

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7641237号
(P7641237)

(45)発行日 令和7年3月6日(2025.3.6)

(24)登録日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 R 1/40 (2006.01) H 0 4 R 1/40 3 3 0

B 0 6 B 1/06 (2006.01) B 0 6 B 1/06 Z

H 0 4 R 17/00 (2006.01) H 0 4 R 17/00 3 3 2 Z

請求項の数 15 (全16頁)

(21)出願番号	特願2021-564578(P2021-564578)	(73)特許権者	511095850
(86)(22)出願日	令和2年4月29日(2020.4.29)		ネーデルランドセ・オルガニサティ・フ
(65)公表番号	特表2022-530663(P2022-530663 A)		オール・トゥーヘバスト・ナトゥールウ
(43)公表日	令和4年6月30日(2022.6.30)		ェテンスハッペライク・オンデルズーク
(86)国際出願番号	PCT/NL2020/050265		・テーエヌオー
(87)国際公開番号	WO2020/222639		オランダ・2 5 9 5 D A・スフラーフェ
(87)国際公開日	令和2年11月5日(2020.11.5)		ンハーヘ・アンナ・ファン・ビューレン
審査請求日	令和5年4月5日(2023.4.5)	(74)代理人	プラン・1
(31)優先権主張番号	19171943.4		100108453
(32)優先日	平成31年4月30日(2019.4.30)	(74)代理人	弁理士 村山 靖彦
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)	(74)代理人	100110364
			弁理士 実広 信哉
		(74)代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦
		(72)発明者	ヘルケ・プロアー・アッカーマン
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 局所化した膜振動を有する音響圧電膜変換器アレイ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フレキシブル基板（11）上のパターン形成したスタック（12～15）によって形成される音響変換器（10a、10b）のアレイを備える音響デバイス（100）であって、前記スタックが、

異なる変換器（10a、10b）間に延び、それぞれの底部電極層（12）と上部電極層（15）との間に挟まれる連続した圧電層（13）と、

絶縁材料（14m）のパターンによって形成されるパターン形成した絶縁層（14）とを備え、前記パターンが、

前記絶縁材料（14m）が前記電極（12、15）のうちの1つと前記圧電層（13）との間に配設される絶縁区域（A14）と、

両方の電極（12、15）が前記圧電層（13）と接触する、前記絶縁材料（14m）がない接触区域（A10）とを備える、音響デバイス（100）。

【請求項 2】

前記音響変換器（10a、10b）の作動面が、前記接触区域（A10）において前記フレキシブル基板（11）の部分を含む、請求項1に記載の音響デバイス。

【請求項 3】

前記フレキシブル基板（11）、前記電極（12、15）を有する前記圧電層（13）、および前記絶縁区域（A14）の合計の厚さ（Z100）が、1ミリメートル未満であ

10

20

る、請求項 1 または 2 に記載の音響デバイス。

【請求項 4】

前記絶縁区域 (A 1 4) における前記スタックの厚さ (Z 1 0 0) が、前記接触区域 (A 1 0) における前記スタックの厚さ (Z 1 0) よりも、少なくとも 2 倍だけ厚い、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 5】

前記絶縁層 (1 4) を含む前記絶縁区域 (A 1 4) における屈曲剛性 (F x) が、前記音響変換器 (1 0 a、1 0 b) を形成する前記接触区域 (A 1 0) における屈曲剛性 (F a) よりも、少なくとも 1 0 倍だけ高い、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

10

【請求項 6】

前記絶縁材料 (1 4 m) が、前記圧電層 (1 3) と前記上部電極層 (1 5) との間に配設される、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 7】

前記絶縁材料 (1 4 m) が、フォトリソ材料を含む、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 8】

中間保護層 (1 4 p) が、前記圧電層 (1 3) と前記絶縁材料 (1 4 m) との間に配設され、前記保護層 (1 4 p) が、前記絶縁材料 (1 4 m) を除去するためのエッチングプロセスに対して耐性がある、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

20

【請求項 9】

最も近隣の変換器 (1 0 a、1 0 b) 間の距離 (X a b) が、前記最も近隣の変換器 (1 0 a、1 0 b) の直径 (X a、X b) の半分から 2 倍の間である、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 1 0】

前記圧電層 (1 3) が、前記接触区域 (A 1 0) においてもつばら極性化される、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 1 1】

前記電極のうちの一方 (1 5) が、異なる変換器 (1 0 a、1 0 b) 間に延びる連続した層であり、前記電極のうちの他方 (1 2) が、前記変換器 (1 0 a、1 0 b) の異なるサブセットを制御可能に作動させるためにパターン形成される、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

30

【請求項 1 2】

前記音響デバイス (1 0 0) が、触覚フィードバックデバイスを形成し、前記変換器は、複数の同心円であって、異なる同心円の前記変換器によって放出される音響波 (W) 間の強め合う干渉によって、前記同心円の中心線に沿って前記デバイスの上方の空中に触知できる点を作るように構成される複数の同心円に沿って配置される、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

【請求項 1 3】

前記フレキシブル基板 (1 1) が、剛性の支持基板 (2 0) 上に固定され、前記剛性の支持基板 (2 0) の屈曲剛性が、前記フレキシブル基板 (1 1) の屈曲剛性よりも少なくとも 2 倍だけ高い、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の音響デバイス。

40

【請求項 1 4】

前記支持基板 (2 0) が、前記音響変換器 (1 0 a ~ 1 0 c) に対応する位置に開口部 (2 0 a ~ 2 0 c) を備える、請求項 1 3 に記載の音響デバイス。

【請求項 1 5】

音響デバイス (1 0 0) を製造する方法であって、
フレキシブル基板 (1 1) 上に形成されるスタックを設けるステップであって、前記スタックが、少なくとも底部電極 (1 2) を備える、ステップと、
前記スタック上に絶縁材料 (1 4 m) の層を堆積し、前記スタックを通して前記底部電

50

極（１２）と電氣的に接触するための接触区域（Ａ１０）を形成するために前記絶縁材料（１４ｍ）を選択的に除去するステップと、

前記接触区域（Ａ１０）に音響変換器（１０ａ、１０ｂ）のアレイを形成するため前記スタック上に上部電極（１５）を堆積するステップであって、前記上部電極と前記底部電極の両方が、それらの間で圧電層（１３）と接触し、前記圧電層（１３）が、前記絶縁材料（１４ｍ）の層を堆積する前記ステップの前または後に前記スタック上に堆積され、前記音響変換器（１０ａ、１０ｂ）が、絶縁区域（Ａ１４）によって分離され、前記絶縁材料（１４ｍ）が、前記電極（１２、１５）のうちの１つと前記圧電層（１３）との間に配設され、前記圧電層（１３）が、異なる変換器（１０ａ、１０ｂ）間に延びる連続した層である、ステップと

10

を含む、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本開示は、音響変換器のアレイを有する音響デバイスおよび製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

典型的には、音響／超音波用途のためにプラスチック上に圧電振動膜のアレイを作るとき、電極を介して電場を印可することによって膜の位置において圧電材料が電氣的に極性化され、動作時には、好ましくは膜の振動がアレイを通して横方向に進行し（板波）、隣接するデバイスに影響を及ぼすべきでない。こうした音響クロストークは、生成される音響場の品質およびそのレベルに悪影響を及ぼし、たとえば、画像品質の低下、不完全に規定された測定区域、または音響触覚フィードバック用の期待されたものより大きい焦点がもたらされる可能性がある。

20

【０００３】

背景として、米国特許出願公開第２０１３／０２９３０６５号明細書は、圧電性のマイクロマシニングした超音波変換器（pMUT）アレイを記載する。一例では、変換器要素の集団内の結合強度によって、広い帯域幅の全体応答のために分割する縮退モード形状が実現される一方で、隣接する要素の集団間の結合強度がより弱いことによって、要素の集団間で十分に小さいクロストークが実現される。別の例では、変換器要素の集団内の異なる膜のサイズによって、広い帯域幅の全体応答のための異なる周波数応答が実現される一方で、隣接する要素の集団間の異なる膜のサイズのレイアウトが、要素の集団間で十分に小さいクロストークを実現させる。別の例では、変換器要素の集団内の膜の近接したパッキングによって、広い帯域幅の実施形態のための効率を改善することが実現される。別の例では、楕円形の圧電膜によって、広い帯域幅の全体応答および高い効率のために、複数の共振モードが実現される一方で、隣接する要素の集団間での半主軸の直交性のために、要素の集団間で十分に小さいクロストークが実現される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

40

【文献】米国特許出願公開第２０１３／０２９３０６５号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

最小限のクロストークを有する変換器アレイを有する音響デバイスの製造性および設計の自由度を、さらに改善する必要性が残っている。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本開示の態様は、音響デバイスおよびその製造方法に関する。好ましくは、音響デバイスは、フレキシブル基板上のパターン形成したスタックによって形成される音響変換器の

50

アレイを備える。スタックは、それぞれの底部電極層と上部電極層との間に挟まれる圧電層を備える。パターン形成した絶縁層が、絶縁材料のパターンによって形成される。パターンは、電極のうちの１つと圧電層との間に絶縁材料が配設される絶縁区域と、両方の電極が圧電層と接触する、絶縁材料がない接触区域とを備える。

【０００７】

認識されるように、絶縁材料は、電気絶縁体として機能して、変換器の周りおよび変換器間の絶縁区域において、電極と圧電層との間の接点を電氣的に絶縁することによって、変換器アレイを分割し、または形成することができる。このようにして、音響変換器のアレイをより簡単に製造することができる。さらに、絶縁材料は、変換器間の音響絶縁として機能することができる。このようにして、音響的な干渉またはクロストークを緩和することができる。

10

【０００８】

本開示の装置、システム、および方法のこれらおよび他の特徴、態様、および利点は、以下の記載、添付の特許請求の範囲、および添付の図面から、より良好に理解されよう。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１Ａ】隣接する音響変換器の断面図である。

【図１Ｂ】変換器のうちの１つのさらなる詳細を図示する図である。

【図２Ａ】絶縁材料が底部電極と圧電層との間に付加される音響デバイスの断面図である。

【図２Ｂ】中間保護層を有する音響デバイスの断面図である。

20

【図３Ａ】音響デバイスを製造する方法を図示する図である。

【図３Ｂ】音響デバイスを製造する方法を図示する図である。

【図３Ｃ】音響デバイスを製造する方法を図示する図である。

【図３Ｄ】音響デバイスを製造する方法を図示する図である。

【図４Ａ】支持構造に固定されるフレキシブル基板を有する音響デバイスを図示する図である。

【図４Ｂ】支持構造に固定されるフレキシブル基板を有する音響デバイスを図示する図である。

【図５Ａ】例示のレイアウトによる変換器のアレイの図である。

【図５Ｂ】同様のレイアウトを有するデバイスの写真である。

30

【図６】変換器が作動される場合の、図５Ｂに示されたような音響デバイスの表面にわたるたわみの測定を図示する図である。

【図７Ａ】音響変換器の別のレイアウトを図示する図である。

【図７Ｂ】音響変換器の別のレイアウトを図示する図である。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

具体的な実施形態を記載するために使用される用語は、本発明を制限することを意図していない。本明細書で使用する、単数形の「a」、「an」、および「the」は、文脈がそうでないと明瞭に示さない限り、同様に複数形を含むことが意図される。「および／または」という用語は、関連するリスト化された項目のうちの１つまたは複数の任意およびすべての組合せを含む。「備える（comprises）」および／または「備えている（comprising）」という用語は、言及される特徴の存在を明示するが、１つまたは複数の他の特徴の存在または追加を除外しないことを理解されよう。別段の指定がなければ、方法の特定のステップが別のステップに続くように言及されるとき、特定のステップが前記他のステップに直接続くことができ、または特定のステップを実行する前に、１つまたは複数の中間ステップを実行することができることをさらに理解されよう。別段の指定がなければ、同様に、構造物または構成要素間の接続が記載されるとき、この接続は、直接確立することができる、または中間の構造物または構成要素を介して確立することができることを理解されよう。

40

【００１１】

50

本明細書で記載するように、追加の（絶縁）層を使用して、圧電材料の単なる局所的な極性化を実現することができ、横方向の基板を介した音響クロストークが防止される。振動膜の横方向の寸法は、有効な圧電ポリマを挟む上部電極と底部電極の間の重複によって決定することができる。局所的にパターン形成される電極間に追加誘電体を挿入することによって、金属の電極の形状よりむしろ追加誘電体の形状によって、有効なデバイス区域が決定される。いくつかの実施形態では、追加の誘電体フィルムを、圧電フィルムの前または後に直接堆積することができる。追加の誘電体フィルムがパターン形成される。

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態では、プラスチック基板の頂部で、構造化した金属電極が加工される。構造化した電極上に大面積圧電層が堆積される。膜の共振周波数は直径とともに増減し、より高い周波数では、より小さい膜を使用することができる。小さい膜の寸法と比べて、大面積の圧電材料を製造しやすいように、たとえばポリマ P (V D F - T r F E) が好ましい。最初に、圧電材料の上部上により厚い誘電体層を、たとえば厚いフォトレジストで付加することによって、膜寸法は、この構造化した層の縁部に機械的に規定すること（ピン留めすること）ができる。このことは、振動期間（高い駆動電圧および／または共振時）の膜が大きくたわむときでさえ、膜寸法を固定したままにできることを意味する。最後のステップとして、第 2 の電極を付加することができる。この電極は、デバイス毎に構成することができ、またはデバイス間で共有される共通電極を構成することができる。両方の電極は、構成した安定化中間層の孔の中の指定された接触場所でだけ圧電体と接触する。

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、以下の順序の層、すなわち、電極／圧電体／パターン形成した絶縁体／電極を有する構成を使用することができる。他の実施形態では、以下の順序、すなわち、電極／パターン形成した絶縁体／圧電体／電極を使用することができる。またさらなる実施形態は、同様であるが、パターン形成した絶縁体に起因する圧電材料の汚染およびその後の劣化を回避するために、パターン形成した絶縁体と圧電体（たとえば、S i N、S i O₂、A l O_x）の間に、薄いパターン形成した保護層を追加することができる。いくつかの実施形態では、フレキシブル基板／支持層は、振動膜の部分であってよい。この支持層を通した面内の音響クロストークを防ぐため、膜は、たとえば、接触区域と比較してはるかに高い曲げ剛性（屈曲剛性）を有する絶縁領域を設けることによって、機械的に分離することができる。

【 0 0 1 4 】

本発明は、以降で、本発明の実施形態が示される添付の図面を参照して、より十分に記載される。図面では、見やすいように、システム、構成要素、層、および領域の絶対的なサイズおよび相対的なサイズを誇張する場合がある。実施形態は、本発明の、場合によって理想化した実施形態および中間構成の概略図および／または断面図を参照して記載する場合がある。記載および図面中で、全体にわたって、同様の番号は同様の要素を指す。相対的な用語ならびにそれらの派生語は、この場合に記載されるような、または議論の対象の図面中で示されるような向きのことを指すと解釈するべきである。これらの相対的な用語は、記載の都合のためのものであって、別段の指定がなければ、システムが特定の向きで構築されるまたは動作する必要はない。

【 0 0 1 5 】

図 1 A は、隣接する音響変換器 1 0 a、1 0 b の断面図を図示し、図 1 B は、変換器 1 0 a のうちの 1 つのさらなる詳細を図示する。

【 0 0 1 6 】

好ましい実施形態では、たとえば示されるように、音響デバイス 1 0 0 は、音響変換器 1 0 a、1 0 b のアレイを備える。別の実施形態またはさらなる実施形態では、アレイは、フレキシブル基板 1 1 上のパターン形成したスタック 1 2 ~ 1 5 によって形成される。いくつかの実施形態では、スタックは、それぞれの底部電極層 1 2 と上部電極層 1 5 との間に挟まれる圧電層 1 3 を備える。他の実施形態またはさらなる実施形態では、スタック

は、絶縁層 14 を備える。好ましくは、絶縁層 14 はパターン形成される。たとえば、パターン形成した絶縁層 14 は、絶縁材料 14 m のパターンによって形成される。

【0017】

好ましい実施形態では、たとえば示されるように、パターン形成した絶縁層 (14) は、絶縁材料 14 m が電極 12、15 のうちの 1 つと圧電層 13 の間に (基板 11 を横断する方向 Z に) 配設される絶縁区域 A14 を備える。別のまたはさらなる好ましい実施形態では、パターン形成した絶縁層 (14) は、両方の電極 12、15 が圧電層 13 と接触する、絶縁材料 14 m が不在の接触区域 A10 を備える。より好ましくは、音響変換器 10a、10b が接触区域 A10 に形成される。たとえば、音響変換器 10a、10b は絶縁区域 A14 の間に形成される。最も好ましくは、絶縁区域 A14 が、それぞれの接触区域 A10 を囲む、および / または分離する。言い換えると、絶縁材料 14 m のパターンは、音響変換器 10a、10b の周りに境界を規定することができ、ここで、接触区域 A10 は、圧電層 13 と電極 12、15 のいずれかとの間で絶縁材料 14 m なしにパターン中の間隙に形成される。

10

【0018】

好ましい実施形態では、たとえば示されるように、音響変換器 10a、10b の作動面は、接触区域 A10 においてフレキシブル基板 11 の部分を含む。言い換えると、それぞれの音響変換器 10a は、フレキシブル基板 11 を備えるスタックによって形成することができ、圧電層 13 は、それぞれの底部電極層 12 と上部電極層 15 との間に挟まれるが、絶縁材料 14 m はその区域すなわち接触区域 A10 にはない。

20

【0019】

好ましくは、基板 11 は、たとえば、意図されるような音響波 W を生成するため圧電層 13 を曲げるまたは撓曲するのに少なくとも十分な比較的高い可撓性を有する。典型的には、基板 11 の (スタックなしでそれ自体の) 第 1 の屈曲剛性は、変換器の部分として (すなわち、絶縁材料 14 m を除く)、基板 11 上に設けられる層のスタックの第 2 の屈曲剛性と同じ程度であってよい。たとえば、第 1 の屈曲剛性は、第 2 の屈曲剛性の 0.1 倍 ~ 10 倍の間である。代わりにまたは追加で、このことは、(基板の) (第 1 の) 屈曲剛性は、接触区域 A10 において、デバイスの全屈曲剛性 F a、すなわち、第 1 の屈曲剛性と第 2 の屈曲剛性の合計の 90 パーセント未満を構成すると定量化することができる。

【0020】

30

好ましい実施形態では、基板 11 を取り除く必要はなく、音響デバイス 100 の部分のままとすることができる。別の実施形態 (図示せず) では、スタックは、スタックが製造され、フレキシブル基板または別の支持基板であってよい基板から取り除くことができる。たとえば、パターン形成した絶縁材料 14 m は、基板なしでデバイスを支持するのに十分な構造的完全性を実現することができる。このことによって、構成が製造期間に固定されたままにするために、たとえば比較的高い剛性の基板を使用することも可能にすることができる。

【0021】

好ましい実施形態では、音響デバイス 100 は、比較的平坦であり、たとえばシートとして形成される。そのため、好ましくは、音響デバイス 100 の平面を横断する方向の合計の厚さ Z100 は、その (最小) 面内寸法 (直径または長さ / 幅) の程度と比べて比較的小さい。たとえば、面内寸法は、少なくとも 10 倍、20 倍、50 倍、100 倍、1000 倍、またはそれ以上だけ厚さより大きい。たとえば、基板 11、電極 12、15 を有する圧電層 13、および絶縁区域 A14 の合計の厚さ (Z100) は、1 ミリメートル未満、0.5 ミリメートル未満、たとえば、100 マイクロメートルと 200 マイクロメートルの間であってよい。

40

【0022】

音響変換器 10a、10b 間のたとえば面内波 W_i といったクロストークを効果的に緩和するために、音響変換器それぞれの振動を減結合するおよび / または減衰させることが望ましい。たとえば、減結合は、異なる波伝播特性を有する変換器を、変換器を形成する

50

区域から分離する基板の区域を設けることによって、達成することができる。たとえば、減衰は、変換器間の区域に、より多くのおよび／または異なる（たとえば、消散的な）タイプの材料を設けることによって達成することができる。

【0023】

比較的平坦な音響デバイス100の異なる区域を特徴づける1つの方法は、音響デバイス100それぞれの屈曲剛性(F)または曲げ剛性によるものである。たとえば、層またはスタックの屈曲剛性(F)は、そのヤング率(E)、ポアソン比(ν)、および厚さ(Z)に依存することができる。典型的には、これは、 $F = [E \cdot Z^3] / [12 \cdot (1 - \nu^2)]$ と書くことができる。好ましい実施形態では、絶縁層14を含む絶縁区域A14における屈曲剛性 F_x は、音響変換器10a、10bを形成する接触区域A10における屈曲剛性 F_a よりも、少なくとも10倍、より好ましくは少なくとも20倍、最も好ましくは少なくとも50倍、たとえば60倍と200倍の間だけ高い。絶縁区域の相対的な屈曲剛性が高くなると、隣接する変換器間の面内クロストークをより緩和することができる。

10

【0024】

絶縁区域A14の比較的高い屈曲剛性は、たとえばフレキシブル基板11のヤング率より高い、比較的高いヤング率を有する絶縁材料14mを使用することによって実現することができる。代わりにまたは追加で、絶縁材料14mの層の厚さZ14が比較的に厚くてよい。好ましい実施形態では、絶縁区域A14は、接触区域A10と比較して、スタックに対して局所的に増やした厚さZ14を実現する。たとえば、絶縁区域A14におけるスタックの厚さZ100（たとえば、Z11 + Z13 + Z14に等しい）は、接触区域A10におけるスタックの厚さZ10（たとえば、Z11 + Z13に等しい）よりも、少なくとも2倍、好ましくは少なくとも3倍だけ厚い。

20

【0025】

例示的な製造したデバイスでは、基板11は、厚さZ11 = 13.5 μm を有するポリイミド(PI)基板によって形成された。基板上に、厚さZ13 = 20 μm を有するPVDフスタックによって、圧電層13が形成された。区域A10（すなわち、基板+圧電層）におけるデバイス100の屈曲剛性は、 $F_a = 1.35 \text{ E} - 5 \text{ N} \cdot \text{m}$ （ $= \text{Pa} \cdot \text{m}^3$ ）で推定される。絶縁区域A14において、上部電極15を付加する前に、絶縁材料14mの追加の層が堆積された。具体的には、厚さZ14 = 125 μm を有するフォトレジストの層(SU8)によって絶縁材料14mが形成された。この追加の層を含めて、区域A14におけるデバイス100の屈曲剛性は、 $F_i = 1.19 \text{ E} - 3 \text{ N} \cdot \text{m}$ で推定され、すなわち、区域A10より88倍高い。

30

【0026】

図2Aは、絶縁材料14mが底部電極12と圧電層13との間に付加される音響デバイス100の断面図を図示する。これは、たとえば、絶縁材料14mが圧電層13と上部電極15の間に付加される、図1Aおよび図1Bの実施形態と対照的である。好ましい実施形態では、絶縁材料は、フォトレジスト材料から形成される。そのような材料によって、製造性をさらに改善することができ、たとえば、フォトレジストを現像するための対応する光パターン/マスクによって、絶縁材料14mのパターンを規定する簡単な方法が実現される。いくつかの実施形態では、絶縁材料14mのパターン形成が圧電層13に影響を及ぼす可能性があることを想定することができる。たとえば、フォトレジスト材料、および／または、ウェットエッチングなどのプロセスによって、接触区域A10において、フォトレジストを（選択的に）除去する方法。いくつかの実施形態では、たとえば示されるように、これは、圧電層13の前に絶縁材料14mを付加することによって緩和することができる。

40

【0027】

図2Bは、中間保護層14pを有する音響デバイス100の断面図を図示する。いくつかの実施形態では、中間保護層14pは、圧電層13と絶縁材料14mとの間に配設される。中間保護層14pは、代わりにまたは追加で、たとえば示される絶縁材料14m（フォトレジスト）および／またはその除去方法に露出することから圧電層13を保護するた

50

めに使用することができる。このようにして、圧電層 1 3 は、絶縁材料 1 4 m の層のパターン形成の前に、やはり付加することができる。典型的には、保護層 1 4 p は、絶縁材料 1 4 m とは異なる材料を有することができる。たとえば、保護層 1 4 p は、絶縁材料 1 4 m を除去するためのエッチングプロセスに対して、より耐性がある。好ましくは、中間保護層 1 4 p は、その後、たとえばドライエッチング（ガス）などといった（フォトリソグラフィを除去するために使用されたものと）別のプロセスを使用して、接触区域 A 1 0 において、局所的に除去される。原理的に、保護層 1 4 p は、絶縁材料 1 4 m に加えて、電極と圧電層それぞれの間の電気絶縁体の部分として、および／または、隣接する変換器間の音響絶縁体の部分として働くことができる。その意味で、両方の層 1 4 m および 1 4 p は、パターン形成した絶縁材料の部分と考えることができる。

10

【0028】

図 3 A ～ 図 3 D は、音響デバイス 1 0 0 を製造する方法を図示する。

【0029】

一実施形態では、たとえば図 3 A に示されるように、方法は、フレキシブル基板 1 1 上に形成されるスタックを設けるステップを含む。好ましくは、スタックは（最初に）少なくとも底部電極 1 2 を備える。いくつかの実施形態では、たとえば図 3 A および図 3 B に示されるように、絶縁材料 1 4 m の層がスタック上に堆積され、選択的に除去される。絶縁材料 1 4 m が除去される場所は、スタックを通して底部電極 1 2 と電氣的に接触するための接触区域 A 1 0 を形成することになる。堆積後に材料を除去するステップの代わりに、たとえば開口部を有する箔といった、予めパターン形成した絶縁材料の層を、スタック

20

【0030】

いくつかの実施形態では、たとえば図 3 D に示されるように、スタック上の上部電極 1 5 は、接触区域 A 1 0 に音響変換器 1 0 a、1 0 b のアレイを形成し、そこでは、上部電極と底部電極の両方がそれらの間で圧電層 1 3 と接触し、その圧電層 1 3 は、絶縁材料 1 4 m の層を堆積するステップの前または後にスタック上に堆積され、音響変換器 1 0 a、1 0 b が絶縁区域 A 1 4 によって分離され、絶縁材料 1 4 m が、電極 1 2、1 5 および圧電層 1 3 のうちの 1 つの間に配設される。

【0031】

いくつかの実施形態では、絶縁材料 1 4 m は、フォトリソグラフィ材料を含む。他の実施形態またはさらなる実施形態では、パターン形成した絶縁層 1 4 は、リソグラフィックプロセスによって形成される。たとえば、絶縁材料 1 4 m のパターン形成してない層が、接触区域 A 1 0 の形状または絶縁区域 A 1 4 の形状と一致する光のパターンにさらされる。たとえば、パターン形成した露光を実現するためにマスクが使用される。たとえば比較的小さい寸法および／または多くの個数で、音響変換器の所望の高い精度のパターンを容易に形成するために、リソグラフィを使用できることが理解されよう。

30

【0032】

いくつかの実施形態では、たとえば図 3 A に示されるように、保護層 1 4 p が、圧電層 1 3 と絶縁層 1 4 の間に設けられる。たとえば、図 3 B に示されるように、たとえばウェットエッチングといった、絶縁層 1 4 をパターン形成するための除去プロセスに対して、圧電層 1 3 を保護するために、絶縁材料 1 4 m を除去するときに保護層 1 4 p が残ることができる。いくつかの実施形態では、たとえば図 3 C に示されるように、保護層 1 4 p は、たとえばドライエッチングといった別のプロセスによって、接触区域 A 1 0 で除去することができる。したがって、たとえば図 3 D に示されるように、上部電極層 1 5 は、それらの間の保護層 1 4 p なしで、圧電層 1 3 上に堆積することができる。

40

【0033】

図 4 A および図 4 B は、支持構造 2 0 に固定されるフレキシブル基板 1 1 を有する音響デバイス 1 0 0 を図示する。

【0034】

いくつかの実施形態では、たとえば示されるように、フレキシブル基板 1 1 は、比較的

50

剛性の支持基板 20 上に固定される、たとえば積層される、さもなければ配設される。たとえば、基板 11 は、積層すること、および / さもなければ、支持基板 20 に付着させることができる。フレキシブル基板と支持基板または他の剛性構造との間の固定は、たとえば製造期間および / または製造後に行うことができる。支持基板は、フレキシブル基板 11 と同様に比較的平坦であってよく、またはフレキシブル基板 11 と比較してより厚くてよい。好ましくは、支持基板 20 は、フレキシブル基板 11 と比べて、たとえば少なくとも 2 倍、3 倍、5 倍、10 倍、またはそれ以上といった比較的高い屈曲剛性を有する。したがって、支持基板 20 は、追加の構造的完全性を実現することができる。

【0035】

好ましくは、支持基板 20 は、音響変換器 10a ~ 10c に対応する位置に、すなわち少なくとも部分的に接触区域 A10 と重なり合う開口部 20a ~ 20c を備える。たとえば、フレキシブル基板 11 が絶縁区域 A14 で支持構造に突き当たる一方で、接触区域 A10 では支持構造 20 に接続しない。いくつかの実施形態では、開口部 20a ~ 20c は、たとえば図 4A に示されるように、支持基板 20 を通って延びることができる。他の実施形態またはさらなる実施形態では、開口部 20a ~ 20c は、フレキシブル基板 11 の方向から凹面状に延びるが、支持基板 20 を完全には貫通しない空洞によって形成することができる。開口部は、変換面の比較的自由的な運動を可能にする一方で、依然として剛性の支持を実現することができる。追加で、支持構造への絶縁区域 A14 の固定によって、変換器 10a、10b 間になお一層の音響的絶縁を実現するのを助けることができる。いくつかの実施形態（図示せず）では、支持基板は、たとえばスタックを堆積して完成させた後で、上側に設けることができる。また、音響波 W を伝送するため少なくとも片側に、好ましくは図 4A に示されるものなどといった貫通開口部を有する、片側または両側の支持構造との組合せも可能である。

【0036】

図 5A は、例示的なレイアウトによる変換器のアレイを図示する。図 5B は、同様のレイアウトを有するデバイスの写真を示す。

【0037】

いくつかの実施形態では、たとえば示されるように、変換器の中心は、複数の同心円に沿って配置することができる。したがって、それぞれの円に沿った変換器の各々は、デバイスの平面を横断する方向の、円の中心軸に沿った点に対して同じ距離を有することができる。それぞれの第 1 の円に沿った変換器の第 1 の組を同相で作動させることによって、それらの変換器の音響波は、中心軸に沿った点で強め合うように干渉することができる。それぞれの第 2 の円に沿った変換器の第 2 の組を第 1 の組内でやはり同相で、だが第 1 の組に対して予め規定された位相差で追加で作動させることによって、組の間で強め合う干渉が生じる特定の点を、デバイスの面の上方で選択することができる。これは、追加の組によってさらに改善することができる。一実施形態では、示されるデバイスは、多くの変換器間で強め合う干渉によって、空中に触知できる点を作る、触覚フィードバックデバイスを作成するために使用することができる。たとえば、点の場所は、（中心軸に沿って）変換器の組の間の、または（点を軸外に動かすため）それぞれの組内の相対的な位相を制御することによって制御することができる。もちろん、たとえば格子状レイアウトといった他のレイアウトも、同様または他の音響デバイスを作るために使用することができる。

【0038】

本明細書に記載されるような効果的な減結合によって、任意のレイアウトにおける、隣接する変換器 10a、10b 間の横方向間隔または距離 Xab は比較的小さく、たとえば、変換器 10a、10b の（最大または平均の）直径 Xa、Xb と同じ程度であってよいことを理解されよう。たとえば、変換器間の（最小）距離 Xab は、変換器の（一定または平均）直径 Xa、Xb の 0.1 倍 ~ 10 倍の間であって、好ましくは 0.2 倍 ~ 5 倍の間、より好ましくは半分から 2 倍の間である。いくつかの実施形態では、デバイスの面にわたる変換器の密度が比較的高くてよく、たとえば、変換器は、面（変換器間の区域によって形成される残りの面）の少なくとも 10 パーセント、好ましくは少なくとも 20 パー

10

20

30

40

50

セント、より好ましくは少なくとも30パーセント、または50パーセントすら超えてカバーすることができる。変換器によってより広い面をカバーできると、デバイスの動作はより効果的になることができる。

【0039】

図6は、変換器が作動される場合の、図5Bに示されたような音響デバイスの表面X、YにわたるたわみZの測定を（ナノメートル単位で）図示する。測定は、レーザ振動計を使用して実施された。図示されるように、たわみZが、変換器の接触区域に限定される一方で、変換器間の絶縁区域には事実上目立つたわみがなく、たとえば、絶縁区域におけるたわみは、接触区域におけるたわみよりも少なくとも1/10未満である。

【0040】

図7Aおよび図7Bは、音響変換器10a、10bの別のレイアウトを図示する。一実施形態では、たとえば図7Aに示されるように、絶縁層14は、スタックに付加される前に予めパターン形成される。あるいは、図7Bに示される絶縁層14は、たとえば図3A～図3Dを参照して記載されたように、材料の選択的除去によってパターン形成することができる。

【0041】

好ましい実施形態では、圧電層13は、異なる変換器10a、10b間に延びる連続した層である。有利なことに、圧電材料を連続した層として堆積するのは、はるかに容易な場合がある。好ましくは、ポリマベースの圧電材料が圧電層13用に使用される。たとえば、ポリマベースの圧電材料は、連続した層として容易に付加することができる。いくつかの実施形態では、堆積した圧電材料は、最初に、ランダムに配向される領域を有する場合がある。好ましくは、これらは、圧電材料を「極性化すること」、すなわち、通常は高い温度で、材料にわたって強い電場が印可されるプロセスによって整列される。最も好ましくは、圧電層13は、接触区域A10においてもっぱら（または主に）極性化される。たとえば、極性化のための強い電場は、底部電極12および上部電極（ここでは、見ることができない）を介して印可される。パターン形成した絶縁層14に起因して、電極間の電位差によって、絶縁区域A14のより大きい間隙の両端間のものより強い、接触区域A10における圧電層13の両端間の電場をもたらすことができる。認識されるように、選択的な極性化は、機能性を改善すること、たとえば、絶縁区域A14の非極性化領域における圧電層13の作動をさらに防ぐことを助けることもできる。

【0042】

いくつかの実施形態では、底部電極と上部電極のうちの少なくとも1つは、異なる変換器10a、10b間に延びる連続した層である。他の実施形態またはさらなる実施形態では、電極12、15のうちの少なくとも1つは、パターン形成される。一実施形態では、パターン形成した電極層とパターン形成しない電極層の組合せが使用される。好ましくは、電極のパターン形成は、音響変換器10a、10bのうちの1つまたは複数のサブセットを選択的に作動できるようなものである。一実施形態では、1つまたは複数の変換器10aの第1の組が、底部電極の第1のライン12aに電圧を印加することによって作動され、異なる1つまたは複数の変換器10bの第2の組が、異なる底部電極の第2のライン12aに電圧を印加することによって作動される。いくつかの実施形態では、たとえば示されるように、ライン12a、12bが、少なくとも接触区域A10をカバーするように形作られる接触パッドを備えることができる。パターン形成される底部電極の代わりにまたは追加で、上部電極をパターン形成することができる（図示せず）。いくつかの実施形態（図示せず）では、上部電極のパターンは、たとえば、垂直な格子線を形成して底部電極のパターンを補完することができる。他の実施形態またはさらなる実施形態では、たとえば示されるように、電極ラインの格子を、圧電層13の片側に形成することができる。たとえば、格子は、薄膜トランジスタ（TFT）を備えることができる。

【0043】

分かりやすく簡潔な記載にするために、特徴は、本明細書では、同じまたは別個の実施形態の部分として記載されるが、本発明の範囲は、記載される特徴の全部または一部の組

10

20

30

40

50

合せを有する実施形態を含むことができることを理解されよう。たとえば、実施形態が特定の順序の層について示される一方で、同様の機能および結果を達成するために、本開示の利益を有する当業者によって、また代替方法が想定される可能性がある。たとえば、いくつかの層は組み合わせること、または、1つもしくは複数の代替層へと分割することができる。議論され示される本実施形態の様々な要素は、横方向の振動を分離することなどといったある種の利点を提供する。もちろん、考案および利点を発見して整合させる際に、上の実施形態またはプロセスのうちの任意の1つを1つまたは複数の他の実施形態またはプロセスと組み合わせ、またさらなる改善を実現することができることを理解されたい。本開示は、音響変換器アレイに対して特段の利益を提供し、一般的に、絶縁層が電極層を選択的に分離することによって形成される選択的接触区域間に他の電気構成要素を形成するために適用することができることを理解されよう。

10

【0044】

添付の特許請求の範囲を解釈する際に、「備える (comprising)」という言葉は、他の要素の存在を除外しないことまたは所与の請求項中でリスト化されるもの以外の働きをすること、要素の前の「a」または「an」という言葉は、複数のそのような要素の存在を除外しないこと、請求項中の何らかの参照符号は請求の範囲を制限しないこと、いくつかの「手段」は、同じもしくは異なる項目または実装される構造もしくは機能によって表すことができること、開示されるデバイスまたはそれらの部分のいずれかは、別段の指定がなければ、一緒に組み合わせることまたはさらなる部分へと分割することができることを理解されたい。1つの請求項が別の請求項を参照する場合、これは、それらそれぞれの特徴の組合せによって達成される共同作用の利点を示すことができる。しかし、ある処置が相互に異なる請求項で言及されるという単なる事実は、これらの処置の組合せをやはり効果的に使用できないとは示していない。本実施形態は、こうして、請求項のすべての作用する組合せを含むことができ、各請求項は、原理的に、文脈によって明瞭に除外されない限り、任意の前の請求項を参照することができる。

20

【符号の説明】

【0045】

- 10a 音響変換器
- 10b 音響変換器
- 10c 音響変換器
- 11 フレキシブル基板
- 12 スタック、底部電極層
- 12a 第1のライン、第2のライン
- 12b ライン
- 13 スタック、圧電層
- 14 スタック、絶縁層
- 14m 絶縁材料
- 14p 中間保護層
- 15 スタック、上部電極層
- 20 支持構造、支持基板
- 20a 開口部
- 20b 開口部
- 20c 開口部
- 100 音響デバイス
- A10 接触区域
- A14 絶縁区域
- Fa 屈曲剛性
- Fx 屈曲剛性
- W 音響波
- X 表面

30

40

50

- X a 直径
- X b 直径
- X a b 距離
- Y 表面
- Z 1 0 スタックの厚さ
- Z 1 1 厚さ
- Z 1 3 厚さ
- Z 1 4 厚さ
- Z 1 0 0 スタックの厚さ
- Z たわみ

10

【図面】

【図 1 A】

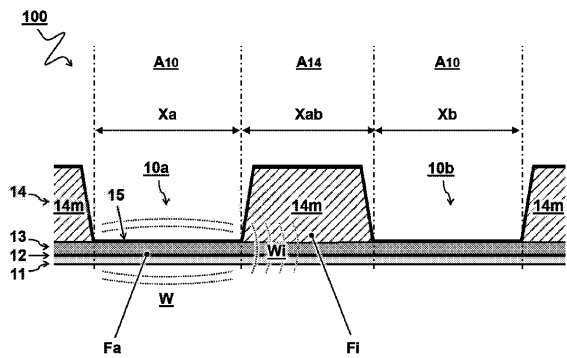


FIG 1A

【図 1 B】

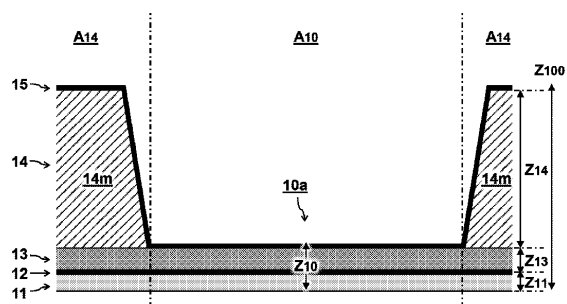


FIG 1B

20

【図 2 A】

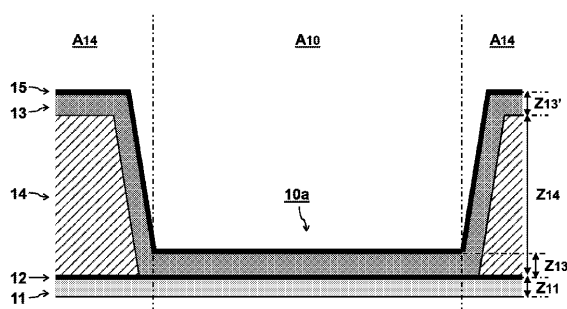


FIG 2A

【図 2 B】

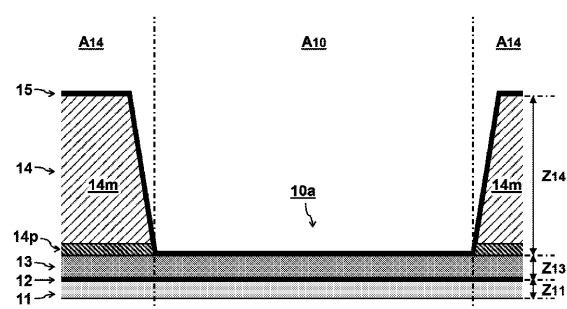


FIG 2B

30

40

50

【 図 3 A 】

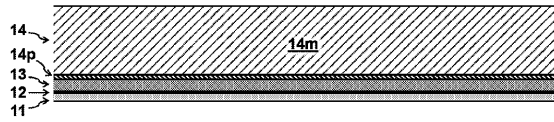


FIG 3A

【 図 3 B 】

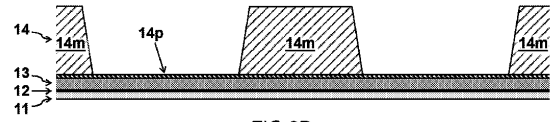


FIG 3B

【 図 3 C 】

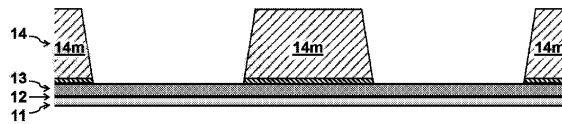


FIG 3C

【 図 3 D 】

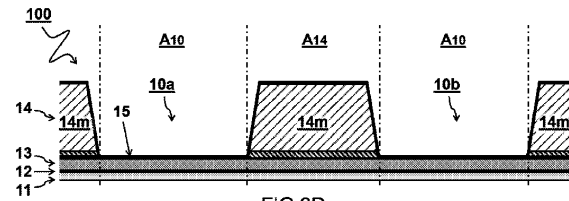


FIG 3D

【 図 4 A 】

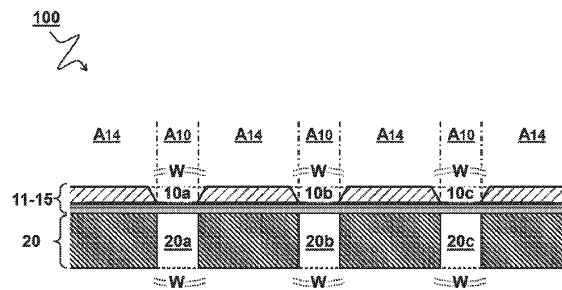


FIG 4A

【 図 4 B 】

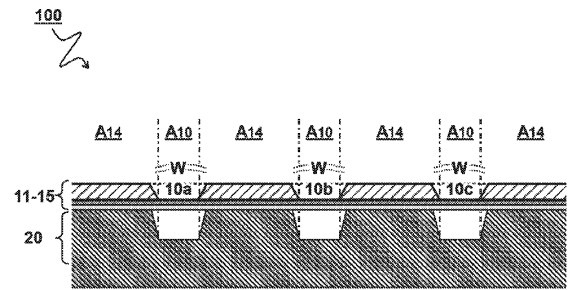


FIG 4B

【図 5 A】

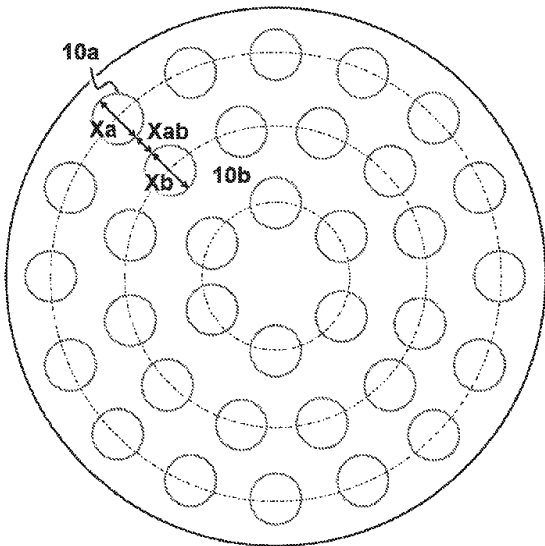


FIG 5A

【図 5 B】

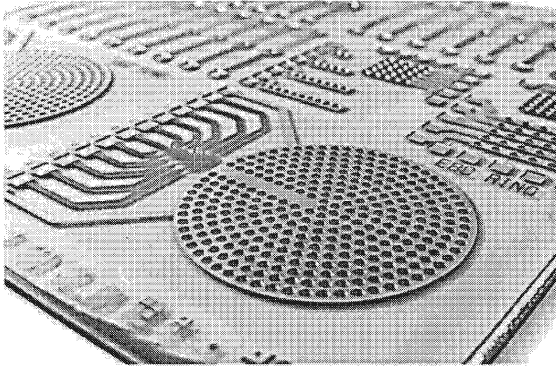


FIG 5B

10

【図 6】

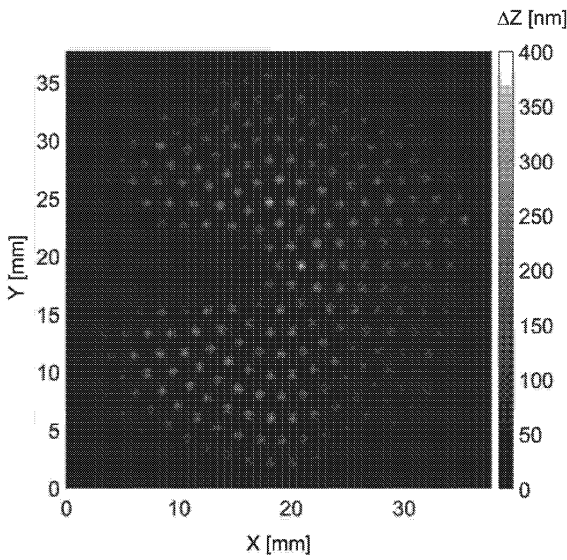


FIG 6

【図 7 A】

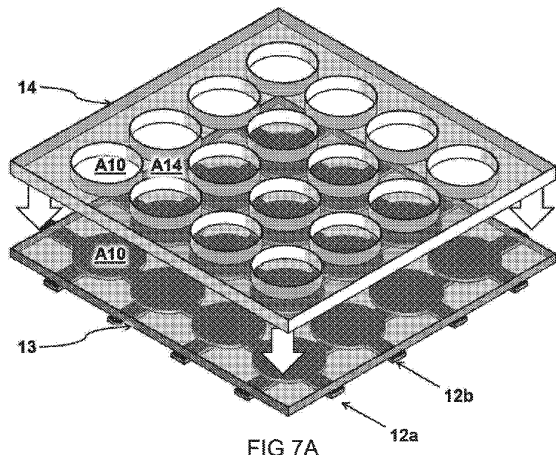


FIG 7A

20

30

40

50

【 図 7 B 】

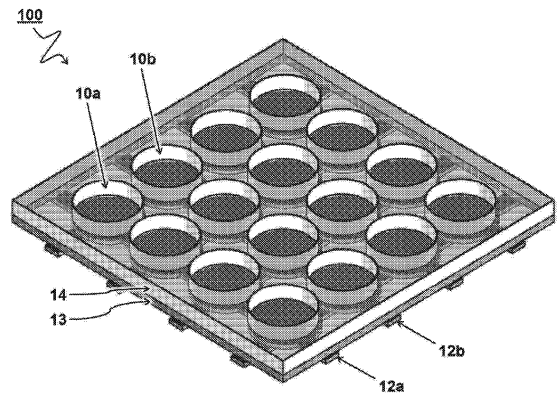


FIG 7B

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- (72)発明者 アルベール・ヨス・ヤン・マリ－・ファン・ブレーメン
 オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- (72)発明者 ヘルヴィン・ヘルマニユス・ヘルリンク
 オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- (72)発明者 アルテュール・ペリー・ベルコフ
 オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- (72)発明者 パウル・ルイ・マリア・ヨーゼフ・ファン・ネール
 オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- (72)発明者 アルノ・ヴィレム・フレデリック・フォルカー
 オランダ・２５９５・デーアー・スフラーフェンハーヘ・アナ・ファン・ブエレンブライン・１・
 テーエヌオー／アイピー・アンド・コントラクティング内
- 審査官 富澤 直樹
- (56)参考文献 特表２０１２－５０３３７０（ＪＰ，Ａ）
 特開２００９－１３９３３９（ＪＰ，Ａ）
 特開２００２－０２７５９４（ＪＰ，Ａ）
 特開昭５５－００５５７０（ＪＰ，Ａ）
 特開２００８－７２４８２（ＪＰ，Ａ）
 特開２００６－３３３１２１（ＪＰ，Ａ）
- (58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
 H 0 4 R １ / 4 0
 B 0 6 B １ / 0 6
 H 0 4 R １ 7 / 0 0