

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4787630号
(P4787630)

(45) 発行日 平成23年10月5日 (2011. 10. 5)

(24) 登録日 平成23年7月22日 (2011. 7. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H O 4 R 17/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 O J

H O 4 R 31/00 (2006. 01)

H O 4 R 17/00 3 3 2 Y

H O 4 R 31/00 3 3 O

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2006-57378 (P2006-57378)
 (22) 出願日 平成18年3月3日 (2006. 3. 3)
 (65) 公開番号 特開2007-235795 (P2007-235795A)
 (43) 公開日 平成19年9月13日 (2007. 9. 13)
 審査請求日 平成21年1月23日 (2009. 1. 23)

(73) 特許権者 390029791
 日立アロカメディカル株式会社
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
 (74) 代理人 100075258
 弁理士 吉田 研二
 (74) 代理人 100096976
 弁理士 石田 純
 (72) 発明者 小林 和裕
 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロ
 カ株式会社内

審査官 大野 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッキング層と、
 バッキング層上に設けられる圧電層と、
 圧電層上に設けられる整合層と、
 を有する超音波探触子であって、
 前記圧電層は、第一分割部として機能する溝によって複数に分割され、
 前記整合層は、第二分割部として機能する溝によって複数に分割され、
 前記圧電層の溝には、第一充填剤が充填され、
 前記整合層の溝には、第二充填剤が充填され、
 前記第一充填剤の音響インピーダンスは、前記第二充填剤の音響インピーダンスよりも
 大きく、
 前記第一充填剤は、フィラー剤が実質的に添加されていない充填剤であり、
 前記第二充填剤は、フィラー剤が添加された充填剤である、
 ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の超音波探触子において、
 前記第一充填剤は、フィラー剤が添加されていないシリコーンゴムである、
 ことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 3】

バッキング上に電極を介して圧電板を接着する工程と、
圧電板をカットして複数に分割する工程と、
カットによって圧電板に形成された分割溝に第一充填剤を充填する工程と、
圧電板上に電極を介して音響整合層を接着する工程と、
音響整合層をカットして複数に分割する工程と、
カットによって音響整合層に形成された分割溝に第二充填剤を充填する工程と、
を含み、

前記第一充填剤を充填する工程において、フィラー剤が実質的に添加されていない第一充填剤が充填されることを特徴とし、

カットによって複数に分割された圧電板の上面をマスキングシートで保護する工程をさらに含み、

前記第一充填剤を充填する工程において、マスキングシートで上面を保護された圧電板の側面から分割溝に第一充填剤が充填される、

ことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の圧電素子を有する超音波探触子に関する。

【背景技術】

20

【0002】

生体内組織などに超音波を送受波して組織性状を観察する超音波診断装置が知られている。この超音波診断装置は、一般に、超音波探触子（プローブ）と装置本体によって構成される。そして、超音波探触子として、複数の振動素子（アレイ振動子）を備えたタイプの探触子が知られている（特許文献1，2参照）。

【0003】

複数の振動素子を備えた超音波探触子は、バッキング上に複数の圧電素子が配置され、さらに複数の圧電素子の上に音響整合層が設けられる。そして、複数の圧電素子間の溝や音響整合層に設けられた溝に目詰め材料が充填され、これにより、音響クロストークの低減や素子耐久性の向上などが図られている。

30

【0004】

【特許文献1】特開2003-333694号公報

【特許文献2】特開平5-168637号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

目詰め材料は、その音響インピーダンスが小さいほど音響クロストークの低減効果が高い。そのため、目詰め材料として、中空フィラーを混ぜたシリコンゴムなどが利用されている。ちなみに、中空フィラーを混ぜたシリコンゴムの音響インピーダンスは0.1～0.3MRayls程度である。なお、M（メガ）Rayls = $10^6 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$ である。

40

【0006】

ところが、中空フィラーを混ぜたシリコンゴムはその粘度が高くなり、そのため、例えば複数の圧電素子間の溝が狭い微細なアレイ振動子の場合に、目詰め材料を溝に埋め込む作業が困難になる。

【0007】

このように、音響クロストークの低減効果のみを意図すると、例えば微細なアレイ振動子を製造する場合などに、副作用的な問題が発生する。

【0008】

本発明は、このような背景において成されたものであり、その目的は、音響クロストー

50

クの低減に関する改良技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波探触子は、バックング層と、バックング層上に設けられる圧電層と、圧電層上に設けられる整合層と、を有する超音波探触子であって、前記圧電層は、第一分割部によって複数に分割され、前記整合層は、第二分割部によって複数に分割され、前記第一分割部の音響インピーダンスは、前記第二分割部の音響インピーダンスよりも大きい、ことを特徴とする。

【0010】

上記態様において、第一分割部は、複数に分割された圧電層の複数の分割片（圧電素子）間の音響クロストークを低減させる機能を担っている。このため、第一分割部の音響インピーダンスは、各圧電素子の音響インピーダンスよりも十分に小さいことが望ましい。また、第二分割部は、複数に分割された整合層の複数の分割片間の音響クロストークを低減させる機能を担っている。このため、第二分割部の音響インピーダンスは、整合層の音響インピーダンスよりも十分に小さいことが望ましい。さらに、上記態様では、第一分割部の音響インピーダンスが第二分割部の音響インピーダンスよりも大きい。これらを実現する具体例は、例えば、フィラー剤が添加されていないシリコーンゴムを溝に充填して第一分割部を形成し、フィラー剤が添加されたシリコーンゴムを溝に充填して第二分割部を形成する例である。

【0011】

フィラー剤が添加されていないシリコーンゴムは、フィラー剤が添加されたシリコーンゴムに比べて、粘度が低くて流動性がある。したがって、例えば微細なアレイ振動子のように、複数の圧電素子間の溝が狭い場合でも、粘度が低い流動性を備えた材料を充填して第一分割部を形成することができる。これにより、粘度が高い材料を充填する場合に比べて材料の充填が容易になり、結果として、超音波探触子の製造が容易になる。

【0012】

ちなみに、第一分割部と第二分割部の音響インピーダンスを具体的な数値で比較すると、第二分割部が例えば0～0.3MRayls程度に形成され、第一分割部が例えば0.9～3.0MRayls程度に形成される。第二分割部は、例えば、音響インピーダンスが0.3MRayls以下の材料（フィラー剤を添加したシリコーンゴムなど）を溝に充填することによって形成される。なお、溝に材料を充填することなく溝のみによって第二分割部を0MRaylsに形成してもよい。これに対して、第一分割部は、例えば、フィラー剤が添加されていないシリコーンゴムを溝に充填して形成される。なお、第一分割部の形成に利用されるシリコーンゴムは、フィラー剤が実質的に添加されていなければよい。つまり、粘度が低く流動性を保つ程度にフィラー剤が若干添加されてもよい。また、第一分割部の形成にウレタンなどを利用してもよい。

【0013】

望ましい態様において、前記圧電層は、第一分割部として機能する溝によって複数に分割され、前記整合層は、第二分割部として機能する溝によって複数に分割される、ことを特徴とする。望ましい態様において、前記圧電層の溝には、第一充填剤が充填され、前記整合層の溝には、第二充填剤が充填され、前記第一充填剤の音響インピーダンスは、前記第二充填剤の音響インピーダンスよりも大きい、ことを特徴とする。望ましい態様において、前記第一充填剤は、フィラー剤が実質的に添加されていない充填剤であり、前記第二充填剤は、フィラー剤が添加された充填剤である、ことを特徴とする。望ましい態様において、前記第一充填剤は、フィラー剤が添加されていないシリコーンゴムである、ことを特徴とする。

【0014】

また、上記目的を達成するために、本発明の好適な態様である超音波探触子の製造方法は、バックング上に電極を介して圧電板を接着する工程と、圧電板をカットして複数に分割する工程と、カットによって圧電板に形成された分割溝に第一充填剤を充填する工程と

10

20

30

40

50

、圧電板上に電極を介して音響整合層を接着する工程と、音響整合層をカットして複数に分割する工程と、カットによって音響整合層に形成された分割溝に第二充填剤を充填する工程と、を含み、前記第一充填剤を充填する工程において、前記第二充填剤よりも音響インピーダンスが大きい第一充填剤が充填される、ことを特徴とする。

【0015】

望ましい態様において、前記製造方法は、カットによって複数に分割された圧電板の上面をマスキングシートで保護する工程をさらに含み、前記第一充填剤を充填する工程において、マスキングシートで上面を保護された圧電板の側面から分割溝に第一充填剤が充填される、ことを特徴とする。

【発明の効果】

10

【0016】

本発明により、超音波探触子の音響クロストーク低減に関する改良技術が提供される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明の好適な実施形態を説明する。

【0018】

図1には、本発明に係る超音波探触子の好適な実施形態が示されており、図1はその振動子部分の構成図である。

【0019】

図1に示す超音波探触子（振動子部分）は、バッキング14と、バッキング14上に設けられる複数の圧電素子20と、複数の圧電素子20上に設けられる音響整合層26を備えている。つまり、z軸の正方向に向かって、バッキング14と圧電素子20と音響整合層26を積層した構造である。

20

【0020】

なお、圧電素子20は、その上下から、つまりz軸方向の正方向側と負方向側から、二枚の電極22と電極18によって挟まれており、さらに、電極18とバッキング14との間にはバッキング電極16が挿入され、電極22と音響整合層26との間にはグランド電極24が挿入されている。

【0021】

各圧電素子20は略四角柱状に形成され、そして複数の圧電素子20がx方向とy方向に2次元的に配列されている。ちなみに、図1においてはx方向に4個でy方向に3個の合計12個の圧電素子20を示しているが、圧電素子20の個数は12個に限定されるものではなく、超音波探触子の用途などに応じて適宜設定される。

30

【0022】

各圧電素子20は、バッキング14内に形成された図示しないリード線に電氣的に接続される。つまり、バッキング14内には、複数の圧電素子20の各々に対応したリード線が設けられており、さらに、各リード線が複数のバッキング電極16の各々に接続されている。そして、各圧電素子20の電極18がその圧電素子20に対応したバッキング電極16に電氣的に接続され、これにより、各圧電素子20とそれに対応したリード線が電氣的に接続される。また、各圧電素子20は、それに対応した電極22を介してグランド電極24に電氣的に接続されている。

40

【0023】

このような構成の各圧電素子20は、リード線を介して電極18と電極22との間に電圧が印加されることにより振動して超音波を発生する。また、各圧電素子20が超音波（反射波）を受波して振動することにより発生する電極18と電極22との間の電圧がリード線を介して検出される。

【0024】

音響整合層26は、複数の圧電素子20に対応して複数に分割されている。つまり、音響整合層26は、x方向とy方向に2次元的に分割され、音響整合層26の各分割片が各圧電素子20に対応している。音響整合層26は、被検体（生体）と圧電素子20との間

50

の音響インピーダンス整合をとり、これにより、圧電素子 20 から被検体へ超音波が効率的に伝達され、また、被検体から圧電素子 20 へ反射波が効率的に伝達される。

【0025】

なお、バッキング 14 は、例えば剛性の高い合成樹脂などで形成され、圧電素子 20 から下方側、つまり z 軸の負方向側へ放射される超音波を吸収している。これにより、圧電素子 20 で発生される振動（超音波）のエネルギーが音響整合層 26 側へ効率よく伝達される。

【0026】

さらに、本実施形態では、複数の圧電素子 20 の間に形成された溝に目詰め材 (1) 10 が充填され、また、音響整合層 26 に形成された溝に目詰め材 (2) 12 が充填されている。

10

【0027】

目詰め材 (1) 10 は、複数の圧電素子 20 間の音響クロストークを低減させる機能を担っている。このため、目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンスは、各圧電素子 20 の音響インピーダンスとの差が大きいことが望ましい。本実施形態では、目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンスが、各圧電素子 20 の音響インピーダンスよりも十分に小さく設定されている。

【0028】

各圧電素子 20 は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) などの圧電セラミックスで形成され、その音響インピーダンスは、22 ~ 30 MRayls 程度である。PZT に複合材を混ぜることにより、音響インピーダンスの範囲が例えば 15 ~ 30 MRayls 程度の圧電素子 20 を形成してもよい。

20

【0029】

これに対し、目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンスは、各圧電素子 20 の音響インピーダンスよりも十分に小さく設定される。目詰め材 (1) 10 は、フィラー剤が添加されていない充填剤であり、その音響インピーダンスは、0.9 ~ 3.0 MRayls 程度に形成される。例えば、フィラー剤が添加されていないシリコンゴムやウレタンなどを利用して 0.9 ~ 3.0 MRayls 程度の音響インピーダンスが実現される。このように、目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンス (0.9 ~ 3.0 MRayls 程度) は、各圧電素子 20 の音響インピーダンス (22 ~ 30 MRayls 程度) よりも十分小さい値に設定される。

30

【0030】

目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンスを 0.9 ~ 3.0 MRayls とし、各圧電素子 20 の音響インピーダンスを 22 ~ 30 MRayls とし、各圧電素子 20 と目詰め材 (1) 10 の間の超音波の透過率を計算すると、5.8 ~ 24 パーセントとなり、複数の圧電素子 20 間の音響クロストークを十分に低減させることがわかる。なお、目詰め材 (1) 10 は、フィラー剤が添加されないことにより、その粘度が低く流動性を備えているため、複数の圧電素子 20 の隙間が狭い場合であっても、その隙間に充填しやすいという効果を奏する。これについては、後に詳述する。

【0031】

40

目詰め材 (2) 12 は、複数の分割された音響整合層 26 の複数の分割片間の音響クロストークを低減させる機能を担っている。このため、目詰め材 (2) 12 の音響インピーダンスは、音響整合層 26 の音響インピーダンスとの差が大きいことが望ましい。本実施形態では、目詰め材 (2) 12 の音響インピーダンスが、音響整合層 26 の音響インピーダンスよりも十分に小さく設定されている。

【0032】

音響整合層 26 は、例えばエポキシ樹脂などを利用して形成され、必要に応じて多層構造として段階的な整合を実現することにより、その音響インピーダンスは、例えば 2 ~ 12 MRayls 程度に形成される。これに対し、目詰め材 (2) 12 の音響インピーダンスは、音響整合層 26 の音響インピーダンスよりも十分に小さく設定される。目詰め材 (

50

2) 12は、フィラー剤が添加された充填剤であり、その音響インピーダンスは、例えば0～0.3MRayls程度である。例えば、フィラー剤を添加したシリコンゴムによって0.3MRayls程度の音響インピーダンスが実現できる。なお、音響整合層26の溝に材料を充填することなく溝のみによって0MRayls程度の音響インピーダンスを実現してもよい。

【0033】

なお、目詰め材(2)12の音響インピーダンスを0～0.3MRaylsとし、音響整合層26の音響インピーダンスを2～12MRaylsとして、音響整合層26と目詰め材(2)12の間の超音波の透過率を計算すると、0～26パーセントとなり、十分な音響クロストークの低減効果が得られる。

10

【0034】

ちなみに、超音波が音響インピーダンス Z_1 の材料から音響インピーダンス Z_2 の材料へ伝播する際の透過率は、 $(2 \times Z_2) / (Z_1 + Z_2)$ で計算される。

【0035】

次に、本発明に係る超音波探触子の製造方法について説明する。

【0036】

図2は、本発明に係る超音波探触子の製造方法を説明するための図であり、図1の超音波探触子の製造工程を示すフローチャートである。また、図3から図9には、各工程ごとの超音波探触子(振動子部分)の形成状態が示されている。以下、図3から図9を参照しながら、図2のフローチャートの各ステップごとにその処理内容を説明する。

20

【0037】

<S201(図3)>まず、バックング14上に圧電板20'が接着される。なお、バックング14の上面には予めバックング電極16が形成されており、圧電板20'の上下面には予め電極18と電極22が形成されている。また、バックング14内には、後に形成される複数の圧電素子の各々に対応したリード線(図示せず)が設けられている。

【0038】

<S202(図4)>次に、圧電板がカットされて複数の圧電素子20が形成される。つまり、圧電板が碁盤目状にカットされて切り溝32によって分割され、格子状に配列された複数の圧電素子20が形成される。なお、バックング電極16、電極18、電極22も圧電板のカットに伴って分割され、各圧電素子20ごとにそれに対応したバックング電極16、電極18、電極22が形成される。

30

【0039】

<S203(図5)>次に、複数の圧電素子20の上面にマスキングシート34が載せられる。後の工程において、圧電素子20の上面にグランド電極が接着されるため、このマスキングシート34によって、圧電素子20の表面が保護される。

【0040】

<S204(図6)>次に、複数の圧電素子20の側面から切り溝(図5の符号32)内に目詰め材(1)10が充填される。目詰め材(1)10としては、先述のように、例えば、フィラー剤が添加されていないシリコンゴムやウレタンが利用される。フィラー剤が添加されていないシリコンゴムなどは、フィラー剤が添加されたシリコンゴムなどに比べて、粘度が低くて流動性がある。したがって、例えば微細なアレイ振動子のように、複数の圧電素子20の間の溝が狭い場合でも、粘度が低い流動性を備えた目詰め材(1)10を側面から充填することができる。なお、目詰め材(1)10として利用されるシリコンゴムなどは、フィラー剤が実質的に添加されていなければよい。つまり、粘度が低く流動性を保つ程度にフィラー剤が若干添加されてもよい。

40

【0041】

<S205(図7)>目詰め材(1)10の充填後、マスキングシート(図6の符号34)が取り除かれる。前工程のS204において、仮に、マスキングシートによって圧電素子20の上面が保護されていないと、圧電素子20の上面に目詰め材(1)10が付着して電極22が汚染されてしまう可能性がある。しかし、前工程のS204では、マスキ

50

ングシートによって圧電素子 20 の上面が保護された状態で目詰め材 (1) 10 が充填されているため、目詰め材 (1) 10 の充填後にマスキングシートが取り除かれると、マスキングシートによって保護されていた汚染されていない電極 22 が現れる。

【0042】

< S 206 (図 8) > 次に、電極 22 上にグラウンド電極 24 が接着され、さらにグラウンド電極 24 上に音響整合層 26 が接着される。なお、音響整合層 26 は複数の層で構成されてもよい。

【0043】

< S 207 (図 9) > 次に、音響整合層 26 がカットされて複数の層に分割される。つまり、音響整合層 26 が、複数の圧電素子 20 に合わせて切り溝 36 によって碁盤目状に分割される。なお、この工程においてグラウンド電極 24 はカットされない。

10

【0044】

< S 208 (図 1) > 最後に、音響整合層 26 の切り溝 36 (図 9 の符号 36) 内に目詰め材 (2) 12 が充填される。目詰め材 (2) 12 としては、先述のように、例えば、フィラー剤が添加されたシリコンゴムやウレタンなどが利用される。目詰め材 (2) 12 を十分に挿入するために、例えばへらなどが利用されて、切り溝 36 内に目詰め材 (2) 12 が充填される。これにより、目詰め材 (2) 12 に添加されたフィラー剤 (中空フィラーなど) も満遍なく切り溝 36 内に挿入される。こうして、図 1 に示す超音波探触子 (振動子部分) が形成される。

【0045】

20

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態は、次のような格別な効果を奏する。

【0046】

図 1 に示す構成において、目詰め材 (1) 10 の音響インピーダンスは圧電素子 20 の音響インピーダンスに対して十分に小さいため、複数の圧電素子 20 間の音響クロストークが小さくなる。また、目詰め材 (2) 12 の音響インピーダンスは音響整合層 26 の音響インピーダンスに対して十分に小さいため、分割された音響整合層 26 間の音響クロストークが小さくなる。これにより、指向角特性の良い超音波探触子を製造することができる。

【0047】

30

また、目詰め材 (1) 10 を粘度が低い流動性を備えた材料としたことにより、圧電素子 20 の側面から切り溝内に十分に目詰め材 (1) 10 を行き渡らせることが可能になり、これにより、目詰め材のむらがなくなり、複数の圧電素子 20 の特性を均一にすることができる。また、充填作業も容易になり作業性が向上する。ちなみに、目詰め材 (1) 10 にフィラー剤を添加しないことにより、音響インピーダンスを従来のものに比べて大きくすることで、圧電素子 20 の耐久性も向上する。

【0048】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、上述した実施形態はあらゆる点で単なる例示にすぎず、本発明の範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

40

【0049】

【図 1】本発明に係る超音波探触子の振動子部分の構成図である。

【図 2】本発明に係る超音波探触子の製造方法を説明するための図である。

【図 3】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 4】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 5】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 6】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 7】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 8】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

【図 9】各工程ごとの超音波探触子の形成状態を示す図である。

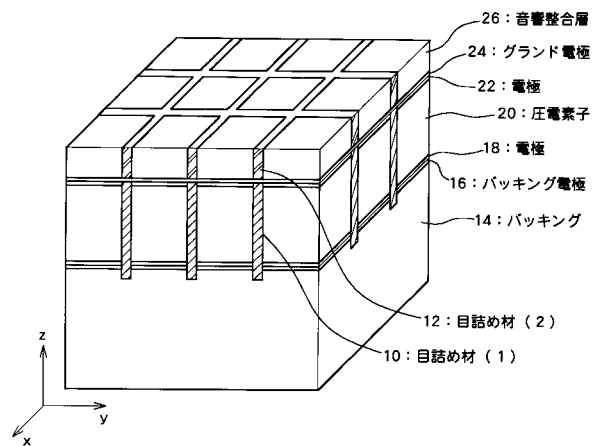
50

【符号の説明】

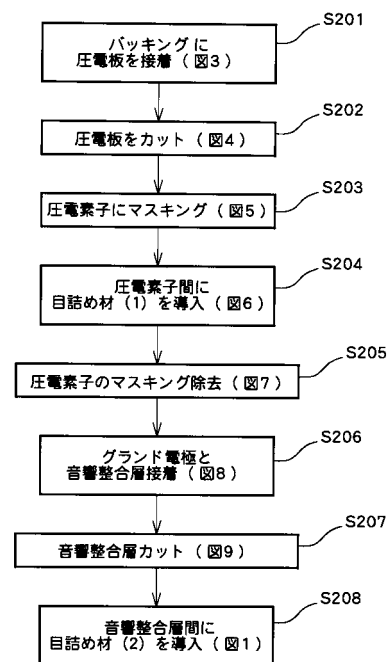
【 0 0 5 0 】

1 0 目詰め材 (1)、1 2 目詰め材 (2)、2 0 圧電素子、2 6 音響整合層。

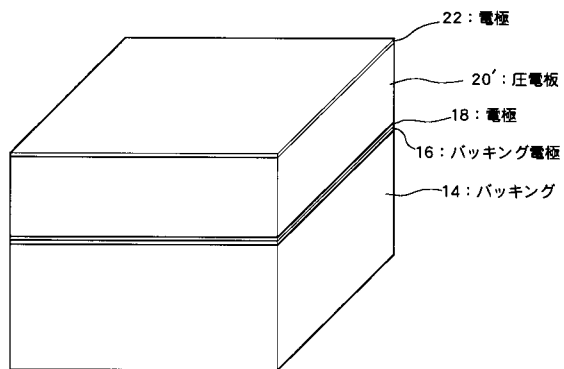
【図 1】



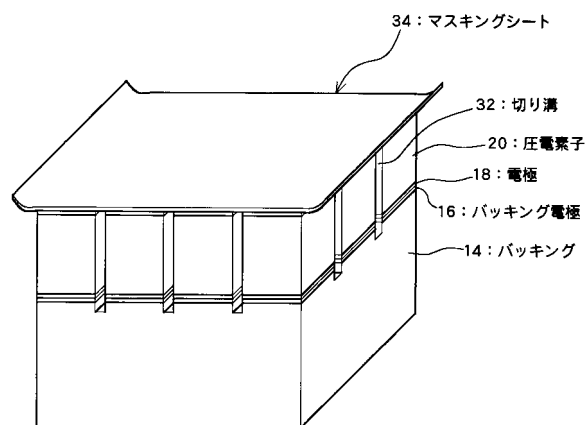
【図 2】



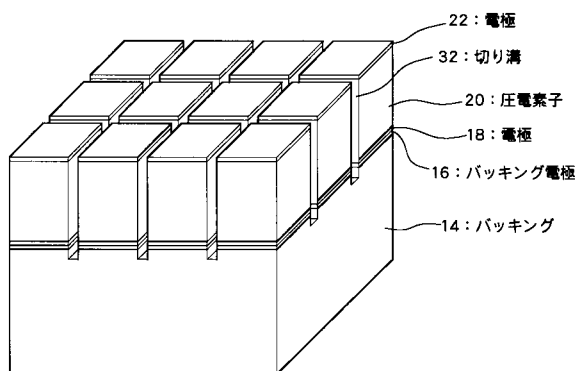
【図 3】



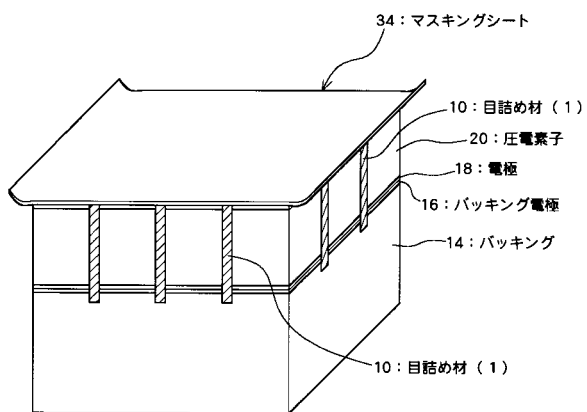
【図 5】



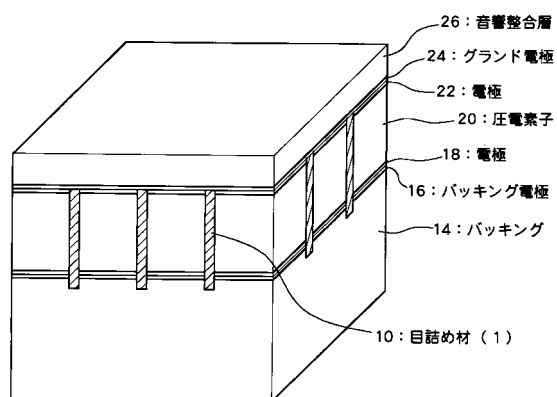
【図 4】



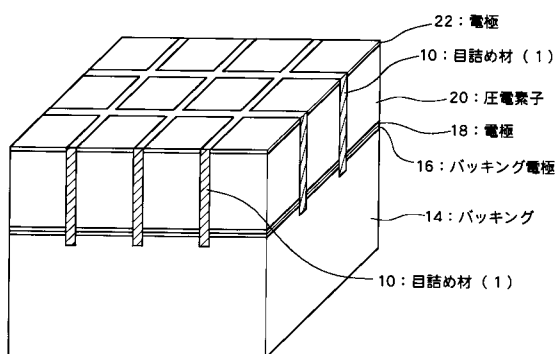
【図 6】



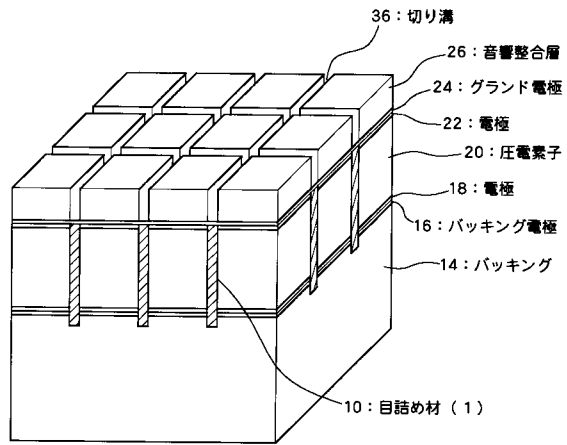
【図 8】



【図 7】



【図 9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08-173423(JP,A)
特開2004-104629(JP,A)
特開平07-131895(JP,A)
特開平05-168637(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R	17/00
A61B	8/00
G01N	29/24
H04R	31/00