

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7678902号  
(P7678902)

(45)発行日 令和7年5月16日(2025.5.16)

(24)登録日 令和7年5月8日(2025.5.8)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 3 H 3/08 (2006.01) H 0 3 H 3/08  
H 0 3 H 9/25 (2006.01) H 0 3 H 9/25 C

請求項の数 5 (全11頁)

(21)出願番号	特願2023-573827(P2023-573827)	(73)特許権者	000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(86)(22)出願日	令和4年8月5日(2022.8.5)	(74)代理人	100122471 弁理士 初井 孝文
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/030156	(74)代理人	100143650 弁理士 山元 美佐
(87)国際公開番号	WO2023/135844	(72)発明者	山寺 喬紘 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
(87)国際公開日	令和5年7月20日(2023.7.20)	(72)発明者	飯田 烈 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内
審査請求日	令和6年5月16日(2024.5.16)	審査官	福田 正悟
(31)優先権主張番号	特願2022-5286(P2022-5286)		
(32)優先日	令和4年1月17日(2022.1.17)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複合基板の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに対向する上面および下面を有し、前記下面に電極が設けられた圧電基板の前記下面側に第一の層を形成すること、

平坦化处理により、前記第一の層の表面のうねりを5nm以上50nm以下とすること、および、

前記第一の層が形成された前記圧電基板の前記第一の層側に支持基板を接合すること、を含む、

複合基板の製造方法。

【請求項2】

前記接合時に、前記第一の層の接合面および前記支持基板側の接合面は活性化処理が施されている、請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】

プラズマ照射により前記活性化処理を行う、請求項2に記載の製造方法。

【請求項4】

前記接合後に、前記圧電基板の前記上面を研磨することをさらに含む、請求項1から3のいずれかに記載の製造方法。

【請求項5】

前記第一の層は酸化ケイ素を含む、請求項1に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、複合基板の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

弾性波を利用した弾性波デバイスとして弾性表面波（SAW）デバイスが知られている。SAWデバイスは、例えば、携帯電話等の通信機器のフィルタとして用いられている。近年、デバイスの特性向上を狙い、特許文献1に開示されるように、圧電層を電極で挟み、圧電層と支持基板との間に中空部が形成された構造を有するデバイスが提案されている。このような構造は、例えば、圧電基板と支持基板とを中間層を介して接合した複合基板を加工して得ることができる。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特許第5650553号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

上記複合基板には、加工する上で耐久性が求められる。本発明の主たる目的は、耐久性に優れた複合基板を提供することにある。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

本発明の実施形態による複合基板の製造方法は、互いに対向する上面および下面を有し、前記下面に電極が設けられた圧電基板の前記下面側に第一の層を形成すること、平坦化处理により、前記第一の層の表面のうねりを2nmを超え70nm以下とすること、および、前記第一の層が形成された前記圧電基板の前記第一の層側に支持基板を接合すること、を含む。

1つの実施形態においては、上記接合時に、上記第一の層の接合面および上記支持基板側の接合面は活性化処理が施されている。

1つの実施形態においては、プラズマ照射により上記活性化処理を行う。

30

1つの実施形態においては、上記製造方法は、上記接合後に、上記圧電基板の上記上面を研磨することをさらに含む。

1つの実施形態においては、上記第一の層は酸化ケイ素を含む。

## 【発明の効果】

## 【0006】

本発明の実施形態によれば、耐久性に優れた複合基板を提供することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0007】

【図1】本発明の1つの実施形態に係る複合基板の概略の構成を示す模式的な断面図である。

40

【図2A】1つの実施形態に係る複合基板の製造工程例を示す図である。

【図2B】図2Aに続く図である。

【図2C】図2Bに続く図である。

【図2D】図2Cに続く図である。

【図2E】図2Dに続く図である。

【図3A】1つの実施形態に係る弾性波デバイスの製造工程例を示す図である。

【図3B】図3Aに続く図である。

【図4】実施例1の酸化ケイ素層の表面のうねりの状態を示すグラフである。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0008】

50

以下、本発明の実施形態について図面を参照しつつ説明するが、本発明はこれらの実施形態には限定されない。また、図面は説明をより明確にするため、実施の形態に比べ、各部の幅、厚み、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。

【0009】

#### A．複合基板

図1は、本発明の1つの実施形態に係る複合基板の概略の構成を示す模式的な断面図である。複合基板100は、圧電層10と中間層20と支持基板30とをこの順に有する。具体的には、互いに対向する第一主面10aおよび第二主面10bを有する圧電層10の第二主面10b側に支持基板30が配置され、支持基板30と圧電層10との間に中間層20が配置されている。圧電層10の第二主面10bには電極41が設けられており、電極41を覆うように中間層20が配置されている。具体的には、中間層20は、電極41および電極41が形成されない圧電層10の電極非形成領域に接している。

10

【0010】

図示しないが、複合基板100は、任意の層をさらに有していてもよい。このような層の種類・機能、数、組み合わせ、配置等は、目的に応じて適切に設定され得る。

【0011】

複合基板100は、任意の適切な形状で製造され得る。1つの実施形態においては、いわゆる、ウエハーの形態で製造され得る。複合基板100のサイズは、目的に応じて適切に設定され得る。ウエハーの直径は、例えば100mm～200mmである。

20

【0012】

#### A-1．圧電層

上記圧電層を構成する材料としては、任意の適切な圧電性材料が用いられ得る。圧電性材料としては、好ましくは、 $LiAO_3$ の組成を有する単結晶が用いられる。ここで、Aは、ニオブおよびタンタルからなる群から選択される一種以上の元素である。具体的には、 $LiAO_3$ は、ニオブ酸リチウム( $LiNbO_3$ )であってもよく、タンタル酸リチウム( $LiTaO_3$ )であってもよく、ニオブ酸リチウム-タンタル酸リチウム固溶体であってもよい。

【0013】

圧電性材料がタンタル酸リチウムである場合、圧電層は、例えば、圧電性材料のX軸(結晶軸)を弾性表面波の伝搬方向( $X_1$ )としたときの、そのY軸からZ軸に向けて $32^\circ \sim 55^\circ$ (例えば $42^\circ$ )回転した方向が、圧電層主面に垂直な方向( $X_3$ )に対応すること、具体的にはオイラー角表示で( $180^\circ, 58^\circ \sim 35^\circ, 180^\circ$ )であることが好ましい。

30

【0014】

圧電性材料がニオブ酸リチウムである場合、圧電層は、例えば、圧電性材料のX軸(結晶軸)を弾性表面波の伝搬方向( $X_1$ )としたときの、そのZ軸から-Y軸に向けて $0^\circ \sim 40^\circ$ (例えば $37.8^\circ$ )回転した方向が、圧電層主面に垂直な方向( $X_3$ )に対応すること、具体的にはオイラー角表示で( $0^\circ, 0^\circ \sim 40^\circ, 0^\circ$ )であることが好ましい。圧電性材料がニオブ酸リチウムである場合、圧電層は、また例えば、圧電性材料のX軸(結晶軸)を弾性表面波の伝搬方向( $X_1$ )としたときの、そのY軸からZ軸に向けて $40^\circ \sim 65^\circ$ 回転した方向が、圧電層主面に垂直な方向( $X_3$ )に対応すること、具体的にはオイラー角表示で( $180^\circ, 50^\circ \sim 25^\circ, 180^\circ$ )であることが好ましい。

40

【0015】

圧電層の厚みは、複合基板の使用法や用途に応じて、任意の適切な厚みに設定され得る。圧電層の厚みは、例えば $0.2\mu m$ 以上 $30\mu m$ 以下である。

【0016】

#### A-2．電極

上記電極は、例えば、Au、Ag、Al、Pt、Mo、Ru等の金属で構成され得る。

50

これらは、単独で、または、二種以上組み合わせて用いられ得る。電極の厚みは、例えば  $0.1 \mu\text{m} \sim 1 \mu\text{m}$  である。

【0017】

電極は、代表的には、圧電体に、スパッタリング、真空蒸着等により成膜した金属膜をパターニングして形成される。

【0018】

A - 3 . 中間層

上記中間層を構成する材料としては、例えば、酸化ケイ素 ( $\text{SiO}_2$ )、酸化タンタル ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ )、酸化ニオブ ( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ )、シリコン ( $\text{PVD-Si}$ ) が用いられる。好ましくは、酸化ケイ素が用いられる。中間層の厚み (電極と対向する領域における厚みも含む) は、例えば  $1 \mu\text{m}$  以上  $6 \mu\text{m}$  以下であり、好ましくは  $2 \mu\text{m}$  以上  $3 \mu\text{m}$  以下である。

10

【0019】

中間層は、任意の適切な方法により成膜され得る。例えば、スパッタリング、イオンビームアシスト蒸着 (IAD) 等の物理蒸着、化学蒸着、原子層堆積 (ALD) 法により成膜され得る。

【0020】

A - 4 . 支持基板

上記支持基板としては、任意の適切な基板が用いられ得る。支持基板は、単結晶で構成されてもよく、多結晶で構成されてもよく、これらの組み合わせにより構成されていてもよい。支持基板を構成する材料としては、好ましくは、シリコン、サファイア、ガラス、石英、水晶およびアルミナからなる群から選択される。

20

【0021】

上記シリコンは、単結晶シリコンであって、その表面に多結晶層やアモルファス層が形成されていてもよく、高抵抗シリコンであってよい。

【0022】

代表的には、上記サファイアは  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の組成を有する単結晶であり、上記アルミナは  $\text{Al}_2\text{O}_3$  の組成を有する多結晶である。アルミナは、好ましくは透光性アルミナである。

【0023】

支持基板を構成する材料の熱膨張係数は、圧電層を構成する材料の熱膨張係数よりも小さいことが好ましい。このような支持基板によれば、温度が変化したときの圧電層の形状・サイズの変化を抑制し、例えば、得られる弾性表面波デバイスの周波数特性の変化を抑制し得る。

30

【0024】

支持基板の厚みとしては、任意の適切な厚みが採用され得る。支持基板の厚みは、例えば  $100 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$  である。

【0025】

A - 5 . 製造方法

本発明の1つの実施形態に係る複合基板の製造方法は、互いに対向する上面および下面を有し、下面に電極が設けられた圧電基板の下面側に第一の層を形成すること、第一の層の表面を平坦化すること、および、圧電基板の第一の層側に支持基板を接合すること、を含む。

40

【0026】

図2Aから図2Eは、1つの実施形態に係る複合基板の製造工程例を示す図である。

【0027】

図2Aは、対向する上面12aおよび下面12bを有する圧電基板12の下面12bに電極41の形成が完了した状態を示し、図2Bは、圧電基板12の下面側に第一の層21が成膜された状態を示している。第一の層21の成膜は、上述の中間層の成膜方法により行うことができる。第一の層21の厚みは、例えば、電極41を十分に覆うこと可能な厚みに設定され得る。第一の層21の厚みは、例えば  $2 \mu\text{m}$  以上  $6 \mu\text{m}$  以下である。

50

## 【 0 0 2 8 】

図 2 C は、第一の層 2 1 の表面 2 1 a の平坦化処理（例えば、ラップ研磨および/または化学機械研磨）が完了した状態を示している。平坦化処理により、第一の層 2 1 の表面 2 1 a のうねりは、2 nm を超えることが好ましく、より好ましくは 3 nm 以上であり、さらに好ましくは 5 nm 以上である。一方、第一の層 2 1 の表面 2 1 a のうねりは、70 nm 以下にされていることが好ましく、より好ましくは 60 nm 以下であり、さらに好ましくは 50 nm 以下である。なお、表面のうねり（表面形状）は段差計により測定することができる。第一の層 2 1 の表面 2 1 a のうねりは、上記平坦化処理の調整によって制御され得る。例えば、ラップ研磨の研磨量と化学機械研磨の研磨量を調整することで、上記うねりの値は制御され得る。

10

## 【 0 0 2 9 】

図 2 D は、第一の層 2 1 が成膜された圧電基板 1 2 と支持基板 3 0 とを接合（直接接合）する工程を示している。具体的には、第一の層 2 1 の接合面 2 1 a と支持基板 3 0 の接合面 3 0 a とを接触させて接合する。こうして、図 2 E に示すように、圧電基板 1 2 と支持基板 3 0 とが中間層 2 0 を介して接合された複合基板 1 1 0 を得る。

## 【 0 0 3 0 】

図示しないが、支持基板 3 0 の圧電基板 1 2 が接合される側には第二の層が成膜され、圧電基板 1 2 に成膜された第一の層 2 1 の接合面 2 1 a と支持基板 3 0 に成膜された第二の層の接合面とを接触させて接合してもよい。この場合、第一の層と第二の層とを接合させて中間層が形成される。1つの実施形態においては、第一の層 2 1 を構成する材料と第二の層を構成する材料とは実質的に同じである。例えば、同じターゲット（例えば、Si ターゲット）を用い、同じ条件にてスパッタリングすることにより、第一の層 2 1 および第二の層を成膜する。なお、上記接合を行い得る限り、第一の層 1 を構成する材料および第二の層を構成する材料として、それぞれ、任意の適切な材料が選択され得る。

20

## 【 0 0 3 1 】

圧電基板 1 2 と支持基板 3 0 との接触させる上で、予め、圧電基板 1 2 側の接合面および支持基板 3 0 側の接合面は、活性化処理が施されていることが好ましい。1つの実施形態においては、プラズマ照射により活性化処理を行う。活性化処理時の雰囲気に含まれるガスとしては、例えば、酸素、窒素、水素、アルゴンが挙げられる。これらは、単独で用いてもよいし、二種以上組み合わせて（混合ガスとして）用いてもよい。好ましくは、窒素が用いられる。

30

## 【 0 0 3 2 】

プラズマ照射による活性化処理時の雰囲気圧力は、好ましくは 10 kPa ~ 100 kPa であり、より好ましくは 50 kPa ~ 80 kPa である。プラズマ照射時のエネルギーは、好ましくは 30 W ~ 150 W であり、より好ましくは 60 W ~ 120 W である。プラズマ照射の時間は、好ましくは 5 秒 ~ 30 秒である。

## 【 0 0 3 3 】

好ましくは、圧電基板 1 2 側の接合面と支持基板 3 0 側の接合面とを接触させた後、この接合体を加熱することが好ましい。加熱により、圧電基板 1 2 と支持基板 3 0 との接合強度をさらに向上させることができる。加熱温度は、例えば 100 ~ 400 である。加熱時間は、例えば 1 時間 ~ 25 時間である。接触および加熱は、それぞれ、窒素、アルゴン等の不活性ガス雰囲気下で行ってもよいし、大気中で行ってもよい。

40

## 【 0 0 3 4 】

1つの実施形態においては、加熱は、第一加熱工程および第二加熱（アニール）工程をこの順に含む。第一加熱工程では、上記接合体を室温から温度 T1（例えば、100 ~ 150）に達するまで加熱する。第二加熱工程では、接合体を、温度 T2 の条件下に所定時間（例えば、3 時間 ~ 25 時間）置く。温度 T2 は、例えば 180 以上であり、200 以上であってもよく、230 以上であってもよく、250 以上であってもよく、270 以上であってもよい。一方、温度 T2 は、例えば、接合体の破損を防止する観点から、350 以下であることが好ましく、より好ましくは 300 以下である。第二

50

加熱工程後は、代表的には、接合体は自然冷却される。

【 0 0 3 5 】

上記成膜、接合に際し、各層の表面の算術平均粗さ  $R_a$  は  $1 \text{ nm}$  以下であることが好ましく、より好ましくは  $0.3 \text{ nm}$  以下である。このような  $R_a$  は、例えば、化学機械研磨 (CMP) による鏡面研磨により達成され得る。なお、算術平均粗さ  $R_a$  は、原子間力顕微鏡 (AFM) によって  $10 \mu\text{m} \times 10 \mu\text{m}$  の視野で測定した値である。

【 0 0 3 6 】

上記成膜、接合に際し、例えば、研磨剤の残渣、加工変質層等の除去のため、各層の表面を洗浄することが好ましい。洗浄方法としては、例えば、ウエット洗浄、ドライ洗浄、スクラブ洗浄が挙げられる。これらの中でも、簡便かつ効率的に洗浄し得ることから、スクラブ洗浄が好ましい。スクラブ洗浄の具体例としては、洗浄剤 (例えば、ライオン社製、サンウオッシュシリーズ) を用いた後に、溶剤 (例えば、アセトンとイソプロピルアルコール (IPA) との混合溶液) を用いてスクラブ洗浄機にて洗浄する方法が挙げられる。

10

【 0 0 3 7 】

代表的には、得られた複合基板 110 の圧電基板 12 の上面 12a は、上記所望の厚みの圧電層となるように、研削、研磨等の加工が施される。こうして、図 1 に示す複合基板 100 を得ることができる。接合面が上記所定のうねりに調整されていることにより、複合基板 110 は耐久性に優れ得る。例えば、研削、研磨等の加工時の耐久性に優れ得る。具体的には、研削、研磨等の加工により、複合基板に剥がれ (具体的には、接合界面における剥がれ) が生じるのを抑制し得る。その結果、剥がれの無い、品質に優れた複合基板を得ることができる。

20

【 0 0 3 8 】

B. 使用方法

本発明の実施形態による複合基板は、代表的には、弾性波デバイスに用いられる。図 3 A から図 3 B は、一つの実施形態に係る弾性波デバイスの製造工程例を示す図である。図 3 A は、複合基板 100 の表面 (圧電層 10 の第一主面 10a) に第二電極 (表面電極) 42 の形成が完了した状態を示す図である。その後、圧電層 10 に中間層 20 に通じる貫通孔を形成し (図示せず)、例えば、エッチング液を使用するウエットエッチング法により中間層 20 を部分的にエッチングして中空部 24 を形成する。本発明の実施形態による複合基板によれば、例えば、圧電層 10 (中間層 20) と支持基板 30 との接合強度に優れ得ることから、中空部 24 を良好に形成することができる。

30

【実施例】

【 0 0 3 9 】

以下、実施例によって本発明を具体的に説明するが、本発明はこれら実施例によって限定されるものではない。

【 0 0 4 0 】

[ 実施例 1 ]

直径  $150 \text{ mm}$  で、表面および裏面が鏡面研磨された厚み  $0.5 \text{ mm}$  のブラックニオブ酸リチウム (LN) 基板を用意した。

また、直径  $150 \text{ mm}$  で厚み  $0.5 \text{ mm}$  の高抵抗 ( $> 2 \text{ k} \cdot \text{cm}$ ) のシリコン基板を用意した。

40

【 0 0 4 1 】

LN 基板上にスパッタリングにより厚み  $2 \mu\text{m}$  の Au 膜を成膜した後、得られた Au 膜をリソグラフィによりパターン化 (パターン幅:  $30 \mu\text{m}$ ) し、電極を形成した。

次いで、LN 基板のパターン形成面側に厚み  $5 \mu\text{m}$  の酸化ケイ素層 (第一の層) を成膜した。酸化ケイ素層の成膜は、カルーセル方式にて、Si ターゲットを用いたスパッタリング (出力:  $4 \text{ kW}$ ) により行った。

酸化ケイ素層の表面を、ラップ研磨加工により  $2 \mu\text{m}$ 、さらには、CMP 加工により  $0.5 \mu\text{m}$  研磨することで平坦化処理を行い、図 4 に示すように、表面のうねりを  $18.5 \text{ nm}$  とした。ここで、表面のうねりは、段差計 (触針式プロファイリングシステム、BR

50

UKER社製、型番「DektakXT（登録商標）」により、直径12.5 μmの測定針を用いて、オリエンテーションフラット（OF）に沿う方向に800 μmの範囲で測定した際の高さの最大値と最小値の差である。

【0042】

シリコン基板の表面およびLN基板の酸化ケイ素層の表面を洗浄した後、これらをプラズマ活性化チャンバーに導入し、シリコン基板の表面およびLN基板の酸化ケイ素層の表面を活性化した。具体的には、室温で、窒素ガスプラズマ（エネルギー：100W）による活性化処理を10秒間行った。その後、これらの基板に対し、純水を用いた超音波洗浄を行い、スピンドライして、活性化面に付着したパーティクルを除去した。次いで、各基板の位置合わせを行い、大気中、室温で、両基板の活性化面を重ね合わせ、接合体を得た。

10

【0043】

次いで、得られた接合体を窒素雰囲気オーブン（130℃）に投入し、4時間加熱した。その後、オーブンから取り出した接合体（複合基板）のLN基板に対して研削およびラップ研磨を行い、さらに、CMP加工により厚みを1 μmとし、複合基板を得た。

【0044】

[実施例2]

LN基板上的酸化ケイ素層の平坦化処理の加工条件を変更し、表面のうねりを5 nmとしたこと以外は実施例1と同様にして、複合基板を得た。

【0045】

[実施例3]

LN基板上的酸化ケイ素層の平坦化処理の加工条件を変更し、表面のうねりを50 nmとしたこと以外は実施例1と同様にして、複合基板を得た。

20

【0046】

[比較例1]

LN基板上的酸化ケイ素層の平坦化処理の加工条件を変更し、表面のうねりを2 nmとしたこと以外は実施例1と同様にして、複合基板を得た。

【0047】

[比較例2]

LN基板上的酸化ケイ素層の平坦化処理の加工条件を変更し、表面のうねりを80 nmとしたこと以外は実施例1と同様にして、複合基板を得た。

30

【0048】

<評価>

実施例および比較例について下記の評価を行った。評価結果を表1にまとめる。

1. ボンディングウェーブ

活性化処理後のシリコン基板とLN基板とを重ね合わせ、部分的に両基板を押し付けることにより、基板同士の密着が押付け部から自発的に広がる様子（いわゆるボンディングウェーブ）を観察した。

2. 剥離の発生の確認

得られた複合基板をLN基板側からデジタルカメラにより撮影し、得られた写真から剥離が生じている領域（目視判断可能）が占める割合を求めた。

40

【0049】

【表 1】

	うねり	ボンディングウェーブ	剥離面積
実施例 1	18.5nm	中央部から同心円状にゆっくり広がった	0%
実施例 2	5nm	中央部から同心円状にゆっくり広がった	0%
実施例 3	50nm	中央部から同心円状にゆっくり広がった	0%
比較例 1	2nm	中央部から同心円状に速く広がった	10%
比較例 2	80nm	広がらず、ボイドが発生した	5%

10

## 【0050】

比較例 1 では、LN 基板の薄化の加工負荷により、10%の剥離が確認された。比較例 1 の接合体（LN 基板の薄化の加工前）の断面を走査型電子顕微鏡（SEM）により観察したところ、接合界面において隙間が形成されていることが確認され（ボンディングウェーブの広がりが速く、微視的に接合界面に隙間が形成され）、十分な接合強度が得られなかったことが原因であると考えられる。

比較例 2 では、ボンディングウェーブが広がらずボイドが発生した箇所において、LN 基板の薄化の加工負荷により、剥離が確認された。

## 【0051】

20

各実施例においては、所定のうねり（凹凸）によりボンディングウェーブの広がりを遅くし、微視的に十分に密着させて、高い接合強度が得られたと考えられる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0052】

本発明の実施形態による複合基板は、代表的には、弾性波デバイスに好適に用いられ得る。

## 【符号の説明】

## 【0053】

- 10 圧電層
- 12 圧電基板
- 20 中間層
- 21 第一の層（中間層）
- 30 支持基板
- 41 電極
- 100 複合基板

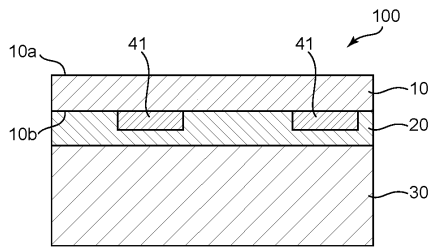
30

40

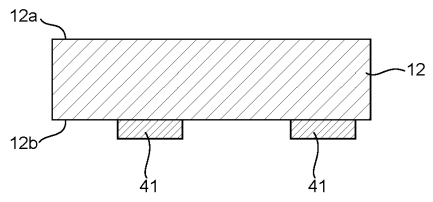
50

【図面】

【図 1】

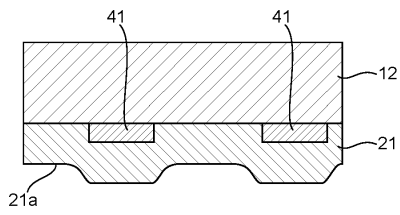


【図 2 A】

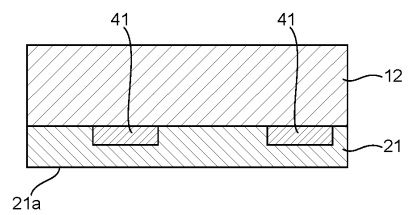


10

【図 2 B】

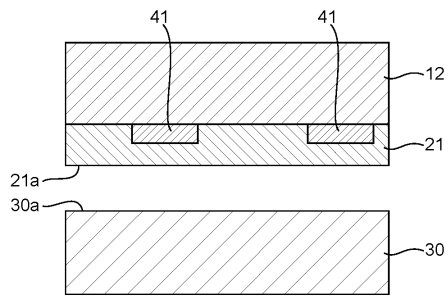


【図 2 C】

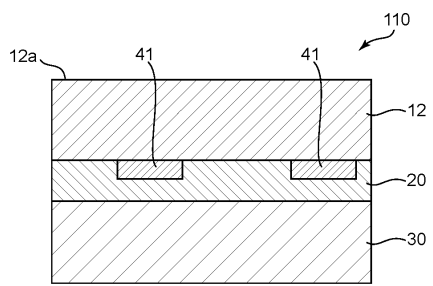


20

【図 2 D】



【図 2 E】

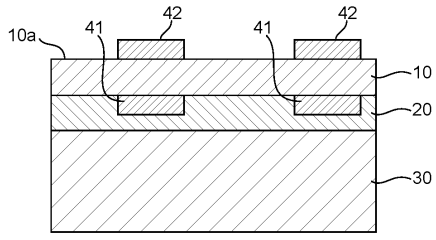


30

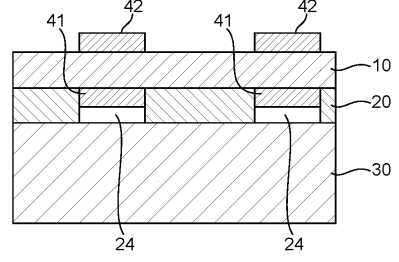
40

50

【図 3 A】

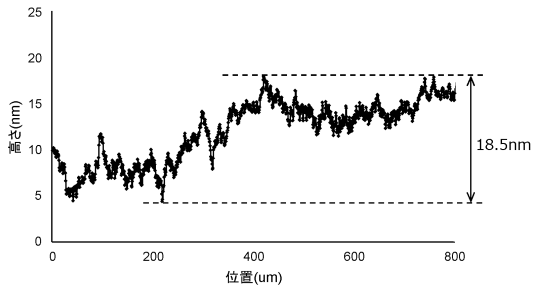


【図 3 B】



10

【図 4】



20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 登録実用新案第3184763(JP,U)  
米国特許出願公開第2017/0063333(US,A1)  
特開2022-189405(JP,A)  
特開2003-165795(JP,A)  
特表2009-524955(JP,A)  
特開2015-050653(JP,A)  
特開2020-057952(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H03H 3/08  
H03H 9/25