

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7475503号
(P7475503)

(45)発行日 令和6年4月26日(2024.4.26)

(24)登録日 令和6年4月18日(2024.4.18)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 1 L	21/02 (2006.01)	H 0 1 L	21/02	B
H 0 1 L	21/338 (2006.01)	H 0 1 L	21/02	C
H 0 1 L	29/778 (2006.01)	H 0 1 L	29/80	H
H 0 1 L	29/812 (2006.01)	H 0 1 L	21/68	N
H 0 1 L	21/683 (2006.01)			

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2022-579226(P2022-579226)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和3年2月4日(2021.2.4)	(74)代理人	100088672 弁理士 吉竹 英俊
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/004035	(74)代理人	100088845 弁理士 有田 貴弘
(87)国際公開番号	WO2022/168217	(72)発明者	檜座 秀一 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87)国際公開日	令和4年8月11日(2022.8.11)	(72)発明者	西村 邦彦 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和5年1月24日(2023.1.24)	審査官	安田 雅彦

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体基板の製造方法および半導体装置の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) 成長基板上に形成された半導体層と支持基板とを可逆性接着剤から成る可逆性接着層を介して貼り合わせ、前記可逆性接着層を硬化させる工程と、

(b) 前記工程(a)の後に、前記成長基板を除去して前記半導体層を露出させる工程と、

(c) 前記工程(b)の後に、前記半導体層に新たな基板を接合させる工程と、

(d) 前記工程(c)の後に、前記可逆性接着層および前記支持基板を除去する工程と

を備え、

前記工程(c)は、

(c-1) 前記半導体層と新たな基板とを加圧接触させる工程と、

(c-2) 前記可逆性接着層を軟化させる工程と、

(c-3) 前記工程(c-1)および(c-2)の後に、前記可逆性接着層を再硬化させる工程と、を含む、

半導体基板の製造方法。

【請求項2】

前記可逆性接着剤は、照射される光の波長によって硬化状態と軟化状態とが切り替わるものである、

請求項1に記載の半導体基板の製造方法。

【請求項3】

前記工程(c-2)は、工程(c-1)の後に行われる、請求項1または請求項2に記載の半導体基板の製造方法。

【請求項4】

前記工程(c-1)は、工程(c-2)の後に行われる、請求項1または請求項2に記載の半導体基板の製造方法。

【請求項5】

請求項1から請求項4のいずれか一項に記載の半導体基板の製造方法を実施する工程を含み、さらに、

(e)前記工程(a)に先立って、前記半導体層に半導体素子を形成する工程、を備える半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、半導体基板の製造方法および半導体装置の製造方法に関し、特に、窒化物半導体層を含む半導体基板および窒化物半導体から成る半導体装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

高出力領域で動作する半導体素子として、窒化物半導体を用いた電界効果トランジスタ(例えば、高電子移動度トランジスタ(HEMT))が知られている。このような半導体素子は、高出力で動作する際に、温度が上昇すると特性および信頼性が著しく低下するおそれがある。そのため、半導体素子の温度上昇を抑制するために、半導体素子の発熱部の近傍に放熱性の高い放熱材料を設けることが必要とされる。特にダイヤモンドは、固体物質中で最大の熱伝導率を有する材料であり、放熱材料として好適な性質を有する。例えば下記の非特許文献1には、半導体素子が形成される窒化物半導体層がダイヤモンド上に形成された構造の基板を用いることで、半導体素子の放熱性向上を図る技術が開示されている。

【0003】

一方、窒化物半導体層の製造技術としては、珪素(Si)、炭化珪素(SiC)、サファイア(Al₂O₃)等から成る基板に、ヘテロエピタキシャル技術によって窒化物半導体層を形成する技術が確立されており、この技術は窒化物半導体素子の製造技術の一部として広く適用されている。しかし、ヘテロエピタキシャル技術によって窒化物半導体層をダイヤモンド基板上に直接形成する技術は研究途上であり、未だ確立されていない。例えば下記の非特許文献2には、ダイヤモンド基板上に半導体層を形成するための技術の一例として、半導体層とダイヤモンド基板とを貼り合わせて一体化する方式が提案されている。

【0004】

一般的に、エピタキシャル成長の成長基板上に形成された半導体層は数ミクロン程度のきわめて薄い膜厚を有するため、半導体層を成長基板から分離して他の基板上へ貼り合わせることは非常に困難である。そのため非特許文献2においては、成長基板上に形成された窒化物半導体層を支持基板(窒化物半導体層を一時的に保持するための基板)に貼り合わせてから成長基板を除去することにより、窒化物半導体層を支持基板へ移しかえ、その後、支持基板上の窒化物半導体層の上面(成長基板を除去した面)にダイヤモンド基板を貼り合わせることで、窒化物半導体層をダイヤモンド基板上に移しかえることが行われている。

【0005】

また、薄膜状の半導体層を一時的に支持基板へ移しかえてから異種基板へ移しかえる手法の具体例として、例えば特許文献1に、樹脂から成る接着層を介して支持基板を半導体層に接着し、元の基板の薄層化加工を行い、異種基板の接合と支持基板の除去を行う、という手法が開示されている。この手法では、半導体層上に素子構造や配線パターン等の立体的な構造物が形成された後であっても、接着層中に立体的な構造物を埋め込んだ状態で

10

20

30

40

50

半導体層と支持基板とを接着することにより、立体的な構造物ごと他の基板に移しかえることができる。そのため、この手法を用いれば、半導体層に形成される半導体素子の形状および構造を問わず、半導体層の異種基板への貼り合わせを同一のプロセスで実施することが可能となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開平6 - 268183号公報

【非特許文献】

【0007】

【文献】Felix Ejeckam 「Keeping cool with diamond」 COMPOUND SEMICONDUCTOR Volume 20 Issue 7 p.41

【文献】D. Francis 他 「Formation and characterization of 4-inch GaN-on-diamond substrates」 Diamond & Related Materials 19 (2010) 229-233

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記の特許文献1の技術は、窒化物半導体層をダイヤモンド基板等の異種基板上へ移しかえる技術にも適用可能である。しかしながら、ダイヤモンドは、製造難易度が高く、加工性が低い材料であるため、ダイヤモンド基板は、Si基板やSiC基板と比較すると、基板の反り量や基板の厚さの均一性などの品質が低い傾向にある。支持基板上に移しかえられた窒化物半導体層の上面にダイヤモンド基板を貼り合わせる工程において、ダイヤモンド基板の反りが大きかったり、ダイヤモンド基板の厚さが不均一であったりすると、貼り合わせのための加圧がダイヤモンド基板全面に均一に印加されず、窒化物半導体層とダイヤモンド基板との貼り合わせを全面均一に行うことが困難になる。

【0009】

本開示は以上のような課題を解決するためになされたものであり、半導体層とダイヤモンド基板とを全面均一に接合することが可能な半導体基板の製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示に係る半導体基板の製造方法は、(a)成長基板上に形成された半導体層と支持基板とを可逆性接着剤から成る可逆性接着層を介して貼り合わせ、前記可逆性接着層を硬化させる工程と、(b)前記工程(a)の後に、前記成長基板を除去して前記半導体層を露出させる工程と、(c)前記工程(b)の後に、前記半導体層に新たな基板を接合させる工程と、(d)前記工程(c)の後に、前記可逆性接着層および前記支持基板を除去する工程と、を備え、前記工程(c)は、(c-1)前記半導体層と新たな基板とを加圧接触させる工程と、(c-2)前記可逆性接着層を軟化させる工程と、(c-3)前記工程(c-1)および(c-2)の後に、前記可逆性接着層を再硬化させる工程と、を含む。

【発明の効果】

【0011】

本開示によれば、反りやふくらみの大きいダイヤモンド基板が用いられた場合でも、半導体層とダイヤモンド基板とを全面均一に接合することが可能である。

【0012】

本開示の目的、特徴、態様、および利点は、以下の詳細な説明と添付図面とによって、より明白となる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態1に係る半導体基板の断面模式図である。

【図2】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

10

20

30

40

50

【図3】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図4】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図5】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図6】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図7】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図8】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【図9】実施の形態1に係る半導体基板の製造方法を説明するための工程図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本開示に係る技術の実施の形態について説明する。本開示に係る技術の範囲は、以下に示す実施の形態に限定されるものではない。以下に示す図は、模式的なものであり、図に示された要素の形状や寸法などは現実のものとは異なる。また、複数の図にわたって同一の符号が付された要素は、互いに同一または対応した要素である。

10

【0015】

<実施の形態1>

図1は、本実施の形態に係る半導体基板10の断面模式図である。図1のように、半導体基板10は、窒化物半導体層1が、ヘテロエピタキシャル成長時に用いられた基板（以下「成長基板」という）とは異なる基板2（以下「新たな基板2」という）上に形成された構造を有している。なお、窒化物半導体層1は、ヘテロエピタキシャル成長時の結晶面をそのまま維持した状態で、新たな基板2上に移しかえられている。

20

【0016】

図2～図9は、実施の形態1に係る半導体基板10の製造方法を説明するための工程図であり、それぞれ図1に相当する断面を示している。これらの図を参照しつつ、実施の形態1に係る半導体基板10の製造方法を説明する。当該製造方法は、以下に説明する第1工程～第6工程を含んでいる。

【0017】

第1工程では、図2に示すように、ヘテロエピタキシャル法により成長基板3上に形成された窒化物半導体層1と、窒化物半導体層1を一時的に保持するための基板である支持基板5とを、可逆性接着剤から成る可逆性接着層4を介して貼り合わせる。可逆性接着剤は、光や温度の作用によって硬化状態と軟化状態とを切り替えることが可能な接着剤である。例えば特開2019-26817号公報には、特定の分子構造を有する液晶高分子化合物から成り、光照射によって可逆的に軟化・硬化する可逆性接着剤が開示されている。

30

【0018】

そして、窒化物半導体層1と支持基板5とを貼り合わせた後、可逆性接着層4の機械的強度を向上させる目的で、可逆性接着層4の硬化処理を行う。可逆性接着層4の硬化条件は、それを構成する可逆性接着剤によって異なる。例えば、前述の液晶高分子化合物から成る可逆性接着剤が用いられる場合、420nmから600nmの範囲の波長を有する可視光を照射することで可逆性接着層4の硬化処理を行うことができる。なお、支持基板5の材料としては、ガラス、サファイア、シリコン、SiC等を用いることができるが、光照射により可逆性接着層4の硬化状態と軟化状態とを切り替える場合は、可逆性接着層4の硬化および軟化に用いる光を透過する材料を用いる必要がある。

40

【0019】

第2工程では、図3に示すように、成長基板3の裏側（窒化物半導体層1の形成面とは反対側）の部分を除去して、成長基板3を一定の厚さまで薄層化する。第2工程における成長基板3の除去方法としては、機械研削、ドライエッチング、溶液によるエッチングなどを用いることができるが、第2工程では除去速度の観点から機械研削を用いることが好適である。第2工程は、成長基板3の残厚が5μm以上100μm未満の範囲になるように実施することが好ましく、より好ましくは成長基板3の残厚が7μm以上30μm未満の範囲になるとよい。第2工程後の成長基板3の残厚が上記範囲よりも大きいと、次の第3工程に要する時間が長くなり、半導体基板10の製造コストの上昇を招く。また、第2

50

工程後の成長基板 3 の残厚が上記範囲よりも小さいと、窒化物半導体層 1 の内部応力が緩和され、クラックが発生する可能性が高くなる。

【0020】

第 3 工程では、図 4 に示すように、第 2 工程で薄層化された成長基板 3 を完全に除去し、窒化物半導体層 1 を露出させる。第 3 工程における成長基板 3 の除去方法としては、機械研磨法、化学機械研磨法、ドライエッチング法、溶液によるエッチングなどを用いることができるが、第 3 工程では化学機械研磨法を用いることが好ましい。第 3 工程を化学機械研磨法で実施すると、露出させた窒化物半導体層 1 の表面が原子層レベルで精密に平坦化されるため、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを貼り合わせた後の強度が向上する。

【0021】

第 4 工程では、第 3 工程で露出された窒化物半導体層 1 に、新たな基板 2 を貼り合わせる。新たな基板 2 としては、窒化物半導体層 1 に形成される窒化物半導体素子の性能および信頼性の向上のために、熱伝導率の高いものが望ましく、ダイヤモンド基板が特に好適である。窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との貼り合わせ方法としては、表面活性化接合法、原子拡散接合法などを用いることができるが、窒化物半導体素子の性能および信頼性の向上のためには、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との界面熱抵抗を可能な限り低減できる方法が望ましい。そのため、表面活性化接合が特に好適である。表面活性化接合法が用いられる場合、窒化物半導体層 1 および新たな基板 2 それぞれの表面を活性化処理した後、接合装置内において、図 5 のように窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを対向配置して双方を加圧接触させる。このとき新たな基板 2 の反りやふくらみが大きいと、窒化物半導体層 1 および支持基板 5 は、図 6 のように新たな基板 2 の表面形状に沿って変形する。

【0022】

第 5 工程では、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを加圧接触させた状態で、図 7 のように可逆性接着層 4 をいったん軟化状態にするための処理を行い、その後、図 8 のように可逆性接着層 4 を再硬化させる処理を行う。前述の液晶高分子化合物から成る可逆性接着剤が用いられる場合、可逆性接着層 4 の軟化処理は、300 nm から 400 nm の範囲の波長を有する紫外光を、支持基板 5 を介して可逆性接着層 4 に照射することで実施でき、可逆性接着層 4 の軟化処理は、420 nm から 600 nm の範囲の波長を有する可視光を、支持基板 5 を介して可逆性接着層 4 に照射することで実施できる。可逆性接着層 4 の硬化処理を行った後、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合形成のための加圧を開放し、接合装置から試料（図 8 に示される構造体）を取り出す。

【0023】

第 6 工程では、図 9 に示すように、可逆性接着層 4 および支持基板 5 を除去する。その結果、図 1 に示した半導体基板 10 が完成する。第 6 工程は、例えば、支持基板 5 を介する紫外光照射により可逆性接着層 4 を軟化状態にしてから、物理的方法で窒化物半導体層 1 から支持基板 5 を引き剥がし、その後、有機溶媒への浸漬させるなどして窒化物半導体層 1 の表面から可逆性接着層 4 を除去することによって実施できる。

【0024】

ここで、本実施の形態で得られる効果について説明する。例えば、可逆性接着層 4 の代わりに可逆性のない接着層が用いられた場合、第 5 工程は実施できない。この場合、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合形成のための加圧を開放したときに、第 4 工程で変形した支持基板 5 が元の形状に戻ろうとする力が働く。その力は、窒化物半導体層 1 を新たな基板 2 から引き離すように作用するため、その力が窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合力を上回った領域では接合形成が不可能となる。例えば、新たな基板 2 が、中央部が周縁部よりも厚い形状である場合（新たな基板 2 の断面形状が凸レンズ状である場合）には、支持基板 5 が元の形状に戻ろうとする力は、新たな基板 2 の周縁部において、窒化物半導体層 1 を新たな基板 2 から引き離すように作用する。

【0025】

それに対し、本実施の形態では、第 5 工程において可逆性接着層 4 をいったん軟化状態にすることにより、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とが密着した状態のまま、可逆性接

10

20

30

40

50

着層 4 の内部応力が開放され、第 4 工程で生じた支持基板 5 の変形が無くなり、支持基板 5 は元の形状に戻る。従って、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合形成のための加圧を開放しても、支持基板 5 が元の形状に戻ろうとする力は働かず、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合が保たれる。よって、新たな基板 2 の反りや膨らみが大きい場合でも、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合を全面均一に行うことができる。

【 0 0 2 6 】

なお、本実施の形態では、第 4 工程で窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを接合装置内で加圧接触させた後に、第 5 工程で可逆性接着層 4 をいったん軟化状態にする処理を行ったが、その順番は逆でもよい。つまり、先に可逆性接着層 4 を軟化状態にし、その状態で窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを接合装置内で加圧接触させてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

本実施の形態に係る製造方法で製造された半導体基板 1 0 は、新たな基板 2 として反りの大きいダイヤモンド基板が用いられた場合でも、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを全面均一に接合された状態を維持できる。これにより、窒化物半導体層 1 への窒化物半導体素子の形成工程における歩留まりを向上させることができる。また、新たな基板 2 が放熱基板として機能する場合、窒化物半導体層 1 に形成された窒化物半導体素子の放熱性を高めることができ、窒化物半導体素子の信頼性の向上に寄与できる。

【 0 0 2 8 】

< 実施の形態 2 >

実施の形態 1 で説明した半導体基板 1 0 の製造方法では、H E M T 等の半導体素子が形成されていない状態の窒化物半導体層 1 を用いて半導体基板 1 0 を形成するものであったが、実施の形態 2 では、半導体素子が予め形成された窒化物半導体層 1 を用いて半導体基板 1 0 を形成する。つまり、実施の形態 2 に係る半導体基板 1 0 の製造方法で製造される半導体基板 1 0 は、半導体装置に搭載される半導体素子が既に組み込まれたものとなる。よって、実施の形態 2 に係る半導体基板 1 0 の製造方法は、半導体装置の製造方法の一部を構成している。

20

【 0 0 2 9 】

実施の形態 2 に係る半導体基板 1 0 の製造方法は、第 1 工程で用いられる窒化物半導体層 1 に予め半導体素子が形成されることを除けば、実施の形態 1 と同様である。以下の実施の形態 2 に係る半導体基板 1 0 の製造方法の説明でも、実施の形態 1 で示した図 2 ~ 図 9 を参照する。また、実施の形態 1 と重複する説明は適宜省略する。

30

【 0 0 3 0 】

実施の形態 2 では、第 1 工程に先立って、成長基板 3 上の窒化物半導体層 1 に、半導体素子（窒化物半導体素子）を形成する工程が実施される。窒化物半導体層 1 に形成する半導体素子は任意の素子でよく、本実施の形態では H E M T を形成する。窒化物半導体素子の形成方法は任意の方法でよく、例えば、「高出力 A l G a N / G a N ヘテロ接合 F E T の現状と展望」（電子情報通信学会論文誌 C Vol. J86-C No. 4 pp.396-403 2003年4月）などに開示された方法などを用いることができる。

【 0 0 3 1 】

第 1 工程では、図 2 に示すように、半導体素子が形成された窒化物半導体層 1 と支持基板 5 とを、例えば液晶高分子化合物の可逆性接着剤から成る可逆性接着層 4 を介して貼り合わせる。そして、可逆性接着層 4 の機械的強度を向上させる目的で、可逆性接着層 4 の硬化処理を行う。

40

【 0 0 3 2 】

第 2 工程では、図 3 に示すように、例えば機械研削により、成長基板 3 の裏側（窒化物半導体層 1 の形成面とは反対側）の部分除去して、成長基板 3 を一定の厚さまで薄層化する。

【 0 0 3 3 】

第 3 工程では、図 4 に示すように、例えば化学機械研磨法により、第 2 工程で薄層化された成長基板 3 を完全に除去し、窒化物半導体層 1 を露出させる。

50

【 0 0 3 4 】

第 4 工程では、第 3 工程で露出された窒化物半導体層 1 に、例えばダイヤモンドから成る新たな基板 2 を貼り合わせる。表面活性化接合法が用いられる場合、窒化物半導体層 1 および新たな基板 2 それぞれの表面を活性化処理した後、接合装置内において、図 5 のように窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを対向配置して双方を加圧接触させる。このとき新たな基板 2 の反りやふくらみが大きいと、窒化物半導体層 1 および支持基板 5 は、図 6 のように新たな基板 2 の表面形状に沿って変形する。

【 0 0 3 5 】

第 5 工程では、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを加圧接触させた状態で、図 7 のように可逆性接着層 4 をいったん軟化状態にするための処理を行い、その後、図 8 のように可逆性接着層 4 を再硬化させる処理を行う。そして、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 との接合形成のための加圧を開放し、接合装置から試料（図 8 に示される構造体）を取り出す。

10

【 0 0 3 6 】

第 6 工程では、図 9 に示すように、可逆性接着層 4 および支持基板 5 を除去する。その結果、図 1 に示した半導体基板 1 0 が完成する。

【 0 0 3 7 】

なお、本実施の形態においても、第 4 工程で窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを接合装置内で加圧接触させた後に、第 5 工程で可逆性接着層 4 をいったん軟化状態にする処理を行ったが、その順番は逆でもよい。つまり、先に可逆性接着層 4 を軟化状態にし、その状態で窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを接合装置内で加圧接触させてもよい。

20

【 0 0 3 8 】

本実施の形態に係る製造方法で製造された半導体基板 1 0 は、新たな基板 2 として反りの大きいダイヤモンド基板が用いられた場合でも、窒化物半導体層 1 と新たな基板 2 とを全面均一に接合された状態を維持できる。これにより、窒化物半導体層 1 への窒化物半導体素子の形成工程における歩留まりを向上させることができる。また、新たな基板 2 が放熱基板として機能する場合、窒化物半導体層 1 に形成された窒化物半導体素子の放熱性を高めることができ、窒化物半導体素子の信頼性の向上に寄与できる。

【 0 0 3 9 】

なお、各実施の形態を自由に組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

30

【 0 0 4 0 】

上記した説明は、すべての態様において、例示であって、例示されていない無数の変形例が想定され得るものと解される。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 1 】

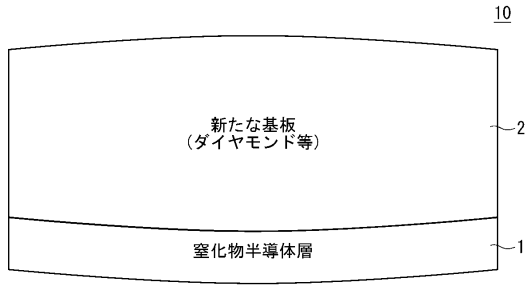
1 0 半導体基板、 1 窒化物半導体層、 2 新たな基板、 3 成長基板、 4 可逆性接着層、 5 支持基板。

40

50

【図面】

【図 1】



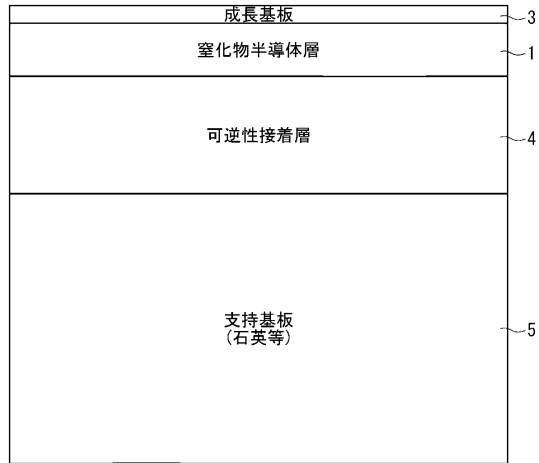
【図 2】



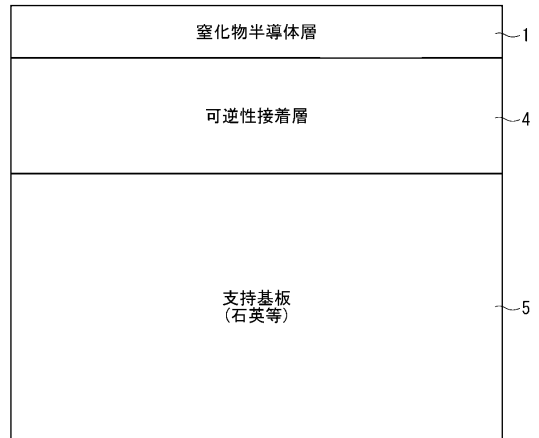
10

20

【図 3】



【図 4】

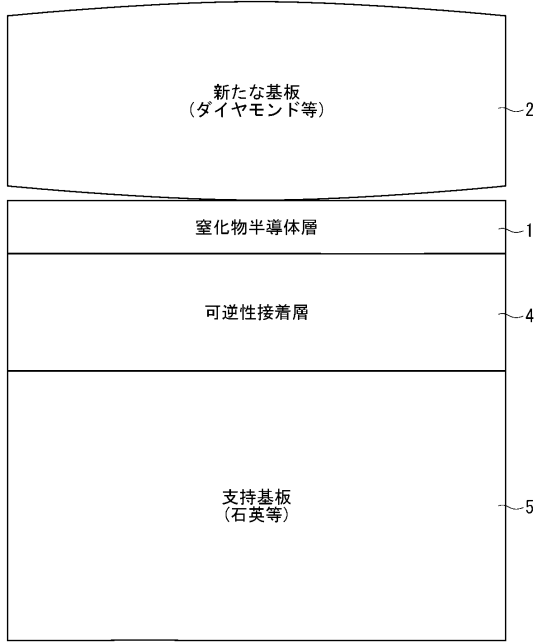


30

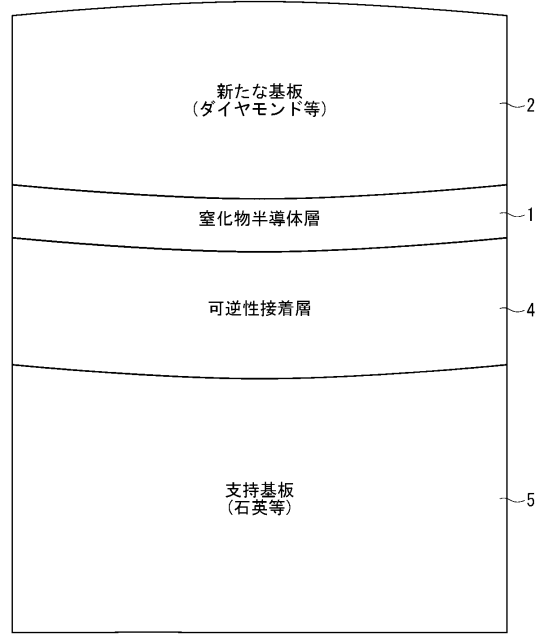
40

50

【図 5】

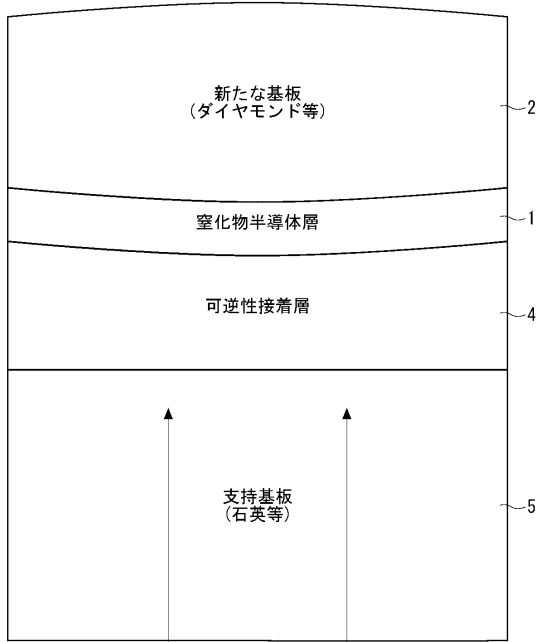


【図 6】



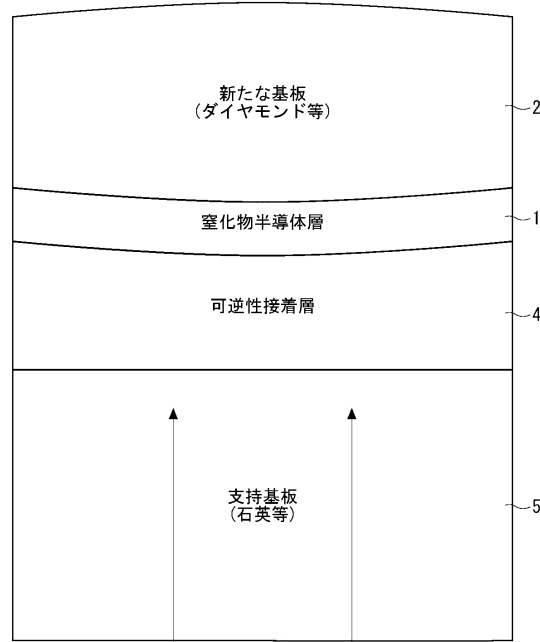
10

【図 7】



可逆性接着層軟化用紫外光

【図 8】



可逆性接着層硬化用可視光

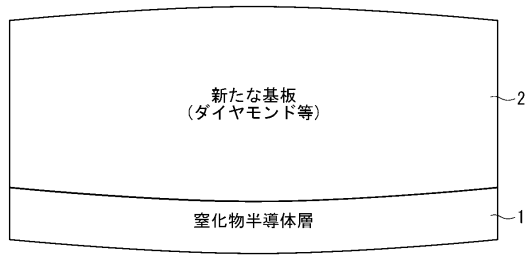
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2018/143344(WO, A1)
特表2018-538684(JP, A)
特表2019-527477(JP, A)
特開2014-239179(JP, A)
国際公開第2017/119412(WO, A1)
特表2012-524399(JP, A)
特開2005-109208(JP, A)
FRANCIS D et al. , Formation and characterization of 4-inch GaN-on-diamond substrates , D
iamond and Related Materials , Elsevier , 2010年02月 , Volume 19, Issues 2-3 , Pages 22
9-233 , <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925963509002441> , doi:10
.1016/j.diamond.2009.08.017
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , DB名)
H01L 21/02
H01L 27/12 - 27/13
H01L 21/67 - 21/687
H01L 29/778
H01L 29/812
H01L 21/338