

(19)日本国特許庁（ J P ）

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002 - 27594

(P2002 - 27594A)

(43)公開日 平成14年1月25日(2002.1.25)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-コ-ト* (参考)
H 0 4 R 17/00	332	H 0 4 R 17/00	332 B 2 G 0 4 7
	330		330 H 4 C 3 0 1
A 6 1 B 8/00		A 6 1 B 8/00	5 C 0 5 4
G 0 1 N 29/24	502	G 0 1 N 29/24	5 D 0 1 9
H 0 4 N 7/18		H 0 4 N 7/18	Q
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 数) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000 - 209927(P2000 - 209927)

(22)出願日 平成12年7月11日(2000.7.11)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000153498

株式会社日立メディコ

東京都千代田区内神田1丁目1番14号

(72)発明者 中村 真人

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 100087170

弁理士 富田 和子

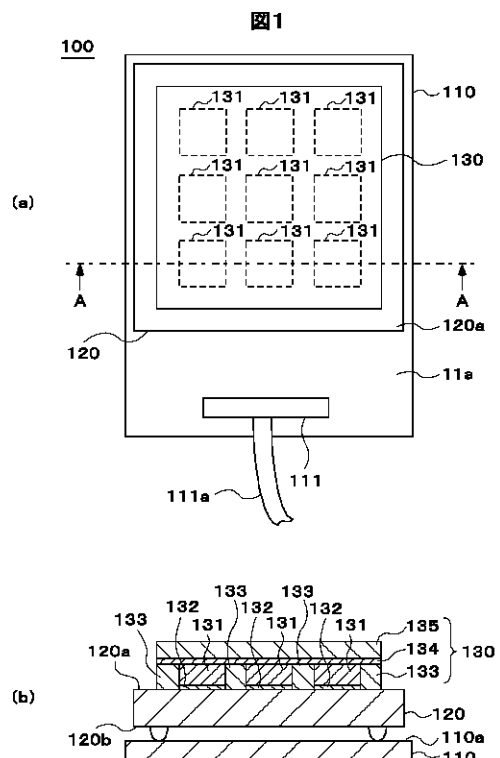
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 超音波探触子およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】振動子の高密度実装に最適な探触子構造を提供する

【解決手段】本超音波探触子100は、回路実装基板110、複数の切替スイッチ回路が作り込まれた半導体素子120、半導体素子120の背面120aに形成された電気音響変換層130、を有している。そして、電気音響層130には、各切替スイッチ回路の接点につながる電極にそれぞれ成膜された駆動電極132、各駆動電極132にそれぞれ振動子として成膜された圧電薄膜131、すべての圧電薄膜131に共通に形成されたグラウンド電極134、各駆動電極131とグラウンド電極134との間に充填された絶縁層133、最外層としてグラウンド電極134上に形成された音響整合層135、が含まれている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子への印加電圧をオンオフする半導体素子とを備えた超音波探触子であって、

前記各圧電素子として、前記半導体素子に成膜された複数の圧電薄膜を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】複数の圧電素子への供給電圧を半導体素子でオンオフさせる超音波探触子を製造する、超音波探触子の製造方法であって、

前記各圧電素子として、前記半導体素子に複数の圧電薄膜を成長させるステップを含むことを特徴とする、超音波探触子の製造方法。

【請求項 3】超音波送受波器で検出されたエコー信号に応じた映像をモニタに表示させる画像処理装置であって、

前記超音波送受波器として、請求項 1 記載の超音波探触子を備えることを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、超音波探傷の応用技術に係り、特に、断層画像の取得に適した超音波探触子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波断層画像表示装置は、小型で移動が容易、操作性に優れる等の利点から、医療診断、構造物の内部探傷検査等、様々な分野で利用されている。この超音波断層画像表示装置の構造例を図 5 に示す。

【0003】超音波断層画像表示装置本体 500 には、超音波を送受波するためのアレイ型の超音波探触子 600 が、ケーブル 700 を介して接続されている。そして、超音波断層画像表示本体 500 には、モニタ 501、超音波探触子 600 からの出力をモニタ 501 上の輝度情報に変換する信号処理システム 502、等が搭載されている。

【0004】さて、超音波探触子 600 は、2 枚の配線基板 630、660 を有している。

【0005】一方の配線基板 660 には、他方の配線基板 630 上の圧電セラミック振動子の 1 個ずつに直列接続された切替スイッチ回路 661、その他の回路(メモリ、バッファ等) 662 が搭載されている。なお、これらの回路 661、662 は、超音波断層画像表示装置本体 500 の信号処理システムに設けられていてもよいが、ケーブル 700 における信号遅延および信号減衰を防止するため、通常は、可能な限り、超音波探触子 600 の回路実装基板上に集約されている。

【0006】他方の配線基板 630 (回路実装基板)には、図 6 に示すように、短冊状の圧電セラミック振動子 631 が複数並んで固定されている。より具体的には、各圧電セラミック振動子 631 の両面の電極 631a、631b のうちの一方の電極 631a が、それぞれ、配

線基板 630 の電極面 630a 側の電極 632 にはんだ 633 で接合されている。そして、すべての圧電セラミック振動子 631 の他方の電極 631b に、1 枚のグラウンド電極板 635 が導電接着剤 634 で貼り付けられている。なお、636 は、グラウンド電極板 635 に貼り付けられた音響整合層であり、637 は、圧電セラミック振動子 631 の間に充填された絶縁物であり、638 は、配線基板 630 の裏面 630b (電極面 630a の反対側の面 630b)からの音波を吸収するための吸収層である。

【0007】さて、この配線基板 630 上における圧電セラミック振動子 631 の配列構造には、1D (Dimensional) アレイと 2D アレイ (Dimensional) とがある。

【0008】1D アレイと呼ばれる配列構造の超音波探触子(以下、これを 1D アレイ探触子と呼ぶ)であれば、所定のピッチで複数の圧電セラミック振動子 631 が配線基板 630 の面内に一列に並べられる。この 1D アレイ探触子によれば、切替スイッチ回路 661 の切替えによる電子走査で、観察対象の断層像を得ることができる。

【0009】また、2D アレイと呼ばれる配列構造の超音波探触子(以下、これを 2D アレイ探触子と呼ぶ)であれば、複数の圧電セラミック振動子 631 が配線基板 630 の面内に 2 次元のマトリクス状に並べられる。この 2D アレイ探触子によれば、切替スイッチ回路 661 の切替による電子走査で、観察対象の 3 次元像を得ることができる。なお、この 2D アレイ探触子に関する技術が、1996 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM pp1523~pp1526、1996 IEEE ULTRASONICS SYMPOSIUM pp1573~pp1576 に記載されている。例えば、後者の文献には、4096 個の圧電セラミック振動子(幅 0.22mm×長さ 0.22mm)が 0.3mm ピッチで 64×64 行列に配列された 2D アレイ探触子が記載されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】超音波探触子において、振動子の高密度搭載は、超音波探触子の小型化、画像の解像度向上、という観点から重要な課題とされている。特に、2D アレイ探触子については、振動子の高密度搭載に対する要求が高い。

【0011】しかしながら、配線基板と振動子とののはんだ接合部の信頼性(接続精度、接続強度等)を考慮すると、上記従来の探触子構造(図 6 参照)では、1D アレイ探触子および 2D アレイ探触子の双方とも、振動子の微細化に限界がある。また、振動子が微細化されると、それを搭載する配線基板の高密度配線化も必要となる。

【0012】そこで、本発明は、振動子の高密度実装に最適な構造の超音波探触子およびその製造方法を提供することを目的とする。また、この超音波探触子を有する超音波断層画像表示装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明においては、複数の圧電素子への印加電圧をオンオフする半導体素子に、前記圧電素子として圧電薄膜を成長させることとした。

【0014】なお、以下において、本発明の実施の一形態を具体的に説明するが、そこで挙げる構成に含まれる事項は、可能な限りの組合せの自由度を有し、その組合せのいずれもが発明を構成するものとする。したがって、例えば、以下において、本発明の実施の一形態として挙げる構成の一部を適宜に削除した形態も、また、本発明の実施の形態のうちの1つである。

【0015】また、以下において具体的に示された構成に含まれる各事項は、いずれも、機能において同一の他の構成によって代替することができ、また、それと同一の機能により特定された手段として包括的に表現することができる。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、添付の図面を参照しながら、本発明に係る実施の一形態について説明する。

【0017】まず、図1および図2により、本実施の形態に係る超音波探触子について説明する。ただし、ここでは、2D探触子を一例として挙げることとする。

【0018】図1に示すように、本超音波探触子100は、回路実装基板110、複数の振動子131(圧電薄膜)を含んだ電気音響変換層130、メモリその他の回路素子(不図示)、振動子131の1個ずつに直列接続された複数の切替スイッチ回路(図2の121)が作り込まれた半導体素子120、超音波画像表示装置からのケーブル111aが接続されるコネクタ111、を有している。

【0019】半導体素子120、コネクタ111、および、メモリその他の回路素子は、それぞれ、回路実装基板110の最上配線層110aに実装されている。なお、ここでは、フリップチップ方式で半導体素子120と回路実装基板110とを電氣的に接続しているが、半導体素子120の背面120a(回路実装基板110と反対側の面)に、回路実装基板110の電極パッドに接続するための電極パッドを形成し、ワイヤーボンディング方式で半導体素子120と回路実装基板110とを電氣的に接続してもよい。

【0020】半導体素子120には、複数の切替スイッチ回路121の他、複数の切替スイッチ回路121の接点(図2の121a、121b)からの引出し配線、各引出し線につながる複数の電極(回路実装基板110の電極パッドにはんだ付けされた前述の電極を含む)、等が作り込まれている。各切替スイッチ回路121の一方の接点121bからの引出し配線(図2の122)は、1本の配線(図2の122a)に合流してから、回路実装基板110の電極パッドにはんだ付けされた電極のうちの1つに接続されている。このように、すべての切替スイッ

チ回路121からの一方の接点121bからの引出し配線を共通化することによって、半導体素子120と回路実装基板110との間の接続点数の削減が図られている。

【0021】また、各切替スイッチ回路121の他方の接点(図2の121a)からの引出し配線(図2の123)につながる複数の電極は、半導体素子の背面120b内においてn行m列(ここでは一例として3×3)のマトリクス状に配列している。そして、この背面120aに電気音響変換層130が形成されている。

【0022】電気音響層130には、半導体素子120の背面120aの各電極にそれぞれ成膜された駆動電極132、各駆動電極132にそれぞれ振動子として成膜された圧電薄膜131、すべての圧電薄膜131に共通に形成されたグランド電極134(基準電位を与えるための電極)、各駆動電極131とグランド電極134との間に充填された絶縁層133、最外層としてグランド電極134上に形成された音響整合層135、が含まれている。なお、音響整合層135は、各振動子131と被検体(例えば生体等)との音響インピーダンスの整合をとるためのものである。

【0023】このように、本実施の形態に係る探触子構造によれば、複数の切替スイッチ回路121を含む半導体素子120の電極上に、順次、駆動電極132、圧電薄膜131が成膜され、振動子の接続にはんだ付けが使用されないため、振動子が微細化されても、接続の信頼性を維持することができる。もちろん、従来技術の欄で説明した超音波探触子と同程度の寸法の振動子が実装される場合であっても、振動子の接続の信頼性向上という効果を得ることができる。

【0024】また、各切替スイッチ回路121の接点121aからの引出し配線123は、半導体プロセス技術を用いて半導体基板上に形成されるものである。したがって、サブミクロンオーダの配線ピッチを実現し得る。

【0025】このように、本実施の形態に係る探触子構造によれば、微細な振動子の高密度実装の妨げとなっていた2つの要因が解決されるため、微細な振動子の高密度実装を実現することが可能である。そして、この探触子構造によって微細な振動子を高密度実装すれば、超音波探触子の小型化、超音波像の解像度の向上を図ることができる。

【0026】また、半導体素子120の背面120aの各電極に、駆動電極134および圧電薄膜131を成膜したことにより、半導体素子と各振動子との間の配線を省略することができるため、従来の探触子構造において必要とされていた、振動子と切替スイッチ回路との間の配線が形成された配線基板(図6の630)が不要となる。このため、超音波探触子の構成を簡略化させることができる。

【0027】なお、本実施の形態では、半導体素子に切

替スイッチ回路だけが作り込まれているが、半導体素子には、切替スイッチ回路とともにその他の回路が作り込まれていてもよい。また、本実施の形態では、ケーブル接続用のコネクタを回路実装基板に設けているが、コネクタを用いずに、はんだ付け等によって、ケーブルを回路実装基板に直接接続してもよい。

【0028】つぎに、図3により、本実施の形態に係る超音波探触子の製造方法について説明する。なお、ここで用いる半導体素子には、前述の切替スイッチ回路等が作り込まれている。

【0029】半導体素子120の裏面120b(回路実装基板110に対向させる面120b)側の電極に、それぞれ、回路実装基板110側の電極パッドとの接続のためのはんだパンプ124を形成する。一方、半導体素子120の背面120a内にマトリクス状に配列した各電極には、スパッタ等の薄膜技術により、それぞれ、振動子の駆動電極132として導電性薄膜(例えば、アルミニウム、銅、ITO等)を形成する(図3(a))。

【0030】そして、フォトリソ技術によって、半導体素子120の背面120内の所定領域(絶縁層133が形成されるべき領域)にマスクパターンを形成する(図3(b))。

【0031】その後、真空雰囲気、適当な制御雰囲気内等において、圧電材料(PZT等の圧電セラミックス、ZnO等)の圧電薄膜131を、各駆動電極133にそれぞれ成膜する(図3(c))。これらの圧電薄膜131の成膜方法としては、例えば、電子ビーム蒸着法、活性化反応性蒸着(ARE)法、スパッタ法、クラスタイオンビーム(ICB)法、イオンビームスパッタ(IBS)法、化学気相結晶成長(CVD)法、原子層エピタキシャル(AlE)成長法、分子線エピタキシャル(MBE)成長法、ガスソース(MBEまたはCBE)法、エレクトロンサイクロトロン共鳴(ECR)等を用いることができる。

【0032】その後、絶縁層133上に成長してしまった圧電薄膜を除去してから、マスクパターン300を除去する。そして、マスクパターン300が除去された領域に、低粘度の絶縁性樹脂等を流し込み、これを硬化させることによって、絶縁層133を形成する。ただし、マスクパターン300がフォトリソ等の絶縁材料で形成されている場合には、マスクパターン300をそのまま絶縁層133として利用してもよい。

【0033】そして、すべての圧電薄膜131にかぶさるグラウンド電極134を形成する(図3(d))。なお、このグラウンド電極134は、例えば、スパッタ等の薄膜技術によって成長させた導電性薄膜、導電性樹脂の塗布によって形成された導電性樹脂層、金属箔の接着によって形成された金属層等であればよい。

【0034】その後、被検体との音響インピーダンスの整合をとるため材料(例えば、金属粉とエポキシ樹脂との混合物等)をグラウンド電極134に接着等することに

*よって、グラウンド電極134上に音響整合層135を形成する(図3(e))。なお、被検体との音響インピーダンスの整合をとるため材料を接着するとによって音響整合層135を形成する場合に、その材料の接着のために導電接着剤を用いるならば、その導電接着剤層をグラウンド電極として利用することにしてもよい。

【0035】このようにして、半導体素子120の背面120a側の電気音響変換層130が完成したら、この半導体素子120およびその他の回路等を回路実装基板110に実装する。これにより、超音波探触子100が完成する。

【0036】なお、本実施の形態では、1つの超音波探触子100を製造しているが、複数の超音波探触子を製造する場合等には、複数の半導体素子が形成されたウェハを準備し、このウェハに形成された複数の半導体素子に一工程で電気音響変換層130を形成するようにしてもよい。

【0037】最後に、図4により、本実施の形態に係る超音波探触子100の一利用例である超音波画像表示装置について説明しておく。

【0038】本超音波画像表示装置400は、モニタ401、超音波探触子100からのケーブル111aが接続される信号処理システム402、等を備えている。

【0039】そして、信号処理システム402は、超音波探触子100の各振動子を駆動するための電圧を発生する電圧発生部(不図示)、超音波探触子100からの出力をモニタ401上の輝度情報に変換する変換処理部、超音波探触子100の切替スイッチ回路および本超音波画像表示装置全体を制御する制御部等を有している。

【0040】このような構成により、超音波探触子100からの超音波ビームの焦点深度がXY二軸方向に移動されると、観察対象の3次元超音波像がモニタ401に表示される。

【0041】なお、以上においては、本発明を2Dアレイ探触子に適用した場合を例に挙げたが、本発明は、2Dアレイ探触子以外の探触子、例えば、1Dアレイ探触子等にも適用可能である。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、微細な振動子の高密度実装に最適な探触子構造を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の実施の一形態に係る超音波探触子の正面図であり、(b)は、そのA-A断面図である。

【図2】本発明の実施の一形態に係る半導体素子の切替スイッチ回路部の配線図である。

【図3】本発明の実施の一形態に係る、超音波探触子の製造方法を説明するあめの図である。

【図4】本発明の実施の一形態に係る超音波画像表示装置の概略構成図である。

【図5】従来の超音波画像表示装置の概略構成図である。

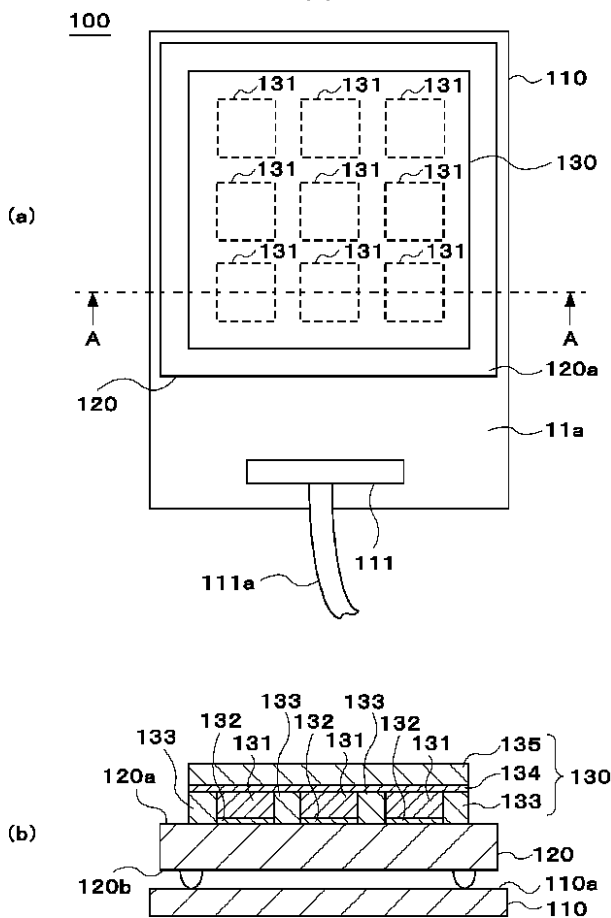
【図6】従来の超音波探触子の構造を説明するための図である。

【符号の説明】

- 100...超音波探触子
 110...回路実装基板
 111...コネクタ
 111a...ケーブル
- * 120...半導体素子
 121...切替スイッチ回路
 130...電気音響変換層
 131...圧電薄膜
 132...駆動電極
 133...絶縁層
 134...グランド電極
 135...音響整合層
 * 400...超音波画像表示装置本体

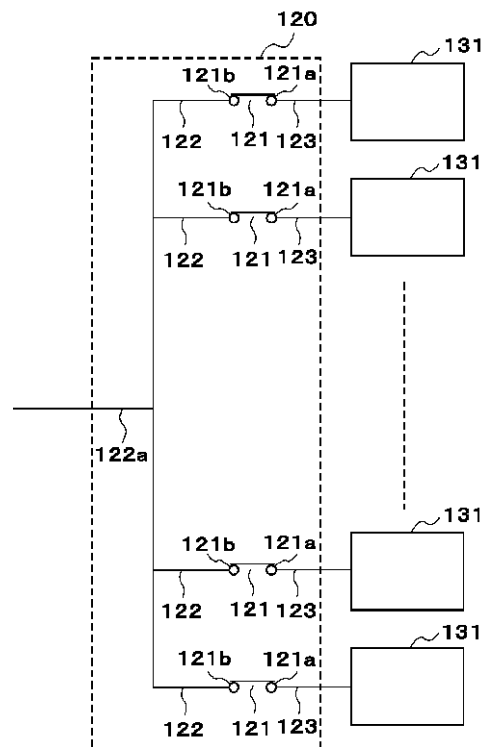
【図1】

図1



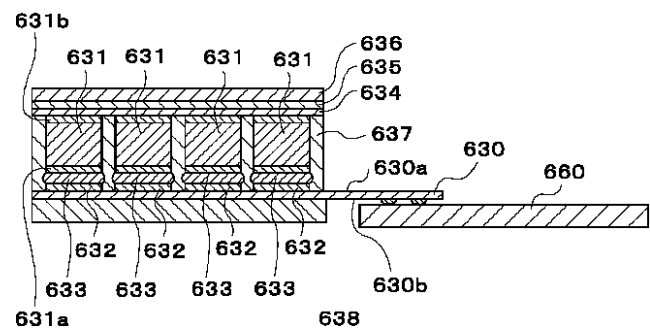
【図2】

図2



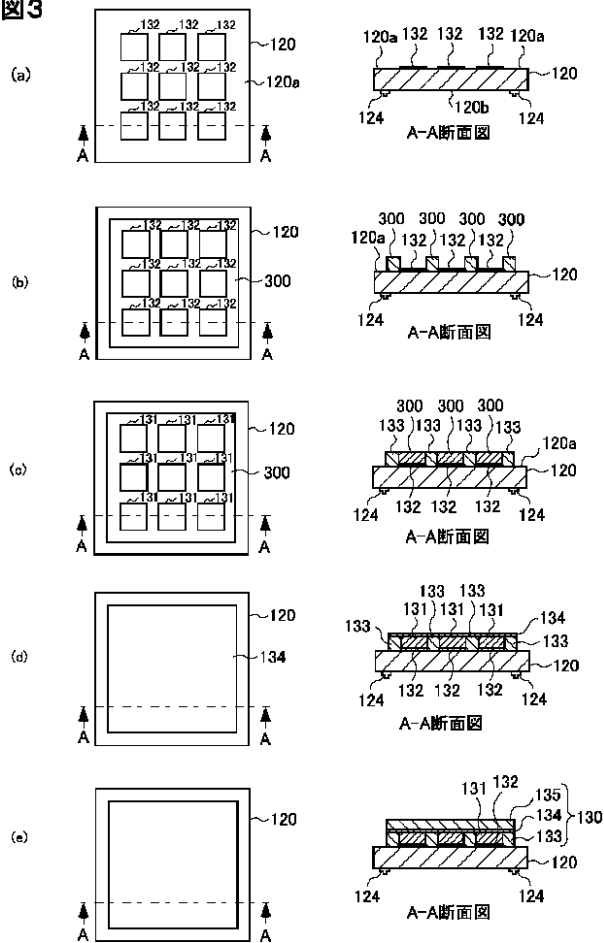
【図6】

図6



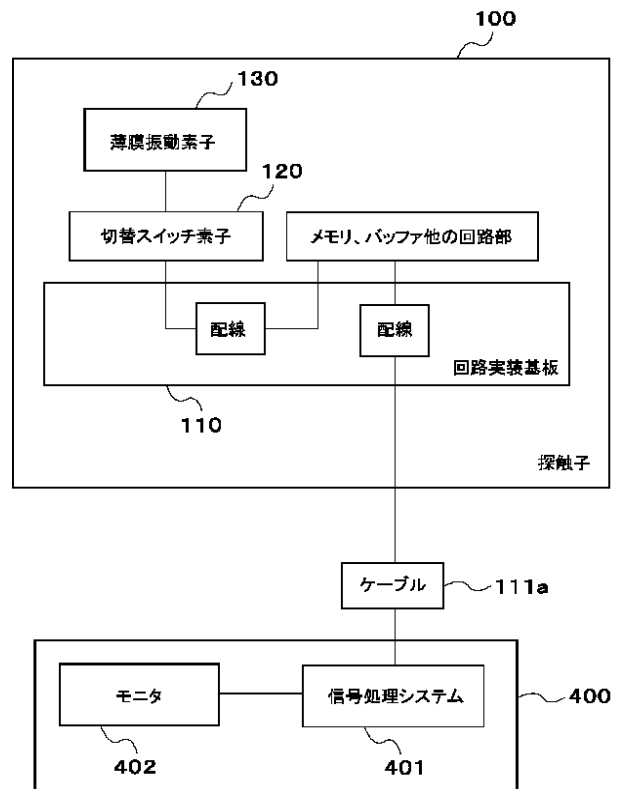
【図 3】

図 3



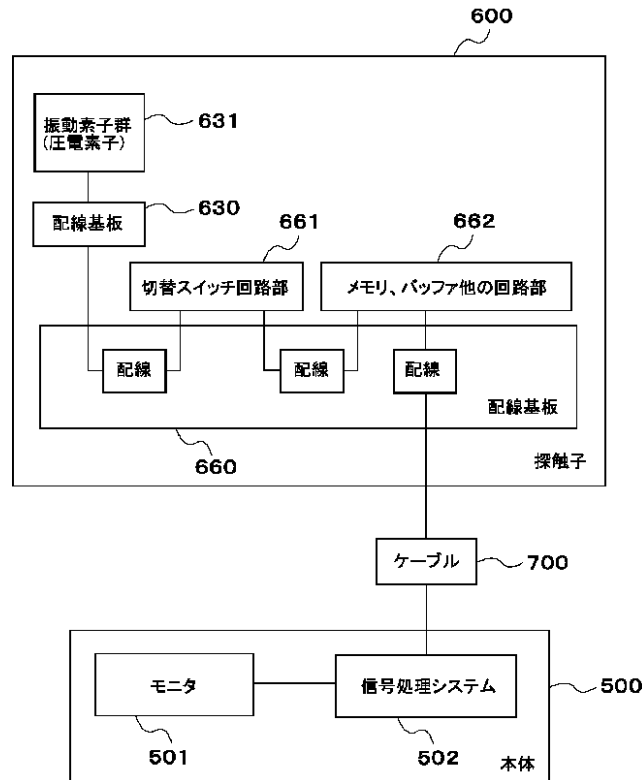
【図 4】

図 4



【図 5】

図5



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マコ-ド [*] (参考)
H 0 4 R 3/00	3 3 0	H 0 4 R 3/00	3 3 0
31/00	3 3 0	31/00	3 3 0

(72)発明者 黒木 喬
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 佐野 秀造
東京都千代田区内神田一丁目 1 番14号 株
式会社日立メディコ内

(72)発明者 大澤 孝也
東京都千代田区内神田一丁目 1 番14号 株
式会社日立メディコ内

(72)発明者 石原 昌作
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

F タ-ム(参考) 2G047 EA00 GA00 GB02 GB21
4C301 EE20 GB09 GB18
5C054 AA05 CA08 CB03 EA01 EA05
FD05 HA05 HA12
5D019 AA06 AA26 BB02 BB19 BB28
EE06 FF04 GG01 GG11 HH01
HH02

专利名称(译)	超声波探头及图像处理装置		
公开(公告)号	JP2002027594A5	公开(公告)日	2007-08-16
申请号	JP2000209927	申请日	2000-07-11
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所 株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所 株式会社日立メディコ		
[标]发明人	NAKAMURA MASATO KUROKI TAKASHI SANO HIDEZO OSAWA TAKAYA ISHIHARA SHOSAKU 中村真人 黒木 喬 佐野秀造 大澤孝也 石原昌作		
发明人	中村 真人 黒木 喬 佐野 秀造 大澤 孝也 石原 昌作		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24 H04N7/18 H04R3/00 H04R31/00		
FI分类号	H04R17/00.332.B H04R17/00.330.H A61B8/00 G01N29/24.502 H04N7/18.Q H04R3/00.330 H04R31/00.330		
F-TERM分类号	5D019/AA06 5D019/BB28 4C301/EE20 5C054/FD05 5C054/HA12 2G047/GA00 5C054/EA01 5C054/EA05 5C054/CA08 5D019/FF04 5C054/CB03 5C054/HA05 5D019/GG01 4C301/GB18 5D019/HH02 5D019/HH01 5D019/BB19 5D019/EE06 2G047/GB02 5D019/GG11 2G047/EA00 4C301/GB09 2G047/GB21 5D019/AA26 5D019/BB02 5C054/AA05 4C601/EE30 4C601/GB01 4C601/GB03 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/HH01 4C601/LL30		
其他公开文献	JP2002027594A		

摘要(译)

要解决的问题：提供最适合振动器高密度安装的探头结构。解决方案：该超声波探头100设置有电路安装板110，半导体器件120，其中集成有多个转换开关电路，以及形成在半导体器件120的背面120a上的电/声转换层130。然后，电/声层130设置有驱动电极132，驱动电极132分别形成在连接到各个转换开关电路的触点的电极上，在各个驱动电极132上形成成为振动器的压电薄膜131，通常形成成为的接地电极134所有压电薄膜131，填充在各个驱动电极131和接地电极134之间的绝缘层133，以及形成在作为最外层的接地电极134上的声匹配层135。