(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 1 日(01.05.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/065308 A1

(51) 国際特許分類:
*H02K 41/03* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/078667

(22) 国際出願日: 2013 年 10 月 23 日(23.10.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
PCT/JP2012/077501 2012 年 10 月 24 日(24.10.2012) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所 **(HITACHI, LTD.)** [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 青山 康明 **(AOYAMA Yasuaki)**; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 小村 昭義 **(KOMURA Akiyoshi)**; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 岩路 善尚 **(IWAJI Yoshitaka)**; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目６番６号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: ポレール特許業務法人 **(POLAIRE I.P.C.)**; 〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目７番１号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

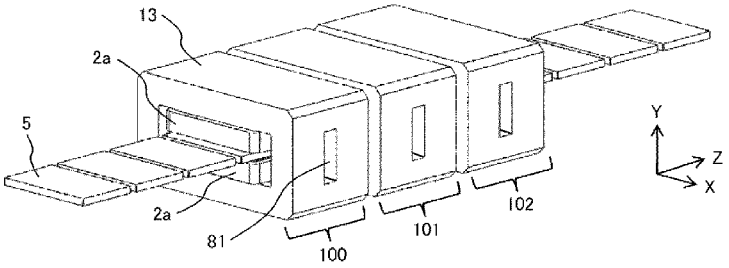
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

**(54) Title**: LINEAR MOTOR AND LINEAR MOTOR DRIVE SYSTEM

**(54) 発明の名称 : リニアモータ及びリニアモータ駆動システム**

図 1




**(57) Abstract**: The purpose of the present invention is to provide a linear motor which not only can be made more compact, but which also enables sharing the magnetic flux active between neighboring magnetic poles and in which the magnetic attractive force acting between the moveable element and armature is canceled out. This linear motor is provided with a moveable element formed by arranging multiple permanent magnets or magnetic materials in a row while reversing the magnetization directions, and at least two armatures which are arranged in a row in the advancement direction of the moveable element or the armatures and which comprise first magnetic pole teeth and second magnetic pole teeth arranged above and below the aforementioned permanent magnets or magnetic materials, a magnetic body connecting the first magnetic pole teeth and second magnetic pole teeth and forming a magnetic flux path, and windings arranged on the first magnetic pole teeth and second magnetic pole teeth, wherein the armatures are linked by the magnetic body, and a thrusting force is generated for moving the moveable element and the armatures relative to one another in the horizontal direction. This linear motor is characterized by having at least two different magnetic paths through which magnetic flux from the windings passes.

**(57) 要約:**

[続葉有]

WO 2014/065308 A1

本発明は、装置の小型化が図れることは勿論、隣り合う磁極間の有効な磁束の共有化が図れ、かつ、電機子と可動子との間に働く磁気吸引力が相殺されるリニアモータを提供する。　本発明によるリニアモータは、永久磁石又は磁性材を磁化方向を反転させつつ複数個並べて形成された可動子と、前記永久磁石又は磁性材を上下から挟み込むように配置された第１の磁極歯及び第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線から成ると共に、前記可動子若しくは電機子の進行方向に少なくとも２つ並設され、かつ、両者が前記磁性体で連結されている電機子とを備え、前記可動子と前記電機子が相対的に水平移動するための推力を発生するものであって、前記巻線からの磁束が通る少なくとも２つの異なる磁路を有することを特徴とする。

# 明　細　書

## 発明の名称 ： リニアモータ及びリニアモータ駆動システム

## 技術分野

[0001] 本発明はリニアモータ及びリニアモータ駆動システムに係り、特に、可動子の永久磁石と電機子との間に相対的に水平移動するための推力を発生するものに好適なリニアモータ及びリニアモータ駆動システムに関する。

## 背景技術

[0002] 可動子の永久磁石と電機子との間に相対的に水平移動するための推力を発生するリニアモータに関しては、特許文献１乃至３に記載されたものがある。

[0003] この特許文献１乃至３には、磁極と巻線から成る電機子と、永久磁石を有する可動子とが相対的に水平方向に移動可能であるリニアモータであって、前記磁極が永久磁石の両側に空隙を介して対向配置された磁極歯と、この磁極歯をつなぐ磁性体とを備え、前記磁極を可動子の進行方向に複数個有し、かつ、電機子に配置された巻線により発生する磁束が、複数個の磁極において同じ極性を有し、複数個の対向配置された磁極歯が単独で構成され、しかも、対向配置された磁極歯ごとに、該磁極歯間の距離が可変できることが記載されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－２２３６９７号公報

特許文献2：特開２０１０－１４１９７８号公報

特許文献3：国際公開２０１０/１０３５７５号

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献１乃至３に記載のリニアモータは、複数個の磁極において同じ極性を有しているため、可動子の進行方向に並んだ複数個の間

において漏れ磁束を低減するという効果はあるものの、磁極の間隔が広くなり装置が大型化すると共に、隣り合う磁極間の有効な磁束の共有ができない問題があった。

[0006] 本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、装置の小型化が図れることは勿論、隣り合う磁極間の有効な磁束の共有化が図れ、かつ、電機子と可動子との間に働く磁気吸引力が相殺されるリニアモータ及びリニアモータ駆動システムを提供することにある。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明のリニアモータは、上記目的を達成するために、永久磁石又は磁性材を磁化方向を反転させつつ複数個並べて形成された可動子と、前記永久磁石又は磁性材を上下から挟み込むように配置された第１の磁極歯及び第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線から成ると共に、前記可動子若しくは電機子の進行方向に少なくとも２つ並設され、かつ、両者が前記磁性体で連結されている電機子とを備え、前記可動子と前記電機子が相対的に水平移動するための推力を発生するものであって、前記巻線からの磁束が通る少なくとも２つの異なる磁路を有することを特徴とする。

[0008] また、前記巻線からの磁束が通る少なくとも２つの異なる磁路は、前記巻線からの磁束が、前記磁性体から前記第１の磁極歯、該第１の磁極歯から前記第２の磁極歯、該第２の磁極歯から前記磁性体に至る第１の経路と、該第１の経路と直交する方向で、かつ、前記それぞれの電機子内で前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する前記磁極歯に至る第２の経路とから成ることを特徴とする。

[0009] また、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線は、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の磁極歯と第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線との巻方向が逆になっていることを特徴とする。

[0010] また、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線が作る磁束は、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の磁極歯と第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線が作る磁束と、その向きが互い違いになっていることを特徴とする。

[0011] また、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線を少なくとも２段以上有すると共に、各段の前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯間に各々可動子を有し、該可動子の本数を複数個有することを特徴とする。

## 発明の効果

[0012] 本発明によれば、装置の小型化が図れることは勿論、隣り合う磁極間の有効な磁束の共有化が図れ、かつ、電機子と可動子との間に働く磁気吸引力が相殺されるリニアモータ及びリニアモータ駆動システムを得ることができる。

## 図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明のリニアモータの実施例１を示す斜視図である。

[図2]図１をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図3]図１から永久磁石を抜き取った状態の図１をＸ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図4]本発明の実施例１における巻線が、第１の磁極歯と第２の磁極歯のギャップに作る磁束の向きを示す図２に相当する図である。

[図5]本発明のリニアモータの実施例１における第１の磁束の経路と第２の磁束の経路を示す図１に相当する図である。

[図6]本発明のリニアモータの実施例１における第１の磁束の経路と第２の磁束の経路を示す図２に相当する図である。

[図7]図５に示したリニアモータの１相分の電機子を示す斜視図である。

[図8]図７に示した１相分の電機子をＸ－Ｙ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図9]図７に示した１相分の電機子をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図10]図８を矢印Ａ方向から見た図である。

[図11]図９を矢印Ｂ方向から見た図である。

[図12]本発明のリニアモータの実施例２を示す斜視図である。

[図13]本発明のリニアモータの実施例２における３相の電機子に巻かれる巻線の位相を説明するための図である。

[図14]本発明のリニアモータの実施例２において、５個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を６個並べた構成を示す図である。

[図15]本発明のリニアモータの実施例２において、７個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を６個並べた構成を示す図である。

[図16]本発明のリニアモータの実施例２において、８個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を９個並べた構成を示す図である。

[図17]本発明のリニアモータの実施例２において、１０個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を９個並べた構成を示す図である。

[図18]本発明のリニアモータの実施例２において、図１４に示した構成をＺ方向に２つ並べ、１０個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を１２個並べた構成を示す図である。

[図19]本発明のリニアモータの実施例２において、図１７に示した構成をＺ方向に２つ並べ、２０個の永久磁石に対しＺ方向に磁極歯を１８個並べた構成を示す図である。

[図20]本発明のリニアモータの実施例３を示す図１に相当する斜視図である。

[図21]図１７の側面図である。

[図22]本発明のリニアモータの実施例４を示す図１に相当する斜視図である。

[図23]図２２をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図24]本発明のリニアモータの実施例５を示す斜視図である。

[図25]図２４をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図26]本発明のリニアモータの実施例６を示し、Ｙ－Ｚ平面で断面した状態を示す斜視図である。

[図27]本発明のリニアモータの実施例７を示す斜視図である。

[図28]図２７をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す断面図である。

[図29]本発明のリニアモータの実施例８を示し、第１の磁極歯と第２の磁極歯のギャップｇ、第１及び第２の磁極歯の可動子の進行方向の磁極間隔Ｗの関係を説明するための図である。

[図30]実施例８における磁極間隔Ｗ及びギャップｇの比（Ｗ/ｇ）と磁束量との関係を示す特性図であり、無効な磁束（漏れ磁束）及び有効な磁束（推力に寄与）の特性を示す図である。

[図31]本発明のリニアモータの実施例９を示す斜視図である。

[図32]本発明のリニアモータの実施例１０を示す斜視図である。

[図33]図３２の正面図である。

[図34]図３２をＹ－Ｚ平面で断面した状態を示す断面図である

[図35]本発明のリニアモータの実施例１１を示す斜視図である。

[図36]図３５の側面図である。

[図37(A)]図３６のＡ－Ａ断面図である。

[図37(B)]図３６のＢ－Ｂ断面図である。

[図38]本発明のリニアモータの実施例１１の効果を示す推力密度の特性図である。

[図39]本発明のリニアモータの実施例１２を示す斜視図である。

[図40]実施例１２における第１の磁極歯と第２の磁極歯をつなぐ磁性体の一部を切り取ったリニアモータの斜視図である。

[図41]実施例１２におけるＸ－Ｙ平面で巻線が作る磁束を示す図である。

[図42]実施例１２におけるＸ－Ｚ平面で巻線が作る磁束を示す図である。

[図43]サイドプレートを設けた実施例１２の応用例を示す斜視図である。

[図44]図４３に示す応用例のリニアモータの斜視図である。

[図45]図４３に示す応用例の磁束の向きを示すリニアモータの正面図である。

[図46]本発明のリニアモータの実施例１３を示す斜視図である。

[図47]図４６に示す実施例１３の磁束の向きを説明する図である。

[図48]実施例３のリニアモータの変形例を示す斜視図である。

## 発明を実施するための形態

[0014] 以下、図示した実施例に基づいて本発明のリニアモータを説明する。なお、各実施例において、同一構成部品には同符号を使用する。

## 実施例 1

[0015] 図１乃至図１１に、本発明のリニアモータの実施例１を示す。該図に示す本実施例は、３相のモータを構成した例であり、３つの電機子１００、１０１、１０２からなる固定子と、隣り合う永久磁石５の磁化方向５１が交互になるように複数個の永久磁石５が配置されている可動子とが相対的に直線運動（水平移動）をするリニアモータである。３つの電機子１００、１０１、１０２からなる固定子を、電気的に位相が各１２０°ずれるように配置することで３相リニアモータが構成でき、同様にｍ個の電機子でｍ相駆動のリニアモータを構成できる。

[0016] 永久磁石５は、永久磁石５を保持する部材（図示しない）に固着され、永久磁石５と永久磁石５を保持する部材とで可動子を構成する。可動子と固定子は、相対的に直線運動が可能な支持手段により保持される。なお、可動子を固定し、固定子（電機子）側を移動させることも可能である。

[0017] １つの電機子１００は、永久磁石５に対向した上側の第１の磁極歯１１と、永久磁石５に対向した下側の第２の磁極歯１２と、上側の第１の磁極歯１１と下側の第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３とから成り、永久磁石５の進行方向（Ｚ方向）に２つ並べて構成されている。２つ並べて構成された電機子１００の各々の第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２には、それぞれ巻線２ａと巻線２ｂが配置され、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２は、永久磁石５に対向する位置に配置されている。なお、電機子１０１、１０２も

同様な構成である。

[0018] 図４に、巻線２ａ及び巻線２ｂが、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２との間のギャップに作る磁束の向きを示す（一般に、リニアモータの巻線は、永久磁石の位置によって時間的に電流の大きさや電流の向きを変化させる。図４は、ある時間において巻線２ａ、２ｂに流れる電流が、ギャップに作る磁束を示している）。

[0019] 該図に示す如く、巻線２ａは下から上への磁束６１ａを発生させ、巻線２ｂは上から下への磁束６１ｂを発生させる。

[0020] 本実施例では、図５及び図６に示す如く、巻線２ａ及び２ｂによって発生する磁束７１及び７２が通る２つの異なる磁路を形成している。

[0021] 以下、この詳細を図７乃至図１１を用いて説明する。該図に示す如く、巻線２ａ及び２ｂによって発生する磁束７１及び７２が通る２つの異なる磁路のうち１つは、図１０に示すように、巻線２ａにより生じた磁束７１ａが、第１の磁極歯１１ａ、磁性体１３ａ、磁性体１３ｂ、磁性体１３ｃを通り、第２の磁極歯１２ａに至る第１の経路である。もう１つの経路は、図１１に示すように、巻線２ａと巻線２ｂにより生じた磁束７２ａが、第１の磁極歯１１ａ、磁性体１３ａ、第２の磁極歯１１ｂ、第２の磁極歯１２ｂ、磁性体１３ｃを通り、第２の磁極歯１２ａに至る第２の経路である。

[0022] 即ち、２つの異なる磁路の１つは、巻線２ａ及び２ｂからの磁束７１が、磁性体１３から第１の磁極歯１１、第１の磁極歯１１から第２の磁極歯１２、第２の磁極歯１２から磁性体１３に至る第１の経路であり、もう１つの磁路は、巻線２ａ及び２ｂからの磁束７２が、第１の通路と直交する方向（永久磁石５の進行方向（Ｚ方向））で、かつ、可動子の進行方向に隣接する磁極歯に至る第２の経路である。

[0023] 上記した磁束７２が通る第２の経路は、詳述すれば、図６に示す如く、可動子の進行方向に隣接する電機子の上側の各々の第１の磁極歯１１間を、巻線２ａ及び２ｂからの磁束７２が磁性体１３を介して流れ、それが電機子の下側の第２の磁極歯１２に流れ、下側の各々の第２の磁極歯１２間を、磁束

７２が磁性体１３を介して流れる循環経路となる。

[0024] このように構成することにより、巻線２ａ及び２ｂからの磁束が第１及び第２の経路を通ることになり、磁束の経路の断面積が増加し、効率的に推力を発生することができる。

[0025] 従って、小型のリニアモータが提供でき、更に、磁性体１３から第１の磁極歯１１、第１の磁極歯１１から第２の磁極歯１２、第２の磁極歯１２から磁性体１３を経路とする磁束７１ａは、図５に示す如く、永久磁石５の進行方向（Ｚ方向）に隣り合う電機子の磁性体１３から第１の磁極歯１１、第１の磁極歯１１から第２の磁極歯１２、第２の磁極歯１２から磁性体１３を経路とする磁束７１ｂとは逆向きに流れているため、磁気飽和が緩和できるという効果もある。これにより、リニアモータの小型化や鉄損の低減が可能となる。

[0026] 図３に示す如く、巻線２ａの作る磁束と巻線２ｂの作る磁束の向きが互い違いになるため、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３ａと、隣接する第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３ｂとにおいては、磁束の方向（図４の磁束６１ａ及び６１ｂ）が逆向きになり、磁束密度が低減し磁気飽和を緩和できるという効果がある。この効果により、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３ａ及び１３ｂの磁路断面積を小さくすることが可能になり、リニアモータの小型化につながる。

[0027] また、本実施例では、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３ａの側面部と、可動子の進行方向に隣接する第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３ｂとの側面部との間の一部に空間８１（図１及び図３参照）を形成しているので、この空間８１に冷却風を流すことで巻線の冷却性能の向上が図れ、また、空間８１を利用することで巻線２ａ、２ｂの配線の引き出し易さが向上するなどの効果が期待できる。更に、空間８１を、可動子を機械的保持する部材の設置のための空間として利用することも可能である。

[0028] また、本実施例のリニアモータは、各相の電機子が独立しており、３相の電機子に不平衡が生じにくいため、推力脈動の低減、低ディテントが実現できる。

[0029] このような本実施例によれば、装置の小型化が図れることは勿論、隣り合う磁極間の有効な磁束の共有化が図れ、かつ、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２が対向しており、永久磁石５と、それぞれの磁極歯間での吸引力が相殺され、電機子と可動子との間に働く磁気吸引力が小さくなる効果がある。

## 実施例 2

[0030] 図１２乃至図１９に、本発明のリニアモータの実施例２を示す。図１２に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0031] 一般に、リニアモータを用いて大推力、高速駆動を実現するためには、リニアモータの巻線に大きな電流を流す必要がある。しかし、巻線に流す電流の増加に従って、巻線の径も増加する傾向にある。例えば、３相モータではＵ相、Ｖ相、W相の巻線が用いられるが、１つの相で複数の巻線を備えたケースでは、同相の巻線の間隔が離れている場合、各相の巻線が交差する場合など、複数の巻線を接続する渡り線の占める空間が増加し、リニアモータの体格の増加、インダクタンスが増加してしまう課題もあった。特に、大推力、高速駆動の必要なリニアモータでは、それらの影響が顕著にあらわれる。

[0032] そこで、本実施例では、各電機子１００、１０１、１０２のそれぞれに巻かれる巻線２ａ、２ｂの電流位相を図１３に示すが、Ｚ方向に隣り合う第１の磁極歯１１及びＺ方向に隣り合う第２の磁極歯１２毎に、各相の反転した位相(電気的に１８０°位相差を有する位相)となるように巻線２ａ、２ｂを配置している。

[0033] このような配置は、隣り合う第１及び第２の磁極歯１１及び１２の巻線２ａ、２ｂの巻方向を変えるか、或いは巻線２ａ、２ｂの出入り口の線を入れ替えることで構成できる。

[0034] 図１３に示すように、隣り合う第１及び第２の磁極歯１１及び１２で巻線２ａ、２ｂの位相を１８０°変えることにより、隣り合う巻線２ａ、２ｂで結線が可能になり、渡り線の空間を削減できる。また、各相の巻線間で交差する渡り線がないため、小型のリニアモータが構成できる。

[0035] 本実施例では、隣り合う第１及び第２の磁極歯１１及び１２で巻線方向が反対になるため、実施例１の図４と同様な磁束が発生し、磁気飽和抑制の効果もある。また、隣り合う第１及び第２の磁極歯１１及び１２毎の磁気回路が鏡像配置になり、パーミアンスを高くできる利点もある。また、上記した図５に示すように、磁束７１ａと磁束７１ｂの向きが逆になり、磁気飽和を緩和できる。これにより推力の向上、磁気飽和による脈動を低減できる利点がある。

[0036] このように、隣り合う磁極歯に同相で位相の反転した巻線を施すことにより、リニアモータの性能を向上できる。

[0037] 例えば、図１３に示すように、Ｕ相、－Ｕ相、－Ｖ相、Ｖ相、W相、－W相(図１３のＵ相、Ｖ相、W相は、Ｕ相とＶ相間で電気的な位相差が１２０°、Ｖ相とW相間で電気的な位相差が１２０°であり、Ｕ相と－Ｕ相間で電気的な位相差が１８０°となることを示す)となるように配置することで、５個の永久磁石５に対して、Ｚ方向に磁極歯を６個並べることが可能となり、各電機子１００、１０１、１０２を整列させることができる。

[0038] また、図１４に磁石のピッチτｍと、磁極歯のＺ方向のピッチτｐの関係を示す。

[0039] 図１４に示した５個の永久磁石５に対して、Ｚ方向に磁極歯を６個並べた（５τｍ＝６τｐの関係のある）構成は一例であり、隣り合う磁極の巻線２ａ、２ｂを同じ相になるように配置することで、同様の効果が得られれば、本構成に限定されるものではない。

[0040] 例えば、図１５に示すように、７個の永久磁石５とＺ方向に磁極歯を６個並べることにより（７τｍ＝６τｐ）、隣り合う磁極歯の複数の巻線を同じ相（＋Ｕ相と＋Ｕ相に対して１８０°位相の異なる－Ｕ相）の巻線を並べて

配置できる。これにより、磁路の磁気飽和を解消できる。

[0041] また、図１６には、８個の永久磁石５とＺ方向に９個の磁極歯を並べた（８τｍ＝９τｐ）場合の構成例を示す。また、図１７には、１０個の永久磁石５とＺ方向に９個の磁極歯を並べた（１０τｍ＝９τｐ）場合の構成例を示す。図１６及び図１７ともに、隣り合う磁極歯の複数の巻線を同じ相の巻線を並べて配置できる。これにより、磁路の磁気飽和を解消できる。

[0042] 即ち、３相のリニアモータの場合には、Ｚ方向に並んだ磁極歯の数を３ｍ（ｍ＝２、３、４・・・の整数）とした場合、要は３ｍ±１個配置されていればよい。

[0043] 本発明のリニアモータは、逆方向の磁束を利用して磁気飽和を緩和する効果があるため、ｍは２以上の整数となる。従って、磁石のピッチτｍと、磁極歯のＺ方向のピッチτｐの関係を（３ｍ±１）τｍ＝３ｍτｐとすればよい。

[0044] 更に、図１８に示すように、５τｍ＝６τｐの関係有する電機子１００、１０１、１０２をＺ方向に２つ並べ、１０τｍ＝１２τｐとした構成も可能である。即ち、磁石のピッチτｍと、磁極歯のＺ方向のピッチτｐの関係をｎ（３ｍ±１）τｍ＝３ｍｎτｐとすればよい（ｎ＝１、２、３、４・・・の整数）。

[0045] また、図１９は、ｎ＝２、ｍ＝３とした場合の実施例であり、２×（３×３＋１）τｍ＝３×３×２τｐであり、２０τｍ＝１８τｐとした例である。

[0046] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、本実施例のリニアモータは、各相の電機子が独立しており、隣り合う電機子間での磁束の干渉が小さく、電機子端部の相の（ある相の電機子のＺ方向に一方は他相の電機子があり、もう一方には他相の電機子がない）場合と、中央部の相の（ある相の電機子の両側に他相の電機子がある）場合と推力特性に差が生じる。それぞれの相の電機子間の干渉が大きい場合、電機子端部の相の推力と、電機子中央部の相の推力差が大きくなり、推力の脈動やデ

ィテントが大きくなる。

[0047] 本発明のリニアモータは、各相の電機子が独立しているため、３相の電機子に不平衡が生じにくく、推力脈動の低減、低ディテントが実現できるという効果がある。

## 実施例 3

[0048] 図２０及び図２１に、本発明のリニアモータの実施例３を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0049] 該図に示す本実施例では、実施例１に示したリニアモータと略同様な構成であるが、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３と、可動子の進行方向（Ｚ方向）に隣接する第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３とを、Ｚ方向に分割したものである。

[0050] 例えば、積層鋼板などで電機子を作成した場合、実際にはわずかな隙間が生じるため、この隙間で可動子の進行方向（Ｚ方向）に磁性体１３が分割されることになる。この隙間は、ギャップが広がるにつれてＺ方向の磁路７２の磁束が減少していくが、Ｚ方向の磁路７２を遮断しない程度の隙間とすることが必要である。

[0051] 図２０及び図２１に示すように、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３を、Ｚ方向に分割した場合においても、磁性体１３から第１の磁極歯１１、第１の磁極歯１１から第２の磁極歯１２、第２の磁極歯１２から磁性体１３を経路とする磁束と、これと直交する永久磁石５の進行方向を経路とする磁束とが発生し、磁束の経路の断面積が拡大するため、磁気抵抗が低減される。

[0052] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３は、永久磁石５の進行方向につながっていない場合においても効果がある。更に、各々の第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３の隙間を利用して、巻線２の保持や冷却が可能となる。

## 実施例 4

[0053] 図２２及び図２３に、本発明のリニアモータの実施例４を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0054] 該図に示す本実施例では、実施例１に示したリニアモータと略同様な構成であるが、図１に示したリニアモータの第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３の間の空間８１（図１及び図３参照）を磁性体で埋めた構造としたものである。

[0055] 即ち、本実施例は、巻線２ａ、２ｂの引き出しなどは、電機子１００、１０１、１０２のそれぞれの空間から行い、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３の磁路断面積を大きくしたものである。

[0056] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３の寸法が小さくなり、より小型のリニアモータを構成できる。

## 実施例 5

[0057] 図２４及び図２５に、本発明のリニアモータの実施例５を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0058] 該図に示す本実施例は、図１に示したリニアモータの電機子１００を可動子の進行方向（Ｚ方向）に２つ並べた構成とし、かつ、その２つの電機子の間隔を電気角３６０°となるように配置したものである。

[0059] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、図１に示した電機子１００の隣り合う第１の磁極歯１１の間隔を１５０°となるように配置し、その電機子１００を可動子の進行方向に３６０°位相をずらして配置することにより、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３に設けた空間８１ａを大きくすることが可能になる。更に、３相の電機子１００、１０１、１０２は、整列して構成できる。つまり、各相の電機子間に無駄な隙間を生じないで配列できる。

[0060] また、本実施例の構成により設けられた空間８１ａを用いて電機子１００、１０１、１０２の内部の確認や、巻線２ａ、２ｂの冷却性能の向上、可動子の保持などが可能となる。電機子１００、１０１、１０２を分解せず電機子内部が確認できるためメンテナンス性も向上する。

[0061] 図２５は、巻線位相の配置の例を示すが、図２５において、各電機子１００、１０１、１０２の巻線位相は、同一電機子において同位相の巻線と１８０°位相差を持つ巻線が隣同志となるため、巻線の配線が容易になる効果がある。

## 実施例 6

[0062] 図２６に、本発明のリニアモータの実施例６を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0063] 該図に示す本実施例は、電機子１００、１０１、１０２の間隔を、電気角３６０°＋１２０°となるように配置したものである。

[0064] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、電機子１００と電機子１０１の間隔を電気角３６０°＋１２０°の間隔にすることで、各相間の磁気的な干渉を低減することが可能となり、推力脈動の低減や相間のインダクタンスの干渉を低減できる効果がある。また、インダクタンスの干渉を低減する効果により、制御性も向上する。更に、各電機子の間の空間を、巻線や可動子の保持或いは巻線の冷却などのための空間として利用できる効果がある。

## 実施例 7

[0065] 図２７及び図２８に、本発明のリニアモータの実施例７を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0066] 該図に示す本実施例は、隣り合う永久磁石５の磁化方向５１が交互になるように配置された永久磁石５に対し、複数の電機子を配置したリニアモータの構成で、１つの可動子に対し、２つ以上のリニアモータの電機子を有する

構成である。

[0067] 即ち、３つの電機子１００、１０１、１０２から成るリニアモータ２００と、３つの電機子１００、１０１、１０２から成るリニアモータ２０１との２つのリニアモータに、それぞれ駆動装置９１を接続した構成である。

[0068] このような本実施例の構成においては、それぞれの駆動装置９１でリニアモータ２００と、リニアモータ２０１に個別に推力が発生させることができる。２つのリニアモータ２００と２０１の推力を同方向に発生させることにより、大推力を発生することができる。また、逆方向に働かせることによりブレーキとして動作することも可能である。更に、２つのリニアモータ２００と２０１が発生することのできる推力が異なった構成も可能である。

[0069] また、本実施例の構成により、推力発生に必要な電流を２つの駆動装置９１から供給することにより、小容量の駆動装置で駆動システムが構成できるメリットがある。また、２つのリニアモータ２００と２０１間に配線が不要となり、配線のための空間を削減可能となり、リニアモータ駆動システム全体の小型化が実現できる。

[0070] なお、駆動装置９１は、巻線に電流を供給する装置で、インバータやサーボアンプなどが用いられる。１つの相に電流を供給する場合は、単相のアンプで接続することも可能である。

[0071] また、各々の電機子１００、１０１、１０２に個別の電源を接続し、電機子毎に電流を調整し推力を制御することも可能である。

## 実施例 8

[0072] 図２９に、本発明のリニアモータの実施例８を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0073] 該図に示す本実施例は、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２との間に形成されるギャップをｇ、第１の及び第２の磁極歯１１及び１２と隣接する第１の及び第２の磁極歯１１及び１２との可動子若しくは電機子の進行方向（Ｚ方向）の磁極間隔をＷとしたとき、ギャップｇと磁極間隔Ｗの関係を、Ｗ

≧１．２×ｇとしたものである。

[0074] 即ち、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２とのギャップｇの寸法と、第１及び第２の磁極歯１１及び１２と隣接する第１の及び第２の磁極歯１１及び１２との可動子の進行方向の磁極間隔Ｗの変化によって、大きく推力特性が変化する。例えば、ギャップｇを一定とし、磁極間隔Ｗを狭く製作した場合、可動子の進行方向に隣り合う磁極歯間をわたる磁束が増加し、推力が低下する。永久磁石５に作用せずに隣り合う磁極歯へわたる磁束は漏れ磁束となり、推力に寄与しない磁束となる。漏れ磁束の低減により、無効電力の低減や漏れインダクタンスの低減が可能となる。

[0075] そこで、本実施例では、ギャップｇの寸法と磁極間隔Ｗとの関係を、磁極間隔Ｗ≧１．２×ギャップｇとすることで、漏れ磁束を低減するものである。

[0076] この磁極間隔Ｗ≧１．２×ギャップｇの根拠につて、図３０を用いて説明する。

[0077] 図３０は、横軸に磁極間隔Ｗとギャップｇの比（Ｗ/ｇ）を取り、縦軸に磁束量を取った時の、無効な磁束（漏れ磁束）Ａ及び有効な磁束（推力に寄与）Ｂの特性を示す図である。

[0078] 該図に示す如く、Ｗ／ｇ＝1において、無効な磁束Ａ、有効な磁束Ｂの値を１として、Ｗ／ｇが変化したときの磁束の変化をみると、Ｗ／ｇ＝１．２以下では無効な磁束Ａが急激に増加し、有効な磁束Ｂが減少している。これに対して、磁極間隔Ｗ／ギャップｇ≧１．２では、推力に寄与する有効な磁束Ｂが増加していることが分かる。

[0079] この結果より、上式を満足することで、相対的に推力の大きなリニアモータが提供できることが理解される。

[0080] このような本実施例によれば、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、漏れ磁束が低減され、無効電力の低減や漏れインダクタンスの低減が可能となり、推力の低下がなくなるので、相対的に推力の大きなリニアモータを得ることができる。

## 実施例 9

[0081] 図３１に、本発明のリニアモータの実施例９を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0082] 該図に示す本実施例は、実施例１乃至８で説明した永久磁石５の保持の仕方の一例を示す実施例である。

[0083] 該図に示す如く、本実施例では、永久磁石５を永久磁石保持部材５２に固着している。本実施例では、永久磁石５と永久磁石保持部材５２とで可動子５５が構成され、電機子１００、１０１、１０２を土台（図示しない）に取り付け固定し、電機子１００、１０１、１０２及び／又は土台に取り付けられた支持手段により、可動子５５が保持される。

[0084] このような本実施例の構成とすることでも、実施例１と同様な効果が得られる。

## 実施例 10

[0085] 図３２乃至図３４に、本発明のリニアモータの実施例１０を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0086] 該図に示す本実施例は、永久磁石５の列数を上下に２列で構成し、上下列の電機子１００、１０１、１０２を共通化しているものである。即ち、図３３に示す如く、上段の永久磁石５ａを挟み込むように第１の磁極歯１１ａと、第２の磁極歯１２ａが配置され、下段の永久磁石５ｂを挟み込むように第１の磁極歯１１ｂと、第２の磁極歯１２ｂが配置されている。

[0087] これにより、上段の巻線２ａ、２ｂの発生させる磁束と、下段の巻線２ｃ、２ｄの発生させる磁束が、上下段の永久磁石５ａ、５ｂに作用し、推力を向上できると共に、磁気回路を共通化することでリニアモータの小型化が図れる。

[0088] このような本実施例の構成としても、実施例１と同様な効果が得られることは勿論、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３の共通

化が可能になり、磁気回路の小型化ができる。

[0089] なお、上述した本実施例の構成は、永久磁石５の列数を２列の場合の構成例であるが、同様の効果があれば、永久磁石５の列数に限定されるわけではなく、上下に多数列で構成しても良い。

[0090] また、上述した本発明の各実施例は、可動子に永久磁石を配置した構成で説明したが、永久磁石を磁性材に変えた場合にも推力を発生することが可能である。

## 実施例 11

[0091] 図３５乃至図３７（Ｂ）に、本発明のリニアモータの実施例１１を示す。該図に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0092] 図３５乃至図３７（Ｂ）は、実施例１で示したリニアモータをＹ軸方向に２段重ね、電機子を共通化しすることにより小型化したものである。

[0093] 図３７（Ａ）及び図３７（Ｂ）を用いて本実施例のリニアモータの磁気回路について説明する。

[0094] 図３６のＡ－Ａ断面である図３７（Ａ）において、本実施例のリニアモータは、第１の磁極歯１１と、第２の磁極歯１２と、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３は３分割構造になっており、上段の第１の磁極歯１１ａと第１の磁極歯１１及び第２の磁極歯１２をつなぐ上段上側の磁性体１３ａ１と、下段の第２の磁極歯１２ｂと第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ下段下側の磁性体１３ａ２と、上段の第２の磁極歯１２ａと下段の第１の磁極歯１１ｂと第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ中央部の磁性体１３ｂとからなる。そして、上段の第１の磁極歯１１ａには巻線２ａが、上段の第２の磁極歯１２ａには巻線２ｂが、下段の第１の磁極歯１１ｂには巻線２ｃが、下段の第２の磁極歯１２ｂには巻線２ｄが、それぞれ配置されている。

[0095] 図３７（Ａ）及び図３７（Ｂ）において、巻線２ａ及び２ｂにより生じる磁束の方向を矢印６１ａで、また、巻線２ｃ及び巻線２ｄによって生じる磁

束の方向を矢印６１ｂで示す。

[0096] 該図に示す如く、上段の可動子５５に働く磁束６１ａと、下段の可動子５５に働く磁束６１ｂを同一方向にし、上段上側の磁性体１３ａ１と、下段下側の磁性体１３ａ２及び中央部の磁性体１３ｂにより磁路を形成することで、上段の永久磁石５ａに対向する巻線２ａと２ｂが作る磁束が、下段の永久磁石５ｂにも作用する。一方、下段の永久磁石５ｂに対向する巻線２ｃと２ｄが作る磁束が、上段の永久磁石５ａにも作用する。この効果により、実施例１で説明した可動子５５を１段にしたリニアモータに対し、体積当たりの推力（推力密度）を向上できる（効果Ａ）。

[0097] 更に、Ａ－Ａ断面（図３７（Ａ））に示す部分と隣り合う磁性体の磁気回路について説明する。Ａ－Ａ断面の磁極歯と隣り合う磁極歯の磁気回路構成を図３６のＢ－Ｂ断面である図３７（Ｂ）を用いて説明する。

[0098] 図３７（Ｂ）において、巻線２ｅと２ｆが作る磁束は、上段上側の磁性体１３ａ１と、下段下側の磁性体１３ａ２及び中央部の磁性体１３ｂを介して下側の永久磁石５ｂに作用し、巻線２ｇと２ｈが作る磁束は、上段上側の磁性体１３ａ１と、下段下側の磁性体１３ａ２及び中央部の磁性体１３ｂを介して上側の永久磁石５ａに作用する。隣り合う磁極に生じる磁束を逆方向にすることで、図３７（Ａ）及び図３７（Ｂ）に示すＸ－Ｙ断面内に発生する磁束経路と、図３６に示すＹ－Ｚ面内で発生する磁束経路により、磁路断面積を大きくすることが可能になり、更に推力密度を向上できる（効果Ｂ）。

[0099] 本実施例は、電機子１００を磁極歯がＺ方向に２つ併設された場合について説明したが、磁極歯がＺ方向に１つ設置された場合においても可動子５５を多段にし、磁気回路を共通化することにより、巻線の作る磁束が相互的に作用し、前記効果Ａによりリニアモータの小型化が可能である。更に、複数個の磁極をＺ方向に併設することにより磁路断面積の拡大が図ることができ、更なる小型化ができる。

[0100] 従って、前記効果Ａについては、Ｚ方向に可動子を併設した場合に限定されるものではなく、多段構成にした巻線の生じる磁束を同一方向にし、多段

構成の磁束が相互的に作用するように磁気回路を共通化することで効果が得られる。

[0101] 本実施例のリニアモータにおいて、Ｙ方向を２段にした巻線に生じる磁束を同一方向にした場合の推力密度と、逆方向にした場合の推力密度の磁界解析の結果を図３８に示す。

[0102] 図８は、巻線により生じる磁束の方向を逆にした場合の定格電流１．０（ｐ．ｕ．）における定格推力を１．０（ｐ．ｕ．）とし、巻線により生じる磁束の方向を同一にした場合の推力を比較した結果を示す。

[0103] 該図に示す如く、２段の巻線より生じる磁束の方向を同一にすることにより、巻線より生じる磁束の方向を逆にした場合に比べ推力密度が１．３６倍になることが分かる。

[0104] なお、本実施例では、可動子５５を２段構成にした場合について説明したが、３段以上の構成についても同様に推力密度を向上できる。また、上下段の磁気回路を上段上側の磁性体１３ａ１と下段下側の磁性体１３ａ２及び中央部の磁性体１３ｂに分割することにより、上段上側の磁性体１３ａ１と下段下側の磁性体１３ａ２の間の中央部の磁性体１３ｂの数を増やし、多段構成にすることが容易に可能となる。この際、複数の巻線の磁束が相互的に作用することにより、電機子の体格を小さくできる。

[0105] このように本実施例は、磁気回路の共通化によるリニアモータ体格の削減と、磁気抵抗低減による推力向上を実現できる。

[0106] また、本実施例のリニアモータは、推力向上により可動子５５の強度向上する必要があるが、可動子５５の強度を上げるため可動子５５を厚くすることが考えられる。しかし、可動子５５を厚くすることにより磁気抵抗が増加し、推力密度が低減する。

[0107] そこで、図３５に示すように、永久磁石５を配置した永久磁石保持部材５２の両側にサイドプレート５７を設置することにより、可動子５５の厚さを厚くすることなく可動子５５の強度を向上できる。更に、サイドプレート５７を取り付けた可動子５５を多段構成にし、可動子５５の端部に連結板５６

を取り付けることにより、可動子５５の大幅な剛性向上を実現できる。これにより、磁気抵抗の増加なく可動子５５の剛性を向上できるため、推力と推力密度が大きく、推力の大きなリニアモータで課題となる可動子５５の強度の問題を解決できる。

## 実施例 12

[0108] 図３９乃至図４２に、本発明のリニアモータの実施例１２を示す。図３９乃至図４２に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１及び実施例２と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0109] 該図に示す本実施例のリニアモータは、可動子５５の剛性向上するため、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３を切り取る（カット）ようにした実施例である。

[0110] 即ち、図３９に示すように、電機子１００乃至１０２を構成する第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３をカットしたものである。そして、永久磁石５を配置した永久磁石保持部材５２をベース板５３に締結することで、大きな推力に対する永久磁石保持部材５２の変形を低減している。

[0111] 図４０に、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぐ磁性体１３をカットしたリニアモータの一例を示す。また、図４０に示すリニアモータのＸ－Ｙ平面での磁束を図４１に、Ｘ－Ｚ面内での磁束を図４２に示す。複数の磁路を構成することにより磁気抵抗を低減し、リニアモータを小型化できる。

[0112] また、実施例３の構成は永久磁石５を配置した永久磁石保持部材５２がベース板５３に固定され、固定側となると共に、電機子１００、１０１、１０２が可動側となり、固定側と可動側が相対的に移動する。

[0113] この場合の固定側の保持方法の一例として、図４１に示すように、固定側と可動側の間に可動部支持具８５を設け相対的に位置を保持する。この可動部支持具８５は、ガイドローラやＬＭガイドなどが用いられるが、それらに限定されるものではない。

[0114] 図４３乃至図４５に、永久磁石保持部材５２にサイドプレート５７を設け、永久磁石保持部材５２の変形を抑制する本実施例の応用例の構造を示す。例えば、図４５において、サイドプレート５７の上部にガイドローラ等を設け、固定側と可動側の位置を相対的に保つことも可能である。

[0115] このような本実施例の構成であっても、実施例１１と同様な効果を得ることができる。

## 実施例 13

[0116] 図４６及び図４７に、本発明のリニアモータの実施例１３を示す。図４６及び図４７に示す本実施例のリニアモータは、その構成は実施例１乃至実施例２と略同様なので、ここでの詳細説明は省略する。

[0117] 該図に示す本実施例のリニアモータは、可動子５５の段数を４段、電機子１００、１０１、１０２をＺ方向へ２組配置した実施例である。

[0118] 即ち、本実施例のリニアモータは、第１の磁極歯１１と、この第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１４（形状Ａ）と、第２の磁極歯１２と、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１６（形状Ｂ）と、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２及び第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１５（形状Ｂ）と、各磁極歯に巻かれた巻線からなる電機子１００、１０１、１０２とを備えている。そして、各磁極歯に配置された巻線によって生じる磁束６１は同一方向を向いており、各巻線の磁束が相互的に作用し、パーミアンスを大きくできる。

[0119] また、第１の磁極歯１１と第１の磁極歯11及び第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１４と、第２の磁極歯１２と第１の磁極歯１１及び第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１６との間に、第１の磁極歯１１及び第２の磁極歯１２と、第１の磁極歯１１と第２の磁極歯１２をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体とからなる磁性体１５を挟み込む構造により、２つの形状の磁性体（形

状Ａと形状Ｂ）の組み合わせで多段化が容易にでき、更に、多段化により磁束と磁気回路の共有化により推力と推力密度が向上できる。また、多段化した可動子を連結することにより、可動子の剛性を向上できる。

[0120] なお、本実施例は、同様の効果が得られれば多段構成に限定されるものではなく、例えば、図４８に示すように、可動子５５の段数を１段、電機子１００、１０１、１０２をＺ方向へ１組配置した構成でも可能である。

[0121] 本発明の実施例１１乃至実施例１３において、電機子の横部に巻線の配線等を通す空間を設けているが、本穴の有無は本発明を限定するものではない。

[0122] なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かり易く説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成を置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

## 符号の説明

[0123] ２ａ、２ｂ、２ｃ、２ｄ、２ｅ、２ｆ、２ｇ、２ｈ…巻線、５…永久磁石、５ａ…上段の永久磁石、５ｂ…下段の永久磁石、１１…第１の磁極歯、１１ａ…上段の第１の磁極歯、１１ｂ…下段の第１の磁極歯、１２…第２の磁極歯、１２ａ…上段の第２の磁極歯、１２ｂ…下段の第２の磁極歯、１３、１４、１５、１６…磁性体、１３ａ１…上段上側の磁性体、１３ａ２…下段下側の磁性体、１３ｂ…中央部の磁性体、５１…永久磁石の磁化方向、５２…永久磁石保持部材、５３…ベース板、５５…可動子、５６…連結板、５７…サイドプレート、６０、６１ａ、６１ｂ、６１ｃ、６１ｄ、７１、７２…磁束、８１、８１ａ…空間、８５…可動部支持具、９１…駆動装置、１００、１０１、１０２…電機子、２００、２０１…リニアモータ。

# 請求の範囲

［請求項1］ 永久磁石又は磁性材を磁化方向を反転させつつ複数個並べて形成された可動子と、前記永久磁石又は磁性材を上下から挟み込むように配置された第１の磁極歯及び第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線から成ると共に、前記可動子若しくは電機子の進行方向に少なくとも２つ並設され、かつ、両者が前記磁性体で連結されている電機子とを備え、前記可動子と前記電機子が相対的に水平移動するための推力を発生するものであって、

前記巻線からの磁束が通る少なくとも２つの異なる磁路を有することを特徴とするリニアモータ。

［請求項2］ 請求項１に記載のリニアモータにおいて、

前記巻線からの磁束が通る少なくとも２つの異なる磁路は、前記巻線からの磁束が、前記磁性体から前記第１の磁極歯、該第１の磁極歯から前記第２の磁極歯、該第２の磁極歯から前記磁性体に至る第１の経路と、該第１の経路と直交する方向で、かつ、前記それぞれの電機子内で前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する前記磁極歯に至る第２の経路とから成ることを特徴とするリニアモータ。

［請求項3］ 磁化方向を反転させた永久磁石又は磁性材を複数個並べて形成された可動子と、前記永久磁石又は磁性材を上下から挟み込むように配置された第１の磁極歯及び第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線から成ると共に、前記可動子若しくは電機子の進行方向に対し交差する方向に少なくとも２つ併設され、かつ、両者が前記磁性体で連結されている電機子とを備え、前記可動子と前記電機子が相対的に水平移動するための推力を発生するものであって、

２つの前記電機子の前記巻線によって生じる磁束の方向が同一となることを特徴とするリニアモータ。

[請求項4] 磁化方向を反転させた永久磁石又は磁性材を複数個並べて形成された可動子と、前記永久磁石又は磁性材を上下から挟み込むように配置された第１の磁極歯及び第２の磁極歯、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線から成ると共に、

前記第１の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第２の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体、を有し、

少なくとも２つ以上の前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体を、前記第１の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体と、前記第２の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体と、の間に前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯と前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぎ磁束の経路を形成する磁性体を配置したことを特徴とするリニアモータ。

[請求項5] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線は、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の磁極歯と第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線との巻方向が逆になっていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項6] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線が作る磁束は、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の

磁極歯と第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線が作る磁束と、その向きが互い違いになっていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項7] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぐ磁性体の側面部と、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の磁極歯と第２の磁極歯をつなぐ磁性体との側面部との間の一部に空間が形成されていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項8] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯をつなぐ前記磁性体と、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する第１の磁極歯と第２の磁極歯をつなぐ磁性体とが分割されていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項9] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記第１の磁極歯と前記第２の磁極歯にそれぞれ配置された巻線は、前記可動子若しくは電機子の進行方向に隣接する磁極歯毎に位相が同じか、或いは１８０°異なっていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項10] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記可動子若しくは電機子の進行方向に複数個並んだ第１及び第２の磁極歯を有し、かつ、磁石のピッチτｍと磁極歯のＺ方向のピッチτｐとに対し、（３ｍ±１）τｍ＝３ｍτｐ（ｍ＝２、３、４・・・）の関係を有することを特徴とするリニアモータ。

[請求項11] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記可動子若しくは電機子の進行方向に複数個並んだ第１及び第２の磁極歯を有し、かつ、磁石のピッチτｍと、磁極歯のＺ方向のピッチτｐとに対し、ｎ（３ｍ±１）τｍ＝３ｍｎτｐ（ｎ＝１、２、３・・・、ｍ＝２、３、４・・・）の関係を有することを特徴とするリニアモータ。

[請求項12] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記永久磁石は、上下に多数列配置されていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項13] 請求項１又は２に記載のリニアモータにおいて、

前記永久磁石は、上下に２列配置されていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項14] 請求項１又は２に記載のリニアモータを複数個有し、前記リニアモータのそれぞれに駆動装置を備えていることを特徴とするリニアモータ駆動システム。

[請求項15] 請求項１、請求項３、又は請求項４に記載のリニアモータであって、

前記可動子を少なくとも２つ以上有することを特徴とするリニアモータ。

[請求項16] 請求項１、請求項３、又は請求項４に記載のリニアモータであって、

前記永久磁石が配置される永久磁石保持部材にサイドプレートが設置されていることを特徴とするリニアモータ。

[請求項17] 請求項１５に記載のリニアモータにおいて、

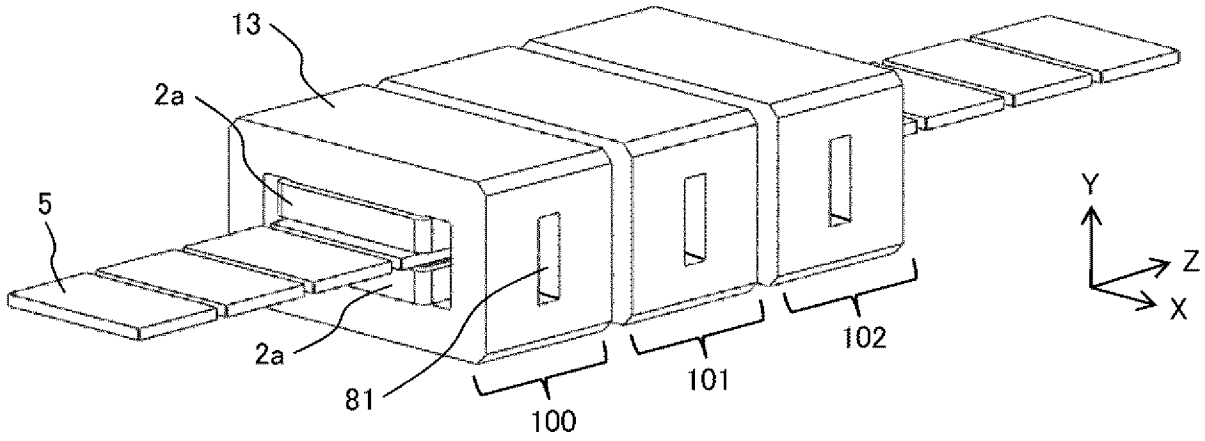
前記可動子を複数連結したことを特徴とするリニアモータ。

[請求項18] 請求項１、請求項３、又は請求項４記載のリニアモータであって、

前記永久磁石が配置される永久磁石保持部材は、ベース板に締結されていることを特徴とするリニアモータ。

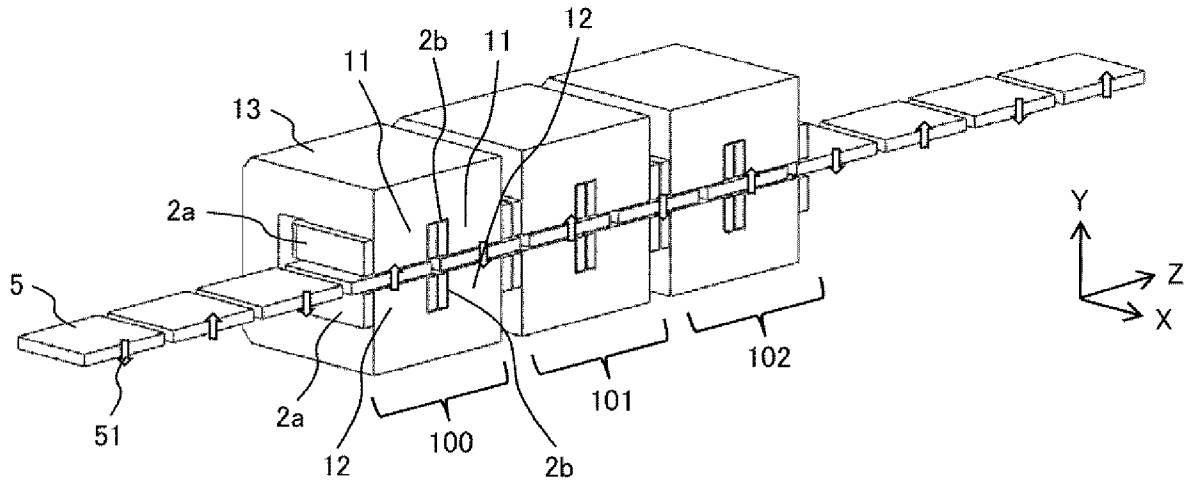
[図1]

図 1


13
2a
5
2a
81
100
101
102
Y
Z
X

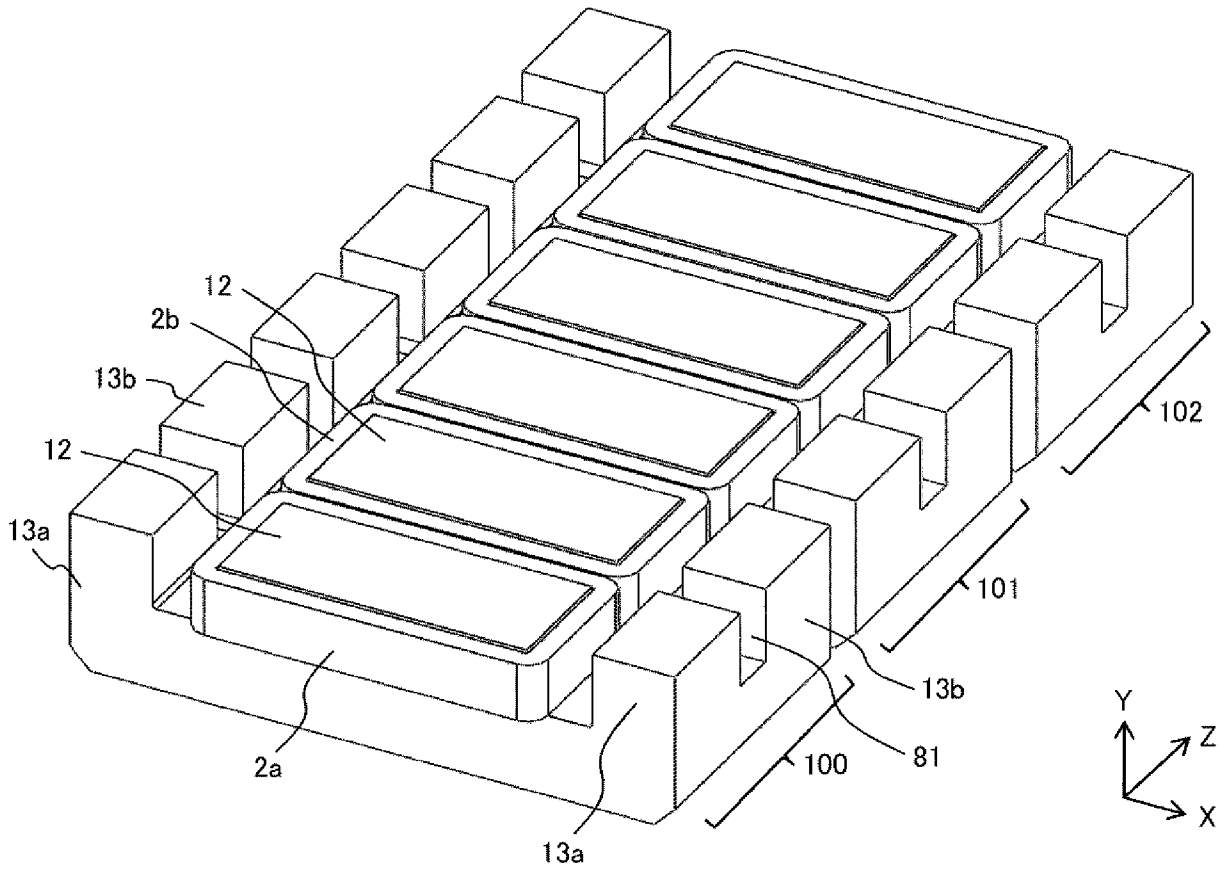
[図2]

図 2


12
2b
11
11
13
2a
5
51
2a
12
100
2b
101
102
Y
Z
X

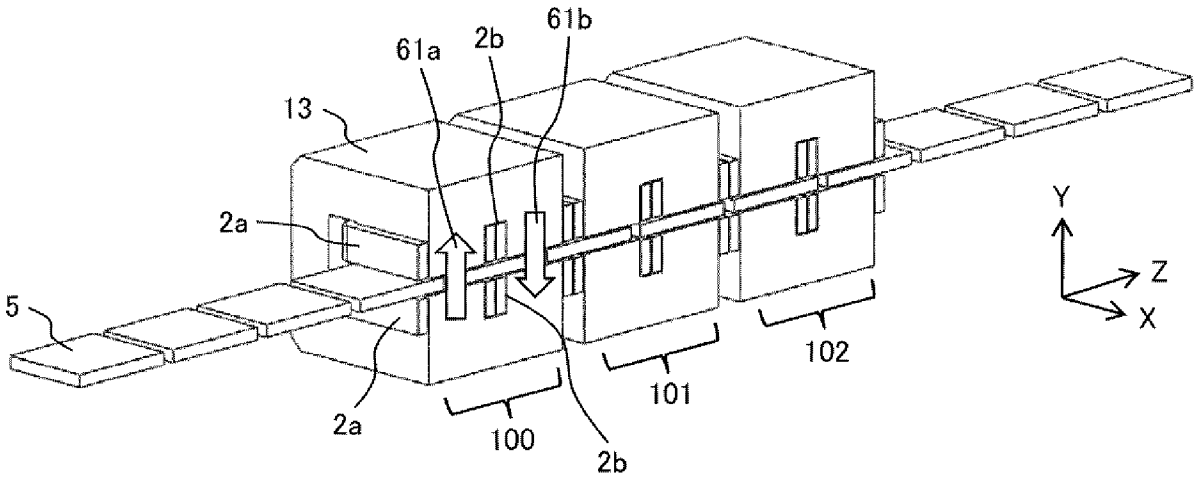
[図3]

図 3


12
2b
13b
12
13a
2a
13a
100
81
13b
101
102
Y
Z
X

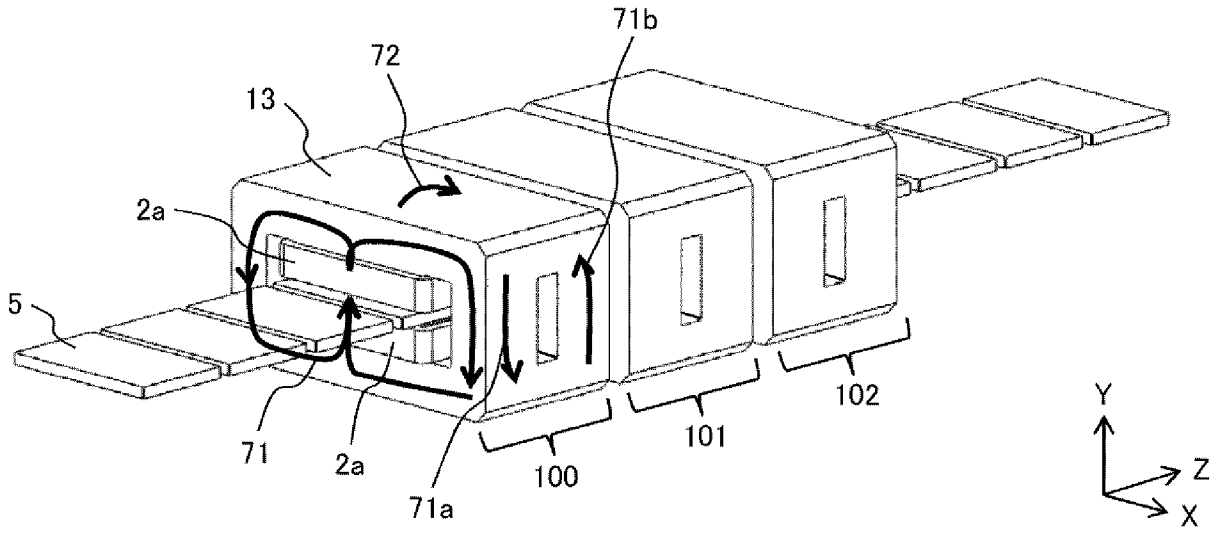
[図4]

図 4


61a
2b
61b
13
2a
5
2a
100
2b
101
102
Y
Z
X

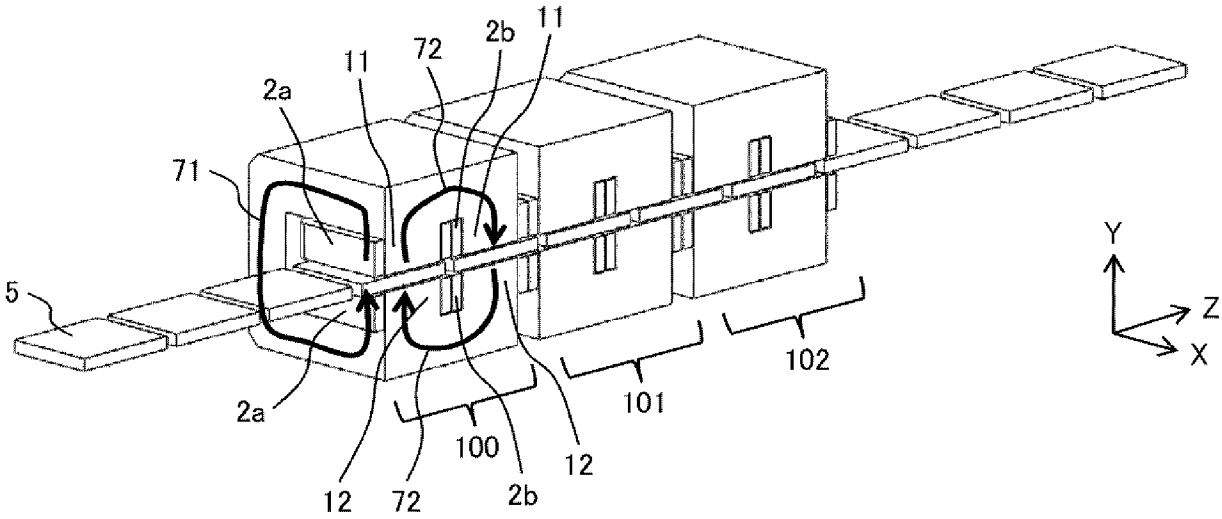
[図5]

図 5


71b
72
13
2a
5
71
2a
71a
100
101
102
Y
Z
X

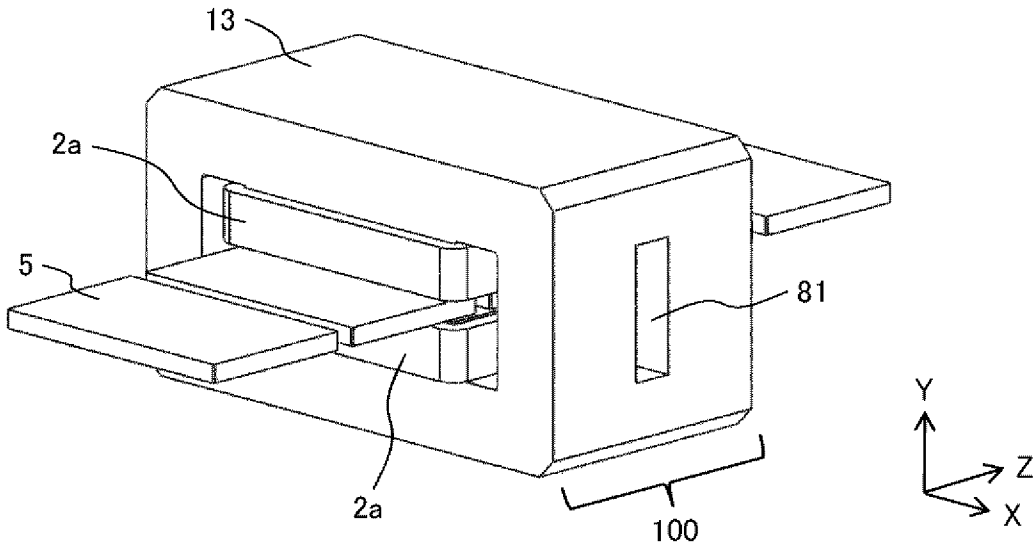
[図6]

図 6


11
72
2b
11
2a
71
5
2a
12
72
2b
100
12
101
102
Y
Z
X

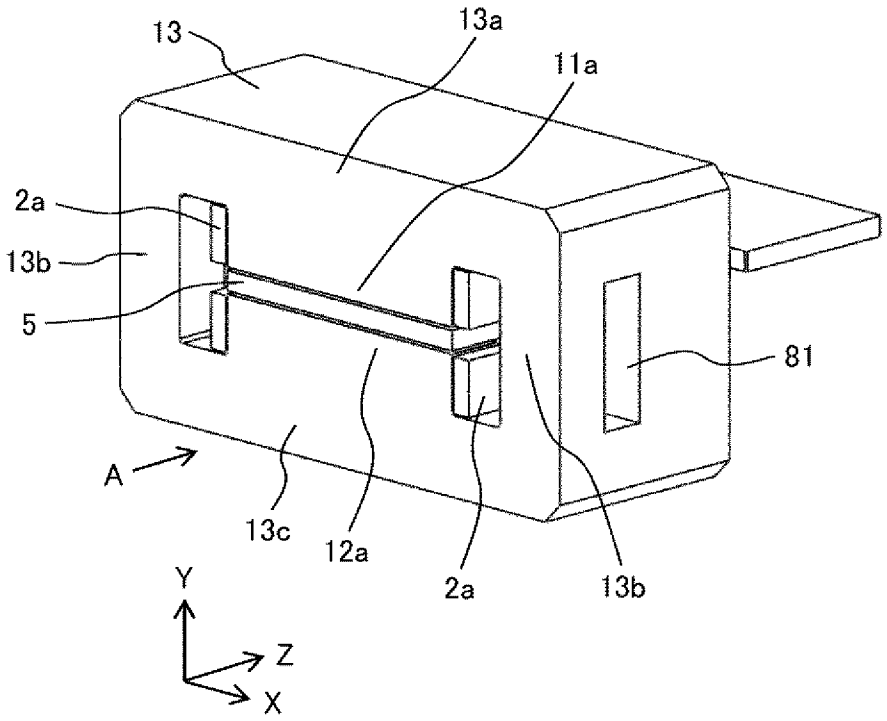
[図7]

図 7



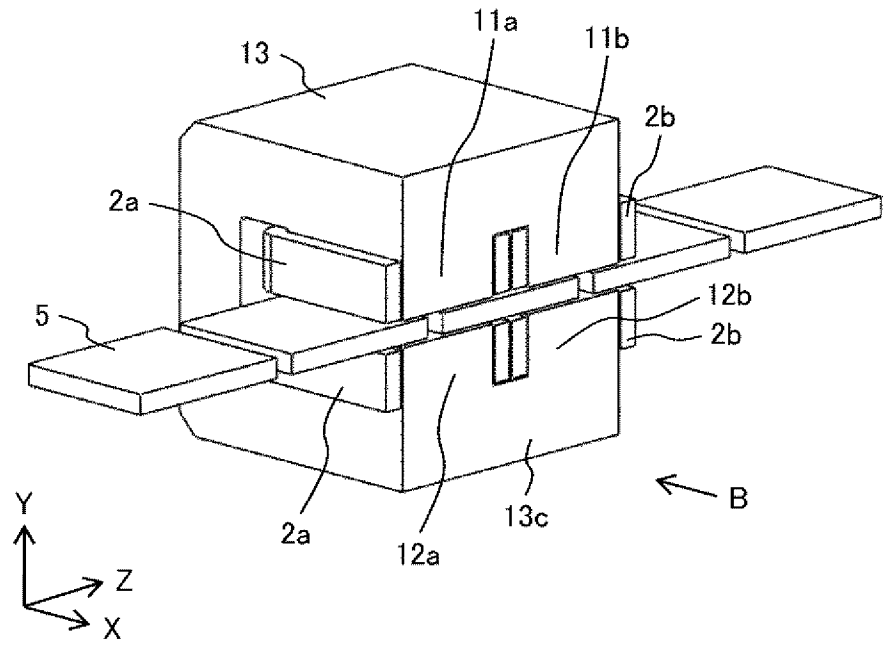

[図8]

図 8



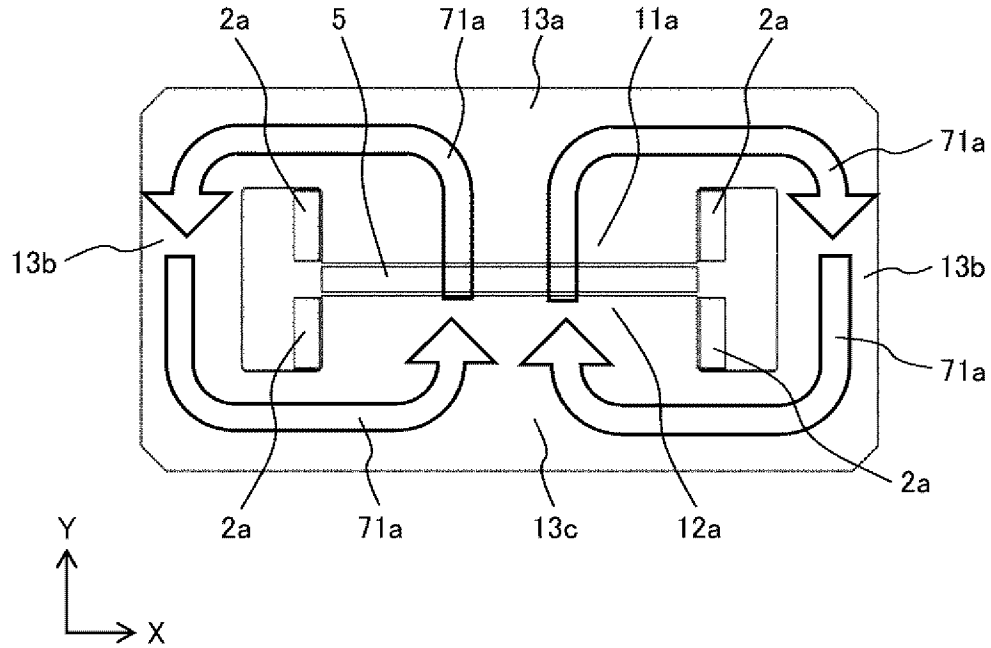
[図9]

図 9


11a
11b
13
2b
2a
5
12b
2b
B
2a
12a
13c
Y
Z
X

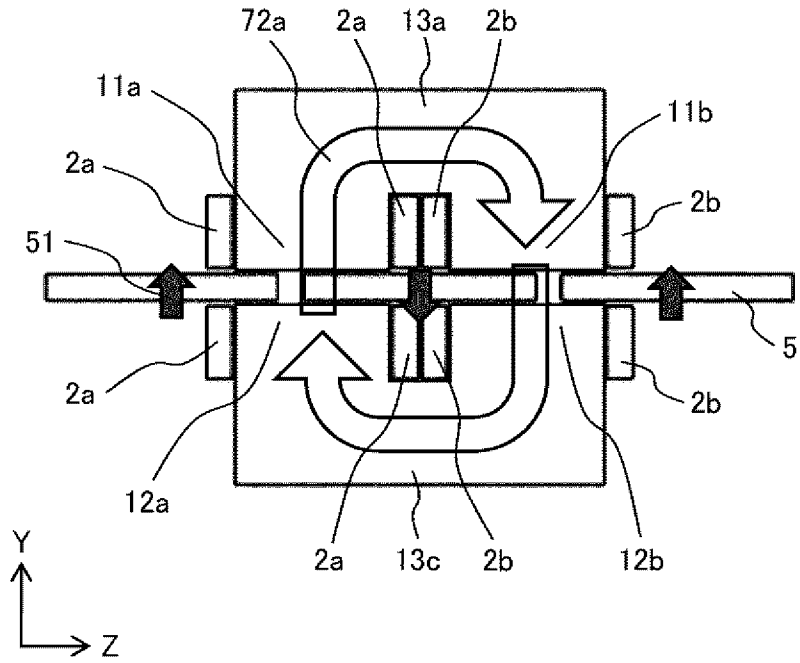
[図10]

図 10


2a
5
71a
13a
11a
2a
71a
13b
13b
71a
2a
2a
71a
13c
12a
Y
X

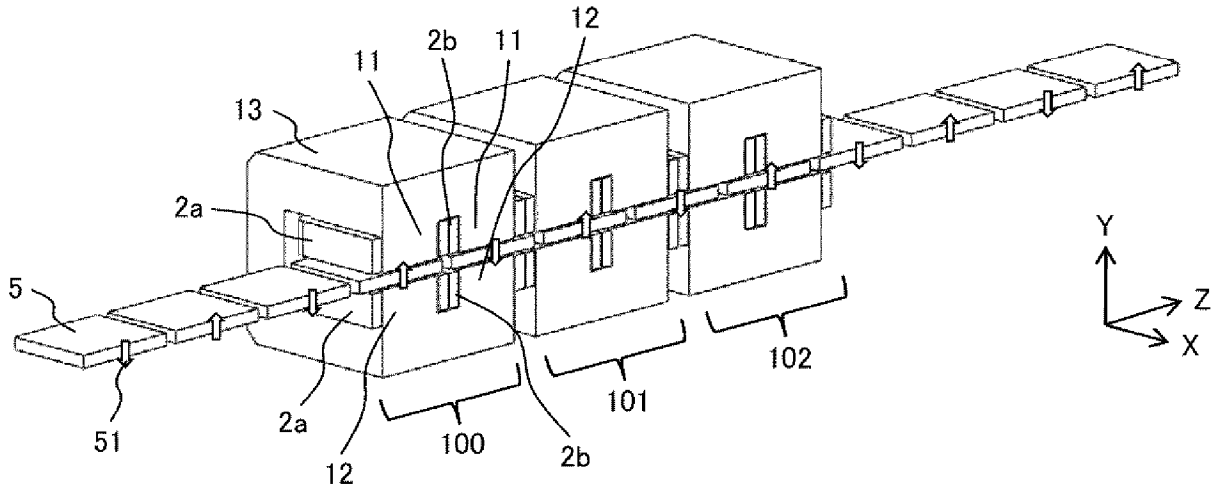
[図11]

図 11



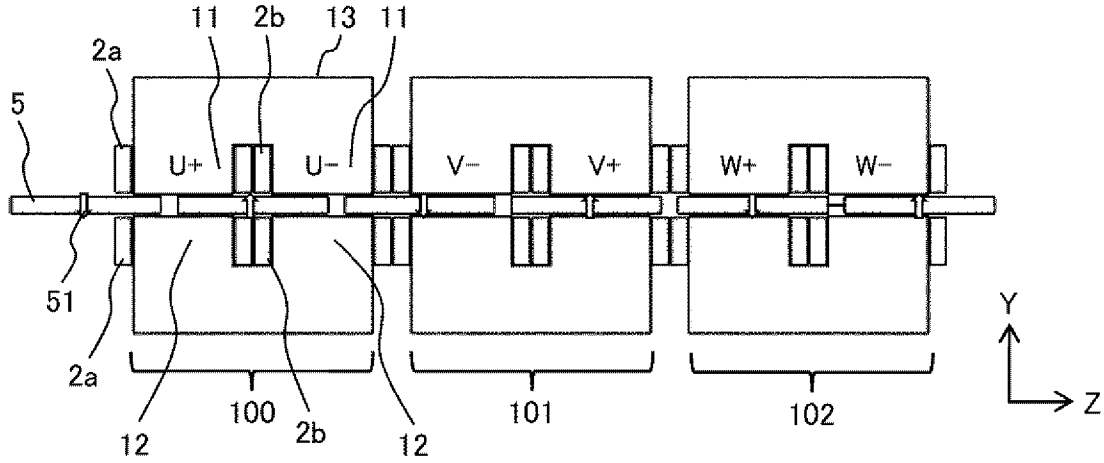

[図12]

図 12



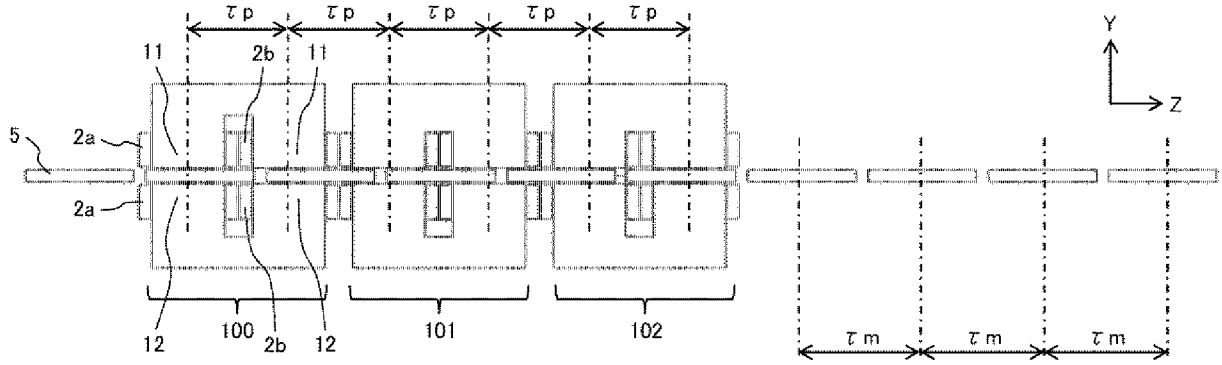
[図13]

図 13



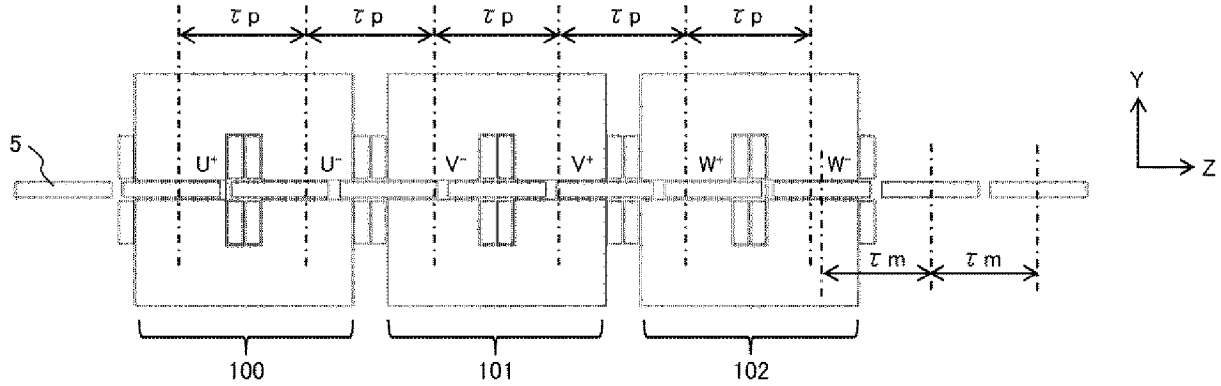

[図14]

図 14



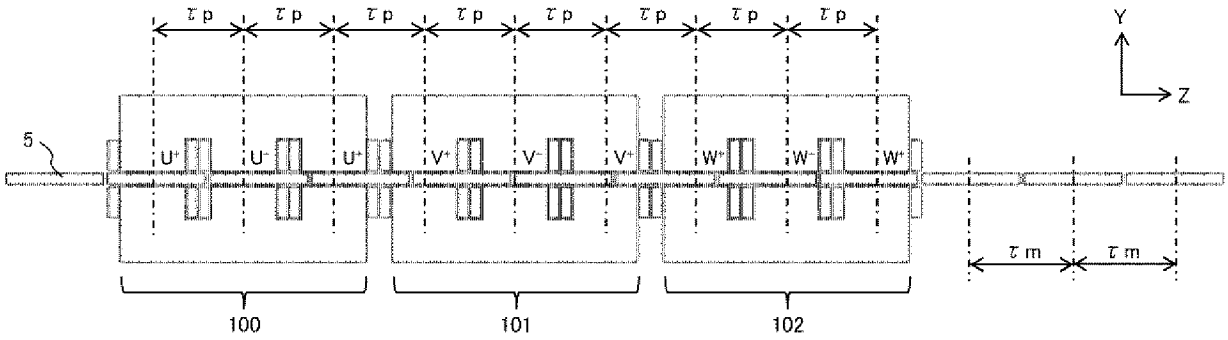

[図15]

図 15



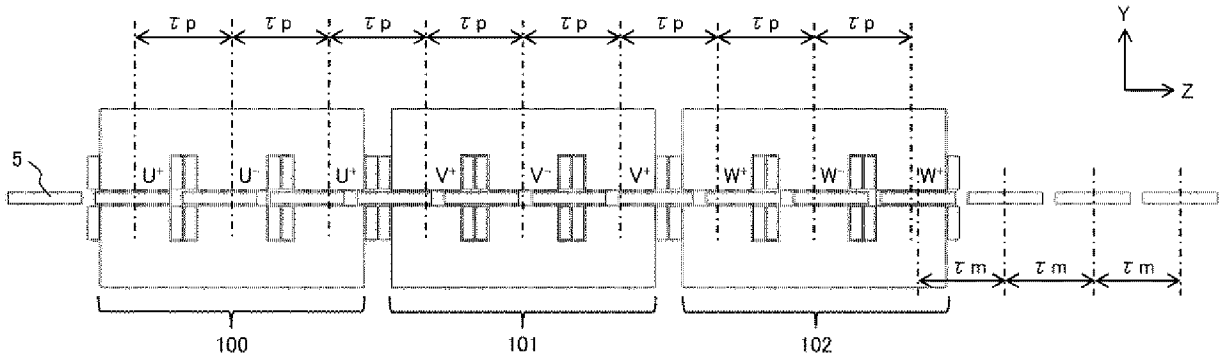
[図16]

図 16



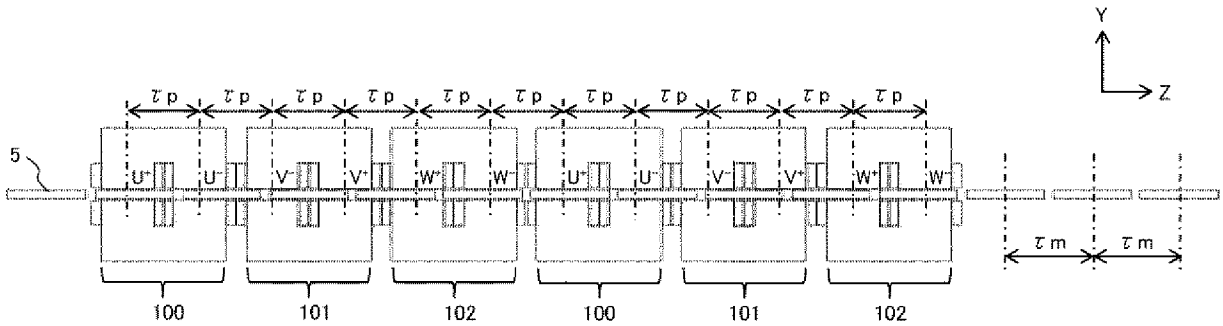

[図17]

図 17



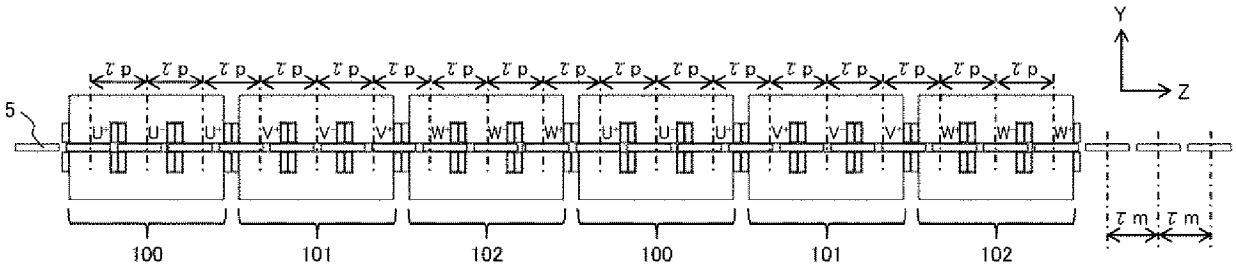

[図18]

図 18



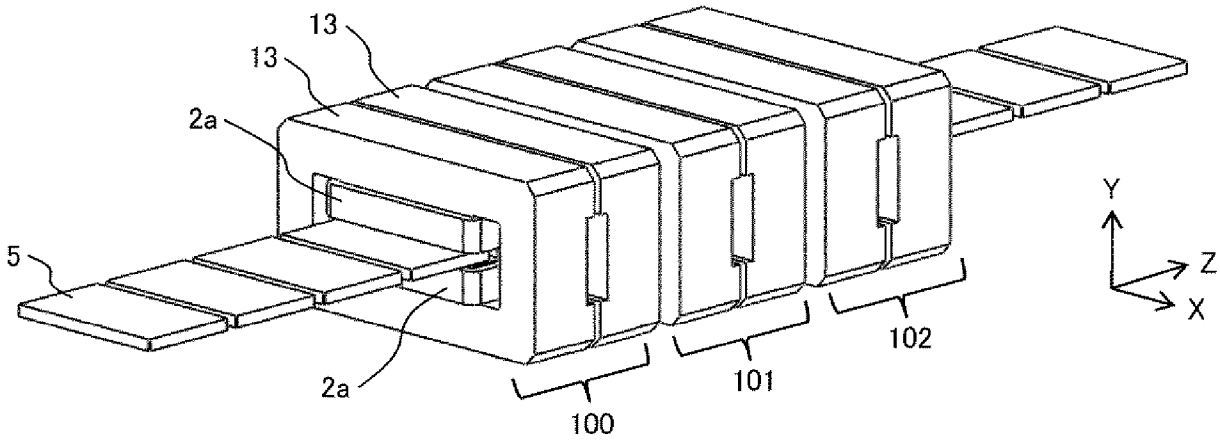

[図19]

図 19



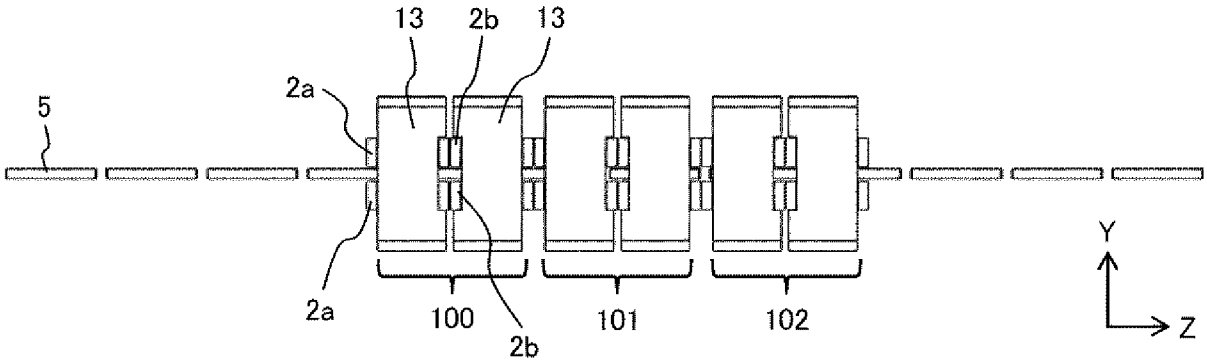
[図20]

図 20



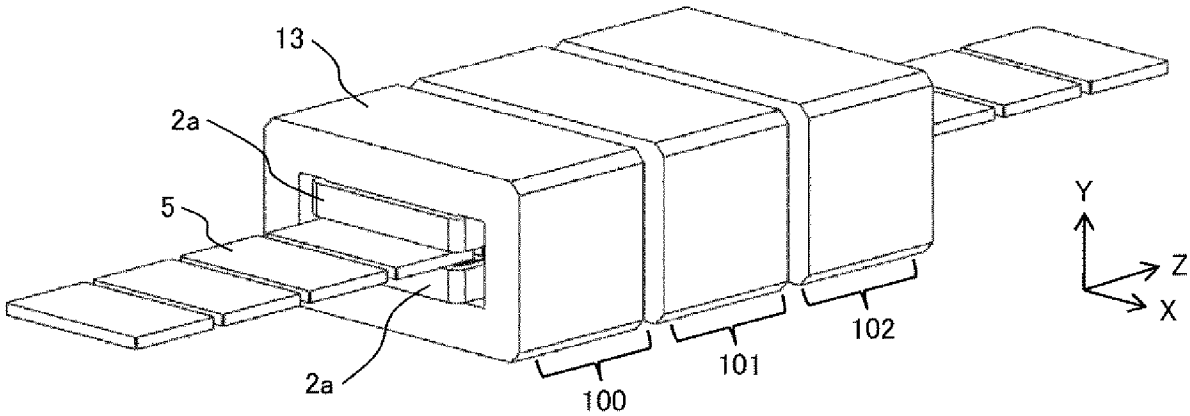

[図21]

図 21



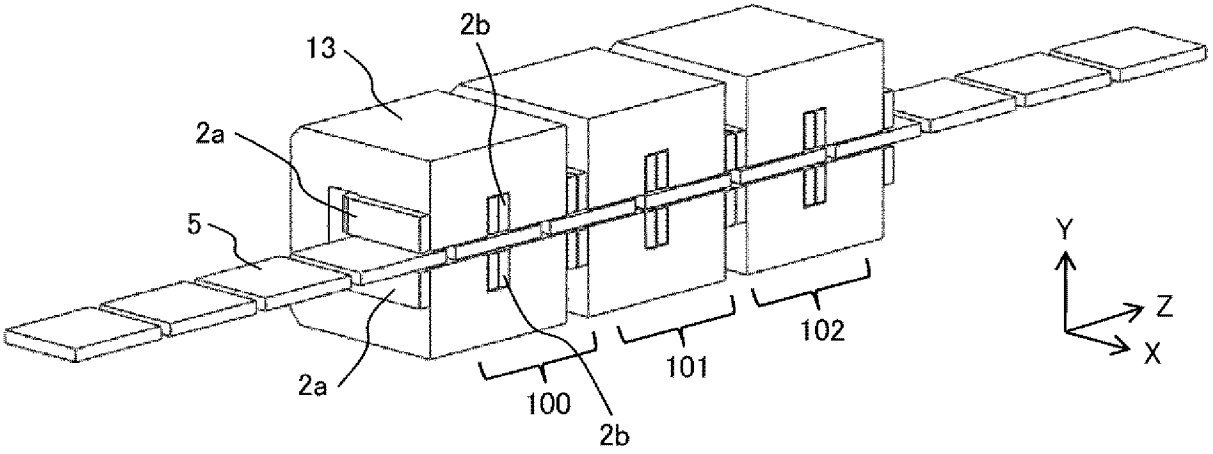

[図22]

図 22



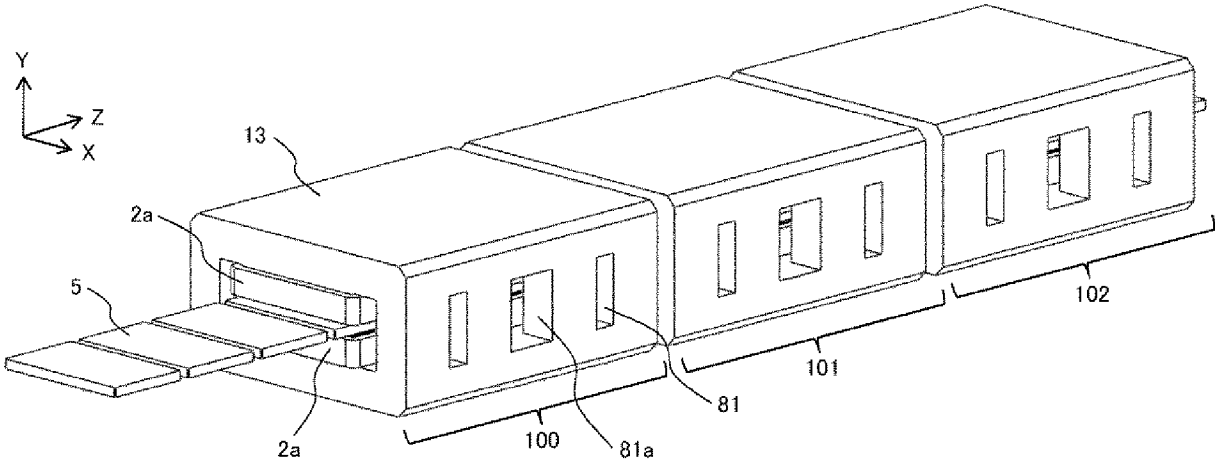
[図23]

図 23



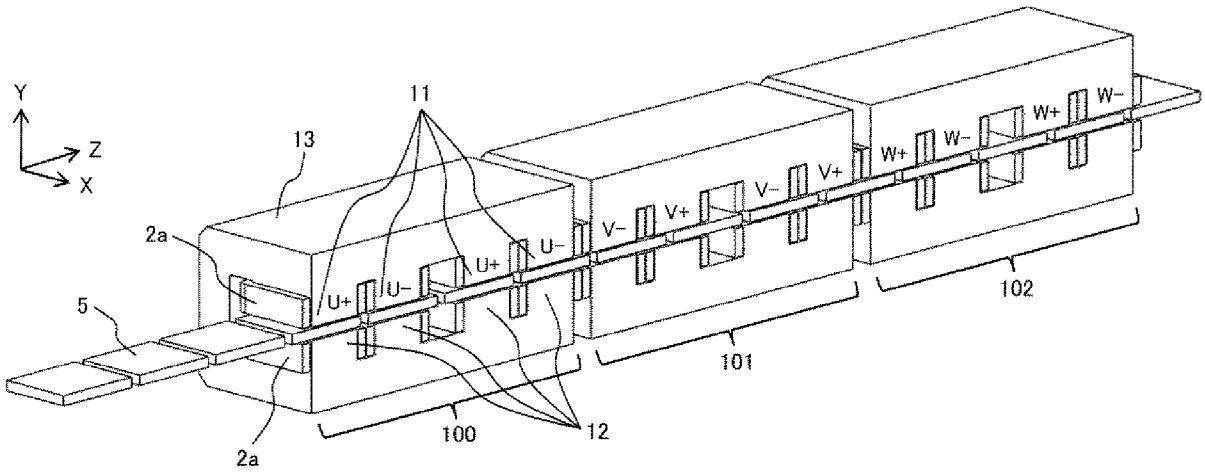

[図24]

図 24



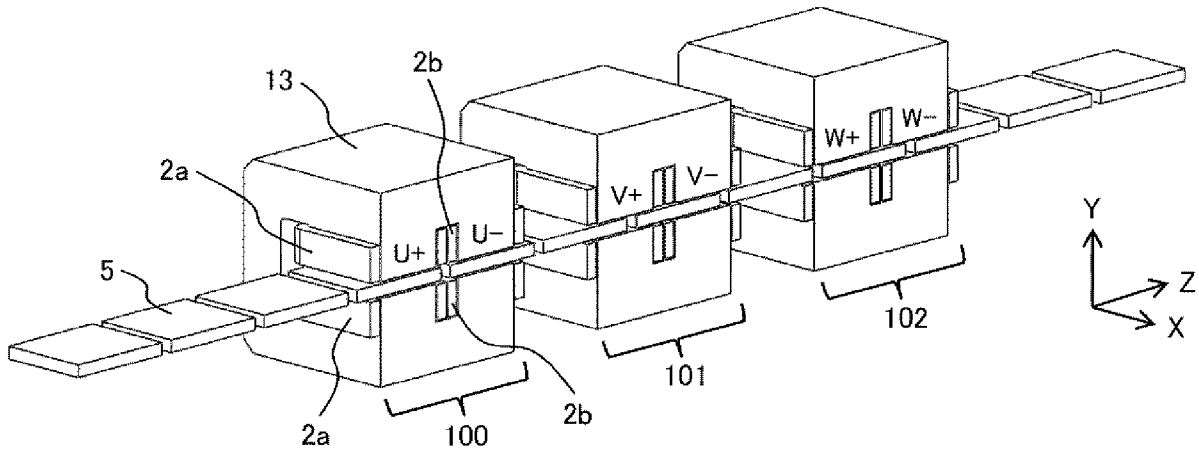

[図25]

図 25



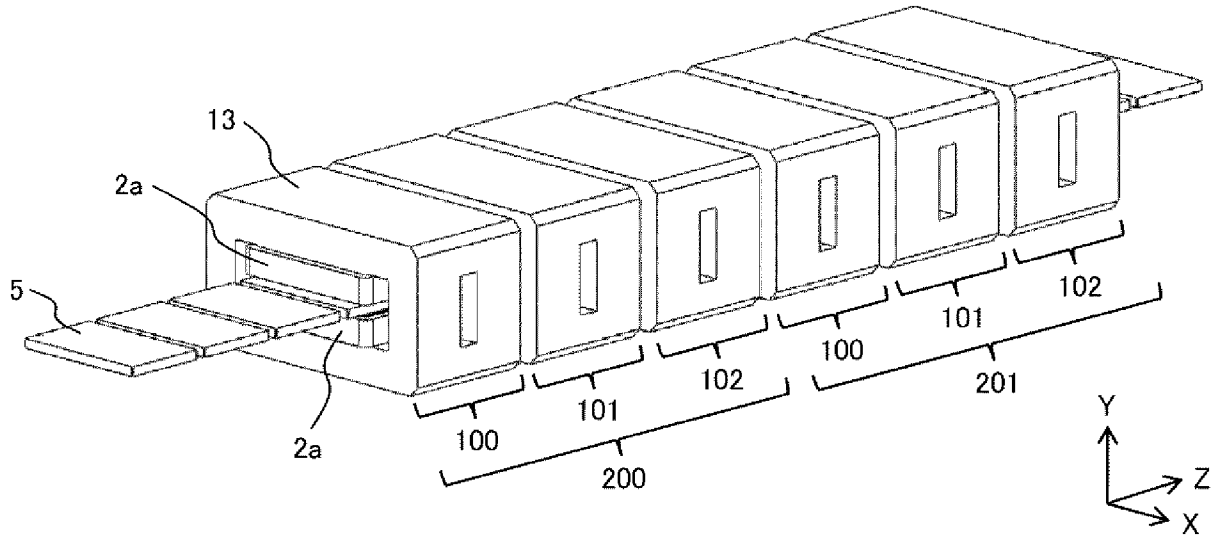
[図26]

図 26



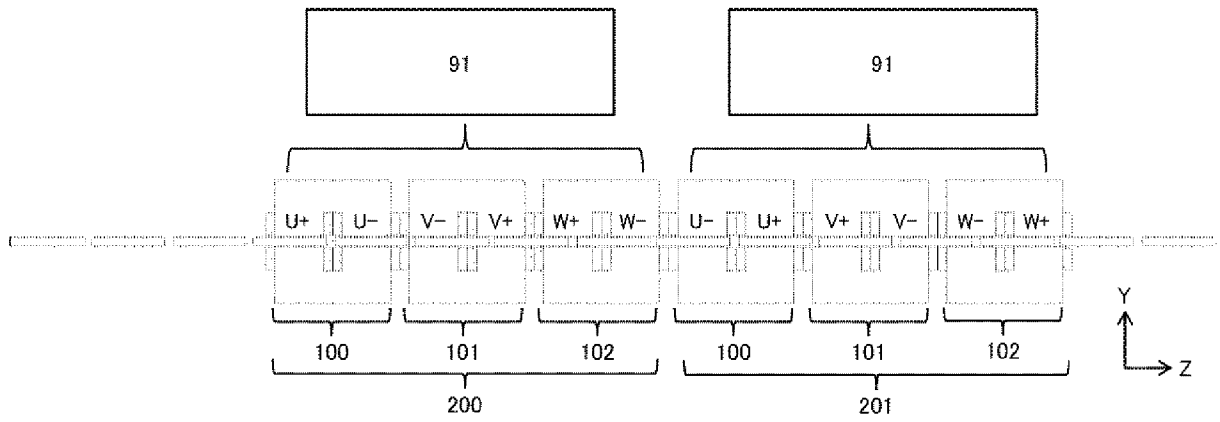

[図27]

図 27



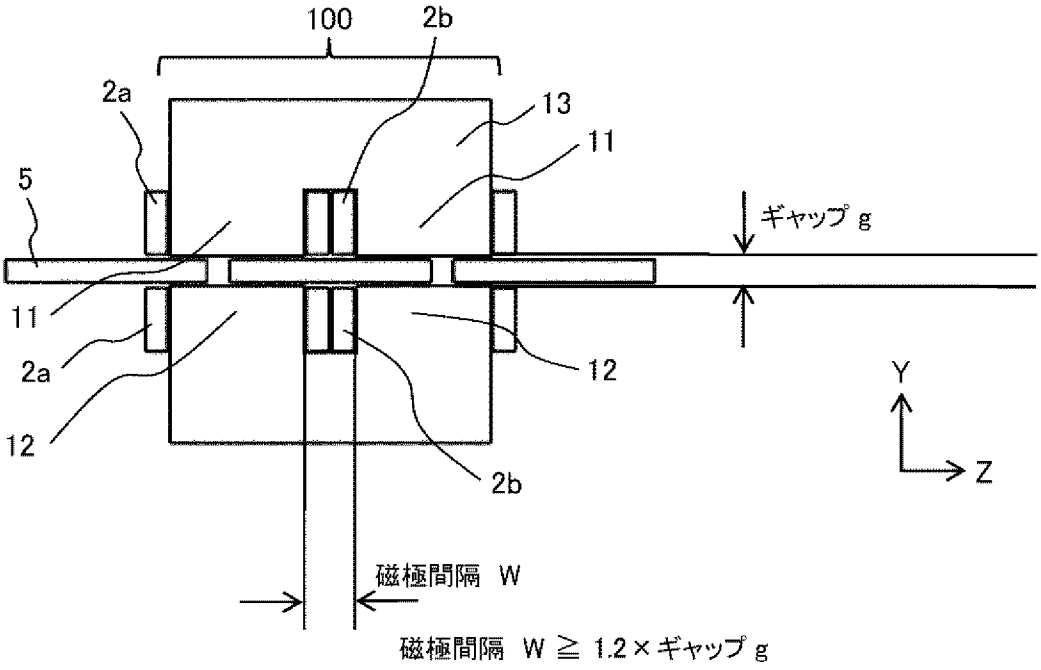

[図28]

図 28



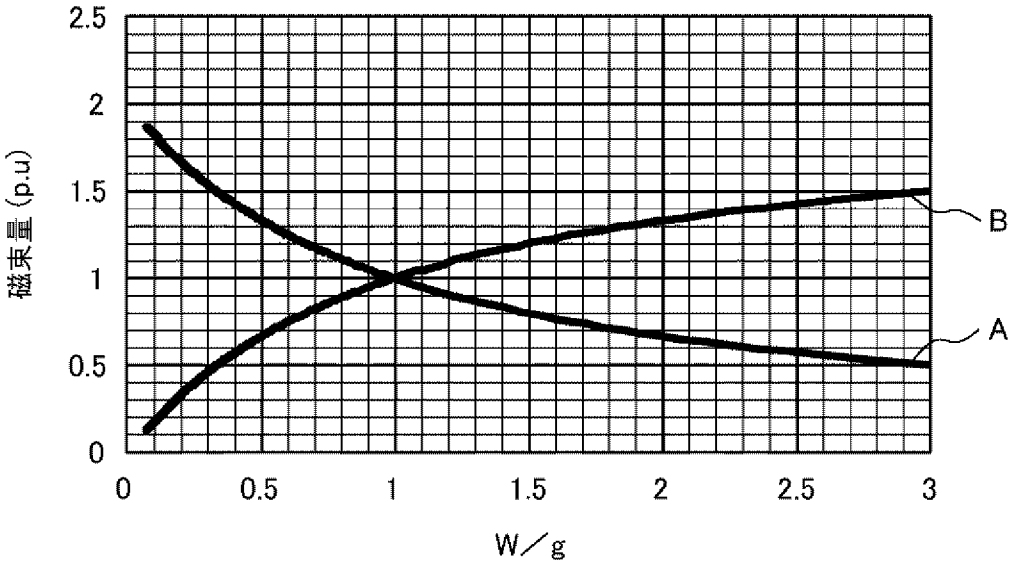
[図29]

図 29



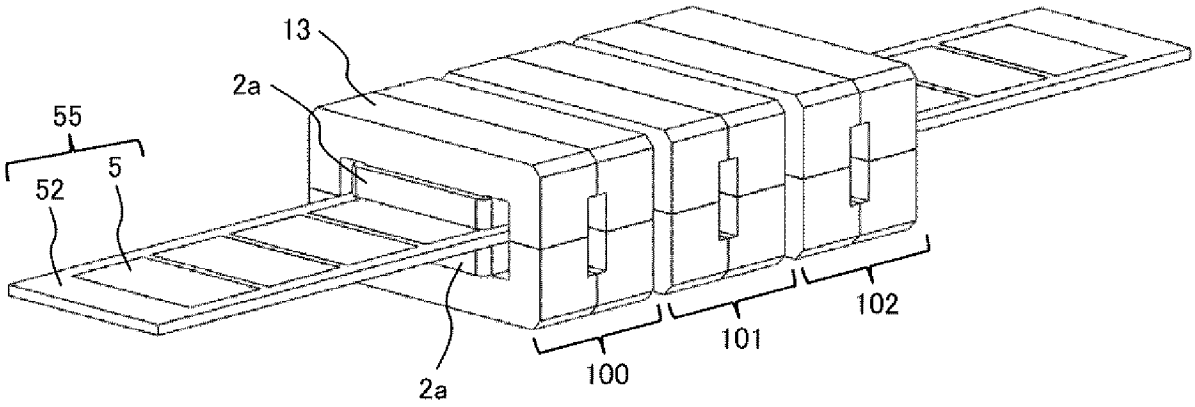

[図30]

図 30



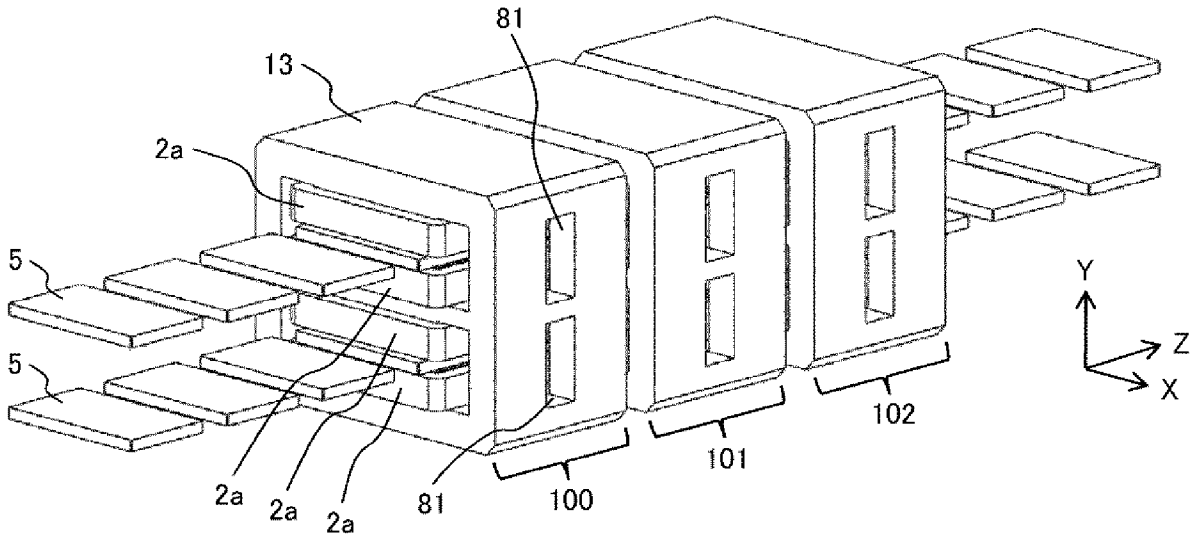
[図31]

図 31



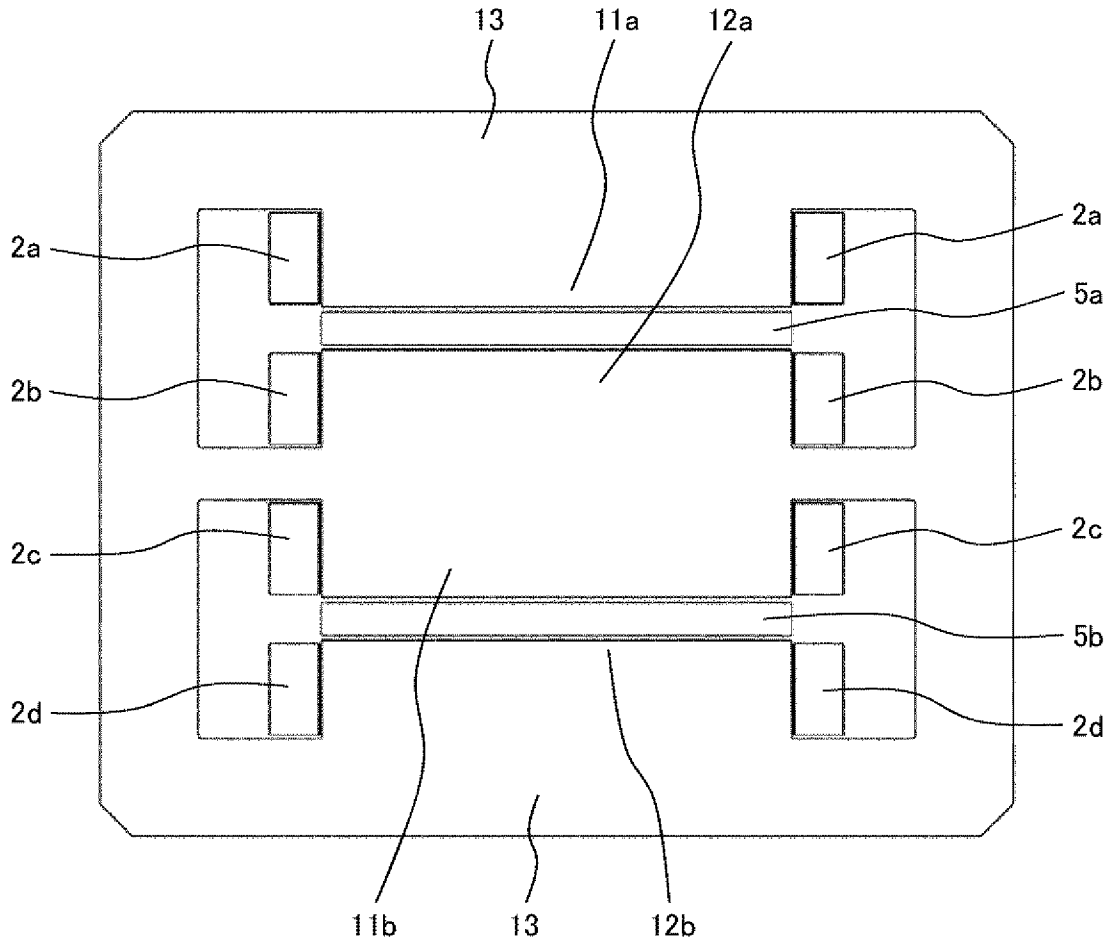

[図32]

図 32



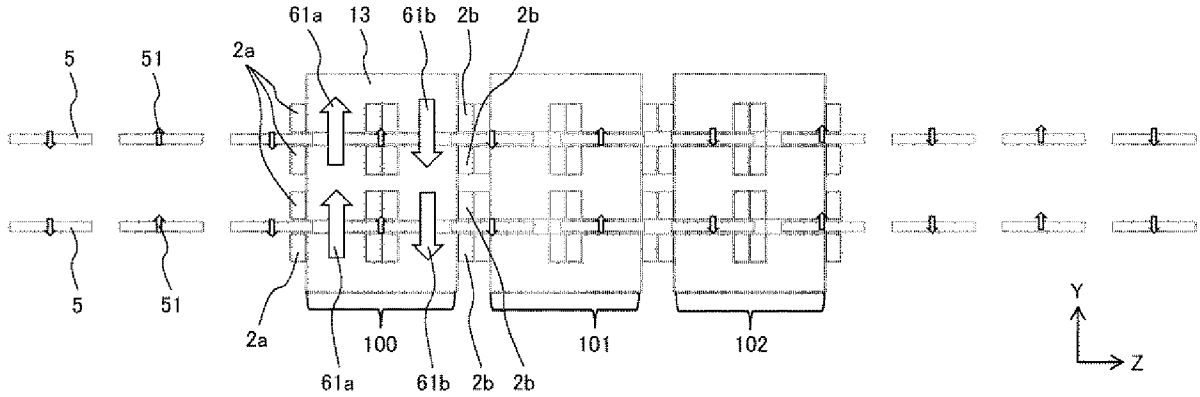
[図33]

図 33



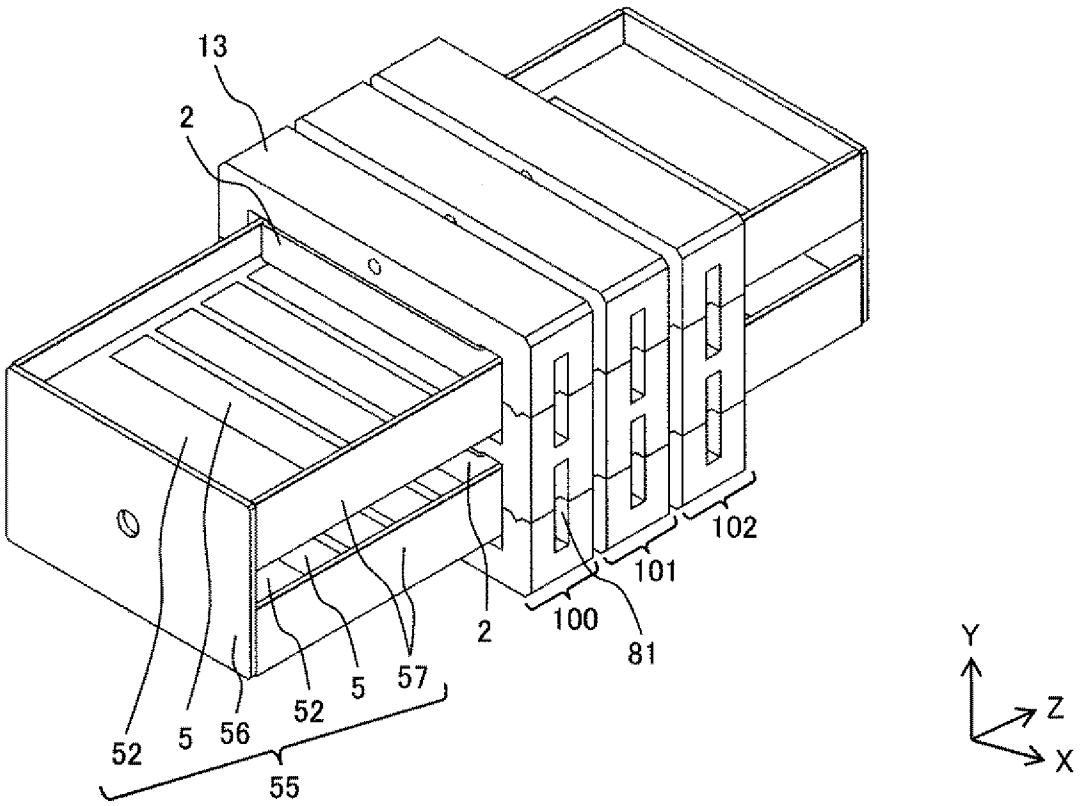

[図34]

図 34



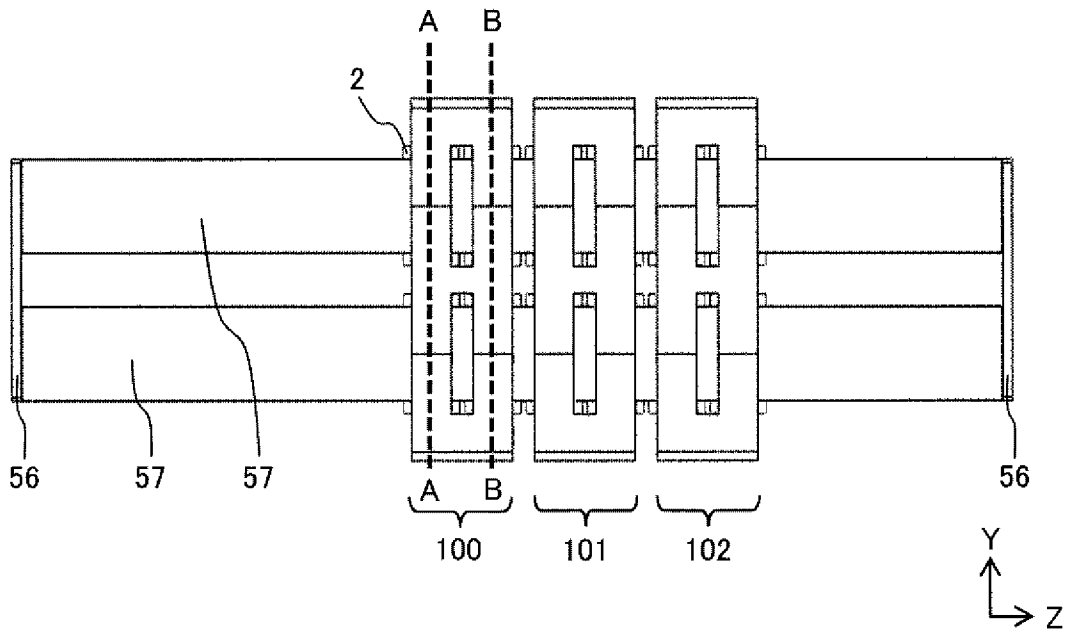
[図35]

図 35



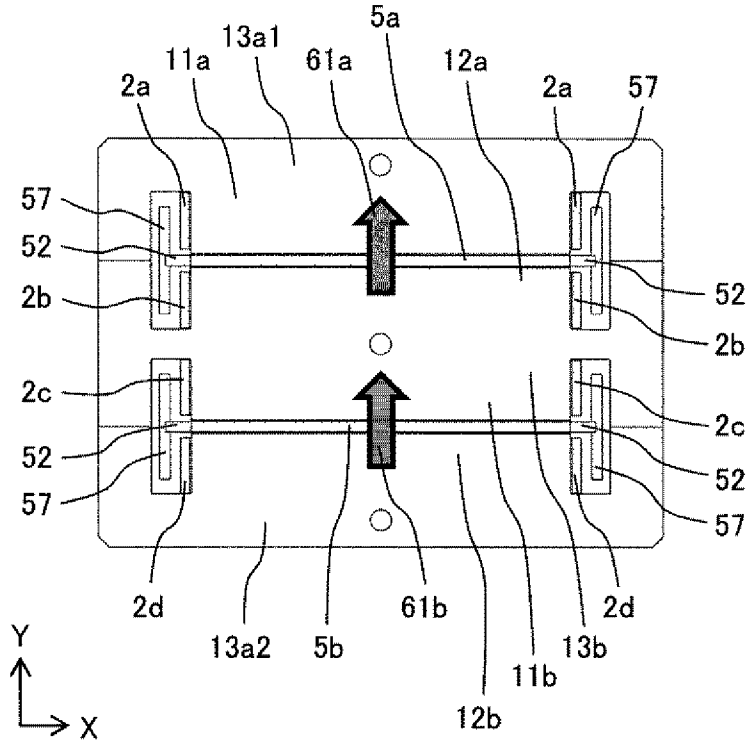

[図36]

図 36



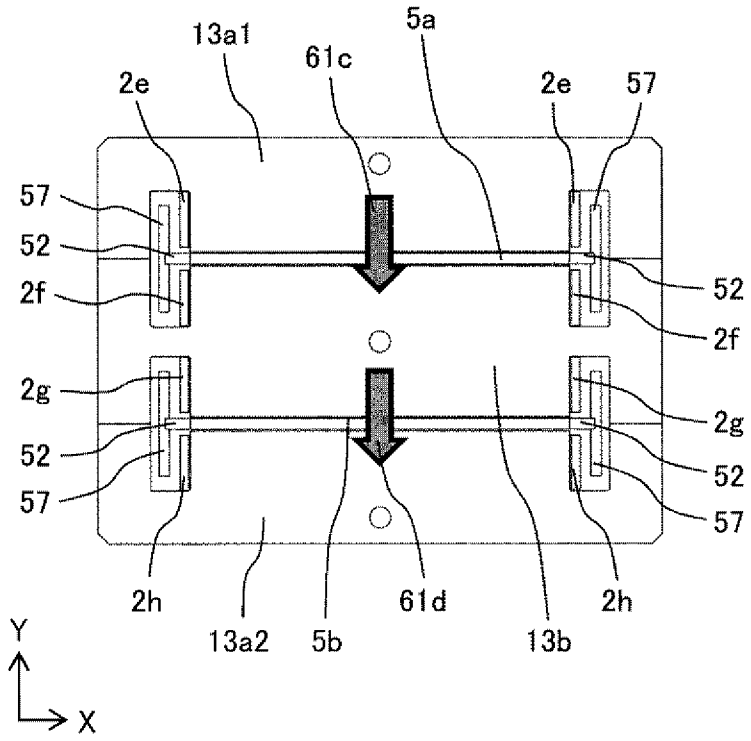
[図37(A)]

図 37(A)



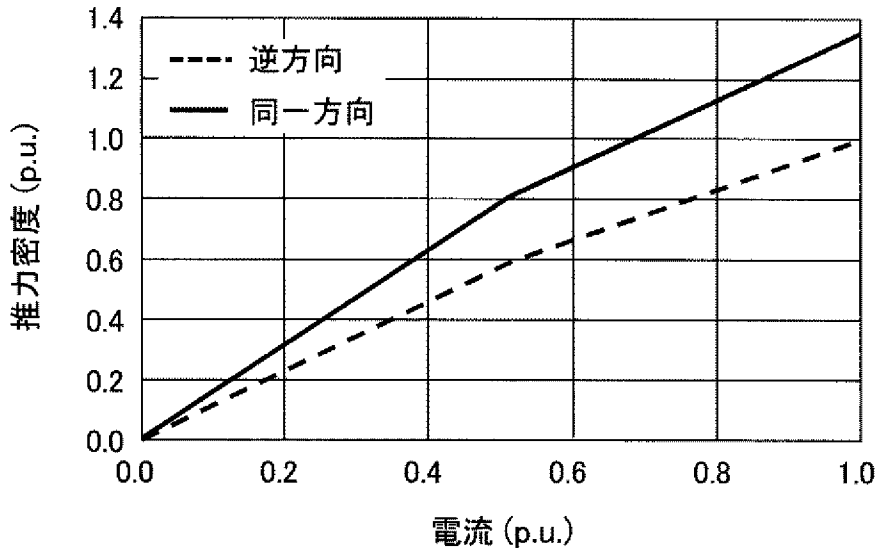

[図37(B)]

図 37(B)



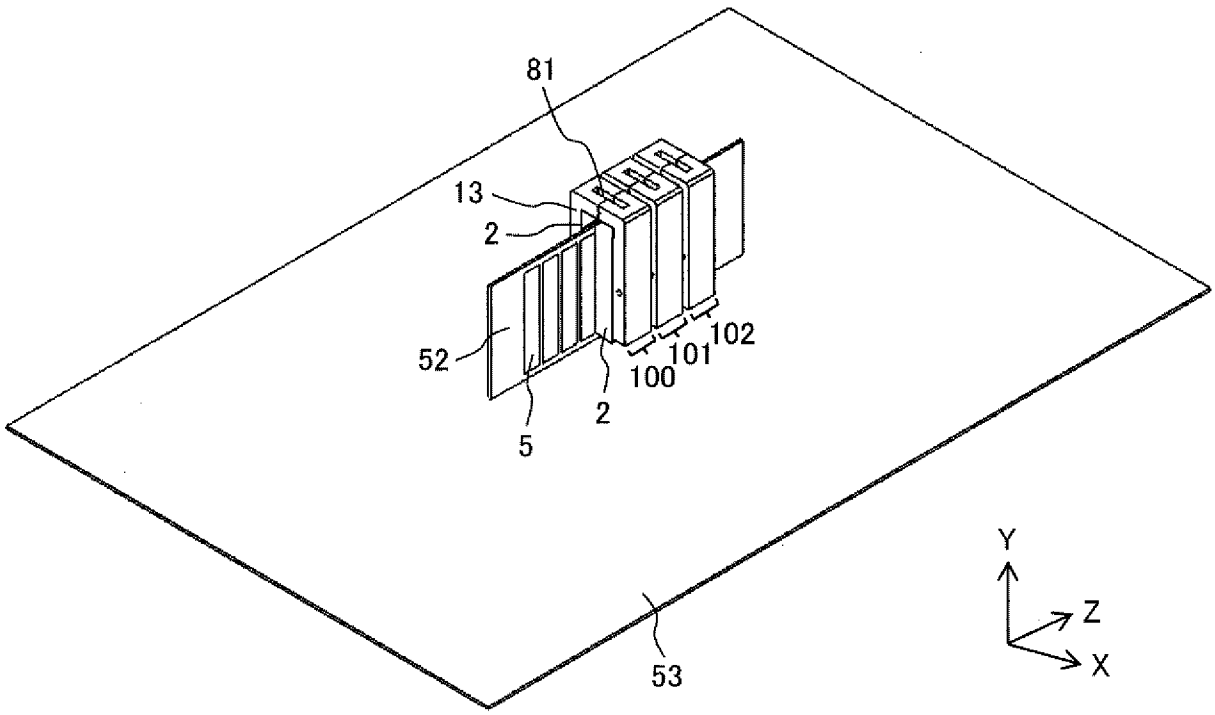
[図38]

図 38



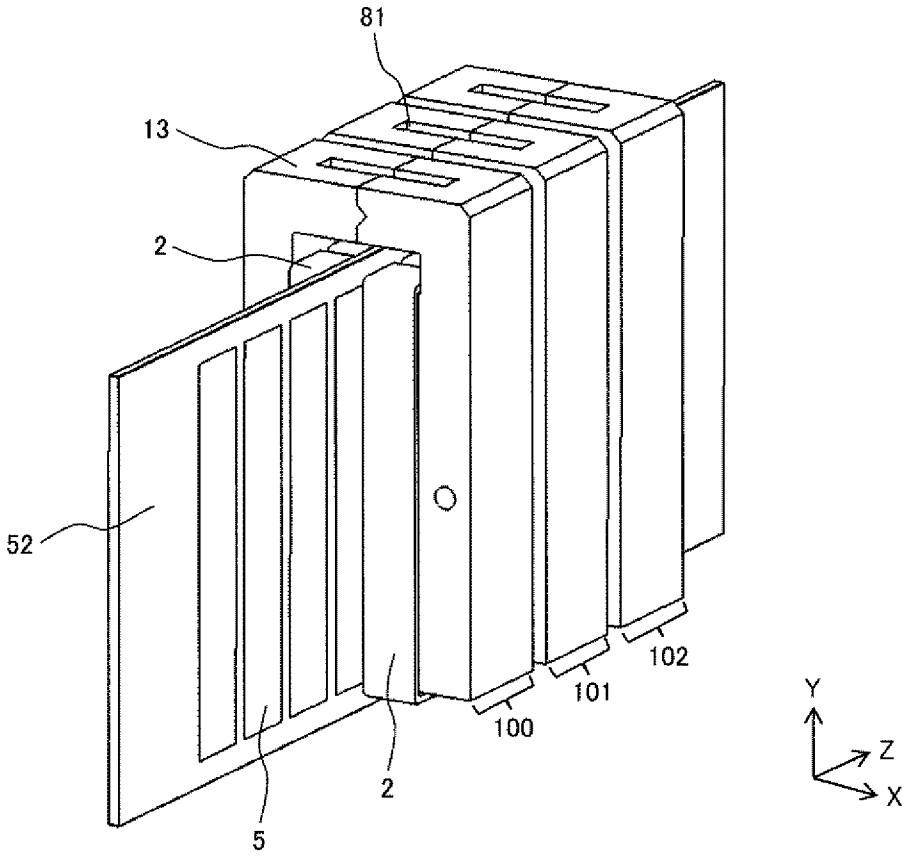

[図39]

図 39



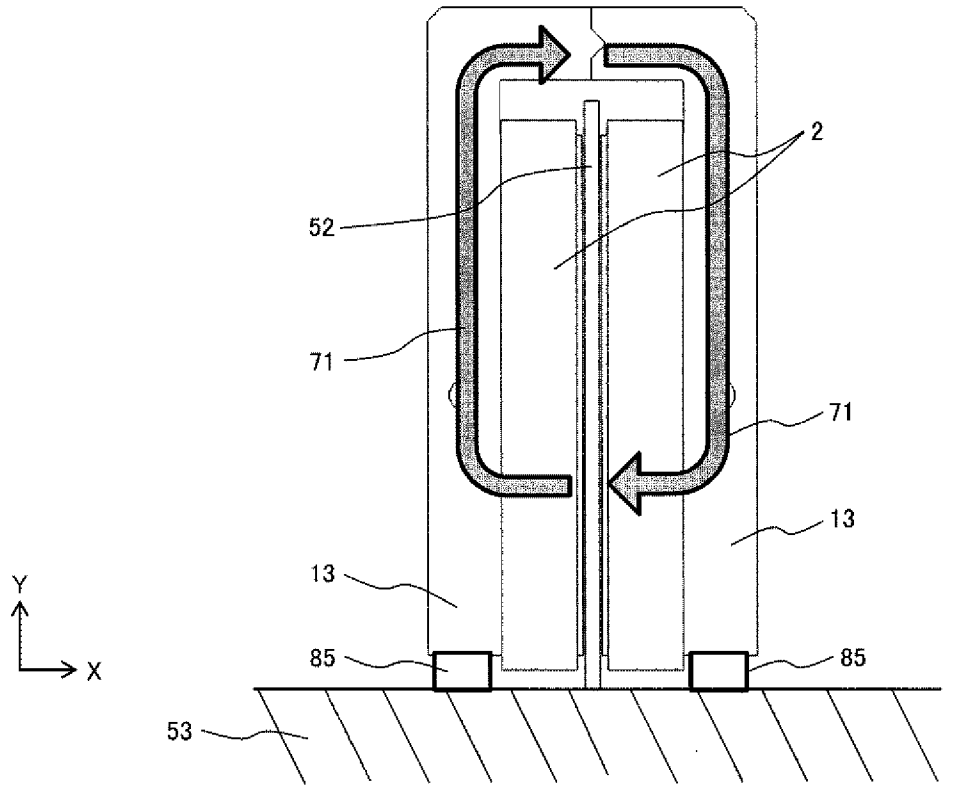
[図40]

図 40



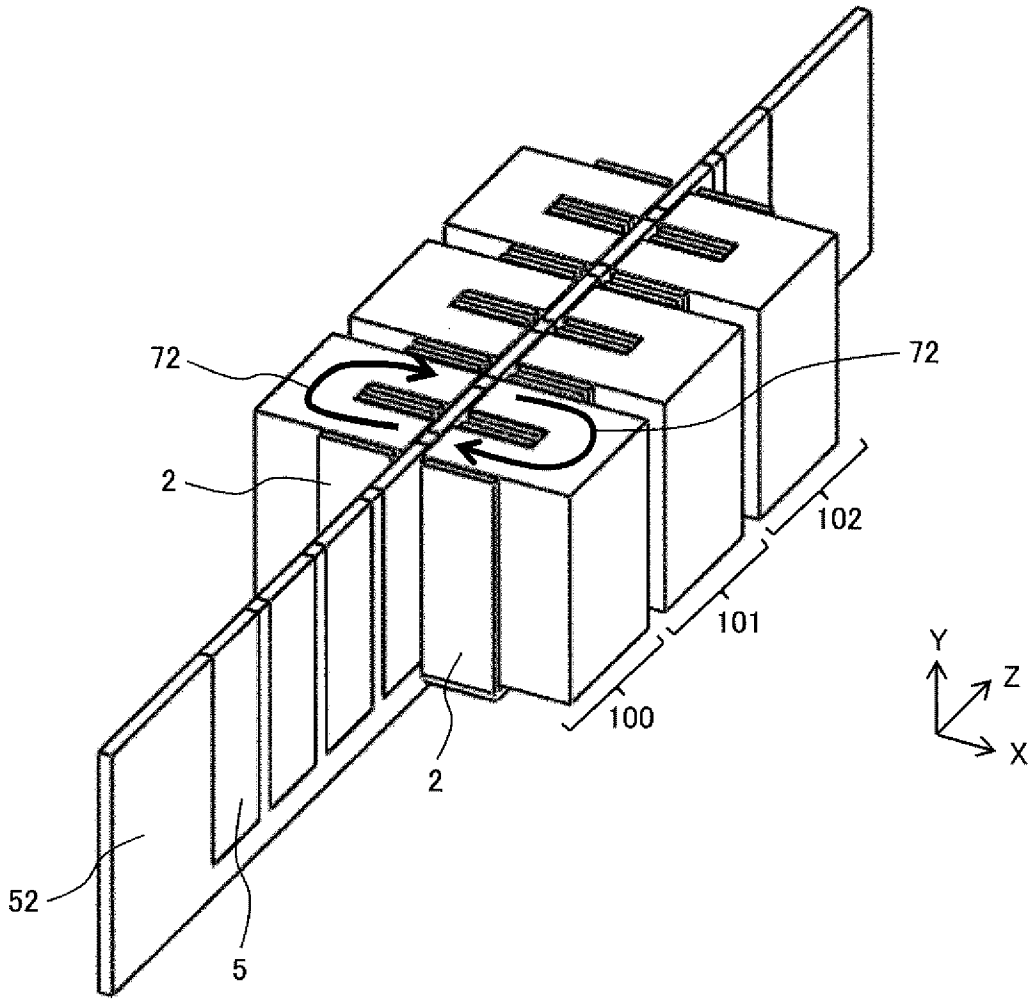

[図41]

図 41



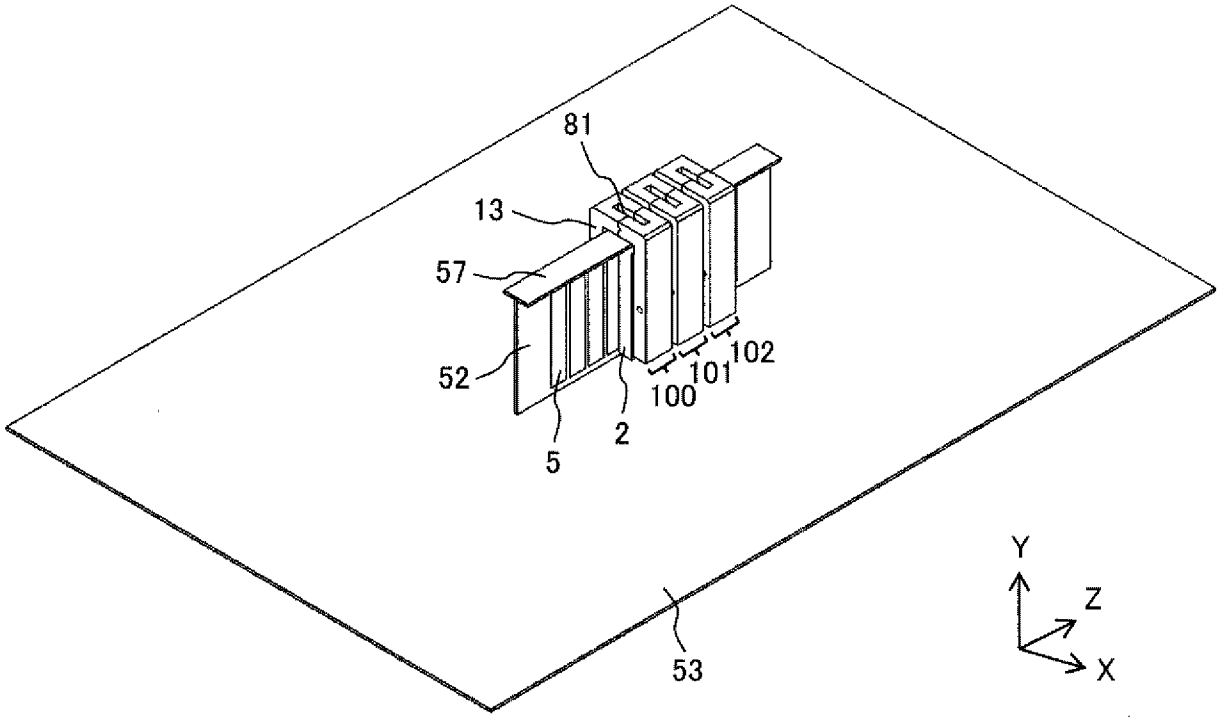
[図42]

図 42



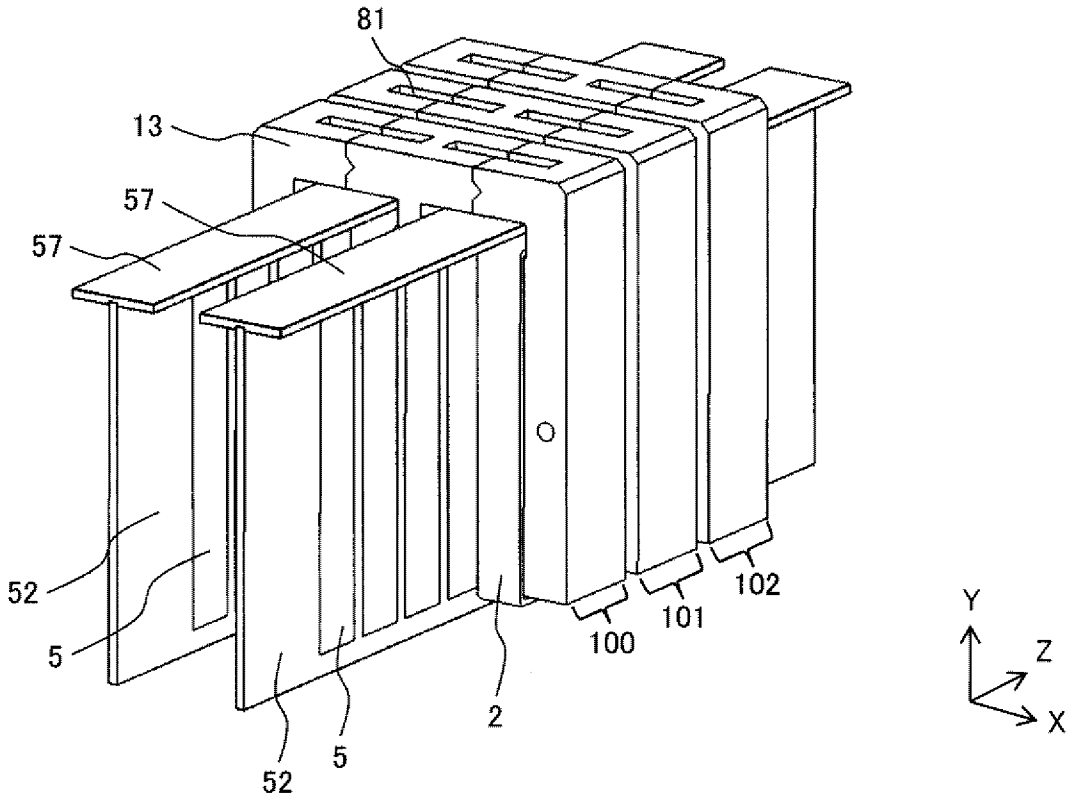
[図43]

図 43



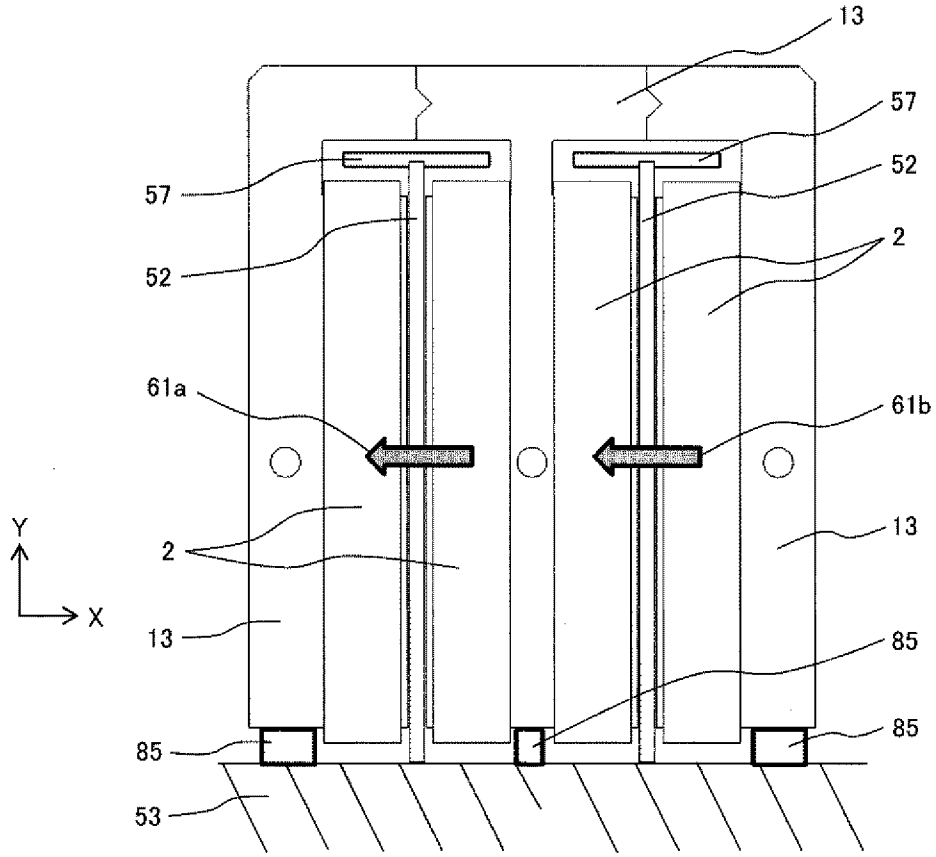

[図44]

図 44



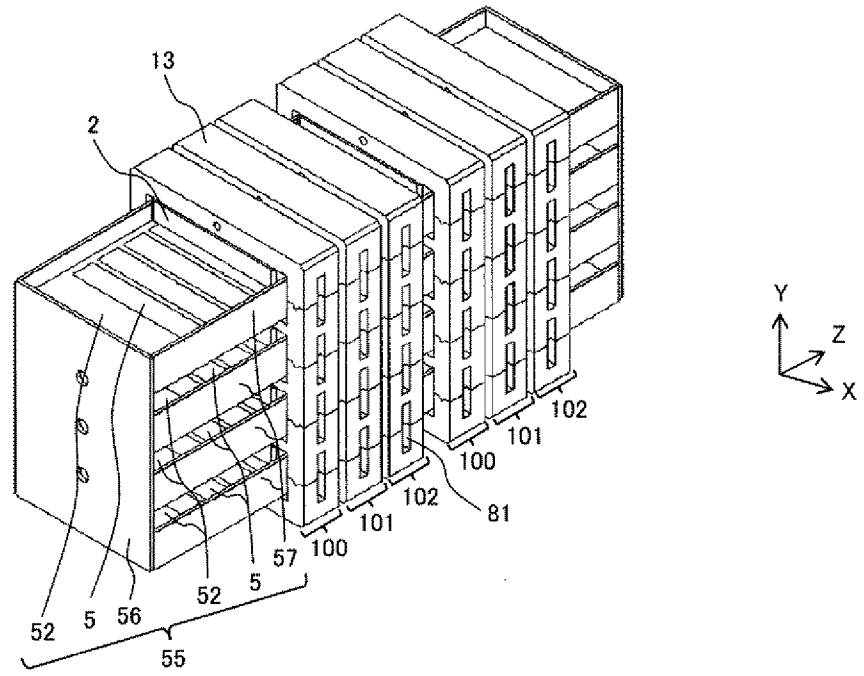
[図45]

図 45



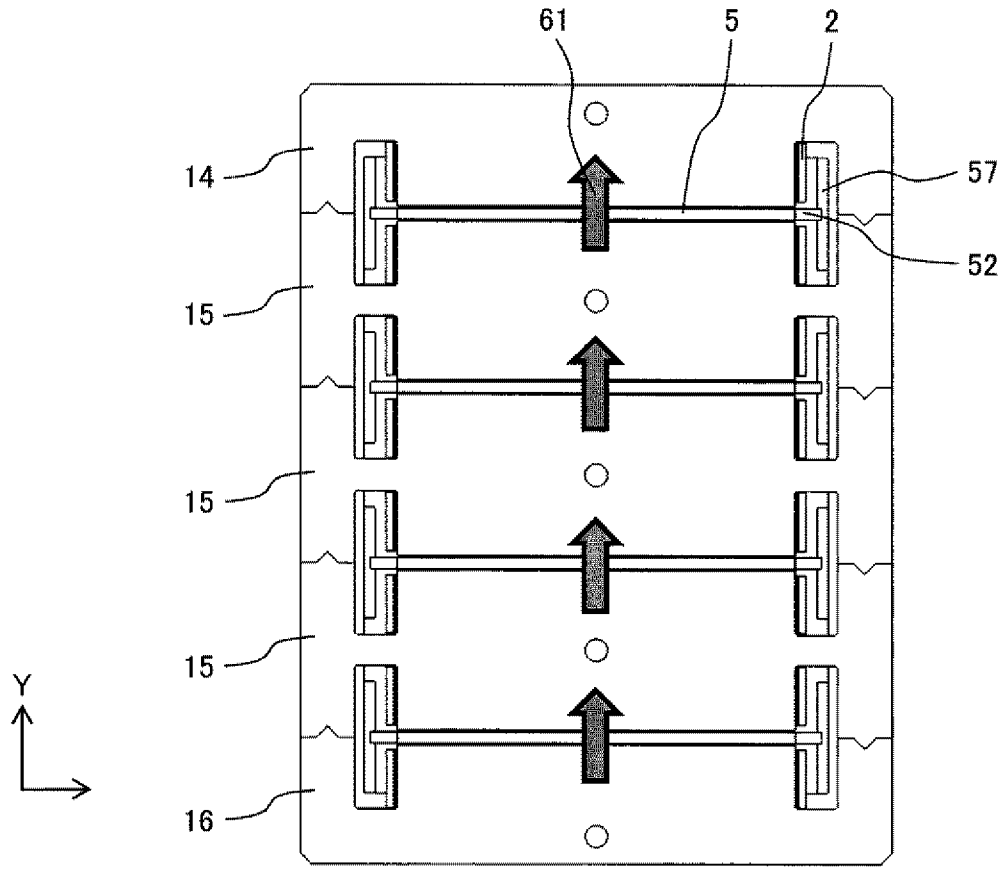

[図46]

図 46



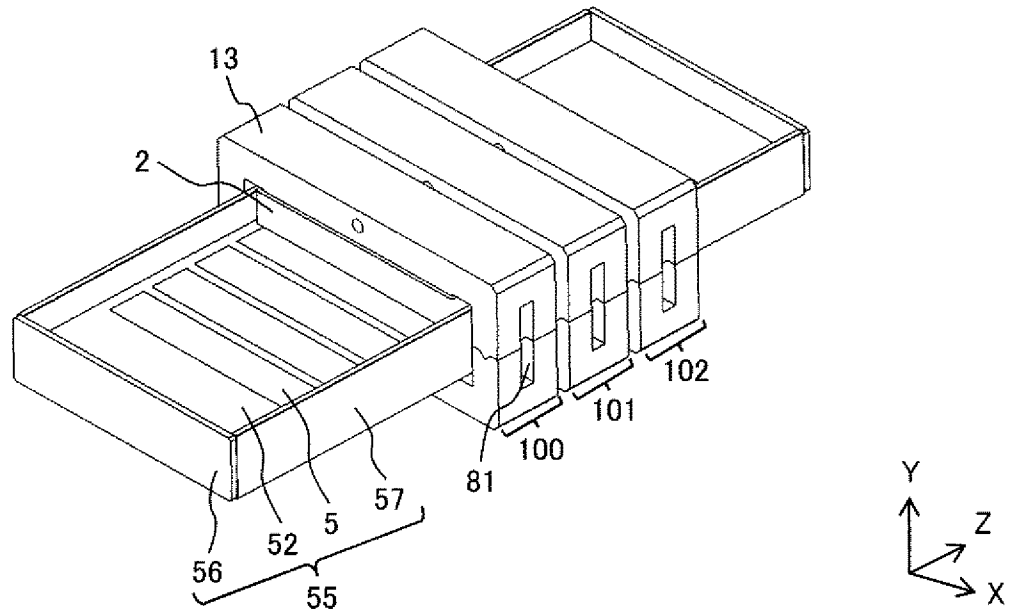
[図47]

図 47




[図48]

図 48



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/078667

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
*H02K41/03*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02K41/03

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---|---|---|---|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2014 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2014 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2014 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X<br>A | JP 2011-223697 A (Hitachi Metals, Ltd.),<br>04 November 2011 (04.11.2011),<br>paragraphs [0035] to [0036]; fig. 13 to 15<br>& US 2011/0248579 A1 & CN 102214983 A | 3-4,15-18<br>1-2,5-14 |
| X<br>A | JP 2005-245108 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>08 September 2005 (08.09.2005),<br>paragraphs [0025] to [0027]; fig. 6 to 7<br>(Family: none) | 3-4,15-18<br>1-2,5-14 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 07 January, 2014 (07.01.14) | 14 January, 2014 (14.01.14) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office<br><br>Facsimile No. | Authorized officer<br><br>Telephone No. |

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７８６６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K41/03(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02K41/03

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|---|---|
| 日本国実用新案公報 | １９２２－１９９６年 |
| 日本国公開実用新案公報 | １９７１－２０１４年 |
| 日本国実用新案登録公報 | １９９６－２０１４年 |
| 日本国登録実用新案公報 | １９９４－２０１４年 |

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

| 引用文献のカテゴリー＊ | 引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する請求項の番号 |
|---|---|---|
| X<br>A | JP 2011-223697 A (日立金属株式会社) 2011.11.04, [0035]-[0036], 図 13-15 & US 2011/0248579 A1 & CN 102214983 A | 3-4,15-18<br>1-2,5-14 |
| X<br>A | JP 2005-245108 A (三菱重工業株式会社) 2005.09.08, [0025]-[0027], 図 6-7 (ファミリーなし) | 3-4,15-18<br>1-2,5-14 |

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

| 国際調査を完了した日 | 国際調査報告の発送日 |
|---|---|
| ０７．０１．２０１４ | １４．０１．２０１４ |


国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３０２７
高橋　祐介
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８