

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2007-19127  
(P2007-19127A)

(43) 公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 F 7/02 (2006.01)	HO 1 F 7/02 Z	5 H 6 4 1
HO 1 F 13/00 (2006.01)	HO 1 F 13/00 Z	
HO 2 K 41/03 (2006.01)	HO 2 K 41/03 A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願2005-197028 (P2005-197028)	(71) 出願人	000006622
(22) 出願日	平成17年7月6日 (2005.7.6)		株式会社安川電機
			福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
		(72) 発明者	石橋 利之
			福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号
			株式会社安川電機内
		Fターム(参考)	5H641 BB06 BB10 BB18 GG03 HH02 HH05 HH15 HH20

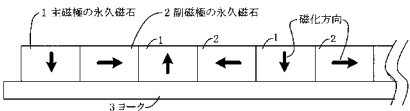
(54) 【発明の名称】 周期磁界発生装置およびそれをを用いたリニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石の減磁を抑制し、発生させる磁界を高めて軽量化を可能にする。

【解決手段】 ヨーク3上面に主磁極の永久磁石1と副磁極の永久磁石2を有するハルバッハ磁石配列を備えた周期磁界発生装置において、副磁極の永久磁石に主磁極の永久磁石と異なる特性をもたせる。また副磁極の永久磁石の高さを主磁極の永久磁石の高さよりも低くし、それによって生じる空隙をヨーク側に配置し、或いはその空隙に非磁性材料が設ける。また副磁極の永久磁石の高さを主磁極の永久磁石の高さの20%～95%とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ヨーク上面に主磁極の永久磁石と副磁極の永久磁石を有するハルバッハ磁石配列を備えた周期磁界発生装置において、

前記副磁極の永久磁石が前記主磁極の永久磁石と異なる特性をもつことを特徴とする周期磁界発生装置。

## 【請求項 2】

前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことを特徴とする請求項 1 に記載の周期磁界発生装置。

## 【請求項 3】

前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことによって生じる空隙が、ヨーク側に配置されていることを特徴とする請求項 2 に記載の周期磁界発生装置。

## 【請求項 4】

前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことによって生じる空隙に、非磁性材料が設けられたことを特徴とする請求項 2 に記載の周期磁界発生装置。

## 【請求項 5】

前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さの 20% ~ 95% であることを特徴とする請求項 2 に記載の周期磁界発生装置。

## 【請求項 6】

前記副磁極の永久磁石の保磁力が、前記主磁極の永久磁石の保磁力よりも高い特性を有することを特徴とする請求項 1 に記載の周期磁界発生装置。

## 【請求項 7】

前記請求項 1 から 6 までの何れかに記載の周期磁界発生装置を用いたリニアモータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ハルバッハ磁石配列を有する周期磁界発生装置およびそれを用いたリニアモータに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

磁石が磁極毎に配置されて隣接する磁石の磁化方向が 180 度異なるような周期磁界発生装置と比べると、ハルバッハ磁石配列をもつ周期磁界発生装置は、発生する磁界が大きいとか正弦波分布になるなどの特長をもっている。そのため、例えばリニアモータに適用すると、推力が向上するとか、推力リップルが低減するという利点があることが知られている（例えば特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 参照）。

図 6 はそのようなハルバッハ磁石配列をもつ周期磁界発生装置の構成を説明する図であり、複数の永久磁石 7 の磁化方向が矢印のようになるようにヨーク 3 の上面に配置されている。このような構成のため、ヨーク 3 の上面に正弦波か或いは正弦波に近い磁束密度波形をもつ周期的な磁界を発生させることができるようになっている。

## 【0003】

そして、そのような周期磁界発生装置を用いたリニアモータは、発生する磁界中に配置されたコイルに通電することにより、コイルに発生する磁界と周期磁界発生装置に発生する磁界との吸引力と反発力により、可動子を直線的に移動させることができる。周期磁界発生装置を固定子としてコイルを可動子としたときも、コイルを固定子として周期磁界発生装置を可動子としたときも同じであり、発生する吸引力と反発力によって可動子を直線的に移動させることができる。

【特許文献 1】特開 2003 - 070226 号公報（第 3 - 4 頁、図 1）

【特許文献 2】特開 2002 - 238241 号公報（第 3 - 6 頁、図 4、図 5、図 6）

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2003-369492号公報(第6-7頁、図10)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが従来の周期磁界発生装置は、大きな減磁界によって永久磁石が減磁する恐れがあるため、減磁を少なくしようとするれば保磁力の高い永久磁石を用いなければならず、その場合は残留磁束密度が低くなるため発生する磁界が高くできなくなり、推力を高くできないという問題があった。

本発明はこのような問題点を鑑みてなされたものであり、永久磁石の減磁を抑制し、発生させる磁界を高め、軽量化を可能にした周期磁界発生装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記問題を解決するため、本発明は、次のように構成したものである。

第1の発明は、ヨーク上面に主磁極の永久磁石と副磁極の永久磁石を有するハルバツハ磁石配列を備えた周期磁界発生装置において、前記副磁極の永久磁石が前記主磁極の永久磁石と異なる特性をもつことを特徴としている。

第2の発明は、前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことを特徴としている。

第3の発明は、前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことによって生じる空隙が、ヨーク側に配置されていることを特徴としている。

第4の発明は、前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さよりも低いことによって生じる空隙に、非磁性材料が設けられたことを特徴としている。

第5の発明は、前記副磁極の永久磁石の高さが前記主磁極の永久磁石の高さの20%~95%であることを特徴としている。

第6の発明は、前記副磁極の永久磁石の保磁力が、前記主磁極の永久磁石の保磁力よりも高い特性を有することを特徴としている。

第7の発明は、第1から第6までの何れかの周期磁界発生装置をリニアモータに用いたことを特徴としている。

【発明の効果】

【0006】

第1および第2の発明によると、永久磁石の減磁の原因となる印加磁界の高い副磁極に保磁力の高い永久磁石を採用し、印加磁界の低い主磁極に保磁力が低く残留磁束密度が高い永久磁石を採用しているので、発生磁界を高めることができるという効果がある。

第3から第6の発明によると、永久磁石の減磁の原因となる印加磁界の高い副磁極の一部を取り除いて永久磁石の印加磁界を低くできるので、保磁力が低くて残留磁束密度の高い永久磁石を採用することができて、発生磁界を高めることができるという効果がある。また、軽量化も可能となり、重量あたりの発生磁界を大幅に高めることができるという効果がある。

第7の発明によると、発生磁界が高く軽量の周期磁界発生装置を用いるので、リニアモータの推力を高めることができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施の形態について図を参照して説明する。

【実施例1】

【0008】

図1は、本発明の周期磁界発生装置の断面図であり、形としては図6の従来のものと全く同じである。異なるのは、主磁極の永久磁石1の特性と副磁極の永久磁石2の特性が異なるようにした点だけであり、主磁極の永久磁石1より副磁極の永久磁石2の保持力を高くした点である。主磁極の永久磁石1と副磁極の永久磁石2の特性を異ならせたときの効

10

20

30

40

50

果を3つの例で比較すると次のようになる。この比較で用いた永久磁石は次の2種類である。

(永久磁石A) : Nd-Fe-B系磁石、残留磁束密度 = 1.47T、保磁力 = 910kA/m

(永久磁石B) : Nd-Fe-B系磁石、残留磁束密度 = 1.20T、保磁力 = 2,100kA/m

(組合せ1) 主磁極の永久磁石1が永久磁石A、副磁極の永久磁石2が永久磁石B

(組合せ2) 主磁極の永久磁石1が永久磁石A、副磁極の永久磁石2が永久磁石A

(組合せ3) 主磁極の永久磁石1が永久磁石B、副磁極の永久磁石2が永久磁石B

これらの周期磁界発生装置の発生磁界強度は次のようであった。

(組合せ1) の場合は減磁することなく(組合せ2) の1.24倍の磁界が得られた。

(組合せ2) の場合は発生磁界が0.37Tと低くなった。

(組合せ3) の場合は減磁を起こした。

10

#### 【0009】

この結果が得られた理由は次の通りである。すなわち、ハルバッハ磁石配列の場合、その磁気回路構成にするだけで永久磁石が減磁する方向に大きな印加磁界が発生している。永久磁石の代表的な特性に残留磁束密度と保磁力がある。残留磁束密度は発生磁界の大きさに関係し、保磁力は永久磁石の安定性に関係している。大きな減磁界を印加する場合は保磁力を高くする必要がある。残留磁束密度と保磁力にはある関係があって残留磁束密度を高くすると保磁力は低くなり、保磁力を高くすると残留磁束密度が低くなってしまふ。そこで、高保磁力で低残留磁束密度の永久磁石を主磁極と副磁極共に採用すると、その周期磁界発生装置の発生磁界は低いものとなる。

20

一方、大きな磁界が印加するのは副磁極の永久磁石であり、主磁極の永久磁石に印加する磁界は小さいので、主磁極に高残留磁束密度で低保磁力の永久磁石を採用し、副磁極に低残留磁束密度で高保磁力の永久磁石を採用することにより、減磁を発生させることなく主磁極に高残留磁束密度の永久磁石を採用でき、周期磁界発生装置の発生磁界を高めることができるのである。

#### 【実施例2】

#### 【0010】

次に第2の周期磁界発生装置を図2、図3を用いて説明する。図2が図1と異なるのは副磁極の永久磁石2bの高さを主磁極の永久磁石1の高さより低くした点であり、図3が図2と異なっているのは、空隙4に非磁性体5を設けた点である。

30

副磁極の永久磁石2の高さを低くすればするほど発生する磁界は低くなり、磁石の重量も低減する。図2のその状況を縦軸、横軸とも基準化してグラフにしたのが図4である。この図より、副磁極の永久磁石2bの高さを主磁極の永久磁石1の高さよりも低くすれば、重量で基準化した発生磁界が高まることがわかる。これは、磁石重量の低下分と比べて発生磁界の低下分が少ないことを意味しており、副磁極の永久磁石2bが主磁極の永久磁石1と比べて周期磁界発生装置の発生磁界への寄与率が少ないからと解釈できる。

永久磁石の高さの比については図4から分かるように全ての領域で効果が見られるが、20%未満では磁束密度そのものが小さくなりすぎ、95%よりも大きいときにはその効果が余り大きくないことから、20%~95%が望ましい範囲といえる。

このような空隙を設けた効果は、空隙の位置にかかわらず得られるので、本発明はこの実施例に限定されるものではないことが明らかである。

40

なお、図3の非磁性体5は、磁性を示さない物質であれば何でも良く、樹脂でもセラミックスやチタンなどの金属でもよい。また、非磁性体5を磁性体とすることもできるが、その場合は効果が薄れるので、ヨークよりも磁性が弱ければよい。

#### 【0011】

次に図2の第2の周期磁界発生装置の変形例として副磁極の永久磁石2bと主磁極の永久磁石1の特性を異なるようにしたものについてその効果について説明する。

この変形例では、主磁極に前述の永久磁石Aを用いて副磁極に次の永久磁石Cを用い、副磁極の永久磁石2bの高さを主磁極の永久磁石1の高さの半分としている。

(永久磁石C) : Nd-Fe-B系磁石、残留磁束密度 = 1.30T、保磁力 = 1,690kA/m

50

(組合せ4) 主磁極の永久磁石1が永久磁石A、副磁極の永久磁石2が永久磁石C

その結果、(組合せ4)は、基準化した発生磁界が(組合せ3)の1.4倍弱であり、磁石の重量も3/4程度に低減できることがわかった。また永久磁石Bよりも保磁力が低い永久磁石Cを副磁極の永久磁石2bに用いていたにもかかわらず、永久磁石の減磁は認められなかった。これは、副磁極の永久磁石2bを減磁する方向であって且つ印加する磁界が高い部分に空隙を配置することによって印加磁界を低減することができたため、副磁極の永久磁石2bに求められる保磁力を低くでき、残留磁束密度を高めることができて、結果として周期磁界発生装置の発生磁界を高めることができたものと解釈することができる。

以上の実施例では、永久磁石にNd-F-B系磁石が用いられたが、本発明の趣旨に従えば希土類磁石やフェライト磁石、鋳造磁石、ボンド磁石などが使用可能であり、永久磁石の種類に限定されるものではない。

10

#### 【実施例3】

#### 【0012】

次に本発明の周期磁界発生装置をリニアモータに適用した例について説明する。図5はそのリニアモータの断面図であり、可動子に設けられたコイル6の両側に、空隙を介して前述の周期磁界発生装置が対向して設けられており、固定側に配置されている。リニアモータの基本的な構造や駆動方法、動作は周知であるのでここでは説明を省略する。

このような構成にすることにより、発生磁界の増大にほぼ比例してリニアモータの推力が向上することができる。またコイルを固定側に設けて周期磁界発生装置を可動子とした場合は可動子が軽量化できるので、リニアモータの特性をさらに向上することができる。

20

なお図5に示したリニアモータの構成はあくまでも本発明の一例に過ぎず、他の全てのリニアモータの構造においても有効であってリニアモータの構造に限定されるものではない。また、本発明の趣旨に従えば、回転型モータや揺動形モータなどへの展開も可能であり、磁気回路の形状や適用するモータの種類に限定されるものではない。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0013】

本発明の周期磁界発生装置は発生磁界が高くて軽量にできるので、リニアモータが使われる全ての機器に適用することができる。また本発明のリニアモータは推力が高くて軽量化ができるので、半導体製造装置や液晶製造装置、電子部品実装機、工作機械などにも適用することができる。

30

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0014】

【図1】本発明の周期磁界発生装置の断面図

【図2】第2の周期磁界発生装置の断面図

【図3】第3の周期磁界発生装置の断面図

【図4】第2の周期磁界発生装置が発生する磁界のグラフ

【図5】本発明の周期磁界発生装置を適用したリニアモータの断面図

【図6】従来の周期磁界発生装置の断面図

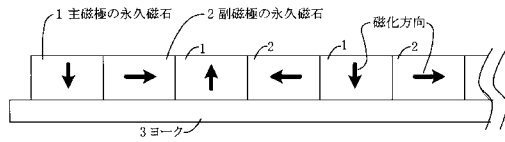
#### 【符号の説明】

#### 【0015】

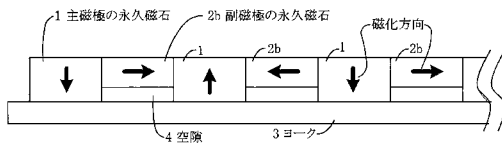
40

- |             |               |        |
|-------------|---------------|--------|
| 1 主磁極の永久磁石、 | 2、2b 副磁極の永久磁石 |        |
| 3 ヨーク、      | 4 空隙          |        |
| 5 非磁性体、     | 6 コイル、        | 7 永久磁石 |

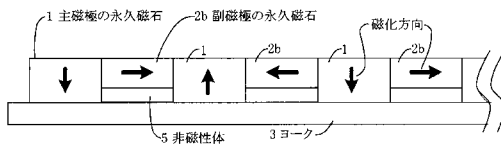
【図 1】



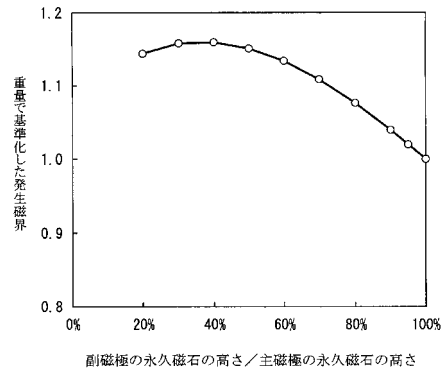
【図 2】



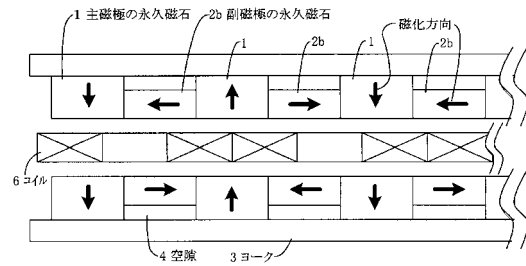
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

