

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-313977

(P2006-313977A)

(43) 公開日 平成18年11月16日(2006.11.16)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)		H04R 17/00	330J		4C601
A61B 8/00 (2006.01)		A61B 8/00			5D019
H04R 31/00 (2006.01)		H04R 31/00	330		
H01L 41/26 (2006.01)		H01L 41/22		C	
H01L 41/187 (2006.01)		H01L 41/18	101D		
審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 13 頁)					

(21) 出願番号 特願2005-135226 (P2005-135226)
 (22) 出願日 平成17年5月6日(2005.5.6)

(71) 出願人 000002130
 住友電気工業株式会社
 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
 (74) 代理人 100064746
 弁理士 深見 久郎
 (74) 代理人 100085132
 弁理士 森田 俊雄
 (74) 代理人 100083703
 弁理士 仲村 義平
 (74) 代理人 100096781
 弁理士 堀井 豊
 (74) 代理人 100098316
 弁理士 野田 久登
 (74) 代理人 100109162
 弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

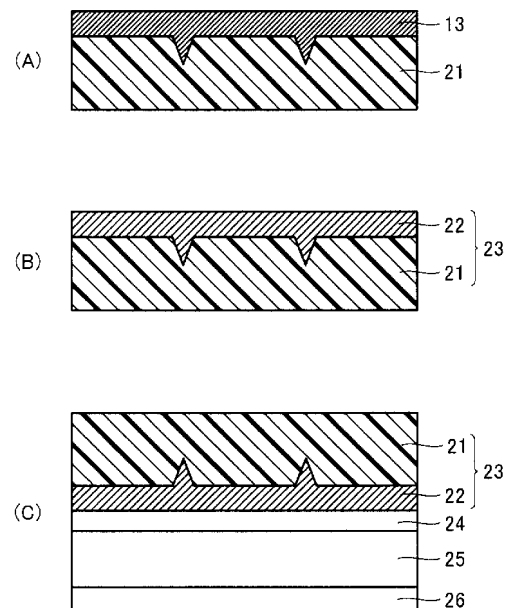
(54) 【発明の名称】 複合圧電材料およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 音響整合層における音響ロスを低減させ、良好な超音波の発信強度および受信感度を有する複合圧電材料およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 圧電材料と、高分子材料および/またはセラミック材料からなる音響整合層とを含み、該音響整合層が、第1の材料からなる第1の層と、第2の材料からなり、第1の層より小さい音響インピーダンスを有する第2の層とを少なくとも含み、かつ該第1の層は該第2の層と圧電材料との間に設けられてなる複合圧電材料の製造方法であって、表面に円錐状または角錐状のパターンが形成された金型を形成する工程と、第1の材料および第2の材料のうち一方からなり、該パターンが転写された転写層を形成する工程と、該転写層の上に、第1の材料および第2の材料のうち該転写層の構成材料とは異なる材料を塗布して塗布層を形成する工程と、を含む複合圧電材料の製造方法に関する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電材料と、高分子材料および／またはセラミック材料からなる音響整合層とを含み、前記音響整合層が、第 1 の材料からなる第 1 の層と、第 2 の材料からなり前記第 1 の層より小さい音響インピーダンスを有する第 2 の層と、を少なくとも含み、かつ、前記第 1 の層が前記第 2 の層と前記圧電材料との間に設けられてなる複合圧電材料の製造方法であって、

表面に円錐状または角錐状のパターンが形成された金型を形成する工程と、

前記第 1 の材料および前記第 2 の材料のうち一方からなり、前記パターンが転写された転写層を形成する工程と、

10

前記転写層の上に、前記第 1 の材料および前記第 2 の材料のうち前記転写層の構成材料とは異なる材料を塗布して塗布層を形成する工程と、

を含む、複合圧電材料の製造方法。

【請求項 2】

前記音響整合層が前記第 1 の層および前記第 2 の層からなり、

前記金型の前記パターン上に前記第 2 の材料を塗布し、前記パターンが転写された前記転写層としての前記第 2 の層を形成する工程と、

前記第 2 の層の上に前記第 1 の材料を塗布して前記塗布層としての前記第 1 の層を形成し、前記第 1 の層と前記第 2 の層とからなる前記音響整合層を形成する工程と、

前記音響整合層を前記圧電材料と複合化する工程と、

20

を含む、請求項 1 に記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 3】

前記圧電材料上に、直接または他の層を介して前記第 1 の材料を塗布する工程と、

前記第 1 の材料に前記金型を押し付けることにより前記パターンを前記第 1 の材料に転写し、前記転写層としての前記第 1 の層を形成する工程と、

前記第 1 の層の上に前記第 2 の材料を塗布して前記塗布層としての前記第 2 の層を形成する工程と、

を含む、請求項 1 に記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 4】

前記音響整合層が前記第 1 の層および前記第 2 の層からなる 2 層構造を有する、請求項 3 に記載の複合圧電材料の製造方法。

30

【請求項 5】

前記パターンが円錐状または角錐状の凸パターンであり、前記凸パターンが、X 線、紫外線、電子線、レーザーのうち少なくともいずれかの照射により形成される、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 6】

前記パターンが円錐状または角錐状の凹パターンであり、前記凹パターンが、サンドブラスト、ガスプラズマエッチング、レーザーアブレーションの少なくともいずれかを用いたエッチングにより形成される、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

40

【請求項 7】

前記第 1 の材料が高分子材料中に導電性物質を含有させてなる導電性高分子材料であり、前記第 2 の材料が高分子材料である、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 8】

前記パターンとしての円錐または角錐において、底面における直径または仮想外接円の直径が $5\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下に設定される、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 9】

前記パターンとしての円錐または角錐において、高さ (A) と底面における直径または

50

仮想外接円の直径 (B) との比 (A) / (B) で定義されるアスペクト比が 0 . 5 以上 1 0 以下に設定される、請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 1 0】

前記第 1 の層の音響インピーダンスが 2 ~ 1 5 M R a y l の範囲内、かつ前記第 2 の層の音響インピーダンスが 1 . 5 ~ 8 M R a y l の範囲内に設定される、請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の複合圧電材料の製造方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 ~ 1 0 のいずれかに記載の製造方法により得られる複合圧電材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0 0 0 1】

本発明は、特に医療用超音波診断機等に対して好適に適用される複合圧電材料およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、医療用の超音波診断機等において、超音波の発信強度および受信感度を向上させた圧電性材料として、高分子材料と圧電材料とからなる複合圧電材料が種々提案されている。しかし複合圧電材料においては、測定対象となる音響インピーダンスの異なる材料との界面における超音波の反射により音響ロスが生じるという問題があるため、超音波の発信強度および受信感度には未だ改善の余地があり、さらに音響ロスを低減させることが要求されている。音響ロスを低減させるためには、複合圧電材料の界面における音響インピーダンスの差をできる限り小さくすることが好ましい。

20

【0 0 0 3】

たとえば非特許文献 1 では、ダイシング装置を用いて P Z T (ジルコン酸チタン酸鉛) 柱先端を針状に加工し、該 P Z T 柱の間隙にタングステン粉を混ぜた導電性樹脂を埋め込むことにより、厚さ方向において音響インピーダンスを変化させた音響整合層を形成する方法が開示されている。非特許文献 1 では P Z T 柱幅が 1 5 0 μ m の場合について検討されているが、良好な超音波の発信強度および受信感度を付与する音響整合層を得るためには、微細な P Z T 柱を形成することが好ましく、理想的には P Z T 柱幅を 5 0 μ m 以下とすることが必要である。しかし非特許文献 1 の方法はダイシング加工によるため、P Z T 柱が微細になると傾斜加工精度が悪くなる傾向がある。よって、この方法では複合圧電材料としての音響ロスを十分に低減させることが困難である。またダイシング加工においては、5 0 μ m 程度の P Z T 柱を加工しようとするすると P Z T 柱が欠けてしまう恐れがあるという問題もある。

30

【非特許文献 1】2 0 0 1 I E E E U l t r a s o n i c s s y m p . 1 0 3 1 - 1 0 3 4

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

本発明は上記の課題を解決し、音響整合層における音響ロスを低減させ、良好な超音波の発信強度および受信感度を有する複合圧電材料およびその製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明は、圧電材料と、高分子材料および / またはセラミック材料からなる音響整合層とを含み、該音響整合層が、第 1 の材料からなる第 1 の層と、第 2 の材料からなり第 1 の層より小さい音響インピーダンスを有する第 2 の層と、を少なくとも含み、かつ、該第 1 の層が第 2 の層と圧電材料との間に設けられてなる複合圧電材料の製造方法であって、表面に円錐状または角錐状のパターンが形成された金型を形成する工程と、第 1 の材料および第 2 の材料のうち一方からなり、該パターンが転写された転写層を形成する工程と、該

50

転写層の上に、第 1 の材料および第 2 の材料のうち該転写層の構成材料とは異なる材料を塗布して塗布層を形成する工程と、を含む複合圧電材料の製造方法に関する。

【 0 0 0 6 】

本発明はまた、音響整合層が第 1 の層および第 2 の層からなり、該金型のパターン上に第 2 の材料を塗布し、該パターンが転写された転写層としての第 2 の層を形成する工程と、第 2 の層の上に第 1 の材料を塗布して塗布層としての第 1 の層を形成し、第 1 の層と第 2 の層とからなる音響整合層を形成する工程と、音響整合層を圧電材料と複合化する工程と、を含む複合圧電材料の製造方法に関する。

【 0 0 0 7 】

本発明はまた、圧電材料上に、直接または他の層を介して第 1 の材料を塗布する工程と、第 1 の材料に金型を押し付けることにより該パターンを第 1 の材料に転写し、転写層としての第 1 の層を形成する工程と、該第 1 の層の上に第 2 の材料を塗布して塗布層としての第 2 の層を形成する工程と、を含む複合圧電材料の製造方法に関する。この場合、該音響整合層が第 1 の層および第 2 の層からなる 2 層構造を有することが好ましい。

【 0 0 0 8 】

本発明においては、金型に形成されるパターンが円錐状または角錐状の凸パターンであり、該凸パターンが、X 線、紫外線、電子線、レーザーのうち少なくともいずれかの照射により形成されることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

また、金型に形成されるパターンが円錐状または角錐状の凹パターンであり、該凹パターンが、サンドブラスト、ガスプラズマエッチング、レーザーアブレーションの少なくともいずれかを用いたエッチングにより形成されることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明に使用される第 1 の材料が高分子材料中に導電性物質を含有させてなる導電性高分子材料であり、第 2 の材料が高分子材料である組合せは好ましく採用され得る。

【 0 0 1 1 】

本発明で使用される金型に形成されるパターンとしての円錐または角錐において、底面における直径または仮想外接円の直径は $5\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下に設定されることが好ましい。すなわち、円錐状のパターンが形成される場合には、該円錐の底面をなす円の直径が $5\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下に設定されることが好ましく、角錐状のパターンが形成される場合には、該角錐の底面をなす多角形の外接円を仮想した場合の該外接円の直径が $5\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下に設定されることが好ましい。本発明においては上記のように仮想される外接円を「仮想外接円」と称する。

【 0 0 1 2 】

また、該パターンとしての円錐または角錐において、高さ (A) と底面における直径または仮想外接円の直径 (B) との比 (A) / (B) で定義されるアスペクト比が 0.5 以上 10 以下に設定されることが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、本発明における第 1 の層の音響インピーダンスが $2 \sim 15\ \text{MRayl}$ の範囲内、かつ第 2 の層の音響インピーダンスが $1.5 \sim 8\ \text{MRayl}$ の範囲内に設定されることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

本発明はさらに、上記の製造方法により得られる複合圧電材料に関する。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、音響インピーダンスの異なる少なくとも 2 層からなる音響整合層における各層の界面が微細な凹凸形状を有し、厚み方向に音響インピーダンスの分布を設けた音響整合層を精度良く形成させることが可能となる。これにより、音響ロスを低減させ、良好な超音波の発信強度および受信感度を有する複合圧電材料の提供が可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

以下に本発明の典型的な実施の形態について説明するが、本発明は以下に限定されるものではない。

【 0 0 1 7 】

< 実施の形態 1 >

実施の形態 1 においては、音響整合層を形成する工程の後、圧電材料と該音響整合層とを複合化する場合について説明する。図 1 は、実施の形態 1 において使用される金型の製造工程について説明する断面図である。本発明における金型の材質としては、たとえば Ni 等の金属が好ましく用いられるが、これに限定されない。まず、マスク 11 等を用い、好ましくは X 線、紫外線、電子線、レーザーのうち少なくともいずれかを照射してエッチングを行ない、レジスト 12 に円錐状または角錐状の凹パターンを形成する（図 1（A））。これらのエッチング方法はいずれも精度良いパターン形成が可能な方法であるため好ましい。またこの場合特に SR（シンクロトロン照射）を用いることが好ましい。なおマスク 11 はムービングマスクとされても良い。レジスト 12 を現像した後、該レジスト 12 の表面に無電界めっき、さらに電界めっきを施し、円錐状または角錐状の凸パターンを有する金型 13 を形成し（図 1（B））、レジスト 12 を除去する（図 1（C））。

10

20

【 0 0 1 8 】

本発明においては、第 1 の層と、該第 1 の層より小さい音響インピーダンスを有する第 2 の層とを含む音響整合層を形成することにより、音響整合層の厚み方向に対して音響インピーダンスの分布を設ける。また、第 1 の層と第 2 の層との界面が錐状、すなわち円錐状または角錐状の凹凸形状を有することにより、該分布がより連続的となって該界面における音響ロスが低減される。特に該界面が円錐状である場合、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの変化がより連続的となるとともに、金型加工の精度および転写層へのパターン転写の精度が良好となる点で好ましい。

【 0 0 1 9 】

本発明において使用される金型は、少なくとも第 1 の層と第 2 の層との界面に円錐状または角錐状の凹凸形状を付与できるものであることが必要である。たとえば図 1 に示す金型 13 においては、円錐状または角錐状の凸パターンの底面における直径 W_1 が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、特に $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下とされることが好ましい。なお該凸パターンが角錐状のパターンとして形成される場合、直径 W_1 は角錐の底面における仮想外接円の直径として定義されるものとする。直径 W_1 が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上であれば金型加工の精度が確保でき、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、第 1 の層と第 2 の層とが微細な凹凸形状を有する界面を形成するため、該界面における音響ロスの低減効果が良好である。また、凸パターンのピッチ W_2 は $10\sim 200\text{ }\mu\text{m}$ 程度、さらに $10\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ 程度に設定されることが好ましい。ピッチ W_2 が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上であれば、金型加工の精度および転写層へのパターン転写の精度が良好であり、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下、特に $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの変化を十分連続的なものとして行うことができる。

30

【 0 0 2 0 】

また、金型 13 における凸パターンの高さ H_1 は $10\sim 200\text{ }\mu\text{m}$ 程度に設定されることが好ましい。高さ H_1 が $10\text{ }\mu\text{m}$ 以上であれば、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの分布が十分付与でき、 $200\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、音響整合層の厚みが大きくなり過ぎることがなく音響ロスを低減できる。

40

【 0 0 2 1 】

金型 13 の凸パターンにおいて高さ H_1 と直径 W_1 との比で表される、円錐または角錐の高さ（A）と底面における直径または仮想外接円の直径（B）との比（A）/（B）、すなわちアスペクト比は、 $0.5\sim 10$ の範囲内に設定されることが好ましい。アスペクト比が 0.5 以上であれば、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの分布を十分設けることができ、 10 以下であれば、凸パターン先端の欠損等が生じる危険性が少ない他、金型加工の精度および転写層へのパターン転写の精度が良好である。

【 0 0 2 2 】

50

金型 13 の凸パターンにおける円錐または角錐の底面積の合計は、金型 13 の表面の凸パターンが形成されない部位の面積と該底面積の合計との和の 5 ~ 60 % の範囲内、特に 50 % とされることが好ましい。この場合、第 1 の層と第 2 の層との間の音響ロスがより低減されるため好ましい。

【0023】

図 2 は、実施の形態 1 に係る複合圧電材料の製造工程について説明する断面図である。円錐状または角錐状の凸パターンを形成した金型 13 の表面に、高分子材料またはセラミック材料からなる第 2 の材料を塗布し、該第 2 の材料を熱硬化等によって硬化させることにより、金型 13 の表面に形成された円錐状または角錐状のパターンが転写された転写層としての第 2 の層 21 を形成する（図 2（A））。すなわち、第 2 の層 21 の表面には、金型 13 の凸パターンに対応する円錐状または角錐状の凹パターンが形成される。

10

【0024】

次に、金型 13 を除去し、該除去面に、第 2 の材料より大きい音響インピーダンスを有する高分子材料またはセラミック材料からなる第 1 の材料を塗布する。第 1 の材料を熱硬化等によって硬化させ、さらに研磨等により厚さ 100 μm 程度に調整して、塗布層としての第 1 の層 22 を形成し、第 1 の層 22 と第 2 の層 21 とからなる音響整合層 23 とする（図 2（B））。

【0025】

圧電材料 25 の両表面に電極 24 および 26 を形成し、電極 24 の表面に、好ましくは接着剤を介して上記で作製した音響整合層の第 1 の層 22 を接着し、本発明の複合圧電材料を完成させる（図 2（C））。該複合圧電材料の音響インピーダンスはたとえば 12 MRayl とされることができる。

20

【0026】

本発明における音響整合層の構成材料としては高分子材料および/またはセラミック材料が用いられる。高分子材料としては、たとえばエポキシ樹脂等の樹脂材料を単独で用いる他、高分子材料中に金属粉等の導電性物質を含有させた導電性高分子材料を用いることができる。この場合、高分子材料および導電性物質の種類および量比により所望の音響インピーダンスを有する材料が得られる。またセラミック材料としては、たとえば PZT 系の圧電セラミックスや、ジルコニア、アルミナ、酸化シリコン、SiC 等が好ましく用いられる。

30

【0027】

本発明においては、第 1 の層の音響インピーダンスが 2 ~ 15 MRayl の範囲内に設定されることが好ましい。第 1 の層の音響インピーダンスが 2 MRayl 以上であれば、第 1 の層と圧電材料との間の音響インピーダンスの差による音響ロスを低減させることができ、15 MRayl 以下であれば、第 1 の層と第 2 の層との間の音響インピーダンスの差による音響ロスを低減させることができる。また、本発明においては、第 2 の層の音響インピーダンスが 1 . 5 ~ 8 MRayl の範囲内に設定されることが好ましい。第 2 の層の音響インピーダンスが 1 . 5 MRayl 以上であれば、第 2 の層と、第 1 の層および圧電材料との間の音響インピーダンスの差による音響ロスを低減でき、8 MRayl 以下であれば、第 2 の層と測定対象との間の音響インピーダンスの差による音響ロスを低減できる。特に、第 1 の層の音響インピーダンスが 2 ~ 15 MRayl の範囲内で、かつ第 2 の層の音響インピーダンスが 1 . 5 ~ 8 MRayl の範囲内となるように設定されることが好ましい。

40

【0028】

また、圧電材料として音響インピーダンスが 30 MRayl 程度の PZT 系の圧電セラミックスを用い、たとえば音響整合層が第 1 の層および第 2 の層の 2 層構造を有する場合、第 1 の層の音響インピーダンスが 8 ~ 14 MRayl の範囲内とされ、第 2 の層の音響インピーダンスが 2 ~ 3 MRayl の範囲内とされることが好ましい。この場合、複合圧電材料における第 2 の層と圧電材料との音響インピーダンスの差を第 1 の層により連続的に整合させることができる。

50

【 0 0 2 9 】

本発明においては、複合圧電材料における各々の構成材料の音響インピーダンスを、材料に応じて以下の方法で算出することができる。P Z T（ジルコン酸チタン酸鉛）等の発振素子の音響インピーダンスについては、たとえば以下の方法で算出できる。素子厚さ t をマイクロメータ等で測定し、下記の式、

密度 $\rho = (\text{質量}) / (\text{体積})$

に従い、密度 ρ を算出する。またインピーダンスアナライザーを用い、電気周波数に対する素子の電気抵抗を測定し、下記の式、

$$v = f r \times 2 t$$

$$Z = \rho v$$

（ただし、 v は音速、 $f r$ は中心周波数、 t は素子厚さ、 Z は音響インピーダンスである）

に従い、音響インピーダンスを算出する。ここで、中心周波数 $f r$ とは発振素子の共振周波数である。

【 0 0 3 0 】

一方、音波発振源とならない材料の音響インピーダンスは、たとえば以下の方法により測定できる。まず、ヤング率の測定値から算出する方法としては、材料の密度 ρ 、および該材料の引張時における伸び力 f と変形量 x との関係から、以下の式、

$$Y = f / x$$

$$v = (Y / \rho)^{1/2}$$

$$Z = \rho v$$

（ただし、 Y はヤング率、 f は伸び力、 x は変形量、 v は音速、 ρ は密度、 Z は音響インピーダンスである）

に従い、音響インピーダンスを算出することができる。

【 0 0 3 1 】

また、音速の測定値から算出する方法としては、上記と同様に、材料の密度 ρ を求め、超音波測定器を用い、一方のセンサーから発振された音波を他方のセンサーが受振するまでの伝播時間 t と、両センサーの距離 H とから、下記の式、

$$v = H / t$$

$$Z = \rho v$$

（ただし、 v は音速、 H は両センサーの距離、 t は伝播時間、 Z は音響インピーダンス、 ρ は密度である）

に従い、音響インピーダンスを算出することができる。

【 0 0 3 2 】

上記のような音響インピーダンスの測定方法については、たとえば、「医用超音波機器ハンドブック」（コロナ社、日本電子機械工業会編、1997年改訂）に記載がある。

【 0 0 3 3 】

本発明において好ましく使用される第1の材料および第2の材料の組合せとしては、第1の材料としてエポキシ樹脂に導電性物質としてタングステン粉を含有させた導電性樹脂を用い、第2の材料としてエポキシ樹脂を用いる組合せ等が例示できる。この場合、第1の材料および第2の材料が同様の樹脂をベースとしているため、第1の層と第2の層との界面の密着性に優れ、音響ロスがより良好に低減される。なお、第1の材料におけるエポキシ樹脂中のタングステン粉含有量は10～60wt%の範囲内、特に、40wt%程度に設定されることができる。この場合、音響整合層としての効果が十分得られるとともに、第1の層と第2の層との音響インピーダンスの差が過度に大きくならないために音響ロスが生じ難いという利点を有する。

【 0 0 3 4 】

本発明の音響整合層においては、第1の層と第2の層とが互いを貫通しないように形成されることが好ましい。すなわち、たとえば図2に示す第2の層21の表面、すなわち第1の層との界面と反対側の面には、第1の層22が露出しないことが好ましい。また第1

10

20

30

40

50

の層 2 2 と電極 2 4 との界面には第 2 の層 2 1 が露出しないことが好ましい。この場合、音響インピーダンスに分布を設けることによる音響ロスの低減効果が最大限発揮される。特に、第 1 の層と第 2 の層とが互いを貫通しないように形成され、かつ、第 1 の層のパターンの円錐または角錐の底面積の合計が、パターン形成されていない部位における第 1 の層と第 2 の層との界面の面積と該底面積の合計との和の 5 ~ 6 0 %、特に 5 0 % となるように、第 1 の層および第 2 の層が形成される場合、第 1 の層と第 2 の層との間の音響ロスがより低減されるため好ましい。

【 0 0 3 5 】

本発明においては、あらかじめ所望のパターンを形成した金型を用いて音響整合層を形成することにより、たとえばダイシング加工を用いる場合と比べて、円錐状または角錐状の微細な凹凸形状を有する界面を精度良く形成することができる。特に転写層に凸パターンを形成する場合には、ダイシング加工等と比べ、該凸パターンの先端が加工時に欠損する危険性を低減することができる。

【 0 0 3 6 】

実施の形態 1 においては、音響整合層が第 1 の層と第 2 の層との 2 層構造を有する場合について説明したが、本発明においては、音響インピーダンスを段階的に変化させた 3 以上の層からなる音響整合層が設けられても良い。しかし本発明によって形成される音響整合層は 2 層構造でも十分な音響整合性能を確保できるため、第 1 の層と第 2 の層とからなる 2 層構造の音響整合層が設けられることが好ましい。音響整合層の層数は少ないほど音響ロスの低減が容易である。

【 0 0 3 7 】

音響整合層が 3 以上の材料からなる 3 以上の層で構成される場合、該 3 以上の材料の組合せとしては、たとえば同種の高分子材料を用い、導電性物質の有無または含有量によって音響インピーダンスに差を設けた 3 以上の材料の組合せが好ましく採用される。この場合、各層の界面の密着性が良好であり音響ロスをより低減させることができる。

【 0 0 3 8 】

< 実施の形態 2 >

本実施の形態においては、あらかじめ圧電材料の両表面に電極を形成した後、音響整合層を構成する層を順次形成する場合について説明する。なお特に説明されない部分については実施の形態 1 と同様の条件が好ましく採用されるが、これに限定されるものではない。図 3 は、実施の形態 2 において使用される金型の形状を示す断面図である。本実施の形態においては、好ましくはサンドブラスト、ガスプラズマエッチング、レーザーアブレーションの少なくともいずれかを用いたエッチングにより、表面に円錐状または角錐状の凹パターンを形成した金型 3 1 が使用される。金型の材質としては N i 等の金属が好ましく用いられる。上記のエッチング方法はいずれも精度良いパターン形成が可能な方法であるため好ましい。

【 0 0 3 9 】

図 4 は、実施の形態 2 に係る複合圧電材料の製造工程について説明する断面図である。まず、圧電材料 3 3 の両表面に電極 3 2 および 3 4 を形成し、該電極 3 4 の表面に、本発明における第 1 の材料を塗布する（図 4（A））。続いて該第 1 の材料の表面に金型 3 1 を押し付けて金型 3 1 の凹パターンを第 1 の材料に転写した後、第 1 の材料を硬化させて、転写層としての第 1 の層 3 5 を形成する（図 4（B））。続いて、金型 3 1 を除去し、該除去面に第 2 の材料を塗布後硬化させて、塗布層としての第 2 の層 3 6 を形成し、第 1 の層 3 5 および第 2 の層 3 6 からなる音響整合層 3 7 を形成する（図 4（C））。本実施の形態の方法によれば、圧電材料の上に第 1 の層 3 5 および第 2 の層 3 6 を順次形成するため、実施の形態 1 のような圧電材料に対する音響整合層の接着工程を省略でき、製造効率の点で好ましい。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示す金型 3 1 においては、円錐状または角錐状の凹パターンにおける円錐または角錐の底面における直径 W 3 は 5 μ m 以上 2 0 0 μ m 以下、特に 1 0 0 μ m 以下とされる

10

20

30

40

50

ことが好ましい。なお該凹パターンが角錐状のパターンとして形成される場合、直径 W_3 は角錐の底面における仮想外接円の直径として定義されるものとする。直径 W_3 が $5\mu\text{m}$ 以上であれば金型加工の精度が確保でき、 $200\mu\text{m}$ 以下であれば、第1の層と第2の層とが微細な凹凸形状の界面を形成するため、該界面における音響ロスの低減効果が良好である。また、凹パターンのピッチ W_4 は $10\sim 200\mu\text{m}$ 程度、さらに $10\sim 100\mu\text{m}$ 程度に設定されることが好ましい。ピッチ W_4 が $10\mu\text{m}$ 以上であれば、金型加工の精度および第1の材料へのパターン転写の精度が良好であり、 $200\mu\text{m}$ 以下、特に $100\mu\text{m}$ 以下であれば、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの変化を十分連続的なものとするができる。また、凹パターンの高さ H_2 は、たとえば $10\sim 200\mu\text{m}$ 程度とされることが好ましい。 $10\mu\text{m}$ 以上であれば音響複合層の厚み方向における音響インピーダンスの分布を十分付与することができ、 $200\mu\text{m}$ 以下であれば、転写層としての第1の層を形成した後、該第1の層に形成された凸パターンの先端が破損する危険性が少ない。

【0041】

金型31の凹パターンにおいて高さ H_2 と直径 W_3 との比で表される、円錐または角錐の高さ(A)と底面における直径または仮想外接円の直径(B)との比(A)/(B)、すなわちアスペクト比は、 $0.5\sim 10$ の範囲内に設定されることが好ましい。アスペクト比が 0.5 以上であれば、音響整合層の厚み方向における音響インピーダンスの分布を十分設けることができ、 10 以下であれば、凸パターン先端の欠損等が生じる危険性が少ない他、金型加工の精度および転写層へのパターン転写の精度が良好である。

【0042】

本発明においては、第1の層と第2の層とが互いを貫通しないように形成されることが好ましい。本実施の形態においては、たとえば図4に示す第2の層36の表面、すなわち第1の層との界面と反対側の面には、第1の層35が露出しないことが好ましい。また第1の層35と電極34との界面には第2の層36が露出しないことが好ましい。この場合、音響インピーダンスに分布を設けることによる音響ロスの低減効果が最大限発揮される。特に、第1の層と第2の層とが互いを貫通しないように形成され、かつ、第2の層のパターンの円錐または角錐の底面積の合計が、パターン形成されていない部位における第1の層と第2の層との界面の面積と該底面積の合計との和の $5\sim 60\%$ 、特に 50% となるように、第1の層および第2の層が形成される場合、第1の層と第2の層との間の音響ロスがより低減されるため好ましい。

【0043】

実施の形態2においても、実施の形態1と同様3以上の層からなる音響整合層が設けられても良いが、本発明によって形成される音響整合層は第1の層と第2の層とからなる2層構造で十分な音響整合性能が確保できるため、2層構造を有する音響整合層が設けられることが好ましい。なお3以上の層からなる音響整合層を設ける場合には、図4に示す製造工程によって第2の材料を塗布した後、該第2の材料に金型31のパターンを転写し、硬化させた後、別の材料を塗布して硬化させる操作を順次繰り返すことにより積層構造を形成する方法等が採用できる。

【0044】

[実施例]

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0045】

<実施例1>

図1に示す金型13を用い、図2に示す方法で本発明の複合圧電材料を作製した。なお本実施例においては、第1の材料としてタングステン粉を $40\text{wt}\%$ 含有させた音響インピーダンスが 5MRayl の導電性エポキシ樹脂を用い、第2の材料として音響インピーダンスが 2MRayl のエポキシ樹脂を用いた。また金型の材質は Ni とした。まず、マスク11を用いてSRによってエッチングを行ない、レジスト12上に円錐状の凹パター

ンを形成した。レジスト 12 を現像した後、該レジスト 12 の表面に無電界めっき、さらに電界めっきを施し、円錐状の凸パターンを有する金型 13 を形成し、レジスト 12 を除去した。金型 13 において、凸パターンの円錐の底面における直径 W_1 は $50\text{ }\mu\text{m}$ 、円錐のピッチ W_2 は $70\text{ }\mu\text{m}$ 、円錐の高さ H_1 は $100\text{ }\mu\text{m}$ とされた。

【0046】

作製した金型 13 の表面に第 2 の材料を塗布し、該第 2 の材料を熱硬化によって硬化させることにより、金型 13 の表面に形成された円錐状の凸パターンが転写された円錐状の凹パターンを有する第 2 の層 21 を形成した。

【0047】

次に、金型 13 を除去し、該除去面に第 1 の材料を塗布した後、熱硬化によって硬化させ、さらに研磨等により厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ に調整して第 1 の層 22 を形成し、第 1 の層 22 と第 2 の層 21 とからなる音響整合層 23 を形成した。

【0048】

圧電材料 25 の両表面に電極 24 および 26 を形成し、電極 24 の表面に、接着剤を介して上記で作製した音響整合層の第 1 の層 22 を接着し、複合圧電材料を完成させた。得られた複合圧電材料の音響インピーダンスは 12 MRayl であった。

【0049】

< 実施例 2 >

図 3 に示す金型を用い、図 4 に示す方法で本発明の複合圧電材料を作製した。第 1 の材料としては、 $40\text{ wt}\%$ のタングステン粉を含有させた音響インピーダンスが 5 MRayl の導電性エポキシ樹脂を用い、第 2 の材料としては音響インピーダンスが 2 MRayl のエポキシ樹脂を用い、金型の材質は Ni とした。

【0050】

LiGa を用い、円錐状の凹パターンを有する金型 31 を作製した。金型 31 において、凹パターンの円錐の底面における直径 W_3 は $50\text{ }\mu\text{m}$ 、円錐のピッチ W_4 は $70\text{ }\mu\text{m}$ 、円錐の高さ H_2 は $100\text{ }\mu\text{m}$ とされた。圧電材料 33 の両面に電極 32 および 34 を形成し、該電極の上に第 1 の材料を塗布した。該第 1 の材料に金型 31 を押し付け、離型することで、第 1 の材料表面に該金型のパターンを転写し、円錐状の凸パターンを有する第 1 の層 35 を形成した。さらに、該第 1 の材料の上に第 2 の材料を塗布して硬化させ、研磨等により厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ 程度に調整して第 2 の層 36 を形成し、音響整合層 37 を有する複合圧電材料を作製した。得られた複合圧電材料の音響インピーダンスは 12 MRayl であった。実施例 2 の方法においては、あらかじめ電極を形成した圧電材料に対して音響整合層を順次形成していくため、音響整合層と圧電材料との複合化工程を別途設ける必要がない点で有利である。

【0051】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0052】

厚み方向において音響インピーダンスを連続的に変化させることにより音響整合性能を向上させた音響整合層が設けられた本発明の複合圧電材料は、医療用超音波発振素子やソナー等に対して好適に適用され得る。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図 1】実施の形態 1 において使用される金型の製造工程について説明する断面図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る複合圧電材料の製造工程について説明する断面図である。

【図 3】実施の形態 2 において使用される金型の形状を示す断面図である。

10

20

30

40

50

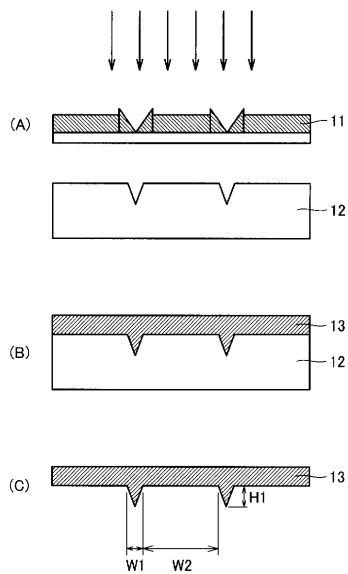
【図 4】実施の形態 2 に係る複合圧電材料の製造工程について説明する断面図である。

【符号の説明】

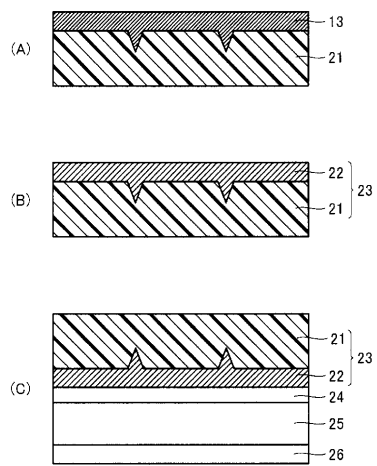
【 0 0 5 4 】

1 1 マスク、1 2 レジスト、1 3 , 3 1 金型、2 1 , 3 6 第 2 の層、2 2 , 3 5 第 1 の層、2 3 , 3 7 音響整合層、2 4 , 2 6 , 3 2 , 3 4 電極、2 5 , 3 3 圧電材料。

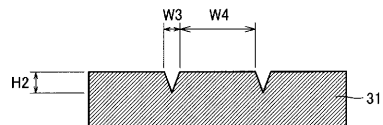
【図 1】



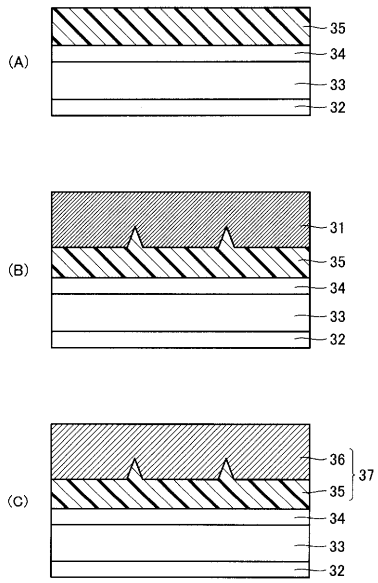
【図 2】



【図 3】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 仲前 一男

兵庫県赤穂郡上郡町光都3丁目1番1号 住友電気工業株式会社内

Fターム(参考) 4C601 EE03 GB25 GB26 GB28 GB41 GB45 GB47

5D019 AA22 GG01 HH01

专利名称(译)	复合压电材料及其制造方法		
公开(公告)号	JP2006313977A	公开(公告)日	2006-11-16
申请号	JP2005135226	申请日	2005-05-06
申请(专利权)人(译)	住友电气工业株式会社		
[标]发明人	仲前一男		
发明人	仲前 一男		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H04R31/00 H01L41/26 H01L41/187 H01L41/45		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00 H04R31/00.330 H01L41/22.C H01L41/18.101.D H01L41/23		
F-TERM分类号	4C601/EE03 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB41 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019 /AA22 5D019/GG01 5D019/HH01		
代理人(译)	森田俊夫 堀井裕 酒井 将行		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种复合压电材料及其制造方法，该复合压电材料减少声匹配层中的声损耗并且具有优异的超声波发送强度和接收灵敏度。压电材料和由聚合物材料和/或陶瓷材料制成的声匹配层，其中，声匹配层由第一材料和第二材料制成的第一层制成，一种用于制造复合压电材料的方法，包括至少第二层，该第二层的声阻抗小于第一层的声阻抗，其中第一层设置在第二层和压电材料之间。形成在其表面上形成有圆锥形或金字塔形图案的模具的步骤，以及形成由第一材料和第二材料中的一种形成并具有转印到其上的图案的转印层的步骤。以及通过在第一材料和第二材料之中施加与转印层的构成材料不同的材料以形成涂层而在转印层上形成涂层的步骤，关于 [选择图]图2

