

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6495338号
(P6495338)

(45) 発行日 平成31年4月3日(2019.4.3)

(24) 登録日 平成31年3月15日(2019.3.15)

(51) Int.Cl.	F 1			
HO4R 1/06	(2006.01)	HO4R	1/06	330
HO4R 19/00	(2006.01)	HO4R	19/00	330
HO4R 17/00	(2006.01)	HO4R	17/00	332A
HO4R 31/00	(2006.01)	HO4R	17/00	330J
A61B 8/14	(2006.01)	HO4R	31/00	330

請求項の数 15 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-566926 (P2016-566926)
(86) (22) 出願日	平成27年5月5日(2015.5.5)
(65) 公表番号	特表2017-515417 (P2017-515417A)
(43) 公表日	平成29年6月8日(2017.6.8)
(86) 國際出願番号	PCT/EP2015/059769
(87) 國際公開番号	W02015/169771
(87) 國際公開日	平成27年11月12日(2015.11.12)
審査請求日	平成30年4月26日(2018.4.26)
(31) 優先権主張番号	14167101.6
(32) 優先日	平成26年5月6日(2014.5.6)
(33) 優先権主張國	歐州特許庁(EP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者	590000248 コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ KONINKLIJKE PHILIPS N. V. オランダ国 5656 アーネー アイン ドーフェン ハイテック キャンパス 5, High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(73) 特許権者	516329602 テクニシエ ユニヴェルシテイト デルフト オランダ国 2628 シーイー デルフト ランドベルグストラート 15 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波トランスデューサチップアセンブリ、超音波プローブ、超音波イメージングシステム並びに超音波アセンブリ及びプローブ製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の超音波トランスデューサ素子及び前記超音波トランスデューサ素子に接続するための複数の第1のコンタクトを含む主面を有する超音波トランスデューサチップと、

信号処理アセンブリと接触するための複数の第2のコンタクトを含む更なる主面を有するコンタクトチップと、

超音波吸収体及び/又は超音波散乱体を含むバッキング部材であって、前記トランスデューサチップが位置付けられる第1の面及び前記コンタクトチップが位置付けられる第2の面を含む前記バッキング部材と、

前記主面から前記更なる主面へと前記バッキング部材に亘って延在する可撓性相互接続部であって、前記可撓性相互接続部は、複数の導電性トラックを含み、各導電性トラックは、前記第1のコンタクトの1つを第2のコンタクトに接続する、可撓性相互接続部と、を含む、超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 2】

前記バッキング部材は、前記超音波吸収体及び/又は前記超音波散乱体が分散された分散された樹脂を含む、請求項1に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 3】

前記超音波散乱体は、中空ガラスピーブであり、及び/又は前記超音波吸収体は、酸化タンゲステン粒子等のタンゲステンを含む粒子である、請求項1又は2に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

10

20

【請求項 4】

前記可撓性相互接続部は、第1の電気絶縁ポリマー層及び第2の電気絶縁ポリマー層を含み、前記導電性トラックは、前記第1及び第2の電気絶縁ポリマー層の間に配置される、請求項1乃至3の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 5】

前記第1の面は、前記第2の面の反対側である、請求項1乃至4の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 6】

前記第1の面は、前記第2の面に隣接する、請求項1乃至4の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

10

【請求項 7】

前記第2のコンタクトは、半田バンプを含む、請求項1乃至6の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 8】

前記第2のコンタクトは、ボールグリッドアレイを規定する、請求項1乃至7の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 9】

前記可撓性相互接続部は、前記第1のコンタクト及び前記第2のコンタクトを包み込む、請求項1乃至8の何れか一項に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 10】

20

請求項1乃至9の何れか一項に記載の前記超音波トランスデューサアセンブリと、主キャリア面上に前記トランスデューサ素子からの信号を処理するための少なくとも1つの信号処理回路を保持するキャリアを含む信号処理アセンブリであって、前記キャリアは、前記主キャリア面に隣接する更なるキャリア面を含み、前記更なるキャリア面は、前記少なくとも1つの信号処理回路に対する複数のキャリアコンタクトを含み、前記キャリアコンタクトは、前記第2のコンタクトに導電性結合される、信号処理アセンブリと、を含む、超音波プローブ。

【請求項 11】

前記更なるキャリア面は、前記キャリアのエッジ面である、請求項10に記載の超音波プローブ。

30

【請求項 12】

請求項10又は11に記載の前記超音波プローブを含む、超音波イメージングシステム。

【請求項 13】

各々が複数の超音波トランスデューサ素子及び前記超音波トランスデューサ素子に接続するための複数の第1のコンタクトを含む主面を有する超音波トランスデューサチップの第1のアレイ、

各々が信号処理アセンブリと接触するための複数の第2のコンタクトを含む更なる主面を有するコンタクトチップの第2のアレイ、並びに

前記第1のアレイを前記第2のアレイから分離する犠牲領域、
を含むウエハを準備するステップと、

40

前記第1のコンタクトから前記第2のコンタクトへと前記犠牲領域に亘って延在する可撓性相互接続部を形成するステップであって、前記可撓性相互接続部は、複数の導電性トラックを含み、各導電性トラックは、前記第1のコンタクトの1つを第2のコンタクトに接続する、ステップと、

前記第1のアレイ及び前記第2のアレイを切り離すために前記犠牲領域を除去するステップと、

超音波吸収体及び／又は超音波散乱体を含むバッキング材料を設けるステップと、

前記バッキング材料の第1の面上に前記第1のアレイを設けるステップと、

前記可撓性相互接続部が前記バッキング材料に亘って前記第1のアレイから前記第2の

50

アレイへと延在するように、前記第2のアレイを前記バッキング材料の第2の面上に設けるステップと、
を含む、超音波トランスデューサーセンブリの製造方法。

【請求項14】

前記可撓性相互接続部を形成する前記ステップは、
前記第1のコンタクトから前記第2のコンタクトへと前記犠牲領域に亘って延在する第1の可撓性及び電気絶縁材料の層を形成するステップであって、前記層は、前記第1のコンタクトを露出させる第1の複数の開口部及び前記第2のコンタクトを露出させる第2の複数の開口部を含む、ステップと、
前記パターニングされた層上に複数の導電性トラックを形成するステップであって、前記導電性トラックの各々は、前記第1のコンタクトの1つ及び前記第2のコンタクトの1つに導電性結合される、ステップと、
10

前記第1の層及び前記複数の導電性トラックを覆う第2の可撓性及び電気絶縁材料の更なる層を形成するステップと、
を含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

請求項13又は14に記載の方法に従って製造された超音波トランスデューサーセンブリを準備するステップと、

複数のキャリアを含む信号処理アセンブリを準備するステップであって、各キャリアは
20

、
前記トランスデューサ素子からの信号を処理するための少なくとも1つの信号処理回路を保持する主キャリア面、及び

前記主キャリア面に隣接する更なるキャリア面であって、前記少なくとも1つの信号処理回路に接続するための複数のキャリアコンタクトを含む前記更なるキャリア面、
を含む、ステップと、

前記第2のコンタクトの各々をそれぞれのキャリアコンタクトに結合させることによって超音波プローブのアセンブリを形成するステップと、

前記超音波プローブを单一化するステップと、
を含む、超音波プローブの製造方法。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波トランスデューサチップ及び超音波トランスデューサチップに対する相互接続部を含む超音波トランスデューサーセンブリに関する。

【0002】

本発明は、更に、上記超音波トランスデューサーセンブリを含む超音波プローブに関する。

【0003】

本発明は、更にまた、上記超音波プローブを含む超音波イメージングシステムに関する
40

。

【0004】

本発明は、更にまた、上記超音波トランスデューサーセンブリの製造方法に関する。

【0005】

本発明は、更にまた、上記超音波プローブの製造方法に関する。

【背景技術】

【0006】

超音波検出機能を含むICダイ、例えば超音波トランスデューサチップは、超音波データーテル等の超音波プローブの検出チップとして益々使用されている。例えば、超音波検出機能は、例えば、前面又は側面超音波プローブを提供するために、超音波トランスデューサチップの正面における複数のトランスデューサ素子によって提供することができる。ト
50

ランスデューサ素子を実現するための一般的な技術は、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）又はポリフッ化ビニリデン（PVDF）等の材料から形成された圧電トランスデューサ素子、及び容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ（CMUT：capacitive micro-machined ultrasonic transducer）素子を含む。このようなCMUT素子に基づいた超音波トランスデューサチップは、CMUTデバイスと呼ばれることがある。

【0007】

CMUTデバイスは、優れた帯域幅及び音響インピーダンス特性を提供することができ、このことが、それらを例えば圧電トランスデューサよりも好ましくするので、CMUTデバイスは、益々普及している。CMUT膜の振動は、圧力を加えることによって（例えば超音波を用いて）もたらすことができる、又は電気的に誘発することができる。多くの場合、特定用途向け集積回路（ASIC）等の集積回路（IC）を用いたCMUTデバイスへの電気接続は、デバイスの送信及び受信モードの両方を簡単にする。受信モードでは、膜の位置変化が、電子的に記録することができる電気容量の変化をもたらす。送信モードでは、電気信号の印加が、膜の振動を生じさせる。

10

【0008】

圧力は、容量の変化として電子的に検出される膜のたわみを生じさせる。その後、圧力の測定値を導出することができる。

【0009】

例えば、超音波プローブがバッキングブロックに埋め込まれた硬質プリント回路基板（PCB）を更に含む米国特許出願公開第2011/0088248A1号に開示されるように、超音波トランスデューサチップは、吸音重材料を含むエポキシバッキングブロックに実装されてもよい。しかしながら、このような超音波プローブの製造は、各プローブが個々に製造される必要があるので、かなり面倒である。更に、バッキングブロックがPCBを封入するので、超音波プローブの全径が増加され、これは、超音波プローブが小さな隔室のイメージングを行うために使用される場合、例えば心臓イメージング用途で使用される場合に不利である。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は、簡単なやり方で製造することができる小型超音波トランスデューサアセンブリの提供を目指す。

30

【0011】

本発明は、更に、上記超音波トランスデューサアセンブリを含む超音波プローブの提供を目指す。

【0012】

本発明は、更にまた、上記超音波プローブを含む超音波イメージングシステムの提供を目指す。

【0013】

本発明は、更にまた、上記超音波トランスデューサアセンブリの製造方法の提供を目指す。

40

【0014】

本発明は、更にまた、上記超音波プローブの製造方法の提供を目指す。

【課題を解決するための手段】

【0015】

ある局面によれば、複数の超音波トランスデューサ素子及び前記超音波トランスデューサ素子に接続するための複数の第1のコンタクトを含む主面を有する超音波トランスデューサチップと、信号処理アセンブリと接触するための複数の第2のコンタクトを含む更なる主面を有するコンタクトチップと、超音波吸収体及び/又は散乱体を含むバッキング部材であって、トランスデューサチップが位置付けられる第1の面及びコンタクトチップが位置付けられる第2の面を含む前記バッキング部材と、主面から更なる主面へと前記バッ

50

キング部材に亘って延在する可撓性相互接続部であって、可撓性相互接続部は、複数の導電性トラックを含み、各導電性トラックは、前記第1のコンタクトの1つを第2のコンタクトに接続する、可撓性相互接続部と、を含む超音波トランスデューサアセンブリが提供される。

【0016】

このようなアセンブリは、超音波トランスデューサチップの後ろの超音波散乱バッキング部材及び／又は吸収バッキング部材の存在により、超音波トランスデューサチップの読み取りを妨げる反射超音波を抑制することにより、高解像度超音波モニタリングを簡単に10する。更に、この超音波トランスデューサアセンブリは、超音波プローブ（チップ）を形成するために、キャリア等の信号処理アセンブリの面、例えば、コンタクトチップの更なる主面とは反対側のプリント回路基板面に接続されてもよい。これらの接続は、キャリア面と更なる主面との間に位置付けられるので、このような接続は、超音波プローブの外径に影響を与える、即ち超音波プローブの外径を増加させず、それによって、超音波プローブが診断環境で使用される場合に、小さな空間の検査、例えば血管又は心臓検査に使用することができる小型プローブを提供する。更に、コンタクトチップと、キャリアのエッジとの間にコンタクトを設けることは、以下により詳細に説明されるように、超音波プローブの特に簡単なアセンブリプロセスを簡単にする。

【0017】

バッキング部材は、超音波散乱体及び／又は吸収体が分散された樹脂を含んでもよい。例えば、超音波散乱体は、中空ガラスピーブ又は超音波散乱に使用することができる他の適切な物体でもよい。超音波吸収体は、1つ又は複数の重元素から作られる物体でもよい。例えば、超音波吸収体は、酸化タンクステン粒子等のタンクステンを含む粒子でもよい。

【0018】

ある実施形態では、可撓性相互接続部は、第1の電気絶縁ポリマー層及び第2の絶縁ポリマー層を含み、導電性トラックは、前記第1及び第2の電気絶縁ポリマー層の間に配置される。

【0019】

可撓性相互接続部は、例えば可撓性相互接続部を超音波トランスデューサチップ及びコンタクトチップのそれぞれの面上に固定するために、第1のコンタクト及び第2のコンタクトを包み込んでもよい。

【0020】

ある実施形態では、第1の面は、第2の面の反対側でもよい。このような超音波トランスデューサアセンブリは、例えば、前面超音波プローブを提供するために使用することができる。

【0021】

代替的に、第1の面は、第2の面に隣接してもよい。このような超音波トランスデューサアセンブリは、例えば、側面超音波プローブを提供するために使用することができる。

【0022】

第2のコンタクトは、半田バンプでもよいし、及び／又はボールグリッドアレイを規定してもよい。これは、信号処理アセンブリに対するコンタクトチップの接続を簡単にする。

【0023】

別の局面によれば、上述の実施形態の1つ又は複数による超音波トランスデューサアセンブリと、主キャリア面上に前記トランスデューサ素子からの信号を処理するための少なくとも1つの信号処理回路を保持するキャリアを含む信号処理アセンブリであって、前記キャリアは、主キャリア面に隣接する更なるキャリア面を含み、更なるキャリア面は、前記少なくとも1つの信号処理回路に対する複数のキャリアコンタクトを含み、キャリアコンタクトは、第2のコンタクトに導電性結合される、信号処理アセンブリとを含む、超音波プローブが提供される。

【0024】

このような超音波プローブは、バッキング部材による反射又は散乱超音波の抑制による、超音波トランスデューサチップによる高解像度超音波イメージング、及び超音波トランスデューサアセンブリと信号処理アセンブリとの間の接続が、これらのそれぞれのアセンブリの対向面間に隠されるという事実によるスマートフォームファクタから恩恵を受ける。更に、超音波トランスデューサアセンブリは、コンパクトなやり方で製造することができるので、比較的可撓性のあるチップを有する超音波プローブを提供することができる。

【0025】

超音波プローブは、超音波診断システム内に含まれてもよい。

【0026】

更なる局面によれば、各々が複数の超音波トランスデューサ素子及び前記超音波トランスデューサ素子に接続するための複数の第1のコンタクトを含む主面を有する超音波トランスデューサチップの第1のアレイ、各々が信号処理アセンブリと接触するための複数の第2のコンタクトを含む更なる主面を有するコンタクトチップの第2のアレイ、並びに第1のアレイを第2のアレイから分離する犠牲領域を含むウエハを準備するステップと、第1のコンタクトから第2のコンタクトへと前記犠牲領域に亘って延在する可撓性相互接続部を形成するステップであって、可撓性相互接続部は、複数の導電性トラックを含み、各導電性トラックは、前記第1のコンタクトの1つを第2のコンタクトに接続する、ステップと、第1のアレイ及び第2のアレイを切り離すために犠牲領域を除去するステップと、超音波吸収体及び/又は散乱体を含むバッキング材料を設けるステップと、前記バッキング材料の第1の面上に第1のアレイを設けるステップと、可撓性相互接続部が前記バッキング材料に亘って第1のアレイから第2のアレイへと延在するように、第2のアレイを前記バッキング材料の第2の面上に設けるステップとを含む、超音波トランスデューサアセンブリの製造方法が提供される。

【0027】

このような超音波トランスデューサアセンブリのアレイを提供することは、プローブの完成後までプローブの单一化を延期することができる、高い歩留まり及び費用効率の高いやり方で、効率的な超音波プローブの製造を簡単にする。

【0028】

可撓性相互接続部の形成ステップは、第1のコンタクトから第2のコンタクトへと前記犠牲領域に亘って延在する第1の可撓性及び電気絶縁材料の層を形成するステップであって、前記層は、第1のコンタクトを露出させる第1の複数の開口部及び第2のコンタクトを露出させる第2の複数の開口部を含む、ステップと、前記パターンングされた層上に複数の導電性トラックを形成するステップであって、前記導電性トラックの各々は、前記第1のコンタクトの1つ及び前記第2のコンタクトの1つに導電性結合されるステップと、任意選択的に第1の層及び複数の導電性トラックを覆う第2の可撓性及び電気絶縁材料の更なる層を形成するステップと、を含んでもよい。

【0029】

このような可撓性相互接続部は、超音波トランスデューサチップ及びコンタクトチップを結合させながら、第1のコンタクト及び第2のコンタクトを電気的に絶縁することができる。これは更に、超音波トランスデューサアセンブリの製造を単純化する。

【0030】

超音波プローブの製造方法において、このように製造された超音波トランスデューサアセンブリが準備されてもよく、この方法は更に、複数のキャリアを含む信号処理アセンブリを準備するステップであって、各キャリアは、前記トランスデューサ素子からの信号を処理するための少なくとも1つの信号処理回路を保持する主キャリア面、及び主キャリア面に隣接する更なるキャリア面であって、前記少なくとも1つの信号処理回路に接続するための複数のキャリアコンタクトを含む更なるキャリア面を含む、ステップと、第2のコンタクトの各々をそれぞれのキャリアコンタクトに結合させることによって超音波プローブのアセンブリを形成するステップと、超音波プローブを单一化するステップと、を含む

10

20

30

40

50

。

【0031】

これは、信号処理アセンブリが超音波トランスデューサアセンブリに接続される後までプローブの単一化を延期することができる所以、このような超音波プローブの費用効率の高い及び高い歩留まりの製造プロセスを簡単にする。具体的には、これらの接続の形成は、それぞれのアセンブリのアレイの一部を依然として形成しながらも、互いに接続されたそのようなアセンブリによって提供される安定性の向上により、面倒さが減少する。

【0032】

本発明の実施形態は、添付の図面を参照して、より詳細に、及び非限定例として記載される。

10

【図面の簡単な説明】**【0033】**

【図1】本発明の一実施形態による超音波トランスデューサアセンブリを概略的に示す。

【図2】本発明の別の実施形態による超音波トランスデューサアセンブリを概略的に示す。

。

【図3】本発明の更に別の実施形態による超音波トランスデューサアセンブリを概略的に示す。

【図4】図2の超音波トランスデューサアセンブリのアレイの製造方法を概略的に示す。

【図5】図4に示される方法によって製造された超音波トランスデューサアセンブリのアレイを用いた超音波プローブアセンブリの製造方法を概略的に示す。

20

【図6】本発明の一実施形態による、超音波プローブアセンブリからの個々の超音波プローブの形成を概略的に示す。

【図7】本発明の別の実施形態による、超音波プローブアセンブリからの個々の超音波プローブの形成を概略的に示す。

【図8】本発明の一実施形態による超音波イメージングシステムを概略的に示す。

【発明を実施するための形態】**【0034】**

図面は、単なる略図であり、及び一定の縮尺で描かれていないことを理解されたい。同じ参照番号が、同じ又は類似の部分を示すために、複数の図面全体を通して使用されることをも理解されたい。

30

【0035】

図1は、本発明の一実施形態による超音波トランスデューサアセンブリを概略的に示す。アセンブリは、一般的にCMUT又はPZT素子等の複数のトランスデューサ素子112を含む、超音波トランスデューサエリア110を含む主面を備えた超音波トランスデューサチップ100を含む。ある好適な実施形態では、主面は、複数のCMUT素子112によって形成された超音波トランスデューサエリア110を含む。主面は、それ自体がよく知られているように、任意の適切なやり方でトランスデューサ素子112への接点を提供することができる複数のコンタクト120を更に含む。このようなトランスデューサチップ100の任意の適切な実施形態を選ぶことができ、本発明の実施形態は、そのようなトランスデューサチップの特定の実施形態に限定されないことを理解されたい。例えば、トランスデューサチップ100は、例えばシリコン、シリコン・オン・インシュレータ、SiGe、GaAs等の任意の適切な半導体基板材料を用いて、例えばCMOS、BiCMOS、バイポーラ技術等の任意の適切な半導体技術で実現することができる。

40

【0036】

超音波トランスデューサチップ100は、一般的に、バッキング部材300の第1の面302上に実装される(例えば接着される)。バッキング部材300は、一般的に、超音波散乱体及び/又は吸収体310が含まれるエポキシ樹脂等の樹脂を含む。例えば、超音波散乱体310及び/又は超音波吸収体310は、樹脂中に分散されてもよい。このような物体310は、散乱された及び/又は反射された超音波が超音波トランスデューサチップ100の超音波トランスデューサ素子112に到達することを抑制又は防止する。主に

50

又は唯一意図された方向に生成及び反射された超音波（例えば、超音波トランステューサチップ100を含む前面超音波プローブの場合における前方に生成及び反射された超音波）だけが、超音波トランステューサチップ100の超音波トランステューサ素子112によって検出されるので、これは、超音波トランステューサチップ100によって生成される超音波画像の解像度を向上させることができる。つまり、バッキング部材300による他の方向からの超音波が超音波トランステューサチップ100に到達することの抑制又は防止は、対象となっている方向からの超音波に対する、このような逸脱した超音波の干渉を減少させる又は回避する。

【0037】

バッキング部材300中に超音波散乱体310を形成するために、任意の適切な超音波散乱材料を使用することができる。例えば、このような超音波散乱体310の非限定例は、中空ガラス球である（但し、他の適切な超音波散乱体が、当業者には即座に明らかとなるであろう）。同様に、超音波吸収体310を形成するために、任意の適切な固体材料が使用されてもよい。重材料、例えば重金属に基づいた材料が、このような目的に理想的に適していることが、それ自体よく知られている。このような材料の非限定例は、タングステンである。例えば、超音波吸収体は、酸化タングステンの形態等のタングステンを含んでもよい。繰り返して、多くの適切なタングステンの代替品が容易に入手可能であり、そのような適切な代替品がバッキング部材300において使用されることが同等に可能であることが、当業者には即座に明らかとなるであろう。

【0038】

超音波トランステューサアセンブリは、バッキング部材300の更なる面306上に実装される（例えば接着される）コンタクトチップ400を更に含む。コンタクトチップ400は、一般的に、以下により詳細に説明されるように、信号処理アセンブリとの接続を確立するための複数の第2のコンタクト420を含む。このようなコンタクトチップ400の任意の適切な実施形態を選ぶことができ、本発明の実施形態は、そのようなコンタクトチップの特定の実施形態に限定されないことを理解されたい。例えば、コンタクトチップ400は、例えばシリコン、シリコン・オン・インシユレータ、SiGe、GaAs等の任意の適切な半導体基板材料を用いて、例えばCMOS、BiCMOS、バイポーラ技術等の任意の適切な半導体技術で実現することができる。

【0039】

第2のコンタクト420は、例えば任意の適切な金属又は金属合金といった、そのようなコンタクトの形成によく使用される任意の材料等の任意の適切な導電性材料で実現することができる。ある実施形態では、第2のコンタクト420は、信号処理アセンブリとの電気接続を確立するための半田バンプ422を保持する。

【0040】

超音波トランステューサアセンブリは、超音波トランステューサチップ100の第1のコンタクト120と、コンタクトチップ400の第2のコンタクト420との間の導電性接続を確立するための複数の導電性トラック210を含む可撓性相互接続部200を更に含む。図1において、可撓性相互接続部は、バッキング部材300の更なる面304に亘って延在する。このような可撓性相互接続部200は、例えば、ポリイミド等の電気絶縁可撓性ポリマーから形成されてもよく、導電性トラック210は、銅層等の金属層を電気絶縁可撓性ポリマー上に堆積させ、導電性トラック210を形成するために金属層をパターニングすることによって形成されてもよい。ある実施形態では、可撓性相互接続部200は、Flexフォイル又はDuPont社によって販売されるPyralux（登録商標）フォイル等の銅被覆ポリイミドでもよい。

【0041】

図1に示される実施形態では、各導電性トラック210は、第1のボンドワイヤ212によって第1のコンタクト120に接続され、第2のボンドワイヤ214によって第2のコンタクト420に接続される。これらの接続は、単なる非限定例としてのものであり、並びに導電性トラック210は、任意の適切なやり方で第1のコンタクト120及び第2

10

20

30

40

50

のコンタクト420に接続されてもよいことが強調される。

【0042】

図1に示される実施形態では、超音波トランスデューサチップ100及びコンタクトチップ400は、個々に製造されたチップ、例えば、異なる技術を用いて異なる製造プロセスで製造されたチップでもよく、これらのチップは、単一化後に可撓性相互接続部200によって互いに相互接続部される。これは、超音波トランスデューサチップ100及びコンタクトチップ400の設計における柔軟性の増大という利点を有するが、可撓性相互接続部をそれぞれのチップに接続することが面倒となり得るので、超音波トランスデューサアセンブリのより複雑なアセンブリプロセスという犠牲を伴う。

【0043】

図2は、図4を用いて以下により詳細に説明されるように、超音波トランスデューサチップ100、コンタクトチップ400及び可撓性相互接続部200が単一の生産プロセスで生産される、超音波トランスデューサアセンブリの代替実施形態を概略的に示す。

【0044】

この実施形態では、可撓性相互接続部200は、超音波トランスデューサチップ100の主面及びコンタクトチップ400の主面に取り付けられ、及び／又は固定される。ある実施形態では、可撓性相互接続部200は、第1のコンタクト120及び／又は第2のコンタクト420を包み込んでもよい。可撓性相互接続部200は、第1のコンタクト120を露出させる第1の開口部及び／又は第2のコンタクト420を露出させる第2の開口部を含んでもよい。ある実施形態では、第1のコンタクト120は、第1のコンタクト120を電気絶縁するために可撓性相互接続部200によって覆われてもよいのに対し、第2のコンタクト420は、可撓性相互接続部200の開口部によって露出されてもよい。

【0045】

図2に示されるように、可撓性相互接続部200は、導電性トラック210が露出されるように、導電性トラック210によって覆われた第1の電気絶縁可撓性ポリマー層を含んでもよい。図4を用いてより詳細に記載される代替実施形態では、可撓性相互接続部200は、導電性トラック210が第1及び第2の電気絶縁可撓性ポリマー層の間に挟まれるように、第1の電気絶縁可撓性ポリマー層及び導電性トラック210を覆う第2の電気絶縁可撓性ポリマー層を含んでもよい。これは、超音波トランスデューサアセンブリが、患者の体内の侵襲的診断検査用の超音波プローブチップの一部として使用される際に、体液（例えば血液）等の超音波トランスデューサアセンブリの周囲から導電性トラックが電気絶縁されるという利点を有する。

【0046】

図3は、超音波トランスデューサチップ100がバッキング部材300の第1の面上に実装され、及び可撓性相互接続部200によってバッキング部材300の第2の面上のコンタクトチップ400に相互接続部される、超音波トランスデューサアセンブリの更に別の実施形態例を概略的に示す。この実施形態では、可撓性相互接続部200のエッジ部202も相互接続部210によって覆われ、このエッジ部202は、半田220を用いて、超音波トランスデューサチップ100の外周を越えて延在する第1のコンタクト120に導電性結合される。これは、例えば超音波トランスデューサチップ100が円形チップであり、並びに可撓性相互接続部200が超音波トランスデューサチップ100の円筒ホルダを規定する、即ち超音波トランスデューサチップ100が、可撓性相互接続部200及びバッキング部材300によって範囲を定められた空洞内に埋め込まれる場合に有利である。導電性トラック210は、めっき技術を用いて可撓性相互接続部200のエッジ部202上に形成されてもよい。同様に、第1のコンタクト120は、チップをそのウエハから切り離す前に、チップコンタクト上に導電性材料をめっきすることによって、超音波トランスデューサチップ100の外周を越えて延在するように作られてもよく、めっきした材料は、チップの境界線を越えて延在する。これは、超音波トランスデューサチップ100が第1のコンタクト120によって空洞内に懸架されることを可能にする。この実施形態は、ある特定のコンパクトな外径を有する超音波トランスデューサアセンブリを得ること

10

20

30

40

50

とができるという利点を持つ。

【0047】

図3では、単なる非限定例として、導電性トラック210は、ワイヤボンド214を用いて、コンタクトチップ400の第2のコンタクト420に接続される。例えば可撓性相互接続部200が、第2のコンタクト420を包み込み、それを通して第2のコンタクト420が露出される開口部を含む、図2に示されるような種類のコンタクトを提供するために、可撓性相互接続部200が、コンタクトチップ400の主面の一部に亘って延在する事が同等に可能であることを理解されたい。

【0048】

ここで、図1～図3は、超音波トランスデューサアセンブリの実施形態例を示し、一方では超音波トランスデューサチップ100とコンタクトチップ400との間の適切な接続の例、及び他方では可撓性相互接続部200にスポットを当てていることに留意されたい。繰り返して述べるが、本発明は、これらの特定の例に限定されず、並びに以下により詳細に説明されるように、信号処理アセンブリの一部を形成するプリント回路基板（PCB）等のキャリアのエッジ面への超音波トランスデューサアセンブリの接続を簡単にするバックング部材300にコンタクトチップ400が設けられる限り、上記チップ間の任意の適切な接続及び可撓性相互接続部200を企図することができる。

10

【0049】

本発明との関連では、超音波トランスデューサチップ100は、トランスデューサエリア110内のトランスデューサ素子112及び第1のコンタクト120に加えて、受動及び能動構成要素を更に含んでもよく、並びに任意の適切な機能性を備えてもよい（例えばセンサデバイス、信号処理回路等）。同様に、勿論これは必須ではないが、コンタクトチップ400は、キャリアエッジ上のキャリアコンタクトと接触する第2のコンタクト420に加えて、受動及び能動構成要素を更に含んでもよく、並びに任意の適切な機能性を備えてもよい（例えばセンサデバイス、信号処理回路等）。

20

【0050】

図1～図3に示される実施形態では、非限定例として、超音波トランスデューサチップ100及びコンタクトチップ400は、バックング部材300の両面上に実装されることに更に留意されたい。例えばこの構成は、前面超音波プローブのチップとしての使用に適している。但し、コンタクトチップ400が実装される第2の面306に隣接するバックング部材300の面上に超音波トランスデューサチップ100を実装することが同等に可能である。例えばこのような構成は、側面超音波プローブのチップとしての使用に適している。

30

【0051】

超音波トランスデューサアセンブリは、超音波プローブのチップとして使用された際に、超音波トランスデューサアセンブリのイメージング機能の指向性を向上させるために、追加の超音波トランスデューサチップ100を更に含んでもよい。例えば、第1の超音波トランスデューサチップ100は、バックング部材300の第1の面302上に実装されてもよく、並びに少なくとも1つの追加の超音波トランスデューサチップ100が、超音波プローブの前及び側面プローブチップとして使用することができる超音波トランスデューサアセンブリを提供するためにバックング部材300の第1の面302から第2の面306へと延在するバックング部材300の面の1つ又は複数上に実装されてもよい。代替的に、超音波トランスデューサアセンブリは、超音波プローブの多方向側面プローブチップとして使用することができる超音波トランスデューサアセンブリを提供するために、コンタクトチップ400が実装される面306に隣接するバックング部材300の各面上に実装された複数の超音波トランスデューサチップを含んでもよい。他の変形形態が当業者には即座に明らかとなるであろう。

40

【0052】

特に有利な一実施形態では、超音波トランスデューサアセンブリは、上記アセンブリのアレイとして形成され、これは、複数の超音波プローブを高効率の及び費用効率の高いや

50

り方で形成することができるよう（個々のプローブを個別にアセンブルする必要がなく、これがそのようなプローブの製造プロセスを単純化するので）、单一化に先立って、信号処理アセンブリのアレイと接続されてもよい。

【 0 0 5 3 】

図4では、本発明の一実施形態による、上記アセンブリアレイが形成される方法の非限定例が、概略的に示される。図4(a)に示される第1のステップでは、複数の超音波トランステューサチップ100が、1つ又は複数のアレイ520に形成され、及び第2のコンタクト420を含むコンタクトチップ400が、1つ又は複数のアレイ530に形成される（2つのアレイ520、530は、非限定例として示される）ウエハ500が準備される。超音波トランステューサチップ100のアレイ520は、ウエハ500の犠牲領域510によって、隣接するコンタクトチップ400のアレイ530から分離される。アレイ520、530の各々の中の個々のチップは、更なる犠牲ウエハ領域512、例えば以下により詳細に説明されるスクライブライン等によって分離される。10

【 0 0 5 4 】

前述の通り、ウエハ500は、シリコンウエハ、シリコン・オン・インシユレータウエハ又は他の適切な半導体材料のウエハ等の任意の適切なウエハでもよい。ある実施形態では、ウエハ10は、酸化物層等のエッティング停止層12を含んでもよい。その目的は、以下により詳細に説明される。各超音波トランステューサチップ100の第1のコンタクト120は、犠牲領域510に亘って延在する可撓性相互接続部200によって、対向するコンタクトチップ400の第2のコンタクト420に接続される。このような可撓性コンタクトエクステンションは、フラットケーブルの微視的バージョンと捉えることができ、この使用は、プリント回路基板(PCB)レベルでよく知られている。20

【 0 0 5 5 】

本方法は、図4(b)に示されるように、ウエハ500の表面上に可撓性及び電気絶縁材料の層200が設けられ、これは、次に、層200の下の第1及び第2のコンタクト120、420を露出させるためにフォトリソグラフィによってパターニングされて進む。任意の適切な材料を、層200に使用することができる。可撓性及び電気絶縁材料は、パリレン、ポリイミド、ポリイミド樹脂、ポリカーボネート、フッ化炭素、ポリスルホン、エポキシド、フェノール、メラミン、ポリエステル、及びシリコーン樹脂又はそれらの共重合体から成る群から選択されてもよい。ICが侵襲的医療デバイスに組み込まれる場合に、ポリイミド及びパリレンは、これらの材料が侵襲的医療デバイスでの使用の許可を得ているので、特に適している。30

【 0 0 5 6 】

可撓性及び電気絶縁材料の層200の厚みは、その結果得られる層が十分な可撓性を有することを確実にするために、好ましくは1~20μmの範囲で、及びより好ましくは1~10μmの範囲で選択される。層200が厚くなり過ぎると、その可撓性は低下する。しかしながら、層200が薄くなり過ぎると、それは、あまりにも簡単に損傷する可能性がある。

【 0 0 5 7 】

図4(c)に示される後続のステップでは、導電性材料が、可撓性及び電気絶縁材料の層200上に堆積され、並びに次に、層200の下の露出された第1及び第2のコンタクト120、420と導電性接触する各導電性トラック210を設けるためにパターニングされる。Al、Cu又は他の適切な金属及び金属合金等の任意の適切な導電性材料を使用することができる。40

【 0 0 5 8 】

図4(d)に示される任意選択的ステップでは、導電性トラック210は、次に、これは必須ではないが、好ましくは層200に使用されたものと同じ材料である可撓性及び電気絶縁材料の第2の層200'で覆われる。つまり、層200及び200'に使用される材料はそれぞれ、上記の適切な化合物の群から個々に選択されてもよい。

【 0 0 5 9 】

50

ある好適な実施形態では、層 200 及び 200' は、例えばポリイミド又はパリレンといった同じ材料から作られ、及び例えば約 5 μm の同じ厚さを有する。層 200 及び 200' の両方に同じ厚さを用いることによって、1つ又は複数の導電性トラック 210 は、コンタクト 14 の可撓性コンタクトエクステンションの応力の所謂中性線に位置する。

【0060】

存在する場合は、可撓性及び電気絶縁材料の第 2 の層 200' は、後続のウエハ処理ステップに由来する薄い保護層（不図示）で覆われてもよい。金属（例えば A1）等の任意の適切な材料を使用することができます。後続の処理ステップ中に層 200' を、並びに可撓性及び電気絶縁材料の第 2 の層 200' の後続のパターニングのためのハードエッティングマスクの両方を保護するように機能することができる材料の使用は、それがウエハ処理の複雑さを低減することから好ましい。このため、A1 等の金属が好ましい。10

【0061】

図 4 (e) に示されるように、本方法は、ウエハ 500 の裏面上にレジスト層 502 を塗布及びパターニングすることによって進む。代替的に、レジスト層 502 は、パターニングされたハードマスクに置き換えられてもよい。第 2 の層 200' 上の上記の薄い保護層に使用されたものと類似した又は同じ材料を含む任意の適切な材料でもよいパターニングされたレジスト層 502 は、ウエハ 500 におけるアレイ 520、530 のエリアを保護する（覆う）。

【0062】

図 4 (f) に示される次のステップでは、ウエハ 500 の裏面の露出部分、即ち、パターニングされたレジスト 502 によって覆われていない部分が、エッティングレシピ、好ましくは、ボッシュプロセス等の異方性エッティングレシピに曝露され、例えばウエハ 500 がシリコンウエハである場合、露出部分は、ウエハ 500 から形成されるチップ 100、400 の意図された最終厚さに相当する深さにまでエッティングされて、各アレイ 520 が可撓性相互接続部 200 によってアレイ 530 に接続された状態で、アレイ 520、530 を切り離す（单一化する）。一般的に連続したエッティング及びパッシベーションステップを含むボッシュプロセスは、それ自体がよく知られており、並びに従って簡潔さのために更に詳細に説明されないことに留意されたい。勿論、他の適切なエッティングレシピが企図されてもよい。パターニングされたレジスト 502 は、次に、ウエハ 500 の裏面から剥離される。2030

【0063】

最後に、ステップ (g) に示されるように、超音波トランスデューサアセンブリは、パッキング部材 300 の帯板上に第 1 のアレイ 520、可撓性相互接続部 200 及び第 2 のアレイ 530 を巻き付けることによって完成され、第 1 のアレイは、第 1 の接着剤 522 によって帯板の第 1 の面に接着されてもよく、第 2 のアレイは、第 2 の接着剤 532 によって帯板の第 2 の面に接着されてもよい。第 1 の接着剤 522 及び第 2 の接着剤 532 は、同じでもよいし、又は異なる接着剤でもよい。限定されることはないが、適切な接着剤は、米国マサチューセッツ州 Billerica の Epoxy Technology, Inc. によって販売される Epo tek 301 (登録商標) 又は他の適切な二液型エポキシ系接着剤を含む。

【0064】

ここで、半田バンプ 422 は、上述の製造プロセスの任意の適切な時点（例えば、アレイ 520、530 の单一化の前又は後）で、第 2 のコンタクト 420 の上に形成されてもよいことに留意されたい。半田バンプ 422 は、任意の適切なやり方で、例えば、ドイツ Nauen の PacTech Company から入手可能なレーザプロセスを用いることによって、コンタクト 420 の上に形成されてもよい。40

【0065】

ここで、パッキング部材 300 が、任意の適切なやり方で、第 1 のアレイ 520 と第 2 のアレイ 530 との間に形成されてもよいことにも留意されたい。例えば、ステップ (g) に対する代替方法として、超音波トランスデューサアセンブリアレイを形成するために、内部に投入された超音波散乱体及び / 又は吸収体 310 を含むパッキング部材 300 が50

、液体又は流体状で、第1のアレイ520と第2のアレイ530との間に分散されてもよく、その後、バッキング部材300は、例えば冷却又は硬化によって固化される。このために、第1のアレイ520及び第2のアレイ530は、ホルダ内に配置され、それによって、バッキング部材300によって占有される空間を形成してもよい。この空間は、後に、流体又は液体状のバッキング材料300で充填される。ホルダは、一般的に、バッキング材料300が固化すれば、除去される。この実施形態では、第1のアレイ520及び第2のアレイ530をバッキング部材300のそれぞれの面上に実装するために接着剤が使用される必要がない。

【0066】

その結果得られる超音波トランステューサアセンブリのアレイが、超音波トランステューサチップ100によって生成される信号を処理するための1つ又は複数の信号処理素子610（例えば、以下により詳細に説明される1つ又は複数の信号処理回路）が実装される第1の面602を有するキャリア600（例えばPCB）のアレイを含む信号処理アセンブリのアレイと共に、図5に示される。キャリア600は、第1の面602に隣接する第2の面604を更に含み、この第2の面604は、キャリア600の前縁面等のエッジ面でもよい。ある実施形態では、キャリア600は、1つ又は複数の信号処理素子610を保持する領域では第1の厚さ、及び第2の面604を含む領域では第2の厚さを有してもよく、第2の厚さは、第1の厚さよりも大きい。例えば、キャリア600は、第2の面604の面積を増加させるため、第2の面604上で必要とされるピッチで必要とされる数のキャリアコントクト620を設けることを簡単にするために、コンタクトチップ400の近位に膨隆部分を含んでもよい。

【0067】

各第2の面604は、一般的に、各コンタクトチップ400上の第2のコンタクト420のパターン及びピッチに一致したパターン及びピッチで配置された複数のキャリアコントクト620を保持する。その結果、超音波プローブアセンブリは、コンタクトチップ400上の第2のコンタクト420を、キャリア600の各第2の面604上の対応するキャリアコントクト620と結合させることによって製造することができる。例えば、第2のコンタクト420は、既に説明したように、半田ボール422を含んでもよく、この半田ボールは、第2のコンタクト420とキャリアコントクト620との間の接続を確立するために融解させてもよい。それぞれのコンタクト間のこのような接続を確立する他の適切な態様は、当業者には即座に明らかとなり、及び簡潔さのために更に詳細に説明されない。既に説明した通り、超音波トランステューサアセンブリと信号処理アセンブリとの間の導電性接続が、一方ではコンタクトチップ400及び他方ではキャリア600のエッジ面604の対向面間に形成されるので、特に小型の相互接続部構造が達成され、これは、アセンブルされた超音波トランステューサアセンブリ及び信号処理アセンブリによって形成される超音波プローブの小型化、即ち外径の縮小を助ける。

【0068】

更に、超音波トランステューサアセンブリ及び信号処理アセンブリは、それぞれのアセンブリ間の相互接続部を形成するより前に個別化されないので、超音波トランステューサアセンブリ及び信号処理アセンブリのアレイは、個々のアセンブリよりも簡単に取り扱うことができることから、より簡単な超音波プローブアセンブリプロセスが得られる。超音波プローブの個別化は、上述のアセンブリアレイを組み合わせた後に達成されてもよく、個々の超音波トランステューサアセンブリは、破線512によって示されるように互いに区切られ、及び個々の信号処理アセンブリは、破線605によって示されるように互いに区切られる。破線512、605は、例えば、当該分野でそれ自体がよく知られているように、スクライブライン又は個別化される構成要素の他の適切な線引きを示し得る。

【0069】

これは、超音波プローブ10が、例えば（レーザ）切断、鋸ひき、又はダイシング等によって、破線512、605に沿ってプローブ10を個別化することによって形成される図6により詳細に示され、構成要素を個別化する、例えばウェハ上のチップを個別化する

10

20

30

40

50

ための技術は、それ自体がよく知られているので、これらの技術は、簡潔さのために更に詳細に説明されない。その結果、既に説明したように、各々が、トランステューサエリア 110 を含む超音波トランステューサチップ 100 を含み、この超音波トランステューサチップ 100 が、超音波散乱材料及び / 又は吸収材料を含むバッキング部材 300 上に実装される、個別化された超音波プローブを得ることができる。バッキング部材 300 は、1つ又は複数の信号処理素子 610 (例えば、1つ又は複数の信号処理回路) を保持する PCB 等のキャリア 600 を含む信号処理アセンブリに接続されたコンタクトチップ 400 を更に保持する。コンタクトチップ 400 とキャリア 600 との間の相互接続部は、コンタクトチップ 400 に面するキャリア 600 のエッジ面と、このエッジ面に面するコンタクトチップ 400 の主面との間に位置付けられる。

10

【0070】

具体的に示されないが、超音波プローブ 10 は、図 6 に示されるアセンブリを実装することができる管状体を更に含んでもよい。このような管状体は、超音波プローブ 10 の信号処理アセンブリを診断制御ユニットに接続するための1つ又は複数のワイヤ又はケーブルを収容することができる任意の適切な管状体でもよい。これは、完全に従来型のものであり、及び従って簡潔さのために更に詳細に説明されない。

【0071】

これまでに記載した実施形態では、超音波トランステューサチップ 100 及びコンタクトチップ 400 は、矩形のチップとして描かれている。これらの各チップは、任意の適切な形状を有し得るので、これは単なる非限定例であることを理解されたい。特に、超音波トランステューサチップ 100 は、円形を有してもよく、この形状は、例えば、それ自体よく知られているように上述のボッシュプロセスによって容易に得ることができる。図 7 は、バッキング部材 300 に亘って延在する可撓性相互接続部 200 によってコンタクトチップ 400 に接続された上記円形超音波トランステューサチップ 100 を有する超音波プローブ 10 が、既に説明されたように、上記超音波トランステューサアセンブリのアレイがコンタクトチップ 400 に接続された1つ又は複数の信号処理素子 610 を保持するキャリア 600 を含む信号処理アセンブリのアレイ上にアセンブルされた後に形成される单一化プロセスを概略的に示す。この実施形態では、バッキング部材 300 の形状は、超音波トランステューサチップ 100 の形状に応じて調整されてもよいことが理解されるだろう。コンタクトチップ 400 も円形を有してもよいが、キャリアコンタクト 620 を保持するキャリア 600 のエッジ面の形状により簡単に一致させるために、コンタクトチップ 400 が、矩形、例えば、長方形又は正方形の形状を有することが有利となり得る。

20

【0072】

繰り返して述べるが、上記実施形態において、超音波プローブ 10 は、単なる非限定例として、前面超音波プローブである。側面超音波プローブ 10 を提供するために、バッキング部材 300 の側面上、即ち、コンタクトチップ 400 が実装される面に隣接する面上に、1つ又は複数の超音波トランステューサチップ 100 を設けることが同等に可能である。このような側面超音波トランステューサチップ 100 は、上述の実施形態において明確に示された前面超音波トランステューサチップ 100 に加えて又はその代わりに含まれてもよい。

30

【0073】

更にここで、図 5 は、第 1 のアレイ 520 及び第 2 のアレイ 530 の单一化より前に可撓性相互接続部 200 が形成される製造方法を概略的に示すが、勿論、例えば図 1 及び図 3 に示されるような超音波トランステューサアセンブリを形成するために、アレイが单一化された後に可撓性相互接続部 200 を形成することが同等に可能であることに留意されたい。そのようなチップへの可撓性相互接続部の接続は、それ自体よく知られているので、これは、簡潔さのために更に詳細に説明されない。

40

【0074】

図 8 を参照して、本発明の一実施形態によるアレイトランステューサプローブを備えた超音波診断イメージングシステムの一実施形態例が、ブロック図の形で示される。図 8 で

50

は、超音波トランステューサチップ100(図10では不図示)上のCMUTトランステューサアレイ110は、超音波を送信し、及びエコー情報を受信するために超音波プローブ10内に設けられる。トランステューサアレイ110は、代替的に、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)又はポリフッ化ビニリデン(PVDF)等の材料から形成された圧電トランステューサ素子を含んでもよい。トランステューサアレイ110は、2D平面で又は3Dイメージングのための3次元でのスキャニングが可能なトランステューサ素子の1又は2次元アレイでもよい。

【0075】

トランステューサアレイ110は、CMUTアレイセル又は圧電素子による信号の送信及び受信を制御するプローブ10内のマイクロビーム形成器12に結合される。マイクロビーム形成器は、例えば、米国特許第5,997,479号(Savordら)、米国特許第6,013,032号(Savord)、及び米国特許第6,623,432号(Powersら)に記載されるように、トランステューサ素子のグループ又は「区画」によって受信された信号の少なくとも部分的なビーム形成が可能である。10

【0076】

マイクロビーム形成器12は、プロープケーブル、例えば同軸ケーブル410によって、送信と受信とを切り換える、並びにマイクロビーム形成器が存在しない又は使用されない場合及びトランステューサアレイ110が主システムビーム形成器20によって直接動作させられる場合に高エネルギー送信信号から主ビーム形成器20を保護する送信/受信(T/R)スイッチ16に結合される。マイクロビーム形成器12の制御下におけるトランステューサアレイ110からの超音波ビームの送信は、T/Rスイッチ16によってマイクロビーム形成器に結合されたトランステューサコントローラ18及びユーザインタフェース又は制御パネル38のユーザ操作による入力を受信する主システムビーム形成器20によって指示される。トランステューサコントローラ18によって制御される機能の1つは、ビームが向けられる及び焦点を合わせられる方向である。ビームは、トランステューサアレイ110から(に対して直角に)真っ直ぐ前に、又はより広い視野のために異なる角度で向けられてもよい。トランステューサコントローラ18は、CMUTアレイ用のDCバイアス制御装置45を制御するために結合されてもよい。例えば、DCバイアス制御装置45は、CMUTアレイ110のCMUTセル150に印加される1つ又は複数のDCバイアス電圧を設定する。20

【0077】

マイクロビーム形成器12によって生成された部分的ビーム形成信号は、トランステューサ素子の個々の区画からの部分的ビーム形成信号が完全ビーム形成信号へと組み合わせられる主ビーム形成器20に転送される。例えば、主ビーム形成器20は、128のチャネルを有してもよく、各々のチャネルが、数十又は数百のCMUTトランステューサ素子112(図1~図3を参照)又は圧電素子の区画からの部分的ビーム形成信号を受信する。このようにして、トランステューサアレイ110の数千のトランステューサ素子によって受信された信号が、効率的に単一のビーム形成信号に寄与することができる。30

【0078】

ビーム形成信号は、信号プロセッサ22に結合される。信号プロセッサ22は、バンドパスフィルタリング、デシメーション、I及びQ成分分離、並びに組織及び微小気泡から返された非線形(基本周波数のより高い調波)エコー信号の識別を可能にするために線形及び非線形信号を分離するように機能する高調波信号分離等の様々な態様で受信されたエコー信号を処理することができる。40

【0079】

信号プロセッサ22は、任意選択的に、スペックル低減、信号合成、及びノイズ除去等の追加の信号向上を行ってもよい。信号プロセッサ22におけるバンドパスフィルタは、エコー信号が増加する深さから受信されるので、その通過帯域が高周波数帯域から低周波数帯域へと移動した追跡フィルタでもよく、それによって、周波数が解剖学的情報を欠いているより深い深さからのより高い周波数のノイズを阻止する。50

【0080】

処理された信号は、Bモードプロセッサ26及び任意選択的にドップラープロセッサ28に結合される。Bモードプロセッサ26は、体内の臓器及び血管の組織等の体内の構造のイメージングのために、受信された超音波信号の振幅の検出を用いる。身体の構造のBモード画像は、例えば米国特許第6,283,919号(Roundhillら)及び米国特許第6,458,083号(Jagoら)に記載されるように、高調波画像モード、基本画像モード、又は両方の組み合わせで形成されてもよい。

【0081】

存在する場合、ドップラープロセッサ28は、画像フィールド内の血液細胞の流れ等の物質の運動の検出のために、組織の動き及び血流から時間的に異なる信号を処理する。10
ドップラープロセッサは、一般的に、体内の選択された種類の物質から返されたエコーを通過させる及び/又は阻止するように設定することができるパラメータを有するウォールフィルタを含む。例えば、ウォールフィルタは、高速度物質からの比較的低振幅の信号を通過させる一方で、低又はゼロ速度物質からの比較的強い信号を阻止する通過帯域特性を有するように設定することができる。

【0082】

この通過帯域特性は、流れている血液からの信号は通過させるが、近くの静止した又は心壁等のゆっくりと動く物体からの信号は阻止する。逆の特性は、組織ドップラーイメージングと呼ばれる、組織の運動の検出及び描写のために、心臓の動いている組織からの信号は通過させるが、血流信号は阻止する。ドップラープロセッサは、画像フィールド内の異なる点からの一連の時間的に離散したエコー信号を受信及び処理し、ある特定の点からの一連のエコーは、アンサンブルと呼ばれる。比較的短い期間に亘って立て続けに受信されたエコーのアンサンブルは、流れる血液のドップラーシフト周波数を推定するために使用することができ、ドップラー周波数は、血流速度を表す速度に対応する。より長い期間に亘って受信されたエコーのアンサンブルは、よりゆっくりと流れる血液又はゆっくりと動く組織の速度を推定するために使用される。20

【0083】

Bモード(及びドップラー)プロセッサによって生成された構造的及び運動信号は、スキャンコンバータ32及び多平面再フォーマッタ44に結合される。スキャンコンバータ32は、エコー信号が所望の画像フォーマットで受信された空間的関係にエコー信号を配置する。例えば、スキャンコンバータは、エコー信号を2次元(2D)セクター形状フォーマット又はピラミッド形の3次元(3D)画像にエコー信号を配置してもよい。30

【0084】

スキャンコンバータは、画像フィールド内の組織の運動及び血流を表すカラードップラー画像を生成するために、Bモード構造画像に、ドップラー推定速度と共に画像フィールド内の点における運動に対応した色を重ね合わせることができる。多平面再フォーマッタ44は、例えば米国特許第6,443,896号(Detmer)に記載されるように、身体の体積領域内の共通平面における点から受信されたエコーを、その平面の超音波画像へと変換する。ボリュームレンダラー42は、米国特許第6,530,885号(Entrekkinら)に記載されるように、3Dデータセットのエコー信号を、所定の参照点から見た投影3D画像に変換する。40

【0085】

2D又は3D画像は、スキャンコンバータ32、多平面再フォーマッタ44、及びボリュームレンダラー42から、更なる向上、バッファリング、及び画像ディスプレイ40上での表示のための一時記憶のために画像プロセッサ30に結合される。イメージングに使用されることに加えて、ドップラープロセッサ28によって生成された血流値及びBモードプロセッサ26によって生成された組織構造情報は、定量化プロセッサ34に結合される。定量化プロセッサは、血液の体積流量等の様々なフロー状態の測定並びに臓器のサイズ及び在胎期間等の構造的測定を生成する。定量化プロセッサは、測定が行われる画像の生体構造中の点等の、ユーザ制御パネル38からの入力を受信することができる。50

【 0 0 8 6 】

定量化プロセッサからの出力データは、ディスプレイ 40 上の画像を用いた測定グラフィックス及び値の再現のためにグラフィックスプロセッサ 36 に結合される。グラフィックスプロセッサ 36 は、超音波画像を用いた表示のために、グラフィックオーバーレイを生成することもできる。これらのグラフィックオーバーレイは、患者の氏名、画像の日付及び時刻、イメージングパラメータ等の一般的な識別情報を含んでもよい。これらの目的のために、グラフィックスプロセッサは、患者の氏名等のユーザインターフェース 38 からの入力を受信する。

【 0 0 8 7 】

ユーザインターフェースは、トランスデューサアレイ 110 からの超音波信号の生成、並びに従ってトランスデューサアレイ及び超音波システムによって生成される画像を制御する送信コントローラ 18 にも結合される。ユーザインターフェースは、MPR 画像の画像フィールドにおいて定量化測定を行うために使用することができる複数の多平面再フォーマット (MPR : multiplanar reformatted) 画像の平面の選択及び制御のために多平面再フォーマッタ 44 にも結合される。

10

【 0 0 8 8 】

当業者には理解されるように、超音波診断イメージングシステムの上記の実施形態は、このような超音波診断イメージングシステムの非限定例を提供することを意図されたものである。当業者は、本発明の教示から逸脱することなく、超音波診断イメージングシステムの構造における幾つかの変形形態が可能であることを即座に認識するであろう。例えば、上記の実施形態においても示されたように、マイクロビーム形成器 12 及び / 又はドップラープロセッサ 28 は、省略されてもよく、超音波プローブ 10 は、3D イメージング機能を有していないなくてもよい等である。他の変形形態が、当業者には明らかとなるであろう。

20

【 0 0 8 9 】

上述の実施形態は、本発明を限定するのではなく例示し、及び当業者は、添付のクレームの範囲から逸脱することなく多くの代替実施形態を設計することができることに留意されたい。クレームにおいて、丸括弧内に配置される何れの参照符号も、クレームを限定するものと解釈されるものではない。「含む」 (comprising) という語は、クレームに記載されたもの以外の要素又はステップの存在を排除しない。要素に先行する語「a」又は「a n」は、複数のそのような要素の存在を排除しない。本発明は、幾つかの異なる要素を含むハードウェアを用いて実施されてもよい。幾つかの手段を列挙する装置クレームにおいて、これらの手段の幾つかは、同一のハードウェアアイテムによって具体化されてもよい。特定の手段が互いに異なる従属クレームに記載されているという事実だけでは、これらの手段の組み合わせを有利に使用できない事を意味しない。

30

【図1】

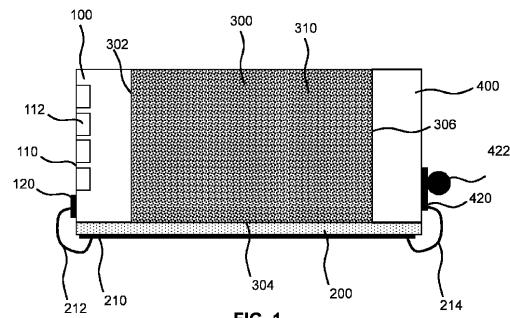


FIG. 1

【図3】

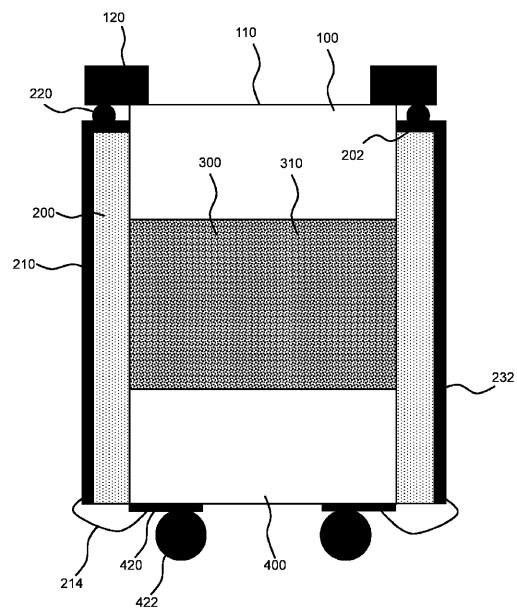


FIG. 3

【図2】

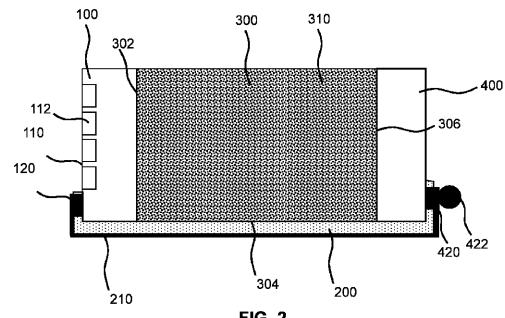


FIG. 2

【図4-1】

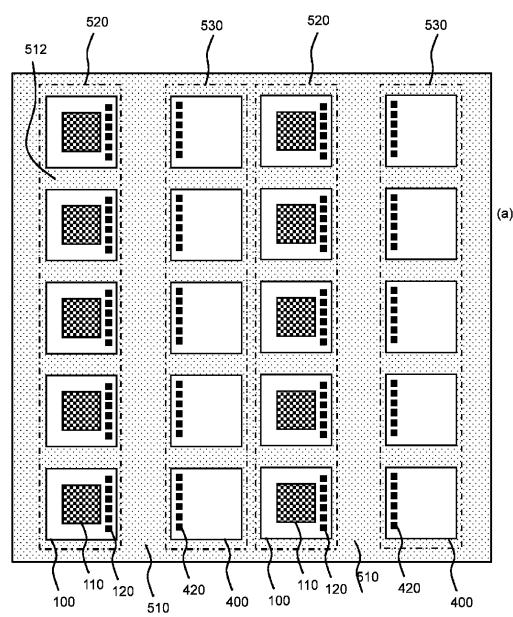


FIG. 4

【図4-2】

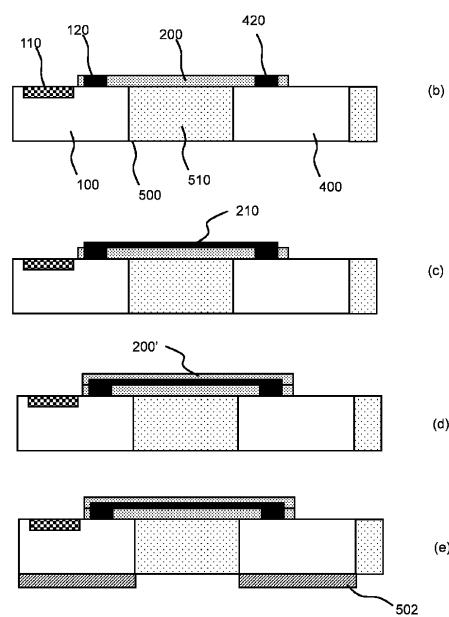


FIG. 4 (continued)

【図 4 - 3】

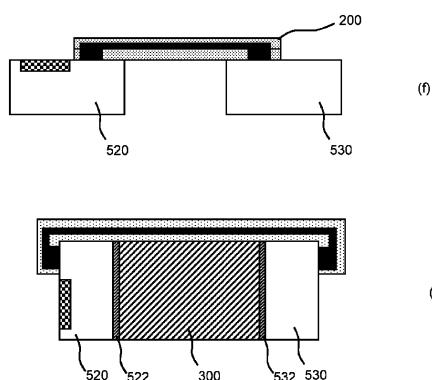


FIG. 4 (continued)

【図 5】

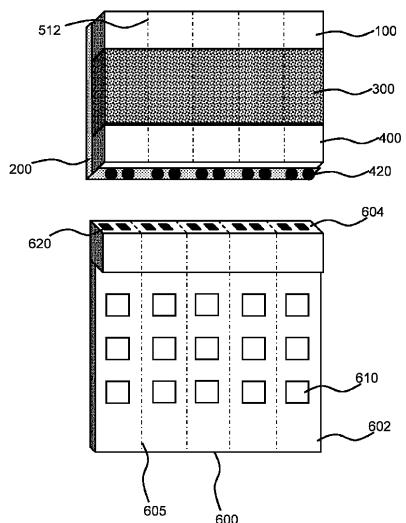


FIG. 5

【図 6】

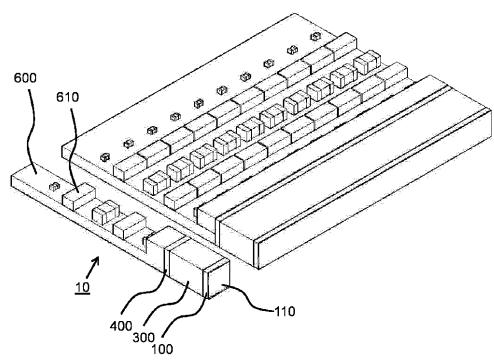


FIG. 6

【図 7】

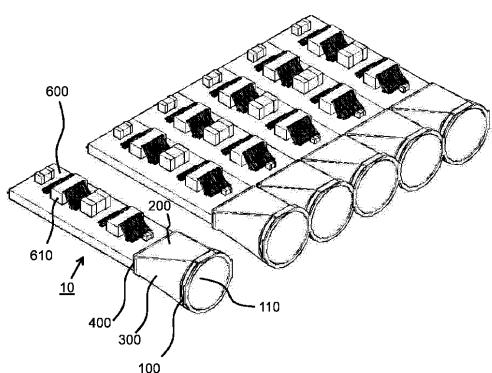


FIG. 7

【図 8】

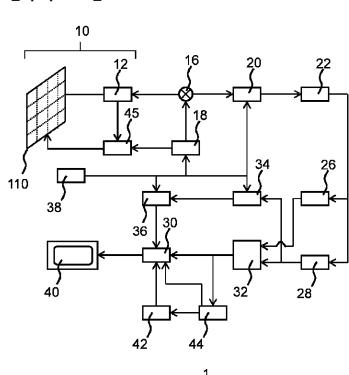


FIG. 8

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/14

(74)代理人 110001690
特許業務法人M & Sパートナーズ
(72)発明者 ウィーカンプ ヨハネス ウィルヘルムス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス 5
(72)発明者 ヘンネケン ヴィンセント アドリアヌス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス 5
(72)発明者 グルーンランド アルフォンス ウォウター
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス 5
(72)発明者 ロウワース マーカス コーネリス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アンドーフェン ハイ テック キャンパス 5

審査官 須藤 竜也

(56)参考文献 特開2013-175878 (JP, A)
特開平02-177944 (JP, A)
特開2013-005403 (JP, A)
特開2010-193072 (JP, A)
国際公開第2010/044312 (WO, A1)
国際公開第2009/139400 (WO, A1)
特開2006-122105 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 R 1 / 00 - 31 / 00
A 6 1 B 8 / 00 - 8 / 15