

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5766933号
(P5766933)

(45) 発行日 平成27年8月19日(2015.8.19)

(24) 登録日 平成27年6月26日(2015.6.26)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 41/113 (2006.01)

H O 1 L 41/113

請求項の数 20 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-245234 (P2010-245234)
 (22) 出願日 平成22年11月1日(2010.11.1)
 (65) 公開番号 特開2011-101008 (P2011-101008A)
 (43) 公開日 平成23年5月19日(2011.5.19)
 審査請求日 平成25年10月4日(2013.10.4)
 (31) 優先権主張番号 12/610,771
 (32) 優先日 平成21年11月2日(2009.11.2)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 507342261
 トヨタ モーター エンジニアリング ア
 ンド マニュファクチャリング ノース
 アメリカ, インコーポレイティド
 アメリカ合衆国, ケンタッキー 4101
 8, アーランガー, アトランティック ア
 ベニュー 25
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100092624
 弁理士 鶴田 準一
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー取得デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基部と、

前記基部に対して運動可能に取付けられた低周波要素であって、3次元振動運動を行うという低周波要素と、

前記基部に対して取付けられた第1圧電素子であって、前記低周波要素との間の空隙間隔を以て該低周波要素から離間されるという第1圧電素子とを備え、

前記基部と前記低周波要素と前記第1圧電素子とは概して、第1面を形成し、

前記基部に対して取り付けられたカバーに取り付けられた第2圧電素子であって、前記第1面とほぼ平行に該第1面から離間された第2面を概して形成する第2圧電素子をさらに備えたエネルギー取得デバイスであって、

前記低周波要素は、該低周波要素が振動するときに前記第1圧電素子あるいは前記第2圧電素子に衝突し、

前記第1圧電素子あるいは前記第2圧電素子に対する前記低周波要素の衝突により、該圧電素子は弾性的に変形され、且つ、

前記第1圧電素子及び前記第2圧電素子は弾性変形に応じた電圧差を生成する、

エネルギー取得デバイス。

【請求項 2】

前記第1圧電素子及び前記第2圧電素子のそれぞれと電気接触して其処から延在する導電リード線を更に具備する、請求項1に記載のエネルギー取得デバイス。

10

20

【請求項 3】

前記基部はフレームであり、該フレームは前記低周波要素を囲繞する、請求項 1に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 4】

前記基部および前記低周波要素は、ケイ素およびケイ素合金から成る群から選択された材料で作成される、請求項 1に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 5】

前記低周波要素は前記基部と一体的である、請求項 4に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 6】

前記低周波要素に対して堅固に取付けられた選択的質量を更に具備する、請求項 1に記載のエネルギー取得デバイス。

10

【請求項 7】

前記選択的質量は金属製材料から作成される、請求項 6に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 8】

前記金属製材料は、タングステン、レニウム、金、鉛、および、それらの合金から成る群から選択される、請求項 7に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 9】

前記第 1 圧電素子は前記フレームに対して堅固に取付けられた圧電帯片である、請求項 3に記載のエネルギー取得デバイス。

20

【請求項 10】

前記第 1 圧電素子は、一方の圧電帯片は前記低周波要素の一侧にて前記フレームに対して堅固に取付けられ且つ他方の圧電帯片は前記低周波要素の逆側にて前記フレームに対して堅固に取付けられるという、前記フレームに対して堅固に取付けられた一対の圧電帯片である、請求項 3または請求項 9に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 11】

前記第 1 圧電素子は前記基部に対して取付けられた高周波ビーム材であり、該高周波ビーム材は、共振周波数を有すると共に、前記低周波要素による衝当の後で前記共振周波数において振動する、請求項 1に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 12】

30

前記高周波ビーム材は、前記基部に対して取付けられた第 1 端部と、該第 1 端部から離間された非取付けの第 2 端部とを有する、請求項 11に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 13】

前記高周波ビーム材は、前記基部に対して取付けられた第 1 端部および前記基部に対して取付けられた第 2 端部を有し、該第 2 端部は前記第 1 端部から離間される、請求項 11に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 14】

前記高周波ビーム材はビーム材要素および圧電帯片を有し、前記圧電帯片は前記ビーム材要素に対して堅固に取付けられる、請求項 12または請求項 13に記載のエネルギー取得デバイス。

40

【請求項 15】

前記圧電帯片は、前記第 1 端部の近傍にて前記ビーム材要素に対して堅固に取付けられる、請求項 14に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 16】

前記高周波ビーム材は、第 1 の圧電帯片は前記ビーム材要素の第 1 側面に対して堅固に取付けられ且つ第 2 の圧電帯片は逆側に配設された該ビーム材要素の第 2 側面に対して堅固に取付けられるという、2 つの圧電帯片を有し、前記第 1 および第 2 の圧電帯片は前記ビーム材要素の前記第 1 端部の近傍にて堅固に取付けられる、請求項 14または請求項 15に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 17】

50

前記高周波ビーム材は、第1の高周波ビーム材は前記低周波要素の一側に配置され且つ第2の高周波ビーム材は前記低周波要素の逆側に配置されるという離間された一対の高周波ビーム材である、請求項 1 1 に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 1 8】

前記第 2 圧電素子は、前記第 2 面の上に配置された圧電帯片である、請求項 1 に記載のエネルギー取得デバイス。

【請求項 1 9】

前記低周波要素と前記第 1 圧電素子及び前記第 2 圧電素子とを囲繞する囲繞パッケージを更に具備する、請求項 1 のエネルギー取得デバイス。

【請求項 2 0】

前記囲繞パッケージはケイ素から作成される、請求項 1 9 のエネルギー取得デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、エネルギー取得デバイス、特に、周囲環境振動を電気エネルギーへと変換し得るエネルギー取得デバイスに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

周囲環境振動を電圧差へと変換もしくは捕捉すると、無償でクリーンなエネルギーが提供され得る。これに加え、周囲環境振動は多様な動作、作業などに存在すると共に、斯かる振動は、温度、湿度、太陽光の量などの如き環境条件によりそれほど影響されない。その故に周囲環境振動は、長期間に互に一貫した動力を提供し得る最も魅力的な動力源のひとつである。

【0 0 0 3】

エネルギー捕捉法もしくはエネルギー取得法としても知られる振動捕捉法は、誘電物質の両端に互に電荷分離を生成することにより物理的歪みを電圧差へと変換する圧電材料を用いて振動を電気エネルギーへと変換する。特に圧電式エネルギー取得デバイスは、一端にて固着され且つ逆端部にては可動であるという圧電的な帯片もしくは板材の屈曲を提供する。該圧電材料の屈曲は該材料の弾性変形に帰着し、この弾性変形は電気エネルギーへと転換もしくは変換される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

斯かる圧電式エネルギー取得デバイスにより生成されるエネルギーは、上記材料が屈曲の間において蒙る平均的な物理的歪みすなわち弾性変形に比例する。これに加え、圧電材料は本質的に堅固であることが一般的なので、比較的到高周波の用途に対して更に効果的であり且つ有用である。しかし、周囲環境振動は典型的には低周波である。その故に、これまで圧電式エネルギー取得デバイスは部分的に、典型的に小振幅かつ低周波である周囲環境振動により、および／または、認識可能な量のエネルギーを取得し得る複数個のデバイスを配備する負担により、成果が限られてきた。故に、圧電材料を使用し、多くの動作、作業などに存在する小振幅で低周波の振動を利用し得るエネルギー取得デバイスであって、作製が安価であるというエネルギー取得デバイスは好適であろう。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 5】

本発明は、小振幅で低周波の(以下、小振幅／低周波の、と称される)振動を電気エネルギーへと変換するエネルギー取得デバイスを開示する。該デバイスは、基部、低周波要素および圧電素子を含み得る。上記低周波要素は、上記基部に対して運動可能に取付けられ得ると共に、2次元振動運動を行い得る。上記圧電素子は、上記基部に対して取付けられ得ると共に、上記低周波要素との間の空隙間隔を以て該低周波要素から離間され得る。周囲環境振動に起因する上記低周波要素の運動時に、該低周波要素は上記圧電素子に衝突してそ

10

20

30

40

50

の弾性変形を引き起こし得る。そのときに上記圧電素子の上記弾性変形は、電気エネルギーを提供すべく使用され得る電圧差を生成し得る。

【0006】

一定の場合、上記基部は上記低周波要素を囲繞するフレームであり、且つ、上記基部および/または低周波要素はケイ素から作成され得る。これに加え、上記低周波要素は上記基部と一体的とされ得る。上記低周波要素に対しては選択的質量が堅固に取付けられ得ると共に、該選択的質量は、タングステン、レニウム、金、鉛、および、それらの合金の如き金属製材料から作成され得る。

【0007】

一実施例において、上記圧電素子は上記フレームに対して堅固に取付けられた圧電帯片であり、上記低周波要素の運動により該低周波要素は上記圧電帯片に対して接触されて圧電材料の弾性変形を引き起こす。上述の如く、上記弾性変形は、上記圧電帯片の両端に互る電圧差であって、電気エネルギーとして収集、蓄積、使用などされ得るという電圧差を付与する。一定の場合において上記デバイスは、第1の圧電帯片は上記低周波要素の一侧にて上記フレームに対して堅固に取付けられ且つ第2の圧電帯片は上記低周波要素の逆側にて上記フレームに対して堅固に取付けられるという、上記フレームに対して堅固に取付けられた一対の圧電帯片を含み得る。

10

【0008】

別実施例において、上記圧電素子は、上記基部に対して取付けられた第1端部と、該第1端部から離間された第2端部であって、上記基部に対して取付けられないことで自由に運動および/または振動するという第2端部とを備える高周波ビーム材である。該高周波ビーム材は共振周波数を有すると共に、該高周波ビーム材は、該ビーム材が上記低周波要素により衝当された後で該周波数にて振動する。一定の場合、上記高周波ビーム材は上記基部に対して取付けられた第1端部および第2端部を有し、該ビーム材は依然として共振周波数を有すると共に、上記低周波要素により衝当された後で該周波数にて振動する。

20

【0009】

上記高周波ビーム材はビーム材要素および圧電帯片を有し得ると共に、上記圧電帯片は、上記高周波ビーム材が振動するときに該圧電帯片が自身の弾性変形に帰着する屈曲運動を蒙る如く、上記ビーム材要素に対して堅固に取付けられる。上記圧電帯片は、上記フレームに対して取付けられた上記ビーム材の端部の近傍にて該ビーム材要素に対して堅固に取付けられ得ることは理解される。これに加え、上記高周波ビーム材は、第1の圧電帯片は上記ビーム材要素の第1側面に対して堅固に取付けられ且つ第2の圧電帯片は逆側に配設された該ビーム材要素の第2側面に対して堅固に取付けられるという、2つの圧電帯片を有し得る。一定の場合、上記デバイスは、第1の高周波ビーム材は上記低周波要素の一侧に配置され且つ第2の高周波ビーム材は上記低周波要素の逆側に配置されるという離間された一対の高周波ビーム材を有し得る。

30

【0010】

別実施例において、上記低周波要素は3次元振動運動を行い得ると共に、上記圧電素子は面内要素および面外要素を有し得る。上記圧電素子の上記面内要素としては、上記フレームに対して堅固に取付けられた圧電帯片、上記基部もしくはフレームに対して取付けられた高周波ビーム材、および/または、それらの組み合わせが挙げられる。上記面外要素は、上記低周波要素の面外に配置された圧電薄膜および/または帯片であって、上記低周波要素がその2次元運動の面外にて運動したときに該低周波要素により衝当され得る如く位置されるという圧電薄膜および/または帯片とされ得る。上記圧電薄膜および/または帯片は、上記低周波要素により衝当されたときに自身が振動する共振周波数も有し得ることは理解される。

40

【0011】

上記エネルギー取得デバイスは、上記低周波要素と上記圧電素子とを囲繞する囲繞パッケージも有し得る。該囲繞パッケージはケイ素から作成されても良く、されなくても良く、且つ、上記エネルギー取得デバイスを汚れ、塵埃、水分、破片などの汚染から保護し得る。

50

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施例に係るエネルギー取得デバイスの斜視図である。

【図2】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図3】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図4】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図5】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図6】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図7】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図8】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

10

【図9】図1に示されたエネルギー取得デバイスに対する一実施例の概略図である。

【図10】本発明の別実施例に係るエネルギー取得デバイスの斜視図である。

【図11】圧電材料に対する33 - モードの弾性変形を例示する概略図である。

【図12】圧電材料に対する31 - モードの弾性変形を例示する概略図である。

【図13】低周波要素の2次元振動運動に適応し得る圧電素子を示す、図1に示された実施例の斜視図である。

【図14】低周波要素の2次元振動運動に適応し得る圧電素子を示す、図10に示された実施例の斜視図である。

【図15】低周波要素の2次元振動運動に適応し得る別実施例の斜視図である。

【図16】低周波要素の2次元振動運動に適応し得る別実施例の斜視図である。

20

【図17】図1に示された実施例を囲繞する囲繞パッケージの斜視図である。

【図18】囲繞パッケージの斜視図である。

【図19】単一のウェハから作成された複数個のエネルギー取得デバイスの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明は、小振幅 / 低周波の振動を電気エネルギーへと変換し得るエネルギー取得デバイスを開示する。その故に本発明は、電気エネルギーを生成するための構成要素としての有用性を有している。

【0014】

上記エネルギー取得デバイスは、誘電物質の両端に互い電圧差を付与する弾性変形に対して圧電素子を委ねることにより、物理的振動を電気エネルギーへと変換する。低周波要素が含まれると共に、該要素は、特定の動作、作業などに存在する小振幅 / 低周波の振動に応じた該要素の運動を最大化する如く、設計、形状化などされ得る。たとえば例示目的のみ、斯かる小振幅 / 低周波の振動は、自動車、航空機、重機類、事務機器、建設機械などの動作において存在し得る。その故に、本明細書において教示されるエネルギー取得デバイスは、バッテリーの頻繁な交換および / または入れ替えが望ましくない多くの用途において使用される無線センサ・モジュールの動力源の一部とされ得る。たとえば例示目的のみ、斯かる状況としては、建築物 / 構造体の一体性の監視、地震センサ、天候センサ、海洋状態センサ、自動車センサ、人間活動センサ、または、人体器官活動もしくは健康に対するセンサなどが挙げられる。

30

40

【0015】

上記エネルギー取得デバイスは、自動車、重機類、事務機器などの如き起源構成要素に対して堅固に取付けられても良く取付けられなくても良いという基部を含み得る。上記基部に対して取付けられた低周波要素も含まれ得る。上記起源構成要素の振動時に、上記基部はそれと共に運動し得ると共に、上記低周波要素は上記基部に対して運動および / または振動し得る。一定の場合、上記低周波要素は1次元の振動運動を行う。他の場合、上記低周波要素は2次元の振動運動を行う。

【0016】

上記低周波要素に加えて、上記エネルギー取得デバイスは、上記基部に対して取付けられた圧電素子であって、上記低周波要素との間の空隙間隔を以て該低周波要素から離間され

50

たという圧電素子も有し得る。上記低周波要素の振動時に、上記圧電素子は、それが上記低周波要素により衝当され且つ圧電材料は弾性変形を蒙る如く、上記低周波要素に対して離間され、位置決めされ、且つ／又は、配置される。上記圧電素子の弾性変形は電圧差の生成に帰着することから、該圧電素子と電気接触して該圧電素子から延在するという導電リード線を使用して、該圧電素子から導出され得る電気エネルギーが生成される。

【 0 0 1 7 】

一定の場合において、上記圧電素子は共振周波数を有し得ると共に、上記低周波要素による該圧電素子に対する衝当は、該圧電素子を上記共振周波数にて振動させ得る。上記圧電素子の振動は該圧電素子の弾性変形に帰着し得ることから、そこから付加的エネルギーが生成され得ることは理解される。

10

【 0 0 1 8 】

上記基部は、上記低周波要素を囲繞するフレームとされ得る。これに加え、上記基部および上記低周波要素はケイ素から作成され得、その場合に“ケイ素”という語句は、市販の純粋なケイ素およびケイ素合金を包含するものと定義される。上記低周波要素は、上記基部と一体的とされ得ると共に、該低周波要素に対して堅固に取付けられた選択的質量を含んでも良くもしくは含まなくても良い。上記選択的質量は、タンゲステン、レニウム、金、鉛、それらの合金などの如き金属製材料から作成され得る。上記選択的質量を備えたもしくは備えない上記低周波要素が、特定の自動車、特定の重機類片などの如き特定の起源構成要素により引き起こされるひとつの範囲の、または、一群の範囲の小振幅／低周波の振動に関して該低周波要素の振動が最大化される如く設計され得ることは理解される。

20

【 0 0 1 9 】

上記圧電素子は、上記フレームに対して堅固に取付けられた圧電帯片とされ得る。一定の場合に上記圧電素子は、第1の圧電帯片は上記低周波要素の一侧にて上記フレームに対して堅固に取付けられ且つ第2の圧電帯片は上記低周波要素の逆側にて上記フレームに対して堅固に取付けられるという、上記フレームに対して堅固に取付けられた一対の圧電帯片とされ得る。上記圧電素子は、上記基部に対して取付けられた高周波ビーム材であって、上記低周波要素により衝当されたときに該ビーム材が振動する共振周波数を有するという高周波ビーム材ともされ得る。上記高周波ビーム材は、上記基部に対して取付けられた第1端部と該第1端部から離間された非取付けの第2端部とを有し得るか、または、代替例においては、上記基部に対して取付けられた第1端部および第2端部を有し、第2端部は第1端部から離間され得る。

30

【 0 0 2 0 】

上記高周波ビーム材は、ビーム材要素と、該ビーム材要素に対して堅固に取付けられた圧電帯片とを有し得る。一定の場合、上記圧電帯片は、上記ビーム材要素の第1端部および／または第2端部の近傍にて該ビーム材要素に対して堅固に取付けられる。これに加えて上記高周波ビーム材は、第1の圧電帯片は上記ビーム材要素の第1側面に対して堅固に取付けられ且つ第2の圧電帯片は逆側に配設された該ビーム材要素の第2側面に対して堅固に取付けられるという、2つの圧電帯片を有し得る。上記フレームに対して堅固に取付けられた圧電帯片と同様に、上記低周波要素の一侧に配置された第1高周波ビーム材、および、上記低周波要素の逆側に配置された第2高周波ビーム材とされる、離間された一対の高周波ビーム材が配備され得る。

40

【 0 0 2 1 】

上記低周波要素が3次元振動運動を行う場合、上記圧電素子は面内要素および面外要素を有し得る。上記面内要素は、圧電帯片および／または高周波ビーム材が上記フレームに対して取付けられる如く、上記圧電素子を含み得る。上記面外要素は、上記低周波の2次元運動に対して面外に配置された圧電帯片および／または圧電薄膜を含み得る。たとえば例示目的でのみ、上記フレームに対して取付けられた上記低周波要素の上方、下方、左側、右側などに、圧電帯片および／または圧電薄膜が配置され得る。

【 0 0 2 2 】

上記エネルギー取得デバイスは、上記低周波要素と上記圧電素子とを囲繞する囲繞パッケ

50

ージを含み得る。一定の場合に上記囲繞パッケージは、ケイ素から作成され得ると共に、上記低周波要素および上記圧電素子を囲繞する面積および/または体積が、汚れ、塵埃、破片、水蒸気などの如き汚染から解放されることを確実にする。これに加え、上記囲繞パッケージを備えたもしくは備えない上記エネルギー取得デバイスは、シリコン・ウェハの如きウェハ上に自己パッケージ化され得る。その故に、上記エネルギー取得デバイスの作製自体が、大量生産およびコスト削減を可能とする従来の微細加工技術によるバッチ処理に適合している。たとえば例示目的でのみ、上記フレーム、低周波要素および圧電素子の構造はプラズマ・エッチング、化学エッチング、切削、イオン・ミリング、化学切削などを用いてシリコン・ウェハから一体的に形成され得る。これに加え、隣接する一枚以上のシリコン・ウェハから作成された囲繞パッケージと共に、単一枚のシリコン・ウェハから複数のエネルギー取得デバイスが作成され得る。代替例においては、エネルギー取得デバイスを作製すべく、例示的には成形、射出成形、機械加工などの他の作製プロセスが使用され得る。

10

【0023】

次に図1を参照すると、エネルギー取得デバイスの実施例は、参照番号10により概略的に示される。デバイス10は、低周波要素110と圧電素子120とが取付けられた基部100を含み得る。低周波要素110は、基部プレート112および脚部114を有し得る。脚部114は、基部プレート112を基部100に対して取付ける。基部プレート112に対しては選択的質量118が堅固に取付けられ得ると共に、該選択的質量は、低周波要素110の共振周波数を調整すべく使用され得る。これに加え、基部プレート112からはバンパ116が延在し得ると共に、該バンパは一定の場合、脚部114の長さ方向に対して概略的に直交方向に延在する。

20

【0024】

図1に示された如く低周波要素110は、該要素110の夫々の側部が基部100に対して取付けられる如く、一对の脚部114を有し得る。一本以上の脚部114が、一本以上の高周波ビーム材120に向かう要素110の概略的に側方への運動を付与することは理解される。本発明の目的に対し、上記低周波要素が圧電素子120に接触する如き該低周波要素の概略的に側方への運動は“面内”と定義され、且つ、面内ではない運動は“面外”運動である。

【0025】

基部100および低周波要素110は、相互に一体的とされ得る。たとえば例示目的でのみ、シリコン・ウェハから材料が除去されると共に、基部100、低周波要素110および高周波ビーム材120が残存する如く、シリコン・ウェハがエッチング、切削などされ得る。

30

【0026】

次に図2乃至図5を参照すると、低周波要素および高周波ビーム材に対する可能的な構成を表す4つの実施例が示される。たとえば図2は、4本の高周波ビーム材120との間の空隙間隔を以て該高周波ビーム材から離間された低周波要素110を備えた実施例10を示している。この図に示された如く、基部プレート112は該プレートから延在する一对の脚部114を有すると共に、各脚部114は、図2乃至図5においては示されないが図1に示された如く基部100に対して取付けられ得る。実施例10は、一方の対は一方の脚部114に隣接し且つ別の対は他方の脚部114に隣接するという二対の高周波ビーム材120を有している。これに加え、高周波ビーム材120の各々はビーム材要素122および圧電帯片124を有し得ると共に、ビーム材要素122は第1端部123および第2端部125を有している。第1端部123は基部100に対して取付けられ得ると共に、第2端部125は自由に運動および/または振動し得る。

40

【0027】

第1端部123の近傍にて、ビーム材要素122に対しては圧電帯片124が堅固に取付けられる。一定の場合、ビーム材要素122の一側に対して堅固に取付けられたひとつの圧電帯片124、および、ビーム材要素122の逆側に対して取付けられた第2の圧電帯片124という一对の圧電帯片124が配備され得る。これに加え、ひとつ以上の圧電帯片124から生成される電力を圧電素子120の振動が最大化する如く、該ひとつ以上の圧電帯片124は第1端部123の近傍にて上記ビーム材要素に対して堅固に取付けられ得る。

【0028】

50

低周波要素110の運動／振動により、バンパ116は高周波ビーム材120に接触し、その運動を付与し得ることは理解される。高周波ビーム材120の運動は、各圧電帯片124の屈曲運動および弾性変形を提供する共振周波数における該高周波ビーム材の振動に帰着し得る。一方、上記弾性変形は、(不図示の)導電リード線を用いて別体的な所望箇所へと帯片124を流れ得る電流を与える電圧差へと変換される。上記導電リード線は、当業者に公知である微細加工技術を用いて上記エネルギー取得デバイス上へと載置され得ることは理解される。

【0029】

図3に示された如き代替実施例12は、一本以上の高周波ビーム材126と共に、図2に示された実施例と同一および／または類似の低周波要素110を含み得る。各高周波ビーム材126は、両者ともに基部100に対して取付けられた第1端部123および第2端部125を有する。別様に述べると、高周波ビーム材126は、図2に示された高周波ビーム材122が有する自由端部を有していない。高周波ビーム材122と同様に、圧電帯片124は、第1端部123の近傍にてビーム材126に対して堅固に取付けられ得る。これに加え、圧電帯片124は、第2端部125の近傍にてビーム材126に対して取付けられ得る。低周波要素110は、高周波ビーム材126に接触すると共に、共振周波数における該ビーム材の振動、および、圧電帯片124の屈曲運動を付与し得ることは理解される。図3に示された如く、低周波要素110の一侧には第1の高周波ビーム材126が配置され得ると共に、要素110の逆側には第2の高周波ビーム材126が配置され得る。上記帯片は、要素110の片側のみに配置されることも可能である。

【0030】

図4および図5を参照すると、低周波要素130が、基部プレート112、および、ひとつのみの脚部114を備えるという実施例14および16が示される。この様にして、低周波要素130は、低周波要素110により提供される如き線形運動ではなく、片持ち支持運動を呈する。実施例14において示される如く二対の高周波ビーム材122が配備され得るか、または代替例においては、図5に示された如く一対のみの高周波ビーム材122が配備され得る。低周波要素130は、図3に示された一本以上の高周波ビーム材126と組み合わせても使用され得ることは理解される。更に、高周波ビーム材122に対する帯片124の取付けに対して上記にて教示された如く、圧電帯片124は高周波ビーム材126に対して堅固に取付けられることは理解される。

【0031】

次に図6乃至図9を参照すると、実施例20～26は、低周波要素150および／または170を基部100に対して取付ける一本以上の脚部154上に圧電帯片158が存在することを除き、図2乃至図5に示された上記各実施例と同様である。これらの図に示された如く、脚部154が基部100に取付けられる箇所の近傍にて、該脚部154にはひとつ以上の圧電帯片158が取付けられ得る。これに加え、脚部154の一侧に対しては第1の圧電帯片158が取付けられ得ると共に、脚部154の逆側に対しては第2の圧電帯片158が取付けられ得る。図2乃至図5に示された実施例と同様に、低周波要素150および／または170の面内運動の間においてバンパ116が上記ビーム材に衝当し得る如く、高周波ビーム材122および／または126は、要素150および／または170の近傍に配置され得る。これに加え、高周波ビーム材122および／または126は、共振周波数にて振動すると共に、圧電材料124の弾性変形を付与し得る。その故に、斯かる実施例からは、電圧差および電流が生成かつ収集され得る。

【0032】

次に図10を参照すると、基部200、低周波要素110および圧電素子120を備えたエネルギー取得デバイスの実施例30が示される。但し、実施例40において圧電素子120は、基部200に対して堅固に取付けられた圧電帯片もしくは薄膜210の形態である。該図に示された如く、基部200は、低周波要素110と圧電素子120とを囲繞するフレームの形態であり得る。斯かるフレームは、図1乃至図9に示された実施例10～26に対しても含まれ得ることは理解される。実施例30に対し、バンパ116による圧電帯片210の衝当により、圧縮の形態で上記圧電材料の弾性変形が提供される。斯かる弾性変形は図11に示された如く上記圧電材料の33 - モードの変形であり得るが、図1乃至図9に示された各実施例において示された

圧電材料の変形は、31 - モードの形態(図 1 2)であり得る。更に、エネルギー取得デバイスの厳密な設計態様、形状、各パラメータなどは、特定の起源構成要素に対する使用のために低周波要素および/または圧電素子の共振周波数および/または振動を最大化することにより、上記起源構成要素の振動により提供される電気エネルギーの量を最大化するために改変され得ることは理解される。

【 0 0 3 3 】

次に図 1 3 および図 1 4 を参照すると、実施例40は、低周波要素110の運動は面外とされ得るが、依然として、低周波要素110に対して面外に配置された圧電薄膜103および/または105の使用と共に利用されるというエネルギー取得デバイスを示している。特に図 1 3 および図 1 4 は、低周波要素110の面外運動は単一もしくは複数の圧電薄膜を衝撃してその弾性変形を、故に電圧差の生成を引き起こす如き様式にて、下側カバー102および/または上側カバー104と夫々組み合わされた圧電薄膜103および/または105の使用を示している。この様にして、上記低周波要素の 2 次元運動に帰着する起源構成要素のランダムな振動が利用され得る。

10

【 0 0 3 4 】

図 1 5 および図 1 6 は夫々、低周波要素110の 2 次元運動が圧電帯片107の使用と共に利用されるという実施例60および70を示している。各圧電帯片107は下側カバー106に対して堅固に取付けられ得ると共に、各圧電帯片109は上側カバー108に対して堅固に取付けられ得る。低周波要素110の運動/振動は、該低周波要素の面内運動の間においては高周波ビーム材122および/または圧電帯片210を衝撃し、且つ、該低周波要素の面外運動の間においては圧電帯片107および/または圧電帯片109を衝撃し得ることは理解される。更に、図 9 乃至図 1 6 に示された実施例と共に、起源構成要素の振動運動の特性を利用したり、エネルギー取得デバイスの作製のコストを低減するなどのために、図 5 乃至図 9 に示された如き低周波要素の使用が伴われ得ることは理解される。更に、圧電帯片107および/または109が、図 2 乃至図 9 に関して上記に教示された様にひとつ以上の圧電帯片124を備えた高周波ビーム材120の如き異なる構造を有し得ることも理解される。

20

【 0 0 3 5 】

図 1 7 および図 1 8 は、基部100に対して取付けられた下側カバー102および上側カバー104を備える実施例40を示している。この図に示された如く、自己パッケージ化されたエネルギー取得デバイスが提供される。再び上述の如く、実施例10~70の全ては、相互に対して一体的に形成された、基部、フレーム、低周波要素、および、圧電材料が取付けられた圧電素子を有し得る。

30

【 0 0 3 6 】

図 1 9 に示された如く、単一のウェハ5から、複数個のエネルギー取得デバイス30であって、エネルギー取得デバイスが取入れられても良く又は取入れられなくても良いという付加的な複数のシリコン・ウェハの載置および/または取付けにより提供された下側カバー106および上側カバー108を備えるというエネルギー取得デバイス30が作成され得る。この様にして、複数のエネルギー取得デバイスの作製は、大量生産およびコスト削減を可能とする従来の微細加工技術に適している。これに加え、種々の用途に対処すべく且つ信頼性およびその歩留まりを最大化すべく、エネルギー取得デバイスの設計態様および作製方法の広範囲な選択が採用され得る。

40

【 0 0 3 7 】

構成の材料はケイ素およびケイ素合金であると特定されたが、当業者に公知の他の材料が使用され得る。たとえば例示目的でのみ、上記基部、低周波要素および圧電素子に対しては、それら自体が従来の微細加工技術に適合しているという他の電子材料が使用され得ると共に、上記圧電帯片および/または薄膜に対しては、ジルコン酸チタン酸鉛(PZT)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、チタン酸鉛(PT)、PZN-PT、酸化亜鉛(ZnO)などの如き圧電材料が使用され得る。上記導電リード線は、アルミニウム、金、銀、それらの合金などから作成され得る。上記圧電薄膜および/または帯片は、例示的には、蒸着、ゾル/ゲル溶液の析出、接着剤の使用などの、当業者に公知の方法、技術などを用いて、上記基部、低

50

周波要素および／または圧電素子に対して取付けられ得ることは理解される。

【 0 0 3 8 】

本発明は、上述された例示的な例および実施例に限定されるものでない。各実施例は、本発明の有効範囲に対する限定であることは意図されていない。本明細書に記述された方法、装置、構成物などは、例示的であり、本発明の有効範囲に対する限定であることは意図されていない。当業者であれば、それらにおける変更および他の用法が想起されよう。本発明の有効範囲は、各請求項の範囲により定義される。

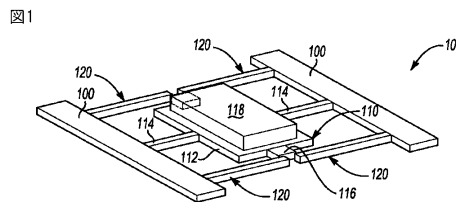
【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

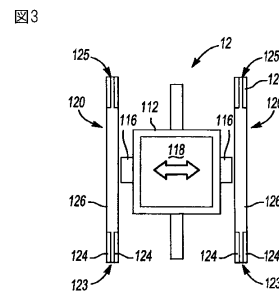
- 10 エネルギー取得デバイス
- 100 基部
- 110 低周波要素
- 120 圧電素子

10

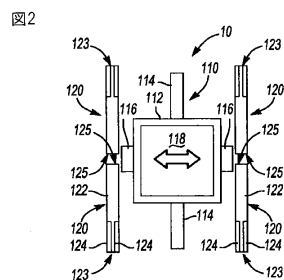
【 図 1 】



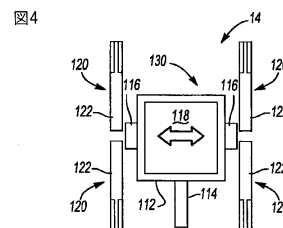
【 図 3 】



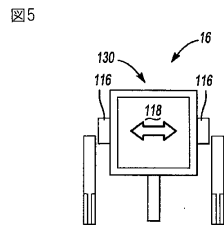
【 図 2 】



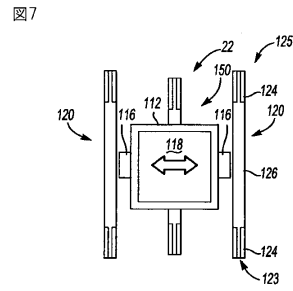
【 図 4 】



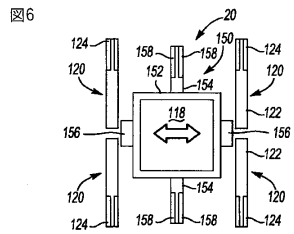
【図 5】



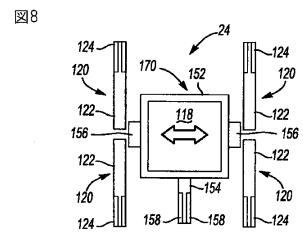
【図 7】



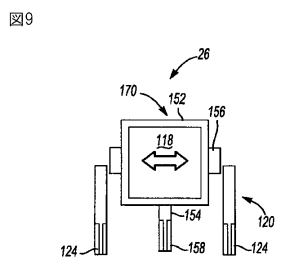
【図 6】



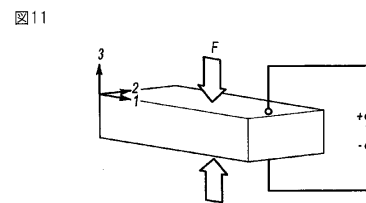
【図 8】



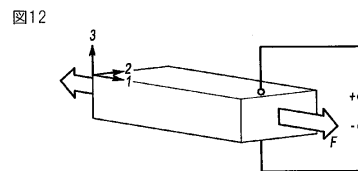
【図 9】



【図 1 1】

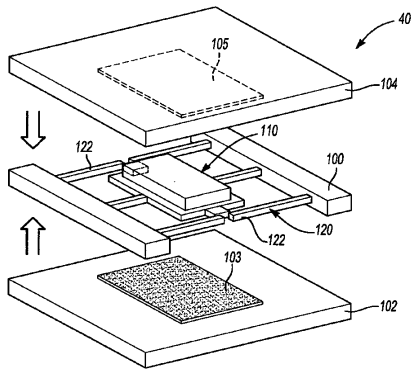


【図 1 2】



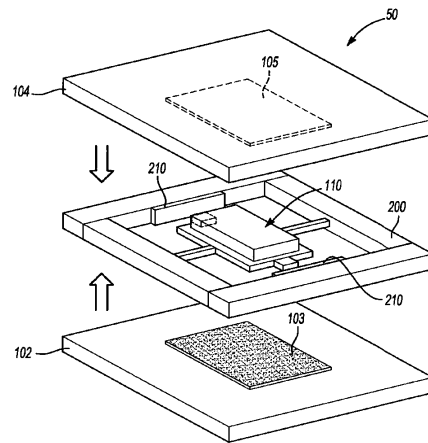
【図13】

図13



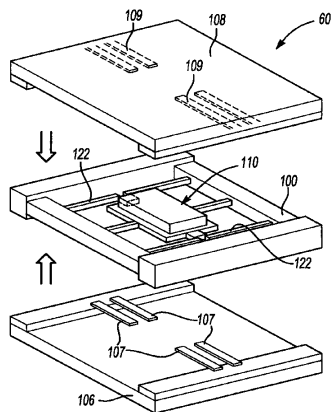
【図14】

図14



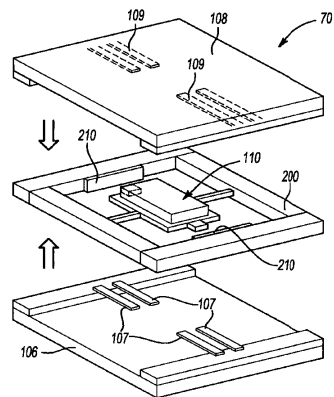
【図15】

図15



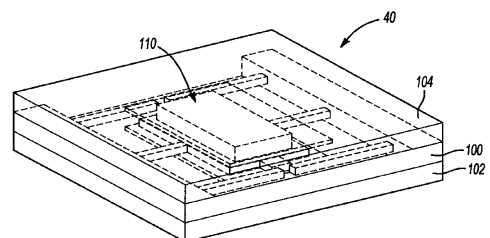
【図16】

図16



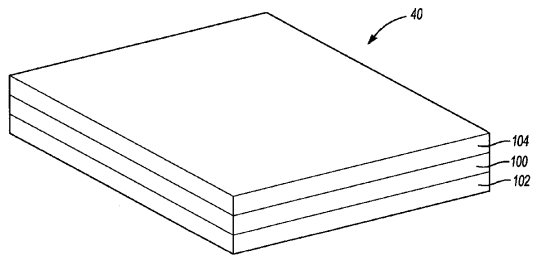
【図17】

図17



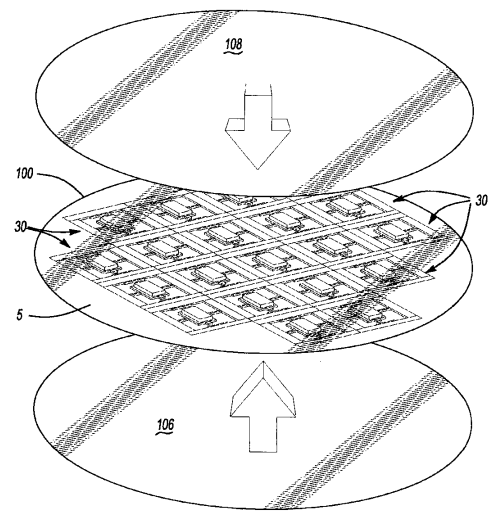
【図18】

図18



【図19】

図19



フロントページの続き

(74)代理人 100153729

弁理士 森本 有一

(74)代理人 100147555

弁理士 伊藤 公一

(72)発明者 サン ウォン ヨーン

アメリカ合衆国, ミシガン 4 8 1 0 5 , アナーバー , ナタリー レーン 1 4 2 1 , ナンバー 3
0 1

(72)発明者 アレクサンドロス マーゴメノス

アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 1 1 0 1 , パサデナ, ハドソン アベニュー サウス 2 3 1
, ナンバー 1 2

審査官 上田 智志

(56)参考文献 特開2003 - 209980 (JP, A)

特開2006 - 294947 (JP, A)

特表2009 - 509495 (JP, A)

特開2006 - 054956 (JP, A)

特開2009 - 165212 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 41 / 113 ,

H02N 2 / 18