

(21)申請案號：100140124

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 03 日

(51)Int. Cl. : H01F7/02 (2006.01)

(30)優先權：2010/11/05 日本

2010-248475

(71)申請人：信越化學工業股份有限公司(日本) SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：小林秀樹 KOBAYASHI, HIDEKI (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 200531097A

TW 201036009A

JP 2005-152886A

US 6768407B2

審查人員：王欽彥

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 25 頁

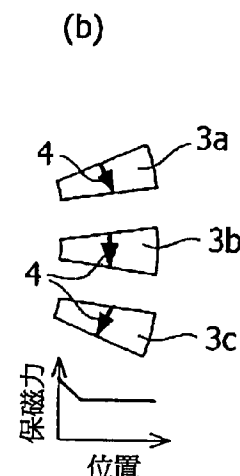
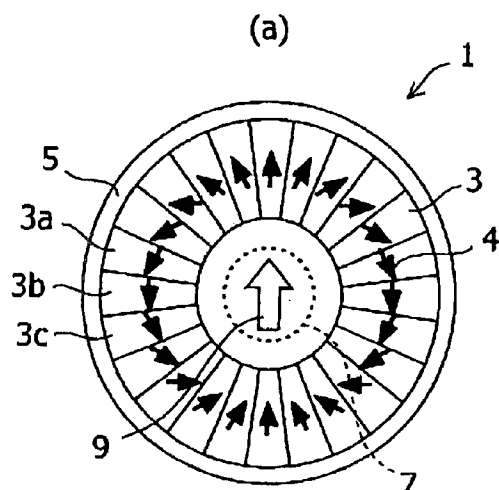
(54)名稱

雙極環磁性迴路及磁場中熱處理裝置

(57)摘要

提供一種具備高磁場強度和減磁耐性之雙極環磁性迴路。一種雙極環磁性迴路，係為具備有以使磁化方向在半周而作一週旋轉的方式來配列為環狀之複數的永久磁石片(3)，並在該永久磁石片(3)所包圍之內部空間(7)中，以均一之強度來產生實質性為單方向的磁場(9)之磁性迴路(1)，其特徵為：前述永久磁石片(3)之 2 個以上，係在相對於環狀形狀之中心軸而垂直的面上，使磁化方向相對於前述均一磁場(9)之方向而成 150 度~210 度之角度(以下，稱作「特定磁石片」)，至少在前述特定磁石片(3a、3b、3c)中，若是沿著前述環狀形狀之徑方向而越接近前述內部空間，則保磁力之值係變得越高。

圖 1



1 . . . 雙極環磁性迴路

3 . . . 永久磁石片

3a、3b、3c . . . 磁石片

4 . . . 磁化方向

5 . . . 箱

7 . . . 均一磁場空間
(內部空間)

9 . . . 磁場方向

發明專利說明書

年 月 日修(東)正替換頁

(本申請書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

公告本

※申請案號：100140124

※申請日：100 年 11 月 03 日

※IPC 分類：H01F 1/02

(2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

雙極環磁性迴路及磁場中熱處理裝置

二、中文發明摘要：

〔解決課題〕提供一種具備高磁場強度和減磁耐性之雙極環磁性迴路。

〔解決手段〕一種雙極環磁性迴路，係為具備有以使磁化方向在半周而作一週旋轉的方式來配列為環狀之複數的永久磁石片(3)，並在該永久磁石片(3)所包圍之內部空間(7)中，以均一之強度來產生實質性為單方向的磁場(9)之磁性迴路(1)，其特徵為：前述永久磁石片(3)之2個以上，係在相對於環狀形狀之中心軸而垂直的面上，使磁化方向相對於前述均一磁場(9)之方向而成150度~210度之角度(以下，稱作「特定磁石片」)，至少在前述特定磁石片(3a、3b、3c)中，若是沿著前述環狀形狀之徑方向而越接近前述內部空間，則保磁力之值係變得越高。

三、英文發明摘要：

~~104. 2. 10~~
年 月 日修(更)正替換頁

四、指定代表圖：

(一) 本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二) 本代表圖之元件符號簡單說明：

1：雙極環磁性迴路

3：永久磁石片

3a、3b、3c：磁石片

4：磁化方向

5：箱

7：均一磁場空間(內部空間)

9：磁場方向

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

雙極環 (Dipole Ring) 磁性迴路，係為能夠在磁性迴路之內部空間中，將磁場方向對齊於單一方向並產生略均一之磁場強度的磁場空間者，並作為磁性共振斷層攝影裝置 (MRI) 或半導體元件製造工程乃至於基礎研究用之磁場產生裝置而被廣泛使用。其中，特別是在半導體元件製造工程中之磁場中熱處理工程的領域中，係期待有今後之擴大利用。

【先前技術】

如圖 4 (a) 所示一般，雙極環磁性迴路 101，迴路形狀係成為環狀，並在箱 105 內具備有以使各磁石片之磁化方向 104 在環的半周而作 1 週旋轉的方式來作了配列的複數之永久磁石片 103，而在環之內部的一定空間中，產生磁場方向 109 為單一方向且磁場強度為均一之磁場空間 107 (專利文獻 1)。如圖 4 (b) 所示一般，磁性迴路，係在軸方向上具備有一定之長度，並在內部空間中而於軸方向上形成有限長度之均一磁場空間 107。亦即是，係為在內部空間中形成圓柱形狀之均一磁場空間 107 者。

雙極環磁性迴路，係在需要磁場強度為均一且磁場之方向被對齊為單一方向的磁場空間之用途中，而被作使用。近年來，在磁阻元件製造之熱處理工程 (專利文獻 2) 中，亦有所被利用。作為磁場中熱處理用，係使用有常導

電磁石形態或超導電磁石形態，但是，從最近之永久磁石的高特性化以及省電力化之觀點來看，不僅是在低磁場中，就算是在 1T (TESLA) 以上的磁場產生用中，永久磁石形態之利用亦係增加。

爲了將熱處理之處理能力提升，前述均一磁場空間，係以越廣爲越理想，但是，爲了將磁場空間之直徑增大，係需要將磁性迴路之內徑增大，又，爲了將磁場空間之長度增長，係需要將磁性迴路之長度增長。若是單純地將內徑擴廣，則由於磁場強度會降低，因此，爲了將磁場強度作維持並增廣磁場空間，係必須將磁性迴路外徑增加，而成爲使全體之大小以及重量大型化。

在雙極環磁性迴路中，由於相較於其他磁石而殘留磁化以及保磁力爲更高的理由，而主要使用有 NdFeB 稀土類燒結磁石。磁石，由於若是被作用有較保磁力更大之逆磁場，則會被減磁，因此，在使用時，爲了防止減磁，係使用較作用在磁石處之逆磁場而保磁力爲更高的磁石。但是，一般而言，NdFeB 燒結磁石之保磁力和殘留磁化，係存在有取捨 (trade off) 關係，若是保磁力越高的磁石，則殘留磁化係越低，因此，若是使用具備有必要以上之高保磁力的磁石，則所產生之磁場係會降低。

近年來，係報告有藉由如同在專利文獻 3 或非專利文獻 1 中所記載一般，從燒結磁石表面來使 Dy (鎳) 或 Tb (鉍) 擴散至內部，來並不使殘留磁化降低地而提高保磁力之手法。在此些之手法中，由於係能夠有效率地將

Dy 或 Tb 濃化於粒界，因此，係能夠幾乎並不伴隨著殘留磁化之降低地來使保磁力增大。又，由於若是磁石尺寸越小，則被附加之 Dy 或 Tb 越能夠擴散至內部，因此，此擴散處理方法，係能夠對於小型或薄型之磁石作適用。

此一從磁石表面而使 Dy 或 Tb 擴散之處理，若是對於並非為小型之磁石而進行，則會成為如同專利文獻 4 中所記載一般，在磁石內部保磁力並不會上升而保磁力為從內部起朝向表面來逐漸增加，在使用上，係有必要多加注意。

〔 先前技術文獻 〕

〔 專利文獻 〕

〔 專利文獻 1 〕 日本特開 2006-294851 號公報

〔 專利文獻 2 〕 日本特開 2004-119822 號公報

〔 專利文獻 3 〕 國際公開第 2006/043348 號小冊

〔 專利文獻 4 〕 日本特開 2010-135529 號公報

〔 非專利文獻 〕

〔 非專利文獻 1 〕 町田憲一、川寄尚志、鈴木俊治、伊東正浩、堀川高志，“Nd-Fe-B 系燒結磁石之粒界改質與磁性特性”，粉體粉末冶金協會講演概要集，平成 16 年度春季大會，P.202

【 發明內容 】

〔 發明所欲解決之課題 〕

本發明，係為有鑑於前述事態所進行者，其目的，係

在於提供一種具備高磁場強度和減磁耐性之雙極環磁性迴路。

〔用以解決課題之手段〕

本發明者們，係爲了達成前述目的，而進行苦心研究，其結果，係得知了：藉由針對構成圓筒狀之雙極環磁性迴路之複數的永久磁石片中之至少一部份的磁石片，而設爲若是沿著圓筒之徑方向而越接近內部空間則保磁力之值係爲越高者，則能夠防止此磁石片之減磁，同時提升內部空間之磁場強度。

〔發明之效果〕

若依據本發明，則藉由將具備有高殘留磁化和沿著圓筒之徑方向而越接近內部空間則保磁力越高的永久磁石片，使用於在相對於雙極環磁性迴路之圓筒中心軸而垂直的面上而相對於均一磁場之磁場方向而具有 150 度～210 度之角度差的磁化方向之磁石片（以下，稱作「特定磁石片」）中，此磁性迴路，係能夠產生相較於先前技術而磁場強度更高之均一磁場空間。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的雙極環磁性迴路作比較，則由於係能夠將所需要之磁石片體積減少，因此，係能夠成爲相較於先前技術而更加小型化、輕量化。

又，當在特定磁石片處，使用相較於其他之構成磁石片而保磁力爲更高的磁石、或者是將該特定磁石片在半徑

方向上作分割並於內周側之磁石片處使用保磁力較高之磁石的情況時，此磁性迴路，係能夠產生相較於先前技術而磁場強度更高之均一磁場空間。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的雙極環磁性迴路作比較，則能夠成爲相較於先前技術而更加小型化、輕量化。

若是使用如同上述一般而將磁場強度作了提高的雙極環磁性迴路，則係能夠使用在需要更高之磁場強度的用途中。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的磁性迴路作比較，則由於能夠成爲相較於先前技術而更加小型化、輕量化，因此，當將此使用在半導體製造裝置中的情況時，係能夠謀求裝置全體之小型化、輕量化。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的磁性迴路作比較，則能夠相較於先前技術而將磁性迴路內徑更加擴廣，當將此使用在半導體製造裝置中的情況時，係能夠將可使用之內部空間擴廣，因此，係能夠將被配置在此空間中之搬送系或加熱系的設計自由度提高。

【實施方式】

以下，針對本發明之雙極環磁性迴路作詳細說明。圖1，係對於本發明之磁性迴路的其中一例作展示。磁性迴路1，係藉由以外周而形成環狀並且以使磁化方向在環之半周而作1週旋轉的方式而作了配列的複數之永久磁石片

3 所構成，在內部空間 7 中所產生之磁場，係成爲對齊於單一方向 9 並且強度係成爲均一。各磁石片 3，係具備有概略扇形或梯形之形狀，並在環（圓筒）形狀之箱 5 中，以作爲全體而形成環狀的方式被作收容。磁石片 3 和箱 5 以及磁石片彼此，係藉由接著劑等而被作接著固定。例如，當如同圖 1 所示一般，磁性迴路 1 之全體爲被分割成 24 個的磁石片的情況時，各磁石片之磁化方向 4，係以在環的半周而作 360 度旋轉的方式，來以使相鄰之磁石片彼此間的磁化方向各作 30 度之變化的方式而構成之。構成電路之磁石片的分割數，由於若是分割數過小，則磁場均一性會降低，而若是分割數過多，則製造成本會增大，因此，係概略以成爲 12~36 分割爲理想。在 36 分割的情況時，係以使相鄰之磁石片彼此間的磁化方向各作 20 度之變化的方式而構成之。

在如同上述一般所構成之永久磁石片 3 中，針對特定磁石片，係使用若是沿著圓筒之徑方向而越接近內部空間則保磁力爲越高者。亦即是，若以圖 1 之例來作展示，則關於在電路右半邊存在有 3 個且在電路左半邊而存在有 3 個的合計存在 6 個之相對於均一磁場方向 9 而具有磁化方向 4 爲 150 度、180 度、210 度之角度差的磁石片 3a、3b、3c，係使用磁石片之內周面的保磁力之值爲較磁石片內部中央的保磁力而更高之磁石片。

在圖 1 (b) 中，係對於在針對 6 個特定磁石片而從內周面起來施加有 Dy 或 Tb 之擴散處理的情況時，電路右半

邊之 3 個的磁石片之典型性保磁力的模樣作展示。在圖 1 (b) 之例中，特定磁石片之內部中央的保磁力，係為一定值，但是，從磁石片之特定深度起沿著半徑方向而到達內周面為止，係概略反比於與內周面所相距之距離地而上升。

使用圖 2，針對具有此種保磁力之分布的磁石片作為雙極環磁性迴路係為有效的理由作說明。圖 2，係對於在雙極環磁性迴路的磁石片之各部處所作用的逆磁場之模樣作展示。如同由圖 2 而可得知一般，在特定磁石片之內周側區域 11 處，係作用有強的逆磁場。亦即是，在此區域處，由於係成為容易產生磁石片之減磁，因此，係有必要使用具有能夠耐住逆磁場之高保磁力的磁石片。但是，若是將磁性迴路全體設為高保磁力磁石片，則殘留磁化會降低，所產生的磁場會變弱。

因此，在本發明之其中一例中，係採用：在作用有強的逆磁場之特定磁石片處，使用從內周面起而將 D_y 或 T_b 作了擴散處理之磁石片的手法。藉由此，內周側區域之保磁力係提升，減磁之發生係被抑制，且殘留磁化亦不會降低，而能夠在內部空間處產生強的磁場。如同先前所述一般，由於被作了擴散處理之磁石片，其殘留磁化之值係維持為高，且將保磁力作了提高，因此，藉由將此使用在特定磁石片處，由於係能夠將內部之均一磁場空間的磁場提高，故而係能夠使用在需要更高之磁場強度的用途中。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空

間的磁性迴路作比較，則由於能夠成為相較於先前技術而更加小型化、輕量化，因此，當將此使用在半導體製造裝置中的情況時，係能夠謀求裝置全體之小型化、輕量化。又，若是與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的磁性迴路作比較，則能夠相較於先前技術而將磁性迴路內徑更加擴廣，當將此使用在半導體製造裝置中的情況時，係能夠將可使用之內部空間擴廣，因此，係能夠將被配置在此空間中之搬送系或加熱系的設計自由度提高。

從磁石表面來朝向內部地使 Dy 或 Tb 經由塗布法或濺鍍法來作擴散的方法，係在專利文獻 3 中有所記載，而亦有被稱作由粒界擴散合金法所進行之表面處理的情況。此方法，較理想，係在使從含有從包含 Y 以及 Sc 之稀土類元素所選擇的 1 種以上之元素的氧化物、氟化物以及氟氧化物所選出之 1 種以上的粉末存在於燒結磁石體之表面處的狀態下，將該燒結磁石體以及該粉體，在真空或惰性氣體中，以該燒結磁石體之燒結溫度以下的溫度來施加熱處理。作為燒結磁石體，較理想，係為具備有 R^1 -Fe-B 系組成（ R^1 係代表從包含 Y 以及 Sc 之稀土類元素所選擇之 1 種以上）之燒結磁石體。

但是，在擴散處理中，由於在能夠提高保磁力之區域上係有所極限，因此，若是將作了擴散處理之磁石片使用在過大的磁性迴路中，則並無法得到充分的效果。

若依據專利文獻 4，則經由擴散處理所得到的保磁力之上升效果，係為從表面起而直到深度約 6mm 處為止。

圖 2 之逆磁場為強的區域 11 之大小，係為從內周面（與產生均一磁場之空間相接的面）起朝向外周面（並不與產生均一磁場之空間相接的面）而磁石片的半徑方向尺寸之大約 $1/5 \sim 1/25$ 程度。故而，當磁石片之半徑方向尺寸為 $30 \sim 150\text{mm}$ 的情況時，逆磁場區域之大小和由擴散處理所得之保磁力上升區域的大小係相合致。若是磁石片之半徑方向成為遠較 10mm 為大，則逆磁場之區域 11，係成為遠較能夠藉由擴散處理而得到保磁力上升效果之距離 6mm 而更大，僅靠由擴散處理所致之保磁力上升，係無法完全涵蓋逆磁場區域。又，當磁石片半徑方向尺寸為較 30mm 更小時，雖然較逆磁場區域而更為寬廣之區域，會經由擴散處理而使保磁力上升，但是，此事係並不會對於雙極環磁性迴路以及具備有其之裝置造成任何之不良影響，就算是對於磁石片半徑方向尺寸為 30mm 以下之磁石片，本發明亦能夠有效地起作用。但是，若是磁石片過小，則由於所產生之磁場係降低，並例如會有使磁場中熱處理工程後之半導體元件之性能降低的可能性，因此，磁石片半徑方向尺寸係盡可能以成為 20mm 以上為理想。

如同上述一般，藉由使用將進行了 Dy 或 Tb 之擴散處理的磁石片使用於雙極環磁性迴路中，係能夠將均一磁場空間之磁場提高。

所使用之磁石片，較理想係為稀土類系燒結磁石。稀土類系燒結磁石，由於相較於其他之磁石，其殘留磁化、保磁力係均為非常優良，因此，係為適於使用在雙極環磁

性迴路中之磁石材料。又，由於 NdFeB 稀土類燒結磁石，係相較於 SmCo 稀土類燒結磁石而更為低成本且在殘留磁化上亦為優良，因此，特別是在大型的雙極環磁性迴路中，NdFeB 稀土類燒結磁石係為最適當的磁石材料。又，上述之擴散處理，係為對於 NdFeB 稀土類燒結磁石而特別有效之處理。

如同上述一般，至少在特定磁石片處，係使用相較於磁石片內部中央而保磁力之值為在接近磁性迴路內周側之區域處為更高者，但是，此係可經由將 Dy 或 Tb 從磁石片表面起來朝向內部而經由上述之塗布法或濺鍍法來擴散一事，而形成之。如此這般，由於係僅需將內周側區域經由擴散處理來提升保磁力即可，因此，在擴散處理工程中，係只要對於磁石片之內周面進行處理即可。例如，只要將想要處理之面以外的面作遮蔽，並進行擴散處理即可。但是，當在塗布法以及濺鍍法中，若是想僅對於磁石片之 1 面進行處理，則會相較於全面處理而增加遮蔽等之多餘的工程，並耗費多餘的成本或者是使生產性變差的情況時，則亦可並不進行 1 面處理，而進行全面或多面處理。於此情況，雖係成為在被作了處理之全部的面處而保磁力均提升，但是，此事係並不會對於磁性迴路造成不良影響，只要是使內周側之保磁力作了提升，則並不會成為問題。

使用圖 3，對於本發明之第 2 例作說明。在圖 3 中，係將作用有逆磁場之磁石片，在半徑方向（相對於圓筒中心軸而垂直之輻射方向）上而分成 2 個部分，並在內周側

(與產生均一磁場之空間相接的部分)處配置高保磁力之磁石斷片 6。如此這般，藉由在內周側之磁石斷片處使用高保磁力之磁石，係能夠防止減磁。針對被配置在剩餘的部分處之磁石斷片，係並不需要提升保磁力，只要使用殘留磁化為高之磁石即可。如此這般，藉由僅在內周側處使用高保磁力磁石，相較於並不作分斷地而將該磁石片全體設為高保磁力磁石以防止減磁的情況，係能夠將內部空間之磁場強度提升。作分斷之大小，係只要對於逆磁場區域之大小作考慮來決定即可。如同上述一般，由於逆磁場為強之區域，係僅為從內周面起朝向外周面的磁石片之半徑方向尺寸的約 $1/5 \sim 1/25$ 程度，因此，只要在此範圍內來適宜決定磁石斷片尺寸即可。

若依據本發明，則由於作了分斷的部分，係全部能夠將保磁力作提升，因此，係並沒有如同第 1 例一般之磁石片的半徑方向尺寸上之限制。另外，關於分斷數，係並不被作限制，而亦可分斷為 3 個以上。較理想，內周側之磁石斷片和外周側之磁石斷片，其磁化方向係為相平行。磁石片，係能夠以配合於其之外周形狀的方式來沿著異徑同心圓作分斷，亦可作直線性的分斷。分斷，係亦可藉由對於 1 個磁石片作分割，來進行之。

在本發明之第 3 例中，係將作用有強的逆磁場之相對於磁場方向而磁化方向具備有 150 度 ~ 210 度之角度差的磁石片，設為相較於其他部分之磁石片而保磁力更高的磁石。藉由此，係能夠與逆磁場相對抗，並防止減磁。其他

的部分處之磁石片，係並不需要提升保磁力，只要使用殘留磁化為高之磁石即可。如此這般，藉由僅將逆磁場所作用之磁石片設為高保磁力磁石，相較於將磁性迴路全體設為高保磁力磁石以防止減磁的情況，係能夠將內部空間之磁場強度提升。若依據本發明，則由於在保磁力為高之磁石片內的全區域處保磁力均有所上升，因此，係並沒有如同第 1 例一般之磁石片的半徑方向尺寸上之限制。又，由於並不需要進行如同第 1 例一般之擴散處理工程，並且亦並不需要如同第 2 例一般地而將磁石片作分割，因此，在成本上係成為有利。

在上述特定磁石片中之保磁力的最大差（最大值和最小值之差）、或者是上述特定磁石片和其他磁石片間之保磁力的最大差，係以超過 $200\text{kA}/\text{m}$ 為理想，又以成為 $300\text{kA}/\text{m}$ 以上為更理想。

以上之例，係為將構成磁性迴路之磁石片作 24 分割之雙極環磁性迴路的情況，但是，就算是其他之分割數的情況，亦能夠適用本發明。例如，若是 36 分割之磁性迴路並使各磁石化之磁化方向一次作 20 度之變化的情況，則只要對於磁場方向和磁化方向間之角度差為落入 150 度～210 度之範圍內、具體而言為角度差 160 度、180 度、200 度的磁石片區段（6 個），來適用本發明即可。

另外，本發明之磁性迴路，係不僅是如同上述一般之只有特定磁石片為具備有上述之保磁力特性的形態，而亦包含有使角度差為 150 度～210 度之範圍外的永久磁石片

也具有上述之保磁力特性的形態。換言之，關於特定磁石片，係並未將使特定磁石片以外之任何磁石片具備有上述之特性或形態的實施形態作排除。

〔實施例〕

以下，雖係針對本發明之具體實施形態，而使用實施例來作詳細敘述，但是，本發明之內容，係並不被限定於此。

〈實施例 1〉

在圖 1 (a) 中所示之雙極環磁性迴路中，使用磁石片內徑 220mm、磁石片外徑 500mm、長度 600mm，且磁石片為殘留磁化 1.42T、保磁力 900kA/m 之 NdFeB 燒結磁石。在構成磁性迴路之磁石片中，對於特定磁石片 6 個而進行了擴散處理。擴散處理，係將粒狀之氟化鎢與乙醇作混合，並在將前述 6 個的磁石片之除了內周面的一面以外作了遮蔽的狀態下，來作浸漬，之後，在 Ar 氛圍中，以 900℃、1 小時的條件，來進行了熱處理。在對於此磁石片之擴散處理面側的保磁力和內部中央的保磁力作了測定後，其結果，係分別為 1200kA/m、900kA/m，擴散處理面側之保磁力，係作了 300kA/m 之上升。

將此些之磁石片，接著固定在內徑 500mm、外徑 580mm、長度 600mm，材質 SS400 之箱上。

為了對於所製作出的磁性迴路進行評價，而對於磁性

內部空間之磁場作了測定。在作為均一磁場空間而對於 $\phi 170 \times 300 \text{mm}$ 之圓柱狀空間的磁場作了測定後，其結果，係為最大值 1.113T、最小值 1.044T。

〈比較例 1〉

接著，作為比較例 1，將磁性迴路之各尺寸以及磁化方向，設為與實施例 1 相同，並將殘留磁化 1.36T、保磁力 1200kA/m 之 NdFeB 燒結磁石，並不進行擴散處理地而直接作使用。在藉由與實施例 1 相同之條件而對於所製作出的磁性迴路之均一磁場空間的磁場作了測定後，其結果，係為最大值 1.066T、最小值 1.000T。

相較於實施例 1，磁場係低了約 4%，作為其原因，可以推測到，此係因為殘留磁化為較實施例 1 而更低了 0.06T 之故。本比較例 1，係對於使用了保磁力為高而殘留磁化為低之磁石的先前技術例作模擬。

〈實施例 2〉

接著，將磁性迴路之各尺寸以及磁化方向，設為與實施例 1 相同，並將收容有 6 個特定磁石片之空間，在半徑方向上分割成 2 個部分。被收容在內周側部分處之磁石斷片的半徑方向尺寸，係設為使其成為一體磁石片之半徑方向尺寸的 $1/5$ 。在內周側部分處，收容殘留磁化 1.36T、保磁力 1200kA/m 之 NdFeB 燒結磁石斷片，並在除此之外之全部的部分處，收容殘留磁化 1.42T、保磁力 900kA

／m 之 NdFeB 燒結磁石片或者是 NdFeB 燒結磁石斷片。在藉由與實施例 1 相同之條件而對於所製作出的磁性迴路之均一磁場空間的磁場作了測定後，其結果，係為最大值 1.112T、最小值 1.041T。

如此這般，相較於比較例 1，磁場係成為提高約 4%。相較於實施例 1，磁場係略微變低，可以推測到，此係因為：雖然被作了分割的內周側磁石片之殘留磁化，係較實施例 1 而更低，但是，其他之磁石片係全部為與實施例 1 相同之殘留磁化，而在體積比例上，被作了分割的內周側磁石片係為相當小，因此磁場僅作了些許之量的降低。

〈實施例 3〉

相對於實施例 1，而設為磁石片外徑 482mm、箱內徑 482mm、箱外徑 562mm，除此之外，將全部的條件設為與實施例 1 相同，而製作了磁性迴路。之後，在藉由與實施例 1 相同之條件而對於磁場作了測定後，其結果，係為最大值 1.063T、最小值 1.001T。此測定值，係為與比較例 1 略相同之值，但是，磁性迴路之外徑係從 580mm 而縮小為 562mm。其結果，重量係減低了約 80kgf。

〈比較例 2〉

相對於實施例 2，而設為在內周側之磁石斷片處，收容殘留磁化 1.38T、保磁力 1100kA／m 之 NdFeB 燒結磁石斷片，除此之外，將全部的條件設為與實施例 2 相同，而

製作了磁性迴路。之後，在藉由與實施例 1 相同之條件而對於磁場作了測定後，其結果，係為最大值 1.111T、最小值 0.991T。

如此這般，相較於實施例 2，最小磁場係降低了約 5%，可以推測到，其原因在於：雖然被作了分割之內周側磁石斷片的殘留磁化，係較實施例 2 而更些許高，但是，由於保磁力係降低了 $100\text{kA}/\text{m}$ ，因此，係產生有減磁，其結果，在均一空間中的接近於被作了分割之磁石斷片的區域處，係產生有磁場的降低。

如同本實施例一般，若是僅使特定磁石片之內周側磁石斷片的保磁力，成為較其他之磁石斷片以及其他磁石片之保磁力而更高出 $200\text{kA}/\text{m}$ ，則並無法防止磁石之減磁，而仍會產生磁場之降低。

如同上述一般，若是使用本發明之雙極環磁磁性迴路，則係能夠相較於先前技術而產生更高磁場強度的均一磁場空間。又，若依據本發明，則與具備有相同磁場強度且相同磁場均一性之磁場空間的磁性迴路作比較，係能夠提供相較於先前技術而更加小型化、輕量化之雙極環磁性迴路。

【圖式簡單說明】

〔圖 1〕對於本發明之雙極環磁磁性迴路的其中一種形態之 (a) 垂直於圓筒中心軸之剖面圖，以及 (b) 針對在 (a) 中之成為特定之磁化方向之 3 個的磁石片之典型性

保磁力分布作展示的概念圖。

〔圖 2〕在本發明之雙極環磁性迴路的其中一種形態中之作用在磁石片的各部處之逆磁場的強度分布圖。

〔圖 3〕在本發明之雙極環磁性迴路的另外一種形態中之垂直於圓筒中心軸的剖面圖。

〔圖 4〕先前技術之雙極環磁性迴路的 (a)：垂直於圓筒中心軸之面的剖面圖，以及 (b)：(a) 之 A-A 剖面圖。

【主要元件符號說明】

- 1、20、101：雙極環磁性迴路
- 3、103：永久磁石片
- 4、104：磁化方向
- 5、105：箱
- 6：保磁力為高之磁石斷片
- 7、107：均一磁場空間（內部空間）
- 9、109：磁場方向
- 11：逆磁場為強之區域

104. 2. 10
年 月 日修(更)正替換頁**七、申請專利範圍：**

1. 一種雙極環磁性迴路，係具備有以使磁化方向在半周而作一週旋轉的方式來配列為環狀之複數的永久磁石片，並在該永久磁石片所包圍之內部空間中，以均一之強度來產生實質性為單方向的磁場，

該雙極環磁性迴路，其特徵為：

前述永久磁石片之 2 個以上，係在相對於環狀形狀之中心軸而垂直的面上，使磁化方向相對於前述均一磁場之方向而成 150 度～210 度之角度（以下，稱作「特定磁石片」），

至少在前述特定磁石片中，沿著前述環狀形狀之徑方向而越接近前述內部空間，則保磁力之值係變得越高。

2. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雙極環磁性迴路，其中，前述永久磁石片，係為 NdFeB 稀土類磁石，在該永久磁石片中，至少在前述特定磁石片，沿著前述環狀形狀之徑方向而越接近前述內部空間，則 Dy 或 Tb 之濃度係為越高。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之雙極環磁性迴路，其中，前述永久磁石片之磁性迴路半徑方向尺寸，係為 20mm～150mm。

4. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雙極環磁性迴路，其中，前述永久磁石片，係為 NdFeB 稀土類磁石，前述特定磁石片，係在前述環狀形狀之徑方向上被分割成 2 個以上之部分，至少與被前述永久磁石片所包圍之內部空

第 100140124 號 年 月 日修(更)正替換頁 民國 104 年 2 月 10 日修正

間相接的部分，係相較於其他部分而具備有更高的保磁力之值。

5. 如申請專利範圍第 1 項所記載之雙極環磁性迴路，其中，前述永久磁石片，係為 NdFeB 稀土類磁石，作為前述特定磁石片，係使用保磁力之值為較前述特定磁石片以外之磁石片而更高者。

6. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項所記載之雙極環磁性迴路，其中，前述特定磁石片內之保磁力的最大差，或者前述特定磁石片與其他磁石片之保磁力的最大差，係為 $300\text{kA}/\text{m}$ 以上。

7. 一種磁場中熱處理裝置，其特徵為：係搭載有如申請專利範圍第 1 項乃至第 6 項中之任一項所記載之雙極環磁性迴路。

圖1

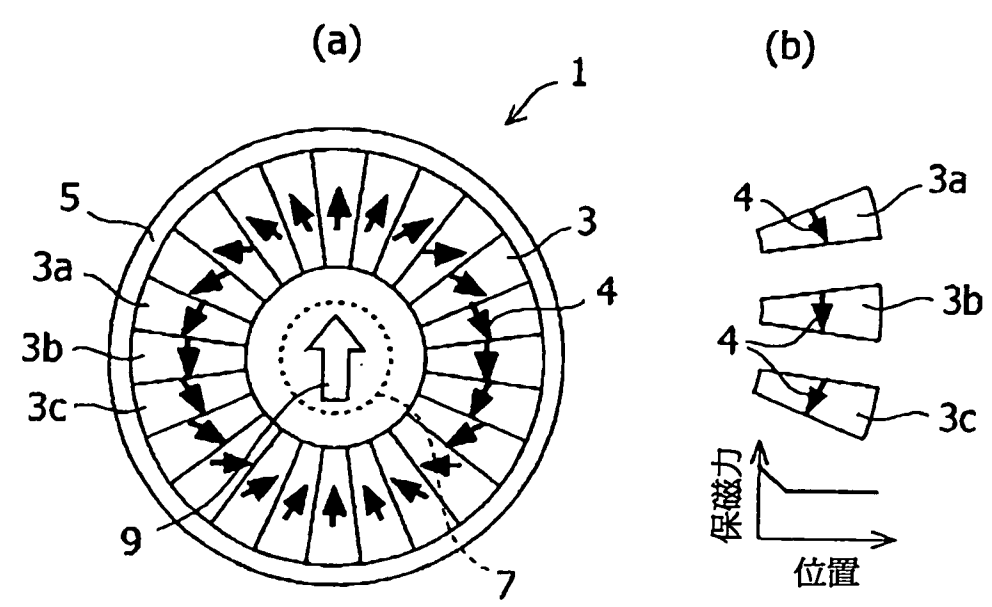


圖2

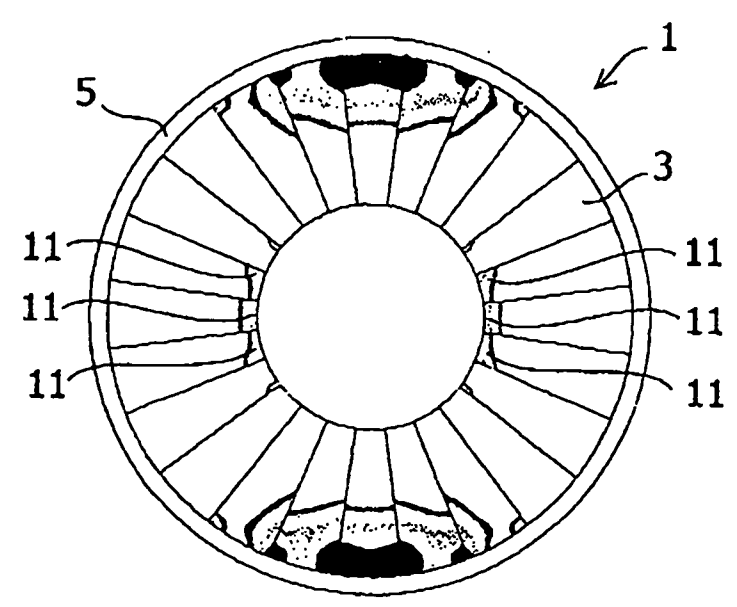


圖3

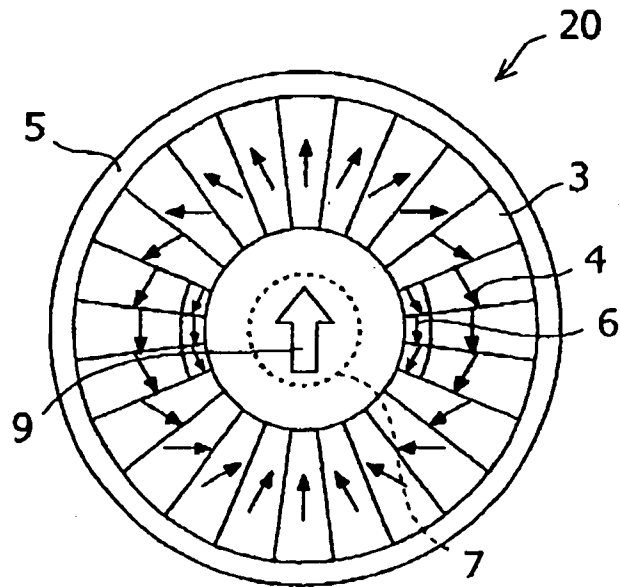


圖4

