

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-543550

(P2024-543550A)

(43)公表日 令和6年11月21日(2024.11.21)

(51)国際特許分類

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

F I

H 0 1 L 21/02

B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全21頁)

(21)出願番号 特願2024-531244(P2024-531244)
 (86)(22)出願日 令和4年12月13日(2022.12.13)
 (85)翻訳文提出日 令和6年7月11日(2024.7.11)
 (86)国際出願番号 PCT/FR2022/052331
 (87)国際公開番号 WO2023/111446
 (87)国際公開日 令和5年6月22日(2023.6.22)
 (31)優先権主張番号 2113508
 (32)優先日 令和3年12月14日(2021.12.14)
 (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,A
 T,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
 ス, シュマン デ フランク
 Parc Technologique
 des fontaines chemi
 n 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】 多結晶シリコンカーバイド基板と単結晶シリコンカーバイドの活性層とを備える半導体構造の製造のためのプロセス

(57)【要約】

本発明は、多結晶シリコンカーバイド(SiC)の支持基板(1)と単結晶シリコンカーバイドの活性層(2)とを備える半導体構造の製造のためのプロセスであって、

主にポリタイプ3Cの多結晶SiCの第1の層(11)と主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの多結晶SiCの第2の層(12)とのスタックを備える支持基板の形成と、

支持基板のポリタイプ4Hおよび/または6Hの面への、ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiCの活性層(2)を備えるドナー基板(20)の接合と、

支持基板上への活性層(2)の転写とを含む、プロセスに関する。

【選択図】 図1

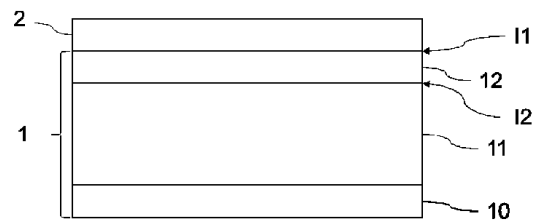


FIGURE 1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多結晶シリコンカーバイド (S i C) の支持基板 (1) と単結晶シリコンカーバイドの活性層 (2) とを備える半導体構造の製造のためのプロセスであって、

主にポリタイプ 3 C の多結晶 S i C の第 1 の層 (1 1) と主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 S i C の第 2 の層 (1 2) とのスタックを備える支持基板の形成と、

前記支持基板のポリタイプ 4 H および / または 6 H の面への、ポリタイプ 4 H または 6 H の単結晶 S i C の活性層 (2) を備えるドナー基板 (2 0) の接合と、

前記支持基板上への前記活性層 (2) の転写と

を含む、プロセス。

10

【請求項 2】

前記支持基板の前記形成が、シード基板 (1 0) 上での前記第 1 の層 (1 1) の成長と、次いで、前記第 1 の層 (1 1) 上での前記第 2 の層 (1 2) の成長とを含む、請求項 1 に記載のプロセス。

【請求項 3】

前記支持基板の前記形成が、シード基板 (1 0) 上での前記第 2 の層 (1 2) の成長と、前記第 2 の層 (1 2) 上での前記第 1 の層 (1 1) の成長と、前記ドナー基板の前記接合のために前記第 2 の層 (1 2) の面を露出させるための前記シード基板 (1 0) の除去とを順番に含む、請求項 1 に記載のプロセス。

【請求項 4】

前記シード基板 (1 0) が、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の単結晶または多結晶 S i C 基板である、請求項 3 に記載のプロセス。

20

【請求項 5】

前記第 1 の層 (1 1) が 1 から 2 0 μm の間の厚さにわたって成長し、前記第 2 の層 (1 2) が 8 0 から 3 5 0 μm の間の厚さにわたって成長する、請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 6】

前記第 1 の層 (1 1) が 8 0 から 2 0 0 μm の間の厚さにわたって成長し、前記第 2 の層 (1 2) が 1 5 0 から 2 7 0 μm の間の厚さにわたって成長する、請求項 2 ~ 4 のいずれか一項に記載のプロセス。

30

【請求項 7】

前記第 1 の層および前記第 2 の層の前記成長が化学気相堆積 (C V D) によって行われる、請求項 2 ~ 6 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 8】

前記第 1 の層 (1 1) の前記成長が、1 1 0 0 から 1 5 0 0 の間、好ましくは 1 2 0 0 から 1 4 0 0 の間の温度で行われる、請求項 2 ~ 7 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 9】

前記第 2 の層 (1 2) の前記成長が、1 5 0 0 から 2 6 0 0 の間、好ましくは 1 7 0 0 から 1 9 0 0 の間または 1 8 0 0 から 2 4 0 0 の間、更にさらに 2 0 0 0 から 2 2 5 0 の間の温度で行われる、請求項 2 ~ 8 のいずれか一項に記載のプロセス。

40

【請求項 10】

前記第 1 の層および前記第 2 の層の前記成長中にドーパントの導入をさらに含む、請求項 2 ~ 9 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 11】

前記ドナー基板 (2 0) が、前記支持基板のポリタイプ 4 H および / または 6 H の前記面に直接接合される、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 12】

前記ドナー基板 (2 0) が、接合層 (3) を介して前記支持基板のポリタイプ 4 H および / または 6 H の前記面に接合される、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載のプロセス

50

。

【請求項 13】

前記接合層(3)が、ケイ素またはタングステンを含む、請求項12に記載のプロセス

。

【請求項 14】

前記接合の前の、前記活性層(2)を画定する弱化ゾーン(21)を形成するための前記ドナー基板(20)への原子種の注入の段階と、前記接合の後の、前記支持基板上に前記活性層(2)を転写するための前記弱化ゾーン(21)に沿った前記ドナー基板(20)の分離の段階とをさらに含む、請求項1~13のいずれか一項に記載のプロセス。

【請求項 15】

前記支持基板上への前記活性層の前記転写の後の、前記第1の層(11)の除去をさらに含む、請求項5と組み合わせた請求項1~14のいずれか一項に記載のプロセス。

10

【請求項 16】

背面から前面に、

主にポリタイプ3Cの多結晶SiCの第1の層(11)と、

主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの多結晶SiCの第2の層(12)と、

ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiCの活性層(2)と

を順番に備える、半導体構造。

【請求項 17】

前記第1の層(11)が80から350 μm の間の厚さを示し、

前記第2の層(12)が1から20 μm の間の厚さを示す、

請求項16に記載の構造。

20

【請求項 18】

前記第1の層(11)が80から200 μm の間の厚さを示し、

前記第2の層(12)が150から270 μm の間の厚さを示す、

請求項16に記載の構造。

【請求項 19】

請求項16~18のいずれか一項に記載の構造と、前記活性層(2)の中または上に配置された、トランジスタ、ダイオード、電子電力部品および/または電子無線周波数部品など、少なくとも1つの電子部品とを備える、特に電力用途または無線周波数用途のための電子デバイス。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、多結晶シリコンカーバイドの支持基板と単結晶シリコンカーバイドの活性層とを備える半導体構造の製造のためのプロセス、ならびにまた、そのような構造、および特に電力用途または無線周波数用途のための、そのような構造を備える電子デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

(先行技術)

シリコンカーバイド(SiC)は、マイクロエレクトロニクスにおいて、特に電力用途を意図した電子デバイスのための基板の製造において、好適な材料である。

【0003】

これらのマイクロ電子デバイスは、単結晶SiCの活性層を備え、活性層の中または上に、トランジスタ、および必要な機能を果たすのに適した他の電子部品が形成される。

【0004】

活性層は、良好な導電率を示すために、ドーパされた多結晶SiCの支持基板上に配置される。これは、これらのデバイスでは、活性層のトランジスタおよび他の電気部品に印加された電流が、活性層とは反対側の面である背面の方向に、基板を通過するためである

40

50

。

【0005】

活性層と支持基板とを備える半導体構造の形成は、Smart Cut（商標）プロセスによって行うことができる。このプロセスによれば、活性層を画定する弱化ゾーンが、単結晶SiCのドナー基板への原子種の注入によって形成され、ドナー基板は、多結晶SiCの支持基板に接合され、次いで、ドナー基板は、活性層を支持基板上に転写するように弱化ゾーンに沿って分離される。分離は、機械的作用、熱処理または任意の他の適切な手段によって開始することができ、前記手段を任意に組み合わせることが可能である。

【0006】

SiCは、いくつかのポリタイプ、すなわち、異なる結晶構造を示す。マイクロエレクトロニクス分野において使用される主なポリタイプは、立方晶構造のポリタイプ3Cと、六方晶構造のポリタイプ4Hおよび6Hとである。これらのポリタイプは、特に、それらの単位セルパラメータ、それらの電子バンド図およびそれらの熱膨張係数が異なる。

10

【0007】

一般に、多結晶SiC基板は3C形態で商業的に入手可能である。これは、このポリタイプが、一般にグラファイトで作られたシード基板上で、比較的低温、すなわち、典型的には1400以下で、化学気相堆積によって得ることができ、その結果、製造プロセスがエネルギー的に比較的経済的であるためである。

【0008】

一方、単結晶SiC基板は、4Hまたは6Hタイプの、六方晶構造を有する、当業界で使用される寸法、すなわち典型的には直径150~200mm程度のものが、商業的に入手可能である。

20

【0009】

その結果、4Hタイプの多結晶SiCの活性層と多結晶SiCの支持基板との組立ては、2つのタイプの不連続性、すなわち、結晶品質に関する不連続性（単結晶/多結晶）と結晶構造に関する不連続性（六方晶/立方晶）とを示す界面の形成を含む。

【0010】

これらの2つの不連続性は、構造の性能品質に影響を及ぼすいくつかの問題を引き起こす可能性がある。

【0011】

一方では、高いサーマルバジェットを構造が受ける場合に、熱膨張係数の差が構造の変形を引き起こす可能性がある。

30

【0012】

そのようなサーマルバジェットは、接合界面を強化することを意図したアニーリングの際に構造に適用することができる。これは、既知のプロセスが、支持基板へのドナー基板の直接接合を可能にせず、例えばドーピングシリコンから作られる接合層の使用を必要とするためである。次いで、接合の後に、しばしば、1700程度の温度で安定化アニーリングが行われる。

【0013】

典型的には1500から2000の間の高いサーマルバジェットも、電子デバイスの製造の後続のフェーズ中に、例えば、電子デバイスの他の部分を形成するために活性層上でエピタキシーが行われるときに、またはドーパントの活性化のための熱処理中に、適用することができる。

40

【0014】

熱膨張係数の差による変形は、構造の平坦性を損なう可能性があり、これは、電子デバイスの製造の後続の段階の実施を害し、接合の機械的強度を低下させる。

【0015】

一方、接合界面の両側での結晶粒のアラインメントを可能にしない、結晶品質の差は、界面における導電率の損失を引き起こす可能性がある。

【発明の概要】

50

【 0 0 1 6 】

(発明の簡単な説明)

本発明の1つの目的は、多結晶SiCの支持基板上の単結晶SiCの活性層を備える半導体構造の製造のためのプロセスを設計することであり、これは、活性層と支持基板との間の界面における結晶品質およびポリタイプの差に関連する欠点を最小限に抑えることを可能にする。

【 0 0 1 7 】

この目的のために、本発明は、多結晶シリコンカーバイド(SiC)の支持基板と単結晶シリコンカーバイドの活性層とを備える半導体構造の製造のためのプロセスであって、

主にポリタイプ3Cの多結晶SiCの第1の層と主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの多結晶SiCの第2の層とのスタックを備える支持基板の形成と、

支持基板のポリタイプ4Hおよび/または6Hの面への、ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiCの活性層を備えるドナー基板の接合と、

支持基板上への活性層の転写と

を含む、プロセスを提供する。

【 0 0 1 8 】

したがって、最終構造では、(活性層と支持基板との間の接合界面に残る)異なる結晶品質の層間の界面と、(接合界面から距離を置いて支持基板に埋め込まれている)異なるポリタイプの層間の界面とは、分割されている。

【 0 0 1 9 】

本テキストでは、「主にポリタイプ3Cの」という用語は、第1の層中の3C構造の粒の体積割合が、60%以上、好ましくは70%以上、更にさらには80%以上であることを意味する。同様に、「主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの」という表現は、第2の層中の4Hおよび/または6H構造の粒の体積割合が60%以上、好ましくは70%以上、より好ましくは80%以上であることを意味する。

【 0 0 2 0 】

本テキストでは、「第1の」および「第2の」という用語は、支持基板の異なるポリタイプの多結晶SiCの2つの層を示し、前記層の形成の特定の順序をもたらすものではない。

【 0 0 2 1 】

したがって、いくつかの実施形態では、第1の層がシード基板上で成長し、次いで第2の層が第1の層上で成長し、その結果、支持基板は、ドナー基板の接合のための主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの自由表面を直接示す。

【 0 0 2 2 】

他の実施形態では、第2の層がシード基板上で成長し、次いで第1の層が第2の層上で成長する。この場合、支持基板の主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの面へのドナー基板の接合を可能にするために、シード基板は、シード基板の側に位置する第2の層の面を解放するために除去される。

【 0 0 2 3 】

技術的に関連する場合に任意選択的に組み合わせた、他の好適であるが任意選択的な特徴によれば、

支持基板の形成は、シード基板上での第1の層の成長と、次いで、第1の層上での第2の層の成長とを含み、

支持基板の形成は、シード基板上での第2の層の成長と、第2の層上での第1の層の成長と、ドナー基板の接合のために第2の層の面を露出させるためのシード基板の除去とを順番に含み、

シード基板は、主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの単結晶または多結晶SiC基板であり、

第1の層は1から20 μ mの間の厚さにわたって成長し、第2の層は80から350 μ mの間の厚さにわたって成長し、

10

20

30

40

50

第 1 の層は 80 から 200 μm の間の厚さにわたって成長し、第 2 の層は 150 から 270 μm の間の厚さにわたって成長し、

第 1 の層および第 2 の層の成長は化学気相堆積 (CVD) によって行われ、

第 1 の層の成長は、1100 から 1500 の間、好ましくは 1200 から 1400 の間の温度で行われ、

第 2 の層の成長は、1500 から 2600 の間、好ましくは 1700 から 1900 の間または 1800 から 2400 の間、更にさらに 2000 から 2250 の間の温度で行われ、

プロセスは、第 1 の層および第 2 の層の成長中にドーパントの導入をさらに含み、

ドナー基板は、支持基板のポリタイプ 4 H および / または 6 H の面に直接接合され、

ドナー基板は、接合層を介して支持基板のポリタイプ 4 H および / または 6 H の面に接合され、

接合層は、ケイ素またはタンゲステンを含み、

プロセスは、接合の前の、活性層を画定する弱化ゾーンを形成するためのドナー基板への原子種の注入の段階と、接合の後の、支持基板上に活性層を転写するための弱化ゾーンに沿ったドナー基板の分離の段階とをさらに含み、

第 1 の層が 1 から 20 μm の間の厚さにわたって成長する場合、第 1 の層は、活性層の支持基板上への転写後に除去される。

【0024】

本発明の別の主題は、背面から前面に、

主にポリタイプ 3 C の多結晶 SiC の第 1 の層と、

主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 SiC の第 2 の層と、

ポリタイプ 4 H または 6 H の単結晶 SiC の活性層と

を順番に備える、半導体構造に関する。

【0025】

本テキストでは、「順番に」という用語は、層の空間的順序を指定するが、必ずしも前記層の間の直接接触をもたらすとは限らない。

【0026】

いくつかの実施形態では、第 1 の層は 80 から 350 μm の間の厚さを示し、第 2 の層は 1 から 20 μm の間の厚さを示す。

【0027】

他の実施形態では、第 1 の層は 80 から 200 μm の間の厚さを示し、第 2 の層は 150 から 270 μm の間の厚さを示す。

【0028】

本発明の別の主題は、上記で説明された構造と、活性層の中または上に配置された、トランジスタ、ダイオード、電子電力部品および / または電子無線周波数部品など、少なくとも 1 つの電子部品とを備える、特に電力用途または無線周波数用途のための電子デバイスに関する。

【0029】

本発明の他の特徴および利点は、添付の図面を参照して、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図 1】第 1 の実施形態による半導体構造の断面図である。

【図 2】第 2 の実施形態による構造の断面図である。

【図 3 A】図 1 の半導体構造の製造のためのプロセスの 1 つの段階を図式的に表す図である。

【図 3 B】図 1 の半導体構造の製造のためのプロセスの別の段階を図式的に表す図である。

【図 3 C】図 1 の半導体構造の製造のためのプロセスのさらに別の段階を図式的に表す図

10

20

30

40

50

である。

【図 3 D】図 1 の半導体構造の製造のためのプロセスのまたさらに別の段階を図式的に表す図である。

【図 4 A】図 2 の半導体構造の製造のためのプロセスの 1 つの段階を図式的に表す図である。

【図 4 B】図 2 の半導体構造の製造のためのプロセスの別の段階を図式的に表す図である。

【図 4 C】図 2 の半導体構造の製造のためのプロセスのさらに別の段階を図式的に表す図である。

【図 4 D】図 2 の半導体構造の製造のためのプロセスのまたさらに別の段階を図式的に表す図である。 10

【図 5 A】図 3 A ~ 図 3 D および図 4 A ~ 図 4 D のプロセスの代替形態の 1 つの段階を図式的に表す図である。

【図 5 B】図 3 A ~ 図 3 D および図 4 A ~ 図 4 D のプロセスの代替形態の別の段階を図式的に表す図である。

【図 5 C】図 3 A ~ 図 3 D および図 4 A ~ 図 4 D のプロセスの代替形態のさらに別の段階を図式的に表す図である。

【図 5 D】図 3 A ~ 図 3 D および図 4 A ~ 図 4 D のプロセスの代替形態のまたさらに別の段階を図式的に表す図である。

【0031】

20

読みやすさの理由で、図面は必ずしも縮尺通りに作成されているとは限らない。

【発明を実施するための形態】

【0032】

(実施形態の詳細な説明)

本明細書は、多結晶 SiC の支持基板と、支持基板の上に延在する単結晶 SiC の活性層とを備える半導体構造に関する。

【0033】

支持基板は、異なるポリタイプの多結晶 SiC の 2 つの層、すなわち、主にポリタイプ 3 C の第 1 の層と、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の第 2 の層とを備える。

【0034】

多結晶 SiC の第 1 の層と第 2 の層とは、構造の異なる構成に従って提供することができ、その構成は以下で説明される。

30

【0035】

活性層は、最適な電気特性を示すために単結晶 SiC で作られる。活性層は、主にポリタイプ 4 H または 6 H の六方晶構造を示す。

【0036】

活性層は、ポリタイプ 4 H および / または 6 H の面上で、支持基板に接合することによって追加される。この接合は、直接的なものであるか、または接合層を介した間接的なものであり得る。

【0037】

40

活性層は、同じく六方晶であるポリタイプの多結晶 SiC の層に接合されることに留意されたい。したがって、接合界面に存在する材料は、六方晶構造の材料と立方晶構造の材料との間の接合の場合よりも近いバンドを有する構造を示し、これは、界面におけるより良好な導電率に有益であり得る。さらに、界面に存在する六方晶構造間のこの類似性は、界面の両側の熱膨張係数の差を低減することを可能にする。このため、高温製造段階中の塑性変形のリスクと、また、電子デバイスの製造のためにその後に行われるリソグラフィ一段階中の、構造の曲率による焦点調節の不備を回避することが可能である。

【0038】

支持基板を形成する多結晶 SiC の第 1 の層と第 2 の層との配置が何であれ、異なる性質の 2 つの界面が前記構造内に存在する。

50

【 0 0 3 9 】

第 1 の界面は、単結晶活性層と多結晶支持基板との間の界面であり、これは、異なる結晶品質であるが同様のポリタイプの層間の界面である。

【 0 0 4 0 】

第 2 の界面は、支持基板の多結晶 S i C の第 1 の層と第 2 の層との間の界面であり、これは、異なるポリタイプであるが同様の結晶品質の層間の界面である。この第 2 の界面は、支持基板の厚みに位置し、したがって第 1 の界面から離れている。

【 0 0 4 1 】

第 2 の界面は、必ずしも立方晶ポリタイプから六方晶ポリタイプへの急激な通過を示すものではなく、典型的には 2 0 μ m までの範囲であり得る特定の厚さを示す遷移ゾーンを含むことができることに留意されたい。しかしながら、第 2 の層の厚さに鑑みて、そのような遷移ゾーンがあっても、第 1 の界面は第 2 の界面から十分に離れている。

10

【 0 0 4 2 】

図 1 に示す第 1 の実施形態によれば、構造は、背面から前面に、シード基板 1 0 と、主にポリタイプ 3 C の多結晶 S i C の第 1 の層 1 1 と、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 S i C の第 2 の層 1 2 (シード基板ならびに層 1 1 および層 1 2 が支持基板 1 を一緒に形成する) と、ポリタイプ 4 H または 6 H の単結晶 S i C の活性層 2 とを順番に備える。

【 0 0 4 3 】

以下に示すように、シード基板 1 0 は、第 1 の層 1 1 の成長のために使用される。したがって、シード基板は、その存在がもはや必要でない場合、構造から除去することができる。

20

【 0 0 4 4 】

構造のこの第 1 の実施形態では、第 1 の層 1 1 は第 2 の層 1 2 よりも実質的に厚い。例えば、第 1 の層 1 1 は 8 0 から 3 5 0 μ m の間の厚さを示し、第 2 の層 1 2 は 1 から 2 0 μ m の間の厚さを示す。

【 0 0 4 5 】

ポリタイプ 3 C は、ポリタイプ 4 H または 6 H よりも低い温度で得ることができるため、この構造の第 1 の実施形態の製造は、エネルギー的により経済的である。

【 0 0 4 6 】

後続の製造ステップにおいて、第 1 の層 1 1 の背面部分を任意選択的に除去することができる。

30

【 0 0 4 7 】

前記構造は、単結晶である活性層 2 と多結晶である支持基板 1 との間の第 1 の界面 I 1 を示す。

【 0 0 4 8 】

図 1 では、活性層 2 は多結晶 S i C の第 2 の層 1 2 と直接接触して表されているが、これらの 2 つの層の間の界面において (図 2 では 3 で参照される層のタイプの) 接合層を有することも可能である。そのような接合層は、典型的には、活性層 2 と支持基板 1 との間の電気伝導を確保しながら接合の機械的強度を促進するように、ケイ素またはタングステンから作ることができる。

40

【 0 0 4 9 】

さらに、構造は、主にポリタイプ 3 C の第 1 の層 1 1 と、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の第 2 の層 1 2 との間の第 2 の界面 I 2 を示す。

【 0 0 5 0 】

したがって、界面 I 1 および I 2 は、第 2 の層 1 2 の厚さだけ離れている。

【 0 0 5 1 】

図 2 に示す第 2 の実施形態によれば、構造は、背面から前面に、シード基板 1 0 と、主にポリタイプ 3 C の多結晶 S i C の第 1 の層 1 1 と、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 S i C の第 2 の層 1 2 (シード基板ならびに層 1 1 および層 1 2 が支持基板

50

1を一緒に形成する)と、接合層3と、ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiCの活性層2とを順番に備える。

【0052】

以下に示すように、シード基板10は、第1の層11の成長のために使用される。したがって、シード基板は、その存在がもはや必要でない場合、構造から除去することができる。

【0053】

構造のこの第2の実施形態では、第1の層11は第2の層12よりも実質的に薄い。例えば、第1の層11は80から200 μm の間の厚さを示し、第2の層12は150から270 μm の間の厚さを示す。立方晶構造の層がより薄いことは、3C構造と4H/6H構造との間の熱膨張係数の差による変形を制限することを可能にする。

【0054】

前記構造は、単結晶である活性層2と多結晶である支持基板1との間の第1の界面I1を示す。

【0055】

図2では、接合層3が活性層2と多結晶SiCの第2の層12との間に表されているが、この接合層は任意選択的であり、層2と層12との間の直接接合を行うことも可能である。接合層3は、典型的には、活性層2と支持基板1との間の電気伝導を確保しながら接合の機械的強度を促進するように、ケイ素またはタングステンから作ることができる。

【0056】

さらに、構造は、主にポリタイプ3Cの第1の層11と、主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの第2の層12との間の第2の界面I2を示す。

【0057】

したがって、界面I1およびI2は、第2の層12の厚さだけ離れている。

【0058】

任意選択的に、製造プロセスの後続のステップにおいて、第1の層11を除去することができ、その場合、第2の界面は最終構造体においてもはや存在しない。しかしながら、構造は、上記で説明されたように、熱膨張係数の差の低減と、バンド構造がかなり近いことの両方の結果として有益である、六方晶構造の2つの層間の第1の界面I1から依然として利益を得る。

【0059】

次に、これらの構造の製造のための様々なプロセスが説明される。

【0060】

図3A~図3Dは、図1の構造の製造のためのプロセスの段階を図式的に示す。

【0061】

図3Aを参照すると、主にポリタイプ3Cの多結晶SiCの第1の層11がシード基板10上に形成される。シード基板10は、典型的にはグラファイト基板であるが、その熱膨張係数が多結晶SiCの熱膨張係数に近く、好ましくは低コストを示し、および/または再利用可能である任意の他の材料を使用することができる。したがって、グラファイトの代替材料は、単結晶SiCおよび焼結多結晶SiCである(非限定的なリスト)。

【0062】

第1の層11は、化学気相堆積(CVD)によって形成され得る。この堆積は、以下の前駆体を含むことができる(非限定的な例)。

炭素の場合、エタン、プロパンまたはアセチレン、

ケイ素の場合、シラン、テトラクロロシラン、トリクロロシランまたはジクロロシラン、

または、また、炭素およびケイ素の共通ソースとしてのテトラメチルシラン。

【0063】

これらの前駆体は、窒素、アルゴン、ヘリウムおよび水素から選択することができるキャリアガスによって搬送される。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

当業者は、堆積パラメータ、特に温度を、使用される前駆体および堆積を行うために使用されるプラントに応じて規定する立場にある。

【 0 0 6 5 】

立方晶構造を得るために、典型的には 1 1 0 0 から 1 5 0 0 の間、好ましくは 1 2 0 0 から 1 4 0 0 の間の比較的低い堆積温度が使用される。前記第 1 の層 1 1 は、8 0 から 3 5 0 μm の間の厚さにわたって成長する。一般に、成長はシード基板の両面上で行われるため、シード基板の背面上にも、主にポリタイプ 3 C の多結晶 S i C の層が形成される。この層は構造において保持されることを意図していないため、図面の簡略化のために表されていない。

10

【 0 0 6 6 】

図 3 B を参照すると、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 S i C の第 2 の層 1 2 が、支持基板 1 を得るために第 1 の層 1 1 上に形成される。第 2 の層 1 2 も化学気相堆積によって形成することができるが、六方晶構造を得るために、典型的には 1 5 0 0 から 2 6 0 0 の間、好ましくは 1 7 0 0 から 1 9 0 0 の間または 1 8 0 0 から 2 4 0 0 の間、更にさらには 2 0 0 0 から 2 2 5 0 の間の比較的高い堆積温度が使用される。成長温度は、特に堆積技術、使用される前駆体および他の動作条件に依存し、したがって、単に指示として与えられ、当業者は、所望のポリタイプに適した成長プロセスを規定する立場にある。前駆体は、第 1 の層の堆積について上記で提示されたものと同じリストから選択することができる。

20

【 0 0 6 7 】

上述の化学気相堆積以外に、第 2 の層は、高温化学気相堆積 (H T C V D) によって、液相成長 (「トップシード溶液成長」の頭字語 T S S G で知られる技術) によって、または物理気相堆積 (P V D または P V T) によっても形成することができる。

【 0 0 6 8 】

そのような温度で堆積を行うことは、極めて高いエネルギーを必要とするが、第 2 の層が (1 μm から 2 0 μm の間の) 低い厚さにわたって形成されることは、プロセスの全体的なエネルギー消費およびコストを制限することを可能にする。第 2 の層の堆積は、好適には、堆積した S i C のポリタイプを変更するために堆積温度が上昇する、第 1 の層と同じチャンバ内で行われる。

30

【 0 0 6 9 】

想定され得る代替形態によれば、第 1 の層 1 1 は、堆積チャンバ内に移送される前に焼結プロセスによって形成され、その堆積チャンバ内で、その後、第 2 の層 1 2 が上述の堆積または成長技術のうちの 1 つによって第 1 の層 1 1 上に堆積される。

【 0 0 7 0 】

多結晶 S i C の第 1 の層の立方晶構造と第 2 の層の六方晶構造との間の遷移は明確でないことがあるが、2 0 μm までの範囲であり得る厚さにわたって、3 C タイプの粒と 4 H および / または 6 H タイプの粒との混合物を含む遷移ゾーンを示し得る。しかしながら、この遷移ゾーンが活性層と支持基板との間の接合界面から離れている限りでは、構造の性能品質を害するものではない。

40

【 0 0 7 1 】

好ましくは、第 1 の層と第 2 の層は、既知の技術に従って、それらの成長中にドーパントの導入によってドーピングされる。ドーパントは、典型的には、所望のドーピングのタイプに従って、窒素、ホウ素、リンまたはアルミニウムであり得る。ドーパントの含有量は、一般に、 $1 0^{18}$ から $1 0^{21}$ a t / c m ³ の間である。

【 0 0 7 2 】

図 3 C を参照すると、転写される活性層 2 を画定する弱化ゾーン 2 1 が原子種 (典型的には水素および / またはヘリウム) の注入によって形成される、ドナー基板 2 0 が提供される。ドナー基板 2 0 は、典型的には直径 1 5 0 ~ 2 0 0 m m 程度の適切なサイズで商業的に入手可能である、ポリタイプ 4 H または 6 H の単結晶 S i C 基板である。

50

【0073】

図3Dを参照すると、ドナー基板20が支持基板1に接合される。事前に、2つの基板の直接接合の目的で、接触している表面が可能な限り滑らかであること、すなわち、特に1nm未満のRMS、好ましくは0.5nm未満のRMS、より好ましくは0.2nm未満のRMSの粗さを示すことを確実にするのに適した任意の表面処理が適用される。さらに、表面は、好適には疎水性にされる。

【0074】

その後、ドナー基板は、活性層2を支持基板1上に転写し、図1の構造を得るように、弱化ゾーン21に沿って分離される。

【0075】

図4A～図4Dは、図2の構造の製造のためのプロセスの段階を図式的に示す。

【0076】

図4Aを参照すると、主にポリタイプ3Cの多結晶SiCの第1の層11がシード基板10上に形成される。シード基板10は、典型的にはグラファイト基板である。第1の層11は、化学気相堆積(CVD)によって形成される。立方晶構造を得るために、典型的には1100から1500の間、好ましくは1200から1400の間の比較的低い堆積温度が使用される。前記第1の層11は、1から20μmの間の厚さにわたって成長する。

【0077】

図4Bを参照すると、主にポリタイプ4Hおよび/または6Hの多結晶SiCの第2の層12が、支持基板1を得るために第1の層11上に形成される。第2の層12も化学気相堆積によって形成されるが、六方晶構造を得るために、典型的には1500から2600の間、好ましくは1700から1900の間または1800から2400の間、更にさらには2000から2250の間の比較的高い堆積温度が使用される。上記のように、当業者は、採用される技術および使用される前駆体に応じて所望のポリタイプのための成長条件を決定する立場にある。第2の層は、80から350μmの間の厚さにわたって形成される。第2の層の堆積は、好適には、堆積したSiCのポリタイプを変更するために堆積温度が上昇する、第1の層と同じチャンバ内で行われる。

【0078】

上記のように、多結晶SiCの第1の層の立方晶構造と第2の層の六方晶構造との間の遷移は明確でないことがあるが、3Cタイプの粒と4Hおよび/または6Hタイプの粒との混合物を含む遷移ゾーンを示し得る。

【0079】

好ましくは、第1の層と第2の層は、既知の技術に従って、それらの成長中にドーパントの導入によってドーピングされる。ドーパントは、典型的には、所望のドーピングのタイプに従って、窒素、ホウ素、リンまたはアルミニウムであり得る。ドーパントの含有量は、一般に、 10^{18} から 10^{21} at/cm³の間である。

【0080】

図4Cを参照すると、転写される活性層2を画定する弱化ゾーン21が原子種(典型的には水素および/またはヘリウム)の注入によって形成される、ドナー基板20が提供される。ドナー基板20は、典型的には直径150～200mm程度の適切なサイズで商業的に入手可能である、ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiC基板である。

【0081】

図4Dを参照すると、ドナー基板20が、接合層3を介して支持基板1に接合される。接合層3は、ドナー基板20または支持基板1の第2の層12のいずれかの上に事前に堆積させることができる。良好な接合強度を促進するために、接合される表面の前処理が、極めて低い粗さ、典型的には1nm未満のRMS、好ましくは0.5nm未満のRMSを得るように行うことができる。

【0082】

その後、ドナー基板は、活性層2を支持基板1上に転写し、図2の構造を得るように、

10

20

30

40

50

弱化ゾーン 2 1 に沿って分離される。

【 0 0 8 3 】

第 2 の層 (ポリタイプ 4 H および / または 6 H) が十分に厚い、すなわち、第 2 の層が 1 0 0 μm 以上の厚さを示す場合、特に活性層における電子部品の形成後に、第 1 の層 (ポリタイプ 3 C) を除去することが可能である。第 1 の層のこの除去は、研削または任意の他の手段によって行うことができる。これは、構造の背面上に、ポリタイプ 4 H および / または 6 H の表面を露出させることを可能にし、この背面上に、その後、部品の幾何学的形状が背面上で接点を必要とする場合に電気接点を配置することができる。

【 0 0 8 4 】

この除去は、接点のうちの 1 つが背面上にあり、したがって、電流が、前面上の部品と背面上の接点との間を通過するための材料をあまり有しないため、構造の総電気抵抗を低減することを可能にする。一般に、例えば、使用されなければならないツールの寸法に適合させるために、または構造を変更するために、または構造の特性をその特定の用途に適合させるために、基板の一部を除去することによって半導体構造の厚さを変更することがしばしば計画される。

10

【 0 0 8 5 】

したがって、完全にポリタイプ 4 H および / または 6 H であり、したがって熱膨張係数および機械的特性に関してより大きい均一性を示すが、上述のように除去することが計画されており、多結晶 SiC の粒状成長の結果として結晶品質がより劣ることがあり得る多結晶 SiC の成長の開始がポリタイプ 3 C のより低い成長温度で行われ、したがってエネルギー的により経済的である、最終構造が得られる。

20

【 0 0 8 6 】

上記で説明されたプロセスは、シード基板上での、主にポリタイプ 3 C の多結晶 SiC の第 1 の層と、その後の主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 SiC の第 2 の層との連続成長に基づく。

【 0 0 8 7 】

代替的に、最初にシード基板上に主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 SiC の第 2 の層を成長させ、次いで、第 2 の層上に主にポリタイプ 3 C の多結晶 SiC の第 1 の層を成長させることが可能である。(上記のように、熱膨張係数およびバンド構造が近いことの結果としてより有益である) ポリタイプ 4 H および / または 6 H の表面上に 4 H または 6 H タイプの単結晶活性層を転写するために、多結晶 SiC の第 2 の層の面を露出させるためにシード基板を除去し、ドナー基板を前記第 2 の層に接合するために支持基板を反転させる必要がある。

30

【 0 0 8 8 】

この代替形態は、図 5 A ~ 図 5 D に示されている。このプロセスは、図 1 の半導体構造または図 2 の半導体構造を形成するために使用することができる。

【 0 0 8 9 】

図 5 A を参照すると、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の多結晶 SiC の第 2 の層 1 2 がシード基板 1 0 上に形成される。層 1 2 の六方晶構造の品質を促進するために、シード基板 1 0 は、主にポリタイプ 4 H および / または 6 H の単結晶または多結晶 SiC の基板であることが好ましい。第 2 の層 1 2 は、典型的には 1 5 0 0 から 2 6 0 0 の間、好ましくは 1 7 0 0 から 1 9 0 0 の間または 1 8 0 0 から 2 4 0 0 の間、更にさらには 2 0 0 0 から 2 2 5 0 の間の比較的高い堆積温度で、化学気相堆積によって形成される。上記のように、当業者は、採用される技術および使用される前駆体に応じて所望のポリタイプのための成長条件を決定する立場にある。

40

【 0 0 9 0 】

図 5 B を参照すると、主にポリタイプ 3 C の多結晶 SiC の第 1 の層 1 1 が第 2 の層 1 2 上に形成される。第 1 の層 1 1 は、典型的には 1 1 0 0 から 1 5 0 0 の間、好ましくは 1 2 0 0 から 1 4 0 0 の間の比較的低い堆積温度で、化学気相堆積によって形成される。第 1 の層の堆積は、好適には、第 2 の層のチャンバと同じチャンバ内で行われ、堆積

50

温度は、堆積される SiC のポリタイプの変化を促進するために低下される。

【0091】

好ましくは、第1の層と第2の層は、既知の技術に従って、それらの成長中にドーパントの導入によってドーピングされる。ドーパントは、典型的には、所望のドーピングのタイプに従って、窒素、ホウ素、リンまたはアルミニウムであり得る。ドーパントの含有量は、一般に、 10^{18} から 10^{21} at/cm³ の間である。

【0092】

図5Cを参照すると、シード基板10は、主にポリタイプ4Hおよび/または6Hである第2の層12の背面を露出させるように除去される。したがって、支持基板1は、層11および層12のみからなる。

10

【0093】

プロセスの他の実施形態(図3Cおよび図4C参照)の場合のように、転写される活性層2を画定する弱化ゾーン21が原子種(典型的には水素および/またはヘリウム)の注入によって形成される、ドナー基板20がさらに提供される。ドナー基板20は、典型的には直径150~200mm程度の適切なサイズで商業的に入手可能である、ポリタイプ4Hまたは6Hの単結晶SiC基板である。

【0094】

図5Dを参照すると、ドナー基板20は、直接、または上記で説明された接合層を介してのいずれかで、支持基板1に接合される。この目的のために、支持基板は、支持基板の製造中に背面側にあった第2の層12がドナー基板20を受け入れるために前側に向けられるように反転される。

20

【0095】

その後、活性層2を支持基板1上に転写し、支持基板1がシード基板10を欠いている図1および図2の半導体構造と同様の半導体構造を得るように、ドナー基板が弱化ゾーン21に沿って分離される。

【0096】

得られた半導体構造は、好適には、電力用途および/または無線周波数用途のための電子デバイスの製造において使用することができる。

【0097】

この目的のために、活性層上のエピタキシャル再成長によって、電子部品の形成を意図した1つまたは複数の追加の半導体層を形成することが可能である。

30

【0098】

例えば、活性層の中または上に形成された電子部品は、1つまたは複数のトランジスタ、1つまたは複数のダイオード、1つまたは複数の電力部品、または1つまたは複数の無線周波数部品(非限定的なリスト)を備えることができる。無線周波数部品は、典型的には、無線周波数電気信号の伝送のための線と、任意選択的に1つまたは複数のトランジスタとを備える。電力部品は、50W以上の電力を示す電流を輸送するのに適した部品として定義される。

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

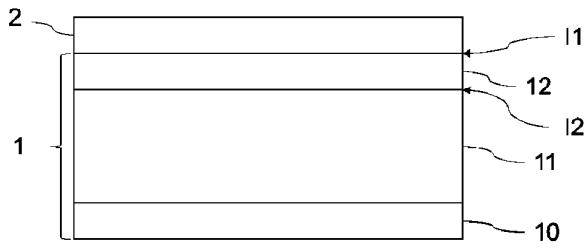


FIGURE 1

【 図 2 】

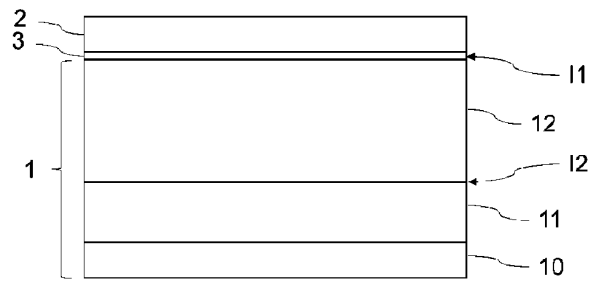


FIGURE 2

10

【 図 3 A 】

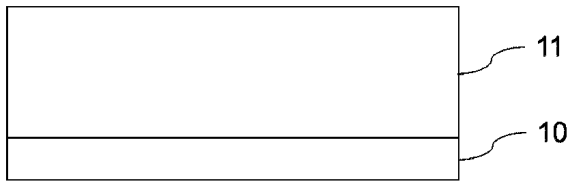


FIGURE 3A

【 図 3 B 】

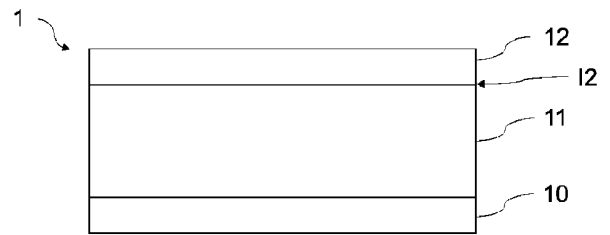


FIGURE 3B

20

【 図 3 C 】

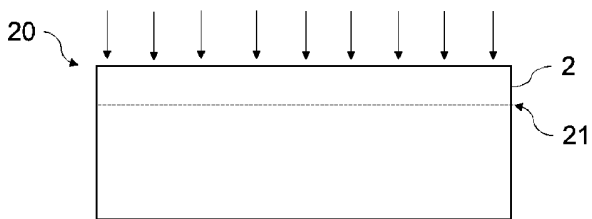


FIGURE 3C

【 図 3 D 】

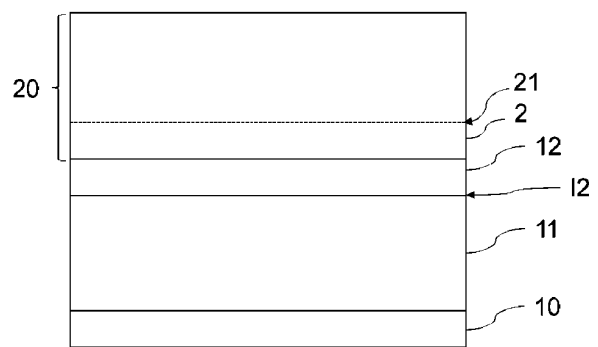


FIGURE 3D

30

40

50

【 図 4 A 】

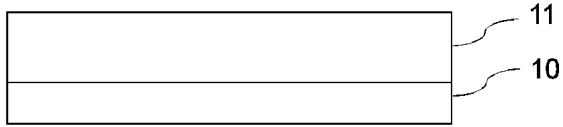


FIGURE 4A

【 図 4 B 】

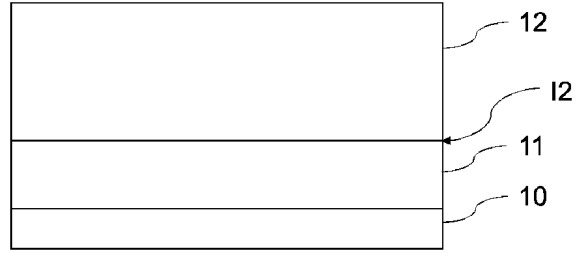


FIGURE 4B

10

【 図 4 C 】

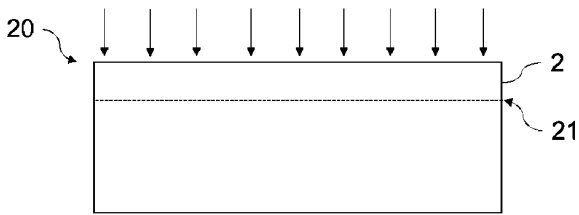


FIGURE 4C

【 図 4 D 】

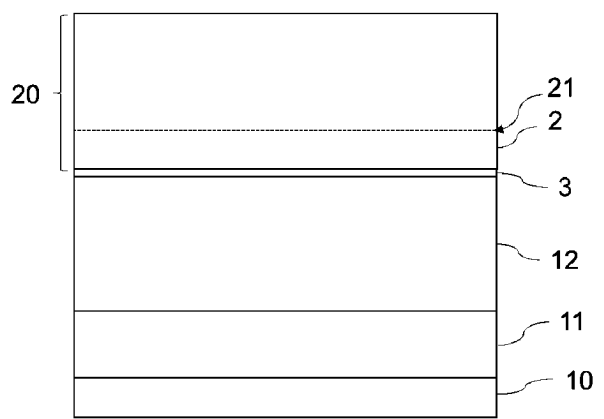


FIGURE 4D

20

【 図 5 A 】

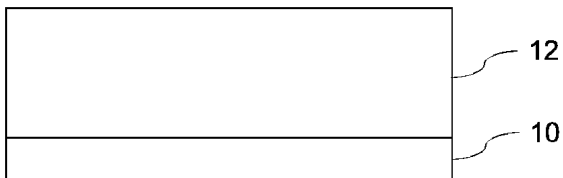


FIGURE 5A

【 図 5 B 】

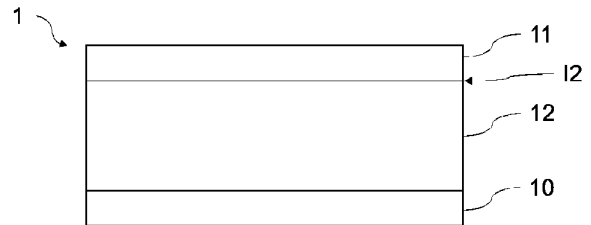


FIGURE 5B

30

40

50

【 5 C 】

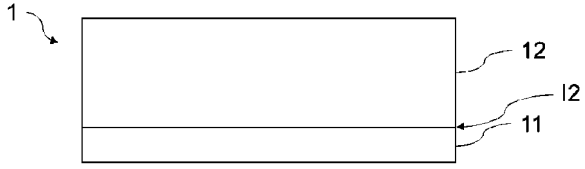


FIGURE 5C

【 5 D 】

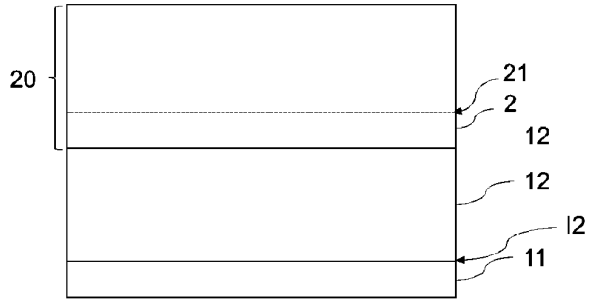


FIGURE 5D

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/FR2022/052331
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01L 21/02</i> (2006.01); <i>H01L 21/18</i> (2006.01); 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 2020006493 A1 (IMAOKA KO [JP] ET AL.) 02 January 2020 (2020-01-02) paragraphs [0006] - [0057]; figures 1-12	1-19
A	WO 2014002576 A1 (TOYOTA JIDOSHOKKI KK [JP]; IMAOKA KO [JP]) 03 January 2014 (2014-01-03) paragraphs [0036], [0037]; figure 1	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 08 March 2023		Date of mailing of the international search report 20 March 2023
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)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/FR2022/052331

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2020006493	A1	02 January 2020	CN	109478495	A	15 March 2019
				EP	3489990	A1	29 May 2019
				JP	6387375	B2	05 September 2018
				JP	2018014372	A	25 January 2018
				KR	20190021475	A	05 March 2019
				US	2020006493	A1	02 January 2020
				WO	2018016417	A1	25 January 2018
WO	2014002576	A1	03 January 2014	JP	6098048	B2	22 March 2017
				JP	2014011301	A	20 January 2014
				WO	2014002576	A1	03 January 2014

10

20

30

40

50

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2022/052331

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE		
INV. H01L21/02 H01L21/18		
ADD.		
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 2020/006493 A1 (IMAOKA KO [JP] ET AL) 2 janvier 2020 (2020-01-02) alinéas [0006] - [0057]; figures 1-12 -----	1-19
A	WO 2014/002576 A1 (TOYOTA JIDOSHO KKI KK [JP]; IMAOKA KO [JP]) 3 janvier 2014 (2014-01-03) alinéas [0036], [0037]; figure 1 -----	1-19
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents		<input checked="" type="checkbox"/> 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	"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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	
"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)	"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	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
8 mars 2023	20/03/2023	
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	

1

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

10

20

30

40

50

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2022/052331

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2020006493 A1	02-01-2020	CN 109478495 A	15-03-2019
		EP 3489990 A1	29-05-2019
		JP 6387375 B2	05-09-2018
		JP 2018014372 A	25-01-2018
		KR 20190021475 A	05-03-2019
		US 2020006493 A1	02-01-2020
		WO 2018016417 A1	25-01-2018

WO 2014002576 A1	03-01-2014	JP 6098048 B2	22-03-2017
		JP 2014011301 A	20-01-2014
		WO 2014002576 A1	03-01-2014

10

20

30

40

50

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,N
E,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,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,I
T,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

ピアード, 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

ギオ, エリック

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