



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105427994 B

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201510943615.2

B22F 3/02(2006.01)

(22)申请日 2015.12.16

B22F 3/10(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105427994 A

(56)对比文件

CN 101958171 A,2011.01.26,

CN 104851583 A,2015.08.19,

CN 104167272 A,2014.11.26,

CN 102220538 A,2011.10.19,

JP 2002038245 A,2002.02.06,

(43)申请公布日 2016.03.23

(73)专利权人 浙江东阳东磁稀土有限公司

地址 322118 浙江省金华市东阳市横店镇
工业区

审查员 钟健

(72)发明人 李润锋 陈巧玲 章晓峰

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公
司 33109

代理人 尉伟敏

(51)Int.Cl.

H01F 1/057(2006.01)

H01F 41/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体及制
造方法

(57)摘要

本发明公开了一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体及制造方法。它具体操作步骤如下:制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金;制得富Co合金材料;对富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行破碎;将制得的富Co合金材料按一定的质量百分含量均匀混合到富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末内;混合后的合金粉末于氮气气氛保护下,在 $\geq 1.5\text{T}$ 的取向磁场中压制成型毛坯;将成型好的毛坯放入高真空烧结炉内进行高温烧结,并执行二段回火工艺后,制得耐腐蚀的富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。本发明的有益效果是:通过制造方法的创新,将磁体中的Co元素更多的分布在磁体晶界处,在保证磁体磁性能的基础上提高磁体的耐腐蚀性能。

1. 一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体,其特征是,所述富镧铈烧结钕铁硼磁体通过以下方法制备得到:

1、将按原子百分比成分为 $\text{Pr}_{2.11}\text{Nd}_{6.18}\text{Ce}_{4.71}\text{Gd}_{0.84}\text{Ho}_{0.6}\text{Fe}_{\text{余}}\text{B}_{5.87}\text{M}_{1.08}$ 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料,以速凝薄片工艺制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金;

2、通过速凝薄片工艺制得按原子百分比成分为 $\text{Nd}_{36.98}\text{Pr}_{12.62}\text{Co}_{34.47}\text{Cr}_{1.95}\text{Cu}_{3.20}\text{Zn}_{1.55}\text{Al}_{3.76}\text{Nb}_{5.47}$ 富Co合金材料;

3、将上述的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金与富Co合金材料分别进行氢破,并对富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行气流磨制粉,获得平均粒径在 $3.0\text{-}3.2\mu\text{m}$ 的永磁合金粉末;对富Co合金材料进行球磨制粉,获得平均粒径在 $4.2\text{-}4.5\mu\text{m}$ 的富Co合金粉末,按3wt%的比例将富Co合金粉末加入到富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末中,通过混料将二种合金粉末混合均匀;

4、混合均匀的粉末在 $\geq 2.2\text{T}$ 的取向磁场中压制成型 $52\times 52\times 29\text{mm}$ 的方块毛坯;

5、将毛坯放入高真空烧结炉内,在 1060°C 烧结8.0小时,在 910°C 一级回火3.0小时和 480°C 二级回火2.0小时,制得富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及钕铁硼磁体相关技术领域,尤其是指一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体及制造方法。

背景技术

[0002] 钕铁硼基的稀土永磁材料是二十世纪八十年代初发明的第三代稀土永磁功能材料,其高剩磁、高矫顽力和高磁能积的优异磁特性被广泛的应用于自动化技术、通讯与交通技术、信息技术、航空航天技术等国民经济各部门并成为支撑当代电子信息产业的重要基础材料之一,至今年使用量已达到10万吨,成为现代科学技术和人民生活的重要物质基础。

[0003] 随着材料使用量的提升,作为材料制造的主要原材料的稀土材料用量也在不断的提高,更重要的是作为现代工业“维生素”的稀土材料的应用领域并不局限在稀土永磁材料的制造方面,如:近年来烧结钕铁硼永磁材料的制造厂家就用相对低价的稀土钆元素来部分代替价格更高的稀土镨钕元素来制造低成本的烧结钕铁硼磁体,但钆的重要应用领域是在磁制冷材料和光信息储存部门,因此,从严格的意义上来说,用钆取代钕来制造低成本的烧结钕铁硼永磁体是一种浪费。一旦发现钆有更重要的用途,就会发现这是一种无可挽回的损失。用铈部分取代钕也有同样的效果与问题。

[0004] 在现有技术中,Pr、Nd二种稀土元素是生产烧结钕铁硼稀土永磁材料的主要原材料,在材料中平均用量大约在19wt%~33wt%左右,而为获得某些高矫顽力磁体材料也需要适量添加少量的Dy、Tb重稀土元素,及其它非稀土金属Nb、Cu、Al、Ga、Ti、V、Mn、Zn、Zr、W、Si、Sn、Cr、Mo等元素来组成整个材料的配比。以当前国内烧结钕铁硼永磁材料的制造技术水平而言,批量生产 $H_{c j} \leq 17 \text{kOe}$ 的中低牌号产品已经不需要再添加Dy、Tb之类的重稀土元素,但对Pr、Nd二种轻稀土元素的依赖则日显突出,而在稀土矿物中Pr、Nd二种元素仅占6~7wt%的含量,为满足烧结钕铁硼永磁材料的生产,势必会加快稀土资源的开采同时造成更多富含镧铈高峰度稀土废矿的生成,从而加重环境的污染。

[0005] 因此,如果能用镧铈稀土元素来部分替代镨钕材料进行钕铁硼稀土永磁材料的制造,即能降低材料的成本又能起到平衡利用资源的作用。但由于镧铈元素比镨钕更容易氧化而使添加了镧铈元素的烧结钕铁硼永磁材料耐腐蚀性能变差,哪怕是电镀了某些金属镀层的磁体放置在空气中,半年后就被严重腐蚀,几乎不具备实际的使用价值。

[0006] 基于以上的原因,提高富镧铈烧结钕铁硼材料本身的耐腐蚀能力,就成为了该材料具有实用价值的基础。而钕铁硼磁体的主要腐蚀原因是在于主相与富钕相之间的电极电位差,这其中主相的电极电位要高于富钕相的电极电位,使富钕相在“原电池反应”中成为阳极加速富钕相的腐蚀,从而出现磁体中各晶粒不断的沿晶腐蚀,主相因失去晶界相的包裹而脱落粉化,完成对永磁体的宏观氧化作用。因此如何使得烧结钕铁硼磁体中二相电位差减少是提高磁体耐腐蚀能力的关键。

[0007] 为了抵抗这种机理,人们通过在材料中添加元素Co和Cu来提高烧结钕铁硼材料的耐腐蚀能力,其中Cu元素作为小金属的添加,一则量不会过多(0.05wt%~0.25wt%),二则

Cu元素是在磁体的晶界处形成弥散相,一般不参与主相元素的置换,所以对磁性能的影响不大。但Co元素除会分布在磁体晶界处外,还会替换Fe元素形成Nd₂Co₁₄B相,降低材料的磁性能。

发明内容

[0008] 本发明是为了克服现有技术中存在上述的不足,提供了一种保证磁体磁性能基础上提高磁体抗腐蚀能力的耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体及制造方法。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0010] 一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体,包括富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料和用于提高材料耐腐蚀能力的富Co合金材料,所述的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料成分为Re_αFe_{100-α-β-γ}B_βM_γ,其中:Re为稀土元素,包括La、Ce、Nd三种元素中的两种或两种以上元素且必然含有Nd元素;M为添加元素,包括选自Ti、V、Cr、Ni、Zn、Ga、Ge、Al、Zr、Nb、Co、Cu、Ag、Sn、W、Pb、Bi、Pd中的一种或一种以上的元素;Fe为Fe和不可避免的杂质;α、β、γ为各元素的原子百分比含量,其中:12≤α≤17,5.1≤β≤6.8,0.1≤γ≤7.8;所述的富Co合金材料包含Pr、Nd、Gd、Ho、Co、Ti、V、Zn、Ga、Al、Zr、Nb、Cu、Ag、Sn、Pb、Pd中的两种或两种以上元素且必然含有Co元素。

[0011] 本发明将一种用于提高材料耐腐蚀能力的富钴合金材料应用于富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料的掺杂和改性,使得在烧结钕铁硼磁体中更多Co元素能分布在晶界处而不是形成影响磁体磁性能的Nd₂Co₁₄B相,这样即有利于材料磁性能的保全,又能提高磁体晶界的抗腐蚀能力。

[0012] 作为优选,所述稀土元素Re中的La、Ce元素占所述富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料中稀土总用量的15wt%~45wt%。使用镧、铈轻稀土元素来代替镨、钕稀土元素,会减缓稀土资源的开采同时减少富含镧铈高峰稀土废矿的生成,从而减轻环境的污染。

[0013] 作为优选,所述稀土元素Re中还包括选自Pr、Pm、Sm、Eu、Gd、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Y、Sc中的一种或一种以上的元素。

[0014] 作为优选,所述的富Co合金材料必然不包含元素Fe。用于提高磁体晶界的抗腐蚀能力。

[0015] 本发明还提供了一种耐腐蚀的富镧铈烧结钕铁硼磁体的制造方法,具体操作步骤如下:

[0016] (1) 按照富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料成分制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金;

[0017] (2) 按照富Co合金材料成分制得富Co合金材料;

[0018] (3) 对富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行破碎,制得平均粒径在2.5~4.5μm的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末;

[0019] (4) 将步骤(2)制得的富Co合金材料按一定的质量百分含量加入到富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末内,其中富Co合金材料通过制粉和混料的过程使得富Co合金材料均匀的混入到富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末内;

[0020] (5) 混合后的合金粉末于氮气气氛保护下,在≥1.5T的取向磁场中压制成型毛坯;

[0021] (6) 将成型好的毛坯放入高真空烧结炉内进行高温烧结,并执行二段回火工艺后,

制得耐腐蚀的富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0022] 在经过上述工艺后,所制得耐腐蚀的富镧铈元素烧结钕铁硼磁体将由富Nd相、主相(Nd₂Fe₁₄B)、富Co合金材料粉末和极少量的富B相(Nd_{1.1}Fe₄B₄)组成,富Co合金材料粉末存在于主相颗粒的间隙之间。

[0023] 作为优选,在步骤(1)和步骤(2)中采用的制备工艺为铸造工艺或速凝薄片工艺;在步骤(3)中,采用的破碎方式为机械破碎或氢破加气流磨方式。

[0024] 作为优选,在步骤(1)和步骤(2)中采用的制备工艺为速凝薄片工艺。

[0025] 作为优选,步骤(2)的速凝薄片工艺中所采用冷却铜辊的辊速为步骤(1)的速凝薄片工艺中所采用冷却铜辊的辊速的5~15倍。其中:5~15倍的辊速作为优选方案,但步骤(2)同样可以用与步骤(1)相同的辊速进行制备

[0026] 作为优选,在步骤(4)中,富Co合金材料占富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金的质量百分含量为1%~5%。

[0027] 作为优选,在步骤(6)中,烧结温度为1030℃~1090℃,烧结时间为2.0~8.0小时,二段回火工艺为:在890℃~920℃一级回火,恒温时间为1.5~3小时;在480℃~520℃二级回火,恒温时间为2~6小时。由于主相的熔点约为1185℃,而富Co合金材料粉末一般在600℃~750℃时就开始溶化,因此在烧结温度状态下钕铁硼合金系由固态的主相、熔化的富Nd相、富B相和富Co合金相组成,并且熔化的各相通过液相流动、分子热运动的方式渗透到固态的主相粉末颗粒间的空隙处,从而使富Co合金相更好的渗透到主相之间的晶界处。

[0028] 本发明的有益效果是:通过制造方法的创新,将磁体中的Co元素更多的分布在磁体晶界处,在保证磁体磁性能的基础上提高磁体的耐腐蚀性能,使富镧铈元素烧结钕铁硼磁体与普通的烧结钕铁硼永磁体一样具有很好的耐腐蚀性能,成为有实际应用价值的稀土永磁材料。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体实施方式对本发明做进一步的描述。

[0030] 实施例一:

[0031] 1、将成分为Nd_{12.3}Ce_{2.4}Fe₈₆B_{6.0}M_{1.7}(at%)的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料,按本发明的技术方案以速凝薄片工艺制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金;

[0032] 2、通过速凝薄片工艺制得成分为Nd_{21.72}Pr_{7.41}Co_{70.87}(at%)的富Co合金材料;

[0033] 3、将富Co合金材料按1wt%的比例加入富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金中一起进行氢破,用气流磨工艺获得平均粒径在3.5μm的混合合金粉末;

[0034] 4、混合后的合金粉末在≥1.5T的取向磁场中压制成型52×52×29(mm)的方块毛坯;

[0035] 5、将成型好的毛坯放入高真空烧结炉内,在1035℃烧结6.0小时,在920℃一级回火2小时和500℃二级回火3.5小时,制得耐腐蚀的富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0036] 6、直接用得到的Nd_{12.3}Ce_{2.4}Fe₈₆B_{6.0}M_{1.7}(at%)的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金,不加入富Co合金材料,采用相同的制造工艺制备成富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0037] 将二种磁体通过机加工制得Φ10×10(mm)的标样,再进行HAST实验(131℃,96%RH,2.6bar,96H)来测试材料的耐腐蚀性,其性能如表1。

[0038] 表1耐腐蚀性试验结果

材料成分 (at%, 成分见实施例一)	质量损失 (mg/cm ²)
富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	52.36
添加 1wt%富 Co 合金材料的 富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	0.42

[0040] 实施例二:

[0041] 1、将成分为Pr_{3.06}Nd_{8.96}Ce_{3.31}Fe_余B_{5.88}M_{2.25} (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料,按本发明的技术方案以速凝薄片工艺制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金;

[0042] 2、通过速凝薄片工艺制得成分为Nd_{23.41}Pr_{10.97}Co_{64.24}Zr_{1.38} (at%) 的富Co合金材料;

[0043] 3、将上述的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金与富Co合金材料分别进行氢破,在富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行气流磨制粉过程的其中任何一个时段按2wt%的比例加入富Co合金材料,制粉获得平均粒径在2.8-3.0μm的混合合金粉末,通过混料机将混合合金粉末混合均匀;

[0044] 4、混合均匀的粉末在≥1.8T的取向磁场中压制成型52×52×29 (mm) 的方块毛坯;

[0045] 5、将毛坯放入高真空烧结炉内,在1075℃烧结4.0小时,在890℃一级回火1.5小时和510℃二级回火6.0小时,制得富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0046] 6、直接用得到的Pr_{3.06}Nd_{8.96}Ce_{3.31}Fe_余B_{5.88}M_{2.25} (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金,不加入富Co合金材料,采用相同的制造工艺制备成富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0047] 将二种磁体通过机加工制得Φ10×10 (mm) 的标样,再进行HAST实验 (131℃,96% RH,2.6bar,96H) 来测试材料的耐腐蚀性,其性能如表2。

[0048] 表2耐腐蚀性试验结果

材料成分 (at%, 成分见实施例二)	质量损失 (mg/cm ²)
富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	78.25
添加 2wt%富 Co 合金材料的 富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	0.88

[0050] 实施例三:

[0051] 1、将成分为Pr_{2.11}Nd_{6.18}Ce_{4.71}Gd_{0.84}Ho_{0.6}Fe_余B_{5.87}M_{1.08} (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料,按本发明的技术方案以速凝薄片工艺制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合

金；

[0052] 2、通过速凝薄片工艺制得成分为

[0053] $\text{Nd}_{36.98}\text{Pr}_{12.62}\text{Co}_{34.47}\text{Cr}_{1.95}\text{Cu}_{3.20}\text{Zn}_{1.55}\text{Al}_{3.76}\text{Nb}_{5.47}$ (at%) 的富Co合金材料；

[0054] 3、将上述的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金与富Co合金材料分别进行氢破，并对富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行气流磨制粉，获得平均粒径在 $3.0\text{--}3.2\mu\text{m}$ 的永磁合金粉末；对富Co合金材料进行球磨制粉，获得平均粒径在 $4.2\text{--}4.5\mu\text{m}$ 的富Co合金粉末，按3wt%的比例将富Co合金粉末加入到富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末中，通过混料将二种合金粉末混合均匀；

[0055] 4、混合均匀的粉末在 $\geq 2.2\text{T}$ 的取向磁场中压制成型 $52\times 52\times 29$ (mm) 的方块毛坯；

[0056] 5、将毛坯放入高真空烧结炉内，在 1060°C 烧结8.0小时，在 910°C 一级回火3.0小时和 480°C 二级回火2.0小时，制得富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0057] 6、直接用得到的 $\text{Pr}_{2.11}\text{Nd}_{6.18}\text{Ce}_{4.71}\text{Gd}_{0.84}\text{Ho}_{0.6}\text{Fe}_{\text{余}}\text{B}_{5.87}\text{M}_{1.08}$ (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金，不加入富Co合金材料，采用相同的制造工艺制备成富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0058] 将二种磁体通过机加工制得 $\Phi 10\times 10$ (mm) 的标样，再进行HAST实验 (131°C , 96% RH, 2.6bar, 96H) 来测试材料的耐腐蚀性，其性能如表3。

[0059] 表3耐腐蚀性试验结果

材料成分 (at%, 成分见实施例三)	质量损失 (mg/cm^2)
富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	88.25
添加 3wt% 富 Co 合金材料的 富镧铈元素烧结钕铁硼磁体	0.78

[0061] 实施例四：

[0062] 1、将成分为 $\text{Nd}_{7.34}\text{Ce}_{5.53}\text{Gd}_{0.41}\text{Fe}_{\text{余}}\text{B}_{5.91}\text{M}_{3.32}$ (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料，按本发明的技术方案以速凝薄片工艺制得富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金；

[0063] 2、通过速凝薄片工艺制得成分为 $\text{Nd}_{77.91}\text{Pr}_{10.71}\text{Co}_{11.38}$ (at%) 的富Co合金材料；

[0064] 3、将上述的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金与富Co合金材料分别进行氢破，并将富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金进行气流磨制粉，获得平均粒径在 $3.4\text{--}3.6\mu\text{m}$ 的富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末，在富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金制粉后按4wt%的比例将富Co合金材料加入气流磨进行连续制粉，获得平均粒径在 $2.5\text{--}2.7\mu\text{m}$ 的富Co合金材料粉末，与富镧铈元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末一起盛在料桶中，通过三维混料机将两种合金粉末混合均匀；

[0065] 4、混合均匀的粉末在 $\geq 1.5\text{T}$ 的取向磁场中压制成型 $52\times 52\times 29$ (mm) 的方块毛坯；

[0066] 5、将毛坯放入高真空烧结炉内，在 1060°C 烧结3.5小时，在 900°C 一级回火2.0小时和 510°C 二级回火3.5小时，制得富镧铈元素烧结钕铁硼磁体。

[0067] 6、直接用得到的 $\text{Nd}_{7.34}\text{Ce}_{5.53}\text{Gd}_{0.41}\text{Fe}_{\text{余}}\text{B}_{5.91}\text{M}_{3.32}$ (at%) 的富镧铈元素钕铁硼稀土永

磁材料合金,不加入富Co合金材料,采用相同的制造工艺制备成富镧钕元素烧结钕铁硼磁体。

[0068] 将二种磁体通过机加工制得 $\Phi 10 \times 10$ (mm)的标样,再进行HAST实验(131℃,96% RH,2.6bar,96H)来测试材料的耐腐蚀性,其性能如表4。

[0069] 表4耐腐蚀性试验结果

材料成分 (at%, 成分见实施例四)	质量损失 (mg/cm ²)
富镧钕元素烧结钕铁硼磁体	89.31
添加 4wt%富 Co 合金材料的 富镧钕元素烧结钕铁硼磁体	1.01

[0071] 实施例五:

[0072] 1、将成分为Pr_{2.01}Nd_{5.88}Ce_{7.21}Ho_{0.4}Fe_余B_{6.21}Mo_{0.98} (at%) 的富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料,按本发明的技术方案以速凝薄片工艺制得富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料合金;

[0073] 2、通过速凝薄片工艺制得成分为Nd_{24.37}Pr_{8.31}Co_{60.02}Ga_{2.54}Nb_{4.76} (at%) 的富Co合金材料;

[0074] 3、将上述的富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料合金与富Co合金材料分别进行氢破,并分别进行气流磨制粉,获得平均粒径在3.8-4.0 μ m的富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末和平均粒径在2.8-3.0 μ m的富Co合金材料粉末,按5wt%的比例将富Co合金材料粉末加入到富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料合金粉末中,通过混料将二种合金粉末混合均匀;

[0075] 4、混合均匀的粉末在 ≥ 1.6 T的取向磁场中压制成型52 \times 52 \times 29 (mm)的方块毛坯;

[0076] 5、将毛坯放入高真空烧结炉内,在1090℃烧结2.0小时,在900℃一级回火2.5小时和490℃二级回火4.0小时,制得富镧钕元素烧结钕铁硼磁体。

[0077] 6、直接用得到的Pr_{2.01}Nd_{5.88}Ce_{7.21}Ho_{0.4}Fe_余B_{6.21}Mo_{0.98} (at%) 的富镧钕元素钕铁硼稀土永磁材料合金,不加入富Co合金材料,采用相同的制造工艺制备成富镧钕元素烧结钕铁硼磁体。

[0078] 将二种磁体通过机加工制得 $\Phi 10 \times 10$ (mm)的标样,再进行HAST实验(131℃,96% RH,2.6bar,96H)来测试材料的耐腐蚀性,其性能如表5。表5耐腐蚀性试验结果

材料成分 (at%, 成分见实施例五)	质量损失 (mg/cm ²)
富镧钕元素烧结钕铁硼磁体	179.30
添加 5wt%富 Co 合金材料的 富镧钕元素烧结钕铁硼磁体	0.98