

大面積ダイヤモンド基板の製造に関する 特許技術の動向と課題

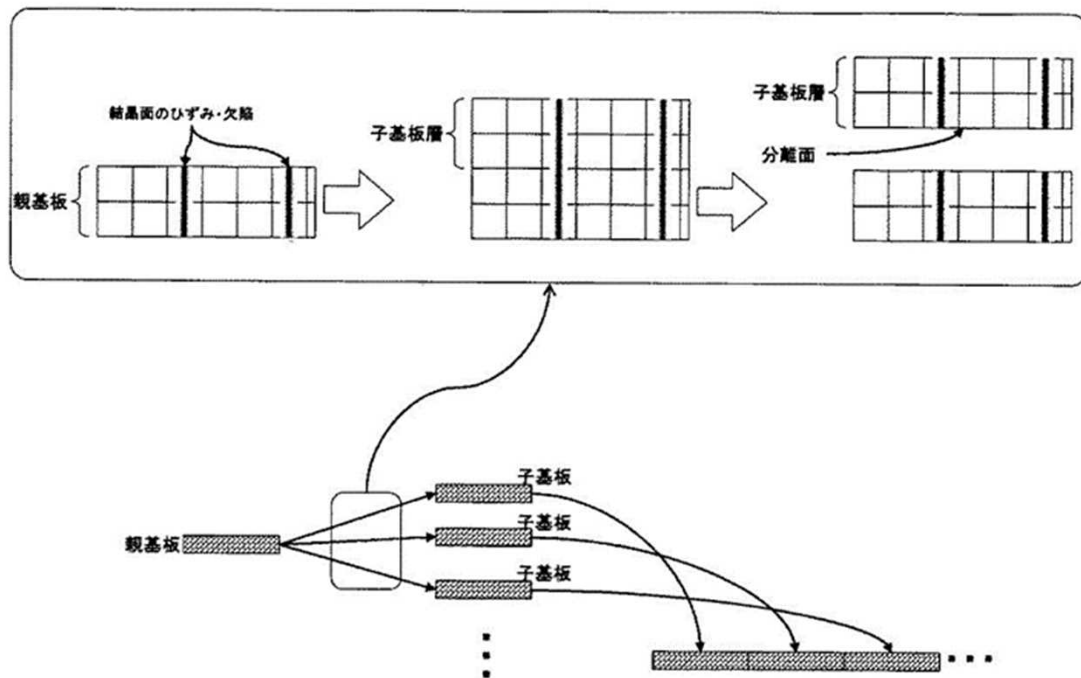
令和6年1月26日

APT代表

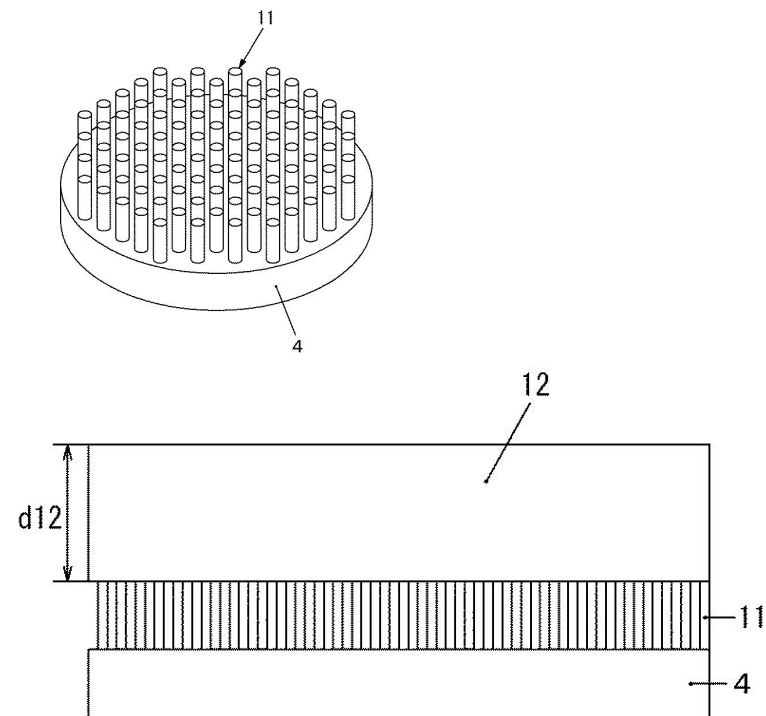
村田正義

大面積ダイヤモンド基板製造装置の代表的事例

モザイク配置方式



柱状ダイヤモンド下地方式



【出典】特許4849691(産業技術総合研究所)

【出典】特許6450919(アダマンド並木精密宝石)

ホモエピタキシャル成長・ヘテロエピタキシャル成長

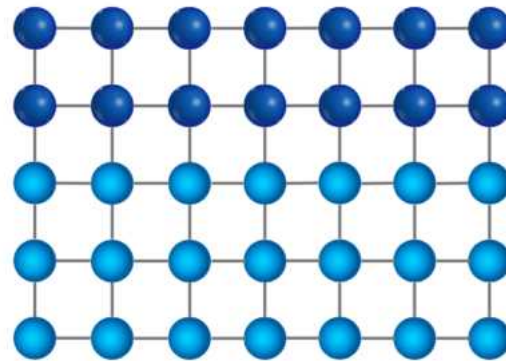
【出典】Semi journal

・基板とエピ膜が同材料であるエピ成長を

ホモエピタキシャル成長、

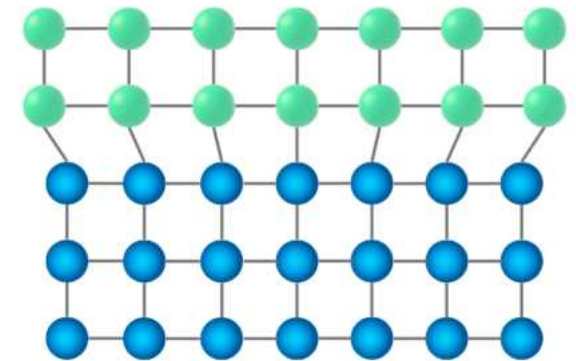
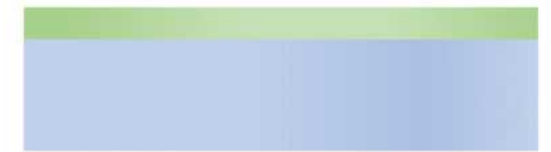
・異種材料であるものを

ヘテロエピタキシャル成長と呼ぶ。



ホモエピタキシャル成長

例) Si/Si, GaAs/GaAs



ヘテロエピタキシャル成長

例) GaN/Si, SiC/Si, GaAs/Si

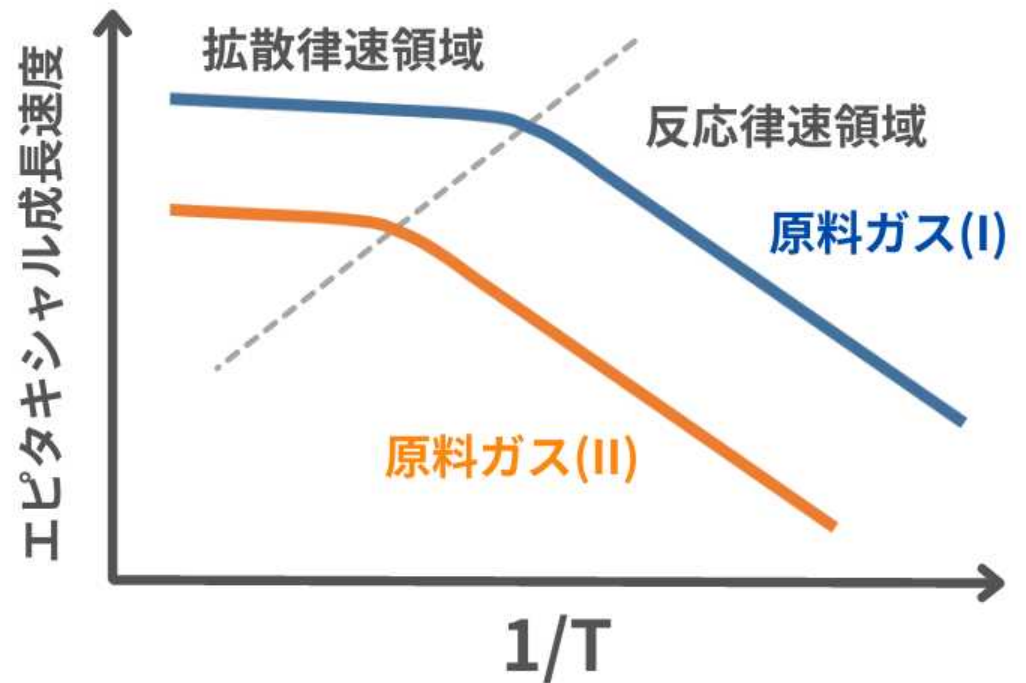
CVDエピ成長速度 【出典】Semi journal

CVDによるエピ成長速度は

「原料ガスの種類・原料ガス濃度(対キャリアガス比率)・温度・圧力」に依存する。

CVDによるエピ成長速度は、反応律速領域、拡散律速領域に分けられる。

- ・反応律速領域は活性化エネルギーが大きく、基板上での反応が律速となる。
- ・拡散律速領域は基板温度が十分に高く、原料ガスの基板表面への拡散が律速となる。

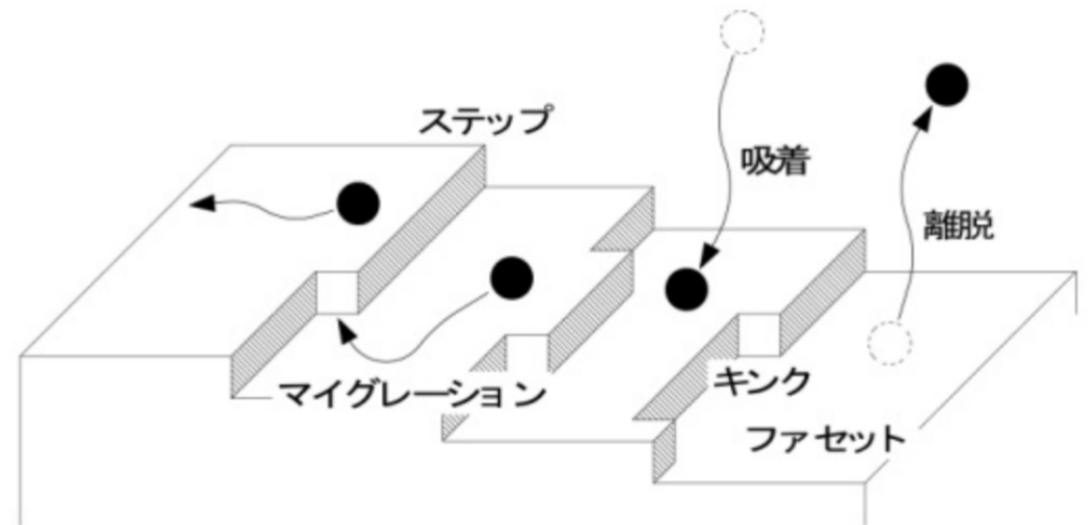


成長メカニズム 【出典】Semi journal

シリコン基板表面は、通常、右図の様な原子レベルで平坦な幅の広いファセット(テラス)、ファセット平面の端部にある段差のステップ、ステップ同士が交差してできる凹凸部のキンクを有する構造になっている。

Si原料の熱分解・還元によって生成したSi基板上の原子は、ファセット表面のSi原子とすぐに吸着しない。

ファセット上のSi原子は、**表面を移動し、ステップあるいはキンクが存在する位置で結合し、成長する。**ステップ端がファセット表面を覆うように1層1層進行する。これを「層成長」と呼ぶ。



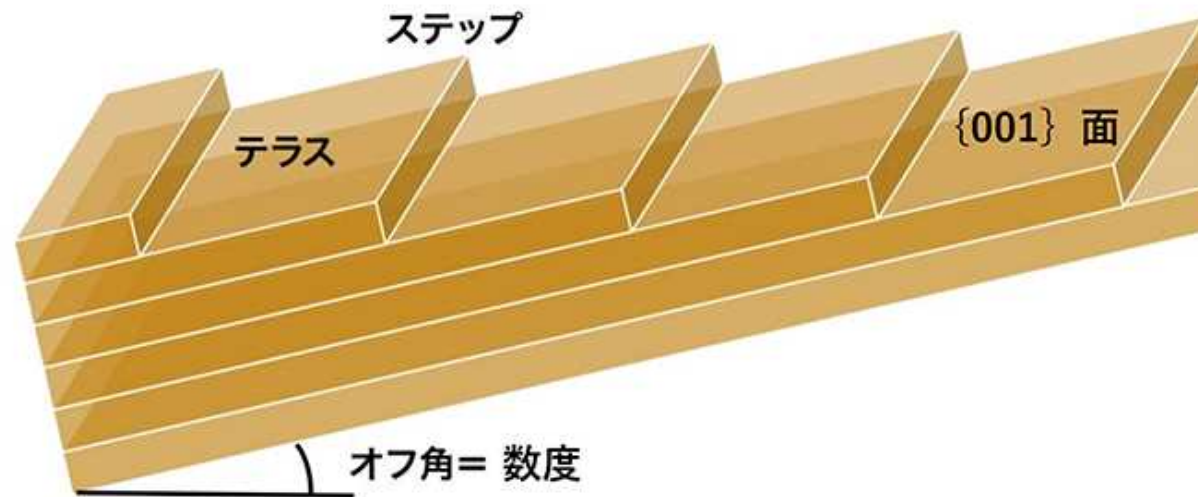
CVD合成の成長メカニズム

【出典】北脇 裕士、

CGL通信 vol55 「天然ダイヤモンドvs合成ダイヤモンド - 成長履歴の違いによる鑑別 -

CVD法では $\{100\}$ の方位の種結晶を用いるが、数度のオフ角を持たせている。このオフ角を持たせることで $\{110\}$ 方向に原子のステップが現れる。

原子は平坦なテラスよりもステップに吸着しやすく、ステップを中心に成長が進んでいく。



ダイヤモンド形成技術／分類

1. ラジカル発生手段による分類

①マイクロ波プラズマCVD法・・・共振型では、成長速度： $300\mu\text{m}/\text{h}$ と早いですが、4インチ級への大面積化が困難。

②熱フィラメントCVD法・・・大面積は可能であるが、成長速度が $10\mu\text{m}/\text{h}$ と遅い。

2. 下地表面の形態による分類

①ヘテロエピタキシャル成長法

②ヘテロエピタキシャル成長法

3. 下地基板から分離させる手段による分類

①イオン注入＋ウエットエッチング

②内部歪みを用いた分離（ステップフロー成長法）



下地基板の上に形成されたダイヤモンド

下地基板

【ダイヤモンド形成の模式図】

パワー半導体応用のためのダイヤモンド基板製造技術／大学・企業等の動向

1. ダイヤモンド成長の手段による分類

- ① マイクロ波プラズマCVD法
- ② 熱フィラメントCVD法

2. 下地表面の形態による分類

- ① ホモエピタキシャル成長法
- ② ヘテロエピタキシャル成長法

3. 下地基板から分離させる手段による分類

- ① イオン注入＋ウエットエッチング
- ② 内部歪みを用いた分離（ステップフロー成長法）

アリオス、金沢大学

信越化学

産総研

EDP

アダマンド並木精密宝石／Orbray

ミライズテクノロジー（トヨタ、デンソー）

ダイヤモンド合成用マイクロ波プラズマCVD装置の特許技術動向と課題

種類(マイクロ波導入手段、電界分布制御による分類)

1. 導波管(円形、矩形)型
2. アンテナ電極型
3. 空洞共振型
 - (1) 楕円ドーム共振型
 - (2) 球形ドーム共振型
 - (3) 扁平ドーム共振型

非共振型では
合成速度

・1~10 $\mu\text{m}/\text{h}$ 程度

球形ドーム共振型、
扁平ドーム共振型

・300 $\mu\text{m}/\text{h}$

基板面積

・2インチ程度以下

課題

(1) 大面積・均一プラズマの形成(従来装置は、4インチ級大面積基板への対応困難)

(2) p型半導体形成(従来装置は、ボロンドープが困難)

解決策候補(案)

炭化タンタル被覆の熱フィラメント兼用VHFプラズマ電極を用いたダイヤモンド合成装置

・特開2023-155498、特開2023-168450、特開2023-168473

ダイヤモンド基板製造装置の現状・動向・今後の展開 (纏め／4インチ級への対応を目指して)

基板の種類

ダイヤモンド

サファイア等

実用化進展中の技術

(キー技術: 製作したダイヤモンドを基板から分離させる方法)

ホモエピタキシャル成長法
・基板モザイク配置法
・イオン注入によるダイヤモンドの剥離法

ヘテロエピタキシャル成長法
・ステップフロー成長法
・マイクロニードル法

合成技術の種類

・マイクロ波CVD法
(空洞共振方式、非空洞共振方式)

・熱フィラメントCVD法

現状: マイクロ波CVD法の成膜速度・基板面積

(1) 空洞共振方式: 300 μm /h、10mm級

(2) 非空洞共振方式: 100 μm /h、2インチ級

今後の展開／大面積化技術候補(案)

炭化タンタル被覆の熱フィラメント兼用VHFプラズマ電極を用いたダイヤモンド合成装置

・特開2023-155498、特開2023-168450、特開2023-168473

特許事例に見るダイヤモンド基板形成技術の課題と進展

- (1) 特許4849691(産業技術総合研究所) / 大面積ダイヤモンド結晶基板及びその製造方法: モザイク配置
- (2) 特許5887742(金沢大学、アリオス、産業技術総合研究所) / ダイヤモンド基板: 結晶面{111}からなる母ダイヤモンド基板へのラテラル成長ダイヤモンド
- (3) 特許6450919(アダマンド並木精密宝石) / ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法: 柱状ダイヤモンド基板へのヘテロエピタキシャル成長
- (4) 特許7078947(信越化学工業、産業技術総合研究所、金沢大学) / ダイヤモンド製膜用下地基板及びそれを用いたダイヤモンド基板の製造方法: シリコン基板上に酸化マグネシウムとオフ角を有するイリジウムを複層に形成
- (5) 特許7161158(アダマンド並木精密宝石) / ダイヤモンド基板層の製造方法: MgO単結晶等の基板にマイクロ波プラズマによるダイヤモンドを形成し、該ダイヤモンドを以外を除去して、新たなダイヤモンド基板とする

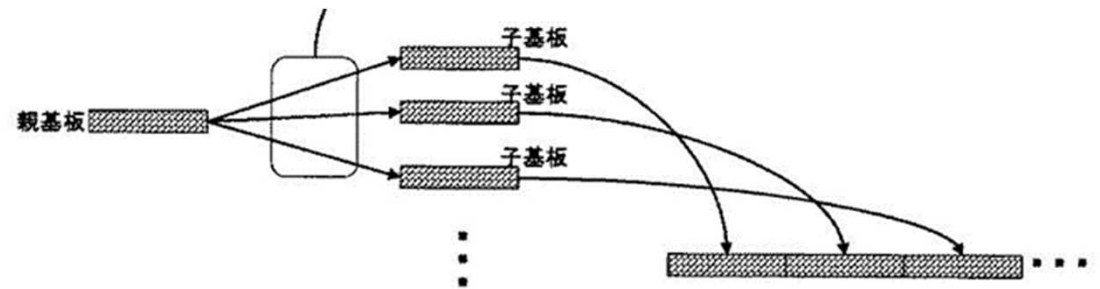
(1) 特許4849691(産業技術総合研究所)
大面積ダイヤモンド結晶基板及びその製造方法

【発明が解決しようとする課題】

目的は、性質の揃った複数の単結晶
ダイヤモンド基板を接合して大面積
の単結晶基板を製造する方法

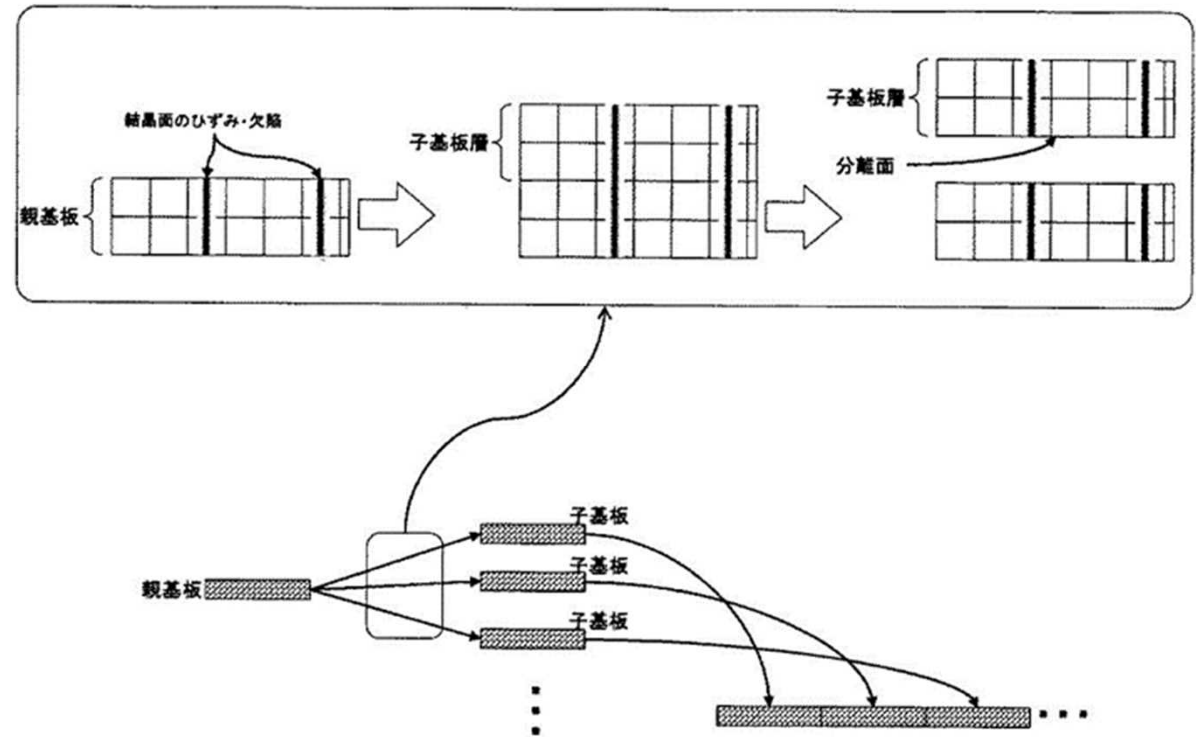
であって、

比較的簡単な操作によって、良質な
大面積のモザイク状単結晶ダイヤ
モンドを作製可能な方法を提供するこ
と。

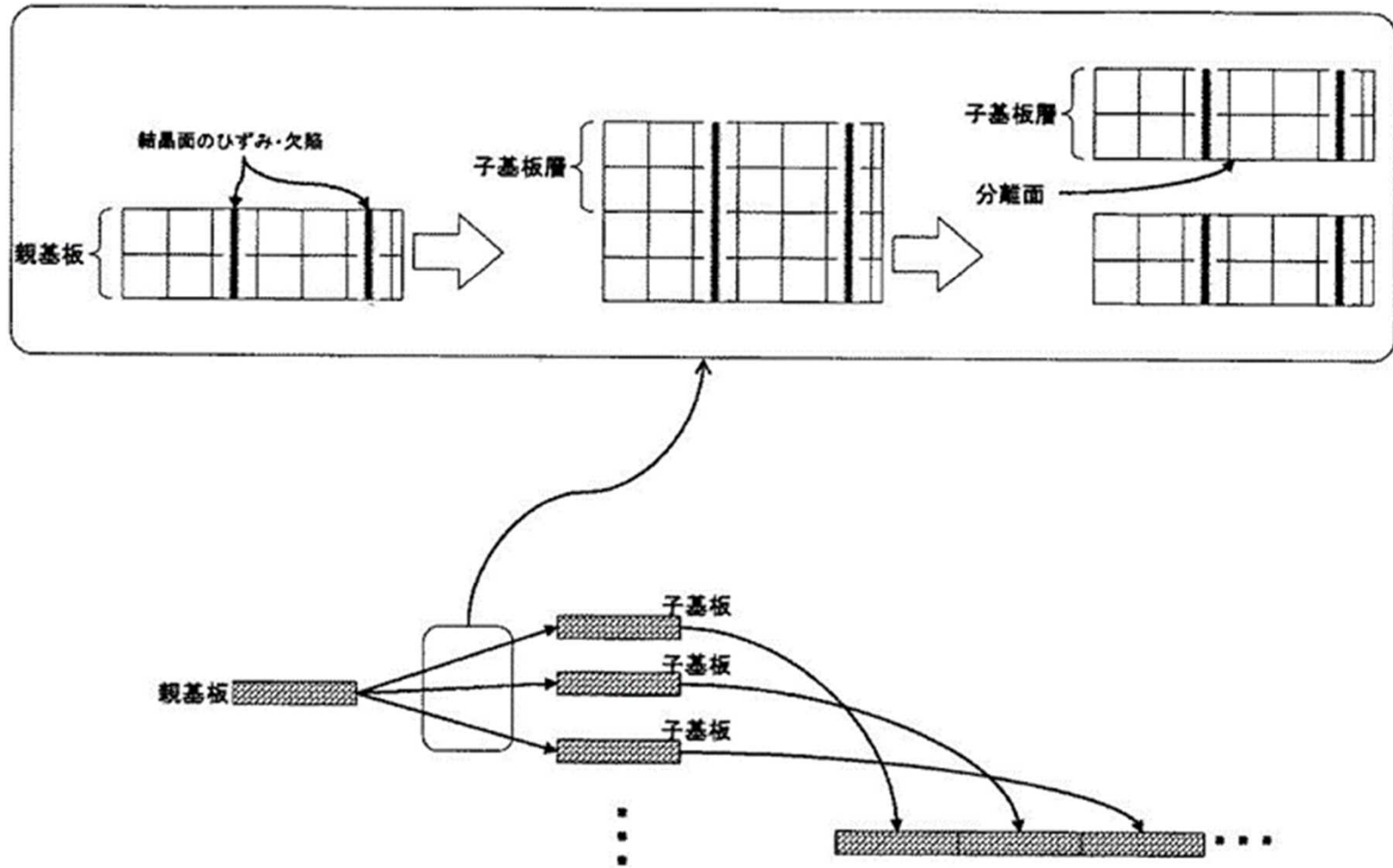


(1)特許4849691(産業技術総合研究所) 大面積ダイヤモンド結晶基板及びその製造方法

- ・親基板(ダイヤモンド)を、イオン注入法とエッチング法を用いたダイヤモンド分割手段により、子基板を作る。
- ・複数の子基板をモザイク状に配置する。
- ・CVD法により、ダイヤモンドを形成する。子基板の隙間は形成されるダイヤモンドで埋められる。
- ・配置する子基板の個数を増やすことにより、容易に大面積化が可能である。



(1) 特許4849691 (産業技術総合研究所)
大面積ダイヤモンド結晶基板及びその製造方法



(1)特許4849691(産業技術総合研究所)
大面積ダイヤモンド結晶基板及びその製造方法

【請求項1】

下記の工程を含む単結晶ダイヤモンドからなる大面積基板の製造方法:

- (1)単結晶ダイヤモンドからなる親基板にイオン注入を行って、該親基板の表面近傍にグラファイト化した非ダイヤモンド層を形成し、該非ダイヤモンド層をエッチングして、該非ダイヤモンド層より上層の単結晶ダイヤモンド層を分離する工程、
- (2)上記(1)工程で用いた親基板に対して、(1)工程の操作を繰り返し行い、(1)工程で分離した単結晶ダイヤモンド層と同一の厚さを有する1個又は2個以上の単結晶ダイヤモンド層を分離する工程、
- (3)上記(1)工程及び(2)工程で分離された複数の単結晶ダイヤモンド層を、平坦な支持台上に、互いの側面が接触し、結晶面の方向が一致した状態で、且つ親基板から分離された面が露出する状態で載置する工程、
- (4)上記(3)工程で支持台上に載置された複数の単結晶ダイヤモンド層の親基板から分離された面上に、気相合成法で単結晶ダイヤモンドを成長させて、複数の単結晶ダイヤモンド層を接合する工程。

(2) 特許5887742(金沢大学、アリオス、産業技術総合研究所) ダイヤモンド基板

【発明の課題】

単結晶ダイヤモンド膜の
エピタキシャル成長

{100}結晶構造

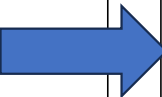


モザイクやヘテロエピタキシャル成長方法とプラズマCVDの採用により大面積化、低コスト化の可能性が期待されている。

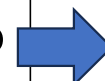
ドーピングによりP型半導体は得られるが、

N型を得るのが困難である。

{111}結晶構造



P型とN型の両方が可能であるが、ダイヤモンドの種結晶を用いた高温高压合成法しかなく、大面積の基板を得ることが難しい。



{111}結晶構造は、エピタキシャル成長に伴いクラックが発生し、厚膜化できなかった。

また、デバイス特性において重要な膜表面の平坦性を確保することができなかった。

本発明はクラック等の欠陥がなく表面の平坦性に優れ、成長速度が速く低コスト化が可能な単結晶ダイヤモンド基板の製造方法及びそれにより得られる厚膜ダイヤモンド基板の提供を目的とする。

(2)特許5887742(金沢大学、アリオス、産業技術総合研究所) ダイヤモンド基板

【発明が解決しようとする課題】

単結晶のダイヤモンド膜のエピタキシャル成長において、{100}結晶構造と{111}結晶構造を比較すると、{100}結晶構造はモザイクやヘテロエピタキシャル成長方法とプラズマCVDの採用により大面積化、低コスト化の可能性が期待されているが、ドーピングによりP型半導体を得ることができてもN型を得るのが困難である。

一方、{111}結晶構造はP型とN型の両方が可能であるが、これまでにダイヤモンドの種結晶を用いた高温高压合成法しかなく、装置に制限があり、大きなサイズの基板を得ることは難しい問題がある。

{111}結晶構造は、非特許文献に記載されているとおり、エピタキシャル成長に伴いクラックが発生し、厚膜化できなかった。また、デバイス特性において重要な膜表面の平坦性を確保することができなかった。

本発明はクラック等の欠陥がなく表面の平坦性に優れ、成長速度が速く低コスト化が可能な単結晶ダイヤモンド基板の製造方法及びそれにより得られる厚膜ダイヤモンド基板の提供を目的とする。

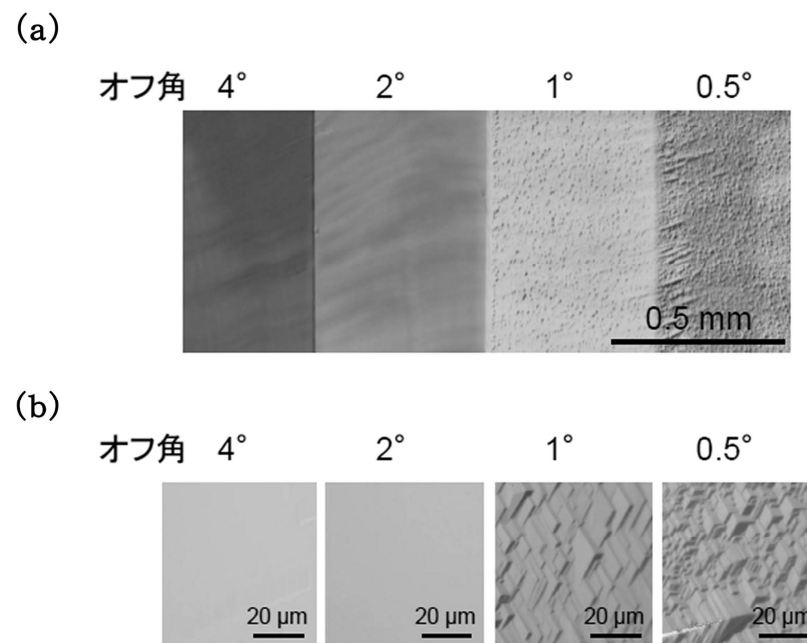
【非特許文献1】

Hydrogen incorporation control in high quality homoepitaxial diamond(111)growth,DIAMOND AND RELATED MATERIALS,(1999)Vol.8,p1291-1295

(2) 特許5887742(金沢大学、アリオス、産業技術総合研究所) ダイヤモンド基板

【請求項1】

表面に 2° 以上(2° を除く)のオフ角を有し、結晶面{111}からなる母ダイヤモンド基板の上に直接、化学気相成長法(CVD)を用いてラテラル成長が発現する条件下でダイヤモンドを成長させて得るものであり、前記ラテラル成長が発現する条件は、水素ガスにて希釈された炭素源ガスの供給量は0.05~10%であり、前記CVDは**プラズマCVD**であり、成長して得られた膜厚が $20\mu\text{m}$ 以上で、表面がクラック等の欠陥のないRMSの値で 3.38nm 未満の平坦面であることを特徴とするダイヤモンド基板の製造方法。



(3)特許6450919(アダムド並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

【背景技術】

大面積基板対応のダイヤモンド製造方法

(1)複数の小型のダイヤモンド単結晶基板を並べたダイヤモンド単結晶成長方法(所謂、モザイク成長法。例えば、[特許第3387154](#))

(2)単結晶の酸化マグネシウム(MgO)基板を下地基板として用い、その下地基板上にヘテロエピタキシャル成長法によりダイヤモンド膜を形成する製造方法(例えば、[特許第5066651](#))

(3)特許6450919(アダマンド並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

【背景技術】続

(1)モザイク成長法。例えば、[特許第3387154](#)

複数のダイヤモンド単結晶基板をタイル状に並べ、そのダイヤモンド単結晶基板上に、新たにダイヤモンド単結晶をホモエピタキシャル成長させることで、大型のダイヤモンド単結晶基板を成長形成する手法である。

しかし、タイル状に並べたダイヤモンド単結晶基板どうしの結合境界上には、結晶品質の劣化した領域として、結合境界が発生する。従って、モザイク成長法で得られたダイヤモンド単結晶には、必ず結合境界が生じてしまう。

結合境界が発生する理由として、結合境界の領域では成長がランダムに発生し、様々な方向からのコアレスセンスが起こり、結合境界で大量の転位が発生するためである。この結合境界は目視でも確認できる程の明確な境界線となる。

結合境界の部分は、半導体デバイスの成長には使用できないため、モザイク成長法で得られるダイヤモンド単結晶基板の面積に対して、実際に使用可能な面積は限定されてしまう。

(3)特許6450919(アダムンド並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

【背景技術】続

(2)ヘテロエピタキシャル成長法によりダイヤモンド膜を形成する製造方法、

例えば、[特許第5066651](#)。

1つの下地基板上に1枚のダイヤモンド膜をエピタキシャル成長させるので、前記モザイク成長法のように複数のダイヤモンド単結晶基板どうしの結合境界が発生する虞が無い。

従って、モザイク結晶法及びヘテロエピタキシャル成長法の2つの方法のうち、半導体デバイスが作製可能な基板面積の制約を受けにくいという点で、ヘテロエピタキシャル成長法が特に有望である。

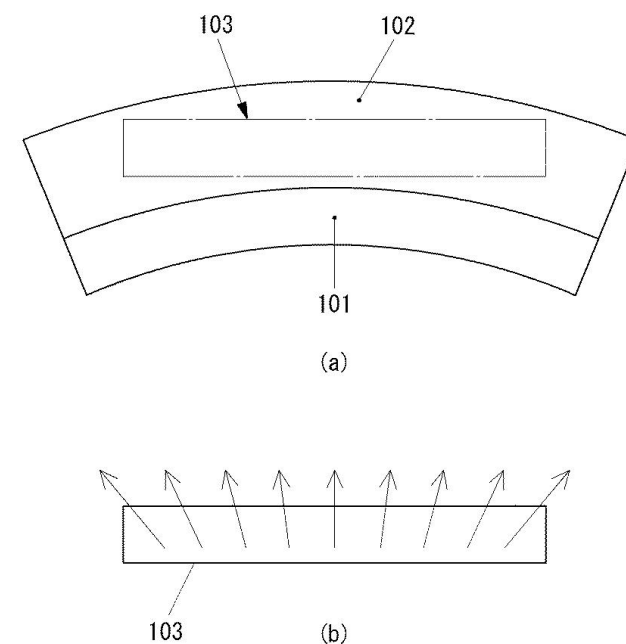
しかし下地基板とダイヤモンド間の格子定数及び熱膨張係数の相違により、成長形成されるダイヤモンド基板の結晶内部に応力が生じ、ダイヤモンド基板に反りやクラックが発生する。よって、ヘテロエピタキシャル成長法でもたやすく大型の基板が得られる訳ではない。

(3)特許6450919(アダムス並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

【発明が解決しようとする課題】

ヘテロエピタキシャル成長法では、下地基板とダイヤモンド間の格子定数及び熱膨張係数の相違が避けられない。従って右図(a)に示すように、それらの相違により下地基板101とダイヤモンド102とが反った状態で、ダイヤモンド102から基板103を平板状に成形加工して取り出さなければならなかった。

反った状態では、ダイヤモンドの結晶面は曲率を有するため、結晶軸の傾きも均一に揃えることは出来ず、角度ずれが生じていた。そのダイヤモンドから取り出した基板は、右図(b)に矢印で示すように、基板103の中心部から端部に行くに従い角度のずれが大きくなってしまい、結晶軸の角度を均一にすることが出来ず、結晶軸の角度ずれは改善されずにそのまま残存していた。



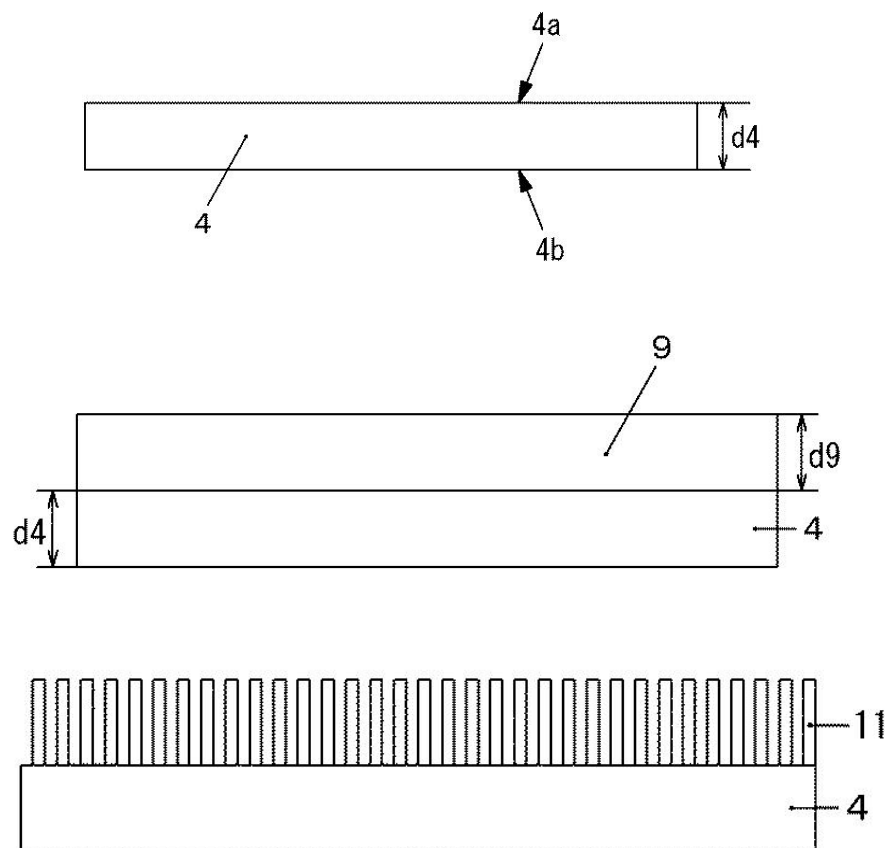
(3)特許6450919(アダムス並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

製造手順

(1)下地基板4、例えば、酸化マグネシウム(MgO)、酸化アルミニウム(α - Al_2O_3 :サファイア)、Si、石英、白金、イリジウム、チタン酸ストロンチウム(SrTiO_3)等を用意する。下地基板4は、少なくとも片面4aが鏡面研磨されたものを用いる。

(2)下地基板4の上に、例えば、CVD法でダイヤモンド層9を形成する。30 μm 以上500 μm 以下の厚みで成長することが好ましい。

(3)ダイヤモンド層9から、複数の柱状ダイヤモンド11を形成する。その形成には、エッチングやフォトリソグラフィ、レーザ加工等を用いる。

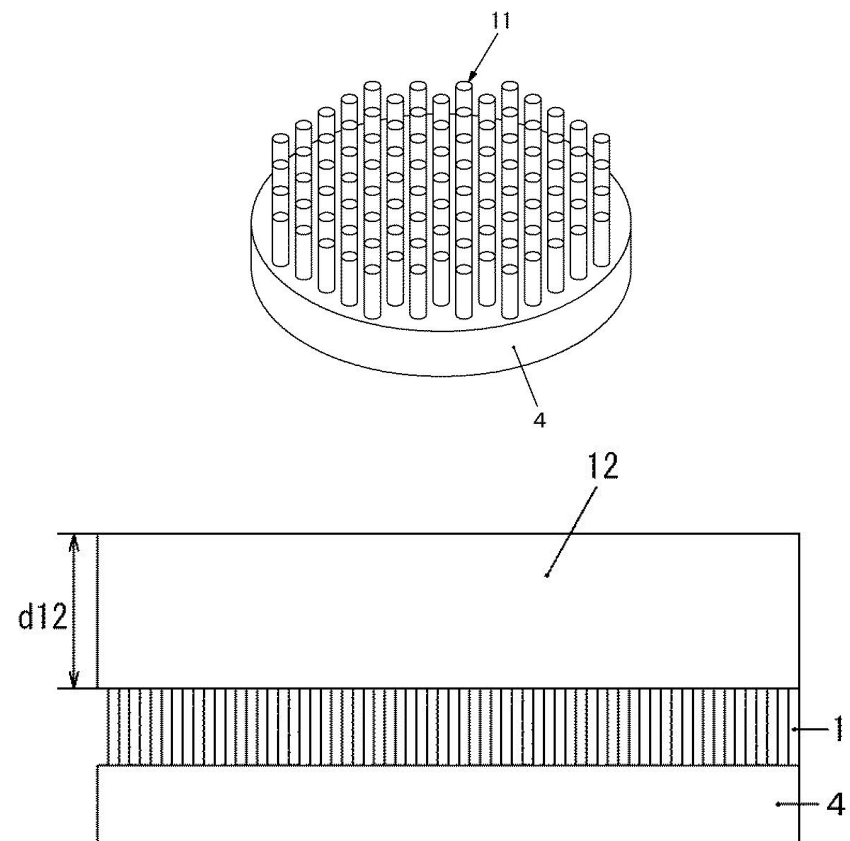


(3)特許6450919(アダムス並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

製造手順

下地基板4に対してダイヤモンド層9は、ヘテロエピタキシャル成長により形成されるため、ダイヤモンド層9には結晶欠陥が多く形成されるものの、複数の柱状ダイヤモンド11とすることにより欠陥を間引くことが可能となる。

(4)柱状ダイヤモンド11の先端に、ダイヤモンド基板層12を成長させて形成する。各柱状ダイヤモンド11の先端からダイヤモンド単結晶を成長させることにより、どの柱状ダイヤモンド11からも均等にダイヤモンド単結晶の成長を進行させることが出来る。



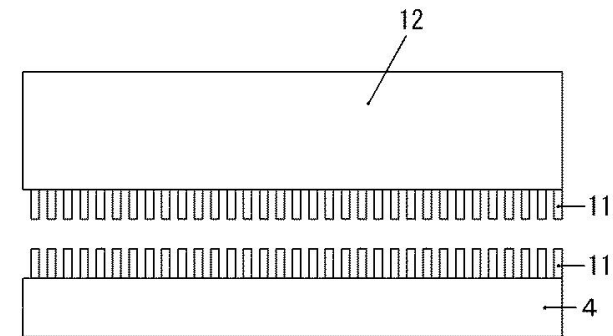
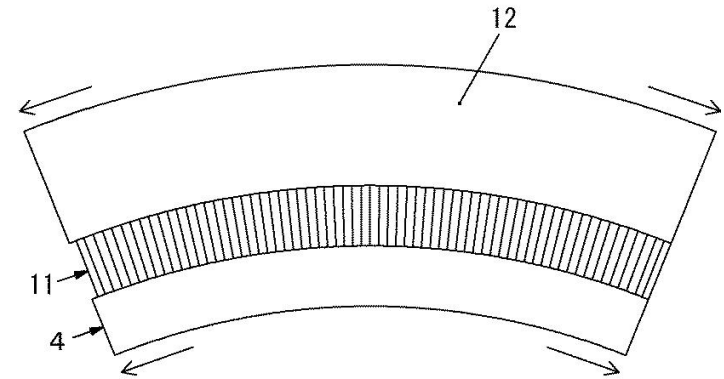
(3)特許6450919(アダムンド並木精密宝石) ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

製造手順

(5)ダイヤモンド基板層12の形成後、柱状ダイヤモンド11部分でダイヤモンド基板層12を下地基板4から分離する。

柱状ダイヤモンド11部分で分離させるためには、柱状ダイヤモンド11部分に何らかの力を加える必要がある。

本発明ではダイヤモンド基板層12の成長時に、下地基板4とダイヤモンド基板層12に発生する反りにより柱状ダイヤモンド11に応力を発生させ、その応力により柱状ダイヤモンド11を破壊し、ダイヤモンド基板12を下地基板4から分離する。



(3)特許6450919(アダマンド並木精密宝石)
ダイヤモンド基板及びダイヤモンド基板の製造方法

【請求項1】

ダイヤモンド基板はダイヤモンド単結晶から成り、
外観上、表面及び裏面が平坦で平行に形成された平板型で1つの自立基板で、
平面方向の形状が円形状又はオリフラ面が設けられた円形状であり、
直径が0.4インチ以上8インチ以下であり、
更にダイヤモンド基板の内部の結晶面が曲率を有しており、その曲率が 0km^{-1}
を超えて 400km^{-1} 以下であることを特徴とするダイヤモンド基板。

(4) 特許7078947(信越化学工業、産業技術総合研究所、金沢大学) ダイヤモンド製膜用下地基板及びそれを用いたダイヤモンド基板の製造方法

【背景技術】

ダイヤモンド基板として用いられているものに、高温高压合成(HPHT)法によって合成されたIb型のダイヤモンドがある。

しかしながら、このIb型のダイヤモンドは、窒素不純物を多く含み、また、最大で8mmほどの大きさしか得られないため、実用性は高くない。

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、転位欠陥等を含めて各種欠陥の低減に有効なダイヤモンド基板の製造方法及びそれに用いる下地基板の提供を目的とする。

(4) 特許7078947(信越化学工業、産業技術総合研究所、金沢大学) ダイヤモンド製膜用下地基板及びそれを用いたダイヤモンド基板の製造方法

【課題を解決するための手段】

本発明に用いる下地基板は、化学気相成長法によりダイヤモンド膜(ダイヤモンド基板)を製膜するためのものであり、**下地の表面にオフ角が付けられていれば、前記下地基板の表面は、ダイヤモンド、イリジウム、ロジウム、パラジウム及び白金のいずれか**でよい。

下地基板の表面がダイヤモンドにオフ角が付けられていれば、ホモエピタキシャル成長になり、下地基板の表面がダイヤモンド以外であればヘテロエピタキシャル成長になる。

下地表面を構成する異種材料としては、ダイヤモンドと同様に立方晶であり、ダイヤモンドとの格子不整合が小さく、さらに炭素と反応して炭化物を形成しない材料が好ましい。
これらの条件を満たす材料としては、ロジウム(Rh)、パラジウム(Pb)、イリジウム(Ir)、白金(Pt)などの白金族が主に挙げられる。
ここで、ダイヤモンドの格子定数は 3.57 \AA であり、Rh(格子定数 3.72 \AA)との格子不整合は4.2%、Ir(格子定数 3.84 \AA)との格子不整合は7.6%、Pt(格子定数 3.92 \AA)との格子不整合は9.8%である。

また、その中でも最も融点が高く、ダイヤモンド成長中のプラズマや高温環境下における安定性の観点からは、Irが好ましい。

(4)特許7078947(信越化学工業、産業技術総合研究所、金沢大学) ダイヤモンド製膜用下地基板及びそれを用いたダイヤモンド基板の製造方法

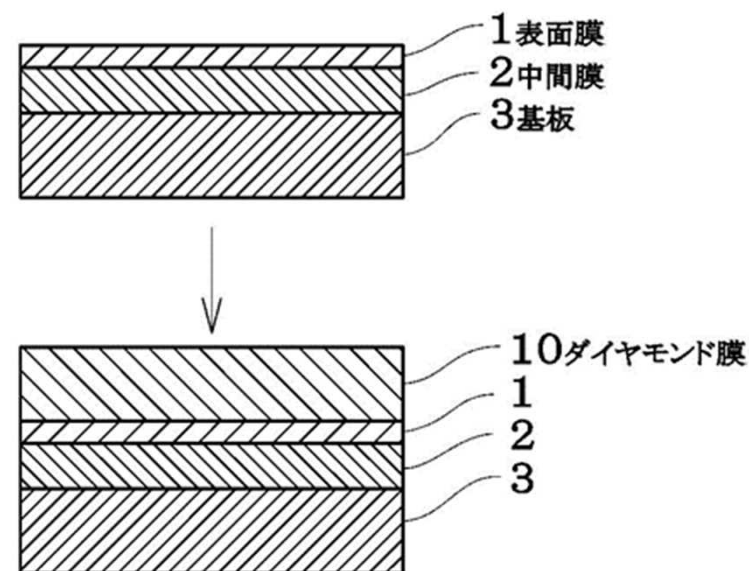
製造手順

(1)直径10.0mm、厚さ1.0mm、表面が(100)面で、結晶軸[011]方向にオフ角が 0° のもの、オフ角 4° 及び 8° となる両面研磨された単結晶シリコン(Si)基板3を準備した。

(2)準備した単結晶シリコン基板3の片面に、電子ビーム蒸着によって単結晶MgOからなる中間膜2、単結晶MgO(中間膜)が、 $1\mu\text{m}$ になるまでエピタキシャル成長させた。

(3)この単結晶MgOからなる中間膜上に、マグネトリンスパッタ法(13.56MHz)を用いて、Irからなる表面膜1を形成した。

(4)直流プラズマCVD法によってダイヤモンド10をヘテロエピタキシャル成長させた。



(4) 特許7078947(信越化学工業、産業技術総合研究所、金沢大学) ダイヤモンド製膜用下地基板及びそれを用いたダイヤモンド基板の製造方法

【請求項1】

化学気相成長法にてダイヤモンド膜を製膜するための下地基板であって、

前記下地基板はシリコン基板の上に形成した中間膜と、前記中間膜の上に形成した表面膜とからなる複層構造であり、
前記表面膜は、イリジウムからなり、
前記中間膜は単結晶酸化マグネシウムであり、
前記下地基板の表面膜は、結晶面方位{100}に対して結晶軸方向 $\langle 110 \rangle$ に $2\sim 15^\circ$ のオフ角を有し、かつ結晶面との直交軸廻りのずれであるオフ方向のずれが $\pm 15^\circ$ 以内であり、前記オフ角は前記シリコン基板又は中間膜に形成してあってもよいことを特徴とするダイヤモンド製膜用下地基板。

(5)特許7161158(アダマンド並木精密宝石) ダイヤモンド基板層の製造方法

【発明が解決しようとする課題】

大径化された基板に関し、気相成長に必要な高精度の表面粗さを付与することができず、当該結晶表面を用いたダイヤの気相成長に際してヒロック(Hillock:微小な突起)の発生を抑制することができないという課題を有している。

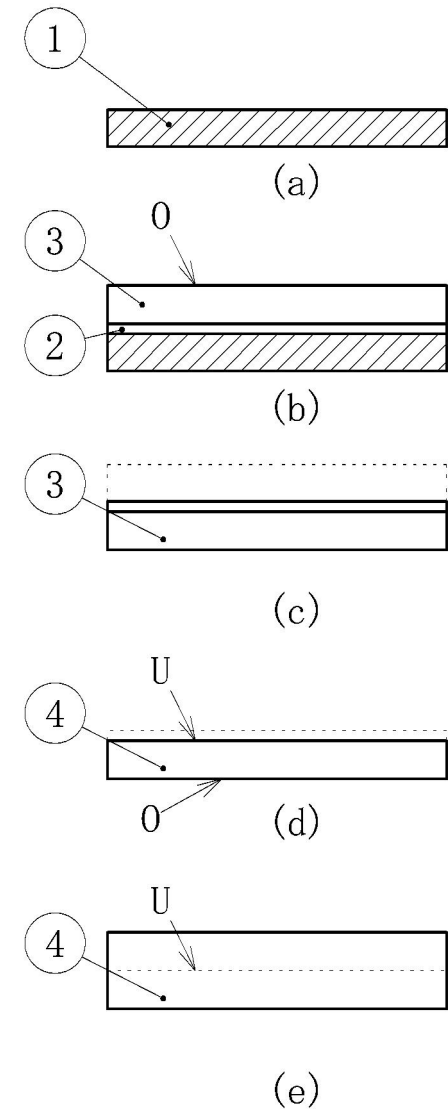
加えて、他の加工方法についても、古くから宝石加工に用いられてきたレーザー切断やダイヤモンド砥粒を用いた機械研磨となる為、加工面が粗くなると共に、加工変質層を生じてしまう。

表面に加工変質層を生じることなく、高精度かつ滑らかな表面粗さを有する単結晶ダイヤモンド基板を用いたダイヤモンド基板層の製造方法の提供を目的としている。

(5) 特許7161158(アダムス並木精密宝石) ダイヤモンド基板層の製造方法

製造手順

・MgO単結晶基板と酸化アルミニウム(サファイア)単結晶基板は、熱的に極めて安定していると共に、8インチ(約203.2mm)までの直径の基板が出ているため、簡単に入手可能との理由から、前記ホモエピ用基板作成時に用いるダイヤモンド層用の基板1として好ましい。



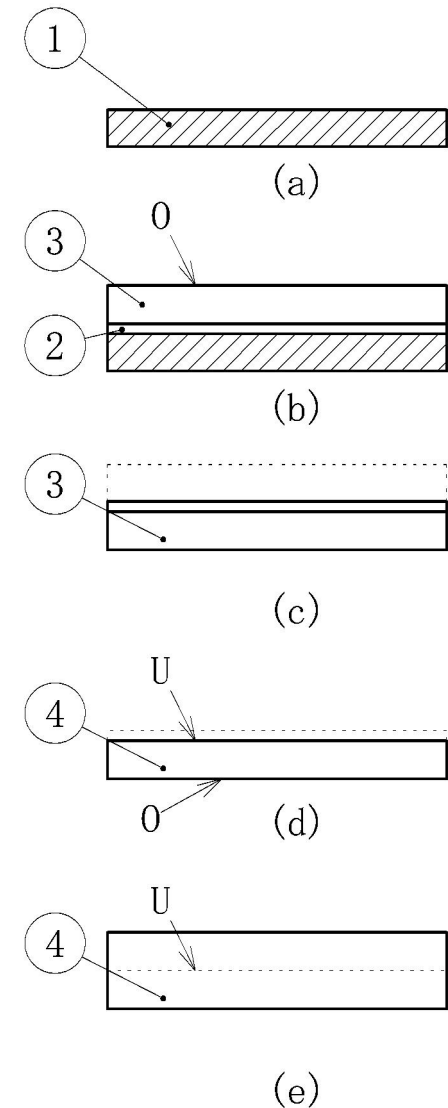
(5) 特許7161158(アダムン並木精密宝石) ダイヤモンド基板層の製造方法

製造手順

・MgO単結晶基板と酸化アルミニウム(サファイア)単結晶基板は、熱的に極めて安定していると共に、8インチ(約203.2mm)までの直径の基板が出ているため、簡単に入手可能との理由から、前記ホモエピ用基板作成時に用いるダイヤモンド層用の基板1として好ましい。

(1) 下処理として、下地基板1の面上に、イリジウム(Ir)単結晶膜2を成膜する。

(2) 当該Ir単結晶膜上に片面にダイヤモンド単結晶から成るダイヤモンド層3を成長させて形成する。ダイヤモンド層の成長方法は特に限定されず、パルスレーザー蒸着(PLD:Pulsed Laser Deposition)法や、化学気相蒸着法(CVD:Chemical Vapor Deposition)法等の気相成長法がある。



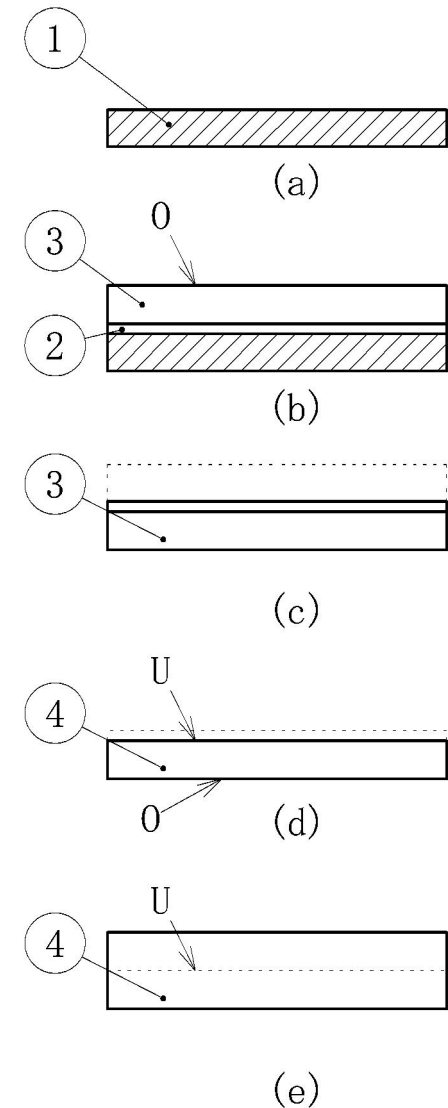
(5) 特許7161158(アダムン並木精密宝石) ダイヤモンド基板層の製造方法

製造手順

(3) 上記ダイヤモンド層3を形成後、下地基板1を分離する。本実施形態では、硝酸等を用いたウェットエッチングによって下地基板1を除去すると共に、残ったIr膜2について半田と合金化後、同様の方法で除去している。

(4) 上記(1)～(3)によって製造された右図ホモエピ用基板4について、本実施形態では育成された表面Oを底面とし、裏面Uに再度上記ダイヤモンド基板層の気相成長を行う。

・本実施形態では同一材質上へのホモエピタキシャル成長によって高品質な単結晶ダイヤモンド基板を得ることができた。



(5)特許7161158(アダムン並木精密宝石) ダイヤモンド基板層の製造方法

【請求項1】

単結晶ダイヤモンド基板成長用の下地基板として、MgO単結晶、 α -Al₂O₃、Si、石英、白金、イリジウム、チタン酸ストロンチウム(SrTiO₃)の何れかを材質とし、表面粗さRaが10nm以下の面を有する前記下地基板を用意し、
前記下地基板の前記面上にイリジウム単結晶膜を成膜し、
前記下地基板を成長炉内に配置し、
水素、炭素を含む気体としてメタン／水素ガス流量比0.001%～30%でメタンを前記成長炉内に導入し、
前記成長炉の炉内圧力を 1.3×10^3 Pa～ 1.3×10^5 Paに保ち、
周波数2.45GHz(±50MHz)、或いは915MHz(±50MHz)のマイクロ波を電力100W～60kW投入することによりプラズマを発生させ、
前記プラズマによる加熱で温度を700℃～1300℃に保った前記下地基板片面上に活性種を堆積させて、
前記イリジウム単結晶膜上に単結晶ダイヤモンド基板を30μm以上500μm以下の厚みで気相成長させ、

ウェットエッチングで前記下地基板と前記イリジウム単結晶膜を除去して、前記単結晶ダイヤモンド基板の表面及び裏面に加工変質層がなく、前記裏面を表面粗さRa=10nm以下の面にし、
前記単結晶ダイヤモンド基板の前記裏面側に再度気相成長を行い、ホモエピタキシャルでダイヤモンド基板層を成長させる前記単結晶ダイヤモンド基板を用いたダイヤモンド基板層の製造方法。

終わり

- ご精読、ありがとうございます。