



(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 I751788 B

(45)公告日：中華民國 111 (2022) 年 01 月 01 日

(21)申請案號：109139803 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 11 月 13 日

(51)Int. Cl. : *H01F1/057 (2006.01)* *H01F41/02 (2006.01)*
C22C38/00 (2006.01) *C22C38/06 (2006.01)*
C22C38/12 (2006.01)

(30)優先權：2019/11/21 中國大陸 201911150984.0

(71)申請人：大陸商廈門鎢業股份有限公司(中國大陸) XIAMEN TUNGSTEN CO., LTD. (CN)
 中國大陸
 大陸商福建省長汀金龍稀土有限公司(中國大陸) FUJIAN CHANGTING GOLDEN
 DRAGON RARE-EARTH CO., LTD. (CN)
 中國大陸

(72)發明人：付剛 FU,GANG (CN)；黃佳瑩 HUANG,JIAYING (CN)；黃吉祥 HUANG,JIXIANG
 (CN)；權其琛 QUAN,QICHEN (CN)

(74)代理人：童沈源

審查人員：陳文傑

申請專利範圍項數：21 項 圖式數：3 共 41 頁

(54)名稱

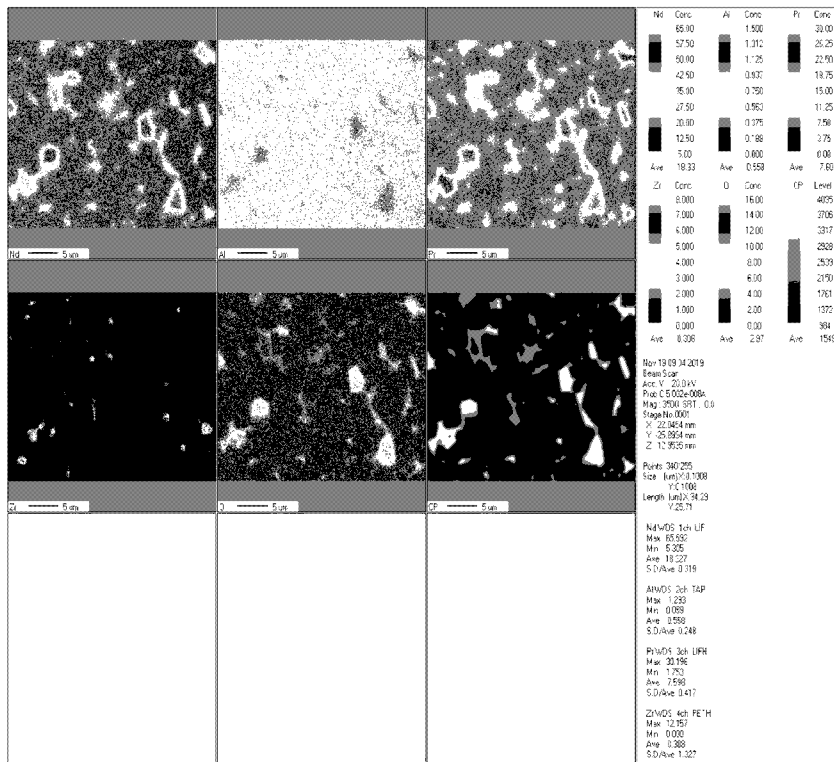
鈹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用

(57)摘要

本發明提供了鈹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用。其中，鈹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，其包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述 R' 包括 Pr 和 Nd；其中，Pr \geq 17.15%；Al \geq 0.5%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；百分比為佔所述鈹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。本發明中的鈹鐵硼磁體材料在不添加重稀土元素的前提下，仍然可使得鈹鐵硼磁體材料的性能得到顯著的提升。

The present invention provides NdFeB magnet material, raw material composition, preparation method and application. Wherein, the raw material composition of the NdFeB magnet material, as a percentage of mass, includes the following components: R': 29.5~32.8%, the R' includes Pr and Nd; wherein, Pr \geq 17.15%; Al \geq 0.5%; B: 0.90~1.2%; Fe: 60~68%; the percentage is the mass percentage of the total mass of the raw material composition of the NdFeB magnet material. The NdFeB magnet material in the present invention can significantly improve the performance of the NdFeB magnet material without adding heavy rare earth elements.

指定代表圖：



【圖1】



I751788

【發明摘要】

公告本

【中文發明名稱】 釹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用

【英文發明名稱】 NdFeB MAGNET MATERIAL, RAW MATERIAL

COMPOSITION, PREPARATION METHOD AND APPLICATION

【中文】本發明提供了釹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用。其中，釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，其包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'包括Pr和Nd；其中， $Pr \geq 17.15\%$ ； $Al \geq 0.5\%$ ； $B : 0.90 \sim 1.2\%$ ； $Fe : 60 \sim 68\%$ ；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。本發明中的釹鐵硼磁體材料在不添加重稀土元素的前提下，仍然可使得釹鐵硼磁體材料的性能得到顯著的提升。

【英文】The present invention provides NdFeB magnet material, raw material composition, preparation method and application. Wherein, the raw material composition of the NdFeB magnet material, as a percentage of mass, includes the following components: R': 29.5~32.8%, the R' includes Pr and Nd; wherein, $Pr \geq 17.15\%$; $Al \geq 0.5\%$; $B : 0.90 \sim 1.2\%$; $Fe : 60 \sim 68\%$; the percentage is the mass percentage of the total mass of the raw material composition of the NdFeB magnet material. The NdFeB magnet material in the present invention can significantly improve the performance of the NdFeB magnet material without adding heavy rare earth elements.

【指定代表圖】 圖1

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

【中文發明名稱】 釹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用

【技術領域】

【0001】 本發明具體涉及釹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用。

【先前技術】

【0002】 以 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 為主要成分的釹鐵硼（NdFeB）磁體材料，具有較高的剩磁（remanence，簡稱Br）、矯頑力（coercivity，簡稱Hcb）和最大磁能積（maximum energy product，簡稱BHmax），綜合磁性能優良，應用在風力發電、新能源汽車、變頻家電等方面。目前現有技術中的釹鐵硼磁體材料中的稀土成分通常以釹為主，只少量的鐳。現有技術中雖然有少量報導將鐳替換一部分的釹可提高磁體材料的性能，但是提高的程度有限，仍然沒有顯著的提升。另一個方面，現有技術中矯頑力和剩磁的性能均較好的釹鐵硼磁體材料，同時還需要依賴重稀土元素的大量添加，成本較為昂貴。

【發明內容】

【0003】 本發明所要解決的技術問題在於克服了現有技術中釹鐵硼磁體材料中將釹用部分的鐳替代之後，磁體材料的矯頑力和剩磁仍然無法得到顯著的提升，且仍然需要添加較多量的重稀土元素才能使得磁體材料的性能較為優異的缺陷。而提供了釹鐵硼磁體材料、原料組合物及製備方法和應用。本發明的釹鐵硼磁體材料在不添加重稀土元素的前提下，仍然可使得釹鐵硼磁體材料的性能得到顯著的提升。

【0004】本發明是通過如下技術方案解決上述技術問題的。

【0005】本發明提供了一種釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，其包括如下含量的組分：

【0006】R'：29.5~32.8%，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；

【0007】Al \geq 0.5%；

【0008】B：0.90~1.2%；

【0009】Fe：60~68%；

【0010】百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0011】本發明中，所述Pr的含量較佳地為17.15~30%，例如17.15%、18.15%、19.15%、20.15%、21.15%、22.85%、23.15%、24.15%、25.15%、26.5%、27.15%或30%；更佳地為21~26.5%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0012】本發明中，所述Nd與所述R'的總質量的比值較佳地小於0.5，更佳地為0.04~0.44，例如0.04、0.07、0.12、0.14、0.15、0.18、0.2、0.21、0.22、0.27、0.36、0.37、0.38、0.4、0.41或0.44。

【0013】本發明中，所述Nd的含量較佳地在15%以下，更佳地為1.5~14%，例如1.5%、2.45%、3.85%、4.05%、4.55%、4.85%、5.85%、6.65%、6.85%、8.35%、11.65%、11.85%、12.85%或13.85%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0014】本發明中，所述R'較佳地還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的種類較佳地包括Dy、Tb和Ho中的一種或多種，更佳地為Dy和/或Tb。

【0015】其中，所述RH和所述R'的質量比較佳地小於0.253，更佳地為0~0.08，例如1/30.5、1/32、1.5/31.85、2.3/31.9、1/31、1.2/30.2、1.4/30.4、1.7/30.7、

1.9/31.9、2.1/31.8、2.3/31.5、1/30.5、1.7/31.7、1.2/31.2、1.4/31.4、1.7/31.7、0.5/31.5、0.5/31.3、1/30.5或2.7/32.7。

【0016】其中，所述RH的含量較佳地為0.5~2.7%，例如0.5%、1%、1.2%、1.4%、1.5%、1.7%、1.9%、2.1%、2.3%或2.7%，更佳地為1~2.5%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0017】當所述RH中含有Tb時，所述Tb的含量較佳地為0.5~2wt.%，例如0.5%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.2%、1.5%、1.6%、1.8%或2%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0018】當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量較佳地在0.5wt.%以下，例如0.1%、0.2%、0.3%或0.5%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0019】當所述的RH中含有Ho時，所述Ho的含量可為本領域常規的添加量，通常為0.8~2.0%，例如1%。

【0020】本發明中，所述Al的含量較佳地為0.5~3wt.%，例如0.5%、0.6%、0.8%、0.9%、1%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.5%、2.7%、2.8%、2.9%或3%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0021】本發明中，所述B的含量較佳地為0.95~1.2%，例如0.95%、0.96%、0.98%、0.985%、0.99%、1%、1.1%或1.2%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0022】本發明中，所述Fe的含量較佳地為60~67.515%，例如為60.03%、62.76%、62.96%、63.145%、63.735%、63.885%、63.935%、64.04%、64.265%、64.315%、64.57%、64.735%、64.815%、64.865%、64.97%、64.985%、65.015%、65.065%、65.115%、65.135%、65.265%、65.315%、65.365%、65.385%、65.515%、

65.56%、65.665%、65.715%、65.765%、65.815%、65.85%、65.985%、65.915%、65.9655%、65.995%、66.065%、66.115%、66.165%、66.215%、66.315%、66.465%、66.515%、66.665%、66.715%、66.75%、66.815%、66.915%、67.115%、67.215%、67.315%、67.4%、67.415%、67.515%或67.615%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0023】 本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中較佳地還包括Cu。

【0024】 本發明中，所述Cu的含量較佳地為0.1~1.2%，例如0.1%、0.35%、0.4%、0.45%、0.48%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、1%或1.1%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0025】 本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料較佳地還包括Ga。

【0026】 本發明中，所述Ga的含量較佳地在0.45wt.%以下，例如0.05%、0.1%、0.2%、0.25%、0.3%、0.35%或0.42%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0027】 本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物較佳地還包括N，所述N的種類較佳地包括Zr、Nb、Hf或Ti。

【0028】 其中，所述Zr的含量較佳地為0.05~0.5%，例如0.1%、0.2%、0.25%、0.28%、0.3%或0.35%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0029】 本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中較佳地還包括Co。

【0030】 本發明中，所述Co的含量較佳地為0.5~3%，例如1%或3%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0031】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中通常還包括O。

【0032】其中，所述O的含量較佳地在0.13%以下，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0033】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還可包括本領域常見的其他元素，例如Zn、Ag、In、Sn、V、Cr、Mo、Ta和W中的一種或多種。

【0034】其中，所述Zn的含量可為本領域常規的含量，較佳地為0.01~0.1%，例如，0.02%或0.05%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0035】其中，所述Mo的含量可為本領域常規的含量，較佳地為0.01~0.1%，例如0.02%或0.05%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0036】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Cu： \leq 1.2%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地所述Cu的含量為0.35~1.3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0037】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳

地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0038】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地所述Cu的含量為0.35~1.3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0039】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Ga \leq 0.42%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0040】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Ga \leq 0.42%；Cu： \leq 1.2%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地，所述Cu的含量為0.35~1.3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0041】本發明中，所述釵鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.5~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Ga \leq 0.42%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地所述 R' 還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釵鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0042】本發明中，所述釵鐵硼磁體材料的原料組合物，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.5~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Ga \leq 0.42%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地，所述Cu的含量為0.35~1.3%；更佳地所述 R' 還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%，所述RH的種類較佳地為Dy和/或Tb，其中，所述Tb的含量較佳地為0.5~2%；百分比為佔所述釵鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0043】本發明還提供了一種釵鐵硼磁體材料的製備方法，其採用上述的含鎳和鋁的釵鐵硼磁體材料的原料組合物製得。

【0044】本發明中，所述的製備方法較佳地包括以下步驟：將上述的釵鐵硼磁體材料的原料組合物的熔融液經熔鑄、氬破、成形、燒結和時效處理，即可。

【0045】本發明中，所述釵鐵硼磁體材料的原料組合物的熔融液可通過本領域常規的方法製得，例如：在高頻真空感應熔煉爐中熔煉，即可。所述熔煉爐的真空度可為 5×10^{-2} Pa。所述熔煉的溫度可為1500°C以下。

【0046】本發明中，所述的鑄造的操作和條件可為本領域常規的操作和條件，例如，在Ar氣氣氛中（例如 $5.5 \times 10^4 \text{Pa}$ 的Ar氣氣氛下），以 10^2°C/秒 - 10^4°C/秒 的速度冷卻，即可。

【0047】本發明中，所述的氫破的操作和條件可為本領域常規的操作和條件。例如，經吸氫、脫氫、冷卻處理，即可。

【0048】其中，所述吸氫可在氫氣壓力 0.15MPa 的條件下進行。

【0049】其中，所述脫氫可在邊抽真空邊升溫的條件下進行。

【0050】本發明中，所述氫破後還可按本領域常規手段進行粉碎。所述粉碎的工藝可為本領域常規的粉碎工藝，例如氣流磨粉碎。所述氣流磨粉碎較佳地在在氧化氣體含量 150ppm 以下的氫氣氣氛下進行。所述氧化氣體指的是氧氣或水分含量。所述氣流磨粉碎的粉碎室壓力較佳地為 0.38MPa ；所述氣流磨粉碎的時間較佳地為 3h 。

【0051】其中，所述粉碎後，可按本領域常規手段在粉體中添加潤滑劑，例如硬脂酸鋅。所述潤滑劑的添加量可為混合後粉末重量的 $0.10 \sim 0.15\%$ ，例如 0.12% 。

【0052】本發明中，所述成形的操作和條件可為本領域常規的操作和條件，例如磁場成形法或熱壓熱變形法。

【0053】本發明中，所述的燒結的操作和條件可為本領域常規的操作和條件。例如，在真空條件下（例如在 $5 \times 10^{-3} \text{Pa}$ 的真空下），經預熱、燒結、冷卻，即可。

【0054】其中，所述預熱的溫度通常為 $300 \sim 600 \text{°C}$ 。所述預熱的時間通常為 $1 \sim 2 \text{h}$ 。較佳地所述預熱為在 300°C 和 600°C 的溫度下各預熱 1h 。

【0055】其中，所述燒結的溫度較佳地為 $1030 \sim 1080 \text{°C}$ ，例如 1040°C 。

【0056】其中，所述燒結的時間可為本領域常規，例如 2h 。

【0057】 其中，所述冷卻前可通入Ar氣體使氣壓達到0.1MPa。

【0058】 本發明中，所述燒結之後、所述時效處理之前，較佳地還進行晶界擴散處理。

【0059】 其中，所述的晶界擴散的操作和條件可為本領域常規的操作和條件。例如，在所述的釹鐵硼磁體材料的表面蒸鍍、塗覆或濺射附著含有Tb的物質和/或含有Dy的物質，經擴散熱處理，即可。

【0060】 所述含有Tb的物質可為Tb金屬、含有Tb的化合物，例如含有Tb的氟化物或合金。

【0061】 所述含有Dy的物質可為Dy金屬、含有Dy的化合物，例如含有Dy的氟化物或合金。

【0062】 所述擴散熱處理的溫度可為800-900°C，例如850°C。

【0063】 所述擴散熱處理的時間可為12-48h，例如24h。

【0064】 本發明中，所述時效處理中，二級時效處理的溫度較佳地為550~650°C，例如550°C。

【0065】 本發明中，所述二級時效處理中，升溫至550~650°C的升溫速率較佳地為3~5°C/min。所述升溫的起點可為室溫。

【0066】 本發明中，所述室溫是指25°C±5°C。

【0067】 本發明還提供了一種釹鐵硼磁體材料，其採用上述的製備方法製得。

【0068】 本發明還提供了一種釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，其包括如下含量的組分：

【0069】 R'：29.4~32.8%，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr≥17.12%；

【0070】 Al：≥0.48%；

【0071】 B：0.90~1.2%；

【0072】 Fe：60~68%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0073】 本發明中，所述Pr的含量較佳地為17.12~30%，例如，17.12%、17.13%、17.14%、17.15%、18.13%、18.14%、18.15%、18.16%、19.12%、19.14%、20.05%、20.13%、20.14%、21.12%、21.13%、21.14%、21.15%、21.16%、23.11%、23.12%、23.13%、13.15%、24.16%、25.12%、25.13%、25.14%、25.16%、25.17%、26.52%、27.15%或30%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0074】 本發明中，所述Nd的含量較佳地在15%以下，更佳地為1.5~14%，例如，1.5%、2.45%、3.83%、3.84%、3.86%、3.89%、4.03%、4.52%、4.82%、4.83%、4.84%、4.86%、4.87%、5.84%、6.82%、6.83%、6.84%、6.86%、8.33%、8.34%、8.35%、8.36%、11.55%、11.63%、11.64%、11.66%、11.85%、12.82%、12.83%、12.84%、12.85%、12.89%、13.81%、13.82%、13.84%或13.85%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0075】 本發明中，所述R'較佳地還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的種類較佳地包括Dy、Tb和Ho中的一種或多種，更佳地為Dy和/或Tb。

【0076】 其中，所述RH和所述R'的質量比較佳地 < 0.253 ，更佳地為0~0.08。

【0077】 其中，所述RH的含量較佳地在3%以下，較佳地為0.4~3%，例如，0.48%、0.51%、0.56%、1%、1.02%、1.03%、1.04%、1.19%、1.21%、1.25%、1.42%、1.43%、1.52%、1.7%、1.71%、1.72%、1.91%、2.13%、2.33%、2.69%或2.71%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0078】 當所述RH中含有Tb時，所述Tb的含量較佳地為0.5~2.1%，例如，0.51%、0.56%、0.69%、0.71%、0.81%、0.83%、0.88%、0.9%、1%、1.01%、

1.02%、1.03%、1.04%、1.2%、1.21%、1.5%、1.58%、1.59%、1.6%、1.8%、2.01%或1.02%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0079】當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量較佳地在0.51%以下，較佳地為0.1~0.51%，例如，0.11%、0.12%、0.13%、0.19%、0.21%、0.22%、0.23%、0.29%、0.31%、0.32%、0.48%、0.49%或0.51%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0080】當所述的RH中含有Ho時，所述Ho的含量可為本領域常規的添加量，通常為0.8~2%，例如1%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0081】本發明中，所述Al的含量較佳地為0.48~3%，例如，0.48%、0.49%、0.58%、0.6%、0.61%、0.8%、0.82%、0.83%、0.89%、0.9%、0.91%、0.92%、1.01%、1.02%、1.03%、1.04%、1.09%、1.21%、1.22%、1.23%、1.31%、1.42%、1.49%、1.51%、1.52%、1.53%、1.62%、1.63%、1.7%、1.79%、1.81%、1.82%、1.9%、1.91%、1.92%、2.01%、2.02%、2.03%、1.12%、2.21%、2.3%、2.31%、2.52%、2.71%、2.91%或2.98%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0082】本發明中，所述B的含量較佳地為0.95~1.2%，例如0.951%、0.962%、0.981%、0.982%、0.983%、0.984%、0.985%、0.986%、0.99%、0.998%、1.03%或1.11%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0083】本發明中，所述Fe的含量較佳地為59.9~67.7%，例如為59.932%、62.8%、62.88%、63.136%、63.896%、64.029%、64.234%、64.266%、64.566%、64.799%、64.897%、64.915%、64.985%、64.987%、65.084%、65.096%、65.146%、65.264%、65.299%、65.309%、65.327%、65.347%、65.385%、65.514%、65.524%、65.548%、65.664%、65.665%、65.689%、65.779%、65.829%、65.867%、65.877%、

65.896%、65.944%、66.019%、66.047%、66.174%、66.236%、66.249%、66.327%、66.386%、66.496%、66.534%、66.964%、66.699%、66.73%、66.847%、66.917%、67.029%、67.088%、67.115%、67.216%、67.224%、67.315%、67.426%、67.45%、67.526%、67.587%或67.607%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0084】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料中較佳地還包括Cu。

【0085】本發明中，所述Cu的含量較佳地在1.2%以下，例如0.11%、0.34%、0.35%、0.4%、0.41%、0.45%、0.5%、0.51%、0.55%、0.6%、0.63%、0.65%、0.72%、0.75%、0.81%、0.85%、0.91%、1.02%、1.03%、1.04%或1.11%，更佳地為0.34~1.3%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0086】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料較佳地還包括Ga。

【0087】本發明中，所述Ga的含量較佳地在0.42%以下，例如0.05%、0.1%、0.2%、0.23%、0.25%、0.251%、0.31%、0.34%、0.36%、0.41%、0.42%、0.43%或0.44%，更佳地為0.25~0.42%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0088】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料中較佳地還包括N，所述N的種類較佳地包括Zr、Nb、Hf或Ti。

【0089】其中，所述Zr的含量較佳地為0.05~0.5%，例如，0.1%、0.11%、0.2%、0.22%、0.24%、0.25%、0.27%、0.28%、0.3%、0.31%、0.32%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%或0.38%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0090】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料中較佳地還包括Co。

【0091】本發明中，所述Co的含量較佳地為0.5~3.5%，例如1%或3.03%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0092】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料中通常還包括O。

【0093】其中，所述O的含量較佳地在0.13%以下，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【0094】本發明中，所述的釹鐵硼磁體材料還可包括本領域常見的其他元素，例如Zn、Ag、In、Sn、V、Cr、Nb、Mo、Ta和W中的一種或多種。

【0095】其中，所述Zn的含量可為本領域常規的含量，較佳地為0.01~0.1%，例如，0.03%或0.04%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0096】其中，所述Mo的含量可為本領域常規的含量，較佳地為0.01~0.1%，例如0.02%或0.06%，百分比是指佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0097】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.4~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Cu： \leq 1.2%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為0.48~3%；更佳地所述Cu的含量為0.34~1.3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0098】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.4~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為0.48~3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0099】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.4~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為0.48~3%；更佳地所述Cu的含量為0.34~1.3%；更佳地所述 R' 還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0100】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.4~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Ga \leq 0.44%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為0.48~3%；更佳地所述 R' 還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0101】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.4~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Ga \leq 0.44%；Cu： \leq 1.2%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.15~30%；更佳地所述Al的含量為0.48~3%；更佳地，所述Cu的含量為0.34~1.3%；更佳地所述 R' 還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0102】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分： R' ：29.4~32.8%，所述 R' 為稀土元素，所述 R' 包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Ga \leq 0.44%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為

0.48~3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0103】本發明中，所述釹鐵硼磁體材料，以質量百分比計，較佳地包括如下含量的組分：R'：29.4~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；Al： \geq 0.48%；Ga \leq 0.44%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%；更佳地，所述Pr的含量為17.12~30%；更佳地所述Al的含量為0.5~3%；更佳地，所述Cu的含量為0.34~1.3%；更佳地所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量較佳地為1~2.5%，所述RH的種類較佳地為Dy和/或Tb，其中，所述Tb的含量較佳地為0.5~2%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比。

【0104】本發明還提供了一種釹鐵硼磁體材料，在所述釹鐵硼磁體材料的晶間三角區中，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \leq 1.0；

【0105】在所述釹鐵硼磁體材料的晶界處，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \geq 0.1；

【0106】較佳地，所述釹鐵硼磁體材料的組分為上述的釹鐵硼磁體材料的組分。

【0107】本發明中，所述晶界處是指兩個晶粒之間的界限，所述晶間三角區是指三個及三個以上的晶粒所形成的空隙。

【0108】本發明還提供了一種所述釹鐵硼磁體材料在電機中作為電子元件的應用。

【0109】在符合本領域常識的基礎上，上述各優選條件，可任意組合，即得本發明各較佳實例。

【0110】本發明所用試劑和原料均市售可得。

【0111】本發明的積極進步效果在於：現有技術中在釹鐵硼磁體材料中添加鐳和鋁，雖然會增加矯頑力，但是同時會降低剩磁。發明人通過大量的實驗發現，特定含量的鐳和鋁配伍可產生協同作用，也就是說，同時添加特定含量的鐳和鋁可使得釹鐵硼磁體的矯頑力有更為顯著的提升，同時剩磁也只有略微的降低。且本發明中的磁體材料在不添加重稀土元素的情況下，磁體材料的矯頑力和剩磁仍然較高。

【圖式簡單說明】

【0112】圖1為實施例11的釹鐵硼磁體材料的元素分佈圖。

【0113】圖2為實施例11的釹鐵硼磁體材料的晶界處元素分佈圖，圖中的1為晶界處中定量分析所取的點。

【0114】圖3為實施例11的釹鐵硼磁體材料的晶間三角區的元素分佈圖，圖中的1為晶間三角區中定量分析所取的點。

【實施方式】

【0115】下面通過實施例的方式進一步說明本發明，但並不因此將本發明限制在所述的實施例範圍之中。下列實施例中未註明具體條件的實驗方法，按照常規方法和條件，或按照商品說明書選擇。下表中，wt.%是指組分在所述R-T-B系永磁材料的原料組合物中的質量百分比，“/”表示未添加該元素。“Br”為殘留磁通密度，“H_{cj}”為內稟矯頑力(intrinsic coercivity)。各實施例1~45和對比例46~49中的釹鐵硼磁體材料的原料組合物的配方如下表1所示。

【0116】表1釹鐵硼磁體材料的原料組合物的配方(wt.%)

編號	Nd	Pr	Dy	Tb	Ho	Al	Cu	Ga	Zr	Co	Zn	Mo	B	Fe
1	13.85	17.15	/	/	/	0.5	/	/	/	/	/	/	0.985	67.515
2	12.85	18.15	/	/	/	0.6	/	/	/	/	/	/	1	67.4
3	11.85	19.15	/	/	/	0.8	/	/	/	/	/	/	0.985	67.215
4	11.65	20.15	/	/	/	0.9	/	/	/	/	/	/	0.985	66.315
5	8.35	21.15	0.3	0.7	/	1	/	/	/	/	/	/	0.985	67.515
6	6.85	24.15	0.5	0.5	/	1.2	/	/	/	/	/	/	0.985	65.815
7	5.85	25.15	/	1	/	1.5	/	/	/	/	/	/	0.985	65.515
8	3.85	26.5	/	1.5	/	1.8	/	/	/	/	/	/	0.985	65.365
9	2.45	27.15	0.3	2	/	2	/	/	/	/	/	/	0.985	65.115
10	1.5	30	/	/	/	2.2	/	/	/	/	/	/	0.985	65.315
11	13.85	17.15	/	/	/	2.5	/	/	0.25	/	/	/	0.985	65.265
12	12.85	18.15	/	/	/	3.0	/	/	/	/	/	/	0.985	65.015
13	11.65	20.15	/	/	/	0.9	0.1	/	/	/	/	/	0.985	66.215
14	12.85	18.15	/	/	/	1	0.35	/	/	/	/	/	0.985	66.665
15	12.85	18.15	/	/	/	1.1	0.4	/	/	/	/	/	0.985	66.515
16	11.65	20.15	/	/	/	1.2	0.5	/	/	/	/	/	0.985	65.515
17	8.35	21.15	/	/	/	1.3	0.6	/	/	/	/	/	0.985	67.615
18	8.35	21.15	/	/	/	1.4	0.7	/	/	/	/	/	0.985	67.415
19	6.85	24.15	/	/	/	1.5	0.8	/	/	/	/	/	0.985	65.715
20	4.85	25.15	0.3	0.7	/	1.6	/	0.25	/	/	/	/	0.985	66.165
21	4.85	25.15	0.3	0.7	/	1.6	/	0.35	/	/	/	/	0.985	66.065
22	4.85	25.15	0.2	0.8	/	1.7	/	0.42	/	/	/	/	0.985	65.895
23	4.85	25.15	0.2	0.8	/	1.7	/	0	0	1	/	/	0.985	65.315
24	4.85	25.15	0.1	0.9	/	1.8	/	0	0.25	/	/	/	0.985	65.965
25	4.85	25.15	0.1	0.9	/	1.8	/	0	0.3	/	/	/	0.985	65.915
26	3.85	25.15	0.2	1	/	1.9	0.35	0.25	0	/	/	/	0.985	66.315
27	3.85	25.15	0.2	1	/	1.9	0.5	0.42	0	/	/	/	0.985	65.995
28	3.85	25.15	0.2	1.2	/	2	/	0.25	0.25	/	/	/	0.985	66.115
29	3.85	25.15	0.2	1.2	/	2	/	0.42	0.3	/	/	/	0.985	65.895
30	3.85	25.15	0.2	1.5	/	1	0.35	/	0.1	/	/	/	1.1	66.75
31	4.85	25.15	0.2	1.5	/	1	0.35	/	0.2	/	/	/	0.985	65.765
32	4.85	25.15	0.1	1.6	/	1.2	0.5	/	0.25	/	/	/	0.985	65.365
33	4.85	25.15	0.1	1.8	/	1.2	0.5	/	0.28	/	/	/	0.985	65.135
34	4.55	25.15	0.1	2	/	1.5	0.6	/	0.3	/	/	/	0.985	64.815
35	4.05	25.15	0.3	2	/	1.5	0.6	/	0.35	/	/	/	0.985	65.065
35.1	8.35	21.15	/	1	/	0.6	0.35	/	0.25	/	/	/	0.985	67.315
35.2	8.35	21.15	/	1	/	0.8	0.35	/	0.25	/	/	/	0.985	67.115
35.3	12.85	18.15	/	/	/	1.7	0.4	/	0.25	/	/	/	0.985	65.665
35.4	12.85	18.15	/	/	/	1.9	0.45	/	0.28	/	/	/	0.985	65.385
35.5	13.85	17.15	/	/	/	2.3	0.45	/	0.28	/	/	/	0.985	64.985
35.6	13.85	17.15	0	0	/	2.5	0.48	/	0.3	/	/	/	0.985	64.735
35.7	4.85	25.15	0.2	1.5	/	2.8	0.48	/	0.3	/	/	/	0.985	63.735

36	6.85	23.15	0.2	1	/	0.5	0.35	0.05	0.1	/	/	/	0.985	66.815
37	6.85	23.15	0.2	1	/	0.6	0.45	0.1	0.2	/	/	/	0.985	66.465
38	6.85	23.15	0.2	1.2	/	0.8	0.55	0.2	0.25	/	/	/	0.95	65.85
39	6.85	23.15	0.2	1.2	/	0.9	0.65	0.25	0.28	/	/	/	0.96	65.56
40	6.85	23.15	0.2	1.5	/	1	0.75	0.3	0.3	/	/	/	0.98	64.97
41	6.85	23.15	0.2	1.5	/	1.2	0.85	0.35	0.35	/	/	/	0.98	64.57
42	6.85	23.15	0.1	1.6	/	1.5	1	0.42	0.35	/	/	/	0.99	64.04
42.1	12.85	18.15	0.5	/	/	1.8	0.35	0.25	0.25	/	/	/	0.985	64.865
42.2	12.85	18.15	0.3	0.7	/	2.1	0.4	0.3	0.28	/	/	/	0.985	63.935
42.3	11.65	19.15	/	0.5	/	2.3	0.5	0.35	0.3	/	/	/	0.985	64.265
42.4	11.65	19.15	/	1	/	2.5	0.8	0.42	0.35	/	/	/	0.985	63.145
42.5	8.35	21.15	/	1	/	2.7	0.9	0.35	0.25	/	/	/	0.985	64.315
42.6	8.35	21.15	/	1	/	2.9	1.1	0.35	0.28	/	/	/	0.985	63.885
43	6.85	23.15	0.1	1.6	1.0	1.5	1	0.42	0.35	3	/	/	1	60.03
44	6.85	23.15	0.1	1.6	1.0	1.5	1	0.42	0.35	/	0.05	0.02	1.2	62.76
45	6.85	23.15	0.1	1.6	1.0	1.5	1	0.42	0.35	/	0.02	0.05	1	62.96
46	11.65	20.15	/	/	/	0.4	0.1	/	/	/	/	/	0.985	66.715
47	11.65	20.15	/	/	/	0.2	0.1	/	/	/	/	/	0.985	66.915
48	15.65	15.15	/	/	/	0.9	0.1	/	/	/	/	/	0.985	67.215
49	21.65	10.15	/	/	/	0.9	0.1	/	/	/	/	/	0.985	66.215

【0117】 實施例1

【0118】 含鎘和鋁的鈰鐵硼磁體材料的製備方法如下：

【0119】 (1) 熔鑄：按表1所示的各實施例和對比例的原料組合物的配方，將配製好的原料放入氧化鋁製的坩堝中，在高頻真空感應熔煉爐中且在 5×10^{-2} Pa的真空中，以1500°C以下的溫度進行真空熔煉。在真空感應熔煉後的熔煉爐中通入Ar氣體使氣壓達到5.5萬Pa後，進行鑄造，並以 10^2 °C/秒- 10^4 °C/秒的冷卻速度獲得急冷合金。

【0120】 (2) 氬破粉碎：在室溫下將放置急冷合金的熔煉爐抽真空，然後向氬破用爐內通入純度為99.9%的氬氣，維持氬氣壓力0.15MPa；充分吸氬後，邊抽真空邊升溫，充分脫氬；然後進行冷卻，取出氬破粉碎後的粉末。

【0121】 (3) 微粉碎工序：在氧化氣體含量150ppm以下的氮氣氣氛下以及在粉碎室壓力為0.38MPa的條件下，對氫破粉碎後的粉末進行3小時的氣流磨粉碎，得到細粉。氧化氣體指的是氧或水分。

【0122】 (4) 在氣流磨粉碎後的粉末中添加硬脂酸鋅，硬脂酸鋅的添加量為混合後粉末重量的0.12%，再用V型混料機充分混合。

【0123】 (5) 磁場成形過程：使用直角取向型的磁場成型機，在1.6T的取向磁場中以及在0.35ton/cm²的成型壓力下，將上述添加了硬脂酸鋅的粉末一次成形成邊長為25mm的立方體；一次成形後在0.2T的磁場中退磁。為了使一次成形後的成形體不接觸到空氣，將其進行密封，然後再使用二次成形機（等靜壓成形機），在1.3ton/cm²的壓力下進行二次成形。

【0124】 (6) 燒結過程：將各成形體搬至燒結爐進行燒結，燒結在 5×10^{-3} Pa的真空下以及分別在300°C和600°C的溫度下各保持1小時；然後以1040°C的溫度燒結2小時；然後通入Ar氣體使氣壓達到0.1MPa後，冷卻至室溫，即得燒結體。

【0125】 (7) 時效處理過程：燒結體在高純度Ar氣中，以600°C溫度進行3小時熱處理後升溫至550°C的升溫速率為3°C/min，冷卻至室溫後取出。

【0126】 實施例1~45以及對比例46~49的製備工藝除選用的原料組合物的配方不同以外，製備工藝中的參數與實施例1的製備工藝相同。

【0127】 實施例50

【0128】 將實施例1的原料組合物採用Dy晶界擴散法得實施例50的釹鐵硼磁體材料，其製備工藝如下：

【0129】 將表1中編號1按照實施例1的燒結體的製備首先製備得到燒結體，先進行晶界擴散，再進行時效處理。其中時效處理的工藝同實施例1，晶界擴散的處理過程如下：

【0130】 將燒結體加工成直徑為20mm、片料厚度小於3mm的磁鐵，厚度方向為磁場取向方向，表面潔淨化後，使用Dy氟化物配製成的原料，全面噴霧塗覆在磁鐵上，將塗覆後的磁鐵乾燥，在高純度Ar氣體氣氛中，在磁鐵表面濺射附著Tb元素的金屬，以850°C的溫度擴散熱處理24小時。冷卻至室溫，即得。

【0131】 實施例51

【0132】 將實施例1的原料組合物採用Dy晶界擴散法得實施例51的釹鐵硼磁體材料，其製備工藝如下：

【0133】 將表1中編號1按照實施例1的燒結體的製備首先製備得到燒結體，先進行晶界擴散，再進行時效處理。其中時效處理的工藝同實施例1，晶界擴散的處理過程如下：

【0134】 將燒結體加工成直徑20mm、片料厚度小於7mm的磁鐵，厚度方向為磁場取向方向，表面潔淨化後，分別使用Tb氟化物配製成的原料，全面噴霧塗覆在磁鐵上，將塗覆後的磁鐵乾燥，在高純度Ar氣體氣氛中，在磁鐵表面濺射附著Tb元素的金屬，以850°C的溫度擴散熱處理24小時。冷卻至室溫。

【0135】 效果實施例

【0136】 測定各實施例和對比例製得的釹鐵硼磁體材料的磁性能和成分，通過FE-EPMA觀察其磁體的晶相結構。

【0137】 (1) 磁性能評價：磁體材料使用中國計量院的NIM-10000H型BH大塊稀土永磁無損測量系統進行磁性能檢測。下表2所示為磁性能檢測結果。

【0138】 表2 磁性能檢測結果

編號	Br (kGs)	Hcj (kOe)	80 C Hcj 溫度係數絕對 值	150 C Hcj 溫度係數絕對 值	180 C Hcj 溫度係數絕 對值
1	13.74	19.2	0.668	/	/
2	13.61	19.95	0.647	/	/
3	13.44	21.19	0.609	/	/
4	13.10	22.32	0.596	/	/
5	13.04	25.57	/	0.519	/
6	12.38	27.73	/	0.498	/
7	11.87	30.06	/	/	0.439
8	11.61	32.02	/	/	0.429
9	11.17	35.5	/	/	0.385
10	11.46	29.95	/	0.488	/
11	11.76	27.55	/	0.492	/
12	11.05	28.5	/	0.499	/
13	13.11	22.53	0.591	/	/
14	13.26	22.76	0.589	/	/
15	13.16	23.37	0.576	/	/
16	12.81	24.97	/	0.523	/
17	13.24	24.96	/	0.526	/
18	13.13	25.03	/	0.519	/
19	12.6	26.5	/	0.511	/
20	12.1	29.9	/	/	0.446
21	12.05	30.61	/	/	0.444
22	11.71	30.1	/	/	0.443
23	11.91	28.87	/	0.495	/
24	11.7	28.64	/	0.498	/
25	11.5	29.02	/	0.493	/
26	11.58	32.7	/	/	0.439
27	11.38	33.5	/	/	0.435
28	11.3	32.5	/	/	0.431
29	11.28	33.75	/	/	0.426

30	12.36	31.29	/	/	0.448
31	12.19	31.79	/	/	0.449
32	12.19	30.72	/	/	0.438
33	11.76	32.88	/	/	0.431
34	11.33	34.75	/	/	0.421
35	11.23	34.1	/	/	0.425
35.1	13.15	24.96	/	0.526	/
35.2	12.97	25.95	/	0.513	/
35.3	12.29	25.14	/	0.519	/
35.4	12.08	26.14	/	0.508	/
35.5	11.7	27.85	/	0.492	/
35.6	11.57	28.42	/	0.481	/
35.7	10.85	35.1	/	/	0.388
36	13.22	25.97	/	/	/
37	13.09	27.11	/	0.517	/
38	12.58	29.81	/	0.488	/
39	12.10	33.14	/	/	0.429
40	12.0	33.35	/	/	0.424
41	11.8	33.28	/	/	0.427
42	11.6	33.6	/	/	0.420
42.1	12	28.24	/	0.512	/
42.2	11.38	31.2	/	/	0.441
42.3	11.44	32.45	/	/	0.438
42.4	10.5	34.5	/	/	0.424
42.5	10.42	36.2	/	/	0.375
42.6	10.22	37.2	/	/	0.364
43	10.6	36	/	/	0.380
44	10.52	36.5	/	/	0.372
45	10.48	36.3	/	/	0.376
46	12.48	25	/	0.517	/
47	12.60	23	0.601	/	/
48	12.37	21.01	0.623	/	/

49	12.24	20.2	0.642	/	/
50	13.56	25.5	/	0.514	/
51	13.53	30.1	/	/	0.449

【0139】 (2) 成分測定：各成分使用高頻電感耦合等離子體發射光譜儀 (ICP-OES) 進行測定。下表3所示為各實施例和各對比例的釹鐵硼磁體材料的成分檢測結果。

【0140】 表3 釹鐵硼磁體材料的成分檢測結果 (wt.%)

編號	Nd	Pr	Dy	Tb	Ho	Al	Cu	Ga	Zr	Co	Zn	Mo	B	Fe
1	13.82	17.13	0	0	/	0.48	0	0	0	/	/	/	0.983	67.587
2	12.82	18.13	0	0	/	0.61	0	0	0	/	/	/	0.99	67.45
3	11.85	19.12	0	0	/	0.82	0	0	0	/	/	/	0.986	67.224
4	11.64	20.14	0	0	/	0.91	0	0	0	/	/	/	0.983	66.327
5	8.34	21.14	0.29	0.71	/	1.01	0	0	0	/	/	/	0.984	67.526
6	6.86	24.16	0.49	0.51	/	1.22	0	0	0	/	/	/	0.981	65.779
7	5.84	25.12	/	1.02	/	1.51	0	0	0	/	/	/	0.986	65.524
8	3.86	26.52	/	1.52	/	1.79	0	0	0	/	/	/	0.983	65.327
9	2.45	27.15	0.29	2.02	/	2.01	0	0	0	/	/	/	0.984	65.096
10	1.5	30	/	/	/	2.21	0	0	0	/	/	/	0.981	65.309
11	13.84	17.14	/	/	/	2.52	0	0	0.25	/	/	/	0.986	65.264
12	12.89	18.16	/	/	/	2.98	0	0	0	/	/	/	0.983	64.987
13	11.55	20.05	/	/	/	0.92	0.11	0	0	/	/	/	0.984	66.386
14	12.83	18.13	/	/	/	1.02	0.34	0	0	/	/	/	0.981	66.699
15	12.82	18.16	/	/	/	1.09	0.41	0	0	/	/	/	0.986	66.534
16	11.63	20.13	/	/	/	1.23	0.51	0	0	/	/	/	0.986	65.514
17	8.34	21.13	/	/	/	1.31	0.63	0	0	/	/	/	0.983	67.607
18	8.33	21.12	/	/	/	1.42	0.72	0	0	/	/	/	0.984	67.426
19	6.83	24.16	/	/	/	1.53	0.81	0	0	/	/	/	0.981	65.689
20	4.82	25.17	0.31	0.69	/	1.62	0	0.23	0	/	/	/	0.986	66.174
21	4.83	25.14	0.32	0.71	/	1.63	0	0.34	0	/	/	/	0.983	66.047
22	4.84	25.12	0.19	0.83	/	1.73	0	0.41	0	/	/	/	0.984	65.896
23	4.83	25.13	0.23	0.81	/	1.72	0	0	0	1	/		0.981	65.299
24	4.86	25.14	0.12	0.88	/	1.82	0	0	0.25	/	/	/	0.986	65.944
25	4.87	25.13	0.13	0.9	/	1.81	0	0	0.3	/	/	/	0.983	65.877
26	3.89	25.16	0.21	1	/	1.92	0.35	0.25	0	/	/	/	0.984	66.236
27	3.86	25.12	0.19	1	/	1.91	0.5	0.42	0	/	/	/	0.981	66.019
28	3.84	25.13	0.23	1.2	/	2.02	0	0.25	0.25	/	/	/	0.986	66.094
29	3.84	25.14	0.22	1.2	/	2.03	0	0.42	0.3	/	/	/	0.983	65.867
30	3.83	25.13	0.21	1.5	/	1.03	0.35	0	0.11	/	/	/	1.11	66.73
31	4.86	25.16	0.22	1.5	/	1.04	0.35	0	0.22	/	/	/	0.986	65.664
32	4.87	25.12	0.11	1.6	/	1.23	0.5	0	0.24	/	/	/	0.983	65.347
33	4.84	25.13	0.11	1.8	/	1.21	0.5	0	0.28	/	/	/	0.984	65.146
34	4.52	25.14	0.12	2.01	/	1.53	0.6	0	0.3	/	/	/	0.981	64.799
35	4.03	25.13	0.31	2.02	/	1.49	0.6	0	0.35	/	/	/	0.986	65.084
35.1	8.35	21.15	/	1	/	0.6	0.35	/	0.25	/	/	/	0.985	67.315
35.2	8.35	21.15	/	1	/	0.8	0.35	/	0.25	/	/	/	0.985	67.115
35.3	12.85	18.15	/	/	/	1.7	0.4	/	0.25	/	/	/	0.985	65.665
35.4	12.85	18.15	/	/	/	1.9	0.45	/	0.28	/	/	/	0.985	65.385
35.5	13.85	17.15	/	/	/	2.3	0.45	/	0.28	/	/	/	0.985	64.985
36	6.83	23.11	0.22	1.03	/	0.48	0.35	0.05	0.1	/	/	/	0.983	66.847

37	6.82	23.12	0.21	1.04	/	0.58	0.45	0.1	0.2	/	/	/	0.984	66.496
38	6.83	23.13	0.22	1.21	/	0.83	0.55	0.2	0.25	/	/	/	0.951	65.829
39	6.84	23.13	0.21	1.21	/	0.92	0.65	0.25	0.28	/	/	/	0.962	65.548
40	6.84	23.15	0.22	1.51	/	1.02	0.75	0.31	0.32	/	/	/	0.983	64.897
41	6.83	23.11	0.21	1.51	/	1.21	0.85	0.36	0.37	/	/	/	0.984	64.566
42	6.84	23.12	0.11	1.59	/	1.51	1.02	0.44	0.36	/	/	/	0.981	64.029
42.1	12.84	18.14	0.48	/	/	1.81	0.34	0.251	0.24	/	/	/	0.984	64.915
42.2	12.83	18.16	0.31	0.71	/	2.12	0.41	0.31	0.27	/	/	/	0.984	63.896
42.3	11.66	19.14	/	0.51	/	2.31	0.51	0.34	0.31	/	/	/	0.986	64.234
42.4	11.64	19.14	/	1.02	/	2.52	0.81	0.41	0.34	/	/	/	0.984	63.136
42.5	8.36	21.16	/	1.03	/	2.71	0.91	0.34	0.24	/	/	/	0.984	64.266
42.6	8.34	21.14	/	1.01	/	2.91	1.11	0.34	0.27	/	/	/	0.984	63.896
43	6.86	23.13	0.12	1.58	0.99	1.52	1.03	0.43	0.38	3.03	/	/	0.998	59.932
44	6.86	23.13	0.13	1.58	1.0	1.51	1.04	0.41	0.37	/	0.04	0.02	1.11	62.8
45	6.86	23.11	0.12	1.59	1.0	1.52	1.03	0.41	0.36	/	0.03	0.06	1.03	62.88
46	11.64	20.14	/	/	/	0.41	0.13	/	/	/	/	/	0.986	66.694
47	11.63	20.13	/	/	/	0.22	0.12	/	/	/	/	/	0.983	66.917
48	15.63	15.14	/	/	/	0.90	0.13	/	/	/	/	/	0.984	67.216
49	21.62	10.14	/	/	/	0.89	0.12	/	/	/	/	/	0.981	66.249
50	13.81	17.12	0.51	0	/	0.49	0	0	0	/	/	/	0.982	67.088
51	13.82	17.13	0	0.56	/	0.48	0	0	0	/	/	/	0.981	67.029

【0141】 (3) FE-EPMA檢測：將實施例11的鈰鐵硼磁體材料，採用場發射電子探針顯微分析儀（FE-EPMA）（日本電子株式會社（JEOL），8530F）進行檢測。對磁體材料中的Pr，Nd，Al，Zr和O元素進行分析，並對晶界處及晶間三角區的元素進行定量分析。其中：晶界指兩個晶粒之間的界限，晶間三角區指三個及三個以上的晶粒所形成的空隙。

【0142】 由圖1可知，Pr、Nd元素主要分佈在主相中，晶界處也出現了部分的稀土，元素Al分佈於主相中，元素Zr分佈於晶界處。如圖2所示，為實施例11的鈰鐵硼磁體材料的晶界處的元素分佈圖，取圖2中1標記的點對晶界處元素進行定量分析，結果如下表4所示：

【0143】 表4

Pr (wt.%)	Nd (wt.%)	Al (wt.%)	Zr (wt.%)	O (wt.%)	Fe (wt.%)
45.5	10.5	0.19	0.059	0.80	餘量

【0144】 從以上的數據可看出，Pr和Nd以富稀土相及氧化物的形式存在於晶界中，分別為 α -Pr和 α -Nd， Pr_2O_3 ， Nd_2O_3 和NdO，Al除了在主相外晶界處佔有一定的含量約為0.2wt.%左右，例如本實施例中的0.19wt.%。Zr作為高熔點元素彌散分佈於整個區域。

【0145】 如圖3所示，為晶間三角區的元素分佈圖，取圖3中1標記的點對晶間三角區的元素進行定量的分析結果如下表5所示：

【0146】 表5

Pr (wt.%)	Nd (wt.%)	Al (wt.%)	Zr (wt.%)	O (wt.%)	Fe (wt.%)
32.8	42.3	1.38	0.079	1.2	餘量

【0147】 由表5可知，在晶間三角區，Pr及Nd元素分佈於其中，在本實施例的配方中，很清楚的發現，在晶間三角區Pr的含量明顯相對Nd的含量低，雖然稀土有部分富集於此處，但Pr的富集程度相對Nd要少，這也是高Pr和Al共同作用提高 H_{cj} 的原因之一。同時該處含有部分的O及Zr的分佈。

【符號說明】

【0148】 無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種釹鐵硼磁體材料的製備方法，其特徵在於，其包括以下步驟：將釹鐵硼磁體材料的原料組合物的熔融液經熔鑄、氬破、成形、燒結和時效處理，即可；

以質量百分比計，所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物包括如下含量的組分：

R'：29.5~32.8%，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；

Al： \geq 0.5%；

B：0.90~1.2%；

Fe：60~68%；

百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

在所述釹鐵硼磁體材料的晶間三角區中，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \leq 1.0；

在所述釹鐵硼磁體材料的晶界處，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \geq 0.1。

【請求項2】 如請求項1所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述Pr的含量為17.15~30%；

和/或，所述Nd與所述R'的總質量的比值小於0.5；

和/或，所述Nd的含量在15%以下；

和/或，所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素；

和/或，所述Al的含量為0.5~3wt.%；

和/或，所述B的含量為0.95~1.2%；

和/或，所述Fe的含量為60~67.515%；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Cu；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Ga；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括N，所述N的種類包括Zr、Nb、Hf或Ti；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Co；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括O；

和/或，所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還包括Zn、Ag、In、Sn、V、Cr、Mo、Ta和W中的一種或多種。

【請求項3】 如請求項2所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述Pr的含量為17.15%、18.15%、19.15%、20.15%、21.15%、22.85%、23.15%、24.15%、25.15%、26.5%、27.15%或30%；

和/或，所述Nd與所述R'的總質量的比值為0.04~0.44；

和/或，所述Nd的含量為1.5%、2.45%、3.85%、4.05%、4.55%、4.85%、5.85%、6.65%、6.85%、8.35%、11.65%、11.85%、12.85%或13.85%；

和/或，所述RH的種類包括Dy、Tb和Ho中的一種或多種；

和/或，所述RH和所述R'的質量比小於0.253；

和/或，所述RH的含量為0.5~2.7%；

和/或，所述Al的含量為0.5%、0.6%、0.8%、0.9%、1%、1.1%、1.2%、1.3%、1.4%、1.5%、1.6%、1.7%、1.8%、1.9%、2.0%、2.1%、2.2%、2.3%、2.5%、2.7%、2.8%、2.9%或3%；

和/或，所述B的含量為0.95%、0.96%、0.98%、0.985%、0.99%、1%、1.1%或1.2%；

和/或，所述Fe的含量為60.03%、62.76%、62.96%、63.145%、63.735%、63.885%、63.935%、64.04%、64.265%、64.315%、64.57%、64.735%、64.815%、64.865%、64.97%、64.985%、65.015%、65.065%、65.115%、65.135%、65.265%、

65.315%、65.385%、65.515%、65.56%、65.665%、65.715%、65.765%、65.815%、
65.85%、65.985%、65.915%、65.9655%、65.995%、66.065%、66.115%、66.165%、
66.215%、66.315%、66.465%、66.515%、66.665%、66.715%、66.75%、66.815%、
66.915%、67.115%、67.215%、67.315%、67.4%、67.415%、67.515%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Cu時，所述Cu的含量為0.1~1.2%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Ga時，所述Ga的含量在0.45wt.%以下；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Zr時，所述Zr的含量為0.05~0.5%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Co時，所述Co的含量為0.5~3%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括O時，所述O的含量在0.13%以下；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還包括Zn時，所述Zn的含量為0.01~0.1%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還包括Mo時，所述Mo的含量為0.01~0.1%。

【請求項4】 如請求項3所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述RH的種類為Dy和/或Tb；

和/或，所述RH和所述R'的質量比為0~0.08；

和/或，所述RH的含量為0.5%、1%、1.2%、1.4%、1.5%、1.7%、1.9%、2.1%、2.3%或2.7%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Cu時，所述Cu的含量為0.1%、0.35%、0.4%、0.45%、0.48%、0.5%、0.55%、0.6%、0.65%、0.7%、0.75%、0.8%、0.85%、0.9%、1%或1.1%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Ga時，所述Ga的含量為0.05%、0.1%、0.2%、0.25%、0.3%、0.35%或0.42%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Zr時，所述Zr的含量為0.1%、0.2%、0.25%、0.28%、0.3%或0.35%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物中還包括Co時，所述Co的含量為1%或3%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還包括Zn時，所述Zn的含量為0.02%或0.05%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料的原料組合物還包括Mo時，所述Mo的含量為0.02%或0.05%。

【請求項5】 如請求項3所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，當所述的RH中含有Tb時，所述Tb的含量為0.5~2wt.%；

和/或，當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量在0.5wt.%以下；

和/或，當所述的RH中含有Ho時，所述Ho的含量為0.8~2%。

【請求項6】 如請求項5所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，當所述的RH中含有Tb時，所述Tb的含量為0.5%、0.7%、0.8%、0.9%、1%、1.2%、1.5%、1.6%、1.8%或2%；

和/或，當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量為0.1%、0.2%、0.3%或0.5%。

【請求項7】 如請求項1-6任一項所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，以質量百分比計，所述的釹鐵硼磁體材料所述的原料組合物包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素所述R'包括Pr和Nd；其中，所述

Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%。

【請求項8】 如請求項7所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述Pr的含量為17.15~30%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述Al的含量為0.5~3%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述Cu的含量為0.35~1.3%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量為1~2.5%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【請求項9】 如請求項1-6任一項所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，以質量百分比計，所述的釹鐵硼磁體材料所述的原料組合物包括如下含量的組分：R'：29.5~32.8%，所述R'為稀土元素，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.15%；Al： \geq 0.5%；Ga \leq 0.42%；Cu： \leq 1.2%；Zr：0.25~0.3%；B：0.90~1.2%；Fe：60~68%。

【請求項10】 如請求項9所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述Pr的含量為17.15~30%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述Al的含量為0.5~3%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述Cu的含量為0.35~1.3%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比；

和/或，所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素，所述RH的含量為1~2.5%，百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料的原料組合物總質量的質量百分比。

【請求項11】 如請求項10所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述RH的種類為Dy和/或Tb，其中，當所述RH的種類為Tb時，所述Tb的含量為0.5~2%。

【請求項12】 如請求項1所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法，其中，所述燒結之後、所述時效處理之前，還進行晶界擴散處理。

【請求項13】 一種釹鐵硼磁體材料，其特徵在於，所述釹鐵硼磁體材料係如請求項1-12任一項所述的釹鐵硼磁體材料的製備方法製得的釹鐵硼磁體材料。

【請求項14】 一種釹鐵硼磁體材料，其特徵在於，以質量百分比計，其包括如下含量的組分：

R'：29.4~32.8%，所述R'包括Pr和Nd；其中，所述Pr \geq 17.12%；

Al： \geq 0.48%；

B：0.90~1.2%；

Fe：60~68%；百分比為佔所述釹鐵硼磁體材料總質量的質量百分比；

在所述釹鐵硼磁體材料的晶間三角區中，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \leq 1.0；

在所述釹鐵硼磁體材料的晶界處，Pr和Al的總質量與Nd和Al的總質量的比值 \geq 0.1。

【請求項15】 如請求項14所述的釹鐵硼磁體材料，其中，所述Pr的含量為17.12~30%；

和/或，所述Nd的含量在15%以下；

和/或，所述R'還包括RH，所述RH為重稀土元素；

和/或，所述Al的含量為0.48~3%；

和/或，所述B的含量為0.95~1.2%；

和/或，所述Fe的含量為59.9~67.7%；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料中還包括Cu；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料還包括Ga；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料還包括N，所述N的種類包括Zr、Nb、Hf或Ti；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料中還包括Co；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料中還包括O；

和/或，所述的釵鐵硼磁體材料還包括Zn、Ag、In、Sn、V、Cr、Mo、Ta和W中的一種或多種。

【請求項16】 如請求項15所述的釵鐵硼磁體材料，其中，所述Pr的含量為17.12%、17.13%、17.14%、17.15%、18.13%、18.14%、18.15%、18.16%、19.12%、19.14%、20.05%、20.13%、20.14%、21.12%、21.13%、21.14%、21.15%、21.16%、23.11%、23.12%、23.13%、13.15%、24.16%、25.12%、25.13%、25.14%、25.16%、25.17%、26.52%、27.15%或30%；

和/或，所述Nd的含量為1.5~14%；

和/或，所述RH的種類包括Dy、Tb和Ho中的一種或多種；

和/或，所述RH和所述R'的質量比小於0.253；

和/或，所述RH的含量在3%以下；

和/或，所述Al的含量為0.48%、0.49%、0.58%、0.6%、0.61%、0.8%、0.82%、0.83%、0.89%、0.9%、0.91%、0.92%、1.01%、1.02%、1.03%、1.04%、1.09%、1.21%、1.22%、1.23%、1.31%、1.42%、1.49%、1.51%、1.52%、1.53%、1.62%、1.63%、1.7%、1.79%、1.81%、1.82%、1.9%、1.91%、1.92%、2.01%、2.02%、2.03%、1.12%、2.21%、2.3%、2.31%、2.52%、2.71%、2.91%或2.98%；

和/或，所述B的含量為0.951%、0.962%、0.981%、0.982%、0.983%、0.984%、0.985%、0.986%、0.99%、0.998%、1.03%或1.11%；

和/或，所述Fe的含量為59.932%、62.8%、62.88%、63.136%、63.896%、64.029%、64.234%、64.266%、64.566%、64.799%、64.897%、64.915%、64.985%、64.987%、65.084%、65.096%、65.146%、65.264%、65.299%、65.309%、65.327%、65.347%、65.385%、65.514%、65.524%、65.548%、65.664%、65.665%、65.689%、65.779%、65.829%、65.867%、65.877%、65.896%、65.944%、66.019%、66.047%、66.174%、66.236%、66.249%、66.327%、66.386%、66.496%、66.534%、66.964%、66.699%、66.73%、66.847%、66.917%、67.029%、67.088%、67.115%、67.216%、67.224%、67.315%、67.426%、67.45%、67.526%、67.587%或67.607%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括Cu時，所述Cu的含量在1.2%以下；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Ga時，所述Ga的含量在0.42%以下；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Zr時，所述Zr的含量為0.05~0.5%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括Co時，所述Co的含量為0.5~3.5%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括O時，所述O的含量在0.13%以下；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Zn時，所述Zn的含量為0.01~0.1%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Mo時，所述Mo的含量為0.01~0.1%。

【請求項17】 如請求項16所述的釹鐵硼磁體材料，其中，所述Nd的含量為1.5%、2.45%、3.83%、3.84%、3.86%、3.89%、4.03%、4.52%、4.82%、4.83%、4.84%、4.86%、4.87%、5.84%、6.82%、6.83%、6.84%、6.86%、8.33%、8.34%、8.35%、8.36%、11.55%、11.63%、11.64%、11.66%、11.85%、12.82%、12.83%、12.84%、12.85%、12.89%、13.81%、13.82%、13.84%或13.85%；

和/或，所述RH的種類包括Dy和/或Tb；

和/或，所述RH和所述R'的質量比為0~0.08；

和/或，所述RH的含量為0.4~3%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括Cu時，所述Cu的含量為0.11%、0.34%、0.35%、0.4%、0.41%、0.45%、0.5%、0.51%、0.55%、0.6%、0.63%、0.65%、0.72%、0.75%、0.81%、0.85%、0.91%、1.02%、1.03%、1.04%或1.11%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Ga時，所述Ga的含量為0.05%、0.1%、0.2%、0.23%、0.25%、0.251%、0.31%、0.34%、0.36%、0.41%、0.42%、0.43%或0.44%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Zr時，所述Zr的含量為0.1%、0.11%、0.2%、0.22%、0.24%、0.25%、0.27%、0.28%、0.3%、0.31%、0.32%、0.34%、0.35%、0.36%、0.37%或0.38%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括Co時，所述Co的含量為1%或3.03%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料中還包括Zn時，所述Zn的含量為0.03%或0.04%；

和/或，當所述的釹鐵硼磁體材料還包括Mo時，所述Mo的含量為0.02%或0.06%。

【請求項18】 如請求項17所述的釹鐵硼磁體材料，其中，所述RH的含量為0.48%、0.51%、0.56%、1%、1.02%、1.03%、1.04%、1.19%、1.21%、1.25%、1.42%、1.43%、1.52%、1.7%、1.71%、1.72%、1.91%、2.13%、2.33%、2.69%或2.71%。

【請求項19】 如請求項16所述的釹鐵硼磁體材料，其中，當所述RH中含有Tb時，所述Tb的含量為0.5~2.1%；

和/或，當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量在0.51%以下；

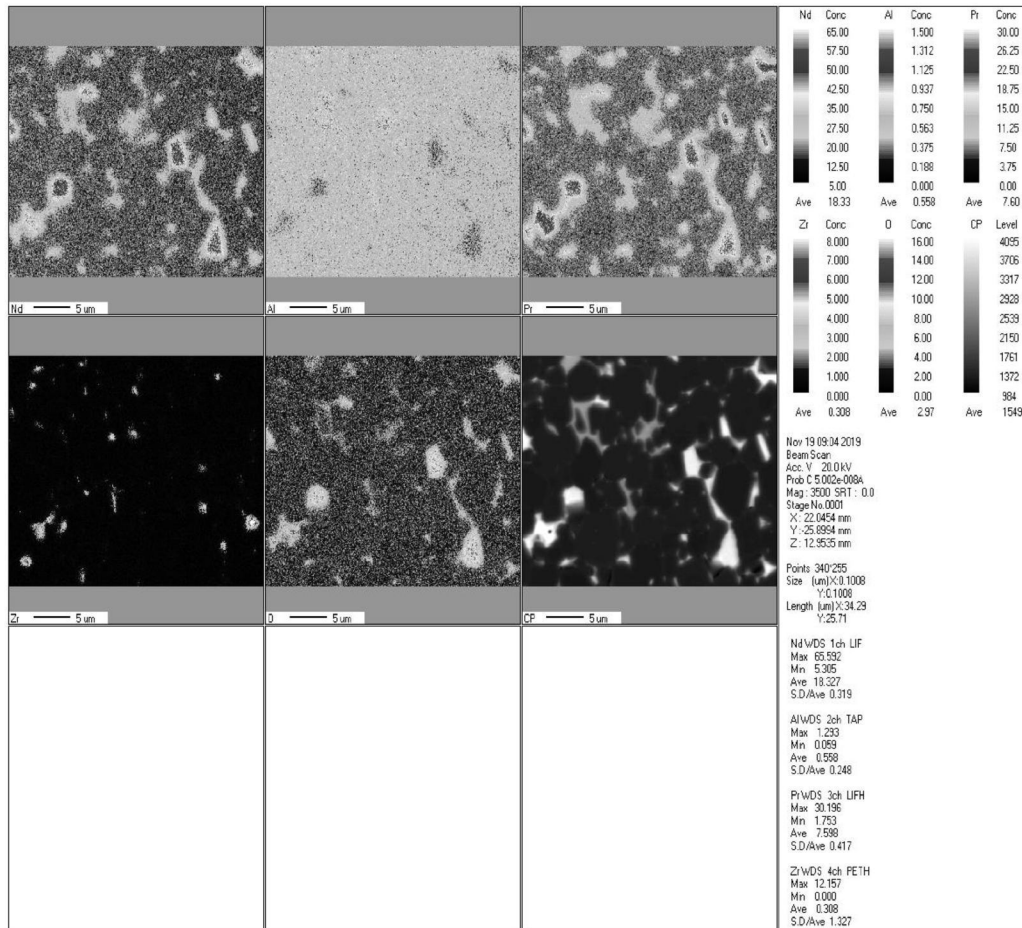
和/或，當所述的RH中含有Ho時，所述Ho的含量為0.2~8%。

【請求項20】 如請求項19所述的釹鐵硼磁體材料，其中，當所述RH中含有Tb時，所述Tb的含量為0.51%、0.56%、0.69%、0.71%、0.81%、0.83%、0.88%、0.9%、1%、1.01%、1.02%、1.03%、1.04%、1.2%、1.21%、1.5%、1.58%、1.59%、1.6%、1.8%、2.01%或1.02%；

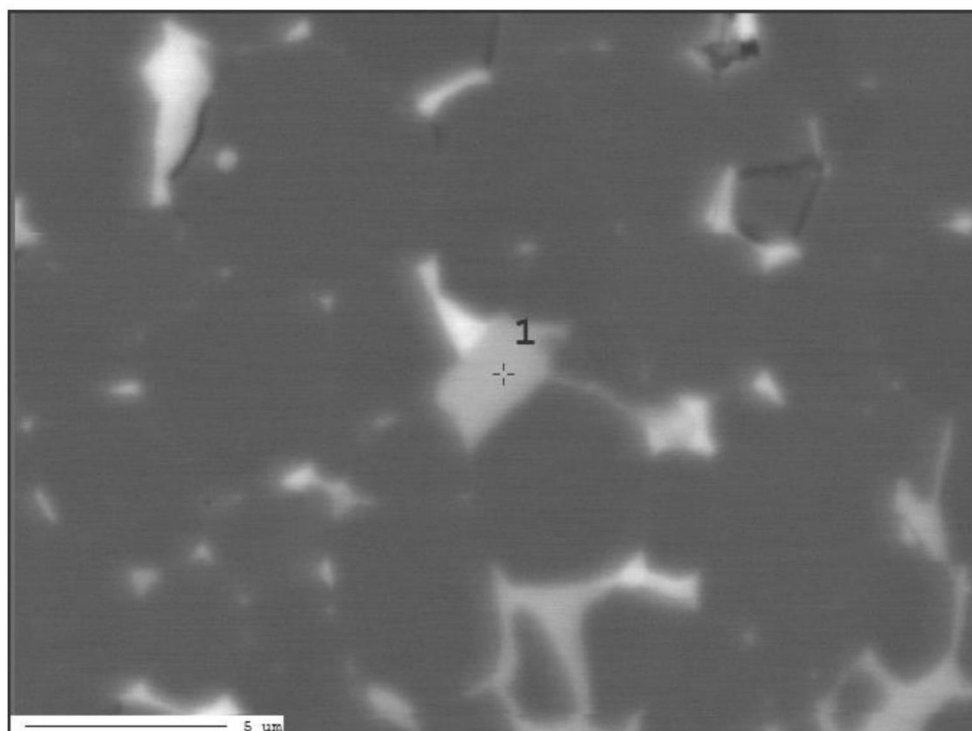
和/或，當所述RH中含有Dy時，所述Dy的含量為0.11%、0.12%、0.13%、0.19%、0.21%、0.22%、0.23%、0.29%、0.31%、0.32%、0.48%、0.49%或0.51%。

【請求項21】 一種釹鐵硼磁體材料在電機中作為電子元器件的應用，其特徵在於，所述釹鐵硼磁體材料係如請求項13-20中任一項所述的釹鐵硼磁體材料。

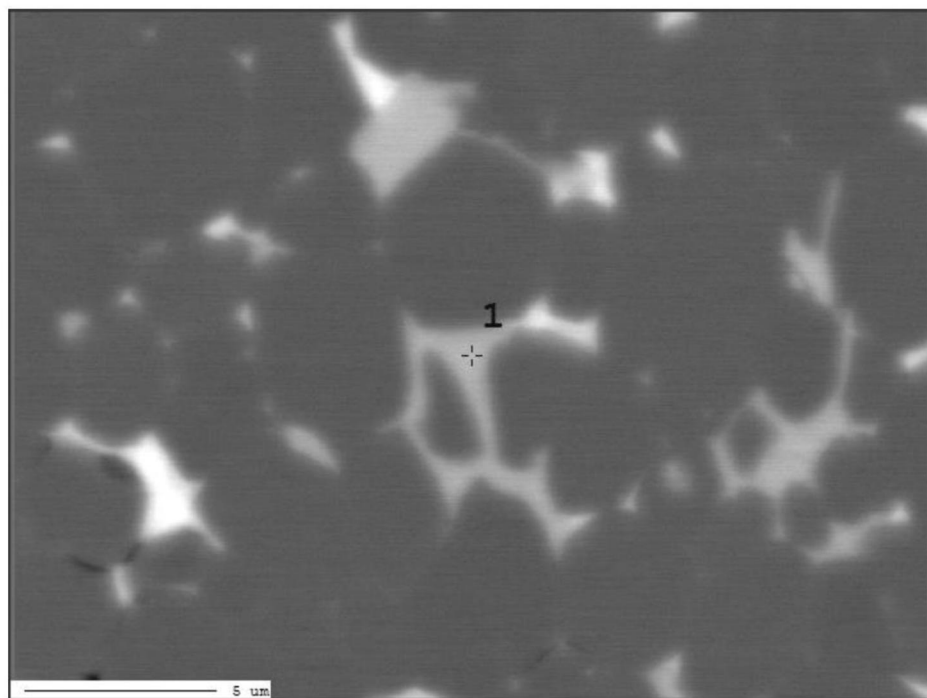
【發明圖式】



【圖1】



【圖2】



【圖3】