

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3732079号

(P3732079)

(45) 発行日 平成18年1月5日(2006.1.5)

(24) 登録日 平成17年10月21日(2005.10.21)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/3065 (2006.01)	HO 1 L 21/302 1 O 4 C
HO 1 L 21/28 (2006.01)	HO 1 L 21/28 E
HO 1 L 21/3213 (2006.01)	HO 1 L 21/28 3 O 1 A
HO 1 L 21/3205 (2006.01)	HO 1 L 21/88 D
HO 1 L 23/52 (2006.01)	HO 1 L 21/88 Q
請求項の数 7 (全 9 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2000-258120 (P2000-258120)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成12年8月23日(2000.8.23)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2002-75967 (P2002-75967A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成14年3月15日(2002.3.15)	(73) 特許権者	501387839
審査請求日	平成14年9月20日(2002.9.20)		株式会社日立ハイテクノロジーズ
前置審査			東京都港区西新橋一丁目24番14号
		(74) 代理人	110000062
			特許業務法人第一国際特許事務所
		(72) 発明者	石村 裕昭
			山口県下松市大字東豊井794番地
			株式会社 日立製作所 笠戸
			事業所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試料の表面加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

真空容器内に供給した反応性ガスをプラズマ化し、試料台に高周波電圧を印加して、前記試料台に配置した半導体基板上に積層された少なくともタングステン膜と多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを含む多層膜を有する試料をプラズマエッチングする試料の表面加工方法において、

前記タングステン膜の部分のエッチング処理時に、塩素原子または臭素原子を含むガスの少なくともいずれか一方のガスと、フッ素原子を含むガスと、酸素原子を含むガスとの混合ガスであって、前記酸素原子を含むガスを同等の酸素原子数となるように酸素ガス(O_2)の量に換算した場合、その換算ガス量の全ガス量に対する割合が20以上50体積%未満になる混合ガスを用い、前記多層膜の各膜層で条件を変えてステップエッチングを行い、該ステップの切り換えを少なくとも前記多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の一部が露出してから、前記タングステン膜のエッチング処理時よりも少ない酸素の換算ガス量を有する次のステップに変えてプラズマエッチングすることを特徴とする試料の表面加工方法。

【請求項2】

請求項1記載の試料の表面加工方法において、前記加工される多層膜は少なくともタングステン膜と多結晶シリコン膜もしくは非結晶シリコン(アモルファスシリコン)を含むことを特徴とする試料の表面加工方法。

【請求項3】

10

20

請求項 2 記載の試料の表面加工方法において、前記タングステン膜と前記多結晶シリコン膜もしくは非結晶シリコンの間に、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜を有することを特徴とする試料の表面加工方法。

【請求項 4】

請求項 1 記載の試料の表面加工方法において、前記次のステップへの変更は、発光分光法による前記タングステン膜のエッチング終点を判定することによって行なわれることを特徴とする試料の表面加工方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の試料の表面加工方法において、前記半導体膜を -40°C から 80°C の温度領域でエッチングすることを特徴とする試料の表面加工方法。

10

【請求項 6】

タングステン膜と、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜と、多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを積層してなるゲート材を、ガスプラズマを用いてエッチング処理する試料の表面加工方法において、

少なくとも、前記タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜の部分を $\text{Cl}_2 / \text{CF}_4 / \text{O}_2$ の混合ガスプラズマによりエッチングし、前記タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜のオーバーエッチングを前記 $\text{Cl}_2 / \text{CF}_4 / \text{O}_2$ の混合ガスの O_2 の流量を下げて行うことを特徴とする試料の表面加工方法。

【請求項 7】

タングステン膜と、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜と、多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを積層してなるゲート材を、ガスプラズマを用いてエッチング処理する試料の表面加工方法において、

20

前記タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜の部分を $\text{Cl}_2 / \text{CF}_4 / \text{O}_2$ の混合ガスプラズマによりエッチングし、下層の前記多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の一部が露出してから前記 $\text{Cl}_2 / \text{CF}_4 / \text{O}_2$ の混合ガスの O_2 の割合を下げ、前記タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜のエッチング残りを除去した後、前記多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の部分を Cl_2 / O_2 の混合ガスプラズマによりエッチング処理することを特徴とする試料の表面加工方法。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、試料の表面加工方法に係り、特に半導体素子を形成するためのプラズマエッチング処理に好適な試料の表面加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子の高速化と低消費電力化に伴い、電極や配線部分などの導体部分は低抵抗化が進み、このような要求に対応するものとして、シリコン酸化膜上に多結晶シリコン膜を形成し、その上に金属膜を形成するポリメタル構造の MOS (Metal Oxide Semiconductor) 素子のゲート電極がある。このようなポリメタル構造を有するゲート電極の形成においては、金属膜の下層にある多結晶シリコン膜に対して高い選択性を有し、かつ垂直に金属膜をエッチングする技術が必要となる。すなわち、金属膜部分のオーバーエッチングにおいて、下層の多結晶シリコンができるだけエッチングされないように選択比の大きいプロセスが必要となる。

40

【0003】

この種のポリメタル構造を有するゲート電極のエッチングを行う方法としては、例えば、特開平 7-254606 号公報に記載のように、シリコン酸化膜をマスクとして、まず、 $\text{SF}_6 + \text{Cl}_2 + \text{O}_2$ の混合ガスをエッチングガスに用いて、タングステン膜及び窒化タングステン膜をエッチングし、次に、臭化水素をエッチングガスに用いて、下層の多結晶シリコンをエッチングする方法が知られており、高融点導電膜のエッチングにおいて、反応

50

性ガスとしてフッ素原子および塩素原子の少なくとも一方を含むガスと酸素原子を含むガスとを含むものとし、酸素原子を含むガスを酸素ガス (O_2) 量に換算した場合、その換算ガス量の全ガス量に対する割合が、50～80体積%となるように導入しエッチングを行うことが記載されている。

【0004】

また、特開平11-330048号公報には、タングステン膜と窒化タングステン膜とを塩素 (Cl_2) と酸素 (O_2) の混合ガスによってエッチングすることが記載されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

多結晶シリコン膜に対し高融点金属膜を選択的にエッチングするに当たっては、上記のように反応性ガスとしてフッ素原子及び塩素原子の少なくとも一つを含むガスと酸素原子を含むガスとの混合ガスを用いることが知られているが、図4により、この場合の問題点を説明する。

【0006】

図4は試料の断面図を示すもので、エッチング前の初期状態は図4(a)に示すようにシリコン基板101上にシリコン酸化膜102、多結晶シリコン膜103、窒化タングステン膜104、タングステン膜105の多層膜が形成され、最上層に所望のパターンに加工されたマスク106が形成されている。マスク106はゲート形状に合わせて異なるスペース幅を持ったパターンを有している。

【0007】

例えば、図1に示されるような、真空容器内にUHF波を導入してプラズマを発生させるプラズマエッチング装置（詳細は後述）を用い、塩素ガス (Cl_2)、四フッ化炭素 (CF_4)、酸素 (O_2) の混合ガスをプラズマ化して、タングステン層及び窒化タングステン層のエッチング処理を行う。このときのそれぞれのガス流量は、 $Cl_2/CF_4/O_2 = 15/30/45$ mL/分、UHF波の電力は500W、高周波電力は50Wである。

【0008】

このエッチング処理によりマスク106の形状に従って、タングステン層105及び窒化タングステン層104がほぼ垂直にエッチングされる。エッチングの進行に伴い、パターン間のスペース幅が広い領域において、タングステン105、窒化タングステン層104のエッチングが先に終了する（図4(b)の状態）。この時点でパターン間のスペース幅が狭い領域においては、マイクロローディング効果によりエッチング速度が低下するので、タングステン層105及び窒化タングステン層104のエッチングはまだ終了していない。

【0009】

さらにエッチングを続けていくと、狭いスペース部でのタングステン層105のエッチングは引き続き進むが、これとともに、スペース幅の広い領域においては窒化タングステン層104下層の多結晶シリコン層103がエッチングされ始める。これにより、シリコンのエッチング生成物 ($SiCl_x$) 等が酸素と反応してシリコン酸化物を生成する。

【0010】

このとき、プラズマ中に過剰な酸素が存在すると、過剰なシリコン酸化物が生成され、シリコン酸化物の一部がエッチングされたパターンの側壁部に再付着する。このため、狭いスペース部のタングステン層105及び窒化タングステン層104のエッチングが完了した時点では、広いスペース部のパターン側壁には図4(c)に示すようにシリコン酸化物が付着し厚い側壁保護膜107が形成される。これにより、側壁保護膜107がエッチングマスクとなり、多結晶シリコン層103のエッチングが完了した時点では、広いスペース部のパターンと狭いスペース部のパターンに図4(d)に示すようなエッチング形状差、すなわち、広いスペース部でのパターンの太りが生じる。

【0011】

本発明の目的は、この問題を解決し、半導体基板上に積層した少なくとも金属膜と半導体

10

20

30

40

50

膜を含む多層膜を有する試料の表面加工において、良好なエッチング形状を得ることのできる試料の表面加工方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的は、真空容器内に供給した反応性ガスをプラズマ化し、試料台に高周波電圧を印加して、試料台に配置した半導体基板上に積層された少なくともタングステン膜と多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを含む多層膜を有する試料をプラズマエッチングする試料の表面加工方法において、タングステン膜の部分のエッチング処理時に、塩素原子または臭素原子を含むガスの少なくともいずれか一方のガスと、フッ素原子を含むガスと、酸素原子を含むガスとの混合ガスであって、酸素原子を含むガスを同等の酸素原子数となるように酸素ガス（ O_2 ）の量に換算した場合、その換算ガス量の全ガス量に対する割合が20以上50体積%未満になる混合ガスを用い、前記多層膜の各膜層で条件を変えてステップエッチングを行い、該ステップの切り換えを少なくとも前記多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の一部が露出してから、前記タングステン膜のエッチング処理時よりも少ない酸素の換算ガス量を有する次のステップに変えてプラズマエッチングすることにより、達成される。

10

【0013】

また、加工される多層膜は少なくともタングステン膜と多結晶シリコン膜もしくは非結晶シリコン（アモルファスシリコン）を含むものである。タングステン膜と多結晶シリコン膜もしくは非結晶シリコンの間に、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜を有する。

20

【0014】

また、多層膜の各膜層で条件を変えてステップエッチングを行い、該ステップの切り換えを少なくとも半導体膜の一部が露出してから、金属膜のエッチング処理時の酸素の換算ガス量よりも少ない次のステップに変更するものである。酸素の換算ガス量が少ないステップへの変更は、発光分光法による金属膜のエッチング終点を判定することによって行なわれる。

【0015】

また、多層膜の金属膜をエッチングするためのステップの後、半導体膜が部分的に露出する前に、金属膜をエッチングするためのステップよりも酸素の換算ガス量が少ないステップに変更するものである。酸素の換算ガス量が少ないステップへの変更は、金属膜の残りの膜厚を測定し所定の膜厚になったことを検出して行なわれる。

30

【0016】

また、半導体膜を $-40^{\circ}C$ から $80^{\circ}C$ の温度領域でエッチングするものである。また、半導体膜のエッチングに窒素ガスを含む反応ガスを用いるものである。また、混合ガスの圧力は $1.0Pa$ （パスカル）以下である。

【0017】

また、上記目的は、タングステン膜と、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜と、多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを積層してなるゲート材を、ガスプラズマを用いてエッチング処理する試料の表面加工方法において、少なくとも、タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜の部分を $Cl_2/CF_4/O_2$ の混合ガスプラズマによりエッチングし、タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜のオーバーエッチングを $Cl_2/CF_4/O_2$ の混合ガスの O_2 の流量を下げて行うことにより、達成される。

40

【0018】

さらに、上記目的は、タングステン膜と、窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜と、多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜とを積層してなるゲート材を、ガスプラズマを用いてエッチング処理する試料の表面加工方法において、タングステン膜および窒化タングステン膜あるいは窒化チタン膜の部分を $Cl_2/CF_4/O_2$ の混合ガスプラズマによりエッチングし、下層の多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の一部が露出してから $Cl_2/CF_4/O_2$ の混合ガスの O_2 の割合を下げ、タングステン膜および窒化タング

50

ステン膜あるいは窒化チタン膜のエッチング残りを除去した後、多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜の部分を Cl_2/O_2 の混合ガスプラズマによりエッチング処理することにより、達成される。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施例を図1ないし図3により説明する。

【0020】

図1は本発明の実施に用いられるプラズマエッチング処理装置の一例を示した図である。本プラズマエッチング処理装置は、プラズマを生成する手段としてUHF波と磁界との作用を利用したものである。201は真空容器204内にUHF波を導入のためのアンテナであり、202は真空容器204内に磁場を発生させるソレノイドコイルであり、203はUHF波を真空室204内に透過させるUHF波透過窓（例えば石英平板）であり、205は真空容器204内に設けられ試料であるウエハを配置するための試料台であり、206は試料台205を上下に移動させる駆動装置であり、207は試料台205に接続されエッチング処理時に試料台205に高周波バイアス電圧を印加するための高周波電源であり、208は試料台205に接続され試料台205に配置されるウエハを静電吸着させるための静電吸着電源である。真空容器204の内部にはプラズマ210との電氣的導通を確保するための接地電位部材であるアース電極209が配置される。

【0021】

エッチング処理に当たっては、真空ポンプおよびターボ分子ポンプ(図示省略)によって減圧された真空容器204の内部にプロセスガスを導入し、真空容器204内部の圧力はバリアブルバルブ(図示省略)によって所定の処理圧力に調圧し、真空容器204内にアンテナ201よりUHF波を導入し、ソレノイドコイル202による磁界との作用によってプラズマを生じさせて行われる。

【0022】

UHF波はUHF波透過窓203を介してアンテナ201より真空容器204内に導入され、導入されたUHF波と真空容器204の外側に巻装された、この場合、3段のソレノイドコイル202による磁界との作用によって、真空容器204内でプロセスガス中の電子に効率よくエネルギーを与え、電子サイクロトロン共鳴(Electron Cyclotron Resonance、以下「ECR」と略す)による高密度なプラズマ210を発生させる。プラズマ210が生成された後、静電吸着電源208よりウエハを試料台205に吸着させるための直流電圧を出力する。ウエハが試料台205に吸着された後、高周波電源207より高周波電圧を試料台205に印加し、プラズマ中のイオンにウエハへの入射エネルギーを与え、プロセス処理を開始する。

【0023】

なお、上記では、モノポール方式の静電チャックにおける処理手順を述べたが、ダイポール方式の静電チャックの場合はプラズマ生成前に直流電圧を出力して静電吸着を行なっても良い。

【0024】

上述した構成のプラズマエッチング装置を用いて、エッチングガスとして塩素(Cl_2)と四フッ化炭素(CF_4)と酸素(O_2)の混合ガスを用い、図4(a)に示した積層膜構成と同様の窒化シリコン(SiN)をマスク106とタングステン膜105、窒化タングステン膜104、多結晶シリコン膜103の積層膜のエッチングを行った。

【0025】

圧力は0.4Paの条件で、この場合、酸素ガス(O_2)の全ガス量に対する割合を33~50%の間で変化させ、図2に示したように、タングステン膜105のエッチング終了時点で太り量aを定義し、広いスペースに隣接するパターンの太り量a1と狭いスペースに隣接するパターンの太り量a2の差(a1-a2)をエッチング形状差として測定した。その結果、図3に示す。図3に示すように酸素ガス比が40%程度以下の領域で上記エッチング形状差が小さくなることが分かった。以上の結果から、この場合、酸素ガス比は4

10

20

30

40

50

0 % 以下が適正と判断した。

【0026】

本実施例では、タングステン層のエッチングを、▲1▼高い窒化シリコン（マスク）選択比を維持しながら、タングステン層、窒化タングステン層を垂直に加工するためのステップ、▲2▼下地多結晶シリコンの露出後、エッチング形状差を生じさせずタングステン及び窒化タングステン層のエッチング残りを除去するためのステップ、の2ステップに分けて行った。具体的には、 $\text{Cl}_2/\text{CF}_4/\text{O}_2 = 15/30/30 \text{ mL/分}$ で圧力0.4 Pa の条件でタングステン層105及び窒化タングステン層104をエッチングした。このときの酸素ガスの全ガス量に対する割合は40体積%である。

【0027】

また、下層の多結晶シリコン103の一部が露出してから、エッチング形状差を低減するために酸素ガス流量を低下させ、上記ガス比を $\text{Cl}_2/\text{CF}_4/\text{O}_2 = 15/30/25 \text{ mL/分}$ に変更した。このときの酸素ガスの全ガス量に対する割合は約35体積%である。

【0028】

次に、上記酸素ガス流量を低下させたステップによってタングステン膜105及び窒化タングステン膜104のエッチング残りを十分に除去した後、塩素（ Cl_2 ）60 mL/分と酸素（ O_2 ）10 mL/分との混合ガスを圧力0.4 Paの条件し、多結晶シリコン層103のエッチングを行った。

【0029】

この結果、スペース幅によるエッチング形状差は無く、またタングステン膜105や窒化タングステン膜104のエッチング残りなく高精度の加工を行うことができた。

【0030】

ここで、露出した多結晶シリコンとプラズマ中の活性種とが反応して反応性生物（ SiCl_x ）ができ、さらに酸素と反応してシリコン酸化物となってパターンの側壁に再付着するが、下層の多結晶シリコンの一部が露出してから酸素ガス流量を低下させてプラズマ処理することにより、反応性生物（ SiCl_x ）が生成されても酸素が少なくなっているため、シリコン酸化物の生成が抑制されパターンの側壁に再付着し、厚い側壁保護膜を形成することがないので、エッチング形状差を無くすことができたものと考えられる。

【0031】

下層の多結晶シリコン103の一部が露出してから酸素ガス流量を低下させるプロセス変更は、タングステン膜105および窒化タングステン膜104のエッチング終点を発光分光法によって検出するか、あるいは下層の多結晶シリコン103の一部のエッチング開始による反応性生物の特定波長の発光を発光分光法により検出することによって、プロセス変更の切り換えを行えば良い。

【0032】

また、このプロセス変更の他の切り換え方法としては、タングステン膜105または窒化タングステン膜104のエッチング残りの膜厚を、エッチング面でのプラズマ光の反射光による特定波長の干渉光を用いて、該干渉光の強度変化の値を利用し測定し、所定の膜厚値に達した時点を検出することによって、プロセス変更の切り換えを行なうようにしても良い。

【0033】

上記の適正な酸素ガスの流量比は、圧力、試料温度等に依存し、また下地多結晶シリコンの膜厚、膜質等にもよるが、エッチング形状、下地多結晶シリコンへの選択比を考慮すると、酸素ガスの全ガス流量に対する割合は概ね20～50%未満の範囲が望ましい。

【0034】

なお、本実施例では、高融点金属膜部のエッチングに $\text{Cl}_2/\text{CF}_4/\text{O}_2$ の混合ガスを用いたが、 $\text{HBr}/\text{CF}_4/\text{O}_2$ の混合ガスを用いても良い。この場合のガス流量比は、まず、 $\text{HBr}/\text{CF}_4/\text{O}_2 = 10/30/20 \sim 25 \text{ mL/分}$ とし、次に $\text{HBr}/\text{CF}_4/\text{O}_2 = 10/30/10 \sim 15 \text{ mL/分}$ として、酸素ガスの流量比を低下させる。これにより、同様の効果が得られる。また、多結晶シリコン膜のエッチングでは、 Cl_2/O_2 の一般

10

20

30

40

50

的な混合ガスを用いたが、これに限られるものではなく、臭素系ガス、例えば、HBr/O₂の混合ガスを用いても良い。

【0035】

尚、本技術はECRプラズマ方式の装置のみならず、RFプラズマ等他方式のプラズマを用いた処理装置にも応用可能である。

【0036】

【発明の効果】

本発明によれば、タングステン膜と多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜から成る多層膜のエッチングにおいて、タングステン膜のエッチング時に、塩素原子または臭素原子を含むガスの少なくともいずれか一方のガスと、フッ素原子を含むガスと、酸素原子を含むガスの混合ガスで、酸素原子を含むガスを同等の酸素原子数となるように酸素ガス(O₂)の量に換算した場合、その換算ガス量の全ガス量に対する割合が20以上50体積%未満になる混合ガスをとし、酸素ガス量の割合を20以上50体積%未満の範囲内で変え、タングステン膜をエッチングすることで、下地の多結晶シリコン膜あるいは非結晶シリコン膜が現れても酸素量を調整することにより、側壁保護膜量を調整でき、広いスペースに隣接するパターンと狭いスペースに隣接するパターンのエッチング形状差無く多層膜をエッチング加工することができるという効果がある。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するためのプラズマエッチング装置の一例を示す構成図である。

【図2】エッチング形状差の測定部分を示すエッチング断面の図である。

20

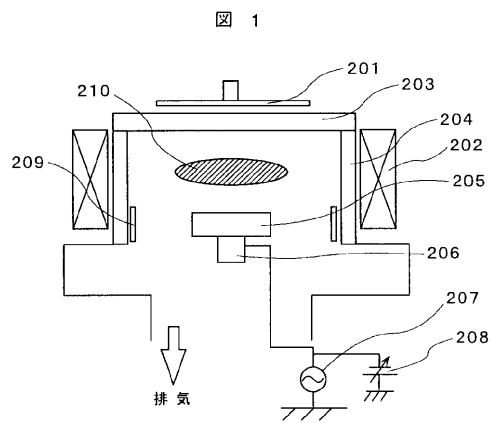
【図3】酸素ガスの割合とエッチング形状差との関係を示した図である。

【図4】従来の多層膜エッチングの処理過程を示す図である。

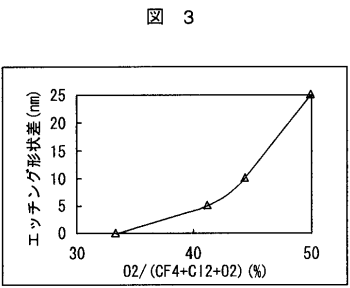
【符号の説明】

101…シリコン基板、102…ゲート酸化膜層、103…多結晶シリコン層、104…窒化タングステン層、105…タングステン膜、106…マスク、107…真空容器、201…アンテナ、202…ソレノイドコイル、203…UHF波透過窓、204…真空容器、205…試料台、206…試料台駆動機構、207…高周波電源、208…静電吸着電源、209…アース電極、210…プラズマ。

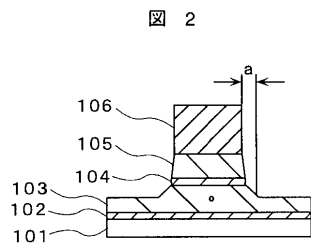
【図 1】



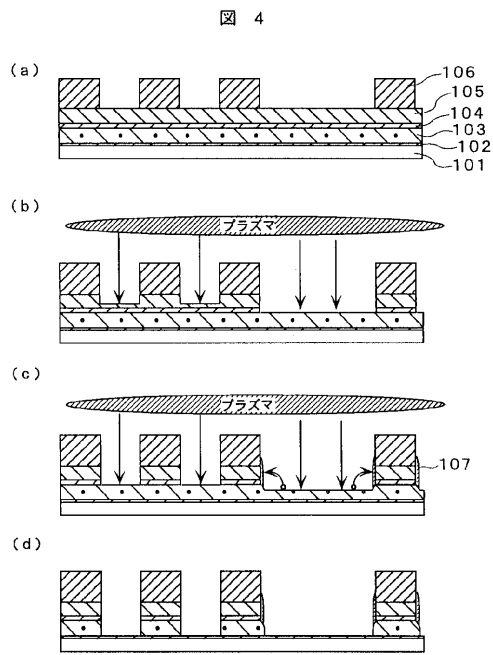
【図 3】



【図 2】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
H01L 29/423	(2006.01)	H01L 29/58	G
H01L 29/49	(2006.01)	H01L 29/78	301G
H01L 29/78	(2006.01)	H01L 29/78	301F

(72)発明者	吉開 元彦	
	山口県下松市大字東豊井794番地	日立テクノエンジニアリング株式会社 笠
	戸事業所内	
(72)発明者	荒瀬 高男	
	山口県下松市大字東豊井794番地	日立テクノエンジニアリング株式会社 笠
	戸事業所内	
(72)発明者	下村 隆浩	
	山口県下松市大字東豊井794番地	株式会社 日立製作所 笠戸事業所内
(72)発明者	中司 孝則	
	山口県下松市大字東豊井794番地	株式会社 日立製作所 笠戸事業所内

審査官 橋本 憲一郎

(56)参考文献 特開平11-251293 (JP, A)
 特開平07-226393 (JP, A)
 特開2002-025977 (JP, A)
 特開2000-235970 (JP, A)
 特開2000-100792 (JP, A)
 特開平10-178014 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/3065
 H01L 21/28
 H01L 21/3205
 H01L 21/3213
 H01L 29/43
 H01L 29/78