(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-535267
(P2024-535267A)
(43)公表日　令和6年9月30日(2024.9.30)

(51)国際特許分類			FI			テーマコード（参考）
Ｃ３０Ｂ	*29/36*	*(2006.01)*	Ｃ３０Ｂ	29/36	Ａ	４Ｇ０７７
Ｃ３０Ｂ	*33/06*	*(2006.01)*	Ｃ３０Ｂ	33/06		

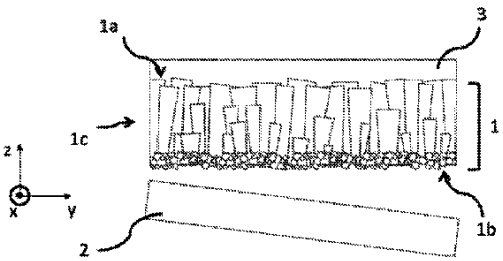
審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全22頁）

(21)出願番号　特願2024-516866(P2024-516866)
(86)(22)出願日　令和4年9月6日(2022.9.6)
(85)翻訳文提出日　令和6年5月14日(2024.5.14)
(86)国際出願番号　PCT/FR2022/051682
(87)国際公開番号　WO2023/047035
(87)国際公開日　令和5年3月30日(2023.3.30)
(31)優先権主張番号　2109961
(32)優先日　令和3年9月22日(2021.9.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
フランス(FR)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　598054968
ソイテック
Ｓｏｉｔｅｃ
フランス国，３８１９０ ベルナン，パルク テクノロジーク デ フォンテーヌ，シュマン デ フランク
Ｐａｒｃ Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｉｑｕｅ ｄｅｓ ｆｏｎｔａｉｎｅｓ ｃｈｅｍｉｎ Ｄｅｓ Ｆｒａｎｑｕｅｓ ３８１９０ Ｂｅｒｎｉｎ， Ｆｒａｎｃｅ
(74)代理人　100107456
弁理士　池田 成人
(74)代理人　100162352
弁理士　酒巻 順一郎
(74)代理人　100123995
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　多結晶炭化ケイ素支持基板を製造するためのプロセス

(57)【要約】
本発明は、多結晶炭化ケイ素支持基板を製造するためのプロセスであって、ａ）初期多結晶炭化ケイ素基板を、黒鉛又は炭化ケイ素のシード上に成長させるステップ、ｂ）補剛炭素膜を初期基板の前面上に形成するステップであり、初期基板が、前面の平面において、補剛膜の形成の直前に、第１の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、ｃ）シードを除去して、初期基板の後面を自由にするステップであり、初期基板が、後面の平面において、シードの除去の直後に、第１の平均サイズよりも小さい第２の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、ｄ）初期基板が、後面の平面において、±３０％以内までの第１の平均粒子サイズに等しい第３の平均粒子サイズを有する厚さまで初期基板の後面を薄化するステップであり、薄化された初期基板が、支持基板を形成する、ステップを含む、プロセスに関係する。
【選択図】　図１ｃ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
多結晶炭化ケイ素支持基板（１０）を製造するためのプロセスであって、
ａ）初期多結晶炭化ケイ素基板（１）を、黒鉛又は炭化ケイ素のシード（２）上に成長させるステップであって、ステップａ）の結末では、前記初期基板（１）が、自由前面（１ａ）と、前記シード（２）と接触している後面（１ｂ）とを有する、ステップ、
ｂ）補剛炭素膜（３）を前記初期基板（１）の前記前面（１ａ）上に形成するステップであって、前記初期基板（１）が、前記初期基板の前記前面（１ａ）の平面において、及び、前記補剛膜（３）の前記形成の直前に、第１の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、
ｃ）前記シード（２）を除去して、前記初期基板（１）の前記後面（１ｂ）を自由にするステップであって、前記初期基板が、前記初期基板の前記後面（１ｂ）の平面において、及び、前記シード（２）の除去の直後に、前記第１の平均サイズよりも小さい第２の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、
ｄ）前記初期基板（１）が、前記初期基板の薄化された後面（１ｂ’）の平面において、±３０％以内までの前記第１の平均粒子サイズに等しい第３の平均粒子サイズを有する厚さまで前記初期基板（１）の前記後面（１ｂ）を薄化するステップであって、前記薄化された初期基板（１）が、前記支持基板（１０）を形成する、ステップ
を含む、製造するためのプロセス。
【請求項２】
前記補剛膜（３）が、１００ｎｍ～数ミリメートルの間、例えば１０ｍｍの厚さを有する、請求項１に記載の製造プロセス。
【請求項３】
前記補剛膜（３）が、１００ｎｍ～１０μｍの間の厚さを有する、請求項２に記載の製造プロセス。
【請求項４】
前記補剛炭素膜（３）が、ダイヤモンド状又はガラス状炭素状結晶学的構造を有する、請求項１～３のいずれか一項に記載の製造プロセス。
【請求項５】
ステップｂ）が、前記初期基板（１）の前記前面において粘性層として、３次元において、予め形成された炭素－炭素結合を有する高分子樹脂を塗布し、５００℃～２０００℃の間の温度においてアニールして、前記補剛炭素膜（３）を形成することにより実行される、請求項１～４のいずれか一項に記載の製造プロセス。
【請求項６】
前記高分子樹脂が、コールタール、フェノールホルムアルデヒド、ポリフルフリルアルコール、ポリビニルアルコール、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、及び／又はポリスチレンに基づく、請求項５に記載の製造プロセス。
【請求項７】
ステップｂ）が、プラズマ堆積、イオン衝撃堆積、又は蒸着堆積により実行される、請求項１～４のいずれか一項に記載の製造プロセス。
【請求項８】
ステップａ）とステップｂ）との間に、前記初期基板（１）の前記前面（１ａ）及び／若しくは周辺部を研削して、前記面（１ａ）の表面粗さを低減する、並びに／又は、前記基板（１）の厚さのばらつきを低減する、並びに／又は、前記初期基板の周辺部を一様化するステップａ’）を含む、請求項１～７のいずれか一項に記載の製造プロセス。
【請求項９】
ステップａ’）が、機械的又は機械化学的薄化を含む、請求項８に記載の製造プロセス。
【請求項１０】
ステップｄ）の後に、前記補剛膜を除去するステップｅ）を、及び／又は、
ステップｄ）の後に、若しくはステップｅ）の後に、１５００℃以上の温度における熱

処置のステップ
を含む、請求項１～９のいずれか一項に記載の製造プロセス。
【請求項１１】
複合構造（１００）を製造するためのプロセスであって、請求項１～１０のいずれか一項に記載のプロセスを伴い、単結晶炭化ケイ素の薄層（２０）を、前記支持基板（１０）の第１の面（１０ａ）又は第２の面（１０ｂ）へと、直接的に又は中間層を介して転写して、前記複合構造（１００）を形成するステップｆ）も含む、製造するためのプロセス。
【請求項１２】
前記中間層が、前記支持基板（１０）の前記第１の面（１０ａ）において保たれている前記補剛炭素膜（３）により形成される、請求項１１に記載の製造プロセス。
【請求項１３】
前記薄層（２０）の前記転写が、前記支持基板（１０）の前記第１の面及び前記第２の面（１０ａ、１０ｂ）のうちの一方において実行され、追加的な炭素膜（５）が、前記転写よりも前に前記支持基板（１０）の他方の自由面（１０ｂ、１０ａ）において配置構成されている、請求項１１に記載の製造プロセス。
【請求項１４】
前記追加的な膜（５）が、優先的には、前記複合構造（１００）が、前記複合構造の製造のために、又は、前記構造（１００）上及び／若しくは内の構成要素の製造のために要される、１４００℃よりも上の温度における任意の熱処置を経た後に除去される、請求項１３に記載の製造プロセス。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、マイクロエレクトロニクスの構成要素のための半導体材料の分野に関係する。本発明は、多結晶炭化ケイ素支持基板を製造するためのプロセスであって、前記支持基板において配置構成された単結晶炭化ケイ素の薄層を含む複合構造の生出に特に適する、プロセスに特に関係する。
【背景技術】
【０００２】
ＳｉＣは、とりわけ電気車両などの、エレクトロニクスにおける新興の分野の必要性を満たすための革新的な電力デバイスを製造するために、ますます広く使用されている。詳細には、単結晶炭化ケイ素に基づく電力デバイス及び統合電力供給システムは、それらの従来のシリコン同等物よりもはるかに高い電力密度を扱うことができ、より小さいサイズの活性領域によって、そのようにすることができる。
【０００３】
さりながら、マイクロエレクトロニクス産業に向けたものである高品質単結晶ＳｉＣ基板（ｃ－ＳｉＣ）は、高価であり、大きいサイズにおいて供給するのが困難であり続けている。例えば多結晶ＳｉＣ（ｐ－ＳｉＣ）から作製された、より低いコストの支持基板において、（高品質ｃ－ＳｉＣ基板から得られた）単結晶ＳｉＣの薄層を典型的には含む複合構造を作り上げるための、層転写解決策を拠り所とすることが、そうして有利である。１つのよく知られている薄層転写解決策は、軽イオンを注入し、結合界面において直接結合により接合することに基づく、スマートカット（Ｓｍａｒｔ　Ｃｕｔ）（登録商標）プロセスである。
【０００４】
米国特許出願公開第２０１９１５３６１６号は、ｃ－ＳｉＣ薄層が転写され得るｐ－ＳｉＣ支持基板を製造するためのプロセスを提供する。支持基板は、およそ１０μｍの平均サイズの粒子を含み、０．４３％以下の、支持基板の厚さに対する支持基板の前面と後面との間の粒子サイズのある程度のばらつきを有し、後者の特徴は、支持基板における残留応力、及びそうして、支持基板の湾曲を制限することを可能にする。
【０００５】

製造するプロセスは、第１の炭素ベース基板を伴い、第１の炭素ベース基板において、ｐ－ＳｉＣの厚層（典型的には２ｍｍ）が、化学気相堆積により生出される。近似的に３５０μｍの厚さの第２のｐ－ＳｉＣベース基板が、第１の炭素ベース基板を除去し、厚層の両方の面を機械的に薄化することにより、ｐ－ＳｉＣの厚層から取り出される。第２のベース基板は、０．４３％以下の、第２のベース基板の厚さに対する２のベース基板の前面と後面との間の粒子サイズのある程度のばらつきを有する。新しいｐ－ＳｉＣ層（典型的には、およそ４００μｍの）が、第２のベース基板において、化学気相堆積により次いで形成され、例えばレーザ照射により、第２のベース基板から分離されて、この新しいｐ－ＳｉＣ層は、複合構造における使用に向けたものであるｐ－ＳｉＣ支持基板を形成する。第２のベース基板は、次いで再使用され得る。

【０００６】

実際上は、第２のベース基板を形成することに本質があるステップは、複雑であることが判明しかねないものであり、その理由は、第１の炭素ベース基板の除去は、一般的には、厚ｐ－ＳｉＣ層において非常に大きい湾曲を誘発し、そのことは、前記厚層が破損することを引き起こし、又は、第２のベース基板の厚さを達成するために要される薄化ステップを、少なくとも複雑にし、若しくは妨げ得るからというものである。加えて、この薄化は、（およそ１．５ｍｍの）非常に大幅なものであり、ｐ－ＳｉＣ材料並びに堆積及び薄化ステップの見地においてコスト高のものである。

【発明の概要】

【０００７】

本発明は、上記で言及された問題に対処する製造するプロセスを提案する。本発明は、経済的で単純化される、多結晶ＳｉＣ支持基板を製造するためのプロセスに関係する。前記支持基板は、前記ｐ－ＳｉＣ支持基板において配置構成された薄ｃ－ＳｉＣ層を含む複合構造の製造に、さらには特に適する。

【０００８】

本発明は、多結晶炭化ケイ素支持基板を製造するためのプロセスであって、

ａ）初期多結晶炭化ケイ素基板を、黒鉛又は炭化ケイ素のシード上に成長させるステップであり、ステップａ）の結末では、初期基板が、自由前面と、シードと接触している後面とを有する、ステップ、

ｂ）補剛炭素膜（ｓｔｉｆｆｅｎｉｎｇ　ｃａｒｂｏｎ　ｆｉｌｍ）を初期基板の前面上に形成するステップであり、初期基板が、初期基板の前面の平面において、及び、補剛膜の形成の直前に、第１の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、

ｃ）シードを除去して、初期基板の後面を自由にするステップであり、初期基板が、初期基板の後面の平面において、及び、シードの除去の直後に、第１の平均サイズよりも小さい第２の平均炭化ケイ素粒子サイズを有する、ステップ、

ｄ）初期基板が、初期基板の薄化された後面の平面において、±３０％以内までの第１の平均粒子サイズに等しい第３の平均粒子サイズを有する厚さまで初期基板の後面を薄化するステップであり、薄化された初期基板が、支持基板を形成する、ステップ

を含む、プロセスに関係する。

【０００９】

単独で、又は、任意の技術的に実現可能な組み合わせにおいて用いられる、本発明の他の有利及び非制限的な特徴によれば、

補剛膜が、１００ｎｍ～数ミリメートルの間、例えば１０ｍｍの厚さを有し、

補剛膜が、１００ｎｍ～１０μｍの間の厚さを有し、

補剛炭素膜が、ダイヤモンド状又はガラス状炭素状結晶学的構造を有し、

ステップｂ）が、初期基板の前面において粘性層として、３次元において、予め形成された（ｐｒｅｆｏｒｍｅｄ）炭素－炭素結合を有する高分子樹脂を塗布し、５００℃～２０００℃の間の温度においてアニールして、補剛炭素膜を形成することにより実行され、

高分子樹脂が、コールタール、フェノールホルムアルデヒド、ポリフルフリルアルコール、ポリビニルアルコール、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、及び／又はポ

リスチレンに基づき、
ステップｂ）が、プラズマ堆積、イオン衝撃堆積、又は蒸着堆積により実行され、
製造するプロセスが、ステップａ）とステップｂ）との間に、初期基板の前面及び／若しくは周辺部を研削して、前記面の表面粗さ、及び／若しくは、前記基板の厚さのばらつきを低減する、並びに／又は、初期基板の周辺部を一様化するステップａ’）を含み、
ステップａ’）が、機械的又は機械化学的薄化を含み、
製造するプロセスが、
ステップｄ）の後に、補剛膜を除去するステップｅ）を、及び／又は、
ステップｄ）の後に、若しくはステップｅ）の後に、１５００℃以上の温度における熱処置のステップ
を含む。

【００１０】

本発明は、複合構造を製造するためのプロセスであって、上記のプロセスを伴い、単結晶炭化ケイ素の薄層を、支持基板の第１又は第２の面へと、直接的に又は中間層を介して転写して、複合構造を形成するステップｆ）も含む、プロセスにさらには関係する。

【００１１】

単独で、又は、任意の技術的に実現可能な組み合わせにおいて用いられる、本発明の他の有利及び非制限的な特徴によれば、
中間層が、支持基板の第１の面において保たれている補剛炭素膜により形成され、
薄層の転写が、支持基板の第１の面及び第２の面のうちの一方において実行され、追加的な炭素膜が、転写よりも前に支持基板の他方の自由面において配置構成されており、
追加的な膜が、優先的には、複合構造が、複合構造の製造のために、又は、前記構造上及び／若しくは内の構成要素の製造のために要される、１４００℃よりも上の温度における任意の熱処置を経た後に除去される。

【００１２】

本発明の他の特徴及び利点が、添付された図を参照して与えられる、本発明の、後に続く詳細な説明から明らかになることになる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１ａ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図１ｂ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図１ｃ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図１ｄ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図１ｅ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図１ｆ】本発明による製造するプロセスのステップを示す図である。
【図２ａ】本発明による製造するプロセスの他のステップを示す図である。
【図２ｂ】本発明による製造するプロセスの他のステップを示す図である。
【図２ｃ】本発明による製造するプロセスの他のステップを示す図である。
【図２ｄ】本発明による製造するプロセスの他のステップを示す図である。
【図３ａ】本発明による製造するプロセスのステップの変形例を示す図である。
【図３ｂ】本発明による製造するプロセスのステップの変形例を示す図である。
【図３ｃ】本発明による製造するプロセスのステップの変形例を示す図である。
【図３ｄ】本発明による製造するプロセスのステップの変形例を示す図である。
【図３ｅ】本発明による製造するプロセスのステップの変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

図における同じ参照符が、同じタイプの要素のために使用されることがある。図は、明瞭性のために、一定の縮尺ではない、概略的な表現である。特に、ｚ軸線に沿った層の厚さは、ｘ及びｙ軸線に沿った横方向寸法に関して、一定の縮尺ではなく、互いに関しての層の相対厚さは、図において必ずしも重視されていない。

【００１５】
本発明は、多結晶炭化ケイ素（ｐ－ＳｉＣ）支持基板１０を製造するためのプロセスに関係する。
【００１６】
プロセスは、初期多結晶炭化ケイ素基板１を、黒鉛又は低品質単結晶若しくは多結晶炭化ケイ素のシード２上に成長させるステップａ）を最初に含む（図１ａ）。シード２は、優先的には、ウエハの形式におけるものであり、ウエハの直径は、実質的には、支持基板１０について目標とされる直径、例えば１００ｍｍ、１５０ｍｍ、２００ｍｍであり、又は３００ｍｍでさえある。
【００１７】
初期ｐ－ＳｉＣ基板１の成長は、典型的には１１００℃～１５００℃の間の温度において、知られている化学気相堆積（ＣＶＤ）技法により実行される。前駆体は、優先的には、１に近い、又は１よりも大であるＣ／Ｓｉ比率を伴う、メチルシラン、ジメチルジクロロシラン、又はジクロロシラン及びｉ－ブタンから選定されてもよい。
【００１８】
任意選択で、ドーピング化学種（実例として窒素又はリン）が、最終的な製品の、特に、目標とされる複合構造の仕様に対して、初期基板１（初期基板１から、支持基板１０が得られることになる）の抵抗率を調整するように、ＣＶＤ堆積中に導入されてもよい。通常目標とされるドーピングレベルは、１Ｅ１８／ｃｍ^{3}よりも大であり、又は１Ｅ２０／ｃｍ^{3}よりも大でさえある。
【００１９】
ステップａ）の結末では、初期基板１は、自由前面１ａと、シード２と接触している後面１ｂとを有する。初期基板１の厚さは、１ｍｍ未満、優先的には５５０μｍ未満である。複合構造の生出に向けたものである支持基板１０について通常所望される厚さ範囲は、１００μｍ～５００μｍであるということが留意されるべきである。
【００２０】
初期基板１は、ＣＶＤ堆積条件に依存して、４Ｈ、６Ｈ、及び／又は３Ｃタイプ炭化ケイ素粒子を含んでもよい。
【００２１】
初期基板１の後面１ｂにおける粒子の平均サイズは、相対的に小さく、典型的には１μｍ以下であり、又は１００ｎｍ以下でさえあり、前記粒子は、黒鉛シード２におけるＣＶＤ堆積の開始（核形成段階）において生出されたｐ－ＳｉＣ材料に対応する。
【００２２】
粒界により境を定められる粒子のサイズは、基板の考察される面の平面における、前記粒子の最も大きい寸法に対応するということが想起されるべきである。平均粒子サイズは、前記平面における個々の粒子のサイズの平均と定義される。粒子サイズ又は粒界距離は、従来の走査電子顕微鏡法（ＳＥＭ）により得られる、又は、電子後方散乱回折（ＥＢＳＤ）を伴う、画像を基にして測定され得る。Ｘ線結晶学を使用することが、さらには想像されることがある。考察中の面がマイクロメートルのサイズ（典型的には数ミクロン～数十ミクロン）の粒子を主に含むとき、典型的には５０ｎｍ未満の、非常に小さい粒子が、優先的には、測定不確かさを制限するように、測定から除外される。
【００２３】
ＣＶＤ堆積が進行するにつれて、ｐ－ＳｉＣ粒子は、サイズにおいて増大し、ついにはそれらのｐ－ＳｉＣ粒子は、堆積条件に依存して数マイクロメートル～数十マイクロメートルの間でばらつくことがある堆積物厚さについて、相対的に安定した平均サイズに達する。
【００２４】
そうして、初期基板１を成長させるために堆積させられたｐ－ＳｉＣの厚さに依存して、前記基板１の前面における平均粒子サイズは、１～１０μｍの間で典型的にはばらつくことがある。

【００２５】
本明細書において下記で、初期基板１の前面１ａにおけるｐ－ＳｉＣ粒子の平均サイズは、第１の平均サイズと呼称されることになり、初期基板１の後面１ｂにおけるｐ－ＳｉＣ粒子の平均サイズは、第２の平均サイズと呼称されることになる。
【００２６】
第１の平均ｐ－ＳｉＣ粒子サイズ（前面側１ａ）は、第２の平均粒子サイズ（後面側１ｂ）よりも大であり、後者は、核形成段階に対応する。
【００２７】
製造するプロセスは、補剛炭素膜３を初期基板１の前面１ａ上に形成するステップｂ）を次いで含む（図１ｂ）。補剛膜３は、１００ｎｍ～数ミリメートル、例えば１０ｍｍの範囲に及ぶ厚さを有する。優先的には、補剛膜の厚さは、１００ｎｍ～１０μｍの間である。
【００２８】
補剛炭素膜３は、すなわちsp^3炭素－炭素原子結合を含む、ダイヤモンドタイプ結晶学的構造、又は、sp^2炭素－炭素原子結合を含む、ガラス状炭素タイプ構造を有することが有利である。
【００２９】
補剛膜３は、とりわけプラズマ堆積、イオン衝撃堆積、又は蒸着堆積などの、様々な従来の堆積技法によって形成されてもよい。
【００３０】
代わりに、ステップｂ）は、初期基板１の前面１ａにおいて粘性層として、３次元において、予め形成された炭素－炭素結合を含む高分子樹脂を塗布することにより実行されてもよい。この塗布は、遠心分離により実行されてもよい。次に、アニーリングが、樹脂の化学分解（熱分解）により、補剛炭素膜３を形成するために、窒素のもとで、５００℃～２０００℃の間、典型的には６００℃～１１００℃の間の温度において付与される。選定される温度傾斜は、典型的には、およそ１０℃／ｍｉｎであり、アニーリング時間は、およそ１時間である。温度上昇は、有効温度が樹脂／炭素ガラス転移温度よりも下のままであるように制御される。
【００３１】
高分子樹脂は、コールタール、フェノールホルムアルデヒド、ポリフルフリルアルコール、ポリビニルアルコール、ポリアクリロニトリル、ポリ塩化ビニリデン、及び／又はポリスチレン、その他から形成されてもよい。
【００３２】
例として、マイクロエレクトロニクスの分野においてフォトリソグラフィステップのために通常使用される、市販製品ＡＺ－４３３０、ＡＺ－Ｐ４６２０（登録商標）（１－メトキシ－２－プロパノールアセタート、ジアゾナフトキノンスルホン酸エステル、２－メトキシ－１－プロパノールアセタート、クレゾールノボラック樹脂に基づく）、ＯＣＧ－８２５（３－エトキシプロピオン酸エチルに基づく）、ＳＵ－８　２０００（シクロペンタノン、トリアリールスルホニウム／ヘキサフルオロアンチモン酸塩、炭酸プロピレン、エポキシ樹脂に基づく）などの、知られている感光性樹脂が使用されてもよい。
【００３３】
様々な分野（航空学、海事、自動車、建設、その他）において様々な表面をコーティング及び保護するために提案される、エポキシ樹脂、実例としてエポキシノボラックエポン（Ｅｐｏｘｙ　Ｎｏｖｏｌａｃ　ＥＰＯＮ）製品（登録商標）が、本発明によるプロセスのステップｂ）において、さらには使用されてもよい。
【００３４】
樹脂を使用するとき、粘性樹脂層がアニーリング中に経ることになる収縮を考慮に入れることが、補剛膜３の、目標とされる厚さを得るのに十分な、粘性樹脂層の初期厚さを規定するために重要である。厚さ収縮は、典型的には７０％～９５％の間であり得る。炭素比率、すなわち、（補剛膜３に対応する）熱分解の後の高分子樹脂層の質量と、塗布され

た高分子樹脂層の初期質量との間の比率は、少なくとも５％、優先的には５０％よりも大でなければならない。

【００３５】

任意選択で、製造するプロセスは、ステップａ）とステップｂ）との間に、初期基板１の前面１ａ及び／又は周辺部１ｃを研削して、前記面１ａの表面粗さを低減する、及び／又は、前記基板１の厚さのばらつきを低減する、及び／又は、周辺部１ｃを一様化するステップａ’）を含んでもよい。

【００３６】

ステップａ’）は、材料のおよそ数ミクロン～数十ミクロンの除去を伴う、機械的又は機械化学的薄化（研磨）を含んでもよい。

【００３７】

本発明による製造するプロセスは、シード２を除去して、初期基板１の後面１ｂを自由にするステップｃ）を次いで含む（図１ｃ）。

【００３８】

シード２が黒鉛から作製されているとき、除去は、４００℃よりも上の、優先的には５５０℃よりも上の温度において、酸素を豊富に含む大気（例えば空気）中で熱処置を付与することにより、黒鉛を燃焼することにより実行され得る。

【００３９】

シード２を機械的に引き離すことを、シード２が黒鉛から作製されているか、それとも炭化ケイ素から作製されているかを問わず、例えば、シード２と初期基板１との間の界面における、又はその界面の近くでの、機械的応力の局限された付与により行うことが、さらには可能である。

【００４０】

何らかの残留物が、シード２の除去の後に初期基板１の後面１ｂにおいて残っているならば、それらの残留物は、（それらの残留物が黒鉛から作製されているときは）燃焼し尽され、又は、（それらの残留物が黒鉛又はＳｉＣから作製されているときは）研磨若しくはエッチングにより機械的若しくは化学的に除去され得る。

【００４１】

この除去は、１５０ｍｍの直径について最高で５００μｍであることがある、初期基板１の強い湾曲を典型的には生む。この湾曲は、第２の面１ｂ（核形成粒子、小さい平均サイズ）と第１の面１ａとの間の粒子サイズにおける差と関連付けられた応力に主に起因する。

【００４２】

本発明の文脈において、補剛炭素膜３は、初期基板１を、初期基板１の前面１ａにより、機械的に保持することによる、シード２の除去中の湾曲における増大を顕著に制限することを可能にする。補剛炭素膜３を付けられた初期基板１の湾曲は、１５０ｍｍの基板直径について２００μｍを上回らず、さらに言えば、湾曲は、１００μｍよりも下に維持されさえする。これらの湾曲範囲において、初期基板１は、破損の、又は機器故障の何らのおそれもなく、標準的なライン及び機器において何らの問題もなく処理され得るものであり、これらの問題は、３００μｍ（直径１５０ｍｍ）よりも大の湾曲について主に逢着される。

【００４３】

最後に、製造するプロセスは、初期基板１の後面１ｂを薄化するステップｄ）を含む。薄化された初期基板１は、支持基板１０を形成する（図１ｄ）。

【００４４】

ステップｄ）における薄化は、後面１ｂの機械的研削、機械的研磨、及び／又は機械化学的研磨により実行される。材料除去は、ステップｄ）の開始における初期基板１の厚さに依存して、及び当然ながら、支持基板１０について目標とされる厚さに依存して、典型的には数十ミクロン～２００μｍの間である。

【００４５】

薄化は、初期基板１が、初期基板１の薄化された後面１ｂ’の平面において、±３０％以内までの第１の平均粒子サイズに等しい第３の平均粒子サイズを有する厚さまで実行される。換言すれば、第１の平均サイズが例えば５μｍであるならば、第３の平均サイズは、４μｍ～６μｍの間であることを予期される。

【００４６】

前面１ａの平面における、又は、後面１ｂの平面における粒子サイズは、二重の母集団をなして分布しており、各ピークは、実質的にガウスの分布にしたがうということが生起することがある。第１の選択肢によれば、平均粒子サイズは、両方の母集団を含む総体的な平均をとることにより算出され、第１及び第３の平均サイズは、３０％よりも多く異なるべきではない。第２の選択肢によれば、第１の２つの平均サイズ（前面側１ａにおける二重の母集団に対応する）、及び、第３の２つの平均サイズ（後面側１ｂにおける二重の母集団に対応する）が考慮に入れられ、それらは、それぞれ、３０％よりも多く互いと異なってはならない。

【００４７】

ステップｄ）における薄化の後に、初期基板１の薄化された後面１ｂ’は、前面１ａの平均粒子サイズと３０％未満だけ異なる平均ｐ－ＳｉＣ粒子サイズを有する。薄化された初期基板１（支持基板１０を形成する）における残留応力は、それゆえ、小さい湾曲に適合し、製造するラインにおいて少なくとも管理しやすい。

【００４８】

製造するプロセスは、例えばドライ又はウェット化学エッチングにより、補剛膜３を除去するステップｅ）を次いで含んでもよい（図１ｅ）。この除去の後に、支持基板１０は、支持基板１０の容積部における低減された残留応力に起因して、（１５０ｍｍの直径について）２００μｍ未満の、又は１００μｍ未満でさえある湾曲を有する。

【００４９】

この局面において、支持基板１０は、ステップｄ）の後の初期基板１の前面１ａ、薄化された後面１ｂ’、及び縁部１ｃにそれぞれ対応する、第１の面１０ａ、第２の面１０ｂ、及び縁部１０ｃを有する。

【００５０】

例として、３５０μｍ厚さ、及び、直径において１５０ｍｍの支持基板を形成するために、５００μｍの初期基板１が、シード２において生出されることがあり、初期基板１は、約４μｍの、初期基板１の前面１ａにおける第１の平均ｐ－ＳｉＣ粒子サイズを有する。初期基板１の厚さ均一性を補正するためのステップが、例えば５０μｍの除去によって実行されてもよい。４μｍ補剛炭素膜３が、この前面１ａ上に形成される。黒鉛シード２の除去の後に、初期基板１の後面１ｂにおける第２の平均粒子サイズは、１００ｎｍ未満であるが、初期基板１の湾曲は、補剛膜３の存在に起因して、１５０μｍよりも下に維持される。初期基板１の後面１ｂにおける１００μｍの除去が実行され、およそ３μｍの、薄化された後面１ｂ’におけるｐ－ＳｉＣの第３の平均粒子サイズは、第１の平均粒子サイズの３０％以内までの相等性の条件を満足させる。そうして、補剛膜３の除去の後に、支持基板１０の湾曲は、２００μｍ未満であり、複合構造１００を製造するための後続のステップに適合する。

【００５１】

任意選択で、ステップｅ）の後に、表面処置が支持基板１０の第１の面１０ａに付与されることが、特に、この面１０ａがプロセスの後続のステップｆ）において複合構造１００の薄層２０を受けることを意図されるならば行われることがある。この表面処置は、第１の面１０ａの表面粗さに依存して、機械的研削、機械化学的研磨、又は、他の化学的洗浄作業を含んでもよい。

【００５２】

支持基板１０の第２の面１０ｂが、薄層２０を受けることを意図され、ステップｄ）が、十分に低いレベルの粗さ（２０μｍ×２０μｍスキャンにおいて原子間力顕微鏡法により測定される、典型的には＜１ｎｍ　ＲＭＳ）を達成しなかったならば、追加的な表面処

置が、第２の面１０ｂにさらには付与されることがある。
【００５３】
複合構造１００の後面を形成することを意図される支持基板１０の面は、例えばおよそ１０ｎｍ　ＲＭＳの、より高い表面粗さを有することがある。
【００５４】
製造するプロセスは、ステップｄ）の後に、又はステップｅ）の後に、支持基板１０の多結晶構造を安定化するように、１５００℃以上の、典型的には１５００℃～１９００℃の間の温度における熱処置も含んでもよい。さらに言えば、これらの温度範囲は、とりわけ複合構造の製造のために、プロセスにおいて後程付与される見込みが大きい。
【００５５】
本発明による製造するプロセスのおかげで、マイクロエレクトロニクスの応用物のための複合構造の仕様に適合する機械的特性を有する支持基板１０が、従来技術のプロセスにおいて実行されるように、ｐ－ＳｉＣの非常に小さい有用な一部分を選択するために、８０％よりも多く除去される、非常に厚い初期ｐ－ＳｉＣ基板を堆積させることの必要性なしに、単純な方式において得られることがある。本発明による製造するプロセスにおいて、形成される初期基板１の厚さは、１ｍｍ以下であり、初期基板１の前面１ａ、及び／又は、初期基板１の後面１ｂにおける材料除去は、初期厚さの７０％未満であり、又は５０％未満でさえあり、そのことは、材料及び技術的ステップにおける節減をもたらす。
【００５６】
複合構造１００の発現の文脈において、本発明による製造するプロセスは、分子接着結合に基づいて、単結晶炭化ケイ素から作製された加工層（ｗｏｒｋｉｎｇ　ｌａｙｅｒ）２０を支持基板１０へと転写するステップｆ）により継続させられてもよい（図１ｆ）。
【００５７】
ここでは詳細に説明されないことになる、層転写を実行するための、従来技術において知られている様々な選択肢が存する。
【００５８】
好まれる様式によれば、プロセスのステップｆ）は、スマートカット（登録商標）プロセスの原理による軽化学種の注入を伴う。
【００５９】
第１の段階ｆ１）において、単結晶炭化ケイ素ドナー基板２１が用意され、ドナー基板２１から、加工層２０が得られることになる（図２ａ）。ドナー基板１は、優先的には、１００ｍｍ、１５０ｍｍ、２００ｍｍの、又は３００ｍｍでさえある直径（支持基板１０の直径と同一の、又は非常に類似している）を伴う、及び、典型的には３００μｍ～８００μｍの間の厚さを伴うウエハの形式におけるものである。ドナー基板は、前面２１ａと、後面２１ｂとを有する。前面１ａについて選定される表面粗さは、有利には、２０μｍ×２０μｍスキャンにおいて原子間力顕微鏡法（ＡＦＭ）により測定される、１ｎｍ　ＲＭＳ未満であり、又は０．５ｎｍ　ＲＭＳ未満でさえある。ドナー基板２１は、複合構造１００の加工層２０上及び／又は内に発現されることになる構成要素の要件に依存して、ポリタイプ４Ｈ又は６Ｈのものであってもよく、ｎ又はｐ型ドーピングを有してもよい。
【００６０】
第２の段階ｆ２）は、ドナー基板２１の前面２１ａとともに、転写されることになる加工層２０の境を定める、埋め込まれた脆弱平面（ｂｕｒｉｅｄ　ｆｒａｇｉｌｅ　ｐｌａｎｅ）２２を形成するための、ドナー基板２１への軽化学種の導入に対応する（図２ｂ）。
【００６１】
軽化学種は、優先的には水素、ヘリウム、又は、これらの２つの化学種の共注入であり、加工層２０の、目標とされる厚さと合致する、所与の深さまでドナー基板２１へと注入される。これらの軽化学種は、所与の深さの辺りに、ドナー基板２１の自由表面２１ａに平行な、すなわち、図において平面（ｘ，ｙ）に平行な薄層として分布している微小空洞を形成することになる。この薄層は、簡潔さのために、埋め込まれた脆弱平面２２と呼称

される。

【００６２】

軽化学種の注入のエネルギーは、所与の深さに達するように選定される。例えば、水素イオンは、およそ１００ｎｍ～１５００ｎｍの厚さを伴う加工層２０の境を定めるために、１０ｋｅＶ～２５０ｋｅＶの間のエネルギーにおいて、及び、５Ｅ１６／ｃｍ^2～１Ｅ１７／ｃｍ^{2}の間の線量において注入されることになる。保護層が、イオン注入ステップよりも前に、ドナー基板２１の前面２１ａへと堆積させられ得るということが留意されるべきである。この保護層は、例えば酸化ケイ素又は窒化ケイ素などの材料から組成されてもよい。保護層は、次の段階よりも前に除去される。

【００６３】

任意選択で、中間層４が、軽化学種の導入の第２の段階ｆ２）の前又は後に、ドナー基板２１の前面２１ａ上に形成され得る（図３ｂ、３ｃ、３ｄ、３ｅ）。この中間層４は、半導体材料、例えばシリコン若しくは炭化ケイ素から、又は、タングステン、チタン、その他などの金属材料から作製されてもよい。中間層４の厚さは、典型的には数ナノメートル～数十ナノメートルの間に、有利には制限される。

【００６４】

中間層４が段階ｆ２）の前に形成されるとき、軽化学種の注入エネルギー（及び潜在的には線量）は、この追加的な層の横断について調整されることになる。中間層４が段階ｆ２）の後に形成されるとき、バブリングサーマルバジェット（ｂｕｂｂｌｉｎｇ　ｔｈｅｒｍａｌ　ｂｕｄｇｅｔ）よりも低いサーマルバジェットを付与することにより、この層を形成するように注意がなされることになり、前記バブリングサーマルバジェットは、埋め込まれた脆弱平面２２における微小空洞の過度の成長及び加圧に起因する、ドナー基板２１の表面におけるブリスタの出現に対応する。

【００６５】

転写ステップｆ）は、ドナー基板２１を、ドナー基板２１の前面側２１ａにおいて、支持基板１０と、支持基板１０の第１の面側１０ａ、又は、支持基板１０の第２の面側１０ｂにおいて、分子接着結合により、結合界面３０に沿って取り合わせる第３の段階ｆ３）を次いで含む（図２ｃ）。

【００６６】

任意選択で、中間層４’が、取り合わせ段階ｆ３）よりも前に、支持基板１０の、取り合わせられることになる面において、さらには堆積させられてもよく（図３ｄ、３ｅ）、中間層４’は、ドナー基板２１について言及された中間層４と同じ性質のものである、又は、中間層４と異なる性質のものであるように選定されてもよい。中間層４、４’は、取り合わせられることになる２つの基板２１、１０のうちの一方又は他方においてのみ、任意選択で堆積させられてもよい。

【００６７】

中間層（複数可）の目的は、本質的には、２つの直接的に取り合わせられたＳｉＣ表面の事例においてよりも低い温度における共有結合の形成に起因して、（とりわけ１１００℃よりも下の温度範囲において）結合エネルギーを高めることであり、この（これらの）中間層（複数可）の別の利点は、結合界面３０の垂直電気伝導を改善することであることがある。

【００６８】

考えられる変形例によれば、中間層は、支持基板１０の第１の面１０ａにおいて保たれている補剛炭素膜３により形成されてもよい（図３ａ、３ｃ）。この事例において、本発明による製造するプロセスのステップｅ）は実行されず、取り合わせられることになる支持基板１０の面は、膜３を付けられた、支持基板１０の第１の面１０ａである。最終的な複合構造１００において、補剛膜３を通る垂直電気伝導を助長するために、ダイヤモンドタイプ結晶学的構造を伴う炭素膜が優遇されることになる。

【００６９】

任意選択で、追加的な炭素膜５が、なおも取り合わせ段階ｆ３）よりも前に、取り合わ

せられることになる面の反対の、支持基板１０の面において配置されている（図３ｅ）。追加的な炭素膜５の特性は、例えば、本説明において先に、補剛膜３について提案された特性から選定されてもよい。

【００７０】

この追加的な膜５の存在は、それぞれ、ドナー基板２１の、及び支持基板１０の、取り合わせられることになる面における中間層４、４’との組み合わせにおいて、図３ｅにおいて例示されているものの、この追加的な膜５は、言及された可能な構成、とりわけ、図３ａ～３ｃにおいて例示される構成のいずれにおいても実現されることがある。

【００７１】

追加的な膜５は、後程の時間において、優先的には、複合構造１００が、複合構造１００の製造のために、又は、前記構造１００上及び／若しくは内の構成要素の製造のために要される、１４００℃よりも上の温度における任意の熱処置を経た後に除去されてもよい。

【００７２】

取り合わせ段階ｆ３）の説明に戻ると、及び、本質上よく知られているように、直接分子接着結合は、結合が、取り合わせられた表面同士の間で原子レベルにおいて確立されるので、接着材料を要さない。いくつものタイプの分子接着結合が実在し、それらのタイプは、とりわけ、それらのタイプの、温度、圧力、若しくは大気条件、又は、表面を接触している様態に至らせるよりも前の処置において異なる。取り合わせられることになる表面の事前のプラズマ活性化を伴う、又は伴わない、室温における結合、原子拡散結合（ａｔｏｍｉｃ　ｄｉｆｆｕｓｉｏｎ　ｂｏｎｄｉｎｇ）（ＡＤＢ）、表面活性化結合（ｓｕｒｆａｃｅ　ａｃｔｉｖａｔｅｄ　ｂｏｎｄｉｎｇ）（ＳＡＢ）、その他について言及することができる。

【００７３】

取り合わせ段階ｆ３）は、取り合わせられることになる面２１ａ、１０ａを接触している様態に至らせるよりも前に、化学的洗浄（例えば、ＲＣＡ洗浄）の、及び、表面活性化（例えば、酸素又は窒素プラズマの手段による）の従来のシーケンス、又は、結合界面３０の品質（低い欠陥密度、高い接着エネルギー）を高める公算が大きい、他の表面準備（スクラビングなど）を含んでもよい。

【００７４】

最後に、第４の段階ｆ４）が、支持基板への加工層２０の転写につながる、埋め込まれた脆弱平面２２に沿った分離を伴う（図２ｄ）。

【００７５】

埋め込まれた脆弱平面２２に沿った分離は、８００℃～１２００℃の間の温度における熱処置を付与することにより通常実行される。そのような熱処置は、空洞及び微小亀裂が、埋め込まれた脆弱平面２２において発現することを引き起こし、それらの空洞及び微小亀裂が、気体状の形式において存在する軽化学種により加圧されることを引き起こし、ついには、割断が、前記脆弱平面２２に沿って伝搬する。代わりに、又は連帯的に、機械的応力が、分離につながる割断を伝搬させる、又は、その割断を機械的に伝搬させることを支援するように、結合された取り合わせ部に、及び特に、埋め込まれた脆弱平面２２に付与され得る。この分離の結末では、一方では、支持基板１０と、単結晶ＳｉＣから作製された、転写された加工層２０とを含む半導体構造１００、及び、他方では、ドナー基板の残部２１’が得られる。加工層２０のドーピングのレベル及びタイプは、ドナー基板２１の特質の選定により規定され、又は、半導体層をドープするための知られている技法によって後で調整され得る。

【００７６】

加工層２０の自由表面２０ａは、分離の後は通常粗く、例えば、自由表面２０ａは、５ｎｍ～１００ｎｍ　ＲＭＳ（ＡＦＭ、２０μｍ×２０μｍスキャン）の間の粗さを有する。洗浄及び／又は平滑化段階が、良好な表面仕上げ（典型的には、２０μｍ×２０μｍ　ＡＦＭスキャンにおける、数オングストロームＲＭＳ未満の粗さ）を回復するように付与

され得る。特に、これらの段階は、加工層２０の自由表面の機械化学的平滑化処置を含んでもよい。５０ｎｍ～３００ｎｍの間の除去は、前記層２０の表面仕上げを効果的に回復することを可能にする。前記段階は、少なくとも、１３００℃～１８００℃の間の温度における熱処置も含んでもよい。そのような熱処置は、残留軽化学種を加工層２０から取り除くために、及び、加工層２０の結晶格子の再配置構成を助長するために付与される。熱処置は、結合界面３０を強化することをさらには可能にする。熱処置は、薄層２０における炭化ケイ素のエピタキシも含む、又は、そのエピタキシに対応することがある。

【００７７】

最後に、転写ステップｆ）は、新しい複合構造１００のためのドナー基板２１としての再使用のために、ドナー基板の残部２１’を修整するステップを含んでもよいということが留意されるべきである。複合構造１００に付与されるものと類似している、機械的及び／又は化学的処置が、残っている基板２１’の前面２１’ａに付与されてもよい。

【００７８】

得られた複合構造１００は、加工層２０の品質を改善するために、又は、前記層２０上及び／若しくは内の構成要素を製造するために付与されることがある、非常に高い温度の熱処置に関して、きわめて堅牢である。

【００７９】

本発明による複合構造１００は、１つ（又は複数）の高電圧のマイクロエレクトロニクスの構成要素（複数可）、実例としてショットキーダイオード、ＭＯＳＦＥＴトランジスタ、その他の生出に特に適する。より一般的には、複合構造１００は、優れた垂直電気伝導、良好な熱伝導性を可能とする、及び、高品質ｃ－ＳｉＣ加工層をもたらす、電力マイクロエレクトロニクスの応用物に適する。

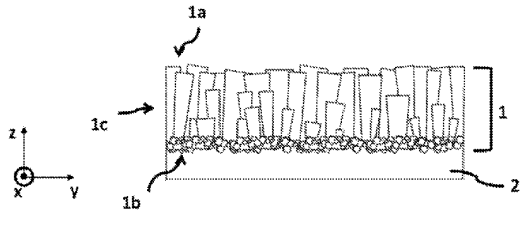
【００８０】

言うまでもなく、本発明は、説明された実施形態及び例に制限されず、実現変形例が、特許請求の範囲により定義されるような本発明の範囲から逸脱することなく、それらの実施形態及び例に応用されてもよい。

【図面】

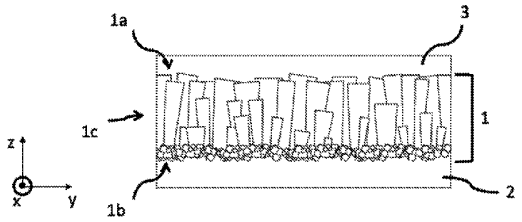
【図１ａ】

[Fig. 1a]



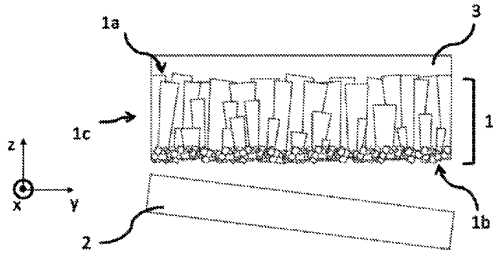
【図１ｂ】

[Fig. 1b]



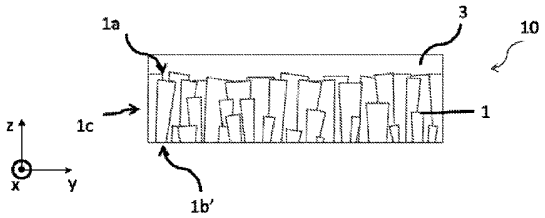
【図１ｃ】

[Fig. 1c]



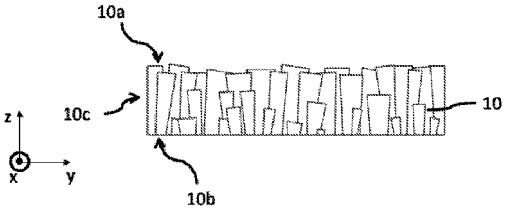
【図１ｄ】

[Fig. 1d]



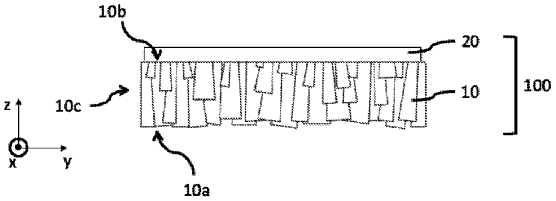
【図１ｅ】

[Fig. 1e]



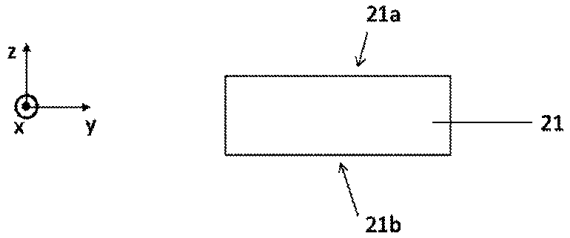
【図１ｆ】

[Fig. 1f]



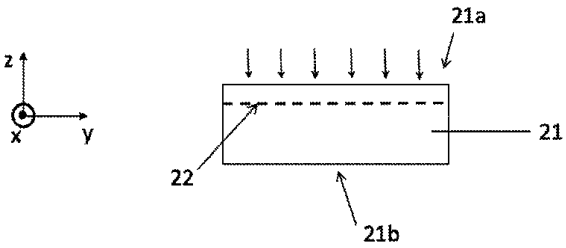
【図２ａ】

[Fig. 2a]



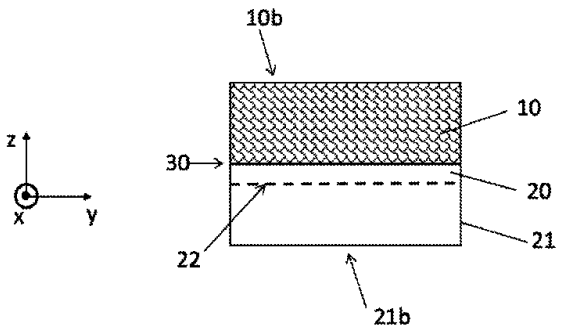
【図２ｂ】

[Fig. 2b]



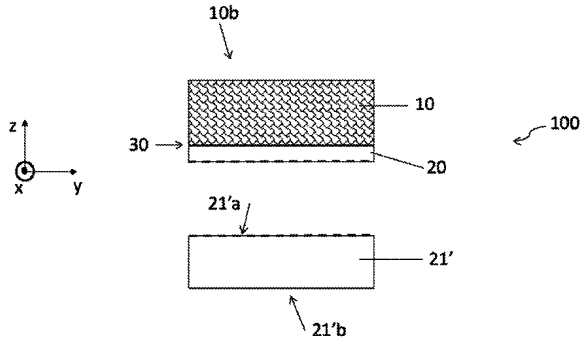
【図２ｃ】

[Fig. 2c]



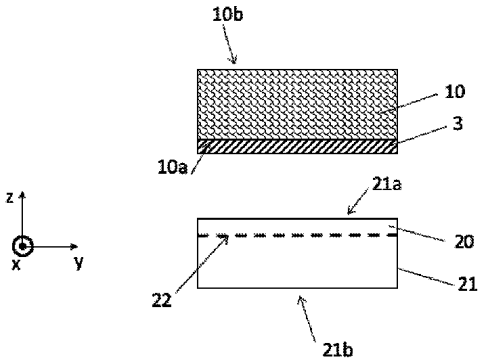
【図２ｄ】

[Fig. 2d]



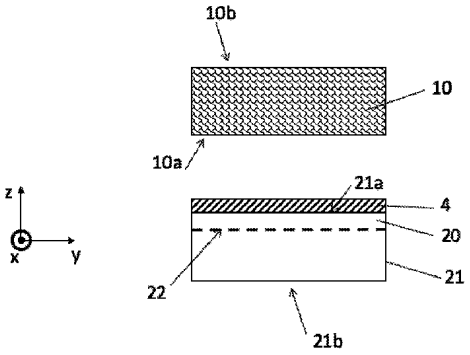
【図３ａ】

[Fig. 3a]



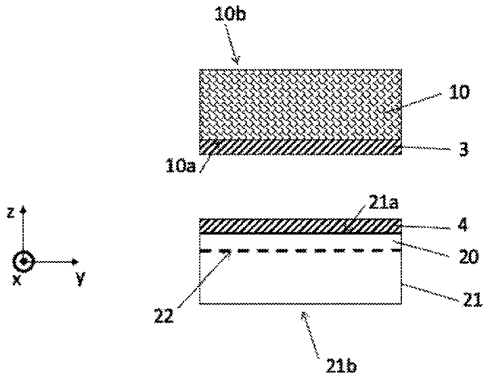
【図３ｂ】

[Fig. 3b]



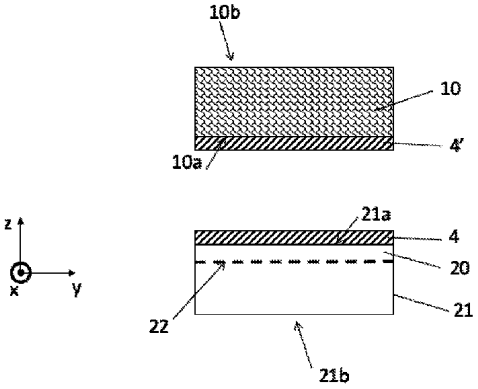
【図３ｃ】

[Fig. 3c]



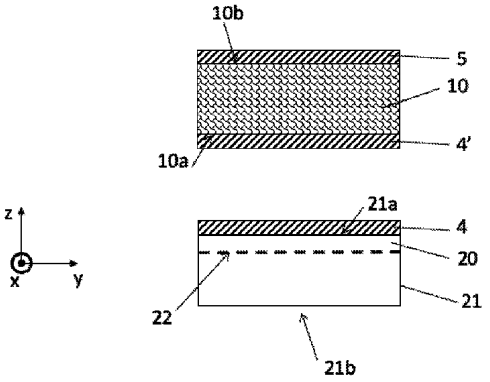
【図３ｄ】

[Fig. 3d]



【図３ｅ】

[Fig. 3e]



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/FR2022/051682

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/02(2006.01)i; *H01L 21/18*(2006.01)n; *H01L 21/762*(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2019153616 A1 (YAGI KUNIAKI [JP] ET AL) 23 May 2019 (2019-05-23) cited in the application paragraphs [0034] - [0040]; figures 2A, 2B, 3A	1-14
A	US 5714395 A (BRUEL MICHEL [FR]) 03 February 1998 (1998-02-03) claim 1; figure 4	1-14
A	JP H08188408 A (TOYO TANSO CO) 23 July 1996 (1996-07-23) claims; figures	1-14
A	US 2019382918 A1 (NAGASAWA HIROYUKI [JP] ET AL) 19 December 2019 (2019-12-19) claims; figures 1A-1D	1-14
A	US 2003129780 A1 (AUBERTON-HERVE ANDRE [FR]) 10 July 2003 (2003-07-10) paragraphs [0080] - [0087]; figures 1a, 1b, 2, 3	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 December 2022	**23 December 2022**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Ott, André** Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2022/051682

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2019153616	A1	23 May 2019	CN	108884593	A	23 November 2018
				EP	3441506	A1	13 February 2019
				JP	6619874	B2	11 December 2019
				JP	WO2017175799	A1	08 November 2018
				KR	20180126566	A	27 November 2018
				US	2019153616	A1	23 May 2019
				WO	2017175799	A1	12 October 2017
US	5714395	A	03 February 1998	DE	69617147	T2	04 July 2002
				EP	0763849	A1	19 March 1997
				FR	2738671	A1	14 March 1997
				JP	4049834	B2	20 February 2008
				JP	H09181011	A	11 July 1997
				KR	970018021	A	30 April 1997
				US	5714395	A	03 February 1998
JP	H08188408	A	23 July 1996	NONE			
US	2019382918	A1	19 December 2019	CN	110366611	A	22 October 2019
				EP	3591101	A1	08 January 2020
				JP	6743963	B2	19 August 2020
				JP	WO2018159754	A1	26 December 2019
				KR	20190121366	A	25 October 2019
				RU	2019130866	A	02 April 2021
				US	2019382918	A1	19 December 2019
				WO	2018159754	A1	07 September 2018
US	2003129780	A1	10 July 2003	AT	357740	T	15 April 2007
				AU	6767601	A	24 December 2001
				CN	1436369	A	13 August 2003
				DE	60127402	T2	29 November 2007
				EP	1292975	A1	19 March 2003
				FR	2810448	A1	21 December 2001
				JP	5374006	B2	25 December 2013
				JP	5461593	B2	02 April 2014
				JP	2004503942	A	05 February 2004
				JP	2012099848	A	24 May 2012
				KR	20030047900	A	18 June 2003
				TW	I266359	B	11 November 2006
				US	2003129780	A1	10 July 2003
				US	2005151155	A1	14 July 2005
				WO	0197282	A1	20 December 2001

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051682

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01L21/02
ADD. H01L21/18 H01L21/762

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2019/153616 A1 (YAGI KUNIAKI [JP] ET AL) 23 mai 2019 (2019-05-23) cité dans la demande alinéas [0034] - [0040]; figures 2A, 2B, 3A	1-14
A	US 5 714 395 A (BRUEL MICHEL [FR]) 3 février 1998 (1998-02-03) revendication 1; figure 4	1-14
A	JP H08 188408 A (TOYO TANSO CO) 23 juillet 1996 (1996-07-23) revendications; figures	1-14
A	US 2019/382918 A1 (NAGASAWA HIROYUKI [JP] ET AL) 19 décembre 2019 (2019-12-19) revendications; figures 1A-1D	1-14

-/--

[x] Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

[x] Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée
"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
"X" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
"Y" document particulièrement pertinent;; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale
9 décembre 2022	23/12/2022

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale	Fonctionnaire autorisé
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Ott, André

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051682

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 2003/129780 A1 (AUBERTON-HERVE ANDRE [FR]) 10 juillet 2003 (2003-07-10) alinéas [0080] - [0087]; figures 1a, 1b, 2, 3	1-14

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2022/051682

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019153616 A1	23-05-2019	CN 108884593 A	23-11-2018
		EP 3441506 A1	13-02-2019
		JP 6619874 B2	11-12-2019
		JP WO2017175799 A1	08-11-2018
		KR 20180126566 A	27-11-2018
		US 2019153616 A1	23-05-2019
		WO 2017175799 A1	12-10-2017
US 5714395 A	03-02-1998	DE 69617147 T2	04-07-2002
		EP 0763849 A1	19-03-1997
		FR 2738671 A1	14-03-1997
		JP 4049834 B2	20-02-2008
		JP H09181011 A	11-07-1997
		KR 970018021 A	30-04-1997
		US 5714395 A	03-02-1998
JP H08188408 A	23-07-1996	AUCUN	
US 2019382918 A1	19-12-2019	CN 110366611 A	22-10-2019
		EP 3591101 A1	08-01-2020
		JP 6743963 B2	19-08-2020
		JP WO2018159754 A1	26-12-2019
		KR 20190121366 A	25-10-2019
		RU 2019130866 A	02-04-2021
		US 2019382918 A1	19-12-2019
		WO 2018159754 A1	07-09-2018
US 2003129780 A1	10-07-2003	AT 357740 T	15-04-2007
		AU 6767601 A	24-12-2001
		CN 1436369 A	13-08-2003
		DE 60127402 T2	29-11-2007
		EP 1292975 A1	19-03-2003
		FR 2810448 A1	21-12-2001
		JP 5374006 B2	25-12-2013
		JP 5461593 B2	02-04-2014
		JP 2004503942 A	05-02-2004
		JP 2012099848 A	24-05-2012
		KR 20030047900 A	18-06-2003
		TW I266359 B	11-11-2006
		US 2003129780 A1	10-07-2003
		US 2005151155 A1	14-07-2005
		WO 0197282 A1	20-12-2001

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

弁理士　野田 雅一

(72)発明者　ビアード， ヒューゴ

フランス共和国， ３８１９０ ベルナン， パルク テクノロジーク デ フォンテーヌ， シュマンデ フランク， ケアオブ ソイテック

(72)発明者　ラグランジュ， メラニー

フランス共和国， ３８１９０ ベルナン， パルク テクノロジーク デ フォンテーヌ， シュマンデ フランク， ケアオブ ソイテック

Ｆターム（参考）　4G077　AA02 AA07 AB10 BE08 DB05 DB07 DB09 DB16 EB01 ED06
EE06 EF01 FF06 FG12 FJ03 GA01 GA10 HA06 HA12 TA04 TK01
TK11