



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I628900 B

(45) 公告日：中華民國 107 (2018) 年 07 月 01 日

(21) 申請案號：106122584 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 07 月 05 日

(51) Int. Cl. : H02K41/02 (2006.01) H02P6/32 (2016.01)

(30) 優先權：2016/12/23 加拿大 2,953,022

(71) 申請人：龐巴迪運輸有限責任公司 (德國) BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH
(DE)
德國(72) 發明人：沙法伊 艾利雷扎 SAFAEE, ALIREZA (US)；沃諾維茨 康拉德 WORONWICZ,
KONRAD (CA)

(74) 代理人：潘海濤；袁鐵生；劉偉隆

(56) 參考文獻：

TW	201616783A	US	3508088
US	3585423	US	2014/0232210A1

審查人員：莊程傑

申請專利範圍項數：20 項 圖式數：10 共 31 頁

(54) 名稱

具有降低端點效應之線性感應馬達

LINEAR INDUCTION MOTOR WITH REDUCED END-EFFECT

(57) 摘要

本發明揭示一種線性感應馬達(LIM, Linear Induction Motor)，其包括一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部與一後部。線圈安裝在該初級鐵心上。該等線圈包括一第一組線圈，其安裝在該前部上且彼此係以一第一間距隔開。該等線圈更包括一第二組線圈，其在該第一組線圈與該後部間，其彼此係以產業標準距離隔開。該第一間距之每一者係大於該產業標準距離，以當該 LIM 前向移動時，減小對該 LIM 的端點效應。該第一組線圈的線圈間可具有不同間隔，且可更包括等間隔的線圈。

There is described a linear induction motor (LIM) comprising a primary core extending longitudinally and having a front portion and a rear portion. Coils are mounted on the primary core. The coils comprise a first set of coils mounted on the front portion and spaced apart from each other by a first pitch. The coils further comprise a second set of coils, between the first set of coils and the rear portion, which are spaced apart from each other by an industry-standard distance. Each one of the first pitch is greater than the industry-standard distance for reducing an end effect onto the LIM when the LIM travels forward. The first set of coils may have different spaces between its coils and may also include equally spaced coils.

指定代表圖：

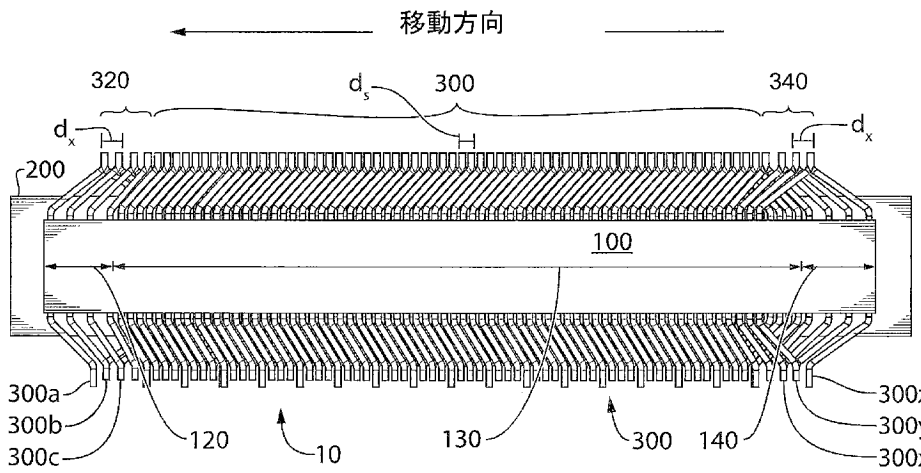


圖4

符號簡單說明：

10 . . . 線性感應馬達

100 . . . 初級鐵心

120 . . . 前部

130 . . . 中間部

140 . . . 後部

200 . . . 次級鐵心

300 . . . 線圈

300a . . . 第一前向線圈

300b . . . 第二前向線圈

300c . . . 第三前向線圈

300x . . . 後向線圈

300y . . . 後向線圈

300z . . . 後向線圈

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

具有降低端點效應之線性感應馬達

LINEAR INDUCTION MOTOR WITH REDUCED END-EFFECT

【技術領域】

【0001】 本發明揭露之標的物大體上有關於感應馬達。更具體係，關於線性感應馬達。

【先前技術】

【0002】 線性感應馬達(LIM)由於其直接使用電力產生運動而變得廣受歡迎，更有趣係，馬達內部沒有旋轉或移動部件，以至於更為廣泛使用的旋轉馬達。鑑於其形狀及其自然產生的線性運動，線性感應馬達已引用於鐵路產業供推動列車。

【0003】 不過，不像旋轉馬達，線性感應馬達受到「端點效應」的影響，其導致從馬達的有限長度引起的馬達脫力和牽引力。

【0004】 線性感應馬達(LIM)包括一初級鐵心，其是例如在列車下方延伸的長磁性材料片。實際上，初級時常利用具有安裝其中的線圈或繞組的磁鋼製成；線圈通常是傾斜(即是，其具有間距)並裝配設置於初級鐵心的齒槽中。電流注入線圈，根據電磁律產生通過每個線圈的磁場。

【0005】 LIM設計成使得其初級係於另一長導電材料片(稱為次級鐵心)上線性移動，其為靜態並例如沿著軌道延伸。實際上，次級時常是由兩層構成，一者係由位於頂部的鋁製成，另一者係由位於底部的磁鐵製成。初級上的線圈間電磁相互作用與次級的感應電流係沿著次級而前向推進初級。在鐵路產業，次級亦稱為反應軌。LIM是初級與次級兩者的組合。

【0006】 當初級前移時，其端部之一者是前部。最前向線圈(其產生磁通量)前進超過先前沒有磁通量的部分次級。其意指此次級鐵心的部分存在著明顯的磁通量變化。磁通量的快速變化率會在次級磁心產生渦流；這些渦流進一步產生(同逆效應)磁通量，其明顯降低由前線圈產生的原始磁通量。通常，淨總磁通量幾乎被取消。渦流迅速上升後，渦流衰減。渦流通常是指數衰減，從而定義衰減時間常數 τ_c 。渦流產生的磁通量亦因此衰減並在數個時間常數(例如，3至 $5\tau_c$ 後)後變成邊緣化，此意指在次級的特定位置處的淨總磁通量逐漸恢復到實質不受端點效應影響的位準。不過，在初級行進的次級上的每個位置，「端點效應」會明顯影響每個位置的淨磁通量。

【0007】 所產生的磁通量是用來前向推進初級(推力)並提供垂直力。當評估使用LIM的火車或任何類似物件的性能時，推力是待分析的最重要力量。推力與垂直力兩者都是由淨磁通量提供。

【0008】 前述端點效應將隨著初級的長度及其速度而或多或少呈現顯著性。為了決定端點效應是否明顯，應將效應的持續時間(其可近似3至 $5\tau_c$)(例如150 ms(毫秒))與LIM高於產生渦流的特定位置期間的時間相比較。例如，如果初級是18公尺長並以30 m/s(公尺/秒)速度推進，則LIM將需600 ms(毫秒)完全跨次級的特定位置。端點效應為明顯期間的時間會是LIM行進時間的四分之一，超過次級的行進時間的該部分。因此，可在LIM的初級上產生的淨磁通量與推力在超過此次級部分的初級行進時間的實質分率部分期間實質減小，因此推力明顯減少此效應。由於此效應發生在次級的每個部分，使得系統的性能會明顯降低。

【0009】 次級鐵心通常由例如鋼的磁性材料所製成。然而，為了提高LIM的效率，次級鐵心通常由兩種不同的材料製成：次級鐵心的下部通常由鋼製成，稱為背鐵，其是由利用非常高導電率 σ_1 材料製成的頂罩所覆蓋，

例如鋁。

【0010】 為了減少端點效應，預期解決方案之一涉及改變用於製造次級鐵心的材料。藉由使用具有較低導電率 $\sigma_2 < \sigma_1$ 的材料來替換頂罩，在短暫時段產生的這些渦流會較快衰減，因為材料的較大電阻率會致使渦流較快消散成熱。

【0011】 實際上，衰減時間 τ_e 是與次級鐵心材料的電阻率 $\rho_1 = 1/\sigma_1$ 成反比。使用具有較小導電率的材料意指衰減時間 τ_e 是成比例減小。藉由減小特定因子的渦流的衰減時間，相對於來自初級繞組的主磁通量，由渦流所產生磁通量的衰減時間亦可能以相同因子降低，藉此減輕對LIM性能的端點效應。不過，這種解決方案成本高，因其意指要改造現有運輸系統的反應軌；及降低系統的效率，因為改變材料意味著推力下降，因此性能降低。或者，其意指要重新設計尚未使用不同材料製造的系統，還可能比鋁成本更高。這些其他材料可能比鋁有更多缺點，其可能具有不想要的機械性能或難以取得。

【0012】 因此，需要減輕或減少LIM的端點效應，藉以提昇LIM的效能。

【發明內容】

【0013】 根據本發明的第一樣態，提供一種線性感應馬達（LIM）。該線性感應馬達包括：一初級鐵心，其為縱向延伸並依序具有一前部、一中間部與一後部；以及線圈，其是安裝在該初級鐵心上，該等線圈包括一第一組線圈與一第二組線圈。該第一組線圈安裝在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈彼此係以一第一間距隔開。該第二組線圈安裝在該初級鐵心的該中間部上，該第二組線圈的該等線圈彼此係以一第二間距隔開。該第一組線圈的該第一間距是大於該第二組線圈的該第二間

距，以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0014】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的倍數。

【0015】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。

【0016】 根據一實施例，該初級鐵心包括齒槽，其位於該初級鐵心的表面供安裝該等線圈。

【0017】 根據一實施例，該第一間距是不變者。

【0018】 根據一實施例，該第一間距是可變者。

【0019】 根據一實施例，該第一組線圈包括三個線圈。

【0020】 根據一實施例，該等線圈更包括一第三組線圈，其安裝在該後部上，該第三組線圈的該等線圈彼此係以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距係大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0021】 根據本發明的第二樣態，提供一種減小線性感應馬達(LIM)的端點效應之方法，該線性感應馬達包括一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部與一後部。該方法包括：提供一第一組線圈在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈彼此係以一第一間距隔開；以及提供一第二組線圈在該第一組線圈與該後部間，該第二組線圈的該等線圈彼此係以一第二間距隔開；其中該第一組線圈的該第一間距係大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0022】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的倍數。

【0023】 根據一實施例，該第一間距是實質大於該第二間距。

【0024】 根據一實施例，該第一間距是不變者。

【0025】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。

【0026】 根據一實施例，該方法更包括：提供一第三組線圈，其安裝在該初級鐵心的該後部上，該第三組線圈彼此是以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距是大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0027】 根據本發明的第三樣態，提供一種線性感應馬達(LIM)。該線性感應馬達包括：一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部與一後部；以及多個線圈，其是安裝在該初級鐵心上，該等線圈包括一第一組線圈與一第二組線圈。該第一組線圈安裝在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈彼此是以一第一間距隔開。該第二組線圈安裝在該第一組線圈與該後部間的該初級鐵心上，該第二組線圈的該等線圈彼此是以一第二間距隔開。該第一間距係大於該第二間距，藉以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0028】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的倍數。

【0029】 根據一實施例，該第一間距係實質大於該第二間距。

【0030】 根據一實施例，該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。

【0031】 根據一實施例，該等線圈更包括一第三組線圈，其安裝在該後部上，該第三組線圈的該等線圈彼此是以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距是大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

【0032】 根據一實施例，該第一間距是不變者。

【圖式簡單說明】

【0033】 本發明的進一步特徵及優點可從下列連同附圖的詳細闡述而變得更明白，其中：

【0034】 圖1為示意說明根據先前技術在次級鐵心中產生渦流之線性感應馬達(LIM)的上視圖；

【0035】 圖2

為示意說明，相較於根據先前技術的LIM，具有附加線圈的延伸型LIM之具體實施例的比較上視圖；

【0036】 圖3為示意說明根據一具體實施例在LIM的前端具有增加間隔的線圈之LIM的上視圖。

【0037】 圖4為示意說明根據一具體實施例在LIM的兩端具有增加間隔的線圈之LIM的上視圖；

【0038】 圖5為示意說明，相較於根據先前技術的初級鐵心，在其兩端具有附加齒槽的初級鐵心之具體實施例的比較透視圖；

【0039】 圖6為示意說明，相較於根據先前技術的初級鐵心，在其兩端具有增加間隔的初級鐵心之另一具體實施例的比較透視圖；

【0040】 圖7為示意說明，相較於根據先前技術的LIM，在其兩端具有增加間隔的線圈的LIM(為了清楚，省略大部分線圈)之具體實施例的比較上視圖。

【0041】 圖8為示意說明圖7所示兩LIM的前端和後端線圈組之具體實施例的比較上視圖。

【0042】 圖9為示意說明，相較於先前技術的LIM，針對延伸間隔端線圈LIM之具體實施例，在不同電流下的相對推力改善與速度函數相比較的曲線圖；以及

【0043】 圖10是示意說明根據一具體實施例的用於減少LIM的端點效應之方法的流程圖。

【0044】 應注意，在所有附圖中，類似的特徵是使用相同的參考編號標示。

【實施方式】

【0045】 本發明揭示一種線性感應馬達(LIM)，其包括一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部、一中間部與一後部。線圈安裝在初級鐵心上。線圈包括一第一組線圈，其安裝在前部上並具有一第一間距(相鄰線圈的兩對應點間的距離)。線圈更包括一第二組線圈，其安裝在中間部上並具有一第二間距，其係小於第一間距且通常類似於在先前技術初級線圈中使用的間距。第一間距係大於在產業中使用的典型間距，當LIM前向移動時，允許降低對LIM的端點效應。第一組線圈在其線圈間可具有不同間隔，且亦可包括等間隔的線圈。

【0046】 從以下將更明白，圖4和圖10顯示一線性感應馬達(LIM)(10)，其包括一初級鐵心(100)，其為縱向延伸並具有一前部(120)、一中間部(130)與一後部(140)。線圈(300)安裝在初級鐵心(100)上。線圈(300)包括一第一組線圈(320)，其安裝在前部(120)上且彼此係以一第一間距隔開。線圈(300)更包括一第二組線圈(330)，其在中間部(130)上，彼此係以一標準距離隔開。第一間距係大於第二間距，以當LIM(10)前向移動時，減小對LIM(10)的端點效應。

【0047】 在徹底描述圖3前，請即參考圖1，其示意說明根據先前技術的線性感應馬達(LIM，11)。圖式顯示初級鐵心(100)、次級鐵心(200)與線圈(300)。

【0048】 線圈(300)(亦稱為繞組)為具有實質圓形或多邊形狀的電

線；線圈的第二端通常連接到另一線圈的第一端，以構成電串聯連接的複數個線圈(300)，如圖8所示。電源將電力饋送到初級鐵心200的一端的三相中的每一個的外部線圈(即，第一(前向)線圈300a或最後(向後)線圈300z)的自由端，同時每個相的線圈的相對末端被結合在一起以形成星形連接，藉以它們可以產生磁通量。

【0049】 圖1和圖2示意說明從LIM(11)的前部發生的渦流(15)，其磁通量係相反於線圈的磁通量。

【0050】 請即參考圖4，其顯示LIM(10)的具體實施例，其中在前部(120)的第一組線圈(320)的線圈(300)是比中間部(130)的其他線圈間隔更寬。因為第一、第二和第三前向線圈(300a、300b、300c)比如果其具有與第二組線圈(330)相同的間距更遠，此組態在觸發端點效應時會引起負時間偏移，因此允許端點效應衰減較早開始。端點效應沒有降低強度，不過由於其相對於大多數初級的通過會較早發生，使得不會影響LIM(10)的性能。

【0051】 例如，屬於安裝在前部(120)的第一組線圈(320)的最前向線圈(分別為線圈(300a、300b、300c))中的一、兩或三個可比第二組線圈(300)的線圈(330)(其隔開 d_s)更寬，即是以一第一間距 d_x 隔開。這些前向線圈(300a、300b、300c)當作犧牲線圈(Sacrificial coil)使用，因其受到渦流(15)的影響而產生較小推力。

【0052】 在LIM(10)設計成在兩方向行進的情況，當初級鐵心(100)係以相反方向移動時，相同推論則可對稱應用於最後向線圈(300z、300y、300x)，其係定義在後部(140)的一第三組線圈(340)。第三組線圈(340)的線圈可比第二組線圈(330)的線圈(300)更寬間隔，即是，係以一第三間距 d_x' 隔開，其可類似或不同於第一間距 d_x ，但較大於第二間距 d_s 。第二組線圈(330)的所有線圈(300)是以第二間距 d_s 隔開。第二組線圈(330)的線圈(300)超過第一和

第三組線圈(320、340)的數目。第二組線圈(330)的線圈(300)安裝在初級鐵心(100)的中間部(130)上，即是，依序在前部(120)與後部(140)間，如圖4所示。

【0053】 在初級鐵心(100)與因而最前向線圈(300a)的前向位移時，第一前向線圈(300a)的磁通量會在次級鐵心(200)產生響應，其會藉由使磁通量部分抵消第一前向線圈(300a)的磁通量而起反應。因此，初級上的第一前向線圈(300a)產生的推力實質減小。在這意義上，第一前向線圈(300a)可說是一「犧牲線圈」。

【0054】 不過，即使第一前向線圈(300a)不可避免會受到端點效應的影響，第一前向線圈(300a)後的接續線圈(300)(例如，第二前向線圈(300b)與第三前向線圈(300c))都會受影響從而減少到某一程度，這取決於LIM(10)的設計變化，特別是第一間距 d_x 。

【0055】 實際上，在次級鐵心(200)上的特定位置處的端點效應會隨著時間而成指數函數衰減，不管是否有其他線圈(300)通過。換句話說，端點效應不會隨著在次級鐵心(200)的特定點處移動的線圈(300)的數目函數而減小。

【0056】 圖4所示具體實施例係利用空間擴展位於初級鐵心(100)的前部(120)處線圈(300)的行為。此前向擴展為縱向進行，並包括增加兩相鄰線圈間的距離到第一間距 d_x ，其明顯較大於第二間距 d_s ，其間隔安裝在初級鐵心(100)的中間部(130)上的第二組線圈(330)中的線圈(300)。擴展係指相對於另一相鄰線圈(例如，線圈(300b))延長線圈(例如，線圈(300a))的距離，其相較於經常性距離係相對增大，即是， $d_x > d_s$ ，如圖3和7-8所示。換句話說，此意指增加第一間距 d_x 。第一間距 d_x 可藉由「拉伸」第一組線圈(320)、及/或第三組線圈(340)的線圈(300)而增加，使得其較長於第二組線圈(320)的線圈(300)，因此在初級鐵心(100)的縱向可達更遠。

【0057】 為產生此擴展效果，可考慮添加初級鐵心(100)的齒槽，如圖5所示。實際上，先前技術的初級鐵心通常包括在其表面上製造的齒槽(110)。更具體係，初級鐵心係彼此堆疊的平行鋼片組合。這些鋼片是先以其最終想要形狀(包括輪廓，供貫穿螺栓的齒槽和孔)切出一塊鋼片，然後堆疊。其可藉由通過片材的螺栓而固定一起。這些齒槽(110)是足夠大，使得部分線圈(300)可裝配其中，使得線圈(300)能以想要的空間結構(包括間距)保持定位。安裝在初級鐵心(100)上的線圈(300)通常相同於齒槽(110)的數目。

【0058】 圖5顯示附加齒槽(110')可設置在初級鐵心(100)的前端，即是在前部(120)。從比較圖4和圖5，可瞭解，某些附加齒槽(110')未使用(甚至可不使用外部存在的齒槽(110))。這些未使用齒槽之目的是要提供相鄰間的額外間隔(或空間間隔或間距)，但更寬間隔的線圈(300)靠近LIM(10)的前端。跳越式齒槽(110、110')提供附加間隔。在此情況，某些最前向線圈((300a、300b、300c))間的距離是中間部(130)的齒槽間隔 d_s 的倍數(例如，二或更大的整數)。

【0059】 即使圖5顯示添加的齒槽(110')具有相同於其他齒槽(110)的間隔 d_s 。此具體實施例是方便的，因為其意指，在相同製程下，僅延長初級鐵心(100)(即是，齒槽(110)的完全相同尺寸和配置，包括其間隔)。

【0060】 不過，可考慮其他類型的齒槽組態。例如，根據需要，在初級鐵心(100)上可設置具有任何其他間隔的附加齒槽。因此，間隔可不同於中間部(130)的齒槽(110)間的通常間隔，如圖6所示。在此情況，亦可避免如圖5所示具有未使用的齒槽，因可僅在需要處製造齒槽(110')。例如，圖6顯示附加齒槽本身為更寬間隔(間隔 d_x)，根據前向線圈(300a、300b)所需，由這些附加齒槽(110')保持定位的此一具體實施例，藉此避免未使用的齒槽，如圖5所示。

【0061】 應注意，提供給第一前向線圈(300a)、第二前向線圈(300b)與第三前線圈(300c)的附加間隔是有限制。該限制是用於馬達長度的間隔。這是由於靜態與動態機械殼體兩者的限制。

【0062】 此外，太長間隔將沒有效用，因此，另一限制係完全取決於縮減返回。這限制是極間距。實際上，線圈300設置成一組線圈，其形成周期性地設置的極點。有三個不同的極點對應於提供給LIM10之電力的三相。極間距是相同極點的最近兩組線圈間的距離。例如，在圖4所示的實施例中，第二組線圈330中的極間距是第二組線圈330的間距 d_s 的12倍。因此，第一間距 d_x 需要小於極間距，在本實施例中，其轉換成小於 $12*d_s$ ，其中 d_s 是第二間距。應該注意的是，這是一個限制，且 d_x 需要包括實質上大於 d_s 和 $12*d_s$ 之間，或在 $1.2*d_s$ 和 $12*d_s$ 之間，或在 $1.5*d_s$ 和 $12*d_s$ 之間；優選地在實質上大於 d_s 和 $9*d_s$ 之間，或在 $1.2*d_s$ 和 $9*d_s$ 之間，或在 $1.5*d_s$ 和 $9*d_s$ 之間；更優選地，例如，在 $1.2*d_s$ 和 $4*d_s$ 之間，或 $1.5*d_s$ 和 $4*d_s$ 之間；或約 $2*d_s$ 。

【0063】 藉由具有從前向方向的中間部進一步遠離延伸的線圈(300)，端點效應較早發生。當中間部(130)的第二組線圈(330)在次級鐵心(200)上通過特定位置時，渦流(15)將會有衰減的時間並將有效地減小。中間部(130)的線圈(300)(其提供推力的主要部分)由於外部線圈(300a、300b)增加間隔而較早觸發端點效應，因此會以更有效能的方式產生其推力。因此，較大線圈(300)數量可在沒有明顯受到端點效應的負面影響下動作。

【0064】 如需要，第一組線圈(320)中增加間隔不需要每個線圈間相等，或者不需要具有相同於第三組線圈(340)的數值。例如，第一間隔(在第一前向線圈(300a)與第二前向線圈(300b))會是 d_{x1} 。第二間隔(在第二線圈(300b)與第三線圈(300c)間)會是 d_{x2} 。 $d_{x1}>d_s$ 和 $d_{x2}>d_s$ 是有利的，但是可能不需要 $d_{x1}=d_{x2}$ (第一組線圈(320)中的不變間距)，且 d_{x1} 和 d_{x2} 不同值因此亦可能(第一組

線圈(320)中的可變間距)。此亦可延伸到前部(120)與後部(140)兩者：雖然對稱顯示前部(120)與後部(140)兩者，每端的較大間隔在前部與後部不必然要相同。不過，如果LIM(10)是雙向且在兩方向是以相同速度行進，則其可相同。此外，第一間距與第二間距不必然是不變。第一間距與第二間距可變。例如，第一間距可增加(即是，增加第一組線圈(320)的每個線圈(300)間間隔)，線圈(300)越靠近初級鐵心(100)的前端。雖然第一間距可變，不過其保持大於第二間距。

【0065】 更普遍係，在LIM(10)的縱向中線圈(300)的線性密度(即是，每距離單位的線圈數目，其與間隔或間距成反比)對於在中間部(130)的線圈(300)是保持不變，並在前部(120)及(或者)在後部(140)減少。此於LIM(10)的至少一端的減小線圈密度在外部線圈的每一者間可不變或可變，即是，在前向線圈(300a、300b、300c)、或後向線圈(300z、300y、300x)間的距離可相同或可變。保持線圈線性密度較高(其中端點效應已實質衰減)與較低(其中端點效應仍然存在)將有助於LIM(10)的整體性能。

【0066】 圖9是以改善LIM(10)的速度函數示意說明推力增益的百分比，其中該LIM的前部(120)與後部(140)的增加線圈間隔超過具有相同線圈數目但不變間隔的標準LIM。

【0067】 應注意，改善推力是重要及明顯。針對兩電流位準示意說明速度函數的增益，最大的增益發生在較低的電流設定。對於特定的設定而言，存在著最大改善的速度：在圖9所示的實例中，此速度為4m/s(公尺/秒)。此最佳速度可隨著不同參數而改變。較高的電流會有相對較小的推力改善。在圖9所示曲線圖的實驗設定中，初級鐵心(100)與次級鐵心(200)間的氣隙是9 mm(毫米)間隙。

【0068】 應注意，初級鐵心(100)的前端(例如，前部(120))有最大的端

點效應影響，即是，在移動初級的前側上的端部。不過，儘管後端效應強度較小於前端效應，不過亦存在後端效應並引起不想要的拖曳力。因此，在前部(120)的外部線圈(300)間提供較大間距是最有利，並只能在前部(120)執行，如圖3所示。不過，為了改善性能，增加間距亦可應用於初級鐵心(100)的後部(140)，如圖4-8所示。

【0069】 參照圖10，示出用於減小線性感應馬達(LIM)之端點效應的方法。LIM包括縱向延伸並具有前部和後部的主鐵心。該方法包括：在步驟1010中，在主鐵心的前部上提供第一組線圈，第一組線圈的線圈以第一間距彼此間隔開；並且在步驟1020中，在第一組線圈和後部之間提供第二組線圈，第二組線圈的線圈以第二間距彼此間隔開。第一組線圈的第一間距大於第二組線圈的第二間距，而用於當主鐵心向前移動時減小對主鐵心的端點效應。該方法更包括在步驟1030中，提供安裝在主鐵心的後部上的第三組線圈，第三組線圈以第三間距彼此隔開，其中第三組線圈的第三間距大於第二組線圈的第二間距，而用於當主鐵心向後移動時減小對主鐵心的端點效應。

【0070】 此外，相對於中間部(130)的線圈(300)，增加外部線圈間距的優點是不致於引起如添加沒有增加間距的線圈發生的額外電壓損失，如圖2所示。在此情況下，LIM10將因為其較長（即，圖2的LIM10與圖1中者的電動機額定值不相同）而具有增加的推力，但端點效應不會降低。圖4的LIM10具有與圖1中者相同的電動機額定值，但端點效應被解決，且沒有如同圖2的LIM10般的那些性能降低的額外電壓損失。

【0071】 如果LIM(10)是雙向(即是，使用在兩方向)，例如在列車上，端點可為一前部(120)或一後部(140)，這取決於行進的方向。因此，在LIM(10)的兩端(前部(120)與後部(140))的外部線圈間提供較大間距是合理的選擇。這

就是為什麼示意說明LIM(10)的圖4-8顯示在兩端(即是，前部(120)與後部(140))增加間距，即使增加間距亦可存在只有一端。後部(140)的線圈(300z、300y、300x)是(分別)類似於前部(120)的線圈(300a、300b、300c)。如果隔開 d_x 而不是 d_s ，線圈(300z、300y、300x)形成安裝在後部(140)上的第三組線圈(340)。

【0072】 雖然以上已描述較佳具體實施例並在附圖中示意說明，不過應明白，諳此技者可進行修改而不致悖離本發明。這些修改認為是在本發明範疇內的可能變異。

【符號說明】

10	線性感應馬達
11	線性感應馬達
15	渦流
100	初級鐵心
110	齒槽
110'	齒槽
120	前部
130	中間部
140	後部
200	次級鐵心
300	線圈
300a	第一前向線圈
300b	第二前向線圈
300c	第三前向線圈
300x	後向線圈
300y	後向線圈

300z	後向線圈
320	第一組線圈
330	第二組線圈
340	第三組線圈
1010	步驟
1020	步驟
1030	步驟

發明摘要

※ 申請案號：

※ 申請日：

※IPC 分類：

【發明名稱】(中文/英文)

具有降低端點效應之線性感應馬達

LINEAR INDUCTION MOTOR WITH REDUCED END-EFFECT

【中文】

本發明揭示一種線性感應馬達(LIM, Linear Induction Motor), 其包括一初級鐵心, 其為縱向延伸並具有一前部與一後部。線圈安裝在該初級鐵心上。該等線圈包括一第一組線圈, 其安裝在該前部上且彼此係以一第一間距隔開。該等線圈更包括一第二組線圈, 其在該第一組線圈與該後部間, 其彼此係以產業標準距離隔開。該第一間距之每一者係大於該產業標準距離, 以當該 LIM 前向移動時, 減小對該 LIM 的端點效應。該第一組線圈的線圈間可具有不同間隔, 且可更包括等間隔的線圈。

【英文】

There is described a linear induction motor (LIM) comprising a primary core extending longitudinally and having a front portion and a rear portion. Coils are mounted on the primary core. The coils comprise a first set of coils mounted on the front portion and spaced apart from each other by a first pitch. The coils further comprise a second set of coils, between the first set of coils and the rear portion, which are spaced apart from each other by an industry-standard distance. Each one of the first pitch is greater than the industry-standard distance for reducing an end

effect onto the LIM when the LIM travels forward. The first set of coils may have different spaces between its coils and may also include equally spaced coils.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10線性感應馬達

100初級鐵心

120前部

130中間部

140後部

200次級鐵心

300 線圈

300a 第一前向線圈

300b 第二前向線圈

300c 第三前向線圈

300x 後向線圈

300y 後向線圈

300z 後向線圈

申請專利範圍

1. 一種線性感應馬達(LIM)，包括：
一初級鐵心，其為縱向延伸並依序具有一前部、一中間部與一後部；
以及
線圈，其是安裝在該初級鐵心上，該等線圈包括一第一組線圈與一第二組線圈；
該第一組線圈安裝在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈彼此係以一第一間距隔開；以及
該第二組線圈安裝在該初級鐵心的該中間部上，該第二組線圈的該等線圈彼此係以一第二間距隔開；
其中該第一組線圈的該第一間距是大於該第二組線圈的該第二間距，以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。
2. 如請求項1所述之線性感應馬達，其中該第一間距是該第二間距的倍數。
3. 如請求項1所述之線性感應馬達，該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。
4. 如請求項1所述之線性感應馬達，其中該初級鐵心包括齒槽，其位於該初級鐵心的表面供安裝該等線圈。
5. 如請求項1所述之線性感應馬達，其中該第一間距是不變者。
6. 如請求項1所述之線性感應馬達，其中該第一間距是可變者。
7. 如請求項3所述之線性感應馬達，其中該第一組線圈包括三個線圈。
8. 如請求項1所述之線性感應馬達，其中該等線圈更包括一第三組線圈，其安裝在該後部上，該第三組線圈的該等線圈彼此係以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距係大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。
9. 一種用於減小線性感應馬達(LIM)的端點效應之方法，

該線性感應馬達包括一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部與一後部；

該方法包括：

提供一第一組線圈在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈彼此係以一第一間距隔開；

提供一第二組線圈在該第一組線圈與該後部間，該第二組線圈的該等線圈彼此係以一第二間距隔開；

其中該第一組線圈的該第一間距係大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

10. 如請求項9所述之方法，其中該第一間距是該第二間距的倍數。
11. 如請求項9所述之方法，其中該第一間距是實質大於該第二間距。
12. 如請求項9所述之方法，其中該第一間距是不變者。
13. 如請求項9所述之方法，其中該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。

14. 如請求項9所述之方法，其更包括：

提供一第三組線圈，其安裝在該初級鐵心的該後部上，該第三組線圈彼此是以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距是大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

15. 一種線性感應馬達(LIM)，包括：

一初級鐵心，其為縱向延伸並具有一前部與一後部；以及

多個線圈，其是安裝在該初級鐵心上，該等線圈包括一第一組線圈與一第二組線圈；

該第一組線圈安裝在該初級鐵心的該前部上，該第一組線圈的該等線圈

彼此是以一第一間距隔開；以及

該第二組線圈安裝在該第一組線圈與該後部間的該初級鐵心上，該第二組線圈的該等線圈彼此是以一第二間距隔開；

其中該第一間距係大於該第二間距，藉以當該初級鐵心前向移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。

16. 如請求項15所述之線性感應馬達，其中該第一間距是該第二間距的倍數。
17. 如請求項15所述之線性感應馬達，其中該第一間距係實質大於該第二間距。
18. 如請求項15所述之線性感應馬達，其中該第一間距是該第二間距的1.2倍至12倍之間。
19. 如請求項15所述之線性感應馬達，其中該等線圈更包括一第三組線圈，其安裝在該後部上，該第三組線圈的該等線圈彼此是以一第三間距隔開，其中該第三組線圈的該第三間距是大於該第二組線圈的該第二間距，藉以當該初級鐵心向後移動時，減小對該初級鐵心的端點效應。
20. 如請求項15所述之線性感應馬達，其中該第一間距是不變者。

圖式

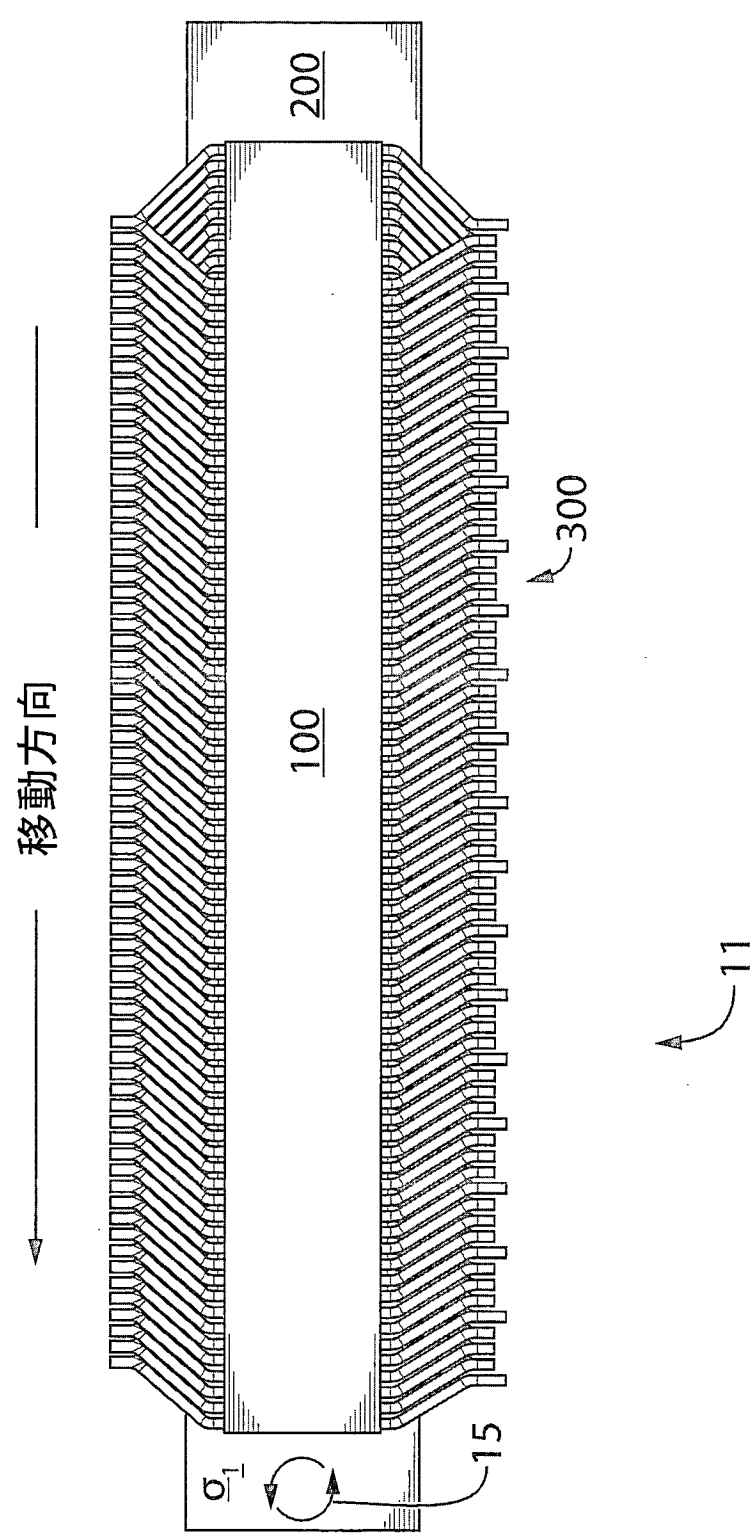


圖1

先前技術

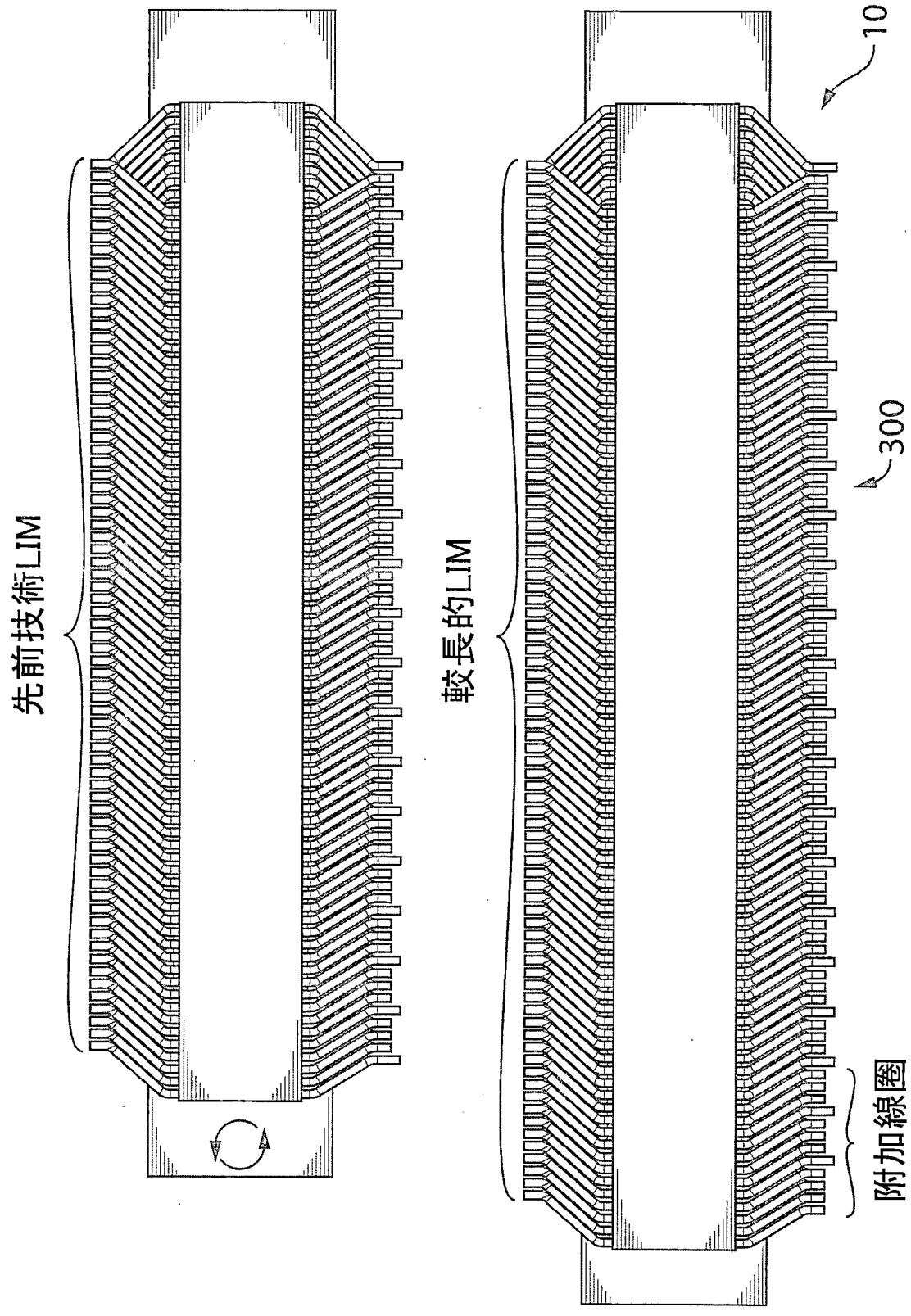


圖2

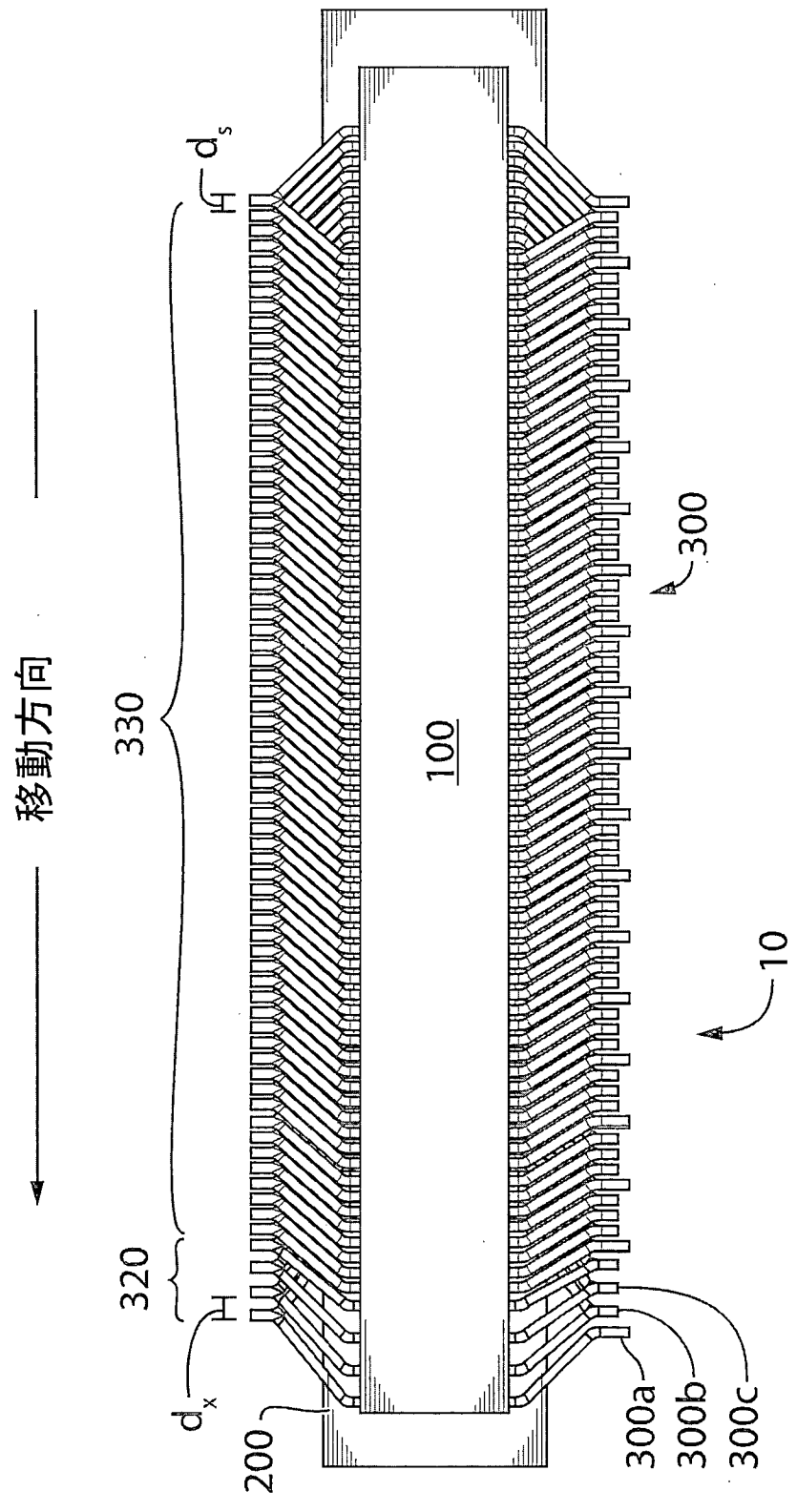


圖3

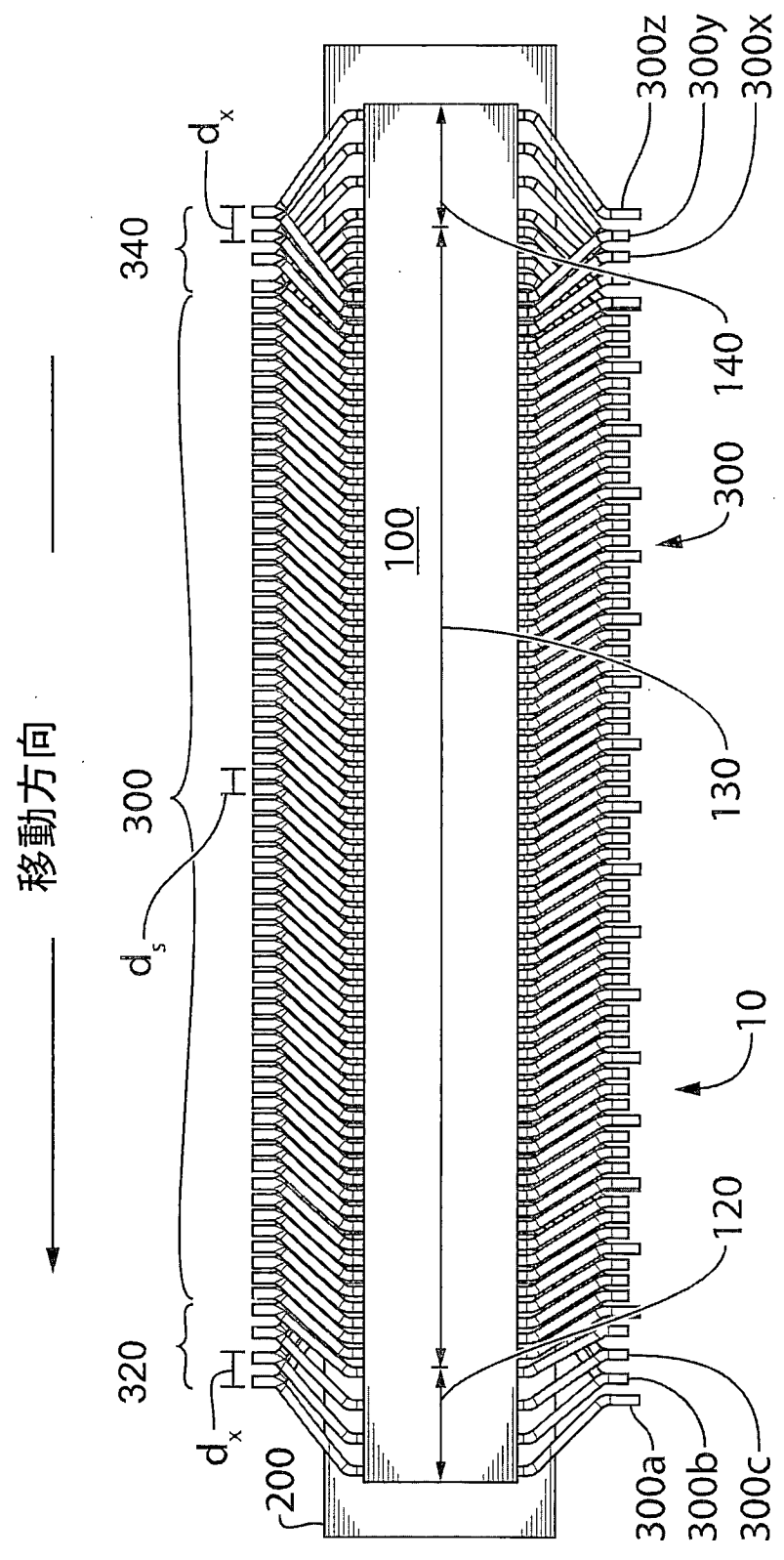
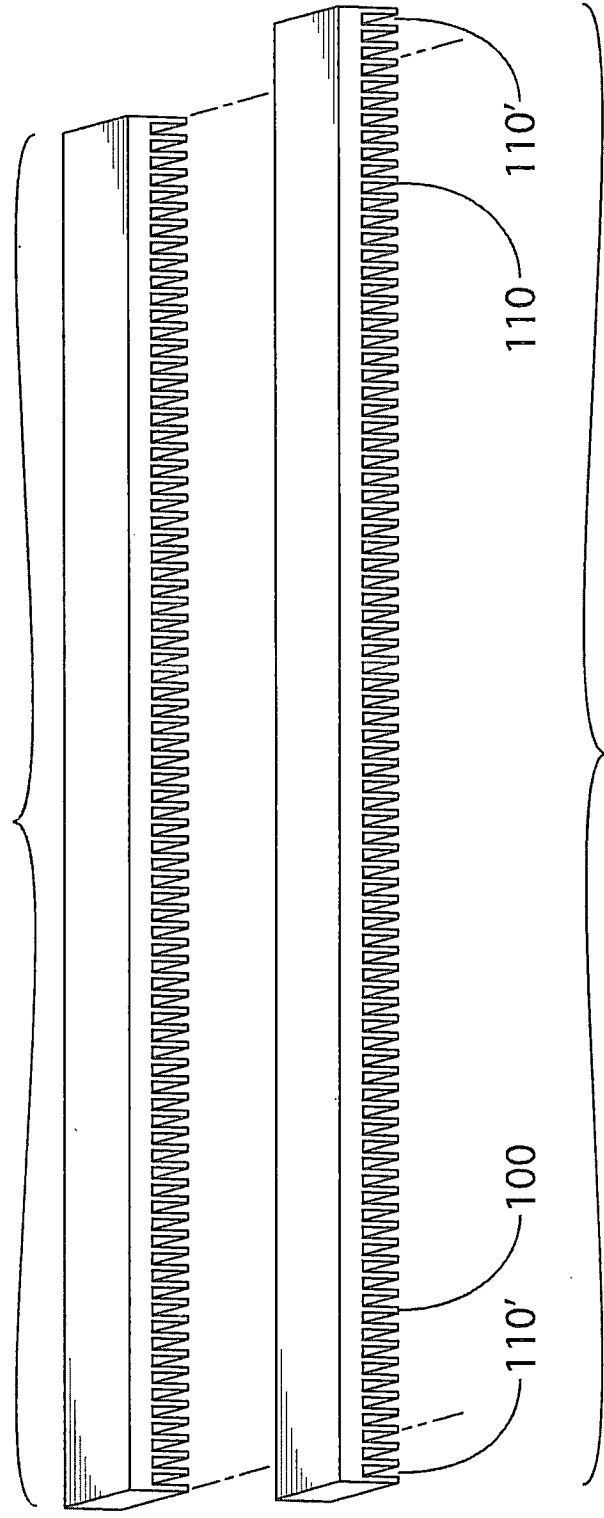


圖4

具有80個齒槽的現有LIM初級鐵心



具有3+80+3=86個齒槽的提議的LIM初級鐵心

圖5

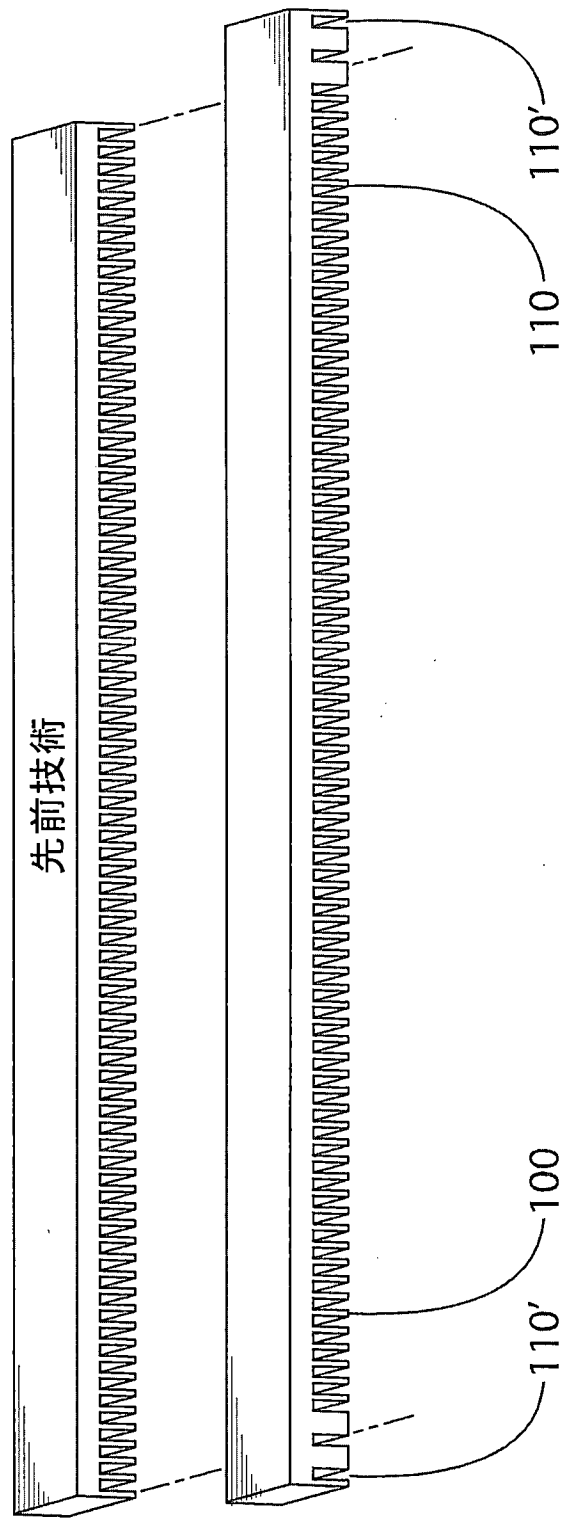


圖6

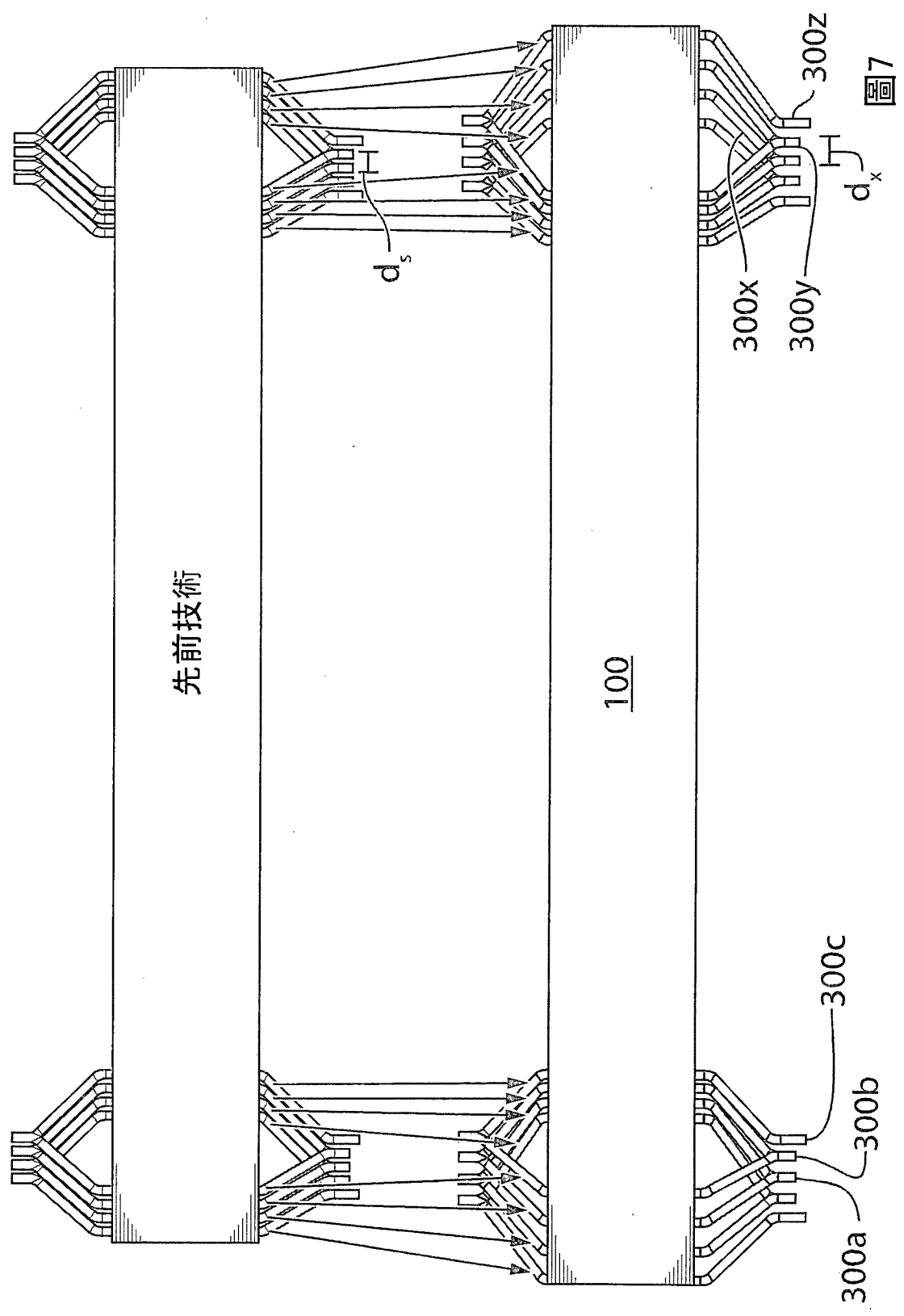


圖7

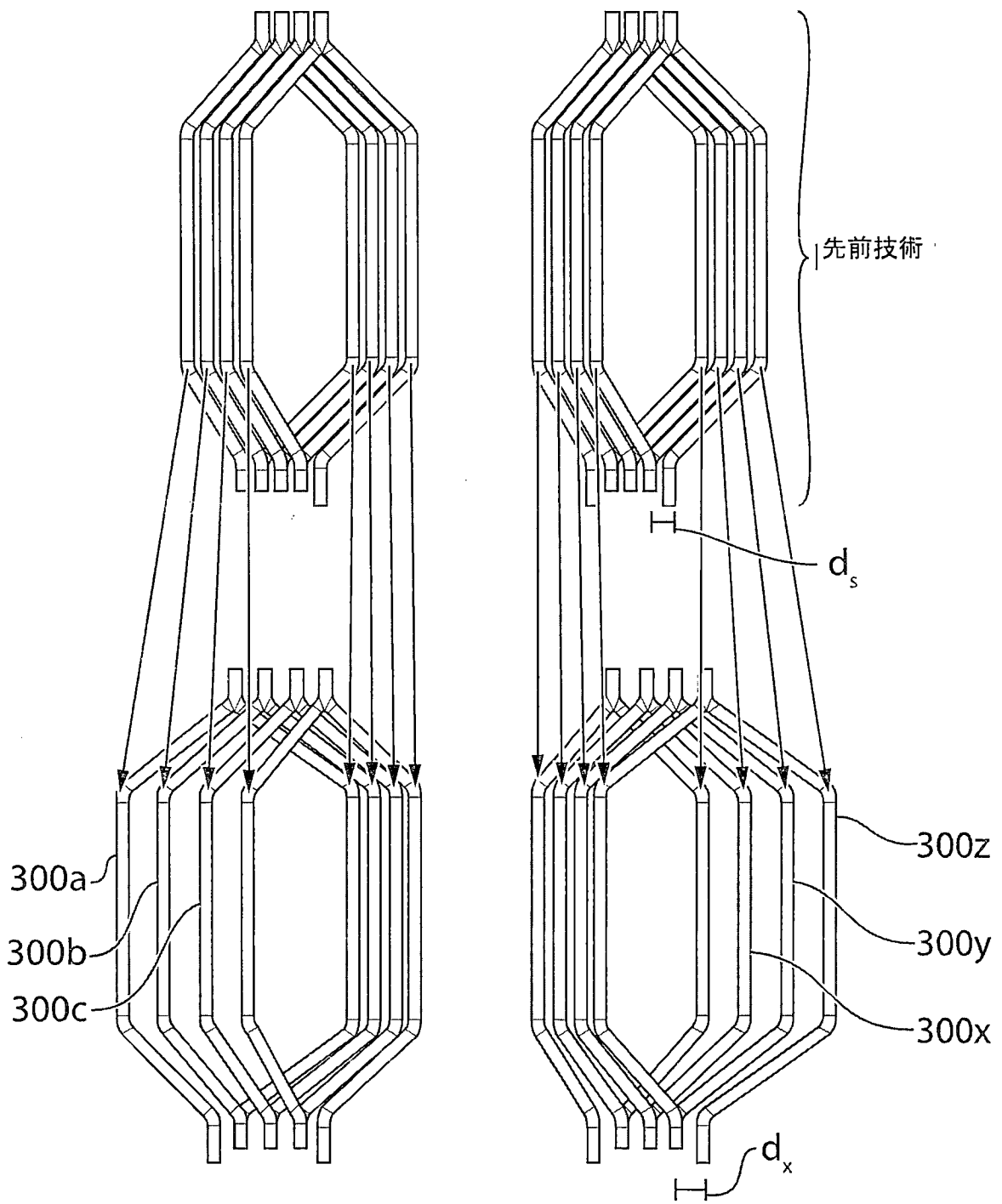


圖8

總水平推力改善vs.速度

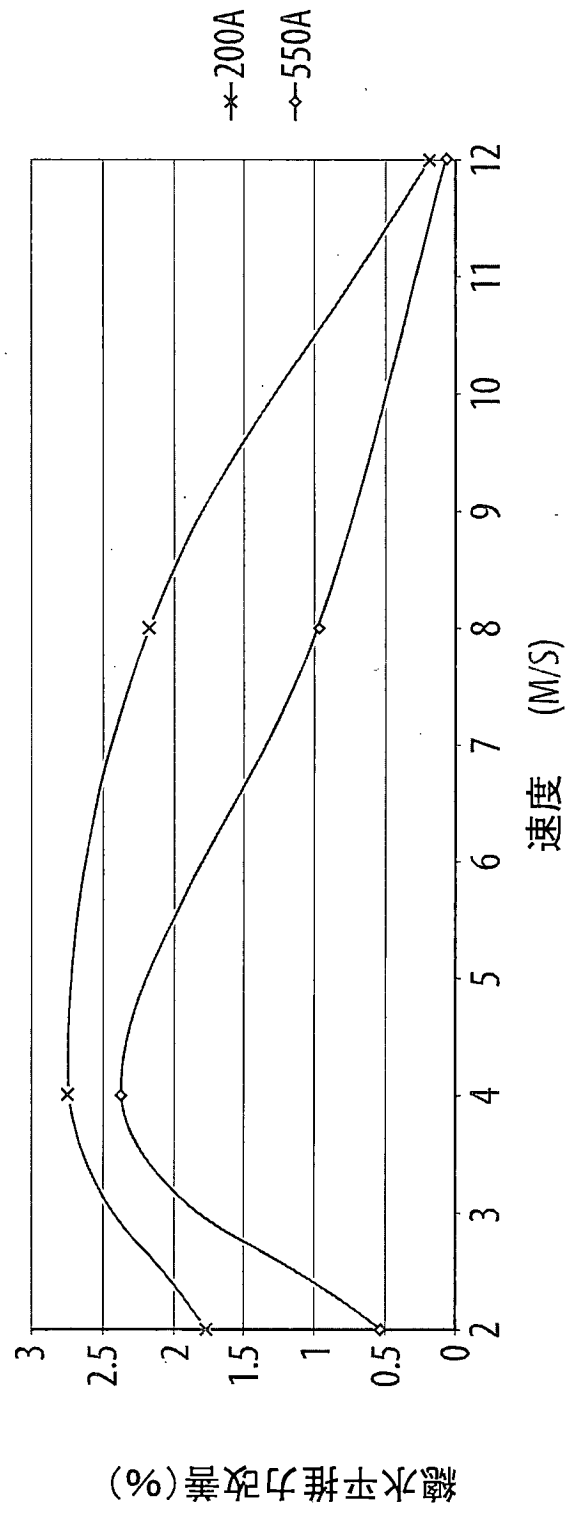


圖9

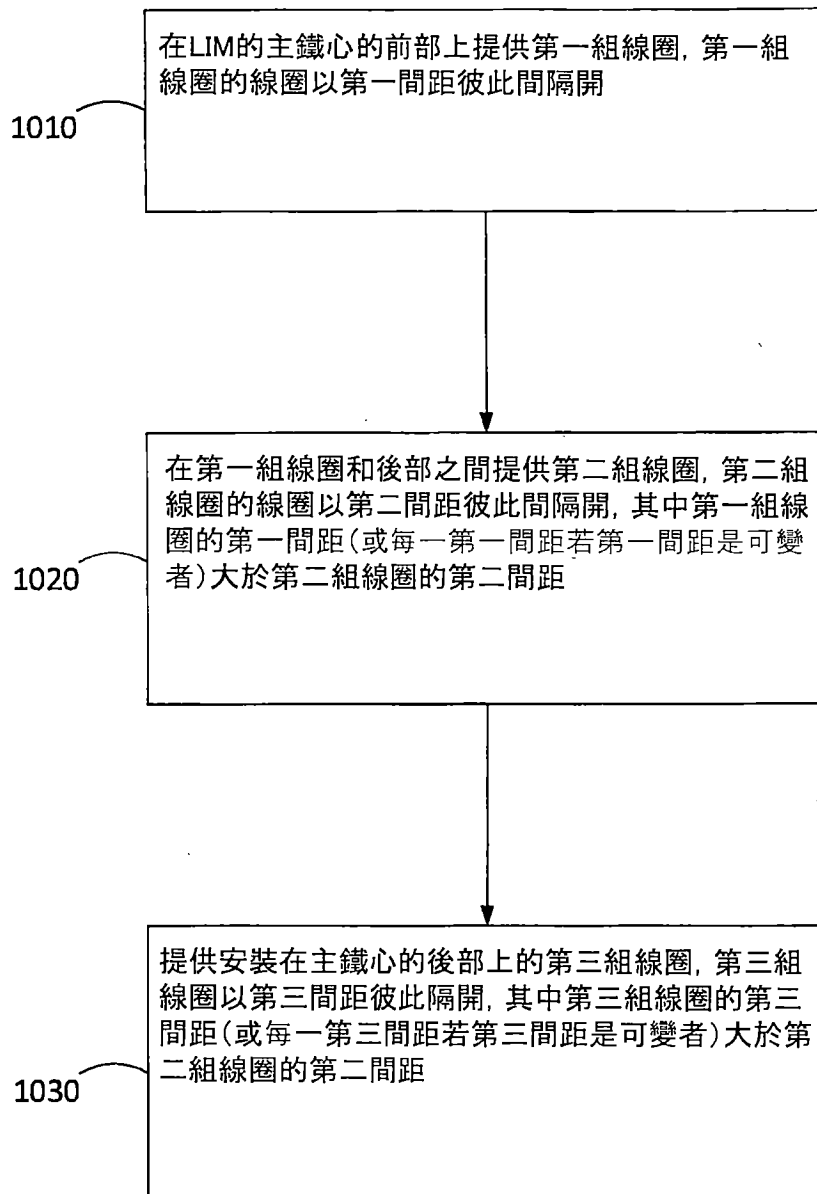


圖10

effect onto the LIM when the LIM travels forward. The first set of coils may have different spaces between its coils and may also include equally spaced coils.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 4 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

10線性感應馬達

100初級鐵心

120前部

130中間部

140後部

200次級鐵心

300 線圈

300a 第一前向線圈

300b 第二前向線圈

300c 第三前向線圈

300x 後向線圈

300y 後向線圈

300z 後向線圈