

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5418485号  
(P5418485)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl.  
H02K 35/02 (2006.01)

F I  
H02K 35/02

請求項の数 6 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2010-273890 (P2010-273890)	(73) 特許権者	000107804 スミダコーポレーション株式会社 東京都中央区日本橋蛸殻町一丁目39番5号水天宮北辰ビル
(22) 出願日	平成22年12月8日(2010.12.8)	(74) 代理人	110000925 特許業務法人信友国際特許事務所
(62) 分割の表示	特願2005-116520 (P2005-116520)の分割	(72) 発明者	林崎 伸一 東京都中央区日本橋3丁目12番2号 スミダ電機株式会社内
原出願日	平成17年4月14日(2005.4.14)	(72) 発明者	富川 義明 東京都中央区日本橋3丁目12番2号 スミダ電機株式会社内
(65) 公開番号	特開2011-50245 (P2011-50245A)	審査官	服部 俊樹
(43) 公開日	平成23年3月10日(2011.3.10)		
審査請求日	平成22年12月8日(2010.12.8)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動発電機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

筒状に形成される筒状部及びスペーサーを一体化し、非磁性体からなるケースと、前記ケースの外周に形成された前記スペーサーにより隔離されて配置され、かつ、交互に巻き方向が逆になるように前記スペーサーに巻回される複数のコイルと、前記ケースの長さ方向に着磁され、前記ケースの内部に同極を対向して移動可能に配置され、筒状に形成される複数の磁石と、前記複数の磁石の穴部に挿入され、前記複数の磁石を一体化する締結部材と、前記ケースの両端に設けられた蓋部材と、前記蓋部材に設けられた緩衝部材と、を備え、  
前記複数のコイルの一つの長さが前記複数の磁石の少なくとも一つの長さの70%~90%であることを特徴とする

振動発電機。

【請求項2】

前記締結部材の材質は、非磁性体であることを特徴とする請求項1に記載の振動発電機。

【請求項3】

前記締結部材の材質は、樹脂であることを特徴とする請求項2に記載の振動発電機。

【請求項4】

前記締結部材の材質は、金属であることを特徴とする  
請求項 2 に記載の振動発電機。

【請求項 5】

前記締結部材は、前記複数の磁石の穴部の内径より大きな外径で形成される二つの端部を有し、

前記二つの端部は、前記複数の磁石を両端から挟んで固定することを特徴とする  
請求項 2 に記載の振動発電機。

【請求項 6】

前記締結部材は、前記二つの端部を連結する芯部を有し、この芯部の外径が前記複数の磁石の穴部の内径と略同寸法であることを特徴とする

請求項 5 に記載の振動発電機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動する一体化した複数の永久磁石を複数のコイルの中で振動または移動することにより、発電電圧、発電効率を高めた小型携帯、移動型の電子機器用の振動発電機に関するものである。

【背景技術】

【0002】

非常用の携帯ラジオ等においては、充電可能なバッテリーと手回し式の発電機を内蔵した携帯ラジオが一般に市販されている。また、非常用の懐中電灯等では永久磁石をコイル内で振動させて誘導電流を発生させ、コンデンサーに充電する振動発電機が利用されている。また、前記永久磁石をコイル内で振動させて発電する別の例として、複数の永久磁石を直列に配列した構造からなり、前記直列に配列された個々の永久磁石は、同極同士が対向するように配置した振動発電機がある。

【0003】

前記のような手回し式の発電機においては、発電機本体の回転部の軸受けや本体以外では発電機を回すためのハンドルや歯車等の部材も必要となり、大型化したり、部品が多くなり、手回しの負荷が大きいという課題が生じるものであった。

【0004】

この改善策として、人が持ち歩くことによる振動や衝撃等を用いて発電を行なう携帯発電機が従来から開発されている。その一例として、永久磁石をコイル内で振動させて誘導電流を発生させ、コンデンサーに充電し、LEDを点灯させる非常用の懐中電灯等に利用される振動発電機がある（例えば、特許文献 1）。

【0005】

特許文献 1 の図 1 に示されている振動発電機の断面図を書き写した図を図 8 に示す。このような従来の振動発電機は、図 8 に示すように、固定磁石 15、16 と互いに同極性となるように配置された 1 個の可動磁石 10 を一種の磁気パネと、前記可動磁石 10 の外周に配置した 1 個のコイル 20 の中で振動させて発電している。しかし、発電に寄与する磁石、コイルともに 1 個の構成のため、発電効率が悪いことと、発生電圧が低いため小型化が困難だけでなく、磁力を確保するために、体積の大きな希土類磁石を使用する必要があり、コスト的にも、重量的にも問題があった。

【0006】

従来の振動発電機の別の例として、複数の永久磁石を直列に配列し、前記直列に配列した複数の永久磁石の外周に複数のコイルを配置した構造からなり、前記直列に配列された個々の永久磁石は、同極同士が対向している振動発電機がある（例えば、特許文献 2）。

【0007】

特許文献 2 の図 2、図 6 および段落 0007 によれば、直列に配列した複数の永久磁石は、機械的に拘束して一体化したのではなく、反発によって相互の距離を保つ構成となっている。特許文献 2 の発明は一見本発明と類似の構成であるが、磁束分布が本発明とは

10

20

30

40

50

まったく異なる。実際の磁石の磁気分布には不均一性があり、同極同士を対向させると磁氣的に非常に不安定である。従って、特許文献2の発明は機械的に拘束して一体化していないため、反発力が不均一となり、個々の磁石の中心軸が一致することはなく、現実的には磁気パネの中で自由に振動するのは困難である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2002-281727号公報

【特許文献2】特開2005-033917号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

解決しようとする問題点は発電のための負荷が少なく、発生電圧が高い高出力、高効率の小型携帯発電機の構成が困難であるという点である。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、筒状に形成される筒状部及びスペーサーを一体化し、非磁性体からなるケースと、ケースの外周に形成されたスペーサーにより隔離されて配置され、かつ、交互に巻き方向が逆になるようにスペーサーに巻回される複数のコイルと、ケースの長さ方向に着磁され、ケースの内部に同極を対向して移動可能に配置され、筒状に形成される複数の磁石と、複数の磁石の穴部に挿入され、複数の磁石を一体化する締結部材と、ケースの両端に設けられた蓋部材と、蓋部材に設けられた緩衝部材と、を備え、複数のコイルの一つの長さが複数の磁石の少なくとも一つの長さの70%~90%であることを特徴としている。

20

【0011】

この構成を採用することによって、複数個の急峻な磁束密度の変化の磁場を発生させ、複数のコイルに磁場の変化を繰り返し与えることにより、あたかも高効率の複数の発電機を直列接続したような効果を発揮するために、磁石の移動に大きな力を必要としないので、携帯可能な小型で、短い移動距離で高電圧、高効率の発電が可能である。

【0012】

30

各々のコイルの長さは図4、図7に示す同極対向磁石の磁場解析による磁束密度計算結果のグラフより、逆極性の磁束密度分布領域の大きな部分が同一コイル内に入らないような位置関係にするために、各々のコイルの長さは磁石単体の長さ以下にする必要があり、さらに、実施例1で詳述する図9に示すコイル幅/磁石長さ<sup>と</sup>充電電圧の実験結果のグラフより、各々のコイルの長さは個別磁石の長さの70%~90%にすることを特徴としている。このため、発電効率(充電電圧)が高くなる。最適値は約80%である。

【0013】

図4、図7に示す同極対向磁石の磁場解析による磁束密度計算結果のグラフより、同極同士の磁石間距離を短くすると磁束密度のピーク値は高くなるが磁石間の領域が狭くなるので、総磁束が減少し、逆に磁石間距離を十分に長くすると磁石間の領域が広がるがピーク値が低くなり、中央部がへこむ状態になり、やはり総磁束が減少する。従って、同極同士の磁石間距離にも適値が存在することがわかる。

40

【0014】

前記同極同士の磁石間距離の適値を実施例1で詳述する図10磁石間距離/磁石長さ<sup>と</sup>充電電圧の実験結果を示すグラフより、対向する永久磁石間の距離は磁石単体の長さの10%~40%にすることを特徴としている。このため、発電効率(充電電圧)が高くなる。最適値は約25%である。

【0015】

図7に示す同極対向磁石の磁石、コイルの位置関係と磁場解析による磁束密度計算結果のグラフより明らかのように、磁石の長さ、磁石間距離、コイル長さの関係からコイル間

50

距離は計算されるが、コイル間距離にも適値が存在し、実施例1で詳述する図11磁石間距離/磁石長さとの実験結果を示すグラフより、各々のコイル間の距離は個別磁石の長さの10%~30%にすることを特徴としている。このため、発電効率(充電電圧)が高くなる。最適値は約20%である。

【0016】

前述のように磁石の長さとの磁石間距離とコイル長さが決まるとコイル間距離は計算されるが、計算された結果が最適値近傍よりずれた場合は、磁石の長さとの磁石間距離とコイル長さとのコイル間距離が最適値近傍になるように再設計する必要がある。

【0017】

図2に示す本発明の実用構成図より明らかなように、可動磁石ユニット10が移動可能範囲で少なくとも1個以上の可動磁石の外周にコイルがあれば発電するので、コイルの個数は可動磁石の個数より多いほうが良い。また、製品コストと出力から見れば、磁石はコイルに比して高価であり、さらに小型化する場合は希土類磁石を使用することになるため、磁石の個数を少なくし、コイルの個数を多くするほうが経済的な構成で出力電圧が高くなる。

10

【0018】

従って、コイルの個数は磁石数と同じか磁石数+1個以上にすることを特徴としている。このような構成にすることにより出力電圧が高く、経済的効果が得られるというメリットがある。

【0019】

前記同極同士の磁石を微小距離まで接近させると大きな反発力が生じ、磁石間距離を一定に保持すること、および組み立てが難しい。従って、図2に示す本発明は、永久磁石が円筒状であり、円筒磁石と内外径同一寸度の薄い円筒状の非磁性磁石用スペーサーの穴部に非磁性の締結部材を挿入し、固定することにより複数の永久磁石と磁石用スペーサーを一体化することを特徴としている。このため、組み立てが容易で、高精度の可動磁石ユニットが量産できる。

20

【0020】

図2に示す本発明では、非磁性筒状ケースと非磁性のコイル用スペーサーを一体化し、適宜の間隔を設けられるようにして前記非磁性筒状ケースの外周に複数のコイルが捲回され、前記非磁性筒状ケースの内側に一体化した永久磁石を収納して移動可能に配置したことを特徴とする。このため、部品点数が少なく、コイル間距離の精度が高い、組み立て容易で、高精度の振動発電機が安価に量産できる。

30

【0021】

また、複数のコイルを直列に配置し、交互に巻き方向が逆になるように構成すると説明したが、実質的に交互に巻き方向が逆になるように構成すればよいので、コイルはすべて同方向に巻き線し、隣接するコイルの巻始め端と巻終わり端とを交互に入れ換えて直列に接続してもよい。

【0022】

本発明に使用するコイルはボビン巻きのコイル、空芯コイル、シートコイル等巻き線方法、形状に何ら制約を受けることなく使用可能である。

40

【0023】

永久磁石についても、鑄造磁石、焼結磁石、ボンド磁石、プラスチック磁石等製法およびフェライト、アルニコ、SmCo, NdFeB, SmFeN等材質に何ら制約を受けることなく使用可能である。また、永久磁石の形状は棒状、円筒状、円板状等形状に何ら制約を受けることなく使用可能である。

【0024】

緩衝部材60は可動磁石ユニット10がケース蓋部31に衝突する衝撃を緩和する目的で設けたものであり、多孔質のゴム、プラスチック、ウレタン等何ら制約を受けることなく使用可能であり、非磁性パネ等も使用できる。さらに、特許文献1に示される磁気パネ構成も利用できる。

50

## 【 0 0 2 5 】

締結部材 4 0 は同極同士を微小な距離を有して対向させた複数の磁石を機械的に一体化させる目的で使用されるので、非磁性の材質であれば樹脂だけでなく、磁石の反発力に抗して締結し、衝突の衝撃にも曝されることになるので、非磁性 S U S 等の金属も利用可能であり、さらに、W、Ni、Fe または W、Ni、Cu、Fe の焼結金属材料であるヘビーマタルで締結部材 4 0 を構成すれば、締結部材 4 0 の比重が 2 0 近くなり、移動時の運動エネルギーが大きいので発電量も多くなり、強度も改善される。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 6 】

筒状に形成される筒状部及びスペーサーを一体化し、非磁性体からなるケースと、ケースの外周に形成されたスペーサーにより隔離されて配置され、かつ、交互に巻き方向が逆になるようにスペーサーに巻回される複数のコイルと、ケースの長さ方向に着磁され、ケースの内部に同極を対向して移動可能に配置され、筒状に形成される複数の磁石と、複数の磁石の穴部に挿入され、複数の磁石を一体化する締結部材と、ケースの両端に設けられた蓋部材と、蓋部材に設けられた緩衝部材と、を備え、複数のコイルの一つの長さが複数の磁石の少なくとも一つの長さの 7 0 % ~ 9 0 % であることにより、磁束の方向をコイル巻き線と概略直交させ、発電効率を向上させる。さらに、複数個の急峻な磁束密度の変化の磁場を発生させ、複数のコイルに磁場の変化を繰り返し与えることにより、あたかも複数の発電機を直列接続したような効果を発揮するために、小型で、短い移動距離でも高電圧、高効率の振動発電機を構成できるので、携帯可能な小型化が可能になるという利点がある。さらに、磁石の移動に大きな力を必要としないので、人が携帯した場合にわずかな力であっても発電可能である。また、スペーサーにより適度な間隔で複数のコイルを隔離し、かつ、交互に巻方向が逆になるように配置することが容易となる。また、ケースの両端に緩衝部材を設けた蓋部材を備えるようにしたため、可動磁石が蓋部材に衝突する際の衝撃を緩和することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 本発明にかかる振動発電機の原理的構成を示した断面図である。（実施例 1）

【 図 2 】 本発明にかかる振動発電機の実用構成を示した断面図である。

【 図 3 】 本発明にかかる同極対向磁石の磁場解析結果である。

【 図 4 】 本発明にかかる同極対向磁石の磁場解析による磁束密度計算結果のグラフである。

【 図 5 】 単体磁石の磁場解析結果である。

【 図 6 】 単体磁石の磁場解析による磁束密度計算結果のグラフである。

【 図 7 】 本発明にかかる同極対向磁石 3 個の場合の磁石、コイルの位置関係と磁場解析による磁束密度計算結果のグラフである。

【 図 8 】 （特許文献 1）図 1 を書き写した振動発電機の断面図である。

【 図 9 】 実施例 1 におけるコイル長さ / 磁石長さ と 充電電圧 の 実験結果 を 示す グラフ である。

【 図 1 0 】 実施例 1 における磁石間距離 / 磁石長さ と 充電電圧 の 実験結果 を 示す グラフ である。

【 図 1 1 】 実施例 1 におけるコイル間距離 / 磁石長さ と 充電電圧 の 実験結果 を 示す グラフ である。

【 図 1 2 】 実施例 1 における充電回路図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 8 】

ハウジング外または可能な限りハウジング側端部に近い位置からイメージを入力するという目的を、最小の部品点数で、光学系構成部品の厚みを損なわずに実現した。

## 【 0 0 2 9 】

図 1 により全体構成を説明する。円筒形の可動磁石 1 1、1 2 は磁石と内外径同一寸度

10

20

30

40

50

の薄い円筒状の非磁性磁石用スペーサー 50 により適宜な間隔で、同極同士対向するように可動磁石 11、12、非磁性磁石用スペーサー 50 の穴部に非磁性の締結部材 40 を挿入し、固定することにより複数の可動磁石と磁石用スペーサー 50 を一体化した可動磁石ユニット 10 を構成する。

#### 【0030】

前記可動磁石ユニット 10 は非磁性のケース 30 の中を可動磁石ユニット 10 の軸方向に自由自在に移動できるようになっている。ケース 30 の外周にコイル 21、22 が適宜な間隔で配置され、直列に接続されている。前記コイル 21、22 はコイル断面 21a、21b および 22a、22b に示すとおり逆方向に巻き線されている。なお、21a、22a は紙面方向に巻き線されたコイルの断面であり、21b、22b は紙背方向に巻き線されたコイルの断面である。

10

#### 【0031】

ケース蓋部 31 には多孔質ゴム等の緩衝部材 60 が設けられ、ケース蓋部 31 はケース 30 に固着され、可動磁石ユニット 10 がケース蓋部 31 に衝突する衝撃を緩和している。

#### 【0032】

次に磁場解析について説明する。図 5 は単体磁石の磁場解析結果であり、発生磁束の方向と密度の様子を示したものである。磁石の両極の発生磁束は磁石の中心軸に対して直角の成分が少ないことがわかる。これに反して、本発明にかかる同極対向磁石の磁場解析結果を示す図 3 では、2 個の同極対向磁石の対向部分では発生磁束の密度が高く、磁石の中心軸に対して直角の成分が多いことがわかる。さらに、磁石の中心軸から離れた外周部まで磁束の直角成分が達しているため、コイルの厚み(外周方向)が厚くても、磁束はコイルに鎖交するので、コイルの巻き数を多くしてコイル厚みが厚くても発生磁束を有効に利用でき、発電量の増加を図ることができる。

20

#### 【0033】

発電ではフレミングの右手の法則として知られているように、磁界の方向、運動の方向が互いに直角になったときに、直角方向に電流が流れる。従って、磁石の移動方向と磁束の方向、コイル巻き線方向が互いに直角になった場合には発電効率が最も良い。本発明では、磁石の移動方向と磁束の方向、コイル巻き線方向は互いにほぼ直角で、発電効率が最も良い構成となっている。

30

#### 【0034】

次に磁場解析による磁束密度計算結果について説明する。図 4 は本発明にかかる同極対向した 2 個の永久磁石外周長さ方向の磁場解析による磁束密度計算結果のグラフであり、図 6 は本発明と比較するために、磁石単体の永久磁石の磁場解析結果による磁束密度計算結果のグラフである。なお、グラフの横軸は可動磁石 1 個の長さを 1 (基準) として示す。図 4、図 6 とともに図 3、図 4 で解析した磁場解析結果の磁石外周表面における磁束の磁石中心軸に直角な成分の磁束密度分布をグラフ化したものである。

#### 【0035】

電磁誘導による発電では、ファラデーの法則によりコイル内の磁束変化による起電力は次式となる。

40

$$-e = N * d \quad / \quad d \quad t$$

N : コイルの巻き数      : 磁束 (wb)    t : 時間 (s)

起電力の式より、コイルの巻き数が一定の場合には、磁束の時間に対する変化量が大きいほど起電力は大きくなるので、磁束密度変化が急峻であるほど、同一の速度で磁石が移動した場合は、発電能力は高いということになる。

#### 【0036】

前記起電力の式に対する観点から図 4、図 6 のグラフを比較すると、単体磁石に比して本発明による同極対向磁石の磁束密度のピーク値が格段に高くなること、磁束密度変化が急峻であること、磁束密度の高い範囲が広いことが明らかである。従って、総磁束は単体磁石に比して格段の差が生じるので、本発明の可動磁石ユニットを移動させた場合、d

50

/ d t が大きくなり、高出力の発電が可能となる。

【 0 0 3 7 】

図 7 に本発明の実用的な構成に対する最適設計を行うために、同極対向磁石 3 個の場合の磁石、コイルの位置関係と磁場解析による磁束密度計算結果のグラフを示す。同極対向磁石 3 個による磁束密度分布を前述のように、横軸は可動磁石 1 個を基準にして示している。

【 0 0 3 8 】

図 7 からわかるようにコイル 1 個の長さは磁石 1 個の長さ + 磁石間の距離より長くなると、逆極性の磁束分布の領域までコイル内に入るため、コイル内に極性の異なる起電力が発生し、実際の出力電圧は低下してしまうことは明らかであり、逆極性の磁束分布の領域が 1 個のコイル内に入らないようにするためには、コイル 1 個の長さは磁石 1 個の長さ + 磁石間の距離より短くしなければならない。実験結果は実施例で詳述するが、コイル 1 個の長さの最適値は磁石 1 個の長さの約 8 0 % である。

【 0 0 3 9 】

同様に、同極同士の磁石間距離の最適値は磁石長さの約 2 5 % であり、コイル間の距離の最適値は磁石長さの約 2 0 % である。しかし、磁石が 3 個以上の場合には、コイル 1 個の長さ、同極同士の磁石間距離、コイル間の距離を独立に決めると、各コイル間の発生電圧に位相差が生じ、逆位相の電圧が発生すると、出力電圧が減少するので、

( 磁石 1 個の長さ ) + ( 同極同士の磁石間距離 ) = ( コイル 1 個の長さ ) + ( コイル間の距離 )

にする必要がある。磁石 2 個でコイル 3 個以下の場合には、大きな位相差は生じないので、前記関係式によらなくても良く、コイル長、磁石間距離、コイル間距離の最適値に設定しても良い。磁石 2 個でコイル 4 個以上の場合には、位相差が大きくなるので前記関係式を満足する構成とする。

【 0 0 4 0 】

ここまでは、本発明の原理を説明するための構成を示してきたが、図 2 に本発明にかかる製品としての振動発電機の実用的構成を示す。基本構成は図 1 と同様であるが、コイル長、磁石間距離、コイル間距離は最適設計条件に合う設計条件とし、比較的長さの短い長さ方向に着磁した円筒状の可動磁石を複数個同極同士、非磁性磁石用スペーサー 5 0 により最適な距離を有して対向させて一体化して可動磁石ユニット 1 0 とし、樹脂等の非磁性材で筒状ケースと最適値の間隔としたコイル用スペーサー 7 0 を一体成型し、コイル用スペーサー 7 0 をコイルボビンと兼用して、複数の隣接するコイルの巻き方向が逆方向になるように巻き線が捲回されたコイルよりなるケースと一体化したコイルユニット 2 0 の内側に可動磁石ユニット 1 0 を収納して移動可能に配置した。コイルの個数は多いほうが発電量を多くすることができるので、可動磁石ユニット 1 0 の移動範囲に配置できる可能な数を設置する。1 個の可動磁石を短くすることにより、磁束変化のピッチを短くし、多段の発電機の縦続接続効果を狙い、高電圧発生可能な小型振動発電機とすることができる。

【 実施例 1 】

【 0 0 4 1 】

図 1 は、本発明の振動発電機の原理的構成を示した断面図であり、この構成により試作、実験を行った。可動磁石は N d F e B の円筒形焼結磁石で長さ方向に着磁されている。磁石は外径 8 mm、内径 2 mm、長さ 1 0 mm である。また、可動磁石ユニット 1 0 の移動距離が 1 0 0 mm となるようにケース 3 0 の長さを設定した。

【 0 0 4 2 】

最初にコイル長さの最適値を調べるために前記可動磁石 2 個を厚み 2 . 5 mm の樹脂製磁石用スペーサー 5 0 により磁石間距離を設定して、可動磁石ユニット 1 0 とし、コイル長さを 4 ~ 1 3 mm まで変化させた。なお、コイル 2 1、2 2 の巻き数はそれぞれ 5 0 巻きで、巻き方向は互いに逆とし、直列接続した。

【 0 0 4 3 】

前記の振動発電機の構成により試作した発電機 0 1 を 3 0 秒間振り、発生する起電力を

図 1 2 に示す充電回路 8 0 により充電し、その充電電圧を測定することによりコイル長さによる発電量を評価した。

【 0 0 4 4 】

前記実験による結果を図 9 に示す。横軸は磁石の長さを基準にしたコイル長さの比である。図 9 に示すグラフにより、各々のコイルの長さは個別の可動磁石長さの 7 0 % ~ 9 0 % の範囲がよい。最適値は約 8 0 % である。

【 0 0 4 5 】

次に前記と同様に、同極同士対向する永久磁石間の距離の最適値を調べるために、コイル長さ 8 mm、コイル間距離 2 mm とし、コイル 2 1、2 2 の巻き数はそれぞれ 5 0 巻きで、巻き方向は互いに逆とし、直列接続した。前記構成で、磁石間距離を 0 . 5 ~ 4 . 0 mm 間で変化したときの充電電圧を測定することにより永久磁石間の距離による発電量の変化を評価した。前記同様充電実験は、試作した発電機 0 1 を 3 0 秒間振り、発生する起電力を図 1 2 に示す充電回路 8 0 により充電し、その充電電圧を測定した。

【 0 0 4 6 】

前記実験による結果を図 1 0 に示す。横軸は磁石の長さを基準にした。図 1 0 に示すグラフより、対向する永久磁石間の距離は磁石単体の長さの 1 0 % ~ 4 0 % の範囲が良い。最適値は約 2 5 % である。

【 0 0 4 7 】

次に前記と同様、コイル間距離の最適値を調べるために、永久磁石間の距離を 2 . 5 mm とし、コイル長さ 8 mm、コイル 2 1、2 2 の巻き数はそれぞれ 5 0 巻きで、巻き方向は互いに逆とし、直列接続した。コイル間距離を 1 ~ 4 mm 間で変化したときの充電電圧を測定することによりコイル間距離による発電量の変化を評価した。充電実験、充電回路は前記と同様である。

【 0 0 4 8 】

前記実験による結果を図 1 1 に示す。横軸は磁石の長さを基準にした。図 1 1 に示すグラフより、各々のコイル間距離は個別の磁石長さの 1 0 % ~ 3 0 % の範囲が良い。最適値は約 2 0 % である。

【 0 0 4 9 】

以上、一連の実験より本発明の振動発電機について、可動磁石の長さを決めれば、コイル長さ、磁石間距離、コイル間距離を最適値に設定し、再度詳細実験により要求仕様にあった最適設計が可能となる。

【 0 0 5 0 】

なお、図 8 に示す従来の振動発電機の構成（ただし、固定磁石 1 5、1 6 は使用せず、磁石の移動距離は 1 0 0 mm とした）で磁石を本発明の実施例と同じ外径 8 mm、内径 2 mm とし、長さを 2 0 mm とし、コイルは長さが 2 0 mm のものを 1 個、巻き数 1 0 0 巻きとしたときの同様の充電実験では、本発明の充電電圧の 4 0 % 以下であった。従って、本発明の効果が実証された。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 1 】

- 0 1 発電機
- 1 0 可動磁石ユニット
- 1 1, 1 2, 1 3 可動磁石
- 1 5, 1 6 固定磁石
- 2 0 ケースと一体化したコイルユニット
- 2 1, 2 2 コイル
- 2 1 a、2 2 a 紙面方向に巻き線されたコイルの断面
- 2 1 b、2 2 b 紙背方向に巻き線されたコイルの断面
- 3 0 ケース
- 3 1 ケース蓋部
- 4 0 締結部材

10

20

30

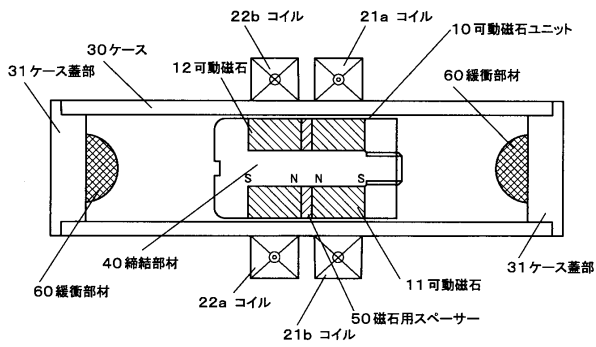
40

50

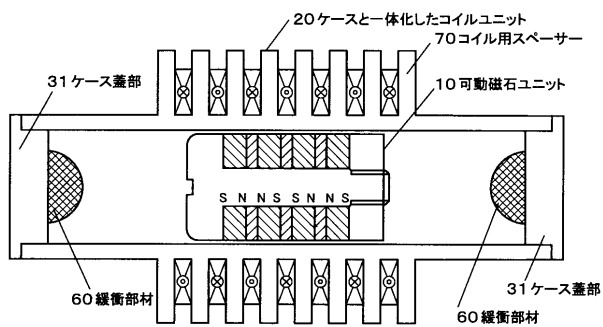


- 50 磁石用スペーサー
- 60 緩衝部材
- 70 コイル用スペーサー
- 80 充電回路

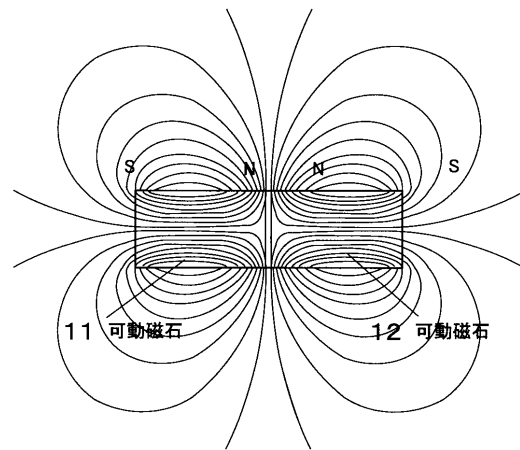
【図1】



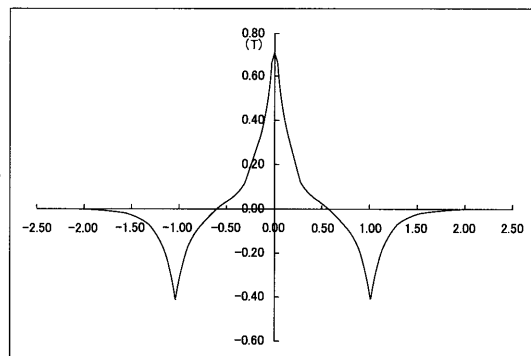
【図2】



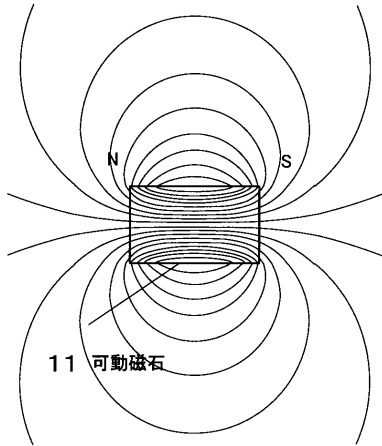
【図3】



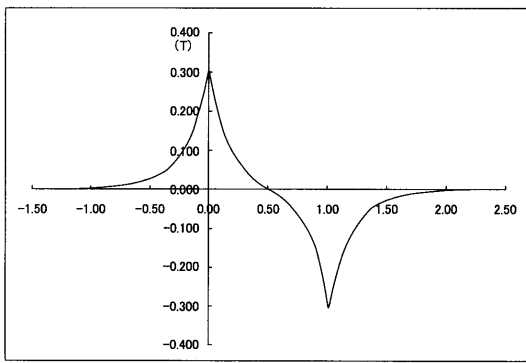
【図4】



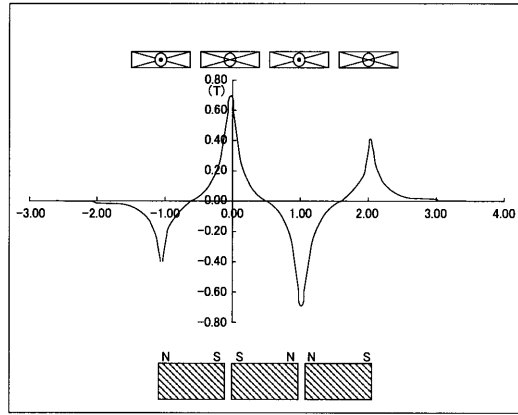
【図5】



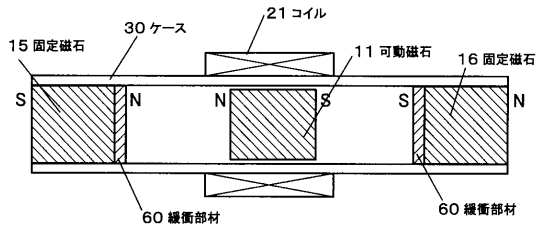
【図6】



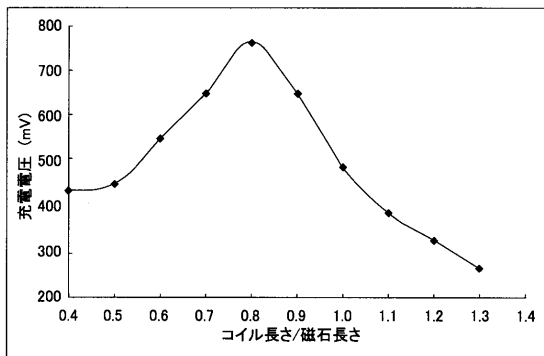
【図7】



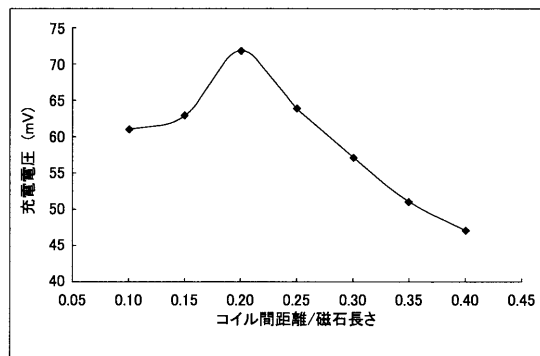
【図8】



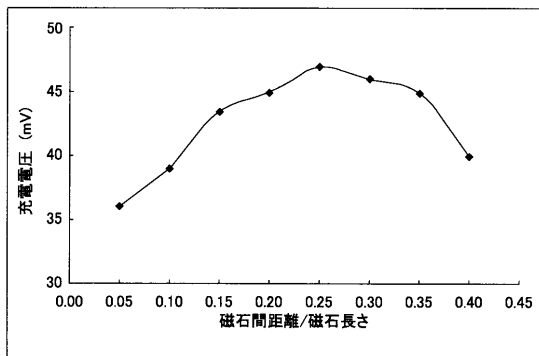
【図9】



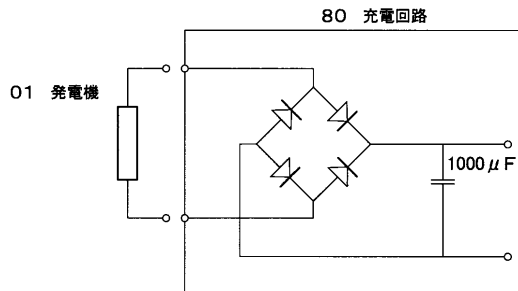
【図11】



【図10】



【図12】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2002-281727(JP,A)  
実開昭58-076804(JP,U)  
特表2007-521785(JP,A)  
特表2001-508280(JP,A)  
国際公開第2005/031952(WO,A1)  
特開平11-178305(JP,A)  
特開平10-313566(JP,A)  
特開2006-296144(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02K 35/02