

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3940683号  
(P3940683)

(45) 発行日 平成19年7月4日(2007.7.4)

(24) 登録日 平成19年4月6日(2007.4.6)

(51) Int.C1.

F 1

<b>HO4R 17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R 17/00	330H
<b>A61B 8/00</b>	<b>(2006.01)</b>	HO4R 17/00	332B
<b>GO1N 29/24</b>	<b>(2006.01)</b>	A61B 8/00	
<b>BO6B 1/06</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1N 29/24	502
		BO6B 1/06	Z

請求項の数 14 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-46515 (P2003-46515)  
 (22) 出願日 平成15年2月24日 (2003.2.24)  
 (65) 公開番号 特開2004-260353 (P2004-260353A)  
 (43) 公開日 平成16年9月16日 (2004.9.16)  
 審査請求日 平成15年10月22日 (2003.10.22)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100058479  
 弁理士 鈴江 武彦  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100084618  
 弁理士 村松 貞男  
 (74) 代理人 100092196  
 弁理士 橋本 良郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波探触子及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに反対側となる部位にそれぞれ第1の面及び第2の面を備え、上記第1の面を介して超音波を送受波する圧電素子と、

上記第1の面及び第2の面の少なくとも一方に形成される信号電極と、

上記圧電素子における、上記第1の面及び第2の面と交差する側面に対向配置される導電基板と、

上記導電基板と上記信号電極とによって構成される全ての角部に配設され、上記導電基板と上記信号電極とを電気的に接続する導電性材料とを具備していることを特徴とする超音波探触子。

【請求項2】

互いに反対側となる部位にそれぞれ第1の面及び第2の面を備え、上記第1の面を介して超音波を送受波する圧電素子と、

上記第1の面もしくは第2の面のうち一方の面に形成される信号電極と、

上記圧電素子における、上記第1の面及び第2の面と交差する側面に対向配置される導電基板と、

上記導電基板と上記信号電極とによって構成される角部に配設され、上記導電基板と上記信号電極とを電気的に接続する導電性材料とを具備していることを特徴とする超音波探触子。

【請求項3】

10

20

上記圧電素子における、上記信号電極の反対側となる面には、接地電極が形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探触子。

**【請求項 4】**

互いに反対側となる部位に第 1 の面及び第 2 の面を備え、上記第 1 の面を介して超音波を送受波する圧電素子と、

上記第 1 の面に形成される接地電極と、

上記第 2 の面に形成される信号電極と、

上記圧電素子における、上記第 1 の面及び第 2 の面と交差する側面に対向配置される導電基板と、

上記導電基板と上記信号電極とによって構成される角部に配設され、上記導電基板と上記信号電極とを電気的に接続する導電性材料とを具備していることを特徴とする超音波探触子。

10

**【請求項 5】**

上記導電基板と上記接地電極とによって構成される角部に配設され、上記導電基板と上記接地電極とを電気的に接続する導電性材料をさらに具備していることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の超音波探触子。

**【請求項 6】**

上記導電基板は、

上記信号電極に電気的に接続される信号用配線と、

上記接地電極に電気的に接続される接地用配線とを具備していることを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の超音波探触子。

20

**【請求項 7】**

上記接地電極と上記接地用配線の接地側接続部と、上記信号配線と上記信号用配線の信号側接続部との間に配設され、上記接地側接続部と上記信号側接続部を絶縁する非導電性材料をさらに具備していることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波探触子。

**【請求項 8】**

上記角部に供給される導電性材料を被覆する非導電性材料をさらに具備していることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の超音波探触子。

**【請求項 9】**

上記導電性材料ははんだ材料であり、当該はんだ材料の加熱に接触式もしくは非接触式の加熱手段が用いられることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の超音波探触子。

30

**【請求項 10】**

上記導電性材料は、熱硬化材料、はんだクリーム、光反応硬化材料のうち少なくとも 1 つを用いることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の超音波探触子。

**【請求項 11】**

互いに反対側となる部位にそれぞれ第 1 の面及び第 2 の面を備え、上記第 1 の面を介して超音波を送受波する圧電素子と導電基板とを接合する接合工程を具備する超音波探触子の製造方法において、

上記接合工程は、

上記圧電素子における、上記第 1 の面及び第 2 の面と交差する側面に、上記導電基板を対向配置する配置工程と、

上記圧電素子の側面に対向配置された導電基板と上記第 1 の面及び第 2 の面の少なくとも一方に形成される信号電極とによって構成される全ての角部に導電性材料を供給する供給工程と、

上記導電性材料を加熱して上記導電基板と上記信号電極を電気的に接続する加熱工程とを具備していることを特徴とする超音波探触子の製造方法。

40

**【請求項 12】**

互いに反対側となる部位にそれぞれ第 1 の面及び第 2 の面を備え上記第 1 の面を介して超音波を送受波する圧電素子と導電基板とを接合する接合工程を具備する超音波探触子の

50

製造方法において、

上記接合工程は、

上記圧電素子における、上記第1の面及び第2の面と交差する側面に、上記導電基板を対向配置する配置工程と、

上記圧電素子の側面に対向配置された導電基板と上記第1の面もしくは第2の面のうち一方の面に形成される信号電極とによって構成される角部に導電性材料を供給する供給工程と、

上記導電性材料を加熱して上記導電基板と上記信号電極とを電気的に接続する加熱工程とを具備していることを特徴とする超音波探触子の製造方法。

**【請求項13】**

10

互いに反対側となる部位にそれぞれ第1の面及び第2の面を備え上記第1の面を介して超音波を送受波する圧電素子と導電基板とを接合する接合工程を具備する超音波探触子の製造方法において、

上記接合工程は、

上記圧電素子における、上記第1の面及び第2の面と交差する側面に、上記導電基板を対向配置する配置工程と、

上記圧電素子の側面に対向配置された導電基板と上記第2の面に形成される信号電極とによって構成される角部に導電性材料を供給する供給工程と、

上記導電性材料を加熱して上記導電基板と上記信号電極とを電気的に接続する加熱工程とを具備していることを特徴とする超音波探触子の製造方法。

**【請求項14】**

20

上記導電基板と上記信号電極とが電気的に接続された後、上記圧電素子が再分極処理されることを特徴とする請求項11～13に記載の超音波探触子の製造方法。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は超音波を送受波するための超音波探傷子及びその製造方法に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】**

例えば医療用診断や工業用診断において、人体や配管等の診断対象に超音波を送信し、その反射波を受信することで、体内的病巣や配管の亀裂等を検出する超音波診断装置が用いられている。この超音波診断装置は、超音波診断装置本体と、超音波を送受信するための超音波探触子とから構成されている。

30

**【0003】**

図12と図13に従来の医療用超音波診断装置の超音波探触子の構成を示す。図12に示すように、この超音波探触子は圧電振動子101を有している。この圧電振動子101は、板状の圧電振動材をダイシング加工することで、短冊状の圧電素子に素子化されている。

**【0004】**

圧電振動子101の接地電極101c側には、音響インピーダンスを整合させるための音響整合層103が設けられ、さらに音響整合層103の表面には、音響レンズ105が設けられている。また、圧電振動子101の信号電極101b側には、エポキシ系樹脂107を介して吸音性に優れたゴム等からなるバッキング材109が接合されている。

40

**【0005】**

圧電振動子101の両側面には、フレキシブルプリントサーキット111(FPC)が互いに対向するように配置されている。各FPC111の先端部は、圧電振動子101の信号電極101bと接地電極101cにはんだ材料を介して接続されている。

**【0006】**

このFPC111は、図13に示すように、圧電振動子101との接続部近傍において略90度に曲げられており、その基端部はバッキング材109側に配置された超音波診断装

50

置本体(不図示)に接続されている。

【0007】

上記構成の超音波探触子を使用する場合、まず音響レンズ105を診断対象に接触させる。そして、FPC111を介して圧電振動子101に電気信号を印加して、圧電振動子101から超音波を発生させる。発生した超音波は、音響レンズ105を介して診断対象に送信され、診断対象の内部で反射した後、圧電振動子101により受信される。受信された超音波は、圧電振動子101において電気信号に変換され、FPC111を介して超音波診断装置本体に伝達される。

【0008】

このような構成の超音波探触子によれば、FPC111は圧電振動子101との接合部近傍にて略90度に曲げられている。大たわみ論によれば、FPC111の湾曲部に働く曲げ応力は100[N/mm<sup>2</sup>]を超え、はんだ材料による接合強度0.3[N/mm]~0.5[N/mm]を遥かに上回ってしまう。

10

【0009】

そのため、FPC111の湾曲部に働く曲げ応力によって、FPC111と圧電振動子101の接合部が非常に破損し易かった。特に、ダイシング加工時には、FPC111と圧電振動子101の接合部に大きな加工ストレスが加わるため、接合部がさらに破損し易かった。

【0010】

そこで、圧電振動子の端部をバックング材の端面から突出させることで、FPCを湾曲することなく圧電振動子に接続した構成が開発されている(例えば特許文献1参照。)。この超音波探触子では、FPCをバックング材の端面に沿って配設し、FPCの端部を圧電振動子の突出端の下面に形成された接地電極と接合している。

20

【0011】

【特許文献1】

特開2002-232996号公報。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、圧電振動子の端部がバックング材の端面から突出していると、この突出部分が宙に浮いている構造となり、ダイシング加工時に発生する加工ストレスによって圧電材料にクラックが生じ易いという問題がある。圧電材料にクラックが生じると、超音波特性に大きな影響を及ぼすため、圧電材料を損傷することなくダイシング加工を行うことが近年求められている。

30

【0013】

本発明は、上記事情を鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、圧電材料の材料強度を低下させることなく、圧電振動子と導電性基板の接合強度を向上できる超音波探触子及びその製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決し目的を達成するために、本発明の超音波探傷子及びその製造方法は次のように構成されている。

40

【0015】

(1)超音波を送受波するための圧電振動子と、この圧電振動子に通電するための導電基板とを具備し、上記導電基板は上記圧電振動子の側面に対向して配設されており、上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部には、これら圧電振動子と導電基板とを電気的に接続する導電性材料が配設されていることを特徴とする。

【0016】

(2)(1)に記載された超音波探触子であって、上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えていることを特徴とする。

【0017】

50

(3)(1)に記載された超音波探触子であって、上記導電基板は信号用配線と接地用配線とを備えており、これら配線のうちいずれか一方の配線は、上記圧電振動子の表面と上記導電基板により構成される第1の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の表面側に形成されている第1の電極と電気的に接続されており、他方の配線は、上記圧電振動子の裏面と上記導電基板により構成される第2の角部に配設されている導電性材料により、上記圧電振動子の裏面側に形成されている第2の電極と電気的に接続されていることを特徴とする。

【0018】

(4)(2)又は(3)に記載された超音波探触子であって、上記圧電振動子と上記信号用配線の接続部と、上記圧電振動子と上記接地用配線の接続部との間を非導電性材料により絶縁していることを特徴とする。 10

【0019】

(5)(1)～(4)のいずれかに記載された超音波探触子であって、上記角部に供給された導電性材料を非導電性材料により被覆していることを特徴とする。

【0020】

(6)超音波を送受波するための圧電振動子と、この圧電振動子を通電するための導電基板とを備えた超音波探触子を製造する超音波探触子の製造方法において、上記導電基板を上記圧電振動子の側面に対向して配置する配置工程と、上記圧電振動子と上記導電基板により構成される角部に導電性材料を供給する導電性材料供給工程と、上記導電性材料を加熱して上記圧電振動子と上記導電基板を電気的に接続する加熱工程とを具備することを特徴とする。 20

【0021】

(7)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に接触式の加熱手段を用いることを特徴とする。

【0022】

(8)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだ材料を用い、このはんだ材料を加熱する際に非接触式の加熱手段を用いることを特徴とする。

【0023】

(9)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料として熱硬化材料を用いることを特徴とする。 30

【0024】

(10)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料としてはんだクリームを用いることを特徴とする。

【0025】

(11)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記導電性材料として光反応硬化材料を用いることを特徴とする。

【0026】

(12)(6)に記載された超音波探触子の製造方法であって、上記圧電振動子と上記導電性基板を電気的に接続した後、上記圧電振動子を再分極処理することを特徴とする。 40

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図8を参照しながら本発明の第1の実施の形態について説明する。図1は本発明の第1の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す斜視図、図2は同実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図、図3は同実施の形態に係る超音波探触子を図2中A-A線で切断して示す断面図、図4は図2中B-B線で切断して示す断面図である。

【0028】

図1と図2に示す超音波探触子は圧電振動子1を有している。この圧電振動子1は直方体状をしており、その3つの稜は互いに直交する3方向x、y、zにそれぞれ一致している 50

。

## 【0029】

図3に示すように、圧電振動子1は、x方向に沿って所定の間隔で並設された多数（例えば128～256個）の短冊状の圧電素子2によって構成されている（11個のみ図示）。

。

## 【0030】

各圧電素子2は、圧電材料2aと、接地電極2c（第1の電極）と、信号電極2b（第2の電極）を有し、信号電極2bと接地電極2cは、それぞれ圧電材料2aのz方向の両端面に設けられている。そして、接地電極2cの表面には、それぞれ音響インピーダンスを整合させるための音響整合層3が設けられている。

10

## 【0031】

圧電材料2aの素材としては、ジルコンチタン酸鉛（PZT）のセラミックス、亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体からなるPZNT単結晶、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛の固溶体からなるPZMT単結晶等が用いられる。また、信号電極2b及び接地電極2cの材料としては、金や銀等の電気良導体が用いられる。

## 【0032】

図1と図2に示すように、圧電振動子1の接地電極2c側には、上記音響整合層3を介して音響レンズ4が設けられている。また、圧電振動子1の信号電極2b側には、エポキシ系樹脂14を介してブロック状のバッキング材5が接合されている。バッキング材5の材料としては、吸音性に優れたゴム等が用いられる。

20

## 【0033】

圧電振動子1のy方向の一側面には、FPC6（導電基板）がy方向に対してほぼ垂直に、すなわち構成角度が約90度となるように設けられている。各FPC6は、絶縁体層6aを介して絶縁された信号用配線6bと接地用配線6cを有し、その外側は絶縁材製のカバー材6dにより被覆されている。そして、各配線6b、6cは、上述した圧電素子2と対応する数の電気経路7（図4参照）を備えている。

## 【0034】

各配線6b、6cの電気経路7の先端部は、信号用配線電極8b及び接地用配線電極8cとして、それぞれFPC6のカバー材6dから圧電振動子1側に露出している。なお、信号用配線電極8bと接地用配線電極8cの間隔は、圧電振動子1のz方向の寸法と一致しており、信号用配線電極8bと接地用配線電極8cはそれぞれ圧電振動子1のz方向の両側に位置している。

30

## 【0035】

圧電振動子1とFPC6によって構成される角部10a、10bには、はんだ材料9（導電性材料）が配設されている。接地電極2c側に位置する第1の角部10aのはんだ材料9は、接地用配線電極8cと接地電極2cを電気的に接続し、信号電極2b側に位置する第2の角部10bのはんだ材料9は、信号用配線電極8bと信号電極2bを電気的に接続している。

## 【0036】

はんだ材料12の周辺部にはフィレットが形成される。このフィレットは、圧電振動子1或いはFPC6との接合面に、せん断応力よりも強い引張り応力を発生させ、接合面における接合強度を向上させる。そして、はんだ材料12は、非導電性樹脂材料13（非導電性材料）で被覆され、表面の保護がなされている。

40

## 【0037】

圧電振動子1とFPC1の間には、信号電極2bと接地電極2c間を絶縁するための非導電性接着剤11（非導電性材料）が介装されている。この非導電性接着剤11は、後述するように、超音波探触子の製造工程において圧電振動子1とFPC6とを仮固定する役割も果たす。

## 【0038】

FPC6の基端部はバッキング材5側に配置された超音波診断装置本体（不図示）にコネ

50

クタ（不図示）を介して接続されている。

【0039】

上記構成の超音波探触子を使用する場合、まず音響レンズ4を診断対象に接触させる。そして、超音波診断装置本体から信号用配線6bと接地用配線6cを介して圧電振動子1に電気信号を印加し、圧電振動子1から超音波を発生させる。発生した超音波は、音響レンズ4を介して診断対象に送信され、診断対象の内部で反射した後、圧電振動子1によって受信される。受信された超音波は、圧電振動子1によって電気信号に変換され、信号用配線6bと接地用配線6cを介して超音波診断装置本体に伝達される。

【0040】

次に、図5～図7を用いて上記構成の超音波探触子を製造する方法について説明する。

10

【0041】

図5(a)に示すように、分離前圧電振動子21を用意する。この分離前圧電振動子21は、直方体状の圧電材料21aを有する。圧電材料21aの3つの稜は、上記x、y、z方向と一致していおり、z方向の両面にはそれぞれ金や銀等の金属薄膜21b、21cが形成されている。

【0042】

次に、図5(b)に示すように、分離前圧電振動子21のy方向の一側面にFPC6をy方向に対して略垂直に配置し、分離前圧電振動子21とFPC6を非導電性接着剤11によって仮固定する。

【0043】

20

次に、図5(c)に示すように、分離前圧電振動子21とFPC6により構成される角部10にはんだ材料9を供給し、はんだごて等の接触式ヒートツール（加熱手段）を用いて、金属薄膜21bと信号用配線電極8b、及び金属薄膜21cと接地用配線電極8cを溶着する。

【0044】

それによって、金属薄膜21bと信号用配線電極8b、及び金属薄膜21cと接地用配線電極8cが電気的に接続される。なお、この状態では、信号用配線電極8b、及び接地用配線電極8cは、板状部22を介して導通している（図8参照）。

【0045】

30

なお、はんだ材料9の加熱には、はんだごて等の接触式のヒートツール以外に、レーザ照射や赤外線照射等の非接触式のヒータツールを用いることができる。また、はんだ材料9の代わりにはんだクリームや導電性接着剤を用いてもよい。はんだクリームを用いる場合は、一般に雰囲気加熱を行うが、加熱温度が圧電材料21aのキューリー点温度以上になると、圧電材料21aが脱分極を起こすので、後工程で再分極処理を施す必要がある。導電性接着剤を用いる場合は、はんだクリームと同様の雰囲気加熱硬化や紫外線照射による光反応硬化を行う。

【0046】

次に、図6(d)に示すように、はんだ材料9の表面を非導電性樹脂材料13によって被覆し、金属薄膜21bと信号用配線電極8b、及び金属薄膜21cと接地用配線電極8cの接合部12を保護する。

40

【0047】

次に、図6(e)に示すように、金属薄膜21cの表面に音響整合層3を接合し、金属薄膜21bの表面にエポキシ系樹脂14を介してブロック状のバッキング材5を接合する。

【0048】

以上の工程により、音響整合層3、金属薄膜21c、圧電材料21a、金属薄膜21b、及びバッキング材5からなる層構造体23が形成される。

【0049】

次に、図6(f)に示すように、ダイシング装置を用いて層構造体23に多数の溝部24を設ける（ダイシング加工）。なお、溝部24は音響整合層13側からバッキング材14に及ぶよう形成される。

50

## 【0050】

それによって、圧電材料21aと金属薄膜21b、21cとから構成される分離前圧電振動子21は、図7(g)に示すように、多数の短冊状の圧電素子2から構成される上述した圧電振動子1となる。

## 【0051】

このとき、金属薄膜21b、21cに接続されていたFPC6の先端板状部22もダイシング装置により切断分離されて、各圧電素子2と各電気経路7が独立に導通する。

## 【0052】

そして最後に、図7(h)に示すように、音響接合層13の表面に音響レンズ4を設ける。以上で、超音波探触子の製造工程が終了する。 10

## 【0053】

上記構成の超音波探触子及びその製造方法によれば、圧電振動子1のy方向の一側面に、FPC6をy方向に対してほぼ垂直に配置するとともに、圧電振動子1とFPC6により構成される角部10にはんだ材料9を供給することで、信号電極2bと信号用配線電極8b、及び接地電極2cと接地用配線電極8cを電気的に接続している。

## 【0054】

そのため、圧電振動子1とFPC6を接続するためにFPC6を曲げる必要が無く、接続部12に不要な負荷がかからないから、圧電振動子1とFPC6の接合強度が向上する。

## 【0055】

また、圧電振動子1とFPC6により構成される角部10が略90度であるため、この角部10に供給されたはんだ材料9にフィレットが形成され易い。このフィレットは、圧電振動子1或いはFPC6との接合面にせん断応力よりも強い引張り応力を発生させるため、圧電振動子1とFPC6の接合強度を向上することができる。 20

## 【0056】

さらに、上述したように、圧電振動子1とFPC6の接合強度が向上するから、ダイシング加工時に接合部12に加わる加工ストレスによって、接合部12が破損するのを抑制できる。

## 【0057】

また、導電基板として信号用配線8bと接地用配線8cを備えたFPC6を使用している。 30

## 【0058】

そのため、1つのFPC6で圧電振動子1に通電できるから、部品コストを削減することができる。

## 【0059】

さらに、圧電振動子1とFPC6の間に非導電性接着剤11を介装している。

## 【0060】

そのため、圧電振動子1の信号側と接地側とが非導電性接着剤11によって絶縁隔離されるから、圧電振動子1とFPC6により構成される角部10にはんだ材料9を供給する作業を容易にすることができる。 40

## 【0061】

また、角部10に供給されたはんだ材料9を非導電性樹脂材料13で被覆し、外気や水分等から保護している。

## 【0062】

そのため、はんだ材料9が劣化し難くなるから、圧電振動子1とFPC6の接合強度の低下を抑制できる。

## 【0063】

次に、図9を参照しながら本発明の第2の実施の形態について説明する。

## 【0064】

図9は、本発明の第2の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図である。なお、本実施の形態の説明にあたり、上述した第1の実施の形態と同じ構成に対しては、同符 50

号を付してその説明を省略する。

【0065】

図9に示すように、本実施の形態に係る超音波探触子では、圧電振動子1のy方向の両側面にFPC31b、31cがそれぞれ設けられている。FPC31b、31cは、それぞれ信号用配線32b、及び接地用配線32cを有し、これら信号用配線32bと接地用配線32cは、圧電素子2と対応する数の電気経路7を備えている。

【0066】

FPC31b、31cの先端部は、それぞれ圧電振動子1側に曲げ角度で曲げられており、圧電振動子1とFPC32b、32cとの間には、構成角度をとする角部33がそれぞれ形成されている。なお、構成角度としては、5[度]～90[度]の範囲内であればよいが、10[度]～90[度]が好ましいとされる。

10

【0067】

圧電振動子1とFPC31b、31cによって構成される角部33には、はんだ材料9が供給されている。このはんだ材料9は、接地電極2cと接地用配線32c、及び信号電極2bと信号用配線32bを電気的に接続している。

【0068】

上記構成の超音波探触子によれば、圧電振動子1に通電するためのFPC31b、31cを圧電振動子1のy方向両側に配置し、圧電振動子1に接続される先端部を圧電振動子1側に曲げている。

【0069】

20

そのため、FPC31b、31cの湾曲部に働く曲げ応力を小さくできるから、圧電振動子1とFPC31b、31cの接合部にかかる負荷が低減する。それによって、圧電振動子1とFPC31b、31cの接合強度が向上される。

【0070】

さらに、角部33の構成角度を5度以上としているから、供給されたはんだ材料9にフィレットが形成され易い。

【0071】

そのため、上記第1の実施の形態と同様の原理によって、圧電振動子1とFPC31b、31cの接合強度が向上する。

【0072】

30

次に、剥離強度評価試験とダイシング加工耐性試験について説明する。なお、これら剥離強度評価試験及びダイシング加工耐性試験は、フィレットが圧電振動子1とFPC6の接合強度に与える効果を明らかにするために行われたものである。

【0073】

図10に剥離強度評価試験の結果を示す。図4中の点Pは平均剥離荷重を示し、点Pから上下に延びる線の上端と下端はそれぞれ剥離荷重の最大値と最小値を示している。

【0074】

この剥離強度評価試験では、圧電振動子にはんだ接合されたFPCを圧電振動子から引き剥がすのに必要な剥離荷重を測定した。試験片としては、圧電振動子1とFPCとの接合部12にフィレットを形成したものと、フィレットを形成しないものを10個ずつ用意した。

40

【0075】

試験条件は次の通りである。

【0076】

試験片の幅寸法：約2[mm]、

試験回数：10回、

角部の構成角度：5[度]。

【0077】

図10に示すように、接合部にフィレットを形成しない場合の平均剥離荷重は0.44[N]であった。一方、接合部にフィレットを形成した場合の平均剥離荷重は1.74[N]

50

] であった。すなわち、フィレットを形成した場合の平均剥離荷重は、フィレットを形成しない場合の約 4 倍まで向上することがわかった。

【0078】

したがって、この剥離強度評価試験により、圧電振動子と FPC を接合する際に接合部にフィレットを形成することで、圧電振動子と FPC の接合強度が飛躍的に向上することが確認された。

【0079】

なお、発明者は、構成角度 を 10 [度] とした場合についても剥離強度評価試験を行い、さらに高い効果が得られることを確認している。

【0080】

図 11 (a) と (b) にダイシング加工耐性試験の結果を示す。

10

【0081】

このダイシング加工耐性試験では、ダイシングを 6 回行うごとに、切断ピッチを 0.01 [mm] ずつ狭めながら、圧電振動子にはんだ接合された FPC が圧電振動子から剥離するときの素子幅を測定した。試験片としては、圧電振動子と FPC の接合部にフィレットを形成したものと、フィレットを形成しないものをそれぞれ用意した。

【0082】

試験条件は次の通りである。

【0083】

ブレードの回転数 : 30000 [rpm]、

20

ブレードの幅 : 0.05 [mm]、

切断ピッチ : 0.15 [mm] ~ 0.10 [mm]、

素子幅 : 0.1 [mm] ~ 0.05 [mm]。

【0084】

図 11 (a) と (b) に示すように、接合部にフィレットを形成しない場合、素子幅が 0.07 [mm] で剥離が発生した。一方、接合部にフィレットを形成した場合、素子幅が 0.05 [mm] でも剥離が認められなかった。

【0085】

したがって、このダイシング加工耐性試験により圧電振動子と FPC を接合する際、接合部にフィレットを形成することで、ダイシング加工時に加わる加工ストレスにより生じる圧電振動子と FPC の剥離が抑制されることが確認された。

30

【0086】

なお、発明者は、構成角度 を 10 [度] とした場合についてもダイシング加工耐性試験を行い、さらに高い効果が得られることを確認している。

【0087】

次に、FPC に働く曲げ応力の従来との数値比較について説明する。なお、この数値比較では、ポリイミド / Cu / ポリイミドを積層した構造の FPC を用いた。

【0088】

計算条件 (従来) は次の通りである。

【0089】

40

FPC の曲率半径 R : 5 [mm]、

曲げ角度 : 90 [度]、

Cu の厚さ寸法 t : 0.025 [mm]、

Cu のヤング率 E : 130000 [N/mm<sup>2</sup>]。

【0090】

湾曲部に働く曲げ応力の最大値 は、応力 - 歪関係式より下記 [数 1] によって表される。

【0091】

【数 1】

$$\sigma = (\Delta L/L) \times E$$

$$= \frac{1/4 \times 2\pi \times (R + t/2) - (1/4 \times 2\pi \times R)}{1/4 \times 2\pi \times R} \times E$$

$$= \frac{tE}{2R}$$

10

$$= 325 [N/mm^2]$$

### 【0092】

上記 [ 数 1 ] に示すように、FPC を上記条件で曲げた場合、湾曲部に働く曲げ応力の最大値 は、約 325 [ N / mm<sup>2</sup> ] となる。

### 【0093】

一方、第 1 の実施の形態に係る超音波探触子は、FPC を曲げない構造であるため、曲げ応力は 0 となり、従来に比較して飛躍的に曲げ応力が低減されることがわかる。

20

### 【0094】

また、第 2 の実施の形態に係る超音波探触子についても、FPC の曲げ角度 が 90 度未満であるため、従来に比較して曲げ応力が低減されることがわかる。

### 【0095】

なお、本発明は上記実施の形態に限定されることはなく、発明の要旨を逸脱しない範囲において種々に変更可能である。

### 【0096】

#### 【発明の効果】

本発明によれば、圧電材料の材料強度を低下させることなく、圧電振動子と導電基板の接合強度を向上させることができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す斜視図。

【図 2】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図。

【図 3】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を図 2 中 A - A 線で切断して示す断面図。

【図 4】 同実施の形態に係る超音波探触子の構成を図 2 中 B - B 線で切断して示す断面図。

【図 5】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

【図 6】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

【図 7】 同実施の形態に係る超音波探触子の製造工程を示す工程図。

40

【図 8】 同実施の形態に係る信号用配線及び接地用配線のダイシング加工前における形状を示す概略図。

【図 9】 本発明の第 2 の実施の形態に係る超音波探触子の構成を示す断面図。

【図 10】 剥離強度評価試験の結果を示すグラフ。

【図 11】 ダイシング加工耐性試験の結果を示す写真であって、( a ) は接合部にフィレットを形成した場合、( b ) は接合部にフィレットを形成しない場合である。

【図 12】 従来の超音波探触子の構成を示す斜視図。

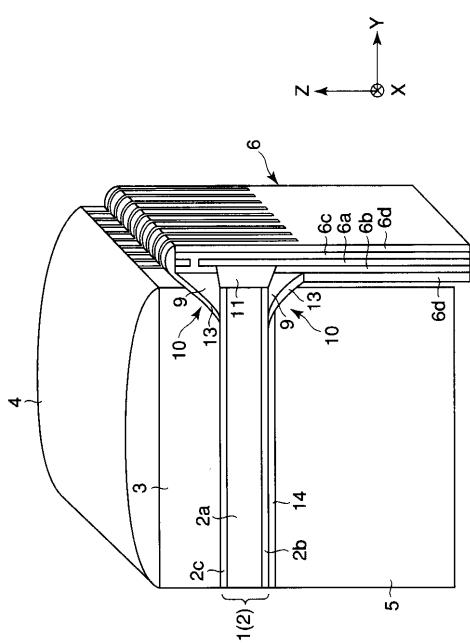
【図 13】 従来の超音波探触子の構成を示す断面図。

#### 【符号の説明】

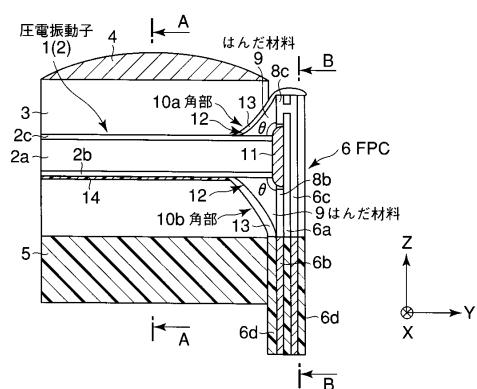
1 ... 圧電振動子、6 ... フレキシブルプリントサーキット (導電基板)、9 ... はんだ材料 (50

導電性材料)、10、33...角部、11...非導電性接着材(非導電性材料)、12...接続部、6b、32b...信号用配線、6c、32c...接地用配線。

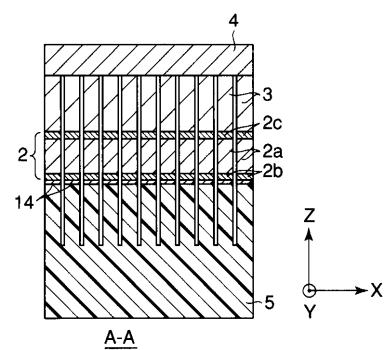
【図1】



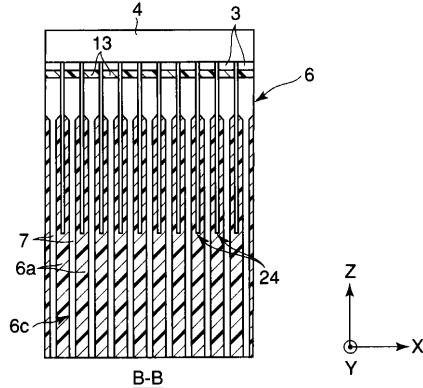
【図2】



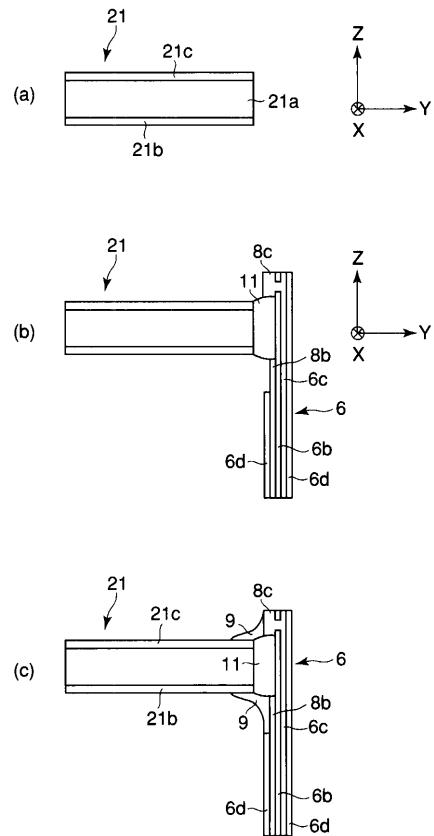
【図3】



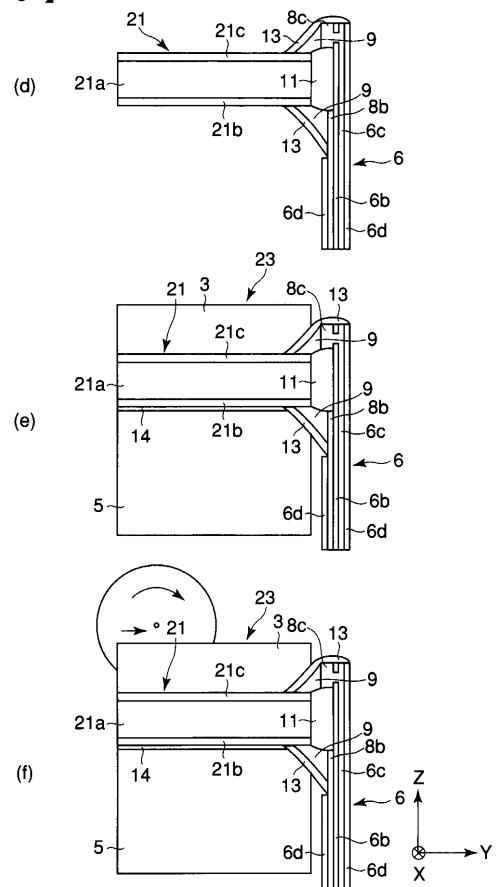
【図4】



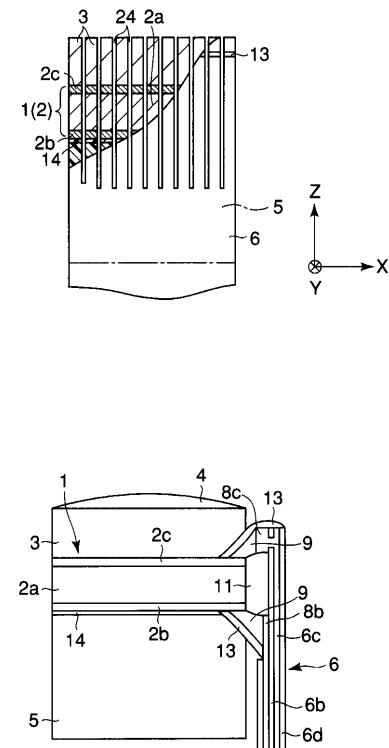
【図5】



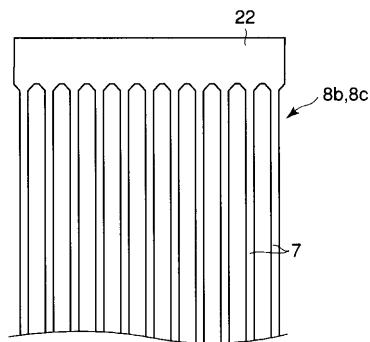
【図6】



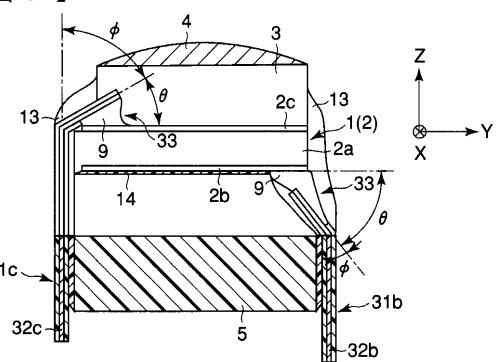
【図7】



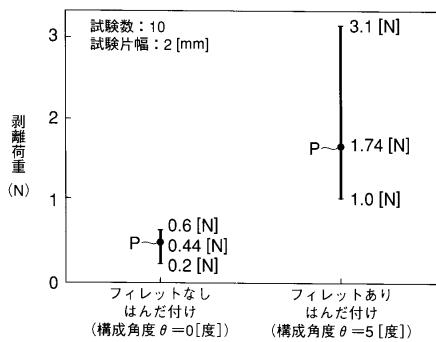
【図 8】



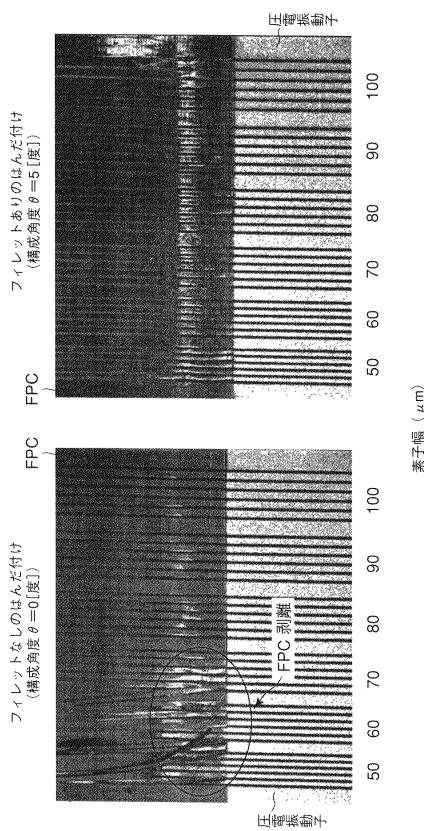
【図 9】



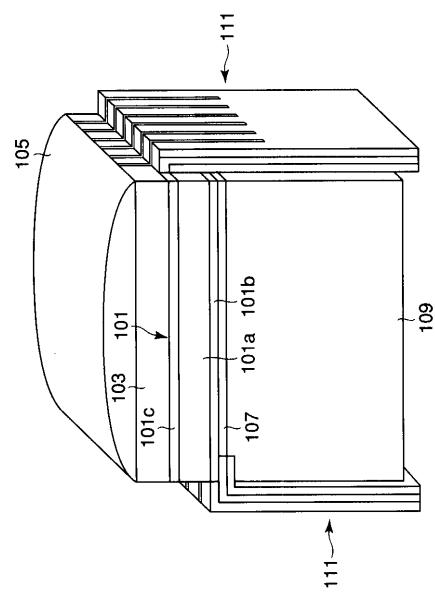
【図 10】



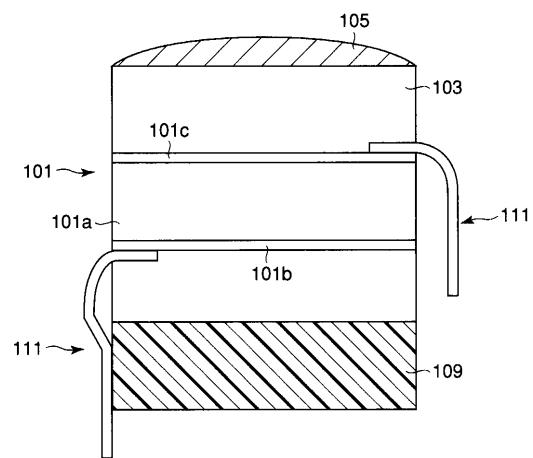
【図 11】



【図 12】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 須藤 正昭  
神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

(72)発明者 比企 進  
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(72)発明者 佐藤 信一  
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(72)発明者 佐藤 太平  
栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

審査官 志摩 兆一郎

(56)参考文献 特開平11-164397(JP,A)  
特開平11-226012(JP,A)  
特開平05-023341(JP,A)  
特開昭59-160305(JP,A)  
特開2002-217057(JP,A)  
特開2002-232996(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法		
公开(公告)号	<u>JP3940683B2</u>	公开(公告)日	2007-07-04
申请号	JP2003046515	申请日	2003-02-24
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	須藤正昭 比企進 佐藤信一 佐藤太平		
发明人	須藤 正昭 比企 進 佐藤 信一 佐藤 太平		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 B06B1/06		
CPC分类号	A61B8/00 B06B1/0622 B63B25/08 B63J2/10 F16K31/20 F24F13/12 Y02T70/72		
FI分类号	H04R17/00.330.H H04R17/00.332.B A61B8/00 G01N29/24.502 B06B1/06.Z		
F-TERM分类号	2G047/BA03 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB13 2G047/GB16 2G047/GB21 2G047/GB32 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB20 4C601/GB40 4C601/GB41 5D019/AA18 5D019/AA20 5D019/CC09 5D019/HH02 5D107/AA11 5D107/BB07 5D107/CC05 5D107/FF01		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
其他公开文献	JP2004260353A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波探头，其可以在不降低压电材料强度的情况下提高压电振荡器和导电基板的结合强度。解决方案：超声波探头设置有用于发送/接收超声波的压电振荡器1和用于向压电振荡器1供电的FPC 6。FPC 6与压电振荡器1的侧面相对设置。焊接材料9电压连接压电振荡器1和FPC 6设置在由压电振荡器1和FPC 6组成的拐角10处。

