

(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2009-509495
(P2009-509495A)

(43) 公表日 平成21年3月5日(2009.3.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
HO2N 2/00 (2006.01) HO2N 2/00 A

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-532359 (P2008-532359)
(86) (22) 出願日 平成18年9月21日 (2006. 9. 21)
(85) 翻訳文提出日 平成20年4月23日 (2008. 4. 23)
(86) 国際出願番号 PCT/US2006/036708
(87) 国際公開番号 W02007/038157
(87) 国際公開日 平成19年4月5日 (2007. 4. 5)
(31) 優先権主張番号 60/719, 565
(32) 優先日 平成17年9月23日 (2005. 9. 23)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 506064119
ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシ
ティー オブ カリフォルニア
アメリカ合衆国、94607-5200
カリフォルニア州、オークランド、12ス
フロアー、フランクリン ストリート
1111
(74) 代理人 100104156
弁理士 龍華 明裕
(72) 発明者 カルメン、グレゴリー ピー。
アメリカ合衆国、90024 カリフォル
ニア州、ロサンゼルス、レプリング アベ
ニュー 919、アパートメント 406

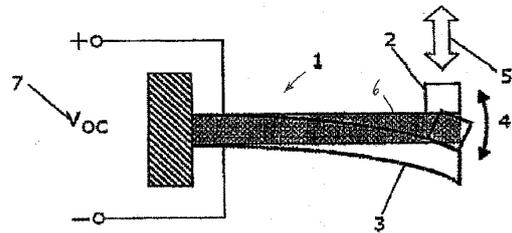
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 周波整流を使用するエネルギーハーベスティング

(57) 【要約】

エネルギーハーベスティング装置は、第1の周波数における機械的エネルギーを受け取るよう構成される逆周波整流器と、逆周波整流器に結合され、当該逆周波整流器によって供給される力を受け取る固体の電気機械変換器を含む。力が逆周波整流器によって供給されると、固体の電気機械変換器は、第1の周波数より高い第2の周波数の影響下におかれることで電力を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 の周波数における機械的エネルギーを受け取るよう構成される逆周波整流器と、前記逆周波整流器に結合され、当該逆周波整流器によって供給される力を受け取る固体の電気機械変換器と、

を含み、

前記力が前記逆周波整流器によって供給されると、前記固体の電気機械変換器は、前記第 1 の周波数より高い第 2 の周波数の影響下におかれることで電力を生成する、エネルギーハーベスティング装置。

【請求項 2】

前記逆周波整流器は、前記第 1 の周波数を含む周波数帯における機械的エネルギーを受け取るよう構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記逆周波整流器によって供給される前記力は、前記第 1 の周波数と実質的に等しい周期を有する周期力である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記逆周波整流器によって供給される前記力は、前記第 1 の周波数より大きい周期を有する周期力である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

前記機械的エネルギーは、周囲の動作を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記逆周波整流器は、線形式である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記逆周波整流器は、循環式である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記逆周波整流器は、ラック・アンド・ピニオン構造を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記固体の電気機械変換器は、圧電材料を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記固体の電気機械変換器は、電気ひずみ材料及び磁気ひずみ材料のうち少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 11】

前記電力を受け取るよう結合される蓄電装置をさらに含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記蓄電装置は、電池を含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 13】

前記蓄電装置は、コンデンサを含む、請求項 11 に記載の装置。

【請求項 14】

エネルギーハーベスティング装置と、

前記エネルギーハーベスティング装置によって生成される電力を受け取るよう結合される電気装置と、

を含み、

前記エネルギーハーベスティング装置は、

第 1 の周波数における機械的エネルギーを受け取るよう構成される逆周波整流器と、前記逆周波整流器に結合され、当該逆周波整流器によって供給される力を受け取る固体の電気機械変換器と、

を含み、

前記力が前記逆周波整流器によって供給されると、前記固体の電気機械変換器は、前記第 1 の周波数より高い第 2 の周波数の影響下におかれることで前記電力を生成する、システム。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

前記電気装置は、センサを含む、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記電気装置は、通信装置を含む、請求項 14 に記載のシステム。

【請求項 17】

環境から電気エネルギーをハーベストする方法であって、

前記環境に暴露されると第 1 の周波数における周期動作に励振されるよう適応される機械構造を設けることと、

前記機械構造を固体素子に結合し、それにより、前記固体素子を前記第 1 の周波数より高い第 2 の周波数によって周期動作に励振させることと、

を含み、

前記固体素子は、前記機械構造との結合によって励振されると前記第 2 の周波数における電力を生成するのに適している、方法。

【請求項 18】

前記固体素子によって生成される電氣的エネルギーを蓄電することをさらに含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記固体素子によって生成される電氣的エネルギーを使用して電気装置に給電することをさらに含む、請求項 17 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、電気活性発電器を使用する振動エネルギーハーベスティング（又はエネルギースカベンジング）技術、及び、エネルギー整流器、より具体的には、低周波周囲振動を高周波振動に変換する機械周波整流器に関する。

【背景技術】

【0002】

エネルギーハーベスティング（環境発電）（又はエネルギースカベンジング）は、例えば、これに限定されないが、振動エネルギーといった機械的エネルギーの有効な電氣的エネルギーへの変換として定義される。得られた（ハーベストされた）電氣的エネルギーは、これに限定されないが、電池といった電源が実用的ではない、ワイヤレスセンサ及び/又は通信ノードのネットワークシステムが関連する遠隔アプリケーションといった様々な低電力アプリケーション用の電源として使用することができる（J.A. Paradiso, T. Starner, 「IEEE Pervasive Computing」, Jan-Mar: 18 - 27 (2005)、S. Roundy, E.S. Leland, J. Baker, E. Carleton, E. Reilly, E. Lai, B. Otis, J.M. Rabacy, P.K. Wright, 「IEEE Pervasive Computing」, Jan-Mar: 28 - 35 (2005)）。このような理由から、電力ハーベスティングに費やされている研究量は急増している（H.A. Sodano, D.J. Inman, G. Park, 「The Shock and Vibration Digest」, Vol. 36: 197 - 205 (2004)）。

【0003】

例えば、電磁気、静電気、及び圧電法による電気機械発電を使用する、振動に基づいたエネルギーハーベスタの開発が成功している（S. Roundy, E.S. Leland, J. Baker, E. Carleton, E. Reilly, E. Lai, B. Otis, J.M. Rabacy, P.K. Wright, 「IEEE Pervasive Computing」, Jan-Mar: 28 - 35 (2005)）。圧電ハーベスタは、相当な注目を集めた。圧電エネルギー変換は、他の電気機械発電器より比較的高い電圧を生成することが理由である。圧電ハーベスタは、機械的エネルギーを電氣的エネルギーに、圧電材料をひずませることによって変換することができる。圧電材料は、原子変形を利用して材料の分極を変更し、正味の電圧を変化する。正味の電圧は、電池又はコンデンサ内の蓄積電力に利用及び変換されることが可能であり、又は、生成されると同時に使用されてもよい。

【0004】

圧電ハーベスタ（又は発電器）によって蓄積される電力量は、圧電ハーベスタを励振する機械周波数に比例する（H.W. Kim, A. Batra, S. Priya, K. Uchino, D. Markley, R. E. Newnham, H.F. Hofmann, 「The Japan Society of Applied Physics」, Vol. 43 9 A : 6178 - 6183 (2004)）。多くの非共振エネルギー発電器では、発電器（例えば、圧電材料）に入力される機械周波数は、略常に比較的低い（即ち、100 Hz 以下）環境の優位の機械周波数に対応する。例えば、米国特許番号第6,433,465号（Mcknightら）に開示される、ヒールストライク（heel-strike : かかとの衝撃）電力ハーベスタ（N.S. Shenck, J.A. Paradiso, 「IEEE Micro」, Vol. 21 : 30 - 41 (2001)）は、約1 Hz で生じる歩行動作からエネルギーを得る。この発電器の周波数は、ヒールストライクの駆動周波数と一致する。この低周波発電器は、変換可能な電気機械力量を制限してしまう。結果的に、非共振エネルギー発電器を介して得られる電力は、ほとんどの電子システムに給電するには不十分である。したがって、比較的小さい非共振エネルギー発電器は、一般的に、低周波周囲振動によって十分な電力を発生することができない場合がある。

10

【0005】

一方、共振圧電発電器が米国特許番号第3,456,134号（Koら）、第4,900,970号（Andoら）、及び第6,858,870号（Malkinら）に開示される。共振振動に基づく発電器では、得られる電力を、共振周波数が周囲振動源の駆動周波数と一致する場合に最大限にすることが可能である（J.A. Paradiso, T. Starner, 「IEEE Pervasive Computing」, Jan-Mar : 18 - 27 (2005)）。一致しない場合、共振周波数が駆動周波数から逸脱するに従って得られる電力出力は激減する。最大エネルギーを得る目的で、このようなシステムにおける圧電発電器は、環境の優位の機械周波数に共振するよう調整させられるプルーフマスの振動を有効に使うよう設計される（S. Roundy, E.S. Leland, J. Baker, E. Carleton, E. Reilly, E. Lai, B. Otis, J.M. Rabacy, P.K. Wright, 「IEEE Pervasive Computing」, Jan-Mar : 28 - 35 (2005)）。しかし、共振周波数に基づいたハーベスト方法は、非常に狭い周波数帯域での動作に限定してしまう。さらに、多くの構造共振周波数は小さい（即ち、100 Hz 以下）ので、1つの装置につき単位容積あたりに得られる電力量は僅かである。これは、電力は入力周波数に比例するからである。従って、多くの圧電材料及び磁気ひずみ材料は数十kHzの周波数で動作可能であることを踏まえて、低レンジの機械周波数を高共振周波数に変換可能であることが望ましい。これは、装置の単位あたりに得られる電力の桁の異なる増加をもたらす。

20

30

【発明の概要】

【0006】

本発明は、低機械周波数を高周波モードに整流（rectify）する方法を提供することを目的とする。本発明は、従来のエネルギーハーベスティング設計に比べて顕著な前進を示す。本発明は、逆周波整流方法を使用する。逆周波整流は、例えば、周囲振動からでありうる低周波振動源を、より高い周波数振動に変換する。この整流は、従来可能であったよりも実質的に多くの単位質量あたりの電力を得る（ハーベストする）ことを可能にする。今まで、あらゆるエネルギーハーベスタは、比較的低い周囲振動に依存してきており、また、逆周波整流の特徴を使用又は提案してはいない。周波数整流器の追加によって、単位容積あたりの電力出力が大幅に増加する。逆周波整流方法は、 W/cm^3 レベルのオーダーの電力密度を潜在的に生成することができ、これは、従来の圧電エネルギーハーベスタによって現在得られる電力密度より2～3桁大きい。

40

【0007】

整流された周波数を電気機械又は磁気機械材料に適用して機械力を電力に変換する。電気機械材料を使用することで電圧に基づいたハーベスティングシステムが得られ、また、磁気機械材料を使用することで電流に基づいたハーベスティングシステムが得られる。

【0008】

本発明の一実施形態によるエネルギーハーベスティング装置は、第1の周波数における機械的エネルギーを受け取るよう構成される逆周波整流器と、逆周波整流器に結合され、

50

当該逆周波整流器によって供給される力を受け取る固体の電気機械変換器を含む。力が逆周波整流器によって供給されると、固体の電気機械変換器は、第1の周波数より高い第2の周波数の影響下におかれることで電力を生成する。本発明の実施形態によるシステムシステムは、上述した装置と、電気信号を受け取るよう結合される電気装置を含みうる。本発明の実施形態はさらに、上述の装置を実施する方法も含む。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本発明の追加の特徴を、図面を参照しながら、以下の本発明の様々な実施形態の詳細な説明に示す。さらに、本発明の上述した及び他の付随する利点は、添付図面と共に詳細な説明を参照することでより良好に理解されるであろう。

10

【0010】

【図1】従来の共振圧電ハーベスタの動作スキームを示す図である。

【0011】

【図2】1つの整流器を有する逆周波整流動作スキームの一実施形態を示す図である。

【0012】

【図3】周波数整流器のアレイを有する本発明の第2の実施形態を示す図である。

【0013】

【図4】周囲振動源の振幅 - 時間特性を示す図である。

【0014】

【図5】例えば、図1に示すように整流器が使用されない従来技術の振幅 - 時間を示す図である。

20

【0015】

【図6】例えば、図2に示す実施形態と同様に、1つの整流器が使用される本発明の一実施形態の振幅 - 時間特性を示す図である。

【0016】

【図7】例えば、図3に示す実施形態と同様に、3連の整流器が使用される本発明の一実施形態の振幅 - 時間特性を示す図である。

【0017】

【図8】本発明の実施形態による一般的なシステムブロック図である。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0018】

共振調整のための発電器設計を変更することなく高い共振周波振動を生成する目的で、本発明の実施形態に従って逆周波整流が提供されうる。このことを踏まえて、振動周波数のレンジに亘って効果的に動作する単一の設計を有することが有利でありうる。以下の詳細な説明は、本発明に対して考えられる多くの実施形態のうちの幾つかである本発明の実施形態の例を示す。従って、この説明は、代表的な例を開示するとみなす。他のハーベスタリングサポートは、発明の理解には必要ではないので説明しない。また、周知の特徴も、本発明を不必要に曖昧にしないよう詳細には説明していない。本発明の様々な実施形態を示す図面は、縮尺が測られているわけではない。

【0019】

40

図1は、従来の圧電発電器の一実施形態を示す。図1では、共振圧電発電器は、クランプされた片持ち梁の形の圧電材料発電器1を含む。プルーフマス2が、梁6の自由端に取り付けられる。梁は、横振動によって励振される。周囲振動源5は、片持ち梁6が、環境の支配的な機械周波数に対応する周波数において共振するようにさせる。図示するように、共振モード3時に梁6を上下に曲げると、反復機械的ひずみが発生する。圧電材料内にひずみを生じさせることによって、電圧7が梁の両端に生成され、エネルギーが、例えば、圧電材料に結合される電気接点（例えば、リード線）を使用してシステムからハーベストされうる。変形の振幅は、発電器の幾何学形状、先端における質量、及び材料によって決定される。

【0020】

50

図4は、2サイクル分のハーモニック周囲駆動力に関連付けられる変位振幅波形を示す。図5は、励振された圧電発電器の変位（又は、同等に、電圧）振幅波形を示す。発電器は、図4に示す駆動周波数に対応する周波数における小さい振幅で共振する。

【0021】

図2は、本発明による逆周波整流装置の代表的な実施形態を示す。「周波整流（frequency rectification）」とは、高周波振動/動作の低周波振動/動作への変換を指し、従って、「逆周波整流」とは、低周波振動/動作の高周波振動/動作への変換を指す。本発明の1つの動作モードは、上述した従来の振動に基づいたハーベスタと同様に圧電性の片持ち梁に基づくシステムの形でありうる。提案する逆周波整流装置100は、ひずみ誘起電気エネルギーを出す少なくとも1つのエネルギー発生器102と、金属棒108に取り付けられる1つのゴム整流器106から形成される周波整流器104を含みうる。本発明の一般的な概念は、この実施形態に記載する特定の材料及び構造に限定されない。整流器106は、梁112を下に曲げる。整流器106から解放された梁112は、可変の振幅を有する梁112の固有周波数で振動する。励振された周波数は、図1に示す従来の発電器の励振周波数より相当に高い。図6は、図2に示すように単一の整流器を有する圧電発電器の電圧振幅波形の一例を示す。

【0022】

図3は、金属棒206に取り付けられた複数の整流器202及び204を有する逆周波整流装置200の代表的な実施形態を示す。本発明は、逆周波整流装置200について金属棒206だけの使用に限定されない。他の材料及び構造も発明の範囲から逸脱することなく使用しうる。図2と同様に、整流器202及び204が共振モード207に応じて動かされると、毎回、整流器202と整流器204との間の距離208分移動し（両方向において）、エネルギー発生器210が曲げられ及び解放される。これは、整流器202及び204によってエネルギー発生器210が曲げられ及び解放される度に、エネルギー発生器210の振動を再開させる。その結果、向上されたエネルギー出力が得られうる。図7は、ここでは、例えば、3つの整流器である複数の整流器を有する圧電発電器の電圧振幅波形の一例を示す。なお、このような整流器202、204の数は任意であり、結果として得られる電圧振幅波形は、整流器202、204の数と相関する形状を有しうる（例えば、励振ピークの数について見た場合）。逆周波整流器は、本発明の範囲から逸脱することなく、連続的な非離散系を含む、1、2、3、又はより大きい数の整流器を有してもよい。

【0023】

上述したように、逆周波整流スキームを使用する上述の実施形態を図面に示す。逆周波整流スキームでは、歯状に横向きに取り付けられた複数の整流器を有する棒又は他の表面は、その整流器が弾力のある変位可能な構造を繰り返し励振させるよう振動させられる。しかし、本発明は、これに限定されることを意図しない。むしろ、本発明は、任意の既知の又はまだ見つけられていない、循環式、線形式、又はそれ以外の逆周波整流方法又は装置を包含することを意図する（例えば、1つの代替構造は、歯車を使用して循環式の逆周波整流を実現しうる。別の代替構造では、ラック・アンド・ピニオンに基づくシステムを使用して連続的な非離散系を実現しうる）。

【0024】

図8は、本発明の実施形態によるシステムの一般的なブロック図を示す。一般的に、第1の周波数における機械的刺激81が、逆周波整流器82に加えられる。一般的に、逆周波整流器82を励振する多数の周波数及び/又は複数の周波数からなる1つの帯域がありうる。逆周波整流器82は、第1の周波数より高い周波数において電気機械変換器を励振する第2の周波数における逆整流された刺激83を出力する。第2の周波数は、複数の周波数からなるスペクトルからの周波数でありうることを理解すべきである。逆整流された刺激83は、次に、電気機械変換器84に加えられる。この電気機械変換器は、例えば（これに限定されないが）、上述したような圧電に基づいた装置であってよく、逆整流された機械的刺激83を電気エネルギーに変換する。このように生成される電気エネルギー

10

20

30

40

50

ーは、電気システム 85 に供給されうる。上述したように、電気システム 85 は、1つ以上の蓄電装置（電池、コンデンサ等）、及び/又は、電気エネルギーが直接供給されうる回路を含みうる。

【0025】

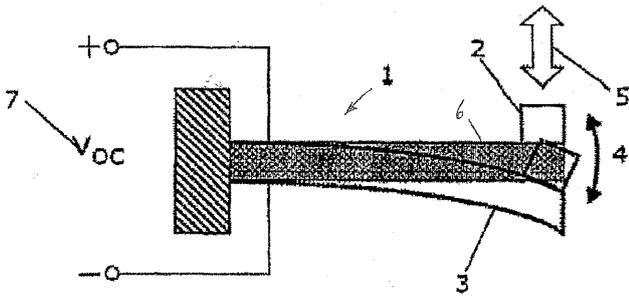
図 8 のシステムのようなシステムは、多くのシナリオにおいて配置されうる。一般的なシナリオは、低電力電気システムが、周囲機械的刺激（例えば、振動）がある環境において電力を供給されるといったシナリオである（逆周波整流器を励振しうる一般的な周囲機械周波数は、例えば、約 0.1 Hz 乃至 1,000 Hz でありえ、一方、好適な固体素子が、約 100 Hz 乃至約 1 GHz で振動する利用可能な電気機械変換器から選択されうる。しかし、これらは一部の例に過ぎない。本発明の一般的な概念は、これらの特定のパラメータに限定されない）。例えば、遠隔感知及び/又は通信装置をそのような環境内に配置（例えば、通常振動する、振動の影響を受ける、及び/又は動く機械類又は他の基盤上に取り付けられる）してもよく、本発明のシステムの実施形態を使用して、電池又は有線の電源を使用することなくそのような装置に電力を供給しうる。

10

【0026】

本発明は、様々な実施形態に関して詳細に説明した。また、当業者には、上述の内容から、本発明のその広い範囲から逸脱することなく変更及び修正を加えうることは明らかであろう。従って、請求項により定義される発明は、発明の真の趣旨に包含されるとしてそのような変更及び修正の全てを対象とすることを意図する。

【図 1】



従来技術

【図 3】

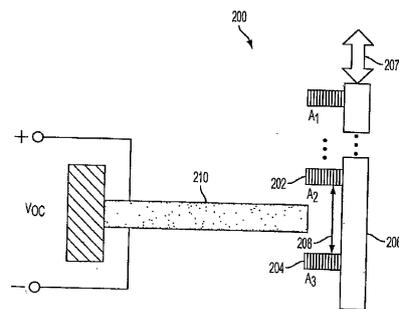


FIG. 3

【図 2】

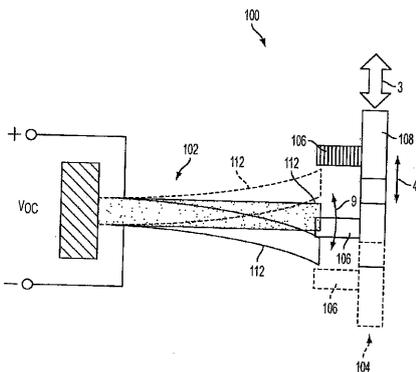
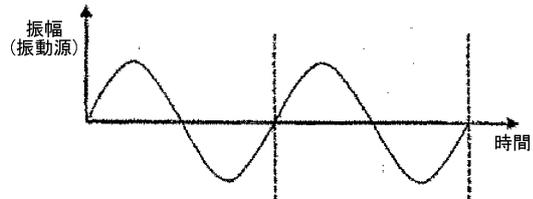
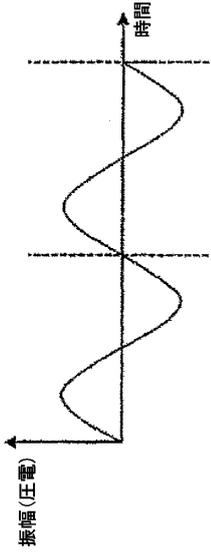


FIG. 2

【図 4】

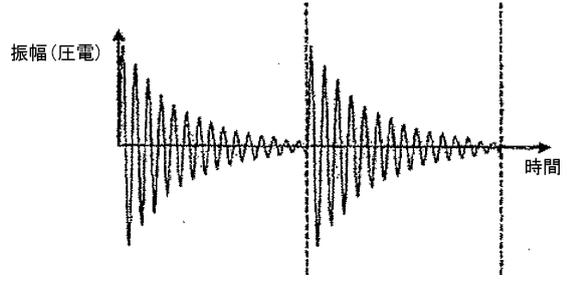


【図5】

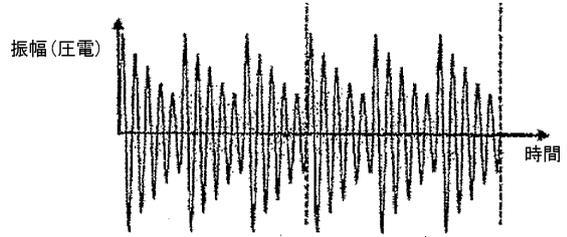


従来技術

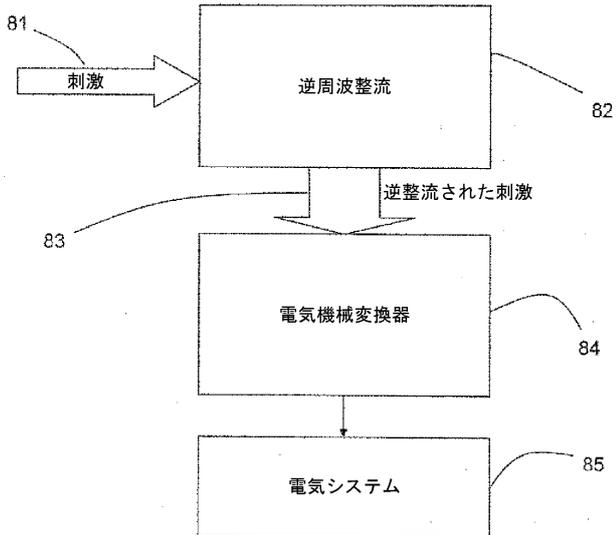
【図6】



【図7】



【図8】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US06/36708
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: HO1L 41/08 USPC: 310/339 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 310/339 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)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7157835 B2 Sakai 2 January 2007 (2-1-2007), see entire document.	1-19
A	US 3865539 A Burge, Jr. et al 11 February 1975 (11-2-1975), see entire document	1-19
A	US 606-0817 A Mullen, III et al 9 May 2000 (9-5-2000), see entire document	1-19
A	US 6479920 B1 Lal et al 12 November 2002 (12-11-2002), see entire document	1-19
A	US 2921252 A Schiavone 12 January 1960 (12-1-1960), see entire document.	1-19
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input 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 "E" earlier application or patent published on or after the international filing date "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) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"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 "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 "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 "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search 20 October 2007 (20.10.2007)		Date of mailing of the international search report 30 OCT 2007
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (571) 273-3201		Authorized officer Mark Budd <i>Mark Budd</i> Telephone No. 703-308-1782

フロントページの続き

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

(72)発明者 リー、ドン ジー .

アメリカ合衆国、 9 0 0 3 4 カリフォルニア州、 ロサンゼルス、 オーバーランド アベニュー
3 2 1 7、 ナンバー 6 1 0 1