

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-525263

(P2017-525263A)

(43) 公表日 平成29年8月31日(2017.8.31)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO4R 19/04	(2006.01)	HO4R	19/04	5D016
HO4R 7/04	(2006.01)	HO4R	7/04	5D021

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-575538 (P2016-575538)  
 (86) (22) 出願日 平成27年6月12日 (2015.6.12)  
 (85) 翻訳文提出日 平成29年2月15日 (2017.2.15)  
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2015/063206  
 (87) 国際公開番号 W02015/197382  
 (87) 国際公開日 平成27年12月30日 (2015.12.30)  
 (31) 優先権主張番号 102014108984.7  
 (32) 優先日 平成26年6月26日 (2014.6.26)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 300002160  
 エプコス アクチエンゲゼルシャフト  
 EPCOS AG  
 ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ザンクト  
 -マルティン-シュトラッセ 53  
 St. -Martin-Strasse  
 53, D-81669 Muenche  
 n, Germany  
 (74) 代理人 100090022  
 弁理士 長門 侃二  
 (72) 発明者 ロムバッハ, ビルミン, ヘルマン,  
 オットー  
 デンマーク国 2800 コンゲンツ リ  
 ングバイ, クリスチャン テンス アレ  
 - 72

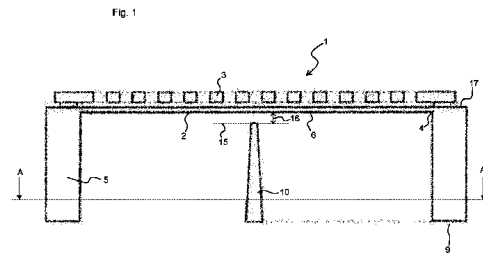
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変換器素子

(57) 【要約】

本発明は1つの変換器素子(1)に関し、この変換器素子は、1つの縁部(4)を備える1つの可動なメンブレン(2, 2a, 2b)と、当該メンブレン(2, 2a, 2b)の縁部(4)が固定されている1つのフレーム(5)と、1つの補強部材(10)とを備え、この補強部材は、当該フレーム(5)の1つの第1の部分と、当該第1の部分の反対側にある、当該フレーム(5)の1つの第2の部分とを互いに結合している。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

変換器素子(1)であって、

1つの縁部(4)を有する、1つの可動なメンブレン(2, 2a, 2b)と、前記メンブレン(2, 2a, 2b)の前記縁部(4)が固定されている1つのフレーム(5)と、

前記フレーム(5)の1つの第1の部分(7)と、当該第1の部分(7)の反対側にある、前記フレーム(5)の1つの第2の部分(8)とを互いに結合している、1つの補強部材(10)と、

を備えることを特徴とする変換器素子。

10

## 【請求項 2】

前記補強部材(10)は、前記フレーム(5)の高さより小さな高さを備えることを特徴とする、請求項1に記載の変換器素子。

## 【請求項 3】

前記補強部材(10)および前記フレーム(5)は、同じ材料から成っていることを特徴とする、請求項1または2に記載の変換器素子。

## 【請求項 4】

前記補強部材(10)は、前記フレーム(5)の1つの第3の部分(13)と、前記フレーム(5)の1つの第4の部分(14)とを互いに結合し、当該第4の部分は、当該第3の部分(13)の反対側にあることを特徴とする、請求項1乃至3のいずれか1項に記載の変換器素子。

20

## 【請求項 5】

前記補強部材(10)は帯形状であることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の変換器素子。

## 【請求項 6】

前記補強部材(10)は十字形状であることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の変換器素子。

## 【請求項 7】

前記補強部材(10)は星形状であることを特徴とする、請求項1乃至4のいずれか1項に記載の変換器素子。

30

## 【請求項 8】

前記メンブレンは(2, 2b)は、楕円形状または矩形形状であることを特徴とする、請求項1乃至7のいずれか1項に記載の変換器素子。

## 【請求項 9】

前記補強部材(10)は、150~700 $\mu$ mの高さを備えることを特徴とする、請求項1乃至8のいずれか1項に記載の変換器素子。

## 【請求項 10】

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の変換器素子(1)を備えるMEMSマイクロフォン。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は変換器素子に関する。この変換器素子は具体的には、音響信号または他の圧力変動を電気信号に変換するために構成されている、1つの変換器素子であってよい。このような変換器素子は、具体的にはコンデンサマイクロフォンに使用される。

## 【背景技術】

## 【0002】

コンデンサマイクロフォンにおいては、その変換器素子ができる限り良く小型化されていること、そしてこの際同時に高い録音品質が保証されていることが極めて重要である。一般的には、大きなメンブレンを有するマイクロフォンは、より良好な信号対ノイズ比を

50

備えており、そしてこれにより、より良好な録音品質を可能としている。ここでこのメンブレン面積は、任意に大幅に低減することができないので、さらなる小型化は、このメンブレンが固定されているフレームの占める面積を低減することができる場合にのみ可能である。

【0003】

しかしながらこのフレームはより薄く形成されるに従い、機械的な剛性の問題が生じる。具体的には、このフレームに取り付けられている、固定されたバックプレートは、このフレームに力（複数）を及ぼす可能性があり、フレームが薄すぎる場合には、この力はこのフレームの曲げをもたらす。さらに、このフレームはこれらの力を上記のメンブレンに伝達し、こうしてこのメンブレンの測定精度は、これらの生じている力によって阻害される。具体的には、非対称的なメンブレン（複数）、たとえば楕円形、非円形、および矩形、非正方形のメンブレン（複数）では、たとえば大きな温度変化の際に、これにより発生した機械的応力は、このメンブレンの測定精度の大きな悪化をもたらす。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって本発明の課題は、メンブレンの測定特性を悪化させることなく変換器素子の小型化を可能とすることである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は本願請求項1に記載の変換器素子によって解決される。

20

【0006】

本発明は1つの変換器素子を提示し、この変換器素子は、1つの縁部を備える1つの可動なメンブレンと、当該メンブレンの縁部が固定されている1つのフレームと、1つの補強部材とを備え、この補強部材は、当該フレームの1つの第1の部分（Teilabschnitt）と、当該第1の部分の反対側にある、当該フレームの1つの第2の部分とを互いに結合している。

【0007】

上記の補強部材は、具体的には上記のフレームの第1の部分と直接機械的に結合されていてよく、そして上記のフレームの第2の部分と直接機械的に結合されていてよい。この補強部材は、具体的には、このフレームの第1の部分と、このフレームの第2の部分とを、1つの固定された距離で一緒に保持するように構成されていてよい。これにより、この補強部材は、上記のフレームの第1の部分を上記のフレームの第2の部分に対して大きく移動させる可能性のある、上記のフレームに作用する力（複数）を抑える。

30

【0008】

上記の補強部材は、上記のフレームの高さから上記の補強部材と上記の可動なメンブレンとの間の最小距離を差し引いたものに対応する高さを備えてよい。これにより、この補強部材は、このフレームの第1の部分および第2の部分が、この補強部材の高さの全体に渡って互いに同じ距離を有するように設けることができる。これにより、具体的には、この第1および第2の部分が、それらの各々の高さ位置に沿って変形し、そしてたとえば、上記のメンブレンに向いていない側にあるこのフレームの下端で、このメンブレンが固定されているこのフレームの上端の近傍よりも大きな距離を有することを防ぐことができる。

40

【0009】

上記の補強部材は、このようにして、上記のフレームから、より少ない力が上記の可動なメンブレンに作用するように設けることができる。具体的には、この補強部材は、上記のフレームが上記の可動なメンブレンに及ぼす非対称な力（複数）の成分を低減することができる。

【0010】

このことは、特に非対称な応力分布の場合に重要であり、この非対称な応力分布は、非

50

正方形または非円形のメンブレンで発生し得る。具体的には、このようなメンブレンでは、以上のようにして上記の補強部材が、録音品質の非常に重要な改善をもたらす。このような改善は、このフレームがはるかに厚く形成されている場合のみ可能であったであろう。しかしながら、円形または正方形のような対称的なメンブレンであっても、上記の補強部材は改善をもたらすことができ、この改善は、上記のフレームの壁厚のさらなる低減を可能とする。

【0011】

全体として、上記の補強部材は、上記のフレームの壁厚を低減することを可能とし、そしてこうしてこの際に本変換器素子の測定精度を悪化させることなくこの変換器素子をさらに小型化することを可能とする。

10

【0012】

上記のフレームは、たとえばシリコンから成っていてよい。このフレームの1つの上端に上記の可動なメンブレンならびに1つの固定されたバックプレートが配設されており、ここでこの固定されたバックプレートは、このメンブレンに対して小さな間隔を置いて固定されている。このメンブレンの縁部は、具体的には、このメンブレンの縁部がこのメンブレンの面法線の方向に動くことができないように、このフレームに固定されていてよい。

【0013】

上記の第1および第2の部分は、ほぼ、このメンブレンに向いていない側に配置されているこのフレームの下端から、このフレームの高さから上記の補強部材とこのメンブレンとの間の最小距離を差し引いたものに対応した高さまで延伸している。これらの部分は、たとえば楔形状または帯形状で形成されていてよい。この第1および第2の部分は、互いに直接には隣接していない。むしろこの第1の部分と第2の部分の間には他の部分が存在している。

20

【0014】

上記の「反対側にある」という表現は、ここでは上記の第1の部分と上記の第2の部分が互いに直接には隣接していないことを意味するものである。上記の第1の部分の任意の1つの点と上記の第2の部分の任意の1つの点とを結ぶ結合線は、本変換器素子の内側を走行しており、この際上記のフレームを横切ることが無い。

【0015】

本変換器素子は、音響信号または他の圧力変動を電気信号に変換するように構成されていてよい。具体的にはこの変換器素子は、音声信号を電気信号に変換するように構成されている。この変換器素子は、1つのMEMS素子(MEMS = 微小電気機械システム、Mikroelektromechanisches System)であってよい。

30

【0016】

上記の補強部材は、上記のフレームの高さより小さな高さを備えてよい。以上により上記の補強部材は、上記の可動なメンブレンから1つの最小距離だけ離間し得る。このようにしてこの補強部材がこのメンブレンの動きを阻害しないように、このメンブレンがこの補強部材上に戴置されることが保証される。この最小距離は、具体的には、このメンブレンの変位の際に、このメンブレンが直ぐにこの補強部材と接触することが無いように設定される。

40

【0017】

上記の補強部材および上記のフレームは、同じ材料から成っていてよい。この材料は、具体的にはシリコンであってよい。具体的には、上記の補強部材および上記のフレームは、1つの共通な処理ステップ、たとえば1つのエッチングプロセスにおいて生成することができる。以上により、上記の補強部材の製造には、追加の処理ステップが全く必要でない。上記のフレームを製造するために用いられる1つのエッチングマスクがこれに対応して調整されるだけであり、こうしてこのエッチングマスクは上記の補強部材と一緒に形成する。こうしてこの補強部材は、最小の手間で製造することができる。

【0018】

50

さらに上記の補強部材は、上記のフレームの1つの第3の部分と、上記のフレームの1つの第4の部分とを互いに結合してよい。この第4の部分は、この第3の部分の反対側にある。この補強部材は、この第3および第4の部分を、互いに1つの固定された距離で保持している。具体的には、この第3および第4の部分は、上記の補強部材の高さ全体に渡って、互いに1つの固定された距離で保持されている。上記の第1および第2の部分に対しても、この第3および第4の部分は、上記の補強部材によって、1つのしっかりと規定された位置にしっかりと保持されている。

【0019】

このように構成されている補強部材は、上記のメンブレンに作用する、上記の発生する力(複数)をさらに低減することができる。選択された上記のメンブレンの形状に依存して、上記のフレームは、2つ以上の機械的な脆弱部を有し得る。上記の第3および第4の部分の結合により、上記のフレームの1つの第2の機械的な脆弱部を取り除くことができるであろう。特に、上記のフレームの第1から第4の部分のいずれも、この第1から第4の部分の他の1つと直接隣接し得ない。

10

【0020】

上記の補強部材は、帯形状であってよい。具体的には、この補強部材は、この変換器素子の1つの断面において、上記のメンブレンに対し平行な1つの平面において帯形状に形成されている。この補強部材は、その高さ全体に渡って帯形状となっていてよい。

【0021】

代替の実施形態においては、上記の補強部材は、十字形状または星形状であってよい。これらの形状も、上記の変換器素子の断面での、上記のメンブレンに対して平行な1つの平面におけるものである。上記のメンブレンおよびこれに付随するフレームの形状に依存して、帯形状、十字形状、または星形状の補強部材が有利であり得る。この補強部材は、常に、これが上記のフレームの機械的な脆弱部を均等化するように設定されていなければならない。

20

【0022】

上記のメンブレンは、楕円形状または矩形形状であってよい。具体的には、このメンブレンは、1つの非対称な構造を備えてよく、たとえば非円形の1つの楕円形、または非正方形の1つの矩形を備えてよい。具体的にはこのような、ある程度の非対称性を備えるメンブレンでは、上記の補強部材の使用がとりわけ有利である。これは、ここでは上記のフレーム上に非対称な力(複数)が作用するからであり、これらの力は、上記の補強部材無しでは、このメンブレンに大きな影響を与えかねず、そしてこのメンブレンの測定精度を悪化させかねない。しかしながら上記の補強部材はこれを抑えることができる。

30

【0023】

上記の補強部材は、150~700 μmの範囲の高さを備えてよい。ここでこの補強部材の高さは、上記のフレームの高さに合うようになっていなければならない。この補強部材は、上記のフレームをその高さの大きな範囲に渡って安定化するために、出来る限り高く形成されていなければならない。この際上記のメンブレンと直ぐに接触することが起こらないようにしなければならない。これに対応して、メンブレンと補強部材との間には、この補強部材の無い、1つの最小距離が存在していなければならない。

40

【0024】

もう1つの態様によれば、本発明は、上述の変換器素子を備える、1つのMEMS(MEMS=微小電気機械システム、Mikroelektromechanisches System)マイクロフォンに関する。

【0025】

以下では本変換器および好ましい実施形態を、図を参照して詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】1つの第1の実施形態による、1つの補強部材を有する1つの変換器素子の1つの断面を示す。

50

【図 2】図 1 に示す変換器素子の 1 つの断面を示す。

【図 3】1 つの変換器素子の 1 つの小判型メンブレンにおいて発生する機械的応力のシミュレーションを示す。この変換器素子は、補強部材を全く備えていない。

【図 4】1 つの第 2 の実施形態による、1 つの補強部材を有する 1 つの変換器素子の 1 つの断面を示す。

【図 5】1 つの変換器素子の 1 つの小判型メンブレンにおいて発生する機械的応力のシミュレーションを示す。この変換器素子は、第 1 の実施形態による補強部材を備えている。

【図 6】1 つの変換器素子の 1 つの小判型メンブレンにおいて発生する機械的応力のシミュレーションを示す。この変換器素子は、第 2 の実施形態による補強部材を備えている。

【図 7】第 1 の実施形態による、1 つの補強部材を有する変換器素子のもう 1 つの実施形態例を示す。

10

【図 8】第 2 の実施形態による、1 つの補強部材を有する変換器素子のもう 1 つの実施形態例を示す。

【図 9】1 つの変換器素子の一部を示す。

【0027】

図 1 は 1 つの変換器素子 1 の 1 つの断面を示す。この変換器素子 1 は、1 つの可動なメンブレン 2 および 1 つの固定されたバックプレート 3 を備える。メンブレン 2 とバックプレート 3 との間には、1 つの電圧が印加されてよく、こうしてこのメンブレン 2 およびこのバックプレート 3 は 1 つのコンデンサを形成する。圧力変動の結果、このメンブレン 2 がバックプレート 3 に対して動くと、これよりこのコンデンサの静電容量が変化される。具体的には、音波は、このコンデンサの静電容量を変化させる圧力変動をもたらす得る。本変換器素子 1 は、圧力変動を電気信号に変換するように構成されている。具体的には、本変換器素子 1 は、1 つの音響信号を 1 つの電気信号に変換することができる。

20

【0028】

変換器素子 1 は、1 つのフロントキャビティと 1 つのバックキャビティとを形成する。このフロントキャビティは、本変換器素子 1 の外部環境と圧力的に連通するように適合している。これに応じて変換器素子 1 は、1 つの音響入口開口部（不図示）を備え、この音響入口開口部を介してこのフロントキャビティが外部環境と圧力的に連通することができ、そして上記の音波または他の圧力波は、この音響入口開口部を介してメンブレン 2 に到達することができる。この変換器素子 1 のバックキャビティは、上記のフロントキャビティから音響的に分離されている基準キャビティである。この変換器素子 1 は、時間的に変化する、フロントキャビティにおける音圧と、バックキャビティにおける音圧との間の差を測定するのに適している。

30

【0029】

さらに本変換器素子 1 は、フロントキャビティとバックキャビティとの間の静的な圧力平衡のための 1 つの通気開口部を備える。このためバックキャビティには、一定した変化しない圧力は存在しない。むしろこのバックキャビティにおける圧力は、この通気開口部を介してゆっくりと外部環境圧力に一致するようになる。

【0030】

この通気開口部は、1 つの大きな音響インピーダンスを備えている。以上により、音波はこの通気開口部を通してバックキャビティに侵入することができない。

40

【0031】

さらに、可動なメンブレン 2 は、1 つの縁部 4 を備え、この縁部は、本変換器素子 1 の 1 つのフレーム 5 に固定されている。このメンブレン 2 の縁部 4 は、この縁部がバックプレート 3 に向かう方向またはこのバックプレート 3 から離れる方向においては動くことができないように固定されている。フレーム 5 に直接固定されていない、メンブレン 2 の内側領域 6 のみが、バックプレート 3 に向かう方向またはこのバックプレート 3 から離れる方向において可動となっている。変換器素子 1 のフレーム 5 は、シリコンから成っている。

【0032】

50

図 2 は、変換器素子 1 の、図 1 に示す線 A A ' に沿った 1 つの断面を示す。

【 0 0 3 3 】

フレーム 5 の形状は、メンブレン 2 の形状に合わせ込まれている。このフレーム 5 は多数の部分に区分することができる。具体的には、このフレーム 5 は、1 つの第 1 の部分 7 および 1 つの第 2 の部分 8 を備え、ここでこのフレーム 5 の第 1 および第 2 の部分 7 , 8 は互いに反対側にある。

【 0 0 3 4 】

さらに本変換器素子 1 は、1 つの補強部材 1 0 を備える。この補強部材 1 0 は、フレーム 5 の第 1 の部分 7 をこのフレーム 5 の第 2 の部分 8 と結合している。この補強部材 1 0 は、フレーム 5 の高さよりいくらか小さな高さを有している。たとえば、この補強部材 1 0 の高さは、フレーム 5 の高さより  $5 \sim 25 \mu\text{m}$  小さくてよい。以上により、メンブレン 2 と補強部材 1 0 との間の最小距離 1 6 は、このメンブレン 2 が、この補強部材 1 0 上に直接着座しないようになっている。この補強部材 1 0 は、メンブレン 2 と反対側にあるフレーム 5 の面上にあるフレーム 5 の 1 つの下端 9 から、このメンブレン 2 から最小距離 1 6 だけ離間している上限位置 1 5 まで延伸している。

【 0 0 3 5 】

1 つの第 1 の実施形態例によれば、補強部材 1 0 は帯形状となっている。この補強部材 1 0 の動作原理は、図 2 に示す断面を参照すれば明瞭であろう。

【 0 0 3 6 】

この補強部材 1 0 は、フレーム 5 の第 1 の部分 7 と、このフレーム 5 の第 2 の部分 8 とを結合している。この補強部材 1 0 は、メンブレン 2 に、より小さな力 ( 複数 ) が印加されるように、そして特にこのメンブレン 2 に非対称な力 ( 複数 ) が全く作用しないように、あるいは少なくともこのメンブレン 2 に非対称に作用する力 ( 複数 ) の成分が大幅に低減されるように働く。

【 0 0 3 7 】

非対称に作用する力は、具体的には以下に説明するようにして発生する。固定されたバックプレート 3 は、大きな張力を有している。これによりこの固定されたバックプレート 3 は、フレーム 5 に 1 つの力を印加し、この力は、このフレーム 5 を、このバックプレートが配設されているこのフレームの上端 1 7 へ引きつけられる。同時にこの力は、フレーム 5 がその下端 9 で引き離されるように作用する。フレーム 5 が上端 1 7 に引きつけられることにより、その縁部 4 がこのフレーム 5 の上端 1 7 に固定されている、メンブレン 2 も歪む。

【 0 0 3 8 】

図 2 に示されている第 1 の実施形態例では、メンブレン 2 は楕円形状となっている。この楕円形状は、1 つの主軸 1 1 と 1 つの副軸 1 2 とを規定し、この副軸は主軸 1 1 に対して直角となっており、かつこの主軸 1 1 より短くなっている。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、補強部材 1 0 の無い小判型メンブレン 2 a 上に作用する機械的応力のシミュレーションを示す。この小判型メンブレン 2 a は、図 2 に示した楕円形状のメンブレン 2 と非常に良く似ている。左側の図は、x 方向に作用する機械的応力を示し、右側の図は、y 方向に作用する機械的応力を示す。ここで x 方向は、このメンブレン 2 a の互いに最も離れた 2 つの点で規定されており、y 方向は、この x 方向に直角な方向である。楕円形状メンブレン 2 では、その主軸 1 1 が x 方向に延伸しており、その副軸 1 2 が y 方向に延伸している。

【 0 0 4 0 】

メンブレン 2 a の x 方向に沿って、1 つの顕著に大きな機械的応力が発生することが、図 3 で明らかに見て取れる。この x 方向に沿った、平均的な機械的応力は  $49.6 \text{ MPa}$  となっている。この y 方向に沿った、平均的な機械的応力は  $38.7 \text{ MPa}$  となっている。全体として、補強部材 1 0 の無い小判型メンブレン 2 a における x 方向および y 方向での平均的な機械的応力の差は、 $10.9 \text{ MPa}$  となっている。

10

20

30

40

50

## 【0041】

x方向とy方向とでの不均等な機械的応力の分布の理由は、フレーム5がx方向において、そのメンブレン2の大きな伸長のために、y方向におけるよりも弱いことにある。これにより、このメンブレン2は、固定されたバックプレート3からフレーム5へ印加される力により、x方向でy方向におけるよりも大きく歪む。

## 【0042】

補強部材10は、フレーム5の第1および第2の部分7, 8が、互いに1つの固定された距離で保持されるように用いられる。このフレーム5は、こうしてその下端9から、メンブレン2と補強部材10との間の最小距離に対応する高さまで、部分7, 8が互いに固定された距離となるようにしっかりと保持される。この固定された距離は、補強部材10の長さによって予め与えられている。以上により、フレーム5がその上端で大きく動き得ることは抑えられる。これにより、より少ない力(複数)がメンブレン2, 2aに印加される。フレーム5の機械的脆弱部への、ここに記載した補強部材10の配設によって、特にメンブレン2, 2aに作用する力の非対称成分(複数)を低減することができる。

10

## 【0043】

図4は、補強部材10aの1つの第2の実施形態例を示す。ここではこの補強部材10aは、十字形状に形成されている。ここで補強部材10aは、フレーム5の第1および第2の部分7, 8の他に、同様に、フレーム5の1つの第3の部分13を、この第3の部分13の反対側にある、このフレーム5の第4の部分14と結合している。この第3および第4の部分13, 14も、互いに1つの固定された距離で保持されている。さらに、ここでもこの第3および第4の部分13, 14は、補強部材10aによって、第1および第2の部分7, 8に対して1つの規定された位置に保持されている。このフレーム5の第3および第4の部分13, 14も、それぞれこのフレーム5の下端9からその上限位置15まで延伸しており、こうして補強部材10aとメンブレン2との間が最小距離16で空いている状態となっている。

20

## 【0044】

図5および6はそれぞれ、発生する機械的な力(複数)を示し、これらの力は小判型のメンブレン2aに作用する。ここで図5においては、第1の実施形態による帯形状の補強部材10が設けられており、図6においては、第2の実施形態による十字形状の補強部材10aが設けられている。図5および図6において、それぞれ左側の図には、x方向に作用する機械的応力が示されており、そして右側の図には、y方向に作用する機械的応力が示されている。

30

## 【0045】

メンブレン2aに作用する、機械的応力の発生が、補強部材10の無い実施形態例と比較して顕著に低減されていることが見て取れる。図5に示す帯形状の補強部材10を有する実施形態では、x方向に沿った平均的な機械的応力は、 $47.4 \text{ MPa}$ となっている。y方向に沿った平均的な機械的応力は $42.4 \text{ MPa}$ となっている。全体として、帯形状の補強部材10を有する小判型のメンブレン2aにおけるx方向およびy方向での平均的な機械的応力の差は、 $5.0 \text{ MPa}$ となっている。

40

## 【0046】

図6に示す帯形状の補強部材10aを有する実施形態では、x方向に沿った平均的な機械的応力は、 $47.3 \text{ MPa}$ となっている。y方向に沿った平均的な機械的応力は $42.2 \text{ MPa}$ となっている。全体として、十字形状の補強部材10aを有する小判型のメンブレン2aにおけるx方向およびy方向での平均的な機械的応力の差は、 $5.1 \text{ MPa}$ となっている。

## 【0047】

すなわち帯形状の補強部材10も、また十字形の補強部材10aも、x方向とy方向における平均的な機械的応力の差 $10.9 \text{ Pa}$ を、 $5.0 \text{ MPa}$ あるいは $5.1 \text{ MPa}$ へ顕著に低下することをもたらしている。以上のようにして、この帯形状の補強部材10あるいは十字形状の補強部材10aは、機械的応力がメンブレン2aにおいて均等に分布する

50

ように用いられる。

【0048】

ここで上記の第1の実施形態の補強部材10と第2の実施形態の補強部材10aとの間には実質的に殆ど改善が見られない。これは1つの方向においては別の方向におけるよりも顕著に剛性が低いというフレーム5の特別な形状に起因している。x軸に沿っては、このフレーム5は、ほぼ直線の部分を備え、この部分は比較的簡単に変形する。y軸に沿っては、このフレーム5は半円形状となっており、これにより比較的変形しにくい。これに対し別の形態で形成されているフレーム5あるいはメンブレン2では、補強部材10aの十字形状の構成は、帯形状の構成のものと比較して、この機械的な剛性を顕著に高めることができる。

10

【0049】

図7および図8は、変換器素子1の別の実施形態例を示す。図7および図8においては、これらのメンブレン2bは、それぞれ矩形に構成されている。図7においては、補強部材10は帯形状であり、図8においては補強部材10aは十字形状である。

【0050】

さらにこの補強部材の他の形状も可能であり、たとえばこの補強部材は星形状であってよい。これらの選択された補強部材の形状は、常にメンブレンの形状に合わせられることになる。

【0051】

図9は、変換器素子1の一部を示し、この図を参照して、この変換器素子1の製造方法を概略的に説明する。

20

【0052】

フレーム5および補強部材10は、1つの共通なエッチングステップで製造され、このエッチングステップでは、1つのシリコンウェーハ上に1つのマスクが取り付けられ、そして続いてこのシリコンウェーハの一部がエッチング除去され、こうしてこの変換器素子1のフロントキャビティが形成される。フレーム5および補強部材10は、こうしてこのシリコンウェーハからフォトリソグラフィによって製造される。

【0053】

こうしてこの補強部材10は、1つのシリコンブロックに1つの空洞を生成するこのエッチングステップで製造される。この方法は深掘り反応性イオンエッチング(DRIE)と呼ばれている。この方法は、プロセスパラメータの選択に依存して、この空洞の側壁で負の傾斜角をもたらしことができ、この負の傾斜角は、補強部材10の側壁にも見られるものである。補強部材10の高さHは、このエッチング角およびこれに使用されるマスクの幅Wで調整される。

30

【0054】

図9には、補強部材10の様々な形態が示されている。幅W1, W2, およびW3では、この補強部材10はそれぞれ高さHを有している。幅W4あるいはW5の補強部材10では、高さはH4あるいはH5となっている。

【0055】

使用されるマスクに依存して、そして上記のエッチング角に依存して、この補強部材10は切り株状の頂部を有する楔形状かまたはメンブレン2に向かって尖状になっていてよい。この処理は、補強部材10がメンブレン2からの最小距離だけ離間されるように、調整される。さらにこのエッチングプロセスは、同じ高さを有する異なる幅の補強部材10を製造するために、エッチング角が変化され得るように、変更することができる。

40

【符号の説明】

【0056】

- 1 : 変換器素子
- 2, 2a, 2b : メンブレン
- 3 : バックプレート
- 4 : メンブレンの縁部

50

- 5 : フレーム
- 6 : メンブレンの内側領域
- 7 : 第 1 の部分
- 8 : 第 2 の部分
- 9 : フレームの下端
- 10, 10 a : 補強部材
- 11 : 主軸
- 12 : 副軸
- 13 : 第 3 の部分
- 14 : 第 4 の部分
- 15 : 上限位置
- 16 : 最小距離
- 17 : フレームの上端

【 図 1 】

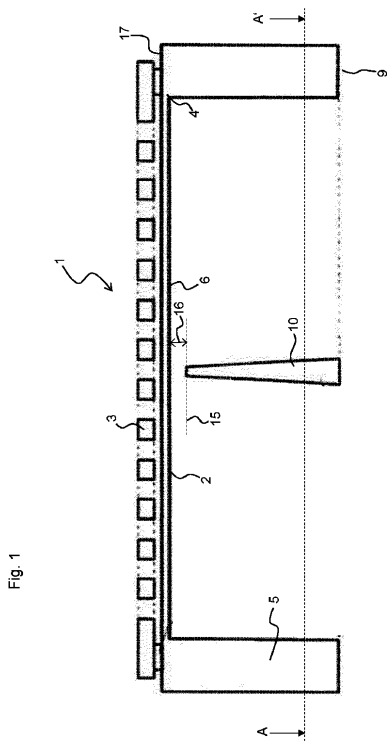


Fig. 1

【 図 2 】

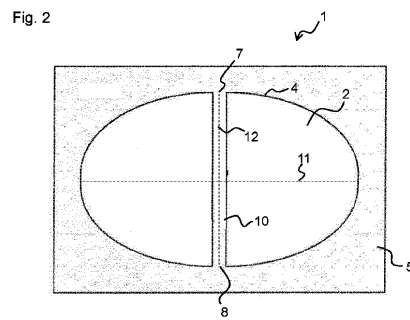


Fig. 2

【 図 3 】

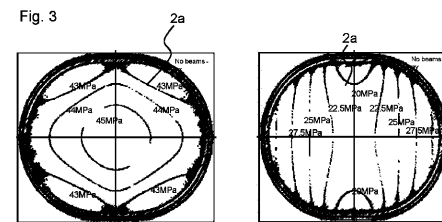


Fig. 3



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2015/063206

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
INV. H04R7/18 H04R19/00		
ADD. H04R31/00 H04R19/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011/261979 A1 (YANG BIN [CN] ET AL) 27 October 2011 (2011-10-27) the whole document	1-10
X, P	EP 2 860 990 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15 April 2015 (2015-04-15) paragraph [0012] - paragraph [0015] paragraph [0020] - paragraph [0021] figures 3A, 3B, 4A, 4B, 6A, 6B	1-5, 8, 10
A	US 2009/208037 A1 (ZHE WANG [SG]) 20 August 2009 (2009-08-20) figure 7	1-10
A	GB 2 086 694 A (TIBBETTS INDUSTRIES) 12 May 1982 (1982-05-12) the whole document	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)		"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search <b>31 August 2015</b>		Date of mailing of the international search report <b>08/09/2015</b>
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer <b>Streckfuss, Martin</b>

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/063206

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011261979 A1	27-10-2011	CN 101883306 A US 2011261979 A1	10-11-2010 27-10-2011
EP 2860990 A1	15-04-2015	EP 2860990 A1 US 8921957 B1	15-04-2015 30-12-2014
US 2009208037 A1	20-08-2009	TW 200937993 A US 2009208037 A1 WO 2009105035 A1	01-09-2009 20-08-2009 27-08-2009
GB 2086694 A	12-05-1982	AU 545299 B2 AU 7399781 A CA 1175136 A1 CH 657490 A5 DE 3142039 A1 DK 436481 A GB 2086694 A JP S57104398 A NL 8103771 A US 4418246 A	11-07-1985 06-05-1982 25-09-1984 29-08-1986 09-06-1982 30-04-1982 12-05-1982 29-06-1982 17-05-1982 29-11-1983

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/063206

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b>		
INV.	H04R7/18	H04R19/00
ADD.	H04R31/00	H04R19/04
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H04R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2011/261979 A1 (YANG BIN [CN] ET AL) 27. Oktober 2011 (2011-10-27) das ganze Dokument -----	1-10
X,P	EP 2 860 990 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 15. April 2015 (2015-04-15) Absatz [0012] - Absatz [0015] Absatz [0020] - Absatz [0021] Abbildungen 3A, 3B, 4A, 4B, 6A, 6B -----	1-5, 8, 10
A	US 2009/208037 A1 (ZHE WANG [SG]) 20. August 2009 (2009-08-20) Abbildung 7 -----	1-10
A	GB 2 086 694 A (TIBBETTS INDUSTRIES) 12. Mai 1982 (1982-05-12) das ganze Dokument -----	1-10
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
<b>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</b> *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
31. August 2015		08/09/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter  Streckfuss, Martin

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/063206

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011261979 A1	27-10-2011	CN 101883306 A US 2011261979 A1	10-11-2010 27-10-2011
EP 2860990 A1	15-04-2015	EP 2860990 A1 US 8921957 B1	15-04-2015 30-12-2014
US 2009208037 A1	20-08-2009	TW 200937993 A US 2009208037 A1 WO 2009105035 A1	01-09-2009 20-08-2009 27-08-2009
GB 2086694 A	12-05-1982	AU 545299 B2 AU 7399781 A CA 1175136 A1 CH 657490 A5 DE 3142039 A1 DK 436481 A GB 2086694 A JP S57104398 A NL 8103771 A US 4418246 A	11-07-1985 06-05-1982 25-09-1984 29-08-1986 09-06-1982 30-04-1982 12-05-1982 29-06-1982 17-05-1982 29-11-1983

---

フロントページの続き

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

Fターム(参考) 5D016 AA04 AA05  
5D021 CC02 CC05 CC19