

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5760385号  
(P5760385)

(45) 発行日 平成27年8月12日 (2015. 8. 12)

(24) 登録日 平成27年6月19日 (2015. 6. 19)

(51) Int. Cl. F I  
**B O 2 C 4/30 (2006. 01)** B O 2 C 4/30  
**B O 2 C 4/08 (2006. 01)** B O 2 C 4/08  
**C O 1 B 33/02 (2006. 01)** C O 1 B 33/02 E

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-242060 (P2010-242060)	(73) 特許権者	000006264
(22) 出願日	平成22年10月28日 (2010. 10. 28)		三菱マテリアル株式会社
(65) 公開番号	特開2012-91135 (P2012-91135A)		東京都千代田区大手町一丁目3番2号
(43) 公開日	平成24年5月17日 (2012. 5. 17)	(74) 代理人	100101465
審査請求日	平成25年9月27日 (2013. 9. 27)		弁理士 青山 正和
		(72) 発明者	松崎 隆浩
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ
			テリアル株式会社 中央研究所内
		(72) 発明者	小滝 俊介
			茨城県那珂市向山1002-14 三菱マ
			テリアル株式会社 中央研究所内
		審査官	大塚 多佳子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多結晶シリコンの破碎装置及び多結晶シリコン破碎物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

平行な軸線周りに互いに逆回転する一対のロール間に塊状の多結晶シリコンを挟み込んで破碎する多結晶シリコンの破碎装置であって、前記ロールの外周面上に高さの異なる複数の破碎歯が半径方向に沿って外方に突出して設けられ、前記破碎歯は、その先端面が球面状に形成されるとともに、側面が円柱面状に形成されており、高さの高い前記破碎歯と高さの低い前記破碎歯とが少なくとも前記ロールの周方向又は幅方向に交互に設けられるとともに、両ロールの前記破碎歯どうしが最も近接する位置において、高さの高い前記破碎歯と、高さの低い前記破碎歯との先端どうしが対向するように設けられることを特徴とする多結晶シリコンの破碎装置。

【請求項2】

各破碎歯の間隔は11～35mmとされ、両ロールの対向部間における前記破碎歯の先端どうしの距離は5～30mmとされ、前記高さの高い破碎歯と前記高さの低い破碎歯との高さの差は10～20mmとされることを特徴とする請求項1記載の多結晶シリコンの破碎装置。

【請求項3】

前記破碎歯は超硬合金又はシリコン材によって形成されていることを特徴とする請求項1又は2に記載の多結晶シリコンの破碎装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の多結晶シリコンの破碎装置を用いて多結晶シリコ

ンの破砕物を製造することを特徴とする多結晶シリコン破砕物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体用シリコン等の原料である多結晶シリコンを塊状に破砕する装置及びその破砕装置を用いた多結晶シリコン破砕物の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体チップに使用されるシリコンウエハは、例えばチョクラルスキー（CZ）法により製造された単結晶シリコンから作製される。そして、このCZ法による単結晶シリコンの製造には、例えば、シーメンス法によって棒状に形成された多結晶シリコンを塊状に破砕したものが用いられる。

10

この多結晶シリコンの破砕は、図9に示すように、多結晶シリコンのロッドRを数mm～数cmの大きさの塊Cにするものであり、ロッドRを熱衝撃等によって適宜の大きさに砕いた後に、ハンマーで直接叩き割る方法が一般的であるが、作業者の負担が大きく、棒状の多結晶シリコンから所望の大きさの塊を得るには非効率である。

【0003】

特許文献1には、棒状の多結晶シリコンをロールクラッシャーで破砕して塊状のシリコンを得る方法が開示されている。このロールクラッシャーは、一つのロールをハウジング内に収容したシングルロールクラッシャーであり、そのロール表面には複数の歯が形成され、これら歯とハウジングの内壁面との隙間に多結晶シリコンを挟むことによって連続的に衝撃を与えて棒状の多結晶シリコンを破砕する。

20

【0004】

一方、特許文献2及び特許文献3には、粗く破砕された塊状の多結晶シリコンを破砕する破砕装置が提案されている。これらの装置は、二つのロールを備え、各ロールの隙間に塊状の多結晶シリコンを挟んで破砕するダブルロールクラッシャーである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2006-122902号公報

30

【特許文献2】特表2009-531172号公報

【特許文献3】特開2006-192423号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような破砕装置により多結晶シリコンを効率的に破砕することができる。しかしながら、破砕装置に投入される塊状の多結晶シリコンは、その形状寸法が一定ではなく、長手方向の寸法に対して、これと直交する方向の幅寸法が小さい細長い塊が混入していることがあり、この細長い塊の多結晶シリコンが破砕されないまま、破砕歯の隙間から通り抜けてしまうおそれがある。

40

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、多結晶シリコンの塊が破砕されずに通過してしまうことを防止し、効率的に多結晶シリコンを所望の大きさの塊に破砕することができる多結晶シリコンの破砕装置及びその破砕装置を用いた多結晶シリコン破砕物の製造方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の多結晶シリコンの破砕装置は、平行な軸線周りに互いに逆回転する一对のロール間に塊状の多結晶シリコンを挟み込んで破砕する多結晶シリコンの破砕装置であって、前記ロールの外周面上に高さの異なる複数の破砕歯が半径方向に沿って外方に突出して設

50

けられ、前記破砕歯は、その先端面が球面状に形成されるとともに、側面が円柱面状に形成されており、高さの高い破砕歯と高さの低い破砕歯とが少なくとも前記ロールの周方向又は幅方向に交互に設けられるとともに、両ロールの前記破砕歯どうしが最も近接する位置において、前記高さの高い破砕歯と、前記高さの低い破砕歯との先端どうしが対向するように設けられることを特徴とする。

【0009】

高さの異なる破砕歯を交互に設けることによって、両ロールの対向部において各破砕歯の先端どうしの間隔で形成される空間位置が、破砕歯の配置ごとにロールの半径方向にずれて配置される。これにより、細長い破砕物が投入されたとしても、ロールの周方向又は幅方向に隣接する破砕歯に接触して破砕されるので、破砕物が破砕されずに通過してしまうことを防止することができる。そして、破砕物を所望の大きさの塊に確実に破砕することができる。

10

また、破砕歯の先端面が球面状に形成されていることから、破砕歯の先端と多結晶シリコンとは点接触状態となり、また、その破砕歯の側面も円錐面状又は円柱面状に形成されているので、破砕歯の側面が多結晶シリコンに接触する際には線接触状態となる。したがって、破砕歯と多結晶シリコンとは点接触又は線接触状態となるから、多結晶シリコンが破砕歯により押しつぶされて微細粉が生じることが防止される。

【0010】

また、本発明の多結晶シリコンの破砕装置において、各破砕歯の間隔は11～35mmとされ、両ロールの対向部間における前記破砕歯の先端どうしの距離は5～30mmとされ、前記高さの高い破砕歯と前記高さの低い破砕歯との高さの差は10～20mmとされているとよい。

20

破砕歯の間隔及び先端どうしの距離を上記範囲に設定することにより、破砕物に破砕歯を確実に接触させることができる。

【0012】

本発明の多結晶シリコンの破砕装置において、前記破砕歯は超硬合金又はシリコン材によって形成されているとよい。

破砕歯を超硬合金又はシリコン材によって形成することにより、破砕した多結晶シリコン塊への不純物のコンタミを防止することができ、特に半導体シリコンの原料として高品質の多結晶シリコンを得ることができる。

30

【0013】

本発明の多結晶シリコン破砕物の製造方法は、前記破砕装置のいずれかを用いて多結晶シリコンの破砕物を製造することを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、多結晶シリコンの塊が破砕されずに通過してしまうことを防止して、効率的に多結晶シリコンを所望の大きさの塊に破砕することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明に係る多結晶シリコンの破砕装置の一実施形態を示す一部を透視した斜視図である。

40

【図2】図1の破砕装置におけるロール表面の斜視図である。

【図3】図1の破砕装置に取り付けられている破砕歯ユニットを背面から見た斜視図である。

【図4】複数個並んだ状態の破砕歯ユニットの斜視図である。

【図5】破砕歯の斜視図である。

【図6】ロールの対向部における位置関係を説明する正面図である。

【図7】第2実施形態の破砕歯ユニットの斜視図である。

【図8】第2実施形態のロール対向部における位置関係を説明する正面図である。

【図9】多結晶シリコンのロッドを破砕して塊状としたものを示す模式図である。

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0016】

以下、本発明に係る多結晶シリコンの破碎装置及びその破碎装置を用いた多結晶シリコン破碎物の製造方法の実施形態を図面を参照しながら説明する。

第1実施形態の破碎装置1は、図1に示すように、ハウジング2内に二つのロール3がその回転軸線4を水平方向に向けて平行に配置されており、両ロール3の外周面に高さの異なる複数の破碎歯5が半径方向外方に向けて突設されている。この場合、各ロール3の外周面は、図2に示すように、均一な円弧面ではなく、軸方向に沿う長尺な平坦面6を周方向に連結して構成された多面体状に形成されており、各平坦面6の両端部にねじ穴7が設けられ、これら平坦面6に、破碎歯ユニット8が一つずつ固定されている。

10

## 【0017】

破碎歯ユニット8は、図3及び図4に示すように、ロール3の平坦面6に当接する短冊状の固定カバー11と、この固定カバー11に取り付けられる複数個の破碎歯5とから構成されている。

破碎歯5は、超硬合金又はシリコン材により、図5に示すように、柱状部13とその基端部で拡径する若干の厚さのつば部14とが一体に形成された形状とされている。柱状部13は、その先端面15が球面状に形成されるとともに、側面16が円柱面状に形成されている。つば部14は、円形板の両側部を柱状部13の長手方向と平行に切除した形状とされ、その切除した部分により、平面部17が180°反対向きに形成されている。

## 【0018】

20

また、固定カバー11は、ロール3の平坦面6と同じ幅、長さの短冊状に形成され、その長手方向に相互間隔をおいて破碎歯固定孔21が貫通状態に形成され、両端部にねじ挿通孔22が形成されている。これら破碎歯固定孔21は、図3に示すように、固定カバー11の厚さの半分までが破碎歯5の柱状部13の側面16に対応した断面円形の嵌合孔23とされ、残りの半分が破碎歯5のつば部14に対応して平面部24を有する拡径部25とされている。そして、破碎歯5は、固定カバー11の嵌合孔23に柱状部13を嵌合した状態でつば部14が拡径部25に嵌合し、固定カバー11の平面部24とつば部14の平面部17とが当接することにより、固定カバー11に回り止めされた状態に保持される。

## 【0019】

30

この場合、この固定カバー11は拡径部25をロール3表面に向け、嵌合孔23から破碎歯5の柱状部13を突出させた状態として、ロール3の各平坦面6に重ねられ、その両端部がねじ26によりロール表面に固定される。

各破碎歯ユニット8は、隣接する破碎歯ユニット8の破碎歯5がロール3の周方向に連続して並ばないように、図4及び図6に示すように、破碎歯5が千鳥状に配列した状態に取り付けられる。また、破碎歯5は、図4に示すように、つば部14から破碎歯5の先端までの突出高さが高い破碎歯5Lと突出高さの低い破碎歯5Sの二種類で構成されており、ロール3の周方向及び幅方向において同じ突出高さの破碎歯が隣接しないように、高さの高い破碎歯5Lと、高さの低い破碎歯5Sとが、交互に配置される。

## 【0020】

40

一方、両ロール3の間では、図6に示すように、その対向部（両ロールの破碎歯5どうしが最も近接する位置）において両ロール3にそれぞれ設けられる高さの高い破碎歯5Lと高さの低い破碎歯5Sの先端面15どうしが対向するように配置される。高さの高い破碎歯5Lと、高さの低い破碎歯5Sとがロール3の周方向及び幅方向に交互に設けられることによって、両ロール3の対向部において破碎歯5L、5Sの先端面15どうしの空間位置が破碎歯5L、5Sの配置ごとに、ロール3の半径方向にずれて配置される。つまり、両ロールの対向部において、矢印Aで示す破碎歯5Lと破碎歯5Sとが対峙して形成される空間位置は、両ロール3間の中心位置よりも左側にあるが、ロール3が回転して次の破碎歯5Lと破碎歯5Sとが対峙するときには、空間位置は両ロール3間の中心位置よりも右側にずれて配置され、ロール3の回転に伴って空間位置が左右に交互にずれて配置さ

50

れることとなる。

なお、この図6においては、千鳥状に配列されている破砕歯5のうち、同一円周上に配置される一列の破砕歯5を実線で示し、他の列の破砕歯5を二点鎖線で示している。

#### 【0021】

そして、この実施形態では、破砕後の多結晶シリコンの塊（多結晶シリコン破砕物）の大きさとして、最大辺の長さが5～60mmのものを得るようにしており、その大きさの塊を得るために、各破砕歯5は、柱状部13の直径Dが10～14mm、図6に示す固定カバー11の表面から高さの高い破砕歯5Lの先端までの突出高さHLが20～30mm、高さの低い破砕歯5Sの突出高さHSが10～20mmとされるとともに、破砕歯5Lの突出高さHLと破砕歯5Sの突出高さHSとの差は10～20mmとされる。また、隣接する破砕歯5どうしの間隔Lは11～35mmとされている。さらに、両ロール3の対向部において、破砕歯5Lと破砕歯5Sとの先端面15どうしの対向距離Gが5～30mmに設定される。

10

#### 【0022】

また、両ロール3を収容したハウジング2は、コンタミ防止のため、ポリプロピレン等の樹脂製とされ、あるいは金属製のハウジングの内面にテトラフルオロエチレンのコーティングをしたものが用いられる。

ハウジング2内には、両ロール3の両端部にロール3の軸線4と直交して配置される一対の仕切り板31がハウジング2の内壁面との間に一定の間隔をおいて平行に設けられている。これら仕切り板31は、ハウジング2に固定されており、両ロール3の半分以上を係合するように、ロール3の直径よりも若干大きい径の円弧状にくり抜いた2個の切欠32が形成され、これら切欠32内に各ロール3の両端部を係合した状態で、両ロール3の間に架け渡されるように配置されている。この仕切り板31をロール3に係合した状態では、仕切り板31の切欠32の内周面とロール3の外周面との間には、ロール3の回転を阻害しない程度に若干の隙間が形成され、また、ロール3の両端部に設けられている破砕歯ユニット8固定用のねじ26が仕切り板31の外側方に配置され、両仕切り板31がロール3の対向部からその上下の空間を挟んだ状態としている。そして、これら仕切り板31に挟まれた空間が多結晶シリコン破砕空間33とされ、ハウジング2の上面には、その破砕空間33の真上に配置されるように投入口34が設けられる。これら仕切り板31も、ハウジング2と同様にポリプロピレン等の樹脂製、あるいは金属製のものにテトラフルオロエチレンのコーティングをしたものが用いられる。

20

30

なお、このハウジング2には、両ロール3を回転駆動するギヤボックス（図示略）等が備えられ、ギヤボックスには排気装置（図示略）が接続されて、ハウジング2及びギヤボックスの内部空間が排気されるようになっている。

#### 【0023】

このように構成した破砕装置1を用いて多結晶シリコン破砕物を製造する場合、両ロール3を回転させた状態で、ハウジング2の投入口34から両仕切り板31の間の多結晶シリコン破砕空間33に予め粗く破砕した適宜の大きさの多結晶シリコンを投入すると、両ロール3の破砕歯5の間で多結晶シリコンがさらに破砕されて塊状に細分化される。

このとき、各破砕歯5は、高さの高い破砕歯5Lと高さの低い破砕歯5Sとがロール3の周方向及び幅方向に交互に設けられるとともに、両ロール3の対向部において破砕歯5L、5Sの先端面15どうしの間隔で形成される空間位置が、破砕歯5L、5Sの配置ごとにロール3の半径方向にずれて配置される。仮に、細長い多結晶シリコンが投入されたとしても、多結晶シリコンが狭小間隙Gaに正確に向きを一致させた姿勢で投入され、その投入時の姿勢を維持した状態でその狭小間隙Gaを通過する確率は極めて低く、多結晶シリコンは周方向及び幅方向に隣接する破砕歯5L、5Sに接触して破砕される。したがって、多結晶シリコンが破砕されずに通過してしまうことを防止することができ、効率的に多結晶シリコンを所望の大きさの塊に破砕することができる。

40

また、各破砕歯5は、その先端面15が球面状に形成されているので、この先端面15と多結晶シリコンとは点接触となり、また、柱状部13の側面16が円柱面状に形成され

50

ているので、この側面 1 6 と多結晶シリコンとは点接触又は線接触となる。このため、多結晶シリコンに対して破砕歯 5 は点接触又は線接触状態で衝撃を付加するので、多結晶シリコンを面で押しつぶすようなことはない。

【 0 0 2 4 】

また、両ロール 3 の両端部上に配置されている仕切り板 3 1 は、その間で破砕される多結晶シリコンの塊がハウジング 2 の内壁面とロール 3 の端面との間に侵入してつぶされることを防止しており、多結晶シリコンの塊を確実に両ロール 3 の間で破砕して下方に通過させることができる。

したがって、この破砕装置 1 では多結晶シリコンを所望の大きさの塊に破砕することができ、微細粉の発生を防止して、ロス率を低減することができる。

10

【 0 0 2 5 】

また、この破砕装置 1 においては、破砕歯 5 を超合金又はシリコン材によって形成しているので、この破砕歯 5 から多結晶シリコンに不純物が混入することが防止される。一方、破砕歯ユニット 8 を固定するねじ 2 6 は一般には金属製のものが用いられるが、このねじ 2 6 は仕切り板 3 1 により多結晶シリコン破砕空間 3 3 の外方に配置されているため、多結晶シリコンに接触することがなく、多結晶シリコン破砕空間 3 3 を囲む仕切り板 3 1、ハウジング 2 がポリプロピレン等の樹脂製とされ、あるいはテトラフルオロエチレンのコーティングがなされているので、破砕途中の多結晶シリコンに不純物が混入することが防止される。したがって、この破砕装置 1 によれば、半導体原料用の多結晶シリコンとして高品質のものを得ることができる。

20

【 0 0 2 6 】

さらに、本実施形態においては、個々の破砕歯 5 を固定カバー 1 1 により保持して破砕歯ユニット 8 を構成し、この破砕歯ユニット 8 をロール 3 の表面に固定しているので、一部の破砕歯 5 に欠損等が生じたとしても、その欠損が生じた破砕歯 5 のみを交換すればよく、その場合、破砕歯ユニット 8 はねじ止めによりロール 3 に固定されているとともに、破砕歯 5 は固定カバー 1 1 の破砕歯固定孔 2 1 に嵌合されているだけであり、その交換作業も容易である。この固定カバー 1 1 は強度確保のためにはステンレス鋼等により製作するのがよいが、その表面にポリプロピレンやテトラフルオロエチレン等の樹脂を被覆しておけば、多結晶シリコンと接触した場合でもコンタミを防止することができる。

【 0 0 2 7 】

30

図 7 及び図 8 は、本発明の第 2 実施形態を示す。第 1 実施形態の破砕装置 1 では、高さの高い破砕歯 5 L と高さの低い破砕歯 5 S をロール 3 の周方向及び幅方向に交互に配列して設けたが、第 2 実施形態では、高さの高い破砕歯 5 L と高さの低い破砕歯 5 S をロール 3 の周方向のみ交互に配列して設けた。

第 2 実施形態の破砕装置は、図 7 に示すように、隣接する破砕歯ユニット 8 ごとに高さの高い破砕歯 5 L 又は高さの低い破砕歯 5 S が配列され、これら破砕歯 5 L , 5 S が設けられた破砕歯ユニット 8 0 がロール 3 の周方向に交互に取り付けられて構成される。

両ロール 3 の間では、図 8 に示すように、その対向部において両ロール 3 にそれぞれ設けられる高さの高い破砕歯 5 L と高さの低い破砕歯 5 S の先端面 1 5 どうしが対向するように配置される。これら高さの高い破砕歯 5 L と高さの低い破砕歯 5 S とがロール 3 の周方向に交互に設けられることによって、両ロール 3 の対向部において破砕歯 5 L , 5 S の先端面 1 5 どうしの空間位置も破砕歯 5 L , 5 S の配置ごとにロール 3 の半径方向にずれて配置される。

40

【 0 0 2 8 】

これにより、細長い破砕物が投入されたとしても、ロール 3 の周方向に隣接する破砕歯 5 L , 5 S に接触して破砕されるので、破砕物が破砕されずに通過してしまうことを防止することができる。

その他の構成は、上述の実施形態のものと同一であり、共通部分に同一符号を付して説明を省略する。

【 0 0 2 9 】

50

なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、上記実施形態では破碎歯の柱状部の側面を円柱面状に形成したが、円錐面状に形成してもよく、また、先端部分を球面の先端面に連続する円錐面状にし、基端部分を円柱面状にした組み合わせの形状としてもよい。

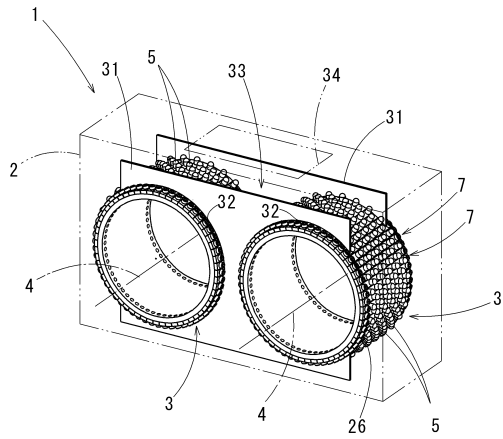
また、一実施形態で説明した破碎歯の対向間隔等の諸寸法は、必ずしもこれに限定されるものではない。

【符号の説明】

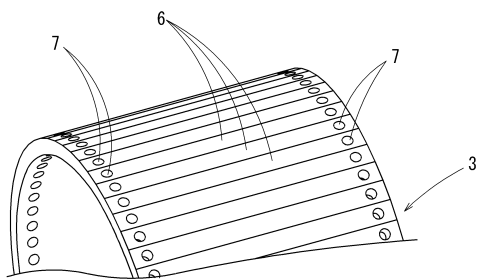
【 0 0 3 0 】

1	破碎装置	10
2	ハウジング	
3	ロール	
4	回転軸線	
5, 5 L, 5 S	破碎歯	
6	平坦面	
7	ねじ穴	
8, 8 0	破碎歯ユニット	
1 1	固定カバー	
1 3	柱状部	
1 4	つば部	20
1 5	先端面	
1 6	側面	
1 7	平面部	
2 1	破碎歯固定孔	
2 2	ねじ挿通孔	
2 3	嵌合孔	
2 4	平面部	
2 5	拡径部	
2 6	ねじ	
3 1	仕切り板	30
3 2	切欠	
3 3	多結晶シリコン破碎空間	
3 4	投入口	

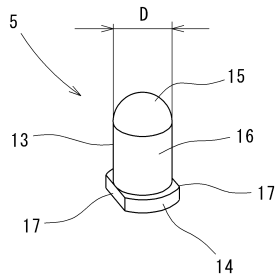
【図1】



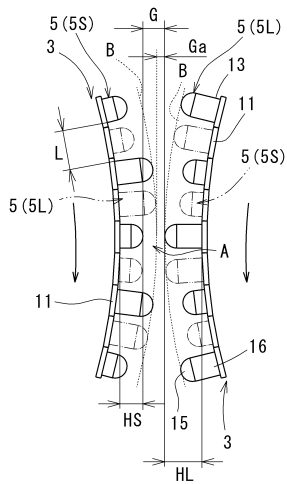
【図2】



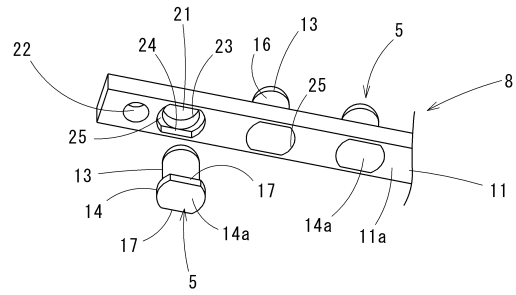
【図5】



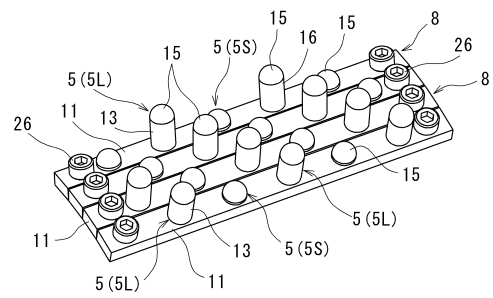
【図6】



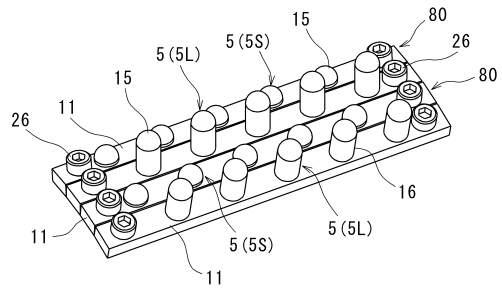
【図3】



【図4】

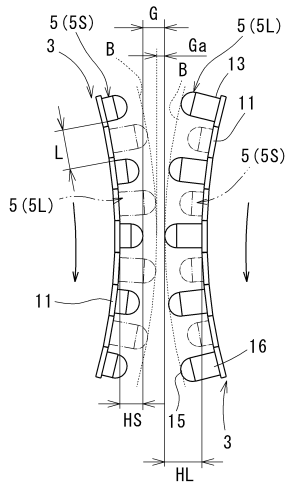


【図7】

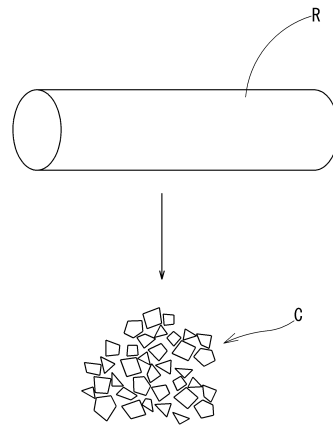




【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-106088(JP,A)  
特開2006-192423(JP,A)  
実開昭53-091997(JP,U)  
実開昭61-019443(JP,U)  
実公昭10-004687(JP,Y1)  
特表2001-523777(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B02C	4/30
B02C	4/08
C01B	33/02