

公告本

294815

申請日期	83. 11. 4
案 號	83110196
類 別	H01F68/163

A4
C4

Int.·Cl⁶ (以上各欄由本局填註)

294815

發明專利說明書

一、發明名稱	中 文	稀土類磁性粉末、其永久磁石及其製造方法
	英 文	希土類磁性粉末、その永久磁石及びその製造方法 magnetic powder, permanent magnet produced therefrom and process for producing them
二、發明人	姓 名	1. 北澤淳憲 2. 石橋利之 3. 秋岡宏治
	國 籍	日本
三、申請人	住、居所	1. 日本國長野縣諏訪市大和3丁目3番5號 2. 3. 同上
	姓 名 (名稱)	日商・精工愛普生股份有限公司
	國 籍	日本
	住、居所 (事務所)	日本國東京都新宿區西新宿2丁目4番1號
	代 表 人 姓 名	安川英昭

裝

訂

線

(由本局填寫)

承辦人代碼：
大類：
I P C 分類：

A6

B6

本案已向：

國(地區) 申請專利，申請日期： 案號： ，☐有 ☐無主張優先權

日 本 1993.11.11. 特願平5-282717

有關微生物已寄存於： ，寄存日期： ，寄存號碼：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

經濟部中央標準局員工消費合作社印製

五、發明說明 (/)

本發明係一種相關磁性粉末、永久磁石及其製造方法，特別係指利用磁氣相互作用以提高磁氣特性之磁性粉末、永久磁石及其製造方法。

一般於永久磁性材料中，若提高飽和磁化(或殘留磁束密度)的話，則有不易獲得保磁力的傾向，具體而言有如下述傾向。

首先舉具高飽和磁化之軟磁性材料為例，如珀明德合金等，雖具有24kG之高飽和磁化，卻幾乎未具保磁力。

反之，一般硬磁性材料其可獲得高保磁力，然其飽和磁化則不及軟磁性材料，即使硬磁性材料中飽和磁化較大者，如 $R_2Fe_{14}B$ 系、 $R_2Fe_{17}N_x$ 系及 R_2TM_{17} 系及 R_2TM_{17} 系亦是如此。

在 $R_2Fe_{14}B$ 系中欲提高飽和磁化，則必須減少粒界相，即須儘可能增加主相的 $R_2Fe_{14}B$ 相，但是，若粒界相減少，則主相無法充份分離，亦就無法獲得較高保磁力。此外，對Nd的情況而言，R可獲得較高飽和磁化，因此，一般為獲得高保磁力而將Nd之一部份以Dy等置換，可是因置換成Dy而將導致飽和磁化降低。

$R_2Fe_{17}N_{14}$ 系(特別係 $R=Sm$)，其飽和磁化與 $Nd_2Fe_{14}B$ 具相同程度大小，然為獲得保磁力須將粉末粒徑成數 μm ，而此時其保磁力亦僅有數kOe。此外，因屬微粉末狀而將其製成粘合型磁石情況時，其填充率將下降。而若添加V或Mn等得以比較粗大粉末粒徑而獲得保磁力，但卻降低飽和磁化。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明(2)

相關 R_2TM_{17} 系(特別係 $R = Sm$)粘合型磁石,在特公平 1-22696號公報、特公平 1-25819號公報、特公平 1-40483號公報或其所引用專利公報或論文中多有記載報告。其中該系列高性能化方法之一為試圖增加 TM 中之 Fe 含量,如 Proc. 10th Int. Workshop on Rare Earth Magnets and Their Applications, 265(1989)Figure 2 中所記載, Fe 含量在某一定量下,其最大能量積 $(BH)_{max}$ 為峰值。又如 Proc. of 11th Rare Earth Research Conf., 476(1974) 中所示,隨著 Fe 的增加,其飽和磁化亦增加,但卻亦是異方性磁場降低的起因。相關高 Fe 之 Sm_2Co_{17} 系粘合型磁石,如 Proc. of ICF6, (1992)P1050~1051 中所示,隨合金組織的微細化,須防止其保磁力及角形性的降低(因 Fe 含量增加引起),予以高性能化。此外,如特開昭 60-218445 號公報等或論文等中所記載, R 並非僅有 Sm , 為求高性能化而其他 R 之置換者亦有之。在 R 中 Pr 、 Nd 置換系,如 IEEE Trans. Mag. MAG-20, 1593(1984) Fig. 1、IEEE Trans. Mag. MAG-15, 1762(1979) Table 1 等所示,依隨置換量的增加,其飽和磁化亦增加,異方性磁場將減少,相關此組成系的粘合型磁石,於日本應用磁氣學會誌 11,243 (1987),粉體及粉末冶金 35,584(1988)等內有記載之。

關於混合 2 種類之稀土類磁性粉末的粘合型磁石,在特開平 5-144621 及特開平 5-152116 等有記載,前者係由 トーキン (公司名) 所提出申請相關 $R_2Fe_{17}N$ 系粉末與 R_2Co_{17} 系粉末所混合而成粘合型磁石的專利案,後者則

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 (3)

係同公司所提出申請 $R_2Fe_{1.7}N$ 系粉末及 $R_2Fe_{1.4}B$ 系粉末所混合而成粘合型磁石的專利案。然相關其混合粉末的保磁力資料或粉末粒子間因磁氣相互作用而使磁氣特性提昇等則均無記載，其以混合而提昇磁氣特性的效果，僅仰賴提高磁粉體積填充率（特開平 5-144621 之 P2 的右邊第 24 行，特開平 5-152116 之 P2 右邊第 34 行起至 P3 左邊第 9 行）。此外，在特願平 4-36613 中，記載混合不同粒徑及保磁力之粉末（即保磁力大小、粒徑大小完全無限制），但相關於因磁氣相互作用而使角形性的提昇，則完全無記載。

此外，最近報告中有種稱為交換彈性磁石的磁性材料，此係由軟磁性相與硬磁性相所組成，依軟磁性相的大小使磁壁厚度變小，以抑制軟磁性相的磁化反轉，而可獲保磁力。報告中具體的材料有如 αFe 及 $Nd_2Fe_{1.4}B$ 、 Fe_3B 及 $Nd_2Fe_{1.4}B$ 或 αFe 及 $Sm_2Fe_{1.7}N_x$ 等材料。但此種交換彈性磁石須有結晶學上之 2 相結合，為此必須生成（析出）2 相，其製造方法有如超急冷薄帶法或機械熔合等方法，類似此製造方法，在軟磁性相與硬磁性相的組合上有限制，此外，在構造上，角形性亦非常的低，現今僅能獲等方性，但異方性則完全尚未報告。

因此，一般習知永久磁石具有如下之問題點：

- (1) 增加飽和磁化的話，則保磁力便降低，結果最大能量積 $(BH)_{max}$ 亦將降低。
- (2) 若增加保磁力則飽和磁化將減少。
- (3) 將 2 類特性不同的粉末混合以提昇磁氣特性者，僅能

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

顯示兩者之相加型態，此外無法再獲得其他特性。

(4)由2相合成之磁性粉末(彈性磁石)，在獲得異方性上較屬困難。

本發明有鑑於斯，便提供一種磁性粉末以解決上述之問題點，其特徵係由包含2類以上之磁性粉末A(殘餘磁束密度 Br_A 、保磁力 Hc_A)及磁性粉末B(殘餘磁束密度 Br_B 、保磁力 Hc_B)所混合而成之混合粉末，為各殘餘磁束密度及保磁力具 $Br_A > Br_B$ 、 $Hc_A < Hc_B$ 之關係的磁性粉末。

此外，本發明亦提供由該磁性粉末所合成混合粉末的製造方法及由此混合粉末製造粘合型磁石或燒結型磁石的製造方法。

依混合2種類之高Br 低iHc 磁性粉末及低Br 高iHc 磁性粉末，該混合粉末中磁氣相互作用，可獲得比單獨該2種類之磁性粉末的磁氣特性更高性能的磁性粉末。磁氣相互作用如第2圖中實施例A中所示，角形性的提昇將偏向較大部份。此處高性能化中必要不可欠缺的不同磁性粒子間互動磁氣相互作用，蘊含依高保磁力粒子形成一種類似平均場的磁場而抑制低保磁力粒子的磁化反轉。

欲增加此種效果，期望能滿足混合之各磁性粉末的保磁力 $Hc_A = y \cdot Hc_B$ ($0.1 < y$)的關係，y未達0.1則依高保磁力的磁性粉末的磁化反轉抑制力將減弱，減磁曲線將產生偏離現象，而角形性降低，此處所謂轉折係指第2象限(第4象限)的磁化曲線上存有轉折點，較具體說如第

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

2 圖中所示比較例 1-1 中的減磁曲線，磁性粉末的殘餘磁束密度(或飽和磁化)的大小亦因磁氣相互作用而增大，為增加此種效果，亦期望擁有 $Br_A = x \cdot Br_B$ ($1 < x \leq 2$) 的關係， x 在 1 以下者，角形性雖佳，但全體 Br 卻降低，結果將降低磁氣特性；若 x 比 2 還大，則將產生較大的偏離現象，此亦將降低磁氣特性。

磁氣的相互作用係異種磁性粉末間最重要者，依兩者磁性粉末儘可能緊密相接且全體材料平均的分佈可增加此效果，為增加此種效果以具 $i/j = a$ (i, j) ($0.5 \leq a \leq 1.5$) 關係者為佳，若 a 係在 0.5 以下或 1.5 以上的話，則因磁性粉末集結在一起，磁氣相互作用無法完全作用。最佳者以 $0.9 \leq a \leq 1.1$ 為優，此時各種異種的磁性粉末將均勻的分佈。

微觀磁氣相互作用時，最重要者係異種磁性粉末各別接觸，因此，兩者接觸點的數值(n)，若 $r_A < r_B$ 情形時， $\{2(r_A + r_B)^2 / r_A^2\} < n$ ，若 $r_A > r_B$ 情形時， $\{2(r_A + r_B)^2 / r_B^2\} < n$ 為佳， n 若為 $2(r_A + r_B)^2 / r_B^2$ 時，半徑大的粉末其表面將約有一半部份接觸到異種粉末，若 n 值在此值以下則將使同種類粉末集結在一起。

因磁氣相互作用有如平均場般，其相互作用所及之範圍距離有其界限，因此，2 種粉末的距離愈近則其效果愈顯著，此將混合 2 種類粉末予以磁石化者，其填充率愈大則相互作用將愈強，特別係粘合型磁石時填充率在 50%

五、發明說明()

以上、燒結型磁石時則在95%以上者，此相互作用將更強。

此外，依 $r_A < r_B$ ，高保磁力的粉末粒子表面上 R-TM-N (C,H)系微粉末將配向，外加磁氣相互作用，更加顯現此種配向效果。再者，隨粒子間填充率的提昇，其磁氣相互作用將產生較大作用，為驅使此種效果，以 $0.1 \mu m \leq r_A \leq 10 \mu m$ 、且 $10 \mu m \leq r_B \leq 100 \mu m$ 者為佳，若 r_A 未達 $0.1 \mu m$ 則無法獲得旋轉矩，甚而填充率亦將下降，若 r_A 大於 $10 \mu m$ 時，則無法充分獲得保磁力而磁氣相互作用亦無法作用；若 r_B 未達 $10 \mu m$ 時，高保磁力之磁性粉末所形成之磁場將減弱；此外， r_B 大於 $100 \mu m$ 時，填充率將下降，粒子間相互作用亦將減弱，為使此種相互作用增強，較偏好 $1 \mu m \leq r_A \leq 5 \mu m$ 、 $20 \mu m \leq r_B \leq 30 \mu m$ ，在此範圍下，磁氣的相互作用將有非常大的作用，而可獲得較高的磁氣特性。

此外，若此2種類的磁性材料中，任一者的熱安定性有較差時，亦可因磁氣相互作用而改善熱安定性。

其次，本發明中之磁氣相互作用，具體的如後述實施例A等所示，2個特性值的峰值的偏離量在一定值以上時，更加顯現此效應，即如上述之混合粉末中，在提昇磁氣相互作用上，其磁粉體積填充率最大值(峰值)與最大能量積 $(BH)_{max}$ 最大值(峰值)之偏離有一定的量。為提高磁氣相互作用，磁粉體積填充率的最大值(峰值)與最大能量積 $(BH)_{max}$ 的最大值(峰值)分別對應的混合粉末中任一種粉

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

末，例如比較粉末A的重量%時，以具5重量%以上之差者為佳，若在5重量%以上之範圍時，混合粉末間將因一定磁氣相互作用之作用，而不會使減磁曲線產生偏離現象，亦不致使角形性降低。

磁性粉末的混合方法中，首先將2類以上的粉末予以混合，以提高異種粉末的分散性(混合狀況，結果將可使磁氣相互作用產生有效的作用)。

此外、同時將2類以上之磁性粉末粉碎及混合，將可因粉碎而露出新鮮的表面可接觸，而強化磁氣相互作用。

在粘合型磁石的製作上，將依混合粉末之磁化、成型，而提昇粒子間的磁氣相互作用，亦可能提昇其角形性、配向性。

在燒結型磁石的製作上，依電漿燒結而極力克制粉末的劣化，可強化磁氣相互作用。

〔實施例〕

基於以下實施例對本發明做更詳盡的說明。

(實施例1)

將 $S_{\text{m}}=24.5\%$ ， $\text{Fe}=75.5\%$ 重量比例組成物，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解、鑄造而製成錠，該錠在 1100°C 下實施24小時的均質化處理，再實施用碎礦機將其壓碎至平均粒徑在 $100\mu\text{m}$ 的粗粉碎，將該粉末於氬及氨混合氣體中，在 450°C 下實施1小時的氮化處理，所得之粉末再於噴射粉碎機中微粉碎，而得平均粒徑為 $2.0\mu\text{m}$ 的微粉末，以該微粉末為A1，該粉末之保磁力經測量後為

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

7.9 kOe。

其次，以 $S_m = 24.2\%$ 、 $Co = 45.7\%$ 、 $Fe = 22.9\%$ 、 $Cu = 5.3\%$ 、 $Zr = 1.9\%$ 之重量比例組成物，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解、鑄造而製成錠，該錠在 1150°C 下實施 24 小時的熔體化處理，再於 800°C 下放置 12 小時後，實施以 $0.5^\circ\text{C}/\text{min}$ 連續冷卻至 400°C 的時效處理；之後，再於碎礦機、自動粉碎機中粉碎，而製得平均粒徑 $21\mu\text{m}$ 的粉末，以該粉末為 B1，該粉末之保磁力為 12.8kOe 。

將上述該二類粉末以 $(a)A1 + (100 - a)B1$ 予以混合，其中 a 係重量%為 0、5、10、15、20、25、30、35、40，所得之混合粉末再與 1.6 重量%的環氧樹脂混合。混練，於 15 kOe 之磁場中 $7\text{ ton}/\text{cm}^2$ 的成型壓力下壓縮成型，再於氮氣環境中於 150°C 下實施 1 小時的硬化處理，而成粘合型磁石。該粘合型磁石之磁氣特性如第 1 圖所示，在第 1 圖中相對磁粉體積率之峰值在 $a = 10$ 重量%處，其最大能量積 $(BH)_{\text{max}}$ 之峰值為 $a = 25$ 重量%，而填充率峰值與磁氣特性之峰值並未一致，由此可知，磁氣特性效果的提昇並非由磁粉體積填充率所引起。以 $a = 25$ 重量%時之粘合型磁石為實施例 A。

其次，分別將 A1 粉末及 B1 粉末分別製成粘合型磁石（樹脂量 1.6 重量%），所得之粘合型磁石上，以 25 重量%的 A1 粉末接著，此為比較例 1-1。

第 2 圖中所示者為實施例 A 與比較例 1-1 之磁化曲線（減磁曲線），若磁氣特性的提昇僅係由磁粉體積填充率所

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

引起的話，兩者之曲線應相重疊，惟實施例A不論在何種磁場，均較比較例1-1有較高的磁化，此顯示其配向較單獨的情形為之提昇，而且在8~11 kOe之範圍中，比較例1-1之磁化曲線上出現偏離現象，但實施例A則完全未出現偏離現象，此為實施例A中異種粒子間磁氣相互作用所致。

此磁氣相互作用係由2種相異之保磁力所產生，可由如下比較例1-2及1-3之結果中得知。將Sm=24.2%、Co=45.7%、Fe=22.9%、Cu=5.3%、Zr=1.9%重量比例組成物，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解、鑄造而製成錠，該錠在1150℃下於氬氣環境中進行24小時的熔體化處理，再於800℃下放置6小時後，實施以0.5℃/min連續冷卻至400℃的時效處理，再於碎礦機、自動粉碎機中粉碎，而製得平均粒徑 $21\mu\text{m}$ 的粉末，該粉末的保磁力為7.9 kOe。將該粉末中加入25重量%A1粉末混合，再與1.6重量%的環氧樹脂混合，混練，於15kOe磁場中7 ton/cm²的成型壓力下壓縮成型，再於氮氣環境中150℃下實施1小時的硬化處理後而成粘合型磁石，以此為比較例1-2。將該比較例1-2中使用的2種粉末各製成粘合型磁石後予以接合，以此為比較例1-3。該二比較例的磁化曲線如第3圖所示，由圖中得知比較例1-2與比較例1-3之磁化曲線幾乎一致，由此可知，依將不同保磁力之2類磁性粉末混合，可因磁氣相互作用。而得較高的磁氣特性。

(實施例2)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

將實施例 1 之 A1 粉末與 B1 粉末以重量比 1:3 比例混合，使用 V 型混合機加以混合後，再與 1.6 重量 % 的環氧樹脂混合・混練，於 15kOe 之磁場中 7 ton/cm² 之成型壓力下壓縮成型，再於氮氣環境中於 150℃ 下實施 1 小時硬化處理後成粘合型磁石，此為實施例 B。

其次，A1 粉末及 B1 粉末各自分別加入環氧樹脂 1.6 重量 % 予以混合・混練後，該經混練終了之化合物分別以重量比 A1:B1=1:3 之比例混合・混練，之後於 15kOe 之磁場中，以 7 ton/cm² 之成型壓力予以壓縮成型，再於氮氣環境中於 150℃ 下實施 1 小時的硬化處理後，而成粘合型磁石，此為比較例 2，以下所示為實施例 B 與比較例 2 之磁氣特性。

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
實施例 B	10.5	11.9	24.6
比較例 2	9.4	11.4	18.9

相對實施例 B 可獲得較高磁氣特性，而比較例 2 則因角形性降低之原因而使磁氣特性降低。故，依因粉末充分混合而形成粘合型磁石，其相異種類粒子間之磁氣相互作用將強化，結果可獲得高性能之粘合型磁石。

(實施例 3)

實施例 B、比較例 1-2、比較例 2 及 A1 粉末中含環氧

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

樹脂 4 重量 % 之粘合型磁石 (比較例 3) 加工成直徑 10 mm、高 7 mm 之圓柱狀，進行 $150^{\circ}\text{C} \times 1000$ 小時之時間變化測試，以下所示為各粘合型磁石之減磁率。

	實施例 B	比較例 1-2	比較例 2	比較例 3
減磁率 (%)	4.8	10.2	7.3	46.3

其中可知實施例 B 較其他者具熱安定性。

(實施例 4)

將 $\text{Sm} = 24.2\%$ 、 $\text{Co} = 45.7\%$ 、 $\text{Fe} = 22.9\%$ 、 $\text{Cu} = 5.3\%$ 、 $\text{Zr} = 1.9\%$ 重量比例組成物，在高周波溶解爐中於氬氣環境下溶解、鑄造而製成錠，該錠在 1150°C 下於氬氣環境中進行 24 小時的熔體化處理，再於 800°C 下放置 12 小時後，實施以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 連續冷卻至 400°C 的時效處理。再實施於碎礦機中磨成平均粒徑至 $200\mu\text{m}$ 的粗粉碎，以比粉末為 B2 稱之。

以重量比 $\text{B2} : \text{A1} = 3 : 1$ 之比例，同時在球磨機中粉碎、混合，所得之混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合，混練，於 150kOe 磁場中 $7\text{ton}/\text{cm}^2$ 之成形壓下壓縮成形，再於氮氣環境中實施 1 小時的硬化處理後，而得粘合型磁石，稱上述為實施例 C，其磁氣特性如下所示。

$$\text{Br} = 10.9 \text{ kG}$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

$$iH_c = 12.3 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 25.4 \text{ MG0e}$$

實施例 C 因強磁氣相互作用而較實施例 A 可得更高之磁氣特性。

實施例 C 與實施例 A 之減磁曲線如第 4 圖 (A) 中所示，二者幾乎一致，若欲較嚴密的比較二曲線之差異則如第 4 圖 (B) 中所示，可知粉碎與混合同時採行者將提昇其角形性。依此粉末之粉碎與混合同時採行時，其粒子間之磁氣相互作用將提昇 (因接觸新鮮的相同粒子表面)，而知可得高磁氣特性。

此外，實施例 C 與實施例 A 在大氣中於 150℃ 下放置 100 小時，其減磁曲線則如第 4 圖 (c) 所示，可明白看出實施例 C 較保持其特性。

(實施例 5)

將 $S_m = 24.5\%$ ， $Fe = 75.5\%$ 重量比例組成物，在高周波溶解爐中於氬氣環境下溶解，鑄造而製成錠，該錠在 1100℃ 下實施 24 小時之均質化處理後，於磨碎機中研磨至平均粒徑 $100 \mu m$ 的粗粉碎，所得之粉末再於噴射研磨中微粉碎，在粉碎時間改變下改變保磁力，總稱此粉末為 X。

其次，將 $S_m = 24.2\%$ 、 $Co = 45.7\%$ 、 $Fe = 22.9\%$ 、 $Cu = 5.3\%$ 、 $Zr = 1.9\%$ 重量比例之組成物，在高周波溶解爐中於氬氣環境下溶解，鑄造而製成錠，該錠在 1150℃ 下於氬氣環境中進行 24 小時的熔體化處理，其次再於 800℃ 下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

放置 1 ~ 24 小時後，實施以 $0.5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ 連續冷卻至 400°C 的時效處理，隨該時效處理時間的改變，其保磁力大小亦改變，其後再以碎礦機、自動粉碎機中粉碎，該粉末總稱為 Y。

將 X 以全部之 25 重量 % 比例與 Y 混合，該混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合，混練，於 150 kOe 磁場中 $7 \text{ ton} / \text{cm}^2$ 之成形壓下壓縮成形，再於氮氣環境中實施 1 小時的硬化後而成粘合型磁石，評估此時之磁氣特性，其結果如第 5 圖所示。

X 之保磁力未達 (Y 之保磁力) / 10 處，依高保磁力之磁性粉末抑制磁化反轉係屬困難，故減磁曲線產生偏離，且角形性降低而降低磁氣特性。再者，X 之保磁力在 Y 之保磁力以上處，因無法獲得充份的旋轉矩，而使磁氣特性降低。

依此可知，欲加強磁氣相互作用，提昇磁氣特性，以 $(Y \text{ 之保磁力}) / 10 \leq (X \text{ 之保磁力}) \leq (Y \text{ 之保磁力})$ 為最佳。

另，此傾向原與使用的混合粉末無關，所有的磁性粉末均為相同的結果。

(實施例 6)

將 $\text{Sm} = 24.5\%$ ， $\text{Fe} = 75.5\%$ 重量比例組成物，在高周波溶解爐中於氫氣環境下溶解，鑄造而製成錠，該錠於 1100°C 下實施 24 小時的均質化處理後，再進行以碎礦機磨至平均粒徑 $100 \mu\text{m}$ 的粗粉碎，該粉末於氫、氮混合氣

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

體中，於450℃下實施1小時氮化處理，所得之粉末再以噴射磨碎機進行微粉碎，隨粉碎時間之改變，平均粉末粒徑亦改變，總稱這些粉末為X2。第1表所示為平均粉末之大小。

其次，將Sm=24.2%、Co=45.7%、Fe=22.9%、Cu=5.3%、Zr=1.9%重量比例組成物，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解・鑄造而製成錠，該錠在1150℃下實施24小時的熔體化處理，再於800℃下放置24小時後，實施以0.5℃/min連續冷卻至400℃的時效處理，之後再於碎礦機、自動粉碎機中粉碎，其平均粉末粒徑如第2表中所示，此類粉末總稱之為Y2。

將X2以25重量%與Y2相混合，該混合粉末再與環氧樹脂1.6重量%混合・混練，於150 kOe磁場中7 ton/cm²之成形壓下壓縮成形，再於氮氣環境中150℃下實施1小時之硬化處理而成粘合型磁石，分別測量其磁氣特性，其結果如第1表所示。第2表中，本發明以「本」、比較例以「比」略記。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

第 1 表

	X2之粒徑 (μm)	X2之粒徑 (μm)	(BH) _{max} (MG0e)
比	0.03	5.1	15.1
比	"	10.3	16.4
比	"	21.0	17.1
比	"	28.6	18.1
比	"	90.2	16.9
比	"	134.5	16.0
比	0.1	5.1	18.4
本	"	10.3	22.9
本	"	21.0	23.2
本	"	28.6	23.3
本	"	90.2	22.9
比	"	134.5	19.6
比	1.2	5.1	18.6
本	"	10.3	23.2
本	"	21.0	24.6
本	"	28.6	23.8
本	"	90.2	22.8
比	"	134.5	19.3
比	4.9	5.1	17.3
本	"	10.3	22.7
本	"	21.0	23.9
本	"	28.6	24.0
本	"	90.2	23.6
比	"	134.5	19.5
比	9.1	5.1	17.1
本	"	10.3	23.1
本	"	21.0	23.3
本	"	28.6	23.6
本	"	90.2	23.0
比	"	134.5	19.8
比	15.1	5.1	19.1
比	"	10.3	19.1
比	"	21.0	19.3
比	"	28.6	19.6
比	"	90.2	19.3
比	"	134.5	19.0

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

X2 之粉末粒徑未滿 $0.1\mu\text{m}$ 者因無法獲得充份旋轉矩，且填充率亦降低而導致粒子間磁氣相互作用下降，降低磁氣特性。X2 之粉末粒徑大於 $10\mu\text{m}$ 時，保磁力因弱磁氣相互作用而無法作用，降低磁氣特性。然，Y2 的粉末粒徑未達 $10\mu\text{m}$ 時對 X2 的磁場影響較弱，此外，若粉末粒徑大於 $100\mu\text{m}$ 時，依填充率及磁氣相互作用的下降，而降低磁氣特性。由上述可知，欲提昇磁氣特性，及 $0.1\mu\text{m} \leq \text{X2 之粉末粒徑} \leq 10\mu\text{m}$ ，且 $10\mu\text{m} \leq \text{Y2 粉末粒徑} \leq 100\mu\text{m}$ 為最佳。尤其以 $1\mu\text{m} \leq \text{X2 之粉末粒徑} \leq 5\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m} \leq \text{Y 之粉末粒徑} \leq 30\mu\text{m}$ 之範圍內者，其磁氣相互作用特別強，可獲得一非常高的磁氣特性。

(實施例 7)

將磁性粉末 A1 及 B1 分別以重量比 $A1 : B1 = 3 : 1$ 之比例混合，依其混合時間之改變，使異種粉末間之分散度變化，該分散度係以申請專利範圍第 4 項之 a 值預估。以全體總量為 100g，任意取其中 1g 測量 A1 及 B1 之混合比例，並計算 a 值，其結果如第 6 圖所示。

相對 $0.5 \leq a \leq 1.5$ 時磁氣特性較高，其外該特性急遽下降，異種粉末分散而提昇磁氣相互作用，結果便提昇磁氣特性，此外，在 $0.9 \leq a \leq 1.1$ 下該特性特別高，以此範圍為最佳。

(實施例 8)

將 $\text{Nd} = 12.4\%$ ， $\text{Fe} = 65.9\%$ ， $\text{Co} = 15.9\%$ ， $\text{B} = 5.8\%$

五、發明說明()

重量比例組成物，在高周波溶解爐中於氫氣環境下溶解，鑄造而製成錠，製作成單捲急冷薄帶，再分解磨碎，裝入模型中，在氫氣中於700~800℃之溫度、2 ton/cm²壓力下，於短時間內高溫壓縮成形，再於最初壓縮方向與垂直方向上實施高溫壓縮成形，將此異方性方體粉碎而得粉末，以此為B3。

如實施例1，將改變A1及B3之混合量而評估其磁氣特性，相對於填充率之峰值係在15重量%，而(BH)_{max}之峰值則在30重量%，以此為實施例D，其磁氣特性如下所示，此外，亦同時顯示僅B3粉末(比較例4)之粘合型磁石的性能。

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
實施例D	10.2	12.5	21.2
比較例4	9.1	14.1	17.4

相較於比較例4可知實施例D的磁氣相互作用運作，顯示非常高的磁氣特性。

(實施例9)

將Sm=6.7%、Ce=2.3%、Pr=6.8%、Nd=6.9%、Co=51.2%、Fe=15.9%、Cu=6.8%、Zr=3.4%重量比例組成，在高周波溶解爐中於氫氣環境下溶解，鑄造而製成錠，該錠在1145℃下於氫氣中進行24小時的熔體化處理

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

後，再於780℃下放置12小時，再實施以0.5℃/min連續冷卻至400℃的時效處理，其後，再於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑20 μ m之粉末，以此粉末為B6。該粉末之保磁力係10.5kOe。

其次，將Sm=22.5%、Pr=2.3%、Fe=70.1%、Co=5.1%重量比例組成，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解・鑄造而製成錠，該錠於1100℃下實施24小時的均質化處理，再於碎礦機中粗粉碎至平均粒徑100 μ m；該粉末在氬及氨混合氣體中於450℃下實施2小時的氮化處理，所得粉末於噴射磨碎機中作微粉碎，而得平均粒徑2.2 μ m之微粉末，以該微粉末為A4，測量該微粉末之保磁力為6.5kOe。

以重量比A4：B6=1：3比例混合・混練後，於15kOe磁場中7ton/cm²之形成壓下壓縮成形，在氮氣環境中於150℃下實施1小時的硬化處理而得粘合型磁石，此為實施例E，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 10.2 \text{ kG}$$

$$iHc = 9.1 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 23.5 \text{ MG0e}$$

由上述可知，雖然實施例E較實施例A之Sm量少，但仍可得較高的磁氣特性。

(實施例10)

實施例1之A1及B1各以重量比1：3之比例混合，加入環氧樹脂1.6重量%混合・混練，所得之化合物在

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

五、發明說明 ()

40 kOe磁場下著磁後，於15 kOe磁場中7 ton/cm²成形壓下壓縮成形，在於氮氣環境中150℃下實施1小時的硬化處理而得粘合型磁石，以此為實施例下，其磁氣特性如下：

$$Br = 10.9 \text{ kG}$$

$$iHc = 12.1 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 25.6 \text{ MG0e}$$

由上述得知，實施例F依粉末狀態下之著磁作用，其Br較實施例A為之提昇。

(實施例11)

使用純度99.9%之Sm及純度99.9%之Fe以原子百分比Sm為10.5%及Fe為89.5%組成合金，將其於氬環境中於高周波中熔解，所得之錠於1100℃下在氬環境下實施24小時的均質化處理，其後再予以粗粉碎至粉末粒徑約100 μm左右，再於乙炔氣體中150℃下實施1小時炭化處理，所得粉末予以微粉碎至平均粒徑5 μm，以此粉末為A3。

在B1粉末中添加20重量%的A3，在球磨機中同時進行粉碎・混合，所得混合粉末中加入環氧樹脂1.6重量%混合・混練，再於15kOe磁場中7 ton/cm²成形壓下壓縮成形，於氮氣環境中150℃下實施1小時之硬化處理，而得粘合型磁石，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 10.1 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.1 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 22.4 \text{ MG0e}$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

由上述得知，不拘泥於 $R_2Fe_{17}Nx$ ，即使炭化系亦可得相當高的磁氣特性，顯見依磁氣相互作用提昇磁氣特性並不限定組成物之組成。

(實施例12)

將 $Sm=24.2\%$ 、 $Co=45.7\%$ 、 $Fe=22.9\%$ 、 $Cu=5.3\%$ 、 $Zr=1.9\%$ 重量比例組成，使用高周波在氬氣環境中熔解・鑄造而得錠，該錠於氬環境中 $1150^{\circ}C$ 下進行24小時的熔體化處理後，於 $800^{\circ}C$ 下放置12小時，再實施以 $0.5^{\circ}C/min$ 連續冷卻至 $400^{\circ}C$ 的時效處理，其後，再於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑 $21\mu m$ 之粉末，以此粉末為A2。在A2粉末中添加環氧樹脂1.6重量%，實施混合・混練後，於 $150kOe$ 磁場中 $7 ton/cm^2$ 之成形壓下壓縮成形，再於 $150^{\circ}C$ 下實施1小時之硬化處理而得粘合型磁石，以此為比較例5。

其次，將 $Sm=25.8\%$ 、 $Co=44.9\%$ 、 $Fe=24.8\%$ 、 $Cu=3.2\%$ 、 $Zr=1.3\%$ 重量比例組成物熔解・鑄造，而製成錠，該錠在 $1120^{\circ}C$ 下於氬環境中進行48小時的熔體化處理，其次於 $800^{\circ}C$ 下放置15小時後，再實施以 $0.5^{\circ}C/min$ 的連續冷卻至 $400^{\circ}C$ 的時效處理，再於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑 $23\mu m$ 之粉末，以此粉末為B4。該B4粉末中添加環氧樹脂1.6重量%，實施混合・混練後，於 $15kOe$ 磁場中 $7 ton/cm^2$ 之成形壓下壓縮成形，再於 $150^{\circ}C$ 下實施1小時的硬化處理而成粘合型磁石，以此為比較例6。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

將上述二類之粉末以 $\{ (a) \times A2 \} + \{ (100 - a) \times B4 \}$ 之形式混合，其中 a 係重量%，各為 0(比較例 6)、20、40、60、80、100(比較例 5)。所得之混合粉末中加入環氧樹脂 1.6 重量% 混合，混練，於 15kOe 磁場中 7 ton/cm² 之成形壓下壓縮成形，再於 150℃ 下實施 1 小時之硬化處理而製成粘合型磁石，其磁氣特性如第 7 圖所示。在 $a = 40$ 重量% 下擁有最大能量積峰值，較僅 A1 或 B1 粘合型磁石有較高性能，故以 $a = 40$ 重量% 時之粘合型磁石為實施例 G。相關實施例 G，比較例 5 及比較例 6 之磁氣特性如下：

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MGoe)
實施例 G	9.6	9.5	21.2
比較例 5	9.2	12.5	18.5
比較例 6	10.2	7.2	18.8

其次，各自單獨以 A2 粉末 B4 粉末分別製成粘合型磁石，所得之 2 類粘合型磁石與 A2 粉末 40 重量% 接著，以此為比較例 7。第 8 圖所示為實施例 G 及比較例 7 之磁化曲線(減磁曲線)。比較例 7 之減磁曲線在 5 ~ 9 kOe 之範圍中出現偏離，然相對的實施例 G 則完全未見偏離現象，此原因為實施例 G 中異種粒子間磁氣相互作用動作的關係。

(實施例 13)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

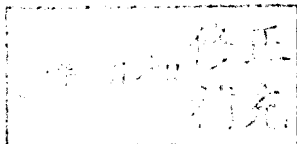
線

五、發明說明()

將 $S_{\text{m}} = 10.0\%$ 、 $Pr = 14.0\%$ 、 $Co = 46.3\%$ 、 $Fe = 21.6\%$ 、 $Cu = 6.2\%$ 、 $Zr = 1.9\%$ 重量比例組成，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解，鑄造而製成錠，該錠在 1130°C 下於氬氣中進行 48 小時的熔體化處理，再於 800°C 下放置 12 小時後，實施以 $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 之連續冷卻至 800°C 的時效處理，其後再於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑 $20\mu\text{m}$ 之粉末，以此粉末為 C1，於 C1 粉末中添加環氧樹脂 1.6 重量%，進行混合，混練後，於 15kOe 之磁場中 $7\text{ton}/\text{cm}^2$ 之成形壓下壓縮成形，再於 150°C 下實施 1 小時的硬化處理，而製成粘合型磁石，以此為比較例 7。

將 C1 與 A2 以 13:7 之比例混合，所得之混合粉末加入環氧樹脂 1.6 重量% 予以混合，混練，再於 15kOe 之磁場中 $7\text{ton}/\text{cm}^2$ 成形壓下壓縮成形，於 150°C 下實施 1 小時的硬化處理而製成粘合型磁石，以此為實施例 H。實施例 8 為僅用 C1 粉末同樣的製成粘合型磁石。關於實施例 H 及比較例 8 之磁氣特性如下所示：

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MGoe)
比較例 7	9.1	11.5	19.2
實施例 H	9.8	10.8	22.1
比較例 8	10.5	7.1	17.8



A7

B7

五、發明說明()

相對實施例H可獲得較高磁氣特性，而比較例8則因保磁力較小，故性能下降。

(實施例14)

將Sm=12.4%、Nd=11.9%、Co=46.2%、Fe=21.5%、Cu=6.1%、Zr=1.9%重量比例組成，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解・鑄造而製成錠，該錠在1140℃下於氬氣環境中進行48小時的熔體化處理，再於800℃下放置12小時後，再實施以0.5℃/min之連續冷卻至400℃的時效處理，其後再於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑22μm之粉末，以此粉末為D1，於D1粉末中添加環氧樹脂1.6重量%予以混合・混練，再於15kOe磁場中7ton/cm²之成形壓下壓縮成形，並於150℃下實施1小時的硬化處理，而製成粘合型磁石，以此為比較例9。

將D1及A2以3:2之比例混合，所得混合粉末中添加環氧樹脂1.6重量%予以混合・混練，於15kOe磁場中7ton/cm²成形壓下壓縮成形，並於150℃下實施1小時的硬化處理而製成粘合型磁石，以此為實施例I。而比較例10則僅以C1粉末同樣的製成粘合型磁石。關於實施例I及比較例10之磁氣特性如下所示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
比較例9	9.3	10.6	19.6
實施例I	10.1	9.8	21.1
比較例10	10.9	6.7	17.3

相對實施例I可獲得較高磁氣特性，而比較例10則因保磁力較小，故無法獲得充份的性能。

(實施例15)

將Sm=24.2%、Co=44.9%、Fe=26.5%、Cu=3.2%、Zr=1.2%重量比例組成，在高周波溶解爐中於氬氣環境下溶解・鑄造而製成錠，該錠在1120℃下於氬氣環境中進行48小時的熔體化處理後，於800℃下放置任意時間，再實施以0.5℃/min連續冷卻至400℃的時效處理，依該時效時間的改變(1~24小時)，而使保磁力變化，以此為X2粉末。其次，將Sm=24.2%、Co=45.7%、Fe=22.9%、Cu=5.3%、Zr=1.9%重量比例組成經溶解・鑄造而製成錠，該錠在1150℃下於氬氣環境中進行24小時的熔體化處理後，於800℃下放置任意時間(1~16小時)，再實施以0.5℃/min之連續冷卻至400℃的時效處理，依此方式而得保磁力不同之Y2粉末。將其於碎礦機、自動粉碎機中磨碎，而得平均粒徑20μm左右之粉末。將所得粉末X2及Y2以3:2之比例混合，於該混合粉末中添加環氧

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

樹脂1.6重量%予以混合・混練，再於15kOe磁場中7 ton/cm²之成形壓下壓縮成形，並於150℃下實施1小時的硬化處理而製成粘合型磁石，其保磁力及磁氣特性之關係如第9圖所示。

由圖中得知，X的保磁力在(Y之保磁力)/10以上、Y之保磁力以下時，其磁氣特性將提昇。

(實施例16)

上述於A2、B4、C1及D1粉末製造過程中所得之錠，分別以A3、B5、C2及D2稱之，各錠分別進行平均粒徑至200 μm左右的粗粉碎，將這些粗粉碎後之粉末依以下比例混合：

$$AB2 \dots A3 : B5 = 2 : 3$$

$$AC2 \dots A3 : C2 = 7 : 13$$

$$AD2 \dots A3 : D2 = 2 : 3$$

這些粉末分別在球磨機中一邊磨碎一邊混合，所得之混合粉末中分別添加環氧樹脂1.6重量%予以混合・混練後，於15kOe磁場中7 ton/cm²之成形壓下壓縮成形，並於150℃下實施1小時的硬化處理而製成粘合型磁石，各自以實施例J(AB2)，實施例K(AC2)、實施例L(AD2)表示，其磁氣特性如下所示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

	Br (kG)	iHc (kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
實施例 J	10.2	9.7	22.4
實施例 K	10.7	11.0	23.5
實施例 L	11.0	10.1	22.7

而該實施例 J、K、L 因強磁氣相互作用，而使其較實施例 G、H、I 可獲得較高之磁氣特性。由此可知，在粉末粉碎之同時實施混合，則粒子間之磁氣相互作用將提昇（因接觸新鮮表面），而得較高之磁氣特性。

（實施例 17）

將實施例 16 中所得之各化合物，分別在 40kOe 磁場下著磁，之後再於 15 kOe 磁場中以 7 ton/cm² 之形成壓下壓縮成形，並於 150℃ 下實施 1 小時硬化處理而製成粘合型磁石，以此為實施例 M、N、O，其磁氣特性如下所示：

	Br (kG)	iHc (kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
實施例 M	10.6	10.2	23.4
實施例 N	11.2	11.5	24.1
實施例 O	11.2	10.7	23.0

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

五、發明說明()

如上述，實施例 M、N、O 依於粉末狀態下著磁方式，而較實施例 J、K、L 可獲得較高性能。

(實施例 18)

將 A1 粉末及 B1 粉末以重量比 1:3 之比例混合・粉碎後，添加環氧樹脂 1.6 重量% 予以混合混練，再於 15kOe 磁場中成形，依此成形壓之改變而使磁粉體積填充率變化。依實測磁氣相互作用之大小的磁化曲線及完全未包含相互作用情形下，分別評估計算磁化曲線差之峰值的大小。計算所得之磁化曲線與無相互作用之情形下的實測磁化曲線幾乎一致，此已明示於實施例 1 中，而典型的表示該實測值與計算值之差者如第 10 圖所示。

第 11 圖所示為磁粉體積填充率與峰值之關係，由圖中得知隨填充率的增加其峰值亦將增大，而提昇角形性。特別是磁粉體積填充率降低至 50% 以下時，更顯示使磁氣相互作用有效果的作動上，填充率亦是其重要因素。

(實施例 19)

將 A1 粉末與 B1 粉末以重量比 1:3 混合・粉碎得混合粉末，在 5 ton/cm² 之加壓、2000A 脈衝流通電流、燒結溫度 400℃ × 5 分鐘下，實施電漿燒結，以此燒結型磁石為實施例 P。另將 A1 粉末及 B1 粉末以與實施例 P 相同比例加入混成 2 相狀態(一種如傾斜材料)，實施以電漿燒結，以此為比較例 11。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

相關其磁氣特性如下：

	Br(kG)	iHc(kOe)	(BH) _{max} (MG0e)
實施例P	12.7	10.2	37.5
比較例11	12.0	11.0	29.1

相對於比較例11因偏離而降低磁氣特性，實施例P因角形性非常佳，其結果將使磁氣特性為之提昇。

(實施例20)

將Sm=24.2%、Co=45.7%、Fe=22.9%、Cu=5.3%、Zr=1.9%重量比例組成，在高周波熔解爐中於氬氣環境下熔解・鑄造而製成錠，該錠在1150℃下於氬氣環境中實施12小時的熔體化處理，以此為K1。

其次，將Sm=10.0%、Pr=14.0、Co=46.4%、Fe=21.6%、Cu=6.2%、Zr=1.9%重量比例組成予以熔解・鑄造而製成錠，該錠在1130℃下於氬氣環境中實施24小時的熔體化處理，以此為K2。

將K1與K2以13：7之比例混合，該混合錠於噴射粉碎機中實施微粉碎(粉碎與混合係同時舉行)，該混合粉末在15kOe磁場中成形，所得之成形體在1200℃下燒結，其後於1130℃下再度實施24小時的溶體化處理，再於800℃下放置12小時後，並實施以0.5℃/min連續冷卻至400℃的時效處理，所得燒結型磁石的性能如下所示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

$$Br = 13.1 \text{ kG}$$

$$iHc = 11.5 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 38.1 \text{ MG0e}$$

(實施例 21)

將實施例 20 之混合粉末在 15 kOe 磁場中變更成形壓而成形，所得之成形體以與實施例 20 之同樣方法製成燒結型磁石，依變更成形壓力而改變磁粉體積填充率，此體積填充率與在實施例 18 中所進行評估磁氣相互作用差的峰值間之關係如第 12 圖所示，由圖中可明顯得知，伴隨填充率的增加，其峰值亦將增大，而角形性亦將提昇，尤其是磁粉體積填充率在 95 % 以上時，其峰值將急遽增加，更顯示使磁氣相互作用有效果的作動上，填充率亦是其重要因素。

(實施例 22)

將 Nd = 28.1%、Fe = 60.2%、Co = 10.6%、B = 1.0% Zr = 0.1% 重量比例組成，予以熔解・鑄造後，實施均質化處理，再於氫氣中進行 $850^{\circ}\text{C} \times 3$ 小時的氫處理，並抽真空至 10^{-3} Torr，且急速冷卻至室溫，即所謂 HDDR 處理。所得之錠實施平均粒徑至 $200 \mu\text{m}$ 的粗粉碎，以此粉末為 L1。

將 L1 與 B1 以 3 : 2 混合，加入環氧樹脂 1.6 重量 % 混合・混練，於 15 kOe 磁場中成形後，再實施 $150^{\circ}\text{C} \times 1$ 小時的硬化處理，將其粘合磁石化，其磁氣特性如下所示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

$$Br = 10.5 \text{ kG}$$

$$iHc = 12.4 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 21.5 \text{ MG0e}$$

(實施例 23)

將形成 $Fe_{65}Co_{35}$ 之混合物溶解・鑄造，所得之錠予以粉碎，以此為 M1。將 M1 與 K1 以 1 : 9 之比例混合，所得之混合粉末在噴射粉碎機中進行微粉碎，該混合粉末在 15kOe 磁場中成形，所得成形體在 1200℃ 下燒結後，於 1130℃ 下再實施 24 小時的熔體化處理後，於 800℃ 下放置 12 小時，並實施以 0.5℃ / min 連續冷卻至 400℃ 的時效處理，所得之燒結磁石其性能如下所示：

$$Br = 15.4 \text{ kG}$$

$$iHc = 8.1 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 50.1 \text{ MG0e}$$

(實施例 24)

將 M1 與 A1 以 2 : 8 之比例混合，所得之混合粉末在噴射粉碎機中進行微粉碎後，於所得混合粉末中加入環氧樹脂 1.6 重量 % 混合・混練，再於 15kOe 磁場中成形後，於 150℃ × 1 小時下實施 1 小時硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所下：

$$Br = 13.7 \text{ kG}$$

$$iHc = 6.2 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 25.4 \text{ MG0e}$$

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

(實施例 25)

將 Fe 之霧化粉末 (atomiz powder) ($2 \mu m$) P1 與 L1 以 1 : 9 之比例混合，所得混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合，混練後，再於 15kOe 磁場中成形，其後再於 $150^{\circ}\text{C} \times 1$ 小時條件下實施硬化處理，將其粘合磁石化，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 13.7 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.2 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 26.2 \text{ MG0e}$$

(實施例 26)

將 $S_m = 35\%$ 、 $Co = 65\%$ 重量比例組成，予以溶解・鑄造，所製得之錠於顎式破碎機及振動式球磨機中進行粗粉碎，所得之粉末以 Q1 稱之。將 Q1 與 M1 以 7 : 3 之比例混合，所得之混合粉末使用噴射粉碎機進行微粉碎後，於 15kOe 磁場中成形，將該製得成形體於 1220°C 下進行燒結。之後，於 850°C 下實施 5 小時的熱處理，該製得之燒結型磁石的性能如下所記：

$$Br = 14.3 \text{ kG}$$

$$iHc = 12.5 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 42.1 \text{ MG0e}$$

(實施例 27)

將 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 及 SrCO_3 粉末稱量以 $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{SrCO}_3 = 5.9$ 之配合比例，在球磨機中混合，並於 $1250^{\circ}\text{C} \times 4$ 小時條件下

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

進行假燒結後，再於球磨機中實施粉碎，以此粉末為R1。
將R1與K1以2：8之比例混合，該混合錠在噴射粉碎機中進行微粉碎，此混合粉末在150kOe磁場中成形，所得之成形體在1200℃下燒結後，並於1130℃下實施24小時熱處理，其次於800℃下放置12小時後，再實施0.5℃/min連續冷卻至400℃，所得之燒結型磁石的性能如下所記：

$$Br = 13.5 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.2 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 39.2 \text{ MG0e}$$

(實施例28)

將R1與A1以3：7之比例混合，於噴射粉碎機中進行微粉碎，所得之混合粉末與環氧樹脂4重量%混合，混練後，於15kOe磁場中成形，再於150℃×1小時條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 11.6 \text{ kG}$$

$$iHc = 5.3 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 22.3 \text{ MG0e}$$

(實施例29)

將R1與L1以1：9之比例混合，所得粉末與環氧樹脂1.6重量%混合，混練，於15kOe磁場中成形，其後於150℃×1小時條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所記：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

$$Br = 10.6 \text{ kG}$$

$$iH_c = 12.1 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 21.5 \text{ MG0e}$$

(實施例 30)

將 R1 與 M1 以 7 : 3 之比例混合，該混合粉末使用噴射粉碎機進行微粉碎，於 15kOe 磁場中成形，其後成形體於 1250℃ 下燒結，其後於 850℃ 下實施 5 小時的熱處理，該製得之燒結型磁石的特性如下所記：

$$Br = 15.2 \text{ kG}$$

$$iH_c = 3.2 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 19.6 \text{ MG0e}$$

(實施例 31)

在氮氣體環境下將 Fe 於 700℃ 下氮化，並於常溫下急速冷卻，所得之氮化鐵再急速冷卻至液態氮的溫度，其後於 100℃ 下實施熱處理而得 $Fe_{1.6}N_2$ ，將該合金予以粗粉碎，以此粉末為 S1。將 S1 與 B1 以 1 : 9 比例混合，所得之混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合，混練，並於 15kOe 磁場中成形，其後再於 150℃ × 1 小時條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所記：

$$Br = 11.6 \text{ kG}$$

$$iH_c = 6.2 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 20.9 \text{ MG0e}$$

(實施例 32)

將 S1 與 A1 以 2 : 8 之比例混合，所得之混合粉末與

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

環氧樹脂 1.6 重量 % 混合・混練，並於 15kOe 磁場中成形，之後再於 $150^{\circ}\text{C} \times 1$ 小時之條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所記：

$$Br = 10.7 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.6 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 22.3 \text{ MG0e}$$

(實施例 33)

將 S1 與 L1 以 3 : 7 之比例混合，所得之混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合・混練，並於 15kOe 磁場中成形，之後再於 $150^{\circ}\text{C} \times 1$ 小時之條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 10.7 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.6 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 22.3 \text{ MG0e}$$

(實施例 34)

將 S1 與 Q1 以 3 : 7 之比例混合，所得之混合粉末與環氧樹脂 1.6 重量 % 混合・混練，並於 15kOe 磁場中成形，之後再於 $150^{\circ}\text{C} \times 1$ 小時之條件下實施硬化處理而粘合磁石化，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 11.1 \text{ kG}$$

$$iHc = 4.7 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 17.1 \text{ MG0e}$$

(實施例 35)

將 A1 與 B1 以 1 : 3 之比例混合，於該混合粉末中添

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

加2.5重量%之尼龍12，於250℃下進行混練，該混合物於粉碎機中予以顆粒化，並在10kOe磁場中於250℃下成形而粘合磁石化，其成形壓力為1 ton/cm²，而其磁氣特性如下所示：

$$Br = 10.5 \text{ kG}$$

$$iHc = 10.3 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 22.4 \text{ MG0e}$$

由上述得知因係於較高溫下成形，所以即使其磁場配向較低或成形壓亦較低，但仍得於充份的高配向下製得高填充率的粘合型磁石。

(實施例36)

將A1與B1以1:3之比例混合，於該混合粉末中添加10重量%之尼龍12，於280℃下混練，再於280℃下射出，於壓力1 ton/cm²下在15kOe磁場中射出成型，其磁氣特性如下所示：

$$Br = 8.5 \text{ kG}$$

$$iHc = 9.8 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 15.7 \text{ MG0e}$$

(實施例37)

將A1與B1以1:3之比例混合，該混合粉末中分別各以3.2重量%加入尼龍12、氧化防制劑、矽油予以混合，於2軸混練機中在230℃下進行混練，同時亦實施顆粒化，將該混合物以擠壓成型機，在15kOe磁場中擠壓，其磁氣特性如下所示：

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明()

$$Br = 10.5 \text{ kG}$$

$$iH_c = 10.0 \text{ kOe}$$

$$(BH)_{\max} = 21.0 \text{ MG0e}$$

(實施例 38)

將 A1 粉末與 B1 粉末以重量比 1 : 3 之比例混合，該 A1 粉末及 B1 粉末之平均粒徑為 $2.0 \mu\text{m}$ (r_A) 及 $21.0 \mu\text{m}$ (r_B)，使用 V 型混合機予以混合，改變混合時間，於該混合粉末中添加環氧樹脂 1.6 重量% 予以混合・混練，並於 15 kOe 磁場中成型，之後於 $150^\circ\text{C} \times 1$ 小時條件下實施硬化處理而粘合磁石化。以掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察該粘合型磁石之斷層面，測量 A1 與 B1 接觸數目 (取 10 個位置之平均)，其接觸數與磁氣特性 (最大能量積) 之關係如第 13 圖所示，由圖中得知，接觸數在 $2(r_A + r_B)^2 / r_A^2$ 以下時，其磁氣特性產生急遽劣化現象。

〔發明之效果〕

第 1 圖 A1 粉末之混合量與磁氣特性之關係圖。

第 2 圖混合粘合型磁石之減磁曲線 (實施例 A 及比較例 1-1) 之顯示圖。

第 3 圖混合粘合型磁石之減磁曲線 (比較例 1-2 及比較例 1-3) 之顯示圖。

第 4 圖 (A) 實施例 C 及實施例 A 之減磁曲線圖，(B) 實施例 C 及實施例 A 其減磁曲線差之圖，(C) 大氣中 150°C 放置 100 小時之減磁曲線 (實施例 C 及實施例 A) 之顯示圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

第5圖2類粉末之保磁力的差與磁氣特性之關係圖。

第6圖粉末分散係數與磁氣特性之關係圖。

第7圖B4粉末之混合量與磁氣特性之關係圖。

第8圖混合粘合型磁石之減磁曲線(本發明7及比較7)之關係圖。

第9圖2類粉末之保磁力差值與磁氣特性之關係圖。

第10圖實測與計算之磁化差與磁場之關係圖。

第11圖相關粘合型磁石其磁化差之峰值與磁粉體積填充率之關係圖。

第12圖相關燒結型磁石其磁化差之峰值與磁粉體積填充率之關係圖。

第13圖2類粉末其接觸數及磁氣特性之關係圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

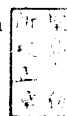
稀土類磁性粉末、其永久磁石及其製造方法

一種稀土類磁性粉末、其永久磁石及其製造方法，係提供一種利用磁氣相互作用提昇磁氣特性之磁性粉末及永久磁石。其特徵係在於依包含磁性粉末A(殘餘磁束密度 Br_A 、保磁力 Hc_A)及磁性粉末B(殘餘磁束密度 Br_B 、保磁力 Hc_B)2類以上之混合粉末所組成，使其各殘餘磁束密度及保磁力具 $Br_A > Br_B$ 、 $Hc_A < Hc_B$ 之關係的磁性粉末，藉由該磁性粉末製造粘合型磁石或燒結型磁石及磁性粉末之混合方法或磁石之製造方法。

英文發明摘要(發明之名稱：

magnetic powder, permanent magnet produced therefrom and process for producing them

A magnetic powder and a permanent magnet are provided which have magnetic properties enhanced by magnetic interaction. Disclosed are a magnetic powder comprising a mixture of two or more powders including a magnetic powder A (residual magnetic flux density: Br_A , coercive force: Hc_A) and a magnetic powder B (residual magnetic flux density: Br_B , coercive force: Hc_B) of which the residual magnetic flux densities and the coercive forces have the following relationships: $Br_A > Br_B$ and $Hc_A < Hc_B$, and a bonded magnet or a sintered magnet produced from the magnetic powder, and a method for mixing magnetic powders and a process for producing a magnet.



(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

1. 一種磁性粉末，係包含磁性粉末A（殘餘磁束密度 Br_A 、保磁力 Hc_A ）及磁性粉末B（殘餘磁束密度 Br_B 、保磁力 Hc_B ）2類以上混合粉末，其特徵在於各殘餘磁束密度及保磁力有 $Br_A > Br_B$ 、 $Hc_A < Hc_B$ 之關係。
2. 如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於各保磁力有 $Hc_A = y \cdot Hc_B$ （ $0.1 < y$ ）之關係。
3. 如申請專利範圍第2項所述之磁性粉末，其特徵在於各殘餘磁束密度有 $Br_A = X \cdot Br_B$ （ $1 < X \leq 2$ 、 $0.5 \leq Y < 1$ ）之關係。
4. 如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於前述之混合磁性粉末中，粉末A與粉末B之重量比為 $i:j$ ，而由該混合粉末中任意取出總量1%之混合粉末，其中粉末A及粉末B之重量比為 $i':j'$ 時，各重量比有 $i/j = a(i'/j')$ （ $0.5 \leq a \leq 1.5$ ）之關係。
5. 如申請專利範圍第4項所述之磁性粉末，其特徵在於 a 為 $0.9 \leq a \leq 1.1$ 。
6. 如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於前述混合磁性粉末中磁性粉末A（平均粉末粒徑： r_A ）與磁性粉末B（平均粉末粒徑： r_B ）之接觸點數 n ，在 $r_A < r_B$ 時為 $\{2(r_A + r_B)^2 / r_A^2\} < n$ ；而在 $r_A > r_B$ 時，則為 $\{2(r_A + r_B)^2 / r_B^2\} < n$ 。
7. 一種粘合型磁石，其特徵在於係由申請專利範圍第1～6項中任一項所述之磁性粉末所製造者。
8. 如申請專利範圍第7項所述之粘合型磁石，其特徵在

（請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁）

裝

訂

線

六、申請專利範圍

於磁粉體積填充率在50%以上。

9. 一種燒結型磁石，其特徵在於係由申請專利範圍第1～6項中任一項所述之磁性粉末所製造者。
10. 如申請專利範圍第9項所述之燒結型磁石，其特徵在於磁粉體積填充率在95%。
11. 如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於磁性粉末A係由稀土類金屬(包含Y之稀土類元素中之1種或2種以上，以下簡稱R)、過渡金屬(主要係以Fe及/或Co所構成，以下簡稱TM)、氮、碳及/或氫組成之所謂 $R_2TM_{1.7}(NCH)_x$ 系；而磁性粉末B係由R及Co組成，必要時並含有Fe、Cu、Zr等之所謂 $R_2TM_{1.7}$ 系者。
12. 一種粘合型磁石，其特徵在於係由申請專利範圍第11項所述之磁性粉末所製造者。
13. 如申請專利範圍第12項所述之粘合型磁石，其特徵在於比較分別與磁粉體積填充率最大值及最大能量積 $((BH)_{max})$ 最大值相對應之混合粉末中其中一種粉末之重量%時，其等之混合量(重量%)存在有5重量%以上之差。
14. 如申請專利範圍第11項所述之磁性粉末，其特徵在於各粉末之平均粒徑有 $r_A < r_B$ 之關係。
15. 如申請專利範圍第11項所述之磁性粉末，其特徵在於各粉末之平均粒徑有 $0.1\mu m \leq r_A \leq 10\mu m$ 、 $10\mu m \leq r_B \leq 100\mu m$ 及 $r_A < r_B$ 之關係。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

紙

六、申請專利範圍

16. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 $R_2TM_{1.7}((NCH)_x)$ 所形成；而該磁性粉末 B 則係由 R、TM 及 B 所形成之所謂 $R_2TM_{1.4}B$ 系者。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 $R_2TM_{1.7}$ 所形成者；而該磁性粉末 B 則係由組成與磁性粉末 A 互異之 $R_2TM_{1.4}$ 系所形成者。

18. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 $R_2TM_{1.4}B$ 系所形成者；而該磁性粉末 B 則係由 $R_2TM_{1.7}$ 系所形成者。

19. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 TM (主要為 Fe) 所形成者；而該磁性粉末 B 則係由 $R_2TM_{1.7}$ 系所形成者。

20. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 TM (主要為 Fe) 所形成者；而該磁性粉末 B 則係由 $R_2TM_{1.7}N_x$ 系所形成者。

21. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 TM (主要為 Fe) 所形成者；而該磁性粉末 B 則係由 $R_2TM_{1.4}B$ 系所形成者。

22. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末 A 係由 TM (主要為 Fe) 所形成者；而該磁性粉末 B 則係由 RTM_5 系所形成者。

23. 如申請專利範圍第 1 項所述之磁性粉末，其特徵在於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

該磁性粉末A係由TM及氮所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}$ 系所形成者。

24.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由TM及氮所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}N_x$ 系所形成者。

25.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由TM及氮所形成者；而該磁性粉末B則係由 $RTM_{1.4}B$ 系所形成者。

26.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由TM及氮所形成者；而該磁性粉末B則係由 RTM_0 系所形成者。

27.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由肥粒鐵所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}$ 系所形成者。

28.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由肥粒鐵所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}N_x$ 系所形成者。

29.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由肥粒鐵所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.4}B$ 系所形成者。

30.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由肥粒鐵所形成者；而該磁性粉末B則係由 RTM_0 系所形成者。

31.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

該磁性粉末A係由 RTM_n 系所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}$ 系所形成者。

32.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由 RTM_n 系所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2Fe_{1.4}B$ 系所形成者。

33.如申請專利範圍第1項所述之磁性粉末，其特徵在於該磁性粉末A係由 RTM_n 系所形成者；而該磁性粉末B則係由 $R_2TM_{1.7}N_x$ 系所形成者。

34.一種粘合型磁石，其特徵在於係使用申請專利範圍第11項及第14～33項中任一項所述之磁性粉末。

35.一種燒結型磁石，其特徵在於係由申請專利範圍第14～33項中任一項所述之磁性粉末所製造者。

36.一種混合粉末之製造方法，其特徵在於分別將磁性粉末A及磁性粉末B粉碎，然後將該磁性粉末A及該磁性粉末B混合。

37.一種混合粉末之製造方法，其特徵在於將磁性粉末A及磁性粉末B中之任一種粉碎，然後將剩餘之磁性粉末於粉碎之際，同時進行混合。

38.一種混合粉末之製造方法，其特徵在於磁性粉末A及磁性粉末B之粉碎與混合同時進行。

39.一種粘土型磁石之製造方法，其特徵在於將申請專利範圍第36～38項中任一項所述方法製得之混合粉末與黏合劑混合・混練，而於該粉末磁化後予以成形者。

40.一種燒結磁石之製造方法，其特徵在於將申請專利範

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝

訂

線

六、申請專利範圍

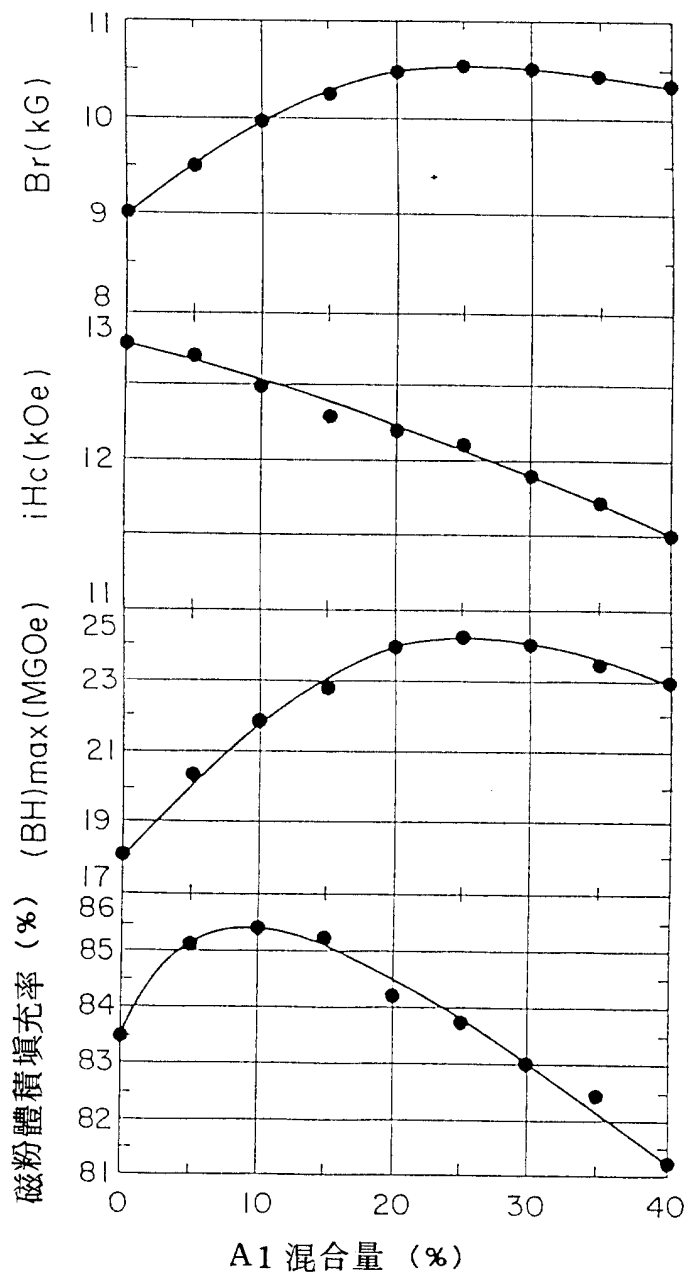
圍第36～38項中任一項所述方法製得之混合粉末以電漿燒結者。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

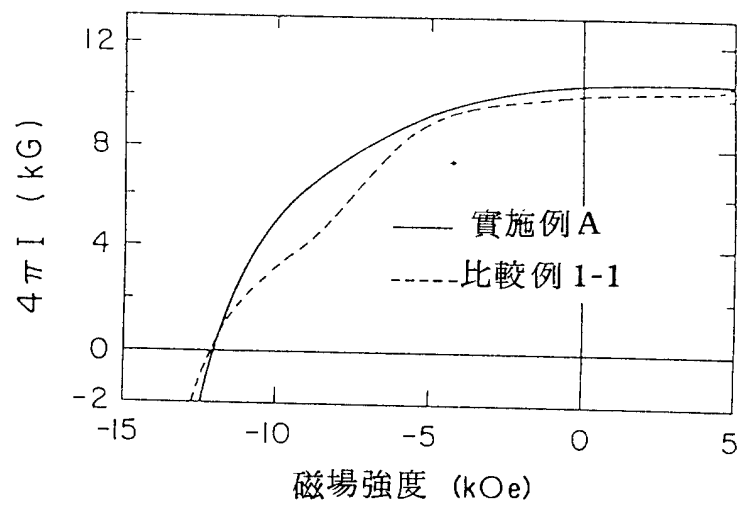
裝

訂

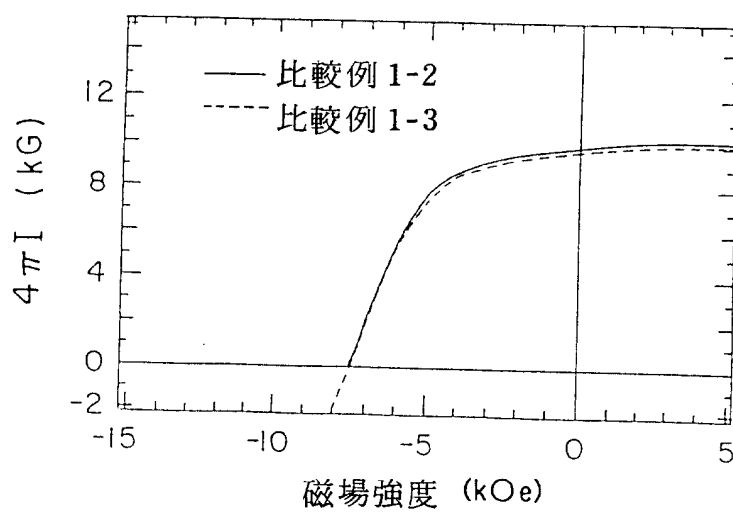
線



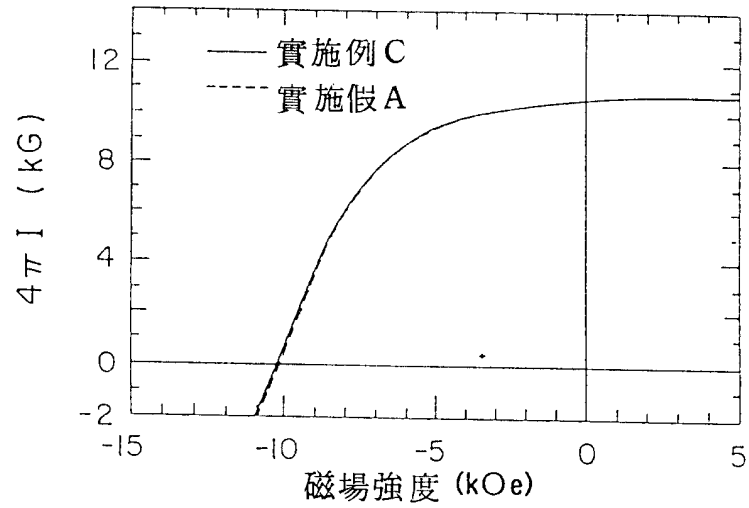
第 1 圖



第 2 圖

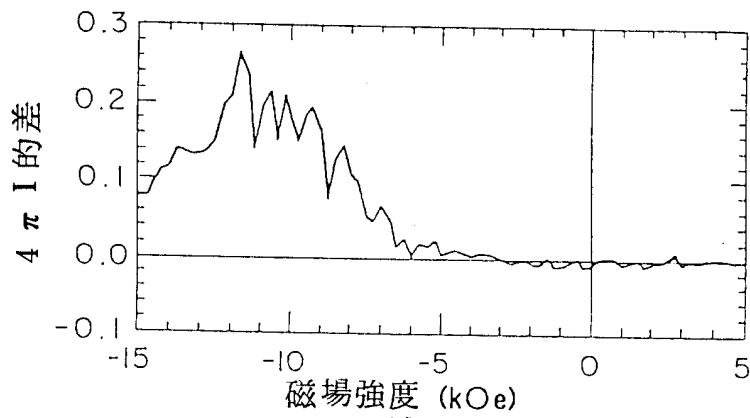


第 3 圖

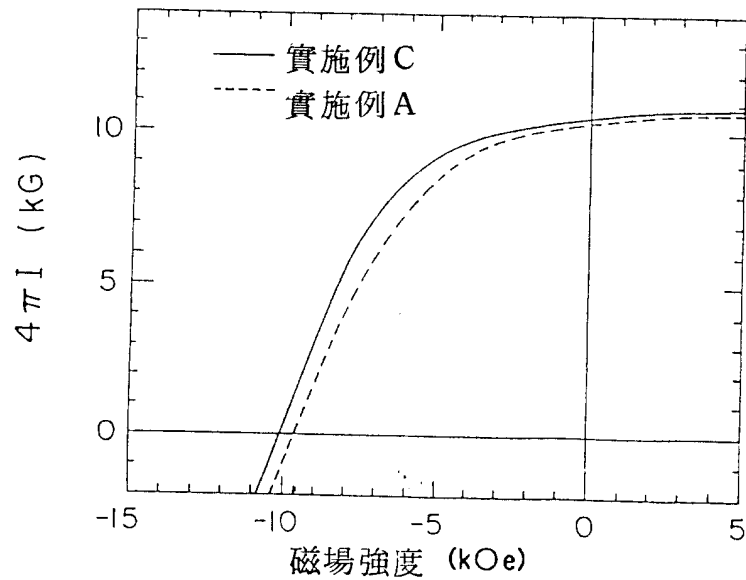


第4 (A)圖

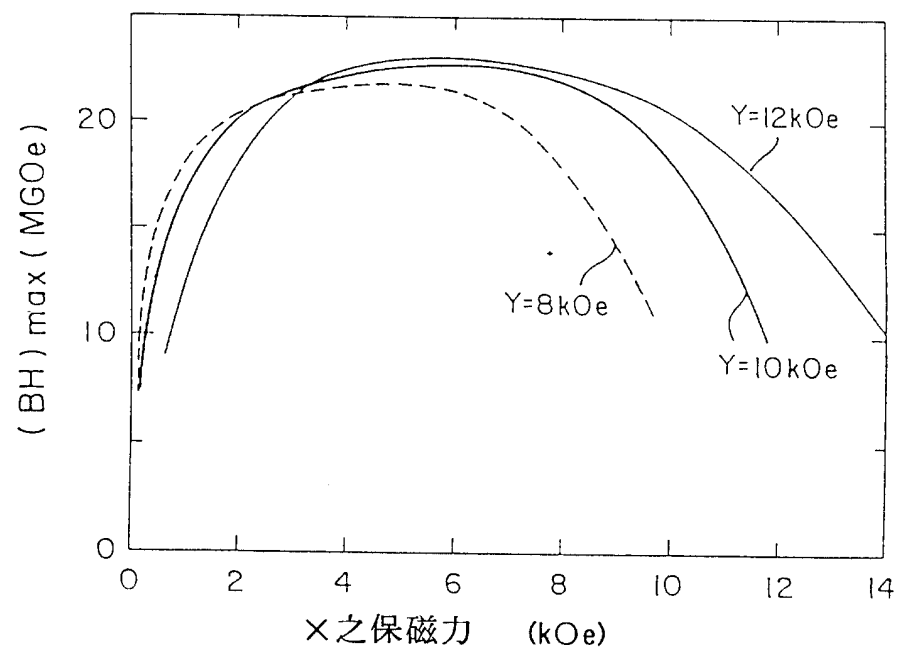
實施例C與實施例A之



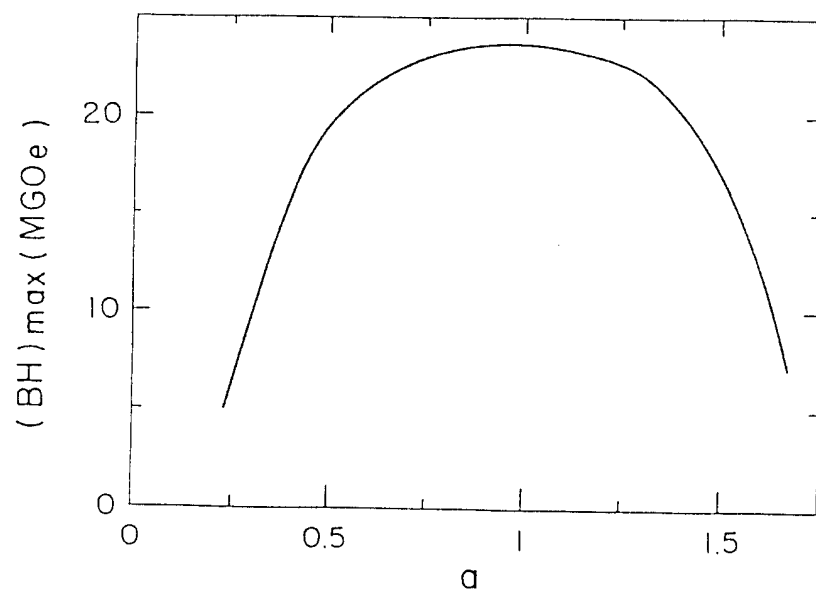
第4 (B)圖



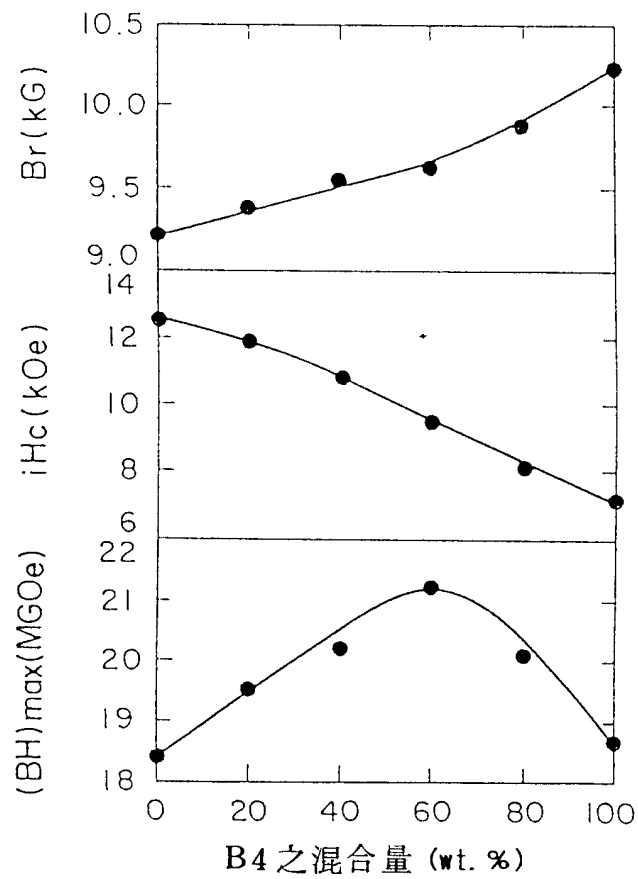
第4 (C)圖



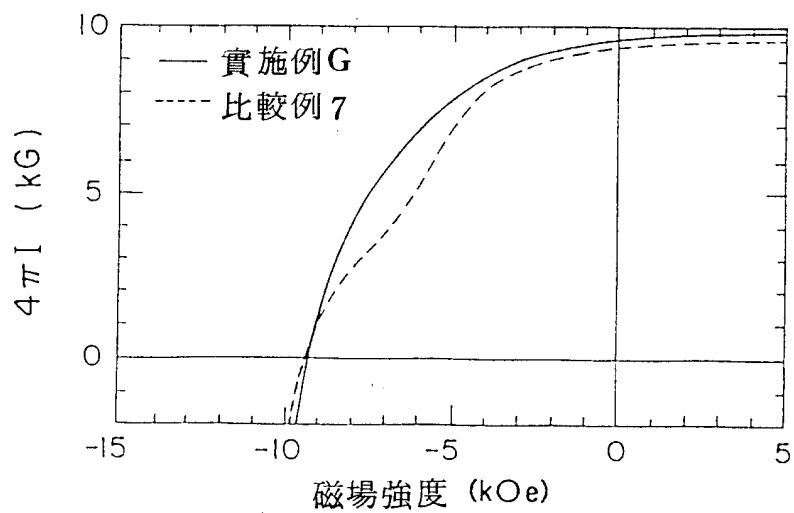
第 5 圖



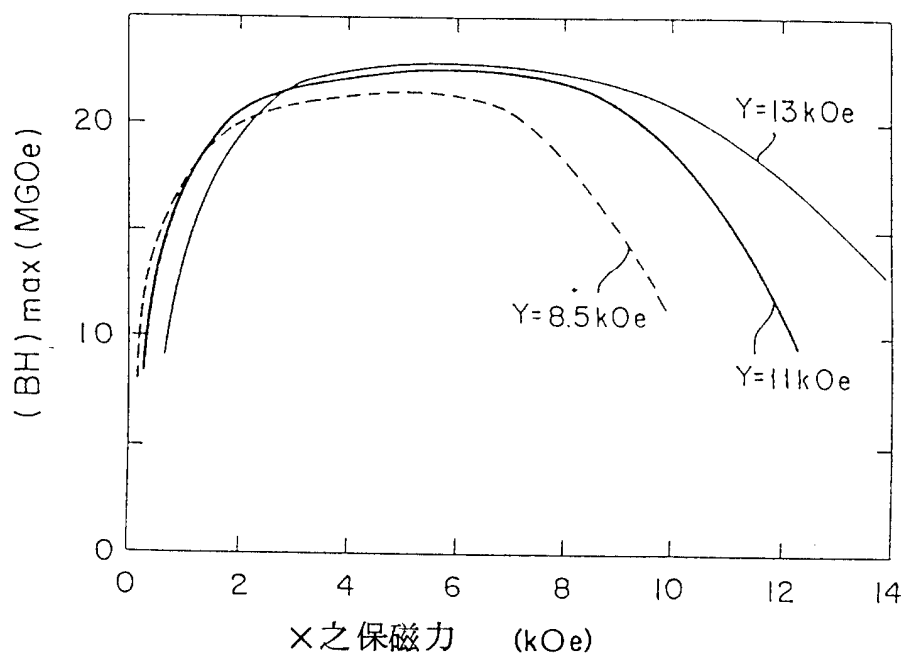
第 6 圖



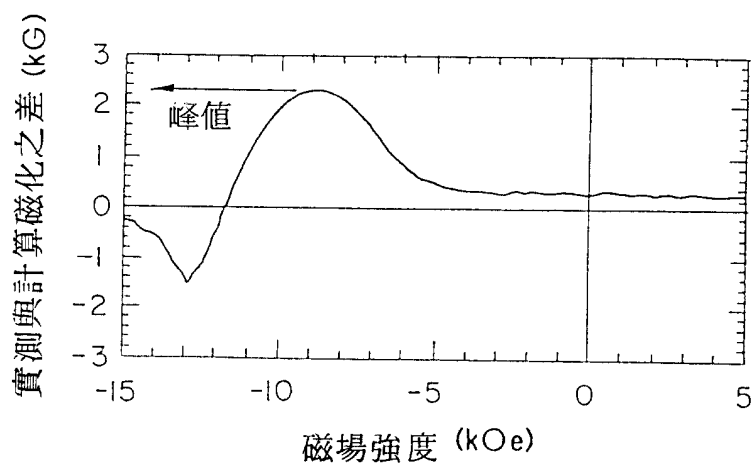
第 7 圖



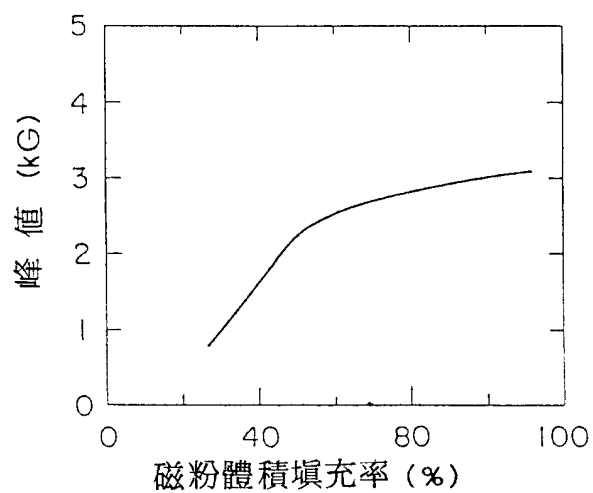
第 8 圖



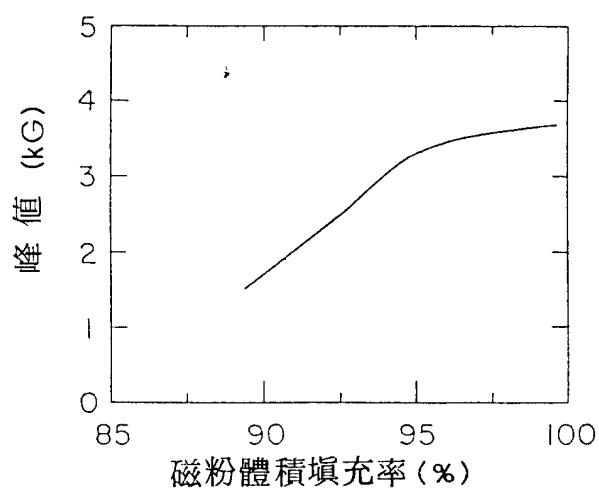
第 9 圖



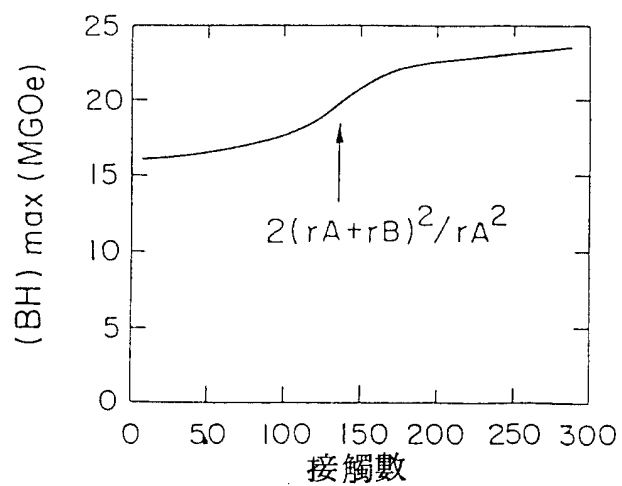
第 10 圖



第 11 圖



第 12 圖



第 13 圖