

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6495322号
(P6495322)

(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 I
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14
H 0 4 R 19/00 (2006.01)	H 0 4 R 19/00 3 3 0

請求項の数 13 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-559408 (P2016-559408)
 (86) (22) 出願日 平成27年3月31日 (2015.3.31)
 (65) 公表番号 特表2017-514556 (P2017-514556A)
 (43) 公表日 平成29年6月8日 (2017.6.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/057030
 (87) 国際公開番号 W02015/150385
 (87) 国際公開日 平成27年10月8日 (2015.10.8)
 審査請求日 平成30年3月29日 (2018.3.29)
 (31) 優先権主張番号 14162615.0
 (32) 優先日 平成26年3月31日 (2014.3.31)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(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 アーエー 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
 (74) 代理人 110001690
 特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ICダイ、超音波プローブ、超音波診断システム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ICダイの少なくとも1つの縁部によって画定された主面を有する当該ICダイであって、前記主面が、超音波検知領域を備え、キャビティ内に前記ICダイを懸架するための複数の導電性コンタクトプレートを担持する、当該ICダイと、

前記ICダイを備える前記キャビティを画定する少なくとも1つの更なる縁部を有する本体であって、前記少なくとも1つの更なる縁部が、複数の第1の更なる導電性接触面部分を備える当該本体と、

を含む、先端を備える超音波プローブであって、

各導電性コンタクトプレートが、前記本体の前記更なる縁部にある前記更なる導電性接触面部分と対合するため前記少なくとも1つの縁部によって画定された露出された接触面部分を含むように、前記複数の導電性コンタクトプレートは、前記少なくとも1つの縁部を越えて前記ICダイの前記主面から延び、前記少なくとも1つの更なる縁部が、前記ICダイを受けるための前記キャビティを画定し、

各第1の更なる導電性接触面が、前記導電性コンタクトプレートの1つの接触面部分に導電結合される、

超音波プローブ。

【請求項 2】

前記超音波検知領域は、複数の微細加工された静電容量型トランSDューサ (CMUT) 要素によって画定される、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

10

20

【請求項 3】

前記主面は、複数のボンドパッドを備え、前記各導電性コンタクトプレートが前記ボンドパッドの 1 つから延びる、請求項 1 又は 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記導電性コンタクトプレートは、金属又は金属合金から形成される、請求項 1 乃至 3 の何れか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

前記金属又は前記金属合金は、反磁性である、請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記導電性コンタクトプレートは、少なくとも 20 ミクロンの厚さを有する、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記各第 1 の更なる導電性接触面が、導電性はんだ又は導電性接着剤によって前記導電性コンタクトプレートの 1 つの接触面部分に導電結合される、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記本体がフレックスフォイル上に複数の導電性トラックを含む当該フレックスフォイルを備え、各導電性トラックが、前記第 1 の更なる接触面の 1 つを含む、請求項 1 又は 7 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記先端は、信号処理回路構成入りに導電結合された複数の回路基板コンタクトを担持するプリント回路基板上に当該信号処理回路構成を更に収容し、前記フレックスフォイルは、前記 IC ダイを収容する環状区域と、前記環状区域から延びる弧状区域とを備え、前記弧状区域は、対向する縁部の対を備え、各縁部が、複数の第 2 の更なる導電性接触面を備え、各第 2 の更なる導電性接触面が、前記導電性トラックの 1 つの一部を形成し、前記各第 2 の更なる導電性接触面が、前記回路基板コンタクトの 1 つに導電結合される、請求項 8 に記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

請求項 7 乃至 9 の何れか一項に記載の超音波プローブを備える、超音波診断システム。

【請求項 11】

IC ダイにコンタクトを提供する方法であって、当該方法は、

複数の IC ダイを備えるウェハを提供するステップであって、各 IC ダイが、複数の導電性コンタクトを担持する主面を備え、前記 IC ダイが、犠牲領域によって互いから空間的に分離される、ステップと、

それぞれの前記主面のキャビティ内に前記 IC ダイを懸架するための導電性コンタクトプレートを形成するステップであって、前記導電性コンタクトプレートのそれぞれが、前記導電性コンタクトの 1 つから前記犠牲領域の 1 つに延在する、ステップと、

前記各 IC ダイの前記主面が前記 IC ダイの少なくとも 1 つの縁部によって画定されるように、前記犠牲領域を除去することによって前記 IC ダイをシンギュレーションするステップと、

前記キャビティを画定する少なくとも 1 つの更なる縁部を有する本体であって、前記少なくとも 1 つの更なる縁部が、複数の第 1 の更なる導電性接触面部分を備える当該本体を形成するステップと、

前記本体を前記 IC ダイと対合させるステップと、
を含み、

各導電性コンタクトプレートが、前記本体の前記少なくとも 1 つの更なる縁部にある前記更なる導電性接触面部分と対合するため前記少なくとも 1 つの縁部によって画定された露出された接触面部分を含むように、前記導電性コンタクトプレートが、前記主面から前記少なくとも 1 つの縁部を越えて延在し、前記少なくとも 1 つの更なる縁部が、前記 IC ダイを受けるための前記キャビティを画定し、

10

20

30

40

50

各第 1 の更なる導電性接触面が、前記導電性コンタクトプレートの 1 つの接触面部分に導電結合される、方法。

【請求項 1 2】

前記導電性コンタクトプレートを前記それぞれの主面上に形成するステップは、前記それぞれの主面上に導電性材料をめっきすることによって、少なくとも 20 ミクロンの厚さに導電性コンタクトプレートを形成するステップを含む、請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記それぞれの主面に複数のトレンチを形成するステップを更に含み、各トレンチは、前記導電性コンタクトの 1 つから前記犠牲領域の 1 つに延在し、前記導電性コンタクトプレートを前記それぞれの主面上に形成するステップは、前記トレンチに導電性材料を充填するステップを含む、請求項 1 1 又は 1 2 に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波検知領域を備える IC ダイ等、複数のコンタクトを担持する集積回路 (IC: integrated circuit) ダイに関する。

【0002】

本発明は、更に、そのような IC ダイを備える先端を含む超音波プローブに関する。

【0003】

本発明は、更に、そのような超音波プローブを含む超音波診断システムに関する。

20

【0004】

本発明は、更に、そのような IC ダイにコンタクトを提供する方法に関する。

【背景技術】

【0005】

IC は、様々な適用領域で使用されている。IC は、典型的には、プリント回路基板等の何らかのキャリアに取り付けられ得るダイ又はチップの形態で提供され、ここで、IC ダイとキャリアとの間の電気接続は、任意の適切な態様で、例えばボンドワイヤ及びボールグリッドアレイ等を使用して提供され得る。多くの適用領域において、電気接続の性質は特に重要でない。なぜなら、通常、IC ダイはパッケージングされて外界から保護され、IC ダイ、キャリア、及びそれらの間の電気接続の寸法が大きい設計自由度を示すからである。

30

【0006】

IC ダイはますます多機能になっており、例えば、多様な異なるデバイスで利用され得る検知機能を備えることがある。一例が米国特許出願公開第 2012/0092127 A1 号に提供されており、ここでは、センサ機能を含む IC ダイが、手書き及び指紋認識を提供するために携帯電話に含まれる。IC ダイは、携帯電話に埋め込まれる。この従来技術の引用文献における一実施形態では、限定はしないが ASIC を含む 1 つ又は複数の IC を直接取り付けのためのプラットフォームとして、複合型センサデバイスの可撓性の上側基板が提供される。検知ワイヤ及び引き回しリード線を含む可撓性の上側基板が下側基板の縁部の周りに巻き付けられ得、巻き付けられた縁部が 1 つ又は複数の IC を担持し、従って、IC は下側基板と上側基板との間に位置され、それにより、携帯電話の縁部に延びるデバイス及びガラスカバープレートでの最小の縁部輪郭を容易に実現する。

40

【0007】

しかし、特定の適用領域では、IC ダイとそのキャリアとの間の電気接続の特定の性質がより重要である。例えば、超音波検知機能を含む IC ダイが、超音波カテーテル等の超音波プローブの検知先端として使用されることが増えており、その際、IC ダイと超音波プローブの本体との間の電気相互接続は、比較的露出され、従って損傷をより受けやすい。

【0008】

超音波検知機能を含む IC ダイの非限定的な例は、微細加工された静電容量型超音波ト

50

ランスデューサ（CMUT：capacitive micro-machined ultrasonic transducer）デバイスである。CMUTデバイスはますます一般的となっている。なぜなら、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し得るからであり、この特性が、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なっている。CMUT膜の振動は、（例えば超音波を使用して）圧力を印加することによってトリガされるか、又は電氣的に誘導され得る。しばしば特定用途向け集積回路（ASIC：application specific integrated circuit）等の集積回路（IC）によるCMUTデバイスへの電気接続が、デバイスの送信モードと受信モードとの両方を容易に実現する。受信モードでは、膜位置の変化が電気容量の変化をもたらし、これは電子的に記録され得る。送信モードでは、電気信号の印加が膜の振動を引き起こす。

10

【0009】

CMUTデバイスは、一般に、バイアス電圧が印加された状態で動作する。CMUTは、いわゆる崩壊モードで動作され得、このモードでは、膜を制約し、基板に対して膜の一部を制限するために、印加されるバイアス電圧が崩壊電圧を超えるように増加される。CMUTデバイスの動作周波数は、膜の材料及び物理的特性、例えば剛性、並びにキャピティのサイズによって特徴付けられる。バイアス電圧及びCMUTデバイスの適用も動作モードに影響を及ぼす。圧力は、膜の偏向を引き起こし、これが、容量の変化として電子的に検知される。次いで、圧力読取値が導出され得る。

【0010】

ICダイと超音波プローブの本体との電気相互接続は、ボンドワイヤを使用して提供され得るが、ボンドワイヤは、比較的壊れ易く、ICダイの検知領域へのレンズ材料（時として音響窓と呼ばれる）の均質な塗布を妨げるか、又は更にはできなくすることがある。なぜなら、この塗布プロセス中、ボンドワイヤが損壊されないことに注意が払われなければならないからである。更に、このレンズ材料の高さは、典型的にはボンドワイヤの所要の最小ピッチによって定められる。ボンドワイヤは典型的にはICダイの外縁部の周りで湾曲するため、これは、プローブの感度を損なうことがあり、プローブ先端の断面の全体的な寸法を増加させ得る。これは、コンパクトな超音波プローブ（例えばカテーテル）が必須である環境（例えば心臓検査）で使用するためのそのようなコンパクトなプローブの形成を妨げることがある。

20

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

本発明は、超音波プローブのキャピティ等の受取体積内でのICダイの集積を容易にするロバストなコンタクトを有する、ICデバイスを提供しようとするものである。

【0012】

本発明は、更に、そのようなICダイを含む超音波プローブを提供しようとするものである。

【0013】

本発明は、更に、ICダイにロバストなコンタクトを提供する方法を提供しようとするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0014】

一態様によれば、ICダイの少なくとも1つの縁部によって画定された主面を有する当該ICダイであって、前記主面が、キャピティ内に前記ICダイを懸架するための複数の導電性コンタクトプレートを担持し、各導電性コンタクトプレートが、本体の少なくとも1つの更なる縁部にある更なる導電性接触面部分と対合するため前記少なくとも1つの縁部によって画定された露出された接触面部分を含むように、前記複数の導電性コンタクトプレートは、前記少なくとも1つの縁部を越えて前記主面から延び、前記少なくとも1つの更なる縁部が、前記ICダイを受けるための前記キャピティを画定する、ICダイが提供される。

50

【 0 0 1 5 】

ＩＣダイの境界又は縁部を越えて延びるコンタクトプレートを提供することにより、コンタクトプレートの底部、即ち少なくとも１つの縁部によって画定された接触面部分と、ＩＣダイを取り囲むように意図された受取表面、例えばＩＣダイを受けるためのキャビティを画定する本体の少なくとも１つの更なる縁部とによってロバストなコンタクトが実現され得る。これは、ＩＣダイと受取表面との間の電氣的接触を確立する単純な態様を提供するだけでなく、更に、ＩＣダイの主面から出るコンタクトが実質的に平坦であることを保証し、それにより、必要な場合に主面上へのレンズ材料の均質な堆積を容易にする。

【 0 0 1 6 】

これは、主面が超音波検知領域を更に備える場合に特に重要である。なぜなら、そのような実施形態では、低減された厚さで形成され得るレンズ材料の均質性が向上し、それにより、ＩＣダイの感度が改良されることから、超音波検知領域の画像形成機能が向上し得るからである。

10

【 0 0 1 7 】

一実施形態では、超音波検知領域は、複数の微細加工された静電容量型トランスデューサ（ＣＭＵＴ）要素によって画定される。これは、均質なレンズ材料が比較的小さい厚さに容易に形成され得るため、特に高感度の超音波検知領域を容易に実現するという利点を有する。

【 0 0 1 8 】

主面は、複数のボンドパッドを備えることができ、各導電性コンタクトプレートが前記ボンドパッドの１つから延びる。例えば、導電性コンタクトプレートは、ボンドパッド上にめっきされ得る。代替として、導電性コンタクトプレートは、例えばめっきによって、ボンドパッドから延在するトレンチ内に形成され得、これは、ＩＣダイの主面が面一であり得る、即ちコンタクトプレートが主面の上に形成されるのではなく主面内に位置するという利点を有する。

20

【 0 0 1 9 】

導電性コンタクトプレートは、金属又は金属合金から形成され得る。幾つかの実施形態では、金属又は金属合金は、磁気共鳴撮像デバイス等の磁性デバイス内でのＩＣダイの使用を容易にするために、反磁性であり得る。例えば、反磁性金属は、銅、又はニッケル、又は任意の他の適切な反磁性金属であり得る。

30

【 0 0 2 0 】

コンタクトプレートは、好ましくは、少なくとも２０ミクロン、少なくとも５０ミクロン、又は更には少なくとも１００ミクロンの厚さを有して、コンタクトプレートのロバスト性を実質的に高め、それにより、ＩＣダイのその受取体への取付中又はＩＣダイの使用中に導電性コンタクトプレートが損壊されるのを更に防止する。

【 0 0 2 1 】

一実施形態では、ＩＣダイは、単一の連続的な縁部を備える。例えば、ＩＣダイは円形ダイであり得る。

【 0 0 2 2 】

更なる態様によれば、上の実施形態の１つによる超音波検知領域を含むＩＣダイを含む先端と、ＩＣダイを備えるキャビティを画定する少なくとも１つの更なる縁部を有する本体とを備える超音波プローブであって、前記少なくとも１つの更なる縁部が、複数の第１の更なる導電性接触面を備え、各第１の更なる導電性接触面が、前記コンタクトプレートの１つの接触面部分に導電結合される、超音波プローブが提供される。導電性コンタクトプレートと１つ又は複数の本体縁部との間の接触面にＩＣダイと先端本体とのコンタクトを提供することによって、特にコンパクトであり且つロバストなコンタクトの組が提供され、これは、ＩＣダイの超音波検知領域にわたって比較的厚い保護層を不要にし、それにより、前方視超音波カテーテル等、超音波プローブのロバスト性及び感度を改良する。

40

【 0 0 2 3 】

各第１の更なる導電性接触面が、導電性はんだ又は導電性接着剤によって前記コンタク

50

トプレートとの１つの接触面部分に導電結合され得る。

【００２４】

一実施形態では、前記本体がフレックスフォイルを備え、フレックスフォイル上に複数の導電性トラックを含み、各導電性トラックが、前記第１の更なる接触面の１つを含む。これは、特に小さいフォームファクタを有する超音波プローブが提供され得るという利点を有し、これは、心臓等、患者の身体の厄介な領域でのそのようなプローブの使用を容易にする。これは、特に、ＩＣダイが単一の連続的な縁部を有する場合、例えば円形ダイである場合に当てはまる。

【００２５】

先端は、信号処理回路構成入力に導電結合された複数の回路基板コンタクトを担持するプリント回路基板上に信号処理回路構成を更に収容し；フレックスフォイルは、ＩＣダイを収容する環状区域と、環状区域から延びる弧状区域とを備え、前記弧状区域は、対向する縁部の対を備え、各縁部が、複数の第２の更なる導電性接触面を備え、各第２の更なる導電性接触面が、前記導電性トラックの１つの一部を形成し；及び各第２の更なる導電性接触面が、前記回路基板コンタクトの１つに導電結合される。この構成は、特にコンパクトな先端の形成を容易にする。

10

【００２６】

先端は、樹脂内にカプセル化され得、外界への露出から信号処理回路構成を保護する。

【００２７】

別の態様によれば、本発明の一実施形態による超音波プローブを備える超音波診断システムが提供される。

20

【００２８】

更に別の態様によれば、ＩＣダイにコンタクトを提供する方法であって、当該方法は、複数のＩＣダイを備えるウェハを提供するステップであって、各ダイが、複数の導電性コンタクトを担持する主面を備え、ダイが、犠牲領域によって互いから空間的に分離される、ステップと；それぞれの主面に導電性コンタクトプレートを形成するステップであって、前記導電性コンタクトプレートのそれぞれが、前記導電性コンタクトの１つから前記犠牲領域の１つに延在する、ステップと；各ＩＣダイの主面がＩＣダイの少なくとも１つの縁部によって画定されるように、前記犠牲領域を除去することによってＩＣダイをシングュレーションするステップとを含み、各導電性コンタクトプレートが、本体の少なくとも１つの更なる縁部にある更なる導電性接触面部分と対合するため前記少なくとも１つの縁部によって画定された露出された接触面部分を含むように、前記導電性コンタクトプレートが、前記主面から前記少なくとも１つの縁部を越えて延在し、前記少なくとも１つの更なる縁部が、前記ＩＣダイを受けるための前記キャビティを画定する、方法が提供される。これは、前に説明したように受取キャビティ内にＩＣダイが配置されるべき用途において使用され得る複数のＩＣダイを提供する。

30

【００２９】

導電性コンタクトプレートを前記それぞれの主面上に形成するステップは、特にロバストなコンタクトプレートの組を得るためにそれぞれの主面上に導電性材料をめっきすることによって、少なくとも２０ミクロンの厚さに導電性コンタクトプレートを形成するステップを含むことがある。

40

【００３０】

一実施形態では、この方法は、前記それぞれの主面に複数のトレンチを形成するステップを更に含み、各トレンチは、前記導電性コンタクトの１つから前記犠牲領域の１つに延在し、導電性コンタクトプレートを前記それぞれの主面上に形成するステップは、前記トレンチに導電性材料を充填するステップを含む。これは、実質的に面一の主面を有するＩＣダイが生成され得るという利点を有する。

【００３１】

本発明の実施形態を、添付図面を参照して非限定的な例によってより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明の一実施形態による IC ダイのコンタクトを形成する方法を概略的に示す。

【図 2】図 1 の方法に従って製造される IC ダイの非限定的な例の断面図を概略的に示す。

【図 3】図 1 の方法のステップに対する変形形態を概略的に示す。

【図 4】本発明の別の実施形態による IC ダイのコンタクトを形成する方法を概略的に示す。

【図 5】図 4 の方法に従って製造される IC ダイの非限定的な例の断面図を概略的に示す。

【図 6】本発明の一実施形態による超音波プローブの本体の一態様の上面図を概略的に示す。

【図 7】本発明の一実施形態による超音波プローブの先端の一態様の断面図を概略的に示す。

【図 8】本発明の一実施形態による超音波プローブの先端を形成するための方法を概略的に示す。

【図 9】本発明の一実施形態による超音波プローブの一態様の斜視図を概略的に示す。

【図 10】本発明の一実施形態による超音波プローブを含む超音波診断システムの非限定的な例を概略的に示す。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 3 】

図面は概略に過ぎず、正しい縮尺で描かれていないことを理解されたい。また、図面を通して、同一又は同様の部分を示すために同じ参照番号が使用されることも理解されたい。

【 0 0 3 4 】

図 1 は、本発明の一実施形態による IC ダイのコンタクトを形成する方法を概略的に示す。典型的には、コンタクトは、IC ダイ 100 がウェハ 1 の一部を形成するとき形成され、ここで、IC ダイ 100 は、ウェハ 1 の犠牲部分 2 によって分離されている。ステップ (a) で、そのようなウェハ 1 が提供される。ウェハ 1 は、任意の適切な材料又は材料の組合せから形成され得、任意の適切な寸法、例えば 4 インチ、6 インチ、及び 8 インチの直径等を有し得る。また、ウェハ 1 上の IC ダイ 100 は、任意の適切な機能又は回路構成を含む任意の適切な IC ダイであり得る。理解されるように、IC ダイ 100 の性質又は実施形態は、本発明の少なくとも幾つかの態様に特には重要でない。なぜなら、以下により詳細に説明するように、これらの態様は、IC ダイ 100 の形状に合致する受取体の凹部又はキャピティ内に IC ダイ 100 が取り付けられ得るように、任意の適切な形状を有する任意のタイプの IC ダイ 100 にコンタクトを提供することに単に関係するからである。

【 0 0 3 5 】

幾つかの実施形態では、IC ダイ 100 の主面は、中央検知領域 110、例えば超音波トランスデューサのアレイ (CMUT セル又は圧電超音波トランスデューサのアレイ等) を備え得る。そのような検知アレイの製造は、それ自体良く知られており、簡潔にするために、更に詳細には説明しない。任意の適切な態様で提供され得る任意の適切な中央検知領域 110 が使用され得ると言えば十分である。IC ダイ 100 は、任意の適切な形状、例えば円形状又は多角形状を有し得る。幾つかの実施形態では、例えば、以下により詳細に説明するように IC ダイ 100 が超音波プローブに集積されるべき場合、IC ダイ 100 は円形状を有し得る。

【 0 0 3 6 】

IC ダイ 100 は、典型的には、主面内又は主面上にある IC ダイ 100 の内部回路構成への電気コンタクトを提供するための複数のボンドパッド 120 又は他の外部コンタクトを備える。ボンドパッド 120 は、任意の適切な形状を有し得、例えば、超音波トラン

10

20

30

40

50

スデューサアレイ（例えばCMUTアレイ又は圧電超音波センサアレイ）等の検知領域110を取り囲む主面の周縁領域に位置され得る。ボンドパッド120は、任意の適切な導電性材料から形成され得る。例えば、CMOS製造プロセスの場合、ボンドパッド120は、シリサイド系ポリシリコン、銅、アルミニウム、銅/アルミニウム合金等から形成され得る。磁場内、例えばMRIデバイスの磁場内でICダイ100が使用されるべき場合には銅が使用され得る。これは、銅が、磁場と弱い相互作用しかしない反磁性金属であるからであり、従って、そのような磁場内での少量の銅又は別の適切な反磁性金属（例えばニッケル若しくはチタン）は、実質的に磁場に干渉しないか、又は磁場を乱さない。

【0037】

明瞭にするために、犠牲ウェハ部分2によって取り囲まれる単一のICダイ100を含むウェハ1の一部のみが示されている。ウェハ1が典型的にはシングュレーションされる複数のICダイを備えることを理解すべきである。

【0038】

ステップ(b)で、ウェハ1の主面(上面)は、後続のめっきステップ中にウェハ1の表面にわたって電流を拡散させるための導電性金属ベース層3を設けられる。銅、ニッケル、チタン、又はクロム等、任意の適切な金属又は金属合金がこの目的で使用され得る。幾つかの実施形態では、金属ベース層3は、銅、ニッケル、又はチタン等の反磁性金属である。金属ベース層3は、任意の適切な態様で、例えばスパッタリング及び/又は蒸着や、物理気相成長(PVD: physical vapour deposition)等によって形成され得る。形成されるべきコンタクトが、無電解めっき又は他の金属堆積ステップを使用して形成される場合には、金属ベース層3は省略され得る。しかし、形成されるべきコンタクトが比較的大きい厚さ、例えば数十ミクロン、即ち20ミクロン、50ミクロン、100ミクロン以上等を有する場合、電気めっきは金属層を形成するための特に迅速な技法であるため、電気めっきが特に有利である。

【0039】

次に、例えばスピンコーティングによって、ステップ(c)に示されるように、ウェハ1の露出された主面の上面にフォトレジスト層4が形成される。ポリイミド及びノボラック(Novolac)等、任意の適切なフォトレジスト材料が使用され得るが、他の適切なフォトレジスト材料も当業者には明らかである。

【0040】

その後、ステップ(d)で、トレンチ5を形成するためにレジスト層4がパターン形成され、トレンチ5は、ボンドパッド120上の領域を開き、ボンドパッド120からウェハ1の犠牲領域2内に延びる。金属ベース層3が存在する場合には、トレンチ5によって金属ベース層3が露出される。金属ベース層3が存在しない場合には、トレンチ5によって、ボンドパッド120、及びウェハ1の領域が露出される。トレンチ5は、任意の適切な態様で形成され得、例えば、フォトマスク(図示せず)を通るUV放射を使用してレジスト層4を現像し、現像された(又は現像されていない)フォトレジスト材料を例えば適切な溶剤を使用して除去してトレンチ5を形成することによって形成され得る。これはそれ自体良く知られているため、簡潔にするために、より詳細には説明しない。

【0041】

この点で、フォトレジスト層4の代わりにハードマスク層を使用し、後に、トレンチ5を形成するために、適切なエッチングレシビを使用してハードマスク層がパターン形成されるようにすることも同様に実現可能であることに留意されたい。この実施形態では、金属ベース層3は、例えばエッチングストップ層として使用され得る。ここでも、これはそれ自体良く知られているため、簡潔にするために、より詳細には説明しない。

【0042】

ステップ(e)で、ボンドパッド120からウェハ1の犠牲領域2内に延びるコンタクトプレート130を形成するために、トレンチ5に導電性材料、好ましくは金属が(一部)充填される。幾つかの実施形態では、金属は、上で既に説明した理由から、銅又はニッケル等の反磁性金属である。無電解めっき又は電気めっき等、任意の適切な堆積技法を使

10

20

30

40

50

用してトレンチ 5 に導電性材料が充填され得る。電気めっきは、比較的高速でコンタクトプレート 130 を形成するのに特に適している。これは、例えば、コンタクトプレート 130 が数十ミクロン、例えば 50 ミクロン又は 100 ミクロン以上の厚さに形成される場合に有利である。

【0043】

次に、ステップ (f) に示されるように、存在する場合には金属ベース層 3 を露出させるために、フォトリジスト層 4 がウェハ 1 からストリップされる。金属ベース層 3 が存在しない場合には、ウェハ 1 が露出される。フォトリジスト層 4 は、任意の適切な溶剤又は流体を使用してストリップされ得る。代替として、ハードマスクが代わりに使用される場合、ハードマスクは、この時点で、例えば金属ベース層 3 で終端する適切なエッチングレシビを使用して除去され得る。

10

【0044】

ステップ (g) は、金属ベース層 3 が存在する場合にのみ適用される任意選択的なステップである。このステップでは、犠牲領域 2 を含むウェハ 1 の主面を露出させるために、例えば適切なエッチングレシビを使用して金属ベース層 3 の露出部分が除去される。金属ベース層 3 はそれぞれのコンタクトプレート 130 間の短絡を形成するため、このステップが必要である。金属ベース層 3 が、コンタクトプレート 130 に対して選択的に除去され得る金属から形成される場合、例えば金属ベース層 3 とコンタクトプレート 130 とが異なる金属から形成される場合、金属ベース層 3 の露出部分は、マスクレスステップで、即ちコンタクトプレート 130 をハードマスクとして使用して除去され得る。代替として、例えば金属ベース層 3 とコンタクトプレート 130 とが同様又は同一の金属から形成される場合、コンタクトプレート 130 によって占有される領域外の金属ベース層 3 を選択的に除去するためにリソグラフィマスクが塗布され得る。

20

【0045】

最後に、ステップ (h) に示されるように、ICダイ 100 が個別化される。このために、ウェハ 1 の犠牲部分 2 が、例えば裏面エッチングステップによって選択的に除去される。裏面エッチングステップは、円形 ICダイを形成するときに一般に適用される。なぜなら、典型的には、そのようなダイ形状はウェハダイシングによって得ることができないからである。そのようなウェハ裏面エッチングプロセスは、それ自体良く知られているため、簡潔にするために、更に詳細には説明しない。得られる ICダイ 100 は、複数のコンタクトプレート 130 を備え、これらのコンタクトプレート 130 は、縁部 102 (又は多角形 ICダイの場合には複数の縁部) を越えてボンドパッド 120 から延在する。

30

【0046】

ステップ (h) での A - A' 線に沿った ICダイ 100 の非限定的な例示的实施形態の断面図が、図 2 に概略的に示されている。ICダイは、ここでは複数の C M U T セル 150 によって画定された検知領域 110 を備え、各 C M U T セル 150 が、キャビティ 156 によって第 2 の電極 154 から分離された第 1 の電極 152 を含む。第 1 の電極 152 と第 2 の電極 154 とは、任意の適切な導電性材料、例えばアルミニウム、銅、及びニッケル等を含む適切な金属又は金属合金から形成され得る。第 1 の電極 152 及び第 2 の電極 154 は、それぞれの電気絶縁層 (図示せず) によってキャビティ 156 から分離され得、電気絶縁層は、任意の適切な誘電体材料、例えば SiO_2 又は Si_3N_4 等を含み得る。第 2 の電極 154 は、C M U T セル 150 の膜に埋め込まれることができ、この膜は、(パターン形成された) 誘電体層スタック 106 の一部を形成し得、誘電体層スタック 106 は、適切な誘電体材料、例えば SiO_2 又は Si_3N_4 等からなる 1 つ又は複数の層を含み得る。しかし、他のタイプのセンサセル、例えば圧電超音波センサセルも同様に実現可能であること、又は幾つかの実施形態では検知領域 110 が存在しなくてもよいことを理解されたい。

40

【0047】

任意の適切な導電性材料から形成され得る誘電体層スタック 106 の少なくとも一部、例えばパイア 108 を通って延在する導電性インターコネクトによって、ボンドパッド 1

50

20は、典型的には、ICダイ100内部の導電性構造に接続される。ICダイ100は、典型的には基板104を備え、基板104は、例えば特定用途向け集積回路（ASIC）を画定する回路要素（図示せず）を含み得、この回路要素は、それ自体良く知られているように、メタライゼーションスタック（図示せず）によって相互接続され得る。

【0048】

CMUTセル150は、任意の適切な材料又は材料の組合せ、例えば1つ又は複数の誘電体層から形成され得るパッシベーション及び/又は平坦化層スタック105によって、基板104（及びメタライゼーションスタック）から分離され得る。ビア108は、パッシベーション及び/又は平坦化層スタック105を通して延在し得、ボンドパッド120を、基板104上に形成された回路要素に接続する。代替として、別個のビア（図示せず）が、パッシベーション及び/又は平坦化層スタック105を通して存在し得、それにより、ビア108は、これらの別個のビア及びメタライゼーションスタックを介して回路要素に接続される。

10

【0049】

金属コンタクトプレート130は、ボンドパッド120から、ICダイ100の縁部（又は複数の縁部）102を越えて延在し、それにより、金属コンタクトプレート130は、縁部102によって画定された接触面部分132を含む。これにより、ICダイ100が、1つ又は複数の更なる縁部によって画定された本体の凹部等に配置され、それによりICダイ100の大部分がこの凹部内に凹設され、一方、コンタクトプレート130の接触面部分132は、この本体の更なる縁部と係合し、それによりICダイ100が凹部等の中で懸架される。非限定的な例によって以下により詳細に説明するように、本体縁部は、典型的には、コンタクトプレート130の接触面部分132と係合するための更なるコンタクトを備える。

20

【0050】

図2は、超音波検知領域110を含むICダイ100の非限定的な例を与えているに過ぎないことを理解すべきである。前に説明したように、ICダイ100の内部構造又は機能は、本発明の少なくとも幾つかの実施形態には特に重要でない。なぜなら、これらの実施形態の発明概念は、ICダイ100が凹部等に取り付けられるときに、凹部を画定する縁部と係合してICダイ100を担持することができるコンタクトプレート130を提供することであるからである。

30

【0051】

図1の方法では、コンタクトプレート130は、レジスト層4に形成されるトレンチ5の寸法によって定められるように、ウェハ1の犠牲領域2内に延在するように形成される。この点で、トレンチ5の幾つかは、中に形成されるコンタクトプレート130がウェハ1の犠牲領域2を越えて延在するように細長くてよいことに留意されたい。これは、図3に概略的に示される。これは、例えば前述の裏面エッチングステップによるウェハ1からのICダイ100の解放時に、ICダイ100が、延在したコンタクトプレート130によってウェハ1内で懸架されたままであるという利点を有する。次いで、ICダイ100は、制御された態様で、例えば延在したコンタクトプレート130を打抜き又はレーザカットすることによってウェハ1から解放され得る。

40

【0052】

図4は、コンタクトプレート130を形成するための代替方法を概略的に示し、ここでは、コンタクトプレート130は、図1におけるようにダイの主面の上ではなく、ICダイ100内に形成される。図1と図4との両方において同じ参照番号は、図1の詳細な説明で前述したのと同じ意味合いを有し、従って、これらの参照番号に対応する特徴は、簡潔にするために、再び詳細には説明しない。前述したのと同様に、方法は、ウェハ1を提供するステップ（a）で始まり、ここで、ICダイ100は、ウェハ1の犠牲部分2によって分離される。前述したのと同様に、各ICダイ100は、典型的には、主面内又は主面上のICダイ100の内部回路構成への電気コンタクトを提供するための複数のボンドパッド120又は他の外部コンタクトを備える。ボンドパッド120は、超音波トラン

50

スデューサアレイ（例えばCMUTアレイ又は圧電超音波センサアレイ）等、検知領域110を取り囲み得る。

【0053】

ステップ(b)で、前に説明したのと同様に、ウェハ1の主面の上にフォトレジスト層4が形成されて現像される。次に、ステップ(c)で、現像されたフォトレジスト層4によって露出されたウェハ1の領域にトレンチ5'が形成される。トレンチ5'は、適切なエッチングレシピによって形成され得、各トレンチ5'は、典型的にはボンドパッド120に沿って延在する。選択されるエッチングレシピに対してボンドパッド120が不活性である場合には、ボンドパッド120は、パターン形成されたフォトレジスト層4によって露出され得、即ちエッチングレシピに露出され得る。これは、パターン形成されたフォトレジスト層4の開口が、ボンドパッド120のそれぞれの縁部と正確に位置合わせされる必要がないという利点を有する。トレンチ5'を形成するためのエッチングステップは、ICダイ100内のエッチングストップ層で終端し得る。例えば、基板104の上のパッシベーション及び/又は平坦化スタック106が、エッチングストップ層として使用され得る。代替として、専用のエッチングストップ層が、それ自体良く知られているようにICダイ100内に含まれ得る。

10

【0054】

次に、コンタクトプレート130を形成するために、導電性材料、例えば前に説明した反磁性金属等の金属がトレンチ5'に充填される。これは、ステップ(d)に示されている。コンタクトプレート130の形成に先立って、任意選択的に、少なくともトレンチ5'内での金属ベース層3の堆積が行われ得る。これは明示的には図示されていない。その後、前に説明したのと同様に、ステップ(e)でフォトレジスト4が除去され、ステップ(f)でICダイ100が個別化されてICダイが形成され、ここで、コンタクトプレート130は、ICダイ100の主面と面一である。

20

【0055】

これは、より詳細には図5に示されている。図5は、図4のステップ(f)に示されるA-A'線に沿ったICダイ100の非限定的な例の断面図を概略的に示す。図2と図5との両方において同じ参照番号は、図2の詳細な説明で前述したものと同一の意味合いを有し、従って、これらの参照番号に対応する特徴は、簡潔にするために、詳細には再度説明しない。見て分かるように、コンタクトプレート130は、ここではICダイ100内に凹設されており、それにより、コンタクトプレート130の上面が、ボンドパッド120と任意選択的な検知領域110とを含むICダイ100の主面と面一である。これは、コンタクトプレート130があまりロバストでないことを代償として、ICダイ100が特に面一の態様で受取キャビティ内に受け取られるようにする。なぜなら、コンタクトプレート130の厚さがここでは誘電体層スタック106の厚さによって定められるからであり、これは、例えば、100ミクロン以上の比較的大きい膜直径をそれぞれ有する複数のCMUTセル150を備えるICダイ100の場合、誘電体層スタック106の厚さを5~10ミクロンの範囲内にする。

30

【0056】

図5において、金属コンタクトプレート130は、ボンドパッド120（及び適用可能な場合には、下にあるバイア108）の側面からICダイ100の縁部102を越えて延在し、それにより、金属コンタクトプレート130は、縁部102によって画定された接触面部分132を含む。これにより、ICダイ100が、1つ又は複数の更なる縁部によって画定された本体の凹部等に配置され、それにより、ICダイ100の大部分がこの凹部内に凹設され、一方、コンタクトプレート130の接触面部分132は、この本体の更なる縁部と係合し、それにより、ICダイ100が凹部等の中で懸架される。非限定的な例によって以下により詳細に説明するように、本体縁部は、典型的には、コンタクトプレート130の接触面部分132と係合するための更なるコンタクトを備える。

40

【0057】

図2と同様に、図5は、超音波検知領域110を含むICダイ100の非限定的な例を

50

与えているに過ぎないことを理解すべきである。前に説明したように、ＩＣダイ１００の内部構造又は機能は、本発明の少なくとも幾つかの実施形態には特に重要でない。なぜなら、これらの実施形態の発明概念は、凹部を画定する縁部とコンタクトプレート１３０が係合した状態で、ＩＣダイ１００が凹部等に取り付けられるときにＩＣダイ１００を支持することができるコンタクトプレート１３０を提供することであるからである。

【００５８】

図６は、本発明の一実施形態によるＩＣダイ１００を受けるための開口、例えばキャビティ２１０を画定する１つ又は複数の縁部２２０を有する本体２００の上面図を概略的に示す。１つ又は複数の縁部２２０は、典型的には、複数の導電性本体接触部分２３０を担持し、これらの本体接触部分２３０は、ＩＣダイ上のコンタクトプレート１３０のパターンに合致するパターンで分布される。換言すると、本体接触部分２３０は、ＩＣダイ１００が開口又はキャビティ２１０内に懸架されるときに、コンタクトプレート１３０の接触面部分１３２と対合するように間隔を空けて配置される。

10

【００５９】

図７は、本体２００のＡ－Ａ'線に沿った断面図を概略的に示し、ここでは、本体２００がＩＣダイ１００を受け取っている。本体接触部分２３０は、任意の適切な結合媒体、例えば導電性はんだ又は導電性接着剤を使用して、コンタクトプレート１３０の接触面部分１３２に導電結合され得る。一実施形態では、本体縁部２２０は、導電性コンタクト２３５、例えばはんだバンプを形成するために、予備成形されたはんだシートを設けられ得る。コンタクトプレート１３０は、本体縁部２２０に載置するため、ＩＣダイ１００が開口２１０を通して落下するのを防止する。

20

【００６０】

コンタクトプレート１３０の厚さは、デバイス製造プロセス中、例えば導電性コンタクト２３５の形成中又は本体２００及びＩＣダイ１００を含むデバイスのパッケージング中にコンタクトプレート１３０が損壊されることがないように選択され得る。例えば、本体２００が超音波プローブの一部を形成する、例えば先端を形成する場合、コンタクトプレートは、数ミクロンの厚さ、又は更には数十ミクロン、例えば５０ミクロン又は１００ミクロン以上の厚さを有することがあり、プローブのこの部分の製造及びパッケージング中にＩＣダイ１００が受けるストレスにＩＣダイ１００及びそのコンタクトが耐え得ることを保証する。

30

【００６１】

一実施形態では、本体接触部分２３０は、本体２００に提供された（例えば埋め込まれた）導電性トラック２３２の一部を形成することがあり、これは、更なる回路（図示せず）、例えばＩＣダイ上の回路要素によって発生される信号を処理するための信号処理回路へのＩＣダイ１００の回路構成の接続を容易にする。例えば、導電性トラック２３２は、ＩＣダイ１００の検知領域内の超音波トランスデューサセル、例えばＣＭＵＴセルによって発生される信号を、導電性トラック２３２に導電結合された信号処理構成に中継し得る。本体縁部２２０での導電性トラック２３２及び本体接触部分２３０は、任意の適切な態様で形成され得る。特定の実施形態では、本体接触部分２３０は、例えば電気めっき又は無電解めっきを使用して本体縁部２２０上にめっきされる。

40

【００６２】

特に有利な実施形態では、本体２００は、前方視超音波プローブの先端、例えば前方視超音波カテーテルの先端の一部を形成することがあり、この場合、ＩＣダイ１００は、トランスデューサセル、例えばＣＭＵＴセル１５０又は圧電トランスデューサセルのアレイを含む超音波検知領域１１０を備える。トランスデューサセルは、本体２００によって一部を形成された超音波プローブの先端にＩＣダイ１００が取り付けられるとき、前方視超音波撮像を容易にする。本体２００は、例えば、本体接触部分２３０によって本体縁部２２０上に延在する複数の導電性トラック２３２を備えるフレックスフォイルを備え得る。そのような新規のフレックスフォイルの使用の関連付けられる特定の利点は、超音波プローブの先端が革新的な態様で製造され得ることである。

50

【 0 0 6 3 】

現在の技術水準の解決策は、ＩＣダイ１００の周りにフレックスフォイルを巻き付け、その後、典型的には、ボンドパッド１２０からフレックスフォイルの側面、典型的にはフレックスフォイルの外面に延在するボンドワイヤを使用して、ＩＣダイ１００とフレックスフォイルとの間のインターコネクが形成される。これらのボンドワイヤが比較的脆弱であって最小のピッチを必要とし、その結果、前方視検知表面、即ち超音波検知領域１１０が比較的厚いレンズ材料によって覆われることになるという前述した欠点に加えて、通常、ＩＣダイ１００の周りへのフレックスフォイルの巻付けにより、フレックスフォイルが、縁部１０２によって画定されたＩＣダイ１００の形状に特に良く適合しなくなる。

【 0 0 6 4 】

例えば、円形ＩＣダイ１００の場合、ＩＣダイの縁部１０２の周りに巻き付けられるフレックスフォイルは、典型的には、皺の付いたフレックスフォイル、即ち超音波プローブ（例えば超音波カテーテル）の長さ方向に延在する複数の折れ目を含むフレックスフォイルをもたらす。従って、これは、超音波プローブ（例えばカテーテル）の外径を増加させ、これは、超細径カテーテルが必要とされる適用領域、例えば、動脈、静脈、心筋の一部等、人体の狭い部分の診断撮像におけるカテーテルの使用を妨げることがある。

【 0 0 6 5 】

超音波検知領域１１０及びコンタクトプレート１３０を備えるＩＣダイ１００と、可撓性本体２００（例えば可撓性本体２００の縁部２２０で本体接触部分２３０を担持するフレックスフォイル又は別の適切な可撓性構造を含む）との組合せは、よりコンパクトな超音波トランスデューサの形成を容易にする。なぜなら、可撓性本体２００は、本体２００へのＩＣダイ１００の取付前に予備成形され得るからであり、それにより、開口２１０は、縁部１０２によって画定されるときにＩＣダイ１００の寸法に良く一致する。換言すると、可撓性本体２００は、ＩＣダイ１００が開口又は凹部２１０内に密に嵌まるように形作られ得る。

【 0 0 6 6 】

図８は、コンタクトプレート１３０を備える円形ＩＣダイ１００を受けるためのフレックスフォイルを含む本体２００を予備成形するための方法を概略的に示す。ステップ（ａ）で、本体２００の一部を形成するフレックスフォイル２０１が提供される。一実施形態では、フレックスフォイル２０１はＴ字形であり、第１の部分２０２を含み、第１の部分２０２の上縁部２０３に本体接触部分２３０（図８には図示せず）を含む。例えば、本体接触部分２３０は、前に説明したようにめっき技法を使用して形成され得る。

【 0 0 6 7 】

第１の部分２０２は、ＩＣダイ１００を受けるための環状区域として形成され得る。第２の部分２０４は、弧状区域、例えばＣ字形区域として形成され、そこに、信号処理回路構成を担持するプリント回路基板（ＰＣＢ：printed circuit board）が収容され得る。弧状（開）区域２０４を提供することによって、ＰＣＢとフレックスフォイル２０１との間の接触が容易に確立され得る。フレックスフォイル２０１は、典型的には、複数の導電性トラック２３２（図８には図示せず）を備え、これらの導電性トラック２３２は、本体接触部分２３０から、フレックスフォイル２０１の１つ又は複数の側縁部２０５に（又は底縁部２０６に）延在して、例えばボンドワイヤ又は任意の他の適切なインターコネク構造を介するＰＣＢとの接触を確立する。

【 0 0 6 8 】

ステップ（ｂ）で、フレックスフォイル２０１は、接着性の可撓性支持体２５０に取り付けられ得、可撓性支持体２５０は、好ましくは、電気絶縁材料、例えばポリイミド等のポリマーから形成される。可撓性支持体２５０は、フレックスフォイル２０１を支持する長方形区域と、長方形区域から延びるテーパ付き区域とを有し得、フレックスフォイル２０１及び可撓性支持体２５０を予め形作るのを容易にする。接着性の可撓性支持体２５０の全体的な形状は、Ｙ字形であり得る。

【 0 0 6 9 】

次に、案内部材 500 の両面間に延在する円錐台形キャビティ 510 を有する案内部材 500 が提供される。換言すると、円錐台形キャビティ 510 は、案内部材 500 の 1 つの表面に比較的広い開口を有し、案内部材 500 の反対側の表面に比較的狭い開口を有する。案内部材 500 は、任意の適切な材料、例えば金属やプラスチック等から形成される。円錐台形キャビティ 510 の比較的狭い開口を通して嵌まるような外径を有する位置合わせピン 520 が提供される。

【0070】

ステップ(c)での湾曲した矢印によって示されるように、接着性の可撓性支持体 250 によって支持されたフレックスフォイル 201 は、円錐台形キャビティ 510 の比較的広い開口に面する位置合わせピン 520 の一部分の周りに巻かれ、その後、巻かれたフレックスフォイル 201 及び接着性の可撓性支持体 250 を含む位置合わせピン 520 の部分が、ステップ(c)での直線状の矢印によって示されるように円錐台形キャビティ 510 を通して引っ張られ、それにより、円錐台形キャビティ 510 の比較的狭い開口の内面が、接着性の可撓性支持体 250 によって支持された巻かれたフレックスフォイル 201 でライニングされる。

10

【0071】

この時点で、この狭い開口が円錐台形キャビティ 510 の円筒形部分の一部を形成することがあり、この円筒形部分が、超音波プローブ、例えば超音波プローブで先端として使用されるときに本体 200 の所望の長さに対応する長さ l と、そのような超音波プローブで先端として使用されるときに本体 200 の所望の外径に対応する内径 d とを有することに留意されたい。

20

【0072】

得られた構造がステップ(d)に示されている。ステップ(d)は、案内部材 500 を通して一部引っ張られた後の位置合わせピン 520 を概略的に示す。余分な接着性の可撓性支持体 250、即ち、そのテーパ付き部分は、例えばカッティングによって位置合わせピン 520 から除去され、その後、位置合わせピン 520 は、案内部材 500 から除去され、それにより、ステップ(e)に示されるように、可撓性支持体 250 によって支持されたフレックスフォイル 201 でライニングされた円錐台形キャビティ 510 の円筒形部分を残す。明示的には示されていないが、本体接触部分 230 は、可撓性支持体 250 によって支持されたフレックスフォイル 201 の露出縁部に露出されることを理解されたい。

30

【0073】

この構造は、ステップ(f)に示されるように、可撓性支持体 250 によって支持されたフレックスフォイル 201 の露出縁部に IC ダイ 100 を取り付けるために使用される。取付プロセス中に IC ダイ 100 を一時的に支持するために、任意選択的に裏当て部材 550 が使用され得、例えば、コンタクトプレート 130 の接触面部分 132 とフレックスフォイル 201 の縁部 220 上の本体接触部分 230 との間の相互接続の形成中に、IC ダイ 100 に追加の安定性を提供し、この相互接続は、任意の適切な態様で、例えば前述したようなはんだ付け又は接着によって形成され得る。裏当て部材 550 は、これらの相互接続の完了後に除去され得、その後、IC ダイ 100 を含む本体 200 が案内部材 500 から取り出され得る。

40

【0074】

代替として、裏当て部材 550 は、例えば、IC ダイ 100 を本体 200 に挿入する前に、裏当て部材 550 上で本体 200 内に接着剤の層を挿入することによって、IC ダイ 100 に固着され得る。この実施形態では、案内部材 500 は、好ましくは接着剤との親和性が低い材料からなり、即ち、接着剤は、案内部材 500 の材料に十分には接着せず、例えば接着剤の硬化後に、案内部材 500 からの本体 200 / 裏当て部材 550 / IC ダイ 100 アセンブリの解放を容易にする。

【0075】

本体 200 / 裏当て部材 550 / IC ダイ 100 のアセンブリは、開口 510 を通して

50

裏当て部材 550 を押圧することによって案内部材 500 から解放され得る。ICダイ 100 の裏面に裏当て部材 550 を含むことは、例えば、超音波プローブの先端にあるときに ICダイ 100 を通って進む音波を吸収するのに有利であり得る。超音波プローブの先端は、その後、フレックスフォイル 201 を含む本体 200 の弧状区域 204 内に PCB を配置し、PCB コンタクトをフレックスフォイル 201 の導電性トラック 232 に接続することによって完成され得る。これは、それ自体良く知られているため、簡潔にするために、更に詳細には説明しない。

【0076】

そのような前方視超音波プローブの非限定的な例が、図 9 に概略的に示される。前方視超音波プローブ 10、ここではカテーテルは、本体 200（支持されたフレックスフォイル 201 を含む）を備え、本体 200 上に ICダイ 100 が前述したように取り付けられ、即ち、ICダイ 100 のコンタクトプレート 130 をフレックスフォイル 201 の縁部 220 にある本体接触部分 230 に接触させることによって取り付けられる。本体 200 は、超音波プローブ 10 の可撓性の先端を画定し得る。本体 200 の環状区域 202 は、ICダイ 100 を収容し、一方、本体 200 の弧状区域 204 は、回路基板コンタクト 310 を有する PCB 300 の一部を収容し、回路基板コンタクト 310 は、相互接続 240（例えばボンドワイヤ等）によって本体 200 の導電性トラック 232（図 9 には図示せず）に導電結合される。このために、導電性トラック 232 は、典型的には、PCB コンタクト 310 との相互接続を形成するための第 2 の更なる導電性接触面としての役割を果たす部分を備える。

【0077】

PCB 300 は、典型的には、本体 200 と反対側の区域で導電性ワイヤ 410（例えば同軸ケーブル）に接続され、この導電性ワイヤ 410 は、例えば、以下により詳細に説明するように、PCB 300 を外部データプロセッサ及び/又は制御ユニット（図示せず）に接続し得る。導電性ワイヤ 410（例えば同軸ケーブル）は、本体 400（例えばファイバ）内に収容され得、その本体 400 に、超音波プローブ 10 の先端が取り付けられる。

【0078】

PCB 300 は、例えば以下により詳細に説明するようなマイクロビームフォーマ等、何らかの信号処理回路構成 320 を備え得る。超音波プローブ 10 の先端は、電気絶縁保護材料、例えば適切な樹脂でカバーされ得、超音波プローブ 10 の使用中に外部環境、例えば（腐食性の）体液への露出から PCB 300 及び先端の導電性部分を保護する。これは完全に通常的なことであるため、任意の適切な保護材料がこの目的で使用され得ると言えば十分である。そのような材料は、当業者には容易に入手可能である。

【0079】

図 10 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有する超音波診断撮像システムの例示的实施形態が、ブロック図の形式で示されている。図 10 で、ICダイ 100（図 10 には図示せず）上の CMUT トランスデューサアレイ 110 が、超音波プローブ 10 内に提供されて、超音波を送信して、エコー情報を受信する。代替として、トランスデューサアレイ 110 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を備え得る。トランスデューサアレイ 110 は、2D 平面内での、又は 3D 撮像のためには 3次元でのスキャンを可能にするトランスデューサ素子の 1次元又は 2次元アレイであり得る。

【0080】

トランスデューサアレイ 110 は、プローブ 10 内のマイクロビームフォーマ 12 に結合され、マイクロビームフォーマ 12 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。マイクロビームフォーマは、例えば米国特許第 5,997,479 号（Savord et al.）、米国特許第 6,013,032 号（Savord）、及び米国特許第 6,623,432 号（Powers et al.）で述べられ

10

20

30

40

50

ているように、トランスデューサ素子のグループ又は「パッチ」によって受信された信号の少なくとも部分的なビームフォーミングを可能である。

【0081】

マイクロビームフォーマ12は、プローブケーブル、例えば同軸ケーブル410によって送信/受信(T/R)スイッチ16に結合され、T/Rスイッチ16は、送信と受信を切り替え、マイクロビームフォーマが存在しない又は使用されていないときには主ビームフォーマ20を高エネルギー送信信号から保護し、トランスデューサアレイ110は、主システムビームフォーマ20によって直接操作される。マイクロビームフォーマ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フォーマに結合されたトランスデューサ制御装置18と、主システムビームフォーマ20とによって指令され、主システムビームフォーマ20は、ユーザによるユーザインターフェース又は制御パネル38の操作からの入力を受信する。トランスデューサ制御装置18によって制御される機能の1つは、ビームが操舵及び合焦される方向である。ビームは、トランスデューサアレイ110から直進するように(トランスデューサアレイ110に直交に)、又はより広い視野のためには様々な角度で操舵され得る。トランスデューサ制御装置18は、CMUTアレイ110用のDCバイアスコントロール45を制御するように結合され得る。例えば、DCバイアスコントロール45は、CMUTアレイ110のCMUTセル150に印加されるDCバイアス電圧を設定する。

10

【0082】

マイクロビームフォーマ12によって生成された部分的にビームフォーミングされた信号は、主ビームフォーマ20に転送され、そこで、トランスデューサ素子の個々のパッチからの部分的にビームフォーミングされた信号が組み合わされて、完全にビームフォーミングされた信号になる。例えば、主ビームフォーマ20は、128個のチャネルを有し得、各チャネルが、数十又は数百個のCMUTトランスデューサセル150(図2参照)又は圧電要素のパッチから、部分的にビームフォーミングされた信号を受信する。このようにして、トランスデューサアレイ110の数千個のトランスデューサ素子によって受信された信号が、単一のビームフォーミングされた信号に効率良く寄与することができる。

20

【0083】

ビームフォーミングされた信号は、信号処理装置22に結合される。信号処理装置22は、受信されたエコー信号を、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、並びに高調波信号分離等、様々な態様で処理することができる。高調波信号分離は、線形信号と非線形信号とを分離するように機能し、組織及び微小泡から返される非線形(基本周波数のより高い調波)のエコー信号の識別を可能にする。

30

【0084】

信号処理装置22は、任意選択的に、スペckル低減、信号複合、及び雑音除去等、追加の信号強調を実施し得る。信号処理装置22内のバンドパスフィルタは追跡フィルタであり得、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、より高周波数のバンドからより低周波数のバンドにスライドし、それにより、より大きい深さからのより高い周波数での雑音を除去する。ここで、これらの周波数は、解剖学的情報を含まない。

40

【0085】

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、体内の構造を撮像するために、受信された超音波信号の振幅の検出を採用する。例えば米国特許第6,283,919号(Roundhill et al.)及び米国特許第6,458,083号(Jago et al.)に述べられているように、身体の構造のBモード画像は、高調波画像モード、基本波画像モード、又は両方の組合せで形成され得る。

【0086】

存在する場合には、ドップラープロセッサ28は、画像領域内の血球の流れ等、物質の運動を検出するために、組織の動き及び血流からの時間的に異なる信号を処理する。ドッ

50

ブラープロセッサは、典型的には、体内の選択されたタイプの物質から返されるエコーを通過及び／又は阻止するように設定され得るパラメータを有する壁フィルタを含む。例えば、壁フィルタは、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、より低速又は速度ゼロの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され得る。

【 0 0 8 7 】

この通過帯域特性は、流れる血液からの信号を通過させ、近くの静止している又はゆっくりと動く物体、例えば心臓壁からの信号を阻止する。組織の動きを検出して表す組織ドップラー撮像と呼ばれるものに関しては、逆の特性が、動いている心臓の組織からの信号を通過させ、血流信号を阻止する。ドップラープロセッサは、画像領域内の様々な点からの時間的に異なるエコー信号のシーケンスを受信して処理する。特定の点からのエコーのシーケンスは、アンサンブルと呼ばれる。ドップラー周波数と血流速度を示す速度との相関関係と共に、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、比較的短いインターバルにわたって急速に連続して受信されるエコーのアンサンブルが使用され得る。より長い期間にわたって受信されるエコーのアンサンブルが、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。

10

【 0 0 8 8 】

Bモード（及びドップラー）プロセッサによって生成される構造及び運動信号は、スキャンコンバータ32及びマルチプラナリフォーマッタ44に結合される。スキャンコンバータ32は、所望の画像フォーマットで、エコー信号が受信された空間的關係でエコー信号を構成する。例えば、スキャンコンバータが、エコー信号を2次元（2D：two dimensional）扇形フォーマット又はピラミッド形の3次元（3D：three dimensional）画像に構成することができる。

20

【 0 0 8 9 】

スキャンコンバータは、画像領域内の点におけるドップラー推定速度での運動に対応する色をBモード構造画像にオーバーレイすることができ、画像領域内の組織の動き及び血流を示すカラードップラー画像を生成する。マルチプラナリフォーマッタ44は、例えば米国特許第6,443,896号（Detmer）で述べられているように、身体の体積領域内の共通平面内の点から受信されたエコーを、その平面の超音波画像に変換する。ボリュームレンダラ42は、米国特許第6,530,885号（Entrekin et al.）で述べられているように、3Dデータセットのエコー信号を、所与の参照点から見た投影3D画像に変換する。

30

【 0 0 9 0 】

2D又は3D画像は、スキャンコンバータ32、マルチプラナリフォーマッタ44、及びボリュームレンダラ42から画像プロセッサ30に結合されて、画像ディスプレイ40上での表示のために更なる強調、バッファリング、及び一時記憶を行う。撮像に使用されるものに加えて、ドップラープロセッサ28によって生成される血流値と、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とが、定量化プロセッサ34に結合される。定量化プロセッサは、血流の体積流量等、様々な流れ条件の尺度と、臓器サイズ及び在胎齢等、構造的測定値とを生成する。定量化プロセッサは、測定が行われるべき画像の解剖学的構造での点等、ユーザコントロールパネル38からの入力を受信し得る。

40

【 0 0 9 1 】

定量化プロセッサからの出力データは、グラフィックスプロセッサ36に結合され、グラフィックスプロセッサ36は、測定グラフィックス及び値をディスプレイ40上に画像として再生するためのものである。グラフィックスプロセッサ36はまた、超音波画像と共に表示するためのグラフィックス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スオーバーレイは、患者名、画像の日付及び時間、並びに撮像パラメータ等の標準的な識別情報を含むことができる。これらの目的のために、グラフィックスプロセッサは、患者名等、ユーザインターフェース38からの入力を受信する。

【 0 0 9 2 】

50

また、ユーザインターフェースは、送信制御装置 18 に結合されて、トランスデューサアレイ 110 からの超音波信号の発生を制御し、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。また、ユーザインターフェースは、マルチプラナリフォーマット (MPR : multiple multiplanar reformatting) 画像の画像領域内で定量測定を行うために使用され得る複数の MPR 画像の平面を選択及び制御するためのマルチプラナリフォーマット 44 に結合される。

【0093】

当業者には理解されるように、超音波診断撮像システムの上記の実施形態は、そのような超音波診断撮像システムの非限定的な例を与えるものと意図される。当業者は、超音波診断撮像システムのアーキテクチャの幾つかの変更形態が、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理解されよう。例えば、上記の実施形態でも示したように、例えば、マイクロビームフォーマ 12 及び / 又はドップラプロセッサ 28 が省略され得、超音波プローブ 10 は、3D 撮像機能を有さないことができる。他の変形形態は、当業者には明らかであろう。

【0094】

上述の実施形態は、本発明を限定することなく例示するものであり、添付の請求項の範囲から逸脱することなく、当業者が多くの代替実施形態を設計することが可能であることに留意されたい。特許請求の範囲において、括弧内の任意の参照符号は、特許請求の範囲を限定するものとは解釈されないものとする。語「備える」は、特許請求の範囲で列挙されるもの以外の要素又はステップの存在を除外しない。ある要素に先立つ語「1つの (a)」又は「1つの (an)」は、複数のそのような要素の存在を除外しない。本発明は、複数の異なる要素を備える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では、これらの手段の幾つかは、同一のハードウェア要素によって具現化され得る。特定の手段が相互に異なる従属請求項に記載されていることのみでは、これらの手段の組合せが有利に使用され得ないことを示さない。

【図 1 - 1】

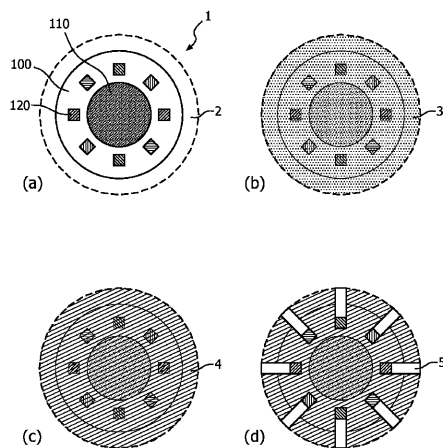
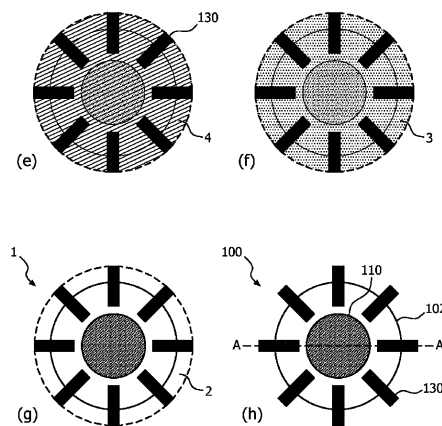


FIG. 1

【図 1 - 2】



(continued)
FIG. 1

【図 2】

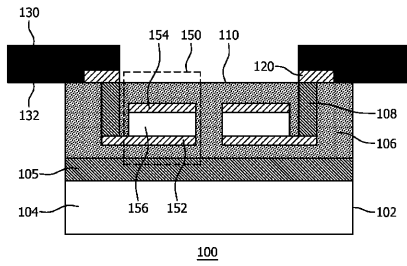


FIG. 2

【図 3】

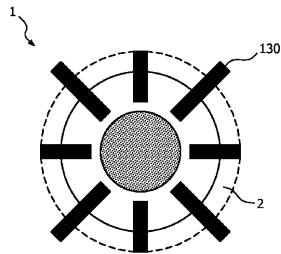
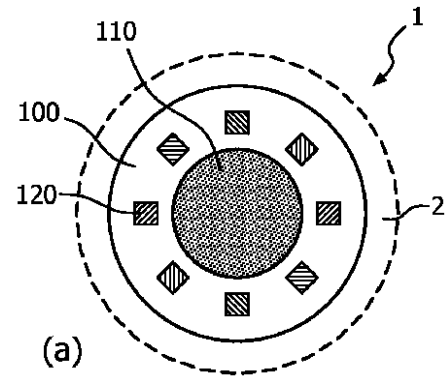


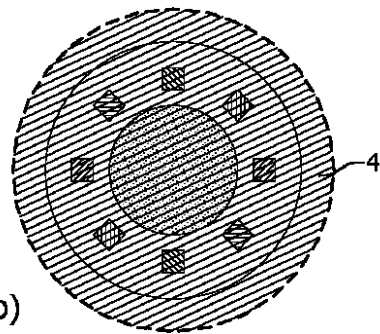
FIG. 3

【図 4 (a)】



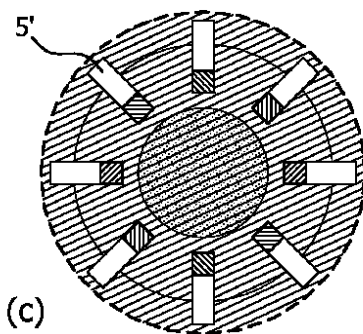
(a)

【図 4 (b)】



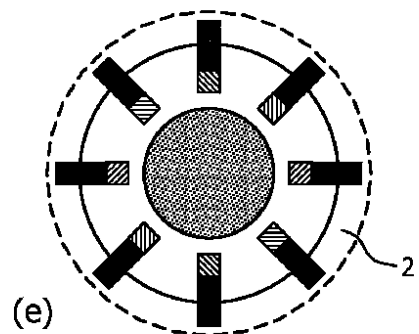
(b)

【図 4 (c)】



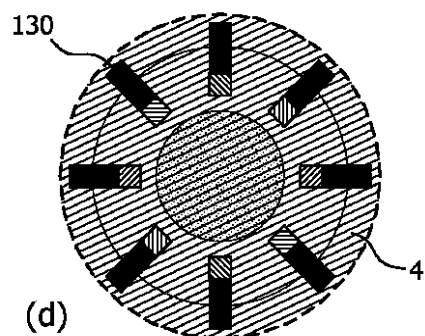
(c)

【図 4 (e)】



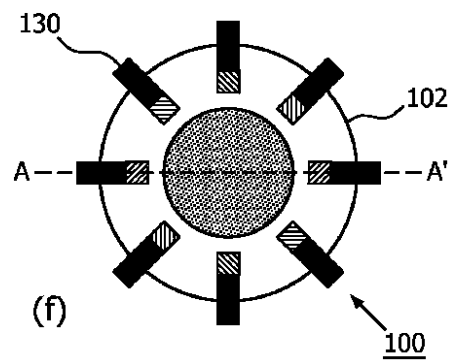
(e)

【図 4 (d)】



(d)

【図 4 (f)】



(f)

【図 5】

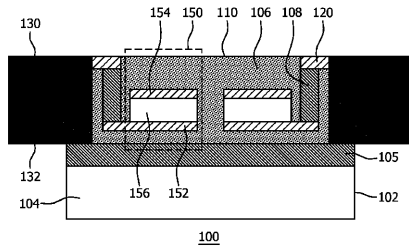


FIG. 5

【図 6】

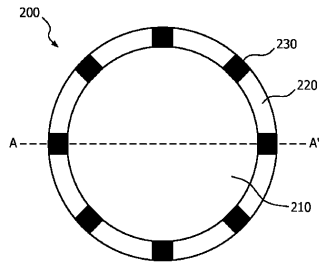


FIG. 6

【図 8 - 1】

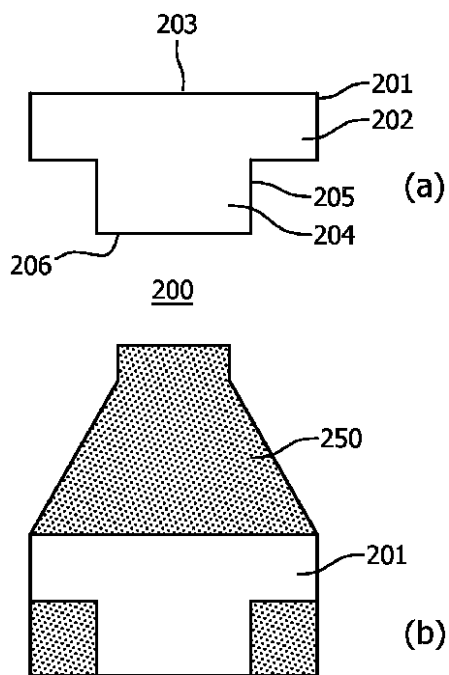


FIG. 8

【図 7】

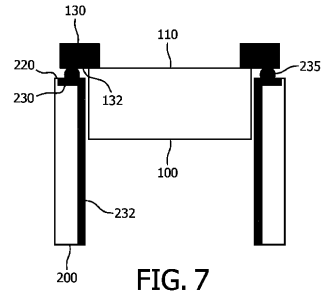


FIG. 7

【図 8 - 2】

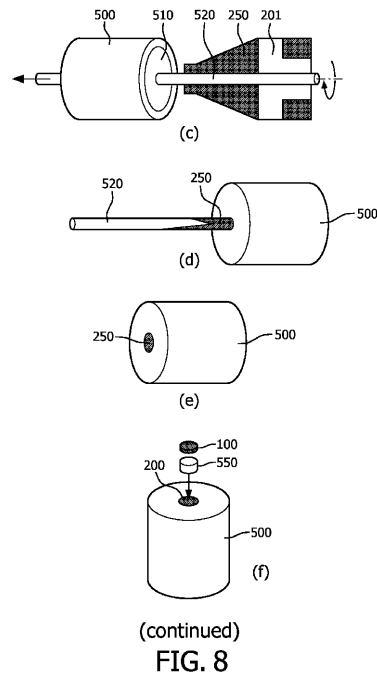


FIG. 8

フロントページの続き

- (72)発明者 ヤコブス エグベルトゥス レイニエル
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 ウィルヘルムス
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 レイケルス ニールス コーネリス ウィルヘルムス ヨハネス
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

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特表2003-520466(JP,A)
米国特許出願公開第2003/0052355(US,A1)
特開2006-332799(JP,A)
国際公開第2009/139400(WO,A1)
米国特許出願公開第2011/0071396(US,A1)
特開2013-226390(JP,A)
米国特許出願公開第2013/0261425(US,A1)
特表2011-505206(JP,A)
米国特許出願公開第2010/0280388(US,A1)

(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