

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3675642号
(P3675642)

(45) 発行日 平成17年7月27日(2005.7.27)

(24) 登録日 平成17年5月13日(2005.5.13)

(51) Int. Cl.⁷

F I

HO 1 L 21/762

HO 1 L 21/76 D

HO 1 L 21/304

HO 1 L 21/304 6 2 2 W

HO 1 L 27/12

HO 1 L 27/12 B

HO 1 L 27/12 F

請求項の数 1 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-181085 (22) 出願日 平成10年6月26日(1998.6.26) (65) 公開番号 特開2000-21974(P2000-21974A) (43) 公開日 平成12年1月21日(2000.1.21) 審査請求日 平成12年4月28日(2000.4.28) 審判番号 不服2002-19147(P2002-19147/J1) 審判請求日 平成14年10月2日(2002.10.2)</p>	<p>(73) 特許権者 302006854 三菱住友シリコン株式会社 東京都港区芝浦一丁目2番1号 (74) 代理人 100094215 弁理士 安倍 逸郎 (72) 発明者 大井 浩之 東京都千代田区大手町1丁目5番1号 三 菱マテリアルシリコン株式会社内 合議体 審判長 松本 邦夫 審判官 山本 一正 審判官 河合 章</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体分離ウェーハの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

活性層用ウェーハの表面に断面V字形状の誘電体分離用溝を形成する工程と、
 次いで、上記誘電体分離用溝を含む活性層用ウェーハの表面に、酸化熱処理によって所定厚さの誘電体分離酸化膜を形成する工程と、
 この後、1200～1300 の高温CVD法により、所定厚さの高温ポリシリコン層を上記活性層用ウェーハの表面に成長させる工程と、
 次に、上記高温ポリシリコン層を研削および研磨して表面を平坦化させる工程と、
 次いで、上記平坦化された活性層用ウェーハ表面を張り合わせ面として、これを支持基板用ウェーハに張り合わせて張り合わせウェーハを形成する工程と、
 この後、この張り合わせウェーハについて、所定の張り合わせ熱処理を施す工程と、
 次に、上記誘電体分離酸化膜を露出し、この誘電体分離酸化膜で区画された誘電体分離シリコン島を現出するまで上記張り合わせウェーハの活性層用ウェーハ表面を研削および研磨する工程と、
 次いで、活性層用ウェーハの表面全体に550～700 の低温CVD法により0.4～1.0 μmの厚さであって、上記高温ポリシリコン層に比較してその結晶粒径の小さい低温ポリシリコン層を形成することにより、上記活性層用ウェーハ表面を研削および研磨する工程時に発生した上記誘電体分離シリコン島以外の表面の窪みを埋める工程と、
 この後、上記誘電体分離シリコン島の表面が露呈するまで上記低温ポリシリコン層を研磨する工程と、

10

20

を含む誘電体分離ウェーハの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は誘電体分離ウェーハの製造方法、詳しくは誘電体分離シリコン島を有する誘電体分離ウェーハの製造時に、誘電体分離ウェーハのシリコン島の分離研磨によって生じたウェーハ表面上の窪み（段差）を平坦化する誘電体分離ウェーハの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、張り合わせシリコンウェーハの一種として、張り合わせ誘電体分離ウェーハが知られている。従来の張り合わせ誘電体分離ウェーハは、図1に示す各工程を経て製造されていた。図1は一般的な誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

すなわち、まず、活性層用ウェーハとなる表面を鏡面加工したシリコンウェーハ10を用意する（図1(a)）。次いで、このシリコンウェーハ10の表面に、マスク酸化膜11を形成し（図1(b)）、それからフォトリソグラフィ法によって窓付きのレジスト膜12を形成する。この窓を介して酸化膜11に所定パターンの窓を形成し、シリコンウェーハ10表面を露出させる。次に、レジスト膜12を除去した後、このシリコンウェーハ10をエッチング液（IPA/KOH/H₂O）に浸漬して、ウェーハ表面の窓内部を異方性エッチングする（図1(c)）。このようにして、ウェーハ表面に断面V字形状の誘電体分離用溝13が形成される。

なお、ここでいう異方性エッチングとは、シリコンウェーハ10の結晶面方位に起因し、深さ方向のエッチング速度が水平方向よりも大きくて、エッチング速度が方向依存性を持ったエッチングのことである。

【0003】

次に、マスク酸化膜11を希HF液で洗浄除去する（図1(d)参照）。なお、このとき、必要に応じて、シリコンウェーハ10内にSb（アンチモン）、As（ヒ素）などのドーパントを熱拡散あるいはイオン注入しておくこともできる。それから、ウェーハ表面に、酸化熱処理によって誘電体分離酸化膜14を形成する（図1(e)）。この結果、誘電体分離用溝13表面にも酸化膜14が形成される。そして、このウェーハ表面を洗浄する。

【0004】

続いて、シリコンウェーハ10の表面上に、約550～700の低温CVD（Chemical Vapor Deposition）法により、種ポリシリコン層15を堆積させる。洗浄後、この種ポリシリコン層15上に、約1200～1300の高温CVD法で、高温ポリシリコン層16を厚めに成長させる（図1(f)）。それから、ウェーハ外周部を面取りし、必要に応じてウェーハ裏面を平坦化する。次いで、ウェーハ表面の高温ポリシリコン層16を厚さ約10～80μmまで研削・研磨する（図1(g)）。

または、この後、必要に応じて、ウェーハ表面に550～700の低温CVD法で厚さ1～5μmの低温ポリシリコン層17を形成してから、張り合わせ面の鏡面化を図る目的で、低温ポリシリコン層17の表面をポリッシング研磨する。

【0005】

一方、支持基板用ウェーハとなるシリコンウェーハ20（ここではシリコン酸化膜21により被われたもの）を準備する（図1(h)）。これは、ウェーハ表面を鏡面加工したものである。次に、このシリコンウェーハ20上に、上記活性層用ウェーハ用のシリコンウェーハ10を、鏡面同士を接触させて張り合わせる（図1(i)）。それから、この張り合わせウェーハ30の張り合わせ強度を高めるための熱処理を施す。次に、また、図1(j)に示すように、この活性層用ウェーハの外周部を面取りし、必要に応じて支持基板用ウェーハ20の酸化膜21をHF洗浄で除去した後、活性層用ウェーハ表面を研削・研磨する。なお、この活性層用ウェーハの研削量は、誘電体分離酸化膜14が外部に露出し、高温ポリシリコン層16の表面上に、誘電体分離酸化膜14で区画された誘電体分離シ

10

20

30

40

50

リコン島10Aが現出されるまでとする(図3も参照)。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、このような従来の誘電体分離ウェーハの製造方法によれば、張り合わせ誘電体分離ウェーハの仕上げ工程において、活性層用ウェーハ10の表面を研削し、この研削面をアルカリ系の研磨剤を使って、誘電体分離酸化膜14で区画された誘電体分離シリコン島(Siアイランド)10Aが露呈するまで、研磨している。

この際、図3に示すように、活性層用ウェーハ10の研磨された表面には、この面を構成するそれぞれの層10A, 14, 16の研磨速度の違いによって窪み16aが生じる。とりわけ、V溝状の誘電体分離酸化膜14に沿って成長した、高温ポリシリコン層16が

10

合わさる粒界部においては、他の誘電体分離シリコン島10A, 誘電体分離酸化膜14の部分に比べて、エッチングの進行速度が速くなり、深さ0.3μm程度の窪み16aにもなることがある。

【0007】

このように深い段差が形成されると、例えば製品出荷後、ユーザ側でデバイスを作製するときのフォトリソグラフ工程においては、ウェーハ表面へのレジストの均一な塗布の妨げとなったり、回路断線や解像度の劣化が起きるなどの問題が生じ、さらに露光後のレジスト膜除去時においては、この膜の一部がウェーハ表面上に残ってしまうおそれがあった。また、それ以外の工程でも、窪み16aがごみの吸着サイトとなっていた。しかも、窪み16aに吸着されたごみは、通常、窪み16aの幅が狭いために、容易に除去することができないという問題点があった。

20

【0008】

そこで、発明者は、誘電体分離ウェーハの表面研磨後、このウェーハ表面上にポリシリコンを堆積(成長)させることにより、それからウェーハ表面の窪みを埋めた部分を残してポリシリコン層を研磨除去すれば、前述したユーザ側でのデバイス製造中に発生する各種の問題が解消することに着目し、この発明を完成させた。

【0009】

【発明の目的】

この発明は、誘電体分離ウェーハの表面の平坦化が図れる誘電体分離ウェーハの製造方法を提供することを、その目的としている。

30

また、この発明は、埋め込みポリシリコン層の被着時にシリコン島の品質劣化を起こすことがない誘電体分離ウェーハの製造方法を提供することを、その目的としている。

さらに、この発明は、ポリシリコン層の研磨除去時に、ウェーハ表面の窪みが再形成されるおそれの少ない誘電体分離ウェーハの製造方法を提供することを、その目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、活性層用ウェーハの表面に断面V字形状の誘電体分離用溝を形成する工程と、次いで、上記誘電体分離用溝を含む活性層用ウェーハの表面に、酸化熱処理によって所定厚さの誘電体分離酸化膜を形成する工程と、この後、1200~1300の高温CVD法により、所定厚さの高温ポリシリコン層を上記活性層用ウェーハの表面に成長させる工程と、次に、上記高温ポリシリコン層を研削および研磨して表面を平坦化させる工程と、次いで、上記平坦化された活性層用ウェーハ表面を張り合わせ面として、これを支持基板用ウェーハに張り合わせて張り合わせウェーハを形成する工程と、この後、この張り合わせウェーハについて、所定の張り合わせ熱処理を施す工程と、次に、上記誘電体分離酸化膜を露出し、この誘電体分離酸化膜で区画された誘電体分離シリコン島を現出するまで上記張り合わせウェーハの活性層用ウェーハ表面を研削および研磨する工程と、次いで、活性層用ウェーハの表面全体に550~700の低温CVD法により0.4~1.0μmの厚さであって、上記高温ポリシリコン層に比較してその結晶粒径の小さい低温ポリシリコン層を形成することにより、上記活性層用ウェーハ表面を研削および

40

50

研磨する工程時に発生した上記誘電体分離シリコン島以外の表面の窪みを埋める工程と、この後、上記誘電体分離シリコン島の表面が露呈するまで上記低温ポリシリコン層を研磨する工程と、を含む誘電体分離ウェーハの製造方法である。

【0011】

ポリシリコン層を形成するCVD法とは、シリコンを含んだ原料ガスを希釈用ガス（通常は N_2 ガス）とともに反応炉内へ導入し、高温に熱せられたシリコンウェーハ上に原料ガスの熱分解または還元によって生成されたシリコンを析出させる方法である。シリコンを含んだ化合物としては、 SiH_2Cl_2 、 SiH_4 などが用いられる。このCVD法としては、550～700の低温CVD法を用いる。550未満では堆積速度が遅延するという不都合が生じる。また、700を超えるとポリシリコンの粒径が大きくなり、後の平坦化研磨で平坦化しづらいという不都合が生じる。

10

また、この低温CVD法による成膜中の圧力は、減圧CVD法では10～80Pa、常圧CVD法では常圧下で行う。

反応炉としては、例えば横長の石英管内に固定されたポート上のシリコンウェーハを、ガス導入しながら抵抗加熱する横型炉がある。また、梵鐘形の石英（SiC）ベルジャー内で、シリコンウェーハを載せた縦型石英（SiC）ポートを回転させながらガス導入して高周波誘導加熱する縦型炉がある。

【0012】

CVD法により堆積（成長）されたポリシリコン層の厚さは、0.4～1.0 μm とする。0.2 μm 未満では段差が十分に消滅しないという不都合が生じる。また、5 μm を超えると平坦化研磨の時間が不必要に長くなるという不都合が生じる。

20

【0013】

誘電体分離ウェーハの表面研磨時の研磨液としては、例えばNaOH、KOHといったアルカリ性のエッチング液中に、平均粒径1 μm 程度の研磨砥粒（ SiO_2 、 Al_2O_3 など）を3～4重量%加えたものなどが採用できる。

ポリシリコン層の研磨量は、ポリシリコンの厚さに合わせて、誘電体分離ウェーハの表面に生じた窪みの埋め込み部分を残して研磨除去できる量である。

【0014】

【作用】

この発明によれば、誘電体分離シリコン島が形成された誘電体分離ウェーハの表面を研磨した後、誘電体分離ウェーハの表面に、低温CVD法によりポリシリコン層を堆積（成長）する。この結果、誘電体分離ウェーハの表面研磨時に発生した窪みが、ポリシリコン層により埋められる。次いで、このポリシリコン層を表面から研磨除去する。このとき、ウェーハ表面の窪みを埋め込んだ部分を残して研磨する。この結果、誘電体分離ウェーハの表面を平坦化することができる。

30

【0015】

特に、張り合わせ誘電体分離ウェーハにもこの発明を適用することができる。よって、張り合わせない方法での誘電体分離ウェーハの製法に比較した場合、ウェーハの反りを小さく抑えることができるので、5インチウェーハ以上の大口径ウェーハにも適用することができる。

40

【0016】

さらに、窪み埋め用のポリシリコン層が、550～700の低温CVD法により形成される低温ポリシリコンとしたので、高温ポリシリコン層に比較してその結晶粒子が小さく、ポリシリコン層の研磨除去時に、ウェーハ表面の窪みが再形成されるおそれを低減することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の第1実施例に係る誘電体分離ウェーハおよびその製造方法を説明する。なお、ここでは従来技術の欄で説明した張り合わせ誘電体分離ウェーハを例にとって説明する。したがって、同一部分には同一符号を付す。

50

まず、活性層用ウェーハとなる表面を鏡面加工したシリコンウェーハ10を作製、準備する(図1(a))。

次いで、このシリコンウェーハ10の表面に、マスク酸化膜11を形成する(図1(b))。

【0018】

次に、酸化膜11上にレジスト膜12を被着する。そして、このレジスト膜12に所定パターンの窓を形成する。

そして、この窓を介して酸化膜11に同じパターンの窓を形成し、シリコンウェーハ10表面の一部を露出させる。

次に、レジスト膜12を除去する。

さらに、このシリコンウェーハ10をエッチング液(IPA/KOH/H₂O)に所定時間だけ浸漬する。この結果、シリコンウェーハ表面には所定パターンでの凹部(窪み)が形成されることとなる。ウェーハ表面に異方性エッチングが施され(図1(c))、断面V字形状の誘電体分離用溝13が形成される。

【0019】

次に、マスク酸化膜11を希HF液で洗浄除去する(図1(d))。このとき、シリコンバルク中にドーパントを導入することもできる。

次に、シリコンウェーハ表面に、酸化熱処理によって所定厚さの誘電体分離酸化膜14を形成する(図1(e))。

そして、このウェーハ表面を洗浄する。

【0020】

次に、このシリコンウェーハ10の表面に、約600の低温CVD法により、種ポリシリコン層15を堆積させる。

さらに、洗浄後、この種ポリシリコン層15上に、約1250の高温CVD法で、高温ポリシリコン層16を所定厚さに成長させる(図1(f))。

次に、ウェーハ外周部を面取りし、必要に応じてウェーハ裏面を平坦化する。

次いで、ウェーハ表面の高温ポリシリコン層16を厚さ30μmまで研削・研磨する(図1(g))。

または、この後、必要に応じて、ウェーハ表面に600の低温CVD法で厚さ3μmの低温ポリシリコン層17を堆積し、その表面をポリッシングする。

【0021】

一方、支持基板用シリコンウェーハ20を準備する(図1(h))。

次に、このシリコンウェーハ20上に、上記活性層用ウェーハ用のシリコンウェーハ10を、その鏡面同士を重ね合わせて張り合わせる(図1(i))。

そして、この張り合わせウェーハ30について所定の張り合わせ熱処理を施す。

次に、図1(j)に示すように、この活性層用ウェーハ側の外周部を面取りし、必要に応じて支持基板用ウェーハ20の酸化膜21を除去した後、活性層用ウェーハ表面を研削・研磨する。この活性層用ウェーハの研削量は、誘電体分離酸化膜14で区画された誘電体分離シリコン島10Aが現出されるまでとする(図3も参照)。

【0022】

図2(a), (b)はこの発明の第1実施例に係る張り合わせ誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

このように、図1(j)に示す張り合わせ誘電体分離ウェーハが作製されることとなる。このとき、活性層用ウェーハの表面には、その表面研磨時に発生した深さ約0.3μmの窪み16aが形成されている(図3も参照)。

そして、この張り合わせ誘電体分離ウェーハを反応炉に装入した後、炉内に所定濃度の成長ガスであるSiH₄を、希釈用ガス(N₂ガス)とともに導入し、抵抗加熱体によって600に加熱された活性層用ウェーハの表面全体上に低温ポリシリコン層30を、厚さ0.5μmになるまで積層する。なお、成膜中の圧力は50Paとする。この結果、上記窪み16aは低温ポリシリコン層30により埋められる(図4の二点鎖線参照)。図2

10

20

30

40

50

(a) はこの状態を示している。

【 0 0 2 3 】

次に、図 2 (b) に示すように、このポリシリコン層 3 0 の表面を、窪み 1 6 a の埋め込み部分 3 0 A だけを残して、研磨液に NaOH 溶液、 Al_2O_3 研磨砥粒を使用し、周知の研磨装置により研磨除去する。具体的には、誘電体分離シリコン島 1 0 A の表面が露呈するまでその表面を研磨する。

これにより、活性層用ウェーハの表面を平坦化することができる。その結果、例えばユーザ側でのデバイス作製時のフォトリソグラフ工程において、ウェーハ表面へのレジストを均一に塗布することができる。また、このフォトリソグラフ工程の露光時において、回路断線や解像度の劣化を防止したり、さらに露光後のレジスト膜除去時には、この膜の一部がウェーハ表面上に残るおそれを解消することもできる。また、他の工程においても、この窪み 1 6 a の中にごみが入って、これがごみの吸着サイトになることを防止することができる。

10

【 0 0 2 4 】

このように、誘電体分離シリコン島 1 0 A を有する活性層用ウェーハと、支持基板用ウェーハ 2 0 とを張り合わせて張り合わせ誘電体分離ウェーハを作製したので、張り合わせ法を採用しない場合の高温 C V D 法による長時間の高温加熱が不必要となる。また、誘電体分離基板の反りを小さく保つことができる。

また、窪み 1 6 a を、5 5 0 ~ 7 0 0 の低温 C V D 法による低温ポリシリコン層 3 0 により埋めたため、この低温ポリシリコン層 3 0 の研磨除去時に、ウェーハ表面に窪み 1 6 a が再形成されるおそれを少なくすることができる。高温ポリシリコン層に比較して低温ポリシリコン層はその結晶粒子が小さいからである。

20

その後、実際に、この誘電体分離ウェーハの活性層用ウェーハ側の表面の平坦度を、触針式平坦度測定器により測定してみた。

従来法により製造された 2 5 枚の活性層用ウェーハの表面の平均平坦度は $0.24 \mu\text{m}$ であった。これに対して、この発明の製造方法を採用した場合の平均平坦度は $0.01 \mu\text{m}$ と抑えられた。

【 0 0 2 5 】

次に、図 5 に基づいて、参考例に係る誘電体分離ウェーハおよびその製造方法を説明する。図 5 (a) ~ (c) はこの発明の参考例に係る張り合わせ誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

30

この参考例では、活性層用ウェーハの表面の窪み 1 6 a を埋める埋め込み部分 3 0 0 A を設ける方法として、活性層用ウェーハの表面上に S O G (エチルシリケート) を形成する方法を採用した例である。

すなわち、図 5 (a) に示すように、活性層用ウェーハの表面上に S O G 3 0 0 を厚さ $0.6 \mu\text{m}$ までスピン塗布する。その後、図 5 (b) に示すように、この S O G 層 3 0 0 を、ハースによりアルコールを気化しながら焼き固める。この焼成は、 N_2 ガス雰囲気中で焼成温度 $200 \sim 250$, 焼成時間 $30 \sim 60$ 分間である。その後、低温ポリシリコン層 3 0 と同様に、研磨を行ってウェーハ表面の平坦化を行う (図 5 (c) 参照) 。

なお、この S O G を用いる場合には、H F 系の処理が行えない。これは、H F 系溶液に浸すと、瞬時に元の状態までエッチオフされるからである。なお、S O G 表面の終端検出は、その破水性の有無により確認することができる。

40

この S O G により製造された 2 5 枚の活性層用ウェーハの表面の平均平坦度を測定したところ、従来法の $0.24 \mu\text{m}$ に対して、 $0.02 \mu\text{m}$ と良好な結果が得られた。

【 0 0 2 6 】

【 発明の効果 】

この発明によれば、誘電体分離ウェーハを表面研磨した後、このウェーハ表面上に、C V D 法によりポリシリコンを堆積 (成長) させて、ウェーハ表面の窪みを埋める。その後、この窪みの埋め込み部分を残して、ポリシリコン層を研磨除去するようにしたので、誘電体分離ウェーハの表面を平坦化することができる。

50

また、窪み埋め用のポリシリコン層が、550～700の低温CVD法により形成されるため、このポリシリコン層の研磨除去時に、ウェーハ表面に窪みが再形成されるおそれを少なくすることができる。

【0027】

特に、誘電体分離シリコン島を有する活性層用ウェーハと、支持基板用ウェーハとを張り合わせて張り合わせ誘電体分離ウェーハを作製し、この張り合わせ誘電体分離ウェーハについてその表面の窪みを埋めて平坦化したため、張り合わせ法によらない誘電体分離ウェーハに対して、以下のメリットを有する。すなわち、支持基板が単結晶シリコンウェーハに置き換えられることにより、5インチ以上の大口径ウェーハでもウェーハの反りを例えば150 μ m以下に保つことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】 一般的な誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

【図2】 この発明の第1実施例に係る張り合わせ誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

【図3】 従来手段により作製された張り合わせ誘電体分離ウェーハの要部拡大断面図である。

【図4】 この発明の第1実施例に係る誘電体分離ウェーハの製造方法により作製された張り合わせ誘電体分離ウェーハの要部拡大断面図である。

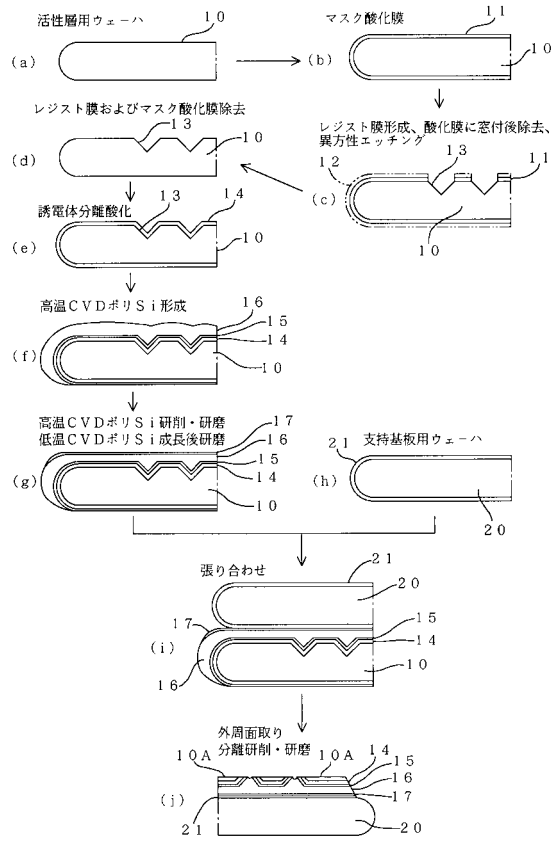
【図5】 この発明の参考例に係る張り合わせ誘電体分離ウェーハの製造工程を示す説明図である。

20

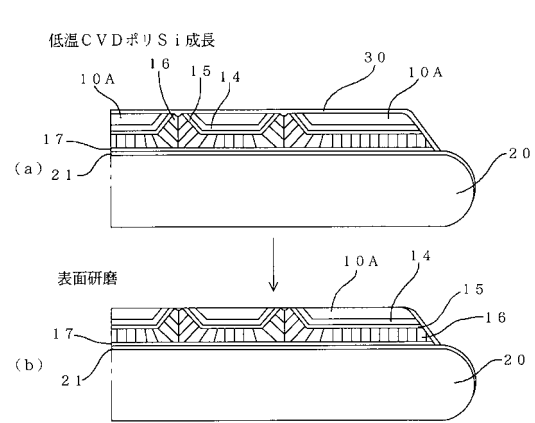
【符号の説明】

- 10 誘電体分離ウェーハ用のシリコンウェーハ、
- 10A 誘電体分離シリコン島、
- 16a 窪み、
- 20 支持基板用ウェーハ用のシリコンウェーハ、
- 30 低温ポリシリコン層（ポリシリコン層）、
- 300 SOG層。

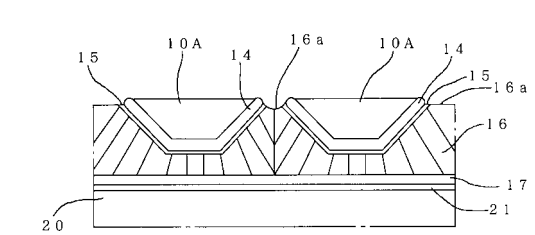
【図1】



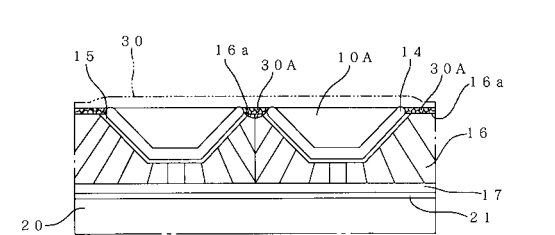
【図2】



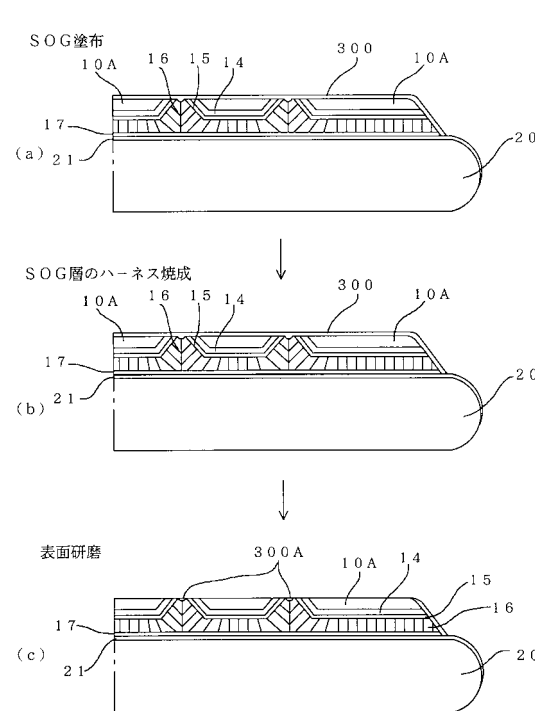
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平03 - 030356 (JP, A)
特開昭61 - 232624 (JP, A)
特開平05 - 226464 (JP, A)
特開昭60 - 240138 (JP, A)