



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

同極同士を微小な距離を有して対向させ、長さ方向に着磁した複数の永久磁石を一体化し、前記一体化した永久磁石の外周に複数のコイルを配置し、前記コイルは適宜の間隔を有し、交互に巻き方向が逆になるように構成し、前記の一体化した永久磁石を移動させることにより発電することを特徴とする振動発電機。

**【請求項 2】**

複数コイルの各々のコイルの長さは個別の磁石の長さの 70% ~ 90% としたことを特徴とする請求項 1 記載の振動発電機。

**【請求項 3】**

対向する永久磁石間の距離は磁石の長さの 10% ~ 40% としたことを特徴とする請求項 1、2 記載の振動発電機。

**【請求項 4】**

各々のコイル間の距離は個別の磁石単体の長さの 10% ~ 30% としたことを特徴とする請求項 1、2、3 記載の振動発電機。

**【請求項 5】**

コイルの個数は磁石数と同じか磁石数 + 1 個以上としたことを特徴とする請求項 1、2、3、4 記載の振動発電機。

**【請求項 6】**

永久磁石は円筒状であり、円筒状の非磁性の磁石用スペーサーと非磁性の締結部材により複数の永久磁石を一体化したことを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 記載の振動発電機。

**【請求項 7】**

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請求項 1、2、3、4、5、6 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）。

10

20

30

40

50

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を一種の磁気バネと、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に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。

#### 【0005】

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）。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。

10

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、現実的には磁気バネの中で自由に振動するのは困難である。

【特許文献1】特開2002-281727号公報

20

【特許文献2】特開2005-033917号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

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】

【0007】

本発明は、同極同士を微小な距離を有して対向させ、長さ方向に着磁した複数の永久磁石を一体化し、磁束分布の変化を急峻にするとともに、磁束の方向をコイルの巻き方向に概略直角になるようにし、磁束を局所的に高密度にし、前記一体化した複数の永久磁石の外周に複数のコイルを直列に配置し、前記コイルは適宜の間隔を有し、交互に巻き方向が逆になるように構成し、前記一体化した永久磁石を移動させることにより発電する振動発電機を構成することを特徴としている。

30

【0008】

この構成を採用することによって、複数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。

【0009】

40

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/磁石長さとの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。

【0010】

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

50

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。

【0011】

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/磁石長さとの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。

【0012】

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なように、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/磁石長さとの充電電圧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。

10

【0013】

前述のように磁石の長さ、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、磁石間距離とコイル長さ、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。

【0014】

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。

20

【0015】

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。

【0016】

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。

30

【0017】

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。

40

【0018】

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。

【0019】

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。

50

## 【0020】

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。

## 【0021】

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。

10

## 【0022】

締結部材40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SUS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メタルで締結部材40を構成すれば、締結部材40の比重が20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】

## 【0023】

複数の磁石を同極同士微小な距離を有して対向させることにより、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。

20

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0024】

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。

30

## 【0025】

図1により全体構成を説明する。円筒形の可動磁石11、12は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。

## 【0026】

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の軸方向に自在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。

40

## 【0027】

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。

## 【0028】

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

50

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。

#### 【0029】

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。

10

#### 【0030】

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。

#### 【0031】

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。

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

N : コイルの巻き数                    : 磁束 ( w b )                    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。

20

#### 【0032】

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、 $d / d t$ が大きくなり、高出力の発電が可能となる。

30

#### 【0033】

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。

#### 【0034】

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80%である。

40

#### 【0035】

同様に、同極同士の磁石間距離の最適値は磁石長さの約25%であり、コイル間の距離の最適値は磁石長さの約20%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、

50

(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。

#### 【0036】

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 50 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 10 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 70 を一体成型し、コイル用スペーサー 70 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 20 の内側に可動磁石ユニット 10 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 10 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。

10

#### 【実施例 1】

20

#### 【0037】

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 NdFeB 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 10 mm である。また、可動磁石ユニット 10 の移動距離が 100 mm となるようにケース 30 の長さを設定した。

#### 【0038】

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 50 により磁石間距離を設定して、可動磁石ユニット 10 とし、コイル長さを 4 ~ 13 mm まで変化させた。なお、コイル 21、22 の巻き数はそれぞれ 50 巻きで、巻き方向は互いに逆とし、直列接続した。

30

#### 【0039】

前記の振動発電機の構成により試作した発電機 01 を 30 秒間振り、発生する起電力を図 12 に示す充電回路 80 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。

#### 【0040】

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 70% ~ 90% の範囲がよい。最適値は約 80% である。

#### 【0041】

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 21、22 の巻き数はそれぞれ 50 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 間で変化させ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 01 を 30 秒間振り、発生する起電力を図 12 に示す充電回路 80 により充電し、その充電電圧を測定した。

40

#### 【0042】

前記実験による結果を図 10 に示す。横軸は磁石の長さを基準にした。図 10 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 10% ~ 40% の範囲が良い。最適値は約 25% である。

#### 【0043】

50

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21、22の巻き数はそれぞれ50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間で変化させ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。

#### 【0044】

前記実験による結果を図11に示す。横軸は磁石の長さを基準にした。図11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10%~30%の範囲が良い。最適値は約20%である。

#### 【0045】

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。

#### 【0046】

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15, 16は使用せず、磁石の移動距離は100 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20 mmとして、コイルは長さ20 mm 1個、巻き数100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40%以下であった。従って、本発明の効果が実証された。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0047】

以上本発明に係る振動発電機によれば、簡単な構造であり、量産性に優れ、わずかな力、わずかな移動距離であっても発電可能であり、高電圧、高効率で、携帯用電子機器、通信機器の電源および充電器として利用可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【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/磁石長さとの充電電圧の実験結果を示すグラフである。

【図10】実施例1における磁石間距離/磁石長さとの充電電圧の実験結果を示すグラフである。

【図11】実施例1におけるコイル間距離/磁石長さとの充電電圧の実験結果を示すグラフである。

【図12】実施例1における充電回路図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0049】

- 01 発電機
- 10 可動磁石ユニット
- 11, 12, 13 可動磁石
- 15, 16 固定磁石
- 20 ケースと一体化したコイルユニット

10

20

30

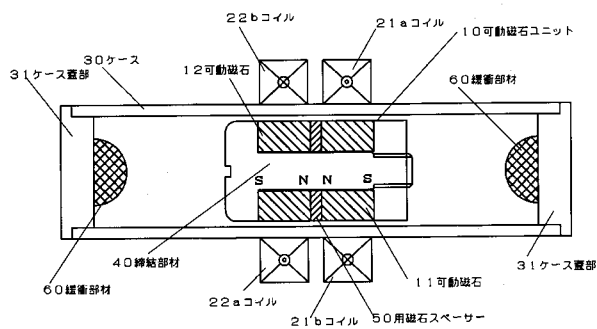
40

50

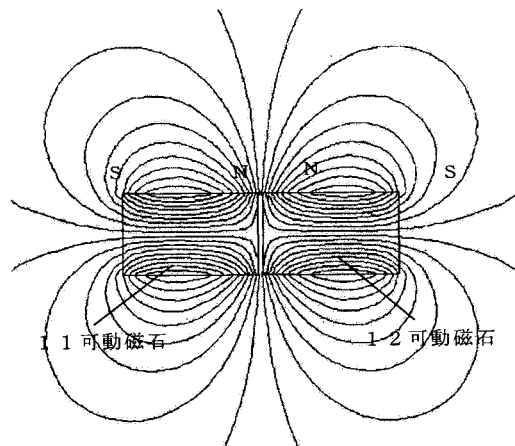


- 2 1 , 2 2      コイル
- 2 1 a、2 2 a    紙面方向に巻き線されたコイルの断面
- 2 1 b、2 2 b    紙背方向に巻き線されたコイルの断面
- 3 0      ケース
- 3 1      ケース蓋部
- 4 0      締結部材
- 5 0      磁石用スペーサー
- 6 0      緩衝部材
- 7 0      コイル用スペーサー
- 8 0      充電回路

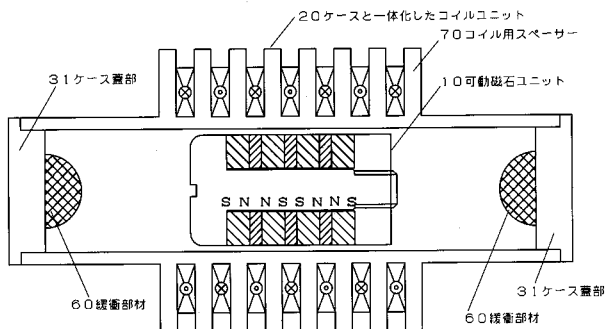
【 図 1 】



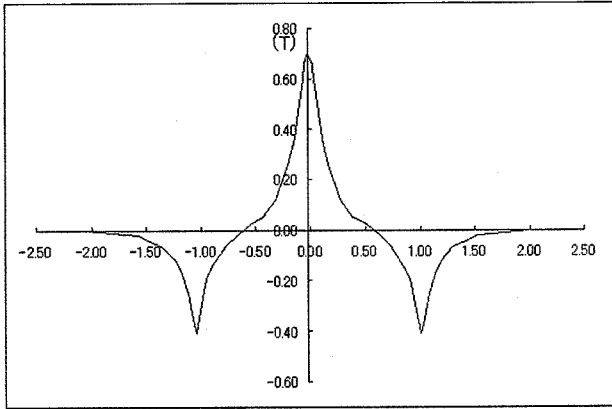
【 図 3 】



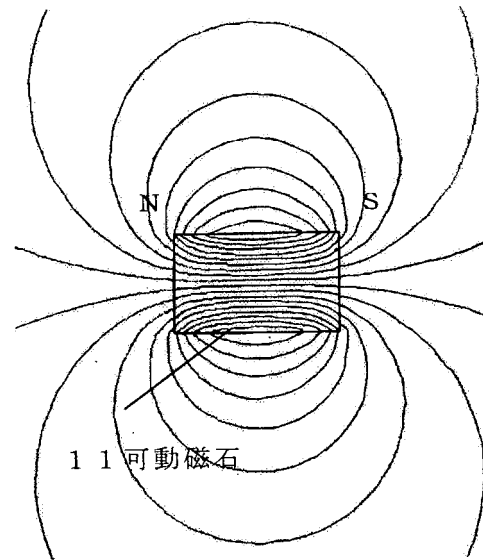
【 図 2 】



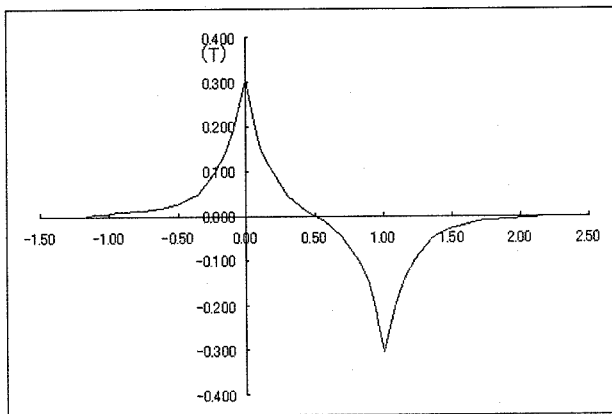
【 図 4 】



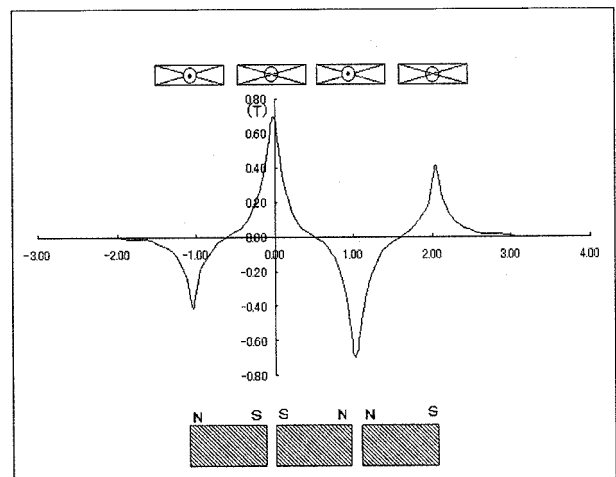
【 図 5 】



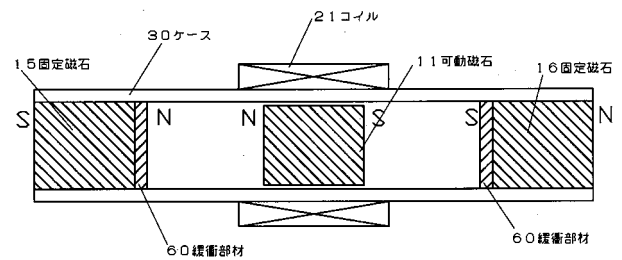
【 図 6 】



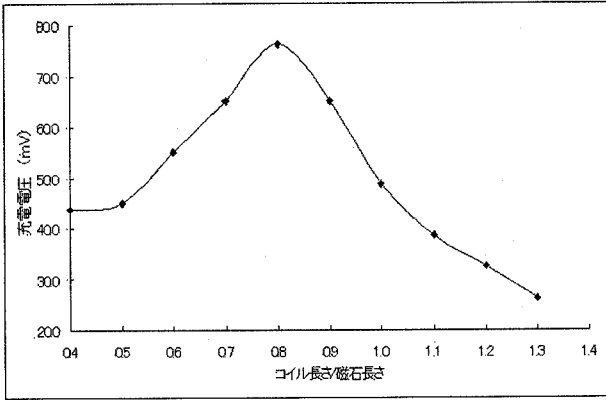
【 図 7 】



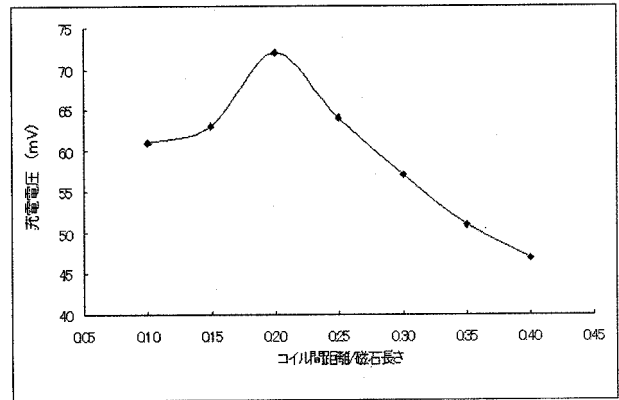
【 図 8 】



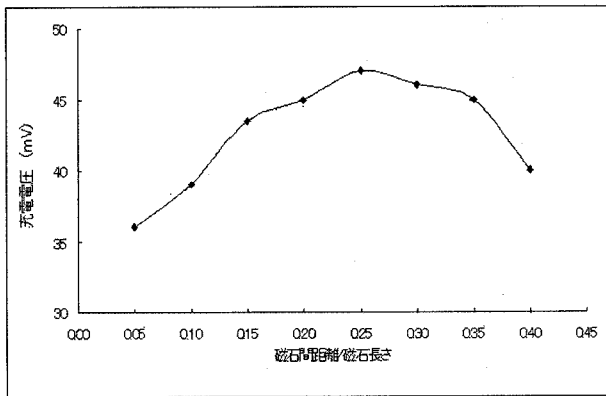
【図 9】



【図 11】



【図 10】



【図 12】

