

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5447308号
(P5447308)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int. Cl. F I
H02K 41/03 (2006.01) H02K 41/03 A

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2010-200804 (P2010-200804)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成22年9月8日(2010.9.8)	(74) 代理人	100113077 弁理士 高橋 省吾
(65) 公開番号	特開2012-60756 (P2012-60756A)	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(43) 公開日	平成24年3月22日(2012.3.22)	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
審査請求日	平成24年10月17日(2012.10.17)	(74) 代理人	100128060 弁理士 中鶴 一隆
		(72) 発明者	中山 美佐 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

間隔を隔てて並列に固定配置されている軟磁性体からなる複数の磁極と、それぞれにコイルが巻回された複数のティースがバックヨーク部で互いに連結されてなる連結ティースと、複数の永久磁石が隣り合う永久磁石とは異極となるように前記磁極の対向面に並列に固定配置されているコアと、前記コアと前記連結ティースを結合する非磁性の連結部材とを備えていて、前記永久磁石と前記ティースの先端部はともに前記磁極の配列方向と同じ向きに並列に配列しているリニアモータ。

【請求項2】

ティースの先端部と永久磁石はともに磁極の上面と対向していることを特徴とする請求項1に記載のリニアモータ。

【請求項3】

ティースの先端部は磁極の側面と対向し、永久磁石は磁極の上面と対向していることを特徴とする請求項1に記載のリニアモータ。

【請求項4】

ティースの先端部は磁極の上面と対向し、永久磁石は磁極の側面と対向していることを特徴とする請求項1に記載のリニアモータ。

【請求項5】

間隔を隔てて並列に固定配置されている軟磁性体からなる複数の磁極と、それぞれにコイルが巻回された複数のティースがバックヨーク部で互いに連結されてなる連結ティースと、

第1の複数の永久磁石が隣り合う永久磁石とは異極となるように前記磁極の対向面に並列に固定配置されている第1のコアと、

第1の複数の永久磁石とは異なる第2の複数の永久磁石が隣り合う永久磁石とは異極となるように前記磁極の対向面に並列に固定配置されている第2のコアと、

前記第1のコアと前記連結ティースと第2のコアを結合する非磁性の連結部材とを備えていて、

前記連結ティースは第1のコアと第2のコアの間に配設されていて、前記永久磁石と前記ティースの先端部はともに前記磁極の配列方向と同じ向きに並列に配列しているリニアモータ。

10

【請求項6】

第1の複数の永久磁石とティースの先端部と第2の複数の永久磁石は、磁極の上面と対向していることを特徴とする請求項5に記載のリニアモータ。

【請求項7】

第1の複数の永久磁石は磁極の第1の側面と対向し、ティースの先端部は磁極の上面と対向し、第2の複数の永久磁石は第1の側面に対向する磁極の第2の側面と対向していることを特徴とする請求項5に記載のリニアモータ。

【請求項8】

20

第1のコアと第2のコアはコイルの外周と接触する放熱部材を介して連結部材と結合されていることを特徴とする請求項5に記載のリニアモータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、リニアモータに関し、特にリニアモータを構成する固定子と可動子の構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

工作機械のテーブル送りや搬送機器のアクチュエータに対しては、高速化・高精度化への要求が高い。そこで近年工作機械などにダイレクト駆動であるリニアモータがよく用いられるようになってきている。リニアモータは、回転型サーボモータとボールネジを組み合わせた駆動方式に比べ、高速度・高加速度特性を得ることができ、かつバックラッシュや摩擦による応答誤差が生じないため高精度なシステムを構築可能である。リニアモータは工作機械や半導体製造装置などの産業機械のテーブル送りや搬送機器に用いられる。

30

【0003】

リニアモータは、互いに摺動自在となる固定子と可動子とを備えている。一般的な固定子は、磁石板の上に複数の永久磁石を配置して構成されている。隣接する永久磁石は異極となるように着磁されている。可動子の複数のティースにはそれぞれコイルが巻回されている。回転型サーボモータとボールネジを組み合わせる場合、限界速度以下で運転する必要がありストロークに制限があるが、リニアモータには限界速度やストローク制限は理論上生じない。しかし上記のリニアモータの構成では、長ストローク化すると、必要とする永久磁石数が増加する。リニアモータの永久磁石は高推力化のためネオジム磁石が多く用いられており、リニアモータが高価である原因となっている。

40

【0004】

そこで低コスト化のため、特許文献1は、ストローク全体に永久磁石を配置しない構成のリニアモータを提案している。このリニアモータは、隣り合う各2つの磁極が互いに異なる極性を有するように配置された磁極列を有する第1構造体と、磁極列に対向するように配置された電機子列を有する第2構造体と、互いに間隔を隔てて所定方向に並んだ所定の複数の軟磁性体で構成され、磁極列と電機子列の間に位置するように配置された軟磁性

50

体列を有する第3構造体から構成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2009-261071号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし特許文献1の構成では、第1構造体と第2構造体の間に第3構造体を配置しているため、ギャップが第3構造体を挟んで両側となる。このため構造や組立が複雑であるという課題が残されている。本発明の目的は、構造が簡単なリニアモータを提供することにある。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願に関わるリニアモータは、間隔を隔てて並列に固定配置されている軟磁性体からなる複数の磁極と、それぞれにコイルが巻回された複数のティースがバックヨーク部で互いに連結されてなる連結ティースと、複数の永久磁石が隣り合う永久磁石とは異極となるように磁極の対向面に並列に固定配置されているコアと、コアと連結ティースを結合する非磁性の連結部材とを備えていて、永久磁石とティースの先端部はともに磁極の配列方向と同じ向きに並列に配列しているものである。

20

【発明の効果】

【0008】

この発明によれば、進行方向には複数の軟磁性体からなる磁極を並べるため価格を抑えることができ、ギャップは1面のみのため構造が簡単である。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施の形態1におけるリニアモータの断面図である。

【図2】本発明の実施の形態1におけるリニアモータの斜視図である。

【図3】本発明の実施の形態1におけるリニアモータのティース側に着目した側面図である。

30

【図4】本発明の実施の形態1におけるリニアモータのコア側に着目した側面図である。

【図5】本発明の実施の形態1におけるリニアモータの磁束の流れを示す斜視図である。

【図6】本発明の実施の形態1におけるリニアモータの磁束の流れを示す図である。

【図7】本発明の実施の形態2におけるリニアモータの断面図である。

【図8】本発明の実施の形態2におけるリニアモータの磁束の流れを示す図である。

【図9】本発明の実施の形態2における別の形態のリニアモータを示す図である。

【図10】本発明の実施の形態3におけるリニアモータの断面図である。

【図11】本発明の実施の形態3におけるリニアモータの磁束の流れを示す図である。

【図12】本発明の実施の形態4におけるリニアモータの断面図である。

【図13】本発明の実施の形態4におけるリニアモータの磁束の流れを示す図である。

40

【図14】本発明の実施の形態5におけるリニアモータの断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明を実施するための最良の形態を図に基づいて説明する。

実施の形態1

図1は、この発明を実施するための実施の形態1を示すリニアモータの断面図を示している。図1において、リニアモータ100は、固定子1と可動子2によって構成されている。固定子1と可動子2は、互いに摺動自在となるように所定のギャップを設けて支持されている。固定子1は磁極7と固定子板10から構成されている。磁極7の材質は、鉄などの軟磁性体からなる。磁極7は固定子板10の上に固定配置されているが、取り付け先で

50

ある装置に直接固定して構成してもよい。固定子板 10 を使う場合はステンレスやアルミニウム、エポキシガラス積層板などの非磁性体で構成するのがよい。

【 0 0 1 1 】

一方、可動子 2 は、ティース 3 と、コイル 4 と、永久磁石 5 と、コア 6 と、連結部材 8 で構成されている。ティース 3 はバックヨーク部 3 a と先端部 3 b からなる。先端部 3 b は磁極 7 と対向している。ティース 3 のそれぞれには、コイル 4 が巻回されている。永久磁石 5 はコア 6 の固定子対向面 6 a に貼り付けられている。連結部材 8 はコア 6 と連結されたティース 3 を結合している。ティース 3 とコア 6 とは図中でそれぞれ左右に配置されている。

【 0 0 1 2 】

図 2 にリニアモータ 100 の斜視図を示す。この図では、コイル 4 が省略されている。磁極 7 は間隔を隔ててリニアモータの進行方向に対して垂直な方向に並列に並べられている。ティース 3 はバックヨーク部 3 a で互いに連結されている。永久磁石 5 は隣り合う永久磁石が互いに異極となるように並列に配列されている。永久磁石 5 はコア 6 に接着剤で貼り付けられることによって固定されている。

【 0 0 1 3 】

図 3 は図 1 の左側側面図を示す。この図はリニアモータのティース側に着目した側面図である。コイル 4 はティース 3 のそれぞれに配設されている。ここにはコイル 4 が巻回された 3 個のティース 3 が示されている。それぞれのティース 3 はバックヨーク部 3 a で互いに連結されていて、連結ティース 11 を成している。磁極 7 はティース 3 の先端部 3 b と間隔を隔てて対向している。ティース 3 の先端部 3 b は磁極 7 の配列方向と同じ向きに並列に配列している。

【 0 0 1 4 】

図 4 は図 1 の右側側面図を示す。この図はリニアモータのコア側に着目した側面図である。ここでは並列に配置された 4 個の永久磁石 5 が示されている。永久磁石 5 に描かれている矢印はそれぞれの永久磁石の着磁の方向を示している。永久磁石 5 は磁極 7 の配列方向と同じ向きに並列に配列している。コア 6 の固定子対向面 6 a には複数の永久磁石 5 が隣り合う永久磁石が互いに異極となるように貼り付けられている。磁極 7 は永久磁石 5 の固定子対向面 5 a と間隔を隔てて対向している。ティースと永久磁石と磁極の数に関して、とりうる組合せの中で最も良い比は、ティース数：永久磁石数：磁極数 = 3 : 4 : 3 と考えられている。

【 0 0 1 5 】

磁束の流れを図 5 に示す。図 5 ではコイルと連結部材を省略している。磁気回路は、永久磁石 5 から発生する磁束が固定子 1 の磁極 7 を通りティース 3 へ到達し、さらに磁極 7 を通って永久磁石 5 とコア 6 の内部を通り、元に戻る構成となっている。磁気回路の漏れ磁束を低減するために連結部材 8 の材料としてはステンレスやアルミニウムなどの非磁性体を用いるのがよい。

【 0 0 1 6 】

固定子の磁極 7 を流れる磁束を図 6 に示す。永久磁石 5 の着磁方向に合わせて磁束の流れる方向が決まる。磁束の流れをスムーズにするためには、ティース 3 の固定子対向面 3 c の幅と永久磁石 5 の固定子対向面 5 a の幅はほぼ同じでかつ磁極 7 の厚みは固定子対向面 3 c と固定子対向面 5 a の幅とほぼ同じとするのがよい。さらに、ティース 3 と永久磁石 5 の間で磁束の漏れが起りにくいようにティース 3 と永久磁石 5 の間はギャップ（固定子対向面 3 c または固定子対向面 5 a と磁極 7 との間隔）の 2 倍以上の距離を離すとよい。

【 0 0 1 7 】

このような構成とすることで、固定子 1 に永久磁石を使わない構成とすることができる。リニアモータの進行方向には複数の軟磁性体からなる磁極 7 を並べるため長ストローク化した場合でも安価である。またギャップが 1 面であるため構造が簡単である。一般的なリニアモータと同様に互いに対向する固定子と可動子から構成されており、組立が従来と

10

20

30

40

50

同様の手順で可能である。

【 0 0 1 8 】

実施の形態 2 .

図 7 は、この発明を実施するための実施の形態 2 を示すリニアモータの断面図である。この図もリニアモータの進行方向に垂直な面の断面図である。実施の形態 2 では、隣接する磁極の 2 面のそれぞれに、コイルを巻回したティース 3 と複数の永久磁石 5 が貼り付けられたコアを対向させて配置した。磁極 7 の上面 7 a には永久磁石 5 が対向している。磁極 7 の片側の側面 7 b にはティース 3 の先端部が対向している。

【 0 0 1 9 】

図 8 に実施の形態 2 における固定子内の磁束の流れを示す。スムーズな磁束の流れのためにはティースの固定子対向面 3 a の幅と永久磁石の固定子対向面 5 a の幅をほぼ同じとし、略正方形の磁極形状とするのがよい。このため、実施の形態 1 と比較して磁極体積が 1 / 2 以下となり、低コスト化が可能である。また、実施の形態 1 と 3 では、ティースと永久磁石を貼り付けたコアの間に必ずコイルエンドが存在し、磁極の必要長さはその分増加する。しかし、実施の形態 2 の配置とすることでコイルエンドが直接磁極と対向しないため実施の形態 3 よりも磁極の体積を低減し、低コスト化が可能である。

【 0 0 2 0 】

図 9 は実施の形態 2 の別の形態を示す図である。この図もリニアモータの進行方向に垂直な面の断面図である。この実施の形態は、図 8 に示した形態において、ティースと永久磁石の配置場所を入れ替えたものである。ティース 3 の先端部は磁極 7 の上面 7 a と対向している。磁極 7 の片側の側面 7 b には永久磁石 5 が対向している。

【 0 0 2 1 】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 では実施の形態 1 と同様に、直線状の磁極に対して、コイルを巻回したティースと永久磁石を貼り付けたコアとを磁極の同じ上面に配置している。図 10 は、この発明を実施するための実施の形態 3 を示すリニアモータの断面図である。図 1 と同様にリニアモータの進行方向に垂直な面の断面図である。実施の形態 3 では、可動子は連結された複数のティース 3 の両側に、コア（第 1 のコア）6 1、コア（第 2 のコア）6 2 を配置し、これらの部品を連結部材 8 にて連結して構成されている。コア 6 1 には隣り合う永久磁石が互いに異極となるように複数の永久磁石（第 1 の永久磁石）5 1 が固定子対向面 6 1 a に貼り付けられている。同様にコア 6 2 には隣り合う永久磁石が互いに異極となるように複数の永久磁石（第 2 の永久磁石）5 2 が固定子対向面 6 2 a に貼り付けられている。

【 0 0 2 2 】

図 1 の構成では磁極と永久磁石間では磁気吸引力が大きく、磁極とコイルが巻回されたティースの間の磁気吸引力は小さいため、可動子全体に進行方向を軸の中心とする力のモーメントが発生する。このような力のモーメントは、可動子 2 を摺動させるために用いられるリニアガイドなどの案内機構の寿命低下を引き起こす。しかし、実施の形態 3 の構成とすることで可動子 2 にかかる力のモーメントはほぼ 0 になるため、案内機構の長寿命化が可能である。

【 0 0 2 3 】

実施の形態 3 における固定子内の磁束の流れを図 11 に示す。図中には永久磁石 5 1 と永久磁石 5 2 の着磁方向が示されている。磁極 7 に対し同列に配列されている永久磁石は同じ向きに着磁されている。図 6 と同様に磁束の流れをスムーズにするにはティースの固定子対向面 3 c の幅に対し両側の永久磁石 5 1、5 2 の固定子対向面 5 1 a、5 2 a の幅は 1 / 2 倍とし、かつ固定子の磁極 7 の厚みは永久磁石の固定子対向面の幅とほぼ同じとするのがよい。つまり、実施の形態 3 は実施の形態 1 と比較して磁極の厚みが 1 / 2 倍となり、長ストローク化した場合の磁極コスト低減効果が大きい。

【 0 0 2 4 】

実施の形態 4 .

図 12 は、この発明を実施するための実施の形態 4 を示すリニアモータの断面図である

10

20

30

40

50

。この図もリニアモータの進行方向に垂直な面の断面図である。実施の形態 4 では、図 7 の構成においてコイルを巻回したティースの両側に複数の永久磁石を貼り付けたコアを配置し、磁極 7 の 3 面に対向させる構成とした。実施の形態 4 では、可動子は連結された複数のティース 3 の両側に、コア（第 1 のコア）6 1、コア（第 2 のコア）6 2 を配置し、これらの部品を連結部材 8 にて連結して構成されている。

【0025】

コア 6 1 には隣り合う永久磁石が互いに異極となるように複数の永久磁石（第 1 の永久磁石）5 1 が貼り付けられている。同様にコア 6 2 には隣り合う永久磁石が互いに異極となるように複数の永久磁石（第 2 の永久磁石）5 2 が貼り付けられている。永久磁石 5 1 は側面 7 c と対向している。ティース 3 は上面 7 a と対向している。永久磁石 5 2 は側面 7 b と対向している。

10

【0026】

図 10 の構成では磁極と永久磁石および磁極とティース間の吸引力がアンバランスとなるため、図 1 と同様可動子全体に進行方向を軸の中心とする力のモーメントが発生する。このような力のモーメントは、可動子を摺動させるために用いられるリニアガイドなどの案内機構の寿命低下を引き起こす。しかし図 12 の構成とすることで可動子にかかる力のモーメントはほぼ 0 になるため、磁極のコストを低減しつつ案内機構の長寿命化が可能である。

【0027】

固定子の磁束の流れを図 13 に示す。図中には永久磁石 5 1 と永久磁石 5 2 の着磁方向が示されている。磁極 7 に対し同列に配列されている永久磁石は同じ向きに着磁されている。これまでと同様に磁束の流れをスムーズとするには、ティースの固定子対向面の幅に対し永久磁石の固定子対向面の幅を 1 / 2 倍とするとよい。このことにより、実施の形態 2 と比較してさらに磁極体積が 1 / 2 倍となり、磁極の低コスト化が可能である。

20

【0028】

実施の形態 5 .

図 14 は、この発明を実施するための実施の形態 5 を示すリニアモータの断面図である。図 12 においてコイルに近接するコア 6 1、6 2 の部分を鉄より熱伝導率がよい材料に替えて放熱板 9 とし、コイル 4 と放熱板 9 を接触させる構成とした。放熱板 9 の材料としては、アルミや銅などが挙げられる。

30

【0029】

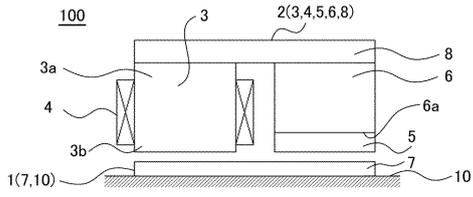
図 12 の構成ではコイル 4 がコア 6 1、6 2 の内部にあるため、コイル 4 で発生した熱が可動子の外に逃げにくい構造となっていた。しかし実施の形態 5 の構成とすることで、コイル 4 で発生した熱が放熱板 9 に伝達し、可動子表面に到達して放熱しやすくなり、可動子温度が低減可能である。

【符号の説明】

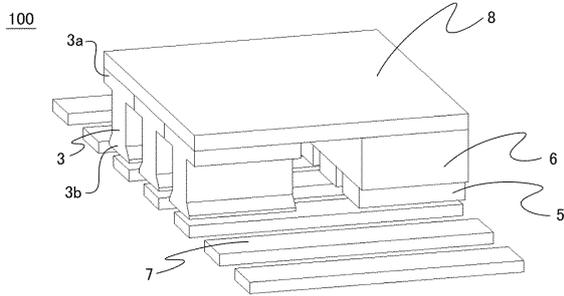
【0030】

100 リニアモータ、1 固定子、2 可動子、3 ティース、4 コイル、5 永久磁石、6 コア、7 磁極、8 連結部材、9 放熱板

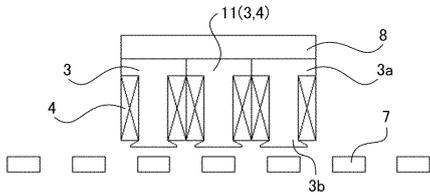
【図1】



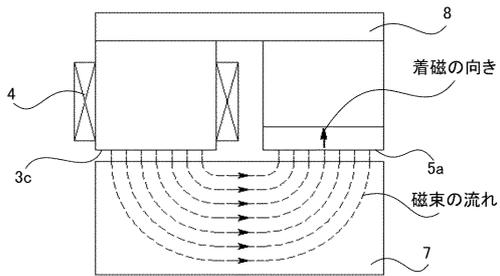
【図2】



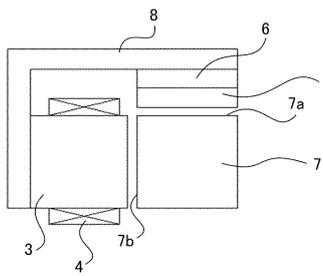
【図3】



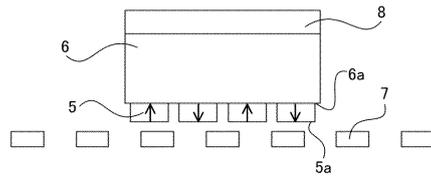
【図6】



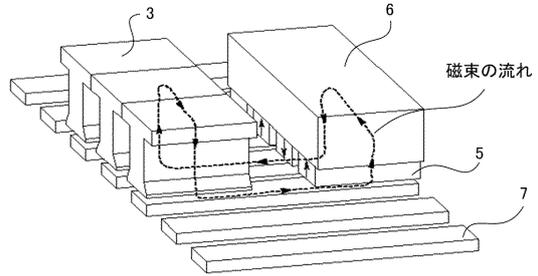
【図7】



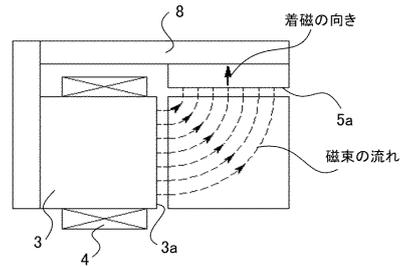
【図4】



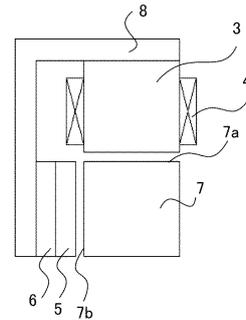
【図5】



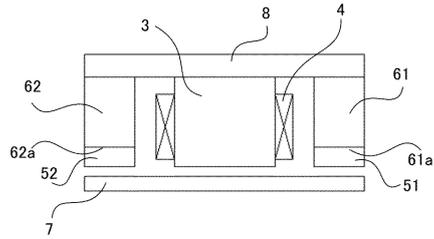
【図8】



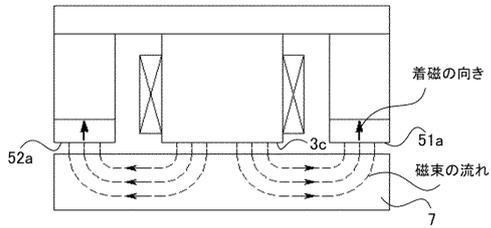
【図9】



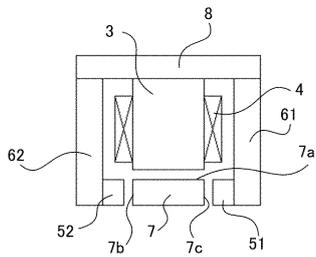
【図10】



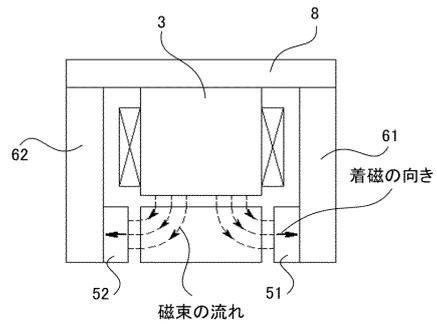
【図11】



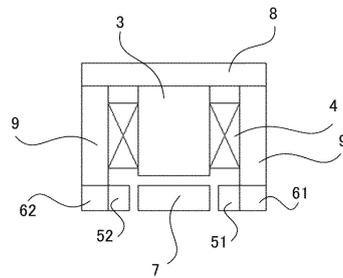
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 一将
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 山口 信一
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 大穀 晃裕
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 池田 貴俊

- (56)参考文献 実開昭62-98481(JP,U)
特開平2-273066(JP,A)
特開平2-246763(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02K 41/03