



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201444236 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 16 日

---

(21)申請案號：102147676 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 20 日  
(51)Int. Cl. : H02K33/18 (2006.01) H01F7/16 (2006.01)  
(30)優先權：2012/12/21 奧地利 A 1334/2012  
(71)申請人：S E H有限公司 (馬爾他) SEH LIMITED (MT)  
馬爾他  
(72)發明人：漢恩 傑瑞米 HEIN, JÉRÉMY (MC) ; 馬奇納 赫門瑞克 馬汀 MARSCHNER VON  
HELMREICH, MARTIN (DE)  
(74)代理人：蔡清福；蔡馭理  
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：27 共 50 頁

---

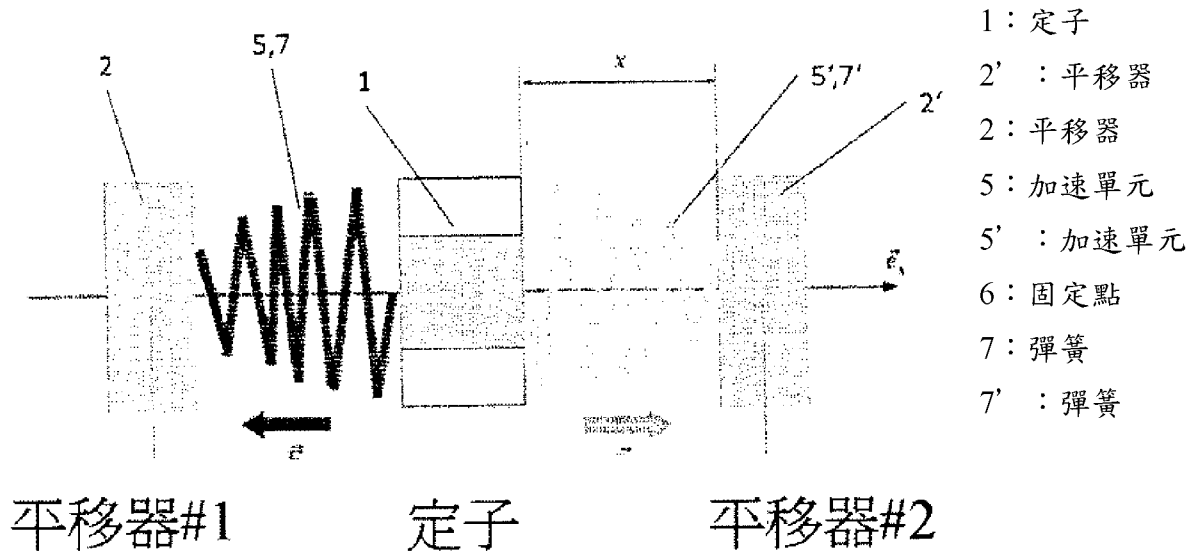
(54)名稱

具作為平移器加速單元之磁性裝置

MAGNETIC DEVICE COMPRISING AN ACCELERATION UNIT ACTING ON THE TRANSLATOR

(57)摘要

一種磁性裝置，其包括至少一定子 (1) 與一平移器 (2)，該平移器 (2) 可相對於該定子 (1) 而在一平移器移動方向中沿著一平移器移動路徑 (3) 移動，該平移器 (2) 係至少在部分的該平移器移動路徑 (3) 中耦接至一加速單元 (5)，其在耦接該平移器 (2) 與該加速單元 (5) 時產生一加速力狀態，該加速力狀態包括作用於該平移器 (2) 上的至少一修正力  $F_{corr}$ ，其中該加速力狀態可使該平移器 (2) 移動離開該定子 (1)，其中當該平移器 (2) 耦接至該加速單元 (5) 且該平移器 (2) 移動離開該定子 (1) 時，於該平移器移動方向 (4) 中對該平移器 (2) 作用的力總和係因磁性而大於或等於零，使得該平移器 (2) 可藉由該修正力  $F_{corr}$  而自該定子 (1) 所產生的吸引力分離。



第26圖



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201444236 A

(43)公開日：中華民國 103 (2014) 年 11 月 16 日

---

(21)申請案號：102147676 (22)申請日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 20 日  
(51)Int. Cl. : H02K33/18 (2006.01) H01F7/16 (2006.01)  
(30)優先權：2012/12/21 奧地利 A 1334/2012  
(71)申請人：S E H有限公司(馬爾他) SEH LIMITED (MT)  
馬爾他  
(72)發明人：漢恩 傑瑞米 HEIN, JÉRÉMY (MC)；馬奇納 赫門瑞克 馬汀 MARSCHNER VON  
HELMREICH, MARTIN (DE)  
(74)代理人：蔡清福；蔡馭理  
申請實體審查：無 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：27 共 50 頁

---

(54)名稱

具作為平移器加速單元之磁性裝置

MAGNETIC DEVICE COMPRISING AN ACCELERATION UNIT ACTING ON THE TRANSLATOR

(57)摘要

一種磁性裝置，其包括至少一定子(1)與一平移器(2)，該平移器(2)可相對於該定子(1)而在一平移器移動方向中沿著一平移器移動路徑(3)移動，該平移器(2)係至少在部分的該平移器移動路徑(3)中耦接至一加速單元(5)，其在耦接該平移器(2)與該加速單元(5)時產生一加速力狀態，該加速力狀態包括作用於該平移器(2)上的至少一修正力  $F_{corr}$ ，其中該加速力狀態可使該平移器(2)移動離開該定子(1)，其中當該平移器(2)耦接至該加速單元(5)且該平移器(2)移動離開該定子(1)時，於該平移器移動方向(4)中對該平移器(2)作用的力總和係因磁性而大於或等於零，使得該平移器(2)可藉由該修正力  $F_{corr}$  而自該定子(1)所產生的吸引力分離。

申請日: 102.12.20

## 【發明摘要】

IPC分類:

H01F 7/16 (2006.01)  
H01F 7/16 (2006.01)

【中文發明名稱】具作為平移器加速單元之磁性裝置

【英文發明名稱】Magnetic Device Comprising An Acceleration Unit  
Acting On The Translator

## 【中文】

一種磁性裝置，其包括至少一定子（1）與一平移器（2），該平移器（2）可相對於該定子（1）而在一平移器移動方向中沿著一平移器移動路徑（3）移動，該平移器（2）係至少在部分的該平移器移動路徑（3）中耦接至一加速單元（5），其在耦接該平移器（2）與該加速單元（5）時產生一加速力狀態，該加速力狀態包括作用於該平移器（2）上的至少一修正力  $F_{corr}$ ，其中該加速力狀態可使該平移器（2）移動離開該定子（1），其中當該平移器（2）耦接至該加速單元（5）且該平移器（2）移動離開該定子（1）時，於該平移器移動方向（4）中對該平移器（2）作用的力總和係因磁性而大於或等於零，使得該平移器（2）可藉由該修正力  $F_{corr}$  而自該定子（1）所產生的吸引力分離。

## 【英文】

A magnetic device comprising at least one stator (1) and one translator (2), which translator (2) is movable along a translator movement path (3) in a translator movement direction (4) relative to the stator (1), the translator (2) being coupled, at least in portions of the translator movement path (3), to an acceleration

unit (5), which on coupling the translator (2) with the acceleration unit (5) generates an acceleration force state comprising at least a corrective force  $F_{corr}$  acting on the translator (2), which acceleration force state can cause a movement of the translator (2) away from the stator (1), wherein when the translator (2) is coupled to the acceleration unit (5) and the translator (2) moves away from the stator (1), the sum total of the forces acting on the translator (2) is the translator movement direction (2) can be separated from attractive force generated by the stator (1) by means of the corrective force  $F_{corr}$ .

【指定代表圖】第26圖

【代表圖之符號簡單說明】

- 1 定子
- 2、2' 平移器
- 5、5' 加速單元
- 6 固定點
- 7、7' 彈簧

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】具作為平移器加速單元之磁性裝置

【英文發明名稱】Magnetic Device Comprising An Acceleration Unit  
Acting On The Translator

### 【技術領域】

本發明與一種磁性裝置有關，該磁性裝置包含至少一定子與一平移器，該平移器係可相對於該定子而沿著一平移器移動路徑而於一平移器移動方向中移動，該平移器係至少在部分的該平移器移動路徑中耦接至一加速單元，其中在耦接時，該平移器係與該加速單元產生一加速力狀態，該加速力狀態包括作用於該平移器上的至少一修正力  $F_{corr}$ ，該加速力狀態可使該平移器移動遠離該定子。

### 【先前技術】

為求簡化，以下將定子磁鐵稱為定子，而平移器磁鐵係稱為平移器。根據先前技術狀態的磁性裝置係包括至少一定子與一平移器，平移器利用作用於定子與平移器之間的磁性吸引力與斥力而係可相對於定子而移動。從 AT20110001260 20110905（申請人：Jeremy Hein、Martin Marschner von Helmreich）可知，吸引力與斥力基本上是定子與平移器之間的距離的函數。作用在平移器上且使平移器移動的所有力的總和係可藉由設定平移器與較靠近的定子之間的距離而進行最佳化。

由磁性吸引力所產生且作用於該平移器上的力的狀態可在平移器在離定子之距離為  $r$  處朝向定子移動時達到其最大值。在平移器的相反

移動方向的情況下，亦即，當平移器移動離開定子時，當距離  $r$  夠小時，在定子與移動的平移器之間會有吸引力作用。

在定子與平移器之間的距離夠小的情況下，定子與平移器係作用為磁鐵，無論定子與平移器的極性為何。該充分小的距離是由平移器對定子的場強度(或相反)及其它因素而決定。在一磁性裝置的運作期間，例如在一電磁鐵的極性反轉期間，平移器的場強度係比定子低。

當在定子與平移器之間存在一充分小的距離時，即可藉由定子與平移器之間的吸引力而避免平移器從定子移動、或使該移動減速。在該技術領域中所熟知的此一效應係稱之為在定子處「捕捉 (capturing)」平移器。這會降低磁性裝置作為例如一磁性驅動器之輸出。

DE102997051917 揭露了一種磁性裝置，其包括以一電磁鐵形式而設置之一致動器、以及在移動方向中產生一力之一彈性元件。然而，DE102997051917 並未提及關於定子及平移器效果之本揭露中所討論問題(至少在平移器移動夠近於定子時)。因此，該領域技術人士不會試著創造如下所述的創造性的力平衡狀態或力不平衡狀態。

DE102997051917 不包括關於產生在移動方向之力強度的任何規格，所以本領域具有一般技術者不會從 DE102997051917 推導出彈簧力強度。

同樣地，EP1320178 並未含有在電磁鐵線性驅動器以外作用之彈簧的任何規格。EP1320178 中也未討論到當平移器移動到充分靠近定子時作用為磁鐵的定子與平移器的問題，因此該領域技術人士無法從 EP1320178 中推知彈簧力的效應。

DE10003928 揭露了一種電磁鐵致動器，其具有對平移器作用之一彈性機構。根據 DE10003928 的內容，該彈性機構係作為平移器的一反

向搖擺機構。在 DE10003928 中並未討論到當平移器移動遠離定子時，本發明所指之平移器與定子分離之問題。

在 WO2007063222 中，彈簧係用以在一線圈掉落時使致動器移動至一靠近位置。WO2007063222 中並未處理本發明所提的技術問題。

在 DE202009014192 所揭裝置中的彈簧對於平移器的移動不具影響，而是用以耦接數個裝置。

相較於該領域先前技術中之裝置，此處所討論之發明係試圖解決提供一磁性裝置的問題，該磁性裝置係包括一額外構件以減少或避免將平移器捕捉在定子處的影響。在下文中，由捕捉效應所產生的力狀態係稱之為「捕捉力狀態」。

### 【發明內容】

根據本發明，這是藉由當平移器耦接至加速單元且平移器移動遠離定子時在平移器移動方向上因磁性之故而對平移器作用的總力總和會大於或等於零之事實而達成，因此平移器可藉由修正力  $F_{corr}$  而自定子所產生的吸引力分離。

本發明之磁性裝置可為一磁性驅動器、一生成器、一電阻元件、或是平移器主要或亦僅部分因磁場產生之力而對定子移動所在的任何其他裝置。

若平移器與定子之間的距離充分小時，定子與平移器係作用為磁鐵，因此平移器係朝定子而移動。由加速單元所致之加速力狀態係以平移器遠離定子的移動方向為取向。加速力狀態的效應可限於發生上述捕捉效應所在之平移器移動路徑部分。

在部分的平移器移動路徑中，可以捕捉力狀態來疊加該加速力狀態。

捕捉力狀態基本上是以作用於定子和平移器之間的吸引力為特徵。加速力狀態係依據其大小而完全或部分作用抵抗捕捉力狀態。

加速單元可根據機械產生力或磁力而產生力狀態。加速單元可藉由一至少部分彈性變形本體的先前變形而產生加速力狀態。彈性本體的變形可由平移器的移動產生。通常，彈性本體的變形是在發生捕捉效應之前及/或在平移器到達一充分靠近定子的區域(將接著發生捕捉效應)之前，於平移器至少部分朝向定子移動期間產生。

本發明之磁性裝置的一個具體實施例之特徵在於：該加速單元係沿著整個平移器移動路徑而運作地耦接至平移器。

根據平移器與定子之間的距離，加速單元可於平移器接近定子時偏離，及/或加速單元可根據平移器與定子之間的距離而產生加速力狀態。

當平移器耦接至加速單元、且平移器朝向定子移動時，在與平移器運動方向相反的方向中作用於平移器上的力的總和可小於或等於零。

此處所揭示之本發明磁性裝置並不限於將加速單元定位在定子與平移器之間的一區域中。加速單元在此區域中的定位係僅構成本發明之加速單元定位的一種可能性。加速單元也可對平移器移動路徑呈側向排列，並以對平移器移動路徑之任何角度延伸。

彈簧也可與一軸承元件一體地形成，其中該軸承元件係用承受於一平移器軸上滑動之平移器。彈簧可以設為一板片彈簧或一線圈彈簧。軸承元件可包括一彈性材料，該彈性材料係可於本發明之磁性裝置的運作期間變形。

根據該領域技術，作用於一平移器上的力是定子與平移器在此區域中作用之總和，且係依個別定子與平移器之間的距離而定。當平移器移動遠離定子時，以上述捕捉效應所發生之捕捉力係類似當相應地形成

彈簧時而作用。本文所揭發明之特徵在於，該加速單元係根據平移器與定子之間的暫時距離而產生加速力狀態。

加速單元的上述特徵可例如藉由具有不同幾何形狀與彈簧長度的彈簧、或藉由彈簧的不同材料特性與彈簧長度來實現。舉例而言，在一類似方式中，係可設置一彈性變形本體。

本發明之磁性裝置的下述具體實施例在加速單元因平移器接近定子而偏移時會有優勢。在本發明討論之上下文內容中，偏移（類似於彈簧的偏移）係描述加速單元儲存了供應至一加速單元而供後續釋放之一力或扭曲的狀態。根據本發明，所供應之力或扭曲的後續釋放係用於使在定子處所捕捉之平移器分離。

本發明之磁性裝置的一個可能具體實施例的特徵在於，該加速單元係耦接至該平移器以及一固定點，並且至少部分延伸於平移器與該固定點之間。

該固定點可為位於本發明之裝置外部的一個物體。該固定點也可以是一裝置部件，例如一框架或外殼部件。該固定點可為靜止、或可相對於該定子而滑動。

定子可為該固定點。

該加速單元也可為另一磁鐵，其係耦接至平移器且可切換以加速該平移器。該另一磁鐵可為一永久磁鐵及/或一電磁鐵。

除此之外，該加速單元可為一驅動單元，其係耦接至平移器。驅動單元可形成為一氣動裝置及/或液壓裝置及/或一電動馬達。

該加速單元可設為彈簧的形式，該彈簧具有平行於平移器移動方向而作用之一彈簧力分量。

彈簧力分量因此相反於該捕捉效應所產生之力而作用。平移器移動使

彈簧偏向定子，其中儲存於彈簧中的力係於平移器移動遠離定子期間釋放。

上述說明係與一種線性以及多邊形的平移器移動路徑有關。平移器移動路徑中的一條線係可穿過定子。

本發明之磁性裝置的可能具體實施例包括電磁鐵的任何可能組合，特別是以永久磁鐵或電磁鐵的形式設置之定子與平移器。

定子與平移器皆可以永久磁鐵的形式來設置。

定子可為一永久磁鐵，而平移器可為一電磁鐵。

定子可為一電磁鐵，且平移器可為一電磁鐵。

根據一般性專業，電磁鐵及/或永久磁鐵必須加以極化，以使得平移器相對於定子之一移動或一定義路徑可藉由所產生之斥力或吸引力而實現。

當定子及/或平移器是以電磁鐵的形式而設置時，定子及/或平移器係可作用為額外的磁鐵。這可藉由在一預定時間期間的過程中改變定子及/或平移器的磁場而實現。該預定時間期間可根據移動的平移器之位置而加以選擇。

本發明之磁性裝置可包括用於控制電磁鐵的極化以及用於根據加速力狀態來控制電磁鐵的強度之一控制裝置。

在下文中，將參照如附圖式與相應的圖式說明來描述加速單元（其係作為本發明之磁性裝置的部件）的效應。

## 【圖式簡單說明】

第 1 圖至第 16 圖是關於包括一個定子與一個平移器的一種磁性裝

置。

第 17 圖至第 28 圖是關於包括一個定子與兩個平移器的一種磁性裝置。

### 【實施方式】

此外，為求簡要，由於其已屬該領域中技術人士一般已知且已為其所應用，下述說明並不考慮抵消平移器移動的力，例如摩擦力或空氣阻力。

參照第 1 圖至第 16 圖，其說明了沿著一線性平移器移動路徑 3 而配置的兩個磁偶極的交互作用。第一偶極 1 是一電磁鐵，第二偶極 2 是一永久磁鐵。關於第 1 圖至第 17 圖的說明是基於在偶極之間並無相對運動而使得將偶極指定為定子或平移器是無關緊要的之假設。

為求簡要，根據該領域狀態，係假設一永久磁鐵為具有一圓柱形形狀且一磁場係至少沿著平移器移動軸而延伸。除此之外，假設該磁場的一均勻磁化為  $\vec{M}_1 = M_1 \vec{e}_x$ ，其單位為每公尺安培數（[A/m]）。在永久磁鐵外部的磁場係隨著離磁鐵的增加距離  $x$  而減少，其可表示為下式：

$$\vec{H}_1(x) = M_1 \times f(x) \vec{e}_x \quad [\text{A/m}], \quad \text{其中 } f(0) = 1, \quad \lim_{\infty} f(x) = 0$$

該電磁鐵包括一圓柱形鐵磁性芯部，一線圈係於該芯部周圍延伸為相同的圓柱形形狀。為求簡要，假設當使用一外部磁場  $H_{coil}(J)[\text{A/m}]$  時，該鐵磁性芯部為均勻極化，因此可滿足下述關係：

$$\vec{M}_{core}(H) = \chi_V \times \text{vec}H, \quad \text{其中 } \chi_V \text{ 為該鐵磁性芯部的磁透率。當一電流 } I$$

穿過電磁鐵的繞組時，在線圈內部係產生一磁場  $H_{coil}(J)$ ，其為線圈的繞組內之電流密度  $J[\text{A/m}]$  之函數。

相應地，對於從電流密度  $J M_{EM}^{(coil)}(J) = \chi_V H_{coil}(J) \vec{e}_x$  [A/m] 所產生的電磁鐵的鐵磁性芯部的磁場而言，係存在下式：  
 $\vec{M}_{EM}^{(1)}(x) = \chi_V \times H_1(x) \vec{e}_x = \chi_V \times M_1 \times f(x) \vec{e}_x$  [A/m]。根據相關教示，當  $x=0$  時，額外磁場的最大值為： $\vec{M}_{EM}^{(1)}(0) = \chi_V \times H_1(0) \vec{e}_x = \chi_V M_1 \vec{e}_x$ 。

因此，鐵磁性芯部的磁場強度係由永久磁鐵在距離為  $x$  處所產生之磁場以及由被施以電流密度  $J$  之線圈所產生之磁場的總和確定，如下式：

$$\vec{M}_{EM}(x, J) = \vec{M}_{EM}^{(1)}(x) + \vec{M}_{EM}^{(coil)}(J) = \chi_V \{ H_{coil}(J) + H_1(x) \} \vec{e}_x = \chi_V \{ H_{coil}(J) + M_1 \times f(x) \} \vec{e}_x$$

關於永久磁鐵與電磁鐵之間的交互作用，要考慮下述兩個基本情況（情況 1，情況 2）。在第 2 圖至第 5 圖中所得之永久磁鐵和電磁鐵之磁化是從下述基本情況得出。

情況 1：永久磁鐵與芯部是在相同方向被磁化，亦即下式：

$$\forall x, \forall J, \vec{M}_{EM}(x, J) = M_{EM}(x, J) \vec{e}_x, M_{EM}(x, J) > 0$$

$$\forall x, \vec{M}_1(x) = M_1(x) \vec{e}_x, M_1(x) > 0$$

，其中永久磁鐵中彼此相對的側部與芯部係具有不同極性。所產生的力為一吸引力，其中  $\vec{F}_1(x) = F_1(x) \vec{e}_x, F_1(x) < 0$ 。

情況 2：永久磁鐵與芯部是在不同方向被磁化，亦即下式：

$$\forall x, \forall J, \vec{M}_{EM}(x, J) = M_{EM}(x, J) \vec{e}_x, M_{EM}(x, J) < 0$$

$$\forall x, \vec{M}_1(x) = M_1(x) \vec{e}_x, M_1(x) < 0$$

，其中永久磁鐵中彼此相對的側部與芯部係具有相同極性。所產生的力為一斥力，其中  $\vec{F}_1(x) = F_1(x) \vec{e}_x, F_1(x) > 0$ 。

芯部之一「正」極化係產生一吸引力，其暗示  $H_{coil}(J) > -H_1(x)$ 。當電流密度  $J_1$  滿足  $\forall H_{coil}(J) = -H_1(x)$  時，當  $J > J_1$  時，即發生一吸引力。

芯部之一「負」極化係產生一斥力，其暗示  $H_{coil}(J) < -H_1(x)$  且  $J < J_1$ 。

在未對線圈施加電流時，會發生一吸引交互作用，因為  $H_{coil}(0) = 0 >$

$-H_1(x)$ （由於芯部的「正」極化之故）。

當芯部的磁場比磁場更強且與其相反時，即發生一排斥交互作用。這滿足  $H_{coil}(J) < -H_1(x)$ ，且  $J < J_1$ 。

第 1 圖說明了在永久磁鐵（第一偶極 1）和電磁鐵（第二偶極 2）之間的一吸引交互作用的情況。並無電流被供應至電磁鐵。芯部是由磁場在距離為  $x$  處進行磁化，且因此受永久磁鐵所吸引。

第 2 圖說明了在永久磁鐵（第一偶極 1）和電磁鐵（第二偶極 2）之間的一吸引交互作用的情況，其中電磁鐵（第二偶極 2）係被供以一「正」電流強度。供應「正」電流強度是表示線圈的磁場與磁場為相同方向。

線圈和芯部的磁場係導致芯部的更高磁化，其表示吸引力一般係隨著上升的電流密度而增加。

第 3 圖說明當施加一「負」電流強度而使線圈的磁場與磁場為相反方向時，在永久磁鐵（第一偶極 1）和電磁鐵（第二偶極 2）之間的吸引交互作用。當滿足  $-H_1(x) < H_{coil}(J) < 0 \Rightarrow J_1 < J < 0$  時，該交互作用係一吸引交互作用。

第 4 圖說明在供以一「負」電流密度而使  $H_{coil}(J) < -H_1(x)$  或  $J < J_1$  得以被滿足的情況下，在永久磁鐵 1 和電磁鐵 2 之間的排斥相互作用。當電磁鐵的磁場強度高於磁場強度、且為相反方向時，即發生一排斥交互作用。

第 5 圖說明了藉由線圈所產生之磁場而進行之永久磁鐵 1 的磁場補償。這是利用本發明之磁性裝置所產生。此一特殊情況之特徵在於電磁鐵的芯部並無磁化且因此不存在由相互作用所產生之相互作用力的事實。電磁鐵的相反極性會彼此抵消。

此一平衡之特徵在於無交互作用力 ( $\vec{F}_1(x, J_1) = \vec{0}$ )，其係於  $H_{coil}(J) = -M_1(x)$  或  $J = J_1$  時達成。

第 6 圖說明一 FEM 模擬的結果。在第 5 圖中係繪示有在未對線圈供應任何電流的情況下之磁場強度 ( $\|\vec{B}\|$  [mT]) 與磁場線。在第 6 圖中，平移器是在距離為 60.0mm、30.0mm、10.0mm 以及 0.0mm 處（在永久磁鐵與電磁鐵之間接觸）。

永久磁鐵 1 磁化了電磁鐵 2 的芯部，其導致一吸引相互作用力，該吸引相互作用力係與距離  $x$  成反比，距離愈大，吸引相互作用力愈小。第 7 圖是說明從第 6 圖的 FEM 模擬結果之圖式。橫座標為距離  $x$ ，縱座標為力。

類似於第 6 圖，第 8 圖說明當線圈被供以  $J_{coil} = 5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  之一電流密度時的 FEM 模擬結果。永久磁鐵 1 和電磁鐵 2 在相同方向被磁化，因此可產生較大的吸引相互作用力。

類似於第 7 圖，第 9 圖是與第 8 圖有關的圖式，其說明在供應  $J_{coil} = 5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時，與永久磁鐵和電磁鐵之間距離有關的相互作用力的進展。第 8 圖因此說明了使用本發明之磁性裝置的一具體實施例的動作模式。吸引相互作用力係因而增加（連續線）。

此外，描線係繪示了在沒有電流供應的情況下的力距離線。

類似於第 8 圖與第 9 圖，第 10 圖說明當電磁鐵被供以  $J_{coil} = -5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時的 FEM 模擬結果，且第 11 圖說明對應的圖式。第 11 圖利用連續線說明了當電磁鐵被供應以  $J_{coil} = -5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時與永久磁鐵與電磁鐵之間的距離相關之相互作用力的過程。虛線說明了在無電流供應至電磁鐵時的過程。第 10 圖與第 11 圖也與本發明之磁性裝置的一具體實施例的動作模式有關。

根據第 11 圖，排斥相互作用力僅發生在  $x > 14.0\text{mm}$  的距離內。至於磁場所產生的吸引力，第 10 圖所示之電磁鐵的磁場係因而不夠強。第 12 圖說明對電磁鐵供以  $J_{coil} \leq -5 [\text{A}/\text{mm}^2]$  之電流密度時的效應。同樣的，橫座標表示永久磁鐵與電磁鐵之間的距離，而縱座標表示作用於永久磁鐵與電磁鐵之間的力。熟習該領域技術之人士從第 12 圖將可知斥力為主要特徵的磁性裝置狀態的產生將暗示對電磁鐵 2 供應一電流。

當未能滿足  $H_{coil}(J) < -H_1(x)$  時，相互作用力係一吸引相互作用力。在此情況下，該平移器係被捕捉在該定子處。

此外，若電磁鐵被固定地供以電流，則在永久磁鐵與電磁鐵之間的距離係存在一平衡點  $x_{eq}$ 。該平衡點係由  $H_{coil}(J) < -H_1(x_{eq})$  所定義，例如

$$J_{coil} = -10 [\text{A}/\text{mm}^2] \Rightarrow x_{eq} = 4 [\text{mm}]$$

$$J_{coil} = -5 [\text{A}/\text{mm}^2] \Rightarrow x_{eq} = 13 [\text{mm}]$$

發生捕捉效應的區域係定義為  $\forall x \in [0, x_{eq}], F(x, J_{coil}) < 0$ 。在捕捉效應的外部，相互作用力係一排斥相互作用力  $\forall x > x_{eq}, F(x, J_{coil}) > 0$ 。在一預定電流密度  $J_{coil}$  下，平衡位置係由  $F(x_{eq}, J_{coil}) = 0$  所定義。

補充第 12 圖，第 13 圖說明了對線圈內電磁鐵供以  $J_{coil} \geq 0 [\text{A}/\text{mm}^2]$  之一電流密度的情況。

此外，第 14 圖比較了當對電磁鐵供以  $J_{coil} = +10 [\frac{\text{A}}{\text{mm}^2}]$  以及  $J_{coil} = -10 [\frac{\text{A}}{\text{mm}^2}]$  時作用於永久磁鐵和電磁鐵之間的力的進展。應注意到所產生的力強度係因變化的電流供應而不相同。

根據關於永久磁鐵與電磁鐵之間的相互作用之上述討論，以下說明在平移器關於定子而擺動的特殊情況中的相互作用。平移器的擺動是藉由在預定時間間隔中利用一固定電能（例如  $|J_{coil}| = 10 [\frac{\text{A}}{\text{mm}^2}]$ ）切換電

磁鐵的極性而達成。為求簡要，在下列問題的討論中，並不考慮在切換電磁鐵時因線圈的內部阻抗和電感所致之時間遲滯。

為了保證平移器有效率擺動，平移器必須在捕捉區域外部運作。這導致了在永久磁鐵與電磁鐵之間最小距離  $\epsilon$  的定義。這導致  $\forall x \geq \epsilon, \vec{F}(x, J_{coil}) = |F(x, J_{coil})| \vec{e}_x$ ，其中由條件  $\epsilon \geq x_{eq}$  來保證平移器的運作是在捕捉區域外部。

對於在捕捉區域外部的運作而言，必須確認的是在一固定電能下場力輪廓  $|J_{coil}| = Cte [A/mm^2]$  是不對稱的。吸引相互作用力的值係高於排斥相互作用力值。因此，最小距離  $\epsilon$  降低了最大可啓動之吸引力。

$$\epsilon = x_{eq} \Rightarrow |F_{max}(0, 10)| = 500 [N]$$

$$\epsilon = x_{offset} \Rightarrow |F_{max}(0, 10)| = 200 [N]$$

其中位置  $x_{eq}$  和  $x_{offset}$  為線圈內電流密度  $J_{coil}$  的函數，且因此係與線圈的一內部時間因子  $\tau_{coil} = \frac{L_{coil}}{R_{coil}}$  有關。

場力輪廓的不對稱性可由必須用以作用抵抗磁場之所需額外能量來加以解釋。在關於一永久磁鐵與一電磁鐵之間交互作用的上述討論中，此額外能量係由電磁鐵的線圈所提供，其中該線圈係被供以一較高的電流密度。為保證排斥性相互作用之能量，必須要滿足下述條件：

$$H_{coil}(J) < -H_1(x)。$$

與捕捉區域之邊界點相對應的平衡點係由  $H_{coil}(J) = -H_1(x_{eq})$  所定義。當平移器相對於一定子而擺動，一機械性加速單元會是有利的，其在對平移器作用的力狀態方面係具有類似於對線圈供以如上述之一額外電流密度的效應。在此，加速單元係用以對平移器供應一加速力狀態，其係作用抵抗作用於平移器上之永久磁鐵吸引力，特別是在電磁鐵並未運作的情況下。

當使用本發明之裝置時，在任何位置處的力狀態（其作為作用於平移器之吸引力的總和）與加速力狀態應為零。在線圈被供以一電流密度  $J$  時，在位置  $x$  處作用於平移器上的力狀態  $\vec{F}_{TOT}(x, J)$  係表示如下式：  
 $\forall x \geq 0, \vec{F}_{TOT}(x, J) = \vec{F}(x, J) + \vec{F}_{corr}(x)$ ，其中  $\vec{F}_{corr}(x)$  為由加速單元所產生的加速力狀態且包括修正力  $F_{corr}(x)$ ，而  $F(x, J)$  為定子與平移器之間的相互作用力。所需要的機械力效應係得自平移器之平衡條件  $\forall x \geq 0, F_{TOT}(x, 0) = 0 \Rightarrow F_{corr}(x) = -\vec{F}(x, 0)$ ，其導致加速單元的下列特性：  
 $\forall x \geq 0, F_{corr}(x) = -\vec{F}(x, 0)$ ，因此在電磁鐵的任意運作處，加速力狀態或修正力都不作用來抵抗定子的吸引力，因此力狀態的作用力的總和為零，這會導致：

$$\forall x \geq 0, \vec{F}_{TOT}(x, 0) = \vec{0}$$

$$\forall x \geq 0, \forall J, \vec{F}_{TOT}(x, J) = \{F(x, J) - F(x, 0)\} \vec{e}_x$$

第 15 圖說明於  $x$  軸上視平移器和定子之間距離而定之修正力過程及作用於平移器之吸引相互作用力之過程。第 15 圖中的圖變形過程係實質上對  $x$  軸呈鏡像影像。

第 16 圖說明在對電磁鐵的線圈供以電流密度的三個不同情形（意即  $J_{coil} = +10[A/mm^2]$ 、 $J_{coil} = -10[A/mm^2]$ 、以及  $J_{coil} = 0[A/mm^2]$ ）下，視平移器和定子之間距離而定的作用於平移器上的力之過程。作用於平移器上的力的總和係由  $\forall x \geq 0, \forall J, \vec{F}_{TOT}(x, J) = \{F(x, J) - F(x, 0)\} \vec{e}_x$  所定義，其中在  $\forall x \geq 0, \vec{F}_{TOT}(x, 0) = \vec{0}$  時會達到平衡。此外，當滿足  $H_{coil}(J) < 0 \Rightarrow J_{coil} < 0$  時，會存在一排斥相互作用力。而在相反情況  $H_{coil}(J) > 0 \Rightarrow J_{coil} > 0$  中，則會存在一吸引相互作用力。力的過程本質上係對於圖表的  $x$  軸呈對稱。排斥相互作用力與吸引相互作用力的數值本質上是相同的，因為它們是由電磁鐵的線圈內之電流密度所定

義。

在下文中，上述討論係應用於包含  $n$  個平移器與  $n+1$  個定子 ( $n=1, 2, 3, \dots$ ) 之磁性裝置。第 17 圖說明兩個定子與一個平移器之基本配置，其是沿著對應於平移器的移動軸之一軸。

在下文中，係說明具有一定子與兩個平移器的磁性裝置。定子 1 係設置作為包含一芯部與一線圈之電磁鐵，平移器 2、2' 係設置作為永久磁鐵。

根據第 17 圖，在第一平移器 2 面向定子之表面與定子 1 面向第一平移器 2 之表面之間的距離係定為  $x$ ，而  $x'$  指示第二平移器 2' 面向定子 1 之表面與定子 1 面向第二平移器 2' 之表面之間的距離。 $\delta$  指示第一平移器 2 的芯部與第二平移器 2' 的芯部之間的距離，其中  $d$  表示平移器移動路徑 3 的長度，使得下式得以被滿足：

$$\forall x \in [0, d], \forall x' \in [0, d], \delta = Cte$$

$$x \in [0, d]$$

$$x' = d - x \Rightarrow x' \in [0, d]$$

作為定子 1 的部件之電磁鐵芯部係由三個磁場予以磁化，意即第一平移器 2 所產生的磁場，其係位於離定子一段距離  $x$  處。

$$\vec{M}_{EM}^{(1)}(x) = \chi_v \vec{H}_{EM}^{(1)}, \text{ 其中 } \vec{H}_{EM}^{(1)}(x) = M_1 \times f(x) \vec{e}_x。$$

在離定子 1 一段距離  $x'$  處之第二平移器 2' 的第二磁場可由  $\vec{H}_{EM}^{(2)}(x') = -M_2 \times f(x') \vec{e}_x$  加以描述，其中在使用  $x' = d - x$  時，下式係被滿足： $\vec{H}_{EM}^{(2)}(x') = -\chi_v \vec{H}_{EM}^{(2)}(d - x) = -\chi_v M_2 f(d - x) \vec{e}_x。$

第三磁場為電磁鐵的線圈所產生的磁場： $\vec{M}_{EM}^{(coil)}(J) = \chi_v H_{coil}(J) \vec{e}_x$ ，其中電流的方向定義了磁場的方向： $J > 0 \Rightarrow I > 0 \Rightarrow H_{coil}(J) > 0。$

電磁鐵的芯部的磁化可總結為：  
 $\vec{M}_{EM}(x, J) = \chi_v [M_1 f(x) - M_2 f(d-x) + H_{coil}(J)] \vec{e}_x$ ，其中  $f(x)$  為關於  $x$  之反比函數，其中  $f(0) = 1$ ， $\lim_{\infty} f(x) = 0$ 。

在下文中， $\vec{F}_1(x, J)$  為定子 1 與第一平移器 2 之間的相互作用力狀態， $\vec{F}_2(x, J)$  為定子 2 與第二平移器 2' 之間的相互作用力狀態，因此對於作用在定子 1 上的力狀態而言，下式適用：  
 $\vec{F}_{EM}(x, J) = \vec{F}_1(x, J) + \vec{F}_2(x, J)$ 。

項目  $x \in [0, d]$  描述了平移器 2、2' 沿軸向平移器移動路徑 3 的位移，其中從左至右的移動係視為從開始位置  $x=d$  或  $x'=0$  分別至結束位置  $x=0$  或  $x'=d$  而進入「正」方向中之移動。從右至左之移動係視為從開始位置  $x=0$  或  $x'=d$  分別至結束位置  $x=d$  或  $x'=0$  之「負」移動。

當  $\vec{M}_{EM}(x, J) = M_{EM}(x, J) \vec{e}_x$ ，其中  $M_{EM}(x, J) > 0$  時，則下列適用：  
 在第 17 圖中，第一平移器 2 與定子 1 係在相同方向中極化，因此相互作用力係一吸引力，且滿足  $F_1(x, J) > 0$ 。這也適用於  $\max(f(d-x)) = 1$  之  $H_{coil}(J) > -M_1 f(x)$ ，接著  $H_{coil}(J) > M_1$  的情形。

第二平移器 2' 和定子 1 是以不同的方向極化，因此交互作用力係一排斥力。這是在  $H_{coil}(J) > M_2 f(d-x)$ 、且  $\max(f(d-x)) = 1$ 、當  $\forall x \in [0, d]$ ,  $H_{coil}(J) > M_2$  時達成。

從左至右的移動是在  $\forall x \in [0, d]$ ,  $H_{coil}(J) > M_2 > 0 > M_1$  導致定子的「正」磁化時實現。

捕捉效應是在  $M_2 > H_{coil}(J) > -M_1$  時發生。定子 1 會被第二平移器 2' 的磁場捕捉，或反過來。

當  $\vec{M}_{EM}(x, J) = M_{EM}(x, J) \vec{e}_x$ ，其中  $M_{EM}(x, J) < 0$  時，第一平移器 2 與定子 1 係在相反方向極化，因此相互作用力為一排斥力，且  $F_1(x, J) < 0$

適用。這可  $F_1(x, J) < 0$  由  $\forall x \in [0, d], F_1(x, J) < 0$ ，因此  $\forall x \in [0, d], H_{coil}(J) < -M_1$  達成。第二平移器 2' 與定子 1 是在相同方向極化，因此該相互作用力為一吸引力，且  $F_2(x, J) < 0$  適用。這可在  $H_{coil}(J) < M_2 f(d-x)$ 、且  $\forall x \in [0, d], F_2(x, J) < 0$ ，因此  $\forall x \in [0, d], |H_{coil}(J)| < M_2$  時達成。

$M_1$  與  $M_2$  是正的，因此當  $\forall x \in [0, d], H_{coil}(J) < -M_1 < 0 < M_2$  描述平移器 2、2' 的「負」極化時，即會減去平移器 2、2' 從右至左的移動。

捕捉問題發生於  $-M_1 < H_{coil}(J) < M_2$  時，因此定子 1 係由第一平移器 2 的磁場所捕捉。

當磁場等強時， $M_1 = M_2 = M$ ，當  $\forall x \in [0, d]$  且  $H_{coil}(J) > M$  時，即達成一「正」極化與由左至右之移動。相反地，當  $\forall x \in [0, d]$  且  $H_{coil}(J) < -M$  時，即達成一「負」極化及由右至左之移動。捕捉效應係發生於  $H_{coil}(J) \in [-M, M]$  時；當保證  $|H_{coil}(J)| > M$  時，即可避免捕捉效應。

當  $M_{EM}(x, J) = 0 \Rightarrow \chi_v \{-M_1 f(x) + M_2 f(d-x) + H_{coil}(J)\} = 0$

$$\Rightarrow H_{coil}(J) = M_1 f(x) - M_2 f(d-x)$$

時，系統即處於平衡。假設磁鐵具有相同極化  $M_1 = M_2 = M$ ，平移器係於  $H_{coil}(J) = M\{f(x) - f(d-x)\}$  時呈平衡。

在電磁鐵未被供應電流的情形中，該系統係於  $H_{coil}(J) = 0 \rightarrow M\{f(x) - f(d-x)\} = 0 \rightarrow f(x) = f(d-x)$  時具有一內部平衡，其一方面是在  $x = \frac{d}{2}$  處達成。這是當第一平移器與第二平移器具有相同磁化、且離定子為相同距離的情形。

當使用場強度不同的平移器時，平衡點會偏離較強的平移器，以滿足  $M_1 f(x_{eq}) = M_2 f(d - x_{eq})$ 。

第 18 圖至第 24 圖說明利用 FEM 的模擬結果。該模擬是基於下列假

設：

所示之定子 1 是一電磁鐵，其具有由軟性金屬製成且直徑為 30.0mm、長度為 30.0mm（圓柱型）之一鐵磁芯部。線圈係假設為具有一電流密度  $J_{coil} [\frac{A}{mm^2}]$  與由銅製成之本體（其截面積為  $30,0 \times 30,0 mm^2$ ）。

平移器 2、2' 係假設為永久磁鐵，其具有半徑為 30.0mm、長度為 30.0mm 之圓柱形狀，其中該永久磁鐵是在圓柱軸的方向被磁化。假設磁化數值為  $M_1 = M_2 = M = 10E5 [A/m]$ ，其係對應於市面上之 N45° 永久磁鐵。平移器 2、2' 可沿著線性平移器移動路徑 3 自由移動，其也構成系統軸。平移器 2、2' 的相對位置係由變數  $x \in [0, d] [mm]$  加以描述。在第 18 圖至第 24 圖中，係繪示針對平移器的位置  $x \in [0, 73] [mm]$  處且根據平移器的位置而對定子供以  $J_{coil} \in [-10, 10] [A/mm^2]$  時的相互作用力。

第 18 圖說明電磁鐵針對平移器位置  $x \in [0, d]$  的一區域處被供以  $J_{coil} = 0 [A/mm^2]$  的情形。根據上述討論，平衡點  $F_{EM}(x_{eq}, 0) = 0$  是在平移器移動的中點  $x_{eq} = \frac{d}{2}$ 。

第 19 圖說明當設置作為永久磁鐵的定子在平移器  $x \in [0, 73] [mm]$  的區域中被供以  $J_{coil} \in [0, 10] [A/mm^2]$  時的相互作用力的發展。對定子供以電流會導致其正磁化。定子與第一平移器係受到吸引的相互作用力；定子與第二平移器係受到排斥的相互作用力。當定子靠近第二平移器時，並不滿足定子與第二平移器之間的排斥相互作用之條件  $|H_{coil}(J)| > M_2$ 。第 20 圖說明當定子被供以  $J_{coil} \in [-10, 0] [A/mm^2]$  時，視  $x \in [0, 73] [mm]$  的區域內之定子位置而定的相互作用力發展。這導致定子的負磁化；定子與第二平移器係受到吸引的相互作用力，而在定子與第一平移器之間則存在排斥的相互作用力。

當定子靠近第一平移器時，並不滿足定子和第一平移器之間的排斥相互作用力之條件。

第 21 圖比較了對設置作為電磁鐵的定子 1 供應  $J_{coil} \in [0,10][A/mm^2]$  的情況與對其供應  $J_{coil} \in [-10,0][A/mm^2]$  的情況，其與第一平移器 2 的位置（針對  $x \in [0,73][mm]$  之區域）有關。

在條件  $\forall x \in [0, d], |H_{coil}(J)| > M$  未被滿足且發生捕捉效應的區域中（在下文中稱為「捕捉區域」），相互作用力係為抵抗平移器 2、2' 的一所需動作而作用。捕捉區域的端點是由平衡點  $x_{eq}$  所定義。

捕捉區域基本上是對應於定子磁場與平移器 2、2' 中較為靠近的平移器的磁場不相等時的定子位置。

熟習該領域技術之人士將理解，為了維持平移器的有效率擺動，平移器 2、2' 的移動應在捕捉區域外部發生。這會在第一平移器與定子之間導致一最小距離  $\epsilon \geq x_{eq}$ 。

第 22 圖與第 24 圖與加速單元的使用有關。

在上述說明中，由一加速單元所起動的加速力狀態（特別是修正力）係由視第一平移器 2 和定子 1 之間的距離而定之項目  $F_{corr}^{\rightarrow}(x)$  所定義，因此作用於第一平移器 1 的力狀態可由方程式  $F_{TOR}^{\rightarrow}(x, J) = \vec{F}(x, J) + F_{corr}^{\rightarrow}(x)$  加以計算。

作為加速單元的一第二特徵，當電磁鐵未運作時，平衡狀態的存在即被選擇（其應存在）： $F_{TOR}^{\rightarrow}(x, 0) = \vec{0} \Rightarrow F_{corr}^{\rightarrow}(x) = -\vec{F}(x, 0)$ 。

由加速單元所導致、包含  $\vec{F}_{corr}$  之加速力狀態基本上對應於捕捉力狀態（其根據本發明必須至少部分被加速力狀態疊加）。當電磁鐵不運作時，加速力狀態（特別是其變化）會由測量減去。

第 22 圖比較了保證  $F_{corr}(x) = -F(x, 0)$  之加速力狀態的過程。此外，當

以電氣驅動器之形式所設之定子不作用時，相互作用力是以虛線來表示。

第 23 圖說明當使用加速單元與當定子被供以「正」或「負」電流密度  $|J_{coil}| = 10[A/mm^2]$  時， $F_{TOT}(x, J)$  的過程，其係平移器和定子之間的距離位置之函數。圖表顯示了  $x \in [0, 73][mm]$  的區域。此外，虛線表示  $F_{TOT}(x, J)$  在定子未被供以任何電流時的過程。

第 23 圖中所示之力過程是基於簡化（第一平移器與第二平移器具有相同的磁化）。對於無供應  $F_{TOT}(\frac{d}{2}, 0) = 0$  之電磁鐵而言，這會在  $x_{eq} = \frac{d}{2}$  處產生一平衡位置。

使用加速單元之第 23 圖所示力變化具有下列特性：

未供以任何電流的平移器總是處於平衡： $\forall x \in [0, d], F_{TOT}(x, 0) = 0$ 。上述平衡位置  $x_{eq} = \frac{d}{2}$  變成修正之相互作用力  $F_{TOT}(x, J)$  的過程對稱點。修正之相互作用力的過程輪廓為 U 形。

第 24 圖說明在對電磁鐵有不同電流供應  $J_{coil} \in [-10, 10][A/mm^2]$  下，視  $x \in [0, 73][mm]$  之區域之平移器相對位置而定的修正之相互作用力  $F_{TOT}(x, J)$  的過程。

平移器從左至右的最佳移動係以  $F_{TOT}(x, J) > 0$  為特徵，這是在  $J > 0$  下達成。相反地，平移器從右至左之移動係由  $F_{TOT}(x, J) < 0$  在  $J < 0$  下達成。

第 25 圖至第 27 圖為加速單元的一特定具體實施例，即彈簧形式。彈簧的動作模式係依照上述加速單元的特性來加以說明。

由於  $x_{eq} = \frac{d}{2}$  為修正力的過程之平衡點，因此考慮到彈簧的機械性質，修正力可被表示為兩個彈簧力的總和： $\forall x \in [0, d], F_{Corr}(x) = F_1(x) + F_2(x)$ ，其中  $\forall x \in [0, \frac{d}{2}], F_1(x) > 0, F_2(x) < 0$ ，且  $\forall x \in [\frac{d}{2}, d], F_1(x) =$

$0, F_2(x) < 0$ 。

第 25 圖說明  $\forall x \in [0, d], F_{\text{corr}}(x) = F_1(x) + F_2(x)$  的過程。在此， $\forall x \in [0, d], F_1(x) \geq 0$  總是造成一「正」向力，而  $\forall x \in [0, d], F_2(x) \leq 0$  總是造成一「負」向力。第一彈簧力  $F_1$  是專門在  $x \in [0, \frac{d}{2}]$  之區域中作用，因此第一彈簧力抵消了定子與第一平移器之間的相互作用。而類似地，第二彈簧力  $F_2$  專門是在  $x \in [\frac{d}{2}, d]$  之區域中作用，因此抵消了定子與第二平移器之間的相互作用。

當第一平移器與第二平移器具有相同磁化時，第一彈簧力與第二彈簧力係可具體說明如下。第一彈簧力與第二彈簧力具有相同數值且作用於不同方向。

$$\forall x \in [0, d], F_2(x) = -F_1(d - x)$$

上述討論係產生了具有相同彈簧特性、但作用於不同方向之一第一彈簧與一第二彈簧的配置。

第 26 圖說明了使用彈簧 7、7' 作為加速單元 5、5' 之本發明磁性裝置的可能具體實施例。

第一彈簧 7 係延伸於對各別表面作用之定子 1 和第一平移器 2 之間。第一彈簧 7 抵消了定子 1 和第一平移器 2 之間的捕捉效應。第一彈簧 7 的偏離係視第一平移器 2 對定子 1 的接近而定。定子 1 作為第一彈簧 7 之固定點 6。同時，第一彈簧力  $F_1$  係視第一平移器 2 和定子 1 之間的距離而定而釋放為一「正」向力。

第二彈簧 7' 係類似於第一彈簧 7 而作用。類似於第一彈簧 7 之配置，第二彈簧 7' 係配置在定子 1 與第二平移器 2' 之間。定子 1 係作為第二彈簧 7' 之固定點 6。

第一彈簧 7 與第二彈簧 7' 所產生的修正力係滿足下式： $F_{\text{corr}}(x) =$

$$F_1(x) + F_2(x) = -F(x, 0)。$$

根據習知技術，彈簧力與彈簧的線性變形成正比。在彈簧壓縮為  $\delta x [mm]$  的情況下，會滿足下式： $F = -k\delta x$ ，其中  $k [N/m]$  為彈簧常數。

當平移器移動被分為  $n$  個 ( $n=1, 2, 3\dots$ ) 次移動  $[x_{n-1}, x_n]$  時 (其中  $x_0=0$  且  $x_N=d$ )，彈簧力可由線性外插來表示：

$$F(x) = \alpha_n \times x + \beta_n，其中 \alpha_n = \frac{F(x_n) - F(x_{n-1})}{x_n - x_{n-1}}，且 \beta_n = F(x_{n-1})。$$

考慮到壓縮長度  $\delta_n = x_n - x_{n-1}$  以及彈簧常數  $k_n = \left| \frac{F(x_n) - F(x_{n-1})}{x_n - x_{n-1}} \right| [N/m]$

(兩者皆可從彈簧的特性中減去)，即得到第 27 圖，其中係說明了五個次移動  $x_n \in \{0, 5, 10, 20, 30, 73\}$  之彈簧常數。

#### 【符號說明】

- 1 定子
- 2、2' 平移器
- 3 平移器移動路徑
- 4 平移器移動方向
- 5、5' 加速單元
- 6 固定點
- 7、7' 彈簧

## 【發明申請專利範圍】

【第 1 項】一種磁性裝置，其包括至少一定子與一平移器，該平移器可相對於該定子而在一平移器移動方向中沿著一平移器移動路徑移動，該平移器係至少在部分的該平移器移動路徑中耦接至一加速單元，其在耦接該平移器與該加速單元產生一加速力狀態，該加速力狀態包括作用於該平移器上的至少一修正力  $F_{corr}$ ，其中該加速力狀態可使該平移器移動離開該定子，

其特徵在於：

當該平移器耦接至該加速單元且該平移器移動離開該定子時，於該平移器移動方向中對該平移器作用的該力之總和係因磁性而大於或等於零，使得該平移器可藉由該修正力  $F_{corr}$  而自該定子所產生的該吸引力分離。

【第 2 項】如申請專利範圍第 1 項所述之磁性裝置，其特徵在於：該加速單元是沿整個該平移器移動路徑而耦接該平移器。

【第 3 項】如申請專利範圍第 1 項至第 2 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：當該平移器接近該定子及/或該加速單元根據該平移器與該定子之間的一距離而導致該加速力狀態時，該加速單元係可根據該平移器與該定子之間的一距離而偏移。

【第 4 項】如申請專利範圍第 1 項至第 3 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：當該平移器耦接至該加速單元且當該平移器朝向該定子移動時，在與該平移器移動方向相反的該方向中對該平移器作用的該力之總和能小於或等於零。

【第 5 項】如申請專利範圍第 1 項至第 4 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該加速力狀態係等於由該定子與該平移器之間的磁性所致

之一捕捉力狀態。

【第 6 項】如申請專利範圍第 1 項至第 5 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該加速單元係耦接至該平移器與一固定點，並至少部分延伸於該平移器與該固定點之間。

【第 7 項】如申請專利範圍第 1 項至第 6 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該定子即該固定點。

【第 8 項】如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該加速單元包括一另一磁鐵及/或一驅動單元。

【第 9 項】如申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該加速單元包括一彈簧，該彈簧具有與該平移器移動方向平行作用之一彈簧力分量。

【第 10 項】如申請專利範圍第 1 項至第 9 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該平移器移動路徑為線性或多邊形。

【第 11 項】如申請專利範圍第 1 項至第 10 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該平移器移動路徑的一線係穿過該定子。

【第 12 項】如申請專利範圍第 1 項至第 11 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：該定子與該平移器皆為永久磁鐵。

【第 13 項】如申請專利範圍第 1 項至第 11 項中任一項所述之磁性裝置，其特徵在於：

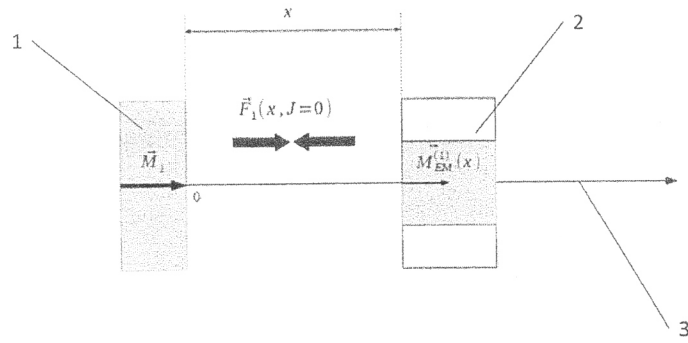
該定子係一永久磁鐵，且該平移器係一電磁鐵，或

該定子係一電磁鐵，且該平移器係一永久磁鐵，或

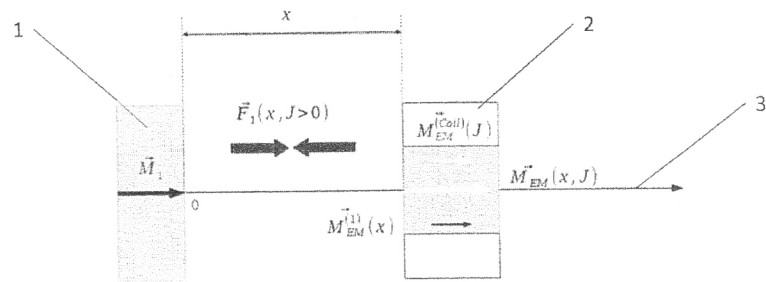
該定子係一電磁鐵，且該平移器係一電磁鐵。

【第14項】如申請專利範圍第13項所述之磁性裝置，其特徵在於：該磁性裝置包括一控制裝置，以控制該電磁鐵之該極化以及根據該加速力狀態而控制該電磁鐵的該強度。

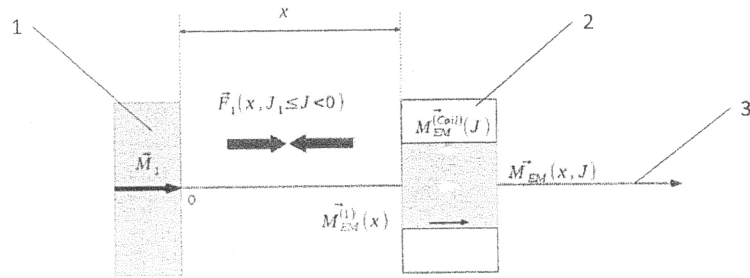
【發明圖式】



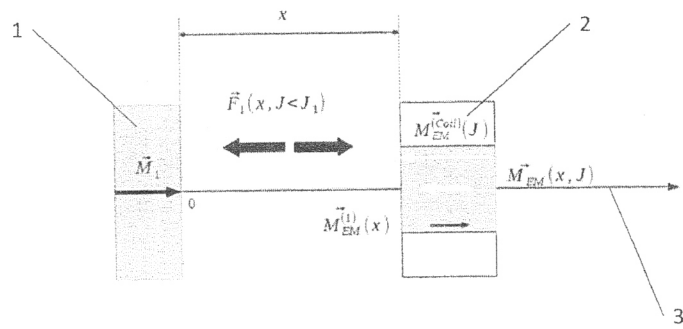
第1圖



第2圖



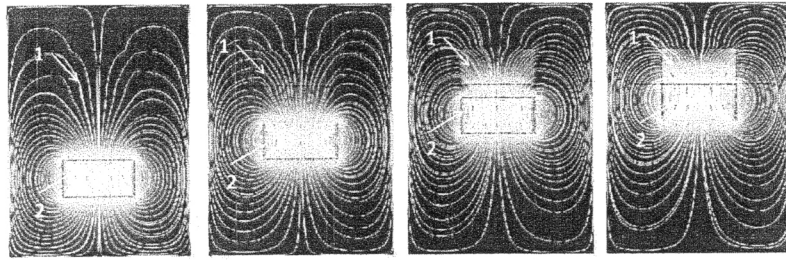
第3圖



第4圖



在  $J_{coil} = 0 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時之磁場強度[mT]以及場線

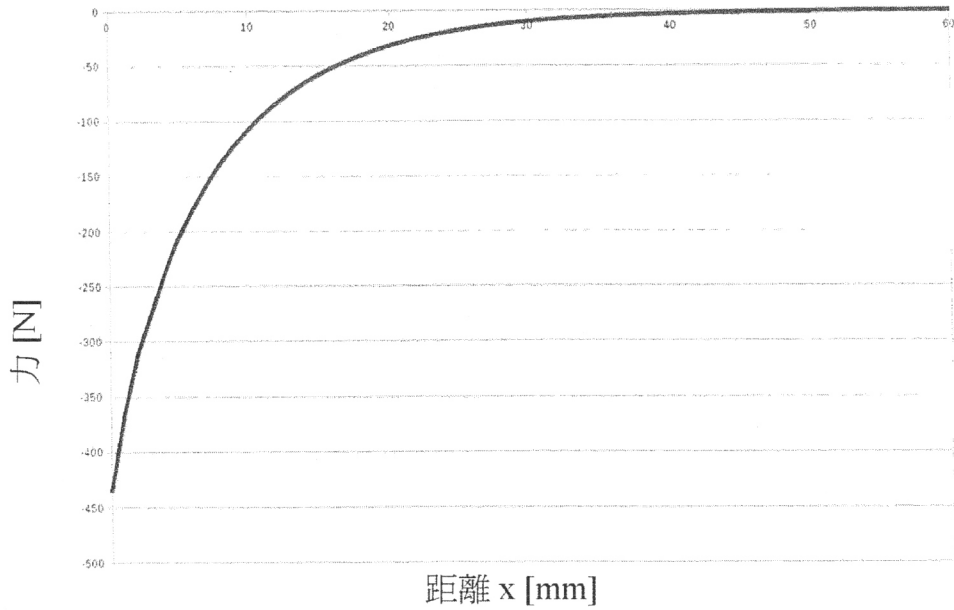


距離 60, 0 mm 距離 30, 0 mm 距離 10, 0 mm 距離 0, 0 mm

第6圖

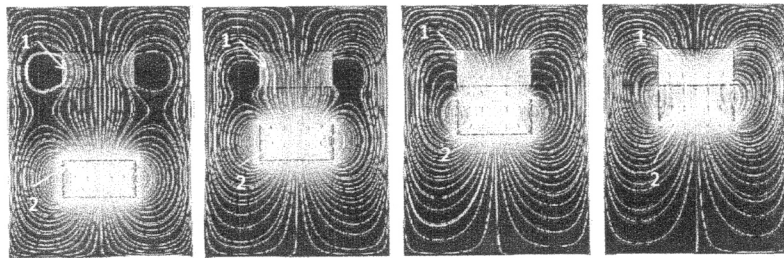
相互作用力 [N]

$J_{coil} = 0 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$



第7圖

在  $J_{coil} = 5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時之磁場強度[mT]以及場線

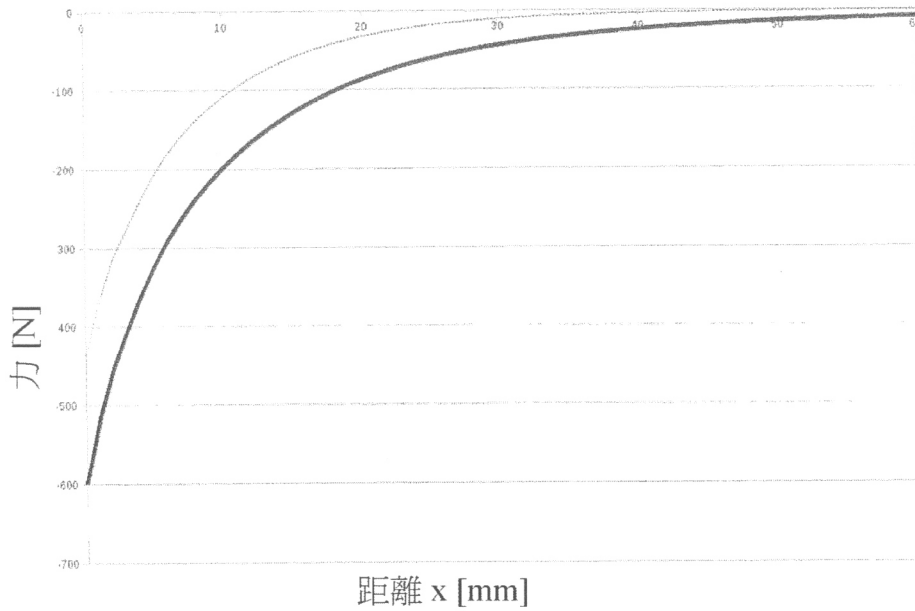


距離 60, 0 mm 距離 30, 0 mm 距離 10, 0 mm 距離 0, 0 mm

第8圖

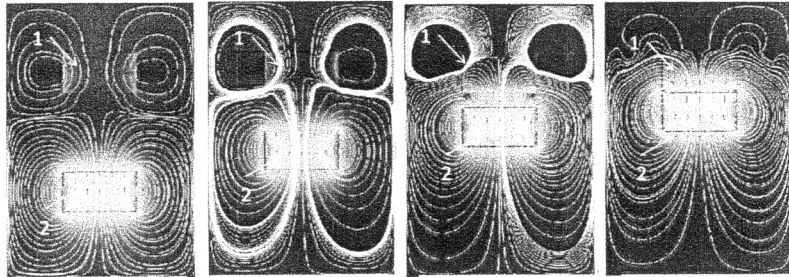
相互作用力 [N]

$$J_{coil} = 5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$$



第9圖

在  $J_{coil} = -5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$  時之磁場強度[mT]以及場線

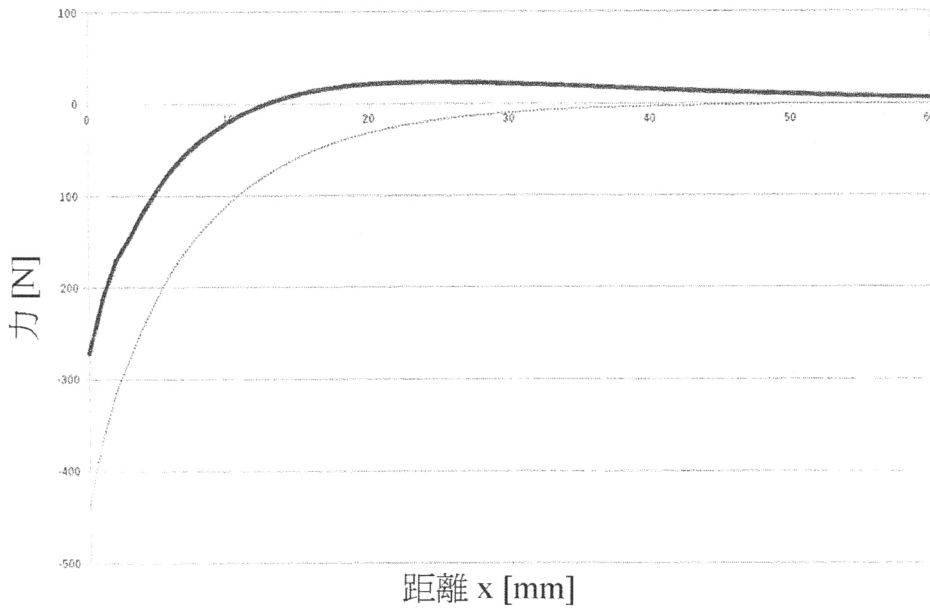


距離 60, 0 mm 距離 30, 0 mm 距離 10, 0 mm 距離 0, 0 mm

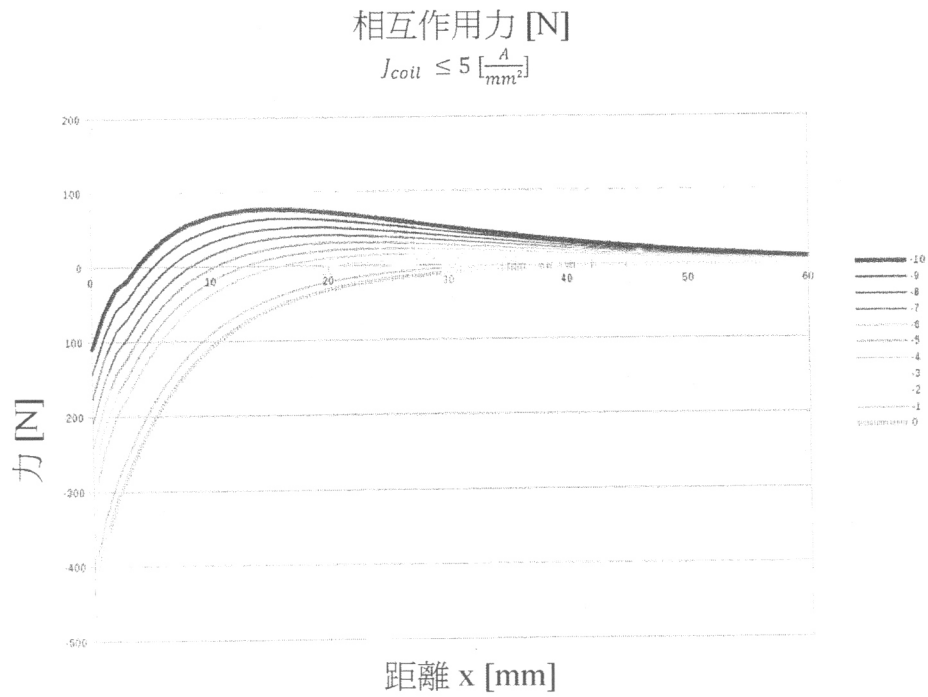
第10圖

相互作用力 [N]

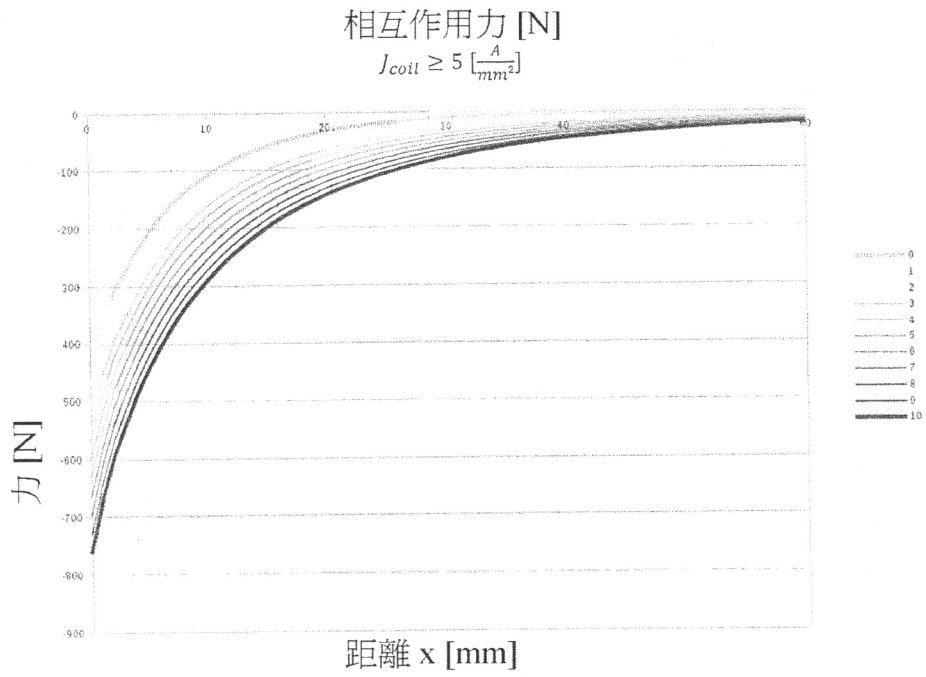
$$J_{coil} = -5 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$$



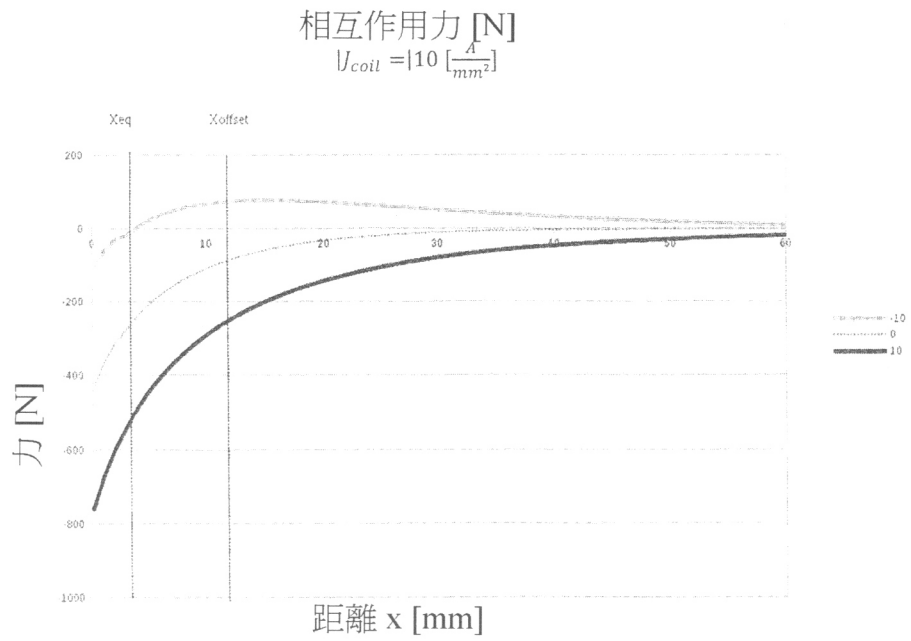
第11圖



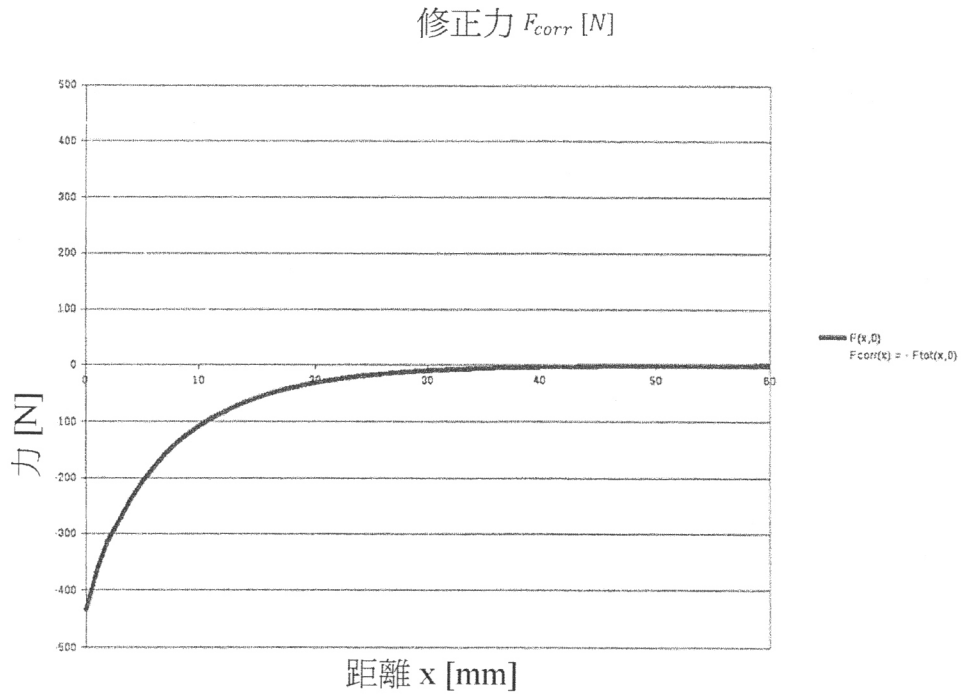
第12圖



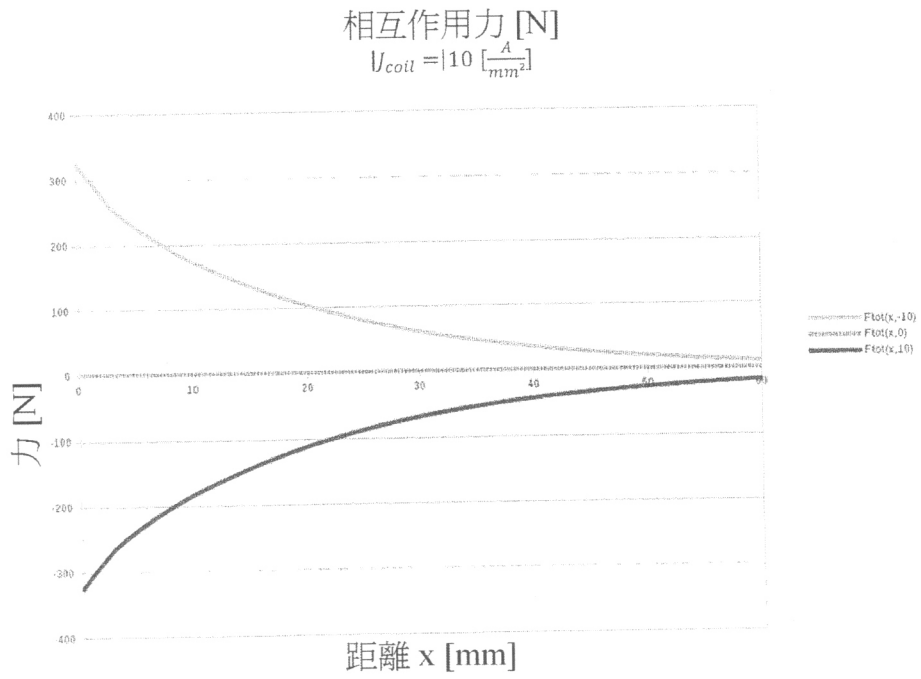
第13圖



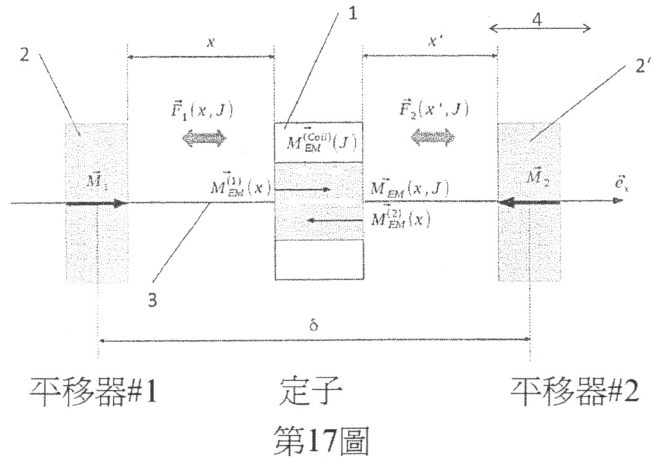
第14圖



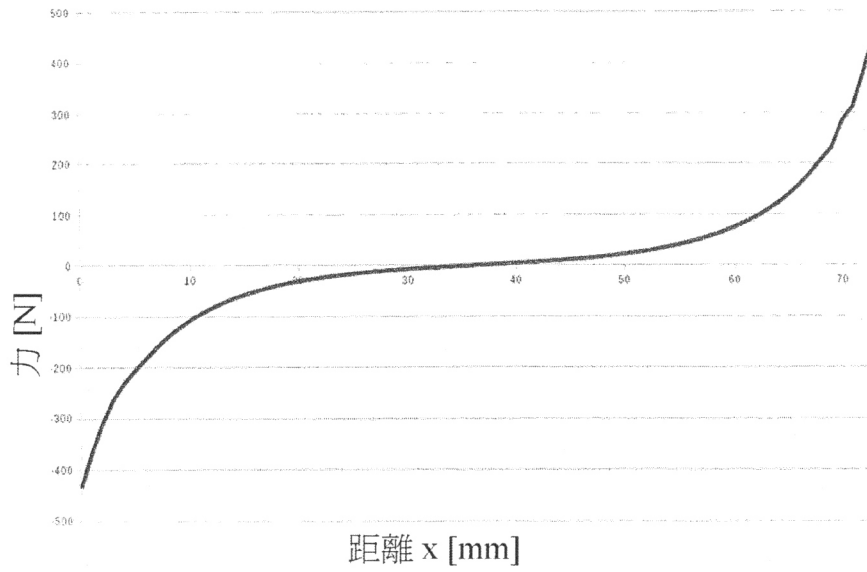
第15圖



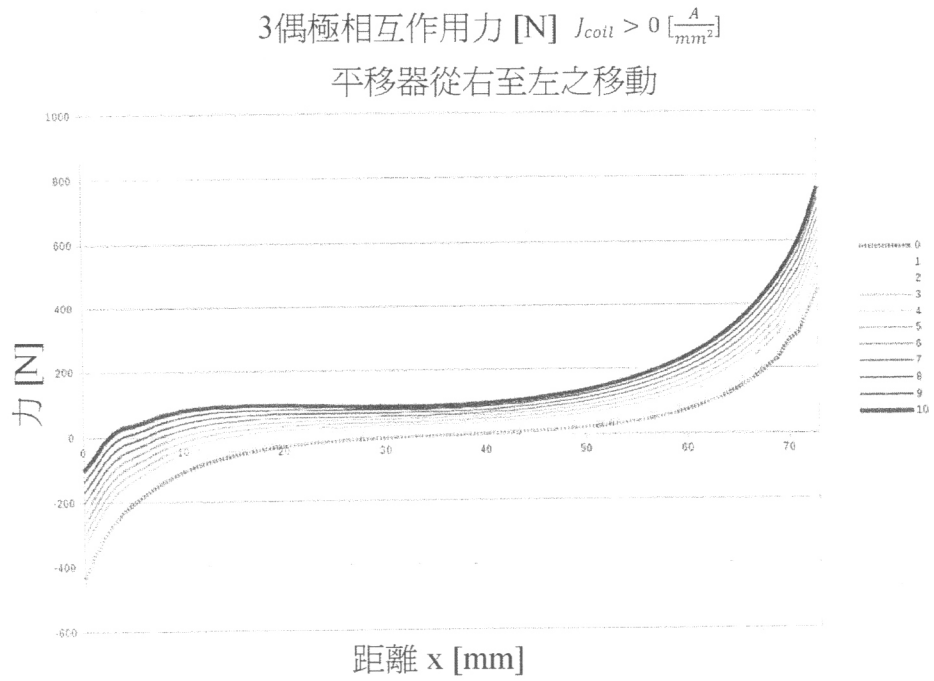
第16圖



相互作用力 [N]  
 $J_{coil} = 0 \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$



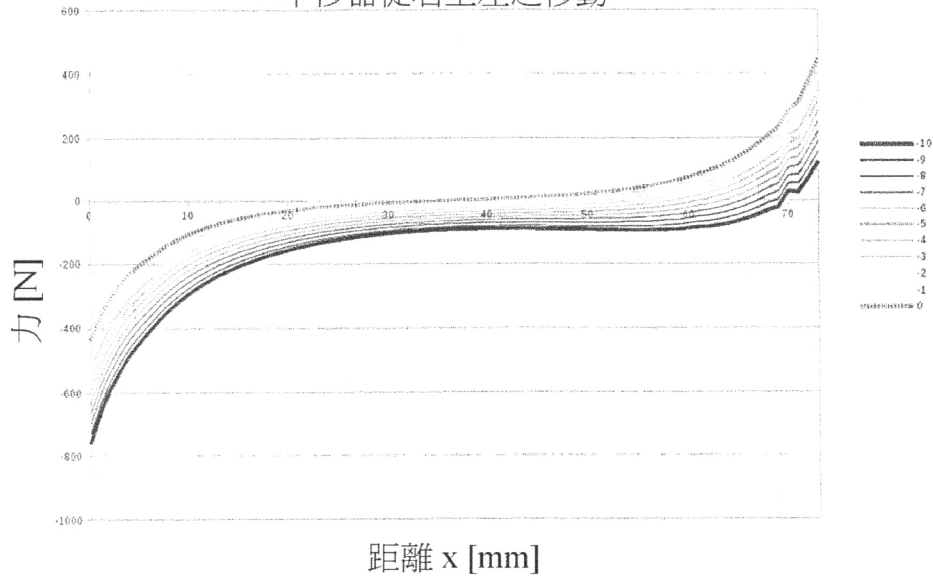
第18圖



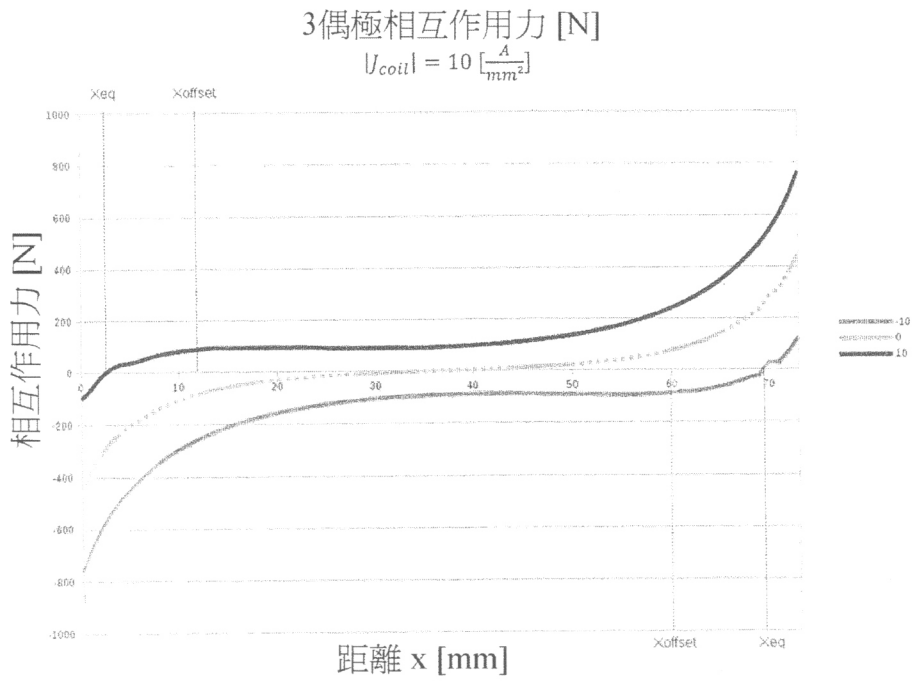
第19圖

3偶極相互作用力 [N]  $J_{coil} > 0$  [ $\frac{A}{mm^2}$ ]

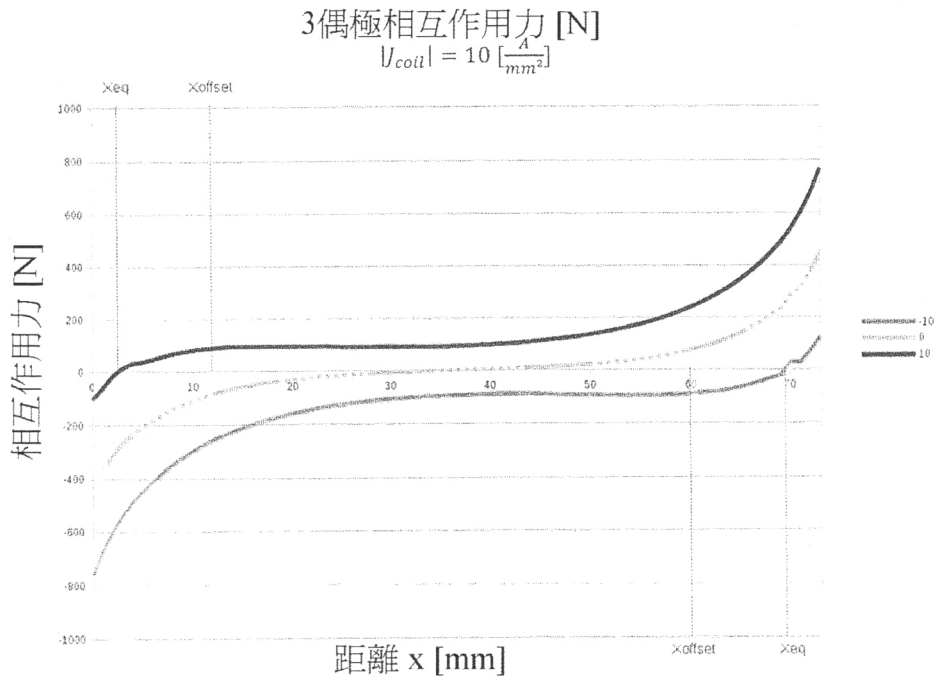
平移器從右至左之移動



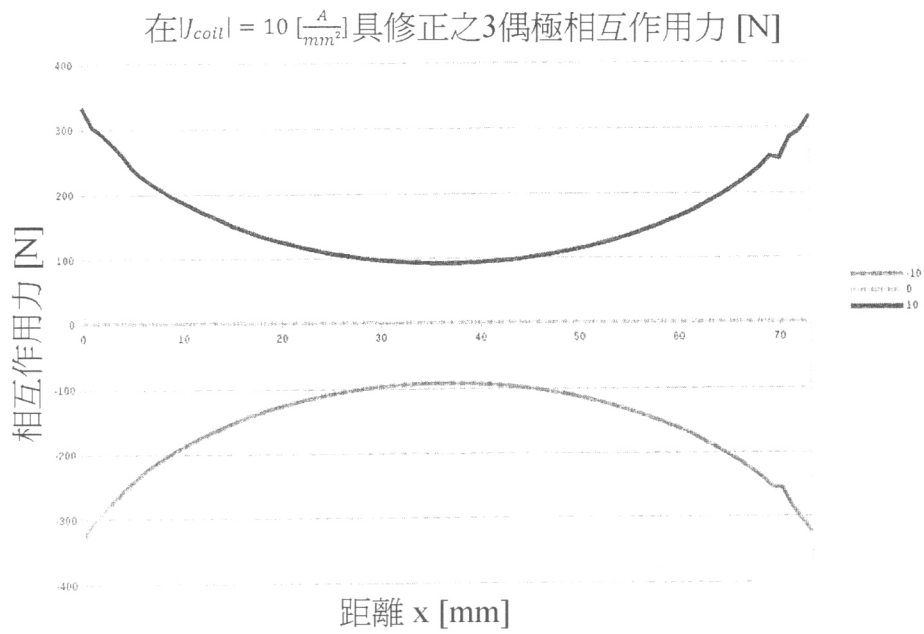
第20圖



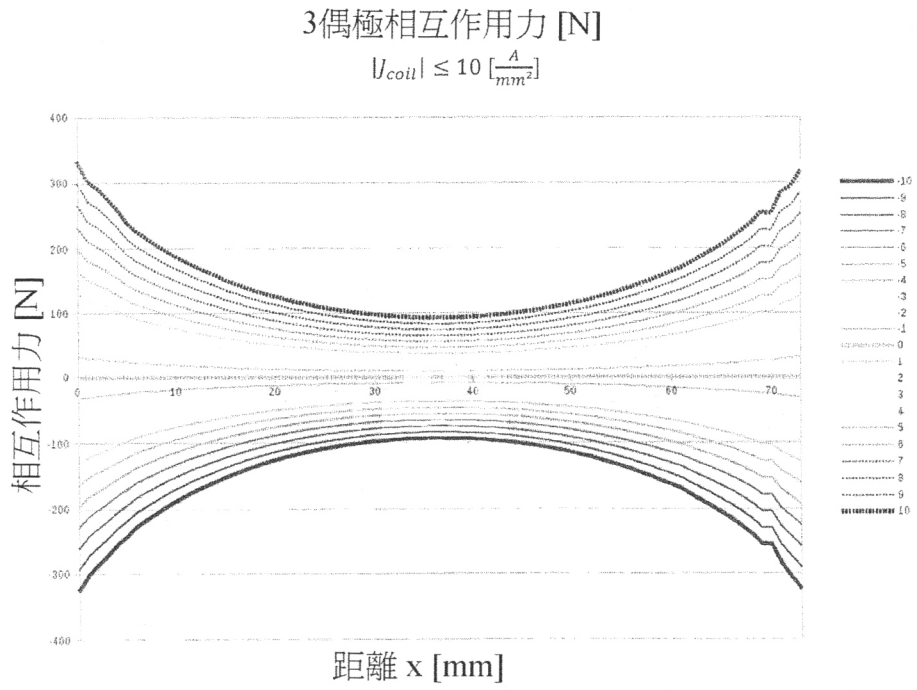
第21圖



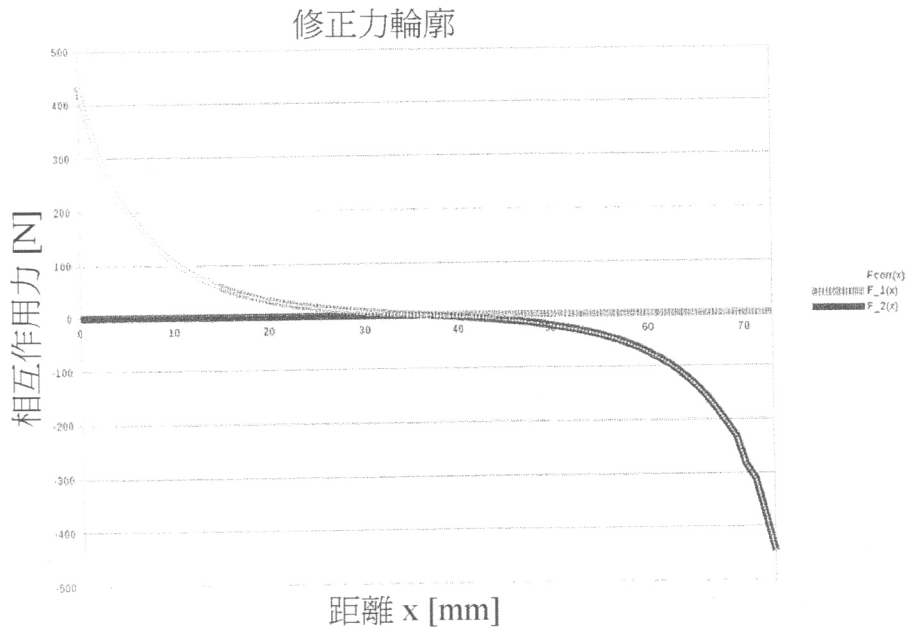
第22圖



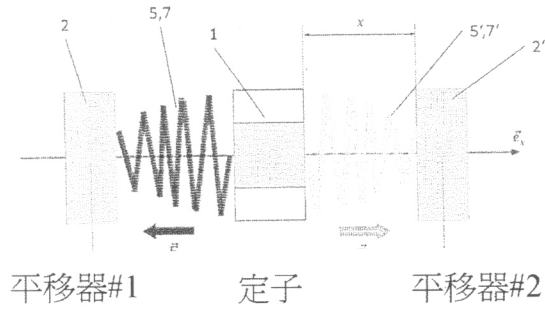
第23圖



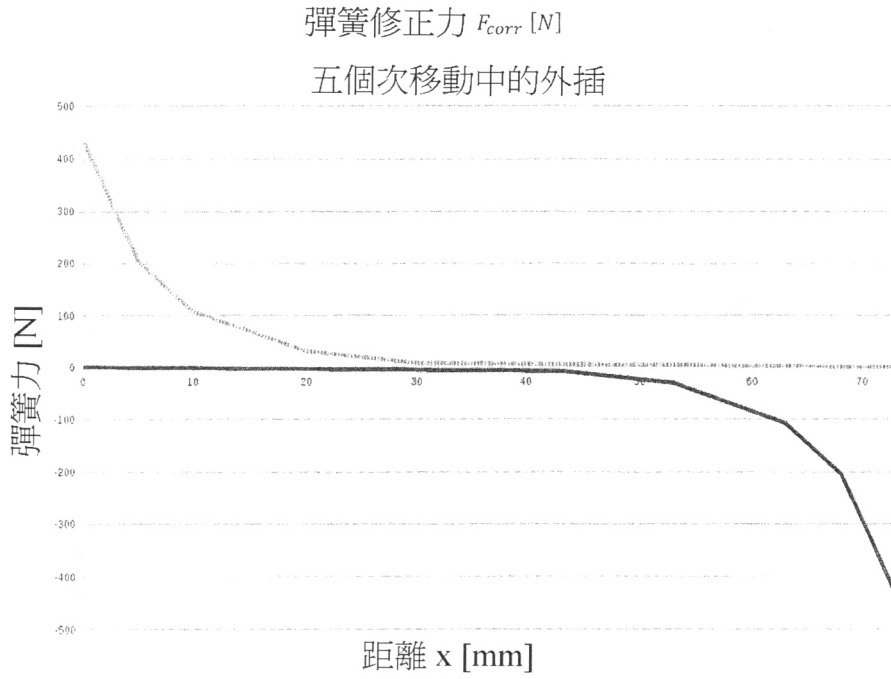
第24圖



第25圖



第26圖



第27圖