

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4566504号
(P4566504)

(45) 発行日 平成22年10月20日(2010.10.20)

(24) 登録日 平成22年8月13日(2010.8.13)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L 21/268	(2006.01)	HO 1 L 21/268	J	
HO 1 L 21/20	(2006.01)	HO 1 L 21/268	F	
HO 1 L 21/336	(2006.01)	HO 1 L 21/20		
HO 1 L 29/786	(2006.01)	HO 1 L 29/78	6 2 7 G	

請求項の数 19 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2002-238143 (P2002-238143)
 (22) 出願日 平成14年8月19日(2002.8.19)
 (65) 公開番号 特開2003-158089 (P2003-158089A)
 (43) 公開日 平成15年5月30日(2003.5.30)
 審査請求日 平成17年7月21日(2005.7.21)
 (31) 優先権主張番号 特願2001-247778 (P2001-247778)
 (32) 優先日 平成13年8月17日(2001.8.17)
 (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 田中 幸一郎
 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
 審査官 池淵 立

(56) 参考文献 特開昭62-003089 (JP, A)
 特開平10-256152 (JP, A)
 特開2002-280323 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ照射装置およびレーザ照射方法、並びに半導体装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザと、

前記レーザから射出されるレーザビームを複数に分割する第1の光学系と、

前記第1の光学系によって分割されたレーザビームを合成して、被照射面において周期的なエネルギー密度分布を有するレーザビームを形成する第2の光学系とを有し、

前記第1の光学系は、シリンドリカルレンズアレイおよびシリンドリカルレンズ、またはプリズムであり、

前記第2の光学系は、中央に第2のレンズを、前記第2のレンズの両側に第1のレンズおよび第3のレンズを配置してなり、

前記第1の光学系は、前記レーザと前記第2の光学系との間に設けられており、

前記第2の光学系は、前記第1のレンズおよび前記第2のレンズの距離と、前記第2のレンズおよび前記第3のレンズの距離とが異なるように設けられており、且つ前記第1の光学系によって分割されたレーザビームそれぞれが、前記第1のレンズ、前記第2のレンズの異なる箇所、及び前記第3のレンズのうち、いずれか異なる箇所に照射されるように設けられていることを特徴とするレーザ照射装置。

【請求項2】

レーザから射出されるレーザビームを被照射面に照射するレーザ照射装置において、

第1の光学系と第2の光学系とを有し、

前記第1の光学系は、シリンドリカルレンズアレイおよびシリンドリカルレンズ、また

はプリズムであり、

前記第 2 の光学系は、中央に第 2 のレンズを、前記第 2 のレンズの両側に第 1 のレンズおよび第 3 のレンズを配置してなり、

前記第 2 の光学系は、前記第 1 のレンズおよび前記第 2 のレンズの距離と、前記第 2 のレンズおよび前記第 3 のレンズの距離とが異なるように設けられており、前記第 1 の光学系により分割されたレーザービームそれぞれが、前記第 1 のレンズ、前記第 2 のレンズの異なる箇所、及び前記第 3 のレンズのうち、いずれか異なる箇所に照射され、且つ前記第 1 の光学系により分割されたレーザービームが被照射面で重畳するように設けられており、

前記レーザーから射出され前記第 1 の光学系および前記第 2 の光学系を経たレーザービームは、前記被照射面において周期的なエネルギー密度分布を有することを特徴とするレーザー照射装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、前記被照射面に照射するレーザービームは、前記複数に分割されたレーザービームを干渉させて形成することを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、前記第 1 の光学系および前記第 2 の光学系は、前記レーザーから射出されたレーザービームを前記被照射面に対して斜めに照射するように設置されていることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、前記第 1 の光学系および前記第 2 の光学系は、前記レーザーから射出されたレーザービームを前記被照射面に対して 3 ~ 32 度の入射角で照射するように設置されていることを特徴とするレーザー照射装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項において、前記レーザーは、連続発振またはパルス発振の固体レーザーであることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか一項において、前記レーザーは、YAG レーザ、YVO₄ レーザ、YLF レーザ、YAlO₃ レーザ、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザーまたは Ti : サファイアレーザーであることを特徴とするレーザー照射装置。

【請求項 8】

同一のレーザーから射出されたレーザービームの光路をシリンダリカルレンズアレイおよびシリンダリカルレンズ、またはプリズムにより複数に分割し、

前記複数に分割されたレーザービームそれぞれを、中央に配置された第 2 のレンズ、または前記第 2 のレンズの両側に配置され、前記第 2 のレンズまでの距離がそれぞれ異なる第 1 のレンズもしくは第 3 のレンズに照射した後、前記複数に分割されたレーザービームを前記第 1 のレンズ、前記第 2 のレンズ及び前記第 3 のレンズにより被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面において周期的なエネルギー密度分布を有するようにレーザービームを合成することを特徴とするレーザー照射方法。

30

【請求項 9】

同一のレーザーから射出されたレーザービームの光路をシリンダリカルレンズアレイおよびシリンダリカルレンズ、またはプリズムにより複数に分割し、

前記複数に分割されたレーザービームそれぞれを、中央に配置された第 2 のレンズ、または前記第 2 のレンズの両側に配置され、前記第 2 のレンズまでの距離がそれぞれ異なる第 1 のレンズもしくは第 3 のレンズに照射した後、前記複数に分割されたレーザービームを前記第 1 のレンズ、前記第 2 のレンズ及び前記第 3 のレンズにより被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面の第 1 の方向において周期的なエネルギー密度分布を有するようにレーザービームを合成し、前記被照射面の第 1 の方向および前記第 1 の方向に垂直な第 2 の方向に前記レーザービームを相対的に移動することを特徴とするレーザー照射方法。

40

【請求項 10】

同一のレーザーから射出されたレーザービームの光路をシリンダリカルレンズアレイおよび

50

シリンドリカルレンズ、またはプリズムにより複数に分割して、エネルギー密度の等しい複数のレーザービームを形成し、

前記エネルギー密度の等しい複数のレーザービームそれぞれを、中央に配置された第2のレンズ、または前記第2のレンズの両側に配置され、前記第2のレンズまでの距離がそれぞれ異なる第1のレンズもしくは第3のレンズに照射した後、前記エネルギー密度の等しい複数のレーザービームにおいて前記第1のレンズおよび前記第3のレンズを透過するレーザービームと、前記第2のレンズを透過するレーザービームとのエネルギー密度分布を半周期ずらし、且つ被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面において均一なエネルギー密度分布を有するようにレーザービームを合成することを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項11】

同一のレーザーから射出されたレーザービームの光路をシリンドリカルレンズアレイおよびシリンドリカルレンズ、またはプリズムにより複数に分割して、エネルギー密度の等しい複数のレーザービームを形成し、

前記エネルギー密度の等しい複数のレーザービームそれぞれを、中央に配置された第2のレンズ、または前記第2のレンズの両側に配置され、前記第2のレンズまでの距離がそれぞれ異なる第1のレンズもしくは第3のレンズに照射した後、前記複エネルギー密度の等しい複数のレーザービームにおいて前記第1のレンズおよび前記第3のレンズを透過するレーザービームと、前記第2のレンズを透過するレーザービームとのエネルギー密度分布を半周期ずらし、且つ被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面の第1の方向において均一なエネルギー密度分布を有するようにレーザービームを合成し、前記被照射面の第1の方向および前記第1の方向に垂直な第2の方向に前記レーザービームを相対的に移動することを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項12】

請求項8乃至請求項11のいずれか一項において、前記被照射面に照射するレーザービームは、前記複数に分割されたレーザービームを干渉させて形成することを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項13】

請求項8乃至請求項12のいずれか一項において、前記被照射面に対して照射するレーザービームの角度は、 $3 \sim 32$ 度であることを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項14】

請求項8乃至請求項13のいずれか一項において、前記レーザーは、連続発振またはパルス発振の固体レーザーであることを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項15】

請求項8乃至請求項14のいずれか一項において、前記レーザーは、YAGレーザー、YVO₄レーザー、YLFレーザー、YAlO₃レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザーまたはTi:サファイアレーザーであることを特徴とするレーザー照射方法。

【請求項16】

請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載のレーザー照射装置を用いて、半導体膜を結晶化させる、または半導体膜の結晶性を向上させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項17】

請求項1乃至請求項7のいずれか一項に記載のレーザー照射装置を用いて、不純物元素を活性化することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項18】

請求項8乃至請求項15のいずれか一項に記載のレーザー照射方法を用いて、半導体膜を結晶化させる、または半導体膜の結晶性を向上させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項19】

請求項8乃至請求項15のいずれか一項に記載のレーザー照射方法を用いて、不純物元素

10

20

30

40

50

を活性化することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はレーザー光（レーザービーム）の照射方法およびそれを行うためのレーザー照射装置（レーザーと該レーザーから出力されるレーザー光（レーザービーム）を被処理体まで導くための光学系を含む装置）に関する。また、レーザー光の照射を工程に含んで作製された半導体装置の作製方法に関する。なお、ここでいう半導体装置には、液晶表示装置や発光装置等の電気光学装置及び該電気光学装置を部品として含む電子装置も含まれるものとする。

【0002】

【従来の技術】

近年、ガラス等の絶縁基板上に形成された半導体膜に対しレーザーアニールを施して、結晶化させたり、結晶性を向上させて、結晶性半導体膜を得る技術が広く研究されている。なお、本明細書中において、結晶性半導体膜とは、結晶化領域が存在する半導体膜のことを言い、全面が結晶化している半導体膜も含む。

【0003】

ガラス基板は、合成石英ガラス基板と比較し、安価で、大面積基板を容易に作製できる利点を持っている。また、結晶化に好んでレーザーが使用されるのは、ガラス基板の融点が低いからである。レーザーは基板の温度を余り上昇させずに、半導体膜に高いエネルギーを与えることができる。また、電熱炉を用いた加熱手段に比べて格段にスループットが高い。

【0004】

レーザー光の照射により形成された結晶性半導体膜は、高い移動度を有するため、この結晶性半導体膜を用いて薄膜トランジスタ（TFT）を形成し、例えば、1枚のガラス基板上に、画素部用、または画素部用と駆動回路用のTFTを作製するアクティブマトリクス型の液晶表示装置等に利用されている。

【0005】

前記レーザー光として、エキシマレーザー等から発振されたレーザー光が用いられることが多い。エキシマレーザーは出力が大きく、高周波数での繰り返し照射が可能であるという利点を有し、さらにエキシマレーザーから発振されるレーザー光は半導体膜としてよく用いられる珪素膜に対しての吸収係数が高いという利点を有する。そして、レーザー光の照射には、レーザー光を照射面またはその近傍における形状が矩形状となるように光学系にて成形し、レーザー光を移動させて（あるいはレーザー光の照射位置を照射面に対し相対的に移動させて）、照射する方法が生産性が高く工業的に優れている。なお、本明細書中では、照射面またはその近傍における形状が矩形状であるレーザー光を矩形状ビーム、点状であるレーザー光を点状ビームと呼ぶ。

【0006】

一方、用いる基板の大面積化はますます進んでいる。1枚の大面積基板を用いて、複数の液晶表示装置用パネルなどの半導体装置を作製する方がスループットが高く、コストの低減が実現できるためである。大面積基板として、例えば600mm×720mmの基板、円形の12インチ（直径約300mm）の基板等使用されるようになってきている。さらに、将来的には一辺が1mを越える基板も用いられるものと考えられる。

【0007】

一般的にレーザーアニールに用いられるエキシマレーザーは、レーザー光を形成する励起ガスとして、KrF（波長248nm）やXeCl（波長308nm）が用いられる。ところが、Kr（クリプトン）やXe（キセノン）といったガスは非常に高価であり、ガス交換の頻度が高くなると製造コストの増加を招くという問題がある。

【0008】

また、レーザー発振を行うレーザーチューブや発振過程で生成した不要な化合物を除去するためのガス精製器などの付属機器の交換が3～6ヶ月に一度必要となる。これらの付属機器は高価なものが多く、やはり製造コストの増加を招くという問題がある。

10

20

30

40

50

【0009】

以上のように、エキシマレーザを用いたレーザ照射装置は確かに高い性能を持っているが、メンテナンスに非常に手間がかかり、生産用レーザ装置としてはランニングコスト（ここでは稼働に伴い発生する費用を意味する）が高いという欠点も併せ持っている。

【0010】

そこで、近年、最大出力が著しく向上している固体レーザを用いて半導体膜のアニールを行うことが考えられる。なお、固体レーザは、基本的には固体結晶、共振ミラー及び固体結晶を励起するための光源があればレーザ光を出力できるため、エキシマレーザのようにメンテナンスの手間がかからない。即ち、ランニングコストがエキシマレーザに比べて非常に低いため、半導体装置の製造コストを大幅に低減することが可能となる。また、メン

10

【0011】

また、固体レーザは一般的に、YAGレーザ（通常はNd：YAGレーザを指す）、YVO₄レーザ、YLFレーザ、YAlO₃レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ti：サファイアレーザなどが知られている。ここではYAGレーザを例に挙げて説明する。YAGレーザは、基本波として、波長1065nmのレーザ光を出すことで知られている。このレーザ光の珪素膜に対する吸収係数は非常に低く、このままでは珪素膜の1つである非晶質珪素膜の結晶化を行うことはエネルギーロスが大きく効率

20

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、YAGレーザは非常に高い干渉性を持つコヒーレントな光である。エキシマレーザのコヒーレント長が数μm～数十μmであるのに対し、YAGレーザのコヒーレント長は10mm前後またはそれ以上である。そのため、照射面またはその近傍においてレーザ光を集光させても干渉の影響で、エネルギー分布が一般的なレーザ光を形成するのが難しく、均一なレーザアニールを行うことができなかった。

30

【0013】

そこで本発明は、高い干渉性を持つレーザや大面積基板を用いた場合でも、効率よく、かつ、照射面の全面においてレーザ光の照射を行うための方法およびそれを行うためのレーザ照射装置を提供することを課題とする。また、このようなレーザ照射方法により、半導体膜の結晶化や不純物元素の活性化を行って得られた半導体膜を用いて半導体装置を作製する方法を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本明細書で開示するレーザ照射装置に関する発明の構成は、レーザと、前記レーザから射出するレーザ光（レーザビーム）を複数のレーザ光（レーザビーム）にする分割手段と、照射面またはその近傍において前記複数のレーザ光（レーザビーム）を合成して周期的なエネルギー分布を有するレーザ光（レーザビーム）の形成手段と、前記レーザ光に対する相対的な基板の移動手段とを有することを特徴としている。

40

【0015】

また、本明細書で開示するレーザ照射装置に関する発明の構成は、レーザと、前記レーザから射出するレーザ光（レーザビーム）を複数に分割する第1の光学系と、前記第1の光学系によって分割されたレーザ光（レーザビーム）を合成して、被照射面において周期的なエネルギー分布を有するレーザ光（レーザビーム）を形成する第2の光学系とを有し、

50

前記第1の光学系は、前記レーザと前記第2の光学系との間に設けられていることを特徴としている。

【0016】

また、本明細書で開示するレーザ照射装置に関する発明の構成は、レーザから射出するレーザ光（レーザビーム）を被照射面に照射するレーザ照射装置において、第1の光学系と第2の光学系とを有し、前記第2の光学系は、前記第1の光学系により分割されたレーザ光（レーザビーム）の光軸を被照射面で重畳するように配置されており、前記レーザから射出され前記第1の光学系および前記第2の光学系を経たレーザ光は、前記被照射面において周期的なエネルギー分布を有することを特徴としている。

【0017】

上記発明の構成において、前記レーザは、連続発振またはパルス発振の固体レーザであることを特徴としている。前記固体レーザとして、YAGレーザ、YVO₄レーザ、YLFレーザ、YAlO₃レーザ、ガラスレーザ、ルビーレーザ、アレキサンドライドレーザ、Ti：サファイアレーザなどが挙げられる。

【0018】

また、上記発明の構成において、前記第1の光学系および第2の光学系は、前記レーザから射出されたレーザ光（レーザビーム）を試料の被照射面に対して斜めに照射するように設置されていることを特徴としている。

【0019】

また、上記発明の構成において、前記周期的なエネルギー分布は、前記複数のレーザ光が照射面またはその近傍において合成され、干渉することにより形成されたものである。しかしながら、強い干渉が起きている場合は、エネルギー密度の高低差が大きくなりすぎて、エネルギー密度の低い領域では十分なアニールが行われなくなる可能性もある。そこで、複数のレーザ光のうち少なくとも2つのレーザ光により形成される第1の干渉と、他の少なくとも2つのレーザ光により形成される第2の干渉とを、ずらして重ね合わせ、第1の干渉と第2の干渉のエネルギー分布を変えることで、エネルギー密度の高低差を調節することができる。すなわち、第1の干渉のエネルギー分布と第2の干渉のエネルギー分布とを合成することにより、エネルギー分布の周期的変化の小さいレーザ光（レーザビーム）を形成することができる。さらに、前記第1の干渉と前記第2の干渉とが同じエネルギー分布を有するとき、半周期分ずらして重ね合わせれば、照射面において一様なエネルギー分布のレーザ光を形成することもできる。もちろん、重ね合わせる干渉の数は2つに限らない。

【0020】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザ光（レーザビーム）に分割する手段は、シリンドリカルレンズアレイ、プリズムおよびミラーから選ばれた一種を用いて行うこともできるし、複数種を用いることでさらに多くのレーザ光（レーザビーム）に分割することも可能である。

このような、レーザ光（レーザビーム）を分割する手段は、ガウシアンのように、ビームの分布が周辺よりも中央のほうが高いレーザにおいて、そのレーザを均一にする効果を有する。

【0021】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザ光（レーザビーム）を合成する手段は、ミラーまたはシリンドリカルレンズを用いて行うこともできるし、ミラーとシリンドリカルレンズの両方を用いて行うこともできる。なお、シリンドリカルレンズを用いれば、レーザ光の一方向における長さが縮まり、照射面におけるエネルギー密度が高くなるので好ましい。

【0022】

また、本明細書で開示するレーザ照射方法に関する発明の構成は、レーザ光（レーザビーム）を複数のレーザ光（レーザビーム）に分割し、照射面またはその近傍において前記複数のレーザ光（レーザビーム）を合成して周期的なエネルギー分布を有するレーザ光（レ

10

20

30

40

50

ーザビーム)を形成し、前記レーザー光(レーザービーム)に対して基板を相対的に移動しながら照射することを特徴としている。

【0023】

また、本明細書で開示するレーザー照射方法に関する発明の構成は、同一のレーザーから射出されたレーザー光(レーザービーム)の光路を第1の光学系により複数に分割し、前記複数に分割されたレーザー光(レーザービーム)を第2の光学系により被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面において周期的なエネルギー分布を有するようにレーザー光(レーザービーム)を合成して、前記被照射面に照射することを特徴としている。

【0024】

また、本明細書で開示するレーザー照射方法に関する発明の構成は、同一のレーザーから射出されたレーザー光(レーザービーム)の光路を第1の光学系により複数に分割し、前記複数に分割したレーザー光(レーザービーム)を第2の光学系により被照射面に対して斜めに照射して、前記被照射面の第1の方向において周期的なエネルギー分布を有するようにレーザー光(レーザービーム)を合成し、前記被照射面の第1の方向および前記第1の方向に垂直な第2の方向に照射することを特徴としている。

10

【0025】

上記発明の構成において、前記レーザー光(レーザービーム)は、連続発振またはパルス発振の固体レーザーから発振されたものであることを特徴としている。また、前記固体レーザーとして、YAGレーザー、YVO₄レーザー、YLFレーザー、YAlO₃レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti:サファイアレーザーなどが挙げられる。

20

【0026】

また、上記発明の構成において、前記周期的なエネルギー分布は、前記複数のレーザー光(レーザービーム)が照射面またはその近傍において合成され、干渉することにより形成されたものである。

【0027】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザー光(レーザービーム)に分割する手段は、シリンダリカルアレイレンズおよびプリズムおよびミラーから選ばれた一種を用いて行うこともできるし、複数種を用いることでさらに多くのレーザー光に分割することも可能である。

【0028】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザー光(レーザービーム)を合成する手段は、ミラーまたはシリンダリカルレンズを用いて行うこともできるし、ミラーとシリンダリカルレンズの両方を用いて行うこともできる。

30

【0029】

また、本明細書で開示する半導体装置の作製方法に関する発明の構成は、レーザー光を複数のレーザー光(レーザービーム)に分割し、照射面またはその近傍において前記複数のレーザー光(レーザービーム)を合成して周期的なエネルギー分布を有するレーザー光を形成し、前記レーザー光(レーザービーム)に対して半導体膜を移動しながら照射することを特徴としている。

【0030】

上記発明の構成において、前記レーザー光は、連続発振またはパルス発振の固体レーザーから発振されたものであることを特徴としている。また、前記固体レーザーとして、YAGレーザー、YVO₄レーザー、YLFレーザー、YAlO₃レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti:サファイアレーザーなどが挙げられる。

40

【0031】

また、上記発明の構成において、前記周期的なエネルギー分布は、前記複数のレーザー光(レーザービーム)が照射面またはその近傍において合成され、干渉することにより形成されたものである。

【0032】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザー光(レーザービーム)に分割する手段は

50

、シリンダリカルアレインズおよびプリズムおよびミラーから選ばれた一種を用いて行うこともできるし、複数種を用いることでさらに多くのレーザー光（レーザービーム）に分割することも可能である。

【0033】

また、上記発明の構成において、前記複数のレーザー光（レーザービーム）を合成する手段は、ミラーまたはシリンダリカルレンズを用いて行うこともできるし、ミラーとシリンダリカルレンズの両方を用いて行うこともできる。

【0034】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について図1～図3を用いて詳細に説明する。

10

【0035】

図1は本発明のレーザー照射装置の一例である。レーザー101から発振されたレーザー光は非線形光学素子102により高調波に変換され、分割手段であるミラー103により複数のレーザー光に分割される。それぞれのレーザー光は周期的なエネルギー分布を有するレーザー光の形成手段であるミラー104a、104bによって反射され、基板110に到達する。前記基板110において、複数のレーザー光が合成されることで干渉が生じ、周期的なエネルギー分布を有するレーザー光が形成される。基板110は、レーザー光に対する相対的な基板の移動手段である可動式のステージ111上に設置されており、前記ステージ111を移動させることで、大面積基板におけるレーザー光の照射も可能となっている。また、シリンダリカルレンズ105a、105bは照射面においてエネルギー密度を高めるために設置するのが望ましい。

20

【0036】

なお、レーザーから射出されたレーザー光の形状は、レーザーの種類によって異なり、ロッド形状が円筒形であれば円状となり、スラブ型であれば矩形形状となる。

【0037】

ここで、照射面におけるレーザー光の干渉の様子について図2を用いて説明する。

【0038】

図2(A)のように、複数のレーザー光が照射面において重ね合わされると干渉が生じる。このときのエネルギー密度の分布は図2(B)のようにエネルギー密度の高い部分と低い部分が交互に現れる波状の周期的な分布となる。エネルギー密度の高い部分だけに着目すれば、複数の点状のレーザー光が列をなしているとみなすことができる。このようなレーザー光を用いて照射すれば、点状のレーザー光が1つの場合よりも、非常に効率良くレーザー光の照射を行うことができる。これは大出力のレーザーから発振されたエネルギー密度の高いレーザー光を用いて、半導体膜のアニールを行う場合には特に有効である。また、干渉性の高いレーザー光を用いても、照射面において干渉を生じさせることで周期的なエネルギー密度の分布を形成することができるため、非常に有効である。

30

【0039】

また、図2(A)で示すように、複数のレーザー光は照射面において対称的に入射する。そのため、レーザー光1の反射光はレーザー光2が照射面に入射するに至った光路をたどり、レーザー光2の反射光はレーザー光1が照射面に入射するに至った光路をたどる。つまり、それぞれの反射光が戻り光と同様の振る舞いをするので、レーザーの出力や周波数の変動や、ロッドの破壊などの悪影響を及ぼす可能性がある。そのため、前記反射光を取り除きレーザーの発振を安定させるため、アイソレータを設置するのが好ましい。例えば、非線形光学素子102とミラー103との間に設置すると反射光を取り除くことができる。

40

【0040】

次に、このようなレーザー光を基板の全面に照射する方法について、図3を用いて説明する。

【0041】

レーザー光に対して基板110（または図1のステージ111）を112で示す方向に移動し、続いて113で示す方向へ移動する。この動作を繰り返すことで、基板110の全面

50

を照射することができる。(図3(A))また、レーザ光に対して基板110(または図1のステージ111)を112で示す方向に移動し、さらに114で示す方向に移動させたのち、113で示す方向へ移動させてもよいし、レーザ光に対して基板110(または図1のステージ111)を112で示す方向に移動し、さらに114で示す方向に移動させる動作を複数回繰り返した後、113で示す方向へ移動させてもよい。(図3(B))もちろん、レーザ光を移動させることで、基板の全面を照射してもよい。

【0042】

次に、このような照射方法を用いて、半導体膜の結晶化を行う場合について説明する。レーザ光が半導体膜に照射されると、照射された領域は熔融状態になり、時間が経過するにつれ冷却し固化する。レーザ光を移動させながら照射すれば、次々と熔融状態である領域が形成される一方で、時間の経過により冷却し固化する領域も存在する。つまり、半導体膜中において温度勾配が形成され、レーザ光の移動方向に沿って結晶粒が成長し、大粒径の結晶粒が並列に形成される。

10

【0043】

そして、大粒径の結晶粒が並列に形成されている結晶性半導体膜を得ることにより、半導体装置の性能を大幅に向上させうる。例えば、TFTを例に挙げると、大粒径の結晶粒が並列に形成されることでチャネル形成領域に含まれる結晶粒界の本数を少なくすることができる。つまり、キャリアが結晶粒界を横切る回数を極端に減らすことができるため、単結晶半導体を用いたトランジスタと同等もしくはそれ以上の高いモビリティ(電界効果移動度)を得ることが可能であり、オン電流値(TFTがオン状態にある時に流れるドレイン電流値)、オフ電流値(TFTがオフ状態にある時に流れるドレイン電流値)、しきい値電圧、S値及び電界効果移動度のバラツキを低減することも可能となる。このように、TFTの電気的特性は向上し、さらには半導体装置の動作特性および信頼性をも向上し得る。なお、レーザ光の移動方向には結晶粒界がほとんどないため、この方向に平行なチャネル形成領域を有するTFTを作製することが好ましい。

20

【0044】

また、半導体膜の全面にレーザ光を照射して結晶粒を形成するため、結晶粒の幅と、複数に分割されたレーザ光により形成される干渉のピッチpとを一致させることが望ましい。レーザ光の波長を、入射角をとすると、図2(A)より、

$$\sin \theta = \lambda / p$$

$$\theta = \arcsin(\lambda / p)$$

が成り立つ。例えば、YAGレーザやYVO₄レーザの第2高調波(波長532nm)を用い、形成される結晶粒の幅が1~10μmであるとき、

$$\theta = \arcsin(532 / 1000)$$

$$= 3.214$$

$$\theta = \arcsin(532 / 10000)$$

$$= 3.05$$

より、入射角θは3~3.2度となる。

30

【0045】

なお、形成される結晶粒の幅が10μm以上になると、結晶内に亀裂が入り欠陥が生じる可能性が高くなる。一方、1μm未満では、膜中の結晶粒界が増加してしまい、リーク電流の原因となってしまう。このため、結晶粒の幅は、1~10μmの範囲が好ましい。このような照射方法を用いれば、大面積基板においても全面にレーザアニールを行うことができる。また、このようなレーザアニールにより半導体膜の結晶化を行うと、大粒径の結晶粒が並列に存在する半導体膜を形成することが可能となる。このため、結晶粒界が減少し、モビリティ(電界効果移動度)の向上、およびオン電流値(TFTがオン状態にある時に流れるドレイン電流値)、オフ電流値(TFTがオフ状態にある時に流れるドレイン電流値)、しきい値電圧、S値及び電界効果移動度のバラツキを低減することも可能となる。よって前記半導体膜を用いて作製されたTFTの電気的特性は向上し、半導体装置の動作特性および信頼性をも向上し得る。

40

50

また、基板表面に対して垂直にレーザー光を入射させると、基板裏面から反射されるレーザー光と照射されるレーザー光とが基板表面で干渉を起し、エネルギー密度の分布が不均一となり、結晶性が不均一な半導体膜が形成されるという問題があるが、レーザー光を基板に対して斜めに照射することにより、この問題が解決され、均一な結晶性の半導体膜を形成することができる。

【0046】

以上の構成でなる本発明について、以下に示す実施例によりさらに詳細な説明を行うこととする。

【0047】

【実施例】

[実施例1]

本実施例では、基板の全面にレーザー光を照射するための方法および装置について図1を用いて説明する。

【0048】

レーザー101から射出したレーザー光は、非線形光学素子102により高調波に変換するのが望ましい。本実施例では、レーザー101として連続発振のYAGレーザーを用い、非線形光学素子102により第2高調波に変換する。

【0049】

そして、レーザー光をミラー103に照射することでレーザー光の光路を2方向に分割し、それぞれのレーザー光をミラー104a、104bに入射させる。そして、好ましくはシリンドリカルレンズ105a、105bにより、レーザー光の一方方向について長さを縮小する。このようにすることで、エネルギー密度を高めることができる。

【0050】

ミラー104a、104bを反射したレーザー光は照射面である基板110に到達する。すなわち、ミラー104a、104bを反射したレーザー光は、照射面である基板110上で重畳する。図2に示すように、前記基板110上では2方向から到達したレーザー光が干渉を起し、周期的なエネルギー分布が生じる。これは点状のレーザー光が多数並べられていると見なすことができ、点状のレーザー光が1つである場合よりも効率良くレーザー光の照射を行うことができる。

【0051】

また、図示しないが、それぞれの反射光がお互いの入射に至る光路をたどって、レーザーに悪影響を及ぼす可能性があるため、アイソレータを設置するのが望ましい。

【0052】

このようなレーザー光に対して基板100（または図1のステージ111）を112で示す方向に移動し、続いて113で示す方向へ移動する。この動作を繰り返すことで、基板の全面を照射することができる。（図3（A））また、レーザー光に対して基板100（または図1のステージ111）を112で示す方向に移動し、さらに114で示す方向に移動させたのち、113で示す方向へ移動させてもよいし、レーザー光に対して基板100（または図1のステージ111）を112で示す方向に移動し、さらに114で示す方向に移動させる動作を複数回繰り返した後、113で示す方向へ移動させてもよい。（図3（B））もちろん、レーザー光を移動させることで、基板の全面を照射してもよい。

【0053】

このようにして、効率よく、基板の全面にレーザー光を照射することができる。この照射方法を用い、半導体膜のアニールや、不純物元素の活性化などを行うことができる。

【0054】

[実施例2]

本実施例では、実施例1とは異なるレーザー光の分割方法により基板の全面にレーザー光を照射するための方法および装置について図4を用いて説明する。

【0055】

レーザー101から射出したレーザー光は、非線形光学素子102により高調波に変換するの

10

20

30

40

50

が望ましい。本実施例では、レーザ101として、連続発振のYVO₄レーザを用い、非線形光学素子102により第3高調波に変換する。

【0056】

そして、レーザ光をプリズム121に照射することで、レーザ光の光路を2方向に分割し、それぞれのレーザ光をミラー122a、122bに入射させる。そして、好ましくはシリンドリカルレンズ105a、105bにより、レーザ光の一方向の長さを縮小する。このようにすることで、エネルギー密度を高めることができる。

【0057】

続いて、レーザ光は照射面である基板110に到達する。すなわち、ミラー122a、122bを反射したレーザ光は、照射面である基板110上で重畳する。これにより、図2に示すように、前記基板110上では2方向から到達したレーザ光が干渉を起こし、周期的なエネルギー分布が生じている。この様子は点状のレーザ光が多数並べられていると見なすことができ、点状のレーザ光が1つである場合よりも効率良くレーザ光の照射を行うことができる。

【0058】

また、基板の移動方法については実施例1と同様である。

【0059】

このようにして、効率よく、基板の全面にレーザ光を照射することができる。この照射方法を用い、半導体膜のアニールや、不純物元素の活性化などを行うことができる。

【0060】

[実施例3]

本実施例では、実施例1および実施例2とは異なる方法でレーザ光を分割し、基板の全面にレーザ光を照射するための方法および装置について図5を用いて説明する。

【0061】

レーザ101から射出したレーザ光は、非線形光学素子102により高調波に変換するのが望ましい。本実施例では、レーザ101としてYLFレーザを用い、非線形光学素子102により第3高調波に変換する。

【0062】

そして、レーザ光をシリンドリカルレンズアレイ131に入射することで分割する。本実施例では分割数を4としている。続いて、シリンドリカルレンズ132により、レーザ光の集光および発散を行う。これにより4分割されたそれぞれのレーザ光の進行方向(すなわち、レーザ光の光路)を互いに異なるようにすることができるため、それぞれのレーザ光を異なる光学素子に入射させることが容易となる。そして、分割したレーザ光をレンズ133a~133cに入射させる。レンズ133a、133cは、レンズ133bに対して非対称に設置することで(具体的には、レンズ133bの側面およびレンズ133aの距離(X)と、レンズ133bの側面およびレンズ133cの距離(Y)とが異なるように配置する)、照射面において、133a、133cを透過したレーザ光による干渉と、133bを透過した2つのレーザ光による干渉とのエネルギー分布をずらすことができる。また、対称的に設置すれば、照射面におけるレーザ光のエネルギー分布の高低差を大きくすることもできる。なお、レンズ133a、133cはマイクロメータ等を用いて可動式とすれば、微調整が可能となるので望ましい。

【0063】

レンズ133a、133cを透過した2つのレーザ光は、レーザ101から射出したレーザ光の両端の部分であるため、レンズ133bを透過したレーザ光よりエネルギー密度は低い。そこで、レンズ133a、133cを透過したレーザ光による干渉と、レンズ133bを透過した2つのレーザ光による干渉とのエネルギー分布を、例えば半周期ずらして重ねることで、照射面において極端にエネルギー密度の低い部分が発生するのを防ぐことができる。(図6)もちろん、それぞれのレーザ光のエネルギー密度を同じにし、レンズ133a、133cを透過したレーザ光による干渉と、133bを透過した2つのレーザ

10

20

30

40

50

光による干渉とのエネルギー分布を半周期ずらして重ねれば、エネルギー分布が均一なレーザー光を作ることにも可能である。(図7)

【0064】

また、レンズ133a~133cと基板110の間にシリンダリカルレンズを設置しても良い。

【0065】

なお、基板の移動方法については実施例1と同様である。

【0066】

このようにして、効率よく、基板の全面にレーザー光を照射することができる。この照射方法を用い、半導体膜のアニールや、不純物元素の活性化などを行うことができる。

10

【0067】

また、本実施例では、シリンダリカルレンズ132によりレーザー光を集光させ発散させた後、さらにレンズ133を用いて集光させているが、132によって複数のレーザー光を干渉させることもできる。

【0068】

[実施例4]

本実施例では、実施例1乃至実施例3とは異なる方法でレーザー光を分割し、基板の全面にレーザー光を照射するための方法および装置について図8を用いて説明する。

【0069】

レーザー101から射出したレーザー光は、非線形光学素子102により高調波に変換するのが望ましい。レーザー101としては、連続発振またはパルス発振のYAGレーザー、YVO₄レーザー、YLFレーザー、YAlO₃レーザー、ガラスレーザー、ルビーレーザー、アレキサンドライドレーザー、Ti:サファイアレーザーなどを用いることができる。本実施例では、YLFレーザーを用い、第2高調波に変換する。

20

【0070】

そして、レーザー光をプリズム141に照射することで分割する。本実施例では分割数を4としている。プリズム141は、実施例3にて示したシリンダリカルレンズアレイ131とシリンダリカルレンズ132の組み合わせと同様の役割を持つ。プリズム141を使うことで、光学素子の数を2から1に減らすことができるため、光学透過率を向上させることができる。また、光路長が実施例3にて示した系よりも短くてよいという効果もある。短い光路にすることは、単位面積当たりのコストが非常に高いクリーンルームに設置する場合に特に有効である。

30

そして、分割したレーザー光をレンズ133a~133cに入射させる。レンズ133a、133cは、レンズ133bに対して非対称に設置することで、即ち、レンズ133aおよび133bの距離とレンズ133cおよび133bの距離とが異なる位置に、それぞれのレンズを設置することで、照射面において、133a、133cを透過したレーザー光による干渉と、133bを透過した2つのレーザー光による干渉とをずらすことができる。また、対称的に設置すれば、照射面におけるレーザー光のエネルギー分布の高低差を大きくすることもできる。なお、レンズ133a、133cはマイクロメータ等を用いて可動式とすれば、微調整が可能となるので望ましい。

40

【0071】

レンズ133a、133cを透過した2つのレーザー光は、レーザー101から射出したレーザー光の両端の部分であるため、レンズ133bを透過したレーザー光よりエネルギー密度は低い。そこで、レンズ133a、133cを透過したレーザー光による干渉と、レンズ133bを透過した2つのレーザー光による干渉とを、例えば半周期ずらして重ねることで、照射面において極端にエネルギー密度の低い部分が発生するのを防ぐことができる。(図6)もちろん、それぞれのレーザー光のエネルギー密度を同じにし、レンズ133a、133cを透過したレーザー光による干渉と、レンズ133bを透過した2つのレーザー光による干渉とを半周期ずらして重ねれば、エネルギー密度が均一なレーザー光を作ることにも可能である。(図7)

50

【0072】

また、レンズ133a～133cと基板110の間にシリンドリカルレンズを設置しても良い。

【0073】

なお、基板の移動方法については実施例1と同様である。

【0074】

このようにして、効率よく、基板の全面に照射することができる。この照射方法を用い、半導体膜のアニールや、不純物元素の活性化などを行うことができる。

【0075】

[実施例5]

本実施例ではアクティブマトリクス基板の作製方法について図9～図12を用いて説明する。本明細書ではCMOS回路、及び駆動回路と、画素TFT、保持容量とを有する画素部を同一基板上に形成された基板を、便宜上アクティブマトリクス基板と呼ぶ。

【0076】

まず、本実施例ではバリウムホウケイ酸ガラス、またはアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラスからなる基板400を用いる。なお、基板400としては、石英基板やシリコン基板、金属基板またはステンレス基板の表面に絶縁膜を形成したものをを用いても良い。また、本実施例の処理温度に耐えうる耐熱性が有するプラスチック基板を用いてもよい。

【0077】

次いで、基板400上に酸化珪素膜、窒化珪素膜または酸化窒化珪素膜などの絶縁膜から成る下地膜401を公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等）により形成する。本実施例では下地膜401として2層構造を用いるが、前記絶縁膜の単層膜または2層以上積層させた構造を用いても良い。

【0078】

次いで、下地膜上に半導体層を形成する。半導体層は公知の手段（スパッタ法、LPCVD法、プラズマCVD法等）により25～80nm（好ましくは30～60nm）の厚さで半導体膜を成膜し、レーザ結晶化法により結晶化させる。

レーザ結晶化法は、実施例1乃至4のいずれかーを適用して、レーザから射出されたレーザ光を光学系により複数のレーザ光に分割したのち1つに合成して干渉を形成し、半導体膜に照射する。もちろん、レーザ結晶化法だけでなく、他の公知の結晶化法（RTAやファーネスアニール炉を用いた熱結晶化法、結晶化を助長する金属元素を用いた熱結晶化法等）と組み合わせて行ってもよい。そして、得られた結晶性半導体膜を所望の形状にパターンニングして半導体層402～406を形成する。前記半導体膜としては、非晶質半導体膜や微結晶半導体膜、結晶性半導体膜などがあり、非晶質珪素ゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用しても良い。

【0079】

本実施例では、まず、プラズマCVD法を用い、55nmの非晶質珪素膜を成膜する。そして、出力10Wの連続発振の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第2高調波に変換したのち、実施例1乃至4のいずれかーに示す光学系より複数のレーザ光に分割し、基板上にて合成して干渉を形成する。このときのエネルギー密度の分布は波状となるが、結晶化にはピーク値が150mJ/cm²以上（好ましくは200mJ/cm²以上）のエネルギー密度を有するレーザ光が必要である。そして、10～200cm/s程度の速度でステージを動かして照射し、結晶性珪素膜を形成する。続いて、フォトリソグラフィ法を用いたパターンニング処理によって半導体層402～406を形成する。

【0080】

また、半導体層402～406を形成した後、TFTのしきい値を制御するために微量な不純物元素（ボロンまたはリン）のドーピングを行ってもよい。

【0081】

次いで、半導体層402～406を覆うゲート絶縁膜407を形成する。ゲート絶縁膜4

10

20

30

40

50

07はプラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを40~150nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により110nmの厚さで酸化窒化珪素膜(組成比Si=32%、O=59%、N=7%、H=2%)で形成した。勿論、ゲート絶縁膜は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

【0082】

また、酸化珪素膜を用いる場合には、プラズマCVD法でTEOS(Tetraethyl Orthosilicate)とO₂とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300~400とし、高周波(13.56MHz)電力密度0.5~0.8W/cm²で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化珪素膜は、その後400~500の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

10

【0083】

次いで、ゲート絶縁膜407上に膜厚20~100nmの第1の導電膜408と、膜厚100~400nmの第2の導電膜409とを積層形成する。本実施例では、膜厚30nmのTa₂N₅膜からなる第1の導電膜408と、膜厚370nmのW膜からなる第2の導電膜409を積層形成した。Ta₂N₅膜はスパッタ法で形成し、Taのターゲットを用い、窒素を含む雰囲気内でスパッタする。また、W膜は、Wのターゲットを用いたスパッタ法で形成した。その他に6フッ化タングステン(WF₆)を用いる熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極として使用するためには低抵抗化を図る必要がある、W膜の抵抗率は20μΩ/cm以下にすることが望ましい。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W膜中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。従って、本実施例では、高純度のW(純度99.9999%)のターゲットを用いたスパッタ法で、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9~20μΩ/cmを実現することができる。

20

【0084】

なお、本実施例では、第1の導電膜408をTa₂N₅、第2の導電膜409をWとしたが、特に限定されず、いずれもTa、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または前記元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶珪素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。また、第1の導電膜をタンタル(Ta)膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化チタン(TiN)膜で形成し、第2の導電膜をW膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル(Ta₂N₅)膜で形成し、第2の導電膜をAl膜とする組み合わせ、第1の導電膜を窒化タンタル(Ta₂N₅)膜で形成し、第2の導電膜をCu膜とする組み合わせとしてもよい。

30

【0085】

次に、フォトリソグラフィ法を用いてレジストからなるマスク410~415を形成し、電極及び配線を形成するための第1のエッチング処理を行う。第1のエッチング処理では第1及び第2のエッチング条件で行う。(図9(B))本実施例では第1のエッチング条件として、ICP(Inductively Coupled Plasma:誘導結合型プラズマ)エッチング法を用い、エッチング用ガスにCF₄とCl₂とO₂とを用い、それぞれのガス流量比を25:25:10(sccm)とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを生成してエッチングを行う。基板側(試料ステージ)にも150WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。この第1のエッチング条件によりW膜をエッチングして第1の導電層の端部をテーパ形状とする。

40

【0086】

この後、レジストからなるマスク410~415を除去せずに第2のエッチング条件に変え、エッチング用ガスにCF₄とCl₂とを用い、それぞれのガス流量比を30:30(sccm)とし、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入し

50

てプラズマを生成して約30秒程度のエッチングを行った。基板側（試料ステージ）にも20WのRF（13.56MHz）電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。CF₄とCl₂を混合した第2のエッチング条件ではW膜及びTa₂N膜とも同程度にエッチングされる。なお、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、10～20%程度の割合でエッチング時間を増加させると良い。

【0087】

上記第1のエッチング処理では、レジストからなるマスクの形状を適したものとすることにより、基板側に印加するバイアス電圧の効果により第1の導電層及び第2の導電層の端部がテーパ形状となる。このテーパ部の角度は15～45°となる。こうして、第1のエッチング処理により第1の導電層と第2の導電層から成る第1の形状の導電層417～422（第1の導電層417a～422aと第2の導電層417b～422b）を形成する。416はゲート絶縁膜であり、第1の形状の導電層417～422で覆われない領域は20～50nm程度エッチングされ薄くなった領域が形成される。

10

【0088】

次いで、レジストからなるマスクを除去せずに第2のエッチング処理を行う。

（図9（C））ここでは、エッチングガスにCF₄とCl₂とO₂とを用い、W膜を選択的にエッチングする。この時、第2のエッチング処理により第2の導電層428b～433bを形成する。一方、第1の導電層417a～422aは、ほとんどエッチングされず、第2の形状の導電層428～433を形成する。

【0089】

20

そして、レジストからなるマスクを除去せずに第1のドーピング処理を行い、半導体層にn型を付与する不純物元素を低濃度に添加する。ドーピング処理はイオンドープ法、若しくはイオン注入法で行えば良い。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を40～80keVとして行う。本実施例ではドーズ量を $1.5 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を60keVとして行う。n型を付与する不純物元素として15族に属する元素、典型的にはリン（P）または砒素（As）を用いるが、ここではリン（P）を用いる。この場合、導電層428～433がn型を付与する不純物元素に対するマスクとなり、自己整合的に不純物領域423～427が形成される。不純物領域423～427には $1 \times 10^{18} \sim 1 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加する。

30

【0090】

レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク434a～434cを形成して第1のドーピング処理よりも高い加速電圧で第2のドーピング処理を行う。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{15} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を60～120keVとして行う。ドーピング処理は第2の導電層428b～432bを不純物元素に対するマスクとして用い、第1の導電層のテーパ部の下方の半導体層に不純物元素が添加されるようにドーピングする。続いて、第2のドーピング処理より加速電圧を下げ第3のドーピング処理を行って図10（A）の状態を得る。イオンドープ法の条件はドーズ量を $1 \times 10^{15} \sim 1 \times 10^{17} / \text{cm}^2$ とし、加速電圧を50～100keVとして行う。第2のドーピング処理および第3のドーピング処理により、第1の導電層と重なる低濃度不純物領域436、442、448には $1 \times 10^{18} \sim 5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加され、高濃度不純物領域435、441、444、447には $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ の濃度範囲でn型を付与する不純物元素を添加される。

40

【0091】

もちろん、適当な加速電圧にすることで、第2のドーピング処理および第3のドーピング処理は1回のドーピング処理で、低濃度不純物領域および高濃度不純物領域を形成することも可能である。

【0092】

次いで、レジストからなるマスクを除去した後、新たにレジストからなるマスク450a～450cを形成して第4のドーピング処理を行う。この第4のドーピング処理により、

50

pチャネル型TFETの活性層となる半導体層に前記一導電型とは逆の導電型を付与する不純物元素が添加された不純物領域453、454、459、460を形成する。第2の導電層428a~432aを不純物元素に対するマスクとして用い、p型を付与する不純物元素を添加して自己整合的に不純物領域を形成する。本実施例では、不純物領域453、454、459、460はジボラン(B_2H_6)を用いたイオンドープ法で形成する。(図10(B))この第4のドーピング処理の際には、nチャネル型TFETを形成する半導体層はレジストからなるマスク450a~450cで覆われている。第1乃至3のドーピング処理によって、不純物領域453、459にはそれぞれ異なる濃度でリンが添加されているが、そのいずれの領域においてもp型を付与する不純物元素の濃度を $1 \times 10^{19} \sim 5 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるようにドーピング処理することにより、pチャネル型TFETのソース領域およびドレイン領域として機能するために何ら問題は生じない。

10

【0093】

以上までの工程で、それぞれの半導体層に不純物領域が形成される。

【0094】

次いで、レジストからなるマスク450a~450cを除去して第1の層間絶縁膜461を形成する。この第1の層間絶縁膜461としては、プラズマCVD法またはスパッタ法を用い、厚さを100~200nmとして珪素を含む絶縁膜で形成する。本実施例では、プラズマCVD法により膜厚150nmの酸化窒化珪素膜を形成した。勿論、第1の層間絶縁膜461は酸化窒化珪素膜に限定されるものでなく、他の珪素を含む絶縁膜を単層または積層構造として用いても良い。

20

【0095】

次いで、図10(C)に示すように、活性化処理としてレーザー照射方法を用いる。レーザー照射方法では、実施例1乃至4のいずれか一を適用してレーザーから射出されたレーザー光を光学系により複数のレーザー光に分割したのち1つに合成して干渉を形成し、半導体膜に照射する。

【0096】

本実施例では、出力10Wの連続発振の YVO_4 レーザーから射出されたレーザー光を非線形光学素子により第3高調波に変換したのち、実施例1乃至4のいずれか一に示す光学系を用いて複数のレーザー光に分割し、基板上にて合成して干渉を形成する。このときのエネルギー密度の分布は波状となるが、結晶化にはピーク値が 80 mJ/cm^2 以上(好ましくは 100 mJ/cm^2 以上)のエネルギー密度であるレーザー光が必要である。そして、10~200cm/s程度の速度でステージを動かして照射する。

30

【0097】

また、第1の層間絶縁膜を形成する前に活性化処理を行っても良い。

【0098】

そして、加熱処理(300~550で1~12時間の熱処理)を行うと水素化を行うことができる。この工程は第1の層間絶縁膜461に含まれる水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。第1の層間絶縁膜の存在に関係なく半導体層を水素化することができる。水素化の他の手段として、プラズマ水素化(プラズマにより励起された水素を用いる)や、3~100%の水素を含む雰囲気中で300~450で1~12時間の加熱処理を行っても良い。

40

【0099】

次いで、第1の層間絶縁膜461上に無機絶縁膜材料または有機絶縁物材料から成る第2の層間絶縁膜462を形成する。本実施例では、膜厚1.6 μm のアクリル樹脂膜を形成したが、粘度が10~1000cp、好ましくは40~200cpのものを用い、表面に凸凹が形成されるものを用いる。

【0100】

本実施例では、鏡面反射を防ぐため、表面に凸凹が形成される第2の層間絶縁膜を形成することによって画素電極の表面に凸凹を形成した。また、画素電極の表面に凹凸を持たせて光散乱性を図るため、画素電極の下方の領域に凸部を形成してもよい。その場合、凸部

50

の形成は、TFTの形成と同じフォトリソグラフィで行うことができるため、工程数の増加なく形成することができる。なお、この凸部は配線及びTFT部以外の画素部領域の基板上に適宜設ければよい。こうして、凸部を覆う絶縁膜の表面に形成された凸凹に沿って画素電極の表面に凸凹が形成される。

【0101】

また、第2の層間絶縁膜462として表面が平坦化する膜を用いてもよい。その場合は、画素電極を形成した後、公知のサンドブラスト法やエッチング法等の工程を追加して表面を凹凸化させて、鏡面反射を防ぎ、反射光を散乱させることによって白色度を増加させることが好ましい。

【0102】

そして、駆動回路506において、各不純物領域とそれぞれ電氣的に接続する配線463～467を形成する。なお、これらの配線は、膜厚50nmのTi膜と、膜厚500nmの合金膜(AlとTiとの合金膜)との積層膜をパターニングして形成する。もちろん、二層構造に限らず、単層構造でもよいし、三層以上の積層構造にしてもよい。また、配線の材料としては、AlとTiに限らない。

例えば、TaN膜上にAlやCuを形成し、さらにTi膜を形成した積層膜をパターニングして配線を形成してもよい。(図11)

【0103】

また、画素部507においては、画素電極470、ゲート配線469、接続電極468を形成する。この接続電極468によりソース配線(443aと443bの積層)は、画素TFTと電氣的な接続が形成される。また、ゲート配線469は、画素TFTのゲート電極と電氣的な接続が形成される。また、画素電極470は、画素TFTのドレイン領域と電氣的な接続が形成され、さらに保持容量を形成する一方の電極として機能する半導体層459と電氣的な接続が形成される。また、画素電極470としては、AlまたはAgを主成分とする膜、またはそれらの積層膜等の反射性の優れた材料を用いることが望ましい。

【0104】

以上の様にして、nチャネル型TFT501とpチャネル型TFT502からなるCMOS回路、及びnチャネル型TFT503を有する駆動回路506と、画素TFT504、保持容量505とを有する画素部507を同一基板上に形成することができる。こうして、アクティブマトリクス基板が完成する。

【0105】

駆動回路506のnチャネル型TFT501はチャネル形成領域437、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層428aと重なる低濃度不純物領域436(GOLD領域)、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域452と、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素が導入された不純物領域451を有している。このnチャネル型TFT501と電極466で接続してCMOS回路を形成するpチャネル型TFT502にはチャネル形成領域440、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域454と、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素が導入された不純物領域453を有している。また、nチャネル型TFT503にはチャネル形成領域443、ゲート電極の一部を構成する第1の導電層430aと重なる低濃度不純物領域442(GOLD領域)、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域456と、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素が導入された不純物領域455を有している。

【0106】

画素部の画素TFT504にはチャネル形成領域446、ゲート電極の外側に形成される低濃度不純物領域445(LDD領域)、ソース領域またはドレイン領域として機能する高濃度不純物領域458とを有している。また、保持容量505の一方の電極として機能する半導体層には、n型を付与する不純物元素およびp型を付与する不純物元素が添加されている。保持容量505は、絶縁膜416を誘電体として、電極(432aと432b

10

20

30

40

50

の積層)と、半導体層とで形成している。

【0107】

本実施例の画素構造は、ブラックマトリクスを用いることなく、画素電極間の隙間が遮光されるように、画素電極の端部をソース配線と重なるように配置形成する。

【0108】

また、本実施例で作製するアクティブマトリクス基板の画素部の上面図を図12に示す。なお、図9～図12に対応する部分には同じ符号を用いている。図11中の鎖線A-A'は図12中の鎖線A-A'で切断した断面図に対応している。また、図11中の鎖線B-B'は図12中の鎖線B-B'で切断した断面図に対応している。

【0109】

[実施例6]

本実施例では、実施例5で作製したアクティブマトリクス基板から、反射型液晶表示装置を作製する工程を以下に説明する。説明には図13を用いる。

【0110】

まず、実施例5に従い、図11の状態のアクティブマトリクス基板を得た後、図11のアクティブマトリクス基板上、少なくとも画素電極470上に配向膜567を形成しラビング処理を行う。なお、本実施例では配向膜567を形成する前に、アクリル樹脂膜等の有機樹脂膜をパターニングすることによって基板間隔を保持するための柱状のスペーサ572を所望の位置に形成した。また、柱状のスペーサに代えて、球状のスペーサを基板全面に散布してもよい。

【0111】

次いで、対向基板569を用意する。次いで、対向基板569上に着色層570、571、平坦化膜573を形成する。赤色の着色層570と青色の着色層571とを重ねて、遮光部を形成する。また、赤色の着色層と緑色の着色層とを一部重ねて、遮光部を形成してもよい。

【0112】

本実施例では、実施例5に示す基板を用いている。従って、実施例5の画素部の上面図を示す図12では、少なくともゲート配線469と画素電極470の間隙と、ゲート配線469と接続電極468の間隙と、接続電極468と画素電極470の間隙を遮光する必要がある。本実施例では、それらの遮光すべき位置に着色層の積層からなる遮光部が重なるように各着色層を配置して、対向基板を貼り合わせた。

【0113】

このように、ブラックマスク等の遮光層を形成することなく、各画素間の隙間を着色層の積層からなる遮光部で遮光することによって工程数の低減を可能とした。

【0114】

次いで、平坦化膜573上に透明導電膜からなる対向電極576を少なくとも画素部に形成し、対向基板の全面に配向膜574を形成し、ラビング処理を施した。

【0115】

そして、画素部と駆動回路が形成されたアクティブマトリクス基板と対向基板とをシール材568で貼り合わせる。シール材568にはフィラーが混入されていて、このフィラーと柱状スペーサによって均一な間隔を持って2枚の基板が貼り合わせられる。その後、両基板の間に液晶材料575を注入し、封止剤(図示せず)によって完全に封止する。液晶材料575には公知の液晶材料を用いれば良い。このようにして図13に示す反射型液晶表示装置が完成する。そして、必要があれば、アクティブマトリクス基板または対向基板を所望の形状に分断する。さらに、対向基板のみに偏光板(図示しない)を貼りつけた。そして、公知の技術を用いてFPCを貼りつけた。

【0116】

以上のようにして作製される液晶表示装置はエネルギー分布が周期的または一様なレーザー光が照射され、大粒径の結晶粒が形成された半導体膜を用いて作製されたTFTを有しており、前記液晶表示装置の動作特性や信頼性を十分なものとなり得る。そして、このよう

10

20

30

40

50

な液晶表示装置は各種電子機器の表示部として用いることができる。

【0117】

なお、本実施例は実施例1乃至5と自由に組み合わせることが可能である。

【0118】

[実施例7]

本実施例では、実施例5で示したアクティブマトリクス基板を作製するときのTFTの作製方法を用いて、発光装置を作製する例を以下に説明する。本明細書において、発光装置とは、基板上に形成された発光素子を該基板とカバー材の間に封入した表示用パネルおよび該表示用パネルにTFT等を実装した表示用モジュールを総称したものである。なお、発光素子は、電場を加えることで発生するルミネッセンス(Electro Luminescence)が得られる化合物を含む層(発光体)と陽極層と、陰極層とを有する。また、化合物におけるルミネッセンスには、一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(蛍光)と三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光(リン光)があり、これらのうちどちらか、あるいは両方の発光を含む。

10

【0119】

なお、本明細書中では、発光素子において陽極と陰極の間に形成された全ての層を発光体と定義する。発光体には具体的に、発光層、正孔注入層、電子注入層、正孔輸送層、電子輸送層等が含まれる。基本的に発光素子は、陽極層、発光体、陰極層が順に積層された構造を有しており、この構造に加えて、陽極層、正孔注入層、発光層、陰極層や、陽極層、正孔注入層、発光層、電子輸送層、陰極層等の順に積層した構造を有していることもある。

20

【0120】

図14は本実施例の発光装置の断面図である。図14において、基板700上に設けられたスイッチングTFT603は図11のnチャネル型TFT503を用いて形成される。したがって、構造の説明はnチャネル型TFT503の説明を参照すれば良い。

【0121】

なお、本実施例ではチャネル形成領域が二つ形成されるダブルゲート構造としているが、チャネル形成領域が一つ形成されるシングルゲート構造もしくは三つ形成されるトリプルゲート構造であっても良い。

【0122】

基板700上に設けられた駆動回路は図11のCMOS回路を用いて形成される。従って、構造の説明はnチャネル型TFT501とpチャネル型TFT502の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

30

【0123】

また、配線701、703はCMOS回路のソース配線、702はドレイン配線として機能する。また、配線704はソース配線とスイッチングTFTのソース領域とを電気的に接続する配線として機能し、配線705はドレイン配線とスイッチングTFTのドレイン領域とを電気的に接続する配線として機能する。

【0124】

なお、電流制御TFT604は図11のpチャネル型TFT502を用いて形成される。従って、構造の説明はpチャネル型TFT502の説明を参照すれば良い。なお、本実施例ではシングルゲート構造としているが、ダブルゲート構造もしくはトリプルゲート構造であっても良い。

40

【0125】

また、配線706は電流制御TFTのソース配線(電流供給線に相当する)であり、707は電流制御TFTの画素電極711上に重ねることで画素電極711と電気的に接続する電極である。

【0126】

なお、711は、透明導電膜からなる画素電極(発光素子の陽極)である。透明導電膜と

50

しては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化亜鉛、酸化スズまたは酸化インジウムを用いることができる。また、前記透明導電膜にガリウムを添加したものをを用いても良い。画素電極 711 は、上記配線を形成する前に平坦な層間絶縁膜 710 上に形成する。本実施例においては、樹脂からなる平坦化膜 710 を用いて T F T による段差を平坦化することは非常に重要である。後に形成される発光体は非常に薄いため、段差が存在することによって発光不良を起こす場合がある。従って、発光体をできるだけ平坦面に形成しうるように画素電極を形成する前に平坦化しておくことが望ましい。

【0127】

配線 701 ~ 707 を形成後、図 14 に示すようにバンク 712 を形成する。

10

バンク 712 は 100 ~ 400 nm の珪素を含む絶縁膜もしくは有機樹脂膜をパターンングして形成すれば良い。

【0128】

なお、バンク 712 は絶縁膜であるため、成膜時における素子の静電破壊には注意が必要である。本実施例ではバンク 712 の材料となる絶縁膜中にカーボン粒子や金属粒子を添加して抵抗率を下げ、静電気の発生を抑制する。この際、抵抗率は $1 \times 10^6 \sim 1 \times 10^{12}$ m (好ましくは $1 \times 10^8 \sim 1 \times 10^{10}$ m) となるようにカーボン粒子や金属粒子の添加量を調節すれば良い。

【0129】

画素電極 711 の上には発光体 713 が形成される。なお、図 14 では一画素しか図示していないが、本実施例では R (赤)、G (緑)、B (青) の各色に対応した発光層を作り分けている。また、本実施例では蒸着法により低分子系有機発光材料を形成している。具体的には、正孔注入層として 20 nm 厚の銅フタロシアニン (CuPc) 膜を設け、その上に発光体として 70 nm 厚のトリス - 8 - キノリノラトアルミニウム錯体 (Alq₃) 膜を設けた積層構造としている。Alq₃ にキナクリドン、ペリレンもしくは DCM1 といった蛍光色素を添加することで発光色を制御することができる。

20

【0130】

但し、以上の例は発光体として用いることのできる有機発光材料の一例であって、これに限定する必要はまったくない。発光層、電荷輸送層または電荷注入層を自由に組み合わせ発光体 (発光及びそのためのキャリアの移動を行わせるための層) を形成すれば良い。例えば、本実施例では低分子系有機発光材料を発光層として用いる例を示したが、中分子系有機発光材料や高分子系有機発光材料を用いても良い。なお、本明細書中において、昇華性を有さず、かつ、分子数が 20 以下または連鎖する分子の長さが 10 μm 以下の有機発光材料を中分子系有機発光材料とする。また、高分子系有機発光材料を用いる例として、正孔注入層として 20 nm のポリチオフェン (PEDOT) 膜をスピン塗布法により設け、その上に発光層として 100 nm 程度のパラフェニレンビニレン (PPV) 膜を設けた積層構造としても良い。なお、PPV の共役系高分子を用いると、赤色から青色まで発光波長を選択できる。また、電荷輸送層や電荷注入層として炭化珪素等の無機材料を用いることも可能である。これらの有機発光材料や無機材料は公知の材料を用いることができる。

30

40

【0131】

次に、発光層 713 の上には導電膜からなる陰極 714 が設けられる。本実施例の場合、導電膜としてアルミニウムとリチウムとの合金膜を用いる。勿論、公知の MgAg 膜 (マグネシウムと銀との合金膜) を用いても良い。陰極材料としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素からなる導電膜もしくはそれらの元素を添加した導電膜を用いれば良い。

【0132】

この陰極 714 まで形成された時点で発光素子 715 が完成する。なお、ここでいう発光素子 715 は、画素電極 (陽極) 711、発光層 713 及び陰極 714 で形成されたダイオードを指す。

50

【0133】

発光素子715を完全に覆うようにしてパッシベーション膜716を設けることは有効である。パッシベーション膜716としては、炭素膜、窒化珪素膜もしくは窒化酸化珪素膜を含む絶縁膜からなり、該絶縁膜を単層もしくは組み合わせた積層で用いる。

【0134】

この際、カバレッジの良い膜をパッシベーション膜として用いることが好ましく、炭素膜、特にDLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜を用いることは有効である。DLC膜は室温から100以下の温度範囲で成膜可能であるため、耐熱性の低い発光体713の上方面にも容易に成膜することができる。また、DLC膜は酸素に対するブロッキング効果が高く、発光層713の酸化を抑制することが可能である。そのため、この後に続く封止工程を行う間に発光体713が酸化するといった問題を防止できる。

10

【0135】

さらに、パッシベーション膜716上に封止材717を設け、カバー材718を貼り合わせる。封止材717としては紫外線硬化樹脂を用いれば良く、内部に吸湿効果を有する物質もしくは酸化防止効果を有する物質を設けることは有効である。また、本実施例においてカバー材718はガラス基板や石英基板やプラスチック基板(プラスチックフィルムも含む)の両面に炭素膜(好ましくはダイヤモンドライクカーボン膜)を形成したものをを用いる。

【0136】

こうして図14に示すような構造の発光装置が完成する。なお、バンク712を形成した後、パッシベーション膜716を形成するまでの工程をマルチチャンバー方式(またはインライン方式)の成膜装置を用いて、大気解放せずに連続的に処理することは有効である。また、さらに発展させてカバー材718を貼り合わせる工程までを大気解放せずに連続的に処理することも可能である。

20

【0137】

こうして、基板700上にnチャネル型TFET601、602、スイッチングTFET(nチャネル型TFET)603および電流制御TFET(nチャネル型TFET)604が形成される。

【0138】

さらに、図14を用いて説明したように、ゲート電極に絶縁膜を介して重なる不純物領域を設けることによりホットキャリア効果に起因する劣化に強いnチャネル型TFETを形成することができる。そのため、信頼性の高い発光装置を実現できる。

30

【0139】

また、本実施例では画素部と駆動回路の構成のみ示しているが、本実施例の製造工程に従えば、その他にも信号分割回路、D/Aコンバータ、オペアンプ、補正回路などの論理回路を同一の絶縁体上に形成可能であり、さらにはメモリやマイクロプロセッサをも形成しうる。

【0140】

以上のようにして作製される発光装置はエネルギー分布が周期的または一様なレーザ光が照射され、大粒径の結晶粒が形成された半導体膜を用いて作製されたTFETを有しており、前記発光装置の動作特性や信頼性を十分なものとなり得る。そして、このような発光装置は各種電子機器の表示部として用いることができる。

40

【0141】

なお、本実施例は実施例1乃至5のいずれか一と自由に組み合わせることが可能である。

【0142】

[実施例8]

本発明を適用して、様々な半導体装置(アクティブマトリクス型液晶表示装置、アクティブマトリクス型発光装置、アクティブマトリクス型EC表示装置)を作製することができる。即ち、それら電気光学装置を表示部に組み込んだ様々な電子機器に本発明を適用できる。

50

【 0 1 4 3 】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、プロジェクター、ヘッドマウントディスプレイ（ゴーグル型ディスプレイ）、カーナビゲーション、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等）などが挙げられる。それらの例を図 1 5、図 1 6 及び図 1 7 に示す。

【 0 1 4 4 】

図 1 5 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体 3 0 0 1、画像入力部 3 0 0 2、表示部 3 0 0 3、キーボード 3 0 0 4 等を含む。本発明を表示部 3 0 0 3 に適用することができる。

【 0 1 4 5 】

図 1 5 (B) はビデオカメラであり、本体 3 1 0 1、表示部 3 1 0 2、音声入力部 3 1 0 3、操作スイッチ 3 1 0 4、バッテリー 3 1 0 5、受像部 3 1 0 6 等を含む。本発明を表示部 3 1 0 2 に適用することができる。

【 0 1 4 6 】

図 1 5 (C) はモバイルコンピュータ（モータールコンピュータ）であり、本体 3 2 0 1、カメラ部 3 2 0 2、受像部 3 2 0 3、操作スイッチ 3 2 0 4、表示部 3 2 0 5 等を含む。本発明は表示部 3 2 0 5 に適用できる。

【 0 1 4 7 】

図 1 5 (D) はゴーグル型ディスプレイであり、本体 3 3 0 1、表示部 3 3 0 2、アーム部 3 3 0 3 等を含む。本発明は表示部 3 3 0 2 に適用することができる。

【 0 1 4 8 】

図 1 5 (E) はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 3 4 0 1、表示部 3 4 0 2、スピーカ部 3 4 0 3、記録媒体 3 4 0 4、操作スイッチ 3 4 0 5 等を含む。なお、このプレーヤーは記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。本発明は表示部 3 4 0 2 に適用することができる。

【 0 1 4 9 】

図 1 5 (F) はデジタルカメラであり、本体 3 5 0 1、表示部 3 5 0 2、接眼部 3 5 0 3、操作スイッチ 3 5 0 4、受像部（図示しない）等を含む。本発明を表示部 3 5 0 2 に適用することができる。

【 0 1 5 0 】

図 1 6 (A) はフロント型プロジェクターであり、投射装置 3 6 0 1、スクリーン 3 6 0 2 等を含む。本発明は投射装置 3 6 0 1 の一部を構成する液晶表示装置 3 8 0 8 やその他の駆動回路に適用することができる。

【 0 1 5 1 】

図 1 6 (B) はリア型プロジェクターであり、本体 3 7 0 1、投射装置 3 7 0 2、ミラー 3 7 0 3、スクリーン 3 7 0 4 等を含む。本発明は投射装置 3 7 0 2 の一部を構成する液晶表示装置 3 8 0 8 やその他の駆動回路に適用することができる。

【 0 1 5 2 】

なお、図 1 6 (C) は、図 1 6 (A) 及び図 1 6 (B) 中における投射装置 3 6 0 1、3 7 0 2 の構造の一例を示した図である。投射装置 3 6 0 1、3 7 0 2 は、光源光学系 3 8 0 1、ミラー 3 8 0 2、3 8 0 4 ~ 3 8 0 6、ダイクロイックミラー 3 8 0 3、プリズム 3 8 0 7、液晶表示装置 3 8 0 8、位相差板 3 8 0 9、投射光学系 3 8 1 0 で構成される。投射光学系 3 8 1 0 は、投射レンズを含む光学系で構成される。本実施例は三板式の例を示したが、特に限定されず、例えば単板式であってもよい。また、図 1 6 (C) 中において矢印で示した光路に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するためのフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

【 0 1 5 3 】

また、図 1 6 (D) は、図 1 6 (C) 中における光源光学系 3 8 0 1 の構造の一例を示し

10

20

30

40

50

た図である。本実施例では、光源光学系 3801 は、リフレクター 3811、光源 3812、レンズアレイ 3813、3814、偏光変換素子 3815、集光レンズ 3816 で構成される。なお、図 16 (D) に示した光源光学系は一例であって特に限定されない。例えば、光源光学系に実施者が適宜、光学レンズや、偏光機能を有するフィルムや、位相差を調節するフィルム、IR フィルム等の光学系を設けてもよい。

【0154】

ただし、図 16 に示したプロジェクターにおいては、透過型の電気光学装置を用いた場合を示しており、反射型の電気光学装置及び発光装置での適用例は図示していない。

【0155】

図 17 (A) は携帯電話であり、本体 3901、音声出力部 3902、音声入力部 3903、表示部 3904、操作スイッチ 3905、アンテナ 3906 等を含む。本発明を表示部 3904 に適用することができる。

10

【0156】

図 17 (B) は携帯書籍（電子書籍）であり、本体 4001、表示部 4002、4003、記憶媒体 4004、操作スイッチ 4005、アンテナ 4006 等を含む。本発明は表示部 4002、4003 に適用することができる。

【0157】

図 17 (C) はディスプレイであり、本体 4101、支持台 4102、表示部 4103 等を含む。本発明は表示部 4103 に適用することができる。本発明のディスプレイは特に大画面化した場合において有利であり、対角 10 インチ以上（特に 30 インチ以上）のディスプレイには有利である。

20

【0158】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、さまざま分野の電子機器に適用することが可能である。また、本実施例の電子機器は実施例 1～6 または 7 の組み合わせからなる構成を用いても実現することができる。

【0159】

【発明の効果】

本発明の構成を採用することにより、以下に示すような基本的有意性を得ることが出来る。

(a) 干渉性の高いエネルギーを有するレーザー光を、半導体膜に適したエネルギー密度を有するレーザー光に成形することができる。

30

(b) 高い干渉性を有するレーザー光にも十分対応し得る。

(c) 基板を移動させることで、大面積基板にもレーザー光の照射を行うことが可能となる。

(d) 以上の利点を満たした上で、レーザー照射方法およびそれを行うレーザー照射装置において、効率よくレーザー光の照射を行うことができる。また、アクティブマトリクス型の液晶表示装置に代表される半導体装置において、半導体装置の動作特性および信頼性の向上を実現することができる。さらに、半導体装置の製造コストの低減を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【図 1】 本発明のレーザー照射装置の構成の例を示す図。

【図 2】 本発明の照射面におけるレーザー光の干渉の例を示す図。

【図 3】 本発明の照射面における基板の移動方法の例を示す図。

【図 4】 本発明のレーザー照射装置の構成の例を示す図。

【図 5】 本発明のレーザー照射装置の構成の例を示す図。

【図 6】 本発明の照射面におけるレーザー光の干渉の例を示す図。

【図 7】 本発明の照射面におけるレーザー光の干渉の例を示す図。

【図 8】 本発明の照射面におけるレーザー光の干渉の例を示す図。

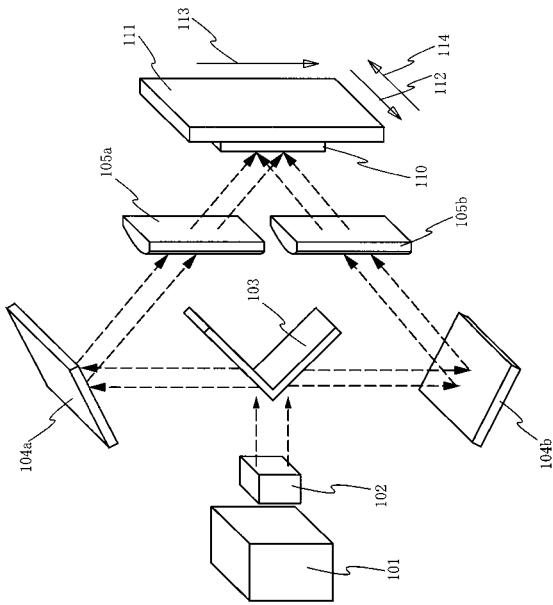
【図 9】 画素 TFT、駆動回路の TFT の作製工程を示す断面図。

【図 10】 画素 TFT、駆動回路の TFT の作製工程を示す断面図。

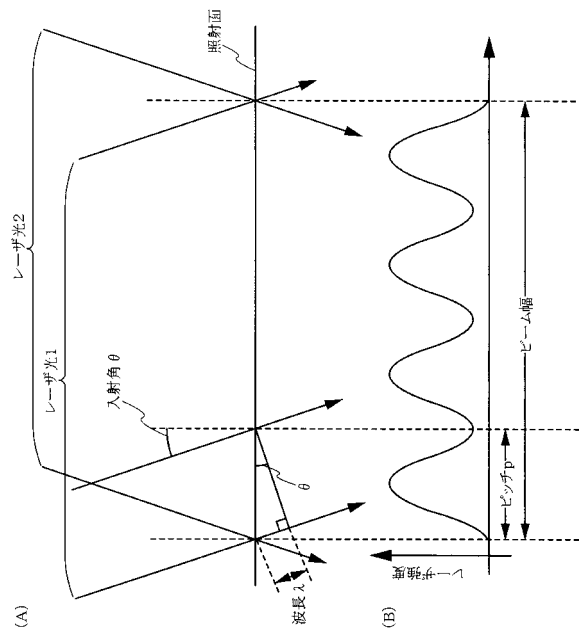
50

- 【図11】 画素TFT、駆動回路のTFTの作製工程を示す断面図。
- 【図12】 画素TFTの構成を示す上面図。
- 【図13】 アクティブマトリクス型液晶表示装置の断面図。
- 【図14】 発光装置の駆動回路及び画素部の断面構造図。
- 【図15】 半導体装置の例を示す図。
- 【図16】 半導体装置の例を示す図。
- 【図17】 半導体装置の例を示す図。

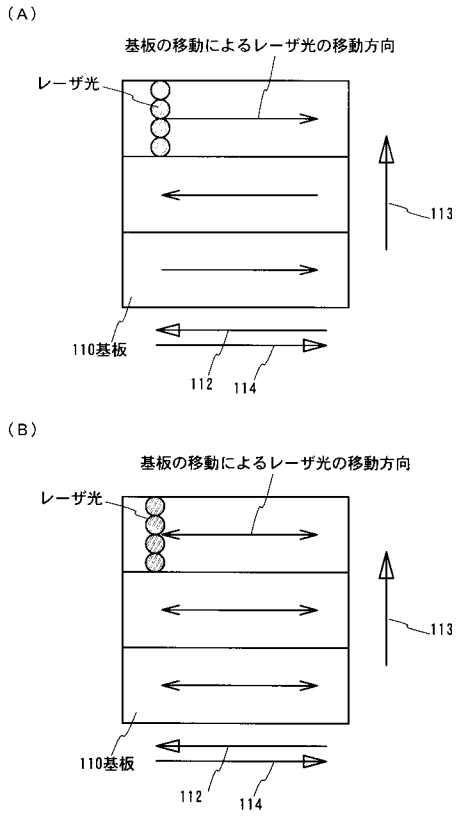
【図1】



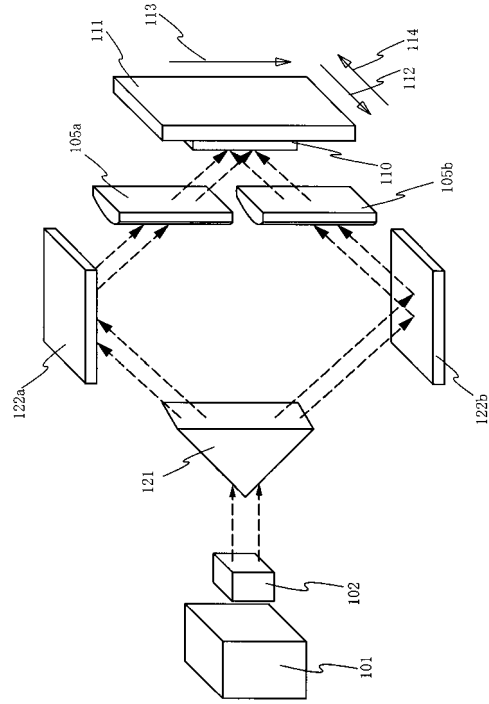
【図2】



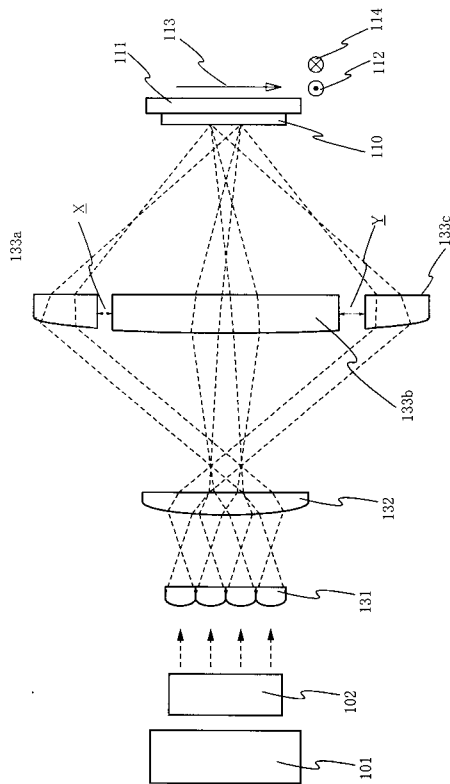
【図3】



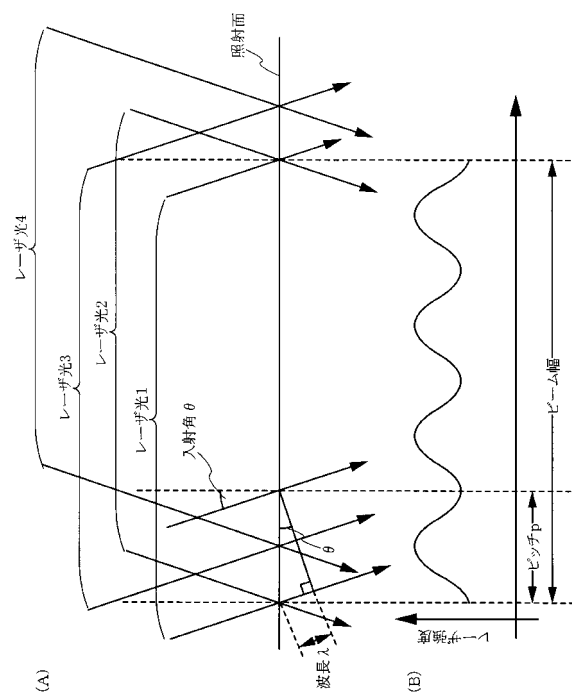
【図4】



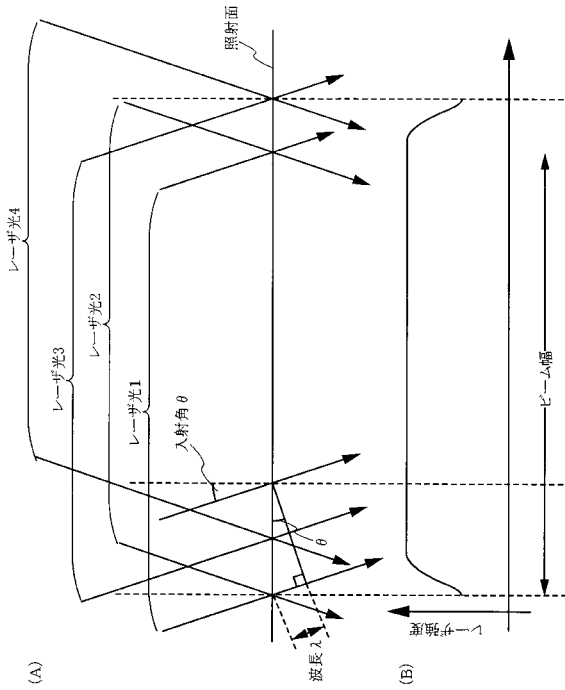
【図5】



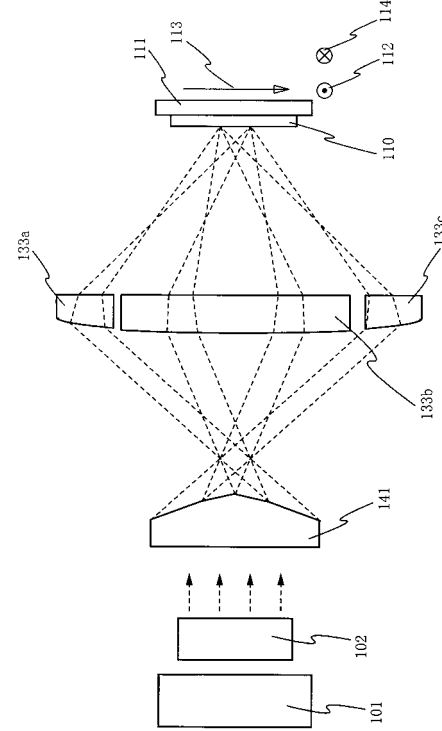
【図6】



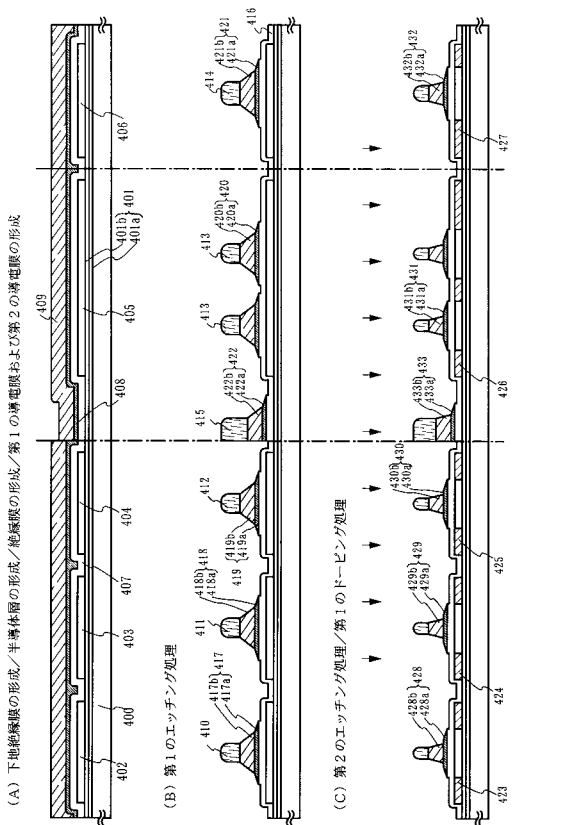
【図7】



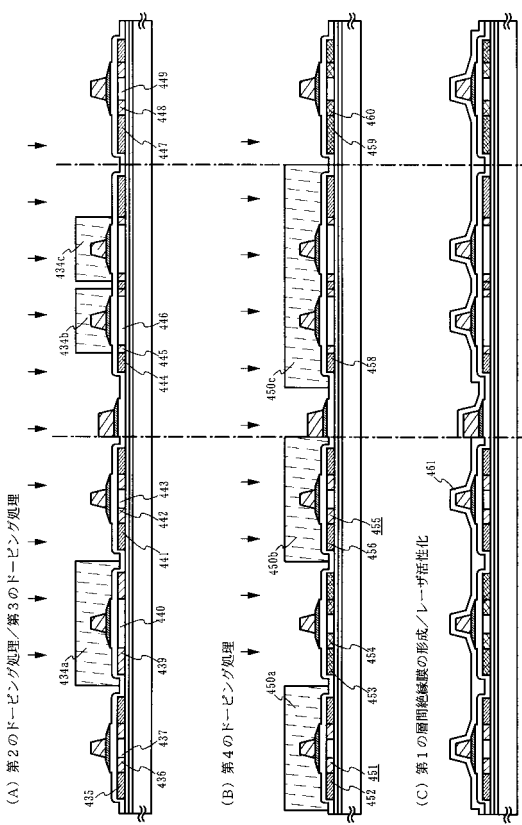
【図8】



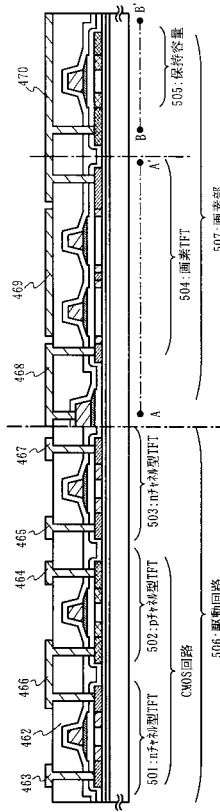
【図9】



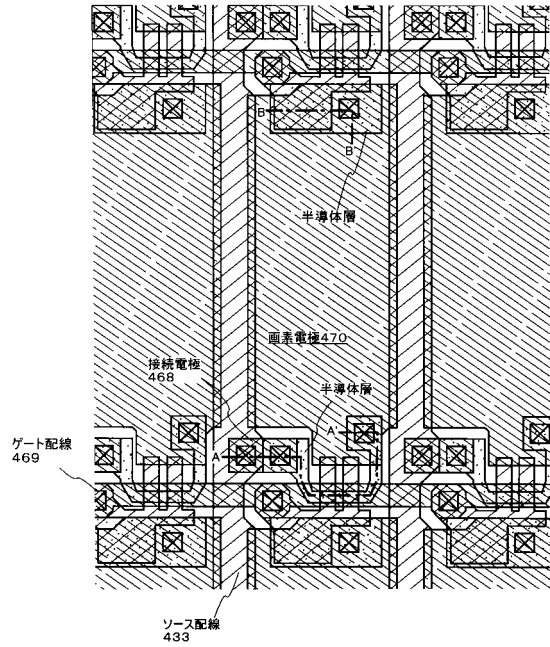
【図10】



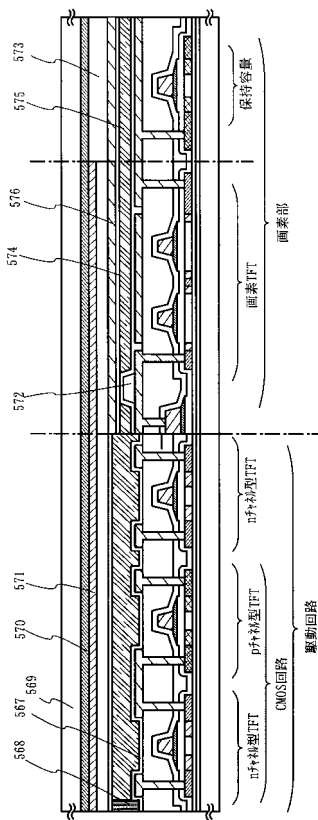
【図 1 1】



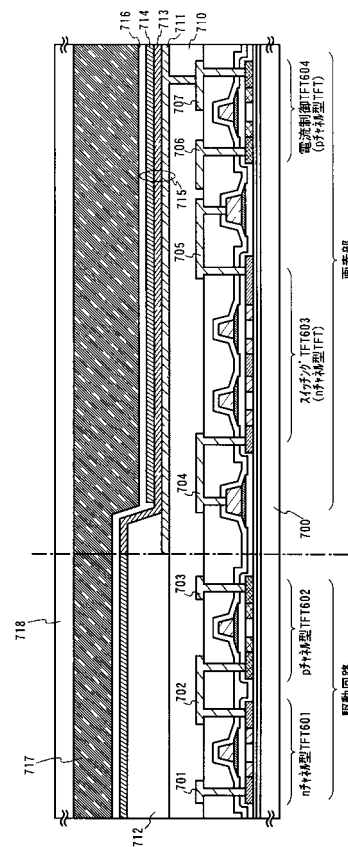
【図 1 2】



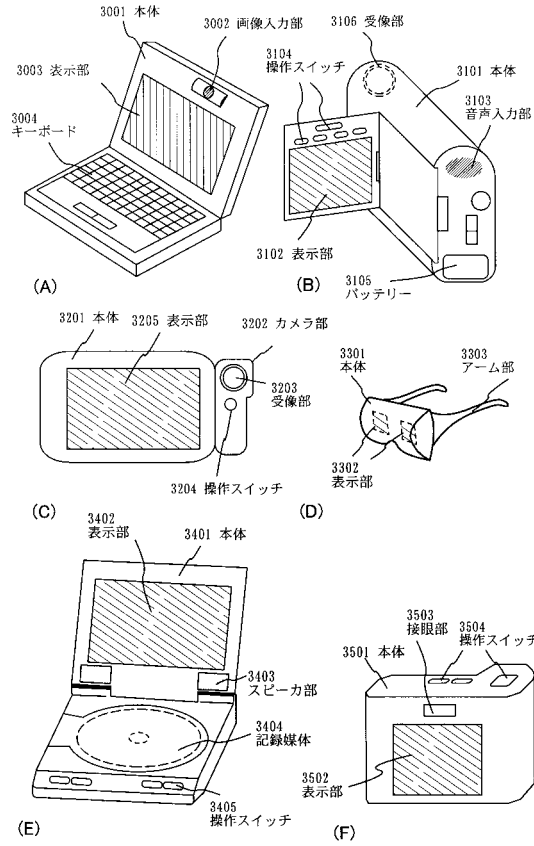
【図 1 3】



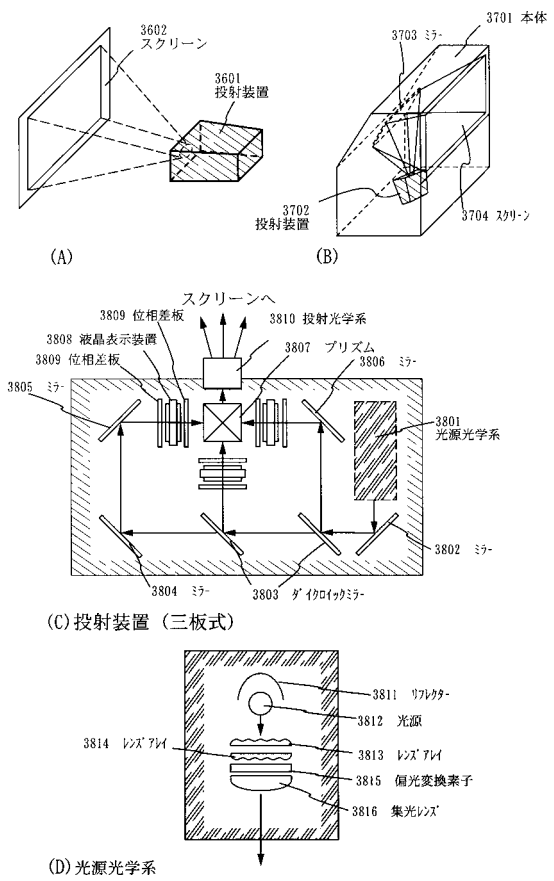
【図 1 4】



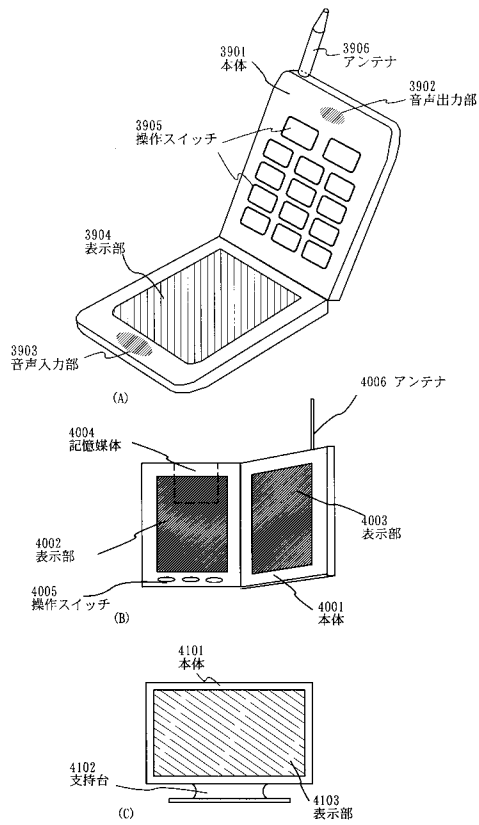
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

H01L 21/268

H01L 21/20