 0 0 4 4 】

なお、本実施の形態では素子基板に凹部を設け、該凹部に L E D を設けた例について説明したが、本発明は必ずしもこの形態に限定されない。凹部を設けていない平坦なプラスチック基板を、素子基板として用いても良い。

【 0 0 4 5 】

図 2 を用いて、平坦なプラスチック基板を素子基板として用いた、液晶表示装置の構成について説明する。図 2 (A) に、半導体素子を貼り付ける前の、素子基板 2 0 1 の断面図を示す。素子基板 2 0 1 には凹部が設けられておらず、平坦である。また図 2 (B) は、図 2 (A) に示した素子基板 2 0 1 の上面図に相当し、図 2 (B) の A - A ' における断面図が図 2 (A) に相当する。

【 0 0 4 6 】

図 2 (A)、図 2 (B) に示す素子基板 2 0 1 上には、L E D 2 0 3 が 1 つまたは複数設けられている。2 0 4 は L E D 駆動用薄膜回路であり、配線 2 0 5 によって、L E D 2 0 3 と L E D 駆動用薄膜回路 2 0 4 とが電氣的に接続されている。また配線 2 0 5 は、L E D 駆動用薄膜回路 2 0 4 や、後に貼り合わされる半導体素子と、液晶表示装置の外部とを、電氣的に接続するために用いられる。また反射膜 2 0 6 が、配線 2 0 5 や L E D 2 0 3 とショートすることのないよう、電氣的に分離するように成膜されている。なお、蒸着法により形成した反射膜ではなく、別途形成された反射板を用いても良い。

【 0 0 4 7 】

また、L E D 2 0 3 は樹脂 2 0 7 によって覆われている。本実施の形態では、感光性の樹脂を塗布した後、部分的に露光し、配線 2 0 5 の一部が露出するように、樹脂 2 0 7 を成膜する。L E D 駆動用薄膜回路 2 0 4 も樹脂 2 0 7 によって覆われていても良い。図 2 (A)、図 2 (B) において、L E D 2 0 3、反射膜 2 0 6 が設けられ、樹脂 2 0 7 で覆

10

20

30

40

50

われた領域が光源部 208 に相当する。

【0048】

図2(C)に、図2(A)、図2(B)に示した素子基板201に、半導体素子を貼り合わせ、液晶セルを完成した状態の、本発明の液晶表示装置の断面図を示す。図2(D)は、図2(C)に示した状態の液晶表示装置の上面図に相当し、図2(D)のB-B'における断面図が図2(C)に相当する。

【0049】

半導体素子210は接着剤209によって、樹脂207上に貼り合わされている。なお図2(C)では図示していないが、樹脂207と接着剤209との間には、第1の偏光板が設けられている。また211は、半導体素子210を用いて形成された薄膜回路に相当する。

10

【0050】

213は対向基板であり、シール材214によって液晶212が封入されている。この対向基板213によって液晶が封入された領域がパネル215に相当する。パネル215に設けられた画素部216には、光源部208からの光が照射される。また薄膜回路211は、ワイヤボンディング法や、フリップチップ法などを用いて、配線205と電氣的に接続されている。

【0051】

素子基板に凹部を設けることで、凹部に樹脂を滴下するだけで、容易に配線を露出したまま樹脂でLEDを覆うことができ、また凹部内に反射膜を成膜することで、LEDから発せられる光を効率良く画素部に照射することができる。一方凹部を設けない場合は、凹部を設ける場合に比べて、素子基板の強度をより高めることができる。

20

【0052】

次に、薄膜回路と液晶表示装置に用いられる半導体素子の具体的な作製方法、及び該半導体素子の素子基板への貼り合わせ方法について説明する。なお本実施の形態では、半導体素子として2つのTFTを例に挙げて説明するが、薄膜回路と液晶表示装置に含まれる半導体素子はこれに限定されず、あらゆる回路素子を用いることができる。例えば、TFTの他に、記憶素子、ダイオード、光電変換素子、抵抗素子、コイル、容量素子、インダクタなどが代表的に挙げられる。

【0053】

まず図3(A)に示すように、スパッタ法を用いて第1の基板500上に金属膜501を成膜する。ここでは金属膜501にタングステンを用い、膜厚を10nm~200nm、好ましくは50nm~75nmとする。なお本実施の形態では第1の基板500上に直接金属膜501を成膜するが、例えば酸化珪素、窒化珪素、窒化酸化珪素等の絶縁膜で第1の基板500を覆ってから、金属膜501を成膜するようにしても良い。

30

【0054】

そして金属膜501の成膜後、大気に曝すことなく酸化物膜502を積層するように成膜する。ここでは酸化物膜502として酸化珪素膜を膜厚150nm~300nmとなるように成膜する。なお、スパッタ法を用いる場合、第1の基板500の端面にも成膜が施される。そのため、後の工程における剥離の際に、酸化物膜502が第1の基板500側に残ってしまうのを防ぐために、端面に成膜された金属膜501と酸化物膜502とをO₂アッシングなどで選択的に除去したり、第1の基板500の端部をダイシング等でカットしたりすることが好ましい。

40

【0055】

また酸化物膜502の成膜の際に、スパッタの前段階としてターゲットと基板との間をシャッターで遮断してプラズマを発生させる、プレスパッタを行なう。プレスパッタはArを10sccm、O₂をそれぞれ30sccmの流量とし、第1の基板500の温度を270℃、成膜パワーを3kWの平衡状態に保って行なう。プレスパッタにより、金属膜501と酸化物膜502の間に極薄い数nm(ここでは3nm)程度の金属酸化膜503が形成される。金属酸化膜503は、金属膜501の表面が酸化することで形成される。

50

よって本実施の形態では、金属酸化膜 503 は酸化タングステンで形成される。

【0056】

なお本実施の形態では、プレスパッタにより金属酸化膜 503 を形成しているが、本発明はこれに限定されない。例えば酸素、または酸素に Ar 等の不活性ガスを添加し、プラズマにより意図的に金属膜 501 の表面を酸化し、金属酸化膜 503 を形成するようにしても良い。

【0057】

次に酸化物膜 502 を成膜した後、PCVD法を用いて下地膜 504 を成膜する。ここでは下地膜 504 として、酸化窒化珪素膜を膜厚 100 nm 程度となるように成膜する。そして下地膜 504 を成膜した後、大気に曝さずに半導体膜 505 を形成する。半導体膜 505 の膜厚は 25 ~ 100 nm (好ましくは 30 ~ 60 nm) とする。なお半導体膜 505 は、非晶質半導体であっても良いし、多結晶半導体であっても良い。また半導体は珪素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができる。シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は 0.01 ~ 4.5 atomic% 程度であることが好ましい。

【0058】

次に図 3 (B) に示すように、半導体膜 505 を公知の技術により結晶化する。公知の結晶化方法としては、電熱炉を使用した熱結晶化方法、レーザ光を用いたレーザ結晶化方法、赤外光を用いたランプアニール結晶化方法がある。或いは特開平 7 - 130652 号公報で開示された技術に従って、触媒元素を用いる結晶化法を用いることもできる。

【0059】

また、なお予め多結晶半導体膜である半導体膜 505 を、スパッタ法、プラズマ CVD 法、熱 CVD 法などで形成するようにしても良い。

【0060】

本実施の形態ではレーザ結晶化により、半導体膜 505 を結晶化する。連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第 2 高調波 ~ 第 4 高調波のレーザ光を照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、代表的には、Nd:YVO₄レーザ (基本波 1064 nm) の第 2 高調波 (532 nm) や第 3 高調波 (355 nm) を用いるのが望ましい。具体的には、連続発振の YVO₄レーザから射出されたレーザ光を非線形光学素子により高調波に変換し、出力 10 W のレーザ光を得る。また非線形光学素子を用いて、高調波を射出する方法もある。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、半導体膜 505 に照射する。このときのエネルギー密度は 0.01 ~ 100 MW/cm² 程度 (好ましくは 0.1 ~ 10 MW/cm²) が必要である。そして、走査速度を 10 ~ 2000 cm/s 程度とし、照射する。

【0061】

なおレーザ結晶化は、連続発振の基本波のレーザ光と連続発振の高調波のレーザ光とを照射するようにしても良いし、連続発振の基本波のレーザ光とパルス発振の高調波のレーザ光とを照射するようにしても良い。

【0062】

なお、希ガスや窒素などの不活性ガス雰囲気中でレーザ光を照射するようにしても良い。これにより、レーザ光照射による半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。

【0063】

上述した半導体膜 505 へのレーザ光の照射により、結晶性がより高められた半導体膜 506 が形成される。次に、図 3 (C) に示すように半導体膜 506 をパターンニングし、島状の半導体膜 507、508 を形成し、該島状の半導体膜 507、508 を用いて TFT に代表される各種の半導体素子を形成する。なお本実施の形態では、下地膜 504 と島状の半導体膜 507、508 とが接しているが、半導体素子によっては、下地膜 504 と島状の半導体膜 507、508 との間に、電極や絶縁膜等が形成されていても良い。例えば半導体素子の 1 つであるボトムゲート型の TFT の場合、下地膜 504 と島状の半導体膜 507、508 との間に、ゲート電極とゲート絶縁膜が形成される。

【0064】

本実施の形態では、島状の半導体膜507、508を用いてトップゲート型のTFT509、510を形成する(図3(D))。具体的には、島状の半導体膜507、508を覆うようにゲート絶縁膜511を成膜する。そして、ゲート絶縁膜511上に導電膜を成膜し、パターニングすることで、ゲート電極512、513を形成する。そして、ゲート電極512、513や、あるいはレジストを成膜しパターニングしたものをマスクとして用い、島状の半導体膜507、508にn型を付与する不純物を添加し、ソース領域、ドレイン領域、さらにはLDD領域等を形成する。なおここではTFT509、510をn型とするが、p型のTFTの場合は、p型の導電性を付与する不純物を添加する。

【0065】

上記一連の工程によってTFT509、510を形成することができる。なおTFTの作製方法は、上述した工程に限定されない。

【0066】

次にTFT509、510を覆って第1の層間絶縁膜514を成膜する。そして、ゲート絶縁膜511及び第1の層間絶縁膜514にコンタクトホールを形成した後、コンタクトホールを介してTFT509、510と接続する端子515~518を、第1の層間絶縁膜514に接するように形成する。

【0067】

そして配線515に接するように、ITO等の透明導電膜を用い、液晶セルの画素電極540を作製する。そして画素電極540を覆って配向膜541を形成し、配向膜541にラビング処理を施す。なお、配線518の一部は配向膜541で覆われないように、エッチング等で露出させておく。

【0068】

次に、配向膜541に保護層521を形成する。保護層521は、後に第2の基板を貼り合わせたり剥離したりする際に、TFT509、510、配向膜541及び端子515~518の表面を保護する機能を有しており、第2の基板の剥離後に除去することが可能な材料を用いる。例えば、水またはアルコール類に可溶なエポキシ系、アクリレート系、シリコン系の樹脂を全面に塗布し、焼成することで保護層521を形成することができる。

【0069】

本実施の形態ではスピンコートで水溶性樹脂(東亜合成製:VL-WSHL10)を膜厚30 μ mとなるように塗布し、仮硬化させるために2分間の露光を行ったあと、UV光を裏面から2.5分、表面から10分、合計12.5分の露光を行って本硬化させて、保護層521を形成する(図3(E))。

【0070】

なお本実施の形態では、配向膜541を形成した後に保護層521を形成する例を示しているが、後の工程において保護層521を除去した後に、配向膜541を形成するようにしても良い。ただし、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解したり、密着性が高くなりすぎたりする恐れがある。よって、配向膜541を形成した後に保護層521を形成する場合、第1の層間絶縁膜514と保護層521に、同じ溶媒に可溶な有機樹脂を用いるときは、後の工程において保護層521の除去がスムーズに行なわれるように、第1の層間絶縁膜514を覆うように、なおかつ第1の層間絶縁膜514と端子515~518との間挟まれるように、無機絶縁膜(SiN_x膜、SiN_xO_y膜、AlN_x膜、またはAlN_xO_y膜)を形成しておくことが好ましい。

【0071】

次に、後の剥離を行ない易くするために、金属酸化膜503を結晶化させる。結晶化により、金属酸化膜503が粒界において割れやすくなり、脆性を高めることができる。本実施の形態では、420~550、0.5~5時間程度加熱処理を行ない、結晶化を行なった。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

次に、金属酸化膜 5 0 3 と酸化物膜 5 0 2 の間の密着性、または金属酸化膜 5 0 3 と金属膜 5 0 1 の間の密着性を部分的に低下させ、剥離開始のきっかけとなる部分を形成する処理を行なう。具体的には、剥離しようとする領域の周縁に沿って外部から局所的に圧力を加えて金属酸化膜 5 0 3 の層内または界面近傍の一部に損傷を与える。本実施の形態では、ダイヤモンドペンなどの硬い針を金属酸化膜 5 0 3 の端部近傍に垂直に押しつけ、そのまま荷重をかけた状態で金属酸化膜 5 0 3 に沿って動かす。好ましくは、スクライバー装置を用い、押し込み量を 0 . 1 mm ~ 2 mm とし、圧力をかけて動かせばよい。このように、剥離を行なう前に、剥離が開始されるきっかけとなるような、密着性の低下した部分を形成することで、後の剥離工程における不良を低減させることができ、歩留まり向上につながる。

10

【 0 0 7 3 】

次いで、両面テープ 5 2 2 を用い、保護層 5 2 1 に第 2 の基板 5 2 3 を貼り付け、さらに両面テープ 5 2 4 を用い、第 1 の基板 5 0 0 に第 3 の基板 5 2 5 を貼り付ける (図 4 (A)) 。なお両面テープではなく接着剤を用いてもよい。例えば紫外線によって剥離する接着剤を用いることで、第 2 の基板剥離の際に半導体素子にかかる負担を軽減させることができる。

【 0 0 7 4 】

第 3 の基板 5 2 5 を貼り付けることで、後の剥離工程で第 1 の基板 5 0 0 が破損するのを防ぐことができる。第 2 の基板 5 2 3 および第 3 の基板 5 2 5 としては、第 1 の基板 5 0 0 よりも剛性の高い基板、例えば石英基板、半導体基板を用いることが好ましい。

20

【 0 0 7 5 】

次いで、金属膜 5 0 1 と酸化物膜 5 0 2 とを物理的に引き剥がす。引き剥がしは、先の工程において、金属酸化膜 5 0 3 の金属膜 5 0 1 または酸化物膜 5 0 2 に対する密着性が部分的に低下した領域から開始する。

【 0 0 7 6 】

引き剥がしによって、金属膜 5 0 1 と金属酸化膜 5 0 3 の間で分離する部分と、酸化物膜 5 0 2 と金属酸化膜 5 0 3 の間で分離する部分と、金属酸化膜 5 0 3 自体が双方に分離する部分とが生じる。そして第 2 の基板 5 2 3 側に半導体素子 (ここでは T F T 5 0 9 、 5 1 0) が、第 3 の基板 5 2 5 側に第 1 の基板 5 0 0 及び金属膜 5 0 1 が、それぞれ貼り付いたまま分離する。引き剥がしは比較的小さな力 (例えば、人間の力、ノズルから吹付けられるガスの風圧、超音波等) で行なうことができる。剥離後の状態を図 4 (B) に示す。

30

【 0 0 7 7 】

次に接着剤 5 2 6 で、樹脂 5 3 3 上に設けられた第 1 の偏光板 5 2 7 と、部分的に金属酸化膜 5 0 3 が付着している酸化物層 5 0 2 とを接着する (図 4 (C)) 。この接着の際に、両面テープ 5 2 2 による第 2 の基板 5 2 3 と保護層 5 2 1 との間の密着力よりも、接着剤 5 2 6 による酸化物層 5 0 2 と第 1 の偏光板 5 2 7 との間の密着力の方が高くなるように、接着剤 5 2 6 の材料を選択することが重要である。

【 0 0 7 8 】

なお、金属酸化膜 5 0 3 が酸化物膜 5 0 2 の表面に残存していると、第 1 の偏光板 5 2 7 との密着性が悪くなる場合があるので、完全にエッチング等で除去してから第 1 の偏光板に接着させ、密着性を高めるようにしても良い。

40

【 0 0 7 9 】

また、半導体素子 5 0 9 、 5 1 0 を薄膜回路に用いる場合、必ずしも半導体素子 5 0 9 、 5 1 0 を第 1 の偏光板 5 2 7 と重なる位置に貼りつけなくとも良い。

【 0 0 8 0 】

接着剤 5 2 6 としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤が挙げられる。さらに好ましくは、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムからなる粉末、またはフィラーを含

50

せて接着剤 5 2 6 も高い熱伝導性を備えていることが好ましい。

【 0 0 8 1 】

また 5 3 0 は素子基板 5 3 4 上に形成された配線であり、配線 5 3 0 は、例えば銅にはんだ、金またはスズをメッキすることで形成されている。

【 0 0 8 2 】

次に図 5 (A) に示すように、保護層 5 2 1 から両面テープ 5 2 2 と第 2 の基板 5 2 3 を順に、または同時に剥がす。なお、接着剤 5 2 6 として紫外線硬化型接着剤を用い、両面テープ 5 2 2 に紫外線によって剥離するテープまたは接着剤を用いることで、紫外線照射により両面テープ 5 2 2 の剥離と接着剤 5 2 6 の硬化を同時に行なうことができる。

【 0 0 8 3 】

そして図 5 (B) に示すように保護層 5 2 1 を除去する。ここでは保護層 5 2 1 に水溶性の樹脂が使われているので、水に溶かして除去する。保護層 5 2 1 が残留していると不良の原因となる場合は、除去後の表面に洗浄処理や O_2 プラズマ処理を施し、残留している保護層 5 2 1 の一部を除去することが好ましい。

【 0 0 8 4 】

なお本実施の形態では、金属膜 5 0 1 としてタングステンを用いているが、本発明において金属膜はこの材料に限定されない。その表面に金属酸化膜 5 0 3 が形成され、該金属酸化膜 5 0 3 を結晶化することで基板を引き剥がすことができるような金属を含む材料であれば良い。例えば、タングステンの他、TiN、WN、Mo 等を用いることができる。またこれらの合金を金属膜として用いる場合、その組成比によって結晶化の際の加熱処理の最適な温度が異なる。よって組成比を調整することで、半導体素子の作製工程にとって妨げとならない温度で加熱処理を行なうことができ、半導体素子のプロセスの選択肢が制限されにくい。

【 0 0 8 5 】

次に、図 6 に示すように液晶セルを作製する。

【 0 0 8 6 】

保護層 5 2 1 を除去した後、別途形成しておいた対向基板 5 4 2 を、シール材 5 4 3 を用いて貼り合わせる。シール材にはフィラーが混入されていても良い。対向基板 5 4 2 は、その厚さが数百 μm 程度であり、透明導電膜からなる対向電極 5 4 3 と、ラビング処理が施された配向膜 5 4 4 が形成されている。なおこれらに加えて、カラーフィルタや、ディスクリネーションを防ぐためのブラックマトリクス（遮蔽膜）などが形成されていても良い。また、第 2 の偏光板 5 4 5 を、対向基板 5 4 2 の対向電極 5 4 3 が形成されている面とは逆の面に、貼り合わせておく。

【 0 0 8 7 】

そして液晶 5 4 6 を注入して封止し、パネル 5 5 0 が完成する。なお、液晶の注入はディスペンサ式でもディップ式でも良い。またセルギャップを確保するために、スペーサを画素電極 5 4 0 と対向電極 5 4 3 との間に設けても良い。端子 5 1 8 と、素子基板 5 3 4 に設けられた配線 5 3 0 とを、ワイヤボンディング法等を用いて、電気的に接続することで、液晶表示装置が完成する。

【 0 0 8 8 】

次に、図 3 ~ 図 6 に示した方法とは異なる、本発明の液晶表示装置の作製方法について述べる。なお、半導体素子として TFT を例に挙げて示すが、薄膜回路とパネルに含まれる半導体素子はこれに限定されず、あらゆる回路素子を用いることができる。例えば、TFT の他に、記憶素子、ダイオード、光電変換素子、抵抗素子、コイル、容量素子、インダクタなどが代表的に挙げられる。

【 0 0 8 9 】

まず図 7 (A) に示すように、スパッタ法を用いて第 1 の基板 1 5 0 0 上に金属膜 1 5 0 1 を成膜する。ここでは金属膜 1 5 0 1 にタングステンを用い、膜厚を 1 0 nm ~ 2 0 0 nm、好ましくは 5 0 nm ~ 7 5 nm とする。なお本実施の形態では第 1 の基板 1 5 0 0 上に直接金属膜 1 5 0 1 を成膜するが、例えば酸化珪素、窒化珪素、窒化酸化珪素等の

10

20

30

40

50

絶縁膜で第1の基板1500を覆ってから、金属膜1501を成膜するようにしても良い。

【0090】

そして金属膜1501の成膜後、大気に曝すことなく絶縁膜を構成する酸化物膜1502を、積層するように成膜する。ここでは酸化物膜1502として酸化珪素膜を膜厚150nm~300nmとなるように成膜する。なお、スパッタ法を用いる場合、第1の基板1500の端面にも成膜が施される。そのため、後の工程における剥離の際に、酸化物膜1502が第1の基板1500側に残ってしまうのを防ぐために、端面に成膜された金属膜1501と酸化物膜1502とをO₂アッシングなどで選択的に除去することが好ましい。

10

【0091】

また酸化物膜1502の成膜の際に、スパッタの前段階としてターゲットと基板との間をシャッターで遮断してプラズマを発生させる、プレスパッタを行なう。プレスパッタはArを10sccm、O₂をそれぞれ30sccmの流量とし、第1の基板1500の温度を270℃、成膜パワーを3kWの平行状態に保って行なう。プレスパッタにより、金属膜1501と酸化物膜1502の間に極薄い数nm（ここでは3nm）程度の金属酸化膜1503が形成される。金属酸化膜1503は、金属膜1501の表面が酸化することで形成される。よって本実施の形態では、金属酸化膜1503は酸化タングステンで形成される。

【0092】

20

なお本実施の形態では、プレスパッタにより金属酸化膜1503を形成しているが、本発明はこれに限定されない。例えば酸素、または酸素にAr等の不活性ガスを添加し、プラズマにより意図的に金属膜1501の表面を酸化し、金属酸化膜1503を形成するようにしても良い。

【0093】

次に酸化物膜1502を成膜した後、PCVD法を用いて絶縁膜を構成する下地膜1504を成膜する。ここでは下地膜1504として、酸化窒化珪素膜を膜厚100nm程度となるように成膜する。そして下地膜1504を成膜した後、大気に曝さずに半導体膜1505を形成する。半導体膜1505の膜厚は25~100nm（好ましくは30~60nm）とする。なお半導体膜1505は、非晶質半導体であっても良いし、多結晶半導体

30

【0094】

次に、半導体膜1505を公知の技術により結晶化する。公知の結晶化方法としては、電熱炉を使用した熱結晶化方法、レーザ光を用いたレーザ結晶化法、赤外光を用いたランブアニール結晶化法がある。或いは特開平7-130652号公報で開示された技術に従って、触媒元素を用いる結晶化法を用いることもできる。

【0095】

本実施の形態ではレーザ結晶化により、半導体膜1505を結晶化する。レーザ結晶化の前に、半導体膜のレーザに対する耐性を高めるために、500℃~1時間の熱アニールを該半導体膜に対して行なう。本実施の形態では、この加熱処理によって、金属酸化膜1503の脆性が高められ、後の第1の基板1500の剥離が行ない易くなる。結晶化により、金属酸化膜1503が粒界において割れやすくなり、脆性を高めることができる。本実施の形態の場合、金属酸化膜1503の結晶化は420℃~550℃、0.5~5時間程度の加熱処理が望ましい。

40

【0096】

そして連続発振が可能な固体レーザを用い、基本波の第2高調波~第4高調波のレーザ光を照射することで、大粒径の結晶を得ることができる。例えば、代表的には、Nd:YVO₄レーザ（基本波1064nm）の第2高調波（532nm）や第3高調波（355nm）

50

を用いるのが望ましい。具体的には、連続発振の YVO_4 レーザから射出されたレーザ光を非線形光学素子により高調波に変換し、出力10Wのレーザ光を得る。また非線形光学素子を用いて、高調波を射出する方法もある。そして、好ましくは光学系により照射面にて矩形状または楕円形状のレーザ光に成形して、半導体膜1505に照射する。このときのエネルギー密度は $0.01 \sim 100 \text{ MW/cm}^2$ 程度（好ましくは $0.1 \sim 10 \text{ MW/cm}^2$ ）が必要である。そして、走査速度を $10 \sim 2000 \text{ cm/s}$ 程度のとし、照射する。

【0097】

なおレーザ結晶化は、連続発振の基本波のレーザ光と連続発振の高調波のレーザ光とを照射するようにしても良いし、連続発振の基本波のレーザ光とパルス発振の高調波のレーザ光とを照射するようにしても良い。

10

【0098】

なお、希ガスや窒素などの不活性ガス雰囲気中でレーザ光を照射するようにしても良い。これにより、レーザ光照射による半導体表面の荒れを抑えることができ、界面準位密度のばらつきによって生じる閾値のばらつきを抑えることができる。

【0099】

上述した半導体膜1505へのレーザ光の照射により、結晶性がより高められる。なお、なお予め多結晶半導体膜である半導体膜1505を、スパッタ法、プラズマCVD法、熱CVD法などで形成するようにしても良い。

【0100】

20

次に、図7(B)に示すように半導体膜1505をパターンングし、島状の半導体膜1507、1508を形成し、該島状の半導体膜1507、1508を用いてTFTに代表される各種の半導体素子を形成する。なお本実施の形態では、下地膜1504と島状の半導体膜1507、1508とが接しているが、半導体素子によっては、下地膜1504と島状の半導体膜1507、1508との間に、電極や絶縁膜等が形成されていても良い。例えば半導体素子の1つであるボトムゲート型のTFTの場合、下地膜1504と島状の半導体膜1507、1508との間に、ゲート電極とゲート絶縁膜が形成される。

【0101】

本実施の形態では、島状の半導体膜1507、1508を用いてトップゲート型のTFT1509、1510を形成する（図7(C)）。具体的には、島状の半導体膜1507、1508を覆うようにゲート絶縁膜1511を成膜する。そして、ゲート絶縁膜1511上に導電膜を成膜し、パターンングすることで、ゲート電極1512、1513を形成する。そして、ゲート電極1512、1513や、あるいはレジストを成膜しパターンングしたものをマスクとして用い、島状の半導体膜1507、1508にn型を付与する不純物を添加し、ソース領域、ドレイン領域、さらにはLDD領域等を形成する。なおここではTFT1509、1510を共にn型とするが、p型のTFTの場合は、p型の導電性を付与する不純物を添加する。

30

【0102】

上記一連の工程によってTFT1509、1510を形成することができる。なおTFTの作製方法は、上述した工程に限定されない。

40

【0103】

次にTFT1509、1510を覆って、第1の層間絶縁膜1514を成膜する。そして、ゲート絶縁膜1511及び第1の層間絶縁膜1514にコンタクトホールを形成した後、コンタクトホールを介してTFT1509、1510と接続する端子1515～1518を、第1の層間絶縁膜1514に接するように形成する。

【0104】

液晶表示装置の画素部のスイッチング素子として用いられるTFT1510は、端子1518と電氣的に接続されている。次にITO等の透明導電膜を用い、端子1518に接するように液晶セルの画素電極1550を作製する。そして絶縁膜を用いたスペーサ1519を形成する。次に、画素電極1550、端子1518及びスペーサ1519を覆って

50

配向膜 1 5 2 0 を成膜し、ラビング処理を施す。なお配向膜 1 5 2 0 は薄膜回路と重なるように形成しておいても良い。

【 0 1 0 5 】

次に、液晶を封止するためのシール材 1 5 2 1 を形成する。そして図 8 (A) に示すように、シール材 1 5 2 1 で囲まれた領域に液晶 1 5 2 2 を滴下する。そして、別途形成しておいた対向基板 1 5 2 3 を、シール材 1 5 2 1 を用いて貼り合わせる。図 8 (B) に、対向基板 1 5 2 3 を貼り合わせた後の様子を示す。シール材 1 5 2 1 にはフィラーが混入されていても良い。対向基板 1 5 2 3 の厚さは数百 μm 程度であり、透明導電膜からなる対向電極 1 5 2 4 と、ラビング処理が施された配向膜 1 5 2 6 が形成されている。なおこれらに加えて、カラーフィルタや、ディスクリネーションを防ぐための遮蔽膜などが形成されていても良い。また、偏光板 1 5 2 7 を、対向基板 1 5 2 3 の対向電極 1 5 2 4 が形成されている面の逆の面に、貼り合わせておく。

10

【 0 1 0 6 】

対向電極 1 5 2 4 と液晶 1 5 2 2 と画素電極 1 5 5 0 とが重なる部分が、液晶セル 1 5 2 8 に相当する。液晶セル 1 5 2 8 が完成したら、パネル 1 5 2 9 が完成する。なお本実施の形態では薄膜回路 1 5 3 0 と対向基板 1 5 2 3 とを重ねていないが、敢えて対向基板 1 5 2 3 と薄膜回路 1 5 3 0 とを重ねるようにしても良い。その場合、液晶表示装置の機械的強度を高めるために、対向基板と薄膜回路との間に絶縁性を有する樹脂を充填させるようにしても良い。

【 0 1 0 7 】

20

なお本実施の形態ではディスペンサ式（滴下式）を用いて液晶を封入しているが、本発明はこれに限定されない。対向基板を貼り合わせてから毛細管現象を用いて液晶を封入するディップ式（汲み上げ式）を用いていても良い。

【 0 1 0 8 】

次に図 9 (A) に示すように、薄膜回路 1 5 3 0 及びパネル 1 5 2 9 と覆って保護層 1 5 3 1 を形成する。保護層 1 5 3 1 は、後に第 2 の基板 1 5 3 3 を貼り合わせたり剥離したりする際に、薄膜回路 1 5 3 0 及びパネル 1 5 2 9 を保護することができ、なおかつ第 2 の基板 1 5 3 3 の剥離後に除去することが可能な材料を用いる。例えば、水またはアルコール類に可溶なエポキシ系、アクリレート系、シリコン系の樹脂を全面に塗布することで保護層 1 5 3 1 を形成することができる。

30

【 0 1 0 9 】

本実施の形態ではスピンコートで水溶性樹脂（東亜合成製：VL - WSHL 1 0）を膜厚 3 0 μm となるように塗布し、仮硬化させるために 2 分間の露光を行ったあと、UV 光を裏面から 2 . 5 分、表面から 1 0 分、合計 1 2 . 5 分の露光を行って本硬化させて、保護層 1 5 3 1 を形成する。

【 0 1 1 0 】

なお、複数の有機樹脂を積層する場合、有機樹脂同士では使用している溶媒によって塗布または焼成時に一部溶解したり、密着性が高くなりすぎたりする恐れがある。従って、第 1 の層間絶縁膜 1 5 1 4 と保護層 1 5 3 1 を共に同じ溶媒に可溶な有機樹脂を用いる場合、後の工程において保護層 1 5 3 1 の除去がスムーズに行なわれるように、第 1 の層間絶縁膜 1 5 1 4 を覆うように、無機絶縁膜（ SiN_x 膜、 SiN_xO_y 膜、 AlN_x 膜、または AlN_xO_y 膜）を形成しておくことが好ましい。

40

【 0 1 1 1 】

次に、金属酸化膜 1 5 0 3 と酸化物膜 1 5 0 2 の間の密着性、または金属酸化膜 1 5 0 3 と金属膜 1 5 0 1 の間の密着性を部分的に低下させ、剥離開始のきっかけとなる部分を形成する処理を行なう。具体的には、剥離しようとする領域の周縁に沿って外部から局所的に圧力を加えて金属酸化膜 1 5 0 3 の層内または界面近傍の一部に損傷を与える。本実施の形態では、ダイヤモンドペンなどの硬い針を金属酸化膜 1 5 0 3 の端部近傍に垂直に押しつけ、そのまま荷重をかけた状態で金属酸化膜 1 5 0 3 に沿って動かす。好ましくは、スクライバー装置を用い、押し込み量を 0 . 1 mm ~ 2 mm とし、圧力をかけて動かす

50

ばよい。このように、剥離を行なう前に、剥離が開始されるきっかけとなるような、密着性の低下した部分を形成することで、後の剥離工程における不良を低減させることができ、歩留まり向上につながる。

【0112】

次いで、両面テープ1532を用い、保護層1531に第2の基板1533を貼り付け、さらに両面テープ1534を用い、第1の基板1500に第3の基板1535を貼り付ける。なお両面テープではなく接着剤を用いてもよい。例えば紫外線によって剥離する接着剤を用いることで、第2の基板1533剥離の際に半導体素子にかかる負担を軽減させることができる。第3の基板1535は、後の剥離工程で第1の基板1500が破損することを防ぐために貼り合わせる。第2の基板1533および第3の基板1535としては、第1の基板1500よりも剛性の高い基板、例えば石英基板、半導体基板を用いることが好ましい。

10

【0113】

次いで、金属膜1501と酸化物膜1502とを物理的に引き剥がす。引き剥がしは、先の工程において、金属酸化膜1503の金属膜1501または酸化物膜1502に対する密着性が部分的に低下した領域から開始する。

【0114】

引き剥がしによって、金属膜1501と金属酸化膜1503の間で分離する部分と、酸化物膜1502と金属酸化膜1503の間で分離する部分と、金属酸化膜1503自体が双方に分離する部分とが生じる。そして第2の基板1533側に半導体素子（ここではTFT1509、1510）が、第3の基板1535側に第1の基板1500及び金属膜1501が、それぞれ貼り付いたまま分離する。引き剥がしは比較的小さな力（例えば、人間の力、ノズルから吹付けられるガスの風圧、超音波等）で行なうことができる。剥離後の状態を図9（B）に示す。

20

【0115】

次に、接着剤1539で素子基板1540と、部分的に金属酸化膜1503が付着している酸化物層1502とを接着する（図10）。この接着の際に、両面テープ1532による第2の基板1533と保護層1531との間の密着力よりも、接着剤1539による酸化物層1502と素子基板1540との間の密着力の方が高くなるように、接着剤1539の材料を選択することが重要である。

30

【0116】

接着剤1539としては、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、紫外線硬化型接着剤等の光硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤が挙げられる。さらに好ましくは、銀、ニッケル、アルミニウム、窒化アルミニウムからなる粉末、またはフィラーを含ませて接着剤1539も高い熱伝導性を備えていることが好ましい。

【0117】

なお、金属酸化膜1503が酸化物膜1502の表面に残存していると、素子基板1540との密着性が悪くなる場合があるので、完全にエッチング等で除去してからプリント配線基板に接着させ、密着性を高めるようにしても良い。

【0118】

40

次に図10に示すように、保護層1531から両面テープ1532と第2の基板1533を順に、または同時に剥がす。なお、接着剤1539として紫外線硬化型接着剤を用い、両面テープ1532に紫外線によって剥離するテープまたは接着剤を用いることで、紫外線照射により両面テープ1532の剥離と接着剤1539の硬化を同時に行なうことができる。

【0119】

そして図11（A）に示すように保護層1531を除去する。ここでは保護層1531に水溶性の樹脂が使われているので、水に溶かして除去する。保護層1531が残留していると不良の原因となる場合は、除去後の表面に洗浄処理やO₂プラズマ処理を施し、残留している保護層1531の一部を除去することが好ましい。

50

【 0 1 2 0 】

次に、端子 1 5 1 8 と、素子基板 1 5 4 0 に設けられた配線 1 5 5 1 とを、ワイヤボンディング法を用いて、配線 1 5 5 2 で電氣的に接続することで、液晶表示装置が完成する。配線 1 5 5 1 は、例えば銅にはんだ、金またはスズをメッキすることで形成することができる。なお端子 1 5 1 8 と配線 1 5 5 1 とを接続するタイミングはこれに限定されない。

【 0 1 2 1 】

この状態で液晶表示装置を完成としても良いが、本実施の形態では、さらに液晶表示装置を封止材で封止することで、機械的強度を高める。

【 0 1 2 2 】

図 1 1 (B) に示すように、薄膜回路 1 5 3 0 及びパネル 1 5 2 9 を樹脂 1 5 4 2 で覆い、薄膜回路 1 5 3 0 及びパネル 1 5 2 9 を保護するためのカバー材 1 5 4 3 を設ける。またカバー材 1 5 4 3 は必ずしも設ける必要はなく、そのまま素子基板 1 5 4 0 を封止材で封止するようにしても良い。

【 0 1 2 3 】

液晶表示装置の封止には一般的に用いられている材料を使用することができ、例えばポリエステル、アクリル酸、ポリ酢酸ビニル、プロピレン、塩化ビニル、アクリロニトリル、ブタジエンスチレン樹脂、ポリエチレンテレフタレート等の高分子材料を用いることが可能である。なお封止の際、液晶表示装置の画素部を露出させるか、画素部からの光が透過するように、樹脂 1 5 4 2 やカバー材 1 5 4 3 の材料を適宜選択するようにする。

【 0 1 2 4 】

封止材で封止することにより、液晶表示装置の機械的強度を高めたり、液晶表示装置から発生した熱を放熱したり、液晶表示装置の外部からの隣接する回路からの電磁ノイズを遮ったりすることができる。

【 0 1 2 5 】

なお素子基板 1 5 4 0、カバー材 1 5 4 3、対向基板 1 5 2 3 はプラスチック基板を用いることができる。プラスチック基板としては、極性基のついたノルボルネン樹脂からなる ARTON : JSR 製を用いることができる。また、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリエチレンナフタレート (PEN)、ポリカーボネート (PC)、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン (PEEK)、ポリスルホン (PSF)、ポリエーテルイミド (PEI)、ポリアリレート (PAR)、ポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリイミドなどのプラスチック基板を用いることができる。素子基板 1 5 4 0 は液晶表示装置において発生した熱を拡散させるために、2 ~ 3 0 W / m K 程度の高い熱伝導率を有するのが望ましい。

【 0 1 2 6 】

なお本実施の形態では、金属膜 1 5 0 1 としてタングステンをを用いているが、本発明において金属膜はこの材料に限定されない。その表面に金属酸化膜 1 5 0 3 が形成され、該金属酸化膜 1 5 0 3 を結晶化することで基板を引き剥がすことができるような金属を含む材料であれば良い。例えば、タングステンの他、TiN、WN、Mo等を用いることができる。またこれらの合金を金属膜として用いる場合、その組成比によって結晶化の際の加熱処理の最適な温度が異なる。よって組成比を調整することで、半導体素子の作製工程にとって妨げとならない温度で加熱処理を行なうことができ、半導体素子のプロセスの選択肢が制限されにくい。

【 0 1 2 7 】

なお、LED駆動用薄膜回路に用いられる半導体素子も、上述した半導体素子の作製方法を参照して作製することができる。

【 0 1 2 8 】

なお、発光ダイオードを覆っている樹脂の材料は、第 1 の基板、第 2 の基板、接着剤の硬化方法に合わせて適宜選択するのが望ましい。

【 0 1 2 9 】

次に、素子基板上に形成された配線と、薄膜回路またはＬＥＤ駆動用薄膜回路を、ワイヤボンディング法ではなくフリップチップ法を用いて電氣的に接続した例について説明する。

【 0 1 3 0 】

図１２（Ａ）に、溶剤ボールが設けられている薄膜回路またはＬＥＤ駆動用薄膜回路の断面図を示す。

【 0 1 3 1 】

図１２（Ａ）では、半導体素子３０１と素子基板上の配線とを、溶剤ボール３０２で電氣的に接続する。溶剤ボール３０２は、半導体素子３０１の素子基板側に設けられており、半導体素子３０１に電氣的に接続された電極３０３に接続されている。電極３０３は、半導体素子３０１がＴＦＴである場合、該ＴＦＴのゲート電極と同じの導電膜から形成されていても良い。

10

【 0 1 3 2 】

次に図１２（Ｂ）に、フリップチップ法を用いて半導体素子が積層されている、薄膜回路またはＬＥＤ駆動用薄膜回路の断面図を示す。図１２（Ｂ）では、２つの層に形成された半導体素子３１０、３１１が積層されている。そして素子基板に形成された配線と、半導体素子３１０との電氣的な接続は、溶剤ボール３１２を用いて行なわれている。また、半導体素子３１１と半導体素子３１０との電氣的な接続は、溶剤ボール３１３を用いて行なわれている。

20

【 0 1 3 3 】

次に図１２（Ｃ）に、図１２（Ａ）の場合とは半導体素子の向きが逆になるように、素子基板上に形成された配線と溶剤ボールとを接続する例を示す。図１２（Ｃ）では、半導体素子３２０に直接接続された配線３２１に溶剤ボール３２２を接続するように形成している。

【 0 1 3 4 】

なおフリップチップ法の場合、接続するべき配線の数が増加しても、ワイヤボンディング法に比べて、比較的配線間のピッチを広く確保することができるので、薄膜回路またはＬＥＤ駆動用薄膜回路と、配線との接続数が多い場合に有効である。

【 0 1 3 5 】

溶剤ボールと、素子基板上の配線との接続は、熱圧着や、超音波による振動を加えた熱圧着等様々な方法を用いることができる。なお、アンダーフィルが圧着後の溶剤ボール間の隙間を埋めるようにし、接続部分の機械的強度や、薄膜回路で発生した熱の拡散などの効率を高めるようにしても良い。アンダーフィルは必ずしも用いる必要はないが、素子基板と半導体素子の熱膨張係数のミスマッチから生ずる応力により、接続不良が起こるのを防ぐことができる。超音波を加えて圧着する場合、単に熱圧着する場合に比べて接続不良を抑えることができる。特に、接続するバンプが３００程度よりも多い場合に有効である。

30

【 0 1 3 6 】

図１２（Ａ）～図１２（Ｃ）を組み合わせることで、素子基板に形成された配線と、薄膜回路またはＬＥＤ駆動用薄膜回路とを、様々な形態で電氣的に接続することができる。またフリップチップ法と、ワイヤボンディング法とを組み合わせで接続することも可能である。

40

【 0 1 3 7 】

なお本実施の形態では、アクティブマトリクス型の液晶表示装置について説明したが、本発明はパッシブマトリクス型の液晶表示装置であってもよい。

【 0 1 3 8 】

本発明は上記構成によって、機械的強度が損なわれることなく液晶表示装置を飛躍的に薄くすることができ、また軽量化することができる。そして本発明の液晶表示装置を電子機器に用いることで、ＩＣに用いるスペースをより広く確保することができ、電子機器の

50

軽量化または小型化を妨げることなく高機能化を実現することができる。特に携帯用電子機器の場合、軽量化、小型化することで使い勝手が飛躍的に良くなるため、本発明の液晶表示装置を用いることは非常に有用である。また逆に、本発明では液晶表示装置の画素部のサイズをより大きくしても、従来のガラス基板を用いた液晶表示装置と同程度の重量とすることができる。

【実施例１】

【０１３９】

本実施例では、電子カードに代表されるカードに、本発明の液晶表示装置を用いた場合について説明する。

【０１４０】

図１３を用いて、本実施例の電子カードの構成について説明する。図１３（Ａ）に、パネルが完成した時点での、素子基板４０１の断面図を示す。また図１３（Ｂ）は、図１３（Ａ）に示した素子基板の上面図に相当し、図１３（Ｂ）のＡ－Ａ'における断面図が図１３（Ａ）に相当する。

【０１４１】

図１３（Ａ）、図１３（Ｂ）に示す素子基板４０１は、凹部４０２を有しており、該凹部４０２内にＬＥＤ４０３が１つまたは複数設けられている。また凹部４０２には、ＬＥＤ駆動用薄膜回路４０４が設けられており、ＬＥＤ４０３とＬＥＤ駆動用薄膜回路４０４とが共に樹脂４０７によって覆われている。

【０１４２】

４１５はパネル、４１１は薄膜回路であり、ともに別途形成され、素子基板４０１上に貼り合わされている。薄膜回路４１１はアンテナコイル４０６を有している。そして、素子基板４０１上に形成された配線４０５がアンテナコイル４０６と電気的に接続されている。

【０１４３】

図１３（Ｃ）に、電子カードが完成した時点での、本発明の液晶表示装置の断面図を示す。図１３（Ｄ）は、図１３（Ｃ）に示した状態の液晶表示装置の上面図に相当し、図１３（Ｄ）のＢ－Ｂ'における断面図が図１３（Ｃ）に相当する。

【０１４４】

図１３（Ｃ）、図１３（Ｄ）に示す電子カードは、素子基板４０１上に形成されたパネル４１５や薄膜回路４１１が、樹脂４２２で封止するようにカバー材４２０で覆われている。そして本実施例では、カバー材４２０のうちパネル４１５と重なる部分４２１において、パネル４１５からの光が透過するようになっている。なお本発明はこれに限定されず、パネル以外の部分も光が透過するような材料で、カバー材を形成していてもよい。

【０１４５】

なお本実施の形態では、アンテナコイルを用いて電磁誘導により信号や電源電圧の供給を行なうことができる電子カードの構成について説明したが、発光素子や光センサ等を用いて光により信号や電源電圧の供給を行なう電子カードであってもよい。また電子カードは非接触型に限定されず、端末装置との間で、端子を介して直接信号のやり取りを行なう接触型の電子カードであってもよい。

【０１４６】

電子カードは、キャッシュカード、クレジットカード、プリペイドカード、身分証明書 の代わりになるようなＩＤカード、定期券、など様々な用途に用いられる。本発明の液晶表示装置を搭載することで、電子カード内のデータを画素部に表示することが可能になり、また顔写真を表示することで、本人認証の確実性を高めることができる。顔写真を証明写真の代わりに用いるのならば、少なくともＱＶＧＡ（３２０×２４０）程度の解像度が 必要であると考えられる。

【実施例２】

【０１４７】

図１４に、大型の素子基板から複数の液晶表示装置を作製する方法について説明する。

【 0 1 4 8 】

図 1 4 (A) に示すように、大型の素子基板 6 0 1 を用いる場合、それぞれの液晶表示装置に対応するエリア 6 0 2 に、凹部 6 0 3 を複数設ける。そして各凹部 6 0 3 に L E D 6 0 4 を設ける。そして、L E D 6 0 4 に電氣的に接続される配線、L E D 駆動用薄膜回路、反射膜等（全て図示せず）を設けたあと、各凹部 6 0 3 に図 1 4 (B) に示すように、樹脂 6 0 5 を充填する。

【 0 1 4 9 】

そして実施の形態において示した方法に従って、パネルや薄膜回路を形成し、ダイシングすることで、複数の液晶表示装置を 1 つの素子基板から作製することができる。ダイシングのタイミングは、パネルや薄膜回路を形成する前でも、形成した後でも、いずれの工程においても行なうことができる。

10

【実施例 3】

【 0 1 5 0 】

本実施例では、L E D を素子基板上に設けた配線と直接接続するのではなく、L E D をフレキシブルプリント配線基板（F P C）に接続し、該 F P C を素子基板上の配線に接続する例について説明する。

【 0 1 5 1 】

図 1 5 (A) に、L E D が接続された F P C の上面図を示す。L E D 7 0 1 はプラスチックフィルム 7 0 3 によって挟まれたリード 7 0 2 と接続されている。そして、リード 7 0 2 に接続されている端子 7 0 4 は、プラスチックフィルム 7 0 3 に覆われず、露出している。

20

【 0 1 5 2 】

図 1 5 (B) に、素子基板 7 0 6 が有する凹部 7 0 5 に、図 1 5 (A) に示した L E D 7 0 1 を貼り付けた様子を示す。また図 1 5 (C) に、図 1 5 (B) に示した素子基板 7 0 6 の裏側の面を示す。

【 0 1 5 3 】

素子基板 7 0 6 において、凹部 7 0 5 が設けられた面の裏面には、配線 7 0 7 が設けられている。そして、凹部 7 0 5 に設けられた L E D 7 0 1 と、配線 7 0 7 とは、リード 7 0 2 によって電氣的に接続されている。

【 0 1 5 4 】

30

素子基板 7 0 6 の配線 7 0 7 が設けられている面には、凹部 7 1 0 が設けられている。凹部 7 0 5 と凹部 7 1 0 が設けられている領域は、素子基板 7 0 6 の強度を考慮すると、互いに重ならないようにする方が望ましい。そして凹部 7 1 0 には太陽電池 7 0 8 と、該太陽電池 7 0 8 の駆動を制御するための駆動回路 7 0 9 が設けられており、配線 7 0 7 は駆動回路 7 0 9 と電氣的に接続されている。

【 0 1 5 5 】

このように、F P C を用いることで、素子基板の両方の面に形成された素子を互いに電氣的に接続することが容易になる。よって、素子基板を無駄なく活用することができる。

【 0 1 5 6 】

図 1 5 (D) に、凹部 7 0 5 の破線 A - A ' における断面図を示す。凹部 7 0 5 には、その表面に金属の反射膜 7 1 1 が成膜されている。本実施例では、反射膜 7 1 1 を腐食させたり、金剛砂等で表面を研磨するサンドブラスト加工をしたりすることで、表面に微細な凹凸を設けることで光を乱反射させ、L E D からの光を均一に画素部に照射しやすくすることができる。

40

【実施例 4】

【 0 1 5 7 】

本実施例では、凹部を有する素子基板の形成の仕方について説明する。

【 0 1 5 8 】

図 1 6 (A) に、開口部 8 0 3 を有するプラスチック基板 8 0 1 と、平坦なプラスチック基板 8 0 2 を 2 枚示す。このプラスチック基板 8 0 1、8 0 2 を貼り合わせることで、

50

開口部 803 が平坦なプラスチック基板 802 と重なる領域に、凹部 804 を有する素子基板 805 が形成される。

【実施例 5】

【0159】

本実施例では、本発明の液晶表示装置を用いた電子カードに、エリアセンサを設けた例について示す。

【0160】

図 17 (A) に、画像の表示だけではなく、エリアセンサとしても機能する画素部 910 に、指を押し当てている図を示す。そして図 17 (B) に、図 17 (A) に示した画素部 910 の、断面図を示す。

10

【0161】

図 17 (B) に示すように、素子基板 901 には凹部 905 が設けられており、凹部 905 の表面には反射膜 902 が設けられている。また凹部 905 には LED 903 が設けられており、該 LED 903 は樹脂 904 によって覆われている。

【0162】

また素子基板 901 上には、液晶 907 に電圧を印加するための TFT 906 と、フォトダイオード 908 が設けられている。TFT 906 と、フォトダイオード 908 は、共に別途異なる基板上に形成された後、剥離され、素子基板 901 上に貼り合わされている。

【0163】

そして、LED 903 から発せられた光が被写体である指 911 において反射し、フォトダイオード 908 に照射することで、指 911 の画像のデータを取得することができる。

20

【実施例 6】

【0164】

本発明の液晶表示装置は様々な電子機器に用いることが可能であるが、特に携帯用の電子機器の場合、軽量化、小型化することで使い勝手が飛躍的に良くなるため、本発明の液晶表示装置を用いることは非常に有用である。

【0165】

図 18 (A) はシート型の携帯電話であり、本体 2101、表示部 2103、音声入力部 2104、音声出力部 2105、スイッチ 2106、外部接続ポート 2107 等を含む。外部接続ポート 2107 を介して、別途用意したイヤホン 2108 を接続することができる。表示部 2103 には、センサを備えたタッチパネル式の、本発明の液晶表示装置が用いられており、表示部 2103 に表示されたタッチパネル式操作キー 2109 に触れることで、一連の操作を行なうことができる。また本発明の液晶表示装置が有する薄膜回路は、本体 2101 内に設けられた各種信号処理回路として用いることができる。

30

【0166】

図 18 (B) は電子ブックであり、本体 2201、表示部 2202、操作キー 2203 等を含む。またモデムが本体 2201 に内蔵されていても良い。表示部 2202 には本発明の液晶表示装置が用いられている。また本発明の液晶表示装置の薄膜回路は、各種信号処理回路として用いることができる。

40

【0167】

図 18 (C) は腕時計であり、本体 2301、表示部 2302、留具 2303 等を含む。表示部 2302 には本発明の液晶表示装置が用いられている。また本発明の液晶表示装置の薄膜回路は、本体 2301 内に設けられた各種信号処理回路として用いることができる。

【0168】

図 18 (D) はシート型のパーソナルコンピュータであり、本体 2401、表示部 2402、タッチパネル式キーボード 2403、マウス 2404、外部接続ポート 2405、電源プラグ 2406 等を含む。表示部 2402 には、本発明の液晶表示装置が用いられて

50

いる。また、タッチパネル式キーボード 2403、マウス 2404 には、センサを備えたタッチパネル式の、本発明の液晶表示装置が用いられており、タッチパネル式キーボード 2403、マウス 2404 に触れることで、一連の操作を行なうことができる。また本発明の液晶表示装置の薄膜回路は、各種信号処理回路として用いることができる。

【0169】

図 18 (E) は自動車の車内から見たフロントガラスに相当する。フロントガラス 2501 には、本発明の液晶表示装置 2503 が貼り付けられており、表示部 2502 に運転者が必要とする各種の情報を表示することができる。なお図 18 (E) では、本発明の液晶表示装置をフロントガラスに貼り付けた例について説明したが、運転席のサイドやバックに配置された窓ガラスに貼り付けておいても良い。また窓ガラス以外でも、自動車の内部、外部を問わず、貼り付けることが可能である。

10

【0170】

図 18 (F) は電子カードであり、本体 2601、表示部 2602、接続端子 2603 等を含む。本発明の液晶表示装置の画素部は、表示部 2602 として用いることができる。また本発明の液晶表示装置の薄膜回路は、本体 2601 内に設けられた各種信号処理回路として用いることができる。

【0171】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1 ~ 5 に示したいずれの構成の液晶表示装置を用いても良い。

20

【実施例 7】

【0172】

本実施例では、剥離後の第 1 の基板側と、絶縁膜側における断面を、TEM により観察した結果を示す。

【0173】

ガラス基板上に、スパッタリング法で W 膜を 50 nm、スパッタリング法で酸化珪素膜を 200 nm、プラズマ CVD 法で酸化窒化珪素膜を 100 nm、半導体膜としてプラズマ CVD 法で非晶質珪素膜を 50 nm、順次積層形成した。その後 500 度 1 時間と 550 度 4 時間の熱処理を行ない、ポリテトラフルオロエチレンテープなどの物理的手段により剥離した。このときの基板側の W 膜と酸化物層の TEM 写真が図 19、半導体膜側の酸化物層と酸化珪素膜の TEM 写真が図 20 である。

30

【0174】

図 19 では、金属膜に接して金属酸化膜が不均一に残存している。同様に、図 20 でも、酸化珪素膜に接して金属酸化膜が不均一に残存している。両 TEM 写真から、剥離は金属酸化膜の層内及び両界面で行われたことが実証され、また金属酸化膜は金属膜及び酸化珪素膜に密着して不均一に残存することがわかる。

【0175】

すなわち、本発明の液晶表示装置では、絶縁膜の素子基板側に金属酸化膜が多少付着した状態で残存していると考えられる。

【実施例 8】

40

【0176】

本実施例では、液晶表示装置を完成してから第 1 の基板を剥がす場合において用いる、液晶の材料について説明する。

【0177】

図 21 に、本実施例の液晶表示装置の断面図を示す。図 21 (A) に示す液晶表示装置は、画素に柱状のスペーサ 1401 が設けられており、該柱状のスペーサ 1401 によって対向基板 1402 と素子側の偏光板 1403 との間の密着性を高めている。これにより、第 1 の基板の剥離の際にシール材と重なる領域以外の半導体素子が第 1 の基板側に残留してしまうのを防ぐことができる。

【0178】

50

また図 2 1 (B) に、ネマチック液晶、スメクチック液晶、強誘電性液晶或いはそれらが高分子樹脂中に含有された P D L C (ポリマー分散型液晶) を用いた液晶表示装置の断面図を示す。 P D L C 1 4 0 4 を用いることで、対向基板 1 4 0 2 と素子側の偏光板 1 4 0 3 との間の密着性が高められ、第 1 の基板の剥離の際にシール材と重なる領域以外の半導体素子が第 1 の基板側に残留してしまうのを防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 7 9 】

【図 1】本発明の液晶表示装置の断面図

【図 2】本発明の液晶表示装置の断面図

【図 3】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

10

【図 4】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 5】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 6】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 7】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 8】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 9】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 1 0】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 1 1】本発明の液晶表示装置の作製方法を示す図。

【図 1 2】薄膜回路または L E D 駆動用薄膜回路の断面図。

【図 1 3】本発明の液晶表示装置を用いた電子カードの断面図。

20

【図 1 4】大型の素子基板の斜視図。

【図 1 5】 F P C を用いた L E D と、該 L E D を素子基板への貼り付けた様子を示す図。

【図 1 6】素子基板の構造を示す図。

【図 1 7】センサ付き電子カードの斜視図及び断面図。

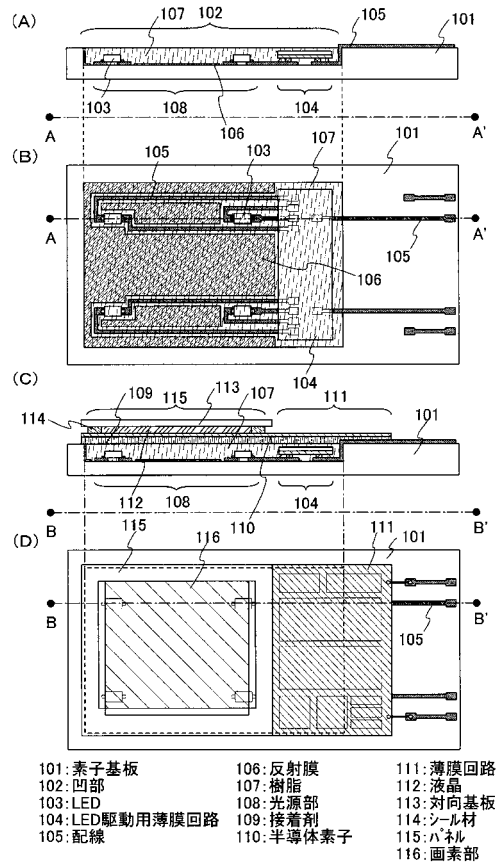
【図 1 8】本発明の液晶表示装置を用いた電子機器の図。

【図 1 9】剥離前の金属酸化膜の T E M 断面像。

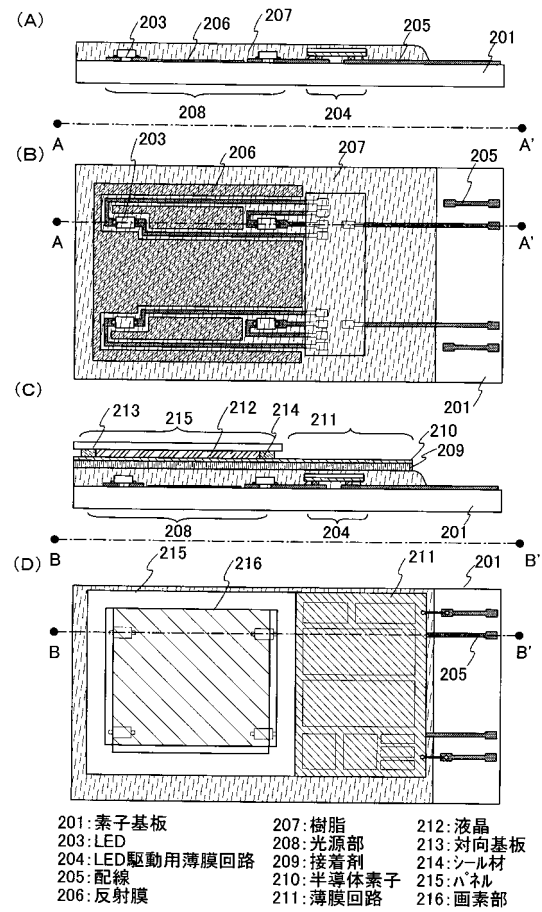
【図 2 0】剥離後の絶縁膜の T E M 断面像。

【図 2 1】本発明の液晶表示装置の断面図。

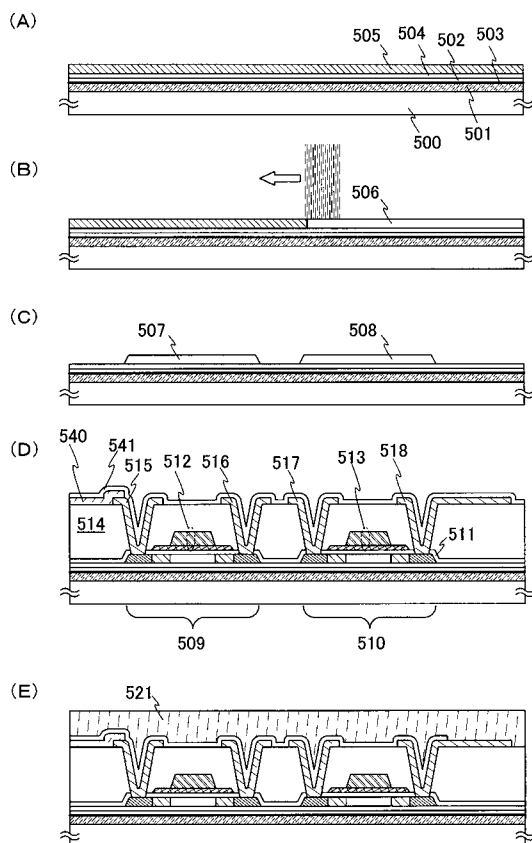
【図 1】



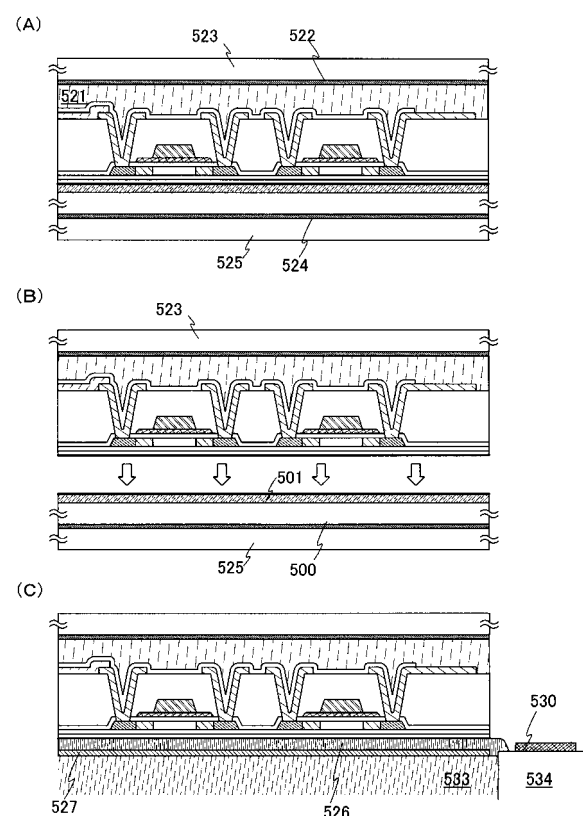
【図 2】



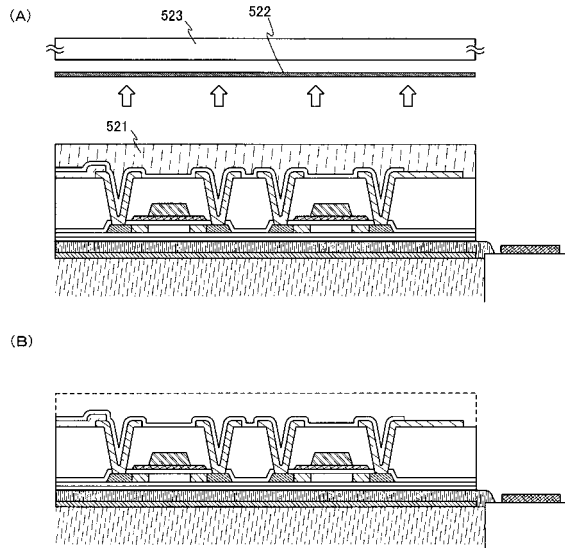
【図 3】



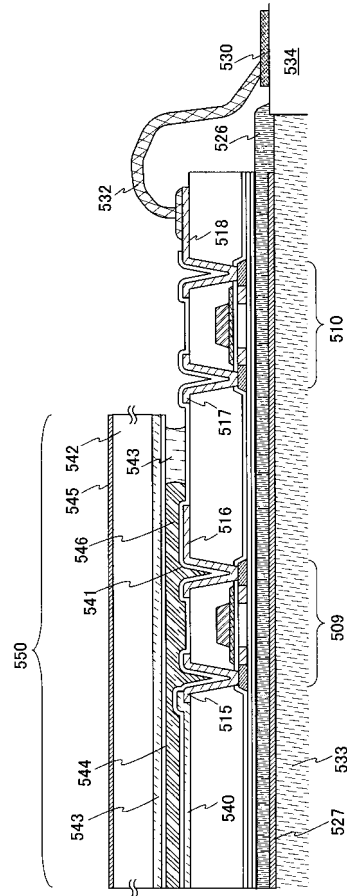
【図 4】



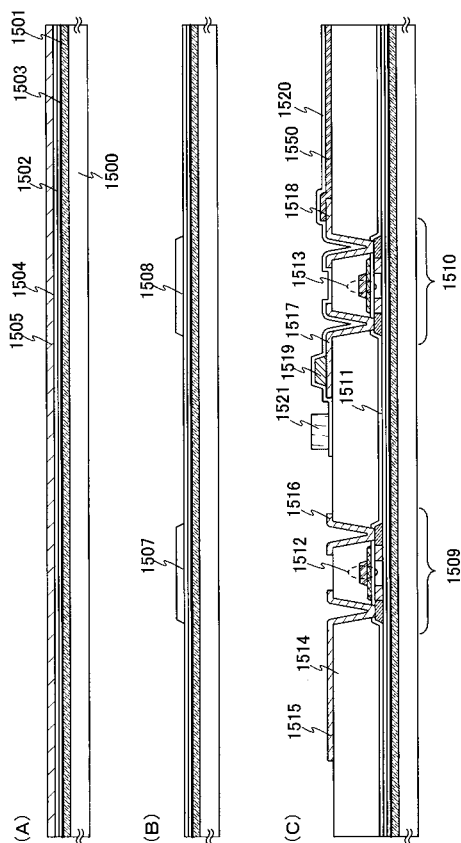
【図 5】



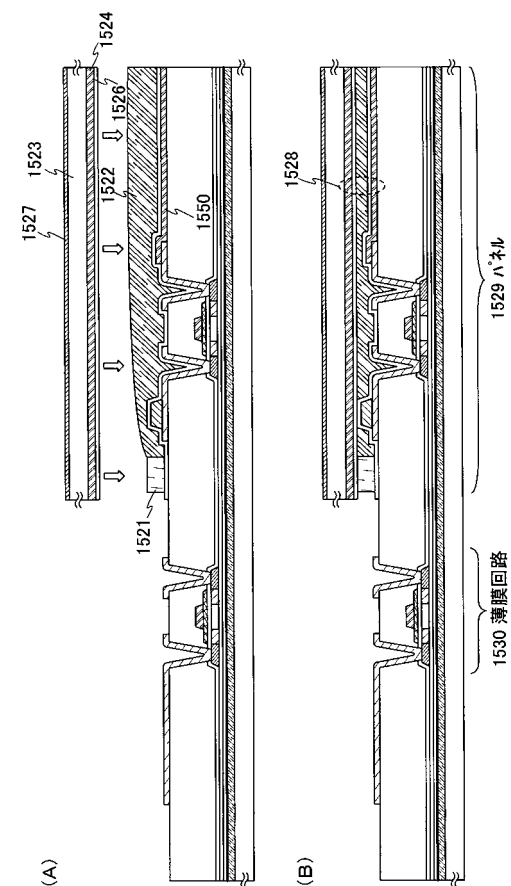
【図 6】



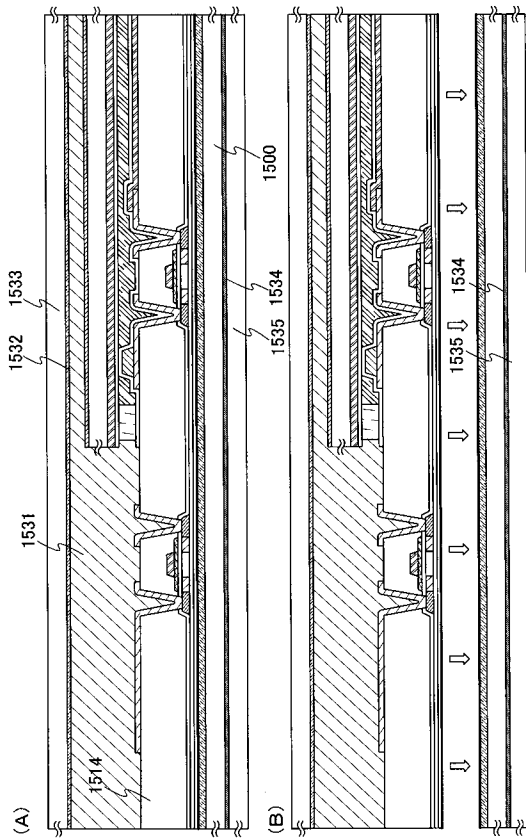
【図 7】



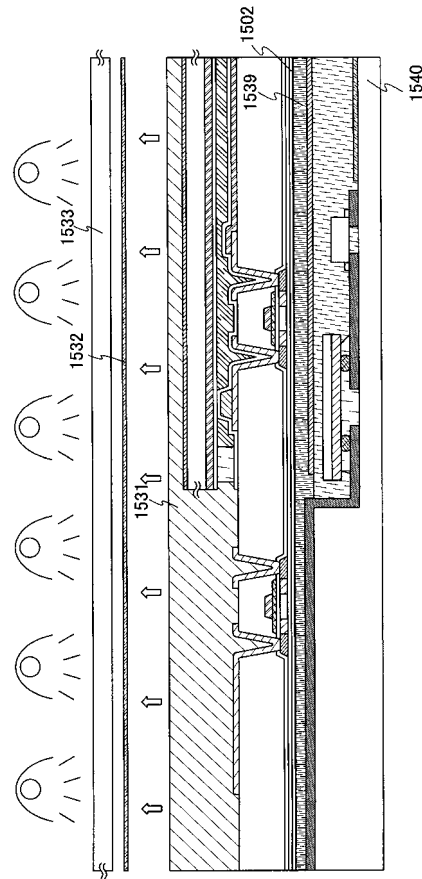
【図 8】



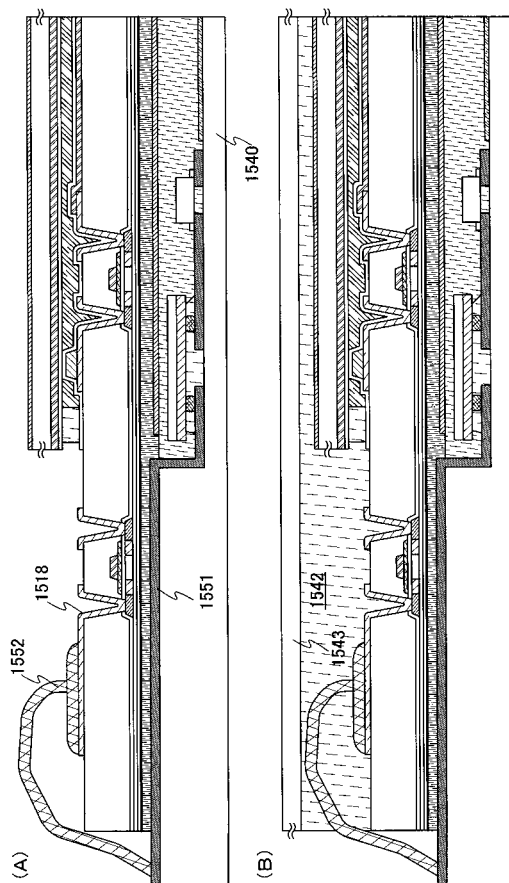
【図 9】



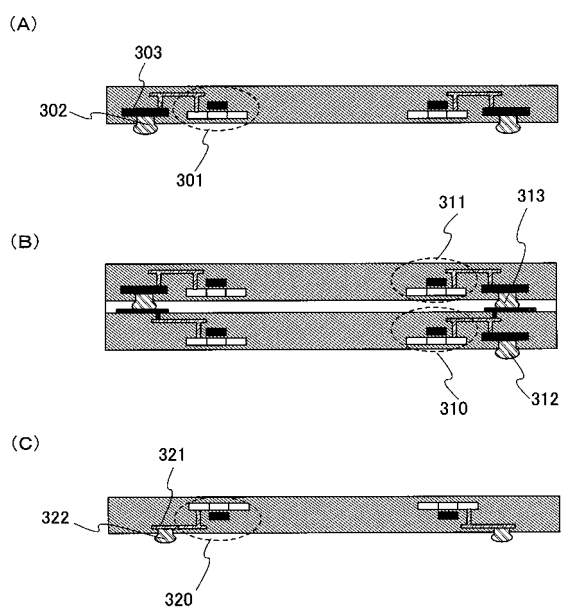
【図 10】



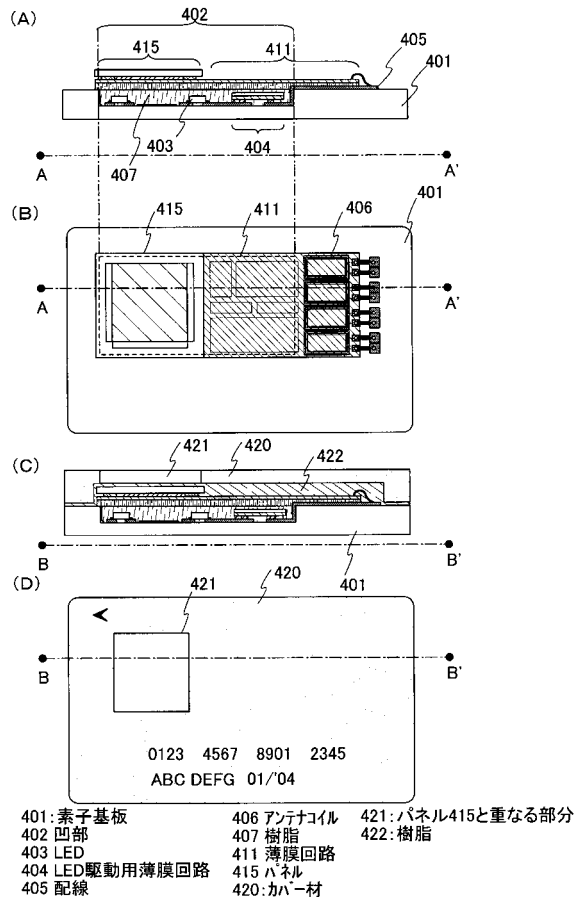
【図 11】



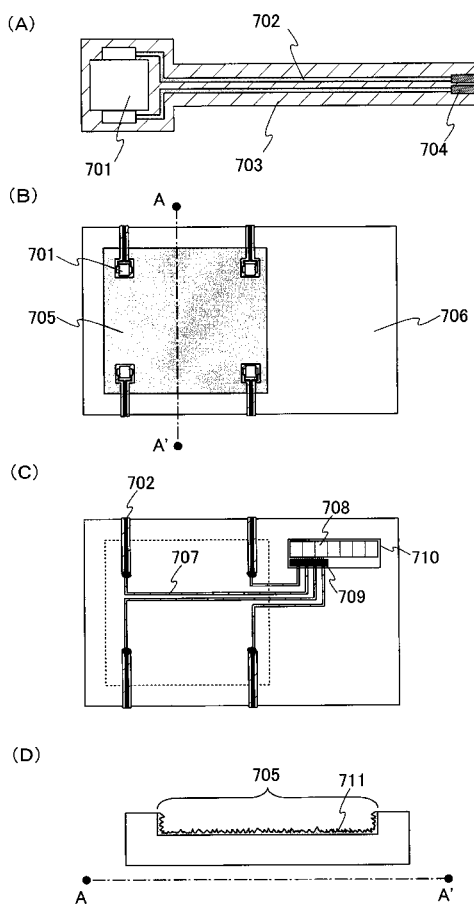
【図 12】



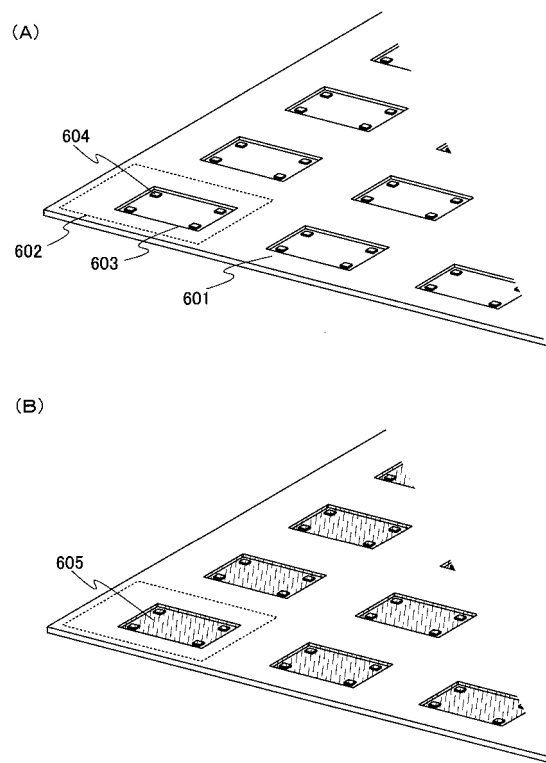
【図 13】



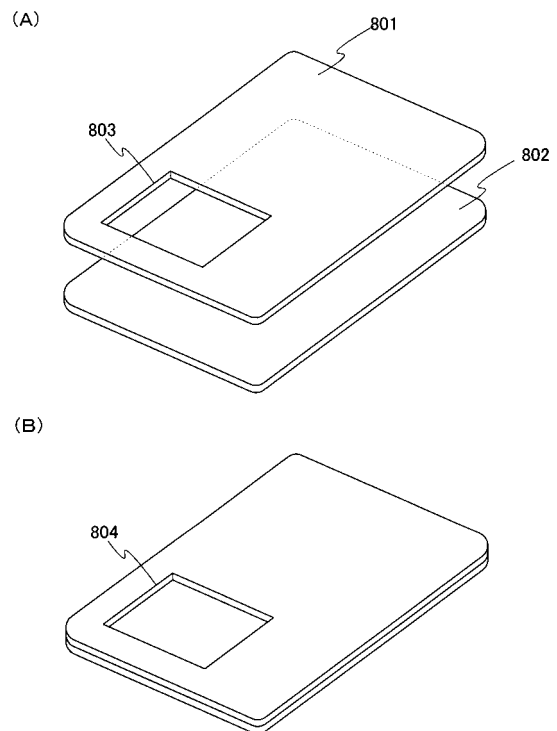
【図 15】



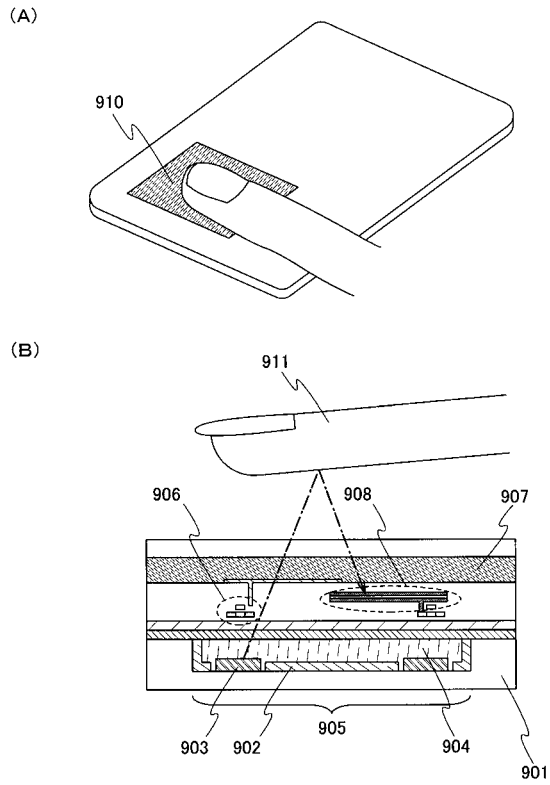
【図 14】



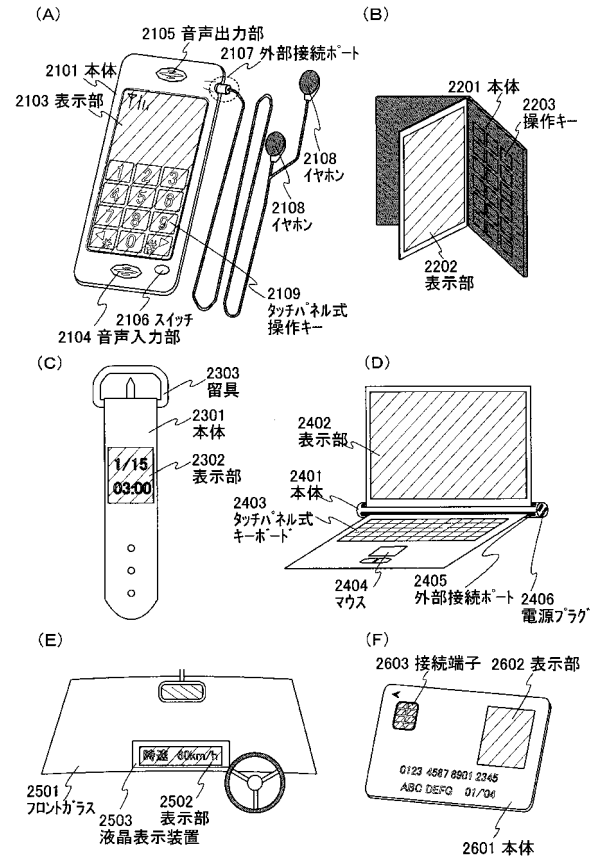
【図 16】



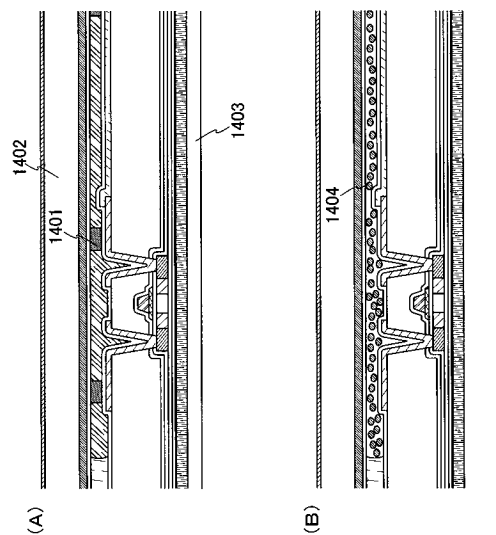
【図 17】



【図 18】

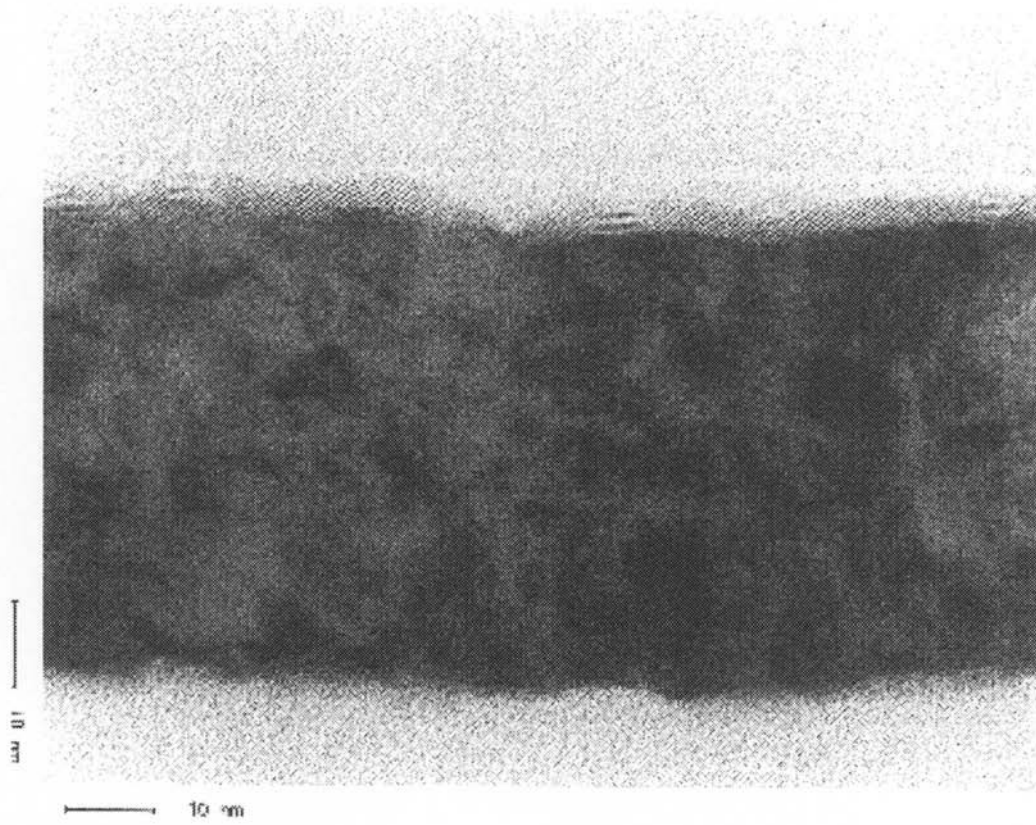


【図 21】

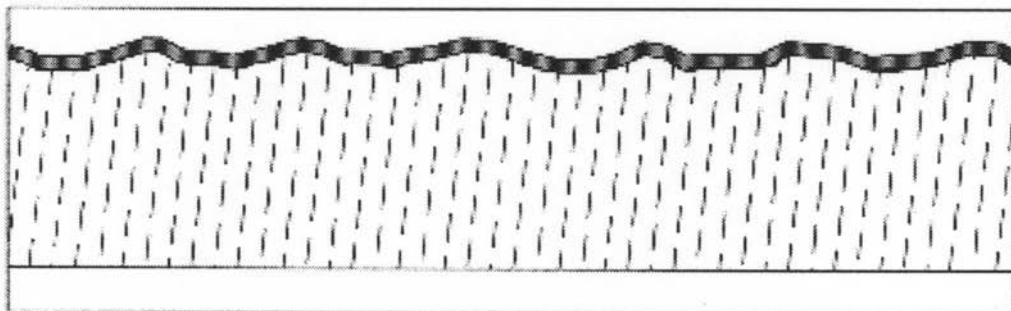


【図 19】

(A)

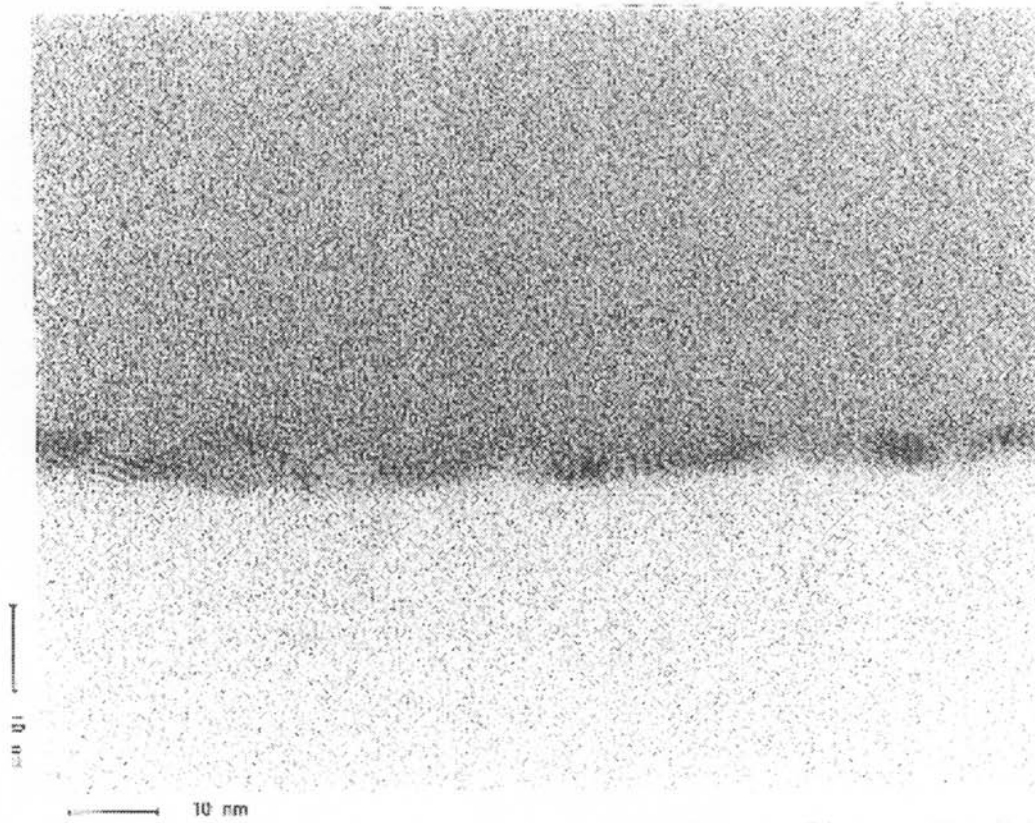


(B)

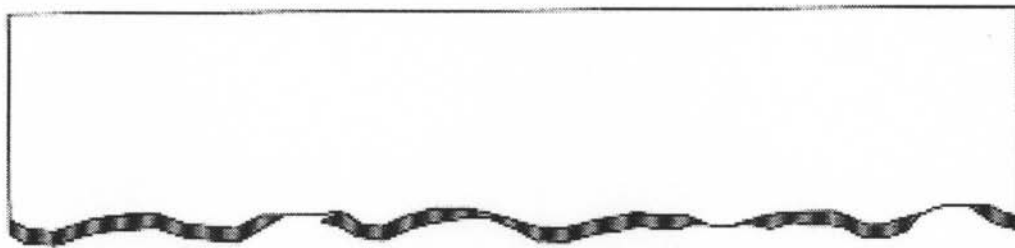


【図 20】

(A)



(B)



フロントページの続き

- (72)発明者 大野 由美子
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 遠藤 秋男
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内
- (72)発明者 荒井 康行
神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

審査官 鈴木 俊光

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 6 6 3 0 0 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 4 4 3 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 2 7 2 9 2 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 7 2 2 4 2 (J P , A)
実開昭 6 2 - 0 1 6 9 8 9 (J P , U)
特開 2 0 0 2 - 0 4 2 5 2 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F 1 / 1 3
G 0 2 F 1 / 1 3 3 3
G 0 2 F 1 / 1 3 3 5 7
G 0 2 F 1 / 1 3 6 - 1 / 1 3 6 8