



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114255950 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 29

(21) 申请号 202111497503.0

(22) 申请日 2021.12.09

(71) 申请人 江西金力永磁科技股份有限公司
地址 341000 江西省赣州市经济技术开发区金岭西路81号

(72) 发明人 王开有 刘永 易鹏鹏 高国财
赖欣 刘芳明

(74) 专利代理机构 南昌丰择知识产权代理事务
所(普通合伙) 36137
代理人 刘小平

(51) Int. Cl.

H01F 1/057 (2006.01)

H01F 41/02 (2006.01)

G25D 5/12 (2006.01)

G25D 5/34 (2006.01)

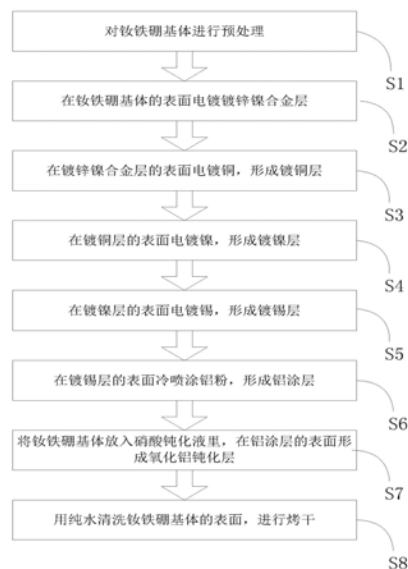
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体及其制备工艺

(57) 摘要

本发明涉及钕铁硼磁体生产技术领域,特别涉及一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体及其制备工艺;本发明包括钕铁硼磁体及电镀在其表面的复合镀层,复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层,获得完整致密、均匀光亮的复合镀层;在保证镀层与钕铁硼磁体粘结强度的基础上,克服了单一工艺导致的镀层较薄、耐腐蚀性与耐磨性差的缺点,使得制备的耐腐蚀多镀层钕铁硼具有良好的耐腐蚀性能和耐磨性能,复合镀层磁体影响小且结合力牢固。



1. 一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层;所述复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层;所述镀锌镍合金层为直接电镀在所述钕铁硼基体的表面。

2. 根据权利要求1所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,所述复合镀层还包括铝涂层,所述铝涂层采用冷喷涂的方式涂在所述镀锡层的表面。

3. 根据权利要求2所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,所述复合镀层还包括氧化铝钝化层,采用浸镀方式,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

4. 根据权利要求3所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,所述镀锌镍合金层的厚度为0.06微米~3微米。

5. 根据权利要求4所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,所述镀锌镍合金层中镍含量为1%~8%。

6. 根据权利要求5所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其特征在于,所述镀锡层的厚度为0.1微米~0.3微米。

7. 一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,其特征在于,包括如下步骤:

步骤S1、对钕铁硼基体进行预处理;

步骤S2、在所述钕铁硼基体的表面电镀镀锌镍合金层;

步骤S3、在所述镀锌镍合金层的表面电镀铜,形成镀铜层;

步骤S4、在所述镀铜层的表面电镀镍,形成镀镍层;

步骤S5、在所述镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层。

8. 根据权利要求7所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,其特征在于,还包括步骤S6;

步骤S6、在所述镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层。

9. 根据权利要求8所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,其特征在于,还包括步骤S7;

步骤S7、将所述钕铁硼基体放入硝酸钝化液里,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

10. 根据权利要求9所述的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,其特征在于,还包括步骤S8;

步骤S8、用纯水清洗钕铁硼基体的表面,进行烤干。

一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体及其制备工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及钕铁硼磁体生产技术领域,特别涉及一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体及其制备工艺。

背景技术

[0002] 钕铁硼由多相组成,各相电位差比较大,尤其富钕相电位低性质非常活泼,很容易被腐蚀,从而导致生锈、粉化或者失去磁性等问题,极大制约了钕铁硼磁体的应用。

[0003] 目前采用复合镀层工艺的方式可以在钕铁硼磁体表面形成防腐蚀性能优良,且对磁体热减磁影响非常小的镀层;目前钕铁硼磁体普遍采用镀层种类为镀锌、镀双镍、镀镍铜镍、镀铝、镀环氧,虽各有优点,但也各有不足,其中镀双镍和镀镍铜镍对磁体的热减磁率影响较大(尤其是手机零部件,尺寸规格较小的产品),镀锌、镀铝和环氧的镀层较软耐磨性较差;当产品需要有很好的耐磨性,同时又要热减磁率很低时,现有的镀层一般很难满足,而且镀层附着力也比较低,镀层易脱落。

发明内容

[0004] 为了克服上述所述的不足,本发明的目的是提供一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层,复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层,其防腐性能和耐磨性能好,复合镀层磁体影响小且结合力牢固;还提供了一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺。

[0005] 本发明解决其技术问题的技术方案是:

一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,其中,包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层;所述复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层;所述镀锌镍合金层为直接电镀在所述钕铁硼基体的表面。

[0006] 作为本发明的一种改进,所述复合镀层还包括铝涂层,所述铝涂层采用冷喷涂的方式涂在所述镀锡层的表面。

[0007] 作为本发明的进一步改进,所述复合镀层还包括氧化铝钝化层,采用浸镀方式,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

[0008] 作为本发明的更进一步改进,所述镀锌镍合金层的厚度为0.06微米~3微米。

[0009] 作为本发明的更进一步改进,所述镀锌镍合金层中镍含量为1%~8%。

[0010] 作为本发明的更进一步改进,所述镀锡层的厚度为0.1微米~0.3微米。

[0011] 一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,其中,包括如下步骤:

步骤S1、对钕铁硼基体进行预处理;

步骤S2、在所述钕铁硼基体的表面电镀镀锌镍合金层;

步骤S3、在所述镀锌镍合金层的表面电镀铜,形成镀铜层;

步骤S4、在所述镀铜层的表面电镀镍,形成镀镍层;

步骤S5、在所述镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层。

[0012] 作为本发明的一种改进,其特征在于,还包括步骤S6;步骤S6、在所述镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层。

[0013] 作为本发明的进一步改进,还包括步骤S7;步骤S7、将所述钕铁硼基体放入硝酸钝化液里,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

[0014] 作为本发明的更进一步改进,还包括步骤S8;步骤S8、用纯水清洗钕铁硼基体的表面,进行烤干。

[0015] 本发明包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层,复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层,其防腐性能和耐磨性能好,复合镀层磁体影响小且结合力牢固。

[0016]

附图说明

[0017] 为了易于说明,本发明由下述的较佳实施例及附图作以详细描述。

[0018] 图1为本发明的制备工艺流程框图。

[0019]

具体实施方式

[0020] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0021] 如图1所示,本发明的一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体,包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层;复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层;镀锌镍合金层为直接电镀在钕铁硼基体的表面。

[0022] 本发明包括钕铁硼基体及电镀在其表面的复合镀层,复合镀层的结构依次为镀锌镍合金层、镀铜层、镀镍层和镀锡层,其防腐性能和耐磨性能好,复合镀层磁体影响小且结合力牢固。

[0023] 本发明不用进行镀锌,而且复合镀层对磁体的热减磁率几乎没有影响,复合镀层与钕铁硼基体的结合力非常好满足客户的顶出力需求,复合镀层的耐腐蚀性有相当大提高,而且以镀锌镍合金层为打底层,不易脱落。

[0024] 进一步,复合镀层还包括铝涂层,铝涂层采用冷喷涂的方式涂在镀锡层的表面。

[0025] 再进一步,复合镀层还包括氧化铝钝化层,采用浸镀方式,在铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

[0026] 本发明还提供一种表面设有复合镀层的钕铁硼磁体的制备工艺,包括如下步骤:

步骤S1、对钕铁硼基体进行预处理;

步骤S2、在所述钕铁硼基体的表面电镀镀锌镍合金层;

步骤S3、在所述镀锌镍合金层的表面电镀铜,形成镀铜层;

步骤S4、在所述镀铜层的表面电镀镍,形成镀镍层;

步骤S5、在所述镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层。

[0027] 进一步,还包括步骤S6;步骤S6、在所述镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层。

[0028] 再进一步,还包括步骤S7;步骤S7、将所述钕铁硼基体放入硝酸钝化液里,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层。

[0029] 再更进一步,还包括步骤S8;步骤S8、用纯水清洗钕铁硼基体的表面,进行烤干。

[0030] 具体地讲,本发明的步骤如下:

步骤S1、对钕铁硼基体进行预处理;

步骤S2、在所述钕铁硼基体的表面电镀镀锌镍合金层;

步骤S3、在所述镀锌镍合金层的表面电镀铜,形成镀铜层;

步骤S4、在所述镀铜层的表面电镀镍,形成镀镍层;

步骤S5、在所述镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层;

步骤S6、在所述镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层;

步骤S7、将所述钕铁硼基体放入硝酸钝化液里,在所述铝涂层的表面形成氧化铝钝化层;

步骤S8、用纯水清洗钕铁硼基体的表面,进行烤干。

[0031] 其中,在步骤S1内,对钕铁硼基体进行预处理的具体步骤为:

1、将钕铁硼基体采用离心或振动机进行研磨倒角1h~15h;

2、采用50℃~60℃的热水浸泡合金除油粉溶液,去除钕铁硼基体表面油污,具体地工艺参数为:采用30g/l~60g/l的除油粉中浸泡除油5 h~30 h;

3、用水充分清洗钕铁硼基体表面;

4、采用含量为30mL/L~80mL/L的硝酸酸洗20s~120s清洗钕铁硼基体的锈污和氧化疏松层;

5、采用超声波设备,将酸洗后钕铁硼基体表面的疏松表灰超洗干净;

6、采用含量为2-15mL/L浓度硝酸活化钕铁硼基体表面;

7、再采用超声波设备,将酸洗后钕铁硼基体表面的疏松表灰超洗干净。

[0032] 在步骤S2内,采用滚镀或挂镀的方式,使用电镀镀锌镍合金溶液在钕铁硼基体的表面进行电镀镀锌镍合金,形成镀锌镍合金层,镀锌镍合金层的厚度为0.06微米~3微米,镀层中镍含量1%~8%;其具体工艺参数有:电镀镀锌镍合金溶液含有180 g/l~350g/l 氯化钾、10 g/l~50g/l氯化锌、10 g/l~50g/l 氯化镍、20 g/l ~40g/l硼酸、5ml/l~45ml/l开缸剂、0.3ml/l~5ml/l主光剂、1ml/l~5ml/l稳定剂、50ml/l~200ml/l缓冲剂;电镀镀锌镍合金溶液的PH:4.5~6.5;在10℃~40℃的温度下进行操作;阴极电流密度0.1 A/dm²-5A/dm²,电镀镀锌镍合金时间为10 min~90min;再采用盐酸对钕铁硼基体的表面进行活化处理,而后采用超声清洗干净;具体地讲,采用PH值为1.5~3.0的盐酸进行活化,活化时间为10s~60s;再用超声清洗干净。

[0033] 在步骤S3内,采用滚镀或挂镀的方式,使用电镀铜液在镀锌镍合金层上电镀铜,形成镀铜层;具体地讲,采用滚镀或挂镀的方式,使用电镀铜液在基体表面电镀0.1微米~0.3微米的铜层;其具体的工艺参数为:电镀铜液包括200ml/l~800ml/l无氰碱铜开缸剂A、100ml/l~200ml/l无氰碱铜开缸剂B、50ml/l~150ml/l无氰碱铜络合剂、0.5ml/l~5ml/l无氰碱铜辅助剂、0.1ml/l~1ml/l无氰碱铜光亮剂;电镀铜液的PH为9.0~11.5;温度情况为20℃~50℃;阴极电流密度0.1 A/dm²~5A/dm²;电镀铜时间30min~200 min;再采用含量为1ml/L~30ml/L的盐酸或硫酸活化镀层表面,再用超声清洗干净。

[0034] 在步骤S4内,采用滚镀或挂镀的方式,使用电镀镍溶液在钕铁硼基体上电镀镍,形

成镀镍层;具体地讲,采用滚镀或挂镀的方式,使用电镀镍溶液在钕铁硼基体表面电镀0.1微米~0.3微米的镍层;其具体的工艺参数为:电镀镍溶液包括200g/l~350g/l硫酸镍、30g/l~80g/l氯化镍、45g/l~60 g/l硼酸、0.1ml/l~1ml/l镀镍添加剂、0.5ml/l~6ml/l湿润剂;电镀镍溶液的PH为4.0~5.0;温度情况为40℃~60℃;阴极电流密度0.5 A/dm²~10A/dm²;电镀镍时间为30 min~100 min;最后采用含量为1ml/L~30ml/L的硫酸活化镀层表面,再用超声清洗干净。

[0035] 在步骤S5内,在镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层,镀锡层的厚度为0.1微米~0.3微米,增加耐蚀性,同时也为了后续涂铝层作准备,增加附着力。

[0036] 在步骤S6内,在镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层,增加其防腐性。

[0037] 在步骤S7内,将钕铁硼基体放入硝酸钝化液里,在铝涂层的表面形成氧化铝钝化层,增加其抗氧化和防腐性。

[0038] 在步骤S8内,用纯水清洗钕铁硼基体的表面,进行烤干,55℃~60℃的温度下进行烤干;具体地讲,电镀镍后,用纯水清洗干净,然后采用60±5℃的温度进行烤干。

[0039] 在本发明内,电镀的方式为将钕铁硼基体浸在金属盐的溶液中作为阴极,以被镀金属作为阳极,接通直流电源后,在阴极的基体上沉积出金属镀层。

[0040] 在本发明内,通过复合镀层的设置,增加了附着力,使之不易脱落,而且减小了孔隙率,得到致密的各个镀层,也降低了磁损率,增加其抗氧化和防腐性。

[0041] 本发明提供几个实施例,如下:

实施例1:

以滚镀的方式为例,先将钕铁硼基体用研磨倒角至R0.2mm~0.6mm,研磨倒角1h~15h;倒角后采用热水浸泡合金除油粉溶液去除钕铁硼基体表面油污,然后用水充分清洗基体表面,采用硝酸含量为30-80mL/L的硝酸,酸洗20s~120s清洗钕铁硼基体表面的锈污和氧化疏松层;采用超声波设备,将酸洗后钕铁硼基体表面的疏松表灰超洗干净;采用硝酸含量为30mL/L~80mL/L的硝酸,酸洗20s~120s清洗钕铁硼基体表面的锈污和氧化疏松层;然后将处理好的产品装入电镀滚筒内,采用滚镀方式,使用电镀锌镍合金溶液在钕铁硼基体表面进行电镀锌镍合金,其具体工艺参数有:180(g/l)~350(g/l)氯化钾、10(g/l)~50(g/l)氯化锌、10(g/l)~50(g/l)氯化镍、20(g/l)~40(g/l)硼酸、5ml/l~45ml/l开缸剂、0.3ml/l~5ml/l主光剂、1ml/l~5ml/l稳定剂和50ml/l~200ml/l缓冲剂;锌镍合金溶液PH为4.5~6.5;温度情况为10℃~40℃;阴极电流密度0.1 A/dm²~5A/dm²;电镀锌镍合金时间10 min~90min。

[0042] 可根据钕铁硼基体的多少和大小选择不同规格的滚筒,控制镀锌镍合金层厚度0.06微米;且镀层中镍含量为3%;镀锌镍后采用盐酸PH值在:1.5~3.0,活化时间10秒~60秒;在用超声清洗干净;然后转入电镀铜使用电镀铜液在基体表面电镀0.1微米的铜层;其工艺参数有:200ml/l~800ml/l无氰碱铜开缸剂A、100ml/l~200ml/l无氰碱铜开缸剂B、50ml/l~150ml/l无氰碱铜络合剂、0.5ml/l~5ml/l无氰碱铜辅助剂、0.1 ml/l~1ml/l无氰碱铜光亮剂;电镀铜液的PH为9.0~11.5;温度情况为20℃~50℃;阴极电流密度0.1-5A/dm²;电镀铜时间30-200分钟;为了避免镀铜过程中发生置换反应,可将钕铁硼基体带电入槽;电镀铜后采用含量为1ml/L~30ml/L的盐酸或硫酸活化镀层表面,在用超声清洗干净;进行电镀镍,使用电镀镍溶液在基体表面电镀0.1微米的镍层;其具体工艺参数有:包括200 g/l~350 g/l硫

酸镍、30g/l~80g/l氯化镍、45g/l~60 g/l硼酸、0.1 ml/l ~1ml/l镀镍添加剂、0.5ml/l~6ml/l湿润剂;电镀镍溶液PH为4.0~5.0;温度情况为40℃~60℃;阴极电流密度0.5 A/dm²~10A/dm²;电镀镍时间为30min~100 min;电镀镀层的厚度为0.1微米;电镀镍后采用含量为1ml/L~30ml/L的硫酸活化镀层表面,在用超声清洗干净;在镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层,其厚度为0.1微米,而后用水清洗干净,然后采用60±5℃的温度进行烤干,再在镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层,其厚度也为0.1微米;再将钎铁硼基体放入4.0 g/l硝酸钝化液里,在铝涂层的表面形成氧化铝钝化层;最后用纯水清洗钎铁硼基体的表面,进行烤干。

[0043] 应用实施例1的工艺方法对电镀规格为9.14*6.39*0.83,牌号为48H的钎铁硼产品进行实验,镀后做中性盐雾试验120小时无变化;120℃热减磁<2.5%;镀层做推力试验推力值大于500N,用相同的产品采用镍铜镍工艺电镀后,产品做中性盐雾试验48小时就出现锈点;120℃热减磁平均值<5%;镀层做推力试验时推力值平均300N。

[0044] 实施列2

以挂镀的方式为例,先将产品用研磨倒角至R0.2mm~0.6mm,震动倒角1h~15h;倒角后采用热水浸泡合金除油粉溶液去除铁硼基体表面油污,然后用水充分清洗基体表面,采用硝酸含量为80ml/L的硝酸,酸洗120s清洗基体表面的锈污和氧化疏松层;采用超声波设备,将酸洗后基体表面的疏松表灰超洗干净;采用硝酸含量为30ml/L~80ml/L的硝酸,酸洗20s~120s清洗基体表面的锈污和氧化疏松层;然后将处理好的产品装入挂具内,采用挂镀方式,使用电镀锌镍合金溶液在产品基体表面进行电镀锌镍合金,其制备工艺参数有:180(g/l)~350(g/l)氯化钾、10(g/l)~50(g/l)氯化锌、10(g/l)~50(g/l)氯化镍、20(g/l)~40(g/l)硼酸、5ml/l~45ml/l开缸剂、0.3ml/l~5ml/l主光剂、1ml/l~5ml/l稳定剂、50ml/l~200ml/l缓冲剂;锌镍合金溶液PH为4.5~6.5;温度情况为10℃~40℃;阴极电流密度0.1 A/dm²~5A/dm²;电镀锌镍合金时间10min~90 min;可根据钎铁硼基体的多少和大小选择不同规格的挂具,控制镀锌层厚度0.1微米~15微米;且镀层中镍含量5%~15%;镀锌镍后采用盐酸PH值在:1.5~3.0,活化时间10s~60s;在用超声清洗干净,然后转入电镀铜使用电镀铜液在基体表面电镀0.1微米~15微米的铜层;其工艺参数有:200ml/l~800ml/l无氰碱铜开缸剂A、100ml/l~200ml/l无氰碱铜开缸剂B、50ml/l~150ml/l无氰碱铜络合剂、0.5ml/l~5ml/l无氰碱铜辅助剂、0.1ml/l~1ml/l无氰碱铜光亮剂;其PH为9.0~11.5;温度情况为20℃~50℃;阴极电流密度0.1 A/dm²~5A/dm²;电镀铜时间30 min~200min;为了避免镀铜过程中发生置换反应,可将产品带电入槽;电镀铜后采用含量为1ml/L~30ml/L的盐酸或硫酸活化镀层表面,在用超声清洗干净;进行电镀镍,使用电镀镍溶液在基体表面电镀0.1微米~15微米的镍层;其工艺参数有:200g/l~350g/l硫酸镍、30 g/l~80g/l氯化镍、45g/l~60 g/l硼酸、0.1ml/l~1ml/l镀镍添加剂、0.5ml/l~6ml/l湿润剂;其PH为4.0~5.0;温度情况为40℃~60℃;阴极电流密度0.5 A/dm²~10A/dm²;电镀镍时间30 min ~120min;电镀镀层0.1微米~10微米;电镀镍后采用含量为1ml/L~30ml/L的硫酸活化镀层表面,在用超声清洗干净;

在镀镍层的表面电镀锡,形成镀锡层,其厚度为0.1微米,而后用水清洗干净,然后采用55℃的温度进行烤干,再在镀锡层的表面冷喷涂铝粉,形成铝涂层,其厚度也为0.1微米;再将钎铁硼基体放入4.0 g/l硝酸钝化液里,在铝涂层的表面形成氧化铝钝化层;最后用纯水清洗钎铁硼基体的表面,进行烤干。

[0045] 应用实施例2的工艺方法对电镀规格为 $9.14*6.39*0.83$,牌号为48H的钕铁硼产品进行实验,镀后做中性盐雾试验120小时无变化;120℃热减磁 $<2.3\%$;镀层做推力试验推力值大于550N,用相同的产品采用镍铜镍工艺电镀后,产品做中性盐雾试验48小时就出现锈点;120℃热减磁平均值 $<5\%$;镀层做推力试验时推力值平均300N。

[0046] 本发明采用“镀锌镍合金层+镀铜层+镀镍层+镀锡层+铝涂层+氧化铝钝化层”的复合镀层结构,钕铁硼磁体在经过研磨倒角、除油、酸洗、超声波清洗、活化后进行直接电镀镀锌镍层,可获得与基体结合非常牢固且对磁体热减磁没有影响的镀锌镍层;以镀锌镍层为基础,依次经过电镀铜作为过渡层,在保证各层之间结合力的同时,又大大提高了镀层的防腐性;在镀铜层上电镀镍层,使镀层稳定、耐磨,增加其结合力,再在镀镍层上形成镀锡层,增加其耐腐蚀性,在镀锡层上增加铝涂层,降低磁损率的同时,也增加耐腐蚀性,而后在铝涂层上增加氧化铝钝化层,增加抗氧化性;本发明具有完整致密、均匀光亮的复合镀层;在保证镀层与钕铁硼基体粘结强度的基础上,克服了单一工艺导致的镀层较薄、耐腐蚀性与耐磨性差的缺点,使得制备的耐腐蚀多镀层钕铁硼具有良好的耐腐蚀性能和耐磨性能。

[0047] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

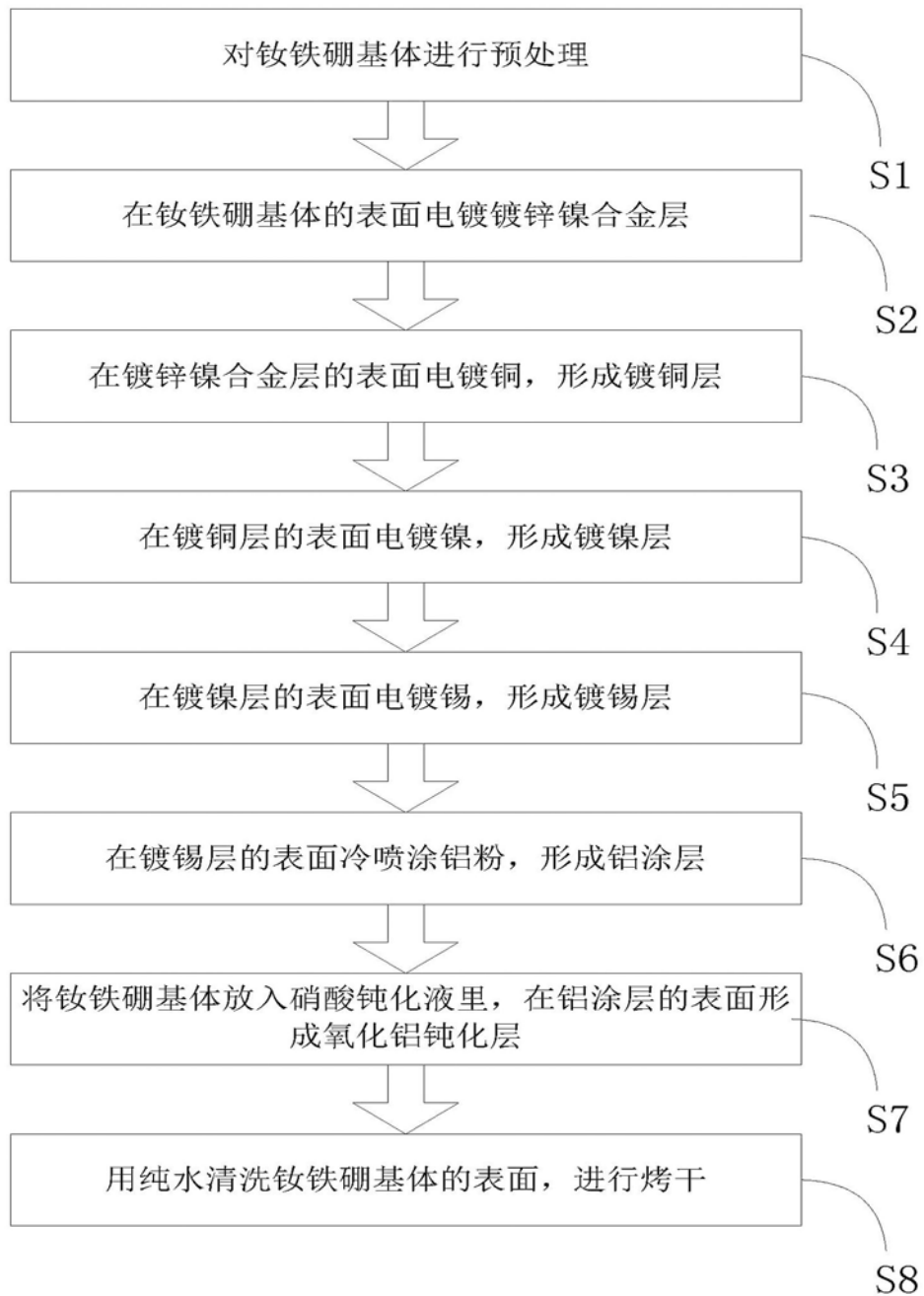


图1