



(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 I682409 B

(45)公告日：中華民國 109 (2020) 年 01 月 11 日

(21)申請案號：105108833

(22)申請日：中華民國 105 (2016) 年 03 月 22 日

(51)Int. Cl. : **H01F1/053 (2006.01)****H01F1/08 (2006.01)****H02K41/02 (2006.01)**

(30)優先權：2015/03/24 日本

2015-061081

2016/02/09 日本

2016-022770

(71)申請人：日商日東電工股份有限公司(日本) NITTO DENKO CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：藤原誠 FUJIHARA, MAKOTO (JP)；星野利信 HOSHINO, TOSHINOBU (JP)；齊

藤正一朗 SAITO, SHOICHIRO (JP)；藤川憲一 FUJIKAWA, KENICHI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201301312A

JP 8-107665A

JP 2001-6924A

JP 3864986B2

審查人員：劉守禮

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：9 共 48 頁

(54)名稱

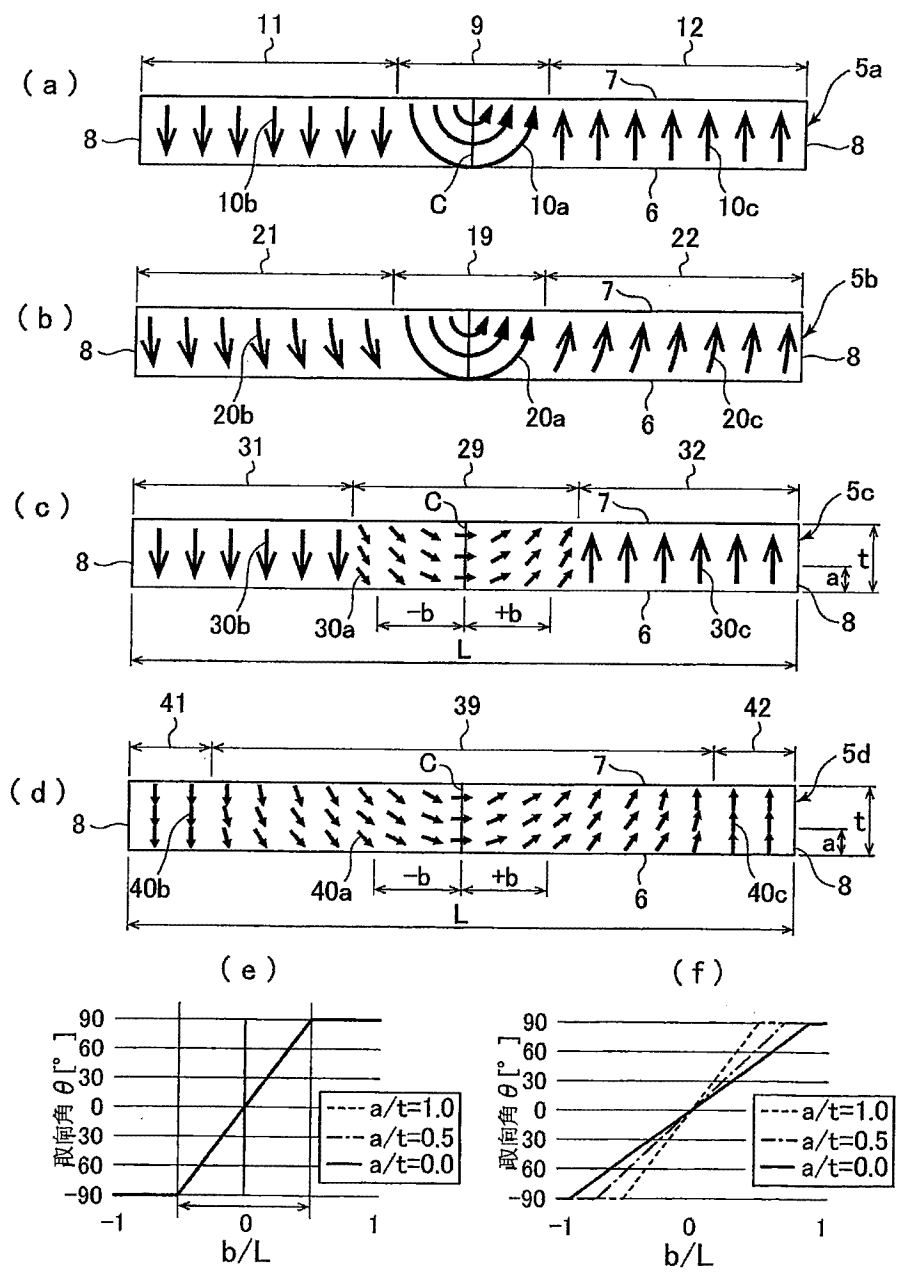
稀土類磁鐵及使用該磁鐵的線性馬達

(57)摘要

本發明是提供一種不使用後磁軛即可實現高磁通量的稀土類磁鐵。提供一種可藉磁化形成永久磁鐵的稀土類永久磁鐵形成用燒結體、稀土類永久磁鐵及將稀土類永久磁鐵使用於活動元件的線性馬達。稀土類永久磁鐵形成用燒結體包括含稀土類物質的磁鐵材料粒子。該磁鐵材料粒子是被一體燒結成形為具有長度方向剖面形狀的預定的立體形狀，該長方形剖面形狀，具有：朝長度方向延伸的第 1 表面；從該第 1 表面位於厚度方向隔著間隔的位置朝長度方向延伸的第 2 表面；及長度方向兩端部的端面。該燒結體是在從長度方向顯示位於兩端的第 1 及第 2 端部區域之間的中央區域，該中央區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸以較該中央區域的長度方向中央部份更位於第 1 端部區域側的部份，從該第 1 表面進入燒結體的內部，使得長度方向中央部通過長度方向，並以較該中央區域的該長度方向中央部份更位於第 2 端部區域側的部份，沿著朝該第 1 表面的拱狀路徑定向地進行取向。上述第 1 端部區域中，該第 1 區域所含的上述磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 1 表面進入燒結體的內部，並沿著朝第 2 表面的路徑定向地進行取向。上述第 2 端部區域中，該第 2 區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 2 表面進入燒結體的內部，並沿著朝第 1 表面的路徑定向地進行取向。

指定代表圖：

第 3 圖



符號簡單說明：

5a、5b、5c、
5d . . . 稀土類永久
磁鐵形成用燒結體

6 . . . 第 1 表面

7 . . . 第 2 表面

8 . . . 端面

9、19 . . . 中央區域

10a、10b、10c、
20a、20b、20c . . .
易磁化軸

11、21 . . . 第 1 端
部區域

12、22 . . . 第 2 端
部區域

29 . . . 區域

30a、30b、30c . . .
易磁化軸

31 . . . 第 1 端部區
域

32 . . . 第 2 端部區
域

39 . . . 中央區域

40a、40b、40c . . .
易磁化軸

41、42 . . . 端部區
域

a . . . 距離

L . . . 長度方向尺寸

t . . . 厚度

C . . . 長度方向中央
部

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)

稀土類磁鐵及使用該磁鐵的線性馬達

【技術領域】

[0001] 本發明是關於稀土類磁鐵及使用該磁鐵的線性馬達。尤其本發明是關於不使用後磁軛即可生成高磁通量密度的稀土類磁鐵。

【先前技術】

[0002] 一般，線性馬達是具備固定元件及與該固定元件相對的活動元件。日本專利特開 2003-189589 號公報（專利文獻 1）中，記載有將固定元件排列於活動元件的移動方向的複數個電樞鐵芯與捲繞在該電樞鐵芯的複數個線圈所成的電磁鐵所構成，藉永久磁鐵單元構成活動元件的線性馬達。活動元件的永久磁鐵單元是相對於該活動元件的移動方向朝著橫向，彼此並排配置之複數個永久磁鐵所構成的磁鐵列的形態，排列使得相鄰的永久磁鐵的磁極成為逆極性。並且，構成該磁鐵列的複數個永久磁鐵，在其內側，即與固定元件相反側的面上，安裝有使得該磁鐵列的磁通在 N 極與 S 極之間循環用的後磁軛。該專利文獻 1 記載的線性馬達的構成與線圈單元構成活動元件的場合比較具有活動元件可輕量化的優點在專利文獻 1 中已有

說明。

[0003] 又，專利文獻 1 中雖然未記載，但以保持例高的例如 Nd-Fe-B 系磁鐵稀土類磁鐵材料構成活動元件的永久磁鐵，以謀求使用在如往返移動構件而必須小型輕量之馬達用途的磁鐵的小型化及輕量化的線性馬達。使用如上述之稀土類磁鐵的構成中，在永久磁鐵安裝有不可或缺零組件的後磁軛。

〔先前技術文獻〕

〔專利文獻〕

[0004]

[專利文獻 1]日本特開 2003-189589 號公報

【發明內容】

〔發明所欲解決之課題〕

[0005] 專利文獻 1 記載的線性馬達中使用於活動元件的永久磁鐵是如上述，為了使磁鐵列的磁通在 N 極與 S 極之間循環，有設置後磁軛的必要。

本發明主要是以提供不使用後磁軛即可實現高磁通量的稀土類磁鐵為目的。

〔用於解決課題的手段〕

[0006] 本發明在一樣態中，提供稀土類永久磁鐵形成用燒結體。該稀土類永久磁鐵形成用燒結體是可藉磁化形成永久磁鐵。因此，本發明在其他的樣態中，提供稀土

易磁化軸的定向的詳細的側視圖，（b）是以藉著使該永久磁鐵形成用燒結體磁化所製作之永久磁鐵的磁通密度與習知磁鐵對比來表示的圖表。

第 5（a）及（b）圖是分別對應第 3（b）圖表示之本發明的實施形態的第 4（a）（b）圖的圖，第 5（c）及（d）圖是分別對應第 3（c）及（d）圖之實施形態的第 4（b）圖的圖，第 5（e）及（f）圖是表示第 3（c）及（d）圖的實施形態之磁通量的增加的圖表。

第 6 圖是表示製作具有第 4（a）圖所示易磁化軸的定向的永久磁鐵形成用燒結體的步驟之磁場外加狀態的側視圖。

第 7 圖是表示第 4（a）所示永久磁鐵形成用燒結體之製造步驟的概略圖，（a）～（d）表示生片材形成為止的各階段。

第 8 圖是表示本發明之一實施形態具備藉著稀土類永久磁鐵形成用燒結體磁化所形成之永久磁鐵的小型線性馬達的一例，（a）為側視圖，（b）為上視圖。

第 9 圖是表示製造本發明的數實施形態之磁鐵形成用燒結體用的其他方法的圖，（a）（b）（c）（d）（e）是依序表示製造之各階段的概略圖。

【實施方式】

[0017] 第 1 圖是表示具有使用於如習知線性馬達而排列的兩個永久磁鐵 1a、1b 的磁鐵單元 1。各磁鐵 1a、

1b 具有長度方向尺寸 L 、寬度方向尺寸 W 及厚度 t 。該磁鐵單元 1 作為活動元件而組裝於線性馬達而將該活動元件的移動方向以箭頭 A 表示於第 1 (a) 圖。

[0018] 各磁鐵 1a、1b 是在長度方向的一端部具有 S 極，在另外端部具有 N 極的構成，配置使其長度方向相對於活動元件的移動方向成平行。在該等磁鐵 1a、1b 安裝有後磁軛 2。使用於典型的往返移動構件的磁鐵單元 1 中，各永久磁鐵 1a、1b 的長度 L 為 20mm、寬度 W 為 8mm、厚度 t 為 1.3mm。後磁軛 2 是長度 L 比永久磁鐵 1a、1b 的長度只稍微長的 25mm，寬度 8mm 的長方形，厚度 t 為 2.0mm。

[0019] 該磁鐵單元 1 是如第 2 圖表示，與具備由捲繞於鐵芯的線圈 3a、3b、3c 所構成之電磁鐵的列的固定元件 3 相對配置。在此狀態下，後磁軛 2 是夾著永久磁鐵 1a、1b 配置在與固定元件 3 相反側。

[0020] 第 3 圖是為表示本發明的概念而表示本發明的四個不同實施形態的稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a、5b、5c、5d 的概略圖。以長度方向剖視圖分別在第 3 (a) 圖表示本發明的第一實施形態的永久磁鐵形成用燒結體 5a；在第 3 (b) 圖表示本發明的第二實施形態的永久磁鐵形成用燒結體 5b；在第 3 (c) 圖表示本發明的第三實施形態的永久磁鐵形成用燒結體 5c；及在第 3 (d) 圖表示本發明的第四實施形態的永久磁鐵形成用燒結體 5d。第 3 (a) 圖表示的實施形態中，永久磁鐵形成用燒

知磁鐵的磁通密度。相對於此，曲線 b-1、b-2、b-3、b-4、b-5、b-6、b-7 是表示厚度分別為 1.3mm、1.5mm、1.8mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm、3.3mm 的場合之本發明的該實施形態不具有後磁軛的 Nd-Fe-B 系磁鐵的磁通密度。由圖中可得知，本發明實施形態的磁鐵中，即使是不具有後磁鐵的構成，厚度 1.3mm 的場合，仍可獲得比習知磁鐵高的峰值磁通密度。並且，燒結體 5a 的厚度大於 1.8mm 的場合，即使不具有後磁軛，跨磁鐵的長度方向的大致全長，仍可生成比後磁軛與燒結體之總合厚度為 2.3mm 的比較例的磁鐵更高磁通密度的磁通。並且，厚度相同的曲線 b-7 的例中，磁通密度與比較例對比，顯示 43%以上的增加。

[0029] 第 5 (a) 圖是詳細表示第 3 (b) 圖的實施形態之稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a 的磁鐵材料粒子的易磁化軸 20a、20b、20c 的取向。中央區域 19 中，各個磁鐵材料粒子的易磁化軸 20a 是被取向在第 1 端部區域 21 中從第 2 表面 7 進入燒結體 5a 內，通過該燒結體 5a 內，在第 2 端部區域 12 中再度沿著到達第 2 表面 7 的大致圓弧形或拱形的路徑定向。第 1 端部區域 21 中，該區域 21 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 20b 雖被取向沿著從第 2 表面 7 朝第 1 表面 6 的路徑定向，但是該路徑成為隨著從第 2 表面越接近第 1 表面 6 而接近中央區域 19 方向的圓弧形的彎曲線。相反地，第 2 端部區域 22 中，該區域 22 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 20c 是被取

向沿著從第 1 表面 6 朝第 2 表面 7 的圓弧形彎曲路徑定向。

[0030] 藉著如上述所形成的稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a 磁化獲得的稀土類永久磁鐵是與上述實施形態相同，產生從第 1 端部區域 21 的第 1 表面 6 出至第 2 端部區域 22 的第 1 表面 6 為止，並從第 2 端部區域 22 的第 2 表面 7 出至第 1 端部區域 21 的第 2 表面 7 為止循環的磁通。因此，該永久磁鐵也可不設置後磁軛，生成高磁通密度。

[0031] 第 5 (b) 圖是表示將本發明的該第二實施形態的 Nd-Fe-B 系磁鐵的磁通密度的增大與習知的 Nd-Fe-B 系磁鐵對比表示與第 4 (b) 圖相同的圖表，曲線 a-1 是成為比較例之習知磁鐵的磁通密度。相對於此，曲線 c-1、c-2、c-3、c-4、c-5、c-6、c-7 是表示厚度分別為 1.3mm、1.5mm、1.8mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm、3.3mm 的場合之本發明的該第二實施形態不具有後磁軛的 Nd-Fe-B 系磁鐵的磁通密度。由圖中可得知，本發明的第二實施形態的磁鐵是如第一實施形態的磁鐵，表示磁通密度的曲線不具有明顯的峰值而形成比較平緩的曲線。又，該第二實施形態的磁鐵在燒結體 5a 的厚度為 1.8mm 時，形成與比較例的磁鐵大致相同的磁通密度，燒結體 5a 的厚度大於 1.8mm 的場合，即使不具有後磁軛，仍可生成比後磁軛與燒結體之總合厚度為 2.3mm 的比較例的磁鐵更高磁通密度的磁通。並且，厚度相同的曲線 c-7 的例中，磁通密度

與比較例對比，顯示 39%以上的增加。

[0032] 第 5 (c) 圖是將第 3 (c) 圖所示實施形態之磁鐵形成用燒結體 5c 磁化所獲得的 Nd-Fe-B 系稀土類永久磁鐵的磁通密度的增大與習知之 Nd-Fe-B 系磁鐵對比表示的第 4 (b) 圖及第 5 (b) 圖相同的圖表，曲線 a-1 是成為比較例之習知磁鐵的磁通密度。相對於此，曲線 d-1、d-2、d-3、d-4、d-5、d-6、d-7 是表示厚度分別為 1.3mm、1.5mm、1.8mm、2.0mm、2.5mm、3.0mm、3.3mm 的場合之本發明的該實施形態不具有後磁軛的磁鐵的磁通密度。由圖中可得知，該實施形態所獲得的磁鐵會產生磁通密度曲線高的峰值，因此適合於使用在短周期切換活動元件的移動方向之往返移動構件的驅動用線性馬達。第 5 (e) 圖表示該實施形態所獲得之磁鐵的磁鐵厚度 t 及該磁鐵所生成磁通量 (μWb) 的關係與習知磁鐵的對比。第 5 (e) 圖中，虛線是表示習知磁鐵的磁通量，得知實線表示的實施例的磁鐵在比厚度 1.8mm 大的範圍中可獲得較習知磁鐵高的磁通量。

[0033] 第 5 (d) 圖是將第 3 (d) 圖所示實施形態之磁鐵形成用燒結體 5d 磁化所獲得的 Nd-Fe-B 系稀土類永久磁鐵的磁通密度的增大與習知之 Nd-Fe-B 系磁鐵對比表示的第 4 (b) 圖及第 5 (b) 圖相同的圖表，曲線 a-1 是成為比較例之習知磁鐵的磁通密度。相對於此，曲線 e-1、e-2、e-3、e-4、e-5、e-6、e-7 是表示厚度分別為 1.3mm、1.5mm、1.8mm、2.5mm、3.0mm、3.3mm 的場合

之本發明的該實施形態不具有後磁軛的磁鐵的磁通密度。由圖中可得知，該實施形態所獲得的磁鐵是磁通密度為比較平緩的形狀。第 5 (f) 圖表示該實施形態所獲得之磁鐵的磁鐵厚度 t 及該磁鐵所生成磁通量 (μWb) 的關係與習知磁鐵的對比。第 5 (f) 圖中，虛線是表示習知磁鐵的磁通量，得知實線表示的實施例的磁鐵在比厚度 1.8mm 大的範圍中可獲得較習知磁鐵高的磁通量。

〔 稀土類永久磁鐵形成用燒結體的製造方法 〕

[0034] 接著，參閱第 7 圖說明第 4 (a) 圖表示實施形態之稀土類磁鐵形成用燒結體 5a 的製造方法。第 7 圖是表示本實施形態之永久磁鐵形成用燒結體 5a 的製造步驟的概略圖。

[0035] 首先，藉鑄造法製造預定量率的 Nd-Fe-B 系合金所成的磁鐵材料的鑄錠。代表性之使用於鈷鐵硼磁鐵的 Nd-Fe-B 系合金具有含 Nd 為 30%、電解鐵較佳之 Fe 為 67%、B 為 1.0wt% 的比例的組成。接著，將此鑄錠使用搗磨機或破碎機等的習知手段粗粉碎成 200 μm 左右的大小。可取代以熔解鑄錠，藉薄帶連鑄法製作薄片，以氫解碎法予以粗粉化。藉此，獲得粗粉碎磁鐵材料粒子 115 (參閱第 7 (a) 圖)。

[0036] 接著，將粗粉碎磁鐵材料粒子 115 藉著滾珠研磨機 116 的濕式法或使用噴射研磨機的乾式法等等的習知的粉碎方法加以微粉碎。使用滾珠研磨 116 的濕式法的微

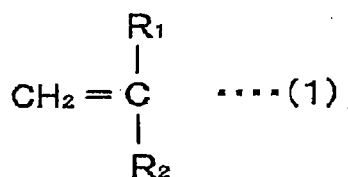
粉末是在填充粉碎媒體之滾珠 116a 的滾珠研磨機 116 填充溶劑，將粗粉碎磁鐵粒子 115 投入該溶劑中。並且，將粗粉碎磁鐵粒子 115 在溶劑中微粉碎成預定範圍的粒徑（例如 $0.1\mu\text{m}\sim 5.0\mu\text{m}$ ），將磁鐵材料粒子分散於溶劑中（參閱第 7（b）圖）。之後，藉真空乾燥等的手段乾燥濕式粉碎後含於溶劑的磁鐵粒子，取出乾燥後的磁鐵粒子（未圖示）。在此，對使用於粉碎的溶劑的種類尤其不加以限制，可使用異丙醇、乙醇、甲醇等的醇類、乙酸乙酯等的酯類、戊烷、己烷等的低碳氫化合物類、苯、甲苯、二甲苯等芳香族類、酮類、該等的混合物等。作為溶劑不限於有機溶劑，可以使用液化氫等的惰性氣體的液化物、其他的無機溶劑。其中任意的場合，在溶劑中以使用不含氧原子的溶劑為佳。

[0037] 另一方面，使用藉噴射研磨機之乾式法的微粉碎是將粗粉碎後的磁鐵材料粒子 115 在（a）含氧量實質為 0% 的氮氣、Ar 氣、He 氣等惰性氣體所構成的周圍環境中，或（b）含氧量實質為 $0.0001\sim 0.5\%$ 的氮氣、Ar 氣、He 氣等惰性氣體所構成的周圍環境中，以噴射研磨機進行微粉碎，例如形成具有 $0.7\mu\text{m}\sim 5.0\mu\text{m}$ 之預定範圍的平均粒徑的微粒子。在此，氧濃度實質為 0% 是不限於氧濃度完全為 0% 的場合，而是意味著也可在微粉的表面僅極些微含有形成氧化覆膜程度的量的氧。

[0038] 接著，將滾珠研磨機 116 其他的手段所微粉碎的磁鐵材料粒子成形為預定形狀，為進行該磁鐵材料粒

子的成形，如上述準備混合微粉碎後的磁鐵粒子材料 115 與黏結劑的混合物。作為黏結劑是以使用樹脂材料為佳，使用樹脂作為黏結劑的場合，構造中不含氧原子，並以使用具解聚性聚合物為佳。又，如後述為了可再利用磁鐵粒子與黏結劑的混合物，例如成形為長方體形的預定形狀時產生之混合物的殘餘物，且以混合物加熱並軟化後的狀態進行磁場取向，以使用熱塑性樹脂為佳。具體為適當使用由以下的一般式（1）表示之單體所形成的一種或兩種以上聚合體或共聚體構成的聚合物。

【化 1】



（但是， R_1 及 R_2 是表示氫原子、低級烷基、苯基或乙烯基）

[0039] 作為上述聚合物是例如有異丁撐之聚合體的聚異丁烯（PIB）、異戊二烯之聚合體的聚異戊二烯（異戊橡膠，IR）、1,3-丁二烯之聚合體的聚丁二烯（丁二烯橡膠，BR）、苯乙烯之聚合體的聚苯乙烯、苯乙烯與異戊二烯之聚合體的苯乙烯-異戊二烯嵌段共聚體（SIS）、異丁撐與異戊二烯之共聚體的丁基橡膠（IIR）、苯乙烯與丁二烯之共聚體的苯乙烯-丁二烯嵌段共聚體（SBS）、苯乙烯與乙烯、丁二烯之共聚體的苯乙烯-乙烯-丁二烯共聚體（SEBS）、苯乙烯與乙烯、丙烯之共聚體的苯乙烯-

乙烯-丙烯-苯乙烯共聚體（SEPS）、乙烯與丙烯之共聚體的乙烯-丙烯共聚體（EPM）、乙烯、丙烯一起共聚合成二烯單體的 EPDM、乙烯之聚合體的聚乙烯、丙烯之聚合體的聚丙烯、2-甲基-1-戊烯之聚合體的 2-甲基-1-戊烯聚合樹脂、2-甲基-1-丁烯之聚合體的 2-甲基-1-丁烯聚合樹脂、 α -甲基苯乙烯之聚合體的 α -甲基苯乙烯聚合樹脂等。又，使用於黏結劑的樹脂也可少量包括含氧原子、氮原子之單體的聚合體或共聚體（例如，聚甲基丙烯酸丁酯或聚甲基丙烯酸甲酯等）的構成。另外，不相當於上述一般式（1）的單體也可以是部份共聚。即使是其場合仍可達成本發明的目的。

[0040] 再者，使用於黏結劑的樹脂，為了適當進行磁場取向以在 250℃ 以下軟化的熱塑性樹脂，更具體是以使用玻璃轉化點或流動開始溫度為 250℃ 以下的熱塑性樹脂為佳。

[0041] 為了將磁鐵材料粒子分散到熱塑性樹脂中，以適量添加分散劑為佳。作為分散劑是以添加乙醇、羧酸、甲酮、乙醚、酯、胺、亞胺、酰亞胺、酰胺、氰、磷系功能基、磺酸、具有雙鍵或三鍵等之不飽和結合的化合物、液狀飽合碳氫化合物之中的至少一種為佳。也可混合複數種使用為佳。

[0042] 並且，如後述，對磁鐵材料粒子與黏結劑的混合物外加磁場將該磁鐵材料進行磁場取向時，以將混合物加熱使黏結劑成份軟化的狀態進行磁場取向處理。

[0043] 藉使用符合上述條件的黏結劑作為混合於磁鐵材料粒子的黏結劑，可藉此降低殘留於燒結後之稀土類永久磁鐵形成用燒結體內的碳量及氧量。具體是在燒結後殘存於磁鐵形成用燒結體內的碳量為 2000ppm 以下，更理想是在 1000ppm 以下。並且，燒結後殘存於磁鐵形成用燒結體內的氧量為 5000ppm 以下，更理想是在 2000ppm 以下。

[0044] 黏結劑的添加量為漿體或加熱熔融後的複合物成形的場合，為提升成形結果所獲得成形體的厚度精度，可適當填充磁鐵材料粒子間的空隙的量。例如，相對於磁鐵材料粒子與黏結劑的總計量之黏結劑的比例是 1wt%~40wt%，較佳為 2wt%~30wt%，更佳為 3wt%~20wt%。

[0045] 在以下的實施例中，在將成形物一旦成形為製品形狀以外的狀態下外加磁場並進行磁鐵材料粒子的易磁化軸的取向，隨後進行燒結處理，藉此例如成為第 4 (a) 圖表示形狀之預定的製品形狀。尤其在以下的實施例中，將磁鐵材料粒子與黏結劑所構成的混合物，即複合物 117 一旦成形為薄片形狀的生片材成形體（以下，稱「生片材」）之後，形成取向處理用的成形體形狀，尤其在將混合物成形為薄片形狀的場合，例如可採用在將磁鐵材料粒子與黏結劑的混合物的複合物 117 加熱之後藉成形為薄片形狀的熱熔塗佈，或藉著將包含磁鐵材料粒子與黏結劑與有機溶媒的漿體塗佈於基材上成形為薄片狀的漿體

塗佈等進行成形。

[0046] 以下說明中，尤其是針對與熱熔塗佈法進行生片材形成相關說明實施形態，但本發明不限於如上述特定的塗佈法，例如也可以使用熱熔的擠壓模塑等其他的方法。

[0047] 以下說明中，尤其針對使用熱熔塗佈的生片材成形來說明，但不限定於如此之特定的塗佈法。

[0048] 如已說明，利用滾珠研磨機 116，或在以其他方法微粉碎後的磁鐵材料粒子混合黏結劑，製作磁鐵材料粒子與黏結劑所成之黏土狀的混合物，即複合物 117。在此，作為黏結劑是如上述可使用樹脂、分散劑的混合物。例如，樹脂是以使用在構造中不含氧原子，並具解聚性的聚合物所構成的熱塑性樹脂為佳，另一方面，分散劑是以添加乙醇、羧酸、甲酮、乙醚、酯、胺、亞胺、酰亞胺、酰胺、氰、磷系功能基、磺酸、具有雙鍵或三鍵等之不飽和結合的化合物之中的至少一種為佳。並且，黏結劑的添加量是如上述，相對於添加後之複合物 117 的磁鐵材料粒子與黏結劑的總計量的黏結劑的比例是 1wt%~40wt%，較佳為 2wt%~30wt%，更理想為 3wt%~20wt%。

[0049] 在此，分散劑的添加量是以對應磁鐵材料粒子的粒子徑來決定為佳，並推薦以磁鐵材料的粒子徑越小，越多的添加量為佳。具體的添加量是相對於磁鐵材料粒子為 0.1 部~10 部，更佳為 0.3~8 部。添加量少的場合會有分散效果小，取向性降低之虞。並且，添加量多的場

合則會有汙染磁鐵材料粒子之虞。添加於磁鐵材料粒子的分散劑是附著在磁鐵材料粒子的表面，使磁鐵材料粒子分散賦予黏土狀混合物，並在後述的磁場取向處理中，具有輔助磁鐵材料粒子迴轉的作用。其結果，在外加磁場時容易進行取向，可使磁鐵粒子的易磁化軸方向大致對齊於同一方向，即可提升取向度。尤其是在磁鐵材料粒子混合黏結劑的場合，由於在粒子表面存在有黏結劑，因此磁場取向處理時的磨擦力變高，因此而有降低粒子的取向性之虞，可進一步提高添加分散劑的效果。

[0050] 磁鐵材料粒子與黏結劑的混合是以氮氣、Ar 氣、He 氣等的惰性氣體所構成的外圍環境進行為佳。磁鐵材料粒子與黏結劑的混合是例如將磁鐵材料粒子與黏結劑分別投入攪拌機，以攪拌機攪拌來進行。此一場合中，為促進揉合性也可進行加熱攪拌。並且，磁鐵材料粒子與黏結劑的混合也可以在氮氣、Ar 氣、He 氣等惰性氣體所構成的外圍環境進行為佳。又，尤其在以濕式法粉碎磁鐵粒子的場合中，並非從用於粉碎的溶媒取出磁鐵粒子而是在溶媒中添加黏結劑加以揉合，隨後使溶媒揮發，獲得複合物 117。

[0051] 接著，將複合物 117 成形為薄片狀，製成上述的生片材。在採用熱熔塗佈的場合，藉複合物 117 的加熱將該複合物 117 熔融，形成具有運動性的狀態之後，塗佈於支撐基材 118 上。之後，藉散熱使複合物 117 凝固，在支撐基材 118 上形成長形薄片狀的生片材 119。此時，

複合物 117 加熱熔融時的溫度是根據使用的黏結劑的種類或量有所不同，但通常為 50~300℃。但是，必需是比使用黏結劑的流動開始溫度更高的溫度。並且，在使用漿體塗佈的場合，在多量的溶媒中，使得磁鐵材料粒子與黏結劑，及雖是任意但有助於取向的添加劑分散，將漿體塗佈於支撐基材 118 上。之後乾燥藉溶媒的揮發，在支撐基材 118 上形成長尺寸薄片狀的生片材 119。

[0052] 在此，熔融後之複合物 117 的塗佈方式是以使用槽縫塗佈方式或壓延輥方式等的層厚控制性優異的方式為佳。尤其是為了實現高的厚度精度，尤其以使用層厚控制性優異，即可在基材的表面塗佈高精度厚度之層的方式的鑄模方式或缺角輪塗佈方式。例如槽縫塗佈方式是將加熱具有流動性的狀態的複合物 117 藉齒輪泵壓送後注入鑄模，藉著從鑄模吐出來進行塗佈。又，壓延輥方式是在加熱後的兩支輥的夾縫，以控制複合物 117 的量送入，使得輥一邊旋轉，並在支撐基材 118 上，進行以輥的熱熔融後之複合物 117 的塗佈。作為支撐基材 118 是例如以使用矽膠處理之聚酯薄膜為佳。並且，使用消泡劑，或進行加熱真空脫泡，充分地脫泡處理，以使得氣泡不殘留於塗佈展開後之複合物 117 的層中為佳。或者不塗佈於支撐基材 118 上，而是藉擠製成形或射出成形一邊將熔融後的複合物 117 成形為薄片狀並擠出於支撐基材 118 上，在支撐基材 118 上進行生片材 119 的成形。

[0053] 第 7 圖表示的實施形態是使用槽縫塗佈模頭

120 進行複合物 117 的塗佈。藉此槽縫塗佈模頭方式的生片材 119 的形成步驟中，進行塗佈後之生片材 119 的薄片厚度的實測，藉此實測值的反饋控制，調節槽縫塗佈模頭 120 與支撐基材 118 之間的夾縫為佳。在此場合中，盡可能降低供應槽縫塗佈模頭 120 之流動性複合物 117 的量的變動，例如抑制在 $\pm 0.1\%$ 以下的變動，也盡可能降低塗佈速度的變動，例如抑制在 $\pm 0.1\%$ 以下的變動為佳。藉以上的控制，可提升生片材 119 的厚度精度。再者，所形成生片材 119 的厚度精度，例如相對於 1mm 的設計值，以在 $\pm 10\%$ 以內為佳，更佳為 ± 3 以內，最好是在 ± 1 以內。壓延輥方式是同樣根據實測值進行壓延條件的反饋控制，可控制轉印於支撐基材 118 之複合物 117 的膜厚。

[0054] 生片材 119 的厚度是以設定在 0.05mm~20mm 的範圍為佳。厚度較 0.05mm 薄時，為達成所需磁鐵厚度，必須層疊多層使得生產性降低。

[0055] 接著，如第 6 圖表示，將從以上述熱熔塗佈形成在支撐基材 118 上的生片材 119 裁切出對應預定磁鐵尺寸之尺寸的長方體形狀的加工用薄片彎曲成 U 字型製成磁場外加用加工片 123。本實施形態中，加工片 123 是由半圓形的圓弧部 123a，及從該圓弧部 123a 的兩端沿著切線方向的直線部 123b、123c 所構成。圓弧部 123 是對應最後所獲得的永久磁鐵形成用燒結體 5a 的中央區域 9，端部 123b 是對應燒結體 5a 的端部區域 11，而端部 123c 是對應燒結體 5a 的端部區域 12。

[0056] 該加工片 123 具有與圖的紙面成直角方向的寬度尺寸。該寬度尺寸與厚度與長度尺寸是預估後述之燒結步驟的尺寸的縮小，來決定燒結步驟後獲得預定的磁鐵尺寸。

[0057] 第 6 圖表示的加工用薄片 123 在與直線部 123b、123c 的表面成直角的方向外加有平行磁場 121。藉此磁場外加，使得加工片 123 所包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸如第 6 圖以箭頭 122 表示，取向於磁場的方向。具體說明時，加工片 123 被收容在具有對應該加工片 123 的形狀之空腔的磁場外加用模內（未圖示），藉加熱使得加工片 123 所含的黏結劑軟化。詳細是將加工片 123 加熱至加工片 123 內所含的黏結劑的儲存彈性率為 10^8Pa 以下，並以成為 10^7Pa 以下為佳，使黏結劑軟化。藉以使磁鐵材料粒子可在黏結劑內迴轉，沿著平行磁場 121 的方向進行其易磁化軸的取向。

[0058] 在此，加工片 123 加熱用的溫度及時間是根據使用的黏結劑的種類及量有所不同，但是例如設 $40\sim 250^\circ\text{C}$ 、 $0.1\sim 60$ 分鐘。無論如何，為了將加工片 123 內的黏結劑軟化，加熱溫度有設所使用黏結劑的玻璃轉化點或流動開始溫度以上的溫度的必要。作為加工片 123 加熱用的手段有例如以熱板進行加熱，或使用如矽油的熱媒體作為熱源的方式。磁場外加的磁場的強度為 $5000[\text{Oe}]\sim 150000[\text{Oe}]$ ，較佳為 $10000[\text{Oe}]\sim 120000[\text{Oe}]$ 。其結果，加工片 123 所包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是

如第 6 圖表示，在沿著平行磁場 121 的方向，進行平行取向。該磁場外加步驟中，也可以是相對於複數個加工用薄片 123 同時外加磁場的構成。為此，使用具有複數個空腔的模具，或排列複數個模具，同時外加平行磁場 121 即可。磁場外加於加工片 123 的步驟也可以和加工步驟同時進行，也可以在進行加工步驟之後使加工片 123 的黏結劑凝固之前進行。

[0059] 接著，藉著第 6 圖表示的磁場外加步驟，將磁鐵材料粒子的易磁化軸如以箭頭 122 表示進行取向後的加工片 123 從磁場外加用模具取出，移至具有細長之長度方向尺寸的長方形體空腔 124 的最終成形用模具內，成形為燒結處理用加工片。藉此成形，加工片 123 是使得圓弧部 123a 形成為對應直線形的中央區域 9 的形狀，同時，兩端的直線部 123b、123c 是形成與中央區域成直線形整齊排列的形狀。在以此成形步驟所形成的燒結處理用加工片中，對應中央的直線形區域 9 的區域所包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是如第 4 (a) 圖表示形成沿著圓弧形路徑定向的指向。並且，對應兩端的端部區域 11、12 的直線部所包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是如第 4 (a) 圖表示形成沿著厚度方向的平行路徑定向的平行指向。

[0060] 將如上述進行磁鐵材料粒子的易磁化軸取向後之取向後的燒結處理用加工片，在調節成大氣壓，或比大氣壓高的壓力或低的壓力（例如，1.0Pa 或 1.0MPa）的非氧化性周圍環境中，以黏結劑分解溫度保持數小時~數

十小時（例如 5 小時）進行鍛燒處理。該處理是推薦使用氫周圍環境或氫與惰性氣體的混合氣體周圍環境。在氫周圍環境下進行鍛燒處理的場合，鍛燒中的氫的供應量是例如設 5L/min。藉鍛燒處理的進行，將黏結劑所含的有機化合物可藉解聚反應、其他的反應分解成單體，飛散後除去。亦即，可進行將殘存於燒結處理用薄片 125 的碳量降低的處理的脫碳處理。又，鍛燒處理是以在殘存於燒結處理用薄片 125 內的碳量為 2000ppm 以下，更理想是在 1000ppm 以下的條件進行為佳。藉此可以隨後的燒結處理緻密地進行燒結處理用薄片 125 整體的燒結，可抑制殘留磁通密度及保磁力的降低。再者，將進行上述鍛燒處理時的加壓條件設成比大氣壓高的壓力的場合，壓力是以設 15MPa 以下為佳。在此，將加壓條件設成比大氣壓高的壓力，更具體為設於 0.2MPa 以上時，尤其可期待殘存碳量減少的效果。

[0061] 黏結劑的分解溫度是可根據黏結劑分解生成物及分解殘渣的分析結果來決定。具體是推薦選擇捕集黏結劑的分解生成物，不生成單體以外的分解生成物，且在檢測殘渣的分析中不能檢測殘留黏結劑成分的副反應產生之生成物的溫度範圍。根據黏結劑的種類而有不同，但以設 200℃~900℃，較佳為 400℃~600℃，例如 450℃ 即可。

[0062] 上述的鍛燒處理是與一般的稀土類磁鐵的燒結處理比較，以小的升溫速度為佳。具體設升溫速度為 2

℃/min 以下，例如 1.5℃/min 時，可獲得理想的結果。因此，在進行鍛燒處理的場合，如第 9 圖表示以 2℃/min 以下的升溫速度升溫，到達預先所設定的設定溫度（黏結劑分解速度）之後，以該設定溫度保持數小時~數十小時進行鍛燒處理。如上述，在鍛燒處理中藉著小的升溫速度，不致將燒結處理用薄片 125 內的碳急速地除去，而是形成階段性去除，因此可將殘碳量減少至充分的位準，可以使燒結後之永久磁鐵形成用燒結體的密度上升。亦即，藉殘碳量的減少，可減少永久磁鐵中的空隙。如上述，設升溫速度為 10℃/min 左右時，可以使燒結後之永久磁鐵形成用燒結體的密度成為 98%以上（7.40g/cm³ 以上），可期待在磁化後的磁鐵中達成高的磁鐵特性。

[0063] 接著，進行藉鍛燒處理所鍛燒之燒結處理用加工片的燒結處理。燒結處理也可以採用在真空中的無加壓燒結法，但本實施形態是以採用將燒結處理用加工片朝著軸向單軸加壓的狀態燒結的單軸加壓燒結法為佳。該方法是在具有與第 4 (a) 圖表示相同形狀的空腔的燒結用模具（未圖示）內裝填燒結處理用加工片 125，封閉模具，朝著寬度方向一邊加壓並進行燒結。作為該加壓燒結技術，例如也可以採用熱板燒結、熱等靜壓加壓（HIP）燒結、超高壓合成燒結、氣體加壓燒結、放電電漿（SPS）燒結等習知技術的中之一。尤其以使用可單軸方向加壓，藉通電燒結進行燒結的 SPS 燒結為佳。

[0064] 並且，在以 SPS 燒結進行燒結的場合，設加

壓壓力例如 $0.01\text{MPa}\sim 100\text{MPa}$ ，在數 Pa 以下的真空環境下以 10°C /分鐘的升溫速度溫度上升至 940°C ，隨後保持 5 分鐘為佳。接著冷卻，再度升溫至 $300^\circ\text{C}\sim 1000^\circ\text{C}$ 以兩小時進行保持在其溫度的熱處理，藉上述燒結處理的結果，從燒結處理用加工片，製造具有如第 4 (a) 圖表示之易磁化軸取向的稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a。如上述，根據以將燒結處理用加工片朝著寬度方向加壓的狀態燒結的單軸加壓燒結法，可抑制賦予燒結處理用加工片內之磁鐵材料粒子的易磁化軸的取向。

[0065] 為製作具有如第 5 (a) 圖表示的磁鐵材料粒子之易磁化軸取向的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，使用無直線部 123b、123c 之僅有圓弧部 123a 的半圓形加工片來取代第 6 圖表示的加工片 123 時，可獲得跨整體易磁化軸沿著圓弧狀路徑定向之指向的燒結體。此一場合中，使加工片的端部的曲率半徑朝向端部依序增加時，端部區域的彎曲路徑也可形成與中央區域之圓弧狀路徑不同的曲率。

[0066] 第 8 圖是表示由搭載本發明之稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a 磁化所形成的永久磁鐵 131 的活動元件 130，及配置與該活動元件 130 相對的固定元件 132 所構成的小型線性馬達 140 的一例。在活動元件 130 配置有兩個並排且極性相反的本發明實施形態的永久磁鐵 131，形成磁鐵列。在磁鐵列安裝有藉著該線性馬達 140 驅動的被驅動構件 134。固定元件 132 是在箭頭 141 表示的活動

元件 130 的移動方向隔著間隔配置有捲繞於鐵芯的複數個線圈 133a、133b、133c。該線性馬達的構成本身為通常的構成，省略其詳細的說明。本發明的稀土類永久磁鐵不使用後磁軛即可確保高的磁通密度，因此可以使永久磁鐵單元的厚度比習知的永久磁鐵薄，並且以相同厚度的永久磁鐵單元比較の場合，可大幅提高單元馬達的輸出。

[0067] 第 9 圖是表示製作具有第 3 (d) 圖所示之易磁化軸取向的稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5d 用的方法之一例。第 9 (a) 圖是表示最初的步驟，藉著與第 7 (d) 相同的步驟，形成有複數片薄的生片材 150。該生片材 150 是包含易磁化軸在長度方向取向的磁鐵材料粒子。將此生片材 150 如第 9 (b) 圖表示，彎曲成類似 U 字型的形狀。在此步驟，製成彎曲曲率不同的複數片的生片材 150a~150f，如第 9 (c) 圖表示，將該等複數片生片材 150a~150f 重疊熱熔融。接著，將如第 9 (d) 圖表示切出中央部的必要處，形成中央部 152。隨後，如第 9 (e) 圖表示，在第 9 (e) 圖的步驟所獲得的該中央部 152 的長度方向兩端部貼合易磁化軸平行取向的生片材 153、154，熱熔融進行成形體 155 的形成。最後，將第 9 (e) 圖的步驟所獲得的成形體 155 燒結，可藉此獲得第 3 (d) 圖表示的磁鐵形成用燒結體 5d。在第 9 (b) 圖的彎曲步驟中，適當決定彎曲形狀，可藉此決定第 9 (d) 圖的步驟所切出之中央部 152 的磁鐵材料粒子的易磁化軸為預定的取向。因此，第 3 (c) 圖表示的構成也可以同樣

的方法形成。

[0068] 以上，本發明相關連之特定的實施形態已作說明，但本發明不限於該等特定的實施形態，在包含於申請專利範圍記載的所有思想皆包含於本發明。

【符號說明】

[0069]

1：磁鐵單元

1a、1b：永久磁鐵

2：後磁軛

3：固定元件

3a、3b、3c：線圈

5a、5b：稀土類永久磁鐵形成用燒結體

6：第1表面

7：第2表面

8：端面

9、19：中央區域

10a、10b、10c、20a、20b、20c：易磁化軸

11、21：第1端部區域

12、22：第2端部區域

115：粗粉碎磁鐵材料粒子

116：滾珠研磨機

117：複合物

119：生片材

120：槽縫塗佈模頭

121：平行磁場

123：加工片

130：活動元件

131：永久磁鐵

132：固定元件

133a、133b、133c：線圈

140：線性馬達

L：長度方向尺寸

W：寬度方向尺寸

t：厚度

C：長度方向中央部

發明摘要

※申請案號：105108833

※申請日：105 年 03 月 22 日

※IPC 分類：H01F 1/053 (2006.01)

H01F 1/08 (2006.01)

H02K 41/02 (2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

稀土類磁鐵及使用該磁鐵的線性馬達

【中文】

本發明是提供一種不使用後磁軛即可實現高磁通量的稀土類磁鐵。提供一種可藉磁化形成永久磁鐵的稀土類永久磁鐵形成用燒結體、稀土類永久磁鐵及將稀土類永久磁鐵使用於活動元件的線性馬達。稀土類永久磁鐵形成用燒結體包括含稀土類物質的磁鐵材料粒子。該磁鐵材料粒子是被一體燒結成形為具有長度方向剖面形狀的預定的立體形狀，該長方形剖面形狀，具有：朝長度方向延伸的第 1 表面；從該第 1 表面位於厚度方向隔著間隔的位置朝長度方向延伸的第 2 表面；及長度方向兩端部的端面。該燒結體是在從長度方向顯示位於兩端的第 1 及第 2 端部區域之間的中央區域，該中央區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸以較該中央區域的長度方向中央部份更位於第 1 端部區域側的部份，從該第 1 表面進入燒結體的內部，使得長度方向中央部通過長度方向，並以較該中央區域的該長度方向中央部份更位於第 2 端部區域側的部份，沿著朝該第 1 表面的拱狀路徑定向地進行取向。上述第 1 端部區域

中，該第 1 區域所含的上述磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 1 表面進入燒結體的內部，並沿著朝第 2 表面的路徑定向地進行取向。上述第 2 端部區域中，該第 2 區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 2 表面進入燒結體的內部，並沿著朝第 1 表面的路徑定向地進行取向。

【英文】

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第(3)圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

5a、5b、5c、5d：稀土類永久磁鐵形成用燒結體

6：第1表面

7：第2表面

8：端面

9、19：中央區域

10a、10b、10c、20a、20b、20c：易磁化軸

11、21：第1端部區域

12、22：第2端部區域

29：區域

30a、30b、30c：易磁化軸

31：第1端部區域

32：第2端部區域

39：中央區域

40a、40b、40c：易磁化軸

41、42：端部區域

a：距離

L：長度方向尺寸

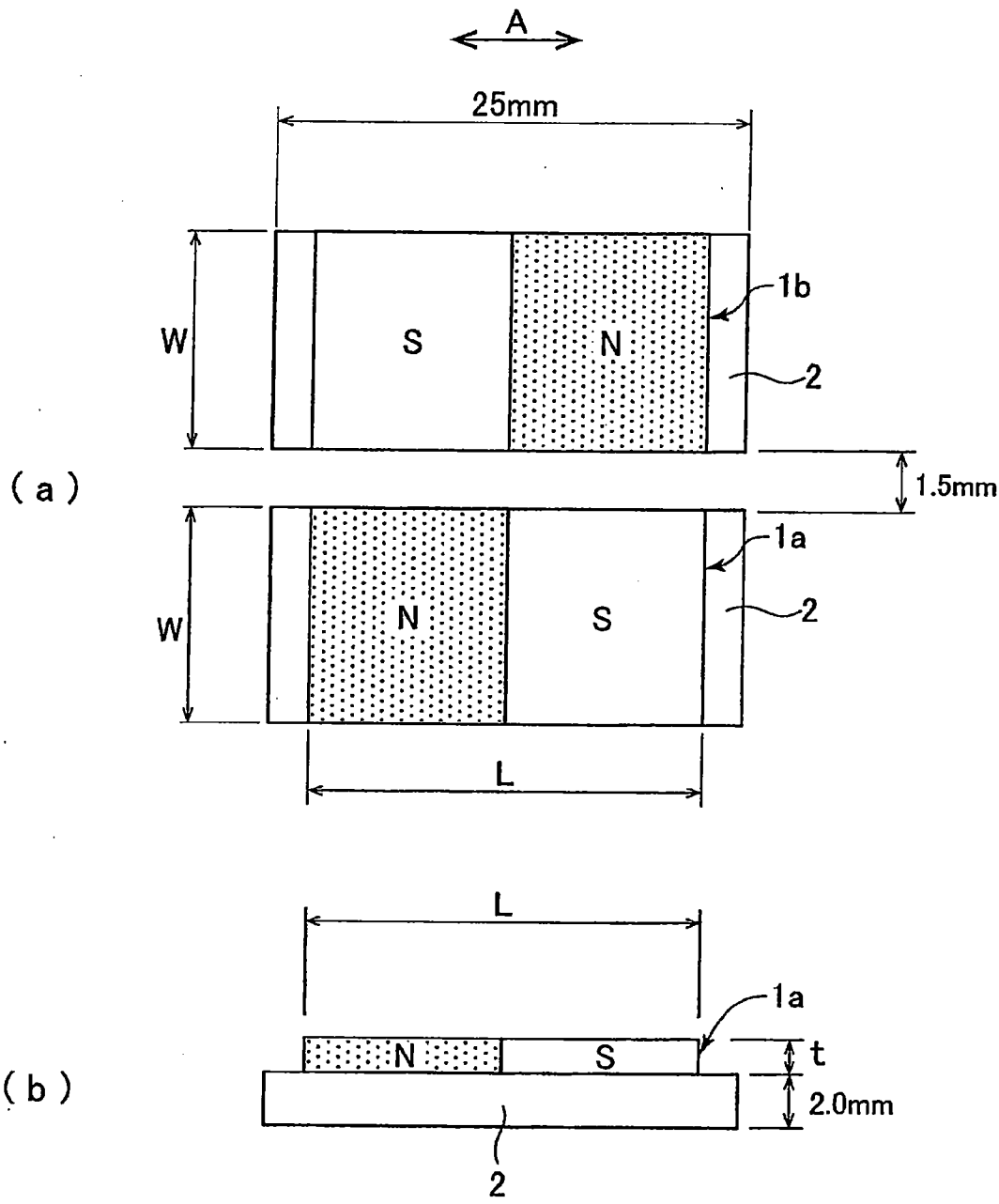
t：厚度

C：長度方向中央部

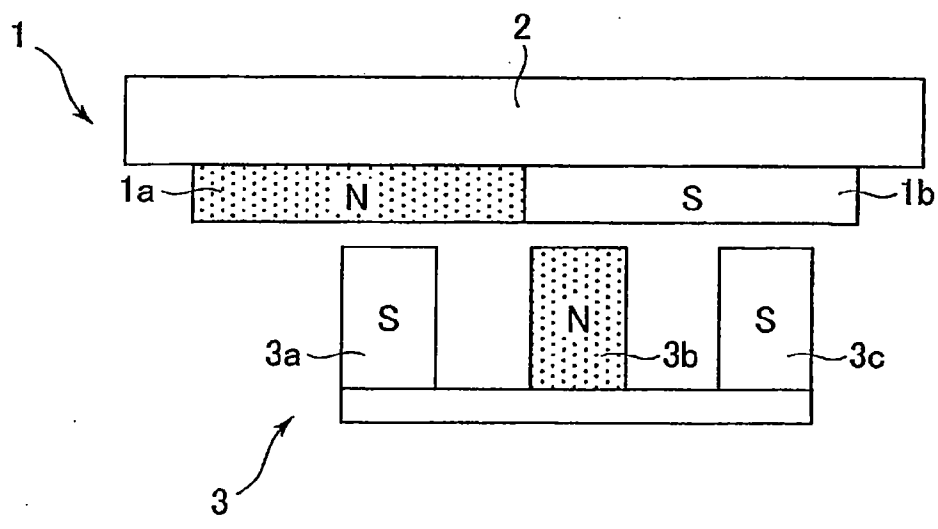
【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：無

圖式

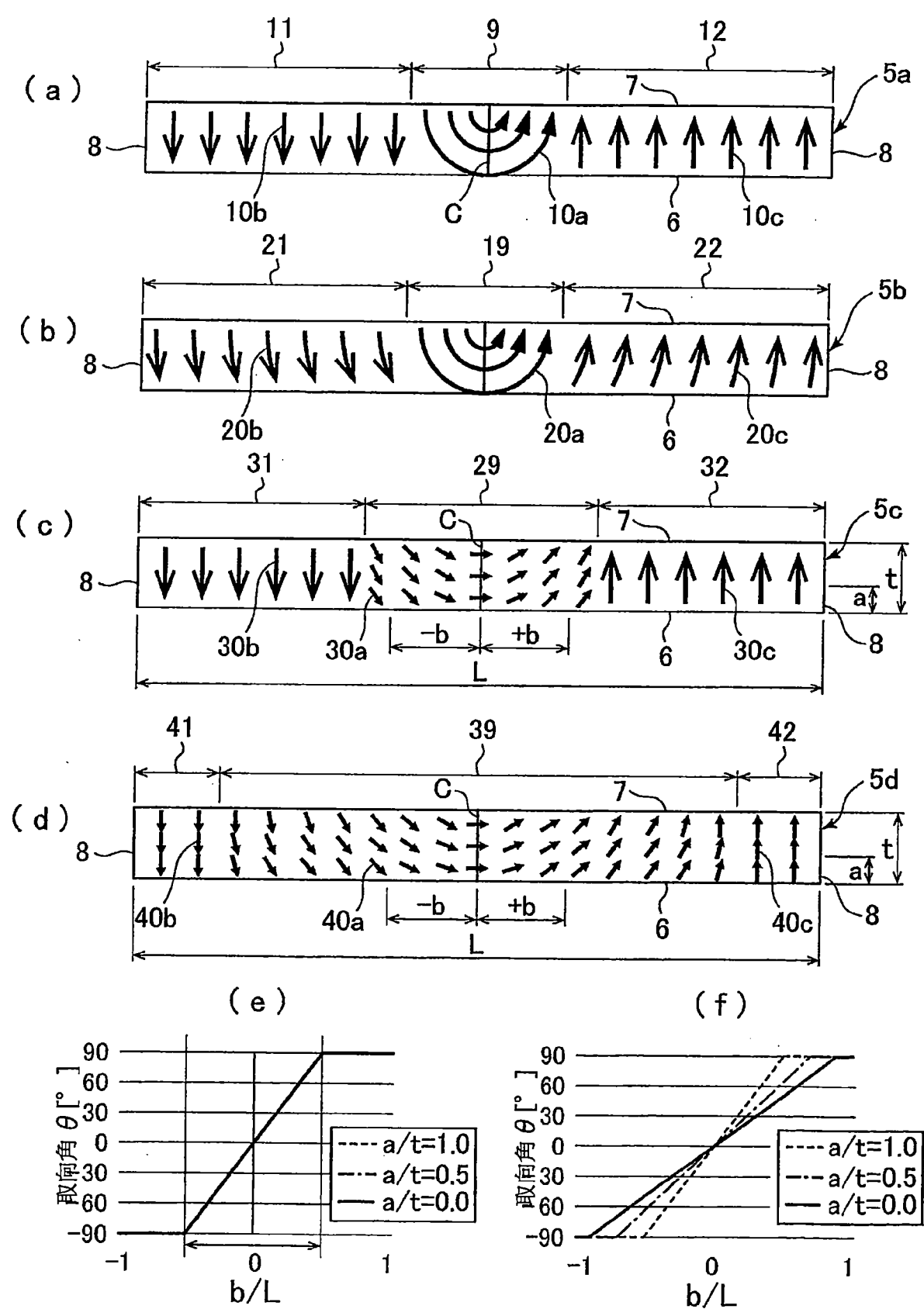
第 1 圖



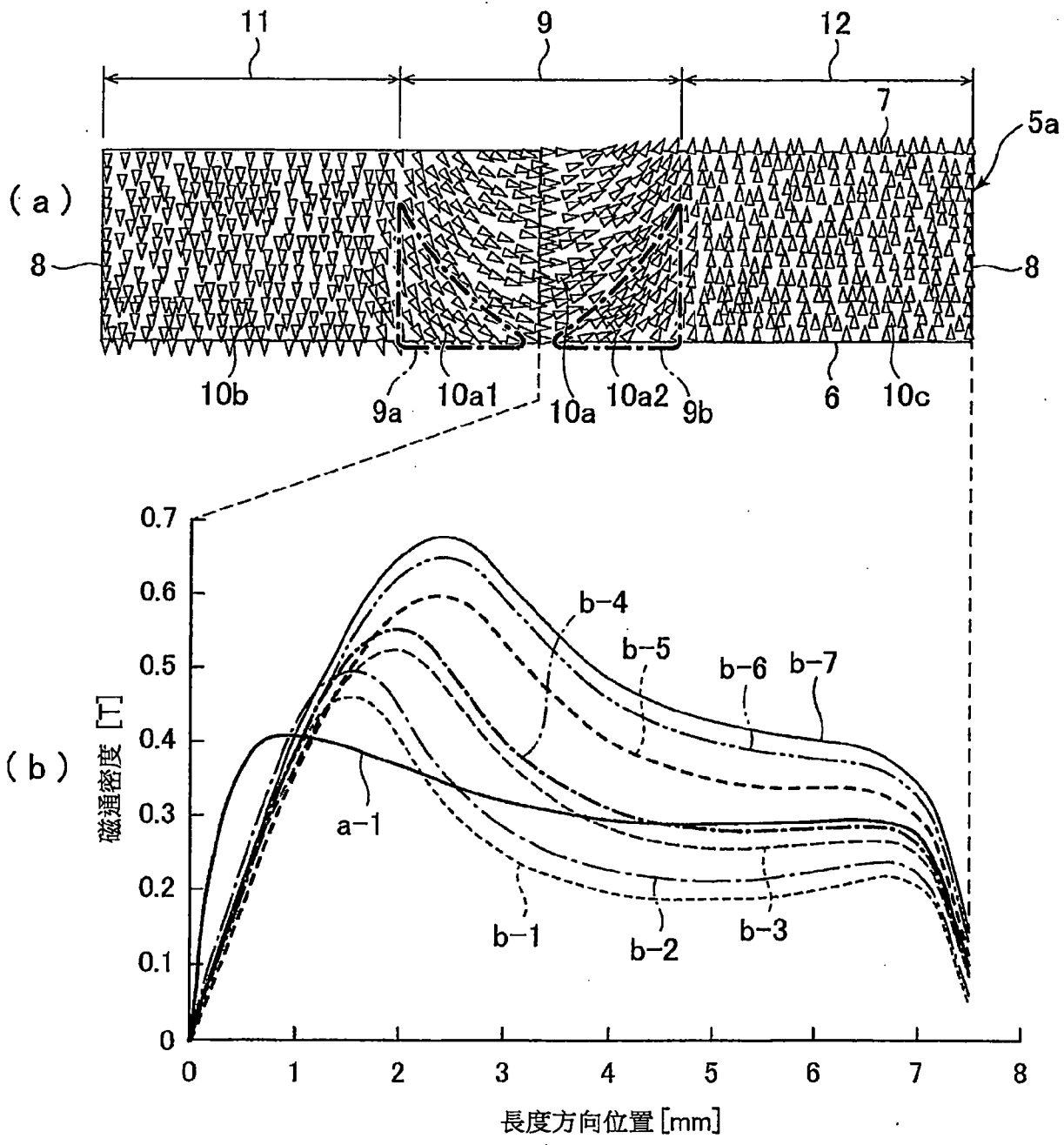
第 2 圖



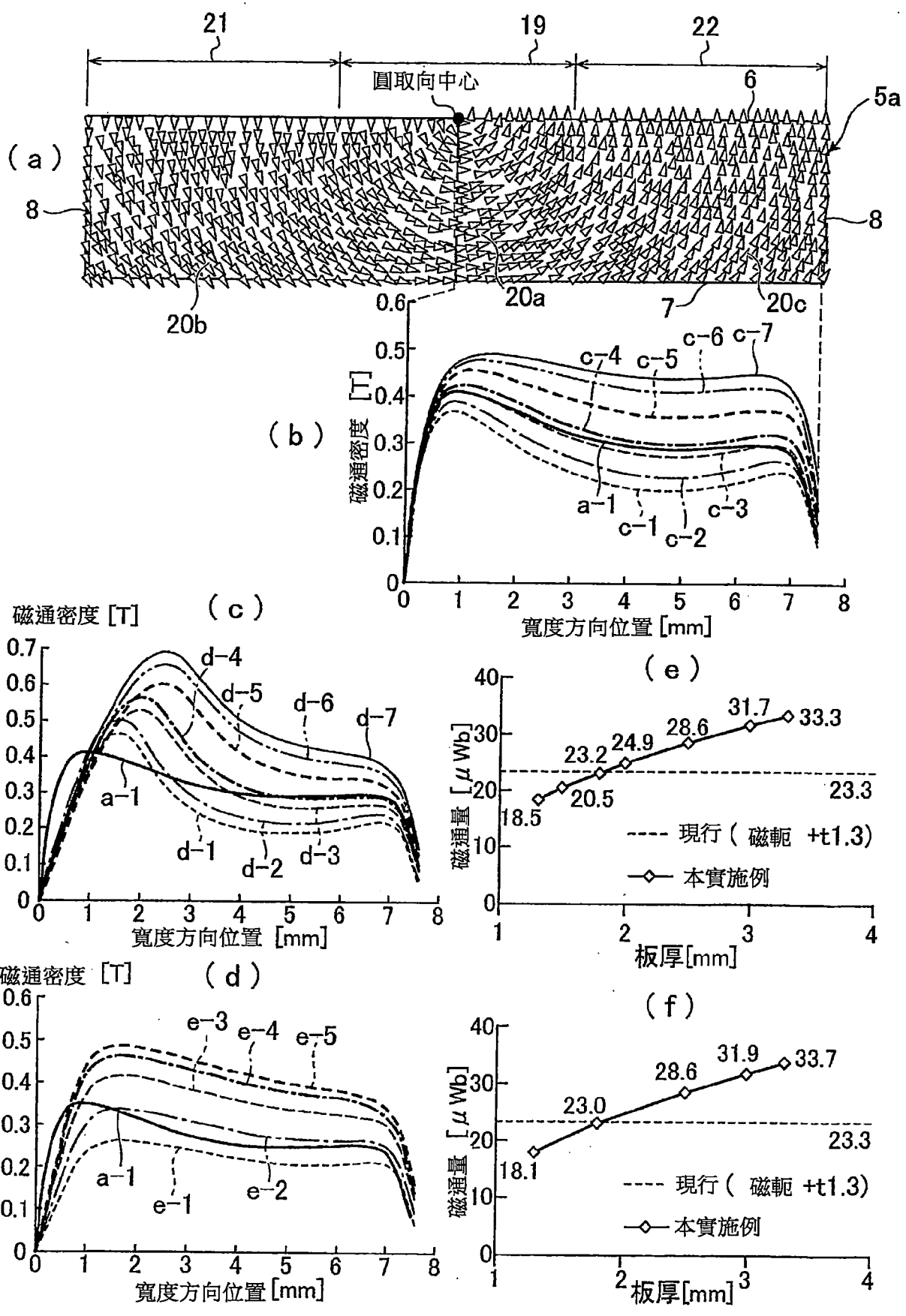
第 3 圖



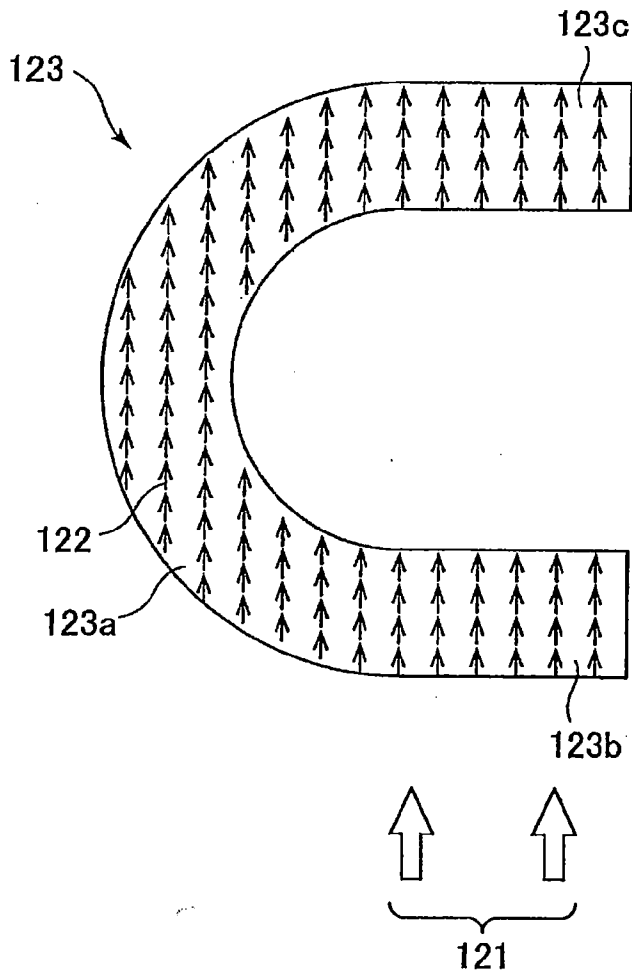
第 4 圖



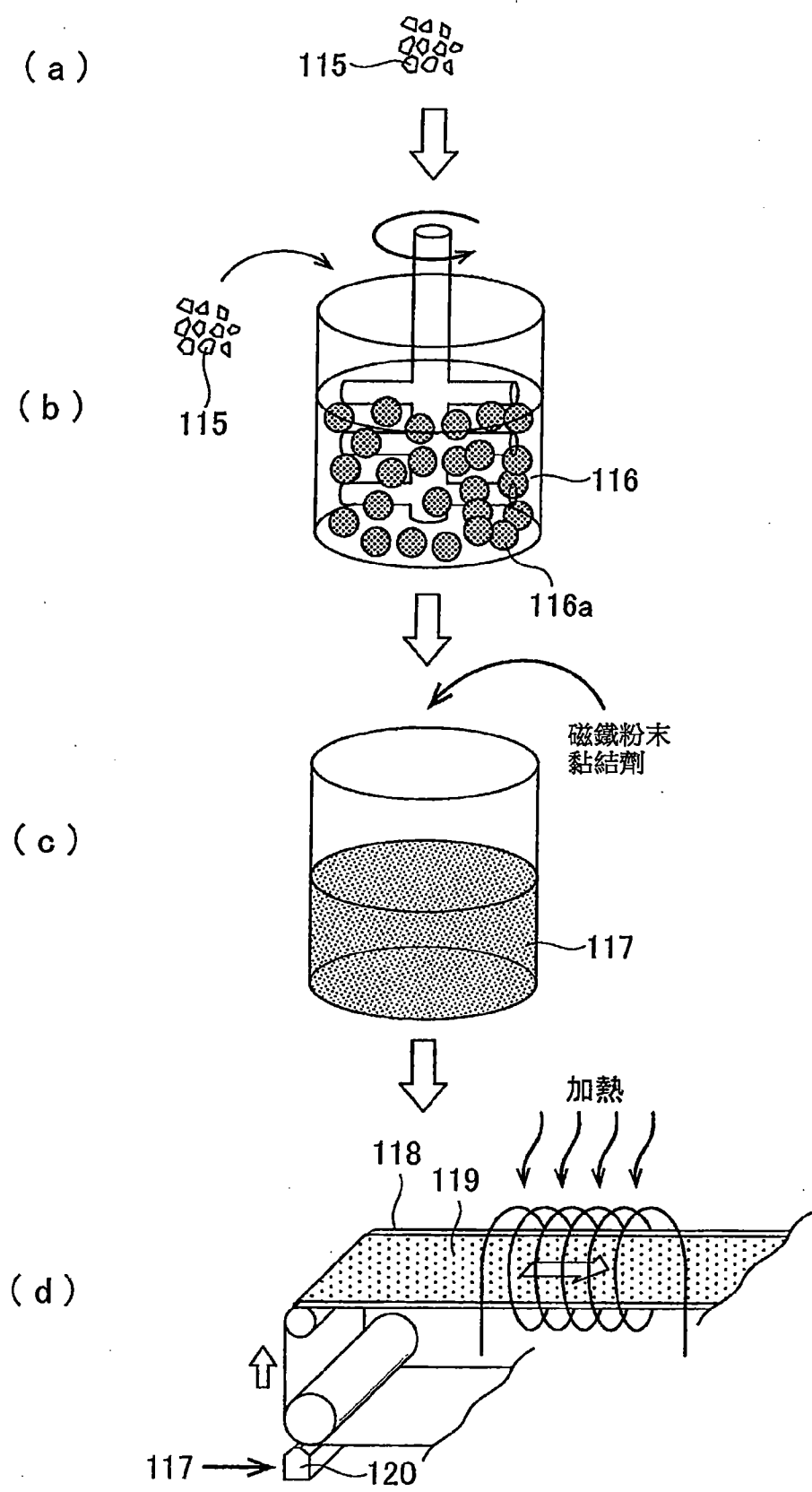
第5圖



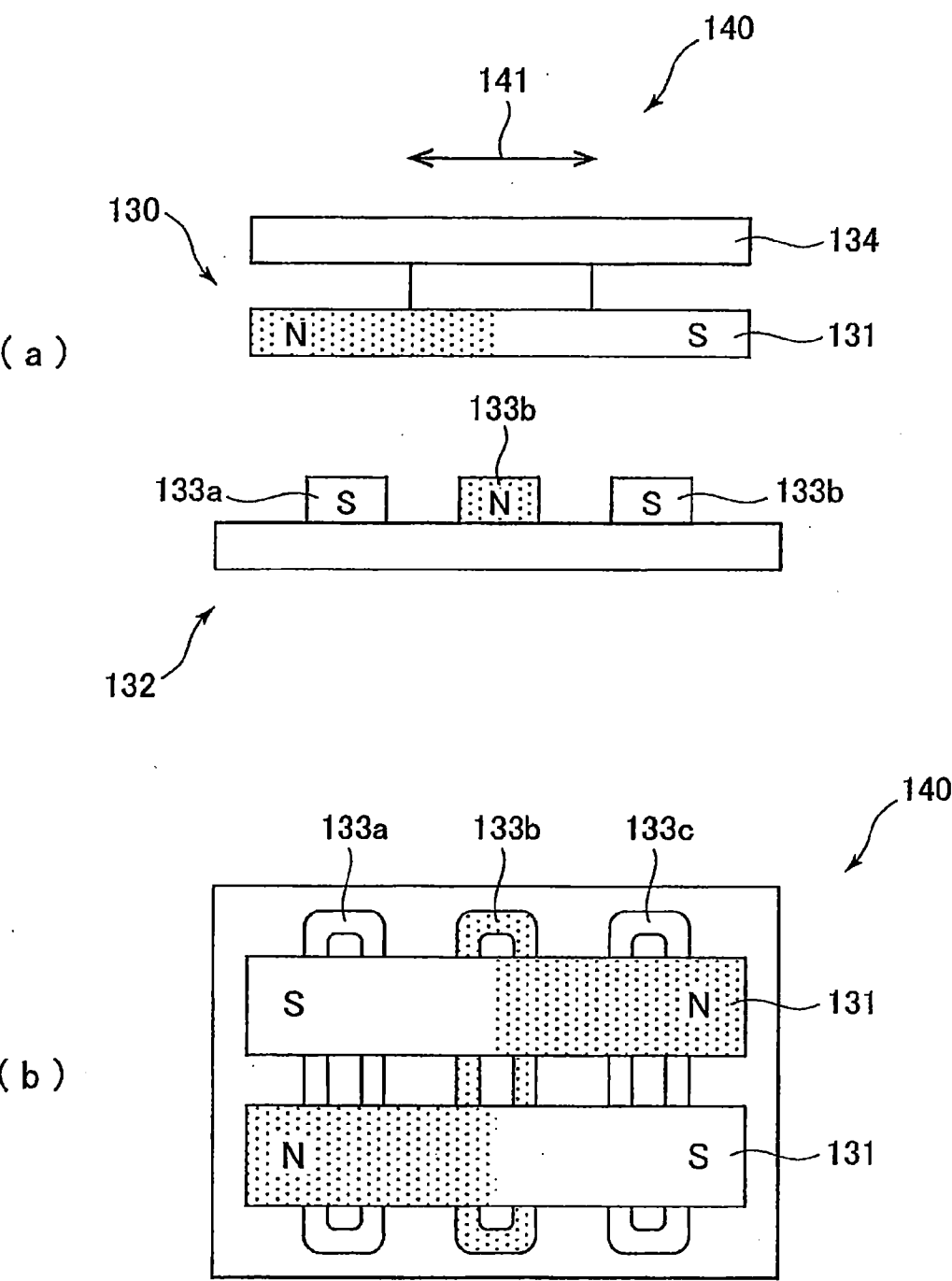
第 6 圖



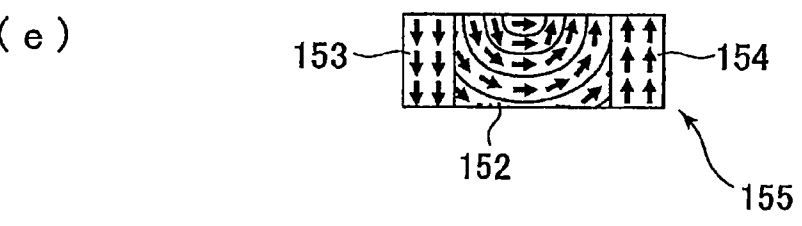
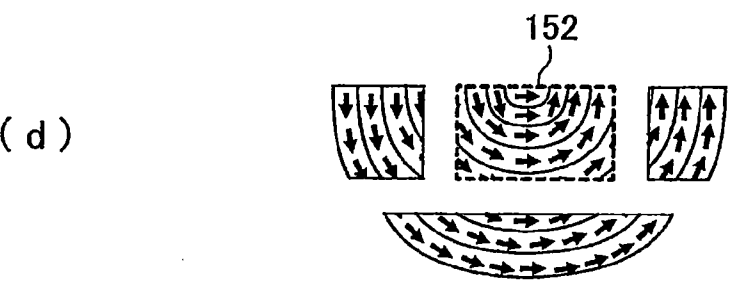
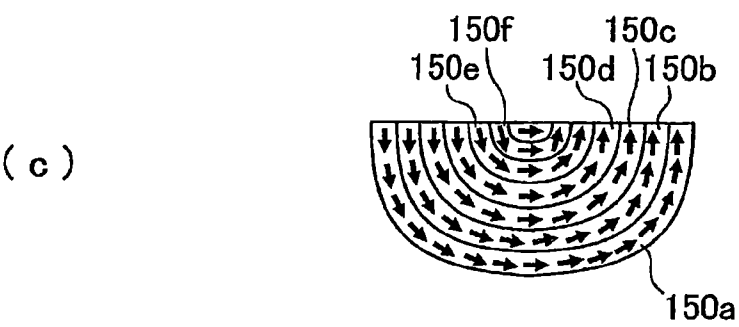
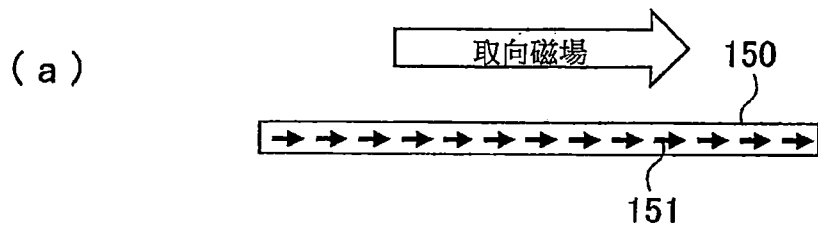
第 7 圖



第 8 圖



第 9 圖



類永久磁鐵。並且，本發明在另外其他的樣態中，提供將稀土類永久磁鐵使用於活動元件的線性馬達。

[0007] 本發明之一樣態的稀土類永久磁鐵形成用燒結體是包括含稀土類物質的磁鐵材料粒子。該磁鐵材料粒子是被一體燒結成形為具有長度方向剖面形狀的預定的立體形狀，該長度方向剖面形狀，具有：朝長度方向延伸的第 1 表面；從該第 1 表面位於厚度方向隔著間隔的位置朝長度方向延伸的第 2 表面；及長度方向兩端部的端面。該燒結體從長度方向顯示位在兩端的第 1 及第 2 端部區域之間的中央區域中，該中央區域所含的磁鐵材料粒子是以其易磁化軸通過該中央區域的長度方向中心較與上述第 1 表面垂直的長度方向中心線更位在第 1 端部區域側的部份，從該第 2 表面進入燒結體的內部，使長度方向中心線橫切長度方向，以較該中央區域的該長度方向中心線更位於第 2 端部區域側的部份，沿朝著該第 2 表面的路徑定向地進行指向。

[0008] 並且，第 1 端部區域中，該第 1 端部區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 2 表面進入燒結體的內部，並沿著朝向第 1 表面的路徑定向地進行指向。又，第 2 端部區域中，該第 2 端部區域所含的磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從第 1 表面進入燒結體的內部，並沿著朝向第 2 表面的路徑定向地進行指向。

[0009] 該場合，該中央區域中，分別鄰接於第 1 及第 2 端部區域的部份且接近第 1 表面的部份為該部份所含

的磁鐵材料粒子的易磁化軸是沿著對應上述拱狀路徑的彎曲路徑定向地進行取向。

[0010] 本發明之一較佳形態為該第 1 端部區域所含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是朝著相對於該第 1 表面大致成直角的方向進行平行取向。本發明的其他較佳形態為該第 1 端部區域所含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是在接近中央區域之處，隨著越接近第 1 表面而沿著朝接近中央區域的方向成彎曲狀傾斜的路徑定向地進行取向。此外，本發明的較佳形態為該第 2 端部區域所含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是在接近中央區域之處，隨著越遠離第 1 表面而沿著從中央區域遠離的方向成彎曲狀傾斜的路徑定向地進行取向。

[0011] 本發明之另一其他較佳形態為第 1 及第 2 端部區域所含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是朝著相對於該第 1 表面大致成直角的方向進行平行取向。並且，中央區域中，該中央區域所含的磁鐵材料粒子的易磁化軸是以中央區域的長度方向中心線為長度方向的原點，設從該長度方向中心線到第 2 端部區域方向的距離為 $+b$ ；從該長度方向中心線到第 1 端部區域方向的距離為 $-b$ ；且中央區域與上述第 1 及第 2 端部區域的邊界為止的距離為 $b_{\max}$ 時，進行該易磁化軸的取向方向與上述第 1 表面之間的角度所定義之取向角 θ 的取向成為

$$\theta (^{\circ}) = (b/b_{\max}) \times c \times 90$$

其中， c 為常數，取向角 θ 是以左轉方向為正，以右轉

方向為負，設 $(b/b_{\max}) \times c < -1$ 時 $\theta = -90^\circ$ ， $(b/b_{\max}) \times c > 1$ 時 $\theta = 90^\circ$ 。此時，該取向角在從該長度方向中心線的距離 b 相同的位置中厚度方向為大致一定。

[0012] 本發明之另一其他較佳形態為決定取向角 θ ($^\circ$) 之上述式的「 c 」並非常數，而是為可變的係數。此時，該係數 c 是使厚度方向變化從該第 1 表面朝著該第 2 表面逐漸增加使得第 1 表面成為最小而第 2 表面成為最大。詳細說明時，定義取向角 θ 的上述式中， $(b/b_{\max}) \times c < -1$ 時為 $\theta = -90^\circ$ ， $(b/b_{\max}) \times c > 1$ 時為 $\theta = 90^\circ$ 。並且，係數 c 是在第 1 表面成為最小且在上述第 2 表面成為最大的方式，從該第 1 表面朝著該第 2 表面在厚度方向逐漸增加地變化。

[0013] 本發明的再一較佳形態為磁鐵材料粒子是藉 Nd-Fe-B 系磁鐵材料所構成。

[0014] 本發明進一步提供藉由上述稀土類永久磁鐵形成用燒結體磁化所製作稀土類永久磁鐵。並且，本發明提供一種線性馬達，係由：至少具備一個如上述所製作的稀土類永久磁鐵的活動元件，及相對於該稀土類永久磁鐵的該第 2 表面隔著間隔配置的固定磁極所構成。此時，線性馬達中，活動元件的稀土類磁鐵是以配置使得長度方向與該活動元件的移動方向成平行為佳。

[發明效果]

[0015] 根據本發明，稀土類永久磁鐵形成用燒結體

是使其構成材料的磁鐵材料粒子的易磁化軸如上述進行取向，因此藉著在該燒結體磁化所製作的稀土類永久磁鐵的磁化方向也沿著易磁化軸的取向方向。因此，稀土類永久磁鐵會產生在中央區域的兩側之間循環的磁通，不使用後磁軛即可獲得充分的磁通密度。

【圖式簡單說明】

[0016]

第 1 圖是表示使用於往返移動構件的驅動用線性馬達的活動元件之典型永久磁鐵單元的排列的圖，（a）為上視圖，（b）為側視圖。

第 2 圖是表示將第 1 圖所示永久磁鐵單元組裝於線性馬達的狀態的概略圖。

第 3 圖為整體表示本發明的永久磁鐵形成用燒結體的磁鐵材料粒子之易磁化軸定向的概略長度方向剖視圖，（a）表示本發明之一實施形態，（b）表示其他的實施形態，（c）表示獲得高峰磁通密度的較佳實施形態，（d）表示實施形態的變化率，（e）是表示（c）的實施形態之磁鐵材料粒子的易磁化軸的定向角與長度方向位置的關係的圖表，（f）是表示（d）的實施形態之磁鐵材料粒子的易磁化軸的定向角與長度方向及厚度方向位置的關係的圖表。

第 4 圖是與第 3（a）圖表示實施形態之相關連的圖，（a）表示永久磁鐵形成用燒結體的磁鐵材料粒子之

結體 5a 是例如藉燒結如 Nd-Fe-B 系磁鐵材料的稀土類磁鐵材料的粒子所製造的構成，具有朝長度 L 的方向延伸的第 1 表面 6 及從該第 1 表面 6 在厚度方向以相當於厚度 t 的間隔朝長度 L 的方向延伸的第 2 表面 7。在燒結體 5a 的長度 L 方向兩端部形成有端面 8。第 3 (a) 圖中雖未表示，但燒結體 5a 是與第 1 圖表示的永久磁鐵 1a、1b 同樣，具有寬度方向尺寸 W。因此，燒結體 6 整體為長方體的形狀，使用於往返移動構件用的線性馬達的場合，可具有和第 1 圖的上述相同長度方向尺寸 L 及寬度方向尺寸 W。

[0021] 第 3 (a) 圖表示的實施形態是在僅以預定的長度從長度方向中心線 C 朝長度方向兩側延伸的中央區域 9 中，將該區域 9 中包含的磁鐵材料粒子（未圖示）的易磁化軸 10a 取向成以長度方向中心線 C 的第 2 表面 7 上的點為中心，沿著向下呈拱狀路徑定向。並且，從該中央區域 9 至一方端面 8 為止的第 1 端部區域 11 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10b 是被平行取向為從長度方向延伸的第 2 表面 7 沿著朝第 1 表面 6 的路徑大致平行地定向，從該中央區域 9 至另一方端面 8 為止的第 2 端部區域 12 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10c 是被平行取向為從長度方向延伸的第 1 表面 6 沿著朝第 2 表面 7 的路徑大致平行地定向。

[0022] 第 3 (b) 圖表示的實施形態是在僅以預定的長度從長度方向中心線 C 朝長度方向兩側延伸的中央區域

19 中，將該區域 19 中包含的磁鐵材料粒子（未圖示）的易磁化軸 20a 是與第 3（a）圖表示實施形態同樣地，取向成以長度方向中心線 C 的第 2 表面 7 上的點為中心，沿著向下呈拱狀路徑定向。但是，該實施形態的場合，從該中央區域 19 到一方端面 8 為止的第 1 端部區域 21 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 20b 是被取向為從朝著長度方向延伸的第 2 表面 7 朝第 1 表面 6，隨著越接近該第 1 表面 6 而在中央區域 19 沿著彎曲路徑定向，從該中央區域 19 到另一方端面 8 為止的第 2 端部區域 22 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 20c 是被取向為從朝著長度方向延伸的第 1 表面 6 朝第 2 表面 7，隨著越接近該第 2 表面 7 而沿著從中央區域 19 離開的彎曲路徑定向。

[0023] 第 3（c）圖表示的實施形態是在僅以預定的長度從長度方向中心線 C 朝長度方向兩側延伸的中央區域 29 中，將該區域 29 中包含的磁鐵材料粒子（未圖示）的易磁化軸 30a，以隨著從長度方向中心線 C 的距離 b 變大而變大的傾斜角，取向成相對於第 1 表面 6 傾斜。詳細說明時，如第 3（c）圖表示，設採長度方向中心線 C 與第 1 表面 6 的交叉點 O 朝第 1 端部區域 31 的方向的距離為「-b」，設採從該交叉點 O 朝第 2 端部區域 32 的方向的距離為「+b」時，距離「b」之磁鐵材料粒子的易磁化軸 30a 相對於第 1 表面 6 之傾斜角的取向角 θ 被取向為 $\theta(^{\circ}) = (b/b_{\max}) \times c \times 90$

其中，c 為常數，取向角 θ 是設以左旋轉方向為正，

以右旋轉方向為負， $(b/b_{\max}) \times c < -1$ 時為 $\theta = -90^\circ$ ， $(b/b_{\max}) \times c > 1$ 時為 $\theta = 90^\circ$ ，該取向角在從該長度方向中心線的距離 b 為相同的位置中於厚度方向大致一定。在端部區域 31、32 中，該區域 31、32 中包含的鐵材料粒子的易磁化軸 30b、30c 是成為平行取向。

[0024] 第 3 (d) 圖表示的實施形態是與的 3 (c) 圖的實施形態中的同樣，在僅以預定的長度從長度方向中心線 C 朝長度方向兩側延伸的中央區域 39 中，將該區域 39 中包含的磁鐵材料粒子（未圖示）的易磁化軸 40a，以隨著從長度方向中心線 C 的距離 b 變大而變大的傾斜角，取向成相對於第 1 表面 6 傾斜。但是，限定本實施形態之磁鐵材料粒子的易磁化軸 40a 的取向角 θ 的式 $\theta (^\circ) = (b/b_{\max}) \times c \times 90$ 中的「 c 」並非常數，而是對應從第 1 表面 6 之厚度方向的距離「 a 」採不同的值的係數。該關係是以第 3 (f) 圖表示的圖表來表示。此時，在與距離「 b 」相同的長度方向位置中，取向角 θ 是隨著厚度方向的距離「 a 」變大而變小。在端部區域 41、42 中，該區域 41、42 中包含的鐵材料粒子的易磁化軸 40b、40c 是成為平行取向。

[0025] 在第 4 (a) 圖詳細表示第 3 (a) 圖的實施形態之稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a 的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10a 的取向。中央區域 9 中，各個磁鐵材料粒子的易磁化軸 10a 是被取向在第 1 端部區域 11 中從第 2 表面進入燒結體 5a 內，通過該燒結體 5a 內，在第 2 端部區域 12 中再度沿著到達第 2 表面 7 的大致圓弧形或拱形的

路徑定向。第 1 端部區域 11 中，該區域 11 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10b 是成為平行取向而沿著從第 2 表面 7 朝第 1 表面 6 的大致平行的路徑定向。相反地，第 2 端部區域 12 中，該區域 12 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10c 是成為平行取向而沿著從第 1 表面 6 朝第 2 表面 7 的大致平行的路徑定向。

[0026] 再者，中央區域 9 中，分別與第 1 及第 2 端部區域 11、12 鄰接的部份之中，接近第 1 表面 6 的角隅部份 9a、9b 中，該部份 9a、9b 中包含的磁鐵材料粒子的易磁化軸 10a1、10a2 是被取向沿著對應上述圓弧形或拱形路徑的彎曲路徑定向。

[0027] 藉著如上述所形成的稀土類永久磁鐵形成用燒結體 5a 磁化獲得的稀土類永久磁鐵產生從第 1 端部區域 11 的第 1 表面 6 出至第 2 端部區域 12 的第 1 表面 6 為止，並從第 2 端部區域 12 的第 2 表面 7 出至第 1 端部區域 11 的第 2 表面 7 為止循環的磁通。亦即，該永久磁鐵不設置後磁軛，即可生成高磁通密度。

[0028] 第 4 (b) 圖是表示將本發明的該實施形態的 Nd-Fe-B 系磁鐵的磁通密度的增大與習知的 Nd-Fe-B 系磁鐵對比的圖表。該對比是針對與第 1 圖相關的具有上述尺寸的 Nd-Fe-B 系燒結磁鐵進行。如上述，習知的燒結磁鐵中，燒結體為厚度 1.3mm，在該燒結體安裝厚度 2mm 的後磁軛。第 4 (b) 圖是表示藉磁鐵生成的磁通密度與從長度方向中心的距離相關連，曲線 a-1 是成為比較例之習

申請專利範圍

1. 一種稀土類永久磁鐵形成用燒結體，係於具有長度方向剖面形狀的預定的立體形狀，該長度方向剖面形狀，具有：包括含稀土類物質的磁鐵材料，朝長度方向延伸的第 1 表面；位於從該第 1 表面在厚度方向具有間隔的位置朝著長度方向延伸的第 2 表面；及長度方向兩端部的端面，一體成形有該磁鐵材料粒子的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其特徵為：

長度方向顯示位在兩端的第 1 及第 2 端部區域之間的中央區域中，該中央區域所含的上述磁鐵材料粒子是以其易磁化軸通過上述中央區域的長度方向中央部份較垂直於上述第 1 表面的長度方向中心線更位在上述第 1 端部區域側的部份，從上述第 2 表面進入上述燒結體的內部，將上述長度方向中心線橫切長度方向，並以較上述中央區域的上述長度方向中心線更位於上述第 2 端部區域側的部份，沿著朝上述第 2 表面的路徑定向地進行取向，

上述第 1 端部區域中，該第 1 區域所含的上述磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從上述第 2 表面進入上述燒結體的內部，並朝向上述第 1 表面地進行取向，

上述第 2 端部區域中，該第 2 區域所含的上述磁鐵材料粒子是使其易磁化軸從上述第 1 表面進入上述燒結體的內部，並朝向上述第 2 表面地進行取向。

2. 如申請專利範圍第 1 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，該第 1 端部區域所含的上述磁鐵材料

粒子的易磁化軸是朝著相對於上述第 2 表面大致成直角的方向進行平行取向。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，該第 2 端部區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是朝著相對於上述第 2 表面大致成直角的方向進行平行取向。

4. 如申請專利範圍第 1 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，該第 1 端部區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是在接近上述中央區域之處，隨著越接近上述第 1 表面而沿著朝接近上述中央區域的方向傾斜的路徑定向地進行取向。

5. 如申請專利範圍第 1 項或第 4 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，該第 2 端部區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是在接近上述中央區域之處，隨著越遠離上述第 1 表面而沿著從上述中央區域遠離的方向傾斜的路徑定向地進行取向。

6. 如申請專利範圍第 1 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，上述第 1 及第 2 端部區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是朝著相對於上述第 1 表面大致成直角的方向進行平行取向，

上述中央區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是以上述中央區域的長度方向中心線為長度方向的原點，設從該長度方向中心線到上述第 2 端部區域方向的距離為 $+b$ ；從該長度方向中心線到上述第 1 端部區域方向的距離

為 $-b$ ；且中央區域與上述第 1 及第 2 端部區域的邊界為止的距離為 $b_{\max}$ 時，進行該易磁化軸的取向方向與上述第 1 表面之間的角度所定義之取向角 θ 的取向成為

$$\theta(^{\circ}) = (b/b_{\max}) \times c \times 90$$

其中， c 為常數，取向角 θ 是以左轉方向為正，以右轉方向為負，設 $(b/b_{\max}) \times c < -1$ 時 $\theta = -90^{\circ}$ ， $(b/b_{\max}) \times c > 1$ 時 $\theta = 90^{\circ}$ ，該取向角在從該長度方向中心線的距離 b 相同的位置中厚度方向為大致一定。

7. 如申請專利範圍第 1 項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，上述第 1 及第 2 端部區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是朝著相對於上述第 1 表面大致成直角的方向進行平行取向，

上述中央區域所含的上述磁鐵材料粒子的易磁化軸是以上述中央區域的長度方向中心線為長度方向的原點，設從該長度方向中心線到上述第 2 端部區域方向的距離為 $+b$ ；從該長度方向中心線到上述第 1 端部區域方向的距離為 $-b$ ；且中央區域與上述第 1 及第 2 端部區域的邊界為止的距離為 $b_{\max}$ 時，進行該易磁化軸的取向方向與上述第 1 表面之間的角度所定義之取向角 θ 的取向成為

$$\theta(^{\circ}) = (b/b_{\max}) \times c \times 90$$

其中，取向角 θ 是以左轉方向為正，以右轉方向為負，設 $(b/b_{\max}) \times c < -1$ 時 $\theta = -90^{\circ}$ ， $(b/b_{\max}) \times c > 1$ 時 $\theta = 90^{\circ}$ ，上述 c 是在上述第 1 表面成為最小且在上述第 2 表面成為最大的方式，從該第 1 表面朝著該第 2 表面變化

厚度方向逐漸增加的係數。

8. 如申請專利範圍第 1 項至第 7 項中任一項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體，其中，上述磁鐵材料粒子為 Nd-Fe-B 系磁鐵材料。

9. 一種稀土類永久磁鐵，其特徵為：藉由申請專利範圍第 1 項至第 8 項中任一項記載的稀土類永久磁鐵形成用燒結體磁化所製作。

10. 一種線性馬達，係由：具備申請專利範圍第 9 項記載的稀土類永久磁鐵的活動元件，及相對於該稀土類永久磁鐵的上述第 1 表面隔著間隔配置的固定磁極所構成。

11. 如申請專利範圍第 10 項記載的線性馬達，其中，上述活動元件的稀土類永久磁鐵是配置使得長度方向與該活動元件的移動方向成為平行。