



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103212714 A

(43) 申请公布日 2013. 07. 24

(21) 申请号 201310151064. 7

(22) 申请日 2013. 04. 27

(71) 申请人 安徽大地熊新材料股份有限公司

地址 231500 安徽省合肥市庐江经济开发区

(72) 发明人 张鹏杰 沈炯 吴玉程 黄秀莲

刘家琴 陈静武 衣晓飞

(74) 专利代理机构 合肥诚兴知识产权代理有限

公司 34109

代理人 汤茂盛

(51) Int. Cl.

B22F 3/16 (2006. 01)

B22F 1/00 (2006. 01)

H01F 1/057 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书8页

(54) 发明名称

制备钕铁硼材料的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种制备钕铁硼材料的方法,其操作如下:将钕铁硼磁粉与石墨烯粉体混匀配置成混合粉体,再将混合粉体在磁场中取向并压制成毛坯,然后对毛坯进行烧结热处理即可制取得到钕铁硼材料;混合粉体中石墨烯粉体的含量为 0.03 ~ 0.20wt%,所述钕铁硼磁粉的成份为 $R_wQ_xM_yN_z$,其中 R 为 Pr、Nd、Dy、Tb、Ho、Gd 元素中的一种或几种, Q 为 Fe、Co 元素中的一种或两种, M 为 B 元素, N 为 Al、Nb、Zr、Cu、Ga、Mo、W、V 元素中的一种或几种; $29 \leq w \leq 33, 60 \leq x \leq 69, 0.98 \leq y \leq 1.2, 0 \leq z \leq 3, w+x+y+z=100$ 。通过本方法制备出的钕铁硼材料的晶粒细小、均匀、且力学性能和矫顽力优异。

1. 一种制备钕铁硼材料的方法,其操作如下:将钕铁硼磁粉与石墨烯粉体混匀配置成混合粉体,再将混合粉体在磁场中取向并压制成毛坯,然后对毛坯进行烧结热处理即可制取得到钕铁硼材料;混合粉体中石墨烯粉体的含量为 0.03 ~ 0.20wt%;所述钕铁硼磁粉的成份为 $R_wQ_xM_yN_z$,其中 R 为 Pr、Nd、Dy、Tb、Ho、Gd 元素中的一种或几种,Q 为 Fe、Co 元素中的一种或两种,M 为 B 元素,N 为 Al、Nb、Zr、Cu、Ga、Mo、W、V 元素中的一种或几种; $29 \leq w \leq 33$, $60 \leq x \leq 69$, $0.98 \leq y \leq 1.2$, $0 \leq z \leq 3$, $w+x+y+z=100$ 。

2. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:制得的钕铁硼磁体中碳含量为 300 ~ 2500ppm。

3. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:所述的钕铁硼磁粉的粒径为 2 ~ 10 μ m;所述的石墨烯粉末的厚度为 3 ~ 5nm,直径为 50 ~ 1000nm。

4. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:所述的烧结热处理是指将毛坯置于真空炉烧结炉内 1000 ~ 1300 $^{\circ}$ C 烧结 1 ~ 4h;然后再进行一级回火处理和二级回火处理,其中一级回火处理的温度为 800 ~ 1000 $^{\circ}$ C,时间 1 ~ 4h,二级回火处理的温度为 400 ~ 600 $^{\circ}$ C,时间 1 ~ 4h。

5. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:钕铁硼磁粉与石墨烯粉体在惰性气体保护下进行混匀。

6. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:是将混合粉体在 1.2T 以上的磁场中取向并初步压制成型,然后再经等静压处理压制成毛坯。

7. 如权利要求 1 所述的制备钕铁硼材料的方法,其特征在于:钕铁硼磁粉是由厚度为 0.2 ~ 10mm 的钕铁硼合金铸片经氢破碎处理成粒径在 10mm 以下的初级碎粉,然后将初级碎粉经气流研磨得到。

制备钕铁硼材料的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及磁体的生产领域,具体涉及一种制备钕铁硼材料的方法。

背景技术

[0002] 传统烧结钕铁硼磁性材料属于典型的粉末冶金制品,抗压强度小、脆性大、易从晶界处引发沿晶断裂,随着烧结 NdFeB 磁体应用领域的不断扩展,磁体不可避免要经受冲击、振动等恶劣环境的考验。磁体一旦破裂,将给用户带来巨大损失。因此必须对烧结 NdFeB 磁体力学性能做深入研究,优化生产工艺,提高磁体的抗压强度、韧性等力学性能,降低毛坯后续处理过程中的破损和在使用环境中断裂的危险。钕铁硼磁性材料的主要技术性能指标是矫顽力 Hc (包括内禀矫顽力 Hc_j 和磁感矫顽力 Hc_b)、剩磁 Br、磁能积(BH)_{max} 和居里温度 T_c。钕铁硼磁性材料的研究人员和生产厂家的主要任务就是最大限度地开发材料的潜力,提高永磁材料的矫顽力 Hc、剩磁 Br、磁能积(BH)_{max} 和居里温度 T_c。其中矫顽力是磁体保持永磁的能力,一般用材料磁饱和的磁感应强度降到零时所需的反向磁场强度来度量。矫顽力的改善可提高钕铁硼材料材料的温度稳定性。因此提高钕铁硼磁性材料的矫顽力是客户和磁铁生产厂家孜孜不倦的追求。

[0003] 发明目的

[0004] 本发明的目的在于提供一种制备钕铁硼材料的方法,其制备出的钕铁硼材料的晶粒细小、均匀、力学性能及矫顽力明显改善。

[0005] 其采取的方案具体如下:

[0006] 一种制备钕铁硼材料的方法,其操作如下:将钕铁硼磁粉与石墨烯粉体混匀配置成混合粉体,再将混合粉体在磁场中取向并压制成毛坯,然后对毛坯进行烧结热处理即可制取得到钕铁硼材料;混合粉体中石墨烯粉体的含量为 0.03 ~ 0.20wt%;所述钕铁硼磁粉的成份为 R_wQ_xM_yN_z,其中 R 为 Pr、Nd、Dy、Tb、Ho、Gd 元素中的一种或几种,Q 为 Fe、Co 元素中的一种或两种,M 为 B 元素,N 为 Al、Nb、Zr、Cu、Ga、Mo、W、V 元素中的一种或几种;29 ≤ w ≤ 33, 60 ≤ x ≤ 69, 0.98 ≤ y ≤ 1.2, 0 ≤ z ≤ 3, w+x+y+z=100。

[0007] 由于石墨烯是一种由碳原子以 sp² 杂化轨道组成的单层片状结构的平面薄膜材料,其厚度薄、强度大,本发明中,将石墨烯粉体与钕铁硼磁粉配置的混合粉体烧结制成钕铁硼材料,在烧结制备钕铁硼材料过程中,石墨烯作为掺杂项置于 Nd-Fe-B 合金晶界处,阻碍晶界的移动,阻止晶粒的聚集和生长,从而得到晶粒细小、均匀的钕铁硼材料。而且,由于石墨烯为非磁性相掺杂物,对反磁化时的畴壁移动可起到钉扎作用,可有效阻碍畴壁的移动,从而提高烧结钕铁硼永磁材料的矫顽力等性能,改善钕铁硼磁性材料的稳定性。另外,石墨烯本身强度超高,所以添加了微量的石墨烯制备的钕铁硼磁性材料的抗压强度与韧性也会有相应提高。

[0008] 另外由于碳元素含量会对钕铁硼磁性材料的磁性能产生不利影响。所以在应对选用的钕铁硼磁粉中碳含量进行严格限制(一般控制混合粉体中碳含量为 300 ~ 2500ppm),使得后期石墨烯加入后,烧结制备的钕铁硼永磁材料的碳含量维持在一定的范围内,亦

即制得的钕铁硼磁体中碳含量在 300 ~ 2500ppm 范围内,保证钕铁硼磁性材料的磁性性能。

[0009] 在对本发明的方案进行深入分析得到,添加石墨烯粉体制取的钕铁硼磁性材料的性能提高量与所选取的钕铁硼磁粉和石墨烯粉体的粒径大小密切相关。因此本发明通过对大量不同粒径尺寸的钕铁硼磁粉和石墨烯粉体制备出的钕铁硼磁性材料性能进行分析和优化,优选选取粒径为 2 ~ 10 μm 的钕铁硼磁粉与厚度为 3 ~ 5nm、直径为 50 ~ 1000nm 的石墨烯粉末制取钕铁硼磁性材料,使得钕铁硼材料的磁性能能最大程度的被提高。

[0010] 更进一步的方案为,钕铁硼磁粉是由 0.2 ~ 10mm 的钕铁硼合金铸片经氢破碎处理成粒径在 10mm 以下的初级碎粉,然后将初级碎粉经气流研磨得到;钕铁硼磁粉与石墨烯粉体在惰性气体保护下进行混匀。将混合粉体在 1.2T 以上的磁场中垂直取向并初步压制成型,然后再经等静压处理压制成毛坯。所述的烧结热处理是指将毛坯置于真空炉烧结炉内 1000 ~ 1300 $^{\circ}\text{C}$ 烧结 1 ~ 4h;然后再进行一级回火处理和二级回火处理,其中一级回火处理的温度为 800 ~ 1000 $^{\circ}\text{C}$,时间 1 ~ 4h,二级回火处理的温度为 400 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$,时间 1 ~ 4h。其中钕铁硼合金铸片可通过将各种纯金属 Nd, Pr, Dy, Al, Ga, Co, Fe 和合金 B-Fe, Nb-Fe 等按设计配方要求配取原料,在真空感应铸片炉中熔炼得到。通过以上工艺条件的进一步控制使得制取得到的钕铁硼磁性材料的性能更加优异。

具体实施方式

[0011] 以下通过具体实施例来对本发明的技术方案做进一步解释和说明,但不应理解为本发明保护范围的限定。

[0012] 实施例 1

[0013] 1、选择型号为 42SH 磁性材料(其组分组成为: $\text{Nd}_{27.8}\text{Fe}_{65.68}\text{B}_{1.02}\text{Dy}_{4.2}\text{Al}_{0.2}\text{Co}_{1.0}\text{Cu}_{0.1}$) 的设计配方配取原料,然后将原料在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.3-0.45mm;

[0014] 2、将上述得到的 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到粒度在 10mm 以内的初级碎粉;

[0015] 3、将上述氢破碎后的初级碎粉经气流磨工艺磨至颗粒直径范围在 3 μm -5 μm 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.03wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50 ~ 1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量在 400-1000ppm 之间。

[0016] 4、将混合粉体在 1.8T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0017] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1050 $^{\circ}\text{C}$ 烧结 2h,一级回火温度 900 $^{\circ}\text{C}$,时间 2h,二级回火温度 500 $^{\circ}\text{C}$,时间 3h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0018] 对照试验:

[0019] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0020] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 1 所示:

[0021] 表 1 为实施例 1 制取的样品的磁性能检测结果

	类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MGOe)	Hc j (KOe)
[0022]	添加石墨烯	42SH	10*10*15	黑片	13.11	41.96	21.62
	不加石墨烯	42SH	10*10*15	黑片	13.14	42.30	20.73

[0023] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 2 所示:

[0024] 表 2 为实施例 1 制取的样品的力学性能检测结果

[0025]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	42SH	10*10*15	黑片	850
不加石墨烯	42SH	10*10*15	黑片	775

[0026] 实施例 2

[0027] 1、选择型号为 N48 磁性材料(其组分组成为 $\text{Nd}_{31.8}\text{Fe}_{65.58}\text{B}_{1.02}\text{Co}_{1.0}\text{Cu}_{0.1}\text{Al}_{0.3}\text{Ga}_{0.2}$) 的设计配方配取原料,然后将其在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.2-0.45mm;

[0028] 2、将上述得到的 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到粒度在 10mm 以内的初级碎粉;

[0029] 3、将上述氢破碎后的得到的初级碎粉经气流磨工艺磨至颗粒直径范围在 $3\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.06wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50~1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量在 800-1200ppm 之间;

[0030] 4、将混合粉体在 1.2T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0031] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1000°C 烧结 2h,一级回火温度 900°C,时间 2h,二级回火温度 500°C,时间 3h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0032] 对照试验:

[0033] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0034] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 3 所示:

[0035] 表 3 为实施例 2 制取的样品的磁性能检测结果

	类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MG0e)	Hcj (KOe)
[0036]	添加石墨烯	N48	10*10*15	黑片	13.65	44.73	13.25
	不加石墨烯	N48	10*10*15	黑片	13.72	45.23	12.18

[0037] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 4 所示:

[0038] 表 4 为实施例 2 制取的样品的力学性能检测结果

[0039]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	N48	10*10*15	黑片	885
不加石墨烯	N48	10*10*15	黑片	786

[0040] 实施例 3

[0041] 1、选择型号为 33UH 磁性材料(其组分组成为: $\text{Nd}_{26}\text{Fe}_{64.78}\text{B}_{1.02}\text{Dy}_{6.0}\text{Co}_{1.5}\text{Cu}_{0.1}\text{Al}_{0.6}$) 的设计配方配取原料,然后将原料在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.3-0.45mm;

[0042] 2、将上述 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到的氢破碎粉的粒度控制在 10mm 以内的初级碎粉;

[0043] 3、将上述氢破碎后的初级碎粉经气流磨工艺磨成颗粒直径范围在 $3\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.08wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50~1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量为 900-1400ppm;

[0044] 4、将混合粉体在 1.8T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0045] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1050℃ 烧结 4h,一级回火温度 800℃,时间 4h,二级回火温度 500℃,时间 4h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0046] 对照试验:

[0047] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0048] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 5 所示:

[0049] 表 5 为实施例 3 制取的样品的磁性能检测结果

[0050]

类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MGOe)	Hc j (KOe)
添加石墨烯	33UH	10*10*15	黑片	11.42	32.08	27.02
不加石墨烯	33UH	10*10*15	黑片	11.54	32.57	25.83

[0051] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 6 所示:

[0052] 表 6 为实施例 3 制取的样品的力学性能检测结果

[0053]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	33UH	10*10*15	黑片	901
不加石墨烯	33UH	10*10*15	黑片	788

[0054] 实施例 4

[0055] 1、按照型号为 48M 磁性材料(其组分组成为: $\text{Nd}_{30.5}\text{Fe}_{65.4}\text{B}_{1.0}\text{Dy}_{1.8}\text{Co}_{0.8}\text{Cu}_{0.1}\text{Zr}_{0.2}\text{Ga}_{0.2}$) 的设计配方配取原料,然后将原料在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.3-0.45mm;

[0056] 2、将上述 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到的氢破碎粉的粒度控制在 10mm 以内的初级碎粉;

[0057] 3、将上述氢破碎后的初级碎粉经气流磨工艺磨成颗粒直径范围在 $3\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.10wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50~1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量在 1200-1600ppm 之间;

[0058] 4、将混合粉体在 1.8T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0059] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1300℃ 烧结 1h,一级回火温度 1000℃,时间 1h,二级回火温度 500℃,时间 3h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0060] 对照试验:

[0061] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0062] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 7 所示:

[0063] 表 7 为实施例 4 制取的样品的磁性能检测结果

	类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MG0e)	Hc j (K0e)
[0064]	添加石墨烯	48M	10*10*15	黑片	13.60	44.89	16.53
	不加石墨烯	48M	10*10*15	黑片	13.74	45.71	14.68

[0065] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 8 所示:

[0066] 表 8 为实施例 4 制取的样品的力学性能检测结果

[0067]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	48M	10*10*15	黑片	910
不加石墨烯	48M	10*10*15	黑片	776

[0068] 实施例 5

[0069] 1、按照型号为 40H 磁性材料(其组分组成为: $\text{Nd}_{29.6}\text{Fe}_{66.28}\text{B}_{1.02}\text{Dy}_{2.0}\text{Co}_{0.6}\text{Cu}_{0.1}\text{Al}_{0.4}$) 的设计配方配取原料,然后将原料在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.3-0.45mm;

[0070] 2、将上述 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到的氢破碎粉的粒度控制在 10mm 以内的初级碎粉;

[0071] 3、将上述氢破碎后的初级碎粉经气流磨工艺磨成颗粒直径范围在 $3\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.15wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50~1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量在 1700-2000ppm 之间;

[0072] 4、将混合粉体在 1.8T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0073] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1050℃ 烧结 2h,一级回火温度 900℃,时间 2h,二级回火温度 500℃,时间 1h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0074] 对照试验:

[0075] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0076] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 9 所示:

[0077] 表 9 为实施例 5 制取的样品的磁性能检测结果

	类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MGOe)	Hc j (KOe)
[0078]	添加石墨烯	40H	10*10*15	黑片	12.70	39.09	19.43
	不加石墨烯	40H	10*10*15	黑片	12.85	40.28	17.23

[0079] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 10 所示:

[0080] 表 10 为实施例 5 制取的样品的力学性能检测结果

[0081]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	40H	10*10*15	黑片	922
不加石墨烯	40H	10*10*15	黑片	778

[0082] 实施例 6

[0083] 1、按照型号为 N52 磁性材料(其组分组成为: $\text{Nd}_{30.0}\text{Fe}_{66.98}\text{B}_{1.02}\text{Dy}_{0.4}\text{Co}_{0.9}\text{Cu}_{0.1}\text{Al}_{0.1}$) 的设计配方配取原料,然后将原料在真空感应铸片炉中熔炼成铸片,铸片的平均厚度为 0.45-0.85mm;

[0084] 2、将上述 Nd-Fe-B 合金铸片放置于氢碎炉中进行氢破碎工艺处理,得到的氢破碎粉的粒度控制在 10mm 以内的初级碎粉;

[0085] 3、将上述氢破碎后的初级碎粉经气流磨工艺磨成颗粒直径范围在 $3\mu\text{m}$ - $5\mu\text{m}$ 内的钕铁硼磁粉,在氮气保护下加入 0.20wt% 石墨烯粉末(厚度为 3-5nm、直径为 50~1000nm)经混粉工艺混合均匀,控制混合粉体中的碳含量在 2100-2500ppm 之间;

[0086] 4、将混合粉体在 1.8T 磁场中垂直取向压制成型,然后经等静压工艺压制成坯;

[0087] 5、将上述毛坯放入高真空烧结炉内 1050℃ 烧结 2h,一级回火温度 900℃,时间 2h,二级回火温度 500℃,时间 3h,制得添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料。

[0088] 对照试验:

[0089] 在上述 3 步骤中不加入石墨烯粉体,其余操作与实施例相同,制得不添加石墨烯粉末的钕铁硼磁性材料。

[0090] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行磁性能测试,测试结果表 11 所示:

[0091] 表 11 为实施例 6 制取的样品的磁性能检测结果

	类别	性能	规格	状态	Br (KGs)	BHm (MG0e)	Hc _j (KOe)
[0092]	添加石墨烯	N52	10*10*15	黑片	14.02	47.87	13.52
	不加石墨烯	N52	10*10*15	黑片	14.34	49.26	11.37

[0093] 对烧结后得到的添加石墨烯粉体的钕铁硼磁性材料样品与没有添加石墨烯粉体的磁性材料样品进行力学性能(抗压强度)测试,测试结果表 12 所示:

[0094] 表 12 为实施例 6 制取的样品的力学性能检测结果

[0095]

类别	性能	规格	状态	抗压强度(N/mm ²)
添加石墨烯	N52	10*10*15	黑片	930
不加石墨烯	N52	10*10*15	黑片	775

[0096] 为节省篇幅,这里只对部分石墨烯粉体掺杂的添加比例和部分工艺做了举例说明。以上实施例表明,在经过气流磨后的磁粉中添加微量的石墨烯粉末后压型、烧结等工艺,所得烧结钕铁硼磁性材料的力学性能(抗压强度)以及磁性能都得到了相应提高,这使得钕铁硼磁性材料的可加工性能得到显著提高,且产品在使用过程中保持永磁的能力更强,应用范围更加广泛。