

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7515182号
(P7515182)

(45)発行日 令和6年7月12日(2024.7.12)

(24)登録日 令和6年7月4日(2024.7.4)

(51)国際特許分類	F I	
H 0 4 R 1/06 (2006.01)	H 0 4 R 1/06	3 3 0
H 0 4 R 1/40 (2006.01)	H 0 4 R 1/40	3 3 0
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00	3 3 0 H
H 1 0 N 30/20 (2023.01)	H 0 4 R 17/00	3 3 2 A
H 1 0 N 30/30 (2023.01)	H 1 0 N 30/20	

請求項の数 28 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-504786(P2021-504786)	(73)特許権者	520342725
(86)(22)出願日	令和1年7月31日(2019.7.31)		エコー イメージング, インク .
(65)公表番号	特表2021-533620(P2021-533620 A)		アメリカ合衆国カリフォルニア州 9 5 0
(43)公表日	令和3年12月2日(2021.12.2)		5 4 , サンタクララ , パートン・ドライ
(86)国際出願番号	PCT/US2019/044528	(74)代理人	100118902
(87)国際公開番号	WO2020/028580		弁理士 山本 修
(87)国際公開日	令和2年2月6日(2020.2.6)	(74)代理人	100106208
審査請求日	令和4年1月31日(2022.1.31)		弁理士 宮前 徹
審判番号	不服2023-16470(P2023-16470/J 1)	(74)代理人	100196508
審判請求日	令和5年9月29日(2023.9.29)		弁理士 松尾 淳一
(31)優先権主張番号	62/713,272	(72)発明者	クオン, ヘソン
(32)優先日	平成30年8月1日(2018.8.1)		アメリカ合衆国 9 4 0 6 5 カリフォル
(33)優先権主張国・地域又は機関			ニア州 レッドウッドシティ ブリッジ・
	最終頁に続く		パークウェイ 3 6 0 0 스위트 1 0 2
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ハイブリッド端子を備えた超音波トランスデューサの統合のためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ハイブリッド端子を備えた超音波トランスデューサシステムであって、
 a) 基板と膜とを含む超音波トランスデューサ要素と、
 b) 電気回路と、
 c) 超音波トランスデューサ要素および電気回路に接続された1つ以上のハイブリッド端子とを含み、前記1つ以上のハイブリッド端子のそれぞれは、電気的接続および機械的接続を提供し、前記機械的接続は超音波トランスデューサシステムの動態を向上させる、超音波トランスデューサシステム。

【請求項 2】

前記超音波トランスデューサ要素は、マイクロマシン超音波トランスデューサ(MUT)要素である、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項 3】

前記超音波トランスデューサ要素は、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ(pMUT)要素である、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項 4】

a) 第2の基板と第2の膜とを含む第2の超音波トランスデューサ要素と、
 b) 第2の電気回路と、
 c) 前記第2の超音波トランスデューサ要素および前記第2の電気回路に接続された1つ以上の追加の端子と、

をさらに含み、

ここで1つ以上の追加の端子は、1つ以上の電氣的端子、機械的端子、または、ハイブリッド端子である、

請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項5】

前記超音波トランスデューサ要素および前記第2の超音波トランスデューサ要素は、複数の追加の超音波トランスデューサ要素とアレイを形成し、

(i) 前記アレイは二次元であるか、または

(ii) 前記アレイは、 32×32 、 32×64 、 32×194 、 12×128 、 24×128 、 32×128 、 64×128 、 64×32 、または 64×194 である、

請求項4に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項6】

前記電気回路は、特定用途向け集積回路(AASIC)である、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項7】

1つ以上の端子をさらに含み、前記1つ以上の端子は機械的端子のみか電氣的端子のみである、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項8】

前記1つ以上のハイブリッド端子は、電氣的接続および機械的接続を同時に提供するか、所定のしきい値条件が満たされた場合電氣的接続を提供するものの機械的接続を提供しないものである、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項9】

前記1つ以上のハイブリッド端子は、1つ以上の端子の直径、高さ、高さと有効径のアスペクト比、および形状の1つ以上によって規定され、

(i) 前記直径は、 $5 \mu\text{m}$ 以上 $100 \mu\text{m}$ 以下であるか、

(ii) 前記高さは、 $300 \mu\text{m}$ 以下であるか、

(iii) 高さ \times 有効径のアスペクト比は $60:1$ 未満であるか、または

(iv) 前記1つ以上の形状は、円筒形状、環状形状、立方形状、直方体形状、および長方形形状のいずれかであるか、

である、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項10】

端子アレイをさらに含み、前記端子アレイは、1つ以上の端子の間隔の範囲、超音波トランスデューサ要素毎の電氣的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎の電氣的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素毎の機械的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎の機械的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素毎のハイブリッド端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎のハイブリッド端子の最大数のうちの1つ以上に規定される、請求項1に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項11】

前記間隔の範囲は、少なくとも $5 \mu\text{m}$ である、請求項10に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項12】

前記電氣的端子の最小数は2つであり、および/または、前記電氣的端子の最大数は4つである、請求項10に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項13】

前記機械的端子の最小数は2つであり、および/または、前記機械的端子の最大数は10である、請求項10に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項14】

a) 端子アレイを膜の軸のまわりで対称的であるように配置すること、

b) 端子アレイを、膜を囲むように配置すること、または、

それらの組み合わせを含む、

10

20

30

40

50

請求項 10 に記載の超音波トランスデューサシステム。

【請求項 15】

ハイブリッド端子を使用して、超音波トランスデューサシステムの性能を改善する方法であって、

a) 超音波トランスデューサシステムを得る工程であって、前記超音波トランスデューサシステムは、

基板と膜とを含む超音波トランスデューサ要素と、

超音波トランスデューサ要素に接続された電気回路とを含む、工程と、

b) 1つ以上のハイブリッド端子を得る工程であって、前記1つ以上のハイブリッド端子のそれぞれは電氣的接続および機械的接続を提供する、工程であって、前記機械的接続は超音波トランスデューサシステムの動態を向上させる工程と、

10

c) 1つ以上のハイブリッド端子を超音波トランスデューサシステムに加える工程であって、

1つ以上のハイブリッド端子を配置すること、および

超音波トランスデューサ要素および電気回路に1つ以上のハイブリッド端子を接続することを含む、工程と、

を含む、方法。

【請求項 16】

前記超音波トランスデューサ要素は、マイクロマシン超音波トランスデューサ (MUT) 要素である、請求項 15 に記載の方法。

20

【請求項 17】

前記超音波トランスデューサ要素は、圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ (pMUT) 要素である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 18】

前記超音波トランスデューサシステムは、

第2の基板と第2の膜とを含む第2の超音波トランスデューサ要素と、

第2の電気回路と、

第2の超音波トランスデューサ要素および第2の電気回路に接続された1つ以上の追加の端子とをさらに含み、

ここで1つ以上の追加の端子は、1つ以上の電氣的端子、機械的端子、または、ハイブリッド端子である、

30

請求項 15 に記載の方法。

【請求項 19】

前記超音波トランスデューサ要素および前記第2の超音波トランスデューサ要素は、複数の追加の超音波トランスデューサ要素とアレイを形成し、

(i) 前記アレイは二次元であるか、または

(ii) 前記アレイは、 32×32 、 32×64 、 32×194 、 12×128 、 24×128 、 32×128 、 64×128 、 64×32 、または 64×194 である、

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

40

前記電気回路は特定用途向け集積回路 (ASIC) である、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 21】

1つ以上の端子をさらに含み、前記1つ以上の端子は機械的端子のみか電氣的端子のみである、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 22】

前記1つ以上のハイブリッド端子は、電氣的接続および機械的接続を同時に提供するか、所定のしきい値条件が満たされた場合電氣的接続を提供するものの機械的接続を提供しないものである、請求項 15 に記載の方法。

【請求項 23】

前記1つ以上のハイブリッド端子は、1つ以上の端子の直径、高さ、高さと有効径のア

50

スペクトル比、および形状のうちの1つ以上によって規定され、

- (i) 前記直径は、5 μm 以上100 μm 以下であるか、
 - (i i) 前記高さは、300 μm 以下であるか、
 - (i i i) 高さとは有効径のアスペクト比は60 : 1未満であるか、または
 - (i v) 前記形状は、円筒形状、環状形状、および長方形形状のいずれかであるか、
- である、請求項15に記載の方法。

【請求項24】

端子アレイをさらに含み、前記端子アレイは、1つ以上の端子の間隔の範囲、超音波トランスデューサ要素毎の電氣的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎の電氣的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素毎の機械的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎の機械的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素毎のハイブリッド端子の最小数、超音波トランスデューサ要素毎のハイブリッド端子の最大数のうちの1つ以上に

10

て規定される、請求項15に記載の方法。

【請求項25】

前記間隔の範囲は少なくとも5 μm である、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記電氣的端子の最小数は2つであり、および/または、前記電氣的端子の最大数は4つである、請求項24に記載の方法。

【請求項27】

前記機械的端子の最小数は2つであり、および/または、前記機械的端子の最大数は10である、請求項24に記載の方法。

20

【請求項28】

- a) 端子アレイを膜の軸のまわりで対称的であるように配置すること、および
 - b) 端子アレイを、膜を囲むように配置すること、
- またはそれらの組み合わせを含む、
請求項24に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

30

本出願は、2018年8月1日に出版された、米国仮出願第62/713,272号の利益を主張し、本明細書で全体として参照により組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

超音波トランスデューサは、一般にダイアフラム、ダイアフラムの裏張りを形成する基板、およびトランスデューサとの信号通信を可能にするためにダイアフラムを接続する端子を含む。

【0003】

マイクロマシン超音波トランスデューサ(MUT)アレイは、電気エネルギー領域および音響エネルギー領域の間の変換におけるその効率により超音波分野に莫大な機会を提供する。

40

【発明の概要】

【0004】

回路、例えば、特定用途向け集積回路(ASIC)と統合されたMUTチップは、MUTとASICとの間で信号を送受信するように構成された電氣的端子を特徴とする。さらに、電氣的端子はMUTの動態を既定するのに二次的でも重要な役割を果たすことができる。なぜなら、それらはMUTの重大な境界条件(例えば、MUTがMUTアレイにどのように取り付けられるか、MUTアレイがどのようにASICに固定されるか、およびMUTがどのように送受信メディアに接続されるか等の機械的境界条件)に影響する機械的ばねとして働くからである。それ故に、電氣的端子のみを使用するMUTとASICとの

50

統合は、MUTを不安定にし、MUTの動的性能を減少させる可能性がある。

【0005】

本開示は、ハイブリッド端子を使用してASICへのMUTの統合を可能にするシステムおよび方法を含む。本明細書のハイブリッド端子は、MUTの圧力出力の大きさ、表面速度および超音波周波数帯域幅等のMUT動態を増大させるために、電氣的接続と同様に非電氣的接続、例えば機械的接続の両方を可能にする場合がある。本明細書のシステムと方法は、MUTの動的性能を著しく向上させることができる。そのようなシステムおよび方法は、(1)MUTに追加の機械的端子を加えること、(2)(機械的および/または電氣的)端子を配置させること、および(3)(機械的および/または電氣的)端子の寸法および形状を変更することのうちの1つ以上を利用する可能性がある。

10

【0006】

一態様では、本明細書にはハイブリッド端子を備えた超音波トランスデューサシステムが開示され、該超音波トランスデューサシステムは、基板と膜を含む超音波トランスデューサ要素；電気回路；および超音波トランスデューサ要素および電気回路に接続された1つ以上の端子を含み、ここで1つ以上の端子は、規則のセットを使用して幾何学的に設計され；規則のセットまたは規則の第2のセット、あるいは両方に基づいて、膜に対して配置される。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサ要素はマイクロマシン超音波トランスデューサ(MUT)要素である。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサ要素は圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ(pMUT)要素である。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサシステムは、第2の基板および第2の膜を含む第2の超音波トランスデューサ要素；第2の電気回路；および第2の超音波トランスデューサ要素および第2の電気回路に接続された1つ以上の追加の端子をさらに含み、ここで1つ以上の追加の端子は、任意に、規則のセットを使用して幾何学的に設計され、およびここで1つ以上の追加の端子は、規則のセットまたは規則の第2のセットに基づいて、第2の膜に対して配置される。いくつかの実施形態では、第1の超音波トランスデューサ要素および第2の超音波トランスデューサ要素は、複数の追加の超音波トランスデューサ要素とアレイを形成する。いくつかの実施形態では、アレイは二次元である。いくつかの実施形態では、アレイは 32×32 、 32×64 、 32×194 、 12×128 、 24×128 、 32×128 、 64×128 、 64×32 、または 64×194 である。いくつかの実施形態では、電気回路は特定用途向け集積回路(ASIC)である。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、ハイブリッド端子でない少なくとも1つの端子を含む。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、電氣的端子のみまたは機械的端子のみである。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子はハイブリッド端子である。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、少なくとも1つの電氣的端子および1つの機械的端子を含む。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、電氣的および機械的の両方である少なくとも1つの端子を含む。いくつかの実施形態では、規則のセットは、直径の範囲、高さの範囲、アスペクト比の範囲、および1つ以上の端子の1つ以上の形状のうちの1つ以上を含む。いくつかの実施形態では、直径の範囲は、約 $5 \mu\text{m}$ ～約 $100 \mu\text{m}$ である。いくつかの実施形態では、高さの範囲は、約 $0 \mu\text{m}$ ～約 $300 \mu\text{m}$ である。いくつかの実施形態では、高さと有効径のアスペクト比は、約 $60:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、1つ以上の形状は、円筒形状、環状形状、立方形状、直方体形状および長方形形状のうちからである。いくつかの実施形態では、規則の第2のセットは、1つ以上の端子の膜への間隔の範囲、超音波トランスデューサ要素内の電氣的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の電氣的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素内の機械的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の機械的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最大数のうちの1つ以上を含む。いくつかの実施形態では、間隔の範囲は、少なくとも約 $5 \mu\text{m}$ である。前記電氣的端子の最小数は2つである、請求項19に記載の超音波トランスデューサシステム。いくつかの実施形態では、電氣的端子の最大数は4つである。いくつかの実施形態では、機械的端子の最小数は2つである。いくつかの実施形態では、機

20

30

40

50

械的端子の最小数は単一端子である。いくつかの実施形態では、機械的端子の最大数は10である。いくつかの実施形態では、規則の第2のセットは、1つ以上の端子を膜の軸のまわりで対称的であるように配置することおよび、1つ以上の端子を、膜を囲むように配置すること、またはそれらの組み合わせを含む。

【0007】

別の態様では、本明細書にはハイブリッド端子を使用して、超音波トランスデューサシステムの性能を改善する方法が開示され、該方法は、超音波トランスデューサシステムを得る工程であって、超音波トランスデューサシステムは、基板と膜を含む超音波トランスデューサ要素；超音波トランスデューサ要素に接続された電気回路を含む工程；および1つ以上の端子を得る工程であって、1つ以上の端子は規則のセットを使用して、任意に幾何学的に設計された工程；1つ以上の端子を超音波トランスデューサ要素に加える工程であって、規則のセットまたは規則の第2のセットに基づいて膜に対して1つ以上の端子を配置すること、および超音波トランスデューサ要素および電気回路に1つ以上の端子を接続することを含む工程を含む。

10

【0008】

さらに別の態様では、本明細書にはハイブリッド端子を使用して、超音波トランスデューサシステムの性能を改善する方法が開示され、該方法は、超音波トランスデューサシステムを得る工程であって、超音波トランスデューサシステムは、基板と膜を含む超音波トランスデューサ要素；超音波トランスデューサ要素に接続された電気回路を含む工程；1つ以上の端子を得る工程であって、1つ以上の端子は規則のセットを使用して、任意に幾何学的に設計された工程；および1つ以上の端子を超音波トランスデューサシステムに加える工程であって、規則のセットまたは規則の第2のセットに基づいて膜に対して1つ以上の端子を配置すること；超音波トランスデューサ要素および電気回路に1つ以上の端子を接続することを含む工程を含む。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサ要素はマイクロマシン超音波トランスデューサ(MUT)要素である。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサ要素は圧電マイクロマシン超音波トランスデューサ(pMUT)要素である。いくつかの実施形態では、超音波トランスデューサシステムは、第2の基板および第2の膜を含む第2の超音波トランスデューサ要素；第2の電気回路；および第2の超音波トランスデューサ要素および第2の電気回路に接続された1つ以上の追加の端子をさらに含み、ここで1つ以上の追加の端子は、任意に、規則のセットを使用して幾何学的に設計され、およびここで1つ以上の追加の端子は、規則のセットまたは規則の第2のセットに基づいて、第2の膜に対して配置される。いくつかの実施形態では、第1の超音波トランスデューサ要素および第2の超音波トランスデューサ要素は、複数の追加の超音波トランスデューサ要素とアレイを形成する。いくつかの実施形態では、アレイは二次元である。いくつかの実施形態では、アレイは 32×32 、 32×64 、 32×194 、 12×128 、 24×128 、 32×128 、 64×128 、 64×32 、または 64×194 である。いくつかの実施形態では、電気回路はASICである。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、ハイブリッド端子でない少なくとも1つの端子を含む。1つ以上の端子は、電氣的端子のみまたは機械的端子のみである、請求項34に記載の方法。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子はハイブリッド端子である。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、少なくとも1つの電氣的端子および1つの機械的端子を含む。いくつかの実施形態では、1つ以上の端子は、少なくとも1つの電氣的および機械的両方である端子を含む。いくつかの実施形態では、規則のセットは、直径の範囲、高さの範囲、アスペクト比の範囲、および1つ以上の端子の形状のうちの1つ以上を含む。いくつかの実施形態では、直径の範囲は、約 $5 \mu\text{m}$ ～約 $100 \mu\text{m}$ である。いくつかの実施形態では、高さの範囲は、約 $0 \mu\text{m}$ ～約 $300 \mu\text{m}$ である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は、約60:1未満である。いくつかの実施形態では、形状は円筒形状、環状形状および長方形形状から選択された1つ以上のものである。いくつかの実施形態では、規則の第2のセットは、1つ以上の端子の膜への間隔の範囲、超音波トランスデューサ要素内の電氣的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の電氣的端子の最大数、超音波ト

20

30

40

50

ランスデューサ要素内の機械的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の機械的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最大数のうちの1つ以上を含む。いくつかの実施形態では、間隔の範囲は、少なくとも約 $5 \mu\text{m}$ である。いくつかの実施形態では、電氣的端子の最小数は2つである。いくつかの実施形態では、電氣的端子の最大数は4つである。いくつかの実施形態では、機械的端子の最小数は2つである。いくつかの実施形態では、機械的端子の最小数は単一端子である。いくつかの実施形態では、機械的端子の最大数は10である。いくつかの実施形態では、規則の第2のセットは、1つ以上の端子を膜の軸のまわりで対称的であるように配置すること；1つ以上の端子を、膜を囲むように配置すること、またはそれらの組み合わせを含む。

10

【0009】

本開示のさらなる態様および利点は、以下の詳細な説明から当業者にすぐ明白になるであろう。本説明は本開示の例示となる実施形態のみが示されて記述される。理解されるように、本開示はその他および異なる実施形態が可能であり、その一部の詳細は、全てが本開示から逸脱することなく、様々な明白な点で変形が可能である。従って、図面および説明は本質的に例示としてみなされ、限定的なものとして見なされるべきではない。

【図面の簡単な説明】

【0010】

特許または出願ファイルは、カラーで作成された少なくとも1つの図面を含む。カラー図面を備えた本特許または本特許出願公報のコピーは、問い合わせ及び必要な料金の支払い次第に当局により提供される。本主題の特徴および利点のよりよい理解は、例示となる実施形態を示す以下の詳細な説明と添付図面を参照することで得られるであろう。

20

【図1A】図1Aは、電氣的端子(102)において非対称性を有する電氣的端子を使用して統合されたMUTとASICシステムの典型的な実施形態の断面図を示す(ASICダイ(104)は、明確性を目的として、この図から取り除かれている)。

【図1B】図1Bは、電氣的端子(102)において非対称性を有する電氣的端子を使用して統合されたMUTとASICシステムの典型的な実施形態のレイアウトを示す(ASICダイ(104)は、明確性を目的として、この図から取り除かれている)。

【図2】図2は、対称的な境界条件のための追加端子を備えたハイブリッド端子を使用して、統合されたMUTとASICシステムの典型的な実施形態のレイアウトを示す。

30

【図3】図3は、非対称的な端子を備えた図1BのMUTアレイにおいて中央のMUT膜の典型的な動的応答、および対称的なハイブリッド端子を備えた図2のMUTアレイにおいて中央のMUT膜の典型的な動的応答を示す。

【図4】図4は、本明細書の統合されたMUTとASICシステムの円筒形状の電氣的端子および/または機械的端子の典型的な幾何学的媒介変数を示す。

【図5】図5は、直径 $60 \mu\text{m}$ および3つの異なる高さ： $6 \mu\text{m}$ 、 $16 \mu\text{m}$ および $40 \mu\text{m}$ の端子を備えた図2に示されるようなハイブリッド端子が配置された統合されたMUTとASICシステムの典型的な性能を示す。

【図6】図6は、3つの異なる高さ： $6 \mu\text{m}$ 、 $16 \mu\text{m}$ および $40 \mu\text{m}$ において直径 $50 \mu\text{m}$ (左) および直径 $40 \mu\text{m}$ (右) の端子を備えた図2に示されるようなハイブリッド端子が配置された統合されたMUTとASICシステムの典型的な性能を示す。

40

【図7】図7は、追加ハイブリッド端子を備えた図1Bのハイブリッド端子を使用して統合されたMUTとASICシステムの典型的な実施形態のレイアウトを示す。

【図8】図8は、追加ハイブリッド端子を備えた図1Bのハイブリッド端子を使用して統合されたMUTとASICシステムの典型的な実施形態のレイアウトを示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

いくつかの実施形態では、本明細書のトランスデューサは、あるエネルギー領域における物理的変動を別の領域における物理的変動に変換する装置である。マイクロマシン超音波トランスデューサ(MUT)は、例えば、電氣的変動をダイアフラムの機械的振動に変

50

換する。ダイアフラムのこれらの振動は、ダイアフラムに隣接する任意の気体、液体または固体中の圧力波を及ぼす。逆に、隣接した媒体の圧力波は、ダイアフラムの機械的振動を引き起こす可能性がある。ダイアフラムの振動は、次にMUTの電極上の電気的変動を及ぼす可能性があり、それを感知することができる。圧電MUT (pMUT) については、圧電フィルムを横切った電場は、ダイアフラム上の重圧を変更し、それはダイアフラムを動かし、その後に圧力波を発生させる可能性がある。圧力波をメディアからpMUT上に衝突することは、次にダイアフラムを振動させ、圧電フィルムに重圧を作り、それはpMUTの電極の電荷の変化を引き起こす可能性がある。

【0012】

とある実施形態では、本明細書には、2つのエネルギー領域のうちの1つが電気領域である電気トランスデューサが開示される。いくつかの実施形態では、本明細書には、電気トランスデューサである超音波トランスデューサが開示される。例えば、pMUT (圧電MUT) が間で変換するエネルギー領域のうちの1つが電気領域であり、一方で別の領域が機械的、例えば機械的圧力である場合、pMUTは電気トランスデューサである。

10

【0013】

本開示は、電気トランスデューサの動的挙動を変更する方法を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の方法は、電気トランスデューサ、超音波トランスデューサ、MUTトランスデューサ、pMUTトランスデューサまたはその他のタイプのトランスデューサに適用可能である。いくつかの実施形態では、本明細書の方法は、容量型、piezo抵抗型、熱の、光学の、放射性的のトランスデューサを含むが、これらに限定されない、pMUT以外の電気トランスデューサに適用可能である。piezo抵抗型圧力トランスデューサは、例えば、piezo抵抗結果によって機械的圧力変動を電気抵抗変動の変化に変換する。抵抗変動が電気領域にあるので、piezo抵抗型圧力トランスデューサは電気トランスデューサとして見なされる。

20

【0014】

特定の定義

別段の定義がない限り、本明細書で使用される専門用語のすべては、本発明の技術分野の当業者によって一般に理解されているのと同じの意味である。

【0015】

本明細書で使用されるように、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈が他に明白に示していない限り、同様に複数形を含む。別段の主張がない限り、本明細書で「または」の任意の言及は「および/または」を包含するように意図される。

30

【0016】

本明細書で使用されるように、用語「約」は、主張の値に約10%、5%または1%、それ以上に近い値に指す。

【0017】

本明細書のシステムおよび方法は、MUTの動的性能および信頼性を保証するために、ASICへ/から信号を送信/受信するための電気的端子と同様に非電気的端子 (例えば、機械的端子) 両方を特徴とするASICと統合されたMUTを含む。いくつかの実施形態では、従来のチップ設計の端子配置と異なり、端子は、膜が約1MHzから約10MHzまでの高周波帯で振動するMUTの機械的に敏感な膜部分に接近して位置することができる。その結果、端子設計 (例えば、端子の種類、位置、形状、サイズ等) は、MUTの動的性能および信頼性を保証するために非常に重要になり得る。いくつかの実施形態では、本明細書のシステムおよび方法は、電気接続および熱サイクル信頼性を単に満たすのではなく、MUTの機械的性能 (例えば、膜の表面速度、圧力出力の大きさ、およびMUTの超音波周波数帯域幅) を向上させるように端子を配置することを含む。

40

【0018】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、取り付けられている要素を接続する。いくつかの実施形態では、端子によって設けられるそのような接続は電気的または非電気的である。いくつかの実施形態では、そのような接続は機械的である。いくつかの実施形態

50

では、そのような接続は機械的のみである。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、その位置に基づいて、トランスデューサの機械的作動に同じレベルで影響を及ぼすまたは及ぼさない可能性があるが、機械的である。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、ハイブリッドで、例えば電気的および非電気的の両方である。いくつかの実施形態では、本明細書のそのようなハイブリッド端子は機械的および電気的接触を可能にする。いくつかの実施形態では、機械的端子は電気的端子として電気信号を送信するために使用され、それにより、ハイブリッド端子にすることができる。いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子は同時にまたは異なる時点にて1つより多くのタイプの接続を可能にするように構成されてもよい。例えば、とある端子が機械的および電気的接続を同時に可能にするように構成されてもよい一方、別の端子が所定のしきい値条件が満たされた（例えば、位置しきい値）場合、機械的接続なしで電気的接続を可能にするように構成されてもよい。

10

【0019】

いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子アレイは、一次元、二次元または三次元に配置された1より多くのタイプの端子を含む。いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子アレイは、一次元、二次元または三次元に配置された1つ以上のハイブリッド端子を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、任意の異なる2つのタイプの接続（例えば、電気的および機械的）を提供するハイブリッド端子である。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、電気的のみ（例えば、トランスデューサの機械的操作に対する機械的影響がなく、または最小限である）および/または機械的のみ端子である。

【0020】

20

従来のMUTと回路、例えばASIC、の統合システムでは、電気的端子は一般に単純な形状であり、典型的にセットされた直径および高さを有するおよその円筒形状である。従来のMUTとASICの統合システムでは、ダイ上の電気的端子の位置は、典型的にMUTとASICの電気的ルーティングにより規定される。電気的端子がMUTの性能を考慮することなく熱サイクル信頼性を達成するように設計される（例えば、サイズ、形状、位置等）ことが多いため、従来の統合システムにデメリットが存在する場合がある。

【0021】

いくつかの実施形態では、本明細書のMUTは、MUTトランスデューサ（ここではトランスデューサ要素として交換可能）のMUTアレイであり、各々のMUTトランスデューサは基板、ダイアフラム（ここでは「膜」として交換可能）、および/または圧電要素を備えている。いくつかの実施形態では、アレイは二次元にある。MUTアレイでは、各々のMUTトランスデューサはピクセルとして作動する。いくつかの実施形態では、アレイのサイズは変更可能で、様々な適用にカスタマイズされてもよい。限定されない典型的なアレイのサイズは、 32×32 、 32×64 、 32×194 、 12×128 、 24×128 、 32×128 、 64×128 、 64×32 、または 64×194 （行×列、または列×行）である。

30

【0022】

いくつかの実施形態では、本明細書の各々のピクセルのサイズは変更可能で、様々な適用にカスタマイズされてもよい。いくつかの実施形態では、本明細書の各々のピクセルは、約 $10 \mu\text{m}$ ～約 $1000 \mu\text{m}$ 、または $10 \mu\text{m}$ ～ $1000 \mu\text{m}$ の範囲内にある幅（x軸）および/または高さ（z軸）を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の各々のピクセルは、約 $20 \mu\text{m}$ ～約 $600 \mu\text{m}$ 、約 $30 \mu\text{m}$ ～約 $500 \mu\text{m}$ 、約 $40 \sim$ 約 $400 \mu\text{m}$ 、約 $50 \sim$ 約 $300 \mu\text{m}$ 、または約 $50 \mu\text{m}$ ～約 $250 \mu\text{m}$ の範囲内にある幅（x軸）を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の各々のピクセルは、約 $10 \mu\text{m}$ ～約 $1000 \mu\text{m}$ 、約 $20 \mu\text{m}$ ～約 $950 \mu\text{m}$ 、約 $30 \sim$ 約 $900 \mu\text{m}$ 、約 $40 \sim$ 約 $850 \mu\text{m}$ 、または約 $50 \mu\text{m}$ ～約 $800 \mu\text{m}$ の範囲内にある高さを含む。いくつかの実施形態では、ピクセルは、3Dスペースにおいてx、y、zおよび/またはその他の軸のまわりで非対称的または対称的であってもよい。いくつかの実施形態では、ピクセルは、傾角方向により高く、方位角方向により狭いのである。

40

【0023】

50

いくつかの実施形態では、本明細書の電氣的端子、機械的な端子、および/または、ハイブリッド端子、1つ以上の膜に隣接している。いくつかの実施形態では、電氣的端子(102)またはハイブリッド端子(105)/(106)から膜(101)までの最大または最小の距離は、0 μm、1 μm、2 μm、3 μm、4 μm、5 μm、6 μm、7 μm、8 μm、9 μmまたは10 μm以上である。いくつかの実施形態では、電氣的端子またはハイブリッド端子から膜までの最大または最小の距離は、200 μm、180 μm、160 μm、140 μm、120 μm、100 μm、90 μm、80 μm、70 μm、60 μm、50 μm、40 μm、30 μm、20 μm、10 μm未満、またはそれ以下である。いくつかの実施形態では、電氣的端子またはハイブリッド端子から膜までの最大または最小の距離は、約10 μm~約100 μm、または10 μm~100 μmの範囲内にある。いくつかの実施形態では、電氣的端子またはハイブリッド端子から膜までの最大または最小の距離は、約5 μm~約150 μm、または5 μm~150 μmの範囲内にある。

10

【0024】

図1A - 図1Bを参照すると、特定の実施形態では、MUTとASICの統合システムは、複数の端子(102)によるASICダイ(104)に取り付けられるまたは接続されるMUTダイ(100)を含む。いくつかの実施形態では、本明細書のASICダイ(104)はプリント回路板(PCB)等の他の回路要素であってもよい。統合システムの断面図(図1BのB-B'から)およびレイアウト(図1AのA-A'から)は、図1Aおよび図1Bのそれぞれに示される。本実施形態では、MUTダイは、膜(101)のレイを含むトランスデューサのレイを含む。そのような膜レイの配置(例えば、列またはカラム当たりの膜の数、隣接した膜の間の隙間等)は変更可能で、図1Bは、レイの非限定的で典型的な配置を示す。本実施形態では、端子は電氣的端子である。いくつかの実施形態では、端子(102)は機械的端子等の追加の端子を設けるように構成されてもよい。本実施形態では、電氣的端子(102)の1つ以上は、機械的に敏感なMUT膜(101)に隣接している(例えば、最大の距離が約10 μm~約100 μmの範囲内にある)。いくつかの実施形態では、1つ以上の電氣的端子(102)は、MUTとASICとの間の臨界インターフェース(critical interface)を形成するように構成されている。いくつかの実施形態では、1つ以上の電氣的端子(102)、および/または機械的端子は、MUT動態または性能のための重要な境界条件として作動するように構成されている。

20

30

【0025】

端子の配置および/または追加の端子の追加

いくつかの実施形態では、追加の端子は、例えば、図1A - 図1Bに示された、従来の端子配置に加えらる。いくつかの実施形態では、追加された端子の各々は、電氣的端子、機械的端子またはハイブリッド端子であり得る。いくつかの実施形態では、既存のおよび/または追加の端子(例えば機械的端子)の位置は、統合されたMUTとASICシステムの熱的安定性、構造剛性および/または動的性能を向上させるために設計されている。

【0026】

図2を参照すると、特定の実施形態では、追加の端子は、図1Bに示された既存の端子の非対称的な配置に加えらる。本実施形態では、機械的端子(105)は、従来の電氣的端子(102)の配置に加えられ、および統合されたMUTとASICシステムは、端子の対称的なレイアウトを含み、x-y平面において、任意にx軸、y軸またはx-y平面内の任意の他の軸のまわりで、ハイブリッド端子の対称的なレイを形成する。いくつかの実施形態では、対称的なレイは、端子の同一の幾何学的形状の対称的な配置を含むが、その端子は、例えば、図2に示されるように異なるタイプであってもよい。いくつかの実施形態では、対称的なレイは、端子の対称的な配置を含む。

40

【0027】

図3は、図2の対称的なハイブリッド端子の配置に比べて図1Bの非対称的な端子の配置の周波数に対する表面速度を示す。図3に示されるように、図2の対称的な端子の配置は、図1Bの非対称的な端子の配置より最大の表面速度をはるかに高くする。いくつかの

50

実施形態では、MUTの利点は、他のタイプの超音波トランスデューサより高い、膜の最大の表面速度を提供するために構成可能であるという点である。いくつかの実施形態では、膜の最大の表面速度は、MUTによって達成可能な最大圧力出力と直接関連している。ゆえに、MUTによってより高い最大の表面速度を供給することは有利であって、非常に望ましい。図3を参照すると、図2の対称的なハイブリッド端子の配置/アレイは、桁違いに高い膜の最大の表面速度を達成し得る。図2に示される同様の実施形態では、機械的端子は、膜の表面速度等のMUT動態を向上させる追加的な機械的支持を提供し得る。例えば、機械的端子は、一次周波数を上または下へ変更させたり、一次周波数に関連する高調波周波数を移動させたりすることができ、それにより機器の知覚帯域幅に影響する。別の例示として、端子は機械的減衰を増大または減少させる可能性があり、それによりトランスデューサの帯域幅に一次モード形状および高調波モード形状のために直接影響する。

10

【0028】

いくつかの実施形態では、最大の表面速度は変更可能であり、特定の適用に依存し得る。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約0.01m/秒～約100m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約0.1m/秒～約10m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約2mm/秒～約100m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約5mm/秒～約80m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約5mm/秒～約60m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約6mm/秒～約50m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約6mm/秒～約40m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約6mm/秒～約30m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約8mm/秒～約30m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約8mm/秒～約20m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約8mm/秒～約15m/秒の範囲内にある。いくつかの実施形態では、最大の表面速度は、約10mm/秒～約10m/秒の範囲内にある。

20

【0029】

いくつかの実施形態では、本明細書の統合されたMUTとASICシステムは、図2に示されるものと異なる対称的なハイブリッド端子アレイを含む。そのような異なる対称的なハイブリッド端子アレイは、従来の端子アレイよりもMUT動態を改善するように構成される。いくつかの実施形態では、対称的なハイブリッド端子アレイは、MUTダイ(100)のx-y平面内のx軸、y軸または任意の他の軸のまわりで対称的である。いくつかの実施形態では、本明細書の対称的なハイブリッド端子アレイは、個々のMUT膜(101)のx-y平面内のx軸、y軸または任意の他の軸のまわりで対称的に配置される端子を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の対称性は、端子のサイズ、形状、タイプ、位置、またはそれらの組み合わせを含む。例えば、MUT膜に対して対称的に配置した2つの異なる端子(例えば、1つがハイブリッド、1つが電氣的)は、そのような2つの端子の対称的な配置と見なされてもよい。

30

【0030】

いくつかの実施形態では、本明細書のシステムおよび方法は、任意の数の膜を備えたMUTアレイを含む。いくつかの実施形態では、MUTアレイにおける膜の総数は、1～15,000の範囲内にある。いくつかの実施形態では、MUTアレイにおける膜の数は、250～4,200の範囲内にある。

40

【0031】

いくつかの実施形態では、本明細書のシステムおよび方法は、任意の数の端子またはハイブリッド端子を備えたMUTアレイを含む。いくつかの実施形態では、MUTアレイにおける端子またはハイブリッド端子の数は、2～120,000の範囲内にある。いくつかの実施形態では、MUTアレイにおける端子またはハイブリッド端子の数は、250～8,500の範囲内にある。

【0032】

50

ハイブリッド端子の設計

いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子の配置は本明細書のシステムおよび方法の唯一のパラメータではない。端子自体は、MUT性能をさらに最適化するために設計することができる。典型的に、端子材料は統合技術によってセットされることができ、そのように固定される。前述のとおり、図4に示されるように、端子が典型的に円筒形状の場合、端子の高さ（z軸に沿った）および直径（x-y平面）は、最適化のためのパラメータになり得る。

【0033】

いくつかの実施形態では、MUT性能は、規則の第1のセット、規則の第2のセットまたはそれらの組み合わせを使用して所与のMUT設計および統合スキームのために改善されるまたは最適化されることができ、規則の第1のセットは、各々の端子用に、直径の範囲、高さの範囲、断面積の範囲、アスペクト比の範囲、1つ以上の端子の形状、および1つ以上の端子の断面図の形状を含む場合がある。規則の第2のセットは、各々の端子のために、1つ以上の端子の膜への間隔の範囲、超音波トランスデューサ要素内の電気的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の電気的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素内の機械的端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内の機械的端子の最大数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最小数、超音波トランスデューサ要素内のハイブリッド端子の最大数、超音波トランスデューサ要素との最大接触面積、超音波トランスデューサ要素との最小接触面積のうちの1つ以上を設けてもよい。ゆえに、1つ以上のそのような規則の利用は、MUT性能を最適化に役立つ場合がある。例えば、端子の形状は円筒形状として与えられ得る、統合構想はハイブリッド端子を介して設けられ得る。規則の第1のセットおよび/または第2のセットの他の規則もMUT性能を最適化させる端子の特徴を画定するために手動で、実験的に、自動的に、または機械学習アルゴリズムを使用して選択されることができ、

【0034】

図5は、図2で示されたハイブリッド端子の構成のMUT膜（101）の動的性能を示す。本特定の実施形態では、60μmの同一の端子直径については、3つの異なる高さの最も高い高さ、すなわち40μmの端子は、6μmおよび16μmの高さの端子と比較して最高の性能を有する。端子直径が50μmに調節される場合、最高の端子の高さは、図6（左）で示されるように、16μmである。40μmの端子直径については、最高の端子の高さは、図6（右）でのような6μmである。

【0035】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、最適化されたMUT性能を達成するために円筒形状以外の形状になり得る。3次元の端子形状の非限定的な例示は、球体、ピラミッド、野球、紡錘形状（スピンドル）、立方体、直平行六面体、四面体、円錐、六角形のプリズム、三角形のプリズおよびドーナツ形状の一部または全体を含む。x-y平面に沿った端子形状の非限定的な例示は、円、環、扇型、楕円形、三角形、正方形、長方形、台形、長斜方形および多角形の一部または全体を含む。

【0036】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、変更可能で、異なる適用にカスタマイズすることができる（z軸に沿った）高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約0μm~300μmの範囲内の（z軸に沿った）高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約0μm~250μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約0μm~200μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約0μm~100μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約1μm~100μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約1μm~80μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約2μm~80μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約2μm~60μmの範囲内の高さを含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約3μm~60μmの範囲内の高さ

10

20

30

40

50

を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $3\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ の範囲内の高さを含む。

【0037】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、変更可能で、異なる適用にカスタマイズすることができる ($x-y$ 平面内の) 直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $0\ \mu\text{m}$ ~ $300\ \mu\text{m}$ の範囲内の ($x-y$ 平面内の) 直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $0\ \mu\text{m}$ ~ $250\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $4\ \mu\text{m}$ ~ $120\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $5\ \mu\text{m}$ ~ $100\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $10\ \mu\text{m}$ ~ $90\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $15\ \mu\text{m}$ ~ $80\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $20\ \mu\text{m}$ ~ $80\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $25\ \mu\text{m}$ ~ $75\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $25\ \mu\text{m}$ ~ $70\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、約 $30\ \mu\text{m}$ ~ $60\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径を含む。

10

【0038】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は、変更可能で、異なる適用にカスタマイズすることができるアスペクト比 (つまり、高さ: 直径) を含む。アスペクト比の非限定的な例示は、 $6:1$ 未満、 $5:1$ 未満、 $4:1$ 未満、 $3:1$ 未満、または $2:1$ 未満を含むがそれらに限定されない。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $1:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.9:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.8:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.7:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.6:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.5:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.4:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.3:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $1.2:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.2:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $0.8:1$ 未満である。いくつかの実施形態では、アスペクト比は $1.5:1$ 未満である。

20

30

【0039】

いくつかの実施形態では、本明細書の端子は $x-y$ 平面内の接触面積を含む。いくつかの実施形態では、接触面積は本明細書のトランスデューサ要素および/または回路と接触する。いくつかの実施形態では、接触面積は z 軸に垂直な断面である。いくつかの実施形態では、接触面積は、 $30\ \mu\text{m}$ ~ $60\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径の円に同等である。

【0040】

いくつかの実施形態では、接触面積は、 $10\ \mu\text{m}$ ~ $100\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径の円に同等である。いくつかの実施形態では、接触面積は、 $20\ \mu\text{m}$ ~ $80\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径の円に同等である。いくつかの実施形態では、接触面積は、 $30\ \mu\text{m}$ ~ $50\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径の円に同等である。いくつかの実施形態では、接触面積は、 $40\ \mu\text{m}$ ~ $60\ \mu\text{m}$ の範囲内の直径の円に同等である。

40

【0041】

いくつかの実施形態では、本明細書の各々のピクセルは、1つ以上の電氣的、機械的、および/またはハイブリッド端子を含む。いくつかの実施形態では、各々のピクセルは、 $1\sim 5$ 、 $1\sim 4$ 、 $1\sim 3$ または $1\sim 2$ の電氣的端子を含む。いくつかの実施形態では、各々のピクセルは、 $1\sim 10$ 、 $1\sim 8$ 、 $1\sim 6$ 、または $1\sim 5$ 、 $1\sim 4$ 、 $1\sim 3$ 、あるいは $1\sim 2$ の機械的な端子を含む。いくつかの実施形態では、各々のピクセルは、 $1\sim 10$ 、 $1\sim 8$ 、 $1\sim 6$ 、または $1\sim 5$ 、 $1\sim 4$ 、 $1\sim 3$ 、あるいは $1\sim 2$ のハイブリッド端子を含む。

【0042】

50

ハイブリッド端子の形成

いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子は同一のレイアウト形状を有しなくてもよい。代わりに、いくつかの実施形態では、ハイブリッド端子は、MUT性能の向上を促進する様々な形状を有してもよい。例示として、図7は、より長い(例えばx軸に沿って)、細い(例えばy軸に沿って)、追加の長方形の端子(106)を示す。端子(106)は、ハイブリッド端子または機械的端子であり得る。本実施形態では、そのような長方形の端子は、大規模な固定境界条件を提供し、それによってMUT性能が改善される。別の例示として、MUTアレイ(100)の膜(101)の1つ以上は、図8で示された環状のハイブリッド端子(107)によって少なくとも部分的に包囲される場合がある。これらの実施形態では、環状の端子および長形状の端子はハイブリッドである。いくつかの実施形態では、環状の端子および長形状の端子は電気的および/または機械的である。

10

【0043】

ある実施形態および実施例が先の記述において提供されているが、本発明の主題は、具体的に開示された実施形態を越えて、他の代替的な実施形態および/または用途、ならびにそれらの修飾物および等価物にも及ぶ。ゆえに、本明細書に添付される特許請求の範囲は、後述の特定の実施形態のいずれにも限定されるものではない。例えば、本明細書に開示される任意の方法またはプロセスでは、この方法またはプロセスの作用または動作は任意の適切な順序で行われてもよいが、開示された任意の適切な順序に必ずしも限定されるわけではない。ある実施形態を理解するのに有用となる場合があるように、様々な動作が複数の個別の動作として記載されてもよい。しかし、記載の順序は、これらの動作が順序に依存することを示唆ものと解釈されるべきではない。加えて、本明細書に記載される構造、システム、および/または装置は、一体型コンポーネント、または別個のコンポーネントとして具体化されてもよい。

20

【0044】

様々な実施形態を比較するために、これら実施形態の特定の態様と利点を記載する。必ずしもこのような態様または利点がすべて、任意の特定の実施形態により達成されるわけではない。ゆえに、例えば様々な実施形態は、本明細書で教示または示唆されるような他の態様または利点を必ずしも達成することなく、本明細書に教示されるような1つの利点あるいはその集合を達成または最適化するように実行されてもよい。

【0045】

本明細書で使用されるように、Aおよび/またはBは、AまたはB、およびAとBなどの組み合わせのうち1つ以上を包含する。用語「第1」、「第2」、「第3」などは、様々な要素、構成要素、領域、および/またはセクションを記述するために使用されてもよいことが理解される。これらの要素、構成要素、領域、および/またはセクションは先の用語により制限されるべきではない。これら用語は単に、1つの要素、構成要素、領域、またはセクションを、別の要素、構成要素、領域、またはセクションと区別するために使用されるものである。ゆえに、後述の第1の要素、構成要素、領域、またはセクションは、本開示の教示から逸脱することなく第2の要素、構成要素、領域、またはセクションと称される場合がある。

30

【0046】

本明細書で使用される用語は、特定の実施形態のみを記載するためのものであり、本開示を制限するようには意図されていない。本明細書で使用されるように、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈が他に明白に示していない限り、同様に複数形を含むように意図される。用語「含む(comprises)」および/または「含むこと(including)」または「含む(contains)」および/または「含むこと(including)」は、本明細書で使用されるとき、明示された特徴、領域、整数、工程、操作、要素、および/または構成要素の存在を特定するものであるが、1つ以上の他の特徴、領域、整数、工程、操作、要素、構成要素、および/またはそれらの集まりの存在または追加を妨げないことが、さらに理解される。

40

【0047】

50

本明細書および特許請求の範囲で使用されるように、特に明記されていない限り、用語「約」および「およそ」、または「実質的に」は、実施形態に応じて数値の $+/-0.1\%$ 、 $+/-1\%$ 、 $+/-2\%$ 、 $+/-3\%$ 、 $+/-4\%$ 、 $+/-5\%$ 、 $+/-6\%$ 、 $+/-7\%$ 、 $+/-8\%$ 、 $+/-9\%$ 、 $+/-10\%$ 、 $+/-11\%$ 、 $+/-12\%$ 、 $+/-14\%$ 、 $+/-15\%$ 、または $+/-20\%$ 、およびそれらの増分の変動を指す。非限定的な例として、約100メートルは、実施形態に応じて95~105メートル(100メートルの $+/-5\%$)、90~110メートル(100メートルの $+/-10\%$)、または85~115メートル(100メートルの $+/-15\%$)の範囲を表す。

【0048】

本発明の好ましい実施形態がここに示されて記載された一方、そのような実施形態が例示のみとして提供されることは当業者に明白であろう。本発明が明細書に提供された特定の例示により制限される意図がない。本発明は上記明細書に関連して記載されているが、ここに実施形態の説明および図面は、限定的なものとして解釈されるべきではない。当業者には、本発明から逸脱することなく多数の変形、変更および代替が、見出されるであろう。さらに、本発明の全ての態様は、様々な条件および変数に影響される、ここに述べられた特定の描写、構成または相対的比率に限定されないことが理解されるであろう。ここに記載されている本発明を実施において、本発明の実施形態の様々な代替案が活用されてもよいことが理解されるであろう。したがって、本発明はさらに任意のそのような代替案、修正、変形または等価物にも及ぶと企図されるであろう。以下の請求項は、本発明の範囲を確定し、本請求項の範囲内の方法、および構造、またそれらの等価物がそれによって

10

20

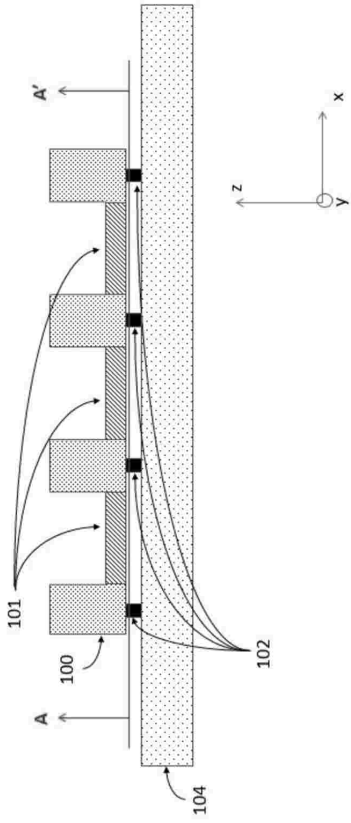
30

40

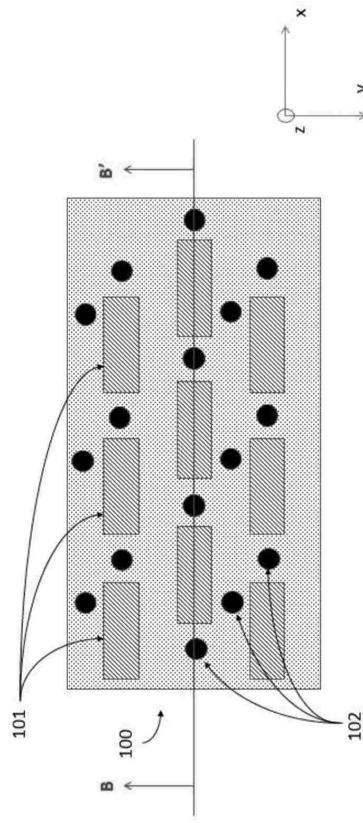
50

【图面】

【图 1 A】



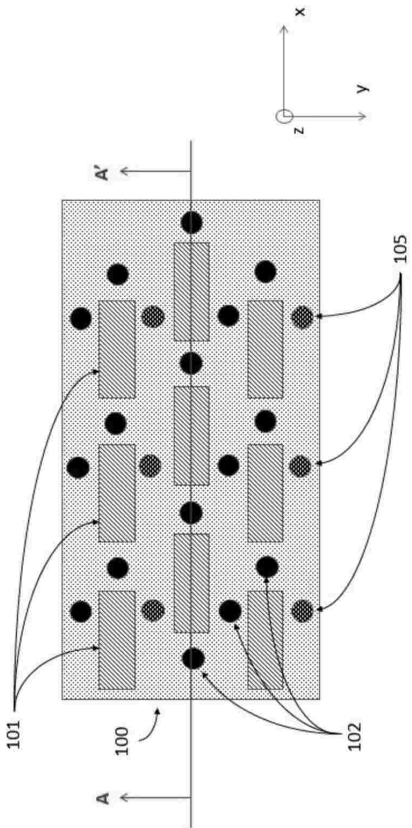
【图 1 B】



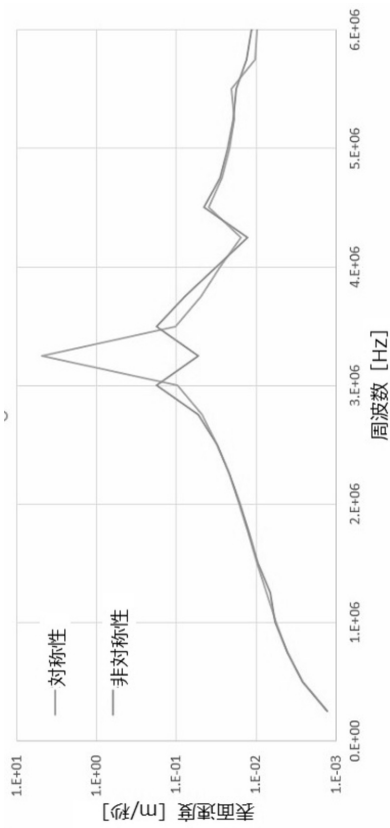
10

20

【图 2】



【图 3】

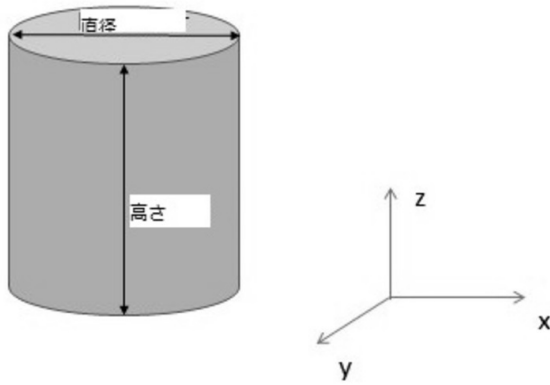


30

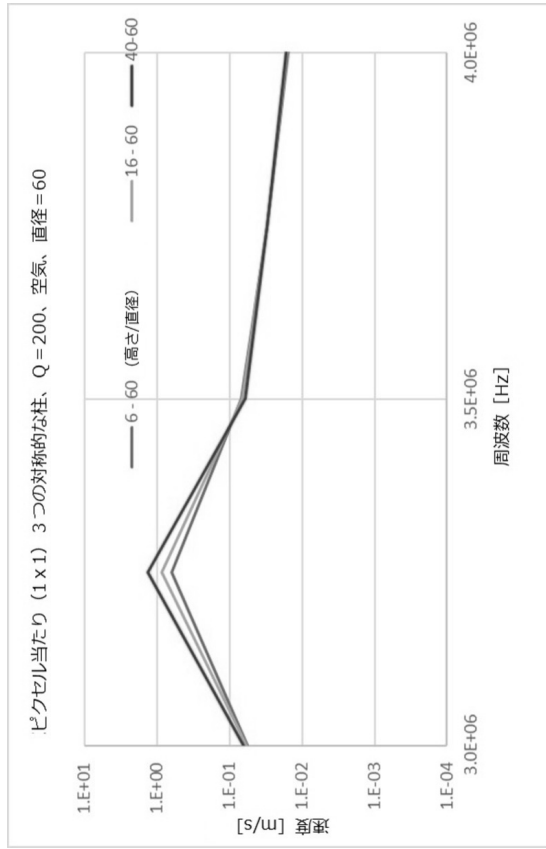
40

50

【 図 4 】



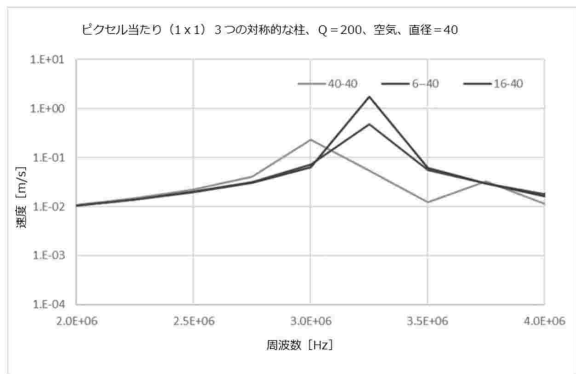
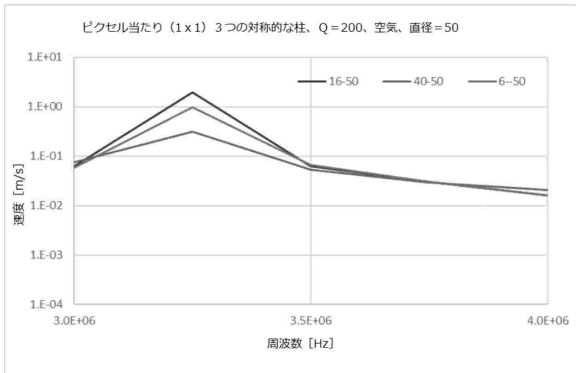
【 図 5 】



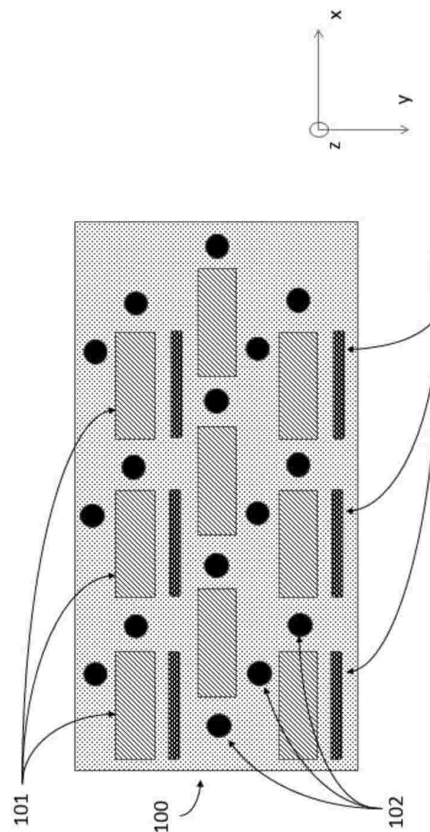
10

20

【 図 6 】



【 図 7 】

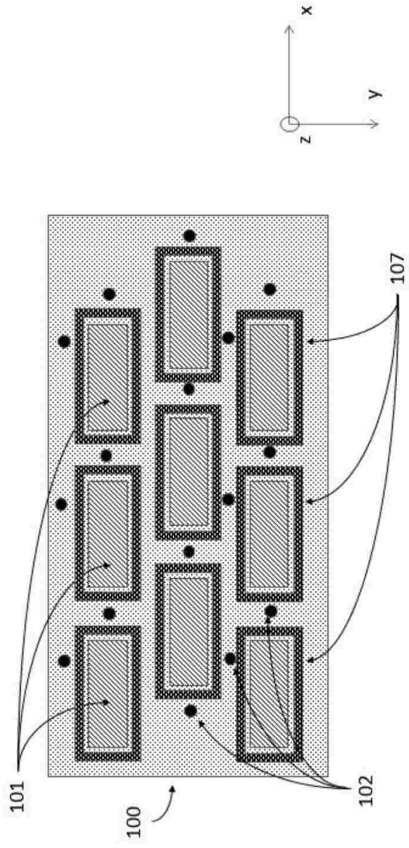


30

40

50

【 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
H 1 0 N 30/30

(72)発明者 米国(US)
バーカムショー, ブライアン
アメリカ合衆国 9 4 0 6 5 カリフォルニア州 レッドウッドシティ ブリッジ・パークウェイ 3
6 0 0 スイート 1 0 2

(72)発明者 アッカラジュ, サンディーブ
アメリカ合衆国 9 4 0 6 5 カリフォルニア州 レッドウッドシティ ブリッジ・パークウェイ 3
6 0 0 スイート 1 0 2

合議体

審判長 千葉 輝久

審判官 樫本 剛

審判官 木方 庸輔

(56)参考文献 特開 2 0 1 5 - 1 5 4 4 8 0 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 8 / 0 1 5 3 5 1 0 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H04R 1/00 - 31/00