

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分  
 【発行日】平成 18 年 4 月 6 日 (2006.4.6)

【公開番号】特開 2001-102523 (P2001-102523A)

【公開日】平成 13 年 4 月 13 日 (2001.4.13)

【出願番号】特願 平 11-274062

【国際特許分類】

**H 0 1 L 27/00 (2006.01)**

**H 0 1 L 27/12 (2006.01)**

**H 0 1 L 21/02 (2006.01)**

**H 0 1 L 31/12 (2006.01)**

**H 0 1 L 33/00 (2006.01)**

**H 0 1 L 31/02 (2006.01)**

【F I】

H 0 1 L 27/00 3 0 1 B

H 0 1 L 27/12 B

H 0 1 L 31/12 C

H 0 1 L 33/00 N

H 0 1 L 31/02 A

【手続補正書】

【提出日】平成 18 年 2 月 20 日 (2006.2.20)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項 8】 さらに、

既に積層された前記少なくとも 2 つのデバイスユニットから、前記支持基板の一つを剥離する工程と、

この支持基板が剥離された箇所に、前記複数のデバイスユニットのうちの他のデバイスユニットを、前記デバイス層同士が対向するようにさらに貼り合わせる工程と  
 を含むことを特徴とする請求項 2 記載の薄膜デバイスの製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、プラズマ CVD 法などでは、熱 CVD 法のような高速での成膜が困難である。そのため、各デバイス層の形成に時間がかかり、薄膜デバイスの製造工程におけるスループット（すなわち、単位時間当たりの処理量）を大きくすることができないという問題がある。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 1 4 】

## &lt; 薄膜デバイスの構成 &gt;

図 1 は、本実施の形態に係る薄膜デバイス 1 の基本構成を表すものである。この薄膜デバイス 1 は複数層（例えば 2 層）のデバイス層を備えて構成されたものである。それぞれのデバイス層は、例えばトランジスタ、キャパシタ、レーザーダイオードもしくはフォトダイオードなどの回路素子、または C P U（Central Processing Unit）もしくは D R A M（Dynamic Random Access Memory）などの集積回路となるように構成されている。ここでは、薄膜デバイス 1 は 2 層のデバイス層を備え、これら 2 層のデバイス層がいずれも C M O S（Complementally Metal Oxide Semiconductor：相補型 M O S）トランジスタとなるように構成されているものとする。

## 【 手続補正 4 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 2 5 】

続いて、半導体基板 1 1 の表面に、陽極化成法によって多孔質層 1 2 を形成する（S 1 0）。陽極化成法は、半導体基板 1 1 を陽極としてフッ化水素酸溶液中で通電を行う方法であり、例えば伊東等による「表面技術 Vol.46.No.5.p8～13,1995[多孔質シリコンの陽極化成]」に示された 2 重セル法により行うことができる。この方法では、2 つの電解溶液槽の間に多孔質層を形成すべき半導体基板 1 1 を配置し、両方の電解溶液槽に直流電源と接続された白金電極を配置する。そして、両電解溶液槽に電解溶液を入れ、白金電極に直流電圧を印加し、半導体基板 1 1 を陽極、白金電極を陰極とする。これにより、半導体基板 1 1 の一方の面が浸食されて多孔質化する。

## 【 手続補正 5 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 3 3 】

続いて、図 5（A）に示したように、融点が約 7 0 ℃の接着剤 1 5 を用いて、例えばプラスチック基板からなる表面支持基板 1 6 を第 1 のデバイス層 2 0 の表面に接着する（S 1 4）。次に、図 5（B）に示したように、第 1 のデバイス層 2 0 と表面支持基板 1 6 を半導体基板 1 1 から剥離する（S 1 6）。剥離方法としては、表面支持基板 1 6 と半導体基板 1 1 に互いを引き離す方向の外力を加える方法、水あるいはエタノールなどの溶液中に半導体基板 1 1 を浸し、超音波を照射して多孔質層 1 2 の強度を弱めて剥離する方法、または遠心力を加え多孔質層 1 2 の強度を弱めて剥離する方法を用いる。これにより、多孔質層 1 2 の高多孔率層 1 2 c 若しくはその近傍（すなわち、破断層）で分離が生じ、半導体基板 1 1 から表面支持基板 1 6 と共に第 1 のデバイス層 2 0 が剥離する。なお、表面支持基板 1 6 と第 1 のデバイス層 2 0 の間の接着剤 1 5 は、表面支持基板 1 6 および第 1 のデバイス層 2 0 を半導体基板 1 1 から剥離する際に、表面支持基板 1 6 が第 1 のデバイス層 2 0 から剥がれてしまわない程度の接着力を有するものとする。

## 【 手続補正 6 】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 3 7 】

## &lt; 第 2 のデバイスユニットの製造方法 &gt;

図 7 および図 8 は、第 2 のデバイスユニット 4 の製造方法における工程毎の断面を表す

ものである。第2のデバイスユニット4の製造工程は、第1のデバイスユニット2の製造工程におけるステップS10ないしS20と同一の工程（S22ないしS32）を含んでいる。すなわち、単結晶Siよりなる半導体基板31の表面に陽極化成法によって多孔質層32を形成し（S22）、この多孔質層32の上にエピタキシャル成長により単結晶Siからなる半導体層33を形成し（S23）、この半導体層33の表面に第2のデバイス層40を形成する（S24）。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

第2のデバイス層40の形成後、図7（B）に示したように、例えば融点が70℃の接着剤35を用いて、例えばプラスチック基板からなる表面支持基板36を第2のデバイス層40の表面に接着する（S26）。次に、第2のデバイス層40を表面支持基板36と共に半導体基板31から剥離する（S28）。剥離方法としては、表面支持基板36と半導体基板31に互いを引き離す方向の外力を加える方法、水あるいはエタノールなどの溶液中に半導体基板31を浸し、超音波を照射して多孔質層32の強度を弱めて剥離する方法、または遠心力を加え多孔質層32の強度を弱めて剥離する方法を用いる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

続いて、図7（C）に示したように、第2のデバイス層40の裏面に、例えば融点が100℃の接着剤38を用いて裏面支持基板37を接着する（S30）。次に、図7（D）に示したように、表面支持基板36と第2のデバイス層40の間の接着剤35を例えば90℃に加熱して溶融させつつ、表面支持基板36と裏面支持基板37に両者を引き離す方向の外力を加え、第2のデバイス層40の表面から表面支持基板36を引き剥がす（S32）。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

続いて、第2のデバイス層40の表面に残っている接着剤35の残存物をエチルアルコールなどで洗浄・除去した後、表面電極の取り出し加工を施す（S34）。具体的には、第2のデバイス層40の表面配線層49a, 49b, 49cと図1に示したリード線97a, 97b, 97cとを例えばインジウム（In）を用いた半田付けによりそれぞれ接続する。次に、図8（A）に示したように、融点が例えば120℃のエポキシ樹脂からなる接着剤35Aを用いて、第2のデバイス層40の表面に表面支持基板36を再び貼り付ける（S36）。続いて、図8（B）に示したように、裏面支持基板37と第2のデバイス層40の間の接着剤38を例えば110℃に加熱して溶融させつつ、表面支持基板36と裏面支持基板37に両者を引き離す方向の外力を加え、第2のデバイス層40の裏面から裏面支持基板37を引き剥がす（S38）。これにより、図8（C）に示した、第2のデバイス層40を表面支持基板36によって支持してなる第2のデバイスユニット4が得られる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

このようにして、図9（B）のように、第1のデバイス層20および第2のデバイス層40が積層された構造の薄膜デバイス1が得られる。なお、表面支持基板36および裏面支持基板17のいずれか一方のみによっても薄膜デバイス1を支持することができるので、表面支持基板36および裏面支持基板17のいずれか一方を引き剥がし他方を残すようにしても良い。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

この変形例によれば、水を用いて表面支持基板16Cと第1のデバイス層20とを接合するようにしたので、温度制御のみにより表面支持基板16Cと第1のデバイス層20との接合および分離ならびに半導体基板11からの剥離が可能になる。なお、図13に示した表面支持基板16Cの構造は、裏面支持基板17（図5（C））、表面支持基板36および裏面支持基板37（図8（A））のいずれにも適用可能である。また、表面支持基板16Cの材質は布に限定されるものではなく、液体を含浸することができる材料（紙など）であれば良い。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0062

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0062】

〔第2の実施の形態〕

次に、図14および図15を参照して、本発明の第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態では、第1のデバイスユニット2Aと第2のデバイスユニット4とを貼り合わせるようになっている。第2のデバイスユニット4は第1の実施の形態と同一の構成を有しているが、第1のデバイスユニット2Aは第1の実施の形態とは異なり、半導体基板11上に第1のデバイス層20を形成することにより構成される。ここでは、第1の実施の形態と同一の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

次に、第2の実施の形態と同様に、第1のデバイスユニット2Aおよび第2のデバイスユニット4を、第1のデバイス層20および第2のデバイス層40が対向するように貼り合わせる（S50）。ただし、第2の実施の形態とは異なり、第1のデバイスユニット2Aおよび第2のデバイスユニット4の半導体基板11からの剥離は行わない。このようにして、半導体基板11の上に2層のデバイス層20、40が積層された構造の薄膜デバイスが得られる。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 5

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 7 5】

〔第 3 の変形例〕

次に、第 2 の実施の形態の第 3 の変形例について、図 1 8 を参照して説明する。図 1 8 (A) , (B) は、第 3 の変形例に係る半導体基板 1 1 B および表面支持基板 3 6 B をそれぞれ表すものである。第 2 の変形例と同様、半導体基板 1 1 B (図 1 8 (A)) 上には複数の第 1 のデバイス層 2 0 が形成され、表面支持基板 3 6 B (図 1 8 (B)) には複数の第 2 のデバイス層 4 0 A が接着されている。上記の第 2 の変形例では第 1 のデバイス層 2 0 と第 2 のデバイス層 4 0 の面積はほぼ同じであったが、この第 3 の変形例では、第 2 のデバイス層 4 0 A が第 1 のデバイス層 2 0 よりも大きくなるよう構成されている。この場合、第 1 のデバイス層 2 0 と第 2 のデバイス層 4 0 A を貼り合わせると、図 1 9 に示したように、第 1 のデバイス層 2 0 の周縁部から第 2 のデバイス層 4 0 A の周縁部が延出する。従って、第 1 のデバイス層 2 0 の外縁部と第 2 のデバイス層 4 0 A の外縁部 (延出部) に図中符号 W で示したワイヤボンディングを施すことが可能になる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 7 8】

図 2 1 (A) に示したように、第 3 の実施の形態では、第 1 の実施の形態と同様に構成された半導体基板 1 1 の表面に、陽極化成法によって多孔質層 1 2 を形成する (S 7 0) 。次に、この多孔質層 1 2 の上にエピタキシャル成長により半導体層 1 3 を形成する (S 7 2) 。続いて、図 2 1 (B) に示したように、半導体層 1 3 の内部に、例えば S I M O X (Separation by Implanted Oxygen) ウエハの作成と同様の方法で、イオン打ち込みにより絶縁材料からなる層内絶縁層 1 3 0 を形成する (S 7 4) 。続いて、図 2 1 (C) に示したように、半導体層 1 3 の上に、第 1 の実施の形態と同様の第 1 のデバイス層 2 0 を形成する (S 7 6) 。第 1 のデバイス層 2 0 の構成要素については説明を省略する。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 4

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【0 0 8 4】

図 2 3 は、フォトダイオード 5 0 の製造方法を説明するための工程毎の断面を表すものである。図 2 3 (A) に示したように、半導体基板 5 1 としては、例えば  $0.01 \Omega \cdot \text{cm}$  程度の比抵抗を有する  $p^+$  型単結晶シリコン基板を用いる。この半導体基板 5 1 の表面に第 1 の実施の形態と同様の陽極化成法によって多孔質層 5 2 を形成する。次に、例えば  $1100^\circ\text{C}$  の温度で 30 分間水素アニールを行い、多孔質層 5 2 の表面に存在する穴を塞いだ後、 $\text{SiH}_4$  などのガスを用いて例えば  $1070^\circ\text{C}$  の温度条件で多孔質層 5 2 上に単結晶 Si をエピタキシャル成長させ、例えば厚さ  $10 \mu\text{m}$  の半導体層 5 3 を形成する。続いて、図 2 3 (B) に示したように、この半導体層 5 3 に例えば P (隣) などの n 型不純物を注入して n 型不純物領域 (以下、n 領域と呼ぶ。) 5 3 a を形成する。次に、半導体層 5 3 の表面に所定のパターン (図示せず) を介して例えば B (ホウ素) などの p 型不純物を注入して、p 型不純物領域 (以下、p 領域と呼ぶ。) 5 3 b を形成する。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 8 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0087】

続いて、図24(A)に示したように、半導体層53の裏面全体に金属からなる裏面電極（兼放熱板）58を例えば蒸着により形成する。次に、少なくとも室温で接着力を有する接着剤60（例えばエポキシ樹脂）を用いて、裏面電極57にプラスチックフィルムからなる裏面支持基板59を接着する。続いて、表面支持基板57を例えば5℃に冷却して接着剤60の接着剤を低下させて、表面支持基板57を半導体層53から引き剥がす。次に、電極層55の表面に、半田バンプ61を形成する。このようにして、フォトダイオード50が形成され、また、このフォトダイオード50を裏面支持基板59により支持してなる第1のデバイスユニット5が形成される。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0096

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0096】

次に、表面支持基板78とレーザーダイオード80の間の接着剤77を室温以下に冷却して接着力を低下させつつ、表面支持基板78をレーザーダイオード80から引き剥がす。これにより、レーザーダイオード80およびフォトダイオード50が積層され、裏面支持基板59によって支持された構造の薄膜デバイス9が得られる。なお、レーザーダイオード80がフォトダイオード50に入射する光を完全に遮ってしまわないよう、レーザーダイオード80の面積はフォトダイオード50よりも小さく、且つフォトダイオード50の表面の一方の側に偏った位置に配置されている。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0100

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0100】

また、フォトダイオード50とレーザーダイオード80は半田バンプ61を介して電氣的に直列接続されているため、フォトダイオード50の電極層58とレーザーダイオード80の電極層89を外部の電源電位と接地電位にそれぞれ接続すると、フォトダイオード50とレーザーダイオード80の両方に必要な電力を供給することが可能になる。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0102

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0102】

なお、第1ないし第3の実施の形態では、デバイス層20, 40をいずれもCMOS型トランジスタとして説明したが、CMOS以外のトランジスタやダイオードなどの能動素子、抵抗やキャパシタなどの受動素子、フォトダイオードやレーザーダイオードなどの光変換素子などに適用しても良い。また、CPU（Central Processing Unit）やDRAM（Dynamic Random Access Memory）などに適用しても良い。

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0104

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0104】

また、上記実施の形態では、表面支持基板および裏面支持基板をプラスチック板等により構成したが、プラスチック板の代わりに、例えば金属（金属繊維、多孔質金属などを含む）、セラミックス（セラミックス繊維、多孔質セラミックスなどを含む）、またはその他の繊維（紙、麻、綿など）により構成しても良い。