



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110534277 A

(43)申请公布日 2019.12.03

(21)申请号 201910753356.5

C22C 38/16(2006.01)

(22)申请日 2019.08.15

C22C 38/06(2006.01)

C22C 38/14(2006.01)

(71)申请人 宁波爱维森材料研发科技有限公司

地址 315801 浙江省宁波市北仑区小港街  
道小浣江中路377号

(72)发明人 彭维波 杨霞

(74)专利代理机构 上海泰能知识产权代理事务  
所 31233

代理人 黄志达 魏峰

(51)Int.Cl.

H01F 1/055(2006.01)

H01F 41/00(2006.01)

C22C 35/00(2006.01)

C22C 33/02(2006.01)

C22C 38/10(2006.01)

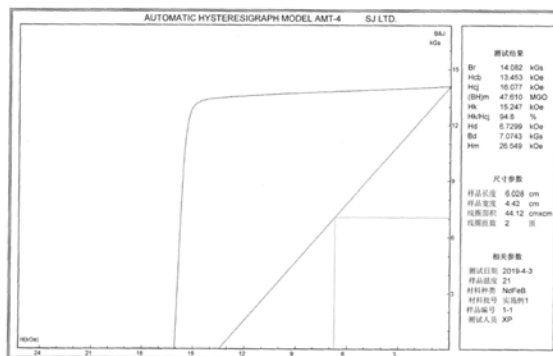
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用于稀土永磁体的合金及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明涉及一种用于稀土永磁体的合金及其制备方法和应用,所述合金为 $(R',HR')_aFe_bM_c$ 合金。本发明合金的添加,可以在尽可能保证R-Fe-B稀土永磁体的剩磁的前提下,大幅提高矫顽力,且添加成本低,制备方法简单,适于工业化,具有良好的应用前景。



1. 一种用于稀土永磁体的合金,其特征在于:所述合金为 $(R', HR')_a Fe_b M_c$ 合金,其中 $R'$ 选自包含Y和Sc的除Dy, Tb, Ho以外的所有稀土元素中的至少一种元素,且必须包含Nd; $HR'$ 选自Dy, Tb, Ho中的至少一种元素; $M$ 选自Al, Si, Mg, C, P, O, S, N, H, Ti, V, Cr, Mn, Ni, Co, Cu, Zn, Ga, Zr, Nb, W中的至少一种元素。

2. 根据权利要求1所述的合金,其特征在于:所述 $(R', HR')_a Fe_b M_c$ 合金中 $35at\% \leq a \leq 90at\%$ ,  $0.1at\% \leq c \leq 14at\%$ ,其余为b。

3. 一种如权利要求1所述的用于稀土永磁体的合金的制备方法,包括:

根据合金成分进行配料,在惰性气体保护下熔化,浇注成铸锭或者铸片;采用氢破的方法将铸锭或者铸片进行粗粉碎,然后气流磨研磨,得到合金细粉;

或者根据合金成分进行配料,采用雾化法制备合金细粉。

4. 根据权利要求3所述的制备方法,其特征在于:所述合金细粉的粒度控制在 $1 \sim 10\mu m$ 。

5. 一种如权利要求1所述的用于稀土永磁体的合金的应用,其特征在于:以 $0.1wt\% \sim 10wt\%$ 的比例添加到常规R-Fe-B稀土永磁细粉中。

6. 根据权利要求5所述的应用,其特征在于:添加完成后进行混料,在惰性气体保护下在成型压机中取向成型,再送入烧结炉中在真空、 $900 \sim 1100^\circ C$ 下进行烧结,最后 $400 \sim 900^\circ C$ 下热处理。

## 一种用于稀土永磁体的合金及其制备方法和应用

### 技术领域

[0001] 本发明属于稀土永磁体领域,特别涉及一种用于稀土永磁体的合金及其制备方法和应用。

### 背景技术

[0002] R-Fe-B稀土永磁体是目前所知的综合磁性能最高的磁体,它在新能源汽车、电子产品、风力发电和各种工业电机中有着广泛的应用。产品的小型化或者高端的应用要求R-Fe-B稀土永磁体既要能够提供高的剩磁,又需要足够高的矫顽力,才能够满足应用中的表磁(或磁矩)的要求和磁体耐高温的要求。

[0003] 提高R-Fe-B稀土永磁体的剩磁,主要的方法是提高主相Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B的体积分数,从而得到高的剩磁。这需要相应的减少R-Fe-B稀土永磁体的稀土含量,或者减少重稀土和添加元素的含量,这又不可避免的降低矫顽力。

[0004] 提高R-Fe-B稀土永磁体矫顽力,主要的方法是通过添加重稀土元素,置换主相Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B中的Nd,形成(Nd,HR)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B,提高了主相的各向异性场,从而提高矫顽力,但是会导致剩磁的降低。重稀土的添加也有其他的方法,例如添加重稀土的纯金属、氧化物、氢化物等,这些添加的重稀土元素在烧结过程中由于热力学的缘故,均扩散进入主相,形成(Nd,HR)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B相。另外也可以熔炼重稀土含量高R-Fe-B合金,但是重稀土也均以(Nd,HR)<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B相的形式存在。当重稀土元素分布在晶界或者主相晶粒的表层时,能够最大化的提高矫顽力,从而降低重稀土的含量,进而提高磁体的剩磁。另外重稀土属于稀有贵金属,过多的添加也增加了产品的成本。

### 发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种用于稀土永磁体的合金及其制备方法和应用,该合金解决了不能同时提高R-Fe-B稀土永磁体矫顽力和剩磁的技术问题。

[0006] 本发明提供了一种用于稀土永磁体的合金,所述合金为(R',HR')<sub>a</sub>Fe<sub>b</sub>M<sub>c</sub>合金,其中R'选自包含Y和Sc的除Dy,Tb,Ho以外的所有稀土元素中的至少一种元素,且必须包含Nd;HR'选自Dy,Tb,Ho中的至少一种元素;M选自Al,Si,Mg,C,P,O,S,N,H,Ti,V,Cr,Mn,Ni,Co,Cu,Zn,Ga,Zr,Nb,W中的至少一种元素。

[0007] 所述(R',HR')<sub>a</sub>Fe<sub>b</sub>M<sub>c</sub>合金中35at%≤a≤90at%,0.1at%≤c≤14at%,其余为b。

[0008] 本发明还提供了一种用于稀土永磁体的合金的制备方法,包括:

[0009] 根据合金成分进行配料,在惰性气体保护下熔化,浇注成铸锭或者铸片;采用氢破的方法将铸锭或者铸片进行粗粉碎,然后气流磨研磨,得到合金细粉;

[0010] 或者根据合金成分进行配料,采用雾化法制备合金细粉。

[0011] 所述合金细粉的粒度控制在1~10μm(粒度为D50)。

[0012] 本发明还提供了一种用于稀土永磁体的合金的应用,以0.1wt%~10wt%的比例添加到常规R-Fe-B稀土永磁细粉中。

[0013] 添加完成后进行混料,在惰性气体保护下在成型压机中取向成型,再送入烧结炉中在真空、900~1100℃下进行烧结,最后400~900℃下热处理。

[0014] 本发明 $(R',HR')_aFe_bM_c$ 合金的相组成为富 $(R',HR')$ -M相和 $(R',HR')$ -Fe-M相,不含有传统方法中 $(Nd,HR)_2Fe_{14}B$ 相。均为有利于促进传统R-Fe-B稀土永磁体矫顽力提高的晶界相。该合金的添加可以减少母合金中重稀土HR'的用量,而以少量的合金 $(R',HR')_aFe_bM_c$ 的形式进行添加。

[0015] 有益效果

[0016] 本发明的合金不含有传统方法中 $(Nd,HR)_2Fe_{14}B$ 相,可以用于R-Fe-B稀土永磁体制备中的晶界添加,或者用于R-Fe-B稀土永磁体的稀土扩散;本发明的合金可以在尽可能保证R-Fe-B稀土永磁体的剩磁的前提下,大幅提高矫顽力,且添加成本低,制备方法简单,适于工业化,具有良好的应用前景。

## 附图说明

[0017] 图1是实施例1产品的磁性能曲线;

[0018] 图2是对比例1产品的磁性能曲线;

[0019] 图3是实施例2产品的磁性能曲线;

[0020] 图4是对比例2产品的磁性能曲线。

## 具体实施方式

[0021] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0022] 合金A细粉组成: $Nd_{40.7}Dy_{6.0}Co_{3.3}Al_{2.2}Cu_{0.3}Ga_{1.4}Fe_{46.1}$ 。

[0023] 制备方法为:将合金A按成分进行配料,然后在氩气保护下进行熔炼,浇注成厚度为0.1~0.5mm的铸片;采用氢破的方法对以上铸片进行粗粉碎,然后用气流磨进行研磨,得到合金A细粉。其粒度控制在3.0~4.0 $\mu m$ (粒度为D50)。

[0024] 母合金细粉组成: $Nd_{10.0}Pr_{3.4}Tb_{0.2}Co_{1.1}Cu_{0.2}Al_{0.2}Ga_{0.1}Zr_{0.1}B_{5.7}Fe_{79.0}$ 。

[0025] 实施例1

[0026] 将2wt%的合金A细粉添加到母合金细粉中,进行混料,然后在氮气保护下在成型压机中取向成型,压制成方块的生坯,再送入烧结炉中进行烧结,烧结温度为1060℃,保温5h,烧结致密后再进行热处理,热处理温度为900℃,保温2h,冷却,然后在500℃下保温5h。

[0027] 对比例1

[0028] 直接将母合金细粉在氮气保护下在成型压机中取向成型,压制成方块的生坯,再送入烧结炉中进行烧结,烧结温度为1060℃,保温5h,烧结致密后再进行热处理,热处理温度为900℃,保温2h,冷却,然后在500℃下保温5h。

[0029] 实施例1和对比例1的具体磁性能如下表所示,磁性能曲线如图1和图2所示。

[0030]

No	Br (kGs)	Hcb (kOe)	Hc j (kOe)	(BH) <sub>m</sub> (MG0e)
实施例1-1	14.082	13.453	16.077	47.610

对比例1-2	14.273	13.459	14.833	48.688
--------	--------	--------	--------	--------

[0031] 从二者的对比可见,添加2%合金A,剩磁略降低0.191kGs,但是矫顽力大幅度的提高1.244kOe。

[0032] 合金B细粉组成: $\text{Nd}_{34.2}\text{Tb}_{12.4}\text{Co}_{1.7}\text{Al}_{1.5}\text{Cu}_{0.3}\text{Ga}_{1.4}\text{Fe}_{48.5}$ 。

[0033] 制备方法为:将合金B按成分进行配料,然后在氩气保护下进行熔炼,浇注成厚度为0.1~0.5mm的铸片;采用氢破的方法对以上铸片进行粗粉碎,然后用气流磨进行研磨,得到合金B细粉。其粒度控制在3.0~4.0 $\mu\text{m}$ (粒度为D50)。

[0034] 母合金细粉组成: $\text{Nd}_{9.2}\text{Pr}_{3.1}\text{Tb}_{1.1}\text{Co}_{1.1}\text{Cu}_{0.2}\text{Al}_{0.2}\text{Ga}_{0.2}\text{Zr}_{0.1}\text{B}_{5.7}\text{Fe}_{79.1}$ 。

[0035] 实施例2

[0036] 将3wt%的合金B细粉添加到母合金细粉中,进行混料,然后在氮气保护下在成型压机中取向成型,压制成方块的生坯,再送入烧结炉中进行烧结,烧结温度为1070℃,保温5h,烧结致密后再进行热处理,热处理温度为900℃,保温2h,冷却,然后在500℃下保温5h。

[0037] 对比例2

[0038] 直接将母合金细粉在氮气保护下在成型压机中取向成型,压制成方块的生坯,再送入烧结炉中进行烧结,烧结温度为1070℃,保温5h,烧结致密后再进行热处理,热处理温度为900℃,保温2h,冷却,然后在500℃下保温5h。

[0039] 实施例2和对比例2的具体磁性能如下表所示,磁性能曲线如图3和图4所示。

No	Br (kGs)	Hcb (kOe)	Hc <sub>j</sub> (kOe)	(BH) <sub>m</sub> (MG0e)
实施例2-1	13.453	13.020	25.732	43.734
对比例2-2	13.787	13.400	22.652	46.165

[0041] 从二者的对比可见,添加3%合金B,剩磁降低0.334kGs,矫顽力可以大幅提高3.08kOe。

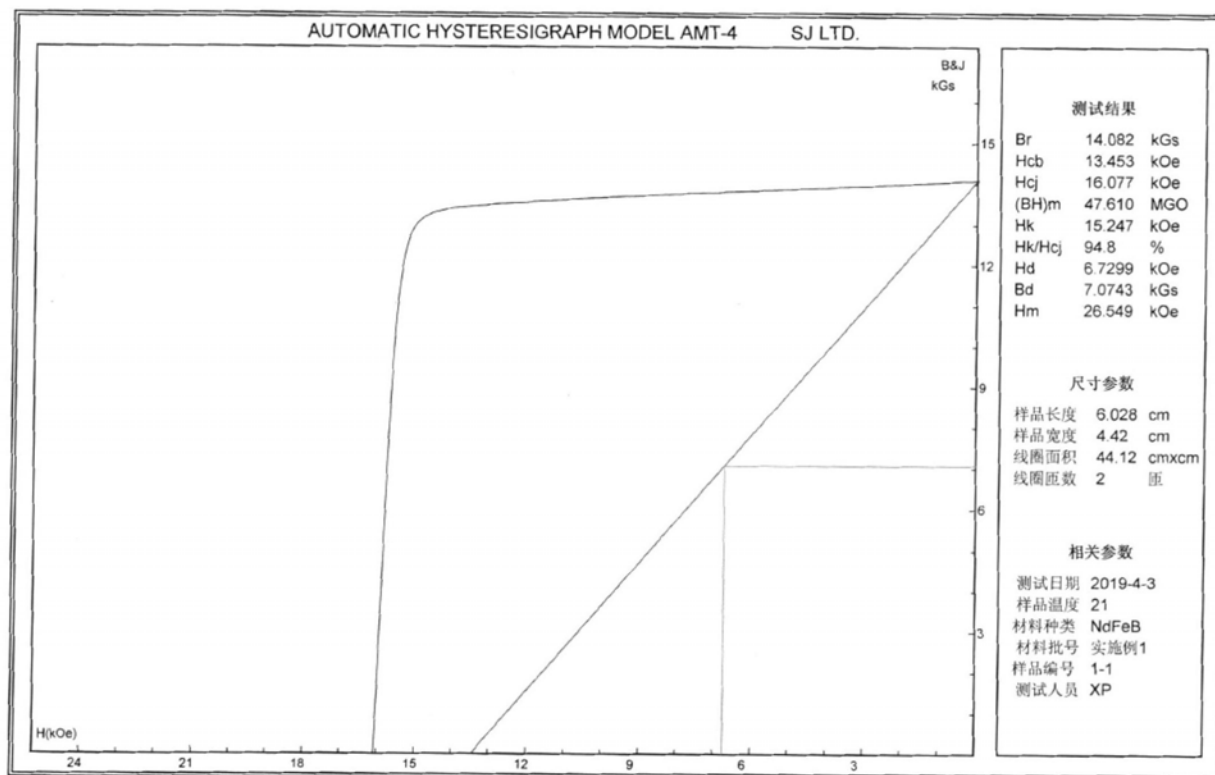


图1

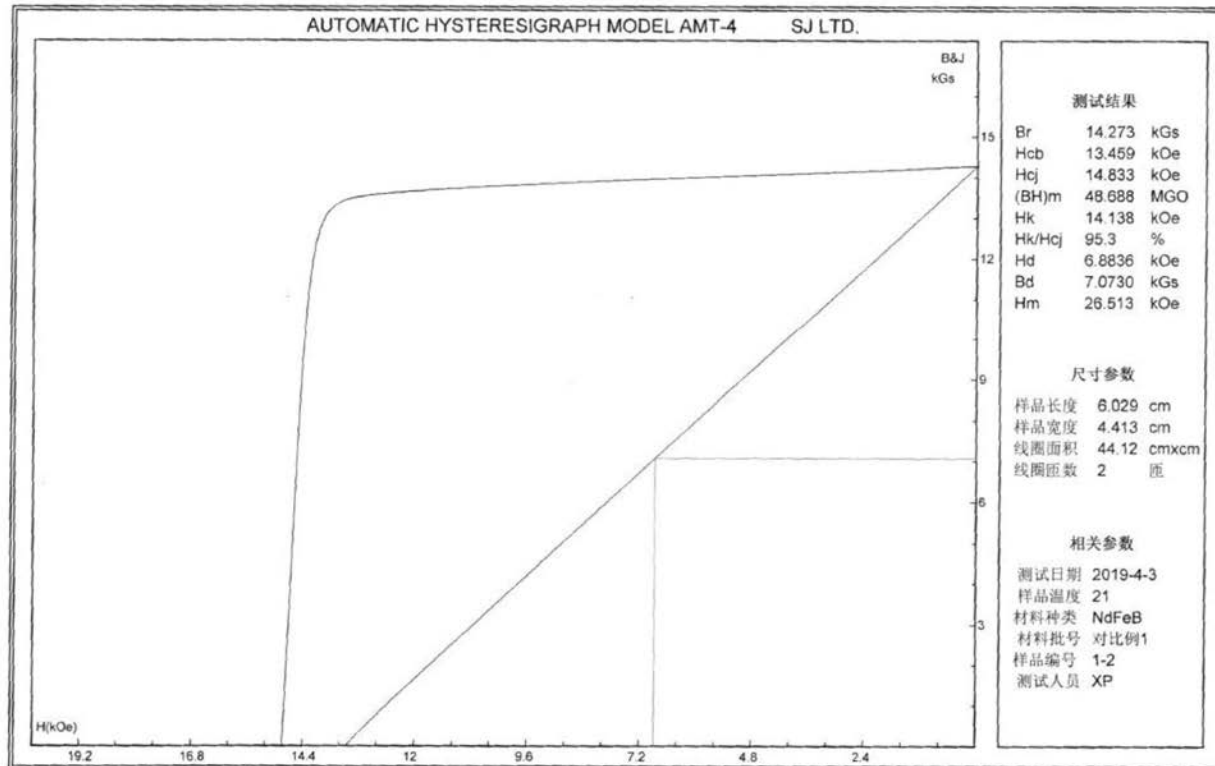


图2

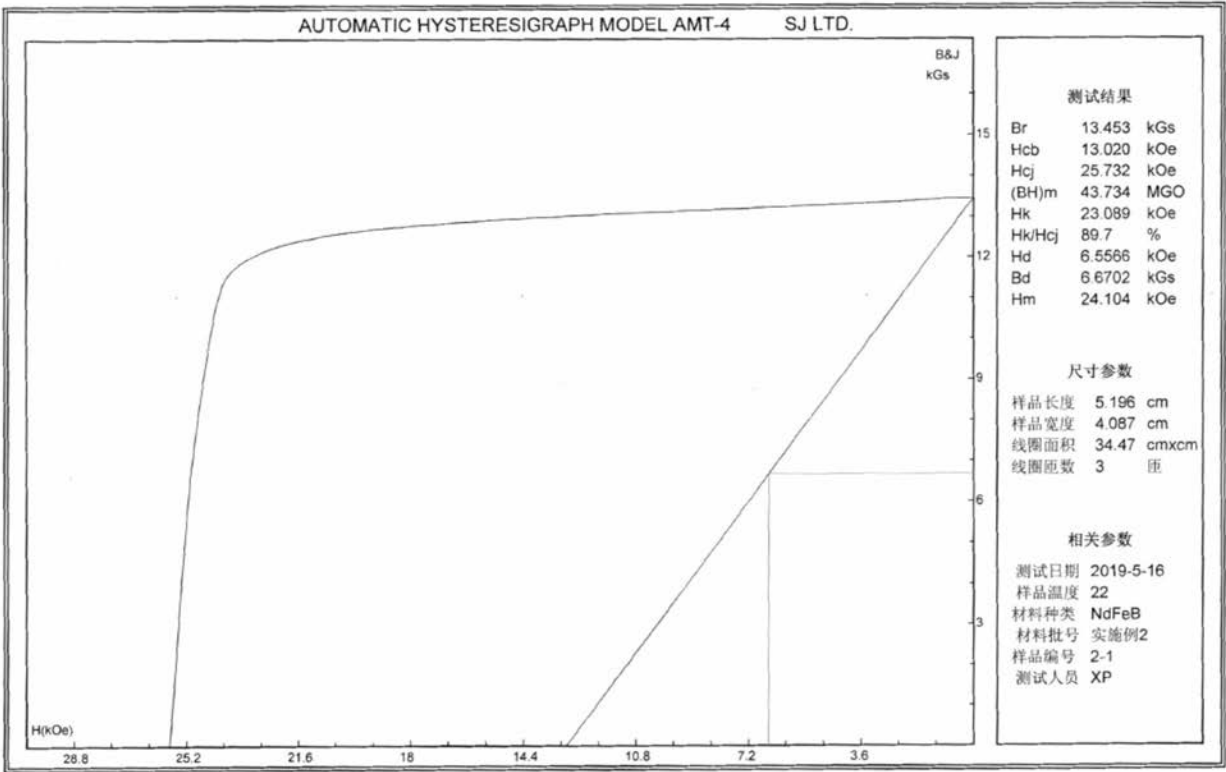


图3

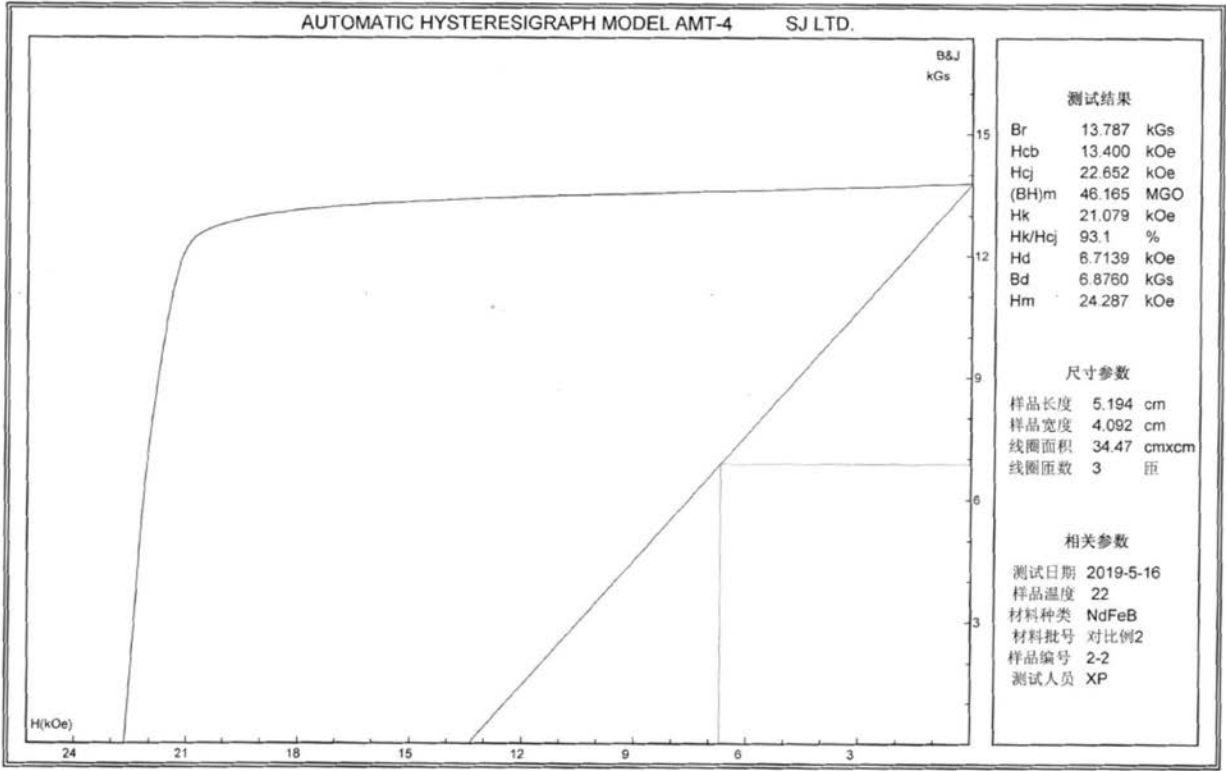


图4