

(19)日本国特許庁 (JP)

公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 58098

(P2002 - 58098A)

(43)公開日 平成14年2月22日(2002.2.22)

(51) Int.CI ⁷	識別記号	F I	テ-マコード ⁸ (参考)
H 0 4 R 17/00	332	H 0 4 R 17/00	332 A 2 G 0 4 7
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	4 C 3 0 1
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 30 L (全 8 数)

(21)出願番号 特願2000 - 244270(P2000 - 244270)

(22)出願日 平成12年8月11日(2000.8.11)

(71)出願人 000006231
株式会社村田製作所
京都府長岡市天神二丁目26番10号
(72)発明者 橋本 順一
京都府長岡市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内
(74)代理人 100079577
弁理士 岡田 全啓
F ターム (参考) 2G047 AC13 BC07 CA01 GB02 GB23
GB25 GB28 GF01
4C301 EE06 EE17 EE20 GB10 GB14
GB18 GB33
5D019 AA21 BB02 BB14 BB19 FF04

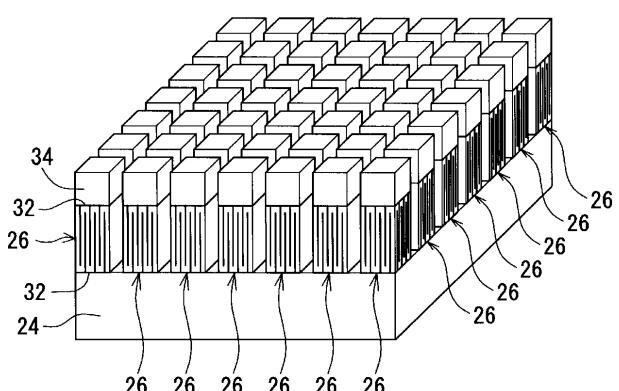
(54)【発明の名称】センサアレイおよび送受信装置

(57)【要約】

【課題】感度がよく製造しやすく圧電振動子間の特性のばらつきが小さいセンサアレイを提供する。

【解決手段】送受信回路20に用いられるセンサアレイとしての超音波プローブ22は、パッキング材からなる基板24を含む。基板24の一方主面上には、複数の直方体状の圧電振動子26がマトリックス状に固着される。圧電振動子26は、圧電振動子26の隣接する2つの側面とそれぞれ略45度の角度で交差する方向に積層される複数の圧電体層28を含む。圧電体層28間に、内部電極30がそれぞれ形成され、圧電体層28の両端面には、外部電極32がそれぞれ形成される。

22



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板、および前記基板の主面上にマトリックス状に固着される複数の直方体状の圧電振動子を含み、

前記圧電振動子は、

前記基板の正面と平行な方向にかつ少なくとも一部のものが前記圧電振動子の隣接する2つの側面と交差する方向に積層される複数の圧電体層、

前記複数の圧電体層間に設けられる内部電極、および前記複数の圧電体層の端面に形成される外部電極を含む、
センサアレイ。

【請求項2】 前記複数の圧電体層は、前記圧電振動子の隣接する2つの側面とそれぞれ約45度の角度で交差する方向に積層される、請求項1に記載のセンサアレイ。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載のセンサアレイを含む、送受信装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明はセンサアレイおよび送受信装置に関し、特にたとえば超音波診断装置、超音波顕微鏡、金属探傷装置などに用いられる超音波プローブなどのセンサアレイおよび送受信装置に関する。
20

【0002】

【従来の技術】 この発明の背景となる従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブなどが、たとえば、IEE TRANSACTIONS ON ULTRASONICS, FERROELECTRICS, AND FREQUENCY CONTROL, VOL. 44, NO. 2, MARCH 1997 Hybrid Multi/Single Layer Array Transducers for Increased Signal-to-Noise Ratio などに開示されている。図9は従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図であり、図10はその超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。図9に示す超音波プローブ1は、バッキング材といわれる音響吸収体からなる基板2を含む。基板2の一方主面上には、複数の圧電振動子3がマトリックス状に固着される。圧電振動子3は、図10に示すように、積層される複数の圧電体層4を含み、圧電体層4間には内部電極5がそれぞれ形成され、圧電体層4の上下面には外部電極6がそれぞれ形成される。また、圧電体層4の両端部にはビアホール7がそれぞれ形成され、ビアホール7内には接続電極8がそれぞれ形成される。さらに、それらの圧電体層4は、1層おきに逆の厚み方向に分極される。そして、圧電振動子3は、圧電体層4の正面が基板2の一方主面と平行になるように接着剤で基板2の一方主面上に接着される。さらに、複数の圧電振動子3上には、人体との音響的マッチングをとるための音響マッチング層9が形成され、音響マッチング層9上には、超音波ビームを収束させるための音響レンズ10が形成される。
40 なお、上述の超音波プローブ1に用いられている圧電振

動子3では、内部電極5がビアホール7などによって引き出されているが、内部電極を引き出す構造ないし方法としては、それとは別に一般に積層コンデンサなどに用いられているように、内部電極を側面から引き出す構造ないし方法がある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 図9に示す超音波プローブ1に用いられる圧電振動子3では、単層構造と異なり積層構造を有するので、高機能化、高分解能化を実現することができ感度がよいが、製造する際にビアホールの高い加工精度や電極の高い印刷精度などが必要であり、材料の焼成時の収縮などによってビアホール間の直線性を得にくく焼成した材料をマトリックス状にカットするのが困難であり、さらに、カット後に外部電極を欠落しやすいことなど、製造上において極めて高い加工精度が必要であり、製造上の問題が多く特性のばらつきが生じやすい。なお、超音波プローブ1において圧電振動子3の内部電極5を側面から引き出す場合にも、製造する際に高い加工精度が必要となる。

【0004】 そこで、本出願人が特願平11-273078号で出願しているように、感度がよく製造しやすい超音波プローブが考え出された。図11はそのような超音波プローブの要部を示す斜視図であり、図12はその超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。図11に示す超音波プローブ1では、図9に示す超音波プローブ1と比べて、特に圧電振動子3において異なる。すなわち、図9に示す超音波プローブ1の圧電振動子3では、圧電体層4と内部電極5とが基板2の一方主面上で上下方向に積層されるが、図11に示す超音波プローブ1の圧電振動子3では、圧電体層4と内部電極5とが圧電振動子3の側面に平行する方向に積層される。
30

【0005】 図11に示す超音波プローブでも、積層構造の圧電振動子が用いられるので、感度がよい。さらに、図11に示す超音波プローブは、複数の圧電体層および複数の内部電極を積層した積層体を作り、積層体を積層方向にカットして板状のマザー板を作り、マザー板の正面に外部電極を形成し、マザー板を基板の一方主面上に固着し、マザー板を複数の圧電振動子にカットすることによって製造することができ、マザー板を基板に固着する際にマザー板の全面に外部電極が形成されているので高い位置決め精度が不要となり、製造しやすい。

【0006】 ところが、図11に示す超音波プローブなどにおいて、圧電振動子を構成する圧電体層は、厚さにばらつきがあり、一定に保つことはできない。一定の形状の圧電振動子を作るためには、圧電振動子の側部となる圧電体層の厚さを薄くして調整する必要がある。このとき、側部の圧電体層には外側に電極がないため電圧を印加することができず、振動の減衰成分となる。この減

衰成分が、全体にあたえる影響が大きく、効率ダウンの主要因となる。また、圧電振動子ごとに側部の圧電体層の厚さが変わるために、圧電振動子間の特性のばらつきが大きくなる。

【0007】それゆえに、この発明の主たる目的は、感度がよく製造しやすく圧電振動子間の特性のばらつきが小さいセンサアレイを提供することである。この発明の他の目的は、感度がよく製造しやすく圧電振動子間の特性のばらつきが小さいセンサアレイを含む送受信装置を提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明にかかるセンサアレイは、基板と、基板の主面上にマトリックス状に固着される複数の直方体状の圧電振動子とを含み、圧電振動子は、基板の正面と平行な方向にかつ少なくとも一部のものが圧電振動子の隣接する2つの側面と交差する方向に積層される複数の圧電体層と、複数の圧電体層間に設けられる内部電極と、複数の圧電体層の端面に形成される外部電極とを含む、センサアレイである。この発明にかかるセンサアレイでは、複数の圧電体層は、たとえば、圧電振動子の隣接する2つの側面とそれぞれ約45度の角度で交差する方向に積層される。また、この発明にかかる送受信装置は、この発明にかかるセンサアレイを含む送受信装置である。

【0009】この発明にかかるセンサアレイでは、積層構造の圧電振動子が用いられるので、感度がよい。さらに、この発明にかかるセンサアレイは、複数の圧電体層および複数の内部電極を積層した積層体を作り、積層体を積層方向にカットして板状のマザー板を作り、マザー板の正面に外部電極を形成し、マザー板を基板の一方主面上に固着することなどによって製造することができるが、マザー板を基板に固着する際にマザー板の正面全面に外部電極が形成されているので高い位置決め精度が必要となり、製造しやすい。また、この発明にかかるセンサアレイは、基板の正面と平行な方向にかつ圧電振動子の隣接する2つの側面と交差する方向に、圧電振動子の少なくとも一部の圧電体層および内部電極が積層されるので、圧電振動子において圧電特性を示さない最外層の圧電体層の端面の面積が小さくなる。そのため、圧電振動子の最外層の圧電体層で振動を減衰する要因が小さくなり、圧電振動子の最外層の圧電体層の厚さのばらつきで圧電振動子の特性に与える影響も小さくなる。したがって、圧電振動子間の特性のばらつきが小さくなる。

【0010】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の発明の実施の形態の詳細な説明から一層明らかとなろう。

【0011】

【発明の実施の形態】図1はこの発明にかかる送受信装置の一例を示すブロック図であり、図2はその送受信装置に用いられる超音波プローブを示す斜視図であり、図

3はその超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。図1に示す送受信装置20は、超音波プローブ22を含む。

【0012】超音波プローブ22は、図2に示すように、バッキング材といわれる音響吸収体からなる基板24を含む。基板24の一方主面上には、複数の直方体状の圧電振動子26がマトリックス状に固着される。これらの圧電振動子26は、それぞれ、たとえば縦0.35mm、横0.35mm、高さ0.7mmの寸法を有する。なお、複数の圧電振動子26は、図2では7行7列に示されているが、実際には多数配列されている。

【0013】圧電振動子26は、図3に示すように、たとえば比誘電率2000程度の材料からなり積層される複数の圧電体層28を含む。これらの圧電体層28は、それぞれ、たとえば40μmの厚さを有する。また、これらの圧電体層28は、圧電振動子26の隣接する2つの側面とそれぞれ約45度の角度で交差する方向に積層される。これらの圧電体層28間に、たとえば3μmの厚さを有する内部電極30がそれぞれ形成される。この場合、内部電極30は、1つおきのものが圧電体層28の一端部から中央部にわたって形成され、他の1つおきのものが圧電体層28の他端部から中央部にわたって形成される。さらに、これらの圧電体層28の両端面には、外部電極32がそれぞれ形成される。この場合、一方の外部電極32は1つおきの内部電極30に接続され、他方の外部電極32は他の1つおきの内部電極30に接続される。また、これらの圧電体層28は、1層おきに逆の厚み方向に分極される。なお、各圧電振動子26では、外径すなわち外部電極32の一辺はそれぞれ0.35mmに形成され、厚みすなわち外部電極32間は主モードである長さ振動(d31モード)とその他の不要振動との結合を防止するため外径の2倍以上の寸法が望ましくたとえば0.7mmに形成される。そして、各圧電振動子26は、複数の圧電体層28が基板24の正面と平行な方向に積層されるように、基板24上に接着剤でマトリックス状に接着される。

【0014】各圧電振動子26の接着面側の外部電極32には、各圧電振動子26に電気信号を入出力できる各引出し線が、互いに電気的に独立して接続される。また、これらの引出し線は、基板24を貫通して基板24の裏面から引き出される。

【0015】さらに、それらの圧電振動子26の上側の外部電極32側の面全体には、導電性薄膜34が共通電極として貼り付けられる。また、その導電性薄膜34には、別の引出し線が接続される。なお、圧電振動子26と導電性薄膜34との間には、導電性音響整合層が入れられてもよい。また、導電性薄膜34の上には、導電性超音波レンズが配置されてもよい。

【0016】また、この送受信装置20は、多数の切り替えスイッチ40を含む。各切り替えスイッチ40に

は、各一端に各送信部42が接続され、各他端に各受信部44が接続される。この場合、各送信部42としてたとえばファンクションシンセサイザのようなサイン波発生装置が使用され、各受信部44としてたとえばデジタルオシロスコープ等の波形測定装置が使用される。また、各送信部42および各受信部44には、共通の基準電位が使用される。

【0017】さらに、超音波プローブ22の各圧電振動子26の接着面側の外部電極32は、各引出し線を介して、各切り替えスイッチ40の中点に接続される。また、超音波プローブ22の圧電振動子26の上側の外部電極32には、別の引出し線を介して、基準電位が与えられる。

【0018】この送受信装置20では、通常、各切り替えスイッチ40の中点が一端にも他端にも接続されない状態にされる。

【0019】この送受信装置20では、まず、第1番目の切り替えスイッチ40の中点が一端に接続され、第1番目の圧電振動子26が第1番目の送信部42に接続される。すると、第1番目の送信部42から第1番目の圧電振動子26に、第1番目の圧電振動子26の共振周波数のサイン波5波長分が入力され、第1番目の圧電振動子26が振動して超音波を発信する。

【0020】その後すぐに、第1番目の切り替えスイッチ40の中点が他端側に切り替えられ、第1番目の圧電振動子26が第1番目の受信部44に接続される。すると、発信した超音波の測定面での反射波が、第1番目の圧電振動子26を介して、第1番目の受信部44で受信される。この場合、第1番目の受信部44において、発信から受信までの時間が測定され記憶される。

【0021】第1番目の圧電振動子26についての測定および記憶が終われば、隣の圧電振動子26について同様の操作が繰り返され、それが終われば、さらに、その隣の第3番目の圧電振動子26について同様の操作が繰り返される。そして、全ての圧電振動子26について、同様の操作が行なわれると、各反射波を受信するまでの時間差から超音波プローブ22の圧電振動子26の上面に対向する測定面の凹凸を検出することができる。

【0022】この送受信装置20では、3次元画像化や高分解能化にともなう超音波プローブの2次元化において、超音波プローブ22に積層構造の圧電振動子26が用いられるので、図9および図11に示す各超音波プローブ1と同様のインピーダンスのマッチングとともに受波感度を得ることができ、高性能化を実現させることができる。

【0023】さらに、この送受信装置20では、図3に示すような方向に積層された積層構造を有する圧電振動子26が用いられるので、ピアホールの形成やピアホールにあわせたカット方法などの複雑な工程や高い加工精度が不要となり、工程の簡素化とともに圧電振動子26

の製作時に高い加工精度が不要となる。

【0024】また、この送受信装置20では、基板24の正面と平行な方向にかつて圧電振動子26の隣接する2つの側面と交差する方向に、圧電振動子26の圧電体層28および内部電極30が積層されるので、圧電振動子26において圧電特性を示さない最外層の圧電体層28の端面(図3における上下面)の面積が小さくなる。そのため、圧電振動子26の最外層の圧電体層28で振動を減衰する要因が小さくなり、圧電振動子26の最外層の圧電体層28の厚さのばらつきで圧電振動子26の特性に与える影響も小さくなる。したがって、圧電振動子26間の特性のばらつきが小さくなる。

【0025】次に、図11に示す超音波プローブの圧電振動子のように圧電体層および内部電極が圧電振動子の側面に平行する方向に積層された圧電振動子のばらつきと、図2に示す超音波プローブの圧電振動子のように圧電体層および内部電極が圧電振動子の隣接する2つの側面と交差する方向に積層された圧電振動子のばらつきについて説明する。

【0026】ここで、まず、超音波プローブの作り方について簡単に説明する。

【0027】図4は超音波プローブを作るためのマザー板を示す斜視図である。このマザー板50は、たとえば、縦12mm、横4mm、厚さ0.7mmの寸法を有する。このマザー板50は、たとえば、0.7mm×12mm×42μmの圧電体層52を95枚積層して作られる。この場合、各圧電体層52間には、内部電極54がそれぞれ設けられる。これらの内部電極54は、マザー板50の表面全面および裏面全面に外部電極を設けたときに表面の外部電極と裏面の外部電極とに交互に接続するように形成される。

【0028】そして、マザー板50が基板の一方正面に接着され、図5に示すように、定ピッチでマトリックス状にカットされるなどして、各圧電振動子60が作られるとともに、超音波プローブが作られる。なお、マザー板50の表面全面および裏面全面には、マザー板50を基板に接着する前に外部電極が形成される。

【0029】ところが、図11に示す超音波プローブのように圧電振動子の圧電体層および内部電極が圧電振動子の側面に平行する方向に積層されたものを作る場合、マザー板50をカットするピッチが、圧電体層52の厚さの整数倍とはならないため、圧電振動子60ごとに内部電極54の位置が変わっていく。このように内部電極54の位置が変わると、圧電体層52の層数が異なる圧電振動子60が作られてしまう。その結果、圧電振動子60の容量がたとえば10%以上違うものが混在し、受信感度などの特性にばらつきが生じてしまう。

【0030】それに対して、図2に示す超音波プローブのように圧電振動子の圧電体層および内部電極が圧電振動子の隣接する2つの側面と交差する方向に積層された

ものを作る場合、マザー板50をカットするピッチが、圧電体層52の厚さの整数倍とはならなくても、圧電振動子において圧電特性を示さない最外層の圧電体層の端面の面積が小さくなるため、圧電振動子の最外層の圧電体層で振動を減衰する要因が小さくなり、圧電振動子の最外層の圧電体層の厚さのばらつきで圧電振動子の特性に与える影響も小さくなる。したがって、圧電振動子間の特性のばらつきが小さくなる。

【0031】そこで、次に、超音波プローブの圧電振動子のばらつきについて具体的な数値を用いて説明する。

【0032】まず、マザー板を積層方向にマトリックス状にカットするなどして作った圧電振動子60について述べる。この場合の圧電振動子60の上面の図解図を図6に示す。この圧電振動子60は、たとえば縦350μm、横350μmの寸法を有する。また、圧電体層52は、たとえば厚さ42μmの厚さを有する。さらに、図6に示すように、一端側の最外層の圧電体層52の厚さをt1とし、一端側の最外層の圧電体層52の面積をs1とし、他端側の最外層の圧電体層52の厚さをt2とし、他端側の最外層の圧電体層52の面積をs2とする。この場合のマザー板をカットするピッチは、350μm程度であるが、圧電体層52の厚みの整数倍にはならない。そのため、圧電振動子60ごとに内部電極の位置が違うものとなる。

【0033】図6に示す圧電振動子60において、中間の活性となる圧電体層52が8層の場合、すなわち、 $0 < t_1 < 14 \mu\text{m}$ の場合、 $t_1 + t_2 = 350 - 42 * 8 = 14 \mu\text{m}$ なので、 $t_2 = 14 - t_1$ となる。そのため、分極できない両端側の最外層の圧電体層52の面積 $s_1 + s_2$ は、 $s_1 + s_2 = (t_1 + t_2) * 350 = 14 * 350 = 4900 [\mu\text{m} * \mu\text{m}]$ となる。

【0034】また、図6に示す圧電振動子60において、中間の活性となる圧電体層52が7層の場合、すなわち、 $14 \mu\text{m} < t_1 < 42 \mu\text{m}$ の場合、 $t_1 + t_2 = 350 - 42 * 7 = 56 \mu\text{m}$ なので、 $t_2 = 56 - t_1$ となる。そのため、分極できない両端側の最外層の圧電体層52の面積 $s_1 + s_2$ は、 $s_1 + s_2 = (t_1 + t_2) * 350 = 56 * 350 = 19600 [\mu\text{m} * \mu\text{m}]$ となる。

【0035】さらに、図6に示す圧電振動子60において、 $42 \mu\text{m} < t_1$ の場合、中間の活性となる圧電体層52が8層の場合と同様になり、分極できない両端側の最外層の圧電体層52の面積は、 $4900 [\mu\text{m} * \mu\text{m}]$ となる。

【0036】次に、マザー板を積層方向に対して45度傾けてマトリックス状にカットするなどして作った圧電振動子60について述べる。この場合の圧電振動子60の上面の図解図を図7に示す。この圧電振動子60は、たとえば縦350μm、横350μm、対角線の長さ495μmの寸法を有する。また、圧電体層52は、たと

えば厚さ42μmの厚さを有する。さらに、図7に示すように、一端側の最外層の圧電体層52の直角二等辺三角形の高さをt1とし、一端側の最外層の圧電体層52の面積をs1とし、他端側の最外層の圧電体層52の直角二等辺三角形の高さをt2とし、他端側の最外層の圧電体層52の面積をs2とする。この場合の積層方向の長さが長くなるので、中間の活性となる圧電体層52の層数が、11層か10層になる。

【0037】図7に示す圧電振動子60において、中間の活性となる圧電体層52が11層の場合、すなわち、 $0 < t_1 < 33 \mu\text{m}$ の場合、 $t_1 + t_2 = 495 - 42 * 11 = 33 \mu\text{m}$ なので、 $t_2 = 33 - t_1$ となる。そのため、分極できない両端側の最外層の圧電体層52の面積 $s_1 + s_2$ は、 $s_1 + s_2 = 1 / 2 * t_1 * (2 * t_1) + 1 / 2 * t_2 * (2 * t_2) = t_1^2 + t_2^2 = t_1^2 + (33 - t_1)^2 = 2 * t_1^2 - 66 t_1 + 33^2$ となる。また、このように斜めにカットした場合、分極できない部分は、最外層の圧電体層52のみではなく、各圧電体層52の両端にも発生する。ここで、中央以外の活性となる圧電体層52の分極できない部分の面積をs3とすると、 $s_3 = 42^2 * 10$ となる。また、 $A = 33^2 + 42^2 * 10$ とおくと、 $s_1 + s_2 + s_3 = 2 * t_1^2 - 66 t_1 + A$ となる。次に、中央の圧電体層52の分極されない部分の面積を出す。中央の圧電体層52の1つの角部の拡大図を図8に示す。この角部において分極されない部分は、2つの三角形と小さい1つの長方形とに分けられる。小さい方の三角形の面積をs4/2とおき、大きい方の三角形の面積をs5/2とおき、残りの長方形の面積をs6/2とおく。 s_4 の三角形の高さをt4とすると、 $t_4 = 21 \pm (16.5 - t_1)$ となる。また、 $s_4 + s_5 + s_6 = t_4^2 + (42 - t_4)^2 + (42 - 2t_4) * t_4 * 2 = -2t_4^2 + 42^2$ となる。ここで、 $B = A + 42^2$ とおいて、分極されない部分の全部の面積をsとおくと、 $s = 2 * t_1^2 - 66 * t_1 - 2 * t_4^2 + B$ となる。もし、 $0 < t_1 < 16.5 \mu\text{m}$ なら、 $t_4 = 21 - (16.5 - t_1) = 4.5 + t_1$ で、 $s = -66 * t_1 - 2 * 9 * t_1 - 2 * 4.5^2 + B = -84 * t_1 - 2 * 4.5^2 + B$ となる。また、もし、 $16.5 \mu\text{m} < t_1 < 33 \mu\text{m}$ なら、 $t_4 = 21 - (t_1 - 16.5) = 37.5 - t_1$ で、 $s = -66 * t_1 + 2 * 75 * t_1 - 2 * 37.5^2 + B = 84 * t_1 - 2 * 37.5^2 + B$ となる。したがって、分極されない部分の面積sの最小値は、 $t_1 = 16.5 \mu\text{m}$ のときで、 $s = 19066.5 [\mu\text{m} * \mu\text{m}]$ となる。

【0038】図7に示す圧電振動子60において、中間の活性となる圧電体層52が10層の場合、すなわち、 $33 \mu\text{m} < t_1 < 42 \mu\text{m}$ の場合、 $t_2 = 495 - 42 * 10 - t_1 = 75 - t_1$ となる。また、両端側の最外層の圧電体層52の面積 $s_1 + s_2$ は、 $s_1 + s_2 = t_1^2 + (75 - t_1)^2$

$1^2 + t_2^2 = 2t_1^2 - 150t_1 + 75^2$ となる。今回も、中央の圧電体層52以外に、活性となる圧電体層52の両端に、分極されない部分ができる。中央以外の活性となる圧電体層52では、一定の三角形が両端にできる。この部分の面積をs3とするとき、 $s3 = 42^2 * 9$ となり、 $D = 75^2 + 42^2 * 9$ とする。中央にあたる1層の圧電体層52の両端にだけ、2つの三角形と1つの長方形との分極されない部分が残る。分極されない部分の全体の面積sは、 $E = D + 42^2$ すると、 $s = 2 * t_1^2 - 150 * t_1 - 2t_4^2 + E$ となる。今回は、 $t_4 = 37.5 - t_1$ となる。したがって、 $s = 2 * t_1^2 - 150 * t_1 - 2 * t_1^2 + 2 * 75 * t_1 - 2 * 37.5^2 + E = -2 * 37.5^2 + E = 20452.5 [\mu\text{m} * \mu\text{m}]$ と常に一定値となる。

【0039】以上において、分極されない部分の面積のばらつきを検討してきたが、裏返せば、このばらつきは分極される部分のばらつきでもある。また、このばらつきは、容量のばらつきで、受信感度のばらつきとなって現れる。

【0040】上述のように、マザー板を積層方向にカットした場合、分極される部分の面積sの最小値は102900 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] ($350 * 350 - 19600$) で、分極される部分の面積sの最大値は、117600 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] ($350 * 350 - 4900$) で、それらの差は14700 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] であり、単純にセンター表記すると、 $110250 \pm 7350 [\mu\text{m} * \mu\text{m}] (\pm 7\%)$ となる。

【0041】一方、上述のように、マザー板を積層方向に対して45度傾けてカットした場合、分極される部分の面積sの最小値は、102047.5 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] ($350 * 350 - 20452.5$) で、分極される部分の面積sの最大値は、103433.5 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] ($350 * 350 - 19066.5$) で、それらの差は、1386 [$\mu\text{m} * \mu\text{m}$] であり、単純にセンター表記すると、 $102740.5 \pm 693 [\mu\text{m} * \mu\text{m}] (\pm 0.7\%)$ となる。したがって、上述の例では、マザー板を積層方向にカットした場合にはばらつきが $\pm 7\%$ と大きいのに対して、マザー板を積層方向に対して45度傾けてカットした場合にはばらつきが $\pm 0.7\%$ に收まることがわかる。

【0042】なお、上述の送受信装置20では、特別の寸法の圧電振動子26が超音波プローブ22に用いられているが、他の寸法の圧電振動子が超音波プローブに用いられてもよい。

【0043】さらに、上述の圧電振動子26では1つおきの内部電極30が外部電極32で接続されているが、圧電振動子26は、外部電極32に接続されない内部電極を形成することなどによって、1つおきの内部電極を接続した構造の圧電振動子に限定されない。

【0044】また、この発明は送受信装置に用いられる

超音波プローブなどのセンサアレイに限らず、超音波診断装置、超音波顕微鏡、金属探傷装置に用いられるセンサアレイなどにも適用され得る。

【0045】

【発明の効果】この発明によれば、感度がよく製造しやすく圧電振動子間の特性のばらつきが小さい超音波プローブなどのセンサアレイが得られる。また、この発明によれば、感度がよく製造しやすく圧電振動子間の特性のばらつきが小さい超音波プローブなどのセンサアレイを含む送受信装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる送受信装置の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示す送受信装置に用いられる超音波プローブを示す斜視図である。

【図3】図2に示す超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。

【図4】超音波プローブを作成するためのマザー基板を示す斜視図である。

【図5】図4に示すマザー基板を積層方向にカットした状態を示す斜視図である。

【図6】超音波プローブの圧電振動子の上面の図解図である。

【図7】超音波プローブの圧電振動子の上面の図解図である。

【図8】超音波プローブの圧電振動子の上面の角部の図解図である。

【図9】従来の超音波診断装置に用いられる超音波プローブの要部を示す斜視図である。

【図10】図9に示す超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。

【図11】他の超音波プローブの要部を示す斜視図である。

【図12】図11に示す超音波プローブに用いられる圧電振動子を示す斜視図である。

【符号の説明】

20 送受信装置

22 超音波プローブ

24 基板

40 26 圧電振動子

28 圧電体層

30 内部電極

32 外部電極

34 導電性薄膜

40 切り替えスイッチ

42 送信部

44 受信部

50 マザー板

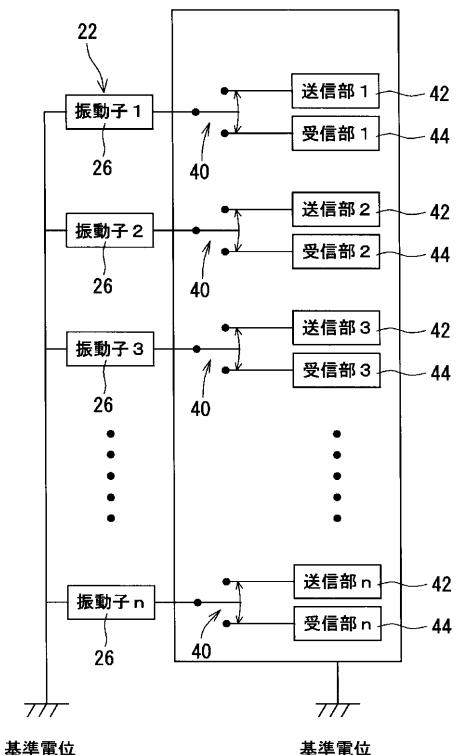
52 圧電体層

54 内部電極

60 圧電振動子

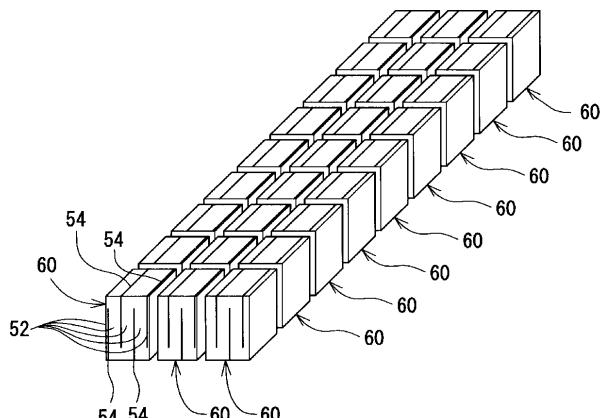
【図1】

20

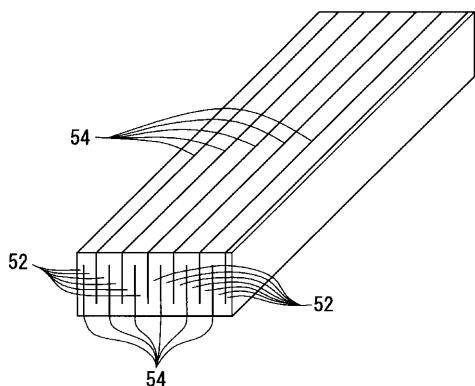


【図4】

【図5】

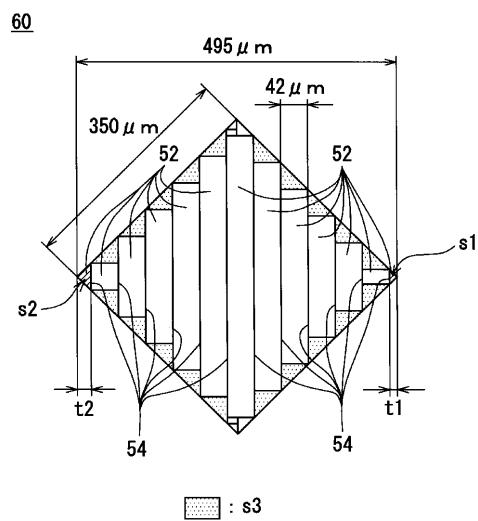


【义6】

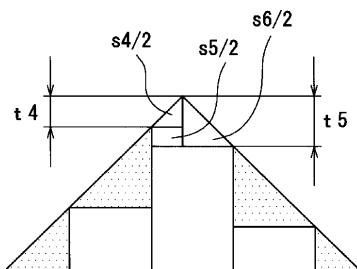


The diagram illustrates a cross-section of a microstructure. A central vertical column has a total height of $350 \mu\text{m}$, indicated by a double-headed arrow on the left. At the very top of this column is a horizontal layer with a height of $42 \mu\text{m}$, indicated by a double-headed arrow above it. This top layer is divided into two distinct regions, each labeled $s1$ and $s2$ respectively. Below the top layer, the main vertical column continues. At its base, there are two additional regions labeled $t1$ and $t2$. The entire structure is composed of several horizontal layers, some of which are labeled with the numbers 52 and 54 . These labels likely refer to different materials or specific contact points within the device.

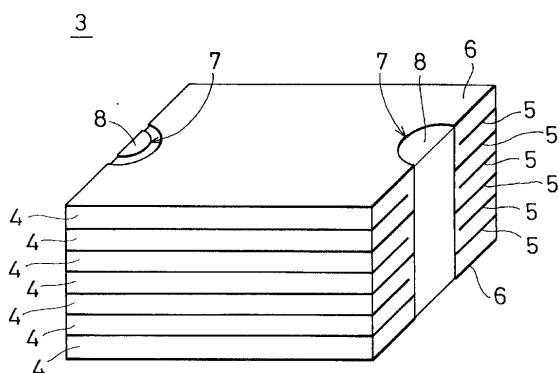
【図7】



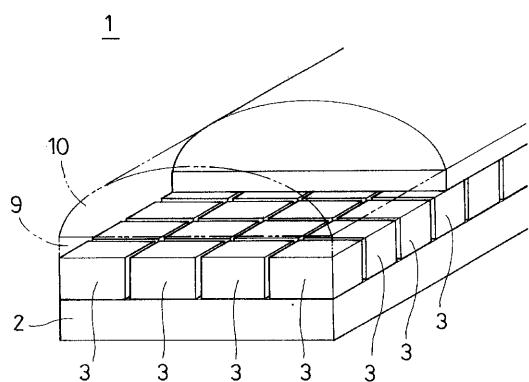
【図8】



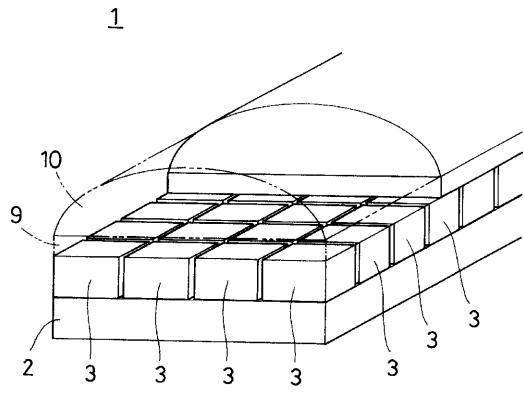
【図10】



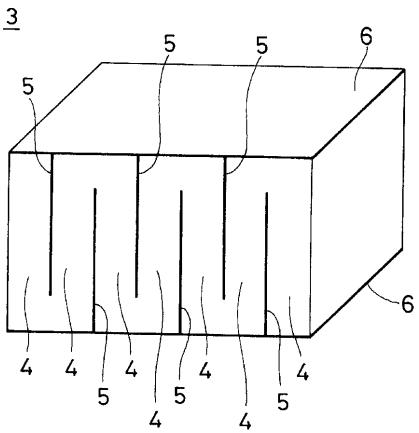
【図9】



【図11】



【図12】



专利名称(译)	传感器阵列和收发器设备		
公开(公告)号	JP2002058098A	公开(公告)日	2002-02-22
申请号	JP2000244270	申请日	2000-08-11
[标]申请(专利权)人(译)	有限公司村田生产厂		
申请(专利权)人(译)	村田制造有限公司		
[标]发明人	橋本順一		
发明人	橋本 順一		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 H04R17/00		
CPC分类号	B06B1/0629 B06B1/0607		
FI分类号	H04R17/00.332.A A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC07 2G047/CA01 2G047/GB02 2G047/GB23 2G047/GB25 2G047/GB28 2G047/GF01 4C301/EE06 4C301/EE17 4C301/EE20 4C301/GB10 4C301/GB14 4C301/GB18 4C301/GB33 5D019/AA21 5D019/BB02 5D019/BB14 5D019/BB19 5D019/FF04 4C601/EE03 4C601/EE14 4C601/EE30 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB14 4C601/GB19 4C601/GB41		
其他公开文献	JP3449345B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种传感器阵列，该传感器阵列具有高灵敏度，易于制造并且在压电振动器之间的特性变化小。在发送/接收电路20中使用的作为传感器阵列的超声波探头22包括由背衬材料制成的基板24。在基板24的一个主面上，以矩阵状固定有多个长方体的压电振动器26。压电振动器26包括在与压电振动器26的两个相邻侧面相交的方向上以大约45度的角度堆叠的多个压电层28。内部电极30形成在压电层28之间，并且外部电极32形成在压电层28的两个端面上。

