

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6813684号
(P6813684)

(45) 発行日 令和3年1月13日(2021.1.13)

(24) 登録日 令和2年12月21日(2020.12.21)

(51) Int. Cl.	F I				
G06F 3/01 (2006.01)	G06F	3/01	560		
H01L 41/083 (2006.01)	H01L	41/08		Q	
H01L 41/09 (2006.01)	H01L	41/09			
H01L 41/113 (2006.01)	H01L	41/113			
H01L 41/23 (2013.01)	H01L	41/23			

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2019-533284 (P2019-533284)	(73) 特許権者	300002160
(86) (22) 出願日	平成29年8月3日(2017.8.3)		ティーディーケイ・エレクトロニクス・アクチェンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2019-530111 (P2019-530111A)		TDK ELECTRONICS AG
(43) 公表日	令和1年10月17日(2019.10.17)		ドイツ国 81671 ミュンヘン ローゼンハイマー シュトラッセ 141イー
(86) 国際出願番号	PCT/EP2017/069708		Rosenheimer Strasse
(87) 国際公開番号	W02018/046201		141e, 81671 Muenchen, Germany
(87) 国際公開日	平成30年3月15日(2018.3.15)	(74) 代理人	110002664
審査請求日	平成31年3月26日(2019.3.26)		特許業務法人ナガトアンドパートナーズ
(31) 優先権主張番号	102016116763.0	(72) 発明者	リナー, フランツ
(32) 優先日	平成28年9月7日(2016.9.7)		オーストリア国 8530 ドイチュランツベルク, リンデンヴェク 6/9
(33) 優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触覚フィードバックを発生するためのデバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

触覚フィードバックを発生するためのデバイス(10)であって、
 複数の圧電層(22)を有する少なくとも1つの圧電アクチュエータ(11)と、
 第1の補強要素(13a)及び第2の補強要素(13b)と、を備え、
 前記圧電アクチュエータ(11)は、前記第1の補強要素(13a)及び第2の補強要素(13b)の間に配置され、

前記圧電アクチュエータ(11)は、電圧の印加下で第1の方向(R1)にその寸法が変化するように形成されかつ配置され、

前記圧電アクチュエータ(11)は、上側面(25)及び下側面(26)を有し、前記上側面及び前記下側面は、前記第1の方向(R1)と直交する第2の方向(R2)において、互いに反対側にあり

、
 前記第1の補強要素(13a)は前記上表面上に載っており、前記第2の補強要素(13b)は前記下側面上に載っており、

前記補強要素(13a、13b)は、前記圧電アクチュエータ(11)の寸法の前記変化の結果として、それぞれの補強要素(13a、13b)の中央領域(19a、19b)が、前記圧電アクチュエータ(11)に対して、前記第2の方向(R2)に相対移動されるように形成されかつ配置される、

前記補強要素(13a、13b)のそれぞれは、金属ストリップまたは板金ストリップを含み、
 前記補強要素(13a、13b)の長さは、前記補強要素(13a、13b)の幅よりも大きい、
 デバイス(10)。

【請求項 2】

前記圧電アクチュエータ(11)の前記寸法変化は、電圧の印加に伴って、圧電層(22)の分極方向と電界方向とを横切る方向に起こる、請求項1に記載のデバイス(10)。

【請求項 3】

前記補強要素(13a、13b)は、それぞれ、前記中央領域(19a、19b)を含む部分領域(17a、17b)及び少なくとも1つの端部領域(18a、18b)を備え、当該端部領域(18a、18b)は、前記部分領域(17a、17b)のそれぞれと直接、接続し、

当該端部領域(18a、18b)のそれぞれは、前記圧電アクチュエータ(11)の寸法変化の際、前記第2の方向(R2)への移動は抑制されており、それぞれの端部部分(18a、18b)のそれぞれの中央領域(19a、19b)に対する相対移動による触覚フィードバックが発生するよう形成され、配置されている、請求項1または2に記載のデバイス(10)。

10

【請求項 4】

前記端部領域(18a、18b)は、前記圧電アクチュエータ(11)の表面と分離不可能に接続されている請求項3に記載のデバイス(10)。

【請求項 5】

前記端部領域(18a、18b)のそれぞれは、前記圧電アクチュエータ(11)上に直接載っている、請求項3または4に記載のデバイス(10)。

【請求項 6】

前記端部領域(18a、18b)のそれぞれと前記圧電アクチュエータ(11)とは、接着接続によって相互接続される、請求項3～5のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

20

【請求項 7】

前記部分領域(17a、17b)それぞれは、前記圧電アクチュエータ(11)の表面から距離を置いて配置されている、請求項3～6のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項 8】

前記第1の補強要素(13a)の端部領域(18a)は、前記圧電アクチュエータ(11)の上側面(25)の一部の領域に載っており、前記第2の補強要素(13b)の端部領域(18b)は、前記圧電アクチュエータ(11)の下側面(26)の一部の領域に載っている請求項3～6のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項 9】

それぞれの補強要素(13a、13b)は、2つの端部領域(18a、18b)を有し、それぞれの補強要素(13a、13b)の2つの端部領域(18a、18b)は、それぞれの補強要素(13a、13b)の部分領域(17a、17b)に直接隣接する、請求項3～7のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

30

【請求項 10】

前記2つの端部領域(18a、18b)は、それぞれの補強要素(13a、13b)の部分領域(17a、17b)の相対する両側に配置される、請求項9に記載のデバイス(10)。

【請求項 11】

前記部分領域(17a、17b)それぞれは、少なくとも1つの欠損部(14)を有し、それぞれの補強要素(13a、13b)は、第2の方向(R2)に移動するとき、欠損部(14)の位置で曲がる、請求項3～10のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項 12】

前記欠損部(14)は、前記補強要素(13a、13b)のそれぞれの表面に湾曲部を有する、請求項11に記載のデバイス(10)。

40

【請求項 13】

前記補強要素(13a、13b)のそれぞれは、前記欠損部(14)を複数個有する、請求項11または12に記載のデバイス(10)。

【請求項 14】

前記欠損部(14)は、前記それぞれの補強要素(13a、13b)の前記中央領域(19a、19b)と前記端部領域(18a、18b)の1つとの間の遷移領域に形成される、請求項11～13および請求項3のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項 15】

50

前記部分領域(17a、17b)のそれぞれは、前記中央領域(19a、19b)と、少なくとも1つの接続領域(20a、20b)とを有し、前記中央領域(19a、19b)は、前記圧電アクチュエータ(11)の表面に平行であり、前記中央領域(19a、19b)と前記接続領域(20a、20b)との間の遷移領域において、前記欠損部(14)が形成される、請求項11～14のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項16】

それぞれの補強要素13a、13bは、一体に形成される、請求項1～15のいずれか1項に記載のデバイス(10)。

【請求項17】

請求項1～16のいずれか1項に記載のデバイス(10)と、第1の機械要素と、第2の機械要素とを供えた電子機器であって、前記第1の機械要素および前記第2の機械要素は、前記圧電アクチュエータ(11)の変形に際し、これらの機械要素が互いに相対移動するように、前記第1の機械要素および前記第2の機械要素は、前記補強要素(13a、13b)のそれぞれに固定される電子機器。

10

【請求項18】

請求項1～16のいずれか1項に記載のデバイス(10)の使用であって、自動車分野におけるタッチセンシティブスクリーンにおける触覚フィードバックのための駆動デバイスとしての使用。

【請求項19】

スクリーン表面を有するスクリーンと触覚フィードバックを発生するデバイス(10)とを備えた装置であって、

20

当該デバイス(10)は、

複数の圧電層(22)を備えた少なくとも1つの圧電アクチュエータ(11)と、

第1の補強要素(13a)及び第2の補強要素(13b)と、を備え、

前記圧電アクチュエータ(11)は、前記第1の補強要素(13a)及び第2の補強要素(13b)の間に配置され、

前記圧電アクチュエータ(11)は、電圧の印加下で第1の方向(R1)にその寸法が変化するように形成されかつ配置され、

前記圧電アクチュエータ(11)は、上側面(25)及び下側面(26)を有し、前記上側面及び前記下側面は、前記第1の方向(R1)と直交する第2の方向(R2)において、互いに反対側にあり

30

前記第1の補強要素(13a)は前記上表面上に載っており、前記第2の補強要素(13b)は前記下側面上に載っており、

前記補強要素(13a、13b)は、前記圧電アクチュエータ(11)の寸法の前記変化の結果として、それぞれの補強要素(13a、13b)の中央領域(19a、19b)が、前記圧電アクチュエータ(11)に対して、前記第2の方向(R2)に相対移動されるように形成されかつ配置される、

前記補強要素(13a、13b)のそれぞれは、金属ストリップまたは板金ストリップを含み、

前記補強要素(13a、13b)の長さは、前記補強要素(13a、13b)の幅よりも大きく、

前記デバイス(10)は、前記スクリーンのオフセットがスクリーン表面と平行に生起されるように形成されかつ配置されている、装置。

40

【請求項20】

前記触覚フィードバックは、前記スクリーン表面と平行な前記スクリーンのオフセットによって発生される、請求項19に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、触覚フィードバックを発生させるためのデバイスに関する。本発明はさらに、触覚フィードバックを発生させるためのデバイスを有する電子機器に関する。本発明はさらに、触覚フィードバックのための駆動デバイスとしてのデバイスの使用に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

タッチセンシティブスクリーンでは、操作性を改善するために、仮想的なボタンを押すと人工的に触覚フィードバックが発生することが望まれている。これは、ユーザが画面をずっと見ることができないので、自動車分野において特に重要である。触覚フィードバックは、例えば、ユーザが行った設定がうまく実施されたことをユーザに知らせるために使用することができる。

【 0 0 0 3 】

しかしながら、触覚フィードバックを発生するための既存のデバイスは、通常、非常に高価であり、変形効率はよくない。

【 0 0 0 4 】

解決されるべき目的は、触覚フィードバックを発生するための改良されたデバイス、例えば、特に単純で、省スペースの、かつ/または安価なデバイスを提供することである。

【 0 0 0 5 】

この目的は、独立請求項によるデバイスによって達成される。

【 0 0 0 6 】

一態様では、触覚フィードバックを発生するためのデバイスが提供される。デバイスは、触覚フィードバックのための駆動デバイスとして機能する。このデバイスは、電子機器、例えば、タッチセンシティブスクリーンのための触覚フィードバックを発生するように設計される。例えば、デバイスは、スクリーン表面に対して平行なスクリーンのオフセットを生じさせるように設計される。

【 0 0 0 7 】

スクリーンおよびデバイス(駆動)は、振動する質量 - バネシステムの簡略化された表現に対応する。共振周波数 f_0 (励起のない自由振動の周波数)は、以下ようになる。

$$f_0 = 1/2 \sqrt{D/m}$$

Dは、駆動部又はデバイスの剛性である。mはスクリーンの質量である。mは通常300gから400gの間である。

【 0 0 0 8 】

デバイスは、スクリーンの所望のオフセットが達成され得るように、ある最小剛性Dを有さなければならない。 f_0 は、ストローク周期Tの逆数よりも大きくなければならず、そうでなければ、スクリーンは動かないか、または部分的にしか動かない。オフセットは、通常、7msから10msの間を要する。従って、次のようになる。

$$D \geq m(2/T)^2$$

T=7msおよびm=400gでは、デバイス(駆動デバイス)の最小剛性は0.32N/ μ mとなる。剛性は、例えば、デバイスやその構成要素の幾何学的形状および/または材料および/または厚さまたは垂直寸法によって影響を受ける。

【 0 0 0 9 】

デバイスは、少なくとも1つの圧電アクチュエータを有する。アクチュエータは、複数の圧電層を有する。圧電層の間には、内部電極が互いに離れて配置されている。圧電層および内部電極は、積層体を形成するように互いに上下に配置される。スタックの高さは、3mm以下であることが好ましい。

【 0 0 1 0 】

デバイスは、第1の補強要素をさらに備える。デバイスは、第2の補強要素も備える。圧電アクチュエータは、これらの補強要素の間に配置される。補強要素は、デバイスの剛性を高める働きをする。補強要素は、変形ストロークの増幅(Hubverstärkung)にも役立つ。

【 0 0 1 1 】

補強要素は、アクチュエータの上側および下側の少なくとも部分的に、圧電層の積層方向に配置される。デバイスは、デバイスの水平軸または長手軸に関して対称に形成される。

【 0 0 1 2 】

圧電アクチュエータは、電圧を印加するとその寸法が第1の方向に変化するよう設計

10

20

30

40

50

および配置される。圧電アクチュエータの伸張は、電圧の印加に際し圧電層の分極方向と電界とを横切る方向に起こることが好ましい(d31効果)。この伸張は、圧電層の積層方向に電圧が印加されたときに起こることが好ましい。

【0013】

それぞれの補強要素は、一体的に形成される。好ましくは、それぞれの補強要素は、部分領域を有する。補強要素は、圧電アクチュエータの寸法の変化によって、補強要素の部分領域が圧電アクチュエータに対して第2の方向に相対移動すべく変形するように構成および配置される。第2の方向は、第1の方向に対して垂直である。第2の方向は、圧電層の積層方向に沿っていることが好ましい。

【0014】

上述のように、アクチュエータのストローク(Hub)は、補強要素によって増幅される。これにより、触覚フィードバックを発生する効果的な駆動を提供する。スタックの高さが低いため、「鋸引き(Sagen)」方法の代わりに「カッティング(Cutten)」方法を分離プロセスとして用いることができる。さらに、アクチュエータの接続が簡単になる。両方とも、製造コスト、ひいてはコストを低減する。さらに、高さが低いため、わずかなスペースしか必要としない。全体として、触覚フィードバックを発生するために必要な撓みを可能にするだけでなく、単純で、安価で、コンパクトなデバイスが提供される。

【0015】

一実施形態によれば、補強要素はそれぞれ、少なくとも1つの端部領域を有する。好ましくは、各補強要素は、2つの端部領域を有する。それぞれの補強要素は、好ましくは矩形形状またはストリップ形状に形成されている。それぞれの補強要素は、長さおよび幅を有する。長さは、補強要素の幅よりも数倍も大きい。例えば、幅の5倍、10倍、12倍、15倍である。例えば、それぞれの補強要素の幅は、3mmから10mmの間である。例えば、それぞれの補強要素の長さは、50mmから100mmの間である。

【0016】

端部領域はそれぞれ、補強要素の端面の領域に配置される。それぞれの端部領域は、それぞれの部分領域に直接隣接する。特に、それぞれの部分領域は、両方の(先端)側で端部領域に移る。したがって、部分領域は、補強要素の中央領域を構成する。

【0017】

端部領域は、圧電アクチュエータの寸法が変化するとき、端部領域が第2の方向に移動することが防止されるように設計および配置される。その結果、それぞれの端部領域と補強要素の部分領域との間に相対運動が生じる。触覚フィードバックは、それぞれの部分領域に対するそれぞれの端部領域の相対移動によって発生される。これは、単純で効果的なデバイスを提供する。

【0018】

端部領域は、圧電アクチュエータ上に直接配置されることが好ましい。第1の補強要素の端部領域は、アクチュエータの上側面、少なくとも上側面の1部の領域に位置することが好ましい。第2の補強要素の端部領域は、好ましくは、アクチュエータの下側面、少なくとも下側面の1部の領域に配置される。

【0019】

好ましくは、それぞれの端部領域および圧電アクチュエータは、接着剤接続によって互いに接続される。これにより、補強要素とアクチュエータとの間の単純で、安価で、効果的な接続が達成される。デバイスの必要な剛性が確保される。これはまた、補強要素の形状を幾何学的に単純化する。特に、補強要素とアクチュエータとの間のクランプ接続を形成するための複雑な形状を省くことができる。

【0020】

好ましくは、それぞれの補強要素は金属ストリップを有する。金属ストリップは好ましくは圧延される。それぞれの補強要素は、板金ストリップを有することができる。それぞれの補強要素は平坦であることが好ましく、そのため、補強要素はわずかな最大厚さしか有さない。補強要素の最大厚さまたは垂直寸法は、好ましくは1.0mm以下である。特に省

10

20

30

40

50

スペースなデバイスが達成される。

【0021】

それぞれの補強要素は曲げられ又は湾曲して形成されている。特に、補強要素は、平面に沿って延びるのではなく、補強要素の長手方向軸に対してある角度を有する領域(斜めのセクション)を有する。しかし、他の領域(またはセクション)は、長手方向軸に平行である。平行なセクションと斜めのセクションとは、直接、相互に繋がる。補強要素のこの特別な形状は、デバイスの要求される剛性を確保するのに役立つ。

【0022】

一実施形態によれば、それぞれの部分領域は、圧電アクチュエータの表面から距離を置いて配置される。特に、部分領域とアクチュエータの上側面及び下側面との間に自由空間が存在する。これにより、部分領域を第2の方向に移動させることができる。この自由空間の最大高さ、すなわち垂直寸法は、例えば2.5mm以下、例えば1.2mmである。したがって、デバイス自体の厚さは10mm以下である。その結果、小型で省スペースのデバイスを提供することができる。

10

【0023】

一実施形態によれば、それぞれの補強要素は、少なくとも1つの欠損部、好ましくは複数の欠損部を有する。この欠損部により、補強要素の厚さが選択的に減少する。欠損部は、0.8mm以下、例えば0.75mmの深さ、すなわち垂直寸法を有する。それぞれの補強要素は、第2の方向への移動中に欠損部の位置で曲がる。これにより、簡単で安定した補強要素が達成される。この変形は、アクチュエータの欠損部によって移動可能になり、負荷(スクリーン)に対して剛性になる。これにより、変形効率が向上する。

20

【0024】

一実施形態によれば、欠損部は、それぞれの補強要素の表面に湾曲部を有する。例えば、欠損部はノッチを有する。欠損部は、それぞれの補強要素の上側および/または下側に形成することができる。欠損部は、補強部材の表面に打ち抜き加工またはフライス加工により形成されうる。この範囲は、円形または角度のある輪郭を有することができる。

【0025】

一実施形態によれば、欠損部は、それぞれの補強要素の部分領域と端部領域との間の遷移領域に形成される。その結果、補強要素は、遷移領域において曲がることができる。したがって、補強要素の端部領域とアクチュエータとの間の接続にかかる負荷を低減することができる。

30

【0026】

一実施形態によれば、それぞれの部分領域は中央領域を有する。それぞれの部分領域はまた、少なくとも1つの接続領域、好ましくは2つの接続領域を有する。接続領域は、両方の(先端)側で中央領域に接続する。接続領域は、それぞれの部分領域の中央領域を2つの端部領域と接続する。

【0027】

中央領域は、圧電アクチュエータの表面に平行に延びている。接続領域は、圧電アクチュエータの表面に対して斜めに延びている。中央領域と接続領域との間の遷移領域において、欠損部が形成される。欠損部により、補強要素は遷移領域で曲がることができる。

40

【0028】

別の態様によれば、電子機器が提供される。電子機器は、触覚フィードバックを発生するためのデバイスを有する。このデバイスは、特に上述のデバイスに対応する。デバイスに関連して説明された全ての特徴は、電子機器についても以下で適用される。

【0029】

デバイスは、触覚フィードバックのための駆動を提供する。電子機器は、第1の機械的要素、例えばタッチセンシティブスクリーンを有する。電子機器は、第2の機械的要素、例えばウェイトまたはハウジング要素を有する。第1の補強要素は、第1の機械要素に取り付けられ、第2の補強要素は、第2の機械要素に取り付けられるか、またはその逆である。特に、補強要素は、圧電アクチュエータが変形されるときに、機械要素が互いに対して動

50

かされるように、機械要素に固定される。これは、スクリーン表面と平行なスクリーンのオフセット、ひいてはユーザに対する触覚フィードバックを引き起こす。したがって、特にユーザフレンドリな電子機器が達成される。

【0030】

別の態様において、デバイスの使用が記載される。特に、上述したデバイスの使用が示されている。本デバイスに関連して説明した全ての特徴は、使用にも適用可能である。特に、このデバイスは、自動車分野におけるタッチセンシティブスクリーン上の触覚フィードバックのための駆動デバイスとして使用される。このデバイスは、触覚フィードバックがユーザに対して達成され得る、より単純で、より費用効率が高く、空間を節約し、効率的な駆動を提供する。

10

【図面の簡単な説明】

【0031】

本発明を、例示的な実施形態および関連する図面を参照して、以下により詳細に説明する。

以下に記載される図面は、縮尺通りであるとみなされるべきではない。むしろ、より良い表現のために、個々の寸法を拡大、縮小、または歪めることができる。

互いに等しい、または同じ機能を実行する要素は、同じ参照番号によって指定される。

【0032】

【図1】従来技術による触覚フィードバック発生デバイスを示す。

【図2】本願の触覚フィードバック発生デバイスを示す断面図である。

20

【図3】図2に係るデバイスの部分領域を示す斜視図である。

【図4】図2に係るデバイスを示す斜視図である。

【図5】他の実施形態に係る触覚フィードバック発生デバイスを示す斜視図である。

【0033】

図1は、従来技術による触覚フィードバックを発生させるためのデバイスを示す。このデバイスは、複数の圧電層1aと、それらに配置された内部電極とを有する圧電アクチュエータ1を備える。圧電層1aは、長手方向に積層されている。アクチュエータ1の、互いに対向する外面には、それぞれ金属被覆2が形成されている。アクチュエータ1は、例えば、変形ストロークの増幅に役立つ金属ハウジング3内に配置されている。

【0034】

30

従来技術から知られているデバイスは、縦圧電効果(d33効果)を利用する。縦長のアクチュエータでは、セラミック層の電界は分極方向に平行に印加される。これは、分極方向に伸張またはたわみを誘導する。個々の圧電層1aは比較的小さなたわみしか与えない。したがって、技術的に使用可能なたわみ値を達成するために、複数の圧電層1aが機械的に直列にかつ電氣的に並列に接続されるスタックアクチュエータが使用される。

【0035】

その結果、圧電アクチュエータ1は非常に複雑で大きなものとなり、デバイスが大型化し、高価なものになってしまう。さらに、アクチュエータ1の圧電層1aは、非常に剛性が高く、非効率的な変形比を有する。

【0036】

40

これとは対照的に上述の欠点を排除した本発明のデバイス10を、図2～図5に示す。まず、図2～図4を詳細に説明する。

【0037】

デバイス10は圧電アクチュエータ11を有する。圧電アクチュエータ11は、複数の圧電層22と内部電極21とを有する焼結体を構成している。特に、圧電アクチュエータ11は、積層体を形成するように上下に配置される多数の圧電層または活性層22を有する。例えば、圧電アクチュエータ11は100層まで(例えば70層)の圧電層22であってもよい。圧電層22の間には、内部電極21が配置されている。この場合、異なる極性の内部電極21が交互に配置される。

【0038】

50

圧電層22は、チタン酸ジルコン酸鉛セラミックス(PZTセラミックス)であってもよい。また、PZTセラミックスは、NdおよびNiをさらに含有していてもよい。あるいは、PZTセラミックスは、Nd、Kおよび任意選択でCuをさらに含んでもよい。あるいは、圧電層は、 $Pb(Zr_xTi_{1-x})O_3 + y Pb(Mn_{1/3}Nb_{2/3})O_3$ を含む組成を有してもよい。

【0039】

圧電層22は、積層方向Sを有している。積層方向Sは、端部、すなわち、アクチュエータ11の側面24に沿って延びている。特に、圧電層22は、垂直方向、すなわち、アクチュエータ11の厚さ方向に積層されている。

【0040】

アクチュエータ11は、10mm以下、例えば5mmの幅または第1の水平寸法を有する。アクチュエータ11は、100mm以下、例えば60mmの長さ又は第2の水平寸法を有する。アクチュエータ11のベース面積は、例えば5mm × 60mm (幅 × 長さ)とすることができる。アクチュエータ11は、垂直寸法すなわち厚さが、3mm以下であることが好ましい。例えば、各圧電層22は、40 μm以下、例えば39 μmの厚さを有する。

【0041】

アクチュエータ11は2つの分離領域12を有する(図3参照)。各分離領域12は、アクチュエータ11の端部領域に形成されている。特に、それぞれの分離領域12は、アクチュエータ11の端面24の領域に形成されている。それぞれの分離領域12は、2mm以下の長さを有する。

【0042】

分離領域12においては、一方の極性の内部電極21のみがアクチュエータ11の端面24まで到達している。分離領域12は、アクチュエータ11の接触のために使用することができる。例えば、それぞれの分離領域12は、外部電極23との電気的接続のために設けることができる。

【0043】

アクチュエータ11は、電圧が印加されると、アクチュエータ1の変形(R1の方向における伸張(図2および図3参照))が起こるように設計される。特に、圧電層22は、内部電極21間に電圧を印加することによってアクチュエータ11が横方向に収縮し、積層方向Sに対して垂直な(アクチュエータ11の)長さが変化するように分極される。その結果、アクチュエータ1の伸長は、分極の方向および電場の方向を横切る方向に生じる(d31効果)。

【0044】

積層方向Sにおける長さの変化の効果をさらに高めるために、デバイスは、2つの補強要素13a、13bを有する。アクチュエータ11に電圧が印加されると、補強要素13a、13bは、後に詳細に説明するように、アクチュエータ11の寸法の変化の結果として少なくとも部分的に変形する。

【0045】

アクチュエータ11は、補強要素13a、13bの間に配置されている。補強要素13a、13bは、少なくとも部分的にそれぞれアクチュエータ11の上側面25及び下側面26上に載っている。それぞれの補強要素13a、13bは、アクチュエータ11の幅に対応する幅を有することが好ましい。補強要素13a、13bの長さにもついても同様である。それぞれの補強要素13a、13bは、好ましくは、5mm × 60mm (幅 × 長さ)のベース面を有する。

【0046】

それぞれの補強要素13a、13bは一体に形成されている。それぞれの補強要素13a、13bは矩形形状を有する。それぞれの補強要素13a、13bはストリップ形状である。それぞれの補強要素13a、13bは湾曲し、または弓なりに形成されている。例えば、それぞれの補強要素は金属ストリップである。金属ストリップは、以下に詳細に説明されるように、曲げられている。

【0047】

一体型補強要素13a、13bの各々は、いくつかの領域またはセクションに細分される。したがって、それぞれの補強要素13a、13bは、1つの部分領域すなわち第1の領域17a、17b

10

20

30

40

50

を有する。部分領域17a、17bは、それぞれ、第1のセクションまたは中央領域19a、19b(図4)を有する。中央領域19a、19bは、4mm以下、好ましくは3mmの長さを有する。

【0048】

さらに、部分領域17a、17bは、それぞれ、2つの第2のセクションまたは接続領域20a、20bを有する。それぞれの補強要素13a、13bの2つの接続領域20a、20bは、それぞれの補強要素13a、13bの中央領域19a、19bに直接隣接している。換言すれば、それぞれの補強要素13a、13bの中央領域19a、19bは、両側で2つの接続領域20a、20bによって取り囲まれている。

【0049】

それぞれの補強要素13a、13bはまた、2つの端部領域18a、18bを有する。それぞれの端部領域18a、18bは、好ましくは5mm以下、例えば4.5mmの長さを有する。端部領域18a、18bは、それぞれの補強要素13a、13bの接続領域20a、20bに直接隣接する。換言すれば、接続領域20a、20bは、それぞれ、端部領域18a、18bを補強要素13a、13bの中央領域19a、19bに接続する。

【0050】

それぞれの補強要素の2つの端部領域18a、18bは、アクチュエータ11の表面上に直接位置する。したがって、第1の補強要素13aの第1および第2の端部領域18aは、アクチュエータ11の上側面25の1部の領域上にある。さらに、第2の補強要素13bの第1および第2の端部領域18bは、アクチュエータ11の下側面26の1部の領域に載っている。

【0051】

端部領域18a、18bは、アクチュエータ11の表面に分離不可能に接続されることが好ましい。特に、端部領域18a、18bは、接着剤によってアクチュエータ11の表面に接続される。それぞれの端部領域18a、18bの下側面は、アクチュエータ11の上側面25及び下側面26の1部の領域と一緒に接着表面15を形成する(図3および図4)。接着材料が接着表面15に塗布され、補強要素13a、13bがこのようにしてアクチュエータ11に接続される。例えば、クランプ接続の代わりに接着結合を使用することによって、補強要素13a、13bの幾何学的形状を非常に簡単に保つことができる。

【0052】

それぞれの部分領域17a、17bは、アクチュエータ11の表面から間隔を置いて配置されている。特に、それぞれの部分領域17a、17bとアクチュエータ11の下側面26及び上側面25との間自由領域16が存在する(図2および図3)。自由領域16は高さhを有する。最大高さh、すなわち、アクチュエータ11と部分領域17a、17bとの間の最大距離は、好ましくは3mm以下、好ましくは2.5mmである。これは、10mmのデバイス10の好ましい最大全厚をもたらす。

【0053】

自由領域16の高さhは、それぞれの部分領域17a、17bに沿って変化する。そして、それぞれの部分領域17a、17bの中央領域19a、19bは、アクチュエータ11の表面に平行に延びるように形成される。したがって、中央領域19a、19bの領域における自由領域16の高さhは最大である。これに対して、それぞれの接続領域20a、20bは、アクチュエータ11の表面に対して斜めに延びている。換言すれば、それぞれの接続領域20a、20bは、アクチュエータ11aの上側面25及び下側面26との間で角度を有する。角度は45°以下であることが好ましい。これにより、各補強要素13a、13bの中央領域19a、19bから端部領域18a、18bに向かうにしたがって自由領域16の高さhが減少する。その結果、それぞれの補強要素13a、13bは湾曲した形状を有する。

【0054】

それぞれの補強要素13a、13bはまた、少なくとも1つの欠損部14、好ましくは複数の欠損部14を有する。図2~5において、それぞれの補強要素13a、13bは、4つの欠損部14を有する。欠損部14は、それぞれの補強要素13a、13bが薄い、すなわち、垂直方向の寸法すなわち厚さが他の領域よりも小さい領域とみなすことができる。欠損部14は、好ましくは、0.8mm以下、好ましくは0.75mmの深さすなわち垂直寸法を有する。それぞれの補強要素13a、13bの最大厚さは、好ましくは1mmである。したがって、欠損部14の位置では、それぞれ

10

20

30

40

50

の補強要素13a、13bは、0.25mmの残留厚さを有する。

【0055】

欠損部14は、例えばノッチを有する。欠損部14は、半円形状であってもよい。しかしながら、それぞれの欠損部14の形状は、それらの機能とは無関係である。欠損部14は、それぞれの補強要素13a、13bの上側及び/又は下側に形成される。例えば、上側及び/又は下側の欠損部14は、打ち抜きまたはフライス加工される。

【0056】

欠損部14は、外部に向かって開いていてもよい。これは、それぞれの補強要素13a、13bについて、欠損部14が、上側面25または下側面26から離れた、補強要素13a、13bの側に配置され得ることを意味する。欠損部14は、内側に開くこともできる。これは、それぞれの補強要素13a、13bについて、欠損部14が、アクチュエータ11の上側面25または上側面25に面する側の、補強要素13a、13bの側に配置され得ることを意味する。それぞれの補強要素13a、13bは、内向きおよび外向きに開いた欠損部14を有することができる。それぞれの補強要素13a、13bはまた、外側または内側のいずれか一方に開いている欠損部14だけを有することができる。

【0057】

欠損部14は、補強要素13a、13bがアクチュエータ11の撓み時に欠損部14の位置で曲がるように設けられている。

【0058】

欠損部14は、好ましくは、それぞれの補強要素13a、13bの移行領域に形成される。欠損部14は、接続領域20a、20bと端部領域18a、18bとの間の移行領域にそれぞれ形成されている。これらの欠損部14は、図2～図4の実施形態では、内側に開いている。さらに、中央領域19a、19bと接続領域20a、20bとの間の遷移領域には、それぞれ欠損部14が存在する。これらの欠損部14は、図2～図4の実施形態では、外側に開いている。

【0059】

しかし、別の例示的な実施形態(図5)によれば、デバイス10の全高を低減するために、欠損部14を「ひっくり返す」こともできる。したがって、図5において、接続領域20a、20bと端部領域18a、18bとの間の移行領域における欠損部14は、外側に向かって開いている。中央領域19a、19bと接続領域20a、20bとの間の移行領域における欠損部14は、内側に開口している。自由領域16の最大高さhがわずが1.16mmに設定される場合、図5のデバイス10の全高は、7.5mm以下、好ましくは7.36mmである。

【0060】

移行領域において、補強要素13a、13bは、アクチュエータ11が変形するにつれて曲がらなければならない。欠損部14は、補強要素13a、13bの必要な可撓性を確保する。それにより、変形は、アクチュエータ11に対して可能になり、負荷、例えばタッチスクリーンに対して剛性になる。これは、変形の効率を増加させる。

【0061】

アクチュエータ11に電圧が印加されると、それぞれの補強要素13a、13bの部分領域17a、17bは、アクチュエータ11に対して第2の方向R2に相対移動する。第2の方向R2は、第1の方向R1に対して垂直である。第2の方向R2は、積層方向Sに沿って延びている。

【0062】

特に、中央領域19a、19bは、方向R2に移動する。この場合、それぞれの補強要素13a、13bは、中央領域19a、19bと接続領域20a、20bとの間、及び接続領域20a、20bと端部領域18a、18bとの間の欠損部14の位置で曲がる。

【0063】

他方、第2の方向R2における端部領域18a、18bの移動は、アクチュエータ11との接着結合によって防止される。むしろ、端部領域18a、18bは、アクチュエータ11と共に第1の方向R1に移動する。補強要素13a、13bの可撓性により、接合部にかかる荷重は50MPa以下に制限される。したがって、端部領域18a、18bと部分領域17a、17bの間には相対運動がある。デバイス10の触覚フィードバックは、それぞれの部分領域17a、17bに対するそれぞれ

10

20

30

40

50

の端部領域18a、18bの相対運動によって引き起こされる。

【0064】

デバイス10が電子機器における触覚フィードバックのためのアクチュエータとして統合される場合、補強要素13a、13bは、好ましくは、機械的要素(例えば、スクリーンおよび重り)に取り付けられる。これにより、圧電アクチュエータ11が変形する際に、機械素子同士が相対的に移動する。言い換えれば、スクリーンは、横方向に(スクリーン表面に平行に)変位され、それによって触覚フィードバックが発生する。

【0065】

100 μmから150 μmの範囲の変位が考えられる。また、往復変位(オフセット及び逆オフセット)も起こりうる。オフセットは、通常、7msから10msの間を要する。横方向のオフセットが使用されるが、それは、表面に垂直な方向のオフセットの際、スクリーンの低い曲げ剛性のためにスクリーンはいくつかの場所で駆動されなければならないからである。横方向のオフセットの場合、上述のようなデバイス10の使用で十分である。

【0066】

スクリーンは、通常、300g~400gの質量を有する。スクリーンおよびデバイス(駆動デバイス)10は、振動における質量-バネシステムの簡略化された表現である。共振周波数(励起のない自由振動周波数) f_0 は、以下のようになる。

$$f_0 = 1/2 \sqrt{D/m}$$

ここで、Dは駆動デバイスの剛性であり、mはスクリーンの質量である。 f_0 は、ストローク周期Tの逆数よりも大きくなければならず、そうでなければ、画面は動かないか、または部分的にしか動かない。従って、次のようになる。

$$D \geq m(2/T)^2$$

T=7msおよびm=400gにおいて、これは、デバイス10について0.32N/μmの最小剛性となる。

【0067】

上述した図2~5によるデバイス10の場合、100Vの電圧において、117 μmのストローク、46Nのブロッキング力、したがって、0.4N/μmの剛性が得られる。

【0068】

変換の性能を比較するために、所与のアクチュエータ11に対する最大変換可能エネルギー E_{max} を使用することができ、 $E_{max} = (\text{ストローク} \cdot \text{ブロッキング力})/2$ で計算される。この値は上述のデバイスでは2.7mJである。

【0069】

本発明の欠損部14がなく、0.5mmのそれぞれの補強要素13a、13bの想定される厚さおよび1.75mmの高さhを有する場合、わずか102 μmの撓みおよび40Nのブロッキング力しか得られない。これは、0.38N/μmの剛性および2.0mJの E_{max} しか与えられないことになる。

【0070】

本発明は、実施形態を参照した説明によって限定されない。むしろ、本発明は、任意の新規な特徴、ならびに特徴の任意の組合せを包含し、特に、この特徴または組合せ自体が特許請求の範囲または例示的な実施形態に明示的に述べられていない場合でも、特許請求の範囲の特徴の任意の組合せを含む。

【符号の説明】

【0071】

- 1 圧電アクチュエータ
- 1a 圧電層
- 2 外部電極
- 3 金属ハウジング
- 10 デバイス
- 11 圧電アクチュエータ
- 12 分離領域
- 13a 第1の補強要素

10

20

30

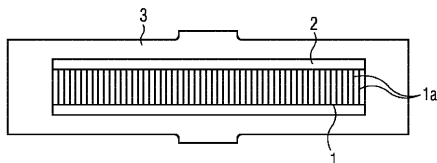
40

50

- 13b 第2の補強要素
- 14 欠損部
- 15 接着面
- 16 自由領域
- 17a, 17b 補強要素の部分領域
- 18a, 18b 端部領域
- 19a, 19b 中央領域
- 20a, 20b 接続領域
- 21 内部電極
- 22 圧電層
- 23 外部電極
- 24 アクチュエータの端面
- 25 上側面
- 26 下側面
- h 自由領域の高さ
- R1 第1の方向
- R2 第2の方向
- S 積層方向

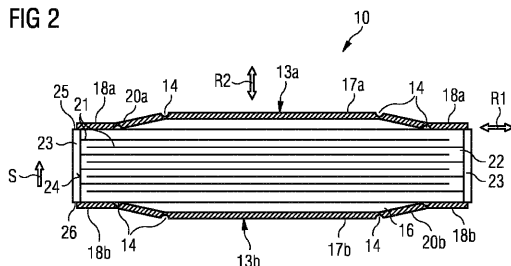
【 図 1 】

FIG 1



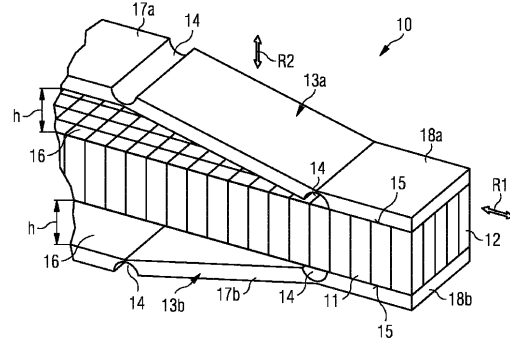
【 図 2 】

FIG 2



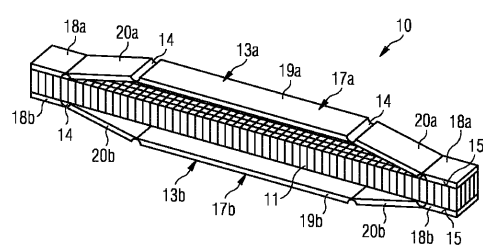
【 図 3 】

FIG 3



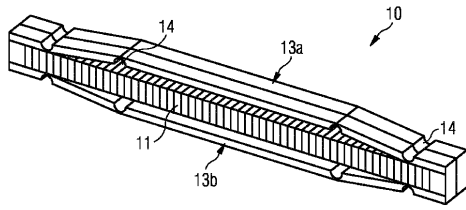
【 図 4 】

FIG 4



【 図 5 】

FIG 5



フロントページの続き

(72)発明者 カストル, ハラルド
オーストリア国 8524 バート ガムス, バート ガムス 105

審査官 滝谷 亮一

(56)参考文献 特開平06-338640(JP,A)
特開2012-221387(JP,A)
米国特許第06465936(US,B1)
特開平11-146664(JP,A)
国際公開第2014/096565(WO,A1)
特開2011-206634(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F	3/01
H01L	41/083
H01L	41/09
H01L	41/113
H01L	41/23