



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107223165 B

(45)授权公告日 2019.12.20

(21)申请号 201580071226.3

(22)申请日 2015.12.21

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107223165 A

(43)申请公布日 2017.09.29

(30)优先权数据

10-2014-0189064 2014.12.24 KR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.26

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2015/014037 2015.12.21

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2016/105056 KO 2016.06.30

(73)专利权人 POSCO公司

地址 韩国庆尚北道

(72)发明人 李世日 李宪柱

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 王朋飞 张晶

(51)Int.Cl.

G21D 8/12(2006.01)

G22C 38/04(2006.01)

G22C 38/60(2006.01)

G22C 38/14(2006.01)

G22C 38/02(2006.01)

G22C 38/06(2006.01)

(56)对比文件

JP 2010248559 A, 2010.11.04,

CN 104136637 A, 2014.11.05,

TW 201329244 A, 2013.07.16,

CN 100999050 A, 2007.07.18,

US 5186763 A, 1993.02.16,

CN 104781435 A, 2015.07.15,

审查员 孙玉静

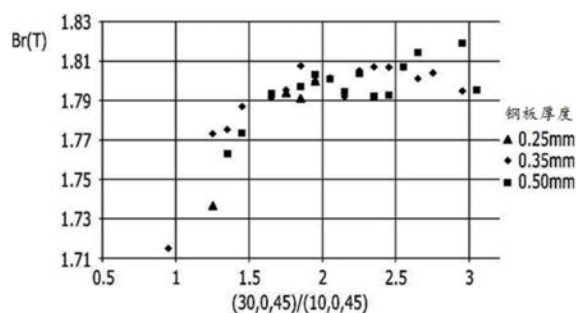
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

无取向电工钢板及其制备方法

(57)摘要

本发明的一实现例的无取向电工钢板的制备方法包括:对板坯进行加热后进行热轧来制备热轧板;对所述热轧板进行热轧板退火;对完成所述热轧板退火的钢板进行冷轧来制备冷轧板;及对所述冷轧板进行冷轧板退火,所述进行冷轧板退火的步骤中的冷轧板退火温度和所述进行热轧板退火的步骤中的热轧板退火温度之差为100℃以下。



1. 一种无取向电工钢板的制备方法,包括:

对板坯进行加热后进行热轧来制备热轧板;

对所述热轧板进行热轧板退火;

对完成所述热轧板退火的钢板进行冷轧来制备冷轧板;及

对所述冷轧板进行冷轧板退火,

所述进行冷轧板退火的步骤中的冷轧板退火温度和所述进行热轧板退火的步骤中的热轧板退火温度之差为100℃以下,

其中,所述板坯以重量%计包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%、Sb:0.005%至0.15%及S:0.0008%至0.015%,并且包括余量的Fe及杂质,并且 $([Sn]+[Sb]+[P]+20\times[S])/[Al]$ 值为40以上,

在所述无取向电工钢板的织构中,以欧拉取向为准具有(30,0,45)取向的晶粒体积分为以欧拉取向为准具有(10,0,45)取向的晶粒体积积分率的1.5倍以上,

其中,[Al]、[Sn]、[Sb]、[P]及[S]分别表示Al、Sn、Sb、P及S的重量%。

2. 根据权利要求1所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

所述进行热轧板退火的步骤在热轧板退火温度比在所述进行热轧来制备热轧板的步骤中进行热精轧时的温度高150℃以上的温度下实施。

3. 根据权利要求2所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

在所述进行热轧板退火的步骤中,从热精轧时的温度到热轧板退火温度的退火时间为两分钟以下。

4. 根据权利要求3所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

在所述进行冷轧板退火的步骤中,冷轧板退火时间为五秒以上。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

在进行热轧中进行热精轧时的温度为920℃以下。

6. 根据权利要求5所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

完成所述热轧板退火的钢板的晶粒粒径为80μm以上。

7. 根据权利要求1所述的无取向电工钢板的制备方法,其中,

所述板坯以重量%计进一步包括Si:1.5%至4.0%、Mn:0.02%至3.0%、C:大于0且0.005%以下、N:大于0且0.005%以下及Ti:大于0且0.003%以下。

8. 一种无取向电工钢板,以重量%计包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%、Sb:0.005%至0.15%及S:0.0008%至0.015%,并且包括余量的Fe及杂质,

其中, $([Sn]+[Sb]+[P]+20\times[S])/[Al]$ 的值为40以上,

其中,在所述无取向电工钢板的织构中,以欧拉取向为准具有(30,0,45)取向的晶粒体积分为以欧拉取向为准具有(10,0,45)取向的晶粒体积积分率的1.5倍以上,

其中,[Al]、[Sn]、[Sb]、[P]及[S]分别表示Al、Sn、Sb、P及S的重量%。

9. 根据权利要求8所述的无取向电工钢板,其中,

所述电工钢板以重量%计进一步包括Si:1.5%至4.0%、Mn:0.02%至3.0%、C:大于0且0.005%以下、N:大于0且0.005%以下及Ti:大于0且0.003%以下。

10. 根据权利要求8或9所述的无取向电工钢板,其中,

所述电工钢板的 B_r 值为1.79T以上,

其中, $B_r = 7.87 / (7.87 - 0.065 \times [\text{Si}] - 0.1105 \times [\text{Al}]) \times B_{50}$,

[Si]为Si的添加量,[Al]为Al的添加量, B_{50} 为由5000A/m感应时感应钢板中的磁通密度值,所述添加量的单位为重量%。

无取向电工钢板及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无取向电工钢板及其制备方法。

背景技术

[0002] 无取向电工钢板用作电机、发电机等旋转机器和小型变压器等静止机器的铁芯材料,对决定电工设备的能效起到重要的作用。在这种电工钢板的特性中,可以列举的典型的特性为铁损和磁通密度,其中铁损越低越好,磁通密度越高越好。铁损表示磁化时通过材料中产生的热等而消失的能量,铁损越低则越能减少通过热而损耗的能量,因此比较重要。此外,磁通密度是表示在单位大小磁场强度下的磁化程度值,其值越高,用相同的能量感应出的磁化越大。因此,磁通密度的值越大,在相同体积的电工钢板中传递更大的能量。

[0003] 其中,磁通密度由单位体积的磁化力来评价,因此在单位体积的钢板中容易磁化的易磁化元素即铁原子的比率非常重要。一般来说,无取向电工钢板主要使用的元素Si、Al、Mn为非磁性原子,因此若这些元素的合金量多,则在高磁场下钢板经最大磁化后的饱和磁通密度值下降,在单位磁场强度下的磁通密度值 B_{50} 也会下降。然而,为了减少在钢板中感应出的涡流损耗,需要增加钢板的电阻率,因此不可避免地需要添加非磁性合金元素Si、Al、Mn等的合金量,并且为了克服由此导致的磁通密度的下降,需要进行用于控制组织(Crystal Texture)的研究。

发明内容

[0004] 技术问题

[0005] 本发明的一实现例提供一种无取向电工钢板的制备方法。

[0006] 本发明的另一实现例提供一种无取向电工钢板。

[0007] 技术方法

[0008] 本发明的一实施例的无取向电工钢板的制备方法包括:对板坯进行加热后进行热轧来制备热轧板;对所述热轧板进行热轧板退火;对完成所述热轧板退火的钢板进行冷轧来制备冷轧板;及对所述冷轧板进行冷轧板退火,所述进行冷轧板退火的步骤中的冷轧板退火温度和所述进行热轧板退火的步骤中的热轧板退火温度之差为 100°C 以下。

[0009] 所述进行热轧板退火的步骤可在热轧板退火温度比在所述进行热轧来制备热轧板的步骤中进行热精轧时的温度高 150°C 以上的温度下实施。

[0010] 在所述进行热轧板退火的步骤中,从热精轧时的温度到热轧板退火温度的退火时间可为两分钟以下。

[0011] 在所述进行冷轧板退火的步骤中,冷轧板退火时间可为五秒以上。

[0012] 完成所述热轧板退火的钢板的晶粒粒径可为 $80\mu\text{m}$ 以上。

[0013] 所述板坯以重量%计可包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%及S:0.0008%至0.015%,并且包括余量的Fe及杂质。

[0014] 所述板坯可进一步包括Sb:0.005%至0.15%,并且 $([\text{Sn}]+[\text{Sb}]+[\text{P}]+20\times[\text{S}]) /$

[A1]值为40以上。

[0015] 所述板坯以重量%计可进一步包括Si:1.5%至4.0%、Mn:0.02%至3.0%、C:大于0且0.005%以下、N:大于0且0.005%以下及Ti:大于0且0.003%以下。

[0016] 本发明的一实现例的无取向电工钢板以电工钢板的全部组成100重量%为计,包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%及S:0.0008%至0.015%,并且包括余量的Fe及杂质。

[0017] 所述无取向电工钢板可进一步包括Sb:0.005%至0.15%,并且 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[A1]$ 的值为40以上。

[0018] 在所述无取向电工钢板的织构(Crystal Texture)中,以欧拉取向(오일러 방위)为准具有(30,0,45)取向的晶粒体积分率可为以欧拉取向为准具有(10,0,45)取向的晶粒体积分率的1.5倍以上。

[0019] 发明效果

[0020] 本发明的一实现例能够提供一种磁通密度高的无取向电工钢板。

附图说明

[0021] 图1为表示{具有(30,0,45)取向的晶粒的体积分率}/{具有(10,0,45)取向的晶粒的体积分率}和 B_r 值之间关系的图表。

[0022] 图2为表示 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[A1]$ 值和 B_r 值之间关系的图表。

[0023] 图3为表示冷轧板退火温度和 B_r 值之间关系的图表。

具体实施方式

[0024] 参见附图及详细后述的实施例,应能清楚理解本发明的优点和特征、以及用于实现这些优点和特征的方法。但是,本发明并不局限于以下公开的实施例,可由各种不同的形式实现。本实施例只是用于完整地公开本发明,且为了向本领域技术人员完整地告知发明的范畴而提供的,本发明应由权利要求的范畴来定义。在说明书全文中相同的附图标记表示相同的结构要素。

[0025] 因此,为了避免本发明的解释不清楚,在几个实现例中未具体说明公知的技术。除非有其他定义,在本说明书中使用的所有用语(包括技术用语和科学用语)可以表达本发明所属技术领域的技术人员共同理解的含义。在说明书全文中,当提到某一部分“包括”某结构要素时,除非有特别相反的记载,该表述不排除其他结构要素,而表示可进一步包括其他结构要素。此外,除非在句子中特别提到,单数形式的表述还包括复数形式的表述。

[0026] 除非有特别说明,%表示重量%。

[0027] 下面说明本发明的一实现例的无取向电工钢板的制备方法。

[0028] 首先提供板坯。

[0029] 所述板坯以板坯的全部组成100重量%为计,可包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%及S:0.0008%至0.015%,并且包括余量的Fe及杂质。

[0030] 所述板坯可进一步包括Sb:0.005%至0.15,并且 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[A1]$ 的值为40以上。其中,[A1]、[Sn]、[Sb]、[P]及[S]分别表示Al、Sn、Sb、P及S的重量%。

[0031] 此外,所述板坯以板坯的全部组成100重量%为计,可进一步包括:Si:1.5%至4.0%、Mn:0.02%至3.0%、C:大于0且0.005%以下、N:大于0且0.005%以下、及Ti:大于0且0.003%以下。

[0032] 下面说明限制成分的理由。

[0033] 若添加的Al为0.0005%以上,则能提高钢板的电阻率而减少铁损;但若添加的Al超过0.02%,则有可能降低磁通密度。

[0034] 若添加的Sn为0.005%以上,则在退火时Sn会偏析于晶界中,从而能够抑制{111}组织的形成;但若添加的Sn超过0.15%,则有可能在热轧及冷轧工序中导致包括表面缺陷在内的轧制性的下降。

[0035] 若添加的Sb为0.005%以上,则在退火时Sb会偏析于晶界中,从而能够抑制{111}组织的形成;但若添加的Sb超过0.15%,则有可能在热轧及冷轧工序中导致包括表面缺陷在内的轧制性的下降。

[0036] 若添加的P为0.001%以上,则会增加电阻率而降低铁损,并且偏析于晶界中而抑制损害磁性的{111}组织的形成,并形成有利的组织{100};但若添加的P超过0.15%,则有可能降低冷轧性。

[0037] 若添加的S为0.0008%以上,则S会偏析于表面上,并且降低{100}面的表面能,从而能够在{100}面上发展较强的组织。但若添加的S超过0.015%,则有可能因为偏析于晶界中而降低加工性。

[0038] 此外, $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 的值可为40以上。更为具体地,可为40以上且240以下。当 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 的值为40至240时,磁通密度优异。当 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 的值小于40时,钢板的磁通密度下降。对此将在后面在实施例中进行描述。

[0039] 若添加的Si为1.5%以上,则能降低涡流损耗;但若超过4.0%,则有可能增加脆性而降低轧制性。

[0040] 若添加的Mn为0.02%以上,则能增加电阻率而降低铁损。但若超过3.0%,则有可能减小饱和磁通密度。

[0041] 若C超过0.005%,则有可能扩大奥氏体区域,并且增加产生相变的温度区,在最终退火时抑制铁素体的晶粒成长,从而增加铁损。

[0042] 若N超过0.005%,则有可能形成氮化物,抑制晶粒成长而降低磁性。

[0043] 若Ti超过0.003%,则有可能形成微小的碳化物和氮化物,从而抑制晶粒成长,组织变差。

[0044] 此外,所述板坯可为具有当加热到 A_1 温度以上时不会产生奥氏体相变的组分系统的板坯。

[0045] 加热上述板坯后进行热轧而制备热轧板。

[0046] 板坯加热温度可为1250℃以下。若超过1250℃,则板坯中的析出物有可能在固溶之后在热轧时微量析出。

[0047] 在热轧时,可经过一次以上的热轧道次进行热轧。

[0048] 此外,最后一次热轧道次(热精轧)可在920℃以下的温度下实施。更为具体地可为800℃至920℃。以后,若在比热精轧温度高150℃以上的温度下对在920℃以下的温度下完

成精轧的热轧板实施两分钟以内的热轧板退火,则能获得在钢板的中心部和表面部的所有区域中晶粒大小均匀的热轧退火板。由此,能够获得(30,0,45)取向分率高达(10,0,45)取向分率的1.5倍以上的织构而提高磁通密度。

[0049] 之后,对热轧板进行热轧板退火。热轧板退火温度可为比热精轧时的温度高150℃以上的温度。此外,热轧板退火温度的范围可为900℃至1200℃。在此,热轧板退火温度表示热轧板退火时的热轧板最高温度。此外,在进行热轧板退火时,从热精轧时的温度到热轧板退火温度的退火时间可为两分钟以下。

[0050] 若在比热精轧温度高150℃以上的温度下实施两分钟以内的热轧板退火,则能获得在钢板的中心部和表面部的所有区域中晶粒大小均匀的热轧退火板。由此,能够获得(30,0,45)取向的分率高达(10,0,45)取向分率的1.5倍以上的织构而提高磁通密度。对此将在后面在实施例中进行描述。

[0051] 此外,在完成所述热轧板退火的钢板的表面部和厚度方向中心部的所有区域中,晶粒粒径可为80μm以上。若小于80μm,则晶粒未能充分成长,有可能降低电工钢板的磁性。

[0052] 此外,在完成所述热轧板退火的钢板的表面部和厚度方向中心部的所有区域中,晶粒粒径可为80μm以上且700μm以下。由于在钢板的表面部和厚度方向中心部的所有区域中晶粒具有80μm以上且700μm以下的均匀的大小,因此能够提高电工钢板的磁性。

[0053] 之后,对完成热轧板退火的热轧退火板进行冷轧而制备冷轧板。进行所述冷轧时的压下率可为50%至95%。

[0054] 之后,对所述冷轧板进行冷轧板退火。可在比热轧板退火温度低100℃以下的温度区域的冷轧板退火温度下实施冷轧板退火。此外,冷轧板退火时间可为五秒以上。

[0055] 若冷轧板退火温度和热轧板退火温度之差大于100℃,则即使将冷轧板退火时间保持五秒以上,也不能获得(30,0,45)取向的分率高达(10,0,45)取向分率的1.5倍以上的织构。对此将在后面在实施例中进行描述。

[0056] 下面说明本发明的一实现例的无取向电工钢板。本发明的一实现例的无取向电工钢板以电工钢板的全部组成100重量%为计,可包括Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%及S:0.0008%至0.015%。

[0057] 所述无取向电工钢板可进一步包括Sb:0.005%至0.15%,并且 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 的值为40以上。其中,[Al]、[Sn]、[Sb]、[P]及[S]分别表示Al、Sn、Sb、P及S的重量百分比(%)。至于限定无取向电工钢板中成分的理由,则与限定板坯中成分的理由相同,因此不再赘述。

[0058] 在所述无取向电工钢板的织构中,以欧拉取向为准具有(30,0,45)取向的晶粒的体积分率可为以欧拉取向为准具有(10,0,45)取向的晶粒的体积分率的1.5倍以上。若具有(30,0,45)取向的晶粒的体积分率为具有(10,0,45)取向的晶粒的体积分率的1.5倍以上,则能提高磁通密度。

[0059] 图1为表示{具有(30,0,45)取向的晶粒的体积分率}/{具有(10,0,45)取向的晶粒的体积分率}和 B_r 值之间关系的图表。

[0060] 为了考虑钢板密度而评价磁通密度值,如以下方式根据考虑到钢板密度的磁通密度(B_r)值来评价钢板的磁通密度。

[0061] $B_r = 7.87 / (7.87 - 0.0065 \times [Si] - 0.1105 \times [Al]) \times B_{50}$

[0062] 其中,[Si]为Si的添加量(重量%),[Al]为Al的添加量(重量%)。

[0063] B_{50} 为由5000A/m的电流感应在钢板中的磁通密度值。

[0064] 之所以考虑非常规磁通密度值的密度,是因为随着钢中的Si及Al的添加量的增加,钢中的铁原子分率减少,随之饱和磁通量减少,只有考虑到这一点才能评价通过织构实现的磁通密度的提高。

[0065] 参见图1可知,以欧拉取向为准具有(30,0,45)取向的晶粒的体积分率为以欧拉取向为准具有(10,0,45)取向的晶粒的体积分率的1.5倍以上时,考虑到密度的钢板的磁通密度优异。

[0066] 下面,通过实施例进行详细说明。但以下实施例只是示意地表示本发明,本发明的内容并不限于以下实施例。

[0067] [实施例1]

[0068] 制备板坯,所述板坯以重量%计包括:Si:3.0%、Mn:0.4%、C:0.002%、N:0.003%及Ti:0.001%,并且以Al:0.0005%至0.02%、Sn:0.005%至0.15%、Sb:0.005%至0.15%、P:0.001%至0.15%及S:0.0008%至0.015%的范围包括Sn、Sb、P、S及Al,经过调节Sn、Sb、P、S及Al的含量,所述板坯具有图2的X轴所示的 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 值。

[0069] 在1150℃下加热所述板坯后进行热轧而制备热轧板。热轧时的热精轧在900℃下实施。之后,在1100℃下进行热轧板退火后进行冷轧,并在1050℃下实施五秒钟的冷轧板退火。从热精轧时的温度到热轧板退火温度的退火时间为两分钟。

[0070] 参见图2可知,当 $([Sn]+[Sb]+[P]+20 \times [S])/[Al]$ 值为40以上时,磁通密度优异。

[0071] [实施例2]

[0072] 制备板坯,所述板坯以重量%计包括:Si:3.0%、Mn:0.4%、C:0.002%、N:0.003%、Ti:0.001%、Al:0.004%、Sn:0.03%、Sb:0.03%、P:0.05%及S:0.005%,并且包括余量的Fe及杂质。在1150℃下加热所述板坯后进行热轧而制备热轧板。热轧时的热精轧在900℃下实施。之后,在1100℃下进行热轧板退火,并进行冷轧而制备冷轧板。从热精轧时的温度到热轧板退火温度的退火时间为两分钟。在图3所示温度下对所述冷轧板实施五秒钟的冷轧板退火。

[0073] 参见图3可知,当冷轧板退火温度和热轧板退火温度之差为100℃以下时,磁通密度优异。

[0074] 以上,参照附图对本发明的实施例进行了说明,但本发明所属领域的技术人员可以理解,在不改变技术思想或必要特征的情况下,本发明可由其他形式实施。

[0075] 因此,上述实施例在所有方面上是示意性的,而不是限制性的。本发明的保护范围应以所附的权利要求书为准而非上述详细说明,由权利要求书的含义、范围及等同概念导出的所有变更或变更后的形式,均属于本发明的保护范围。

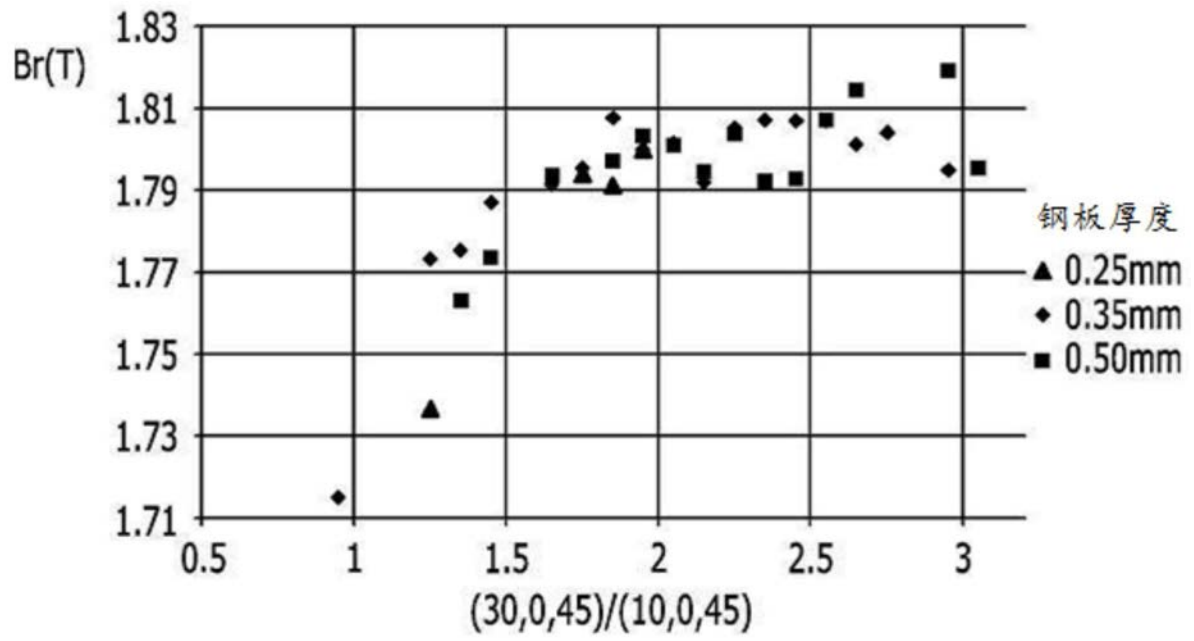


图1

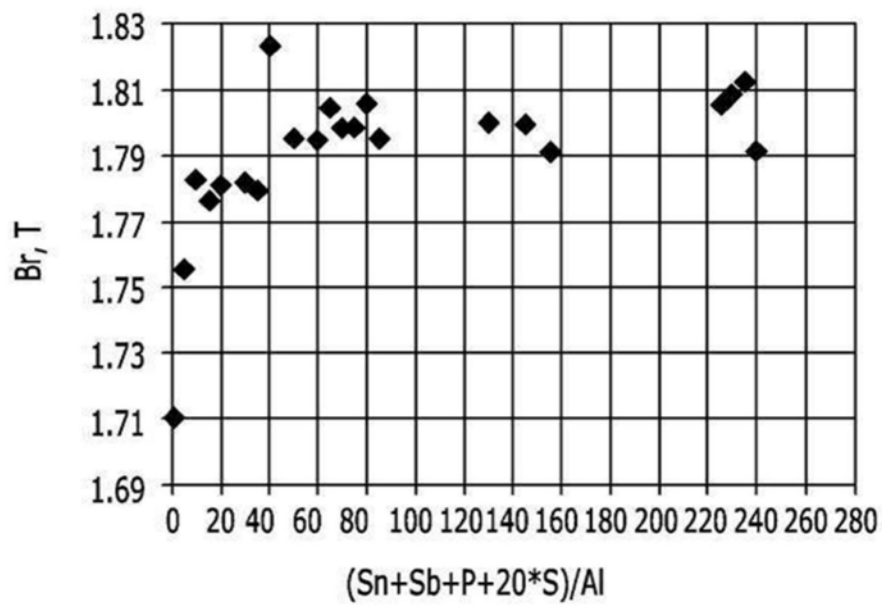


图2

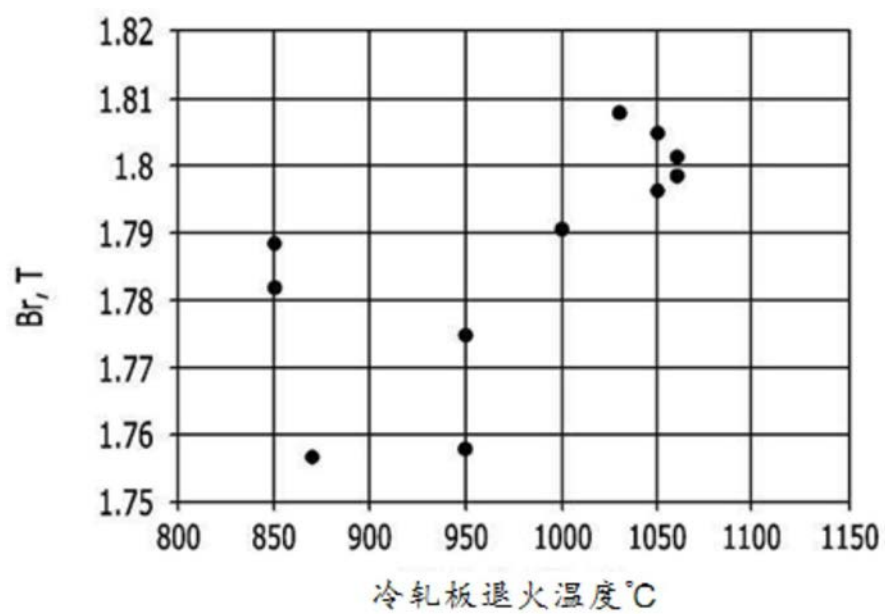


图3