

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6925861号
(P6925861)

(45) 発行日 令和3年8月25日 (2021.8.25)

(24) 登録日 令和3年8月6日 (2021.8.6)

(51) Int. Cl. F I
H O 2 N 1/04 (2006.01) H O 2 N 1/04

請求項の数 24 (全 41 頁)

(21) 出願番号	特願2017-92857 (P2017-92857)	(73) 特許権者	390019839
(22) 出願日	平成29年5月9日 (2017.5.9)		三星電子株式会社
(65) 公開番号	特開2017-205006 (P2017-205006A)		S a m s u n g E l e c t r o n i c s
(43) 公開日	平成29年11月16日 (2017.11.16)		C o . , L t d .
審査請求日	令和2年4月8日 (2020.4.8)		大韓民国京畿道水原市靈通区三星路129
(31) 優先権主張番号	10-2016-0057217		129, S a m s u n g - r o , Y e o n
(32) 優先日	平成28年5月10日 (2016.5.10)		g t o n g - g u , S u w o n - s i , G
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		y e o n g g i - d o , R e p u b l i c
			o f K o r e a
(31) 優先権主張番号	10-2016-0057218	(73) 特許権者	517153929
(32) 優先日	平成28年5月10日 (2016.5.10)		蔚山科学技術院
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽
			邑ユニストギル50
		(74) 代理人	100133400
			弁理士 阿部 達彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦電気発電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

互いに離隔されるように設けられている第1電極及び第2電極と、
 前記第1電極上に設けられている第1帯電体と、
 前記第1帯電体の表面上に摺動するように設けられている第2帯電体であって、前記第1帯電体との接触により、前記第1帯電体と反対極性の電荷に帯電する第2帯電体と、
 前記第2帯電体の動きにより、前記第2帯電体と電荷保存所とを断続的に連結する接地ユニットと、を含み、
 前記第1電極、前記接地ユニット及び前記第2電極は、第1基板の上部表面上に設けられ、

前記第2帯電体の下部表面は、前記第1電極、前記接地ユニット及び前記第2電極それぞれの上部表面を前記第1基板の上部表面と平行な方向に摺動する、摩擦電気発電機。

【請求項2】

前記第1電極及び前記第2電極は、前記第2帯電体の摺動方向に互いに離隔されるように設けられていることを特徴とする請求項1に記載の摩擦電気発電機。

【請求項3】

前記第1帯電体は、前記第2帯電体と対向する前記第1電極の上面に設けられていることを特徴とする請求項2に記載の摩擦電気発電機。

【請求項4】

前記接地ユニットは、前記第1電極と前記第2電極との間に設けられていることを特徴

とする請求項 1 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 5】

前記第 1 帯電体と前記接地ユニットとの間隔、及び前記第 2 電極と前記接地ユニットとの間隔は、前記第 2 帯電体の幅より狭いことを特徴とする請求項 4 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 6】

前記第 1 基板は、円筒形状または円柱形状を有することを特徴とする請求項 5 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 7】

前記第 1 基板を取り囲む円筒形状を有し、内面に、前記第 2 帯電体が設けられている第 2 基板をさらに含むことを特徴とする請求項 6 に記載の摩擦電気発電機。

10

【請求項 8】

前記第 1 基板は、円板形状を有し、前記第 1 電極、前記接地ユニット及び前記第 2 電極は、前記第 1 基板上で放射状に配列されていることを特徴とする請求項 5 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 9】

前記第 1 基板に対向する円板形状を有し、前記第 2 帯電体が設けられている第 2 基板をさらに含むことを特徴とする請求項 8 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 10】

前記第 2 帯電体は、前記第 1 帯電体に対して相対的に回転運動することによって摺動され、前記第 1 電極及び前記第 2 電極は、前記第 2 帯電体の摺動方向に垂直方向に互いに離隔されるように設けられていることを特徴とする請求項 1 に記載の摩擦電気発電機。

20

【請求項 11】

前記第 1 帯電体は、前記第 2 帯電体と対向する前記第 1 電極の下面に設けられていることを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 12】

前記接地ユニットは、前記電荷保存所と電氣的に連結され、前記第 2 帯電体が回転することにより、前記第 2 帯電体と断続的に接触する導電性柱を含むことを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 13】

30

前記接地ユニットは、前記第 2 帯電体の回転方向に沿って交互に配置されている導電性部材及び絶縁性部材を含み、

前記導電性部材は、前記電荷保存所と電氣的に連結され、前記第 2 帯電体と断続的に接触することを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 14】

前記第 1 帯電体及び前記第 2 帯電体と、前記第 2 電極は、扇形状を有することを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 15】

前記第 1 電極の下部に設けられた第 1 磁性体と、

前記第 2 電極の上部に設けられた第 2 磁性体と、をさらに含むことを特徴とする請求項 10 に記載の摩擦電気発電機。

40

【請求項 16】

前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体の間に作用する磁気力により、前記第 2 電極が、前記第 2 帯電体に対して相対的に動くように構成され、

前記第 1 磁性体及び前記第 2 磁性体は、互いに対向する面が同じ極性を有することを特徴とする請求項 15 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 17】

前記第 1 磁性体は、前記第 1 電極及び前記第 1 帯電体と連動するように構成されていることを特徴とする請求項 15 に記載の摩擦電気発電機。

【請求項 18】

50

前記第2帯電体は、前記第1帯電体に対して相対的に回転しながら、下面が、前記第1帯電体の上面と接触するように設けられていることを特徴とする請求項15に記載の摩擦電気発電機。

【請求項19】

前記第1電極、前記第1帯電体、前記接地ユニット及び前記第1磁性体は、互いに連動し、前記第2帯電体に対して相対的に回転するように設けられていることを特徴とする請求項15に記載の摩擦電気発電機。

【請求項20】

前記第1磁性体と前記第2磁性体との距離に依存し、前記第2電極と前記第2帯電体とが互いに接触したり分離したりすることを特徴とする請求項15に記載の摩擦電気発電機。

10

【請求項21】

前記第1帯電体と前記第2帯電体とが接触すれば、前記第2磁性体と連動するように構成された前記第2電極が、前記第2帯電体の上面に接触することを特徴とする請求項15に記載の摩擦電気発電機。

【請求項22】

前記第1帯電体は、負電荷帯電体であり、前記第2帯電体は、正電荷帯電体であることを特徴とする請求項1に記載の摩擦電気発電機。

【請求項23】

前記第1帯電体は、正電荷帯電体であり、前記第2帯電体は、負電荷帯電体であることを特徴とする請求項1に記載の摩擦電気発電機。

20

【請求項24】

前記電荷保存所は、接地または導電性部材を含むことを特徴とする請求項1に記載の摩擦電気発電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、摩擦電気発電機に係り、さらに詳細には、接地構造を有する摩擦電気発電機に関する。

【背景技術】

30

【0002】

最近、エネルギーをハーベスティング(harvesting)する技術が脚光を浴びている。エネルギーハーベスティング素子は、周辺環境に存在する風や振動、または人間の動きから生じる機械的エネルギーなどを電気エネルギーに変換して抽出することができる新たな親環境エネルギー発電素子である。

【0003】

摩擦電気発電機は、2つの帯電体の摩擦時に示される電荷移動現象を利用して、電気エネルギーを発生させるエネルギーハーベスティング素子である。該摩擦電気発電機は、エネルギー変換効率が高く、外部の小さい力によっても、高い出力を得ることができる。また、該摩擦電気発電機は、熱や太陽を利用したエネルギーハーベスティング素子に比べ、時間的、空間的な制約がなく、物質の変形によって電気エネルギーを発生させる圧電素材を利用したエネルギーハーベスティング素子に比べ、持続的に電気エネルギーを発生させることができる。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明が解決しようとする課題は、接地構造を有する摩擦電気発電機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

50

一実施形態による摩擦電気発電機は、互いに離隔されるように設けられる第1電極及び第2電極と、前記第1電極上に設けられる第1帯電体と、前記第1帯電体の表面上で摺動するように設けられる第2帯電体であって、前記第1帯電体との接触により、前記第1帯電体と反対極性の電荷に帯電する第2帯電体と、前記第2帯電体の動きにより、前記第2帯電体と電荷保存所(charge reservoir)とを断続的に連結する接地ユニットと、を含む。

【0006】

そして、前記第2帯電体は、前記第1帯電体の表面だけではなく、第2電極の表面上でも摺動する。

【0007】

10

前記第1電極及び第2電極は、前記第2帯電体の摺動方向に互いに離隔されるように設けられてもよい。

【0008】

また、前記第1帯電体は、前記第2帯電体と対向する前記第1電極の上面に設けられてもよい。

【0009】

そして、前記接地ユニットは、前記第1電極と前記第2電極との間に設けられ、前記第2帯電体が、前記接地ユニットの上面を摺動するように設けられてもよい。

【0010】

また、前記第1帯電体と前記接地ユニットとの間隔、及び前記第2電極と前記接地ユニットとの間隔は、前記第2帯電体の幅より狭くともよい。

20

【0011】

そして、前記第1電極、前記接地ユニット及び前記第2電極は、第1基板上に設けられてもよい。

【0012】

また、前記第1基板は、円筒形状または円柱形状を有することができる。

【0013】

そして、前記第1基板を取り囲む円筒形状を有し、内面に、前記第2帯電体が設けられる第2基板をさらに含んでもよい。

【0014】

30

また、前記第1基板は、円板形状を有し、前記第1電極、前記接地ユニット及び前記第2電極は、前記第1基板上で放射状に配列されてもよい。

【0015】

そして、前記第1基板に対向する円板形状を有し、前記第2帯電体が設けられる第2基板をさらに含んでもよい。

【0016】

また、前記第2帯電体は、前記第1帯電体に対して相対的に回転運動することによって摺動され、前記第1電極及び第2電極は、前記第2帯電体の摺動方向に垂直方向に互いに離隔されるように設けられてもよい。

【0017】

40

そして、前記第1帯電体は、前記第2帯電体と対向する前記第1電極の下面に設けられてもよい。

【0018】

また、前記接地ユニットは、前記電荷保存所と電氣的に連結され、前記第2帯電体が回転することにより、前記第2帯電体と断続的に接触する導電性柱(post)を含んでもよい。

【0019】

そして、前記接地ユニットは、前記第2帯電体の回転方向に沿って交互に配置される導電性部材及び絶縁性部材を含み、前記導電性部材は、前記電荷保存所と電氣的に連結され、前記第2帯電体と断続的に接触することができる。

50

【0020】

また、前記第1帯電体及び第2帯電体と前記第2電極は、扇形状を有することができる。

【0021】

そして、第1電極の下部に設けられた第1磁性体と、第2電極の上部に設けられた第2磁性体と、をさらに含んでもよい。

【0022】

また、前記第1磁性体及び第2磁性体の間に作用する磁気力により、前記第2電極が、前記第2帯電体に対して相対的に動くように構成され、第1磁性体及び第2磁性体は、互いに対向する面が同じ極性を有することができる。

10

【0023】

そして、前記第1磁性体は、前記第1電極及び前記第1帯電体と連動するように構成されてもよい。

【0024】

また、前記第2帯電体は、前記第1帯電体に対して相対的に回転しながら、下面が、前記第1帯電体の上面と接触するように設けられてもよい。

【0025】

そして、前記第1電極、前記第1帯電体、前記接地ユニット及び前記第1磁性体は、互いに連動し、前記第2帯電体に対して相対的に回転するように設けられてもよい。

【0026】

20

また、前記第1磁性体と前記第2磁性体との距離に依存し、前記第2電極と前記第2帯電体とが互いに接触したり分離したりすることができる。

【0027】

そして、前記第1帯電体と前記第2帯電体とが接触すれば、前記第2磁性体と連動するように構成された前記第2電極が、前記第2帯電体の上面に接触することができる。

【0028】

また、前記第1帯電体は、負電荷帯電体であり、前記第2帯電体は、正電荷帯電体でもある。

【0029】

そして、前記第1帯電体は、正電荷帯電体であり、前記第2帯電体は、負電荷帯電体でもある。

30

【0030】

前記電荷保存所は、地面（earth）または導電性部材を含む。

【発明の効果】

【0031】

本発明によれば、摩擦電気を利用してエネルギーを収穫する摩擦電気発電機が提供される。本発明による摩擦電気発電機は、摺動によって、第1帯電体及び第2帯電体を互いに異なる極性の電荷に帯電させることができる。そして、第1帯電体及び第2帯電体の間の相対的な運動によって、第1電極及び第2電極の間で電流が流れる。該摩擦電気発電機は、接地ユニットと第2帯電体とが断続的に接触することにより、第1電極及び第2電極の間に流れる電流の量を増幅させることができる。

40

【0032】

本発明によれば、第1帯電体及び第2帯電体を含む摩擦電気発電機が提供される。該第1帯電体及び第2帯電体は、互いに異なる極性の電荷に帯電する。また、第1帯電体及び第2帯電体の間の相対的な運動によって、第1電極及び第2電極の間で電流が流れることができる。また、接地ユニットと第2帯電体とが断続的に接触することにより、第1電極及び第2電極の間に流れる電流の量を増幅させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】例示的な実施形態による摩擦電気発電機を示した斜視図である。

50

【図 2】図 1 で示した摩擦電気発電機の断面図である。

【図 3】図 2 で示した摩擦電気発電機の変形例である。

【図 4】図 2 で示した摩擦電気発電機の変形例である。

【図 5】摺動によって、第 2 帯電体が第 1 帯電体に対して相対的に動くところを示した図面である。

【図 6】摺動によって、第 2 帯電体が接地ユニットと出合った状態を示した図面である。

【図 7】摺動によって、第 2 帯電体が基板に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。

【図 8】摺動によって、第 2 帯電体が第 2 電極と出合った状態を示した図面である。

【図 9】摺動によって、第 2 帯電体が基板に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。 10

【図 10】摺動によって、第 2 帯電体が第 2 電極と分離された状態を示した図面である。

【図 11】第 2 帯電体が第 1 帯電体に接近する様子を示した図面である。

【図 12】摺動によって、第 2 帯電体が第 1 帯電体と接触した様子を示した図面である。

【図 13】摺動によって、第 2 帯電体が接地ユニットと出合った状態を示した図面である。

【図 14】図 13 で示した電子の流れによって、第 2 帯電体の電位が変更された状態を示した図面である。

【図 15】摺動によって、第 2 帯電体が基板に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。 20

【図 16】摺動によって、第 2 帯電体が第 2 電極と接触した状態を示した図面である。

【図 17】図 16 で示した状態において、摺動によって、第 2 帯電体が第 2 電極と分離された状態を示した図面である。

【図 18】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した断面図である。

【図 19】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した斜視図である。

【図 20】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した斜視図である。

【図 21】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した斜視図である。

【図 22】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した斜視図である。

【図 23】例示的な実施形態による摩擦電気発電機のための他の形状を示した斜視図である。

【図 24】実施形態による摩擦電気発電機の断面を概念的に示した図面である。 30

【図 25】第 1 帯電体と第 2 帯電体とが互いに接触した様子を示した図面である。

【図 26】第 2 帯電体が接地ユニットと接触した様子を示した図面である。

【図 27】第 2 帯電体が第 2 電極と接触する様子を示した図面である。

【図 28】第 2 帯電体が、第 2 電極及び第 1 帯電体と分離されるところを示した図面である。

【図 29】第 2 帯電体が、第 2 電極及び第 1 帯電体と分離されるところを示した図面である。

【図 30】図 23 で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。

【図 31】他の例示的な実施形態による摩擦電気発電機の断面図である。

【図 32】図 31 で示した摩擦電気発電機の変形例である。 40

【図 33】摺動によって、図 31 で示した第 1 帯電体と第 2 帯電体とが互いに接触した様子を示した図面である。

【図 34】摺動によって、第 2 帯電体が、第 1 帯電体に対して相対的に動いた様子を示した図面である。

【図 35】摺動によって、第 2 帯電体が接地ユニットと接触した様子を示した図面である。

【図 36】図 31 ないし図 34 で示したサイクルが終了し、第 2 帯電体がさらに第 1 帯電体に接近する様子を示した図面である。

【図 37】摺動によって、第 2 帯電体が、第 1 帯電体の表面と接触した状態を示した図面である。 50

【図 3 8】摺動によって、第 2 帯電体が、第 1 帯電体に対して相対的に動いた様子を示した図面である。

【図 3 9】摺動によって、第 2 帯電体が接地ユニットと接触した様子を示した図面である。

【図 4 0】図 1 ないし図 1 7 を参照して説明した摩擦電気発電機の第 1 電極及び第 2 電極の間に流れる電流、並びに接地ユニットで流れる電流それぞれの経時的な変化を示したグラフである。

【図 4 1】図 1 ないし図 1 7 を参照した摩擦電気発電機を利用して、第 1 電極及び第 2 電極の間に出力電流を測定した結果と、摩擦電気発電機で接地ユニットを除去した後、出力電流を測定した結果と、を比較したグラフである。

10

【図 4 2】図 1 ないし図 1 7 を参照した摩擦電気発電機を利用して、第 1 電極及び第 2 電極の間の電圧を測定した結果と、摩擦電気発電機で接地ユニットを除去した後、第 1 電極及び第 2 電極の間の電圧を測定した結果と、を比較したグラフである。

【図 4 3】他の例示的な実施形態による摩擦電気発電機の斜視図である。

【図 4 4】図 4 3 で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図である。

【図 4 5】図 4 3 で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【図 4 6】摺動によって、第 1 帯電体と第 2 帯電体とが接触した状態を示した図面である。

【図 4 7】図 4 6 で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図である。

【図 4 8】図 4 6 で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

20

【図 4 9】第 1 帯電体が、第 2 帯電体に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。

【図 5 0】図 4 9 で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図である。

【図 5 1】図 4 9 で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【図 5 2】第 1 帯電体が、第 2 帯電体に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。

【図 5 3】図 5 2 で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図である。

【図 5 4】図 5 2 で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【図 5 5】第 1 帯電体が、第 2 帯電体に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。

30

【図 5 6】図 5 5 で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図である。

【図 5 7】図 5 5 で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【図 5 8】図 4 4 で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。

【図 5 9】図 4 4 で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。

【発明を実施するための形態】

【0034】

本実施形態で使用される用語は、本実施形態での機能を考慮しながら、可能な限り現在汎用される一般的な用語を選択したが、それらは、当該技術分野の当業者の意図、または判例、新たな技術の出現などによっても異なる。また、特定の場合は、任意に選定された用語もあり、その場合、当該実施形態の説明部分において、詳細にその意味を記載する。従って、本実施形態で使用される用語は、単純な用語の名称ではない、その用語が有する意味と、本実施形態の全般にわたる内容とを基に定義されなければならない。

40

【0035】

該実施形態に係わる説明において、ある部分が他の部分と連結されているという場合、それは、直接に連結されている場合だけでなく、その中間に、他の構成要素を挟んで電氣的に連結されている場合も含む。また、ある部分がある構成要素を含むという場合、それは、特別に反対となる記載がない限り、他の構成要素を除くものではなく、他の構成要素をさらに含んでもよいことを意味する。また、実施形態に記載された「…部」、「…モジュール」の用語は、少なくとも 1 つの機能や動作を処理する単位を意味し、それは、ハードウェアまたはソフトウェアによって具現されたり、ハードウェアとソフトウェアと

50

の結合によって具現されたりする。

【0036】

本実施形態で使用される「構成される」または「含む」というような用語は、明細書上に記載された多くの構成要素、またはさまざまな段階を、必ずしも全てを含むものであると解釈されるものではなく、そのうち一部の構成要素または一部の段階は、含まれないこともあり、またはさらなる構成要素または段階をさらに含んでもよいと解釈されなければならない。

【0037】

また、本実施形態で使用される「第1」または「第2」のように序数を含む用語は、多様な対象の説明に使用することができるが、前記対象は、前記用語によって限定されるものではない。前記用語は、1つの対象を他の対象と区別する目的にのみ使用される。

10

【0038】

下記実施形態に係わる説明は、権利範囲を制限するものと解釈されてはならず、当該技術分野の当業者が容易に類推することができるものは、実施形態の権利範囲に属するものであると解釈されなければならない。以下、添付された図面を参照しながら、ただ例示のための実施形態について詳細に説明する。

【0039】

図1は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機を示した斜視図である。図2は、図1で示した摩擦電気発電機の断面図である。

【0040】

20

図1及び図2を参照すれば、例示的な実施形態に他の摩擦電気発電機は、互いに離隔されるように設けられる第1電極122及び第2電極124と、第1電極122の表面S1に設けられる第1帯電体110と、前記第1帯電体110の表面S2、及び前記第2電極124の表面S3上で、一方向(x軸方向)に摺動するように設けられた第2帯電体140と、第2帯電体140の動きによって、第2帯電体140と電荷保存所133とを断続的に連結する接地ユニット130と、を含んでもよい。該摩擦電気発電機は、第1帯電体110と、第2帯電体140または第2電極124との間に、外部から印加された力によって、水平方向相対運動を誘導し、隣接した表面の間で接触を可能にする摺動メカニズムを含んでもよい。

【0041】

30

第2帯電体140は、摺動運動によって、第1帯電体110の上面と摩擦を起こすことができる。ここで、第2帯電体140が摺動運動するということは、第2帯電体140が第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124に対して相対的に動くということの意味する。従って、第2帯電体140の摺動運動は、第2帯電体140の動きによって起こる。また、第2帯電体140の摺動運動は、第2帯電体140に対する第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124の相対的な動きによっても起こる。また、第2帯電体140が一方向に摺動するということは、第2帯電体140が第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124が配列された方向に摺動するということの意味する。従って、第2帯電体140が動く方向が直線方向に制限されるということの意味するものではない。

40

【0042】

第2帯電体140と第1帯電体110は、互いに帯電率が異なる物質を含んでもよい。従って、第2帯電体140の表面と、第1帯電体110の表面とが摩擦を起こせば、第1帯電体110の表面、及び第2帯電体140の表面は、それぞれ互いに異なる極性の電荷に帯電する。第1帯電体110及び第2帯電体140の帯電電荷の種類は、各帯電体をなす材料に依存し、帯電体をなす材料の摩擦電気シリーズ(triboelectric series)での相対的な位置によって決定される。

【0043】

例えば、第1帯電体110の表面は、第2帯電体140との摩擦によって、負電荷に帯電し、第2帯電体140の表面は、第1帯電体110との摩擦によって、正電荷に帯電す

50

る。第2帯電体140は、接地ユニット130と電気的な連結が容易であるように、導電性物質を含んでもよい。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au、スチール(steel)のような金属材料を含んでもよい。また、第1帯電体110は、前記導電性物質との摩擦によって、負電荷に帯電しやすいポリテトラフルオロエチレン(PTFE)(テフロン(登録商標))、フッ素化されたエチレンプロピレン(FEP)、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリカーボネート(PC)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリイミド(Kapton(登録商標))、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)及びポリスチレン(PS)のうち少なくとも一つを含んでもよい。また、第1帯電体110は、PMMA、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)、環状オレフィン・コポリマー(COC)、PTFEのような有機ポリマー(organic polymer)を含んでもよい。第1帯電体110は、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ORMOCER(登録商標)のような無機ポリマー(inorganic polymer)を含んでもよい。前記物質は、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

【0044】

他の例として、第1帯電体110の表面は、第2帯電体140との摩擦によって、正電荷に帯電し、第2帯電体140の表面は、第1帯電体110との摩擦によって、負電荷に帯電する。第2帯電体140は、接地ユニット130と電気的な連結が容易であるように、導電性物質を含んでもよい。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au及びスチールのうち少なくとも一つを含んでもよい。第1帯電体110は、前記導電性物質との摩擦によって、正電荷に帯電しやすいポリホルムアルデヒド、エチルセルロース、ポリアミド、メラミンホルモル(melamine formol)、ウール(wool)、シルク(silk)、マイカ(mica)及びナイロン(nylon)のうち少なくとも一つを含んでもよい。前記物質は、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

【0045】

第1帯電体110及び第2帯電体140のうち少なくとも一つは、その表面の帯電特性を調節するために、p型ドーパントまたはn型ドーパントによってドーピングされる。p型ドーパントのソース(source)は、例えば、 NO_2BF_4 、 NOBF_4 、 NO_2SbF_6 などのイオン性液体(ionic liquid)； HCl 、 H_2PO_4 、 CH_3COOH 、 H_2SO_4 、 HNO_3 などの酸類化合物(acidic compound)；ジクロロジシアノキノン(DDQ:dichlorodicyanoquinone)、オキソン(oxone)、ジミリストイルホスファチジルイノシトール(DMPI:dimyristoylphosphatidylinositol)、トリフルオロメタンスルホンイミド(trifluoromethanesulfoneimide)などの有機化合物(organic compound)などを含んでもよい。または、p型ドーパントのソースとして、 HPtCl_4 、 AuCl_3 、 HAuCl_4 、トリフルオロメタンスルホン酸銀(AgOTf)、 AgNO_3 、 H_2PdCl_6 、 Pd(OAc)_2 、 Cu(CN)_2 などを含んでもよい。

【0046】

n型ドーパントのソースは、例えば、置換もしくは非置換のニコチンアミドの還元物(a reduction product of a substituted or unsubstituted nicotin amide)；置換もしくは非置換のニコチンアミドと化学的に結合された化合物の還元物(a reduction product of a compound which is chemically bound to a substituted or unsubstituted nicotin amide)；及び2以上のピリジニウム誘導体を含み、1以上のピリジニウム誘導体の窒素が還元された化合物(a compound comprising at least two pyridinium moieties in which a nitrogen atom of at least one of the pyridinium moieties is reduced)を含んでもよい。例えば、n型ドーパントのソースは、NMNH(nicotinamide mononucleotide-H)、NADH(nicotinamide adenine dinucleotide-H)、NADPH(nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-H)を含むか、あるいはビオロゲン(viologen)を含んでもよい。または、前記n型ドーパントのソースは、ポリエチレンイミン(PEI)などのポリマーを含んでもよい。または、n型ドーパントは、K、Liなどのアルカリ金属を含んでもよい。一方、以上で言及されたp型ドーパントとn型ドーパント

物質は、例示的なものであり、それら以外にも他の多様な物質がドーパントとして使用される。

【0047】

接地ユニット130は、電荷保存所133と電氣的に連結される。電荷保存所133は、電位変化が実質的に起こらない地面（ground）、または導電性部材を含んでもよい。第2帯電体140が接地ユニット130に接触すれば、接地ユニット130を介して、電荷保存所133と第2帯電体140とが電氣的に連結される。第2帯電体140が電荷保存所133と、接地ユニット130を介して連結されれば、第2帯電体140の電位が電荷保存所133の電位がほぼ同じになるように変わる。

【0048】

第1電極122及び第2電極124は、第2帯電体140が摺動する方向（x軸方向）に互いに離隔されるように設けられてもよい。第1電極122及び第2電極124は、電気伝導にすぐれる物質を含んでもよい。例えば、第1電極122及び第2電極124は、グラフェン（graphene）、炭素ナノチューブ（CNT：carbon nanotube）、ITO（indium tin oxide）、金属及び伝導性ポリマーからなるグループのうちから選択された少なくとも1つの物質を含んでもよい。ここで、該金属は、例えば、Ag、Al、Cu、Au、Ni、Cr及びPtからなるグループのうちから選択された少なくとも一つを含んでもよいが、それらに限定されるものではない。第1電極122及び第2電極124は、単層構造または複層構造を有することができる。

【0049】

第2帯電体140の摺動運動によって、第1電極122及び第2電極124の間に静電誘導現象が生じる。すなわち、第2帯電体140が摺動運動する間、静電誘導現象によって、第1電極122及び第2電極124の間で電荷が動くことができる。そして、一実施形態による摩擦電気発電機は、第1電極122と第2電極124との間で発生する電荷の流れから、エネルギーをハーベスティング（harvesting）する。

【0050】

図3は、図1及び図2で示した摩擦電気発電機の変形例である。図3の実施形態についての説明にあたり、図1及び図2と重複する内容は省略する。

【0051】

図3を参照すれば、第1帯電体110の接触面と、前記第2帯電体140の接触面とのうち少なくとも一つには、複数の突起部が形成されている。前記複数の突起部は、ナノピラミッド、ナノワイヤ、ナノボール（ball）、ナノロッド（rod）などを含んでもよい。第1帯電体110の接触面と、第2帯電体140の接触面とのうち少なくとも一つに、複数の突起部が形成されることにより、第1帯電体110と第2帯電体140とが接触したとき、第1帯電体110の接触面、及び第2帯電体140の接触面それぞれに誘導される帯電電荷の量がさらに多くなる。

【0052】

図4は、図1及び図2で示した摩擦電気発電機の変形例である。

【0053】

図4を参照すれば、電荷保存所133aは、導電性部材を含んでもよい。図4では、導電性部材の形状を板で示したが、それは、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それに制限されるものではない。電荷保存所133aは、電氣的容量が大きい導電性部材でもある。電荷保存所133aが、接地ユニット130を介して、第2帯電体140と連結されれば、電荷保存所133aは、第2帯電体140と電荷をやり取りすることができる。電荷保存所133aは、第2帯電体140と電荷をやり取りすることにより、第2帯電体140の電位を変更することができる。例示的には、電荷保存所133aの電位は、グラウンド（ground）電位と実質的に同一である。

【0054】

以下では、図1及び図2で示した摩擦電気発電機を利用したエネルギーハーベスティング（harvesting）過程について説明する。

【0055】

図5は、摺動によって、第2帯電体140が、第1帯電体110に対して相対的に動いた状態を示した図面である。以下の図面において、電荷の表示は、例示的なものに過ぎず、実際の電荷流れは、摩擦電気発電機の多様な実施形態によって異なる。

【0056】

第1帯電体110及び第2帯電体140の動きは、相対的なものである。従って、第2帯電体140の摺動は、第2帯電体140が動く場合、第1帯電体110が動く場合だけではなく、第1帯電体110及び第2帯電体140がいずれも動く場合にも可能である。第1電極122及び第2電極124と、接地ユニット130は、第1基板10上に配列される。接地ユニット130は、第1電極122及び第2電極124の間に設けられてもよい。第2帯電体140は、第1基板10に対する相対的な動きによって、第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124の表面と順次に接触することができる。

10

【0057】

第2帯電体140と第1帯電体110とが互いに接触すれば、第1帯電体110及び第2帯電体140は、それぞれ反対極性の極性電荷に帯電する。図5では、例示的に、第2帯電体140と第1帯電体110との摩擦によって、第2帯電体140表面の電子が、第1帯電体110表面に移動した例を示した。電子の移動によって、第2帯電体140が正電荷帯電体になり、第1帯電体110が負電荷帯電体になる。しかし、それは、例示的なものに過ぎず、反対の場合も可能である。例えば、第1帯電体110表面の電子が第2帯電体140表面に移動することによって、第1帯電体110が正電荷帯電体になり、第2帯電体140が負電荷帯電体にもなる。

20

【0058】

図6は、摺動によって、第2帯電体140が接地ユニット130と出合った状態を示した図面である。

【0059】

図6を参照すれば、摺動によって、第2帯電体140は、接地ユニット130の上面と接することができる。第1帯電体110の上面の一部が、第2帯電体140と接触しないことによって、第1電極122及び第2電極124に、静電誘導現象が起こる。該静電誘導現象によって、第1電極122から第2電極124に電子が移動することができる。第1電極122と第2電極124との間に電流が流れる間、第1電極122及び第2電極124間の負荷30を介して、電気エネルギーが収獲される。

30

【0060】

第1帯電体110と接地ユニット130との間隔d1は、第2帯電体140の幅Wより狭くともよい。ここで、第2帯電体140の幅Wは、第2帯電体140が摺動する方向への第2帯電体140の長さを意味する。第2帯電体140の幅Wが、第1電極122と接地ユニット130との間隔d1より狭いために、第2帯電体140は、第1帯電体110及び接地ユニット130と同時に接することができる。従って、静電誘導によって、第1電極122及び第2電極124の間に電流が流れる間、接地ユニット130を介して、第2帯電体140の電子が供給されることにより、第2帯電体140の電位が変わる。その場合、第2帯電体140に外部電子が流入することにより、第1電極122及び第2電極124間の静電誘導現象がさらに増幅される。しかし、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第1帯電体110と接地ユニット130との間隔d1が、第2帯電体140の幅Wより広くともよい。その場合、第2帯電体140は、第1帯電体110と分離された後、接地ユニット130と接触することもできる。

40

【0061】

第2帯電体140が接地ユニット130と接すれば、第2帯電体140は、電荷保存所133と電氣的に連結される。電氣的連結が容易であるように、第2帯電体140は、導電性物質を含んでもよい。第2帯電体140が接地ユニット130と接すれば、第2帯電体140と電荷保存所133とが電荷をやり取りすることができる。電荷交換によって、第2帯電体140の電位が、電荷保存所133の電位と同じになる。例えば、電荷保存所

50

133の電位がグラウンド電位と同じである場合、電荷保存所133は、接地ユニット130を介して、第2帯電体140に電子を供給することができる。

【0062】

図7は、摺動によって、第2帯電体140が第1基板10に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。

【0063】

図7を参照すれば、摺動によって、第2帯電体140と第1帯電体110との接触面積がだんだんとさらに狭くなる。第2帯電体140と第1帯電体110との接触面積が狭くなることにより、第1電極122及び第2電極124の間で静電誘導現象が生じる。前記静電誘導現象によって、第1電極122及び第2電極124の間に電流が流れる。接地ユ

10

【0064】

図8は、摺動によって、第2帯電体140が第2電極124と出合った状態を示した図面である。

【0065】

図8を参照すれば、第1帯電体110と第2帯電体140とが互いに分離する。また、第2帯電体140は、接地ユニット130及び第2電極124と接することができる。第2帯電体140が、接地ユニット130及び第2電極124と接するように、接地ユ

20

【0066】

第2帯電体140が、接地ユニット130及び第2電極124と接すれば、第2電極124の電位も、電荷保存所133によって変わる。例えば、第2電極124の負電荷が第2帯電体140及び接地ユニット130を介して電荷保存所133に移動しながら、第2電極124の電位がグラウンド電位とほぼ同じになる。

【0067】

図9は、摺動によって、第2帯電体140が第1基板10に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。

【0068】

図9を参照すれば、第2電極124から接地ユニット130に電子が移動しながら、第2帯電体140及び第2電極124の電位がグラウンド電位とほぼ同じになる。

30

【0069】

図10は、摺動によって、第2帯電体140が第2電極124と分離された状態を示した図面である。

【0070】

図10を参照すれば、第2帯電体140が第2電極124と分離されることによって、図5ないし図10を参照して説明した最初サイクルが終わる。最初サイクルが終わった後、第1帯電体110は、負電荷に帯電した状態を維持することができる。第1電極122は、第1帯電体110の負電荷の影響により、正電荷を負電荷より多く含む。図10に図示されているように、電荷平衡がなされてから、第2帯電体140が第1帯電体110に出合う次のサイクル(cycle)まで電荷の動きがほとんどない。そして、第2帯電体140及び第2電極124がグラウンド電位に変更された後から、次のサイクルが始まるために、次のサイクルで獲得される電気エネルギー量がさらに多くなる。

40

【0071】

以下では、図5ないし図10を参照して説明した最初サイクルが終わった後、反復されるサイクルでのエネルギーハーベスティング過程について説明する。

【0072】

図11は、第2帯電体140が第1帯電体110に接近する様子を示した図面である。

【0073】

図11を参照すれば、図5の場合と異なり、第1帯電体110が負電荷に帯電している

50

。

【0074】

図12は、摺動によって、第2帯電体140が第1帯電体110と接触した様子を示した図面である。

【0075】

図12を参照すれば、第1帯電体110がすでに帯電している状態であるために、第1帯電体110及び第2帯電体140間の電子交換量は、相対的に少なくなる。第2帯電体140は、第1帯電体110表面に分布した負電荷の影響を受ける。第2帯電体140の下面には、正電荷が誘導される一方、第2帯電体140の上面には、負電荷が誘導される。

10

【0076】

図13は、摺動によって、第2帯電体140が接地ユニット130と出合った状態を示した図面である。

【0077】

第2帯電体140が接地ユニット130と接すれば、第2帯電体140の電位がグラウンド電位に変更される。その過程において、第2帯電体140から接地ユニット130に電子が移動する。

【0078】

図14は、図13で示した電子の流れによって、第2帯電体140の電位が変更された状態を示した図面である。

20

【0079】

図14を参照すれば、第2帯電体140が第1帯電体110と接する部分には、正電荷が残っている。第2帯電体140の正電荷は、第1帯電体110表面の負電荷と平衡をなし、第2帯電体140の電位をグラウンド電位にする。また、第2帯電体140から接地ユニット130に電子が移動しながら、第2帯電体140は、負電荷より正電荷をさらに多く含む。

【0080】

第1帯電体110の上面の一部が、第2帯電体140と接触しないことによって、第1電極122及び第2電極124の間で、静電誘導現象が生じる。静電誘導現象が起これば、電氣的平衡をなすために、第2電極124から第1電極122に電子が移動する。第1電極122と第2電極124との間で、電子流れが発生することにより、第1電極122及び第2電極124間の負荷30において、電気エネルギーが収獲される。

30

【0081】

図15は、摺動によって、第2帯電体140が第1基板10に対して相対的にさらに動いた状態を示した図面である。

【0082】

図15を参照すれば、第2帯電体140と第1帯電体110との接触面積が狭まることにより、第1電極122から第2電極124に電子が移動する。また、第2帯電体140の電位をグラウンド電位に維持するために、電荷保存所133から第2帯電体140に電子が移動する。第2帯電体140が接地ユニット130を介して外部電荷を供給されることにより、第2帯電体が摺動する間、負荷30を介して収獲される電気エネルギーの量がさらに増幅される。

40

【0083】

図16は、摺動によって、第2帯電体140が第2電極124と接触した状態を示した図面である。

【0084】

図16を参照すれば、第1帯電体110と第2帯電体140とが互いに分離する。また、第2帯電体140は、接地ユニット130及び第2電極124と接することができる。第2帯電体140が、接地ユニット130及び第2電極124と接するように、接地ユニット130と第2電極124との間隔d2は、第2帯電体140の幅Wより狭くともよい

50

。第2電極124は、第2帯電体140及び接地ユニット130を介して、電荷保存所133と連結される。電荷保存所133から第2電極124に電子が移動することにより、第2電極124の電位が、電荷保存所133の電位と同じになる。例示的には、第2電極124の電位は、グラウンド電位と実質的に同じになる。

【0085】

図17は、図16で示した状態で、摺動によって、第2帯電体140が第2電極124と分離された状態を示した図面である。

【0086】

図17を参照すれば、第2帯電体140が第2電極124と分離されることによって、図11ないし図16を参照して説明したサイクルが終了する。図17を参照すれば、図11ないし図16を参照して説明した過程を経た後、第1帯電体110及び第2帯電体140と、第1電極122及び第2電極124との電荷分布が、図11で示したところと同じになる。従って、さらに第2帯電体140が第1帯電体110に上面を摺動させれば、図11ないし図16で示した過程が反復される。そして、サイクルが反復される間、第1電極122及び第2電極124の間で流れる電流から、電気エネルギーを収穫することができる。第2帯電体140が、摺動によって、相対的に他の部材に対して動く間、接地ユニット130が、第2帯電体140及び第2電極124と電荷をやり取りすることができる。第2帯電体140及び第2電極124が、外部電荷保存所133と電荷を交換することによって、摺動サイクルで収穫される電気エネルギー量がさらに多くなる。

【0087】

図1では、第1電極122及び第2電極124、第1帯電体110、接地ユニット130が、平面第1基板10に設けられた例を示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第1基板10は、図1ないし図17で示したサイクル反復が容易であるように他の形状を有することもできる。

【0088】

図18は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した斜視図である。

【0089】

図18を参照すれば、実施形態による摩擦電気発電機の第1基板10は、円板形状でもある。第1基板10上に、は第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124が放射状に配列される。また、第1電極122上面には、第1帯電体110が配列される。例えば、第1電極122、第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124は、扇形状を有することができる。しかし、本実施形態は、それに制限されるものではない。

【0090】

第2帯電体140は、第1基板10の上面と対向しながら、第1基板10に対して相対的に回転することができる。例えば、該摩擦電気発電機は、第2帯電体140が設けられる第2基板12をさらに含む。第2基板12は、円板形状を有することができる。第1基板10及び第2基板12のうち少なくとも一つが回転することにより、第2帯電体140が、第1帯電体110の上面、接地ユニット130の上面、及び第2電極124の上面を摺動することができる。しかし、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、該摩擦電気発電機は、第2基板12を含まないこともある。第2帯電体140の回転軸が第1基板10と連結されることにより、第2帯電体140が、第1帯電体110の上面、接地ユニット130の上面、及び第2電極124の上面を摺動することができる。

【0091】

図18では、第1基板10に、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124がそれぞれ一つずつ配列された場合を示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第1基板10には、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124からなるセットが複数個設けられてもよい。同様に、第2基板にも、第2帯電体140が複数個設けられてもよい。

【0092】

10

20

30

40

50

図19は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した斜視図である。

【0093】

図19を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、円板形状の第1基板10及び第2基板12を含む。第1基板10上には、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124が放射状に配列される。また、第1電極122上面には、第1帯電体110が配列される。そして、接地ユニット130は、第2基板12に配列される。

【0094】

第2帯電体140の回転軸は、第1基板10及び第2基板12と連結されている。第2帯電体140は、第1基板10及び第2基板12の間で動くことができる。第2帯電体140は、第1基板10及び第2基板12に対して相対的に回転することによって、第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124の表面を順次に摺動することができる。

10

【0095】

図20は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した斜視図である。

【0096】

図20を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、円板形状の第1基板10を含む。第1基板10上には、第1電極122、及び第2電極124が放射状に配列される。また、第1電極122上面には、第1帯電体110が配列される。

【0097】

一実施形態による摩擦電気発電機は、導電性物質部分132と絶縁性物質部分134とを含むリングを含む。導電性物質部分132は、電荷保存所133と電氣的に連結され、接地ユニットの機能を遂行することができる。第2帯電体140は、リングに対する相対的な回転を介して、リングの内周面を摺動することができる。第2帯電体140が絶縁性物質部分134の内周面を摺動する間には、電荷保存所133と第2帯電体140とが電氣的に互いに断絶される。第2帯電体140が導電性物質部分132の内周面を摺動する間には、電荷保存所133と第2帯電体140とが電氣的に互いに連結される。導電性物質部分132は、第1帯電体110と第2電極124との間に位置することができる。

20

【0098】

図21は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した斜視図である。

【0099】

図21を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、円板形状の第1基板10を含む。第1基板10上には、第1電極122及び第2電極124が放射状に配列される。また、第1電極122上面には、第1帯電体110が配列される。

30

【0100】

一実施形態による摩擦電気発電機は、導電性物質部分132と絶縁性物質部分134とを含む円筒形状のケース40を含む。導電性物質部分132は、電荷保存所133と電氣的に連結され、接地ユニットの機能を遂行することができる。第2帯電体140は、ケース40に対する相対的な回転を介して、ケース40の内壁を摺動することができる。第2帯電体140が絶縁性物質部分134の内壁を摺動する間には、電荷保存所133と第2帯電体140とが電氣的に互いに断絶される。第2帯電体140が導電性物質部分132の内壁を摺動する間には、電荷保存所133と第2帯電体140とが電氣的に互いに連結される。導電性物質部分132は、第1帯電体110と第2電極124との間に位置することができる。

40

【0101】

図22は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した断面図である。

【0102】

図22を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、第1電極122、接地ユニット130、及び第2電極124が配列される第3基板16を含む。第3基板16は、円柱形状を有することができる。図22では、第3基板16が円柱形状である場合を示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第3基板16は、中空円筒

50

形状を有することもできる。第3基板16の外周面S4には、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124が設けられている。接地ユニット130は、電荷保存所133と連結される。また、第1電極122の上面には、第1帯電体110が設けられてもよい。

【0103】

第2帯電体140は、第1基板10の外周面S4と対向しながら動くことができる。該摩擦電気発電機は、第2帯電体140が設けられた第4基板18をさらに含む。例えば、第2帯電体140は、第4基板18の内周面S5に設けられてもよい。第3基板16及び第4基板18のうち少なくとも一つが回転することによって、第2帯電体140が、第1帯電体110の表面、接地ユニット130の表面及び第2電極124の表面を順次に摺動することができる。そして、図5ないし図17で示したサイクルが反復される。

10

【0104】

図22では、第3基板16に、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124がそれぞれ一つずつ配列された場合を示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第3基板16の外周面S4には、第1電極122、接地ユニット130及び第2電極124からなるセットが複数個設けられてもよい。同様に、第4基板18の内周面S5にも、第2帯電体140が複数個設けられてもよい。

【0105】

また、図22に図示されたところと異なり、第3基板16の外周面S4に、第2帯電体140が設けられ、第4基板18の内周面S5に、第1電極122、第1帯電体110、接地ユニット130及び第2電極124が設けられてもよい。

20

【0106】

図23は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の他の形状を示した斜視図である。

【0107】

図23を参照すれば、第2帯電体240が、第1帯電体210に対して相対的に回転運動することによって摺動する。第2帯電体240は、第1帯電体210及び第2電極224の間で、第1帯電体210及び第2電極224の表面上を摺動することができる。第1電極222と第2電極224は、第2帯電体240が摺動する方向に垂直方向に互いに離隔される。

【0108】

30

第1帯電体210は、第2帯電体240と対向する第1電極222の下面に設けられてもよい。第2帯電体240は、第1帯電体210と互いに対向しながら、摺動によって、第1帯電体210と断続的に接触することができる。また、第2帯電体240は、摺動によって、第2電極224と断続的に接触することができる。接地ユニット230は、導電性柱を含む。接地ユニット230は、電荷保存所233と電氣的に連結され、第2帯電体240が回転することにより、第2帯電体240と断続的に接触することができる。例示的には、第2帯電体240は、外面に形成された突出部242を含む。第2帯電体240が回転することにより、突出部242が接地ユニット230と断続的に接触することができる。

【0109】

40

第1帯電体210及び第2帯電体240と、第1電極222及び第2電極224は、それぞれ放射状に拡張された複数の羽根を含む。例示的には、第1帯電体210及び第2帯電体240と、第1電極222及び第2電極224は、扇形形状を有することができる。

【0110】

以下では、図23で示した摩擦電気発電機の作動過程について説明する。以下の図面においては、便宜上、第1帯電体210及び第2帯電体240と、第1電極222及び第2電極224とのそれぞれに含まれた複数の羽根のうち一つずつだけを表現する。

【0111】

図24は、一実施形態による摩擦電気発電機の断面を概念的に示した図面である。

【0112】

50

図24を参照すれば、第2帯電体240が、接地ユニット230、第2電極224及び第1帯電体210それぞれと分離している。第1帯電体210は、第1電極222と連動して動くことができる。第1帯電体210は、相対的な動きによって、第2帯電体240と近くなる。

【0113】

図25は、第1帯電体210と第2帯電体240とが互いに接触した様子を示した図面である。

【0114】

図25を参照すれば、摺動によって、第1帯電体210と第2帯電体240とが互いに接触することができる。第1帯電体210及び第2帯電体240が互いに接触すれば、第1帯電体210及び第2帯電体240それぞれの表面は、互いに異なる極性の電荷に帯電する。第1帯電体210及び第2帯電体240が互いに接触した後から、第1帯電体210及び第2帯電体240は、互いに連動して動くことができる。例示的には、第1帯電体210及び第2帯電体240は、時計の分針と時針とが連動して動く原理で、共に動くことができる。

【0115】

図26は、第2帯電体240が接地ユニット230と接触した様子を示した図面である。

【0116】

図26を参照すれば、第1帯電体210及び第2帯電体240が連動して動きながら、第2帯電体240の突出部242が、接地ユニット230と接触することができる。第2帯電体240が、接地ユニット230と電氣的に連結されれば、電荷保存所233と第2帯電体240との電位が同じになる。例えば、第2帯電体240の電位がグラウンド電位とほぼ同じになる。

【0117】

図27は、第2帯電体240が第2電極224と接触する様子を示した図面である。

【0118】

図27を参照すれば、第2帯電体240が摺動によって、第2電極224と接触することができる。第2帯電体240が第2電極224と接触すれば、第2電極224の電位もグラウンド電位と同じになる。

【0119】

図28及び図29は、第2帯電体240が、第2電極224及び第1帯電体210と分離されるところを示した図面である。

【0120】

図28及び図29では、第2帯電体240が第2電極224と先に分離する場合を示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。第2帯電体240は、第1帯電体210と先に分離した後、第2電極224と分離される。また、第2帯電体240は、第1帯電体210及び第2電極224と実質的に同時に分離することもできる。そして、図29に図示されているように、第2帯電体240は、接地ユニット230とも分離する。

【0121】

第2帯電体240が第2電極224と分離すれば、第2電極224の電位は、それ以上グラウンド電位を維持しない。また、第2帯電体240と第1帯電体210とが分離することにより、第1電極222及び第2電極224の電位が互いに異なる。第1電極222及び第2電極224の電位が互いに異なれば、第1電極222及び第2電極224の間で電流が流れる。第1電極222と第2電極224との間で電流が流れる間、第1電極222及び第2電極224間の負荷30を介して、電気エネルギーが収獲される。図24ないし図29で示した過程において、第2帯電体240及び第2電極224が接地ユニット230を介して、外部と電荷を交換しながら、第1電極222及び第2電極224の間に流れる電流の量がさらに増幅される。また、図29に図示されているように、第1帯電体2

10

20

30

40

50

10、第2帯電体240、第2電極224及び接地ユニット230がいずれも分離した状態に復帰されることにより、図24ないし図29で示した過程が反復される。

【0122】

図30は、図23で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。

【0123】

図30を参照すれば、接地ユニット130は、第2帯電体140の回転方向に沿って交互に配置される導電性部材232及び絶縁性部材234を含む。導電性部材232は、電荷保存所233と電氣的に連結され、第2帯電体240が回転することにより、第2帯電体240と断続的に接触することができる。

【0124】

例えば、導電性部材232と絶縁性部材234は、円筒状ケース50の内壁に設けられてもよい。図26ないし図28を参照して示した第2帯電体240が、接地ユニット230と接触する区間のような区間において、導電性物質部分232が第2帯電体240と接触するように、導電性物質部分232の分布位置が決定される。

【0125】

図31は、他の例示的な実施形態による摩擦電気発電機の断面図である。

【0126】

図31を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、互いに離隔されるように設けられる第1電極322及び第2電極324と、第1電極322の下面に設けられる第1帯電体310、第1帯電体の下面と対向し、一方向(x軸方向)に摺動するように設けられる第2帯電体340であって、第1帯電体310との接触により、前記第1帯電体310と反対極性の電荷に帯電する第2帯電体340、及び第2帯電体340の動きによって、第2帯電体340と電荷保存所333とを断続的に連結する接地ユニット330を含む。

【0127】

第2帯電体340は、第1帯電体310と第2電極324との間で、第1帯電体310及び第2電極324に対して相対的に動くことができる。第2帯電体340は、摺動によって、第1帯電体310の下面と接触することができる。また、第2帯電体340は、第2電極324とは離隔されるように設けられてもよい。従って、第2帯電体340が第1帯電体310の下面を摺動する間、第2帯電体340は、第2電極224と接触しない。

【0128】

第2帯電体340と第1帯電体310は、互いに帯電率が異なる物質を含む。従って、第2帯電体340の表面と、第1帯電体310の表面とが摩擦を起こせば、第1帯電体310及び第2帯電体340それぞれは、互いに異なる極性の電荷に帯電する。

【0129】

例えば、第1帯電体310は、第2帯電体340との摩擦によって、負電荷に帯電し、第2帯電体340は、第1帯電体310との摩擦によって、正電荷に帯電する。第2帯電体340は、接地ユニット330と電氣的な連結が容易であるように、導電性物質を含む。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au及びスチールのうち少なくとも一つを含む。また、第1帯電体310は、前記導電性物質との摩擦によって、負電荷に帯電しやすいポリテトラフルオロエチレン(テフロン(登録商標))、フッ素化されたエチレンプロピレン(FEP)、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリカーボネート(PC)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリイミド(Kapton(登録商標))、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)及びポリスチレン(PS)のうち少なくとも一つを含んでもよい。また、第1帯電体310は、PMMA、PET、PEEK、COC、PTFEのような有機ポリマー(organic polymer)を含んでもよい。また、第1帯電体310は、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ORMOCER(登録商標)のような無機ポリマー(inorganic polymer)を含んでもよい。前記物質は、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

10

20

30

40

50

【0130】

他の例として、第1帯電体310は、第2帯電体340との摩擦によって、正電荷に帯電し、第2帯電体340は、第1帯電体310との摩擦によって、負電荷に帯電する。第2帯電体340は、接地ユニット330と電氣的な連結が容易であるように、導電性物質を含む。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au及びスチールのうち少なくとも一つを含む。また、第1帯電体310は、前記導電性物質との摩擦によって、正電荷に帯電しやすいポリホルムアルデヒド、エチルセルロース、ポリアミド、メラミンホルモル (melamine formol)、ウール (wool)、シルク (silk)、マイカ (mica) 及びナイロン (nylon) のうち少なくとも一つを含む。前記物質は、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

10

【0131】

第1帯電体310及び第2帯電体340のうち少なくとも一つは、その表面の帯電特性を調節するために、p型ドーパントまたはn型ドーパントによってドーピングされる。p型ドーパントのソース (source) は、例えば、 NO_2BF_4 、 NOBF_4 、 NO_2SbF_6 などのイオン性液体 (ionic liquid) ; HCl 、 H_2PO_4 、 CH_3COOH 、 H_2SO_4 、 HNO_3 などの酸類化合物 (acidic compound)、ジクロロジシアノキノン (DDQ)、オキソン (oxone)、ジミリストイルホスファチジルイノシトール (DMP I)、トリフルオロメタンスルホンイミド (trifluoromethanesulfoneimide) などの有機化合物 (organic compound) などを含む。または、p型ドーパントのソースとしては、 HPtCl_4 、 AuCl_3 、 HAuCl_4 、トリフルオロメタンスルホン酸銀 (AgOTf)、 AgNO_3 、 H_2PdCl_6 、 $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{CN})_2$ などを含む。

20

【0132】

n型ドーパントのソースは、例えば、置換もしくは非置換のニコチンアミドの還元物 (a reduction product of a substituted or unsubstituted nicotin amide) ; 置換もしくは非置換のニコチンアミドと化学的に結合された化合物の還元物 (a reduction product of a compound which is chemically bound to a substituted or unsubstituted nicotinamide) ; 及び2以上のピリジニウム誘導体を含み、1以上のピリジニウム誘導体の窒素が還元された化合物 (a compound comprising at least two pyridinium moieties in which a nitrogen atom of at least one of the pyridinium moieties is reduced) を含む。例えば、n型ドーパントのソースは、NMNH (nicotinamide mononucleotide-H)、NADH (nicotinamide adenine dinucleotide-H)、NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-H) を含むか、あるいはビオロゲン (viologen) を含む。または、前記n型ドーパントのソースは、ポリエチレンイミン (PEI) などのポリマーを含む。または、n型ドーパントは、K、Liなどのアルカリ金属を含む。一方、以上で言及されたp型ドーパントとn型ドーパント物質は、例示的なものであり、それら以外にも、他の多様な物質がドーパントとして使用される。

30

【0133】

接地ユニット330は、電荷保存所333と電氣的に連結される。電荷保存所133は、電位がほぼ変わらずに維持される地面 (ground) または導電性部材を含む。第2帯電体340が接地ユニット330に接触すれば、接地ユニット330を介して、電荷保存所333と第2帯電体340とが電氣的に連結される。第2帯電体340が電荷保存所333と、接地ユニット330を介して連結されれば、第2帯電体340の電位が、電荷保存所333の電位がほぼ同じになるように変わる。

40

【0134】

第1電極322及び第2電極324は、電気伝導性にすぐれる物質を含む。例えば、第1電極322及び第2電極324は、グラフェン (graphene)、炭素ナノチューブ (CNT)、ITO (indium tin oxide)、金属及び伝導性ポリマーからなるグループのうちから選択された少なくとも1つの物質を含む。ここで、該金属は、例えば、Ag、Al、Cu、Au、Ni、Cr及びPtからなるグループのうちから選択された少なくとも一つを含んでもよいが、それらに限定されるものではない。第1電極322及び第2電極324

50

は、単層構造または複層構造を有することができる。

【0135】

図32は、図31で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。図32の実施形態についての説明にあたり、図31と重複する内容は省略する。

【0136】

図32を参照すれば、第1帯電体310の接触面と、第2帯電体340の接触面とのうち少なくとも一つには、複数の突起部が形成されている。前記複数の突起部は、ナノピラミッド、ナノワイヤ、ナノボール(ball)、ナノロッド(rod)などを含む。第1帯電体310の接触面と、第2帯電体340の接触面とのうち少なくとも一つに、複数の突起部が形成されることにより、第1帯電体310と第2帯電体340とが接触したとき、第1帯電体310の接触面、及び第2帯電体340の接触面それぞれに誘導される帯電電荷の量がさらに多くなる。

10

【0137】

図33は、摺動によって、図31で示した第1帯電体310と第2帯電体340とが互いに接触した様子を示した図面である。

【0138】

図33を参照すれば、第1帯電体310及び第2帯電体340が互いに接触すれば、第1帯電体310の表面、及び第2帯電体340の表面が互いに異なる極性の電荷に帯電する。図33では、第2帯電体340の表面が正電荷に帯電し、第1帯電体310の表面が負電荷に帯電した例を示したが、本実施形態は、それらに制限されるものではない。例えば、第1帯電体310の表面が正電荷に帯電し、第2帯電体340の表面が負電荷に帯電してもよい。

20

【0139】

図34は、摺動によって、第2帯電体340が第1帯電体310に対して相対的に動いた様子を示した図面である。

【0140】

図34を参照すれば、第1帯電体310の表面の一部が第2帯電体340と接触しない。第1帯電体310が第2帯電体340と接触しない領域の近くでは、静電誘導によって、第1電極322の電子が第2電極324に移動する。すなわち、第1電極322及び第2電極324の間で電流が流れる。

30

【0141】

図35は、摺動によって、第2帯電体340が接地ユニット330と接触した様子を示した図面である。

【0142】

図35を参照すれば、第2帯電体340が接地ユニット330と接触し、電荷保存所333と電荷をやり取りすることができる。第2帯電体340は、電荷保存所333と電荷をやり取りすることにより、電荷保存所333と電位が同じになる。例えば、電荷保存所333から第2帯電体340に電子が移動することにより、第2帯電体340の電位は、グラウンド電位と実質的に同じになる。

40

【0143】

図36は、図31ないし図34で示したサイクルが終了し、第2帯電体340がさらに第1帯電体310に接近する様子を示した図面である。

【0144】

図36を参照すれば、図31ないし図35で示したサイクルが終わった後、電氣的な平衡状態において、第1帯電体310の表面は、負電荷に帯電する。また、第1電極322は、正電荷をさらに多く含み、第2電極324は、負電荷をさらに多く含む。

【0145】

図37は、摺動によって、第2帯電体340が第1帯電体310の表面と接触した状態を示した図面である。

【0146】

50

図 37 を参照すれば、第 1 帯電体 310 がすでに帯電している状態であるために、第 1 帯電体 310 及び第 2 帯電体 340 間の電子交換量は、相対的に少なくなる。第 2 帯電体 340 は、第 1 帯電体 310 表面の負電荷の影響を受ける。第 2 帯電体 340 の上面には、正電荷が誘導される一方、第 2 帯電体 340 の下面には、負電荷が誘導される。

【0147】

図 38 は、摺動によって、第 2 帯電体 340 が第 1 帯電体 310 に対して相対的に動いた様子を示した図面である。

【0148】

図 38 を参照すれば、第 1 帯電体 310 の表面の一部が、第 2 帯電体 340 と接触しない。第 1 帯電体 310 が第 2 帯電体 340 と接触しない領域の近くでは、静電誘導によって、第 1 電極 322 の電子が第 2 電極 324 に移動する。図 36 を参照して説明したように、第 2 帯電体 340 の電位が外部電荷保存所 333 によって変更された後、サイクルが始まったために、第 1 電極 322 及び第 2 電極 324 の間に流れる電流の量がさらに多くなる。すなわち、接地ユニット 330 がない場合より、接地ユニット 330 がある場合、第 1 電極 322 及び第 2 電極 324 の間に流れる電流の量がさらに多くなる。

【0149】

図 39 は、摺動によって、第 2 帯電体 340 が接地ユニット 330 と接触した様子を示した図面である。

【0150】

図 39 を参照すれば、第 2 帯電体 340 が接地ユニット 330 と接触し、電荷保存所 333 と電荷をやり取りすることができる。第 2 帯電体 340 は、電荷保存所 333 と電荷をやり取りすることにより、電荷保存所 333 と電位が同じになる。例えば、電荷保存所 333 から第 2 帯電体 340 に電子が移動することにより、第 2 帯電体 340 の電位は、グラウンド電位と実質的に同じになる。第 2 帯電体 340 の電位がグラウンド電位と同じになりながら、第 1 帯電体 310 と、第 1 電極 322 及び第 2 電極 324 との状態が、図 35 で示したところと同じになる。そして、摺動によって、図 36 ないし図 39 を参照して説明したサイクルが反復されることにより、電気エネルギーが反復的に収獲される。また、第 2 帯電体 340 外部の電荷保存所 333 と電荷を交換することによって、摺動サイクルで収獲される電気エネルギー量がさらに多くなる。

【0151】

図 40 は、図 1 ないし図 17 を参照して説明した摩擦電気発電機の第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間に流れる電流、及び接地ユニット 130 で流れる電流それぞれの経時的な変化を示したグラフである。図 40 で上側のグラフは、第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間に流れる電流を示し、下側のグラフは、接地ユニット 130 で流れる電流を示す。

【0152】

図 40 を参照すれば、第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間で流れる電流のグラフは、互いに異なる方向に形成された 2 つのピーク a, c を含む。それは、図 14 で示した第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間での電子の動き方向と、図 15 で示した第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間での電子の動き方向とが互いに異なるからである。また、接地ユニット 130 で流れる電流も、互いに異なる方向に形成された 2 つのピーク b, d を含む。それは、図 14 で示した接地ユニット 130 での電子の動き方向と、図 15 で示した接地ユニット 130 での電子の動き方向とが互いに異なるからである。従って、一実施形態による摩擦電気発電機は、第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間に流れる出力電流が交流電流になる。

【0153】

図 41 は、図 1 ないし図 17 を参照した摩擦電気発電機を利用して、第 1 電極 122 及び第 2 電極 124 の間での出力電流を測定した結果と、摩擦電気発電機から接地ユニット 130 を除去した後、出力電流を測定した結果とを比較したグラフである。

【0154】

図４１において左側グラフは、接地ユニット１３０がない場合、経時的な出力電流の変化を示したグラフであり、右側グラフは、接地ユニット１３０がある場合、経時的な出力電圧の変化を示したグラフである。

【０１５５】

図４２は、図１ないし図１７を参照した摩擦電気発電機を利用して、第１電極１２２及び第２電極１２４間の電圧を測定した結果と、摩擦電気発電機から接地ユニット１３０を除去した後、第１電極１２２及び第２電極１２４間の電圧を測定した結果とを比較したグラフである。

【０１５６】

図４２において左側グラフは、接地ユニット１３０がない場合、経時的な第１電極１２２及び第２電極１２４間の電圧変化を示したグラフであり、右側グラフは、接地ユニット１３０がある場合、第１電極１２２及び第２電極１２４間の電圧変化を示したグラフである。

10

【０１５７】

図４１及び図４２を参照すれば、接地ユニット１３０がない場合、第１電極１２２及び第２電極１２４の間に流れる電流が１．２ｍＡを超えることがなく、第１電極１２２及び第２電極１２４間の電圧は、５０Ｖ前後に過ぎない。

【０１５８】

その一方、接地ユニット１３０を利用した場合、第１電極１２２及び第２電極１２４の間に流れる電流及び電圧の差が増幅される。接地ユニット１３０を介して、電荷保存所１３３と第２帯電体１４０とが互いに電荷をやり取りすることにより、第１電極１２２及び第２電極１２４間の電流及び電圧が増幅される。電流の場合、接地ユニット１３０を除去した場合に比べ、接地ユニット１３０を含めた場合、１０倍近く増加し、電流ピーク値が１ｍＡ以上の値を有することができる。また、電圧の場合、接地ユニット１３０を除去した場合に比べ、接地ユニット１３０を含めた場合、４倍以上増加し、電圧のピーク値が１５０Ｖないし２００Ｖの値を有することができる。

20

【０１５９】

図４３は、例示的な実施形態による摩擦電気発電機の斜視図である。図４４は、図４３で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図であり、図４５は、図４３で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

30

【０１６０】

図４３ないし図４５を参照すれば、一実施形態による摩擦電気発電機は、互いに離隔されるように設けられる第１電極４２２及び第２電極４２４、第１電極４２２の上面に設けられた第１帯電体４１０、摺動によって、第１帯電体４１０と接触することによって、前記第１帯電体４１０と反対極性の電荷に帯電する第２帯電体４４０、及び第１磁性体４６０を含む。また、該摩擦電気発電機は、第２電極４２４と連動するように構成されたものであり、第１磁性体４６０から受ける磁気力によって、第２電極４２４が、前記第２帯電体４４０に対して相対的に動くようにする第２磁性体４７０を含む。

【０１６１】

第２電極４２４に付着した第２磁性体４７０、及び第２帯電体４４０と電荷保存所（charge reservoir）４３３とを断続的に連結する接地ユニット４３０を含む。

40

【０１６２】

第１帯電体４１０及び第１電極４２２、接地ユニット４３０及び第１磁性体４６０は、互いに連動されている。従って、第１帯電体４１０が、第２帯電体４４０及び第２電極４２４に対して相対的に回転すれば、第１電極４２２、接地ユニット４３０、及び第１磁性体４６０また第２帯電体４４０と第２電極４２４とに対して相対的に回転することができる。

【０１６３】

第２帯電体４４０の第１帯電体４１０に対する相対的な回転は、第１帯電体４１０の回転運動、または第２帯電体４４０の回転運動によって起こる。従って、第２帯電体４４０

50

が回転する場合は言うまでもなく、第1帯電体410は、固定されており、第2帯電体440が回転する場合も可能である。また、第1帯電体120及び第2帯電体140がいずれも回転する場合も、可能である。

【0164】

例えば、第1帯電体410が回転する場合、第1電極422、接地ユニット430及び第1磁性体460も、第1帯電体410と連動して共に回転することができる。第1帯電体410、第1電極422、接地ユニット430及び第1磁性体460が連動して動くように、該摩擦電気発電機は、第1電極422が設けられたことにより、第1磁性体460が付着した第1基板10aを含む。接地ユニット430は、回転軸が第1基板10aと連動されている。第1基板10aが回転することにより、第1電極422、第1電極422 10
上面に設けられた第1帯電体410、接地ユニット430、及び第1磁性体460が共に回転することができる。

【0165】

第1基板10aは、回転運動に適するように、円板形状を有することができる。第1電極422、第1帯電体410は、扇形形状を有することができる。図43では、第1電極422と第1帯電体410とが半円板形状である場合を例示的に示したが、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第1電極422と第1帯電体410は、中心角が180°ではない扇形形状を有することもできる。また、第1電極422と第1帯電体410は、扇形ではない放射状に拡張された他の形状を有することもできる。第2帯電体440も、扇形形状または放射状に拡張された他の形状を有することができる。 20

【0166】

前述の例では、第1基板10aと共に、第1帯電体410が回転する場合について説明した。しかし、本発明の実施形態は、それに制限されるものではない。他の例として、第1帯電体410が回転しない場合、第2帯電体440及び第2磁性体470が、第1帯電体410に対して回転することもできる。その場合、第1基板10aは、省略される。第2磁性体470が回転するために、第2磁性体470が付着した第2電極424が共に回転することができる。第2電極424と第2帯電体440は、互いに連動して回転することができる。

【0167】

第2帯電体440が第1帯電体410に対して相対的に回転すれば、摺動により、第1 30
帯電体410と第2帯電体440との表面が断続的に接触する。第2帯電体440と第1帯電体410は、互いに帯電率が異なる物質を含む。従って、第2帯電体440の表面と、第1帯電体410の表面とが摩擦を起こせば、第1帯電体410の表面、及び第2帯電体440の表面は、それぞれ互いに異なる極性の電荷に帯電する。第1帯電体410及び第2帯電体440の帯電電荷の種類は、各帯電体をなす材料に依存し、帯電体をなす材料の摩擦電気シリーズ(triboelectric series)での相対的な位置によって決定される。

【0168】

例えば、第1帯電体410の表面は、第2帯電体440との摩擦によって、負電荷に帯電し、第2帯電体440の表面は、第1帯電体410との摩擦によって、正電荷に帯電する。第2帯電体440は、接地ユニット430と電気的な連結が容易であるように、導電性物質を含む。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au及びスチールのうち少なくとも一つを含む。また、第1帯電体410は、前記導電性物質との摩擦によって、負電荷に帯電しやすいポリテトラフルオロエチレン(テフロン(登録商標))、フッ素化されたエチレンプロピレン(FEP)、ポリ(メチルメタクリレート)(PMMA)、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)、ポリカーボネート(PC)、ポリ塩化ビニル(PVC)、ポリイミド(Kapton(登録商標))、ポリプロピレン(PP)、ポリエチレン(PE)及びポリスチレン(PS)のうち少なくとも一つを含む。第1帯電体410は、PMMA、PET、PEEK、COC、PTFEのような有機ポリマー(organic polymer)を含む。第1帯電体410は、ポリジメチルシロキサン(PDMS)、ORMOCER(登録商標)のような無機ポリマー(inorganic polymer)を含む。前記物質は、例示的なも 40
50

のに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

【0169】

他の例として、第1帯電体410の表面は、第2帯電体440との摩擦によって、正電荷に帯電し、第2帯電体440の表面は、第1帯電体410との摩擦によって、負電荷に帯電する。第2帯電体440は、接地ユニット430と電氣的な連結が容易であるように、導電性物質を含む。前記導電性物質は、摩擦帯電が容易なAl、Cu、Ag、Au及びスチールのうち少なくとも一つを含む。第1帯電体410は、前記導電性物質との摩擦によって、正電荷に帯電しやすいポリホルムアルデヒド、エチルセルロース、ポリアミド、メラミンホルモル (melamine formol)、ウール (wool)、シルク (silk)、マイカ (mica) 及びナイロン (nylon) のうち少なくとも一つを含む。前記物質は、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

10

【0170】

第1帯電体410及び第2帯電体440のうち少なくとも一つは、その表面の帯電特性を調節するために、p型ドーパントまたはn型ドーパントによってドーピングされる。p型ドーパントのソース (source) は、例えば、 NO_2BF_4 、 NOBF_4 、 NO_2SbF_6 などのイオン性液体 (ionic liquid) ; HCl 、 H_2PO_4 、 CH_3COOH 、 H_2SO_4 、 HNO_3 などの酸類化合物 (acidic compound) ; ジクロロジシアノキノン (DDQ)、オキソン (oxone)、ジミリストイルホスファチジルイノシトール (DMPPI)、トリフルオロメタンスルホンイミド (trifluoromethanesulfoneimide) などの有機化合物 (organic compound) などを含む。または、p型ドーパントのソースとして、 HPtCl_4 、 AuCl_3 、 HAuCl_4 、トリフルオロメタンスルホン酸銀 (AgOTf)、 AgNO_3 、 H_2PdCl_6 、 $\text{Pd}(\text{OAc})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{CN})_2$ などを含む。

20

【0171】

n型ドーパントのソースは、例えば、置換もしくは非置換のニコチンアミドの還元物 (a reduction product of a substituted or unsubstituted nicotin amide) ; 置換もしくは非置換のニコチンアミドと化学的に結合された化合物の還元物 (a reduction product of a compound which is chemically bound to a substituted or unsubstituted nicotinamide) ; 及び2以上のピリジニウム誘導体を含み、1以上のピリジニウム誘導体の窒素が還元された化合物 (a compound comprising at least two pyridinium moieties in which a nitrogen atom of at least one of the pyridinium moieties is reduced) を含む。例えば、n型ドーパントのソースは、NMNH (nicotinamide mononucleotide-H)、NADH (nicotinamide adenine dinucleotide-H)、NADPH (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate-H) を含むか、あるいはビオロゲン (viologen) を含む。または、前記n型ドーパントのソースは、ポリエチレンイミン (PEI) などのポリマーを含む。または、n型ドーパントは、K、Liなどのアルカリ金属を含む。一方、以上で言及されたp型ドーパントとn型ドーパント物質は、例示的なものであり、それら以外にも、他の多様な物質がドーパントとして使用される。

30

【0172】

接地ユニット430は、電荷保存所433と電氣的に連結される。接地ユニット430は、金属、セラミックス、ポリマーなどの物質を含む。電荷保存所433は、電位変化が実質的に起こらない地面 (ground)、または後述する導電性部材を含む。接地ユニット430は、第2帯電体440に対して相対的に回転運動することにより、第2帯電体440と断続的に接触することができる。第2帯電体440が接地ユニット430に接触すれば、接地ユニット430を介して、電荷保存所433と第2帯電体440とが電氣的に連結される。第2帯電体440が電荷保存所433と、接地ユニット430を介して連結されれば、第2帯電体440の電位が電荷保存所433の電位と実質的に同じになる。

40

【0173】

第1電極422及び第2電極424は、電気伝導性にすぐれる物質を含む。例えば、第1電極422及び第2電極424は、グラフェン (graphene)、炭素ナノチューブ (CNT)、ITO (indium tin oxide)、金属及び伝導性ポリマーからなるグループのうちか

50

ら選択された少なくとも1つの物質を含む。ここで、該金属は、例えば、A g、A l、C u、A u、N i、C r及びP tからなるグループのうちから選択された少なくとも一つを含んでもよいが、それらに限定されるものではない。第1電極422及び第2電極424は、単層構造または複層構造を有することができる。

【0174】

第2帯電体440が第1帯電体410の表面を摺動すれば、第1電極422及び第2電極424の間に静電誘導現象が生じる。例えば、第2帯電体440と第1帯電体410との接触面積が変わる間、第1電極422と第2電極424との間に、静電誘導現象によって、電荷の動きが生ずる。一実施形態による摩擦電気発電機は、前記静電誘導現象によって、第1電極422と第2電極424との間で発生する電荷の流れから、エネルギーをハーベスティング (harvesting) することができる。

10

【0175】

第2帯電体440が第1帯電体410に対して相対的に回転する間、第2磁性体470は、第1磁性体460に対して相対的に回転することができる。第2磁性体470が第1磁性体460に対して相対的に回転する間、第1磁性体460及び第2磁性体470間の距離が変わる。例示的には、第1磁性体460は、第1基板10aの下面に付着し、第2磁性体470は、第2電極424の上面に付着することができる。しかし、本実施形態は、それらに制限されるものではない。

【0176】

第1磁性体460及び第2磁性体470間の距離が変わることにより、第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力の強度が変わる。第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力の強度に依存し、第2電極424と第2帯電体440とが互いに接触してもよく、接触しなくともよい。

20

【0177】

図43ないし図45では、第1磁性体460と第2磁性体470との距離が近い場合、第2電極424と第2帯電体440とが互いに離隔される場合を示した。その場合、第1磁性体460と第2磁性体470は、互いに対向する面が同じ極性を有することによって、第1磁性体460と第2磁性体470との間に斥力が作用する。前記第1磁性体460及び第2磁性体470間の斥力によって、第2電極424が第2帯電体440から離隔される。

30

【0178】

しかし、本実施形態は、それに制限されるものではない。例えば、第1磁性体460と第2磁性体470は、互いに対向する面が互いに異なる極性を有することによって、第1磁性体460と第2磁性体470との間に引力が作用することができる。その場合、第1磁性体460と第2磁性体470とが近くなれば、第1磁性体460及び第2磁性体470間の引力によって、第2電極424と第2帯電体440とが接触する。そして、第1磁性体460と第2磁性体470とが遠くなれば、第2電極424は、第2帯電体440から遠くなる。例えば、第2電極424と第2帯電体440との間には、弾性部材が設けられてもよい。前記弾性部材の弾性力によって、第1磁性体460と第2磁性体470とが遠くなれば、第2電極424は、第2帯電体440から離隔される。

40

【0179】

以下では、図43ないし図45を参照して説明した摩擦電気発電機が、エネルギーを収穫する原理について説明する。以下の図面において、電荷の表示は、例示的なものに過ぎず、実際の電荷流れは、摩擦電気発電機の多様な実施形態によって異なる。

【0180】

図46は、摺動によって、第1帯電体410と第2帯電体440とが接触した状態を示した図面である。図47は、図46で示した摩擦電気発電機を、側面から見た側面図であり、図48は、図46で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【0181】

図46ないし図48を参照すれば、第1帯電体410が第2帯電体440に対して、相

50

対的に回転することによって、第1帯電体410の表面と、第2帯電体440の表面とが接触する。第2帯電体440が第1帯電体410の表面を摺動すれば、摩擦帯電効果が生じる。例えば、第2帯電体440と第1帯電体410とが互いに接触すれば、第1帯電体410の表面、及び第2帯電体440の表面は、それぞれ反対極性の極性電荷に帯電する。

【0182】

図47では、例示的に、第2帯電体440と第1帯電体410との摩擦によって、第2帯電体440表面の電子が、第1帯電体410表面に移動した例を示した。電子の移動によって、第2帯電体440が正電荷帯電体になり、第1帯電体410が負電荷帯電体になる。しかし、それは、例示的なものに過ぎず、反対の場合も可能である。例えば、第1帯電体410表面の電子が、第2帯電体440表面に移動することによって、第1帯電体410が正電荷帯電体になり、第2帯電体440が負電荷帯電体にもなる。

10

【0183】

図48を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470とが、図45で示したところより互いに遠くなる。図48を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470との距離が遠くなることにより、第2電極424と第2帯電体440との間隔d1が、図44で示したところよりさらに狭くなる。

【0184】

図49は、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。図50は、図49で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図であり、図51は、図49で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

20

【0185】

図49ないし図51を参照すれば、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的に回転しながら、第1帯電体410及び第2帯電体440の接触面積がさらに広がる。接地ユニット430は、第1帯電体410と共に回転し、第2帯電体440と接触する。接地ユニット430の端部は、第2帯電体440の端と接触する。接地ユニット430が第2帯電体440と接触すれば、第2帯電体440と電荷保存所433とが電氣的に連結される。第2帯電体440は、電荷保存所433と電荷をやり取りすることができる。例えば、第2帯電体440は、電荷保存所433から電子を供給される。第2帯電体440が電荷保存所433から電子を供給されれば、第2帯電体440の電位がグラウンド電位と実質的に同じになる。

30

【0186】

第2帯電体440に電子が供給され、第2帯電体の電位が変われば、第1電極422及び第2電極424に静電誘導現象が生じる。例えば、第1電極422から第2電極424に電子が移動し、第1電極422及び第2電極424の間に電流が流れる。第1電極422及び第2電極424の間に電流が流れれば、第1電極422及び第2電極424の間に連結された負荷30aから電気エネルギーを収穫することができる。静電誘導現象によって、第1電極422は、正電荷をさらに多く含み、第2電極424は、負電荷をさらに多く含む。第2帯電体440が、接地ユニット430を介して、電荷保存所433と電荷を交換することにより、第1電極及び第2電極424の間に流れる電流の量が増幅される。

40

【0187】

図51を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470との距離が、図48で示したところよりさらに遠くなる。第1磁性体460と第2磁性体470との距離が遠くなることによって、第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力が弱くなる。図50を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力が弱くなりながら、第2電極424と第2帯電体440との間隔d1がさらに近くなる。

【0188】

図52は、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。図53は、図52で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図であり、図54は、図52で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

50

【0189】

図52ないし図54を参照すれば、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的に回転することにより、第1帯電体410と第2帯電体440との接触面積が最大になる。第1帯電体410と第2帯電体440との接触面積が増大することにより、第1帯電体410の表面にさらに多くの負電荷が誘導される。第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的に回転する間、接地ユニット430の端部は、第2帯電体440の端を摺動することができる。電荷保存所433から第2帯電体440に電子が移動することにより、第2帯電体440の電位が電荷保存所433の電位と同じになる。

【0190】

第1帯電体410の表面にさらに多くの負電荷が誘導されながら、第1電極422及び第2電極424の間に静電誘導現象が生じる。例えば、第1電極422から第2電極424に電子が移動する。従って、第1電極422は、正電荷を負電荷よりさらに多く含む。

10

【0191】

図54を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470との距離が図51で示したところよりさらに遠くなる。第1磁性体460と第2磁性体470との距離が遠くなるによって、第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力が弱くなる。図52を参照すれば、第1磁性体460と第2磁性体470との間に作用する磁気力が弱くなりながら、第2電極424と第2帯電体440とが互いに接触する。

【0192】

第2電極424が第2帯電体440と接触すれば、第2電極424は、第2帯電体440及び接地ユニット430を介して、電荷保存所433と電氣的に連結される。第2電極424は、電荷保存所433と電荷をやり取りすることができる。第2電極424の電位は、電荷保存所433の電位と同じになる。例示的には、第2電極424の電位は、グラウンド電位と実質的に同じになる。

20

【0193】

第1電極422及び第2電極424間の静電誘導現象によって、第1電極422から第2電極424に電子が移動する。第1電極422から第2電極424に電子が移動する量ほど、第2電極424から電荷保存所433に電子が移動する。従って、第2電極424は、電氣的に中性状態を維持することができる。第2電極424が電氣的に中性になるによって、第1電極422及び第2電極424の間に流れる電流の量が増幅される。

30

【0194】

図55は、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的にさらに回転した状態を示した図面である。図56は、図55で示した摩擦電気発電機を側面から見た側面図であり、図57は、図55で示した摩擦電気発電機を上面から見た上面図である。

【0195】

図55ないし図57を参照すれば、第1帯電体410が第2帯電体440に対して相対的に回転することにより、第1帯電体410と第2帯電体440との接触面積が狭まる。また、図57に図示されているように、第1磁性体460と第2磁性体470との距離が増大しながら、第2電極424と第2帯電体440とがさらに分離される。図57に図示されているように、接地ユニット430の端部は、第2帯電体440と分離する直前状態となる。

40

【0196】

図55ないし図57で示した状態から、第1帯電体410がさらに回転すれば、図43ないし図45で示した初期位置に戻る。第1帯電体410が初期位置に戻れば、電氣的平衡によって電荷の動きは、ほぼなくなる。

【0197】

図46ないし図57を参照して説明したサイクルが終了してから、図43ないし図45で示したところと異なるように、第1帯電体410は、負に帯電した状態を維持することができる。第1帯電体410と第2帯電体440との相対的な回転運動が続けば、第1帯電体410が負に帯電した状態において、図46ないし図57を参照して説明した過程が

50

反復される。サイクルが反復される間、静電誘導によって、第1電極422及び第2電極424の間で電流が流れる。第2帯電体440が接地ユニット430と断続的に接触することによって、電荷保存所433と第2帯電体440との間に電荷交換が起こる。電荷保存所433と第2帯電体440との間に起こる電荷交換により、第1電極422及び第2電極424の間に流れる電流の量が増幅される。

【0198】

図58は、図44で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。図58の実施形態についての説明にあたり、図43ないし図57と重複する内容は省略する。

【0199】

図58を参照すれば、第2帯電体440と接触する第1帯電体410の接触面S1と、第1帯電体410と接触する第2帯電体440の接触面S2とのうち少なくとも一つには、複数の突起部が形成されている。前記複数の突起部は、ナノピラミッド、ナノワイヤ、ナノボール(ball)、ナノロッド(rod)などを含む。第1帯電体410の接触面S1と、第2帯電体440の接触面S2とのうち少なくとも一つに、複数の突起部が形成されることにより、第1帯電体410と第2帯電体440とが接触したとき、第1帯電体410の接触面S1、及び第2帯電体440の接触面S2それぞれに誘導される帯電電荷の量がさらに多くなる。

【0200】

図59は、図44で示した摩擦電気発電機の変形例を示した図面である。

【0201】

図59を参照すれば、電荷保存所433aは、導電性部材を含む。図59では、導電性部材の形状を板として示したが、それは、例示的なものに過ぎず、本実施形態は、それに制限されるものではない。電荷保存所433aは、電氣的容量が大きい導電性部材でもある。電荷保存所433aが接地ユニット430を介して、第2帯電体440と連結されれば、電荷保存所433aは、第2帯電体440と電荷をやり取りすることができる。電荷保存所433aは、第2帯電体440と電荷をやり取りすることにより、第2帯電体440と電位が同じになる。例示的には、電荷保存所433aの電位は、グラウンド(ground)電位と実質的に同一である。

【0202】

以上、図1ないし図59を参照し、一実施形態による摩擦電気発電機について説明した。一実施形態によれば、摺動によって、第1帯電体及び第2帯電体が互いに接触し、第1帯電体及び第2帯電体が互いに異なる極性の電荷に帯電する。また、第1帯電体及び第2帯電体間の相対的な運動によって、第1電極及び第2電極の間に電流が流れる。前記電極らの間に流れる電流から、電気エネルギーが収獲される。また、接地ユニットと断続的な接触を介して、第2帯電体または第2電極の電位が変更されることにより、第1電極及び第2電極の間に流れる電流の量を増幅させることができる。

【0203】

以上で説明した摩擦電気発電機は、スマートウォッチ、携帯電話、ラジオ、バイオセンサ、位置センサ、体温センサ、血圧センサなどに含まれ、電力供給手段としても使用される。該摩擦電気発電機は、腕や足のよう、人体で常に動く部位に着用されるモバイル機器に内蔵され、前記腕や足の動きによる運動エネルギーを電気エネルギーに転換することができる。それ以外にも、該摩擦電気発電機は、機械装置に装着され、機械装置の振動を電気エネルギーに転換することができ、また摩擦電気発電機は、風、圧力、音、流体の流れなどによって発生する振動を利用して、電氣的エネルギーを発生させることもできる。

【0204】

以上、本発明について、その望ましい実施形態を中心に説明した。本発明が属する技術分野で当業者であるならば、本発明が、本発明の本質的な特性から外れない範囲で変形された形態に具現されるということを理解することができるであろう。従って、開示された実施形態は、限定的な観点ではなく、説明的な観点から考慮されなければならない。本発明の範囲は、前述の説明ではなく、特許請求も範囲に示されており、それと同等な範囲内

10

20

30

40

50

にある全ての差異は、本発明に含まれたものであると解釈されなければならないのである。

【産業上の利用可能性】

【0205】

本発明の摩擦電気発電機は、例えば、環境発電関連の技術分野に効果的に適用可能である。

【符号の説明】

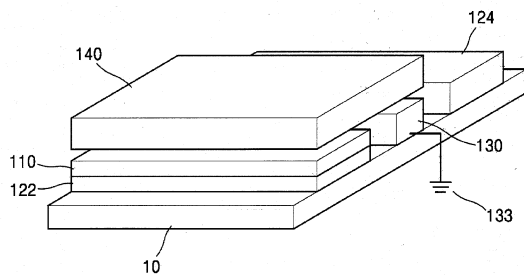
【0206】

10	第1基板	
110, 210, 310	第1帯電体	
122, 222, 322	第1電極	
124, 224, 324	第2電極	
130, 230, 330	接地ユニット	
133	電荷保存所	
140, 240, 340	第2帯電体	

10

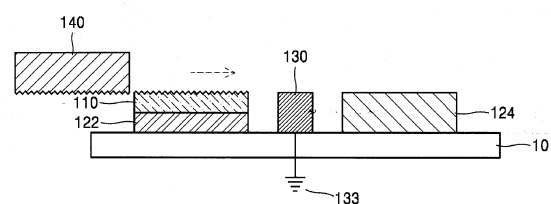
【図1】

【図1】



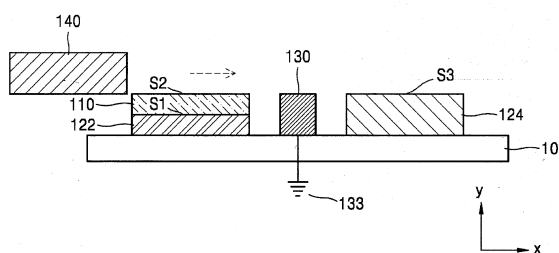
【図3】

【図3】



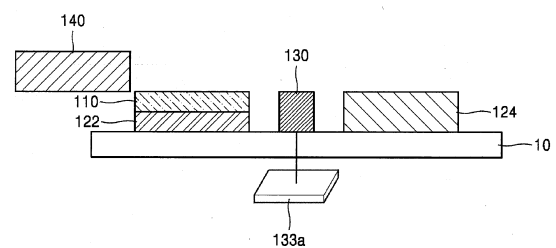
【図2】

【図2】



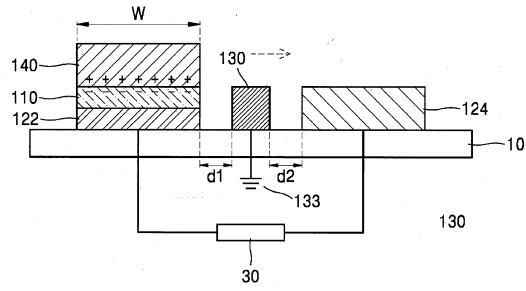
【図4】

【図4】



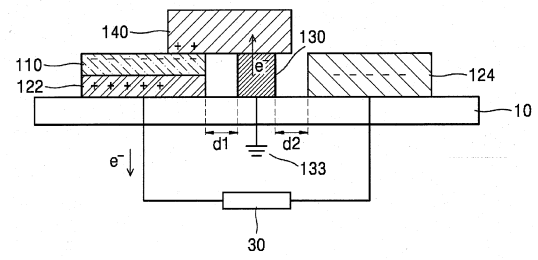
【図 5】

【図 5】



【図 7】

【図 7】

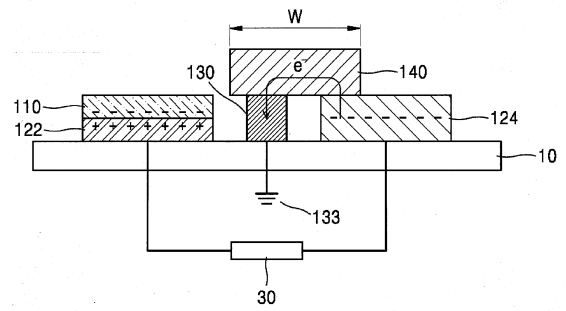
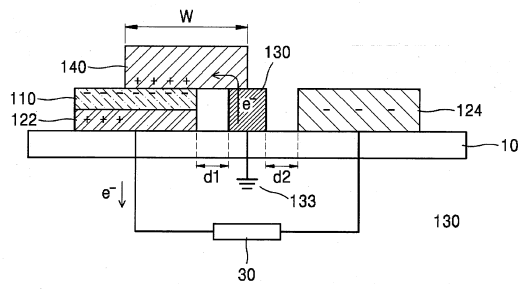


【図 6】

【図 8】

【図 6】

【図 8】

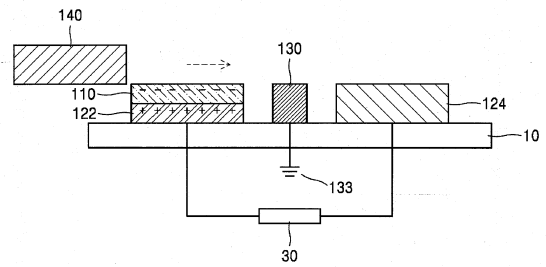
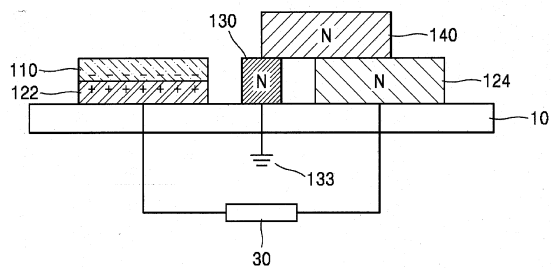


【図 9】

【図 11】

【図 9】

【図 11】

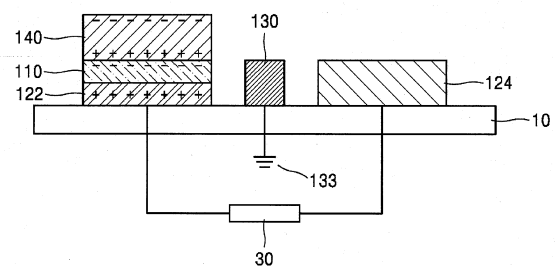
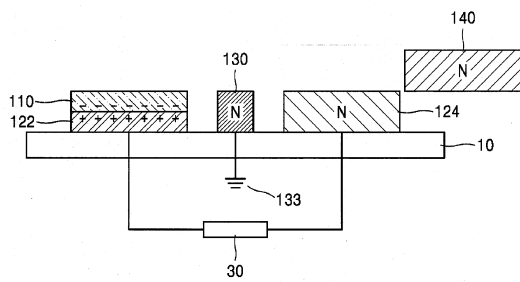


【図 10】

【図 12】

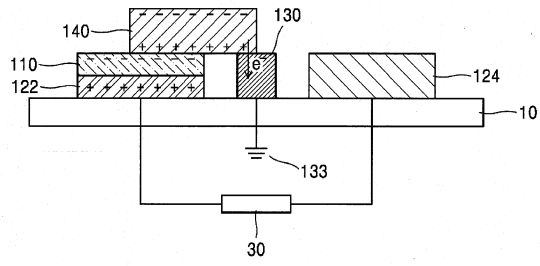
【図 10】

【図 12】



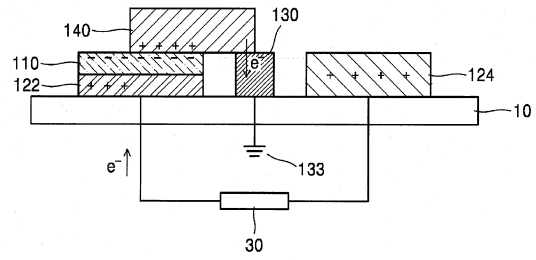
【図 13】

【図 13】



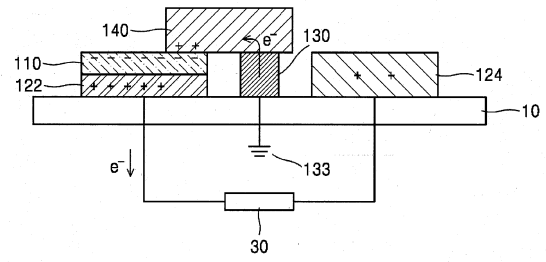
【図 14】

【図 14】



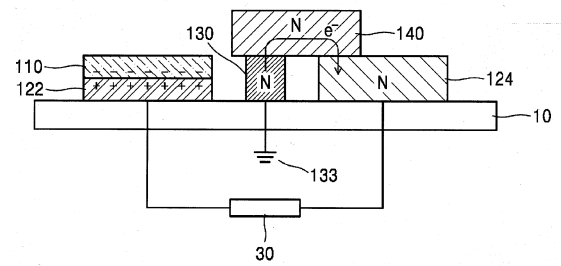
【図 15】

【図 15】



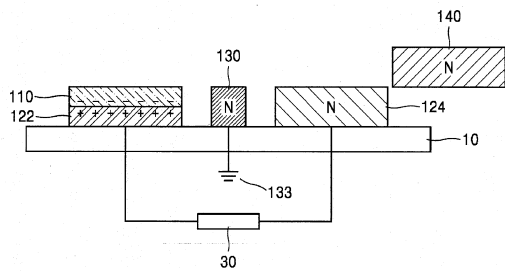
【図 16】

【図 16】



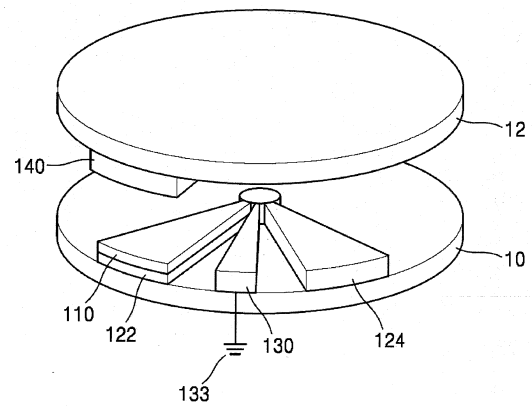
【図 17】

【図 17】



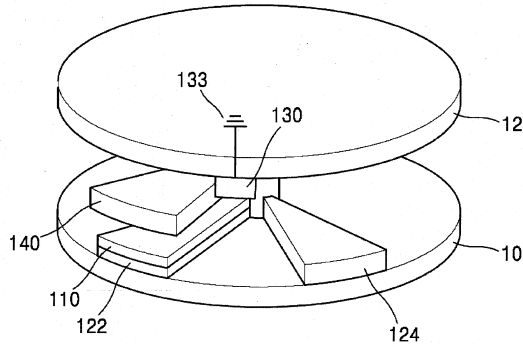
【図 18】

【図 18】



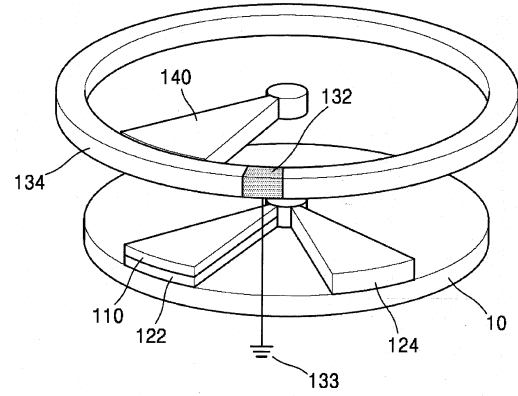
【図 19】

【図 19】



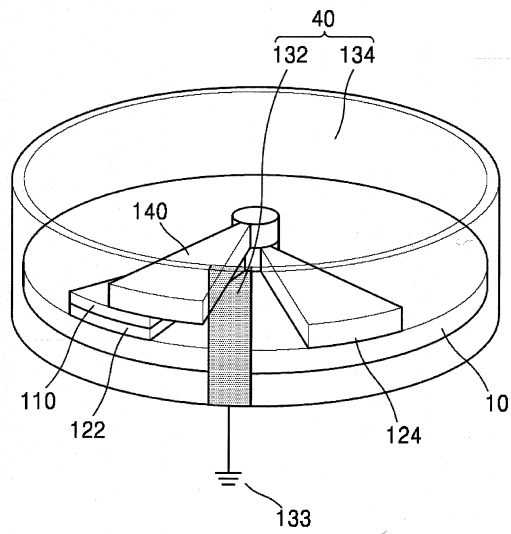
【図 20】

【図 20】



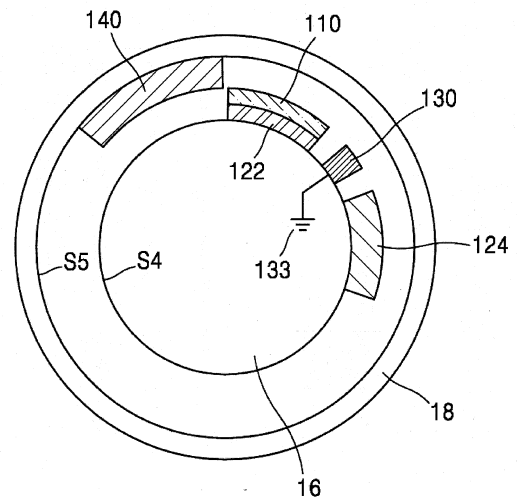
【図 21】

【図 21】



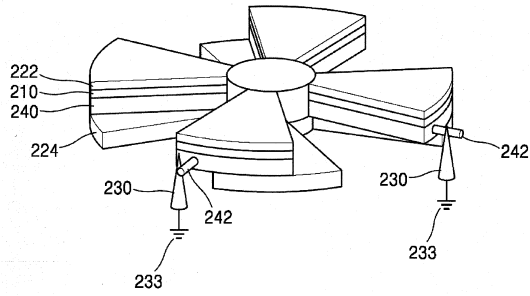
【図 22】

【図 22】



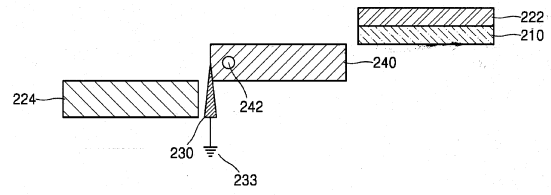
【図 2 3】

【図 2 3】



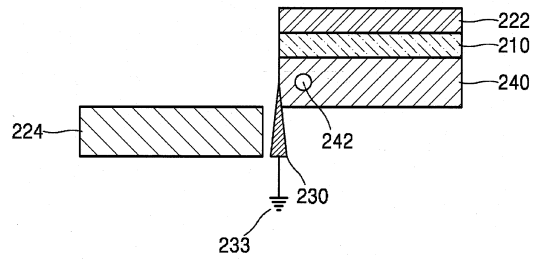
【図 2 4】

【図 2 4】



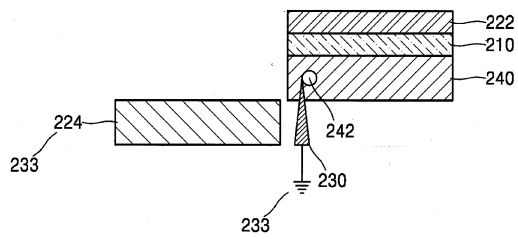
【図 2 5】

【図 2 5】



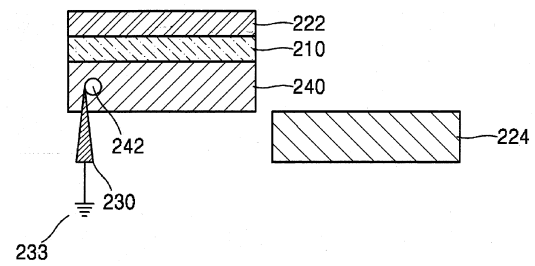
【図 2 6】

【図 2 6】



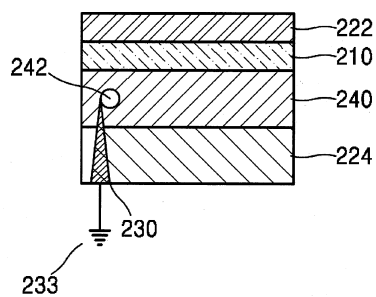
【図 2 8】

【図 2 8】



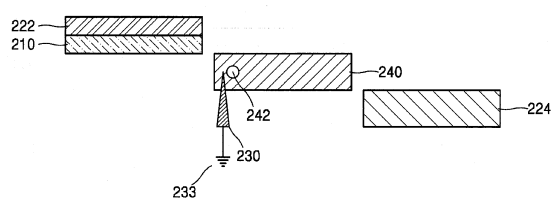
【図 2 7】

【図 2 7】



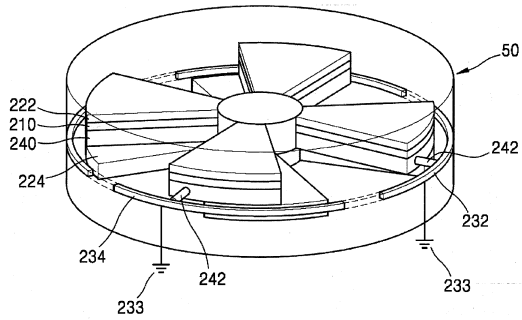
【図 2 9】

【図 2 9】



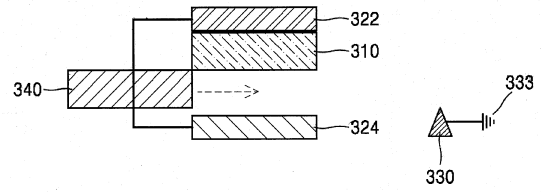
【図 30】

【図 30】



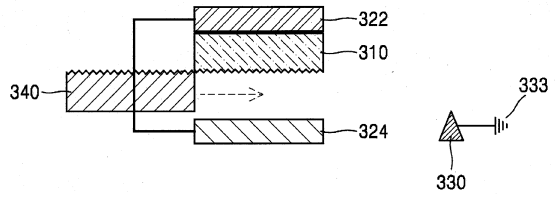
【図 31】

【図 31】



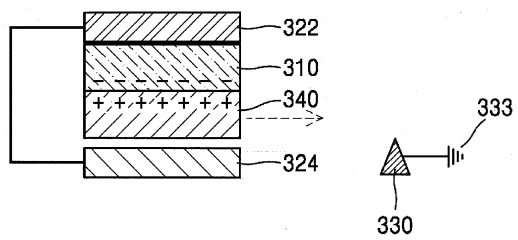
【図 32】

【図 32】



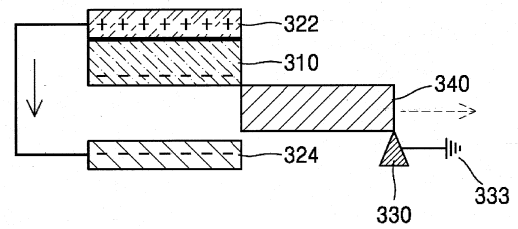
【図 33】

【図 33】



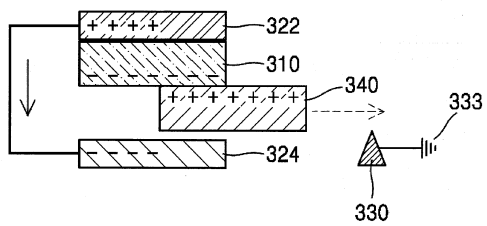
【図 35】

【図 35】



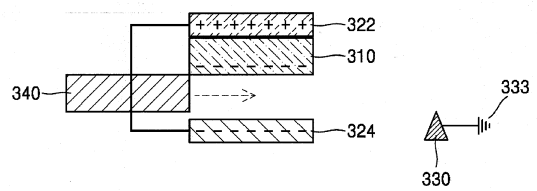
【図 34】

【図 34】



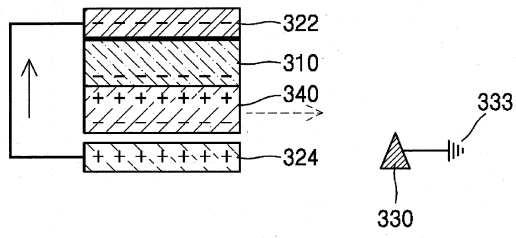
【図 36】

【図 36】



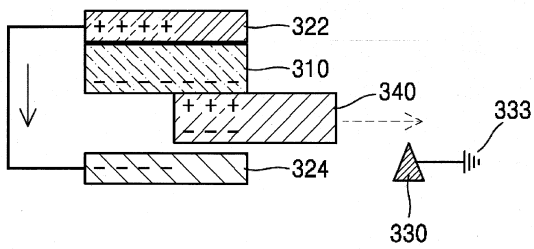
【図 3 7】

【図 3 7】



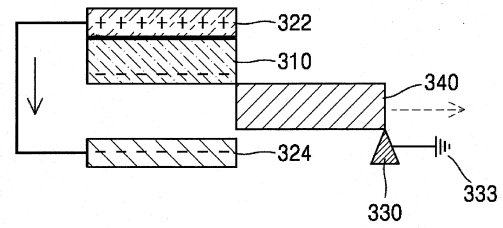
【図 3 8】

【図 3 8】

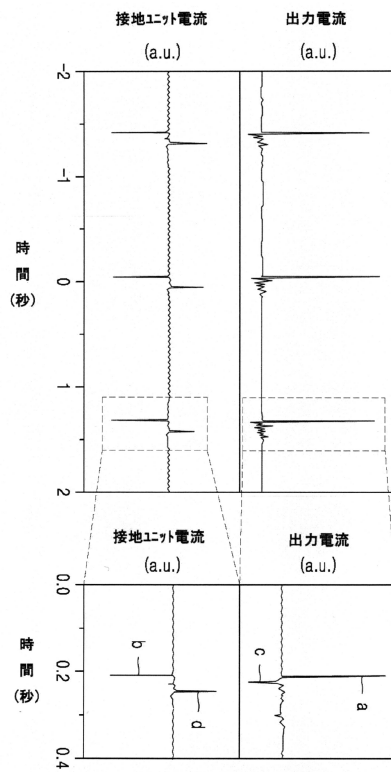


【図 3 9】

【図 3 9】

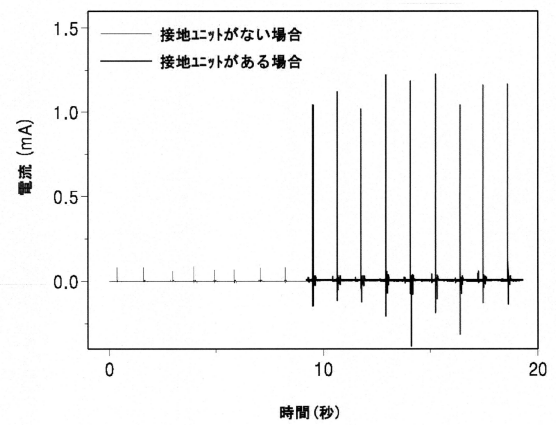


【図 4 0】



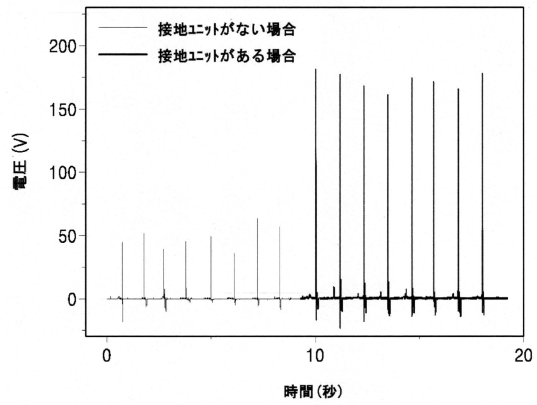
【図 4 1】

【図 4 1】



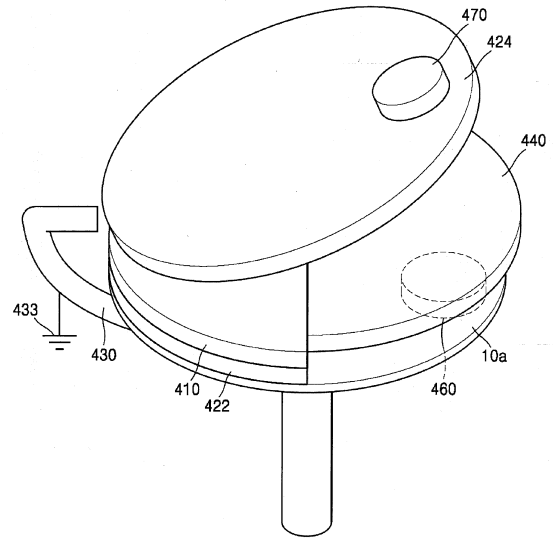
【図 4 2】

【図 4 2】



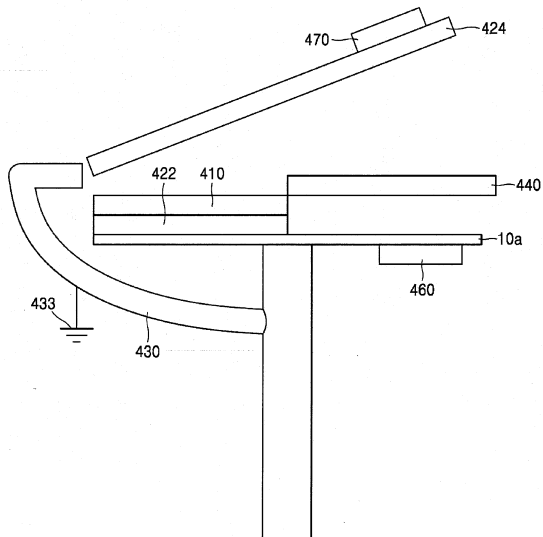
【図 4 3】

【図 4 3】



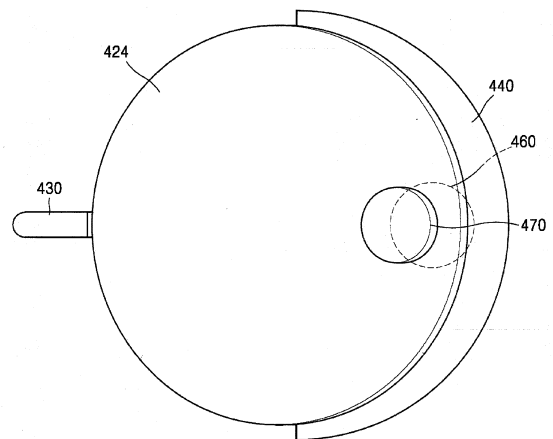
【図 4 4】

【図 4 4】



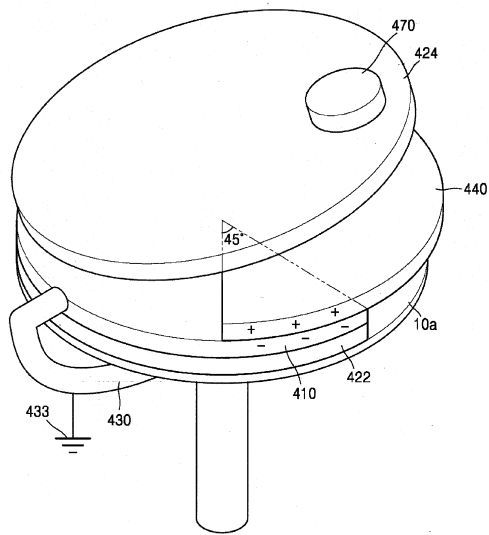
【図 4 5】

【図 4 5】



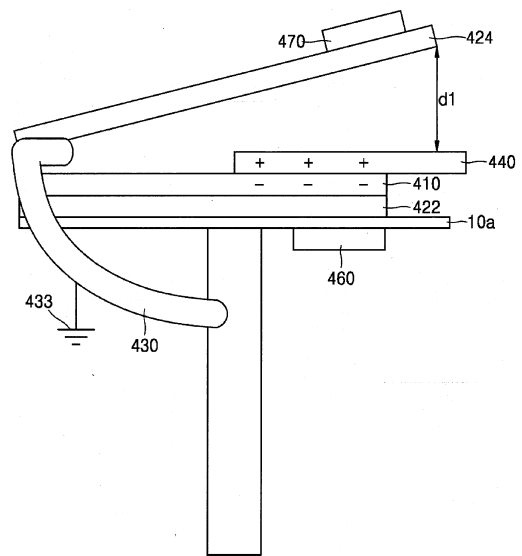
【図 4 6】

【図 4 6】



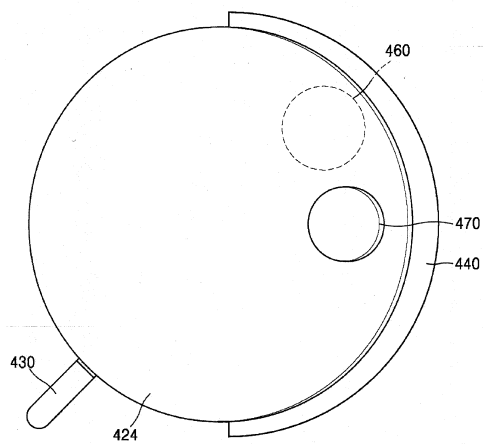
【図 4 7】

【図 4 7】



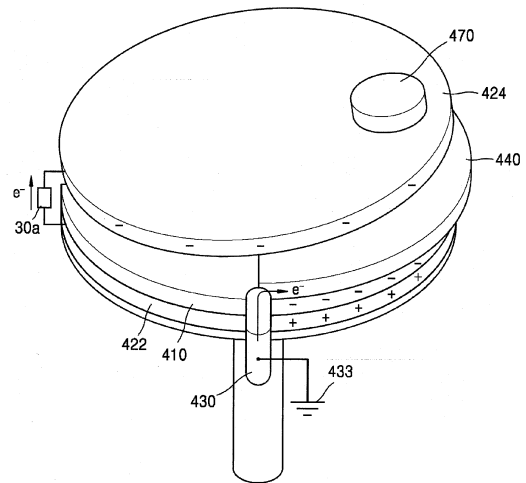
【図 4 8】

【図 4 8】



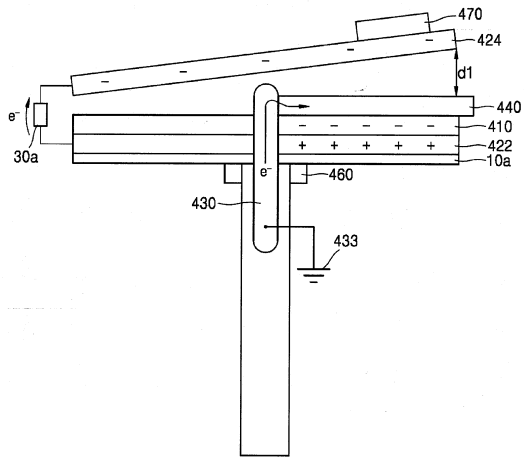
【図 4 9】

【図 4 9】



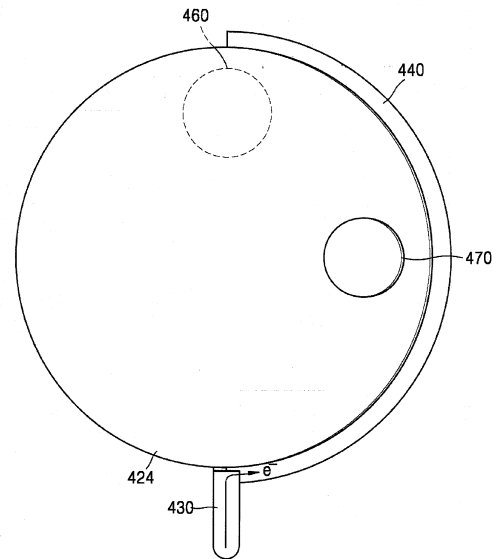
【図 5 0】

【図 5 0】



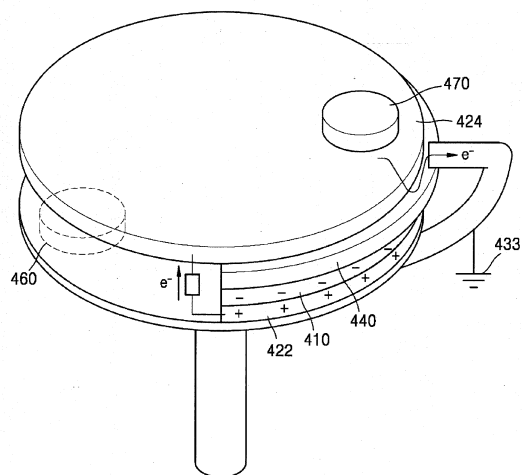
【図 5 1】

【図 5 1】



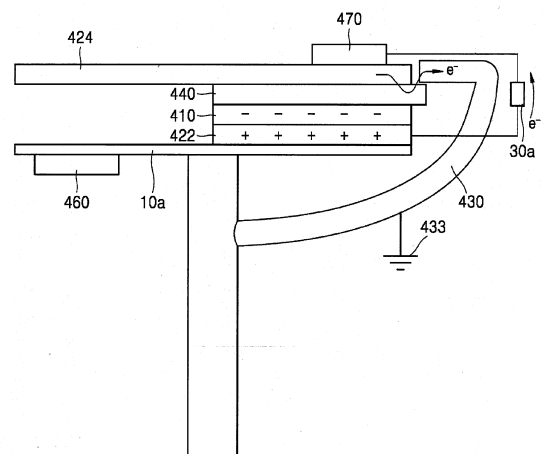
【図 5 2】

【図 5 2】



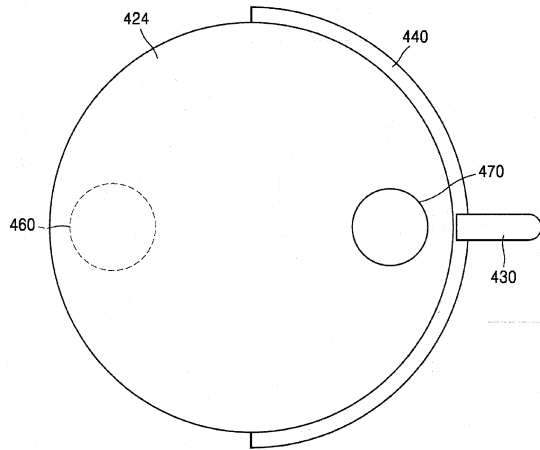
【図 5 3】

【図 5 3】



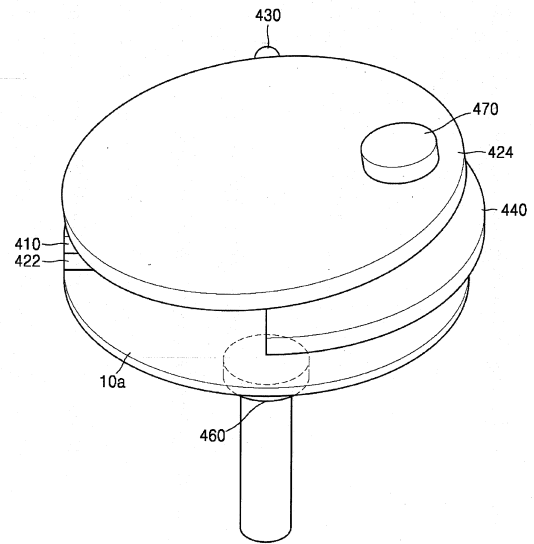
【図 5 4】

【図 5 4】



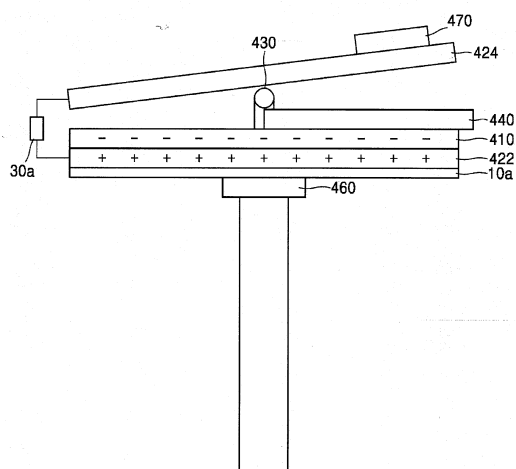
【図 5 5】

【図 5 5】



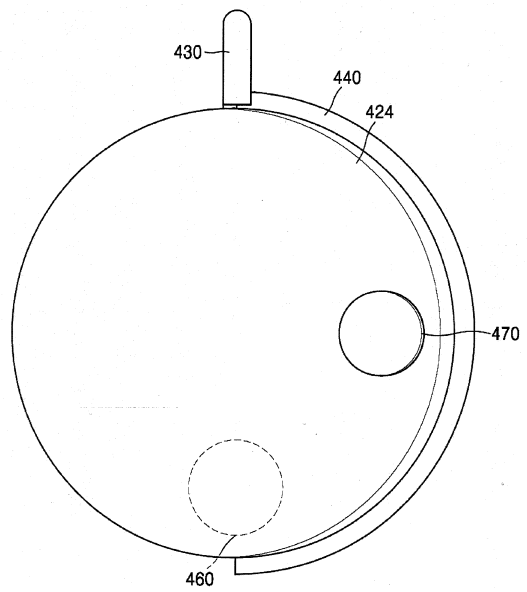
【図 5 6】

【図 5 6】



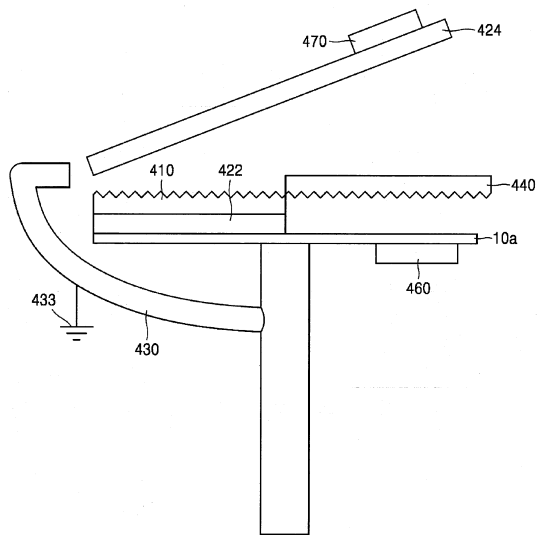
【図 5 7】

【図 5 7】



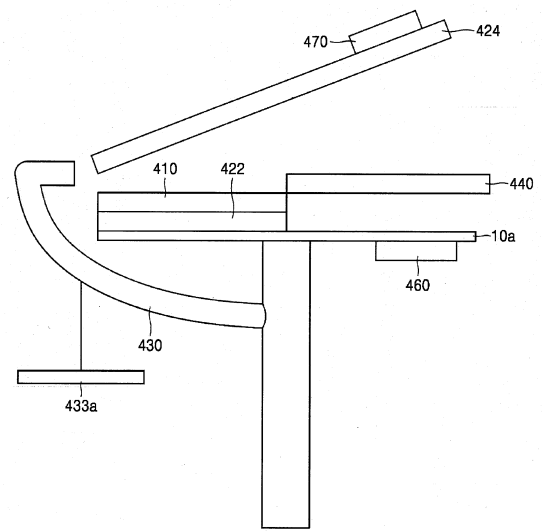
【図 5 8】

【図 5 8】



【図 5 9】

【図 5 9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100110364
弁理士 実広 信哉
- (74)代理人 100154922
弁理士 崔 允辰
- (74)代理人 100140534
弁理士 木内 敬二
- (72)発明者 卞 卿▲ウン▼
大韓民国京畿道水原市靈通區三星路130 三星綜合技術院内
- (72)発明者 金 在瑛
大韓民国京畿道水原市靈通區三星路130 三星綜合技術院内
- (72)発明者 薛 ▲ミン▼洙
大韓民国京畿道水原市靈通區三星路130 三星綜合技術院内
- (72)発明者 申 鉉振
大韓民国京畿道水原市靈通區三星路130 三星綜合技術院内
- (72)発明者 白 正民
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内
- (72)発明者 梁 宇正
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内
- (72)発明者 ▲イエ▼ 秉旭
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内
- (72)発明者 李 在元
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内
- (72)発明者 李 鎮杓
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内
- (72)発明者 金 京男
大韓民国44919蔚山廣域市蔚州郡彦陽邑ユニストギル50 蔚山科學技術院内

審査官 若林 治男

- (56)参考文献 特開2013-085437 (JP, A)
中国特許出願公開第103825489 (CN, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02N 1/04