

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2010年11月25日(25.11.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/134243 A1

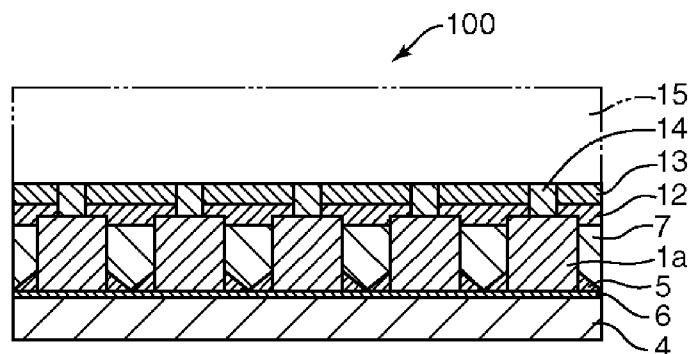
- (51) 国際特許分類:
H04R 17/00 (2006.01) *H04R 31/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001487
- (22) 国際出願日: 2010年3月4日(04.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-121845 2009年5月20日(20.05.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタエムジー株式会社(KONICA MINOLTA MEDICAL & GRAPHIC, INC.) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上野修敬(UENO, Nobuhiro) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 広瀬悟(HI-ROSE, Satoru) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町1番地コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小谷悦司, 外(KOTANI, Etsuji et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島2丁目2番2号大阪中之島ビル2階 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF PRODUCING PIEZOELECTRIC ELEMENT ARRAY, PIEZOELECTRIC ELEMENT ARRAY, AND ULTRASONIC PROBE

(54) 発明の名称: 圧電素子アレイの製造方法、圧電素子アレイおよび超音波探触子

[図3]



(57) Abstract: In a piezoelectric element array (100), filling material (7) existing on a plurality of piezoelectric elements (1a) arranged in a two-dimensional array is pressed to the piezoelectric elements (1a) by a flat member with a soft layer disposed therebetween, and fills the spaces between the piezoelectric elements (1a). Due to this, the filling material between the elements can be uniformly formed so that the performance variation in the elements is minimized, the precision of the element arrangement positions can be increased, and stable electrode connection can be achieved.

(57) 要約: 本発明にかかる圧電素子アレイ100では、2次元配列された複数の圧電素子1aの上にいる充填剤7が、軟質層を介して平板部材によって圧電素子1aへと押圧され、各圧電素子1a間に充填されている。このため、各素子の性能ばらつきが小さくなるように、素子間の充填材を均一に形成することができ、素子配列位置精度が高く、かつ安定した電極接続を実現することができる。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

圧電素子アレイの製造方法、圧電素子アレイおよび超音波探触子

技術分野

[0001] 本発明は、超音波の送受信を行うことができる圧電素子アレイおよびその製造方法に関する。また、この圧電素子アレイを備えた超音波探触子に関する。

背景技術

[0002] 超音波を用いることで、非破壊および無害でその内部を調べることが可能であるため、欠陥の検査や疾患の診断等の様々な分野に超音波技術は、応用されている。例えば、複数の圧電素子を備えた超音波探触子を用いることで、被検体の内部状態等を画像化することができる。より具体的には、超音波探触子において、圧電素子が電気信号に基づいて機械振動を行うことで超音波を発生し、被検体側からの超音波を圧電素子が受けて電気信号を生成する。そして、当該超音波探触子で受信した受信信号に基づいて当該被検体内の内部状態を画像化等することが可能である。この超音波探触子は、複数の圧電素子が配列された圧電素子アレイを備えている。この圧電素子アレイは、複数の圧電素子がライン上に一列に配列された1次元圧電素子アレイであってもよいし、複数の圧電素子が互いに所定の間隔を空けて平面視にて線形独立な2方向に、例えば、互いに直交する2方向に m 行 $\times$ n 列で配列する2次元アレイ状に配列された2次元圧電素子アレイであってもよい。なお、 m 、 n は、正の整数である。

[0003] そして、圧電素子アレイにおいて、これら圧電素子間の相互干渉を低減するために、圧電素子間に、超音波を吸収する充填材が充填されている。この充填材により、各圧電素子間におけるクロストークが低減される。また、圧電素子間に充填材が充填されていることで、圧電素子アレイ全体の強度を保つことも可能である。さらに、充填材は、圧電素子間の絶縁破壊や放電によ

る圧電素子の破損を防止することとしてもよい。また、充填材により、圧電素子間の放熱性を向上させることも可能である。

[0004] このような圧電素子アレイにおいて、各圧電素子の上下面にはそれぞれ電極が設置されており、それら電極によって、圧電素子を振動させるための送信信号が素子外部から受信され、被検体からの超音波信号を電気信号に変換した受信信号が素子外部へ送信される。ここで、圧電素子がライン上に1列に配列された構成を有する圧電素子アレイの製造方法について説明する。まず、一方向に伸びる直方体状の圧電素子が用意される。そして、圧電素子の上下面に、その圧電素子に沿って一方向に伸びる電極が形成され、圧電素子が基板上に設置される。そして、前記電極が形成された圧電素子が基板上に設置される。そして、基板を残して、圧電素子が伸びる方向に対して垂直方向である1方向に、圧電素子が電極と共に切断される。これにより、上記直方体状の圧電素子は、分割され、ライン上に配置された複数の圧電素子が基板上に形成される。そして、各圧電素子が形成された後に、各圧電素子間に充填材が充填される。このように、圧電素子アレイが、いわゆる1次元配列である場合は、切断方向が1方向のみであることから、切断前に、切断により影響を受けない位置に電極を引き出しておくことができる。また、1次元配列であれば、充填材が圧電素子よりも突出していた場合には、充填材を避けるような配線の引き回しも可能であった。しかし、上述と同様の方法により、2次元アレイ構造を有する圧電素子アレイを作製する場合には、切断方向は、線形独立な2方向であるため、切断前に電極を引き出しておくことは、困難である。また、充填材が圧電素子よりも突出していた場合には、充填材を避けるような配線の引き回しは、困難であり、配線に無理な負荷がかかり、接続不良が生じやすい。

[0005] そこで、このような問題が生じないよう、2次元アレイ構造を有する圧電素子アレイの製造方法について、種々の方法が提案されている。例えば、特許文献1には、個々の圧電素子を充填材となる材料によってコーディングすることで、各圧電素子にコーディング層を形成し、そのコーディングされた

圧電素子を所定の配列となるように配置し、配置した後に各圧電素子をコーディングしているコーディング層のすべてを一体化することで、複数の圧電素子間に充填材が配置されている素子アレイの製造方法が、記載されている。

[0006] また、特許文献2には、圧電素子において、一方の電極が形成される前に、その形成箇所にマスクを形成しておき、そのマスクと共に圧電素子を切断することで、圧電素子を分割した後に、各圧電素子間に充填材を充填し、充填後にマスクをはがす、2次元アレイ探触子の製造方法が、記載されている。

[0007] また、特許文献3には、圧電材料からなる微小振動体を配列した隙間に樹脂を充填した後、不要な樹脂を研磨することにより除去する圧電振動部材の製造方法が、記載されている。

[0008] しかしながら、上記特許文献1ないし特許文献3の各文献に記載の方法は、以下に示す問題を有している。特許文献1に記載の製造方法では、コーディング層を有する圧電素子を配列する必要があるが、この作業が複雑であるという問題がある。また、圧電素子の電極形成面については、コーディング層を除去する必要があるため、コーディング層は、除去に適した材料とする必要があり、コーディング層の材料選定上の制約が大きいという問題がある。

[0009] また、特許文献2に記載の製造方法は、マスクを形成した状態で充填材を充填するため、充填材がマスクの厚さ分だけ圧電素子よりも突出した形状となる。そのため、配線の際に充填材が干渉して、電氣的な接続不良が多発するという問題がある。例えば、無理に充填材を圧縮し、圧電素子上の電極に配線を接続した場合には、配線に無理な力が常にかかっている、接続不良が生じる可能性が高い。

[0010] また、特許文献3に記載の製造方法は、研磨を行う必要があるため、時間および労力がかかるという問題がある。また、充填材は、通常、ゴム等の柔らかい材質のものであり、研磨の際に研磨面に荷重をかけることで縮んでし

もう一方、研磨すなわち荷重をやめることで、その縮んだ分が再び元に戻るため、所望の量だけ研磨することが困難である。

先行技術文献

特許文献

[0011] 特許文献1：特開2005-101748号公報

特許文献2：特開2002-262397号公報

特許文献3：特開2004-88056号公報

発明の概要

[0012] 本発明は、上述の事情に鑑みて為された発明であり、その目的は、各素子の性能ばらつきが小さくなるように、素子間の充填材を均一に形成でき、素子配列位置精度が高く、かつ安定した電極接続を実現できる、圧電素子アレイおよびその製造方法を提供することである。また、この圧電素子アレイを備えた超音波探触子を提供することである。

[0013] 本発明にかかる圧電素子アレイおよびその製造方法ならびに超音波探触子では、2次元配列された複数の圧電素子の上に在る充填剤が、軟質層を介して平板部材によって前記圧電素子へと押圧され、前記各圧電素子間に充填されている。このため、各素子の性能ばらつきが小さくなるように、素子間の充填材を均一に形成することができ、素子配列位置精度が高く、かつ安定した電極接続を実現することができる。

[0014] 上記並びにその他の本発明の目的、特徴及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面から明らかになるであろう。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の一実施形態にかかる圧電素子アレイの製造工程（その1）を示す断面図であって、図1（A）～図1（E）は、各工程を示す図である。

[図2]本発明の一実施形態にかかる圧電素子アレイの製造工程（その2）を示す断面図であって、図2（A）～図2（D）は、各工程を示す図である。

[図3]本発明の一実施形態にかかる圧電素子アレイの構成を示す断面図である

。

発明を実施するための形態

- [0016] 以下、本発明にかかる実施の一形態を図面に基づいて説明する。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。
- [0017] 本実施形態にかかる圧電素子アレイは、例えば、超音波探触子内部に配置され、被検体との間で超音波の送信および受信の少なくとも一方を行うものである。より具体的には、圧電素子アレイは、電極がそれぞれ配置された複数の圧電素子を有し、これら配列された圧電素子間には充填材が充填されている。本実施形態にかかる圧電素子アレイは、互いに所定の間隔を空けて平面視にて線形独立な2方向に、例えば、互いに直交する2方向にm行×n列で複数の圧電素子が配列された2次元アレイ状に構成されている。なお、圧電素子アレイは、圧電素子がライン上に一列に配列された構成の1次元配列の圧電素子アレイであってもよい。
- [0018] そして、圧電素子アレイにおいて、これら圧電素子間の相互干渉を低減するために、圧電素子間に、超音波を吸収する充填材が充填されている。この充填材により、各圧電素子間におけるクロストークが低減される。また、圧電素子間に充填材が充填されていることで、アレイ全体の強度を保つことも可能である。さらに、充填材は、圧電素子間の絶縁破壊や放電による圧電素子の破損の防止や、圧電素子間の放熱性を向上させる性質を有することとしてもよい。
- [0019] このような本実施形態にかかる圧電素子アレイの製造方法について、図を用いて以下に説明する。図1は、本実施形態にかかる圧電素子アレイの製造工程（その1）を示す断面図であって、図1（A）～図1（E）は、各工程を示す図である。また、図2は、本実施形態にかかる圧電素子アレイの製造工程（その2）を示す断面図であって、図2（A）～図2（D）は、各工程を示す図である。また、図3は、本実施形態にかかる圧電素子アレイの構成を示す断面図である。

[0020] まず、図 1 (A) に示すように、上下両面に電極（膜）が形成された圧電素子である P Z T ($\text{PbZr}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$: チタン酸ジルコン酸鉛) 板 1 を例えば熱発泡剥離テープであるダイシング用テープ 2 に接着する。なお、P Z T 板 1 の厚さは、例えば 0.3 mm とすればよい。また、P Z T 板 1 において、ダイシング用テープ 2 に接着される面およびその面に対向する面には電極（不図示）が形成されている。圧電素子としては、P Z T 以外に、例えば、 BaTiO_3 、 PbTiO_3 等を用いてもよい。

[0021] 次に、図 1 (B) に示すように、ダイシング用テープ 2 に接着された状態の P Z T 板 1 は、ダイシングソー 3 により切断される。このように、P Z T 板 1 が切断されることで、各圧電素子 1 a が P Z T 板 1 から分割され形成されていく。この際に、各圧電素子 1 a が 2 次元配列とされるように、P Z T 板 1 は、切断される。P Z T 板 1 は、ダイシング用テープ 2 に接着されていることから、各圧電素子 1 a に分割された後も、ダイシング用テープ 2 に固定されている。なお、ダイシングソー 3 による切除幅は、例えば 0.04 mm とすればよい。

[0022] そして、図 1 (C) に示すように、ダイシング用テープ 2 上に、2 次元配列とされた複数の圧電素子 1 a が配置された状態となる。例えば、圧電素子 1 a 間のピッチは、0.3 mm とされ、圧電素子 1 a は、ダイシング用テープ 2 上に 100 × 100 個作成される。次に、図 1 (D) に示すように、圧電素子 1 a においてダイシング用テープ 2 に接着されている面と対向する面に接着剤 5 が塗布され、共通電極 6 が形成された基板 4 が用意される。接着剤 5 は、例えば、熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂であり、塗布の厚みは、10 μm とされる。接着剤 5 の塗布は、例えば、フレキソ印刷機を用いて行うことができる。フレキソ印刷とは、凸版の表面に、アニロックスロールと呼ばれるローラーでインキをつけ、さらにその版を紙などの印刷対象物に押し付けて転写する印刷方式である。さらに、アニロックス表面に付き過ぎたインキは、ドクターブレードによりかき落され、常に安定した量のインキが版の表面に供給される。このようなフレキソ印刷機を用い、圧電素子 1 a を

凸版とみなすことで、安定した量の接着剤 5 を圧電素子 1 a の電極面に塗布することができる。基板 4 には、その主面に共通電極 6 が形成されている。このように、共通電極 6 が形成された基板 4 は、例えば、シリコン板である基板 4 に、スパッタによりアルミニウム膜（共通電極 6）を形成することで作製することができる。そして、ダイシング用テープ 2 に接着された圧電素子 1 a は、その電極面が共通電極 6 に接触するように、基板 4 に押し付けられ、エポキシ系の接着剤 5 が硬化するよう加熱される。例えば、これらは、60 度で 15 時間加熱される。このように、圧電素子 1 a は、ダイシング後、すぐに基板 4 に接着されることから、圧電素子 1 a において高精度の位置決めがなされる。

[0023] 次に、ダイシング用テープ 2 が圧電素子 1 a から除去されることで、図 1（E）に示すように、接着剤 5 は、圧電素子 1 a と共通電極 6 との間の隙間から押し出された状態でフィレット状に固まる。それにより、圧電素子 1 a が基板 4 に強固に固定される。そして、圧電素子 1 a の一方の電極が共通電極 6 と接続されただけの状態である、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 が作製される。なお、基板 4 は、共通電極 6 を有しない仮基板として、圧電素子 1 a は、この仮基板に仮接着剤により仮貼り付けされてもよい。そして、後述する製造工程の後に仮基板が剥離され、その代わりに正規の基板が圧電素子 1 a に接着されてもよい。

[0024] 次に、図 2（A）に示すように、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 の圧電素子 1 a 側（圧電素子 1 a において、共通電極 6 を介して基板 4 に接着していない側）に、充填材 7 が滴下される。充填材 7 は、滴下時には滴下可能な液状であって、熱硬化性等の硬化する性質を有し、硬化後には、超音波吸収性、耐衝撃性、絶縁性等を有する材料であることが好ましい。そのため、充填材 7 は、例えば、粘度が数万 c p であるシリコーンゴム剤のゴムペーストやエポキシ樹脂等を用いることが好ましい。充填材 7 が滴下された第 1 未完成圧電素子アレイ 10 は、真空チャンバーに収納される等して、真空状態あるいは減圧状態に置かれることが好ましい。これにより、充填材 7 中の気泡が

抜けるという効果を奏する。特に、複数の材料を混合することで作製される充填材 7 の場合は、混合する際の攪拌により、気泡を含んでいるため上述の処理を行うことが好ましい。

[0025] 次に、図 2 (B) に示すように、軟質層 8 a および支持層 8 b からなる押圧部材 8 が、すべての圧電素子 1 a におけるすべての上面を覆うように第 1 未完成圧電素子アレイ 10 上に設置される。なお、軟質層 8 a が圧電素子 1 a 側になるように設置する。押圧部材 8 の上方に平板部材 9 がさらに設置され、平板部材 9 により、押圧部材 8 および第 1 未完成圧電素子アレイ 10 に滴下された充填材 7 が押圧される。より具体的には、押圧部材 8 および充填材 7 が平板部材 9 と第 1 未完成圧電素子アレイ 10 との間に挟まれることになる。なお、平板部材 9 は、平坦な面を有し、この平坦面が押圧部材 8 側となるような状態で押圧される。

[0026] ここで、軟質層 8 a は、柔軟性および粘着性を有する材料からなる。より具体的には、軟質層 8 a は、圧電素子 1 a よりも柔らかく、圧電素子 1 a に押し付けた場合に、圧電素子 1 a に密着してその形状に変形し得る程度の柔軟性を有する。そして、軟質層 8 a は、平板部材 9 により第 1 未完成圧電素子アレイ 10 に押し当てた場合に変形する。また、支持層 8 b は、軟質層 8 a を支持する部材である。押圧部材 8 は、本実施形態においては、熱発泡剥離テープであるダイシング用テープを用いた。ダイシング用テープにおいて、その糊の部分が軟質層 8 a であり、糊部分以外のテープの部分が支持層 8 b である。このように、押圧部材 8 が支持層 8 b を有することから、押圧部材 8 は、扱いやすい。また、平板部材 9 は、押圧部材 8 等を押圧した場合に、変形することのない程度の強度を有していればよく、圧電素子 1 a 側の面が平坦であればよい。

[0027] このように、平板部材 9 により、押圧部材 8 が押圧された場合に、圧電素子 1 a は、変形しないが、圧電素子 1 a 間に充填された充填材 7 は、流動性を有し、押圧部材 8 により押圧されて流動し、圧電素子 1 a 間に均一に充填される。また、軟質層 8 a は、押圧されることにより、圧電素子 1 a の上面

に密着して、圧電素子 1 a の上面と軟質層 8 a 間からは、充填材 7 が押し出され、圧電素子 1 a の上面には充填材 7 は、存在しない。つまり、電極が形成されている箇所である圧電素子 1 a の上面に充填材 7 が残ることがない。さらに、図 2 (B) に示すように、軟質層 8 a は、変形して、軟質層 8 a に圧電素子 1 a が入り込み、圧電素子 1 a と密着している箇所では凹状となり、圧電素子 1 a 間では凸状となる。つまり、充填材 7 は、軟質層 8 により押し込まれる。これにより、充填材 7 の上面は、圧電素子 1 a の上面よりも低くなる。すなわち、充填材 7 の上面と圧電素子 1 a の上面とは、同一面上にはなく、圧電素子 1 a の上面の方が、充填材 7 の上面より基板 4 から離れた位置に位置する。なお、平板部材 9 を押圧する力を調整することで充填材 7 等にかかる圧力が調整され、充填材 7 の上面の位置は、調整され得る。

[0028] ここで、軟質層 8 a は、弾性率が 0.1 GPa 以下とし、支持層の弾性率は 1 ~ 3 GPa 程度とすることが好ましい。軟質層 8 a は、粘着力が 2 ~ 10 N / 20 mm としてもよい。それにより、圧電素子 1 a に押圧された場合に、軟質層 8 a が圧電素子 1 a の形状に合わせて変形し、かつ後述する軟質層 8 a を圧電素子 1 a から剥離する際にも容易に剥離可能である。なお、軟質層 8 a が軟らかすぎる、すなわち軟質層 8 a の粘着力が大きすぎると、圧電素子 1 a が軟質層 8 a に入り込みすぎて、軟質層 8 a を圧電素子 1 a から剥離しにくくなる。また、軟質層 8 a が硬すぎると、すなわち軟質層 8 a の粘着力が低すぎると、十分に圧電素子 1 a が軟質層 8 a に入り込まず、圧電素子 1 a 上に充填材 7 が残りやすくなる。

[0029] また、軟質層 8 a の厚みは、10 ~ 100 μ m 程度が好ましく、支持層 8 b の厚みは、10 ~ 200 μ m 程度が好ましい。これにより、軟質層 8 a は、十分に変形し、圧電素子 1 a が適度に軟質層 8 a に入り込む。なお、軟質層 8 a の厚さが厚すぎると、圧電素子 1 a が軟質層 8 a に入り込みすぎて、軟質層 8 a を圧電素子 1 a から剥離しにくくなる。そして、軟質層 8 a の厚さが薄すぎると、十分に圧電素子 1 a が軟質層 8 a に入り込まず、圧電素子 1 a 上に充填材 7 が残りやすくなる。なお、押圧部材 8 は、熱発泡剥離テ-

プに限定されることはない。押圧部材 8 は、上述のような性質を有する軟質層 8 a を有するものであればよい。

[0030] そして、この状態で充填材 7 を硬化させるために、平板部材 9、押圧部材 8、充填材 7 および第 1 未完成圧電素子アレイ 10 は、加熱される。例えば、充填材 7 がシリコンゴム剤のゴムペーストである場合は、これらは、60 度で 15 時間加熱される。それにより、充填材 7 が硬化する。

[0031] 充填材 7 が硬化した後に、図 2 (C) に示すように、平面部材 9 および押圧部材 8 が取り除かれる。押圧部材 8 は、上記押圧されている際は第 1 未完成圧電素子アレイ 10 に接着されているが、熱発泡剥離テープであることから、上記加熱により接着力が低下し、容易に第 1 未完成圧電素子アレイ 10 から除去することができる。

[0032] 図 2 (C) において、平面部材 9 および押圧部材 8 を取り除くことで、図 2 (D) に示すように、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 に充填材 7 を備えた第 2 未完成圧電素子アレイ 11 が作製される。

[0033] 図 2 (D) に示すように、第 2 未完成圧電素子アレイ 11 は、共通電極 6 が形成された基板 4 上と、基板 4 に共通電極 6 を介して接着剤 5 で固定された複数の圧電素子 1 a と、各圧電素子 1 a 間に充填された充填材 7 とを備えている。そして、共通電極 6 と各圧電素子 1 a とは、電氣的に接続されている。また、基板 4 に対して、各圧電素子 1 a の上面は、充填材 7 の上面よりも高い位置に位置している。したがって、第 2 未完成圧電素子アレイ 11 の上面は、充填材 7 を凹部とし圧電素子 1 a を凸部とする凹凸形状を有している。言い換えると、充填材 7 は、基板 4 と、基板 4 と接する圧電素子 1 a の面に対向する圧電素子 1 a の面との間に位置する。なお、基板 4 と接する圧電素子 1 a の面に対向する圧電素子 1 a の面とは、圧電素子 1 a の上面である。

[0034] そして、図 3 に示すように、この第 2 未完成圧電素子アレイ 11 の上面に、バッキング層 13 を介して駆動回路 15 が接続され、圧電素子アレイ 10 が完成する。ここで、バッキング層 13 には、各圧電素子 1 a に対応した

複数の貫通電極 1 4 が貫通形成されており、各対応する圧電素子 1 a と貫通電極 1 4 とを電氣的に接続するように、バッキング層 1 3 が、第 2 未完成圧電素子アレイ 1 1 と駆動回路 1 5 との間に配置される。貫通電極 1 4 が貫通されたバッキング層 1 3 として、例えば、個別貫通電極付きバッキングシートを用いることができる。また、駆動回路 1 5 は、圧電素子アレイ 1 0 0 の各圧電素子 1 a に送信信号を送り、また、各圧電素子 1 a から受信信号を得る。より具体的には、駆動回路 1 5 は、選択的に圧電素子 1 a に超音波を発信させるべく電気信号である送信信号を送り、そして、圧電素子 1 a により変換された、受信された超音波に対応する電気信号を増幅等するためのものである。

[0035] なお、バッキング層 1 3 と第 2 未完成圧電素子アレイ 1 1 とは、例えばエポキシ系の接着剤 1 2 により互いに接着固定されている。また、接着剤 1 2 には、例えば、異方性導電接着剤が用いられてもよい。なお、異方性導電接着剤は、方向に応じて導電性または絶縁性を示す性質を有している。例えば、図 3 において、異方性導電接着剤は、上下方向には導電性を有し、それ以外の方向は絶縁性を有することとすることが可能である。異方性導電接着剤を接着剤 1 2 に使用する場合は、各圧電素子 1 a に形成された電極とそれに対応する貫通電極 1 4 とが直接接触せずに、それらの間に、異方性導電接着剤である接着剤 1 2 が介在していたとしても、各圧電素子 1 a と各貫通電極 1 4 とを電氣的に接続とすることができる。また、同時に、各圧電素子 1 a または貫通電極 1 4 どちらかは、異方性導電接着剤である接着剤 1 2 を間に介していても絶縁とすることが可能である。

[0036] 上述のように、第 2 未完成圧電素子アレイ 1 1 の上面は、充填材 7 を凹部とし圧電素子 1 a を凸部とする凹凸形状を有していることから、凸部である圧電素子 1 a に配線を接続する場合に、凹部である充填材 7 が干渉することではなく、配線を確実に接続できる。

[0037] また、異方性導電接着剤は、圧力をかけた方向に対して導電性を有するという性質を持つ。そこで、接着剤 1 2 として異方性導電接着剤を用いる場合

には、貫通電極 1 4 を備えたバッキング層 1 3 と第 2 未完成圧電素子アレイ 1 1 との間になるように接着剤 1 2 が塗布され、それぞれ対応する圧電素子 1 a と貫通電極 1 4 とを対向させて、接着剤 1 2 を挟み込むように圧力がかけられる。これによって、対向された圧電素子 1 a と貫通電極 1 4 とが電氣的に接続される。この際に、圧電素子 1 a が突出している方が、圧電素子 1 a および貫通電極 1 4 間の接着剤 1 2 に、より圧力がかかりやすいため、容易にこれらの間の接着剤 1 2 に導電性を持たせることができるので好ましい。したがって、本実施形態では、圧電素子 1 a が凸部であるため好ましい。

[0038] 以下に、本実施形態にかかる圧電素子アレイの製造方法において圧電素子アレイを実際に作製し、駆動させた実施例について説明する。図 1、図 2 および図 3 を参考にしながら、本実施例について説明する。まず、図 1 (A) に示すように、上下両面に電極（膜）を形成した厚さ 0.3 mm の P Z T 板 1 が、熱発泡剥離テープであるダイシング用テープ 2 に接着される。ダイシング用テープ 2 は、日東電工株式会社（NITTO DENKO CORP.）製のリバアルファ 3 1 9 6（商品名）が用いられた。次に、図 1 (B) に示すように、ダイシング用テープ 2 に接着された状態の P Z T 板 1 が、切除幅 0.04 mm のダイシングソー 3 によって互いに直交する 2 方向に切断、すなわちマス目状に切断される。これにより、図 1 (C) に示すように、ダイシング用テープ 2 上に配列された 100 × 100 個の圧電素子 1 a が作製される。なお、各圧電素子 1 a のピッチは、0.3 mm とした。

[0039] 次に、図 1 (D) に示すように、圧電素子 1 a においてダイシング用テープ 2 に接着されている面と対向する面にエポキシ系の接着剤 5 が、塗布厚み 10 μm で塗布される。なお、接着剤 5 は、E p o x y T e c h n o l o g y 社製の E p o - T e k 3 5 3 N D が用いられた。また、接着剤の塗布にはフレキシソ印刷機が用いられた。なお、このフレキシソ印刷機は、松尾産業株式会社（MATSUO INDUSTRY CORP.）製の K ロックスプルーファである。

[0040] そして、スパッタによってアルミニウム膜（共通電極 6）を形成したシリコン板である基板 4 が用意された。そして、共通電極 6 が圧電素子 1 a に接

着剤 5 によって接着されるように、基板 4 を圧電素子 1 a に押し付けた状態で、これらが 60 度で 15 時間加熱された。これによって、共通電極 6 と圧電素子 1 a の電極とが接触するように接着される。ここで、ダイシング用テープ 2 のゴム糊内部にはマイクロカプセルが充填されている。加熱されると、このマイクロカプセルが膨張し、ダイシング用テープ 2 は、貼り付けられたものから容易に剥離することができる。したがって、上記加熱後、ダイシング用テープ 2 を剥離することで、図 1 (E) に示すように、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 が作製された。

[0041] 次に、図 2 (A) に示すように、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 の圧電素子 1 a 側に、充填材 7 として 2 液型シリコーン RTV ゴムパウンドが滴下された。その後、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 が真空チャンバーに収納され、充填材 7 中の気泡が抜かれた。次に、図 2 (B) に示すように、押圧部材 8 として PET 基材 (支持層 8 b) と厚さ 50 μm のゴム糊 (軟質層 8 a) とからなる熱発泡剥離テープを用いることによって、熱発泡剥離テープのゴム糊側がすべての圧電素子 1 a の各上面を覆うように第 1 未完成圧電素子アレイ 10 上に設置された。なお、押圧部材 8 には、ダイシング用テープ 2 と同様に、日東電工株式会社製のリバアルファ 3196 (商品名) が用いられた。そして、支持層 8 b の上から平板部材 9 により圧力 (100 kPa) がかけられた。この際、厚さ 50 μm の軟質層 8 b に圧電素子 1 a が入り込み、圧電素子 1 a が入り込んだ厚さは、10 μm であった。

[0042] そして、平板部材 9、押圧部材 8、充填材 7 を含む第 1 未完成圧電素子アレイ 10 が、60 度で 15 時間加熱され、充填材 7 が硬化してから、図 2 (C) に示すように、平面部材 9 および押圧部材 8 が取り除かれ、図 2 (D) に示すように、第 1 未完成圧電素子アレイ 10 に充填材 7 を備えた第 2 未完成圧電素子アレイ 11 が作製された。さらに、図 3 に示すように、第 2 未完成圧電素子アレイ 11 に、異方性導電接着剤である接着剤 12 を介して、個別貫通電極付きバッキングシートである、貫通電極 14 を有したバッキング層 13 が接着され、さらに、貫通電極 14 に駆動回路 15 が接続され、圧電

素子アレイ 100 が作製された。そして、駆動回路 15 により圧電素子アレイ 100 を駆動させて性能評価を行った結果、均一な圧電素子特性を得ることができた。また、所定の時間が経過した後も配線の接続不良が生じることなかった。

[0043] 上述した、本実施形態にかかる圧電素子アレイ 100 の製造方法によれば、充填材 7 が圧電素子 1 a 間に均一に充填され、かつ充填材 7 を研磨する必要がないため、圧電素子 1 a の破損が低減され、製造工程も少なくすむという効果を奏する。また、この製造方法によれば、充填材 7 を研磨する必要がないことから、充填材 7 の表面が不規則に形成されることもない。また、各圧電素子 1 a は、ダイシング用テープ 2 上に設置された P Z T 板 1 がダイシングソー 3 により切断されることで形成されるため、各圧電素子 1 a の位置決めが高精度になされる。さらに、この製造方法によれば、充填材 7 に対して、圧電素子 1 a が突出した形状となるため、圧電素子 1 a 上に形成された電極に配線を接続する際に充填材 7 等が干渉することがなく、そのため、配線に負荷がかかって電極との接続がはずれてしまうという可能性が低い。

[0044] また、本実施形態にかかる圧電素子アレイ 100 は、上述のように、充填材 7 が均一に各圧電素子 1 a 間に充填されていることから、圧電素子 1 a 間におけるクロストークの抑制効果等が高い。また、圧電素子 1 a の位置決めが高精度になされていることから、各圧電素子 1 a の性能ばらつきが小さく、圧電素子アレイ 100 の品質が高い。また、圧電素子アレイ 100 は、上述のように、配線の破損が少ない。さらに、製造工程において充填材 7 を研磨する必要がないことから、研磨が困難であるがクロストーク抑制効果の高い、軟らかいゴムを充填材 7 として用いることができる。

[0045] また、本実施形態にかかる圧電素子アレイ 100 を用いて超音波探触子が作製されてもよい。このような、圧電素子アレイ 100 を備えた超音波探触子は、圧電素子アレイ 100 から出力される超音波を被検体へ送信し、その超音波により生じた被検体からの超音波を受信して、圧電素子アレイ 100 により電気信号に変換する。本実施形態にかかる圧電素子アレイ 100 にお

いて、圧電素子 1 a 間のクロストーク抑制効果等が高く、圧電素子 1 a の位置決めが高精度になされていることから、圧電素子アレイ 100 を備えた超音波探触子は、高精度の超音波の送受信が可能であるという効果を奏する。また、圧電素子アレイ 100 は、上述のように、配線の破損が少ないことから、この超音波探触子も破損しにくいという効果を奏する。

[0046] 本明細書は、上記のように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0047] 一態様にかかる圧電素子アレイの製造方法は、平面上に圧電素子を 2 次元配列する工程と、前記圧電素子上に充填剤を滴下する工程と、軟質層を有する押圧部材の前記軟質層が前記圧電素子を上方から覆うように、前記押圧部材を設置する工程と、平坦な面を有する平板部材の前記平坦な面が前記押圧部材側となるように前記平板部材を前記押圧部材上に設置して、前記平板部材により前記軟質層を前記圧電素子へと押圧する工程と、前記平板部材により前記軟質層を押圧する前記工程により、充填材が前記各圧電素子間に充填された後に、前記充填材を硬化させる工程とを備える。なお、軟質層は、圧電素子に押圧されることで変形する材料である。さらに、軟質層は、圧電素子が当該軟質層に入り込む程度の軟らかさおよび厚さを有し、さらに、軟質層は、圧電素子に押圧されることで、液体である充填材を、圧電素子の電極形成面から押し出すことができる程度の、軟らかさおよび厚さを有する。

[0048] これにより、充填材が圧電素子間に均一に充填される。そのため、圧電素子間のクロストークの抑制効果が高く、圧電素子アレイを駆動させた場合に各圧電素子の性能のばらつきが生じにくい。また、圧電素子アレイを製造する際に、充填材を研磨する必要がないため、圧電素子の破損が低減され、製造工程も少なくすむという効果を奏する。また、この製造方法によれば、充填材を研磨する必要がないことから、充填材の表面が不規則に形成されることもない。さらに、この製造方法によれば、充填材に対して、圧電素子が突出した形状となるため、圧電素子上に形成された電極に配線を接続する際に充填材等が干渉することがなく、そのため、配線に負荷がかかって電極と

の接続がはずれてしまうという可能性が低い。

[0049] また、他の一態様では、上述の圧電素子アレイの製造方法において、前記押圧部材は、さらに支持層を有し、前記軟質層は、前記支持層の片側主面に形成されていることが好ましい。

[0050] このように、押圧部材は、支持層を有することから、変形しやすく、扱いにくい軟質層を直接接触することなく、押圧部材を所望の位置に設置することができる。これにより、作業効率が高くなる。

[0051] また、他の一態様では、上述の圧電素子アレイの製造方法において、前記押圧部材は、熱発泡剥離テープであることが好ましい。

[0052] このように、適当な軟質層および支持層を有する熱発泡剥離テープを押圧部材として用いることで、この製造方法は、好適に実現され得る。また、熱発泡剥離テープは、加熱により、剥離しやすくなることから、充填材として熱硬化性を有する材料を用いた場合に、充填材の硬化後に熱発泡剥離テープの剥離が容易になる。

[0053] また、他の一態様にかかる圧電素子アレイは、平面上に2次元配列された複数の圧電素子と、前記各圧電素子間に充填された充填材とを備え、前記充填材は、前記平面と、前記平面に接する前記圧電素子の一方面に対して反対の他方面との間に位置する。

[0054] これにより、圧電素子は、充填材から突出した形状となり、圧電素子の電極形成面よりも充填材が低い位置にあることとなる。したがって、圧電素子の電極に配線を接続する場合に、充填材が配線と干渉しにくい。したがって、配線に無理な力がかかりにくく、電氣的な接続不良が生じにくいという効果を奏する。

[0055] また、他の一態様にかかる圧電素子アレイは、上述のいずれかの圧電素子アレイの製造方法を用いて製造される。

[0056] これにより、圧電素子が充填材から突出した形状となるため、圧電素子に形成された電極に配線を接続する場合に、充填材が配線と干渉しにくい。したがって、配線に無理な力がかかりにくく、電氣的な接続不良が生じにくい

という効果を奏する。また、充填材が各圧電素子間に均一に充填されることから、圧電素子間のクロストークの抑制効果が高く、圧電素子アレイを駆動させた場合に各圧電素子の性能のばらつきが生じにくい。また、充填材を研磨する必要がないことから、研磨が困難であるがクロストーク抑制効果の高い、軟らかいゴムを充填材として用いることができる。

[0057] また、他の一態様にかかる超音波探触子は、圧電素子アレイを備え、被検体との間で超音波の送信および受信の少なくとも一方を前記圧電素子アレイによって行う超音波探触子であって、上述のいずれかの圧電素子アレイを備えている。

[0058] これにより、高精度の超音波の送受信が可能であり、破損しにくい超音波探触子が提供され得る。

[0059] この出願は、2009年5月20日に提出された日本国特許出願特願2009-121845を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

[0060] 本発明を表現するために、上述において図面を参照しながら実施形態を通して本発明を適切且十分に説明したが、当業者であれば上述の実施形態を変更および／または改良することは容易に為し得ることであると認識すべきである。したがって、当業者が実施する変更形態または改良形態が、請求の範囲に記載された請求項の権利範囲を離脱するレベルのものでない限り、当該変更形態または当該改良形態は、当該請求項の権利範囲に包括されると解釈される。

産業上の利用可能性

[0061] 本発明によれば、超音波の送受信を行うための圧電素子アレイおよびその製造方法ならびにこの圧電素子アレイを備えた超音波探触子を提供することができる。

請求の範囲

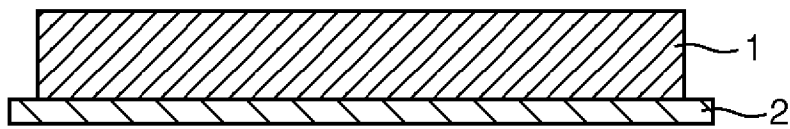
- [請求項1] 平面上に圧電素子を２次元配列する工程と、
前記圧電素子上に充填材を滴下する工程と、
軟質層を有する押圧部材の前記軟質層が前記充填材および前記圧電素子を上方から覆うように、前記押圧部材を設置する工程と、
平坦な面を有する平板部材の前記平坦な面が前記押圧部材側となるように前記平板部材を前記押圧部材上に設置して、前記平板部材により前記軟質層を前記圧電素子へと押圧する工程と、
前記平板部材により前記軟質層を押圧する前記工程により、充填材が前記各圧電素子間に充填された後に、前記充填材を硬化させる工程と
を備えることを特徴とする圧電素子アレイの製造方法。
- [請求項2] 前記押圧部材は、さらに支持層を有し、前記軟質層は、前記支持層の片側面に形成されていること
を特徴とする請求項１に記載の圧電素子アレイの製造方法。
- [請求項3] 前記押圧部材は、熱発泡剥離テープであること
を特徴とする請求項２に記載の圧電素子アレイの製造方法。
- [請求項4] 平面上に２次元配列された複数の圧電素子と、
前記各圧電素子間に充填された充填材とを備え、
前記充填材は、前記平面と、前記平面に接する前記圧電素子の一方面に対して反対の他方面との間に位置すること
を特徴とする圧電素子アレイ。
- [請求項5] 請求項１に記載された圧電素子アレイの製造方法を用いて製造されたこと
を特徴とする圧電素子アレイ。
- [請求項6] 圧電素子アレイを備え、被検体との間で超音波の送信および受信の少なくとも一方を前記圧電素子アレイによって行う超音波探触子であって、

前記圧電素子アレイは、
平面上に２次元配列された複数の圧電素子と、
前記各圧電素子間に充填された充填材とを備え、
前記充填材は、前記平面と、前記平面に接する前記圧電素子の一方
面に対して反対の他方面との間に位置すること
を特徴とする超音波探触子。

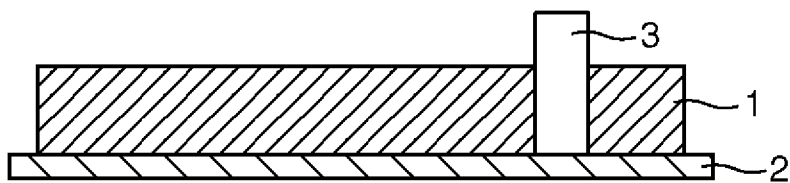
[請求項7] 圧電素子アレイを備え、被検体との間で超音波の送信および受信の
少なくとも一方を前記圧電素子アレイによって行う超音波探触子であ
って、
前記圧電素子アレイは、は請求項５に記載の圧電素子アレイである
こと
を特徴とする超音波探触子。

[図1]

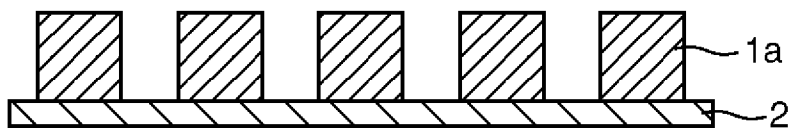
(A)



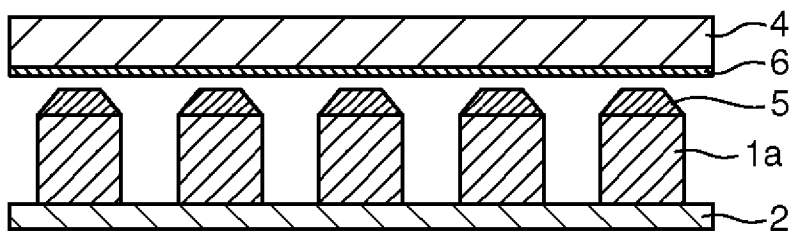
(B)



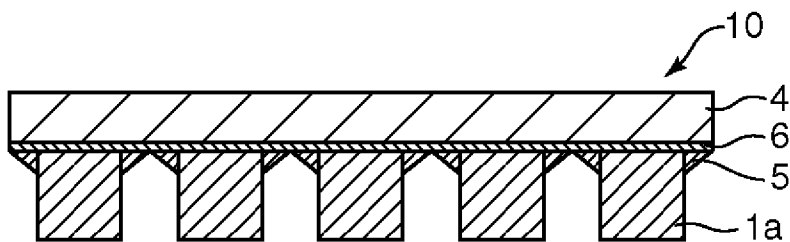
(C)



(D)

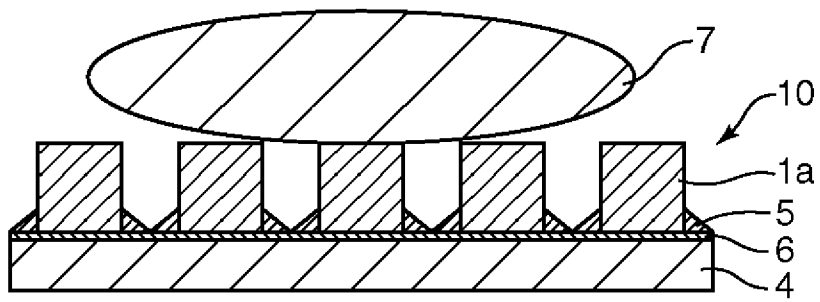


(E)

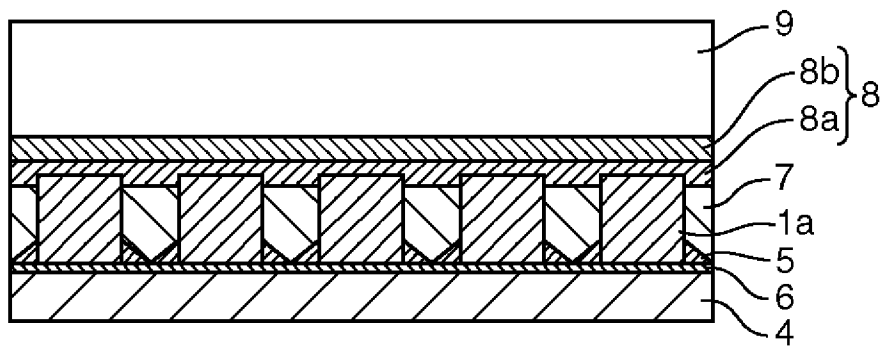


[図2]

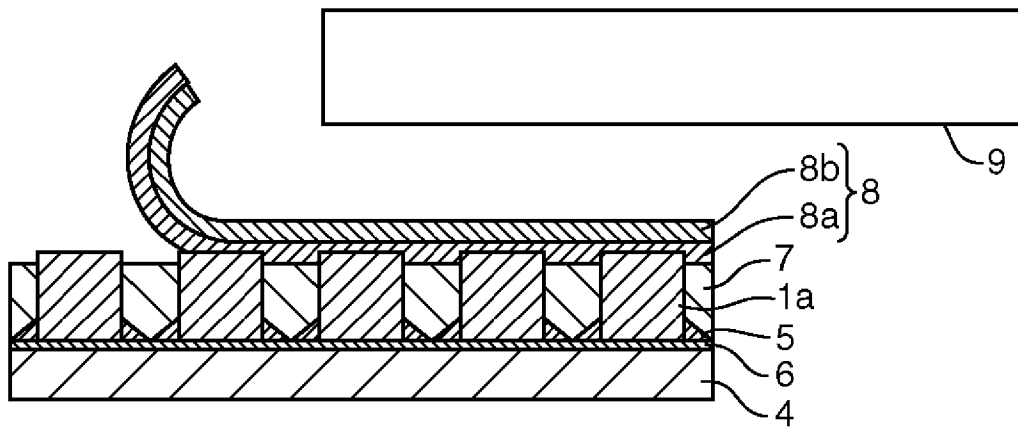
(A)



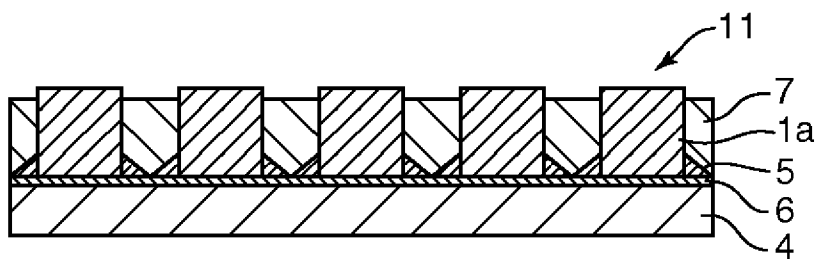
(B)



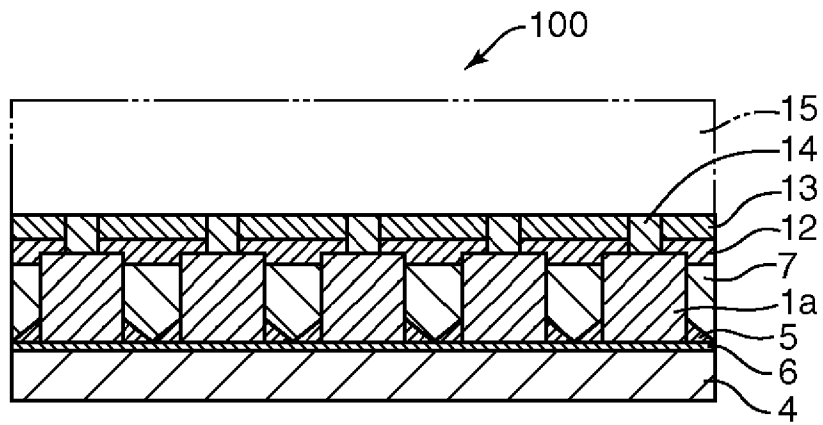
(C)



(D)



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001487

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04R17/00 (2006.01) i, H04R31/00 (2006.01) i

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)

H04R17/00, H04R31/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2006-254406 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 21 September 2006 (21.09.2006), paragraphs [0019] to [0036]; fig. 1 to 8 & US 2006/0181177 A1 & US 2009/0115291 A & EP 1690604 A1	4, 6 1-3, 5, 7
A	JP 2005-245733 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 15 September 2005 (15.09.2005), paragraphs [0016] to [0035], [0065] to [0066]; fig. 5 (Family: none)	1-7
A	JP 8-214398 A (Hewlett-Packard Co.), 20 August 1996 (20.08.1996), paragraphs [0066] to [0069]; fig. 15 & US 5371717 A & EP 629994 A2	1-7

☐ 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
30 March, 2010 (30.03.10)

Date of mailing of the international search report
06 April, 2010 (06.04.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04R17/00(2006.01)i, H04R31/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H04R17/00, H04R31/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2006-254406 A (富士写真フイルム株式会社) 2006. 09. 21, 段落[0019]-[0036], [図 1]-[図 8] & US 2006/0181177 A1 & US 2009/0115291 A & EP 1690604 A1	4, 6 1-3, 5, 7
A	JP 2005-245733 A (松下電器産業株式会社) 2005. 09. 15, 段落[0016]-[0035], [0065]-[0066], [図 5] (ファミリーなし)	1-7
A	JP 8-214398 A (ヒューレット・パカード・カンパニー) 1996. 08. 20, 段落[0066]-[0069], [図 15] & US 5371717 A & EP 629994 A2	1-7

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

3 0 . 0 3 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

0 6 . 0 4 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

大野 弘

5 Z

4 5 4 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 4 1