

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-524495  
(P2016-524495A)

(43) 公表日 平成28年8月18日 (2016. 8. 18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B</b> 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	4 C 6 0 1
<b>H 0 4 R</b> 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 H	5 D 0 1 9
	H 0 4 R 17/00 3 3 2 A	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-515133 (P2016-515133)  
 (86) (22) 出願日 平成26年5月23日 (2014. 5. 23)  
 (85) 翻訳文提出日 平成27年12月24日 (2015. 12. 24)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/039449  
 (87) 国際公開番号 WO2014/190326  
 (87) 国際公開日 平成26年11月27日 (2014. 11. 27)  
 (31) 優先権主張番号 61/827, 524  
 (32) 優先日 平成25年5月24日 (2013. 5. 24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 399043060  
 フジフィルム ソノサイト インコーポレ  
 イテッド  
 アメリカ合衆国 ワシントン州 9802  
 1-3904 ボーゼル サーティース  
 ドライブ エス・イー 21919  
 (74) 代理人 100078282  
 弁理士 山本 秀策  
 (74) 代理人 100113413  
 弁理士 森下 夏樹  
 (74) 代理人 100181674  
 弁理士 飯田 貴敏  
 (74) 代理人 100181641  
 弁理士 石川 大輔

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高周波超音波プローブ

(57) 【要約】

開示される技術は、高周波超音波信号を送信および受信するための高周波超音波プローブと、このようなプローブを組み立てる方法とに関する。高周波超音波プローブは、その上に複数のトランスデューサ素子を有する基板と、1つ以上のビアによって、基板を支持する伝導性フレームに電気的に結合されるグラウンド面を含む。伝導性フレームは、トランスデューサ素子に結合される導体を有するプリント回路のグラウンド面に電気的に結合される。プローブはさらに、少なくとも一部が伝導性を有する支持構造体を含み、この支持構造体は、トランスデューサ基板の熱膨張係数 ( C T E ) に密接に整合する熱膨張係数を示す。

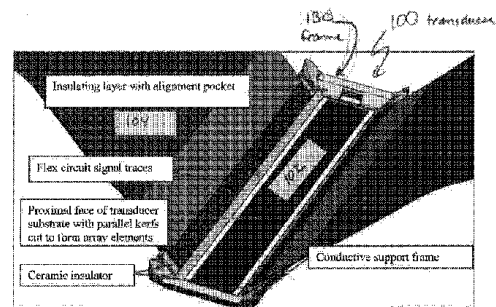


Figure 1: Flexible PCBs bonded to a ceramic insulator in turn bonded into a pocket formed in the insulating upper portion of a conductive support structure (hybrid tapered support).

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

トランスデューサ基板に密接に整合された熱膨張係数を有する伝導性フレームと、前記伝導性フレーム内に支持された複数のトランスデューサ素子を上に有する基板と、1つ以上のビアによって前記伝導性フレームに電氣的に結合された前記基板上のグラウンド面とを含む、高周波超音波プローブ。

## 【請求項 2】

前記トランスデューサ素子に結合された導体およびグラウンド面を有する1つ以上のプリント回路をさらに含み、前記プリント回路の前記グラウンド面は前記伝導性フレームに電氣的に結合される、請求項 1 に記載の高周波超音波プローブ。

10

## 【請求項 3】

前記プリント回路の前記グラウンド面は、伝導性接着剤で前記伝導性フレームに電氣的に結合される、請求項 2 に記載の高周波超音波プローブ。

## 【請求項 4】

前記プリント回路と前記伝導性フレームとの間に配置された非伝導性バリアストリップをさらに含み、請求項 2 に記載の高周波超音波プローブ。

## 【請求項 5】

前記伝導性フレームは、前記伝導性フレームと前記基板との間に配置された絶縁性インサートを含む、請求項 1 に記載の高周波超音波プローブ。

20

## 【請求項 6】

前記伝導性フレームおよび前記基板は、同様な熱膨張係数を有する、請求項 1 に記載の高周波超音波プローブ。

## 【請求項 7】

複数のトランスデューサ素子が内部に形成された基板であって、前記基板は、共通グラウンド電極と、伝導性材料で充填された複数のビアとを有する、基板と、前記基板が嵌合される伝導性フレームであって、前記伝導性フレームは、前記ビアを通して前記基板上の前記グラウンド電極に電氣的に接続される、伝導性フレームとを含む、超音波トランスデューサ。

## 【請求項 8】

前記基板および前記伝導性フレームは、同様な熱膨張係数を有する、請求項 7 に記載の超音波トランスデューサ。

30

## 【請求項 9】

前記ビアは、前記基板の周囲に配置される、請求項 7 に記載の超音波トランスデューサ。

## 【請求項 10】

前記伝導性フレームは、前記トランスデューサ素子への導体を支持するように構成された傾斜壁を有する、超音波トランスデューサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

(関連出願に対する相互参照)

本願は、「HIGH FREQUENCY ULTRASOUND PROBE」というタイトルの2013年5月24日に出願された米国仮特許出願第61/827,524号の利益およびこの出願に対する優先権を主張し、この出願は、参照により、その全体が本明細書に援用される。

## 【0002】

(技術分野)

開示される技術は、概して、超音波トランスデューサおよび医療用画像診断の分野に関する。より具体的には、開示される技術は、高周波超音波トランスデューサと、アセンブ

50

りの対応する方法とに関する。

【背景技術】

【0003】

(背景)

超音波トランスデューサは、電気エネルギーを音響エネルギーにおよびその逆に変換する手段を提供する。電気エネルギーがRF信号の形態であるとき、正確に設計されたトランスデューサは、駆動電気RF信号と同じ周波数特性を有する超音波信号を生成することができる。診断用超音波は、伝統的に1MHz未満から約10MHzまでの範囲の中心周波数で使用されてきた。当業者は、この周波数スペクトルが、数mmから略300μm超の範囲の解像度で、数mmから数十cmまでの深さにおいて、生体組織を画像化する手段を提供することを理解する。

10

【0004】

高周波超音波トランスデューサは、概して、15MHzを上回り60MHz超までの範囲の中心周波数を有する超音波トランスデューサである。高周波超音波トランスデューサは、浸透の最大深さを限定する一方でより高い解像度を提供し、それにより、20μmから300μm超までの範囲の解像度で、1mmたらずから3cm超までの深さにおける生体組織を画像化する手段を提供する。

【0005】

約10MHzを下回る周波数において動作する従来の臨床超音波トランスデューサを用いて作業するときには生じない高周波超音波トランスデューサの製作に係する多くの課題がある。当業者は、構造が、概して、周波数の逆数に従って縮小し、その結果、50MHzトランスデューサが5MHzトランスデューサより約10倍小さい構造を有することを理解する。いくつかの場合において、材料または技法は、要求される大きさまたは形状に縮小されることができないか、または材料または技法は、縮小されることでそれらの機能を失う。高周波超音波トランスデューサが実現されることを可能にする新技術が、開発または適用される必要がある。他の場合において、HFUSトランスデューサに関連するより高い無線周波数の電気信号および音響信号を扱うときに全く新しい要件が存在する。

20

【0006】

RF電気相互接続は、信号およびグランド導体を取り囲む磁界を有効に含めるようにいくつかの形態の伝送線を用いることを要求する。当業者は、最適な性能のために、伝送されている周波数および導体の長さに応じて、電気インピーダンス整合および遮蔽技法を採用する必要があることがわかる。当業者は、低い臨床周波数において、そのような相互接続が、高度に開発され、かつ超音波システムおよびトランスデューサ設計者に対する多種多様な選択肢において利用可能であることと、そのような相互接続が、典型的には、次のようないくつかの構成要素から成ることとをさらに認識する。第1に、典型的にゼロ挿入力(ZIF)型または他の大判接続子から成る超音波システムへの接続；第2に、システム接続子からトランスデューサの方へ伸びる電気ケーブル(典型的には、マイクロ同軸伝送線)；第3に、接続子および/またはプリント回路基板を通常は含む、ケーブルとトランスデューサとの間のインタフェース；ならびに最後に、接続子または回路基板からトランスデューサ素子のそれぞれへのインタフェース。構成要素のこの典型的なセットは、業界で容易に入手可能であり、多くの変形が、伝統的な臨床周波数USトランスデューサに対してうまく用いられている。

30

40

【0007】

当業者は、これらの構成要素の一部が、HFUSに関連するより高い周波数に容易に拡大縮小され、その他のものは容易に拡大縮小されないことがわかる。マイクロ同軸伝送線は、HFUSに関連するより高い周波数によく適しており、多くの業界標準の接続子ソリューションが、システムエンドにおいても適用可能である。さらに、当業者は、プリント回路基板が、HFUSのために要求される周波数よりも数桁高い周波数で機能するように設計されることが可能であることを知っている。超音波システムにHFUSトランスデューサを電氣的に相互接続するための課題は、主として、HFUSアレイの実際の素子への

50

電氣的接続を行う手段にある。これらの素子は、非常に小さく脆弱であり、これらの素子は、厳密な熱予算に限定される場合があり、その結果、伝統的なマイクロ電気相互接続技法は、HFUSトランスデューサに適さない。例えば、ワイヤボンディング、低温はんだおよびACF接着剤は、従来の臨床周波数トランスデューサへの相互接続を行うために広く使用されている技術である。しかしながら、これらの技法には制限があり、これらの制限は、従来の臨床周波数トランスデューサを、HFUSトランスデューサに対して使用するのに概して不適にさせる。例えば、当業者は、約100 $\mu$ mを下回るピッチの相互接続のワイヤボンディングは課題が多く、50 $\mu$ mを下回るピッチではほとんど不可能となる可能性があることがわかる。プロセス温度が約100 $^{\circ}$ Cを下回って限定されるとき、ワイヤボンディングは、なお一層困難である。加えて、ワイヤボンディングに伴う機械的な力は、基板の厚さが約100 $\mu$ mを下回るときに問題となる。HFUSトランスデューサを製造するのに適した典型的な圧電材料は、中心周波数範囲が15MHzから50MHzにわたるトランスデューサでは、約100 $\mu$ mから30 $\mu$ m未満に至るまで薄くされる必要がある。これらの薄い基板は、ワイヤボンディングが試みられたときに割れる傾向がある。ACFテープおよび他の非対称伝導性接着剤システムは、約200 $\mu$ mを下回るピッチでの高信頼性接続に適しておらず、概して120 $^{\circ}$ Cを超える熱予算を要求するが、当業者は、このことがHFUSトランスデューサ材料の製作に関連するいくつかの材料には問題であり得ることを理解するであろう。

10

20

30

40

50

**【0008】**

一部のHFUSトランスデューサは、薄い伝導性箔から作られた銅電極に依存するグラウンディングシステムを現在採用しており、銅電極は、トランスデューサの前側（レンズ側）グラウンド面に電氣的に取り付けられ、次いで、スタックの側面を出てフレックス回路のグラウンド面の方へ巻付く。

**【0009】**

このアプローチの主な課題は、レンズから圧電材料のグラウンド面までの間隔に関する。伝導性箔の設計では、この空間は、圧電基板とレンズとの間の整合層（例えば、3整合層装置では、4分の3波長整合層）の厚さ、または50MHzで約30 $\mu$ mから20MHzについては約70 $\mu$ mまで（参考のために、典型的なプリンタ用紙は、100 $\mu$ mの厚さである）に等しい。このことは、伝導性エポキシの非常に薄い結合線のついたアレイグラウンド面に取り付けられる非常に薄い箔の使用を必要とする。後に続くラッピングおよび接着/洗浄手順の間に、箔の機械的完全性を保持することは非常に困難である。他の方法は、より厚い箔の使用を可能にするように用いられ得るが、箔の2次的制約は、箔が厚くなるにつれ増加する伝導性箔の曲げに伴う力がレンズの剥離を引き起こす危険性がある。

**【0010】**

最後に、当業者は、伝導性箔の技法が、グラウンド電極がエッジに沿ってスタック構造から出ることを要求し、特にBFまたはCF医療機器等級が要求されるときに、機器の電氣的絶縁を困難にすることを認識するであろう。これらの問題を考慮すると、高周波超音波トランスデューサ素子へ接続を形成する改良された技法が必要とされる。

**【発明の概要】****【課題を解決するための手段】****【0011】****（要旨）**

以下に議論され例示されるように、開示される技術は、高周波超音波信号を送信および受信するための高周波超音波プローブと、このようなプローブを組み立てる方法とに関する。プローブは、トランスデューサの外面上にあるグラウンド電極と、トランスデューサのそれぞれの反対側の内面上にある個別に接続された信号電極とを有する複数の高周波トランスデューサのついた基板を含む。プローブはまた、トランスデューサ基板材料の周囲に作られる複数のピアを含み、この複数のピアは、アレイ型トランスデューサを含む基板の前面外側のグラウンド電極に電氣的に接続される。プローブはさらに、少なくとも一部が電氣的伝導性を有する支持構造体を含み、この支持構造体は、トランスデューサ基板の

熱膨張係数 ( C T E ) に密接に整合する熱膨張係数を示す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

本発明は、本明細書に組み込まれその一部を構成する添付の図面を考慮することで、より完全に理解され得、添付の図面は、説明とあわせて、開示された技術を例示するのに役立つ。

【図 1】図 1 は、開示される技術の実施形態に従った、グラウンディングシステムの構成要素を図示するように標記されたアレイ型トランスデューサの完成したアセンブリの等角図である。

【図 2】図 2 は、開示される技術の実施形態に従った、伝導性複合支持構造体の上部の斜視図である。 10

【図 3】図 3 は、開示される技術の実施形態に従った、伝導性複合支持構造体の底部の斜視図である。

【図 4】図 4 は、開示される技術の実施形態に従った、ビアを後に形成するポケットおよび金属膜を示す、トランスデューサ基板の斜視図である。

【図 5】図 5 は、開示される技術の実施形態に従った、ビアポケットの近接拡大斜視図である。

【図 6】図 6 は、開示される技術の実施形態に従った、伝導性エポキシで充填されたビアポケットの斜視図である。

【図 7】図 7 は、最終厚さまで薄くされたトランスデューサ基板の信号側を見下ろす斜視図であり、開示される技術の実施形態に従った、基板の信号側から露出した、最終めっきされ充填されたビアを示す。 20

【図 8】図 8 は、開示される技術の実施形態に従った、伝導性支持構造体に未だ接続されていないフレックスのグラウンド面を示すアレイ型トランスデューサの組み立てられた構成要素を図示する。

【図 9】図 9 は、開示される技術の実施形態に従った、フレックス回路のグラウンド面と伝導性の支持構造体との間で伝導性接着剤によって接続されたグラウンド経路を示す完全に組み立てられたアレイ型トランスデューサを図示する。

【図 10】図 10 は、開示される技術の実施形態に従った、アレイトランスデューサおよびグラウンディングシステムの機能部品を図示するように完全に標記された断面斜視図である。 30

【図 11】図 11 は、開示される技術の実施形態に従った、アレイ型トランスデューサの共通のグラウンド面からプリント回路基板のグラウンド面までのグラウンド導体の直接経路を示すグラウンドシステムの断面である。

【図 12】図 12 は、開示される技術の実施形態に従った、アレイトランスデューサ内の所定の場所における、レーザエッチレーザプロセスを使用して作られた信号相互接続を示す斜視図である。

【図 13】図 13 は、開示される技術の実施形態に従った、フレックスのグラウンド面にグラウンド電流を伝導させるために使用される支持構造体の伝導部から信号電極を分離する必要性を示すアレイの一端における信号電極の近接拡大斜視図である。 40

【図 14】図 14 は、開示される技術の実施形態に従った、アレイおよび信号電極の断面の斜視図を示す。

【図 15】図 15 は、所定の場所に信号電極とグラウンドシステムとの両方を有するアレイ型トランスデューサの部分断面を示し、伝導性複合支持構造体の絶縁機能を図示する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

特許または出願ファイルは、少なくとも 1 つのカラー図面を含む。カラー図面 ( 単数または複数 ) を含む本特許または特許出願公報のコピーは、請求および手数料の支払いにより庁により提供される。

【 0 0 1 4 】

10

20

30

40

50

( 詳細な説明 )

上記の課題に対処するため、本明細書に開示される技術は、高周波超音波トランスデューサに関する。以下にさらに詳細に説明されるように、開示される技術に従った超音波プローブの1つの実施形態は、トランスデューサ素子のアレイを製造するために使用される基板材料の熱膨張係数に密接に整合された全体的な熱膨張係数を有する複合支持構造体を含む。これは、超音波トランスデューサで日常的に見られる熱サイクルにあっても顕著な応力または歪みを誘起せずに、支持構造体がトランスデューサ基板に接合されることを可能にする。

【 0 0 1 5 】

図1に示す実施形態では、高周波超音波トランスデューサ100は、トランスデューサ素子102の線形(または他形状の)アレイと、超音波システム(図示せず)とアレイ型超音波トランスデューサ素子との間でRF電気信号を伝送するための複数のRF伝送線を含むケーブル束104と、RF伝送線とアレイ型トランスデューサ素子との間にある複数の電氣的相互接続とを含む。機械的なハウジング(図示せず)は、超音波プローブアセンブリ内に含まれる構成要素(アレイ型トランスデューサ素子、音響スタックおよびレンズ等)のうちの一部または全てと、ケーブル束への電氣的相互接続とを収容する。

10

【 0 0 1 6 】

1つの実施形態では、トランスデューサ素子102とケーブル束104との伝送線の間形成される電氣的相互接続は、その全体が参照により本明細書に援用される米国特許第8,316,518号および米国特許出願第13/657,783号に記載されているレーザエッチレーザ(LEL)プロセスによって形成される。

20

【 0 0 1 7 】

518号特許に記載されているように、粒子(例えば、シリカ)が充填されたエポキシで導体およびトランスデューサ素子をコーティングすることにより、電氣的接続が、トランスデューサ素子とフレキシブル回路もしくはケーブル束内の導体との間に形成される。トランスデューサ素子上の領域は、露出され、導体が所望される場合には、エポキシ内にトレンチを形成するように低フルエンスレーザが使用される。レーザパルス数は、フレックス回路の部分に対し、フレックス回路の銅導体を掘り下げるために増大させられる。チャンネルの付いたエポキシおよびトランスデューサ素子は、その後、金等の導体でスパッタコーティングされる。レジストが、その後、金の上に置かれる。レジストは、その後、金除去される領域において低フルエンスレーザを用いて除去される。湿式エッチングプロセスが、その後、金の導体が望まれない領域でその大部分を除去するために使用される。より高いフルエンスレーザが、残りの任意の金を除去するために使用される。導体が望まれる領域の上に位置するレジストは、その後、化学的に溶解される。

30

【 0 0 1 8 】

F U J I F I L M S o n o s i t e , I n c . ( 本出願の譲受人 ) は、10umを下回るピッチおよび<80の熱予算内で、標準フレキシブルPCBを超音波アレイのスタックに接続することが可能なレーザエッチレーザプロセス(LELと呼ばれる)を開発した。LELベースの技術は、ピッチが90umから下は38umまでの範囲の全てのVSI設計のアレイにおいて現在使用されており、当分野で非常に信頼性が高いことが証明された。

40

【 0 0 1 9 】

1つの実施形態では、2つのフレックス回路104は、トランスデューサアレイのどちらかの側面に接続される。1つの回路は、奇数番号のトランスデューサ素子用の導体を有する一方、他のプリント回路は、偶数番号のトランスデューサ素子用の導体を有する。各プリント回路は、アレイのピッチの2倍のピッチの導体を有する。

【 0 0 2 0 】

783号出願に記載されている技法は、フレックス回路の異なる層内の導体が、隣接する電極素子間の距離よりも遠く離れている場合に、段差のついたフレックス回路が使用されることを除いて同様である。フレックス回路の導体は、全ての導体をプリント回路の

50

同一の層上に有し、接続がよりタイトなピッチで行われることが可能であるようにインターリーブされる。

【0021】

トランスデューサプローブの開示された実施形態は、LEL技法を用いて作られる電氣的相互接続を含むが、当業者は、アレイの信号電極と導体束の伝送線との間の電氣的相互接続が、空間および熱予算が許す限り代替的方法で行われ得ることを認識する。

【0022】

本明細書に記載の例示的な高周波超音波プローブは、少なくとも約15MHzから約50MHzまたはそれよりも高い周波数までの範囲の中心周波数を有する高周波超音波トランスデューサを使用して診断画像を作ることに特に関連する技術的課題のうちの1つに対処するように特別に設計されている。当業者は、約1MHz~10MHzの中心周波数を有する従来の超音波プローブを作るために使用される最新の技法がより高い周波数に拡大縮小する一方、他の技法はそうではないことを理解する。当業者はまた、RF伝送線およびグラウンディング技法が、最適な機能（不要な電気反射の最小化、SNRの最大化、およびRF遮蔽の提供等）を提供するように、周波数および機器の物理的寸法に対して正しく設計されなければならないことを理解する。

10

【0023】

トランスデューサに駆動信号を伝送する導体に各素子を電氣的に接続することに伴う課題に加え、良好なRFグラウンドと十分な遮蔽とをアレイに提供する必要がある。当業者は、多くの要素（アレイ型HFUSTトランスデューサ等）を含むRF機器の電氣的グラウンドが、素子間の低クロストークと、高SNRおよび優れたノイズ耐性と、良好なシグナルインテグリティを確保する広い帯域性能とを確実にするよう、グラウンド導体の特定の特性を要求することを理解する。グラウンド電流は、インダクタンスが予期しない動作の原因となる可能性があり、グラウンドバウンスがチャンネル間に不要なクロストークを生成する可能性があるため、配線よりむしろ低インピーダンス伝導面を通して、隣接する素子から運び去される必要がある。加えて、当業者は、いずれもが良好なRFグラウンド設計に影響を及ぼす、制御されたインピーダンスの伝送線およびインピーダンス整合、ならびにEMI遮蔽を考慮する必要性を認識する。

20

【0024】

本明細書に記載の例示的な実施形態では、マイクロ加工されたビアおよびグラウンド面は、HF超音波トランスデューサ内に低インピーダンス、高品質のRFグラウンドを作るために使用される。開示された技術に従って構成される高周波超音波プローブは、電氣的にも空間的にも効率的で、機械的にも熱的にも堅牢な、高品質、低インピーダンスRFグラウンド面を有する。当業者は、走査ヘッド内の各トランスデューサは、誘電性電気機械ドライバ（圧電セラミックまたは強誘電リラクサ材料等であるが、これらに限定されない）と、ドライバの一方の面に隣接するグラウンド電極と、反対側の面に隣接する信号電極とからなる基板材料を含むことが可能であり、したがって、電気機械ドライバの厚さにわたって電界がかけられるかまたは測定されることを可能にすることを認識する。当業者はまた、トランスデューサ基板が、ドライバとマトリクス材料との複合体である特質を有する音響トランスデューサを作るように、ポリマー（例えば、エポキシ）などの受動的な誘電材料のマトリクス内に有利なパターンで配置された適切な電気機械ドライバ材料に基づく複合材料からも成り得ることを理解する。当業者はさらに、この方法が、任意の適切なトランスデューサ基板に容易に適用されることが可能であり、そのトランスデューサ基板は、誘電材料から成りかつビア作成用の境界領域を有するか、または、ビアを作成することができるような誘電材料もしくは絶縁材料によって囲まれていることを理解する。

30

40

【0025】

1つの好まれる実施形態では、グラウンド電極は、アレイ内の全てのトランスデューサ素子に共通であり、トランスデューサおよび基板の遠位面上に位置し、トランスデューサは、基板から形成される。図4および図5は、トランスデューサ基板120を図示しており、トランスデューサ基板120において、トランスデューサ素子102が形成されてい

50

る。基板の1つの表面(例えば、外面)は、金等の伝導性材料122で被覆されている。基板120は、基板の外周を囲む複数のビア124を有する。ビアは、基板の外面上の伝導性材料122が、トランスデューサ素子を駆動するように伝送線を保持するフレックス(または他の)回路上のグラウンド面と電気接触を行うことを可能にするために貫通めっきされる。

#### 【0026】

伝導性材料122は、典型的に1つ以上の整合層およびレンズから成る音響スタックによりオーバーレイされた共通グラウンド電極を形成する。図15は、組み立てられた超音波プローブの断面を示し、組み立てられた超音波プローブは、基板120と、ビア124と、基板上に配置された整合層126と、整合層126上に配置されたレンズ128とを

10

#### 【0027】

例示的实施形態では、伝導性材料122によって形成されたグラウンド面は、アレイ型トランスデューサの遠位面上にあり、トランスデューサの完成したアレイの全てに共通のグラウンド面であることが示される(図4および図10参照)。共通の平坦電極は、グラウンドへの低インピーダンス経路を提供し、アレイの近位面上に位置する信号電極用のRF遮蔽を提供する。トランスデューサ基板の遠位面上に位置するグラウンド面は、図4から図7に示されているように基板120の周囲に沿って位置する複数の伝導性ビア124によって伝導性フレーム130(図3)に電氣的に接続される。

20

#### 【0028】

図4および図5に示されているように、伝導性ビア124は、トランスデューサ基板120内にポケットを作り、その後、アレイ型トランスデューサの外面全体に電極材料を堆積し、そしてビアポケット124の内面をコンフォーマルコーティングすることによって、作成される。ポケットは、反応性イオンエッチング、レーザアブレーション、または従来のマイクロ加工等、セラミックをマイクロ加工できる任意の手段によって作成されることが可能である。例示的实施形態では、レーザ加工されたビア124は、ポケットの壁面に金属電極を堆積する際のシャドーイングを防ぐように、わずかにテーパ状の壁をポケット内に有する。ビア124のポケットは、その後、伝導性材料(例えば、伝導性エポキシ)、またはポケットの内面に付着する任意の伝導性マトリクスで充填される(図6参照)

30

#### 【0029】

ポケットがトランスデューサ基板の最終厚さよりも深いことを確実にすることにより、ビア124は、図7に示すようにトランスデューサ基板が最終寸法に薄くされたときに完全に実現される。ビアを伝導性材料で充填する前にビアをメタライズすることにより、伝導性充填材の膨張/収縮がビア124の周囲にマイクロクラックを生じさせないことを確実にする。

#### 【0030】

伝導性フレーム130は、その後、テーパ付き複合支持体の露出した伝導性の底面が伝導性ビア124の露出した上面をオーバーレイするように、伝導性接着剤を使用して、トランスデューサ基板の近位面に取り付けられる(図10、図11、および図15参照)。図8、図9および図11に見られるように、ビア124は、基板120のグラウンド面から伝導性フレーム130への伝導性経路を提供する。伝導性接着剤150は、その後、伝導性フレームをフレキシブルプリント回路104のグラウンド面107に電氣的に結合するために使用される。このことは、フレキシブルプリント回路上のグラウンド面とテーパ付き複合支持体の伝導性フレーム130との間の超低インダクタンス接続を確実にする。またこのことは、トランスデューサ基板の内面に位置する信号電極、テーパ付き複合支持体、およびPCBが、優れた遮蔽を提供するグラウンド電極によって完全に囲まれること

40

50

を確実にする。

#### 【0031】

伝導性フレーム130は、本明細書でテーパ付き複合支持体と呼称される複合支持構造体の一部である。図2に示されているように、テーパ付き複合支持体は、伝導性外側フレーム130と、オーバーモルディング、接着剤、または他の技法によって外側フレームに固定された絶縁性インサート140とから成る。絶縁性インサート140は、フレキシブルプリント回路をアレイ型トランスデューサに整列させるのに役立つ案内ポケット142を含む(図2、図3、および図13参照)。伝導性フレーム130は、トランスデューサ基板120の熱膨張係数と密接に整合する熱膨張係数を有するように設計される。例示的な実施形態では、PZTまたはPMN-PT等のセラミック基板の場合、PZTの4.7ppm/°Cに対し約4.8ppm/°CのCTEを有するモリブデンが伝導性フレームに選択される。アレイ型トランスデューサが受けるであろうと予想される熱的摂動に応じて、CTEのより密接した整合は、多かれ少なかれ重要となり得、異なる材料の選択を可能にする。例えば、インバー等のエンジニアードニッケル鉄合金、および特定の材料のCTEと整合するように設計された、その変種を選択してもよい。黒鉛系材料またはめっきされたセラミックス等の他の伝導性材料は、フレームのCTEが予想される熱範囲にわたってトランスデューサ基板に密接に整合する限り好適である可能性がある。

10

#### 【0032】

図10に最もよく示されるように、グラウンド電極122は、伝導性支持フレーム130を通してフレキシブルプリント回路基板104のグラウンド面107までさらに延在される。グラウンド面への接続は、グラウンド面への低インピーダンス接続を確実にするために大きな表面にわたって行われる。例示的な実施形態では、伝導性接着剤は、伝導性支持フレーム130をトランスデューサ基板120のグラウンド面122に接続するために使用される(図8~図10参照)が、当業者は、はんだ付け、伝導性テープ、メタライゼーション等、伝導性フレームをグラウンド面に接続する代替的方法が使用される可能性があることを理解する。

20

#### 【0033】

上述したように、複数の信号電極は、各トランスデューサの近位面上に互いに分離されて堆積され、アレイ内の各個別のトランスデューサが独立して送信器/受信器に接続されることが可能であるようにする。各信号電極は、トランスデューサ電極と超音波システムへおよび超音波システムから電気信号を運ぶ伝送線ケーブルとの間の電氣的相互接続を提供する手段として、フレキシブルプリント回路基板の信号層上に位置する信号トレースに接続される。上述したように、伝導性フレーム130に固定される絶縁性インサート140は、トランスデューサ素子102と伝導性フレーム130との間に非伝導性バリアを提供する。

30

#### 【0034】

さらに、信号電極のレーザマイクロ加工が、電極のレーザ区分け中にPCBを介して伝導性フレームの部分を露出する危険性なしに可能であることを確実にするために、アルミナ等のセラミック絶縁体160で形成されたバリアストリップの薄い層は、PCB104をテーパ付き複合支持体上のポケット内に付着させる前に、PCB104の背面に付着させられる(図10および図11参照)。この絶縁体160は、テーパ付き支持体への整列に先立ってフレキシブルPCBを硬く平らにするのに役立つ、PCB内の信号電極のアレイ型トランスデューサへの整列をより効率的かつ正確にする。加えて、セラミック絶縁体は、プリントフレックス回路のトレースと伝導性フレーム130との間での短絡の形成を防止する。

40

#### 【0035】

当業者は、アレイ型トランスデューサ構造体の全周を囲む伝導性フレームが追加的なRF遮蔽を提供することを理解する。さらに、体積に対し大きな表面積比を有する伝導性グラウンド構造の使用は、低インダクタンスを確実にし、その伝導性グラウンド構造がアレイ信号導体の全てに近接して設置されたとき、グラウンド電流に対する最小インピーダン

50

ス、したがって、トランスデューサからプリント回路のグラウンドへの接続にワイヤを使用する場合に比べより良好なノイズ除去を確実にする。

【 0 0 3 6 】

以上のことから、本発明の特定の実施形態は、例示の目的で本明細書に記載されており、様々な改変が本発明の精神および範囲から逸脱することなく行われ得ることがわかる。したがって、本発明は、添付の特許請求の範囲による限定を除いて限定されない。

【 図 1 】

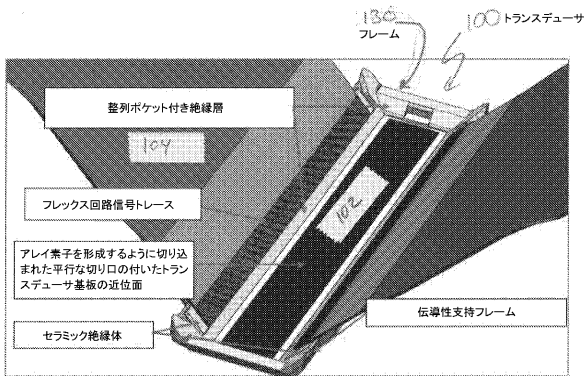


図1. セラミック絶縁体に付着されるフレキシブルPCB。セラミック絶縁体が、今度は、伝導性支持構造体(テーパー付き複合支持体)の絶縁性上層部分に形成されたポケット内に付着される。

【 図 2 】

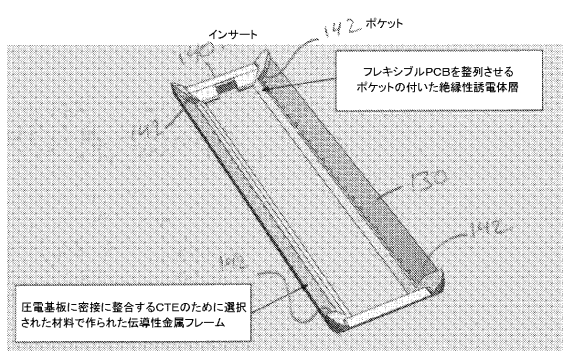


図2. 伝導性テーパー付き複合支持構造体—上面図

【 図 3 】

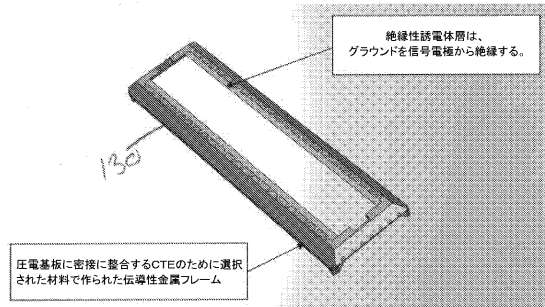


図3. 伝導性テーパー付き複合支持構造体—底面図

【 図 4 】

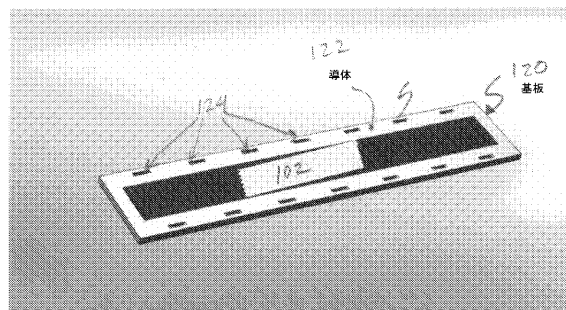


図4. ピアを形成するポケットを、表面上の伝導性金属膜とともに示すトランスデューサ基板

【 図 5 】

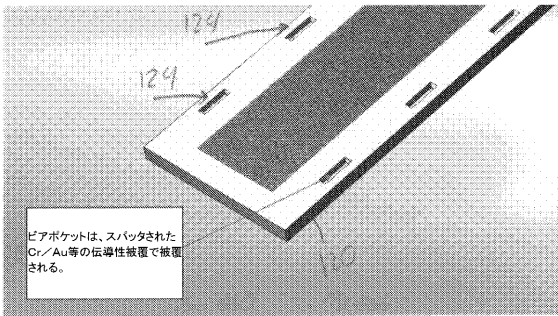


図5:ビアポケットの近接拡大

【 図 6 】

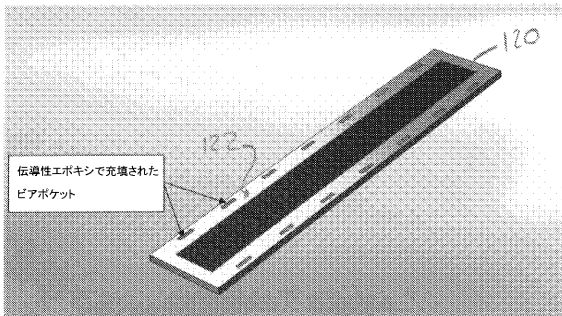


図6:グラウンド面側から見た、伝導性エポキシで充填されたビアポケット

【 図 7 】

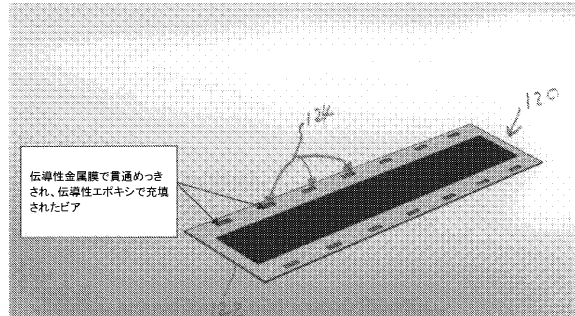


図7:トランスデューサ基板を最終寸法まで薄くした後でトランスデューサ基板の内側(信号電極側)から見た、完成したビア

【 図 8 】

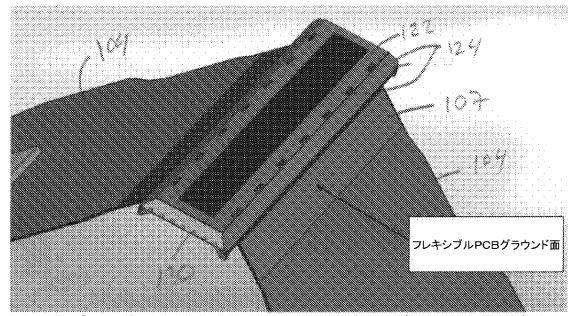


図8:フレキシブルPCBが取り付けられた、組立てられたアレイトランスデューサ。グラウンド面への電気接続は無い。

【 図 9 】

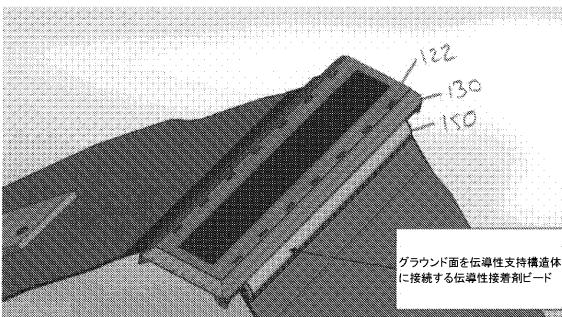


図9:PCBの銅製グラウンド面を伝導性支持構造体に接続するために使用される伝導性接着剤

【 図 1 1 】

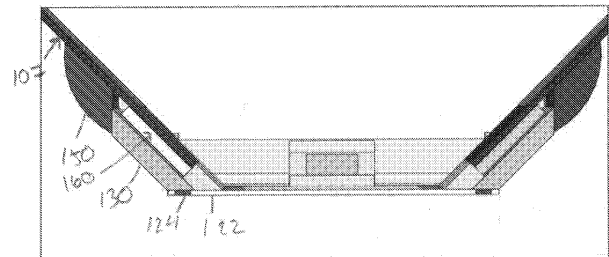


図11:グラウンディングシステムの断面

【 図 1 0 】

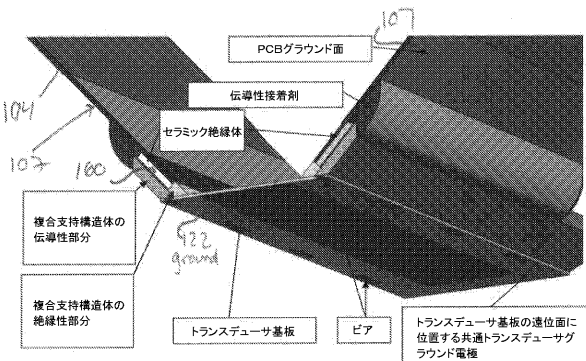


図10:外側に面するグラウンド面から伝導性支持構造体に、次いで、伝導性接着剤を通り、最後にフレキシブルPCBのグラウンド面に接続を行うビアを示す斜め断面図

【 図 1 2 】

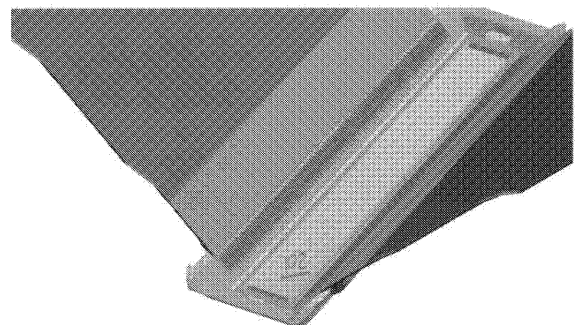


図12:アレイトランスデューサ上の所定の場所における完成した信号電極パターン

【 図 1 3 】

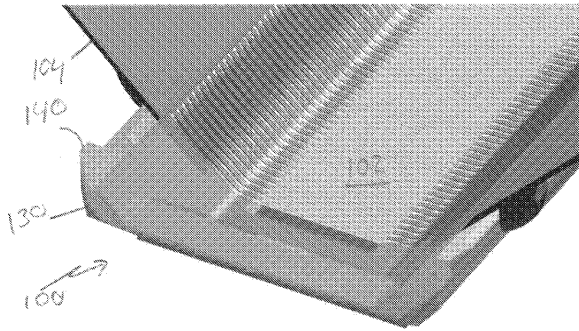


図13: 伝導性支持構造体を通した信号電極のグラウンド経路からの絶縁を示す電極の近接拡大図

【 図 1 4 】

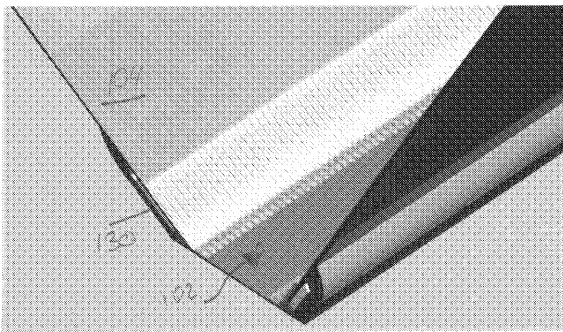


図14: 所定の場所に信号電極を有するAlNトランスデューサの断面

【 図 1 5 】

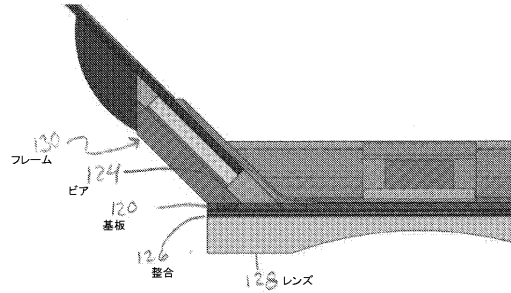


図15: レンズおよび整合層の付いた電氣的に完成したAlNトランスデューサの断面図の1つの側の近接拡大であり、ビア付きのグラウンド経路と、所定の場所において複合支持構造体の絶縁層付きの信号電極とを示す。

【 手 続 補 正 書 】

【 提 出 日 】 平 成 27 年 12 月 24 日 (2015.12.24)

【 手 続 補 正 1 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 図 面

【 補 正 対 象 項 目 名 】 全 図

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 図 1 】

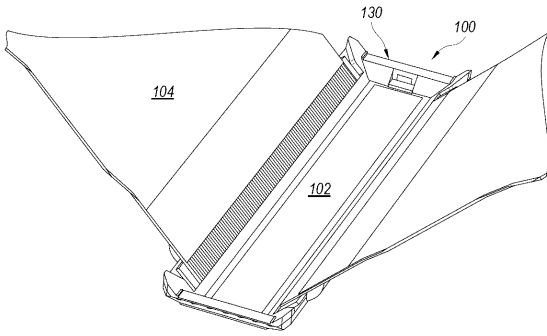


Fig. 1

【 図 3 】

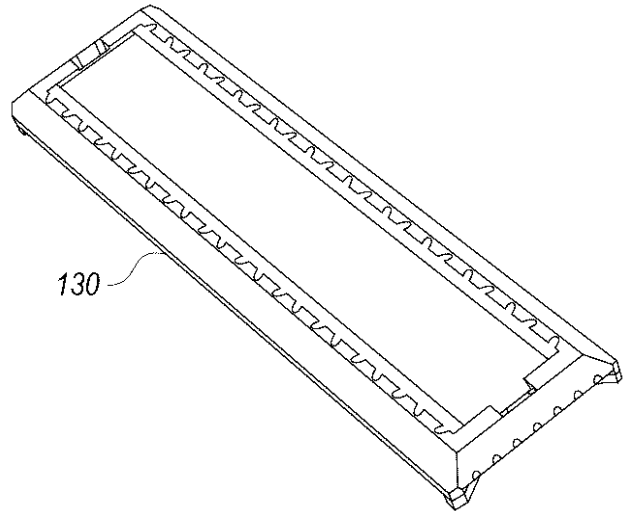


Fig. 3

【 図 2 】

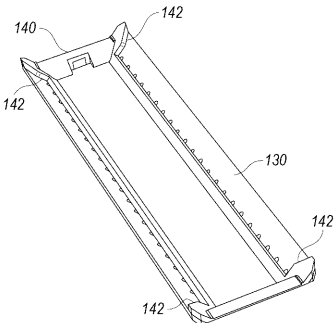


Fig. 2

【 図 4 】

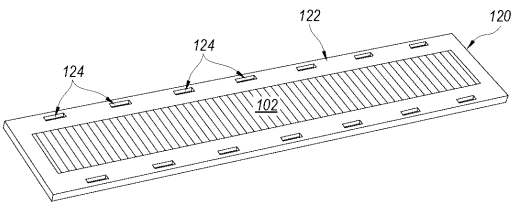


Fig. 4

【 図 6 】

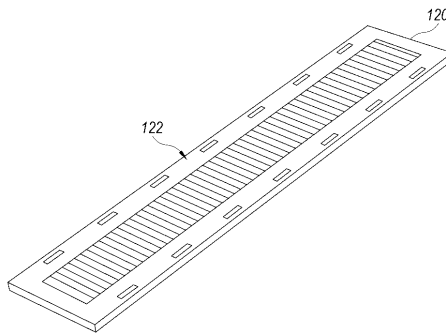


Fig. 6

【 図 5 】

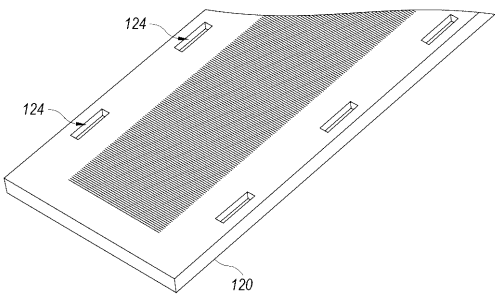


Fig. 5

【 図 7 】

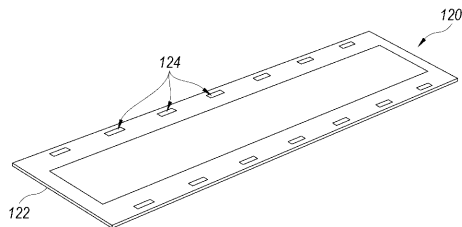


Fig. 7

【 図 8 】

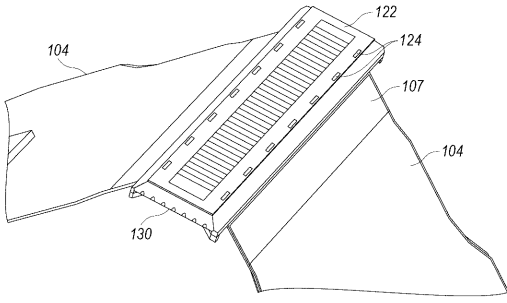


Fig. 8

【 図 9 】

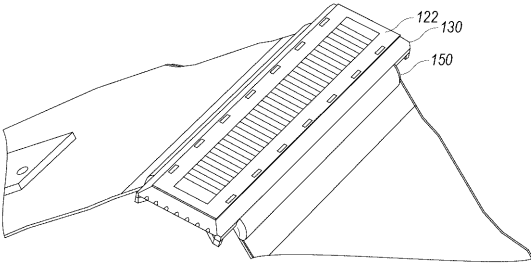


Fig. 9

【 図 10 】

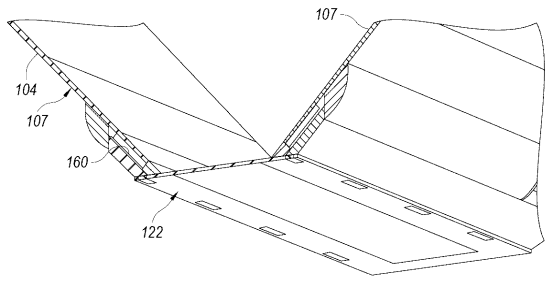


Fig. 10

【 図 11 】

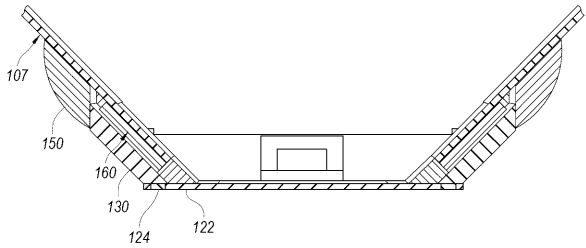


Fig. 11

【 図 12 】

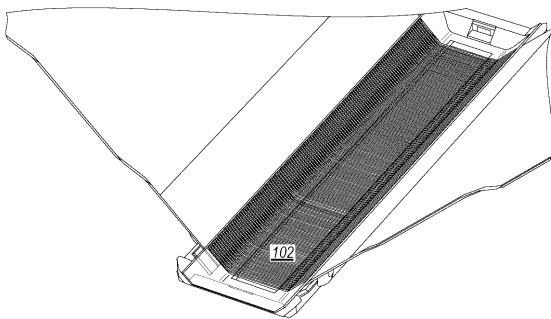


Fig. 12

【 図 14 】

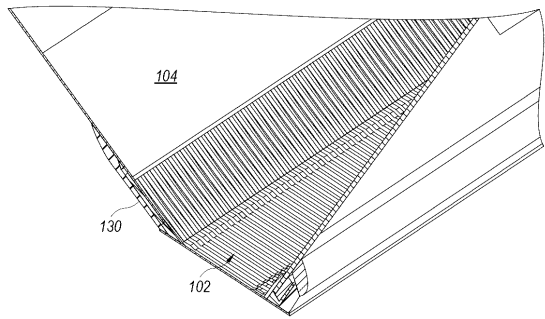


Fig. 14

【 図 13 】

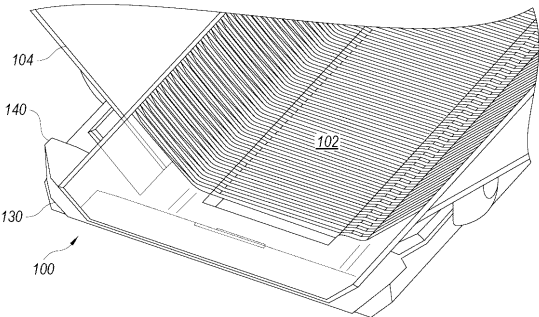


Fig. 13

【 図 15 】

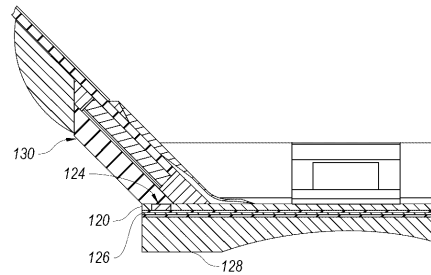


Fig. 15

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US14/39449
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(B) - H04B 11/00; H04L 41/00; H04R 1/00, 3/00 (2014.01) CPC - H04R 1/00, 3/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(B): H04B 11/00; H04L 41/00; H04R 1/00, 3/00 (2014.01) CPC: H04R 1/00, 3/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) MicroPatent (US-G, US-A, EP-A, EP-B, WO, JP-bib, DE-C.B, DE-A, DE-T, DE-U, GB-A, FR-A); Espacenet; Google/Google Scholar; PubMed/MEDLINE; IP.com: ultrasound*, transducer*, probe*, frequenc*, thermal*, coefficient*, substrate*, print*, circuit*, PCB		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 2012/0098625 A1 (MARTIN, D et al) April 26, 2012; figures 2-3; paragraphs [0023], [0036]-[0037]	1-2, 4-9 ----- 3
X	US 8316518 B2 (LUKACS, M et al) November 27, 2012; figures 12A-12B; ; column 4, lines 1-4; column 14, lines 48-63; column 22, lines 13-17	7, 10
Y	US 2008/0002460 A1 (TUCKERMAN, DB et al) January 3, 2008; paragraphs [0247], [0250]	3
A	US 2007/0293762 A1 (SAWADA, Y et al) December 20, 2007; entire document	1-10
A	US 2009/0193874 A1 (COBIANU, C et al) August 6, 2009; entire document	1-10
A	US 2009/0278217 A1 (LAMING, RI et al) November 12, 2009; entire document	1-10
A	US 2013/0019702 A1 (OBERDOERFER, Y et al) January 24, 2013; paragraph [0023]	1-10
A	WO 2007/061216 A1 (PAIK, KW et al) May 31, 2007; entire document	1-10
A	US 2007/0167820 A1 (HIRAYAMA, M et al) July 19, 2007; paragraph [0010]	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 September 2014 (28.09.2014)		Date of mailing of the international search report <b>22 OCT 2014</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(74)代理人 230113332

弁護士 山本 健策

(72)発明者 リーダー, エリック

カナダ国 エル7ジー 6ジー8 オンタリオ, ジョージタウン, ビショップ コート 16

(72)発明者 シャガールス, ニコラス クリストファー

カナダ国 エル7ジー 7ピー3 オンタリオ, ウィビー, ガーデン ストリート 700

Fターム(参考) 4C601 EE10 EE13 GB04 GB20 GB41

5D019 AA23 BB02 BB03 BB19 BB25 FF04 HH02

专利名称(译)	高频超声波探头		
公开(公告)号	<a href="#">JP2016524495A</a>	公开(公告)日	2016-08-18
申请号	JP2016515133	申请日	2014-05-23
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片索诺声公司		
申请(专利权)人(译)	富士胶卷公司Sonosaito		
[标]发明人	リーダー エリック シャガールス ニコラス クリストファー		
发明人	リーダー, エリック シャガールス, ニコラス クリストファー		
IPC分类号	A61B8/14 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4444 A61B8/4488 A61B8/5207 B06B1/06 B06B1/0622		
FI分类号	A61B8/14 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/EE10 4C601/EE13 4C601/GB04 4C601/GB20 4C601/GB41 5D019/AA23 5D019/BB02 5D019/BB03 5D019/BB19 5D019/BB25 5D019/FF04 5D019/HH02		
代理人(译)	夏木森下 饭田TakashiSatoshi 石川大介 山本健作		
优先权	61/827524 2013-05-24 US		
其他公开文献	JP6170242B2		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

所公开的技术涉及用于发送和接收高频超声信号的高频超声探头以及用于组装这种探头的方法。高频超声探头包括其上具有多个换能器元件的基板和通过一个或多个通孔电连接到导电框架的接地平面，所述导电框架支撑基板。导电框架电耦合到印刷电路的接地平面，该印刷电路具有耦合到换能器元件的导体。探针还包括具有至少部分导电的支撑结构，所述支撑结构，示出了热膨胀系数接近匹配换能器基板（CTE）的热膨胀系数。

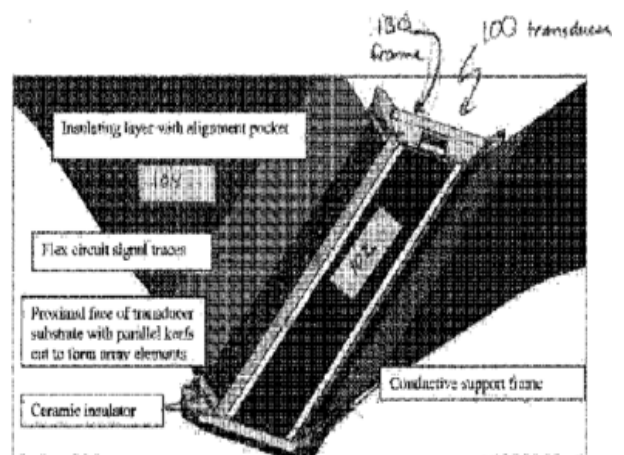


Figure 1: Flexible PCBs bonded to a ceramic insulator in turn bonded into a pocket formed in the insulating upper portion of a conductive support structure (hybrid tapered support).