

【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28年8月18日(2016.8.18)

【公開番号】特開2015-122490(P2015-122490A)

【公開日】平成27年7月2日(2015.7.2)

【年通号数】公開・登録公報2015-042

【出願番号】特願2014-244552(P2014-244552)

【国際特許分類】

H 01 L 21/02 (2006.01)

B 23 K 26/146 (2014.01)

B 23 K 26/38 (2014.01)

【F I】

H 01 L 21/02 B

B 23 K 26/146

B 23 K 26/38 Z

H 01 L 21/02 Z

【手続補正書】

【提出日】平成28年7月4日(2016.7.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

半導体積層構造の部分構成要素の間に直接融合ボンドを形成するための方法であって、複数の半導体ウエハの各々の上に1または複数の直接ボンディング面を生成する工程と、

前記複数の半導体ウエハの少なくとも1つから第1の部分構成要素および第2の部分構成要素を切断する工程であって、前記第1の部分構成要素は、前記1または複数の直接ボンディング面のうちの第1の直接ボンディング面を備え、前記第2の部分構成要素は、前記1または複数の直接ボンディング面のうちの第2の直接ボンディング面を備える、工程と、

前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を乾燥させる工程と、

前記第1の部分構成要素を組み立てブロックで拘束する工程と、

前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面と接触するように前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を配置して、初期接触領域を規定する工程であって、前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面と前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面との間に接近角が形成される、工程と、

前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面と前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面との間の前記接近角を閉じて、半導体積層構造の直接融合ボンドを形成する工程であって、前記直接融合ボンドは、前記初期接触領域よりも広い、工程と、

を備える、方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、前記第1の部分構成要素は、前記第2の部分構成要素と隣接し、第3の部分構成要素が、前記第1の部分構成要素および前記第2の部分構成要

素とボンディングされる、方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の第 1 の表面が、前記第 2 の部分構成要素の第 2 の表面の第 1 の部分にボンディングされ、前記第 2 の部分構成要素の前記第 2 の表面の第 2 の部分はボンディングされない、方法。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、前記複数の半導体ウエハの各々は、シリコン、二酸化シリコン、ガリウムヒ素、サファイア、炭化シリコン、または、それらの組み合わせを含む、方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって、前記複数の半導体ウエハの各々は、単結晶シリコンを含む、方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面は親水性である、方法。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面は疎水性である、方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、  
前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つを層流水ジェットで冷却する工程と、  
前記層流水ジェットを通して前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つに向かってレーザビームを伝搬させる工程と、  
を備え、  
前記レーザビームは、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つを前記第 1 の部分構成要素および前記第 2 の部分構成要素に切断する、方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の方法であって、さらに、前記第 1 の部分構成要素を酸化する工程を備える、方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の方法であって、前記層流水ジェットは、酸化剤を含む、方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の方法であって、前記酸化剤は、過酸化水素、酸素飽和脱イオン水、オゾン化脱イオン水、または、それらの組み合わせを含む、方法。

【請求項 12】

請求項 9 に記載の方法であって、さらに、前記第 1 の部分構成要素を化学エッチングする工程を備える、方法。

【請求項 13】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、  
前記複数の半導体ウエハの各々を固定具上に配置する工程と、  
前記複数の半導体ウエハの各々を前記固定具上で 1 または複数の部分構成要素に切断する工程と、  
を備える、方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の方法であって、さらに、前記複数の半導体ウエハの各々を前記固定具と係合した 1 または複数の選択的に平行移動可能なピン上に配置する工程を備える、方法。

【請求項 15】

請求項 1 に記載の方法であって、さらに、  
前記第 1 の部分構成要素を切断ステーションから組み立てステーションに移送する工程

と、

前記切断ステーションと前記組み立てステーションとの間に配置された1または複数のイソプロピルアルコール蒸気ノズルによって生成されたイソプロピルアルコール蒸気で前記第1の部分構成要素を乾燥させる工程と、  
を備える、方法。

【請求項16】

請求項1に記載の方法であって、さらに、複数の組み立てブロックを備えた組み立てテーブルで前記第1の部分構成要素を拘束する工程を備え、

前記組み立てテーブルは、前記第1の部分構成要素を第1の方向で拘束し、前記組み立てブロックの少なくとも1つは、前記第1の部分構成要素を第2の方向で拘束する、方法。

【請求項17】

請求項16の方法であって、前記組み立てテーブルは傾斜可能である、方法。

【請求項18】

請求項17に記載の方法であって、さらに、前記組み立てテーブルが実質的に反転される際に、前記第1の部分構成要素を係合部材で前記組み立てテーブルの半導体接触面に拘束する工程を備える、方法。

【請求項19】

請求項1に記載の方法であって、さらに、

第1のロボットアームの少なくとも1つの顎部材の2以上の強化水平力グリッパ先端で前記第1の部分構成要素を把持する工程と、

前記第1の部分構成要素を組み立てテーブルに接触させて配置する工程と、

前記第1のロボットアームの少なくとも1つの顎部材の2以上の強化水平力グリッパ先端で前記第2の部分構成要素を把持する工程と、

前記第1の部分構成要素および前記第2の部分構成要素の各々の初期接触端で前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面と初期接触するように前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を配置する工程と、  
を備える、方法。

【請求項20】

請求項1に記載の方法であって、さらに、

前記第2の部分構成要素の外面を第2のロボットアームのプッシュ部材と接触させる工程と、

前記第2のロボットアームの前記プッシュ部材を前記第2の部分構成要素の前記外面にわたって前記第2の部分構成要素の接触端から前記第2の部分構成要素の非接触端まで摺動させることにより、前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面上に付勢する工程と、  
を備える、方法。

【請求項21】

請求項1に記載の方法であって、さらに、前記半導体積層構造をアニーリングする工程を備える、方法。

【請求項22】

請求項1に記載の方法であって、前記第1の部分構成要素は、円弧形、長方形、正方形、または、円形を含む、方法。

【請求項23】

請求項1に記載の方法であって、さらに、前記半導体積層構造の所定のパターンを提供する工程を備え、

前記所定のパターンは、半導体シャワー・ヘッド電極、ガスマニホールド、または、マスフローコントローラを含む、方法。

【請求項24】

請求項1に記載の方法であって、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも1つは直径

を有し、前記半導体積層構造は、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも1つの前記直径より大きい少なくとも1つの寸法を有する、方法。

#### 【請求項25】

請求項1に記載の方法であって、前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面は、イソプロピルアルコール蒸気で乾燥される、方法。

#### 【請求項26】

半導体積層構造を製造するためのシステムであって、クリーンルームと、切断ステーションと、組み立てステーションと、第1のロボットアームと、第2のロボットアームと、を備え、

前記切断ステーションおよび前記組み立てステーションは各々、前記クリーンルーム内に収容され、

前記切断ステーションは、固定具の上方に取り付けられた水導波路レーザを備え、

前記組み立てステーションは、組み立てテーブルと、前記組み立てテーブル上に配置された1または複数の組み立てブロックと、を備え、

前記第1のロボットアームは、前記切断ステーションと前記組み立てステーションとの間に配置され、

前記固定具は、半導体ウエハが前記水導波路レーザのレーザビームによって第1の部分構成要素および第2の部分構成要素に切断される時に、前記半導体ウエハを保持するよう構成され、

前記第1のロボットアームは、前記第1の部分構成要素を把持して、前記第1の部分構成要素を前記組み立てステーションの前記組み立てテーブルと係合させるよう構成され、

前記第1のロボットアームは、前記第1の部分構成要素の第1の直接ボンディング面を前記第2の部分構成要素の第2の直接ボンディング面と各部分構成要素の初期接触端で接触するように配置して、初期接触領域と、前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面の間の接近角とを形成するよう構成され、

前記第2のロボットアームは、前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面の間の前記接近角を閉じて、半導体積層構造の直接融合ボンドを形成するよう構成されている、システム。

#### 【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

図7Bを参照すると、第1の部分構成要素12は、組み立てテーブル86の半導体接触面87上に、組み立てテーブル86の組み立てブロック88と側面で接触するように、ロボットエンドエフェクタ58によって配置されうる。したがって、組み立てブロック88および半導体接触面87は、第1の部分構成要素12の直接ボンディング面18を直接融合ボンディングに利用できるように、第1の部分構成要素12を所定の位置に維持する。ロボットエンドエフェクタ58は、第2の部分構成要素14を持ち、第2の部分構成要素の直接ボンディング面18を第1の部分構成要素12の直接ボンディング面18に向かって移動させることができる。

#### 【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

図3および図11A～図11Cを同時に参照すると、本明細書に記載の実施形態は、様々な形状の半導体積層構造100の組み立てに利用可能である。いくつかの実施形態において、シリコン積層構造120は、エッジリングに組み立てられてよい。シリコン積層構造120は、交互段構造(alternating courses structure)24に組み立てられた第1の部分構成要素212、第2の部分構成要素214、および、第3の部分構成要素216を含みうる。交互段構造24において、第1の部分構成要素212は、第2の部分構成要素214に隣接する。第1の部分構成要素12および第2の部分構成要素214は、それぞれ、第3の部分構成要素216の一部に直接ボンディングされうる。図11Bでは1つの交互段構造24が図示されているが、本明細書に記載の実施形態は、複数の交互段構造24を備えることができる。シリコン積層構造120は、さらに、階段構造26を備えてよい。階段構造26は、完全には重ならない2つの融合ボンディングされた部分構成要素11によって形成できる。例えば、第2の部分構成要素214は、第2の部分構成要素214の一部が第3の部分構成要素216によって覆われないように、第3の部分構成要素216と直接融合ボンディングされうる。階段構造26は、半導体積層構造100のジグザグ状の部分または半導体積層構造100の傾斜した部分を形成するために、複数回繰り返されうる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0072】

本明細書では特定の実施形態を図示および説明したが、請求されている主題の精神および範囲から逸脱することなく、様々な他の変更例および変形例が可能であることを理解されたい。さらに、請求されている主題の様々な態様が本明細書に記載されているが、かかる態様を組み合わせて用いる必要はない。したがって、添付の特許請求の範囲は、請求されている主題の範囲に含まれるすべてのかかる変更例および変形例を網羅するよう意図されている。

本発明は、たとえば、以下のような態様で実現することもできる。

適用例1：

半導体積層構造の部分構成要素の間に直接融合ボンドを形成するための方法であって、複数の半導体ウエハの各々の上に1または複数の直接ボンディング面を生成する工程と、

前記複数の半導体ウエハの少なくとも1つから第1の部分構成要素および第2の部分構成要素を切断する工程であって、前記第1の部分構成要素は、前記1または複数の直接ボンディング面のうちの第1の直接ボンディング面を備え、前記第2の部分構成要素は、前記1または複数の直接ボンディング面のうちの第2の直接ボンディング面を備える、工程と、

前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を乾燥させる工程と、

前記第1の部分構成要素を組み立てブロックで拘束する工程と、

前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面と接触するように前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面を配置して、初期接触領域を規定する工程であって、前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面と前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面との間に接近角が形成される、工程と、

前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面と前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面との間の前記接近角を閉じて、半導体積層構造の直接融合ボンドを形成する工程であって、前記直接融合ボンドは、前記初期接触領域よりも広い、工程と、

を備える、方法。

適用例 2 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素は、前記第 2 の部分構成要素と隣接し、第 3 の部分構成要素が、前記第 1 の部分構成要素および前記第 2 の部分構成要素とボンディングされる、方法。

適用例 3 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の第 1 の表面が、前記第 2 の部分構成要素の第 2 の表面の第 1 の部分にボンディングされ、前記第 2 の部分構成要素の前記第 2 の表面の第 2 の部分はボンディングされない、方法。

適用例 4 :

適用例 1 の方法であって、前記複数の半導体ウエハの各々は、シリコン、二酸化シリコン、ガリウムヒ素、サファイア、炭化シリコン、または、それらの組み合わせを含む、方法。

適用例 5 :

適用例 4 の方法であって、前記複数の半導体ウエハの各々は、単結晶シリコンを含む、方法。

適用例 6 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面は親水性である、方法。

適用例 7 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面は疎水性である、方法。

適用例 8 :

適用例 1 の方法であって、さらに、

前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つを層流水ジェットで冷却する工程と、  
前記層流水ジェットを通して前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つに向かってレーザビームを伝搬させる工程と、  
を備え、

前記レーザビームは、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つを前記第 1 の部分構成要素および前記第 2 の部分構成要素に切断する、方法。

適用例 9 :

適用例 8 の方法であって、さらに、前記第 1 の部分構成要素を酸化する工程を備える、方法。

適用例 10 :

適用例 9 の方法であって、前記層流水ジェットは、酸化剤を含む、方法。

適用例 11 :

適用例 10 の方法であって、前記酸化剤は、過酸化水素、酸素飽和脱イオン水、オゾン化脱イオン水、または、それらの組み合わせを含む、方法。

適用例 12 :

適用例 9 の方法であって、さらに、前記第 1 の部分構成要素を化学エッティングする工程を備える、方法。

適用例 1 3 :

適用例 1 の方法であって、さらに、  
前記複数の半導体ウエハの各々を固定具上に配置する工程と、  
前記複数の半導体ウエハの各々を前記固定具上で 1 または複数の部分構成要素に切断する工程と、  
を備える、方法。

適用例 1 4 :

適用例 1 3 の方法であって、さらに、前記複数の半導体ウエハの各々を前記固定具と係合した 1 または複数の選択的に平行移動可能なピン上に配置する工程を備える、方法。

適用例 1 5 :

適用例 1 の方法であって、さらに、  
前記第 1 の部分構成要素を切断ステーションから組み立てステーションに移送する工程と、  
前記切断ステーションと前記組み立てステーションとの間に配置された 1 または複数のイソプロピルアルコール蒸気ノズルによって生成されたイソプロピルアルコール蒸気で前記第 1 の部分構成要素を乾燥させる工程と、  
を備える、方法。

適用例 1 6 :

適用例 1 の方法であって、さらに、複数の組み立てブロックを備えた組み立てテーブルで前記第 1 の部分構成要素を拘束する工程を備え、  
前記組み立てテーブルは、前記第 1 の部分構成要素を第 1 の方向で拘束し、前記組み立てブロックの少なくとも 1 つは、前記第 1 の部分構成要素を第 2 の方向で拘束する、方法。

適用例 1 7 :

適用例 1 6 の方法であって、前記組み立てテーブルは傾斜可能である、方法。

適用例 1 8 :

適用例 1 7 の方法であって、さらに、前記組み立てテーブルが実質的に反転される際に、前記第 1 の部分構成要素を係合部材で前記組み立てテーブルの半導体接触面に拘束する工程を備える、方法。

適用例 1 9 :

適用例 1 の方法であって、さらに、  
第 1 のロボットアームの少なくとも 1 つの顎部材の 2 以上の強化水平力グリッパ先端で前記第 1 の部分構成要素を把持する工程と、  
前記第 1 の部分構成要素を組み立てテーブルに接触させて配置する工程と、  
前記第 1 のロボットアームの少なくとも 1 つの顎部材の 2 以上の強化水平力グリッパ先端で前記第 2 の部分構成要素を把持する工程と、  
前記第 1 の部分構成要素および前記第 2 の部分構成要素の各々の初期接触端で前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面と初期接触するように前記第 2 の部分構成要素の前記第 2 の直接ボンディング面を配置する工程と、  
を備える、方法。

適用例 2 0 :

適用例 1 の方法であって、さらに、前記第 2 の部分構成要素の外面を第 2 のロボットアームのブッシュ部材と接触させる工程と、前記第 2 のロボットアームの前記ブッシュ部材を前記第 2 の部分構成要素の前記外面にわたって前記第 2 の部分構成要素の接触端から前記第 2 の部分構成要素の非接触端まで摺動させることにより、前記第 2 の部分構成要素の前記第 2 の直接ボンディング面を前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面上に付勢する工程と、を備える、方法。

適用例 2 1 :

適用例 1 の方法であって、さらに、前記半導体積層構造をアニーリングする工程を備える、方法。

適用例 2 2 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素は、円弧形、長方形、正方形、または、円形を含む、方法。

適用例 2 3 :

適用例 1 の方法であって、さらに、前記半導体積層構造の所定のパターンを提供する工程を備え、

前記所定のパターンは、半導体シャワーヘッド電極、ガスマニホールド、または、マスフローコントローラを含む、方法。

適用例 2 4 :

適用例 1 の方法であって、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つは直径を有し、前記半導体積層構造は、前記複数の半導体ウエハの前記少なくとも 1 つの前記直径より大きい少なくとも 1 つの寸法を有する、方法。

適用例 2 5 :

適用例 1 の方法であって、前記第 1 の部分構成要素の前記第 1 の直接ボンディング面および前記第 2 の部分構成要素の前記第 2 の直接ボンディング面は、イソプロピルアルコール蒸気で乾燥される、方法。

適用例 2 6 :

半導体積層構造を製造するためのシステムであって、クリーンルームと、切断ステーションと、組み立てステーションと、第 1 のロボットアームと、第 2 のロボットアームと、を備え、

前記切断ステーションおよび前記組み立てステーションは各々、前記クリーンルーム内に収容され、

前記切断ステーションは、固定具の上方に取り付けられた水導波路レーザを備え、

前記組み立てステーションは、組み立てテーブルと、前記組み立てテーブル上に配置された 1 または複数の組み立てブロックと、を備え、

前記第 1 のロボットアームは、前記切断ステーションと前記組み立てステーションとの間に配置され、

前記水導波路レーザの前記固定具は、半導体ウエハが前記水導波路レーザのレーザビームによって第 1 の部分構成要素および第 2 の部分構成要素に切断される時に、前記半導体ウエハを保持するよう構成され、

前記第 1 のロボットアームは、前記第 1 の部分構成要素を把持して、前記第 1 の部分構成要素を前記組み立てステーションの前記組み立てテーブルと係合させるよう構成され、

前記第1のロボットアームは、前記第1の部分構成要素の第1の直接ボンディング面を前記第2の部分構成要素の第2の直接ボンディング面と各部分構成要素の初期接触端で接触するように配置して、初期接触領域と、前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面の間の接近角とを形成するよう構成され、

前記第2のロボットアームは、前記第1の部分構成要素の前記第1の直接ボンディング面および前記第2の部分構成要素の前記第2の直接ボンディング面の間の前記接近角を閉じて、半導体積層構造の直接融合ボンドを形成するよう構成されている、システム。