

(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2010-530204

(P2010-530204A)

(43) 公表日 平成22年9月2日(2010.9.2)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H02N 11/00 (2006.01)	H02N 11/00	A
H01L 35/32 (2006.01)	H01L 35/32	A
H01L 35/30 (2006.01)	H01L 35/30	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2010-511356 (P2010-511356)	(71) 出願人	509336923 カーヴァー, デイビッド, レジナルド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90 277, レドンドビーチ, スイート 20 2, アベニュー1 215
(86) (22) 出願日	平成20年6月6日 (2008.6.6)	(74) 代理人	100096024 弁理士 柏原 三枝子
(85) 翻訳文提出日	平成22年2月3日 (2010.2.3)	(74) 代理人	100125520 弁理士 高橋 剛一
(86) 國際出願番号	PCT/US2008/066085	(74) 代理人	100155310 弁理士 柴田 雅仁
(87) 國際公開番号	W02008/154362	(72) 発明者	カーヴァー, デイビッド, レジナルド アメリカ合衆国 カリフォルニア州 90 277, レドンドビーチ, スイート 20 2, アベニュー1 215
(87) 國際公開日	平成20年12月18日 (2008.12.18)		
(31) 優先権主張番号	60/933,815		
(32) 優先日	平成19年6月8日 (2007.6.8)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	12/134,374		
(32) 優先日	平成20年6月6日 (2008.6.6)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

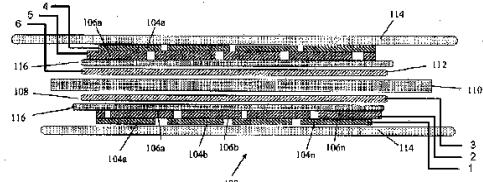
(54) 【発明の名称】熱エネルギーを電気エネルギーに変換する装置および方法

(57) 【要約】

熱エネルギーから電気エネルギーへの変換装置と組み合わせて各電場にさらされると、温度を変化させ、電気エネルギーを発生させるフィールド応答性材料を用いた装置および方法が提供される。熱電材料あるいは磁気熱量材料といったフィールド応答性材料は、各電界または磁界での変化にさらされると、温度が変化する。フィールド応答性材料にかかる変化は、フィールド応答性材料の温度変化を起こさせ、フィールド応答性材料を加熱または冷却させる。熱エネルギーから電気エネルギーへの変換装置は、フィールド応答性材料と熱接触しており、フィールド応答性材料での温度変化は、次に熱エネルギーから電気エネルギーへの変換装置の温度を変化させ、この変換装置は、次に電気エネルギーへと変換される。この方法において、適当な電界または磁界の適用が利用可能であり、電気エネルギーに変換可能な熱エネルギーの変化を発生させる。

【選択図】図3

Fig. 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

熱エネルギーから電気エネルギーへの変換方法であって：

(a) 電界および磁界の少なくとも一方にフィールド応答性材料をさらし、前記フィールド応答性材料において温度変化を誘発させるステップと；

(b) 前記フィールド応答性材料における温度変化に基づき、前記フィールド応答性材料と熱接触している少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素における温度変化を発生させるステップと；

(c) 前記少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素にかかる温度変化に基づき、この熱-電気エネルギー変換要素において、電気エネルギーを作り出し、ここで作り出された電気エネルギーを出力するステップと；

(d) 前記フィールド応答性材料から前記フィールドを取り去り、前記フィールド応答性材料と、前記少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素とが、熱平衡に近づけるようにするステップと；

(e) ステップ(a)から(d)を繰り返し、電気エネルギーを繰り返し作り出して出力するステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項1に記載の方法において、前記フィールド応答性材料は、熱電材料を含むことを特徴とする方法。

【請求項 3】

請求項1に記載の方法において、前記フィールド応答性材料は、磁気熱量材料を含むことを特徴とする方法。

【請求項 4】

請求項1に記載の方法がさらに、前記電界および磁界の少なくとも一方として、経時変化する交流フィールドを適用するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項1に記載の方法がさらに：

交流電流の形態で、電気エネルギーを作り出すステップと；

前記少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素からの電気の流れを捕捉するエネルギー捕捉要素に前記交流電流を蓄電するステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項1に記載の方法がさらに：

前記フィールド応答性材料での温度変化に基づき、前記フィールド応答性材料と熱接触している複数の熱-電気エネルギー変換要素における温度変化を発生させるステップと；

前記複数の熱-電気エネルギー変換要素にかかる温度変化に基づき、これらの熱-電気エネルギー変換要素において、電気エネルギーを作り出し、ここで作り出された電気エネルギーを出力するステップと；

前記フィールド応答性材料から前記フィールドを取り去り、前記フィールド応答性材料と、前記複数の熱-電気エネルギー変換要素とが、熱平衡に近づけるようにするステップとを含むことを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項6に記載の方法において、前記複数の熱-電気エネルギー変換要素は、前記フィールド応答性材料の異なる部分に各々隣接している熱-電気エネルギー変換要素を含むことを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項6に記載の方法において、前記複数の熱-電気エネルギー変換要素は、各熱-電気エネルギー変換要素によって出力された前記電気エネルギーが共に組み合わされ、組み合わされた電気エネルギー出力を作り出すように、積層された完全(head to toe)な関係で相互に連結されている熱-電気エネルギー変換要素を含むことを特徴とする方法。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

請求項 1 に記載の方法がさらに、熱エネルギーを、前記熱 - 電気エネルギー変換要素と熱接触している熱交換器から前記フィールド応答性材料まで通過可能にすることにより、前記熱平衡の達成を補助するステップを含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 0】

請求項 1 に記載の方法において、前記熱 - 電気エネルギー変換要素は、熱電対材料と、トムソン効果材料と、ピロ電気材料との少なくとも一を含むことを特徴とする方法。

【請求項 1 1】

請求項 1 に記載の方法がさらに、1サイクルにつき少なくとも 75 % の効率を有する共振回路を有する前記電界および磁界の少なくとも一方を発生させるステップを含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 1 2】

熱 - 電気エネルギー変換装置であって：

経時変化する交流フィールドを発生させるフィールド発生器と；

電界および磁界の少なくとも一方にさらされると、温度を変化させるフィールド応答性材料と；

前記フィールド応答性材料の温度変化に基づき、温度が変化する前記フィールド応答性材料と熱接触している少なくとも一の熱 - 電気エネルギー変換要素であって、前記熱 - 電気エネルギー変換要素にかかる前記温度変化に基づき、電気エネルギーを作り出し、ここで作り出された電気エネルギーを出力する熱 - 電気エネルギー変換要素と；

前記熱 - 電気エネルギー変換要素によって作り出された電気エネルギーを受け取り、蓄電するよう構成されたエネルギー蓄電池とを含むことを特徴とする装置。

20

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記フィールド応答性材料は、熱電材料を含むことを特徴とする装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記フィールド応答性材料は、磁気熱量材料を含むことを特徴とする装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記経時変化する交流フィールドは、電界および磁界の少なくとも一方を含むことを特徴とする装置。

30

【請求項 1 6】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記電気エネルギーは、交流電流の形態で作り出されることを特徴とする装置。

【請求項 1 7】

請求項 1 2 に記載の装置がさらに、前記フィールド応答性材料に関してそれぞれ異なる位置で、前記フィールド応答性材料と各々熱接触する複数の熱 - 電気エネルギー変換要素を含むことを特徴とする装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記フィールド発生器は、電源に接続されている一対の導電性金属材の層を含み、前記フィールド応答性材料は、前記一対の導電性金属材の層の間に配置され、前記フィールド応答性材料は、前記導電性金属材の層によって発生された電界にさらされることを特徴とする装置。

40

【請求項 1 9】

請求項 1 8 に記載の装置において、前記少なくとも一の熱 - 電気エネルギー変換要素は、前記導電性金属材の層の一に隣接および熱接触して形成され温度変化に反応して電気エネルギーを発生させる少なくとも一の材料の層を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2 0】

請求項 1 9 に記載の装置において、前記少なくとも一の熱 - 電気エネルギー変換要素は、熱電対効果を呈する異なる材料の2つの層を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2 1】

50

請求項 1 9 に記載の装置がさらに：

前記導電性金属材の層の一方に隣接および熱接触して形成され温度変化に反応して電気エネルギーを発生する少なくとも一の材料の層を含む第1の熱-電気エネルギー変換要素と；

前記導電性金属材の層の他方に隣接および熱接触して形成され温度変化に反応して電気エネルギーを発生する少なくとも一の材料の層を含む第2の熱-電気エネルギー変換要素とを含むことを特徴とする装置。

【請求項 2 2】

請求項 1 7 に記載の装置において、前記複数の熱-電気エネルギー変換要素は、各熱-電気エネルギー変換要素によって出力された前記電気エネルギーが共に組み合わされ、組み合わされた電気エネルギー出力を作り出すように、積層された徹底的な関係で相互に連結されている熱-電気エネルギー変換要素を含むことを特徴とする装置。

10

【請求項 2 3】

請求項 2 2 に記載の装置において、前記複数の熱-電気エネルギー変換要素は、熱電対効果を呈する積層関係に形成されている異なる材料の層のセグメントの複数対を含み、これらセグメントの対はそれぞれ、互いに並んで、完全な (head to toe) 関係で、および導電性金属材の層の一方に隣接および熱接触して配置されていることを特徴とする装置。

【請求項 2 4】

請求項 1 2 に記載の装置がさらに、前記熱-電気エネルギー変換要素に熱接触している前記熱交換器であって、この熱交換器からの熱を、前記熱-電気エネルギー変換要素を通して、前記フィールド応答性材料へと通過させて、電場にさらされないときに、前記フィールド応答性材料が熱平衡へ戻るのを補助するよう構成された熱交換器を含むことを特徴とする装置。

20

【請求項 2 5】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記熱-電気エネルギー変換要素は、熱電対材料と、トムソン効果材料と、ピロ電気材料の少なくとも一を含むことを特徴とする装置。

【請求項 2 6】

請求項 1 に記載の装置において、前記フィールド発生器は、電界および磁界の少なくとも一を発生させる際に、一サイクルにつき少なくとも 75 % の効率を有する共鳴回路を含むことを特徴とする装置。

30

【請求項 2 7】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記フィールド応答性材料は、管状の形状を有するよう形成されていることを特徴とする装置。

【請求項 2 8】

請求項 2 7 に記載の装置において、前記フィールド発生器は、前記管状のフィールド応答性材料の周りに電源まで巻かれ、前記フィールド応答性材料は、巻かれた導電性ワイヤによって発生する磁界にさらされることを特徴とする装置。

【請求項 2 9】

請求項 2 8 に記載の装置において、前記少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素は、管状の形状を有するよう形成されていることを特徴とする装置。

【請求項 3 0】

請求項 2 7 に記載の装置において、各少なくとも一の熱-電気エネルギー変換要素は、大きい直径を有する第1の部分と、小さい直径を有する第2の部分とを含む形状を有して形成されており、空洞が、前記第1の部分への空洞内部を有して形成されており、前記装置がさらに複数の熱-電気エネルギー変換要素を具え、これらは隣接する熱-電気エネルギー変換要素の前記第1の部分の空洞内に嵌合する前記各熱-電気エネルギー変換要素の第2の部分を有する入れ子配置で配列されていることを特徴とする装置。

40

【請求項 3 1】

請求項 1 2 に記載の装置において、前記エネルギー蓄電池に受けられ、蓄電されている前記電気エネルギーは、前記経時で変化する交流電場を作り出すのに必要とされる前記電気エネルギーより大きいことを特徴とする装置。

50

【請求項 3 2】

請求項 1 2 に記載の装置がさらに、前記装置から受けるフィードバックを用いて、前記経時変化する交流フィールドを発生させるのに必要な付加的な電力を管理するコンパレータ回路を含むことを特徴とする装置。

【請求項 3 3】

請求項 1 に記載の方法において、前記少なくとも一の熱 - 電気エネルギー変換要素によって作り出され出力される前記電気エネルギーは、前記電界および磁界の少なくとも一方を作り出すのに必要とされる前記電気エネルギーよりも大きいことを特徴とする装置。

【請求項 3 4】

請求項 1 に記載の方法がさらに、前記装置から受けるフィードバックを用いて、前記経時変化する交流フィールドの発生させるのに必要な付加的な電力を管理するコンパレータ回路を操作するステップを含むことを特徴とする装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本出願は、2007年6月8日に「Apparatus and Method for Generating Energy」の名称で出願された米国特許出願番号第60/933,815号の優先権を主張し、その内容は参照によりその全文が本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

20

【0 0 0 2】

本開示は、熱エネルギーから電気エネルギーへの変換に関し、特に、熱エネルギーから電気エネルギーへの変換において、経時変化する電界および / または磁界の利用に関する。

【0 0 0 3】

熱エネルギーを電気エネルギーに変換する過去の多くの試みは、エネルギー変換において非常に効率が悪く、しばしば 1 乃至 5 % の変換効率と同等の低さであった。さらに、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する過去の多くの試みは、高度な電圧操作を必要とするものであった。これらおよび他の欠点は、熱エネルギーを電気エネルギーに変換する試みの実用性を最小限にしてきた。

【発明の概要】

30

【0 0 0 4】

本開示の一またはそれ以上の実施例によると、熱 - 電気エネルギー変換要素と組み合わせて各フィールドにおかれると、温度が変化し、電気エネルギーを発生させるフィールド応答性材料を用いる装置および方法が提供されている。この装置は、電界の変化があると温度を変化させる熱電材料、および / または、磁界に変化があると温度を変化させる磁気熱量材料といった、各フィールドにおかれると温度を変化させるフィールド応答性材料を含む。適切なフィールドがフィールド応答性材料に適用され、フィールド応答性材料に温度変化をもたらし、このフィールド応答性材料を加熱する。この装置はさらに、フィールド応答性材料と熱接触している熱 - 電気エネルギー変換要素を含み、フィールド応答性材料に生じた熱が、次に熱 - 電気エネルギー変換要素を加熱する。この熱 - 電気エネルギー変換要素は、次に熱を電気エネルギーに変換する。この方法において、適切な電界または磁界の適用は、熱エネルギー (すなわち、熱) を生じさせるのに利用可能であり、これは電気エネルギーに変換可能である。

40

【0 0 0 5】

一またはそれ以上の実施例において、この熱 - 電気エネルギー変換装置および変換方法は、フィールド応答性材料に、「on」期間と「off」期間とを有し、経時変化する交流電界を提供するフィールド発生器を含む。「on」期間中、フィールド応答性材料が適切なフィールドに置かれると、このフィールド応答性材料を通して、熱 - 電気エネルギー変換要素に熱が発生され、最終的に電気エネルギーに変換される。熱 - 電気エネルギー変換装置がエネルギーを発生させるのに用いるのは、温度における変化である。熱エネルギーから電気工

50

エネルギーへと十分に変換された後、「off」期間中、フィールドはフィールド応答性材料から取り去られ、要素のすべてをそれらの平衡温度に戻すことができる。このフィールド発生器は、それから経時変化する交流フィールドをフィールド応答性材料に提供し続け、周期的に装置の要素を加熱し、これらの要素が加熱される度に電気エネルギーを発生させる。一またはそれ以上の実施例において、熱-電気エネルギー変換装置および変換方法は、こうして交流電流の形態でエネルギーを作り出すことができ、このエネルギーは、熱-電気エネルギー変換要素からの電気の流れを捕捉するエネルギー捕捉要素によって蓄電されうる。

【0006】

一またはそれ以上の実施例において、熱-電気エネルギー変換装置および変換方法は、積層関係で形成され熱-電気エネルギー変換装置と組み合わせて用いられる熱電装置を含む。この熱電装置は、一対の平板電極間に配置されている一層の熱電材料を含み、この平板電極は、熱電材料を交流電界にさらすフィールド発生器に接続されている。この熱-電気エネルギー変換装置は、積層関係の熱電装置と隣接および熱接触して配置されている。ターゲット基板は、熱-電気エネルギー変換装置と隣接および熱接触して配置されており、熱の流れを装置に提供する。この熱-電気エネルギー変換装置は、熱電対またはゼーベック効果、ペルティ工効果、トムソン効果および/またはピロ電気効果を呈する装置を含んでもよい。電気的な接続は、熱-電気エネルギー変換装置の各部分に接続されており、熱-電気エネルギー変換装置からの電気の流れを捕捉し、これをエネルギー捕捉要素上に通過させる。

10

【0007】

一またはそれ以上の実施例において、熱-電気エネルギー変換装置および変換方法は、熱-電気エネルギー変換装置と組み合わせて用いられる磁気熱量装置を含む。一またはそれ以上の実施例において、磁気熱量装置および熱-電気エネルギー変換装置は、ソレノイド型のコイルを有する強磁場を好適に形成するために、管状または環状の部分を有して形成されており、管状の熱-電気エネルギー変換装置は、管状の磁気熱量装置に囲まれている。一層の磁気熱量材料が、管状の熱-電気エネルギー変換装置を囲んで形成され、電気ワイヤの巻線（すなわち、ソレノイド）またはプリント回路が、磁気熱量材料の層の周りに形成され、さらに磁気熱量材料を交流磁界にさらすための磁場生成器に接続されている。磁界は、時間によって変化し、熱-電気エネルギー変換装置に温度差の「パルス」を提供し、これがそれから電気エネルギーに変換される。電気的な接続が、熱-電気エネルギー変換装置の各部分に接続されており、熱-電気エネルギー変換装置からの電気の流れを捕捉し、これをエネルギー捕捉要素に集める。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

上述の本開示の特徴と目的が、以下の説明を添付図面と合わせて検討することにより一層明らかになり、以下の図面では同じ参照番号は同じ構成部品を示す。

30

【図1】図1は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成される熱-電気エネルギー変換装置の略ブロック図を示す。

30

【図2】図2は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成される熱電効果を呈する熱-電気エネルギー変換装置の断面図を示す。

40

【図3】図3は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成される熱電効果を呈する熱-電気エネルギー変換装置の断面図を示す。

【図4】図4は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成されるトムソン熱電効果を呈する熱-電気エネルギー変換装置の断面図を示す。

40

【図5】図5は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成されるトムソン熱電効果を呈する熱-電気エネルギー変換装置の部分破断平面図を示す。

【図6】図6は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成されている熱-電気エネルギー変換装置の回路図を示す。

【図7】図7は、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成されている熱-電気エネルギー変換装置の断面図を示す。

【図8】図8Aは、本開示の一またはそれ以上の実施例に従って形成されている磁気熱量

50

効果を呈する熱 - 電気エネルギー変換装置の側部断面図を示す。図 8 B は、図 8 A の熱 - 電気エネルギー変換装置の端部断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本書に記載される実施例は、熱 - 電気エネルギー変換要素と組み合わせて各フィールドに置かれると、温度を変化させ、電気エネルギーを発生させるフィールド応答性材料を用いる熱 - 電気エネルギー変換装置および変換方法に導かれる。

【0010】

一またはそれ以上の実施例によると、図 1 の略ブロック図に示されているように、熱 - 電気エネルギー変換装置 10 が設けられており、熱交換器熱源 12 と、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 と、フィールド応答性材料 20 と、フィールド発生器 22 と、再生フィールドモジュール 24 と、エネルギー蓄積器 28 とを含む。フィールド応答性材料 20 は、電界にさらされると熱電効果 (ECE) を呈する材料、または磁界にさらされると磁気熱量効果 (MCE) を呈する材料のいずれかを含む。以下の説明において、プロセス全体の結果が同じであるので、材料が加熱または冷却されると、その効果は単に熱を併う熱電効果 (ECE) または磁気熱量効果 (MCE) として参照される。この ECE および MCE は、材料 20 の温度の加熱または冷却として特徴づけることができる。MCE 材料 20 の場合、磁界に入れると (immersion)、材料 20 で加熱効果が生じる。すでに磁界にある材料 20 にとって、この磁界が取り去られると材料 20 は冷却される。ECE 材料 20 の場合、電界が構築されると材料 20 は温度上昇する。この電界が取り去られると材料 20 は冷却される。

10

20

30

【0011】

一またはそれ以上の実施例において、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 は、電圧および熱の適用からの電流、または要素 14 の一方の部分から他方の部分への熱の変化を作り出す任意の数の装置のいずれか 1 以上を具えてもよい。熱 - 電気エネルギー変換要素 14 を利用可能な代表的な装置および材料は、(1) 热電対またはゼーベック効果、(2) ペルティ工効果、(3) トムソン効果、および / または、(4) ピロ電気効果を呈するこれらの装置を含む。「熱電対効果」による装置は、ゼーベック効果およびペルティ工効果を呈するものである。ゼーベック効果は、2 つの異なる導体が異なる温度に維持されている場合に互いに接触して配置され、作り出される電流および電圧である。トムソン効果は、単一の導体がその長さに沿って維持されている温度差を有する場合に作り出される電流である。ピロ電気効果は、加熱される際、ポリフッ化ビニリデンといった材料によって発生される電圧および電流である。本書に記載される実施例の多くは、ゼーベック効果およびトムソン効果を呈する材料を利用する熱 - 電気エネルギー変換要素 14 を参照するものであるが、上記された熱 - 電気エネルギー変換効果のいずれかを呈するいずれかの材料は、単独またはこれらの実施例のいずれかと組み合わせて利用されてもよいことを理解されたい。

【0012】

熱変換器熱源 12 は装置 10 を加熱する熱源であり、周辺環境、熱源、または代替的に残りの材料よりも冷たい熱交換器熱源を含んでもよい。熱交換器熱源 12 は、伝熱領域 16 を介して熱 - 電気エネルギー変換要素 14 に隣接および熱接触して配置されており、導電性である必要はなく、できるだけ熱伝導性であることが望まれる。電気エネルギー変換要素 14 の反対側では、フィールド応答性材料 20 (すなわち、MCE または ECE 材料さらに、伝熱領域 18 を介して熱 - 電気エネルギー変換要素 14 に隣接および熱接触して配置されている。

40

【0013】

磁界発生器または電界発生器といったフィールド発生器 22 は、フィールド応答性材料 20 に適切なフィールドを提供できるよう配置されており、フィールド応答性材料 20 に温度変化を起こさせ、フィールド応答性材料 20 を加熱または冷却する。例えば、フィールド発生器 22 は、5 乃至 50 KHz で 1 乃至 50 mA および 1 乃至 5 KV の交流電流 output の「フライバック」交流電流信号を出力する二相一次交流変成器を具えてもよい。フィ

50

ールド発生器 22 は要素 26 を含んでもよく、この要素は、最強磁界量が部分的または全体的にフィールド応答性材料 20 を包囲するよう配置されている一般的な磁界発生器の一種の場合はソレノイドを具えてもよいし、プレート間の電界がほとんどまたは完全にフィールド応答性材料 20 を覆うよう配置されている一般的な電界発生器の一種の場合は、実質的に平行なプレートを具えてもよい。当業者には周知であるように、再生フィールドモジュール 24 がフィールド発生器 22 に付随して配置されており、エネルギーを再循環電流に供給する。例えば、再生フィールドモジュール 24 は、当業者には周知である電流モード PWM コントローラといった電流コントローラを具えてもよい。磁界を設ける場合には、再循環電流のためのエネルギーは、再生フィールドモジュール 24 として作用する誘導子の磁界に蓄電されてもよい。電界を設ける場合には、フィールドを形成するエネルギーは、再生フィールドモジュール 24 として設けられている誘導子または蓄電器に蓄電されてもよい。エネルギー蓄電池 28 またはエネルギー捕捉要素がさらに、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 によって発生された電気エネルギーを受け取り、かつ蓄電するよう配置されている。エネルギー蓄電池 28 は、電気エネルギーを蓄電できる任意のタイプの回路またはモジュールを具えてもよい。熱 - 電気エネルギー変換要素 14 が、ペルティエまたは熱電対ヒータ / クーラである - またはそれ以上の実施例において、小さな温度差は、比較的低電圧で、要素 14 からの電流の流れをもたらす。この電流のエネルギーは、変圧器によって「捕捉」され、当業者には周知の様々な方法において利用されうる。この最も簡単な形態において、エネルギー蓄電池 28 はさらに、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 の出力を測定する簡単な負荷抵抗器であってもよい。

10

20

【0014】

図 1 の装置の操作の代表的な記載の説明を一例として述べる。各ソレノイドまたは容量プレート 26 のいずれかと協働するフィールド発生器 22 は、フィールド応答性材料 20 に加熱効果を生み出すべくフィールド応答性材料 20 の周りにフィールド（フィールド応答性材料 20 が MCE 材料の場合は磁界、またはフィールド応答性材料 20 が ECE 材料である場合は電界）を作り出す。温度上昇がフィールド応答性材料 20 に、続いて熱 - 電気エネルギー変換要素 14 に起こるような場合、再生フィールドモジュール 24 は、要素 26、すなわちソレノイドまたは容量プレートに電流を発生させる。伝熱領域 16 の温度は、このような加熱およびこうして生じる熱 - 電気エネルギー変換要素 14 への熱の流れによって上昇する。伝熱領域 16 に新しく形成された温度差のため、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 からエネルギー蓄電池 28 への電流の流れがある。この熱 - 電気エネルギー変換要素 14 外への電流の流れは、伝熱領域 16 の温度を平衡に維持するか、あるいは実際にはいくぶんエネルギー蓄電池 28 へと流れるよう低下させる。電流が熱 - 電気エネルギー変換要素 14 から減少し始めると、フィールド発生器 22 によって設けられた磁界が崩れ、フィールド内のエネルギーは蓄電されるか、あるいは再生フィールドモジュール 24 による後の使用のため別の装置に移動される。フィールドがフィールド応答性材料 20 から取り去られると、材料はもとの温度より低い温度に冷める。熱変換器熱源 12 から、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 を通る熱の流れは、フィールド応答性材料 20 を「より温かい」温度にし、もとの温度に近づける。熱 - 電気エネルギー変換要素 14 の電流に「変換され」なかった残りの熱はまた、この熱に加えられる。しかしながら、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 のエネルギーのいくらかは、電気エネルギーの形態で取り去られ、この熱量は、フィールド応答性材料 20 から、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 への元々あったものより小さい。このため全体として、熱交換器熱源 12 から、熱 - 電気エネルギー変換要素 14（この後、フィールド応答性材料 20）への熱の流れがある。フィールド応答性材料 20 の温度が十分に上昇されたら、このプロセスは、フィールドをフィールド応答性材料 20 に再適用することにより始めからやり直される。「on」および「off」交互の周期でフィールドを繰り返し再適用すると、装置 10 の熱「パルス」を効率的な変換で電気エネルギーに変換されるよう発生させることができる。

30

40

【0015】

一またはそれ以上の実施例において、熱エネルギーから電気エネルギーへの変換方法は、時

50

間で変化するフィールド変化を生じさせることができる変調要素を用いて、経時変化する交流フィールドをフィールド応答性材料20に提供するフィールド発生器22を含む。この経時変化する交流フィールドは、さらされているフィールドの強さの変化に反応して温度を変化させるフィールド応答性材料20に提供される。フィールド応答性材料20と熱接触している電気コンバータとの熱差は、変化する温度から熱エネルギーを作り出し、エネルギー捕捉要素はこの後、電気コンバータとの熱差からの電気の流れを捕捉し、熱から電気へのエネルギーの最終的な変換を実現する。

【0016】

一またはそれ以上の実施例において、装置10の伝熱特性は、装置10が比較的薄く（すなわち、概ね80マイクロメートル）作られている場合に最適であり、装置10の全体的な電気エネルギー生成レートの決定ステップは、フィールド応答性材料20に発生した温度差、およびフィールド応答性材料20と熱-電気エネルギー変換要素14との間の境界18を亘る伝熱効率によって決定される。一またはそれ以上の実施例において、フィールドの変調とは無関係の実在の損失のため、フィールド発生器22の動作周波数が、装置10の損失を最低限に抑えることができる低さである形態で、装置10を操作することはさらに利便性がある。一またはそれ以上の実施例において、エネルギー捕捉要素28は、本質的に安全な電圧および電流を用いる一般的な電気回路で通常見つけられるような電流および電圧で操作されている。

10

【0017】

熱電効果を用いる熱電装置

20

【0018】

一またはそれ以上の実施例において、熱-電気エネルギー変換装置は、ECE材料を用いる少なくとも一の熱電装置を含む。熱電材料が利用され、この材料が電界にさらされると（一般的に）温度上昇を示す。電界の本質により、平行かつ互いに接近して配置された平板電極が電界を発生させるのに用いられると、最強の電場を作り出すことが可能となる。このように、一またはそれ以上に実施例において、ECE熱-電気エネルギー変換装置は、平面的に配置され、互いに「積層」されて効率的に伝熱するデバイス要素を有する平面型構成にはたいへん好適である。一またはそれ以上の実施例において、これらの層は、迅速に周囲に伝熱させるため、とても薄く（すなわち、1乃至2ミクロンの厚さ）形成されている。

30

【0019】

図2を参照すると、一またはそれ以上の実施例によってECE熱-電気エネルギー変換装置100の一例の断面図が示されている。この装置100は、熱交換器熱源12として設けられているターゲット基板102を有する積層配置で形成されており、このターゲット基板102は熱伝導材料であってもよいし、熱伝導面に形成されている薄い絶縁材料であってもよい。ターゲット基板102は、熱の流れが装置100に入ってくるソースとして作用する。熱-電気エネルギー変換要素14は、第1の電極層104と第2の電極層106とを含む熱電対を具える。高伝導性の金属層108は、第2の電極層106の上に形成されており、絶縁層（図示せず）が金属層108と第2の電極層106との間にオプションで形成されてもよい。フィールド応答性材料20として設けられている一層のECE材料110は、金属層108の上に形成されており、第2の高伝導性の金属層112は、一層のECE材料110の上に形成されている。金属層108および112は、フィールド発生器22に接続されており、一層のECE材料110の層を経時変化する電界にさらす蓄電板26として設ける。

40

【0020】

一またはそれ以上の実施例において、ECE熱-電気エネルギー変換装置100は、図3の断面図に示されているように、装置100の電圧出力を増大させるために、一層のECE材料110の両側に積層配置して形成されている熱電対を含む複数の熱電対14を具えてもよい。第1電極層104および第2電極層106を、装置のすべてまたは大部分に亘り延在する連続した層として形成するよりも、第1電極層104は、n個の電極セグメン

50

トとして個別の複数の第1電極セグメント104a、104b、104c、...104nとして形成されている。第2電極層106もまた、第1電極セグメント104a-104nの対応する部分上の別個の複数の第2電極セグメント106a-106nとして形成されている。第1電極セグメント104a-104nおよび第2電極セグメント106a-106nは、良好な熱電効果を示す、すなわち所定の温度変化のために作り出される実質的な電圧係数を有する2つの異なる材料を含む。熱電対装置14をセグメントに区画することにより、各一対の熱電対セグメント(例えば、104aと106a)が電圧を出力し、これが次の熱電対セグメント(例えば、104bと106b)に供給されて熱電対列を生成し、装置100は増大した電圧出力を有利に発生させる。

【0021】

この配置での熱電対14は熱電対14の「積層された」層を含み、それらは各一対のセグメント104a-106a間で、次の隣接する一対のセグメント104b-106b等まで相互接続を有し、ターゲット基板102の領域上に広がっている。この態様では、一対のセグメント104n-106nは、熱電対列の層が、互いの上面にただ直接積層されている他のタイプの熱電対列の配置に優る多くの利点を保持する平らで薄い熱電対列を作り出すために、互いに隣り合う「完全な(head to toe)」配置で配列されている。例えば、平らで薄い構造は装置100の隣接する層への迅速な伝熱を可能にする。

【0022】

図3に示されているように、「積層された」一対の電極セグメント104n-106nの熱電対列を含む付加的な熱電対14を、装置100の電圧出力を増大させるためにECE材料110の層の反対側に形成してもよい。(付加的な熱交換器熱源12として設けられている)ターゲット基板114は、付加的な熱電対14上に形成されており、このターゲット基板114は熱伝導材でもよいし、熱伝導面上に形成されている薄い絶縁材でもよい。一またはそれ以上の実施例において、絶縁層116は、一対の電極セグメント104n-106nおよび各金属層108、112間の一層のECE材110の両側間に形成されてもよい。

【0023】

一またはそれ以上の実施例において、金属層108、112を通して電界を提供し、熱電対14によって生成された電気エネルギーを集めるために、多くの電気的な接続が装置100の様々な層に形成されている。電気コネクタ1、2は各々、下部熱電対14の層104、106に接続されており、他方、電気コネクタ5、6は各々、上部熱電対14の層104、106に接続されている。電気コネクタ1、2、4、5の各々はさらに、エネルギー蓄電池28に接続されている。さらに電気コネクタ3、6は各々、金属層108、112に接続されており、電気コネクタ3、6はまた、電界を発生させるフィールド発生器22に接続されている。経時変化する交流電界は、次にECE材料110の層を亘り提供されており、他方、電界は熱電対層104、106から電気的に絶縁されている。代替的に、一またはそれ以上の層の電極層108、112は、熱電対層104、106のいずれかを具えてよく、この場合の熱電対層104または106は、電界から電気的に絶縁される。

【0024】

熱-電気エネルギー変換要素14は、(図2に例示されているような)ECEフィールド応答性材料の一方側に形成されている単一の熱電対、(図3に例示されているような)ECEフィールド応答性材料と同じまたは反対側に形成されている複数の熱電対、(図3に例示されているような)ECEフィールド応答性材料の一方または両側での「積層された」複数の熱電対装置、(図4例示されているような)トムソン効果を呈する単一層のECE材、またはこののような配置または他の熱エネルギーから電気エネルギーへの変換配置の任意の組み合わせを含んでもよい。

【0025】

ここで図4を参照すると、一またはそれ以上の実施例において、ECE熱-電気エネルギー変換装置120は、トムソン効果を呈する単一層の材料122として形成されている熱

10

20

30

40

50

- 電気エネルギー変換要素 14 を含んでもよい。熱 - 電気エネルギー変換要素 14 が、2つの材料の熱電対の代わりに、大きなトムソン係数を示す単一層の材料 122 として形成されていることを除いては、図 4 に示されている装置 122 は、図 2、図 3 に関して説明した装置 100 と実質的に同様に操作する。トムソン効果材料 122 は、大きなトムソン係数を示す銅、ニッケルまたは他の材料を含んでもよい。この実施例において、ECE フィールド応答性材料 110 の加熱は、一層のトムソン効果材料 122 の一方側から他方側へ温度差を作り出し、トムソン効果材料 122 に接続されている電気コネクタ 124 で電流の流れを誘発させる。各トムソン効果材料 122 は、小さい温度上昇による電圧出力が大きくなるよう、図 2 の熱電対列に類似して直列に「完全な」形態で接続されている。さらに、トムソン効果材料 122 の熱平衡が迅速に起こり、装置 120 は、装置 120 によって作り出された電流と電圧が、交流電場を循環中、電気コネクタ 124 を通して同時に装置 120 から取り去られる形態で、循環されてもよい。トムソン効果を呈する装置は、単一の材料が熱 - 電気エネルギー変換要素 14 として用いられてもよく、これが製造工程を簡易にするという点で利便性がある。

10

【0026】

ここで図 5 を参照すると、トムソン効果材料 122 として形成されている熱 - 電気エネルギー変換要素 14 を含む ECE 热 - 電気エネルギー変換装置 120 の別の実施例について、部分切欠平面図が例示されている。一またはそれ以上の実施例において、トムソン効果材料 122 はターゲット基板 102 上を蛇行状で配置されており、絶縁材 130 のストリップは、蛇行するトムソン効果材料 122 のスペースの空いた領域上に形成され、絶縁材 130 によって覆われた 132 または覆われていない 134 交流領域を作り出すことができる。蛇行するトムソン効果材料 122 と絶縁材 130 との組合せは、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 として機能するよう設けられる。一またはそれ以上の実施例において、覆われていない領域 134 の「ストリップ」が交流電場によって熱的に循環されている間、絶縁材 130 の交流領域下のトムソン効果材料 122 は、ほとんど一定の温度に維持される。熱伝導性は高いが、電気的に非導電性の金属層 108 は、次に熱 - 電気エネルギー変換要素 14 の構造上に形成され、装置の残りの構造は、本書に記載されている実施例と同じように形成される。

20

【0027】

熱電効果 (ECE) を呈するよう形成されている熱 - 電気エネルギー変換装置の多くの様々な実施例では、様々な可能性のある材料が装置の別の部分に利用できる。一またはそれ以上の実施例において、熱 - 電気エネルギー変換要素 14 として利用されている熱電対要素の場合、材料は銅、コンスタンチン (Cu / Ni 合金) または同じような性質を呈する他の材料であってもよい。アルミ製るつぼと接触しているタンゲステンフラグメントを用いて、真空下で金属を熱蒸着させることにより金属が基板上に蒸着し、この薄いフィルム蒸着技術は、金属被膜を作成する当業者に一般的に知られている。

30

【0028】

別の実施例において、熱電対は、スクリーンプロセスとして一般的に知られている厚膜プロセスを用いて形成されてもよく、このような「スクリーン」プロセスは、当業者に一般的に知られている。このような一スクリーンプロセスは、同じ銅 / コンスタンチン製法を用いて利用できるが、ペーストを基板上に散布させる際に多くの問題が生じる。マイクロメートルに寸法調節された金属分子上の酸化物層の蓄積は、得られる回路で大きな抵抗となる。酸化物層の蓄積を防ぐために、2つの可能性のある解決法が採用されうる。第 1 の可能な解決法は、中温はんだ付けに用いられる樹脂フラックスの銅粒子を懸濁するステップと、銅の表面の酸化銅 (および他の銅の酸素生成物) を低減するために (スクリーニングの後) 生じるペーストを加熱するステップとを含む。これは、電極の導電性を増大させる。電極は、次にヘキサンで灌がれ、余分なフラックスが取り去られ、次のパッドのスクリーニングの前に乾燥させられる。酸化物層の蓄積を防ぐ第 2 の可能な解決法は、導電性ポリマの溶解マトリクス中の銅粒子を懸濁させるステップを含む。このポリマは、ピロールとアルキルスルホン酸またはポリアニリン導電性ポリマとを混合することにより「

40

50

現場」で合成可能であり、Agナノ粒子または他の銀粒子の上記記載された結果として生じる混合物への添加が、こうして実施される。

【0029】

例示として、他の実施例のさらなる限定なく、熱電効果(ECT)を呈する熱-電気エネルギー変換装置を形成するための代表的な特定の一実施例を説明する。約6インチ×6インチの非導電性の陽極処理アルミニウムといった熱伝導基板12を用いて、約5インチ×4インチの領域において、その表面に銅の被覆が適用されてもよい。好適には、層の厚さは3乃至10マイクロメートルである。銅層を形成する方法は、真空での銅の熱蒸着によるものである。銅リードがこの層に取り付けられ(あるいはスクリーニングまたは熱蒸着メッキのマスクで形成され)、回路の電気負荷のリードへ銅リードが取り付けられる。このように形成された銅層の上面に、銅/ニッケル合金(コンスタンチン)の別の層が設けられている。真空下におけるこの材料の熱蒸着は、コンスタンチン層の下の銅層が、電気負荷へのリードを除いて完全に覆われるよう実施される。好適には、層の厚さは3乃至10マイクロメートルである。コンスタンチングリードは、新しく形成された上面層に取り付けられ、その後電気負荷へと進む残りのリードに取り付けられる。別の絶縁層がコンスタンチン層の上面に被覆される。この層はスピンドルコートされてもよいし、強い電気的に絶縁のバリアを設けるセラックまたは他の材料の層として慎重に設けられてもよい。しかしながら、この層は可能な限り熱伝導性であるべきである。好適には、この層の厚さは1乃至10マイクロメートルである。ニッケル層の熱蒸着は、こうして乾燥後、セラック層の上に被覆される。リードは、フィールド発生電気ドライバに接続されているこの層に取り付けられている。100mLあたり1gの濃度でエタノール(50:50)に溶解されたロッセル塩とチオ尿素の希釈溶液を、この層に添加する。25で好適に乾燥させた後、これらの層は摂氏110になるまで一時間以上ゆっくりと加熱される。上述のように薄いセラックの別の層が設けられてもよいし、アルミニウム、セラック、コンスタンチン、および銅のような別の同じような被覆が、前述のように逆の順番で設けられてもよい。

【0030】

得られるECT装置200または熱電効果(ECT)を呈する様々な他の熱-電気エネルギー変換装置が、図6に例示されているような回路配置で配列されてもよい。一またはそれ以上の実施例において、ECT装置200の動作は、変圧器204の一次電気コイルを、第2のコイルから振動へとゆっくりと駆動させるコンパレータ202により達成される。(装置の静電容量および平行誘導子によって)適当な振動周波数が選択されるか、あるいは決定される際、振動が予め規定されたレベルより低下すると、コンパレータ202は変圧器204の一次コイルを駆動させるのみである。ECT装置200におけるこの熱電対の出力は、フィールド発生器の共鳴振動数に対応する周波数で、電圧および電流を作り出すことが分かる。一またはそれ以上の実施例において、この実施例でのフィールド発生器は、双方が変圧器204の二次側に取り付けられているECT装置200の容量ブレートおよび/またはMCE装置206のコイルを含み、変圧器204はシステムの共鳴を開始させる方法を提供する。ECT装置200の好適な並列および直列の接続、または外部接続による多数の装置200の接続によって、パワーマネージメントの分野において、標準的に訓練された者によく認識された電気制御手段によるさらなる改良に好適な電圧および電流波形という結果をもたらすであろう。

【0031】

磁気熱量効果を用いる磁気熱量装置

【0032】

一またはそれ以上の実施例において、熱-電気エネルギー変換装置が提供され、少なくとも一のMCE材料を用いる磁気熱量装置を含む。磁気熱量材料が利用され、それは材料が磁界にさらされると、温度における加熱または冷却を示す。MCE材料がフィールドから取り去られると、温度効果の逆転が観察される。磁界の性質により、磁界を形成する電極が、ソレノイドコイルのような環状または管状配置で配列されると、最強の磁界が作られる。しかしながら、MCEを呈する磁気熱量材料を含む熱-電気エネルギー変換装置は、と

10

20

30

40

50

りわけ装置が小さく形成されると、環状または管状でもなく、平らで、薄く形成されるような構造を有するように形成される。

【0033】

ここで図7を参照すると、MCE熱-電気エネルギー変換装置300の一例の断面図が、一またはそれ以上の実施例によって示されている。この装置300は、管状、円筒状、または環状の形状を有する少なくとも一の第1の熱電対部分302と、第1の熱電対部分302の形状に適合するように第1の熱電対部分302に隣接またはその表面上に形成される、対応する第2の熱電対部分304とを有する熱-電気エネルギー変換要素14を具える。一またはそれ以上の実施例において、第1の熱電対部分302は、電気的に隔離し、管状構造を一緒に結合させるのに用いられる結合材の内側層306の上に形成されている内径を有する管状の形状を有し、この第1の熱電対部分302の内径は、液体またはガスの材料の流れが装置300の中心を通り、伝熱（すなわち、熱交換器熱源12の機能と同じ）を提供できる流路308周りに延在している。第1の熱電対部分302はさらに、大きい直径を有する後部分310と、小さい直径を有する前部分312とを有する。空洞314が後部分310の中心に形成されてもよく、これにより空洞314が前部分312の直径と第2の熱電対部分304の厚さの組み合せより大きな直径を有することが可能となる。図7に示されているように、この構成は、一対から別の対へと延在する部分を有し、複数対の第1、第2の熱電対部分302、304を「入れ子」または「積層」配置に置き、装置300の電圧出力を増大させることができる。

10

【0034】

MCEを呈する一層の磁気熱量材料316は、管状の熱電対14の外周に形成され、電気ワイヤの巻線318（例えば、ソレノイド）またはプリント回路は、MCE材料316の周りに形成され、さらにMCE材料316を交流磁界にさらすフィールド発生器22に接続されている。一またはそれ以上の実施例において、保護材320のオプションの外側層は、電気巻線318の周りに形成され、熱損失を制限および/または保護フィルムを提供可能である。磁界は経時変化の態様で変化し、MCE材料316、次に管状の熱電対14に熱差の「パルス」を提供し、これらが電気エネルギーに変換される。電気的な接続は、熱電対14の各部分に接続され、熱電対14からの電気の流れを捕捉し、これをエネルギー捕捉要素28に集める。

20

【0035】

一またはそれ以上の実施例において、図7に示されている熱電対14は、第1の熱電対部分302と第2の熱電対部分304とが互いの中に入っているいくつかの独特な形状の個々の熱電対を積層させることにより、独特的の形態で形成されている直線配列の熱電対列である。熱電対302、304の対の各々は、装置300から、より高い電圧出力を提供するために「完全な」構成で互いに電気的に取り付けられている。熱電対14は、異なる形状の熱電対列の入れ子配置を有するよう形成されてもよいし、装置を通り延在する単一の熱電対として形成されてもよいことを理解されたい。さらに、多数の単一の個別の装置が並列に用いられ、上述の直列に積層された熱電対と同じ性質を提供することができる。

30

【0036】

一またはそれ以上の実施例において、MCE熱-電気エネルギー変換装置330は、単一層の材料332として形成された熱-電気エネルギー変換要素14を含み、図8Aおよび8Bの断面図に示されているように、トムソン効果を呈してもよい。トムソン効果を呈するMCE装置330は、他のすべての点では図7に関して説明したものと実質的に同様に構成され動作する。

40

【0037】

一またはそれ以上の実施例において、（MCE装置300、330またはMCE装置の任意の他の実施例を示している）MCE装置204は、ここでも図6を参照して示されており、電子機器への接続は、管の配列のいずれかの端部を通して行われる。経時変化する磁界を用いて、電流は本来実質的である管状の装置204を通して作り出されてもよい。一またはそれ以上の実施例において、磁界の一次電圧ドライバ206は、単に誘導子およ

50

び蓄電器からなる「タンク回路」として記載されている。この配置では、一次電圧ドライバ 206 の回路は、誘電子および MCE 装置 204 のコイル 318 を通る電流の流れの開始によって達成される。この電流は、磁気熱量材料の加熱または冷却を開始させる磁界を作り出す。磁界が十分に形成され、解放の準備が整うと、電流の供給が止まり、磁界が崩壊する。崩壊する磁界の近傍に、他の「密に結合した」誘導コイルがない場合は、コイル 318 に誘導される逆起電力は、蓄積された電荷として蓄電器へと排出される。こうして誘導された電圧は、磁界でのエネルギー蓄電および蓄電池のサイズによって決まる。

【0038】

一またはそれ以上の実施例において、熱 - 電気エネルギー変換装置および変換方法は、磁気熱量効果および熱電効果のうち少なくとも一方、および場合により双方を利用するよう形成されてもよい。一またはそれ以上の実施例において、磁気熱量および熱電効果の双方を利用する装置は、回路を「共有」し、ECE 材料の容量性と MCE 材料の誘電性との双方の利便性を利用するよう形成できる。図 6 に示されている回路では、ECE 装置 200 は、タンク回路の容量性素子として用いられ、MCE 装置 206 は、誘導性素子として用いられている。変圧器 204 の一次側は 2 つの別個のコイルを具える。一次コイルの一方は、二次コイルおよび装置 200、206 の振動を活性させるべく初期の電力を供給する一次電圧ドライバ 208 電力回路によって駆動される。二次コイルは、適切な調整電気機器を経由させてコンパレータ回路 202 に接続されている感覚素子である。振動の減少が起こるにつれて、コンパレータ 202 はこの振動を維持させるべく、より多くの電荷を二次回路に「ポンピング」するよう適切な態様で一次側を活性化させる。この振動の期間は、各装置でフィールドを形成したり、取り去ったりするのに用いられる電力が極低であるよう、LC 共振回路が極低のリアクタンスを有するよう選択される。熱 - 電気エネルギー変換装置によって消費される電力の余分な量は一般的にとても少なく、回路の各振動は大抵 95 % 以上の効率である。しかしながら、熱から電気への変換効率および容量性のブレートおよびコイルへの装置の抵抗によって、この効率はより低くてもよく、それでも装置は好適なヒート単位入力あたりの電気のワット数出力を利用して作動し続けるであろう。

【0039】

一例として、他の実施例のさらなる限定ではなく、磁気熱量効果 (MCE) を呈する熱 - 電気エネルギー変換装置を形成する特定の代表的な一実施例がここに記載される。3/32 インチの壁厚を有し、1/4 インチの直径の一本の銅パイプのような熱伝導基板 12 を用いて、約 4 インチの長さでその表面にニッケルが被覆されてもよい。好適には、層の厚さは 3 乃至 10 マイクロメートルとなるよう選択されてもよい。ニッケル層を形成する方法は、ニッケルの銅への無電解メッキによるものである。銅リードがこの層に取り付けられ（あるいはスクリーニングまたは熱蒸着メッキのマスクによって形成され）回路のための電気負荷のリードへ銅リードが取り付けられる。ニッケルリードは新しく形成された上面ニッケル層に取り付けられ、その後電気負荷へと伸びる残りのリードに取り付けられる。別の絶縁層がニッケル層の上面に被覆される。この層はスピンドルコートされてもよいし、強い電気的に絶縁のバリアを提供するセラックまたは他の材料の層として慎重に設けられてもよい。しかしながら、この層は可能な限り伝導性であるべきである。好適には、この層の厚さは 1 乃至 10 マイクロメートルである。100 mLあたり 1 g の濃度でエタノール (50:50) に溶解されたロッシェル塩とチオ尿素との希釀溶液を、この外円径に添加して、約 10 乃至 50 ミクロンの厚さの層を形成する。摂氏 25 で好適に乾燥させた後、これらの層は摂氏 110 になるまで一時間以上ゆっくりと加熱される。薄いセラックの別の層が上述のように構造の強さを維持すべく設けられてもよい。マグネットワイヤ (30 AWG) のコイルが約 4 インチの長さで銅管上に巻かれている。この銅コイルの各端は、フィールド電子発生器から電流ドライバに取り付けられている。MCE 装置の操作は、ゆっくりと一次電子コイルを二次電子コイルからの振動へと駆動するコンパレータ 202 によるものである。適切な振動周波数が（装置の電気容量および並列の誘電子によって）検出され、振動が予め規定された一定レベルより低くなると、コンパレータ 202 は一次側のみを駆動する。一またはそれ以上の実施例において、フィールド活性化の周波数

10

20

30

40

50

は、様々な電気的な、加熱された材料のサイズおよび容量により選択可能である。例えば、実質的に低い周波数を、良好な効率を達成している間は、より大きな装置に利用することができる。

【0040】

一またはそれ以上の実施例において、熱 - 電気エネルギー変換装置および変換方法が提供され、回路用の高圧電子蓄電器は必要とされない。本願装置および方法は「コールドシンク」を要する別個の熱力学的プロセスを有さないことによって、効率が改良された熱エネルギーから電気エネルギーへの変換プロセスを提供する。トランデューサの周辺環境からの熱がエネルギーに「直接」（外部の観察者に関する限り直接）変換されるので、変圧自体に接続されている熱損失はない。熱源から周辺環境への絶縁損失といった他の熱源からの熱損失はあるかもしれないが、変換に関する限り、たとえそのプロセスで熱損失があったとしても、（放熱）はほとんどない。別個のコールドシンクを省略可能にしたことはフィールド応答性材料の本質である。このフィールド応答性材料がフィールドにさらされると、電子密度が逆転した状態に入る。すなわちフィールド応答性材料の双極子は、フィールドに対し反エントロピーの配列を有する。このためフィールドが取り去られると、エントロピーでの増大と同様に、フィールド応答性材料の冷却が起こる。全体的な熱環境と、電気エネルギーの利用を考慮に入れることはまた、プロセスがエントロピーでの全体的な増大をもたらせ、プロセスはこれによりナチュラルプロセスサイクルである。本願装置および方法によって達成される別の利益は、電気エネルギーが交流電流の形態で作り出されることである。この形態において、電気エネルギーは比較的容易に利用かつ移送されるエネルギーの「高品質」な形態で発生される。このようにして、「低いグレード」の熱から高いグレードのエネルギーへの変換性能が達成される。

10

20

30

【0041】

本書に記載されている一またはそれ以上の実施例によって形成されている熱 - 電気エネルギー変換装置はさらに、装置それ自体を作るのに必要なエネルギーよりも多くのエネルギーを作り出すことができる装置を提供する。技術の非移動性の本質のため、材料および回路は、装置のエネルギー製造期間より短い任意の期間で、一般的に「摩滅」せず、これにより装置のメンテナンスをほとんど、あるいはまったく必要としない。この装置は、コンパクトな配置で形成されてもよく、こうして製造のためのエネルギーを低く抑えることができる。装置を操作するのに用いられる回路材は、家庭で一般的に見つけられる最も一般的な技術の周知のガイドラインの範囲内で操作可能である。いずれの材料も放射性または高い毒性を有さないものと知られているので、装置に用いられる材料はまた再生可能である。

【0042】

一またはそれ以上の実施例において、熱 - 電気エネルギー変換装置によって消費される電力は、装置によって製造される電力の量よりも小さい。さらに、熱 - 電気エネルギー変換装置によって製造される電力の量は、フィールド応答性材料を有さないならば、装置によって製造される電力の量よりも大きい。

【0043】

熱 - 電気エネルギー変換装置および変換方法は、輸送（例えば、ガソリンを燃やし、熱を作り出し、装置に必要な熱を供給する自動車、船といったより大きな輸送装置、車のライトといったライトの利用、周辺空気が熱源として利用される飛行機、燃料などの組み合せからの付加的な熱等）、プロセス材料（例えば、鉄、銅、アルミニウム等）およびアルミニウムや他の鉱石の製造における電気的な用途、手持ち式の電気装置（例えば、携帯型コンピュータ、分析機器、遠隔探査機器等）、産業上および/または家庭用の機器（例えば、空調、温水、暖房、炉、冷蔵庫、基本照明、自動皿洗い機、電子レンジ、テレビ、洗濯乾燥機等）、電気モータを利用する装置（例えば、農作機械、スクータ、自転車等）、バッテリ操作された装置（例えば、懐中電灯、カメラ、CDプレーヤ、自動車のバッテリ、携帯電話、腕時計、時計等）、航海する船舶あるいは海事用に用いられる船舶、あるいは本技術によって、熱エネルギーから電気エネルギーへと変換可能な熱エネルギーでの他の可能な使用を含むがこれに限定されず、熱エネルギーが電気エネルギーに変換可能な様々な可能性の

40

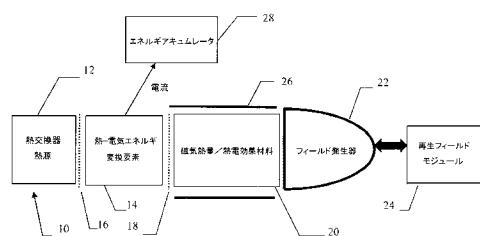
50

ある異なるタイプの状況で利用可能であることに留意されたい。

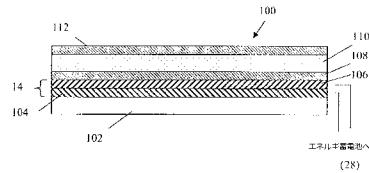
【 0 0 4 4 】

システムおよび装置が、現在、特定の実施例であるとされるものに関して述べられてきたが、本開示は、開示された実施例に限定されない。様々な改良および同様の配置がクレームの意図と範囲内で含まれてもよく、その範囲はすべての改良および同様の構造を包含するようもっとも広い解釈によるものである。本開示は以下のクレームの様々なすべての実施例を含むものである。

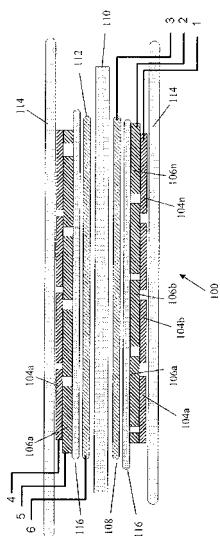
【 四 1 】



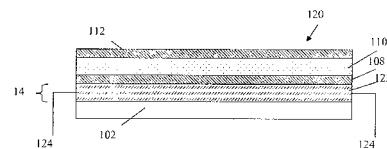
【 図 2 】



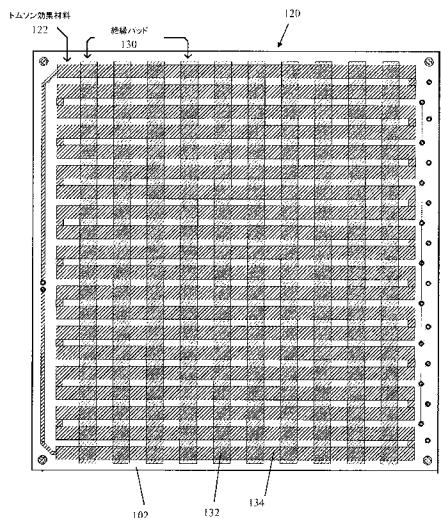
【 図 3 】



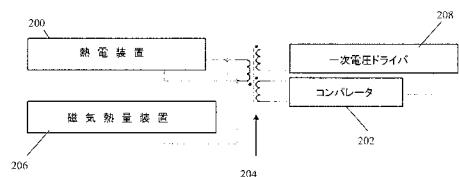
【図4】



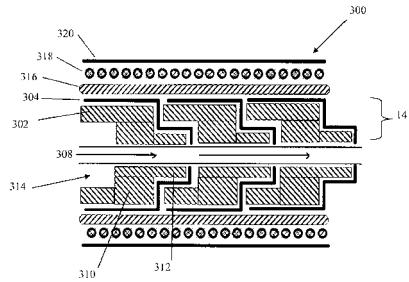
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

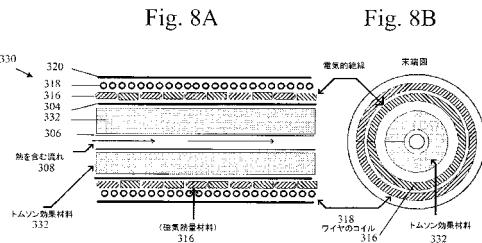


Fig. 8A

Fig. 8B

【手続補正書】

【提出日】平成21年2月24日(2009.2.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

図1の装置の操作の代表的な記載の説明を一例として述べる。各ソレノイドまたは容量プレート26のいずれかと協働するフィールド発生器22は、フィールド応答性材料20に加熱効果を生み出すべくフィールド応答性材料20の周りにフィールド(フィールド応答性材料20がMCE材料の場合は磁界、またはフィールド応答性材料20がECE材料である場合は電界)を作り出す。温度上昇がフィールド応答性材料20に、続いて熱-電気エネルギー変換要素14に起こるような場合、再生フィールドモジュール24は、要素26、すなわちソレノイドまたは容量プレートに電流を発生させる。伝熱領域18の温度は、このような加熱およびこうして生じる熱-電気エネルギー変換要素14への熱の流れによって上昇する。伝熱領域18に新しく形成された温度差のため、熱-電気エネルギー変換要素14からエネルギー蓄電池28への電流の流れがある。この熱-電気エネルギー変換要素14外への電流の流れは、伝熱領域16の温度を平衡に維持するか、あるいは実際にはいくぶんエネルギー蓄電池28へと流れるよう低下させる。電流が熱-電気エネルギー変換要素14から減少し始めると、フィールド発生器22によって設けられたフィールドが崩れ、フィールド内のエネルギーは蓄電されるか、あるいは再生フィールドモジュール24による後の使用のため別の装置に移動される。フィールドがフィールド応答性材料20から取り去られると、材料はもとの温度より低い温度に冷める。熱変換器熱源12から、熱-電気エネルギー変換要素14を通る熱の流れは、フィールド応答性材料20を「より温かい」温度

にし、もとの温度に近づける。熱 - 電気エネルギー変換要素 1 4 の電流に「変換され」なかった残りの熱はまた、この熱に加えられる。しかしながら、熱 - 電気エネルギー変換要素 1 4 のエネルギーのいくらかは、電気エネルギーの形態で取り去られ、この熱量は、フィールド応答性材料 2 0 から、熱 - 電気エネルギー変換要素 1 4 への元々あったものより小さい。このため全体として、熱交換器熱源 1 2 から、熱 - 電気エネルギー変換要素 1 4 (この後、フィールド応答性材料 2 0)への熱の流れがある。フィールド応答性材料 2 0 の温度が十分に上昇されたら、このプロセスは、フィールドをフィールド応答性材料 2 0 に再適用することにより始めからやり直される。「on」および「off」交互の周期でフィールドを繰り返し再適用すると、装置 1 0 の熱「パルス」を効率的な変換で電気エネルギーに変換されるよう発生させることが可能になる。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2008/066085
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
F03G 7/06(2006.01)i, F03G 7/04(2006.01)i, H02N 3/00(2006.01)i		
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)		
IPC 8 F03G7, H02N3		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Korean Utility models and applications for Utility Models since 1975 Japanese Utility models and application for Utility Models since 1975		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
eKIPASS (KIPPO internal) & keywords: thermocouple, thermoelectric, field-responsive, and conversion		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5945767 A (Fred G. Westlund) 31 August 1999 See column2, line 23 - column 4, line 36; figures 1,2.	1, 12
A	JP 2005-108866 A (Y.Y.L. Co., Ltd.) 21 April 2005 See page 3, line 20 - page 5, line 42; figures 1-3.	1, 12
A	JP 2002-118295 A (Sumitomo Spec Metals) 19 April 2002 See page 3, paragraph [0017] - page 5, paragraph [0046]; figures 1,2.	1, 12
A	JP 04-165974 A (Toyota Central Res & Dev Lab Inc.) 11 June 1992 See columns 9 -11, figure 1.	1, 12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
<p>* 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 but 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 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 </p>		<p>"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 </p>
Date of the actual completion of the international search 16 DECEMBER 2008 (16.12.2008)	Date of mailing of the international search report 16 DECEMBER 2008 (16.12.2008)	
Name and mailing address of the ISA/KR  Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 139 Seonsa-ro, Seo-gu, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140	Authorized officer CHOI Jin Hwan Telephone No. 82-42-481-8433 	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2008/066085

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5945767 A	31.08.1999	None	
JP 2005-108866 A	21.04.2005	None	
JP 2002-118295 A	19.04.2002	US 6653548 B2 US 2002-069907 A1	25.11.2003 13.06.2002
JP 04-165974 A	11.06.1992	None	

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,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T
R),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,
BZ,CA,CH,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,IS,JP,KE,K
G,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,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