

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6670292号
(P6670292)

(45) 発行日 令和2年3月18日 (2020.3.18)

(24) 登録日 令和2年3月3日 (2020.3.3)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12
H 0 4 R 1/06 (2006.01)	H 0 4 R 1/06 3 3 0
H 0 4 R 31/00 (2006.01)	H 0 4 R 31/00 3 3 0

請求項の数 12 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2017-501646 (P2017-501646)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成27年6月25日 (2015. 6. 25)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2017-528178 (P2017-528178A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成29年9月28日 (2017. 9. 28)		オランダ国 5 6 5 6 アーヘー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/064365		
(87) 国際公開番号	W02016/008690	(74) 代理人	110001690
(87) 国際公開日	平成28年1月21日 (2016. 1. 21)		特許業務法人M&Sパートナーズ
審査請求日	平成30年6月20日 (2018. 6. 20)	(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 アーヘー アイン ドーフエン ハイ テック キャンパス 5
(31) 優先権主張番号	14177454.7		
(32) 優先日	平成26年7月17日 (2014. 7. 17)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサアセンブリ、超音波プローブ及び超音波イメージングシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可撓性ポリマーアセンブリによって空間的に分離され且つ電氣的に相互接続された複数の基板アイランドを含む超音波センサ装置であって、前記可撓性ポリマーアセンブリが、電氣的な前記相互接続を提供する導電性トラックを含み、前記複数の基板アイランドが、複数の超音波トランスデューサセルを含む第1の基板アイランドと、前記超音波センサ装置を可撓性管状本体に接続するための外部コンタクトのアレイを含む第2の基板アイランドとを含む、折ることが可能な超音波トランスデューサ装置と、

第1の表面を含む第1の平坦部と、第1部分に対向し、第2の表面を有する第2の平坦部と、前記第1の表面と前記第2の表面との間に延びる第3の表面を有する第3の平坦部と、を有する剛性支持構造体と、

を含む、超音波トランスデューサアセンブリであって、

前記折ることが可能な超音波トランスデューサ装置は、前記第1の基板アイランドが前記第1の表面に取り付けられ、前記第2の基板アイランドが前記第2の表面に取り付けられるように、前記剛性支持構造体上に折られる、

超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 2】

前記超音波トランスデューサ装置は、能動部品及び/又は受動部品を受け入れるための複数の外部コンタクトを含む少なくとも1つの更なる基板アイランドを更に含み、前記少なくとも1つの更なる基板アイランドは、前記第3の平坦部に実装されている、請求項 1

10

20

に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの更なる基板アイランド上に実装された能動部品及び / 又は受動部品を更に含む、請求項 2 に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 4】

前記第 1 の基板アイランド、前記第 2 の基板アイランド及び前記少なくとも 1 つの更なる基板アイランドの少なくとも 1 つが、減結合コンデンサを画定する複数のトレンチを含み、各トレンチは、電気絶縁材料によって基板材料から分離された導電性材料によって充填されている、請求項 2 に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 5】

複数の前記減結合コンデンサを含み、各減結合コンデンサは異なる基板アイランド上に配置されている、請求項 4 に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 6】

前記剛性支持構造体は金属支持構造体である、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 7】

前記第 1 の基板アイランドは、前記第 1 の表面から裏当て部材によって分離される、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】

前記可撓性ポリマーアセンブリの少なくとも一部は、前記裏当て部材の外面に沿って延在する、請求項 7 に記載の超音波トランスデューサアセンブリ。

【請求項 9】

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を含む、超音波プローブ。

【請求項 10】

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を含む、超音波プローブであって、前記第 1 の基板アイランドから前記第 2 の基板アイランドまでの全長が 10 mm 未満又は 8 mm 未満である、超音波プローブ。

【請求項 11】

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と同軸ワイヤアセンブリとを含む超音波プローブであって、

前記同軸ワイヤアセンブリは、

それぞれが電気絶縁スリーブによって被覆された導電性コアを有する複数の同軸ワイヤと、

第 1 の主表面と、第 2 の主表面と、それぞれが第 1 の主表面から第 2 の主表面まで延びる複数のスルーホールであって、前記スルーホールのそれぞれが電気伝導性部材で被覆されている、複数のスルーホールと、を有する電気絶縁本体と、を含み、

各同軸ワイヤが、前記第 1 の主表面から前記スルーホールの 1 つに取り付けられている、露出した末端コア部を含み、各スルーホールは前記第 2 の主表面上の半田バンプによって密封されており、

前記第 2 の基板アイランドの前記外部コンタクトのそれぞれが、前記半田バンプの 1 つに導電的に結合されている、超音波プローブ。

【請求項 12】

請求項 9 乃至 11 の何れか一項に記載の超音波プローブを含む、超音波イメージングシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、可撓性ポリマーアセンブリによって空間的に分離され且つ電氣的に相互接続された複数の基板アイランドを含む超音波トランスデューサ装置に関する。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 2 】

本発明は、更に、このような超音波トランスデューサ装置を含む超音波トランスデューサアセンブリに関する。

【 0 0 0 3 】

本発明は、また更に、超音波トランスデューサアセンブリと嵌合するための同軸ワイヤアセンブリに関する。

【 0 0 0 4 】

本発明は、また更に、このような超音波トランスデューサアセンブリ及び同軸ワイヤアセンブリを含む超音波プローブに関する。

【 0 0 0 5 】

本発明は、また更に、このような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。

【 背景技術 】

【 0 0 0 6 】

超音波検出能を含む IC ダイ、例えば超音波トランスデューサチップは、超音波カテーテルなどの超音波プローブの検出先端部として益々使用されている。超音波検出能は、例えば前方視又は側方視型超音波プローブを提供するために、例えば超音波トランスデューサチップの主表面にある複数のトランスデューサ要素によって提供されてもよい。トランスデューサ要素を実装するための一般的な技術には、ジルコン酸チタン酸鉛 (PZT) 又はポリフッ化ビニリデン (PVDF) などの材料で形成された圧電トランスデューサ要素、及び容量性微細加工超音波トランスデューサ (CMUT: capacitive micro-machined ultrasonic transducer) 要素を含む。このような CMUT 要素を基にし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場合がある。

【 0 0 0 7 】

CMUT デバイスは優れた帯域特性及び音響インピーダンス特性を提供でき、CMUT デバイスを例えば圧電トランスデューサよりも好ましいものに行っているという理由で、CMUT デバイスの人気は高まっている。CMUT 膜の振動は、(例えば、超音波を用いて) 圧力を印加することによって引き起こされ得る、或いは、電気的に誘起され得る。多くの場合、特定用途向け集積回路 (ASIC: application specific integrated circuit) などの集積回路 (IC: integrated circuit) による CMUT デバイスへの電気接続により、デバイスの送信モード及び受信モードの双方が容易になる。受信モードでは、膜位置の変化により静電容量の変化が生じる。静電容量の変化は電子的に記録され得る。送信モードでは、電気信号を印加すると膜の振動が生じる。圧力は膜の撓みを引き起こし、この撓みは静電容量の変化として電子的に検出される。次いで、圧力読取り値が得られる。

【 0 0 0 8 】

超音波プローブを開発する際には小型化が特に課題となる。特に、こうしたプローブが先進的診断目的、例えば、心臓の研究及び手術のために使用される場合、こうしたプローブは、プローブが目的の身体部位に入ることを可能にするために出来る限り小さくしなければならない。同時に、例えば、カテーテルの先端部として使用される場合に、プローブが目的の身体部位へと制御された状態で案内されることを可能にするために、超音波プローブは剛性のあるものとすべきである。これら要件を、プローブに高い信号処理能を含めるという要求と両立させることは困難である。

【 0 0 0 9 】

特に、超音波トランスデューサセルに制御信号を提供するため、及び応答信号を処理するための能動部品、例えば、特定用途用集積回路 (ASIC) と、例えば、種々の回路を、部品、特に、ASIC の幾つかの電力消費挙動に起因し得る電源電圧の変動、例えば、電源バウンス (supply bounce) から保護する減結合コンデンサなどの受動部品と、をプローブ先端部に含むことが望ましい場合がある。

【 0 0 1 0 】

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 8 0 3 8 8 A 1 号は、可撓性部材上に支持電子機器

10

20

30

40

50

と共に実装されたCMUTアレイを開示している。このサブアセンブリは、CMUTベースの超音波スキャナを形成するためにチューブ（円筒）へと巻かれ得る。前記円筒の側部表面上に超音波トランスデューサが分配されている。しかしながら、十分にコンパクトな超音波スキャナをこのようにして実現するのは簡単ではない。特に、カテーテルルーメンにサブアセンブリを取り付けるために、サブアセンブリは、通常、プリント回路基板（PCB）に接続される。このプリント回路基板（PCB）は、ディスクリットな部品、例えば、減結合コンデンサなどの更なる支持電子機器を支持している。更なる支持電子機器は、例えばこれら部品が異なる技術で製造されるという理由で、サブアセンブリ製造プロセスにおいて容易に形成され得ない。PCBは、ルーメン内部で幾つかの同軸ワイヤに接続され、同軸ワイヤの数は、通常、超音波スキャナのチャンネルの数に一致する。このようなPCBが、所望の剛性を超音波スキャナに付与する。しかしながら、PCB及びディスクリットな部品の最小寸法は、通常、寸法的に困難な環境、例えば心臓環境内におけるこうしたプローブの使用を容易にするための十分な小型化を阻む。米国特許出願公開第2010/0280388A1等に表示されるアレイの更に別の欠点は、前方視方向におけるその限られた視野である。

10

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0011】**

本発明は、別個のPCBの必要を排除する超音波トランスデューサアセンブリを提供しようとするものである。

20

【0012】

本発明は、このような超音波トランスデューサアセンブリに簡単明瞭な手法で接続され得る同軸ワイヤアセンブリを提供しようとするものである。

【0013】

本発明は、更に、互いに接続されたこのような超音波トランスデューサアセンブリと同軸ワイヤアセンブリとを含む超音波プローブを提供しようとするものである。

【0014】

本発明は、また更に、このような超音波プローブを含む超音波イメージングシステムを提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

30

【0015】

一態様によれば、可撓性ポリマーアセンブリによって空間的に分離され且つ電氣的に相互接続された複数の基板アイランドであって、可撓性ポリマーアセンブリが、前記電気相互接続を提供する導電性トラックを含み、前記複数の基板アイランドが、複数の超音波トランスデューサセルを含む第1の基板アイランドと、超音波センサ装置を可撓性管状本体に接続するための外部コンタクトのアレイを含む第2の基板アイランドと、を含む、複数の基板アイランドと；第1の表面を含む第1の平坦部と、第1部分に対向し、第2の表面を有する第2の平坦部と、第1の表面と第2の表面との間に延びる第3の表面を有する第3の平坦部と、を有する剛性支持構造体と、を含む、折ることが可能な超音波トランスデューサ装置であって、第1の基板アイランドが第1の表面に取り付けられ、第2のアイランドが第2の表面に取り付けられるように、折ることが可能な超音波トランスデューサ装置が支持構造体上に折られるように配置されている、折ることが可能な超音波トランスデューサ装置が提供される。

40

【0016】

本発明は、トランスデューサ配置構成が相互接続用PCBを必要とすることなく一組の同軸ワイヤに直接接続され得るように、予め成形された剛性キャリア（構造）上に折られ得る可撓性トランスデューサ配置構成の幾つかの実施形態が提供されてもよいという見識に基づく。結果として、カテーテルなどの可撓性管状本体の超音波プローブにおいて使用され得る、特にコンパクトなトランスデューサアセンブリが作製されてもよい。加えて、複数の超音波トランスデューサセルを含む第1の基板アイランドは、剛性支持構造体の第

50

1の表面から遠ざかる方の前方視方向における高解像の超音波画像を取得することが可能な高密度超音波アレイを提供してもよい。

【0017】

有利には、超音波トランスデューサアセンブリは、能動部品及び/又は受動部品を受け入れるための複数の外部コンタクトを含む少なくとも1つの更なる基板アイランドを更に含む。これにより別個のPCBの必要を更に排除するが、この理由は、更なる基板アイランドが、このような能動部品(例えばASIC)及び/又は受動部品(例えば減結合コンデンサ)のための実装パッドとして機能し得るからである。

【0018】

一実施形態では、第1の基板アイランド、第2の基板アイランド及び少なくとも1つの更なる基板アイランドの少なくとも1つが、減結合コンデンサを画定する複数のトレンチを含み、各トレンチに、電気絶縁材料によって基板材料から分離された導電性材料が充填されている。このような埋設された垂直又はトレンチコンデンサは、このようなコンデンサの3次元の性質により広い極板面積を有してもよく、故に、減結合コンデンサとして機能してもよく、このため、ディスクリートコンデンサの必要を排除する。ディスクリート減結合コンデンサは、通常、比較的大きく、幾つかの用途分野では、超音波トランスデューサ装置の十分な小型化を促進するには大き過ぎるため、これにより、超音波トランスデューサ装置の全体的な大きさが更に低減する。

【0019】

超音波トランスデューサ装置は、複数の前記減結合コンデンサを含んでもよく、各減結合コンデンサは異なる基板アイランド上に配置されている。このことは、異なる減結合コンデンサが異なる電位で動作され得る、即ち、基板が異なる電位で動作され得るように、各減結合コンデンサが互いに完全に電氣的に絶縁されるという更なる利点を有する。これにより、超音波トランスデューサ装置の動作の柔軟性及び頑強性が増す。

【0020】

代替的な実施形態においては、可撓性ポリマーアセンブリはストリップ形状のアセンブリであり、第1の基板アイランドと第2の基板アイランドは、ストリップ形状のアセンブリの反対端にあり、超音波トランスデューサ装置は、第1の基板アイランドと第2の基板アイランドとの間に複数の支持アイランドを更に含み、各基板と支持アイランドとは、可撓性ポリマーアセンブリによって相互接続されている。

【0021】

これにより、小型で剛性のある超音波トランスデューサアセンブリの形成が可能になり、別個のPCB又は予め成形された剛性キャリアの必要が排除され得る。

【0022】

超音波トランスデューサ装置は、能動部品及び/又は受動部品を受け入れるための複数の外部コンタクトを含む少なくとも1つの更なる基板アイランドを更に含んでもよく、前記少なくとも1つの更なる基板アイランドは、第3の平坦部に実装されている。第1の表面と第3の表面との間にある第2の表面の平坦な性質により、このような部品は、コンパクトな構成を維持しつつ、超音波トランスデューサ装置に付加され得る。超音波トランスデューサは、少なくとも1つの更なる基板アイランド上に実装された能動部品及び/又は受動部品を含んでもよい。

【0023】

剛性支持構造体は金属支持構造体であってもよい。これにより、低コストで製造され得る特に剛性のある支持構造体を提供する。

【0024】

超音波トランスデューサセルを望ましくない方向からの散乱超音波から絶縁するために、第1の基板アイランドは、第1の表面から裏当て部材によって分離されてもよい。

【0025】

別の態様によれば、超音波トランスデューサアセンブリが提供される。この超音波トランスデューサアセンブリは、裏当て部材と、代替的な実施形態による超音波トランスデ

10

20

30

40

50

ーサ装置と、を含み、第1の基板アイランドが裏当て部材の第1の表面に実装されており、前記ストリップ形状のアセンブリは折られて、前記第1の表面に対向する、裏当て部材の第2の表面上に取り付けられた複数の蛇行するひだを画定し、このひだは、隣接する支持アイランドが1つのひだ内において共に付着されるような寸法にされており、第2の基板アイランドは、裏当て部材に対する、折られたストリップ形状のアセンブリの遠位端において露出されている。これにより、別個の剛性支持構造体を必要とすることなく、コンパクトで且つ剛性のある超音波トランスデューサアセンブリを提供する。

【0026】

更に別の態様によれば、それぞれが電気絶縁スリーブによって被覆された導電性コアを有する複数の同軸ワイヤと；第1の主表面と、第2の主表面と、それぞれが第1の主表面から第2の主表面まで延びる複数のスルーホールであって、前記スルーホールのそれぞれが電気伝導性部材で被覆されている、複数のスルーホールと、を有する電気絶縁本体と、を含み、各同軸ワイヤが、第1の主表面から前記スルーホールの1つに取り付けられている、露出した末端コア部を含み、各スルーホールは第2の主表面上の半田バンプによって密封されている、同軸ワイヤアセンブリが提供される。

【0027】

例えば、ボールグリッドアレイとして機能してもよい接続パッド内に同軸ワイヤを固定することによって、同軸ワイヤと、同軸ワイヤに接続される物品、例えば超音波トランスデューサ装置の第2の基板アイランドとの間の接続が簡単且つ明瞭な手法で行われ得る。この目的のために、同軸ワイヤアセンブリは、前記同軸ワイヤを収容するカテーテルルーメンなどの可撓性管状本体を更に含んでもよく、電気絶縁本体は可撓性管状本体の端部部分に取り付けられている。しかしながら、このような同軸ワイヤアセンブリは、本発明の同軸ワイヤアセンブリとの接続に限定されず、このような同軸ワイヤアセンブリは、複数の同軸ワイヤへの接続を必要とする任意の物品に接続されてもよいことは理解されるべきである。特に、同軸ワイヤアセンブリは、同軸ワイヤアセンブリとキャリアとの間の簡単明瞭な接続を容易にするために、PCBなどのキャリアの縁部に接続されてもよい。

【0028】

更なる態様によれば、上記超音波トランスデューサアセンブリ及び同軸ワイヤアセンブリの1つ以上の実施形態を含み、第2の基板アイランドの外部コンタクトのそれぞれが、半田バンプの1つに導電的に結合されている超音波プローブが提供される。これにより、心臓容積部などの小空間内で信頼を持って使用され得る特にコンパクトで且つ剛性のある超音波プローブを得る。

【0029】

更に別の態様によれば、このような超音波プローブを含む超音波イメージングシステムが提供される。このようなイメージングシステムは、心臓容積部などの目的とする小空間の画像を生成するために信頼を持って使用され得る。

【0030】

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

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】一実施形態による同軸ワイヤアセンブリの一態様を概略的に示す。

【図2】一実施形態による同軸ワイヤアセンブリの別の態様を概略的に示す。

【図3】一実施形態による、プリント回路基板の縁に取り付けられた同軸ワイヤアセンブリを概略的に示す。

【図4】一実施形態による超音波トランスデューサ装置を概略的に示す。

【図5】図4の超音波トランスデューサ装置が取り付けられ得る剛性キャリアを概略的に示す。

【図6】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7】別の実施形態による超音波トランスデューサ装置を含む超音波プローブ先端部の

10

20

30

40

50

一態様を概略的に示す。

【図 8】超音波トランスデューサ装置が折られた配置構成にある図 7 の超音波プローブ先端部を概略的に示す。

【図 9】超音波トランスデューサ装置を製造する方法の例示的な実施形態を概略的に示す。

【図 10】一実施形態による超音波トランスデューサ装置にトレンチコンデンサを組み込む方法を概略的に示す。

【図 11】例示的な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】

【0032】

10

図は単に概略であり、一定の縮尺で描かれていないことは理解されるべきである。また、同じ又は類似の部品を示すために図の全体を通して同じ参照番号が使用されることは理解されるべきである。

【0033】

本発明の実施形態は、コンパクトで且つ剛性のある超音波プローブ先端部の提供に関し、先端部の剛性はプリント回路基板（PCB）を必要とせずに提供され得る。この目的のため、可撓性カテーテルなどの可撓性ルーメンに超音波トランスデューサアセンブリを接続するために超音波トランスデューサアセンブリと同軸ワイヤアセンブリとが直接嵌合されるプラグアンドソケット型の構成が考案されており、これは、同軸ワイヤが半田付けされる PCB に超音波トランスデューサアセンブリが通常取り付けられる先行技術の構成とは対照的である。前で説明したように、これら先行技術の構成は、PCB の寸法の制約が理由で超音波プローブ先端部の所望の小型化を達成することができない。

20

【0034】

図 1 及び図 2 は、一実施形態による同軸ワイヤアセンブリ 200 の斜視図をそれぞれ概略的に示す。同軸ワイヤアセンブリ 200 は複数の同軸ワイヤ 220 を含み、複数の同軸ワイヤ 220 はそれぞれ、電気絶縁スリーブ 226 によって被覆された導電性コア 228 を有する。電気絶縁スリーブ 226 は、典型的には、外部スリーブ 222 によって電氣的に絶縁された電気伝導性外部シース 224 から電気伝導性コア 228 を分離する。このような同軸ワイヤ 220 は本質的に既知のため、これについては更に詳細には説明されない。しかしながら、疑義を回避するため、任意の好適な種類の同軸ワイヤが同軸ワイヤアセンブリ 200 において使用されてもよいことには留意されたい。

30

【0035】

同軸ワイヤアセンブリは、第 1 の主表面 211 と、第 2 の主表面 213 と、それぞれが第 1 の主表面 211 から第 2 の主表面 213 まで延びる複数のスルーホール 212 と、を有する電気絶縁本体 210 を更に含む。前記スルーホール 212 のそれぞれは、電気伝導性部材、例えば金属又は金属合金層で被覆されている。この電気伝導性部材はスルーホール 212 の内部表面に任意の適切な手法で、例えば任意の適切な電気めっき技術によって塗布されてもよい。スルーホール 212 は、電気絶縁本体 210 内に任意の適切な手法で、例えば、適切なエッチングレシピ（etch recipe）を使用して形成されてもよい。電気絶縁本体 210 は、例えば、スルーホール 212 が適切な手法で形成され得る無ドーパントシリコン又は任意の他の電気絶縁材料などの任意の適切な材料、例えば、エッチングされてスルーホール 212 を形成し得る任意の電気絶縁材料で作製されてもよい。各同軸ワイヤ 220 は露出した末端コア部を含み、そこでは、末端コア部を露出させるために電気絶縁スリーブ 226 が剥がされて折り返されている。各露出した末端コア部は、末端コア部が第 1 の主表面 211 からスルーホール 212 に入るように、スルーホール 212 の 1 つに取り付けられている。各末端コア部は、末端コア部がスルーホール 212 内部で電気伝導性部材に電氣的に接続されるように、そのスルーホール 212 内に固定されている。例えば、末端コア部はスルーホール 212 内に半田を使用して固定されてもよい。各スルーホール 212 は更に、第 2 の主表面 213 上の半田バンプ（図示せず）によって密封されてもよく、この半田バンプは、第 2 の主表面 213 上にボールグリッドアレイを画定しても

40

50

よい。半田バンプは、スルーホール 2 1 2 内部の末端コア部を固定する半田の一部を形成してもよい。或いは、各スルーホール 2 1 2 の内部に形成された電気伝導性部材は、電気伝導性部材が第 2 の主表面 2 1 3 から突出し、この突出部が、代わりに、第 2 の主表面 2 1 3 上にコンタクトのアレイを画定し得るような形状とされてもよい。一実施形態では、同軸ワイヤ 2 2 0 は、カテーテルなどの可撓性ルーメンの一部を形成し、本質的に既知であるように、この同軸ワイヤ 2 2 0 は、典型的には、可撓性管状本体内に収容される。後により詳細に説明されるように、この実施形態では、可撓性ルーメンを超音波トランスデューサアセンブリに直接、即ち、同軸ワイヤ 2 2 0 を P C B に接続する必要なく接続するためにコンタクトのアレイ、例えば、ボールグリッドアレイが使用されてもよい。

【 0 0 3 6 】

しかしながら、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 はこのような使用に限定されないことは理解すべきである。同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 は、接続される複数の同軸ワイヤを要する任意の更なるアセンブリへの同軸ワイヤ接続部として使用されてもよい。特に、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 は、同軸ワイヤ 2 2 0 が比較的近接して互いに接続され、この必要な近接により、所望の相互接続部を個々に確実に設けることが困難になるデバイスにおいて有利に使用されてもよい。例えば、実施形態による同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 は、2 0 0 ミクロン以下のピッチを有する同軸ワイヤ 2 2 0 の接続マトリックスを容易にすることができる。

【 0 0 3 7 】

図 3 は、1 つ以上のディスクリットな部品 3 1 0 を支持する P C B 3 0 0 に同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 が実装されている例を概略的に示す。この場合、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 は P C B 3 0 0 の縁部に電氣的に接続される、例えば、半田付けされる、又は対向するコンタクト間に数滴の導電性接着剤を用いて接着される。このような縁配置構成は特にコンパクトであり、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 が、殆どの P C B の厚さの十分に範囲内である約 1 mm 以下の全高を有し得ることから実現され得る。更に一般には、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 のフォームファクタは、縁部が更なるアセンブリの 2 つの対向する主表面を接続する場合の、更なるアセンブリの縁部への接続に特に適している。特定の実施形態においては、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 は、可撓性ルーメン、例えばカテーテルの一部を形成してもよく、超音波トランスデューサ装置を備える小型で剛性のあるプローブ先端部を形成するために使用されてもよい。この場合、超音波トランスデューサ装置は基板アイランドを含むように設計されている。基板アイランドは外部コンタクトのアレイを含み、外部コンタクトのアレイは、超音波トランスデューサ装置と同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 との間に P C B などの中間剛性キャリアを必要とすることなく、超音波センサ装置を、同軸ワイヤアセンブリ 2 0 0 を介してカテーテルに接続するためのものである。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、このような一実施形態による超音波トランスデューサ装置 1 0 0 を概略的に示す。超音波トランスデューサ装置 1 0 0 は、典型的には、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ 1 1 0 を含む。超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ 1 1 0 は、超音波トランスデューサ領域を含む主表面を有する。超音波トランスデューサ領域は、典型的には、C M U T 要素又は P Z T 要素などの複数のトランスデューサ要素を含む。好適な実施形態では、主表面は、複数の C M U T 要素によって形成された超音波トランスデューサ領域を含む。

【 0 0 3 9 】

本質的に既知であるように、主表面は、複数のコンタクトを更に含み、複数のコンタクトは、トランスデューサ要素へのコンタクトポイントを任意の適切な手法で提供してもよい。このようなトランスデューサ基板アイランド又はチップ 1 1 0 の任意の適切な実施形態が選択されてもよく、本発明の実施形態はこ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は理解すべきである。例えば、トランスデューサチップ 1 1 0 は、任意の適切な半導体基板材料、例えば、シリコン、シリコンオンインシュレータ、S i G e、G a A s 等を使用し、任意の適切な半導体技術、例えば、C M O S、B i C M

10

20

30

40

50

OS、バイポーラ技術等で実現されてもよい。更に、トランスデューサ基板アイランド又はチップ110は単に非限定的な例として円形チップとして示され、トランスデューサ基板アイランド又はチップ110は任意の適切な形状又は形態を取ってもよいことは理解すべきである。

【0040】

超音波トランスデューサアセンブリは、トランスデューサ基板アイランド又はチップ110から可撓性ポリマーアセンブリ150によって空間的に分離されたコンタクト基板アイランド又はチップ120を更に含む。可撓性ポリマーアセンブリ150は、トランスデューサ基板アイランド又はチップ110とコンタクト基板アイランド又はチップ120との間に導電性トラックを含む、例えば、埋設する。後により詳細に説明されるように、コンタクトチップ120は、典型的には、同軸ワイヤアセンブリ200と係合するための複数の外部コンタクト420を含む。このようなコンタクト基板アイランド又はチップ120の任意の適切な実施形態が選択されてもよく、本発明の実施形態はこ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は理解すべきである。例えば、コンタクトチップ120は、任意の適切な半導体基板材料、例えば、シリコン、シリコンオンインシュレータ、SiGe、GaAs等を使用し、任意の適切な半導体技術、例えば、CMOS、BiCMOS、バイポーラ技術等で実現されてもよい。

10

【0041】

外部コンタクトは、このようなコンタクトの形成のために一般に使用される任意の材料、例えば、任意の適切な金属又は金属合金などの任意の適切な電気伝導性材料で実現されてもよい。一実施形態では、外部コンタクト420は、同軸ワイヤアセンブリ200との電気接続を設けるための半田バンプを備える。

20

【0042】

可撓性ポリマーアセンブリ150は、例えば、ポリイミドなどの電気絶縁可撓性ポリマーで形成されてもよく、導電性トラックは、銅層などの金属層を電気絶縁可撓性ポリマー上に堆積させ、金属層をパターニングして導電性トラックを形成することにより形成されてもよい。一実施形態では、可撓性相互接続部150は、フレックスフォイルであっても、Du Pont companyによって市販されているPyralux（登録商標）箔などの銅被覆ポリイミドであってもよい。

【0043】

図4に示される実施形態では、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110及びコンタクト基板アイランド又はチップ120は別個に製造されたチップ、例えば、異なる製造プロセスにおいて異なる技術を用いて製造されたチップであってもよく、このチップはシンギュレーション後に可撓性ポリマーアセンブリ150によって互いに相互接続される。これには、超音波トランスデューサチップ110及びコンタクトチップ120の設計の柔軟性が増すという利点があるものの、可撓性相互接続部150を各チップ110、120に接続することが煩雑となり得ることから超音波プロデューサアセンブリ（ultrasonic producer assembly）の組み立てに伴うプロセスが多くなるという犠牲を払う。従って、後に図9の補助によってより詳細に説明される別の実施形態においては、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110、コンタクト基板アイランド又はチップ120及び可撓性ポリマーアセンブリ150は、1つの（統合された）生産プロセスにおいて作製されてもよい。

30

40

【0044】

超音波トランスデューサ装置100は、1つ以上の実装基板アイランド又はチップ130を更に含んでもよく、1つ以上の実装基板アイランド又はチップ130は、超音波トランスデューサ基板アイランド若しくはチップ110及び/若しくはコンタクト基板アイランド若しくはチップ120と同じ技術で、即ち、1つの一体化された生産プロセスで、又は前に説明したように別の技術で実現されてもよい。1つ以上の実装基板アイランド又はチップ130は、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110及び/又はコンタクト基板アイランド又はチップ120に、可撓性ポリマーアセンブリ150の導電性

50

トラックを介して電氣的に接続されている。１つ以上の実装基板アイランド又はチップ１３０は、露出した表面上にコンタクトを含む。この露出した表面上に、能動部品１３２、例えば、トランスデューサコントローラ及び／若しくはＩＣ、例えば特定用途用ＩＣ（ＡＳＩＣ）などの信号処理部品、又は受動部品１３４、例えば減結合コンデンサ等が、任意の適切な手法で実装されてもよく、例えば、半田付けされても、熱圧着等されてもよい。これには、ディスクリートな部品が、これら部品を、例えば、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ１１０と同じ技術で製造する必要なく超音波トランスデューサ装置１００に付加され得るという利点がある。これにより、超音波トランスデューサ装置１００の設計の柔軟性が増す。少なくとも１つの実装基板アイランド又はチップ１３０は、本質的には、このようなディスクリートな部品の代替実装プラットフォームとしての役割を果たし、これにより、超音波トランスデューサ装置１００を含む超音波トランスデューサアセンブリからのＰＣＢの省略を容易にする。

10

【００４５】

しかしながら、本発明の実施形態は、このようなディスクリートな部品が専用基板アイランド１３０上に実装されることに限定されないことは理解されるべきであり、実装基板アイランド又はチップ１３０に加えて又はその代わりに、超音波トランスデューサ基板アイランド若しくはチップ１１０及び／又はコンタクト基板アイランド若しくはチップ１２０が、このようなディスクリートな部品を実装するためのこのような外部コンタクトを含むことも等しく可能である。

【００４６】

20

このようなＰＣＢがない場合、超音波トランスデューサアセンブリが例えばカテーテルなどの侵襲的な診断デバイスのプローブ先端部として使用される場合に、所望の剛性を確実に得るようにするための付加的な対処が必要とされる。第１の実施形態では、超音波トランスデューサ装置１００は、予め成形された剛性支持構造体４００（この例示的な実施形態は図５に概略的に示される）上に実装され、図６に概略的に示されるような超音波トランスデューサアセンブリ６００を形成してもよい。剛性支持構造体４００は、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ１１０を支持するための第１の表面を含む第１の平坦部４１０と、第１部分４１０に対向している、コンタクト基板アイランド又はチップ１２０を支持するための第２の表面を有する第２の平坦部４２０と、第１の表面と第２の表面との間に延びる、１つ以上の実装基板アイランド又はチップ１３０（１つ以上の実装基板アイランド又はチップ１３０は、前に説明したように能動部品１３２及び／又は受動部品１３４を支持してもよい）を支持するための第３の表面を有する第３の平坦部４３０と、を有してもよい。第３の平坦部は（第１の表面及び第２の表面に垂直である一方で）プローブの全体的な長さとなり得る（aligned with）、このようなアセンブリが使用され得る。一実施形態では、第３の平坦部４３０の両主表面は、実装基板アイランド又はチップ１３０を支持するために使用されてもよい。

30

【００４７】

超音波トランスデューサ装置１００は、関連の基板アイランドが上述の平坦表面上に実装されるように、可撓性ポリマーアセンブリ１５０を折ることによって剛性支持体４００上に実装されてもよい。この目的のために、可撓性ポリマーアセンブリ１５０は、それぞれが基板アイランドの１つ以上を支持する複数のフラップを含むような形状、例えばパターンとされてもよく、これらのフラップは、剛性支持構造体４００の適切な平坦表面上に折られて剛性のある超音波トランスデューサアセンブリ６００を形成する。超音波トランスデューサ装置１００は、剛性支持構造体４００上に、任意の適切な手法で、例えば当業者には本質的に知られている適切な接着剤を使用して固定されてもよい。

40

【００４８】

剛性支持構造体４００は、剛性（生体）高分子、金属、金属合金、例えばステンレス鋼等などの任意の適切な剛性材料で作製されてもよい。一実施形態では、剛性支持構造体４００は、患者内における内用が認められた剛性材料、例えば、チタン又はステンレス鋼で作製されている。剛性支持構造体４００は任意の適切な形状を取ってもよい。一実施形態

50

では、第1の平坦部410の第1の表面は第2の平坦部420の第2の表面と実質的に平行であり、第1の表面と第2の表面とは反対方向に面している。

【0049】

これは、例えば、前方視超音波トランスデューサアレイと、可撓性管状部材、例えばルーメン又はカテーテルの先端部に実装された同軸ワイヤアセンブリ100に接続するように配置されたコンタクト基板アイランド又はチップ120と、を有する超音波トランスデューサアセンブリ600を提供するために使用されてもよい。このような超音波トランスデューサアセンブリ600をこのような同軸ワイヤアセンブリ100に接続すると、例えばトランスデューサチップ110からコンタクトチップ120までの全長10mm未満、又は更には8mm未満を有し、高度の剛性を備える特にコンパクトなプローブ先端部が実現され得るため、小さな体の容積部に関する検査及び処置、例えば心臓の検査及び処置に特に適した超音波プローブ先端部を提供する。プローブの先端部の前表面に配置された前方視超音波アレイを含むこのようなプローブの利点は、コンパクトなサイズ、及び超音波トランスデューサ基板アイランド110内のトランスデューサ密度が変化する可能性による高解像の超音波イメージング性能とされ得る。

【0050】

任意選択的に、プローブ先端部に使用される超音波トランスデューサアセンブリ600において、超音波トランスデューサチップ110は第1の平坦部410の第1の表面から裏当て部材610によって隔てられてもよい。この実施形態では、トランスデューサチップ110とコンタクトチップ120とが電氣的に相互接続されるように、可撓性ポリマーアセンブリ150の少なくとも一部が裏当て部材610の外側に沿って延びてもよい。裏当て部材610は、典型的には、超音波散乱及び/又は吸収体が含まれるエポキシ樹脂などの樹脂を含む。例えば、超音波散乱体及び/又は超音波吸収体は樹脂中に分散させてもよい。このような散乱体及び吸収体は、散乱した及び/又は反射した超音波の波が超音波トランスデューサチップ110の超音波トランスデューサ要素に到達することを抑制する又は更には防止する。意図した方向に発生した及び反射した超音波の波（例えば、超音波トランスデューサチップ100を含む前方視超音波プローブの場合は前方に発生した及び反射した超音波の波）が主に又は唯一、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要素によって検出されるため、これにより、超音波トランスデューサチップ110により発生した超音波画像の分解能を向上させてもよい。換言すると、他の方向からの超音波の波が超音波トランスデューサチップ110に到達するのを裏当て部材610によって抑制又は防止することで、このような迷走（stray）超音波の波が目的とする方向からの超音波の波に干渉するのを低減する又は更には回避する。

【0051】

裏当て部材610中に超音波散乱体を形成するために任意の適切な超音波散乱材料が使用されてもよい。例えば、このような超音波散乱体の非限定的な例は中空のガラス球であるが、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ろう。同様に、任意の適切な固体材料が超音波吸収体を形成するために使用されてもよい。理想的には重い材料、例えば重金属に基づく材料がこのような目的に適していることは本質的に知られている。このような材料の非限定的な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などのタングステンを含んでもよい。同じく、当業者には、タングステンの多くの適切な代替物が容易に入手可能であり、このような適切な代替物が裏当て部材610に使用されることが等しく可能であることは即座に明らかとなろう。

【0052】

図7は、超音波トランスデューサ装置100の代替的な実施形態を概略的に示す。この実施形態は、図8に概略的に示されるように複数の蛇行するひだを有する、剛性のある超音波トランスデューサアセンブリ600へと折られ得る。この実施形態では、可撓性ポリマーアセンブリ150は長尺状のストリップとして形作られ、超音波トランスデューサ装置100は、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110及びコンタクト基板アイランド又はチップ120に加え、前に説明したように、可撓性ポリマーアセンブリ

150によって相互接続された複数の支持基板アイランド又はチップ140を更に含む。
【0053】

可撓性ポリマーアセンブリ150が複数の蛇行するループ又はひだへと折られると、隣接する支持基板アイランド又はチップ140の露出した主表面が互いに接してもよく、図8に示されるように、隣接する支持基板アイランド又はチップ140が1つのひだ又はループを占めるように、支持基板アイランド又はチップ140は離間している。隣接する支持基板アイランド又はチップ140は、任意の適切な手法で、例えば適切な接着剤を用いて互いに固定されてもよい。支持基板アイランド又はチップ140は、超音波トランスデューサアセンブリ600にその所望の剛性を付与することを補助する、超音波トランスデューサアセンブリ600の剛性支持部材として機能する。

10

【0054】

一実施形態では、支持基板アイランド又はチップ140の少なくとも幾つかは、前述の実装基板アイランド又はチップ130の役割を果たしてもよい。換言すると、支持基板アイランド又はチップ140の少なくとも幾つかは露出した表面上にコンタクトを含んでもよく、この露出した表面上に、能動部品132、例えば、トランスデューサコントローラ及び/若しくはIC、例えば特定用途用IC(ASIC)などの信号処理部品、又は受動部品134、例えば減結合コンデンサ等が、任意の適切な手法で実装されてもよく、例えば、半田付けされても、熱圧着等されてもよい。

【0055】

一実施形態では、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110は、更なる基板アイランド、例えば支持基板アイランド又はチップ140の1つから、前に説明したような裏当て部材であってもよい裏当て部材610によって空間的に分離されている。超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110及び更なる基板アイランドは、裏当て部材610に任意の適切な手法で、例えば接着剤を用いて固定されてもよい。

20

【0056】

超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110は近位端に配置されてもよく、コンタクト基板アイランド又はチップ120は、裏当て部材610に対する、ストリップ形状の可撓性ポリマーアセンブリ150の遠位端に配置されてもよい。図8に示されるように、コンタクト基板アイランド又はチップ120は、前述のように、複数の同軸ワイヤ220を含む同軸ワイヤアセンブリ200に接続されてもよい。

30

【0057】

図9には、超音波トランスデューサ装置100が形成される本発明の一実施形態による方法の非限定的な例が概略的に示される。図9(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デューサ要素112及び複数の第1のコンタクト114を有する複数の超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110が1つ以上のアレイ920で形成され、複数の第2のコンタクト122を含むコンタクト基板アイランド又はチップ120が1つ以上のアレイ930(2つのアレイ920、930が非限定的な例として示される)で形成されるウェハ900が設けられる。超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110のアレイ920は、コンタクト基板アイランド又はチップ120の隣接するアレイ930からウェハ900の犠牲領域910によって分離されている。後により詳細に説明されるように、各アレイ920、930内の個々の基板アイランド又はチップは更なる犠牲ウェハ領域912、例えばスクライブライン等によって分離されている。

40

【0058】

ウェハ900は、シリコンウェハ、シリコンオンインシュレータウェハ、又は他の適切な半導体材料のウェハなどの任意の適切なウェハであってもよい。一実施形態では、ウェハ900は、酸化膜などのエッチストップ層(図示せず)を含んでもよい。その目的は後により詳細に説明される。各超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ110の第1のコンタクト114は、対向するコンタクト基板アイランド又はチップ120の第2のコンタクト122に、犠牲領域910全体に延びる可撓性ポリマーアセンブリ150によって接続される。このような可撓性コンタクト伸張部は、フラットケーブルの顕微鏡的

50

態様として示され得る。この使用はプリント回路基板（ＰＣＢ）レベルにおいて知られている。

【 0 0 5 9 】

当該方法は、図 9（b）に示されるように進み、可撓性及び電気絶縁材料の層 1 5 0 をウェハ 9 0 0 の前面上に付与し、この層が、続いて、フォトリソグラフィによってパターンニングされ、層 2 0 0 の下の第 1 のコンタクト 1 1 4 及び第 2 のコンタクト 1 2 2 を露出させる。層 2 0 0 には任意の適切な材料が使用されてもよい。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、フルオロカーボン、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ン樹脂、又はこれらの共重合体からなる群から選択されてもよい。ポリイミド及びパリレンは、これら材料が侵襲的な医療デバイスでの使用が認められていることから、ＩＣが侵襲的な医療デバイスに組み込まれる場合には特に好適である。

10

【 0 0 6 0 】

可撓性及び電気絶縁材料の層 1 5 0 の厚さは、結果として得られるものが十分な可撓性を有するようにするために、好ましくは、1 乃至 2 0 μm 範囲内、より好ましくは、1 乃至 1 0 μm の範囲内で選択される。層 1 5 0 が厚過ぎる場合、その可撓性は低減される。しかしながら、層 1 5 0 が薄過ぎる場合、層 1 5 0 は容易に損傷し過ぎる可能性がある。

【 0 0 6 1 】

図 9（c）に示される後のステップでは、導電性材料が可撓性及び電気絶縁材料の層 1 5 0 上に堆積され、その後、パターンニングされ、導電性コンタクト内の各導電性トラック 1 5 2 を付与し、層 1 5 0 の下に、露出した第 1 のコンタクト 1 1 4 及び第 2 のコンタクト 1 2 2 を有する。Al、Cu 又は他の適切な金属及び金属合金などの任意の適切な電気伝導性材料が使用されてもよい。

20

【 0 0 6 2 】

図 9（d）に示される任意のステップでは、導電性トラック 1 5 2 は、その後、可撓性及び電気絶縁材料の第 2 の層 1 5 0' で被覆される。この層は層 1 5 0 に使用されるものと同じ材料であることが好ましいが、これは必須ではない。換言すると、層 1 5 0 及び層 1 5 0' に使用される材料はそれぞれ、前述の好適な化合物の群から個々に選択されてもよい。

【 0 0 6 3 】

好適な実施形態では、層 1 5 0 及び層 1 5 0' は、同じ材料、例えば、ポリイミド又はパリレンで作製され、同じ厚さ、例えば約 5 μm を有する。層 1 5 0 及び層 1 5 0' の双方に同じ厚さを用いることによって、導電性トラック（単数及び複数）1 5 2 は、コンタクト 1 1 4、1 2 2 の可撓性コンタクト伸張部のいわゆる応力中立線（neutral line of stress）に配置される。可撓性及び電気絶縁材料の第 2 の層 1 5 0' が存在する場合、後のウェハ加工ステップにおいて薄い保護層（図示せず）で被覆されてもよい。金属、例えば Al などの任意の適切な材料が使用されてもよい。ウェハ加工の複雑さを低減するという理由で、後の加工ステップ時に層 1 5 0' を保護するため、並びに後の可撓性及び電気絶縁材料の第 2 の層 1 5 0' のパターンニング用のハードエッチングマスク、の両方の機能を果たし得る材料を使用することが好ましい。この理由から、Al などの金属が好ましい。

30

40

【 0 0 6 4 】

図 9（e）に示されるように、当該方法は、ウェハ 9 0 0 の裏面にレジスト層 9 0 2 を塗布し、パターンニングすることにより進む。或いは、レジスト層 9 0 2 の代わりにパターンニングされたハードマスクが用いられてもよい。パターンニングされたレジスト層 9 0 2（前述の第 2 の層 1 5 0' 上の薄い保護層に使用したものと類似する又は同じ材料を含む任意の適切な材料であってもよい）は、ウェハ 5 0 0 のアレイ 9 2 0、9 3 0 の領域を保護する（被覆する）。

【 0 0 6 5 】

図 9（f）に示される最終ステップでは、ウェハ 9 0 0 の裏面の露出した部分、即ちパ

50

ターニングされたレジスト 902 によって被覆されていない部分がエッチングレシビ、好ましくは、ボッシュプロセスなどの異方性エッチングレシビに曝される。例えば、ウェハ 900 がシリコンウェハである場合、露出した部分が、ウェハ 900 から形成される基板アイランド又はチップ 110、120 の所期の最終厚さに相当する深さまでエッチングされ、各アレイ 920 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 920、930 を切り離す（シンギュレートする）。典型的には連続的なエッチングステップ及び不動態化ステップを含むボッシュプロセスは本質的に知られており、従って、単に簡略化の理由から更に詳細には説明されないことに留意されたい。他の適切なエッチングレシビも、当然、企図されてもよい。パターンニングされたレジスト 902 は、その後、ウェハ 900 の裏面から剥離される。

10

【0066】

具体的には示されないが、例えば犠牲領域 912 をダイシングすることによる、超音波トランスデューサ装置 100 をシンギュレートするための更なるシンギュレーションステップが用いられてもよい。或いは、超音波トランスデューサ装置 100 が単一ステップのプロセスで個別化されるように、ステップ (f) に示されるエッチングステップは犠牲領域 912 の除去を含んでもよい。

【0067】

この時点で、ウェハ 900 は、当然、更なる基板アイランド、例えば実装基板アイランド 130 及び / 又はダミー基板アイランド 140 を含んでもよく、実装基板アイランド 130 及び / 又はダミー基板アイランド 140 は、必要であれば、コンタクト 114 とコンタクト 122 との間の電気接続に関して上で説明したように、超音波トランスデューサ基板アイランド又はチップ 110 及び / 又はコンタクト基板アイランド又はチップ 120 に接続されてもよいことに留意されたい。これらの更なる基板アイランドは単に明確化の理由から示されていない。

20

【0068】

コンタクト基板アイランド又はチップ 120 は、前で説明したように、コンタクト基板アイランド又はチップ 120 を同軸ワイヤアセンブリ 200 に接続するための複数の外部コンタクトを更に含むことに更に留意されたい。同じく、これら外部コンタクトは任意の適切な手法で形成されてもよく、単に明確化の理由から示されていない。一実施形態では、これら外部コンタクト上に半田バンプが形成されてもよい。半田バンプは、前述の製造プロセスの任意の適切な時点で、例えば、アレイ 520、530 のシンギュレーションの前又は後に、外部コンタクト上に形成されてもよい。半田バンプは、任意の適切な手法で、例えば、Nauen、Germany に所在の PacTech Company から入手可能なレーザプロセスを使用することによってコンタクト上に形成されてもよい。

30

【0069】

前述のように、超音波トランスデューサ装置 100 は、1 つ以上のコンデンサ、例えば減結合コンデンサなどの受動部品 134 を含んでもよい。このような減結合コンデンサは、通常、超音波トランスデューサ装置 100 が、電源の保全性を損なうほど十分に大きなスイッチング過渡を生じる部品を含む場合に必要である。このような部品の一例は、ASIC などの信号処理 IC である。この問題は、電源ラインが、比較的高く且つ不定のインピーダンスを有する傾向がある細径プローブ先端部で特に一般的である。このような場合には、種々の部品が電源の変動から保護されるように、これら部品を電源ラインから減結合するために減結合コンデンサが使用される。このような減結合コンデンサは、通常、1 乃至 100 nF の範囲の静電容量を有する。更に、例えば CMUT トランスデューサアレイ及び ASIC の場合に、異なる直流電位で動作する異なる回路部品間に交流接続を設けるためのディスクリートコンデンサが含まれてもよい。このようなコンデンサは、電氣的にフロートとしなければならない。即ち、基板及びアースから誘電的に絶縁されなければならない。

40

【0070】

このようなディスクリートコンデンサの大きさは、このようなコンデンサが単に大き過

50

ぎるために小型超音波プローブ先端部における組み込みが阻害されるようなほどである。一実施形態では、この問題は、ディスクリットコンデンサを超音波トランスデューサ装置 100 に含める必要が排除されるように、基板アイランド 110、120、130 の少なくとも幾つかにトレンチコンデンサを組み込むことにより対処される。

【0071】

有利には、超音波トランスデューサ装置 100 は、複数の超音波トランスデューサセル 112 を含む第 1 の基板アイランド 110 と、超音波センサ装置を可撓性管状本体に接続するための外部コンタクトのアレイを含む第 2 の基板アイランド 120 と、を少なくとも含む複数の基板アイランドを含み、複数の基板アイランドは、任意選択的に、前に説明したように、1 つ以上の能動部品及び / 又は受動部品を実装するための少なくとも 1 つの実装基板アイランド 130 を更に含む。一実施形態では、これら基板アイランドの少なくとも 2 つはそれぞれ、そのようなトレンチコンデンサを含む。このことは、各トレンチコンデンサが、異なる基板に、これら異なる基板が異なる電位で動作され得るように配置されていることで互いに完全に電氣的に絶縁されるという利点を有する。更に、トレンチコンデンサを含めることで、ディスクリットコンデンサが超音波トランスデューサ装置 100 に含まれる必要を排除し、これにより、超音波トランスデューサ装置 100 及びこのような装置から形成される超音波プローブ先端部の小型化を更に促進する。

【0072】

本願の状況において、トレンチコンデンサは、基板の主表面から基板内へとほぼ垂直に延びる複数のトレンチによって形成されたコンデンサである。トレンチは、任意の適切な形状、例えば外形を有してもよく、例えば、トレンチは正方形、矩形、円形のトレンチ等であってもよい。基板は、通常、導電性又は半導電性基板であり、トレンチコンデンサの第 1 の極板として機能する。トレンチは、通常、電気絶縁体、例えば誘電材料によってライニングされており、トレンチコンデンサの第 2 の極板として機能する更なる導電性又は半導電性材料が充填され、電気絶縁体は第 1 の極板を第 2 の極板から分離する。トレンチコンデンサの極板が 3 次元全てに延び、複数のトレンチによって形成されることから、コンパクトな基板体積に対し広い極板面積を有するコンデンサが得られ、これにより、コンパクトな大容量コンデンサを実現する。

【0073】

図 10 は、このようなトレンチコンデンサを製造する方法の例示的な実施形態を概略的に示す。別の製造方法は直ちに利用可能であり、当業者には既知であることは理解すべきである。このような別の製造方法もまた企図されてもよい。

【0074】

当該方法は、ステップ (a) において、導電性基板 1000 を用意することにより開始する。導電性基板 1000 は、ウェハ 900 の一部であってもよく、例えば、図 9 の補助により前に説明したように、前述の基板アイランド 110、120、130 の 1 つに転換されてもよい。導電性基板 1000 は、例えば、n 型基板、例えば、As ドープ基板などの高導電性シリコン基板であってもよいが、p 型基板も使用されてもよい。また、前に説明したように、シリコン以外の基板材料も企図されてもよい。例えば、基板 1000 上に熱酸化物を成長させることによって、適切なエッチングマスク 1002 が基板 1000 上に形成される。この熱酸化物は開口されて、トレンチコンデンサのトレンチが形成される位置に開口部 1004 を形成する。エッチングマスク 1002 は任意の適切な厚さ、例えば、約 1 μm に形成されてもよい。

【0075】

次に、ステップ (b) に示されるように、適切なエッチングレシビを使用して、例えば、シリコン基板 1000 の場合は深堀り反応性イオンエッチングを使用して、トレンチ 1006 がエッチングされる。トレンチ 1006 は、形成される基板アイランドの最終厚さの約 50 乃至 60 % の深さまでエッチングされてもよい。例えば、約 50 μm の最終厚さを有する基板アイランドについては、トレンチ 1006 は約 30 μm の深さまでエッチングされてもよい。トレンチ 1006 は、約 1 乃至 2 μm の幅などの任意の適切な幅を有し

てもよい。

【0076】

細孔1006のエッチング後、ステップ(c)において、コンデンサ誘電体1008が堆積される。任意の適切な誘電材料がこの目的のために使用されてもよい。特に好適な材料は窒化ケイ素であり、例えば、LPCVDを用いて堆積されてもよい。しかしながら、酸化ケイ素、酸化アルミニウム又はこれら材料の組み合わせなどの他の誘電材料もまた使用されてもよく、他の堆積法、例えばALDもまた企図されてもよい。コンデンサ誘電体1008は任意の適切な厚さ、例えば、数十nm、例えば20nmに形成されてもよい。

【0077】

ステップ(d)では、コンデンサ誘電体1008でライニングされたトレンチ1006に導電性材料1010が充填され、トレンチコンデンサの第2の極板を形成する。一実施形態では、トレンチ1006はin-situドーパシリコンの層を堆積することによって充填されてもよいが、他の導電性材料もまた使用されてもよい。ステップ(e)において、例えば適切なエッチングレシビを用いて導電性材料1010をパターニングした後、ステップ(f)において、パターニングされた導電性材料1010の上に更なる誘電層1012が形成され、導電性材料1010を後のメタライゼーションステップから電氣的に絶縁する。トレンチコンデンサの製造は、ステップ(g)における、電極窓1014、1016のエッチングと、ステップ(h)において、アルミニウム相互接続層などの金属相互接続層を堆積及びパターニングし、トレンチコンデンサの第1の極板及び第2の極板それぞれに対し金属コンタクト1020及び1022を形成することと、によって完了される。このような完成ステップは本質的に既知のため、単に簡略化のため更に詳細には説明されない。

【0078】

当業者には明らかなように、基板1000には、次いで、例えばトランスデューサ要素のアレイを基板1000上に形成するために、更なる加工ステップが施されてもよい。本質的に既知であるように、例えば、不動態化層又は層スタックがトレンチコンデンサ上に形成されてもよく、その後、超音波トランスデューサ要素、例えばCMUT要素のアレイが不動態化層(スタック)上に形成されてもよい。他の更なる加工ステップ、例えばこのような基板上に他の要素を形成することについては当業者には明らかであろう。更に、各基板アイランドが複数のこのようなトレンチコンデンサを含んでもよいことは理解されるべきである。

【0079】

図11を参照すると、本発明の一実施形態によるアレイトランスデューサプローブを備える超音波診断イメージングシステムの例示的な実施形態がブロック図形態で示されている。図11では、超音波トランスデューサチップ100(図11には図示せず)上のCMUTトランスデューサアレイ110が、超音波を送信するため、及びエコー情報を受信するために、超音波プローブ10内に提供される。トランスデューサアレイ110は、別法として、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT)又はポリフッ化ビニリデン(PVDF)などの材料で形成された圧電トランスデューサ要素を含んでもよい。トランスデューサアレイ110は、2次元面又は3Dイメージングでは3次元をスキャンすることが可能な、トランスデューサ要素の1次元又は2次元アレイであってもよい。

【0080】

トランスデューサアレイ110は、CMUTアレイセル又は圧電要素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部12に結合されている。マイクロビーム形成部は、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)に記載されているように、トランスデューサ要素のグループ又は「パッチ」により受信された信号の少なくとも一部をビーム形成することが可能である。

【0081】

マイクロビーム形成部12は、プローブケーブル、例えば同軸ワイヤ410によって、

送信／受信（Ｔ／Ｒ）スイッチ１６に結合されている。送信／受信（Ｔ／Ｒ）スイッチ１６は、送信と受信との間で切り換え、マイクロビーム形成部が存在しない又は使用されない場合、及びトランスデューサアレイ１１０が主要システムビーム形成部２０によって直接動作される場合に、高エネルギー送信信号から主要ビーム形成部２０を保護する。マイクロビーム形成部１２の制御下でのトランスデューサアレイ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部に結合されているトランスデューサコントローラ１８と、ユーザの、ユーザインターフェース又はコントロールパネル３８の操作による入力を受け取る主要システムビーム形成部２０と、によって指示される。トランスデ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、ビームが方向制御され、集束される方向である。ビームは、トランスデューサアレイ１１０から（トランスデューサアレイ１１０に直交して）前方に真直に、又はより広い視野のために様々な角度で方向制御されてもよい。トランスデューサコントローラ１８は、ＣＭＵＴアレイの直流バイアス制御部４５を制御するために結合されてもよい。例えば、直流バイアス制御部４５は、ＣＭＵＴアレイ１１０のＣＭＵＴセル１５０に印加される直流バイアス（単数及び複数）を設定する。

【００８２】

マイクロビーム形成部１２によって生成された、部分的にビーム形成された信号は主要ビーム形成部２０に送られ、そこで、トランスデューサ要素の個々のパッチからの部分的にビーム形成された信号が完全にビーム形成された信号へと組み合わされる。例えば、主要ビーム形成部２０は、１２８チャンネルを有してもよく、そのそれぞれが、部分的にビーム形成された信号を、数ダース若しくは数百のＣＭＵＴトランスデューサセル１１２（図１乃至図３を参照）又は圧電要素のパッチから受信する。このようにして、トランスデューサアレイ１１０の数千のトランスデューサ要素によって受信された信号は、１つのビーム形成された信号に効率的に寄与し得る。

【００８３】

ビーム形成された信号は、信号プロセッサ２２に結合される。信号プロセッサ２２は、受信したエコー信号を、帯域フィルタリング、デシメーション、Ｉ成分とＱ成分の分離、及び高調波信号の分離（組織及び微小泡から戻った非線形（基本周波数の高調波）エコー信号の同定を可能にするために線形信号と非線形信号とを分離するように機能する）などの種々の手法で処理することができる。

【００８４】

信号プロセッサ２２は、任意選択的に、スペckル低減、信号合成（signal compounding）及びノイズ除去などの付加的な信号強調を実施してもよい。信号プロセッサ２２の帯域フィルタは、トラッキングフィルタであってもよく、その通過帯域は、エコー信号が受信される深さが増加するにつれて高周波数帯域から低周波数帯域にスライドし、これにより、より大きな深さからの高周波数のノイズを排除する（これら周波数には解剖学的情報がない）。

【００８５】

処理された信号は、Ｂモードプロセッサ２６に、及び任意選択的に、ドブラプロセッサ２８に結合される。Ｂモードプロセッサ２６は、体内の臓器及び脈管の組織などの体内構造を画像化するために、受信された超音波信号の振幅の検出を用いる。体の構造のＢモード像は、ハーモニック像モード若しくは基本波像モードの何れか、又は例えば、米国特許第６，２８３，９１９号（Roundhillら）及び米国特許第６，４５８，０８３号（Jagoら）に記載されているように、両者の組み合わせにおいて形成されてもよい。

【００８６】

ドブラプロセッサ２８がある場合、像視野内の血球の流れなどの物質の動きを検出するために、組織の運動及び血流とは一時的に異なる信号を処理する。ドブラプロセッサは、通常、選択した種類の体内物質から戻るエコーを通過させる及び／又は排除するように設定され得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、より高速の物質からの比較的低い振幅の信号を通過させる一方で、より低い又はゼロ速度

10

20

30

40

50

の物質からの比較的強い信号を排除する通過帯域特性を有するように設定され得る。

【 0 0 8 7 】

この通過帯域特性では、流れる血液からの信号を通過させる一方で、心臓の壁などの、近傍の静止した又は動きの遅い可動物体からの信号を排除する。組織の動きを検出し、示す組織ドブライメージングと呼ばれるものにおいては、逆の特性により、心臓の可動組織からの信号を通過させる一方で、血流の信号を排除する。ドブラプロセッサは、像視野内の異なる箇所からの一連の一時的に分離したエコー信号を受信し、処理する。特定の箇所からの一連のエコーはアンサンプルと呼ばれる。ドブラ周波数が血流速度を示す速度に一致する、血流のドブラ偏移周波数を推定するためには、比較的短時間間隔にわたって次々に受信されたエコーのアンサンプルが使用され得る。より遅い血流又は遅く動く組織の速度を推定するためには、より長い期間にわたって受信されたエコーのアンサンプルが使用される。

10

【 0 0 8 8 】

Bモード（及びドブラ）プロセッサ（単数及び複数）によって生成される構造信号及び運動信号は、スキャンコンバータ32と多断面再構成部44とに結合される。スキャンコンバータ32は、エコー信号をそれらが受信された空間的關係に、所望の画像フォーマットで配置する。例えば、スキャンコンバータは、エコー信号を、2次元（2D）の扇形のフォーマット又は角錐形の3次元（3D）画像へと配置してもよい。

【 0 0 8 9 】

スキャンコンバータは、像視野内のある箇所の動きに合致する色を有するBモードの構造画像と、それらのドブラ推定速度とを重ね、像視野内の組織及び血流の動きを示すカラードブラ画像を生成することができる。例えば、米国特許第6,443,896号（Detmer）に記載されているように、多断面再構成部44は、体の容積部の共通面内のある箇所から受信したエコーを、その面の超音波像へと変換する。米国特許第6,530,885号（Entrekinら）に記載されているように、容積レンダリング部42が、3Dデータセットのエコー信号を、所与の基準点から見て、投影3D画像に変換する。

20

【 0 0 9 0 】

2D又は3D画像は、更なる強調、バッファリング、及び画像ディスプレイ40上に表示するための一時記憶のために、スキャンコンバータ32、多断面再構成部44及び容積レンダリング部42から画像プロセッサ30に結合される。画像化のために使用されることに加え、ドブラプロセッサ28によって生成される血流値及びBモードプロセッサ26によって生成される組織構造情報は、定量化プロセッサ34に結合される。定量化プロセッサは、容積血流量などの異なる流れ条件の測定値並びに臓器の大きさ及び在胎期間などの構造測定値を生成する。定量化プロセッサは、ユーザコントロールパネル38から、測定が行われことになる画像の解剖学的構造の箇所などの入力を受け取ってもよい。

30

【 0 0 9 1 】

定量化プロセッサからの出力データは、測定によるグラフィック及び値を、ディスプレイ40上の画像によって再現するためのグラフィックプロセッサ36に結合される。グラフィックプロセッサ36は、また、超音波画像で表示するために、グラフィックの重なりを生じさせることができる。これらグラフィックの重なりには、患者の名前、画像の日付及び時間、画像化パラメータ等などの標準的な識別情報を含み得る。これら目的のため、グラフィックプロセッサは、ユーザインターフェース38から、患者の名前などの入力を受け取る。

40

【 0 0 9 2 】

ユーザインターフェースは、また、トランスデューサアレイ110からの超音波信号の生成、故に、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ための送信コントローラ18に結合される。ユーザインターフェースは、また、MPR画像の像視野において定量化測定を実施するために使用されてもよい複数の多断面再構成（MPR：multiplanar reformatted）画像の面を選択及び制御するための多断面再構成部44に結合される。

50

【 0 0 9 3 】

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的な例を提供することを意図する。当業者であれば、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は、本発明の教示から逸脱することなく実現可能であることを即座に認識するであろう。例えば、また、上記実施形態において示されるように、マイクロビーム形成部 1 2 及び / 又はドプラプロセッサ 2 8 は省略されてもよく、超音波プローブ 1 0 は 3 D イメージング性能等を有しなくてもよい。他の変形形態は当業者には明らかであろう。

【 0 0 9 4 】

上述の実施形態は、本発明を制限するよりもむしろ説明するものであり、当業者であれば多くの代替的な実施形態を添付の特許請求の範囲の範囲から逸脱することなく設計できるであろうことに留意されたい。特許請求の範囲において、括弧間に配置される任意の参照符号はクレームを限定するものと解釈されるべきではない。「含む (comprising)」という語は、クレームに列挙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「a」又は「an」という語は、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によって実施され得る。幾つかの手段を列挙するデバイスクレームにおいて、これら手段の幾つかは同一のハードウェア物品によって具現化され得る。特定の施策が相互に異なる従属請求項で列挙されるといふ単なる事実、これら施策の組み合わせが効果的に使用され得ないことを示すものではない。

10

【 図 1 】

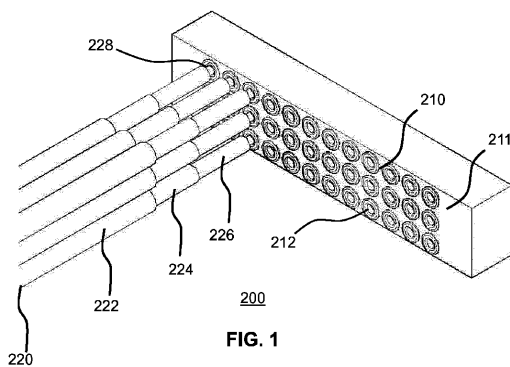


FIG. 1

【 図 3 】

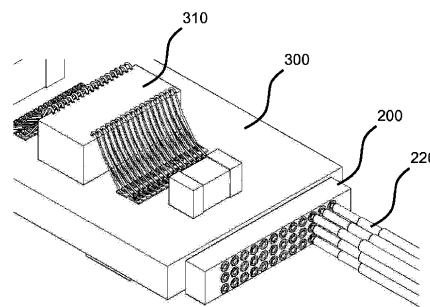


FIG. 3

【 図 2 】

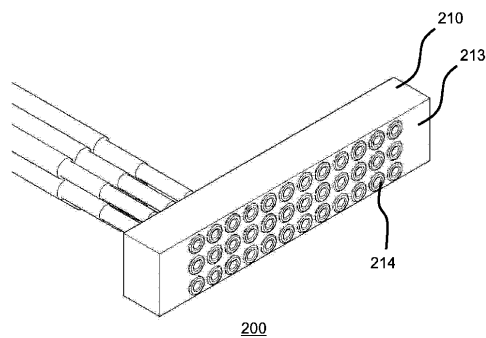


FIG. 2

【 図 4 】

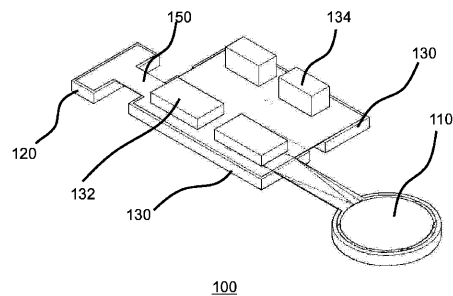


FIG. 4

【図 5】

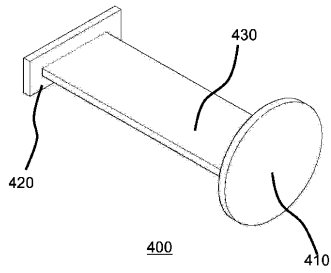


FIG. 5

【図 6】

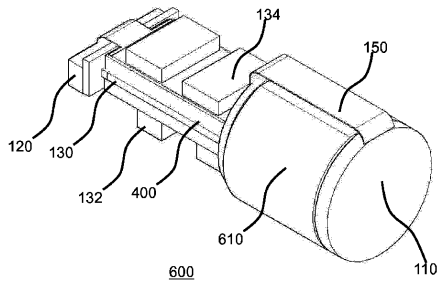


FIG. 6

【図 7】

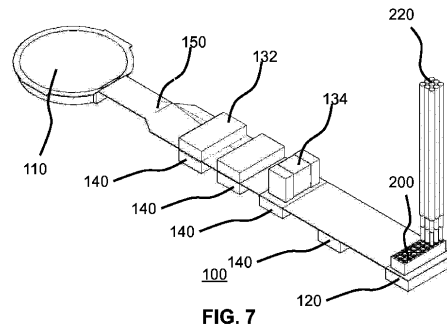


FIG. 7

【図 8】

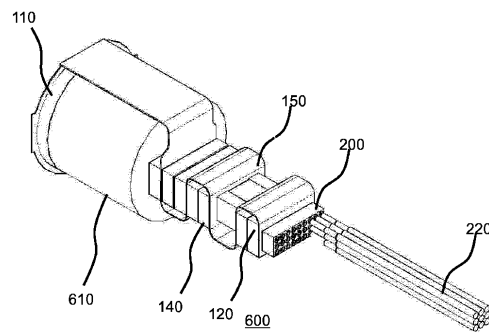


FIG. 8

【図 9 - 1】

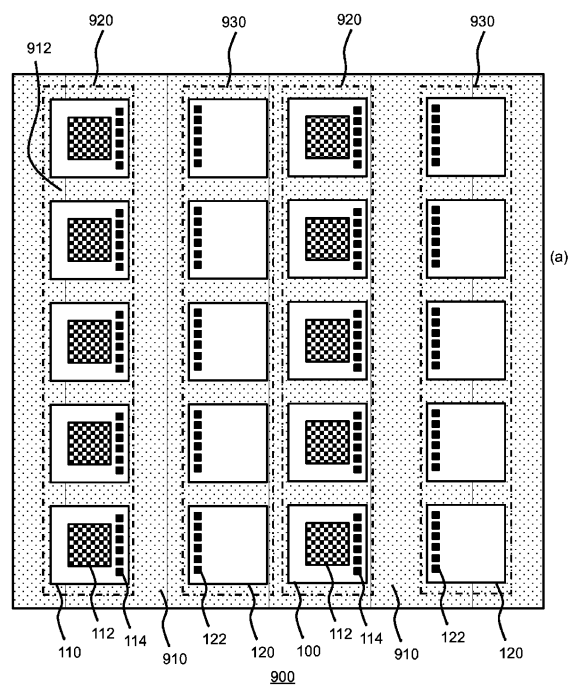


FIG. 9

【図 9 - 2】

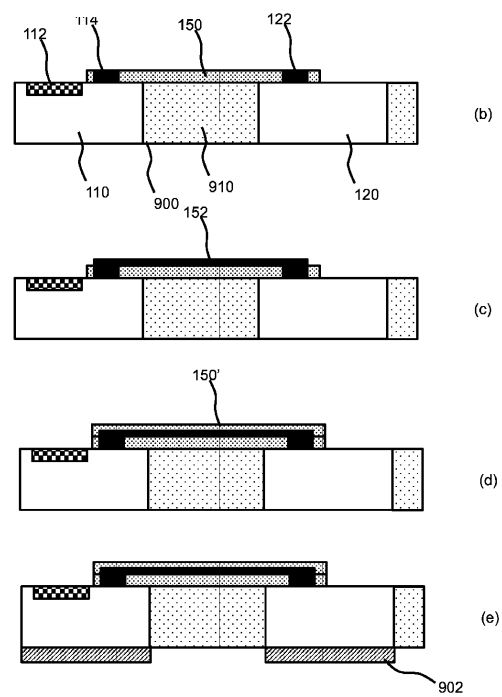


FIG. 9 (continued)

【図 9 - 3】

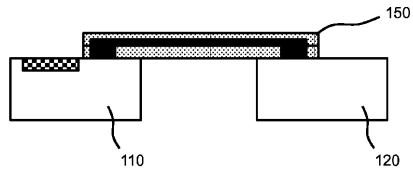


FIG. 9 (continued)

【図 10 - 1】

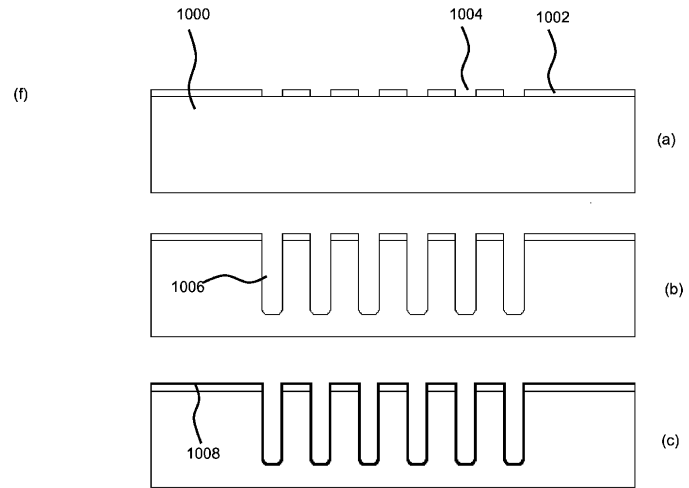


FIG. 10

【図 10 - 2】

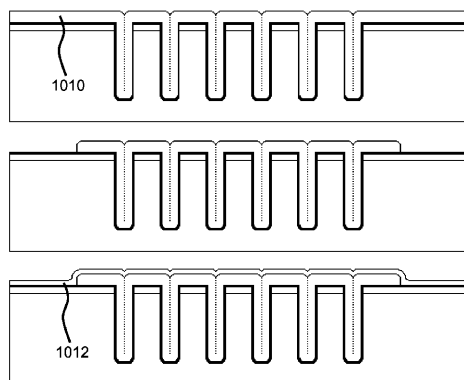


FIG. 10 (continued)

【図 10 - 3】

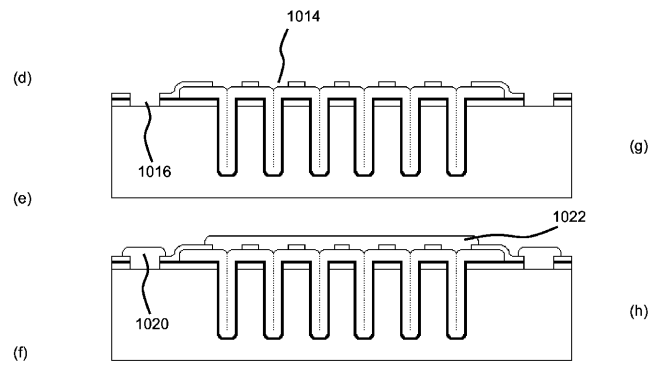


FIG. 10 (continued)

【図 11】

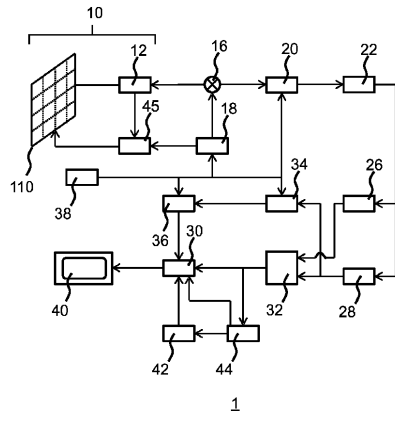


FIG. 11

フロントページの続き

- (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 アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ウィーカンブ ヨハネス ヴィルヘルムス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 デッカー ロナルド
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ノッテン マルク ホットフリートス マリエ
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5
- (72)発明者 ファン レンズ アントニア コルネリア ジャネット
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特表2014-503239(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0148703(US,A1)
特表2011-505206(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0280388(US,A1)
特開平10-192281(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0054289(US,A1)
特開2005-334306(JP,A)
特開2008-153403(JP,A)
特開2001-178724(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B	8 / 0 0	-	8 / 1 5
H 0 4 R	1 / 0 0	-	3 1 / 0 0