

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5339342号
(P5339342)

(45) 発行日 平成25年11月13日 (2013.11.13)

(24) 登録日 平成25年8月16日 (2013.8.16)

(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 1/1343 (2006.01)

G O 2 F 1/1343

G O 2 F 1/1368 (2006.01)

G O 2 F 1/1368

C 2 3 C 16/513 (2006.01)

C 2 3 C 16/513

H O 1 L 21/302 (2006.01)

H O 1 L 21/302 2 O 1 B

請求項の数 7 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-247112 (P2008-247112)
 (22) 出願日 平成20年9月26日 (2008.9.26)
 (65) 公開番号 特開2010-78899 (P2010-78899A)
 (43) 公開日 平成22年4月8日 (2010.4.8)
 審査請求日 平成23年2月25日 (2011.2.25)

(73) 特許権者 502356528
 株式会社ジャパンディスプレイ
 東京都港区西新橋三丁目7番1号
 (73) 特許権者 506087819
 パナソニック液晶ディスプレイ株式会社
 兵庫県姫路市飾磨区妻鹿日田町1-6
 (74) 代理人 110000154
 特許業務法人はるか国際特許事務所
 (72) 発明者 新井 武
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社 日立製作所生産技術研究所内
 (72) 発明者 中須 信昭
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
 株式会社 日立製作所生産技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置の修正方法およびその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正装置であって、

前記パターン欠陥の情報を検査装置から受信し、前記パターン欠陥の欠陥を認識・分類する観察機構と、

前記パターン欠陥の領域に局所的なプラズマの照射によって前記パターン欠陥を修正するプラズマ照射手段と、を備え、

前記プラズマ照射手段は、

その内部でプラズマを生成するプラズマ生成用細管と、

前記プラズマ生成用細管内に第1のガスを供給する第1のガス供給部と、

開放部を有し、当該開放部の対面側から前記プラズマ生成用細管の一端が挿入されるプラズマ反応部と、

前記プラズマ反応部内に第2のガスを供給する第2のガス供給部と、を備え、

前記開放部に前記表示装置を保持して移動可能なステージ機構が配置され、

前記プラズマ反応部にプラズマジェットを細径化するマスクが具備され、

前記マスクは前記プラズマ生成細管と基板の間に配置されることを特徴とする表示装置の修正装置。

【請求項2】

前記第1のガス供給部から供給されるガスの物理量により、第2のガス供給部から供給

された反応性ガスを分解させることを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置の修正装置。

【請求項 3】

第 2 のガス供給部は、前記マスクと基板との間に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置の修正装置。

【請求項 4】

前記マスクは、絶縁体であることを特徴とする請求項 3 に記載の表示装置の修正装置。

【請求項 5】

前記第 1 のガス供給部から供給されるガスの物理量により、被加工物の温度を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の表示装置の修正装置。

【請求項 6】

前記ガスの物理量は、少なくとも、流量、流速、ガス種、電離度のいずれかであることを特徴とする請求項 2、5 のいずれかに記載の表示装置の修正装置。

【請求項 7】

基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正方法であって、

前記パターン欠陥の情報を検査装置から受信し、受信した情報に基づいて前記パターン欠陥の欠陥を認識・分類し、

プラズマ生成用細管に第 1 のガスを供給してその内部でプラズマを生成させ、

発生させたプラズマを、プラズマ反応部内に挿入された前記プラズマ生成用細管の一端から射出し、

前記プラズマ反応部内のマスクによって、前記プラズマ生成用細管の一端から射出されたプラズマジェットを細径化し、

前記プラズマ反応部内に第 2 のガスを供給し、

前記細径化されたプラズマジェットを、前記プラズマ反応部の開放部に配置されたステージ機構に保持される表示装置に照射して前記パターン欠陥を修正することを特徴とする表示装置の修正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置の修正方法およびその装置に係り、大気圧下で生成したプラズマジェットを用いて表示装置の基板上の電子回路パターンの短絡箇所や開放箇所を修正によって正常化する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

たとえば液晶表示装置は一对の基板の間に液晶を挟み込んだ構造となっており、一方の基板（フィルタ基板と称される場合がある）には青、緑、赤の樹脂を交互に塗布したカラーフィルタが形成され、もう一方の基板（TFT基板と称される場合がある）には薄膜トランジスタ（TFT：Thin Film Transistor）を含む電子回路パターンが形成されている。

【0003】

カラーフィルタや配線にパターン欠陥が生じると、液晶表示装置の表示異常となり、不良品となる。表示異常には、例えば、カラーフィルタに塗布された樹脂が隣の画素にはみ出したために生じる色不良や、樹脂の膜厚やTFT基板が均一でないために生じる色むら、配線間のショートや断線などがある。

【0004】

これらパターン欠陥を検出する方法としては、外観検査装置で回路パターンを撮像し、画像処理を行うことで欠陥を顕在化させる、一般的なパターン検査装置を用いることができる。

【0005】

カラーフィルタの色のはみ出しやTFT基板の配線ショートの修正方法としては、たと

10

20

30

40

50

えば下記特許文献 1 に開示されているように、ショート箇所にはレーザ光を照射し、該ショート箇所を除去することによって修正する方法が一般的である。

【0006】

パターン欠損箇所に配線材料を形成する方法としては、たとえば下記特許文献 2 に開示されているに、先端径が細く絞られた中空のピペットを用いて前記配線材料を塗布する方法がある。また、たとえば下記特許文献 3、下記特許文献 4 には、レーザ CVD 法と呼ばれ、回路基板上の所望領域に金属配線の原料となるガスを供給し、そこにレーザ光を照射することによって原料ガスを分解し、金属薄膜を析出する方法が開示されている。

【特許文献 1】特開平 9 - 307217 公報

【特許文献 2】特開平 8 - 66652 公報

【特許文献 3】特公平 7 - 484967 公報

【特許文献 4】特開平 11 - 61413 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、特許文献 1 に記載されたレーザ光によるショート修正装置は、材料の選択加工が困難なため、レーザ照射部は上層のみならず下層膜まで損傷を与えてしまう。そのため、修正に適用できる領域には、制限があるといった問題があった。

【0008】

特許文献 2 に記載された塗布方法は、ピペットを接触させて塗布するため、修正時の基板への損傷が考えられるため、特許文献 1 の場合と同様に修正領域に制限があった。

【0009】

特許文献 3 に記載されたレーザ CVD 技術は、原料ガスの分解が照射したレーザ光の光吸収特性に大きく依存するという欠点を有するため、形成可能な物質はタングステン (W) などの金属薄膜である場合が多く、シリコン酸化膜 (SiO_2) などの絶縁薄膜など原料ガスの光吸収が小さいものに対しては形成が困難であるという問題があった。

【0010】

また、特許文献 1 ~ 3 に記載された表示装置の修正方法は、1 つの装置で修正できる欠陥に制約があり、複数種の欠陥を一つの修正装置で処理可能なものが必要とされていた。

【0011】

本発明の目的は、修正の領域、材料、あるいは種類等における適用範囲を大幅に拡大できる表示装置の修正方法およびその装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明の表示装置の修正方法は、いわゆるプラズマの照射によって電子回路パターンのパターン欠陥を修正するようにしたものである。

【0013】

本発明の構成は、たとえば、以下のようなものとすることができる。

【0014】

(1) 本発明の表示装置の修正装置は、基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正装置であって、

前記パターン欠陥の領域に局所的なプラズマの照射によって前記パターン欠陥を修正するプラズマ照射手段を備え、

前記プラズマ照射手段は、

その内部でプラズマを生成するプラズマ生成用細管と、

前記プラズマ生成用細管内に第 1 のガスを供給する第 1 のガス供給部と、

開口部を有し、当該開口部の対面側から前記プラズマ生成用細管の一端が挿入されるプラズマ反応部と、

前記プラズマ反応部内に第 2 のガスを供給する第 2 のガス供給部とを備えたことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

(2) 本発明の表示装置の修正装置は、(1)において、前記開放部に前記表示装置を保持して移動可能なステージ機構が配置され、

前記パターン欠陥の情報を検査装置から受信し、前記パターン欠陥の欠陥を認識・分類する観察機構を備えてなることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

(3) 本発明の表示装置の修正装置は、(1)において、前記第 1 のガス供給部から供給されるガスの物理量により、第 2 のガス供給部から供給された反応性ガスを分解させることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

(4) 本発明の表示装置の修正装置は、(1)において、前記プラズマ反応部にプラズマジェットを細径化するマスクを具備し、

前記マスクは前記プラズマ生成細管と基板の間に配置され、第 2 のガス供給部は、前記マスクと基板との間に配置されることを特徴とする。

(5) 本発明の表示装置の修正装置は、(4)において、前記マスクは、絶縁体であることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

(6) 本発明の表示装置の修正装置は、(1)において、前記第 1 のガス供給部から供給されるガスの物理量により、被加工物の温度を制御することを特徴とする。

(7) 本発明の表示装置の修正装置は、(3)、(6)のいずれかにおいて、前記ガスの物理量は、少なくとも、流量、流速、ガス種、電離度のいずれかであることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

(8) 本発明の表示装置の修正方法は、基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正方法であって、

プラズマ生成用細管に第 1 のガスを供給してプラズマを生成させ、
発生させたプラズマを、プラズマ反応部内に挿入された前記プラズマ生成用細管の一端から射出し、

前記プラズマ反応部内に第 2 のガスを供給し、

前記射出されたプラズマによって反応性の前記第 2 のガスを分解し、前記プラズマ反応部の開口部側に配置された表示装置の前記パターン欠陥を修正することを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

(9) 本発明の表示装置の修正方法は、プラズマ生成用細管の一方の端部から前記プラズマ生成用細管の内部に供給した不活性ガスに高周波電力の印加によってプラズマを発生させ、

前記プラズマ生成用細管の他方の端部と基板との間に配置したマスクを通してプラズマジェットを微細化し、

前記第 1 のガス供給部から供給されるガスの物理量により、第 2 のガス供給部から供給された反応性ガスを分解させ、前記基板上の電子回路パターンのパターン欠陥を修正することを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

(1 0) 本発明の表示装置の修正方法は、(9)において、前記ガスの物理量は、少なくとも、流量、流速、ガス種、電離度のいずれかであることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

(1 1) 本発明の表示装置の修正装置は、基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正装置であって、

前記パターン欠陥の領域に局所的なプラズマの照射によって前記パターン欠陥を修正するプラズマ照射手段を備え、

前記プラズマ照射手段は、

その内部でプラズマを生成するプラズマ生成用細管と、

10

20

30

40

50

前記プラズマ生成用細管内に第１のガスを供給する第１のガス供給部と、
開口部を有し、当該開口部の対面側から前記プラズマ生成用細管の一端が挿入されるプ
ラズマ反応部と、

前記プラズマ反応部内に設けられ、前記プラズマ生成用細管から照射されるプラズマジ
ェットを細径化するマスクとを備えたことことを特徴とする。

【００２３】

(１２) 本発明の表示装置の修正方法は、基板の表面にパターン欠陥を有する電子回路パ
ターンが形成された表示装置の前記パターン欠陥を修正する修正方法であって、

プラズマ生成用細管に第１のガスを供給してプラズマを生成させ、

発生させたプラズマを、プラズマ反応部内に挿入された前記プラズマ生成用細管の一端
から射出し、

前記プラズマ反応部内のマスクによって、前記プラズマ生成用細管の一端から射出され
たプラズマジェットを細径化し、

前記細径化されたプラズマジェットを表示装置に照射して前記パターン欠陥を修正する
ことを特徴とする。

【００２４】

なお、上記した構成はあくまで一例であり、本発明は、技術思想を逸脱しない範囲内で
適宜変更が可能である。また、上記した構成以外の本発明の構成の例は、本願明細書全体
の記載または図面から明らかにされる。

【発明の効果】

【００２５】

上述した本発明の表示装置の修正方法およびその装置によれば、修正の領域、材料、あ
るいは種類等における適用範囲を大幅に拡大できるようになる。

【００２６】

本発明のその他の効果については、明細書全体の記載から明らかにされる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

本発明の実施例を、図面を参照しながら説明する。

【００２８】

(第１の実施例)

図１は、本発明の第１の実施例である液晶表示装置の修正に用いる装置（以下、修正装
置と称する場合がある）の概略図である。

【００２９】

図１において、修正装置は、大別して、欠陥を修正するための局所プラズマ生成部１と
、ガス供給部２と、プラズマ反応部３と、微細加工用のレーザ４と、塗布機構５と、欠陥
を認識するためのカメラ６と、プラズマ状態をモニタリングするための計測機構７と、制
御部８と、で構成されている。

【００３０】

プラズマ生成部１は、石英などの誘電体からなるプラズマ生成用細管９とこの細管９の
外周領域に高周波電源１０からマッチングネットワーク１１を介して高周波電力を供給す
るための電極１２を配置して構成されている。具体的な例として、プラズマ生成用細管９
には内径 １．５ｍｍ、外径 ３．５ｍｍの石英管を用いた。そして、高周波電源１０（
たとえば１４４ＭＨｚ、２００Ｗ電源）から所定の高周波電力をプラズマ生成用細管９に
印加するための電極１２には、対向する２つの銅製電極をプラズマ生成用細管９の外周部
に設けて構成した。なお、プラズマ生成用細管９に高周波電力を供給する際、マッチング
ネットワーク１１を自動制御することで高周波電源１０からの反射波が最小になるように
調整した。

【００３１】

なお、後述するが、プラズマ生成用細管９の一方の端部にはガス供給部を構成する第１
のガス供給部の配管１３が接続されており、プラズマ生成用細管９の内部には第１のガス

10

20

30

40

50

が供給され、そして高周波電源 10 から所望の高周波電力が印加された後、着火装置 15 を用いてプラズマの着火が行われる。この着火装置 15 は、その材料である金属が、基板上に金属不純物として飛来しないために、プラズマ生成用細管 9 の外側に接触する構成としている。複数のガス種を使用してプラズマを生成する場合は、安定したプラズマを生成するために、第 1 のガス供給部 13 にて混合した後に、プラズマ生成用細管 9 を経由して、プラズマ反応部 3 に供給する。

【0032】

また、プラズマ生成部 1 の側方には μm オーダーでの微細加工を行うためのレーザ発振器 4 と形状制御するためのマスクおよび光学系（図示せず）、さらに、マスキング処理のためのレジストなどの樹脂材料を基板上に塗布する塗布機構 5、また、欠陥位置の確認と分類と修正処理後の状態を確認するための観察カメラ 6 が設置されている。少なくとも前記光学系を含むレーザ発振器 4 と塗布機構 5 と観察カメラ 6 とプラズマ生成部 1、細管 9、高周波印加用電極 12 およびプラズマ反応部 3 は一体となって移動する機構とし、基板 16 との距離を可変させる場合にはこれらが同時に移動するようにした。

10

【0033】

プラズマ反応部 3 はその一端に開放部 17 が設けられ、この開放部 17 の対面側からプラズマ反応部 3 の内部に前記プラズマ生成用細管 9 の一方の端部が挿入されている。この端部からプラズマ生成用細管 9 の内部で生成した第 1 のガスによるプラズマジェット 19 が前記開放部 17 に向かって射出される。プラズマ生成用細管 9 の延長線上には、プラズマ反応部 3 の開放部 17 に対面する状態で基板ステージ 18 上が配置されその上に基板 16 が搭載されている。

20

【0034】

ガス供給部を構成する第 2 のガス供給部 14 はプラズマ反応部 3 の内部に直接に挿入され、その第 2 のガス供給部 14 の供給口は前記プラズマ生成用細管 9 の延長線上にガスが供給され、基板 16 の表面と交差する領域に可能な限り接近させて配置されている。

【0035】

ここで、第 1 のガスは Ar、He 等に代表される不活性ガスであって、プラズマ反応部 3 の内部におけるプラズマジェット 19 の形成に用いられる。そして、第 2 のガスはモノシランや TEOS 等に代表される薄膜形成用原料ガス、または塩素やフッ化炭素などに代表されるエッチング用ガスであるが、本発明で適用可能なガス種は上記の具体例に限定されるものではない。

30

【0036】

次に、前記基板 16 として、たとえば、液晶表示装置の TFT 基板（駆動用電子回路基板）の欠陥修正を例に揚げ、具体的に説明する。ここでは、たとえばシリコン酸化膜からなる保護膜あるいは絶縁膜を局所的に形成する場合を説明する。

【0037】

まず、プラズマジェット 19 の生成には第 1 のガス（不活性ガス）としてアルゴンガス（以下 Ar）を用い、絶縁膜形成用の第 2 のガス（反応性ガス）として TEOS（tetraethoxysilane）ガスを用いた。これら 2 種類のガスはそれぞれ別系統のガス配管（第 1 の配管 13 および第 2 の配管 14）からプラズマ反応部 3 の内部に供給される。

40

【0038】

ここで、第 1 のガスおよび第 2 のガスを個別に供給し、基板 16 の表面に接近させた領域で反応させることの重要性は次の理由に基づく。すなわち、（1）薄膜形成用である第 2 のガス（TEOS ガス）を細管 9 の内部に導入し、そこでプラズマを生成する場合、TEOS ガスによる活性種がプラズマ生成用細管 9 の内部に堆積し、その結果として安定したプラズマの維持が困難になる、（2）薄膜形成に寄与するプラズマ中の活性種やイオンの寿命が短い（大気圧下では活性種の平均自由行程は数十 nm 程度）、活性種が基板 16 表面に輸送されるまでの間に活性種の性質が変化してしまう、などの不都合があるからである。

【0039】

50

これを回避して基板 16 の表面に所望の特性を有する薄膜（例えば、シリコン酸化膜の絶縁破壊強度が 500 MV/m 以上）を形成するために、上記したようにプラズマ形成に用いられる Ar ガスと薄膜形成に用いられる TEOS ガスとを個別に供給し、Ar ガスによるプラズマジェット 19 を用いて TEOS ガスを基板 16 の表面上に輸送し、シリコン酸化膜の形成に寄与させるようにしている。

【0040】

ここで第 2 のガスとして用いる TEOS ガスは室温において液体である。そのため、TEOS ガスの供給は TEOS ガスを Ar ガスなどの不活性ガスを用いて、TEOS ポンプをバブリングしながら供給する。この時、TEOS ガスポンプから配管 14 を経由してプラズマ反応部 3 内に到達するまでに、配管内に TEOS ガスが付着・蓄積するのを抑制するために、温度調整付きのヒータ 21 を配管に装着し、配管を約 100 程度に保温することが必要である。さらに、TEOS ガスを効率よく供給するため、TEOS ガスポンプそのものを加熱機構 22 などによって約 100 程度に保温すると効果的である。

【0041】

プラズマ形成用 Ar ガスおよび薄膜形成用 TEOS ガスの流量制御は、それぞれの配管に設置されたマス・フロー・コントローラ 23a（以下、MFC）により行われる。TEOS ガスのバブリングに用いる不活性ガス（ここでは Ar ガス）制御も MFC 23b を用い、TEOS ガスとともにプラズマ反応部 3 の内部に供給される。なお、配管は、ステンレス製の 1/4 インチ管を用いるが、プラズマ反応部 3 の内部で 1/8 インチ管を用いて絞込み、基板 16 の表面近傍に限定して第 2 のガスを供給できるようにした。

【0042】

プラズマ反応部 3 内に供給された TEOS ガスは、プラズマ反応部 3 に接続されたプラズマ反応部 3 内の圧力を調整する排気機構 24 を介して排気設備および反応ガスの除害設備（図示せず）で処理される。また、プラズマ反応部 3 内の圧力はプラズマ反応部 3 の開放部から散逸されることを防止するために、プラズマ反応部 3 内から流れるガスをその周囲に設置された少なくとも 1 つの排気機構 28 またはガス供給と排気機構の組み合わせにより、使用されたガスを収集し、排気機構 24 により廃棄処理する。

【0043】

次に、本発明の修正装置に用いた局所プラズマの制御方法について説明する。

【0044】

図 1 において、第 1 のガス供給部 13 からプラズマ生成用ガスとして Ar ガスを 1 L / 分の割合でプラズマ生成用細管 9 に導入する。そして、高周波電源 10 から投入電力 100 W をマッチングネットワーク 11 を介して電極 12 に印加した。Ar ガスのプラズマは点火装置 15 を用いて行われる。高周波電源 10 への反射波が大きく、プラズマ放電が不安定である場合には、反射波が最小となるようにマッチングネットワーク 11 を用いて調整する。この調整は、高周波印加直後のプラズマ発生前後で必要となる。マッチングネットワーク 11 のコンデンサを調整することで高周波のマッチングは可能であるが、進行波と反射波の値をモニタして自動調整を行う機構を修正装置に搭載した。

【0045】

プラズマの放電状態はプラズマ反応部 3 に設置された観察用窓（図示せず）から計測装置 7 により観察される。例えば、プラズマ発光を分光計測装置を用いて 250 nm ~ 900 nm 範囲のプラズマ発光を分析することで知ることができる。本実施例では、Ar の発光輝線 696 nm や 750 nm を計測してその電離状態からプラズマの安定性を判断した。また、ここでは示さないが、プラズマ反応部 3 の内部を 5 ~ 15 μm の波長領域に感度を有する赤外線センサを用いて計測することで、基板 16 やプラズマ生成用細管 9 の温度状態もモニタし、このデータを元にプラズマ制御することも可能である。

【0046】

上記の放電条件において、プラズマ生成用細管 9 の先端部から基板 16 の方向に向かって約 10 mm 程度の Ar プラズマジェット 19 が観察された。プラズマジェット 19 の径は細管 9 の先端から射出された後、しだいにプラズマが消失することで少しずつ細くなり

10

20

30

40

50

、プラズマジェット19の先端部では約数百 μm であった。そして、この条件のプラズマジェット19では、基板16上に形成したアルミニウム配線が溶融する660以上に達していることを確認した。また、このプラズマジェット19は、プラズマ生成用細管9から離れるほど温度が低下していることを前述の赤外線センサを用いて基板上16の温度をモニターすることで確認した。

【0047】

さらに、高周波電力を変化させずにArガスの流量を4L/分に増加させた場合、プラズマジェット19の長さは最大15mmまで増大したが、プラズマジェット19により基板16上のアルミニウム配線の溶融は観察されなかった。赤外線センサによる基板16の表面温度を観測した結果、250以下であることが確認され、流量の増加により温度が低下した。

【0048】

また、高周波電源10の投入電力を40~200W、Ar流量を1~7L/分、プラズマジェット19と基板16との距離を変化させた結果、基板16の表面温度を約100からシリコン融点である1400程度まで制御することができた。

【0049】

また、従来のCVD (Chemical Vapor Deposition) では不可欠であった基板加熱は不要となる。上記したようにプラズマジェット19の放射熱を制御することで、基板温度を変化させることなく(室温程度で)、良質な膜を形成できるようになる。

【0050】

プラズマ反応部3の内部に生成されるプラズマジェット19の直径は細管9の内径を上記の1mmから更に細くすることが可能である。しかし、細管9の内径が0.5mm程度に小径化すると細管9中で生成するプラズマが不安定になる。

【0051】

そこで、図1に示すようにマスク20によるプラズマジェット19の径制御を検討した。図2(a)に本発明で用いたマスク20の構成を示す。マスク20は細管9の先端部から射出されたプラズマジェット19と基板16との間に配置される。マスク20の材料は、石英板やセラミックスなどの耐熱性の非金属材料を用い。これは、金属材料のような導電材料ではプラズマジェット19が大きく減衰するためである。このマスクに、所望のプラズマジェット19の径を得るために、寸法の異なる複数の貫通穴202を形成している。この貫通穴202にプラズマジェット19を照射することで、プラズマはさらに細径化され基板16上の照射領域が小さくなるとともに、プラズマ処理領域も制御することが可能となる。マスク20から射出されるプラズマは、集光レンズ27を介して計測装置7により、マスク20とプラズマジェット19の軸ズレや、プラズマジェット19の安定性をモニタリングする。なお、このマスク20はプラズマ反応部3内で、ステージなどにより制御されて、所望の貫通穴202位置へ移動することができる。

【0052】

マスク方式によるプラズマ径の微細化は、プラズマジェット19の生成部と分離し、安定した放電が得られるところにある。また、プラズマ生成用細管9の先端部を細くしてプラズマジェット19を細径化することも可能であるが、極端に小さくすると、プラズマ生成用ガスの流速が低下し温度制御が難しくなる、さらに内径が細くなる部分に蓄熱しプラズマ生成用細管9から基板16の表面への不純物飛散やプラズマ生成用細管9の耐久性がいちじるしく低下するといった不都合が生じる。上記では、放電部と微細化部を分離する方法としてマスク方式を例に説明したが、図2(b)に示すように、プラズマ生成する細管9とその周辺部にプラズマジェット19を絞るための外周細管203を設けて2重管構造とするようにしてもよい。この場合、プラズマ生成用のガスとは独立に、外周細管203にはArガスまたはプラズマ反応容器3の雰囲気ガスが流れる構造とし、細管9からの流れとともに外周細管203からも気体が流れることにより、プラズマジェット19の低温化を実現できる。

【0053】

上記の図 1 に示した修正装置を用い、Ar ガスとTEOS ガスによる絶縁膜（シリコン酸化膜）の形成を試みた。一例として、基板 16 にはガラス基板を用い、成膜条件である高周波電源 10 の投入電力を 70 W、第 1 のガス供給部 13 から細管 9 に供給される Ar ガスの流量を 3 L / 分、第 2 のガス供給部 14 から基板 16 の表面近傍に供給される TEOS ガスの供給量はそのパブリックに用いた Ar ガスの流量を MFC 23 b で制御し、その流量を 0.1 L / 分とした。プラズマ生成用細管 9 と基板 16 の表面までの距離、すなわち Ar プラズマジェット 19 の長さは約 15 mm とし、先端部が基板 16 と接触するように調整した。この条件での成膜では、基板 16 の表面約 100 μm 径の領域にシリコン酸化膜（膜厚約 1 μm）が形成されていることが、光学顕微鏡観察および赤外吸収計測から確認された。

10

【0054】

一般に TEOS ガスの熱分解によってシリコン酸化膜を堆積させる場合、基板 16 を予め 600 以上に加熱しておくことが必要とされているが、上記の例では基板 16 の表面温度が約 200 程度で形成可能であることが、赤外線センサおよび基板 16 に設置した熱電対の計測から明らかとなった。

【0055】

これは、プラズマジェット 19 の形成と TEOS ガスの供給を独立して行い、TEOS ガスの供給をプラズマジェット 19 が基板 16 と交差する領域に直接行うことによって、TEOS ガスの活性種が基板表面近傍で生成・付着するため、大気圧下でも薄膜形成できると考えられる。なお、得られたシリコン酸化膜の絶縁破壊特性は 800 MV / m であって、一般的な熱酸化膜と同程度の良好な絶縁特性を示している。

20

【0056】

上記したように、図 1 における第 2 のガス供給系から TEOS ガスを供給することで基板 16 上に局所的にシリコン酸化膜を形成することが可能であることを説明した。そこで、TEOS ガスの代わりに CF₄ ガスを第 2 のガス供給部からプラズマ反応部 3 の内部に供給した。Ar ガスの流量、高周波電力、CF₄ ガスの流量はシリコン酸化膜の形成時とほぼ同じ条件で行った。基板 16 としてガラス基板上に窒化シリコン薄膜（膜厚約 1 μm）を形成して用いた。なお、プラズマ生成用細管 9 には CF₄ ガスに対してエッチング耐性の優れた材料を使用することが望ましく、ここでは石英ではなくアルミナなどのセラミックチューブ（内径約 1 mm）を用いた。その結果、基板 6 上に形成されている窒化シリコン薄膜が、約数百 μm 径の範囲ですり鉢状にエッチングされていることを確認した。

30

【0057】

以上に述べたように、プラズマ生成ガスとして Ar ガスを、また、薄膜形成用反応ガスとして TEOS ガスを、そしてエッチング用ガスとして CF₄ ガスを用いた例を説明したが、これらのガス種に限定されるものではない。例えば、プラズマ生成ガスとして He ガス、薄膜形成用反応性ガスとして SiH₄ ガスや SiH₂Cl₂ ガス、エッチング用ガスとして Cl₂ などは一例であって、通常の半導体製造工程で使用されているガスを用いることが可能である。

【0058】

（第 2 の実施例）

次に、本発明の第 2 の実施例として、上記した修正装置を用いた液晶表示装置の欠陥修正の方法について説明する。

40

【0059】

ここで、欠陥修正の方法の説明に先立ち、欠陥修正の対象となる液晶表示装置の構成を図 3（a）、（b）を用いて概略的に説明する。図 3（a）は断面図で、図 3（b）は画素部の平面図である。

【0060】

図 3（a）において、複数の画素部が形成された TFT 基板 311 と、複数のカラーフィルタ 308 が形成されたフィルタ基板 312 とを、画素部とカラーフィルタ 308 とを対向させて配置し、その間に液晶 310 を挟み込んだ構成となっている。そして、上記の

50

画素部は、図 3 (b) に示すように、 T F T 基板 3 1 1 上にゲート配線 3 0 5 が形成され、その上にゲート絶縁層 3 0 3 (図 3 (a) 参照) が形成されている。そして、このゲート絶縁層 3 0 3 上であって、ゲート配線 3 0 5 に接続されたゲート電極の位置する領域 (薄膜トランジスタ T F T の形成領域) にアイランド状の半導体層 3 0 3 (アモルファスシリコン膜) が形成されている。そして、この半導体層 3 0 3 の一方の端部に電極 (ドレイン電極) を介して接続されたドレイン配線 3 0 4 がゲート配線 3 0 5 と交差する方向に形成されている。半導体層 3 0 3 の他方の端部にはソース電極 3 0 6 が形成され、ソース電極 3 0 6 と透明導電膜からなる画素電極 3 0 9 とが接続されている。一对の隣接するゲート配線 3 0 5 と一对の隣接するドレイン配線 3 0 4 で囲まれた領域によって一画素の領域を構成している。

10

【 0 0 6 1 】

このように構成される画素部は、ゲート配線 3 0 5 からの信号によって薄膜トランジスタ T F T がオンされ、このオンされた薄膜トランジスタ T F T を通してドレイン配線 3 0 4 からの信号 (映像信号) が画素電極 3 0 9 に供給されることになる。画素電極 3 0 9 は、フィルタ基板 3 1 2 側に形成された透明導電膜からなる対向電極 3 0 9 ' との間に電界を生じせしめ、液晶の分子を駆動させるようになっている。

【 0 0 6 2 】

このような構成の液晶表示装置は、複数の成膜工程 (配線、半導体層、電極) やエッチング工程を経て製造される。この場合、その過程で混入した異物やホトマスクなどの不都合によって配線間の短絡、配線の断線、半導体層の形状不良などが生じ、これらが液晶表示装置の特性や品質、さらには製造歩留まりの低下を招く要因とされる。従って、液晶表示装置の限られた領域で発生した上記の欠陥部を必要に応じて修正することが重要となる。

20

【 0 0 6 3 】

図 4 は、上述した修正装置を用いて欠陥部の正常化 (修正処理) を行う方法を示した図で、ゲート配線 3 0 5 の断線を修正する過程を示した工程図である。

【 0 0 6 4 】

まず、図 4 (a) において、ガラス基板 4 0 1 (図 1 の基板 1 6 に相当する) 上にたとえば A 1 等からなるゲート配線 3 0 5 が形成されている。ゲート配線 3 0 5 の上にはたとえば窒化シリコン膜からなるゲート絶縁膜 4 0 3 が形成され、さらにその上に窒化シリコン膜またはシリコン酸化膜からなる保護膜 4 0 4 が形成されている。この場合、ゲート配線 3 0 5 の形成工程において異物の付着が原因してゲート配線 3 0 5 に断線部 4 0 5 が生じていることが、ゲート配線 3 0 5 の形成後の検査工程で判明したとする。このままではゲート配線 3 0 5 の一部に信号を供給することが不可能となり、液晶表示装置として致命的な「線欠陥品」として処分される。

30

【 0 0 6 5 】

そこで、本発明の局所プラズマによる修正装置を用いて、上記した断線欠陥部 4 0 5 の修正を試みた。まず、検査工程により出力された欠陥情報を修正装置で受信し、基板 1 6 を載せたステージ 1 8 を欠陥箇所 (断線欠陥部 4 0 5) に移動する。本発明のプラズマ反応部 3 は、ガントリー構造を有した修正装置にレーザ加工機構 4、塗布機構 5、観察カメラ 6 とともに搭載され、基板 1 6 を載せる平面に対して、一軸方向または二軸方向の移動機構を備えている。

40

【 0 0 6 6 】

検査工程では、1 m 角や 2 m 角の大型基板を検査するため、検出分解能は一般的に低い。そのため、修正装置で欠陥データを基板 1 6 とともに受信した際には、高分解能力カメラ 6 で再度撮像し、正確な欠陥座標や欠陥種を認識した。欠陥の再確認は、作業員による作業も可能であるが、修正処理時間を短縮するために自動化も試みた。そのため、欠陥自動認識の感度を高めるため、カメラは 1 μ m 程度の欠陥も認識可能な X G A (1 0 2 4 × 7 6 8 画素) 以上の高解像度のものを採用し、サブミクロンオーダまでの分解能を確保した。これにより高分解能画像とともに広視野による隣接した正常画素と欠陥画素を比較する

50

ことで、欠陥位置と欠陥寸法と欠陥種類の自動認識が可能となり、修正の自動化も可能となった。認識した欠陥寸法により処理する範囲を決定し、マスク 20 機構を適切なマスク径のものに調整する。

【 0 0 6 7 】

欠陥が断線欠陥 405 であると認識すると、予めオフセットしておいたプラズマ生成部 3 に移動し、修正処理する。プラズマ生成部 3 は外気と遮断する構造となっている。すなわち、プラズマ生成部 3 の少なくとも 1 周り外周は排気機構を有しており、プラズマ生成部 3 のガスを装置周辺に漏洩しない構造としている。

【 0 0 6 8 】

ここで、第 2 のガスを供給部 14 からプラズマ反応部 3 内にエッチング性ガス用ボンベ 29 から CF4 ガスを供給した。そして、第 1 のガス供給部 13 からプラズマ生成用細管 9 とマスク 20 を通して Ar ガスを導入し、高周波電源 10 に電力を投入し、プラズマ点火装置 15 によりプラズマを着火した。その前後に、自動調整機構を搭載したマッチングネットワーク 11 でプラズマの反射波を調整して、Ar プラズマジェット 19 を安定させた。Ar プラズマジェット 19 により励起された基板 16 表面近傍の CF4 ガスの反応種により、基板 16 の断線欠陥部 405 に断線部 405 の上部を覆っている保護膜 404 およびゲート絶縁膜 403 を順次エッチングし、ガラス基板 401 の表面を露出させて、エッチング除去部 406 を形成した(図 4(a)、(b))。なお、保護膜 404 やゲート絶縁膜 403 の開口部はゲート配線 402 の断線欠陥部 405 よりも大きくしておく必要がある。

【 0 0 6 9 】

次に、図 4(c) に示すように、第 2 のガス供給部 14 から供給される反応性ガスをエッチング性の CF4 ガスから(CH3)3Al ガス(トリメチルアルミニウムガス)に切り替え、ゲート配線 305 の断線欠陥部 405 の両端部と重なるようにして Al 配線形成部 407 を形成した。ここでは、(CH3)3Al ガスを用いているが、低抵抗特性を有する金属原子含有のガスであれば良い。ただし、金属配線を形成する際には、成膜雰囲気に注意しなければならない。酸素が含まれると、原料ガスの金属原子が膜構造を形成する際に、酸化の原因となる。そのため、金属膜の成膜では、特に Ar や He などの不活性ガスや窒素ガスなどにて雰囲気置換する。また H ガスなどで積極的に還元雰囲気を用いることもできる。

【 0 0 7 0 】

次に、図 4(d) に示すように、再び第 2 のガス供給部 14 から供給される反応性ガスの種類を替えて、上記した配線形成部 407 の内部を埋めるように絶縁膜 408 を形成した。ここで、用いた反応性ガスは TEOS であって、形成した絶縁膜 408 は酸化シリコン薄膜である。

【 0 0 7 1 】

この様にして液晶表示装置にとって致命的な欠陥とされたゲート配線 305 の断線欠陥部 405 を本発明の局所プラズマによる修正装置を用いて正常化し、本来の機能を取り戻すことを可能にした。

【 0 0 7 2 】

同様に、液晶表示装置の製造過程で発生する様々な欠陥、例えば、配線間の短絡(欠陥種 A)、配線や絶縁膜などの積層膜の間に混入した異物(欠陥種 B)、上記した配線の断線(欠陥種 C)について、製造工程中での修正手順について、以下、それぞれ説明する。

【 0 0 7 3 】

図 5 は、TF T 基板の形成工程の流れと上記した欠陥の検査・分類およびその修復の流れとをまとめて示したフロー図である。TF T 基板の形成工程では、各種配線や半導体薄膜および絶縁膜を形成する薄膜形成工程 501、ホトリソ工程 502 およびエッチング・レジスト剥離工程 503 を経て所望の回路パターンおよび TF T を形成する。次に、TF T アレイ検査工程 504 により外観検査装置やアレイテスタなどを用いて欠陥検出する。修正装置は、上記の検査装置で検出された欠陥情報やその欠陥位置情報を生産ラインに構

10

20

30

40

50

築されたネットワークを介して受信する。その情報に基づいて、欠陥の検出された T F T 基板を搭載したステージを駆動して、修正装置の観察カメラの光学系視野内に欠陥位置を再現する。その後、観察カメラのレビュー画像により、欠陥の色、平面形状、高さ情報などの欠陥種の詳細な弁別を行う（欠陥種弁別工程 5 0 5 ）。

【 0 0 7 4 】

これら欠陥の弁別には、例えば、自動焦点機構により観察光学系全体をステージの T F T 基板を設置する面に垂直な Z 方向に移動して、T F T 基板の表面に焦点を合わせる。または、ステージにより T F T 基板を Z 軸方向に移動しても良い。そして、観察カメラにより撮像された画像から欠陥の高さ情報を得た後、修正処理を行う。その他にも、垂直落射照明や斜方照明、フィルタによる薄膜干渉効果を欠陥種の弁別に利用できる。

10

【 0 0 7 5 】

これにより、たとえば欠陥種 A、欠陥種 B、欠陥種 C を弁別できたとし、これらの欠陥種に応じた行程を以下説明する。

【 0 0 7 6 】

（欠陥種 A の場合の修正 5 0 6 ）

まず、欠陥種弁別工程 5 0 5 において、配線間の短絡欠陥である欠陥種 A 5 0 6 が検出された場合、図 1 に示した修正装置における第 1 のガス供給部 1 3 から A r ガスをプラズマ生成用細管 9 に供給する。また、高周波電源 1 0 から高周波電力を電極 1 2 に印加して、プラズマジェット 1 9 を生成する。このプラズマジェット 1 9 を欠陥種 A 5 0 6 に照射し、配線間の余分な領域を除去する。この場合、第 2 のガス供給部である配管 1 4 から配線材料をエッチング可能なガスを適宜選択して欠陥種 A 5 0 8 近傍に供給し、余分な配線をエッチング除去するようにしてもよい。

20

【 0 0 7 7 】

その後、配線の除去された箇所を観察カメラで観察・検査し、配線除去が不十分であればプラズマジェット 1 9 をさらに照射、またはプラズマ処理条件を変更して再度処理する。仮に、余分な配線の除去が十分であると判定された場合、処理された配線近傍の表面に保護膜を形成（保護膜形成工程 5 0 9 ）して、回路基板としての信頼性を高め、欠陥修正を終了させ、T F T 基板を次工程に移送する。

【 0 0 7 8 】

（欠陥種 B の場合の修正 5 0 7 ）

30

次に、欠陥種弁別工程 5 0 5 において、配線や絶縁膜などの積層膜の間に混入した異物（欠陥種 B ）が検出された場合の修正方法について説明する。ここでは、T F T 基板 1 6 のゲート配線に異物（凸状欠陥）が存在した例を示す。凸状欠陥は、配線膜を形成する際、例えばスパッタリングによる金属薄膜の溶融物が付着するスプラッシュ欠陥や、成膜時の異物混入などにより発生する。この凸状欠陥の高さが大きい場合にはその上に形成したゲート絶縁膜や保護膜を突き抜けてカラーフィルタ基板に形成された透明対向電極に接触し、上下電極間ショートや液晶ギャップ不良による表示特性不良を引き起こす。

【 0 0 7 9 】

まず、異物を覆っている保護膜を除去するため、前述した方法により A r プラズマジェット 1 9 を生成する。そして、第 2 のガス供給部 1 4 に保護膜をエッチングするための適切なガスを入れて、凸状欠陥の存在する保護膜の表面に供給することで、保護膜のエッチング処理を行う。保護膜が窒化シリコン薄膜である場合、第 2 のガス供給部 1 4 から供給されるガスは C F 4 ガスあるいは C l 2 ガスを用いる。観察カメラ 6 によりエッチング状態を確認し、プラズマジェット 1 9 の条件を適正化する。次に保護膜の下層に位置するゲート絶縁膜を同様にして除去する。そして、凸状欠陥が表面に露出したとき、第 2 のガス供給部 1 4 からのガス供給を替え、スプラッシュなどの金属系材料をエッチングし上記凸状欠陥を除去する。

40

【 0 0 8 0 】

ここではエッチングの選択性を得るために、層毎にエッチングガスである第 2 のガスを替えた。この場合、A r プラズマジェット 1 9 のみを用いて、保護膜および凸状欠陥を一

50

括で除去することも可能であるが、熱的作用が大きくなると、保護膜と凸状欠陥との材料の違いにより除去すべき材料が周囲に飛散することもあり、前述のようにそれぞれ分離して除去するのが望ましい。

【0081】

その後、修正部分に改めて保護膜（必要に応じてゲート絶縁膜も形成する）を形成して（保護膜形成工程509）凸状欠陥の修正が完了する。

【0082】

（欠陥種Cの場合の修正508）

上記の欠陥種Bの修正507において、配線上に存在していた凸状欠陥を修正した場合、配線そのものが欠落している可能性が高い。この欠陥修正に対しては、ここで説明する欠陥種Cの修正509を継続処理する。

【0083】

断線欠陥部405の修正の詳細については図4で説明したので、ここでは欠陥種弁別工程505において、配線の断線欠陥（欠陥種C）が検出された場合の手順を説明する。

【0084】

まず、配線の断線が存在する領域の保護膜を断線領域よりも広い領域にわたって除去加工する。すなわち、図1の修正装置において、第1のガス供給部13からArガスを細管9に供給し、画像認識にて判定された好適なマスク20を選定して、Arプラズマジェット19を形成する。そして、第2のガス供給部14から保護膜（ここでは窒化シリコン薄膜とする）のエッチング可能なCF₄ガスを用いて保護膜の除去を行う。保護膜の除去状況は、観察カメラ6にて確認し、加工が不足しているようであれば、再度プラズマジェット19にて配線が露出するまでプラズマ処理を行う。

【0085】

次に、CF₄ガスの代わりに第2のガス供給部14から導電率の高い金属を含むガスを、上記した配線を覆うようにして配線を形成する。配線修正部の導通が確認された後、その修正部に再び保護膜を形成し、配線の断線修正が終了する。この導通確認は、断線欠陥が発生した配線の両端部にプロービングにて導通試験を行うことで確認できる（図示せず）。また、金属膜が形成されたことを観察カメラ6と同軸に設けられた観察用カメラ6や赤外線センサ（図示せず）の撮像により、形成された金属膜の反射強度からも確認可能である。

【0086】

以上に述べたように、本発明の修正装置を用いることによって単なる異物の除去のみならず保護膜や絶縁膜の除去、配線の接続や保護膜の形成など多様な用途に適用することができる。特に、液晶表示素子のTF_T基板に適用すれば、配線間の短絡、層間膜の中に存在する異物や配線の断線といった液晶表示装置の致命的な欠陥の修復が可能となる。

【0087】

なお、本発明においては、144MHzの高周波電源を用いた例を説明したが、これに限定されるものではない。

【0088】

（第3の実施例）

本発明の第3の実施例は、上記修正装置に、接触マスクとなるレジストなどの樹脂系材料を塗布する塗布機構と、数μmの微細加工と数百μmの広範囲をレーザ照射できる機構を有しているレーザ加工装置を備えた、修正装置による欠陥部の正常化処理である。

【0089】

上記したプラズマジェット19は、基板16に照射されたプラズマ強度がガウス分布を有する。そのため、プラズマ照射領域の中心部から周辺部にかけて、膜厚および膜質特性分布を生じ、μmオーダーの微細な加工を高精度に処理するのは困難である。そこで本実施例では樹脂系材料を用いたマスクプロセスを用いた。

【0090】

図6に、この接触マスク方式での断線欠陥部の修正手順を示す。ここでは、図6に示し

10

20

30

40

50

たTFT基板の製造工程を例に説明する。欠陥種別工程505までは第2の実施例と同様な処理を行う。ここで、欠陥が μm オーダであったりTFTチャネル部などのように寸法精度がその性能に大きく影響する部分であったりする場合は、接触マスク方式による修正を行うと修正装置は判断する。

【0091】

以下、図7(a)~(c)、図8(d)~(f)を用いて接触式マスク工程による配線修正方法を示す。なお、図7(a)~(c)、図8(d)~(f)において、左側の図は平面図を、右側の図は断面図(平面図の矢印における断面図)を示す。

【0092】

まず、図7(a)に示すように、基板701に形成されたゲート配線702に欠陥部703が生じ、該ゲート配線702上に絶縁膜705、保護膜704が形成されている。そして、図7(b)に示すように、数 μm オーダの微細な寸法精度が必要な欠陥部703に対して塗布機構5にてレジスト材料706を塗布する(塗布工程601)。この塗布精度は、修正箇所の μm オーダの精度は不要であり、断線欠陥部703を覆う塗布ができれば良い。ここではディスペンサ方式により、膜厚 $1\mu\text{m}$ 程度のレジストを直径約 $50\mu\text{m}$ で塗布した。この塗布領域は任意でよいが、少なくともこの後の工程で行うプラズマジェット19の照射領域と照射精度を考慮して、その範囲をカバーできる大きさとする。その後、レーザ装置4にて紫外光による光硬化、または赤外光による熱硬化を行い、膜厚 $0.5\mu\text{m}$ のマスクを得た。

【0093】

次に、レーザ加工装置4に移動し、図7(c)に示すように、欠陥部703に塗布したレジスト膜706の窓開け加工を行い(レーザ窓開け加工603)、窓開け部707を形成する。さらに、図8(d)に示すように、保護膜704、絶縁膜705に至る窓開け部708を形成し、この窓開け部708からゲート配線702の各端部を露出させる。ゲート配線702の各端部は欠陥部703の発生によって断続された部分である。レーザ加工はプラズマジェット19に比べ、光学系を組み合わせることにより μm オーダでの加工が容易に実現できる。ここでのレーザ波長は、例えばYAGレーザの第4高調波である 266nm などの紫外パルスレーザを用いると、高い形状精度加工により窓開け部708を形成することができる。また、マスクに使用しているレジスト706材料と、下層となる金属配線、シリコン窒化膜、シリコン酸化膜などと加工しきい値が大きく異なるため、下層に損傷を与えることなく窓開け加工が可能である。今回の加工では、YAGの第4高調波 266nm 波長、パルス幅 10nm のレーザ発振器を用い、エネルギー 0.1mJ 、 10 ショット、スリット幅 $5\mu\text{m}$ にて矩形のレーザ窓開け加工602を施した。

【0094】

次に、図8(e)に示すように、窓開け部708を修正装置のプラズマ反応部3に移動して、プラズマジェット19により配線膜709を形成する。プラズマでの成膜は、窓開け部708かつレジスト塗布領域706内に行う。第1のガス供給部13からArガスを導入してプラズマジェット19を生成し、第2のガス供給部14から金属系材料となる反応性ガスを導入して金属膜709を形成する。前述したように金属膜709の堆積には、薄膜の酸化を抑制するために、ArやHeの不活性ガスやN₂などの雰囲気にし、酸素を除去した環境とする。または、Hなどの還元性のガスを導入する。これにより、金属膜709は、窓開け部709とレジスト塗布部706に形成される。

【0095】

次に、再びレーザ加工装置4に移動し、図8(f)に示すように、レジスト膜706の除去加工を行う(レーザリフトオフ工程604)。ここでは、上記レジスト塗布部706のレジスト除去を行うため、窓開け加工708とは異なりレジスト塗布部706を広範囲にレーザを照射する。レーザ照射領域は数十~数百 μm 範囲である。前述したように、レジスト加工エネルギーは下地層への損傷がないため、必ずしもレーザを照射する場所にレジスト膜が存在しなくてもよい。この工程により金属膜709がリフトオフされ、断線欠陥部703に新しい配線709が形成され、保護膜710を成膜して修正完了とする。

【 0 0 9 6 】

その後、必要に応じてA r プラズマジェット 1 9 に酸素を数 % 程度添加して、基板の表面クリーニング処理をし、修正を完了する。

【 0 0 9 7 】

以上、本発明を実施例を用いて説明してきたが、これまでの各実施例で説明した構成はあくまで一例であり、本発明は、技術思想を逸脱しない範囲内で適宜変更が可能である。また、それぞれの実施例で説明した構成は、互いに矛盾しない限り、組み合わせて用いてもよい。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 8 】

プラズマジェットを用いた修正装置により、従来のレーザプロセスでは困難であった欠陥も正常化が可能となり、これまで廃棄処分とされていた液晶表示素子などの製品を復活させることができるなど、工業利用上さらには環境維持の観点からその利するところは大きい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 9 】

【図 1】本発明の修正装置の実施例を示す構成図である。

【図 2】本発明によるプラズマジェットの細径化のための構成図である。(a) は非接触マスクを用いた場合、(b) は二重管を用いた場合の構成図である。

【図 3】修正の対象となる液晶表示装置の構成を示す概略図である。(a) は断面図、(b) は画素の平面図である。

【図 4】液晶表示装置の T F T 基板においてゲート配線のパターン欠陥を修正する行程を示した図である。

【図 5】液晶表示装置の T F T 基板の製造工程及びその製造工程で発生した各種欠陥に対応させた修正方法を示したフローチャートである。

【図 6】接触マスクを用いた微細箇所の修正方法を説明するフローチャートである。

【図 7】接触マスクを用いた断線欠陥修正の実施例を示す行程図で、図 7 とともに一連の工程を示すようになっている。

【図 8】接触マスクを用いた断線欠陥修正の実施例を示す行程図で、図 7 とともに一連の工程を示すようになっている。

【符号の説明】

【 0 1 0 0 】

1 ... プラズマ生成部、2 ... プロセスガス、3 ... プラズマ反応部、4 ... レーザ加工機構、5 ... 塗布機構、6 ... 観察カメラ、7 ... 計測装置、8 ... 制御装置、9 ... プラズマ生成用細管、10 ... 高周波電源、11 ... マッチングネットワーク、12 ... 電極、13 ... 第一のガス供給部、14 ... 第二のガス供給部、15 ... 点火装置、16 ... 基板、18 ... ステージ、19 ... プラズマジェット、20 ... マスク、21 ... 配管加熱機構、22 ... ボンベヒータ、23 a、b ... マスフローコントローラー、24 ... 排気機構、25 ... プラズマ生成用ガスおよびパブリング用ガス、26 ... アシストガス、27 ... 集光レンズ、202 ... 貫通穴、203 ... 外周細管、301 ... ガラス基板、302 ... 配向膜、303 ... 半導体活性層、304 ... ドレイン電極(配線)、305 ... ゲート電極(配線)、306 ... ソース電極、307 ... ブラックマトリックス、308 ... 偏光板、309 ... 透明電極、310 ... 液晶分子、311 ... T F T アレイ基板、312 ... カラーフィルタ基板、401 ... ガラス基板、402 ... ゲート配線、403 ... 絶縁膜、404 ... 保護膜、405 ... 断線欠陥、406 ... エッチング除去部、407 ... 金属膜形成部、408 ... 保護膜形成部、501 ... 薄膜成膜工程、502 ... ホトリソ工程、503 ... エッチング・剥離工程、504 ... T F T アレイ検査工程、505 ... 欠陥種分別工程、506 ... 欠陥種 A 修正工程、507 ... 欠陥種 B 修正工程、508 ... 欠陥種 C 修正工程、509 ... 保護膜形成工程、601 ... マスク塗布工程、602 ... レーザ窓開け工程、603 ... プラズマ処理工程、604 ... レーザリフトオフ工程、605 ... 加工状態観察工程、606 ... 判定、607 ... クリーニング工程、701 ... T F T アレイ基板、702 ... ゲート配

10

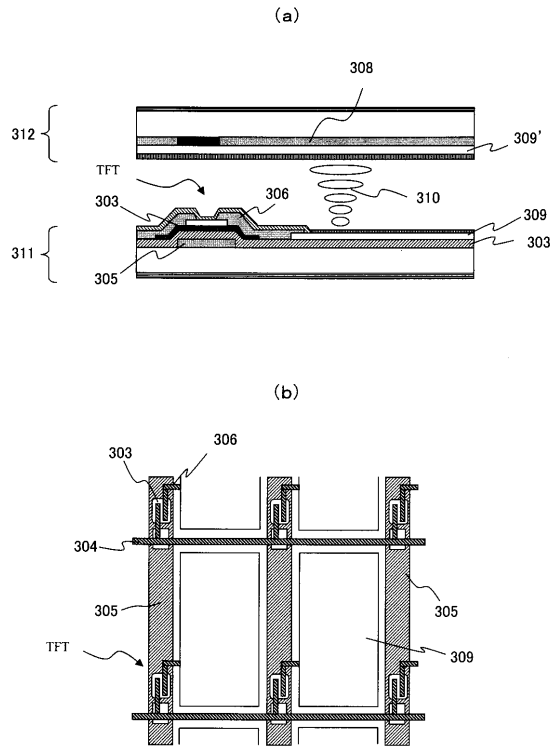
20

30

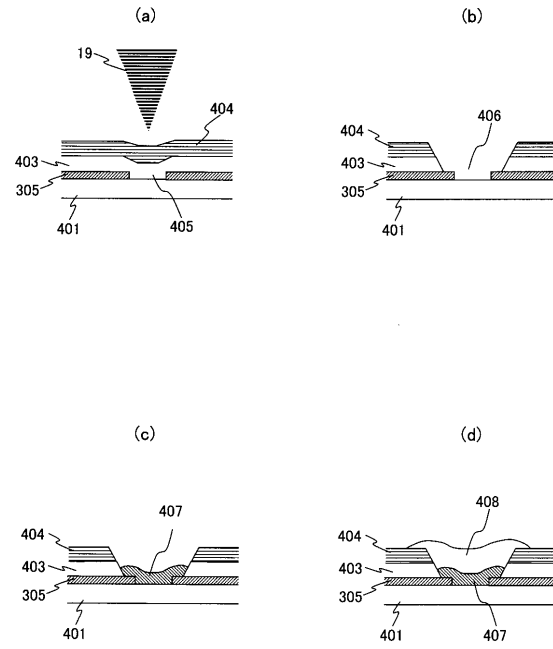
40

50

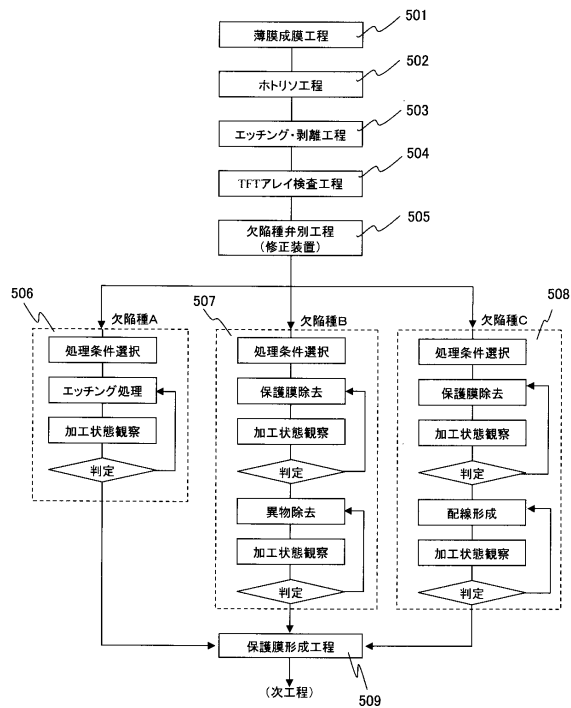
【図 3】



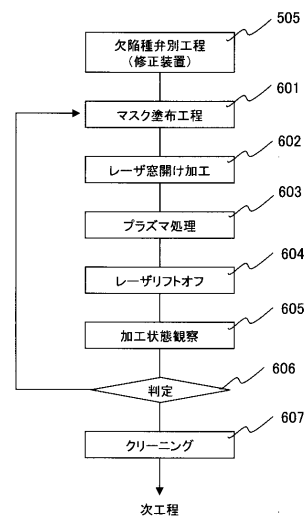
【図 4】



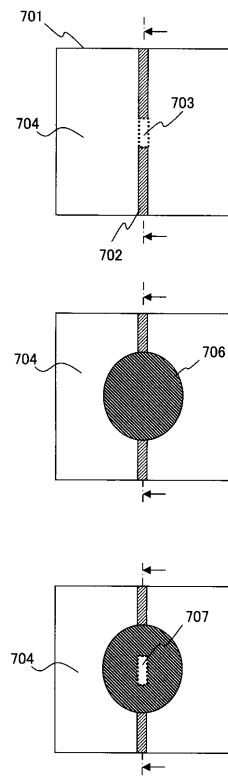
【図 5】



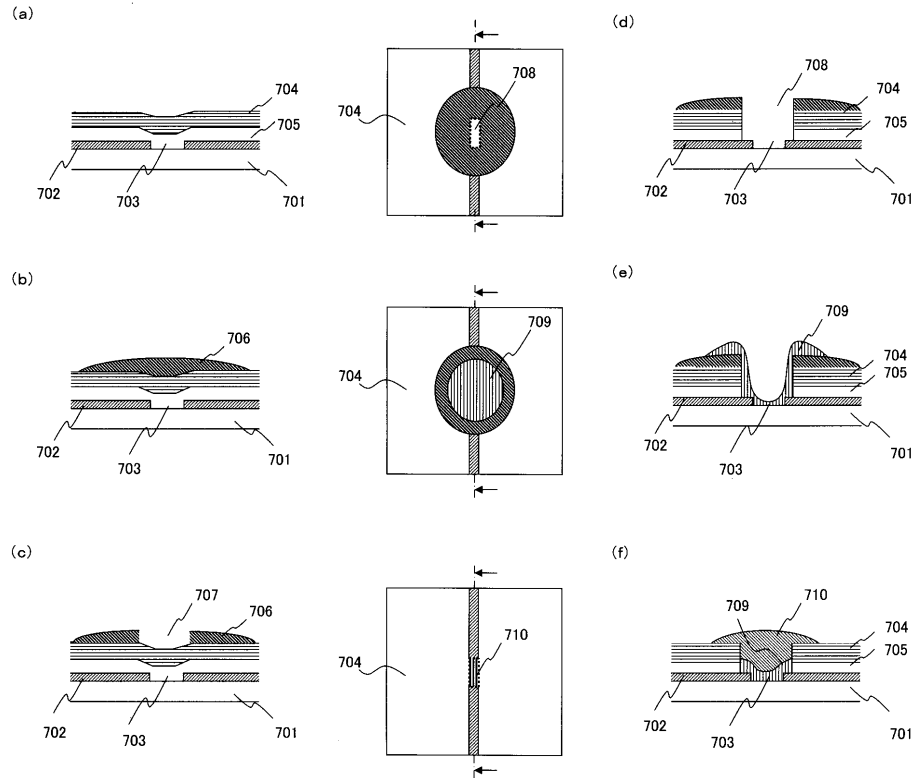
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H 0 1 L 21/31	(2006.01)	H 0 1 L 21/31	C
H 0 1 L 21/336	(2006.01)	H 0 1 L 29/78	6 1 2 A
H 0 1 L 29/786	(2006.01)	H 0 1 L 21/88	Z
H 0 1 L 21/3205	(2006.01)		
H 0 1 L 21/768	(2006.01)		
H 0 1 L 23/522	(2006.01)		

(72)発明者 枝村 理夫
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社 日立製作所生産技術研究所内

審査官 右田 昌士

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 F	1 / 1 3	1 0 1
G 0 2 F	1 / 1 3 4 3	
G 0 2 F	1 / 1 3 6 8	
H 0 1 L	2 1 / 3 0 2	
H 0 1 L	2 1 / 3 1	
H 0 1 L	2 1 / 3 2 0 5	
H 0 1 L	2 1 / 3 3 6	
H 0 1 L	2 1 / 7 6 8	
H 0 1 L	2 3 / 5 2 2	
H 0 1 L	2 9 / 7 8 6	
C 2 3 C	1 6 / 5 1 3	