

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5121612号
(P5121612)

(45) 発行日 平成25年1月16日 (2013. 1. 16)

(24) 登録日 平成24年11月2日 (2012. 11. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/304 (2006. 01)

B 2 4 B 37/12 (2012. 01)

B 2 4 B 37/00 (2012. 01)

H O 1 L 21/304 6 2 1 B

B 2 4 B 37/04 X

B 2 4 B 37/00 H

H O 1 L 21/304 6 2 1 D

H O 1 L 21/304 6 2 2 X

請求項の数 5 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-184841 (P2008-184841)
 (22) 出願日 平成20年7月16日 (2008. 7. 16)
 (65) 公開番号 特開2009-33159 (P2009-33159A)
 (43) 公開日 平成21年2月12日 (2009. 2. 12)
 審査請求日 平成20年9月29日 (2008. 9. 29)
 (31) 優先権主張番号 102007035266.4
 (32) 優先日 平成19年7月27日 (2007. 7. 27)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

前置審査

(73) 特許権者 599119503
 ジルトロニック アクチエンゲゼルシャフ
 ト
 S i l t r o n i c A G
 ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ハンスー
 ザイデループラッツ 4
 H a n n s - S e i d e l - P l a t z
 4, D - 8 1 7 3 7 M u e n c h e n
 , G e r m a n y
 (74) 代理人 110001195
 特許業務法人深見特許事務所
 (72) 発明者 ユルゲン シュヴァントナー
 ドイツ連邦共和国 ガルヒング トゥルン
 シュトラーセ 6

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体材料から構成された基板を研磨する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シリコン基板を研磨する方法において、前記シリコン基板は表面上に S i G e合金層を有し、

前記基板の第 1 の研磨工程である少なくとも 1 つの研磨工程 A を備え、該研磨工程 A において、結合された研磨材を含有する研磨パッド上で基板を研磨し、固体を含有しない研磨剤溶液が前記研磨工程 A 中に基板と研磨パッドとの間に導入され、

結合された研磨材を含有する研磨パッド上で、前記研磨工程 A が施された基板を研磨し、結合されていない研磨材を含有する研磨剤スラリーが研磨工程中に基板と研磨パッドとの間に導入される、少なくとも 1 つの研磨工程 B とを備え、前記研磨剤溶液、前記研磨剤スラリー、またはこれらの双方は、ゲルマニウムを水溶性化合物に変換するための添加剤として過酸化水素またはオゾンを含有し、

基板を研磨材が結合されていない研磨パッドを用いて研磨し、結合されていない研磨材を含有する研磨剤スラリーを、研磨工程中に基板と研磨パッドとの間に導入する少なくとも 1 つの研磨工程 C をさらに備え、

前記研磨工程 A および前記研磨工程 B を同じ研磨板上で実施することを特徴とする、半導体材料から構成された基板を研磨する方法。

【請求項 2】

研磨剤スラリーは、アルミニウム、セリウムまたはケイ素の 1 つ以上の酸化物を研磨材として含有する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

研磨剤スラリーは、0.25～20質量%の固体量を有する、請求項2記載の方法。

【請求項 4】

清浄剤を研磨パッド上に開放気泡フォーム体を利用して分布させることにより、研磨パッドを研磨工程中に清浄化する、請求項1から3までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項 5】

基板を、前記研磨工程Aまたは前記研磨工程Bの後、またはこれら双方の研磨工程後にエッチングするかまたは清浄化する、請求項1から4までのいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、半導体材料から構成された基板を研磨する方法に関し、この方法は、少なくとも2つの異なる工程からなる。この方法の少なくとも1つの工程は、研磨パッド中に結合された研磨材を含有する研磨パッド上で基板を研磨する研磨工程である。

【背景技術】

【0002】

WO 99/55491A1には、研磨パッド中に結合された研磨材を含有する研磨パッド上で基板を研磨する第1の研磨工程を有する2工程の研磨法が記載されている。このような研磨パッド、これは"固定された研磨パッド"とも呼ばれている、が使用される研磨工程は、以下、略してFAP工程と呼称される。その後の2工程の研磨法の第2の研磨工程は、結合された研磨材を含有しない研磨パッド上での基板の化学機械的研磨である。本明細書中、研磨材は、スラリーの形で基板と研磨パッドとの間に導入される。このような研磨工程は、以下、略してCMP工程と呼称される。この研磨工程は、WO 99/55491A1の記載によれば、殊に基板の研磨された表面上にFAP工程によって残された掻き傷を除去するために、2工程の研磨法で使用される。

20

【0003】

欧州特許出願公開第1717001号明細書A1の記載は、任意の部品構造形を表面上に未だ有していなかった半導体ウェーハを研磨する際に、FAP工程も使用されるという事実の1例である。このような半導体ウェーハの研磨中に、主に、特に平坦でありかつ最小の微小荒さおよびナノトポグラフィーを有する少なくとも1つの側面を形成させることは、重要である。

30

【特許文献1】WO 99/55491A1

【特許文献2】欧州特許出願公開第1717001号明細書A1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の目的は、半導体材料から構成された基板に対して改善された研磨法を規定することであり、この方法は、殊に微小荒さに関連して特に低い値をもたらす。

【課題を解決するための手段】

【0005】

40

この目的は、

研磨パッド中に結合された研磨材を含有する研磨パッド上で基板を研磨し、研磨材溶液が研磨工程中に基板と研磨パッドとの間に導入される、タイプAの少なくとも1つの研磨工程；および

研磨パッド中に結合された研磨材を含有する研磨パッド上で基板を研磨し、結合されていない研磨材を含有する研磨材スラリーが研磨工程中に基板と研磨パッドとの間に導入される、タイプBの少なくとも1つの研磨工程を有する、半導体材料から構成された基板を研磨する方法により達成される。

【0006】

タイプAおよびタイプBの研磨工程は、それぞれFAP工程である。これらのタイプは

50

、タイプBの研磨工程で結合されていない研磨材を含有する研磨材スラリーを基板と研磨パッドとの間に導入する点と、一方で、タイプAの研磨工程で研磨材スラリーを、既述した表現として固体を含有しない研磨材溶液によって代替する点で相違する。

【0007】

研磨材の表現は、以下、研磨材スラリーおよび研磨材溶液に関する一般的な用語として使用される。

【0008】

研磨材スラリー中の研磨材の割合は、有利に0.25～20質量%である。研磨材粒子の粒径分布は、好ましくは性質上、単峰性である。平均粒径は、5～300nm、特に好ましくは5～50nmである。研磨材は、基板材料、好ましくは元素のアルミニウム、セリウムまたはケイ素の酸化物の1つ以上を機械的に除去する材料を含有する。コロイド分散系珪酸を含有する研磨材スラリーは、特に好ましい。研磨材スラリーのpHは、好ましくは9～11.5の範囲内にあり、好ましくは添加剤、例えば炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)、炭酸カリウム(K_2CO_3)、水酸化ナトリウム(NaOH)、水酸化カリウム(KOH)、水酸化アンモニウム(NH_4OH)、テトラメチルアンモニウムヒドロキシド(TMAH)または前記化合物の任意の望ましい混合物によって設定される。更に、研磨材スラリーは、1つ以上の他の添加剤、例えば表面活性添加剤、例えば湿潤剤および界面活性剤、保護コロイドとして作用する安定剤、防腐剤、殺菌剤、アルコールおよび錯形成剤を含有することができる。

【0009】

研磨材溶液は、最も簡単な場合には、水であり、好ましくは、半導体工業に使用するために常用の純度を有する脱イオン水(DIW)である。しかし、研磨材溶液は、化合物、例えば炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)、炭酸カリウム(K_2CO_3)、水酸化ナトリウム(NaOH)、水酸化カリウム(KOH)、水酸化アンモニウム(NH_4OH)、テトラアンモニウムヒドロキシド(TMAH)またはこれらの任意の望ましい混合物を含有していてもよい。この場合、研磨材溶液のpHは、好ましくは10～12の範囲内にあり、研磨材溶液中の前記化合物の割合は、好ましくは0.01～10質量%である。更に、研磨材溶液は、1つ以上の他の添加剤、例えば表面活性添加剤、例えば湿潤剤および界面活性剤、保護コロイドとして作用する安定剤、防腐剤、殺菌剤、アルコールおよび錯形成剤を含有することができる。

【0010】

本発明により研磨される適当な基板は、殊に材料、例えばケイ素、ヒ化ガリウム、 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 、サファイアおよび炭化ケイ素から構成された半導体ウェーハを含む。特に好ましい基板は、ケイ素から構成された半導体ウェーハおよびこのケイ素に由来する基板である。ケイ素から構成された半導体ウェーハの研磨すべき表面は、結晶からの半導体ウェーハの分離後、半導体ウェーハのラッピング後、半導体ウェーハの研削後、半導体ウェーハのエッチング後または既に行なわれた半導体ウェーハの研磨後に生じるような状態で存在することができる。ケイ素から構成された半導体ウェーハに由来する基板は、殊に1つの層構造を有する基板、例えばエピタキシーにより析出された層を有する半導体ウェーハ、SOI基板("silicon on insulator")およびsSOI基板("strained silicon on insulator"歪みSOI基板)およびその中間製品を意味するものと理解すべきである。中間製品は、ドナー半導体ウェーハをも含み、この場合このドナー半導体ウェーハの層は、殊にSOI基板の製造中に他の基板に移行している。再使用することができるようにするために、層移行によって覆われていないドナー半導体の表面は、比較的粗く、端部で特徴のある段を有し、したがってこの表面は、平坦化されなければならない。基板の研磨すべき表面は、ケイ素である必要はないし、ケイ素だけから構成されていない。例示的に、III-V化合物半導体を構成する層、例えばヒ化ガリウム、またはケイ素とゲルマニウムから構成された合金($\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$)が含まれていてよい。更に、例は、リン化インジウム、窒化ガリウムおよびヒ化アルミニウムガリウムから構成された層である。 $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ 層の表面は、しばしば転位によって引き起こされたパターンによって特徴付けられており

、"クロスハッチ (cross hatch)" として公知であり、一般に1つ以上の他の層が前記表面上に析出されうる前に平坦化されなければならない。

【0011】

ゲルマニウムまたは Si x Ge 1-x の層を有する基板が本発明により研磨されうるならば、研磨材スラリーまたは研磨材溶液、またはこれら双方は、酸化剤を他の添加剤として含有することができる。適当な酸化剤は、過酸化水素 (H₂O₂) およびオゾン (O₃) である。この添加剤は、ゲルマニウムを水溶性化合物に変換する。添加剤なしの場合には、ゲルマニウム含有粒子が研磨中に生じる可能性があり、研磨された表面に掻き傷を生じうる。

【0012】

本発明による方法は、原理的に両面研磨の形で実施されうる。この場合、半導体ウェーハの両面は、同時に研磨される。しかし、特に好適な適用範囲は、片面研磨される。この場合、大きな直径を有する基板、例えば 300 mm の直径を有するケイ素から構成された半導体ウェーハは、通常、片面研磨される。前記半導体ウェーハは、研磨ヘッドを利用して、研磨すべき側面によって研磨板上に存在する研磨パッドに対し圧縮される。また、研磨板は、基板を側方で包囲しかつ研磨中に研磨による滑りから基板を回避させるスナッピングを含む。現在の研磨ヘッドの場合には、研磨パッドから離れた半導体ウェーハの側面は、発揮される研磨圧力を伝導する弾性膜を支持する。この膜は、気体または液体のクッションを形成するできるだけ細分割されたチャンバー系の一部分である。しかし、研磨ヘッドは、弾性支持体 ("裏面パッド") が膜の代わりに使用される場合にも使用される。基板は、基板と研磨パッドとの間への研磨材の供給ならびに研磨ヘッドおよび研磨板の回転で研磨される。この場合、研磨ヘッドは、最初に、研磨パッドの上を平行移動してもよく、それによって研磨パッド領域のよりいっそう包括的な使用が得られる。

【0013】

更に、本発明による方法は、シングルプレートポリッシング機 (single-plate polishing machine) およびマルチプレートポリッシング機 (multi-plate polishing machine) 上で同様に実施されてよい。好ましくは2または3個の研磨板および研磨ヘッドを有するマルチプレートポリッシング機の使用が好ましく、このような場合には、相応する数の基板を同時に研磨することができる。この場合には、異なる研磨パッドおよび異なる研磨材が使用されてもよい。

【0014】

本発明による方法は、研磨パッド中に結合された研磨材を含有する少なくとも1つの研磨パッドを使用する。適当な研磨材は、例えば元素のセリウム、アルミニウム、ケイ素、ジルコニウムの酸化物の粒子および硬質材料、例えば炭化ケイ素、窒化ホウ素およびダイヤモンドの粒子を含有する。特に好適な研磨パッドは、複製された微小構造によって造形された表面トポグラフィーを有する。前記の複数の微小構造 ("複数のポスト") は、例えば円筒形または多角形の断面を有する柱 (column) の形または錐体または角錐台の形を有する。このタイプの研磨パッドは、商業的に入手可能であり、例えば 3M Corp., USA によって提供されている。このような研磨パッドのよりいっそう詳細な記載は、例えば WO 92 / 13680 A1 および US 2005 / 227590 A1 中に含まれている。

【0015】

本発明による方法は、そのつどタイプ A およびタイプ B の少なくとも1つの研磨工程を有する。前記の研磨工程は、同じ研磨パッドを含んでいてもよいし、異なる研磨パッドを使用することもできる。本方法の特に好ましい実施態様によれば、一時的に少なくとも3つの副次工程 1、2 および 3 に細分割され、この場合平均材料除去量 (MR) を制御する処理パラメーター、例えば研磨材、研磨材流量および研磨工程時間は、副次工程 1 の平均材料除去量が副次工程 2 の平均材料除去量より大きく、副次工程 2 では、平均材料除去量が副次工程 3 の平均材料除去量より大きいまたは副次工程 3 の平均材料除去量に等しい結果を生じるように制御される。副次工程 1、2 および 3 の中、少なくとも1つの副次工程は、タイプ A の研磨工程として構成され、少なくとも1つの副次工程は、タイプ B の研

10

20

30

40

50

磨工程として構成される。副次工程 1 は、好ましくはタイプ A の研磨工程として具体化され、副次工程 2 は、好ましくはタイプ B の研磨工程として具体化され、副次工程 3 は、タイプ A の研磨工程として具体化されるかまたはタイプ B の研磨工程として具体化される。

【0016】

更に、本発明による方法は、研磨工程、例えば CMP 工程を有することができ、この工程は、本明細書中で、タイプ C の研磨工程と呼称される。このような研磨工程は、好ましくはタイプ A またはタイプ B の研磨工程の後に実施される。更に、基板は、タイプ A またはタイプ B の研磨工程の後に、例えばアルカリ性エッチング剤を用いておおよび / または酸性の pH を有するエッチング剤を用いてエッチングされることができ、または清浄化されることができる。

10

【0017】

微小荒さを減少させる努力は、対策を伴うことによって支持されてよい。1 つの好ましい対策は、研磨の最終段階で、好ましくは基板が研磨板から上昇する 5 ~ 300 秒前に研磨圧力を少なくとも 10 % 減少させ、この減少された研磨圧力で基板を、研磨板から上昇するまで研磨し続けることにある。更に、好ましい対策は、清浄剤を研磨パッド上に開放気泡フォーム体を利用して分布させることにより、研磨パッドを清浄剤を用いて清浄化することにある。この清浄化は、好ましくは原位置で、即ち基板の研磨中に行なわれる。この研磨パッドによる清浄化は、フォーム体がパッドに結合された任意の研磨材を含有しないという事実により、パッド状態調節と相違する。原理的に、開放気泡構造を有する任意の弾性プラスチックフォーム、例えばポリウレタンフォーム、ポリビニルアルコールフォーム、ポリスチレンフォーム、シリコンフォーム、エポキシフォーム、尿素 - ホルムアルデヒドフォーム、ポリイミドフォーム、ポリベンズイミダゾールフォーム、フェノール樹脂を基礎とするフォーム、ポリエチレンフォーム、ポリプロピレンフォーム、ポリアクリル酸フォーム、ポリエステルフォームおよびビスコースフォームが適している。それぞれ研磨工程で使用される研磨材は、殊に清浄化剤として適している。

20

【0018】

本発明は、好ましい例示的な実施多様の例により下記によりいっそう詳細に説明され、微小荒さの減少に関連する本発明の有利な作用効果は、比較実験により示されている。

【実施例】

【0019】

30

基板は、300 mm の直径を有するケイ素から構成され、かつ $\text{Si}_{0.8}\text{Ge}_{0.2}$ の組成を有する弛緩型ケイ素ゲルマニウム合金から構成された上層を有する半導体ウェーハであった。この基板は、タイプ nHance 6EG の Strasbaugh, Inc. 社からの片面ポリシング機上で研磨され、その後に清浄化され、乾燥され、かつ研磨された表面を検査するための工程に通過された。殊に、開発研究のために構成された個々のウェーハのポリシング機は、1 個の研磨ヘッドおよび 1 個の研磨板を装備している。研磨ヘッドは、カルダンの (cardanically) 取り付けられており、裏面パッドで被覆された固定型基板および移動可能なスナップリングを有する。クッションは、基板中の孔を通じて、2 つの同心的な圧力帯域、内部帯域および外部帯域中に確立されることができ、この場合基板は、研磨中、エアクッション上を浮動する。圧力は、圧縮されたエアベローズにより移動可能なスナップリングに加えられ、こうして、基板との接触下に研磨パッドに予め張力が及ぼされかつ研磨パッドが平らに維持される。比較例および例示的な実施態様のために、3M Corp. 社、USA からの FAP パッドが使用された。この場合、このパッドは、パッド中に結合された酸化セリウム (CeO_2) の研磨材粒子を有し、この研磨材粒子は、0.55 μm の平均粒径を有する。

40

【0020】

第 1 の連続試験で、第 1 の比較例の半導体ウェーハと第 1 の例示的な実施態様の半導体ウェーハの双方は、3 工程の研磨法、研磨工程 1、2 および 3 に掛けられる。比較例の場合には、研磨工程 1、2 および 3 は、タイプ A の例外の研磨工程がない。これとは異なり、例示的な実施態様の半導体ウェーハは、研磨工程 2 および 3 がタイプ B の研磨工程である相応する研磨に掛けられた。

50

【 0 0 2 1 】

更に、実験パラメーターは、次の表中に纏められている。

【 0 0 2 2 】

【表 1】

第 1 表

研磨工程 1	例示的な実施態様	比較例
タイプ	A	A
研磨材	K ₂ CO ₃ 溶液 (0.2 質量% K ₂ CO ₃ 量)	K ₂ CO ₃ 溶液 (0.2 質量% K ₂ CO ₃ 量)
研磨材流量	3000 ml/min	3000 ml/min
時間	60 to 300 秒	60 to 300 秒
研磨圧力	7 psi (48.26 kPa)	7 psi (48.26 kPa)
研磨工程 2		
タイプ	B	A
研磨材	Glanzox 3900 *) (1 質量% SiO ₂ 量)	DIW
研磨材流量	350 ml/分	350 ml/分
時間	120	120
研磨圧力	7 psi (48.26 kPa)	7 psi (48.26 kPa)
研磨工程 3		
タイプ	B	A
研磨材	Glanzox 3900*) (1 質量% SiO ₂ 量)	DIW
研磨材流量	350 ml/分	350 ml/分
時間	10 秒	10 秒
研磨圧力	3.5 psi (24.13 kPa)	3.5 psi (24.13 kPa)

【 0 0 2 3 】

*) Glanzox 3900は、濃厚物として、Fujimi Incorporated社、日本、によって提供された研磨材スラリーの商品名である。10.5のpHを有する濃厚物は、30～40nmの平均粒径を有するコロイド状SiO₂約9質量%を含有する。表中に記載されたSiO₂量は、研磨材を基礎としている。

【 0 0 2 4 】

研磨後に、半導体ウェーハは、清浄化され、乾燥され、かつ残りの微小荒さについて検査された。この場合には、3つの異なる測定法が使用された。RMS荒さ("root mean square, RMS"平方自乗平均)は、Chapman Instruments社、USA、からの位相差プロフィルメーターを用いて、荒さ値に影響を及ぼす種々の側方相関長(lateral correlation lengths)(フィルターの長さ、"空間的波長")を考慮に入れて測定された。更に、暗野散乱

光 ("ヘイズ") は、KLA-Tencor社, USA, からのSurfscan SP-1を用いて、種々の検出器の配置に対して測定された (チャンネルモード: D = "暗野"; N = "狭い", W = "幅広", O = "傾斜", N = "標準")。第3の測定は、半導体ウェーハの端部から1mmで中心部の $10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$ の測定平方面積上でのAFM測定 ("atomic force microscopy", AFM) であり、これは、同様にRMS荒さの測定にも使用される。

【0025】

測定の結果は、第2表、第3表および第4表中に纏められている。

【0026】

【表2】

第2表

チャップマン (Chapman)	研磨工程1の時間 (秒)	RMS 荒さ [オングストローム]				MR [nm]
フィルターの長さ [μm]		250	80	30	10	
例示的な実施態様1	60	1.17	0.81	0.51	0.19	210
例示的な実施態様1	150	1.13	0.79	0.49	0.18	280
例示的な実施態様1	270	0.92	0.61	0.38	0.15	450
例示的な実施態様2	270	0.72	0.45	0.27	0.11	420
比較例1	60	11.59	8.92	5.47	1.78	190
比較例1	160	7.69	5.62	3.28	1.07	270
比較例1	300	5.79	4.24	2.47	0.80	460
比較例1	300	3.97	3.05	1.92	0.66	520

【0027】

10

20

30

【表 3】

第3表

SP-1	研磨工程 1 の時間 [秒]	” ヘイズ” [ppm]			
		DWN	DNN	DWO	DNO
チャンネルモード					
例示的な実施態様 1	60	0.588	0.836	0.369	0.047
例示的な実施態様 1	150	0.508	0.704	0.329	0.039
例示的な実施態様 1	270	0.384	0.487	0.275	0.032
例示的な実施態様 2	270	0.326	0.264	0.225	0.020
比較例 1	60	1.497	4.712	1.405	0.134
比較例 1	160	1.346	4.391	1.061	0.117
比較例 1	300	1.127	3.947	0.800	0.099
比較例 2	300	1.005	3.582	0.706	0.094

【 0 0 2 8 】

【表 4】

第4表

AFM	研磨工程 1 の時間 (秒)	RMS 荒さ [オングストローム]	
		中心部	端部から 1mm
位置			
例示的な実施態様 1	60	1.25	1.11
例示的な実施態様 1	150	1.24	1.08
例示的な実施態様 1	270	1.05	0.93
例示的な実施態様 2	270	0.98	0.77
比較例 1	60	3.72	2.23
比較例 1	160	2.06	1.69
比較例 1	300	2.22	1.50
比較例 2	300	1.81	1.35

10

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

上記の表は、本発明により研磨を行なった場合に、著しく低い"ヘイズ"およびRMS荒さ値を予想することができることを示す。

【 0 0 3 0 】

第1の連続した実験（例示的な実施態様1および比較例1）での上記の実験は、研磨パッドの原位置での清浄化なしに実施された。更に、第2の連続した実験（例示的な実施態様2および比較例2）で、研磨パッドの原位置での清浄化が付加的に、清浄化剤としての研磨材で含浸された、ポリエステルから構成された開放気泡スポンジを用いて実施されたことを除外して、同じタイプの半導体ウェーハは、同様に研磨された。

【 0 0 3 1 】

前記実験を示す第2表、第3表および第4表中の列は、微小荒さが前記の付加的な測定により減少させることができたことを明示する。

フロントページの続き

- (72)発明者 トーマス ブッシュハルト
ドイツ連邦共和国 ブルクハウゼン リリエンヴェーク 26
- (72)発明者 ローラント コッペルト
ドイツ連邦共和国 トリフテルン ホーホシュトラーク 17
- (72)発明者 ゲオルク ビーチュ
ドイツ連邦共和国 ブルクハウゼン ドルフナーヴェーク 18アー

審査官 西中村 健一

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2002/0069967(US, A1)

特開2000-315665(JP, A)

特開2001-135605(JP, A)

特表2002-512894(JP, A)

特開2002-231669(JP, A)

特開2004-356336(JP, A)

特開2004-356231(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/304

B24B 37/00-34