



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114156014 A

(43) 申请公布日 2022.03.08

(21) 申请号 202111629228.3

(22) 申请日 2021.12.28

(71) 申请人 中国科学院电工研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村北二条6号中科院电工所

(72) 发明人 董浩 丁发柱 古宏伟 黄大兴 王镔

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 李胜强

(51) Int. Cl.

H01B 13/00 (2006.01)

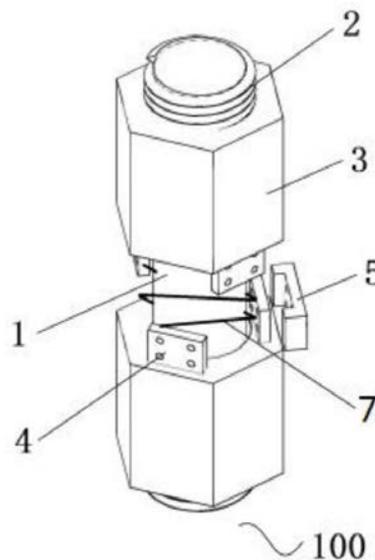
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

多层YBCO超导带材制备装置及制备方法

(57) 摘要

本发明公开一种多层YBCO超导带材制备装置及制备方法,涉及超导带材制备领域,本发明提供的多层YBCO超导带材制备装置及制备方法均将两个超导带材缠绕于柱体上,并通过将两个超导带材旋紧于柱体上,实现两个超导带体之间预紧力的施加。如此设置,该多层YBCO超导带材制备装置及制备方法能够制备的带材长度更长,且超导带体长度无需与装置长度一致,灵活性大大提高。



1. 一种多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,包括:
螺栓,所述螺栓包括同轴设置的柱体和两个螺纹段,两个所述螺纹段分别设置于所述柱体的两端;
螺母组件,所述螺母组件包括两个进动螺母,两个所述进动螺母分别与两个所述螺纹段螺纹连接,各所述进动螺母上均设置有第一夹块;
连接组件,所述连接组件包括两个第二夹块,两个所述第一夹块与两个所述第二夹块一一对应、并可拆卸连接。
2. 根据权利要求1所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,还包括耐高温预紧带,超导基带、超导带材以及所述耐高温预紧带三者对齐后缠绕于所述柱体上,所述耐高温预紧带设置于最外侧,所述耐高温预紧带的两端均夹紧于所述第一夹块和所述第二夹块之间。
3. 根据权利要求2所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述柱体包括主体和两个固定块,所述主体的两端均设置有凹槽,两个所述固定块分别设置于两个所述凹槽内,各所述固定块均与所述主体可拆卸连接。
4. 根据权利要求3所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述固定块与所述凹槽形状相同。
5. 根据权利要求2所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述耐高温预紧带表面光滑。
6. 根据权利要求2所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述耐高温预紧带为哈氏合金基底或者不锈钢带。
7. 根据权利要求1所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述第一夹块和所述第二夹块二者之一设置有与另一者相匹配的卡槽、另一者嵌入所述卡槽内。
8. 根据权利要求1所述的多层YBCO超导带材制备装置,其特征在于,所述柱体表面光滑。
9. 一种多层YBCO超导带材制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
步骤一,将超导基带和超导带材对齐后形成超导带体,将所述超导带体缠绕于柱体上;
步骤二,将所述超导带体旋紧于所述柱体上,旋紧过程中,所述超导基带和所述超导带材相互挤压,完成预紧。
10. 根据权利要求9所述的多层YBCO超导带材制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
所述步骤一中,设置耐高温预紧带,将所述耐高温预紧带与所述超导带体对齐后缠绕于柱体上,且所述耐高温预紧带缠绕于最外侧;所述步骤二中,拉伸所述耐高温预紧带的两端,以使所述超导带体旋紧于所述柱体上。

多层YBCO超导带材制备装置及制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超导带材制备领域,特别是涉及一种多层YBCO超导带材制备装置及制备方法。

背景技术

[0002] 过去的几十年里,YBCO ($\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$) 带材作为第二代高温超导带材,由于在高场下的性能明显优于其他超导体,发展十分迅速,制备工艺也已经成熟。国内外公司中,YBCO带材的临界电流也不断提升,目前提升YBCO带材临界电流的方案有:通过在基带上叠加多层YBCO薄膜,能够显著增强超导带材的载流能力。在基带上叠加多层YBCO薄膜技术中,存在一个非常重要的过程,两个超导带需要采用面对面的方式紧靠在一起加热,这就需要施加一个预紧力。

[0003] 现有技术是通过直线型工装,挤压超导带材施加预紧力,存在的问题是:直线型工装只能制备短样(十几厘米左右),如果继续增加样品长度,工装的长度也需要随之变化,并且为了保证工件不变形,所制备的超导线材的长度需要与工装长度保持一致,缺乏灵活性。因此,如何提供一下能够制备长样,且灵活性好的多层YBCO超导带材制备装置及制备方法成为本领域技术人员目前所亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 为解决以上技术问题,本发明提供一种能够制备长样,且灵活性好的多层YBCO超导带材制备装置及制备方法。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0006] 本发明提供一种多层YBCO超导带材制备装置,包括:螺栓,所述螺栓包括同轴设置的柱体和两个螺纹段,两个所述螺纹段分别设置于所述柱体的两端;螺母组件,所述螺母组件包括两个进动螺母,两个所述进动螺母分别与两个所述螺纹段螺纹连接,各所述进动螺母上均设置有第一夹块;连接组件,所述连接组件包括两个第二夹块,两个所述第一夹块与两个所述第二夹块一一对应、并可拆卸连接。

[0007] 优选地,多层YBCO超导带材制备装置还包括耐高温预紧带,超导基带、超导带材以及所述耐高温预紧带三者对齐后缠绕于所述柱体上,所述耐高温预紧带设置于最外侧,所述耐高温预紧带的两端均夹紧于所述第一夹块和所述第二夹块之间。

[0008] 优选地,所述柱体包括主体和两个固定块,所述主体的两端均设置有凹槽,两个所述固定块分别设置于两个所述凹槽内,各所述固定块均与所述主体可拆卸连接。

[0009] 优选地,所述固定块与所述凹槽形状相同。

[0010] 优选地,所述耐高温预紧带表面光滑。

[0011] 优选地,所述耐高温预紧带为哈氏合金基底或者不锈钢带。

[0012] 优选地,所述第一夹块和所述第二夹块二者之一设置有与另一者相匹配的卡槽、另一者嵌入所述卡槽内。

[0013] 优选地,所述柱体表面光滑。

[0014] 本发明提供一种多层YBCO超导带材制备方法,包括以下步骤:步骤一,将超导基带和超导带材对齐后形成超导带体,将所述超导带体缠绕于柱体上;步骤二,将所述超导带体旋紧于所述柱体上,旋紧过程中,所述超导基带和所述超导带材相互挤压,完成预紧。

[0015] 优选地,多层YBCO超导带材制备方法包括以下步骤:所述步骤一中,设置耐高温预紧带,将所述耐高温预紧带与所述超导带体对齐后缠绕于柱体上,且所述耐高温预紧带缠绕于最外侧;所述步骤二中,拉伸所述耐高温预紧带的两端,以使所述超导带体旋紧于所述柱体上。

[0016] 本发明相对于现有技术取得了以下技术效果:

[0017] 本发明提供的多层YBCO超导带材制备装置,包括:螺栓,螺栓包括同轴设置的柱体和两个螺纹段,两个螺纹段分别设置于柱体的两端;螺母组件,螺母组件包括两个进动螺母,两个进动螺母分别与两个螺纹段螺纹连接,各进动螺母上均设置有第一夹块;连接组件,连接组件包括两个第二夹块,两个第一夹块与两个第二夹块一一对应、并可拆卸连接。

[0018] 本发明提供的多层YBCO超导带材制备方法,包括以下步骤:步骤一,将超导基带和超导带材对齐后形成超导带体,将超导带体缠绕于柱体上;步骤二,将超导带体旋紧于柱体上,旋紧过程中,超导基带和超导带材相互挤压,完成预紧。

[0019] 该多层YBCO超导带材制备装置及制备方法均将两个超导带体缠绕于柱体上,并通过将两个超导带体旋紧于柱体上,实现两个超导带体之间预紧力的施加。如此设置,该多层YBCO超导带材制备装置及制备方法能够制备的带材长度更长,且超导带体长度无需与装置长度一致,灵活性大大提高。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明实施例中提供提供的多层YBCO超导带材制备装置结构示意图;

[0022] 图2为本发明实施例中提供提供的多层YBCO超导带材制备装置螺栓的结构示意图;

[0023] 图3为本发明实施例中提供提供的多层YBCO超导带材制备装置进动螺母的结构示意图;

[0024] 图4为本发明实施例中提供提供的多层YBCO超导带材制备装置第二夹板的结构示意图;

[0025] 图5为本发明实施例中提供提供的多层YBCO超导带材制备装置固定块的结构示意图;

[0026] 图6为现有多层YBCO超导带材制备的制备方法图;

[0027] 图7为超导带材电压-电流曲线图。

[0028] 附图标记说明:100、多层YBCO超导带材制备装置;1、柱体;101、主体;102、固定块;103、凹槽;2、螺纹段;3、进动螺母;4、第一夹块;5、第二夹块;501、卡槽;6、超导带材;601、银

层;602、YBCO超导层;603、缓冲层;604、哈氏合金基底;7、超导带体;8、多层YBCO超导带材。

具体实施方式

[0029] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0030] 本发明的目的是提供一种能够制备长样,且灵活性好的多层YBCO超导带材制备装置及制备方法。

[0031] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0032] 实施例一

[0033] 参考图1-图4所示,本实施例提供的一种多层YBCO超导带材制备装置100包括:螺栓,螺栓包括同轴设置的柱体1和两个螺纹段2,两个螺纹段2分别设置于柱体1的两端;螺母组件,螺母组件包括两个进动螺母3,两个进动螺母3分别与两个螺纹段2螺纹连接,各进动螺母3上均设置有第一夹块4;连接组件,连接组件包括两个第二夹块5,两个第一夹块4与两个第二夹块5一一对应、并可拆卸连接。该多层YBCO超导带材制备装置100能够制备的带材长度更长,且超导带体7长度无需与装置长度一致,灵活性好。

[0034] 具体使用过程中,超导基带、超导带材6对齐后形成超导带体7,将超导带体7缠绕于柱体1上,超导带体7的两端各对应一个第一夹块4和一个第二夹块5,且超导带体7的两端分别夹紧于各自对应的第一夹块4和第二夹块5之间。夹紧完成后旋转两个进动螺母3,随着进动螺母3的旋转,超导带体7旋紧于柱体1上,且越旋越紧,超导带体7旋紧过程中,超导基带与超导带材6随之完成预紧,预紧力的大小与超导带体7的旋紧程度有关。

[0035] 需要说明的是超导基带与超导带材6结构相同,或者选用已经完成YBCO薄膜叠加形成的多层YBCO超导带材8作为超导基带重新与新的超导带材6进行叠加。

[0036] 于本实施例中,为了提高夹紧效果,第一夹块4和第二夹块5二者之一设置有与另一者相匹配的卡槽501、另一者嵌入卡槽501内。本实施例中具体地,如图4所示,第二夹块5上设置有卡槽501。

[0037] 于本实施例中,第一夹块4和第二夹块5通过第一螺丝连接。

[0038] 于本实施例中,柱体1表面光滑。

[0039] 于本实施例中,螺母组件还包括两个锁紧螺母,两个锁紧螺母分别与两个螺纹段2螺纹链接,两个锁紧螺母与两个进动螺母3一一对应,各锁紧螺母分别用于锁紧各自对应的进动螺母3。

[0040] 实施例二

[0041] 本实施例提供的多层YBCO超导带材制备装置100包括实施例一的部分或者全部特征,不同之处在于本实施例提供的多层YBCO超导带材制备装置100还包括耐高温预紧带,超导基带、超导带材6以及耐高温预紧带三者对齐后缠绕于柱体1上,其中超导基带和超导带材6面对面对齐(三者同时缠绕,缠绕过程不重叠),耐高温预紧带设置于最外侧(超导基带或者超导带材6二者之一始终与柱体1表面相接触),耐高温预紧带的两端均夹紧于第一夹

块4和第二夹块5之间。

[0042] 超导基带和超导带材6宽度及长度均相同,耐高温预紧带的两端均长于超导基带和超导带材6,耐高温预紧带的宽度等于超导基带和超导带材6的宽度,具体使用过程中,耐高温预紧带两端长于超导基带和超导带材6的部分均夹紧于第一夹块4和第二夹块5之间,需要说明的是耐高温预紧带两端长于超导基带和超导带材6的部分分别夹紧于不同的第一夹块4和第二夹块5之间。通过耐高温预紧带预紧超导基带和超导带材6,超导基带和超导带材6预紧效果更好。

[0043] 于本实施例中,耐高温预紧带表面光滑。

[0044] 于本实施例中,耐高温预紧带为哈氏合金基底604或者不锈钢带。需要说明的是,耐高温预紧带并不仅限于为哈氏合金基底604或者不锈钢带,哈氏合金基底604和不锈钢带仅是举例说明。

[0045] 实施例三

[0046] 本实施例提供的多层YBCO超导带材制备装置100包括实施例二的部分或者全部特征,不同之处在于,如图2和图5所示,柱体1包括主体101和两个固定块102,主体101的两端均设置有凹槽103,两个固定块102分别设置于两个凹槽103内,各固定块102均与主体101可拆卸连接。

[0047] 具体使用过程中耐高温预紧带两端长于超导基带和超导带材6的部分均夹紧于第一夹块4和第二夹块5之间,超导带体7的两端各对应一个凹槽103和一个固定块102,且超导带体7的两端分别夹紧于各自对应的凹槽103和固定块102之间。

[0048] 于本实施例中,固定块102与凹槽103形状相同。

[0049] 于本实施例中,固定块102和凹槽103通过螺丝连接。

[0050] 上述实施例一至实施例三提供的多层YBCO超导带材制备装置100原理如下:

[0051] 利用进动螺母3在螺栓上旋转进动,将旋转力转换为带材拉力,进而转换为对超导带材6的压力,达到剥离超导带材6的压力。

[0052] 实施例四

[0053] 本实施例提供一种多层YBCO超导带材8制备方法,其包括以下步骤:

[0054] 步骤一,将超导基带和超导带材6对齐后形成超导带体7,将超导带体7缠绕于柱体1上;

[0055] 步骤二,将超导带体7旋紧于柱体1上,旋紧过程中,两个超导带材6相互挤压,完成预紧。

[0056] 于本实施例中,多层YBCO超导带材8制备方法包括以下步骤:

[0057] 步骤一中,设置耐高温预紧带,将耐高温预紧带与超导带体7对齐后缠绕于柱体1上,且耐高温预紧带缠绕于最外侧;

[0058] 步骤二中,拉伸耐高温预紧带的两端,以使超导带体7旋紧于柱体1上。

[0059] 于本实施例中,多层YBCO超导带材8制备方法还包括以下步骤:

[0060] 步骤三,完成预紧后,无需取下超导带体7、将柱体1、预紧完成的超导带体7以及耐高温预紧带共同放在高温炉中加热,就能够促使超导带材6的超导层与缓冲层603分离,进而制备出具有多层YBCO超导层602的超导带材6。

[0061] 需要说明的如图6所示,现有超导带材6包括由上至下依次设置的银层601、YBCO超

导层602、缓冲层603以及哈氏合金基底604,现有多层YBCO超导带材8制备时将两个超导带材6对齐后,施加一定的预紧力(根据实际需要确定)挤压两个超导带材6,使两个超导带材6紧靠在一起,之后将紧靠在一起的两个超导带材6放在高温炉中加热,加热完成后,冷却一段时间,即可将YBCO超导层602与缓冲层603分离(YBCO超导层602与缓冲层603之间的结合力比缓冲层603与哈氏合金基底604的结合力较弱),将超导带材6的缓冲层603和哈氏合金基底604剥离后即可形成多层YBCO超导带材8。形成的多层YBCO超导带材8可以作为超导基带与一个新的超导带材6重新叠加。

[0062] 下面结合实验对本发明作进一步的描述,此次实验选用的多层YBCO超导带材8由两个超导带材6剥离缓冲层603和哈氏合金基底604后叠加而成。

[0063] 实验过程及结果:

[0064] 将多层YBCO超导带材8镀银退火后,测试其载流能力,已知单层YBCO超导带材77K(液氮温区)下临界电流约为130A(4mm宽)。实验测得多层YBCO超导带材8临界电流约为210A(4mm宽),带材性能得到显著提升。

[0065] 实验原理:

[0066] 多层YBCO超导带材8的临界电流测试采用“四引线法”测得超导带材电压-电流曲线,如图7所示,由于处于超导态,正常电压电流曲线为直线,斜率表示多层YBCO超导带材8的电阻,当超过多层YBCO超导带材8临界电流会发生失超现象,即电压-电流斜率明显增大,此时的电流值为多层YBCO超导带材8自场下的临界电流。YBCO属于高温超导体,可在液氮温度下(77K)达到超导态,为此本次实验也是在77K自场下进行。

[0067] 实验结果分析:超导带材电压-电流曲线出现明显的斜率增大,说明此时达到多层YBCO超导带材8临界电流值,分析电压-电流可知,多层YBCO超导带材8临界电流 $>210A$,带材性能得到显著提升。本发明经过实验验证,成功制备多层YBCO超导带材8。

[0068] 本说明书中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

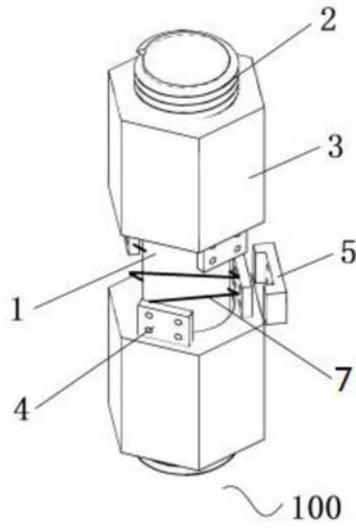


图1

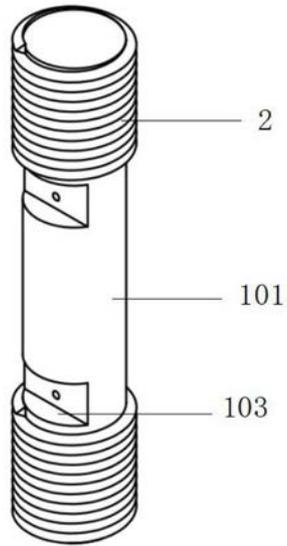


图2

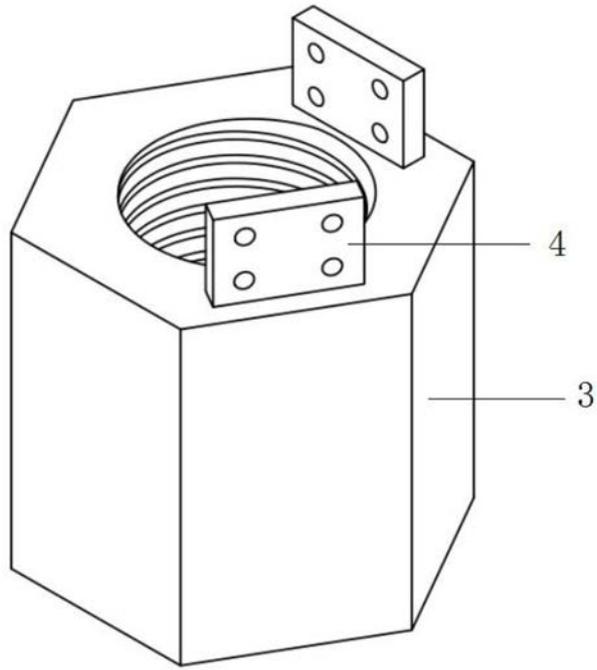


图3

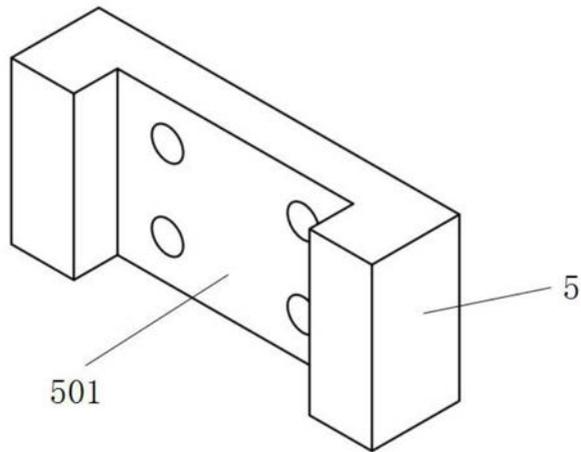


图4

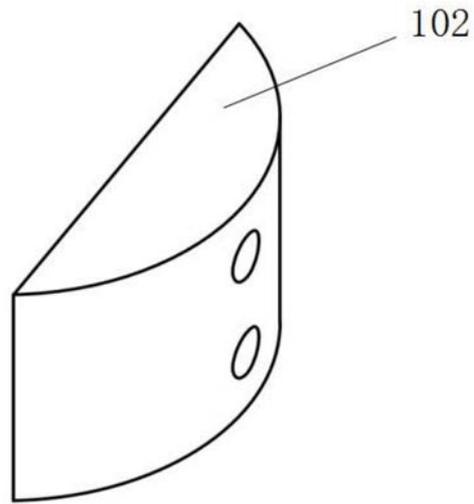


图5

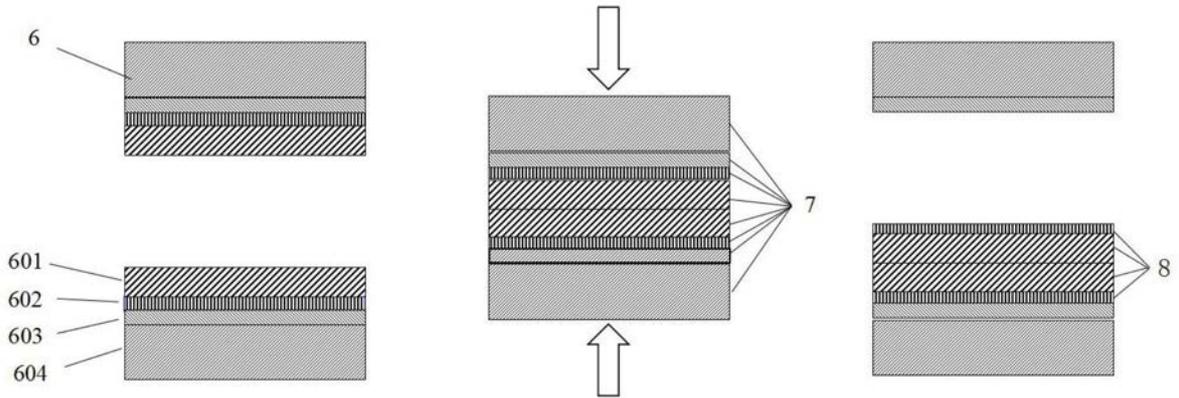


图6

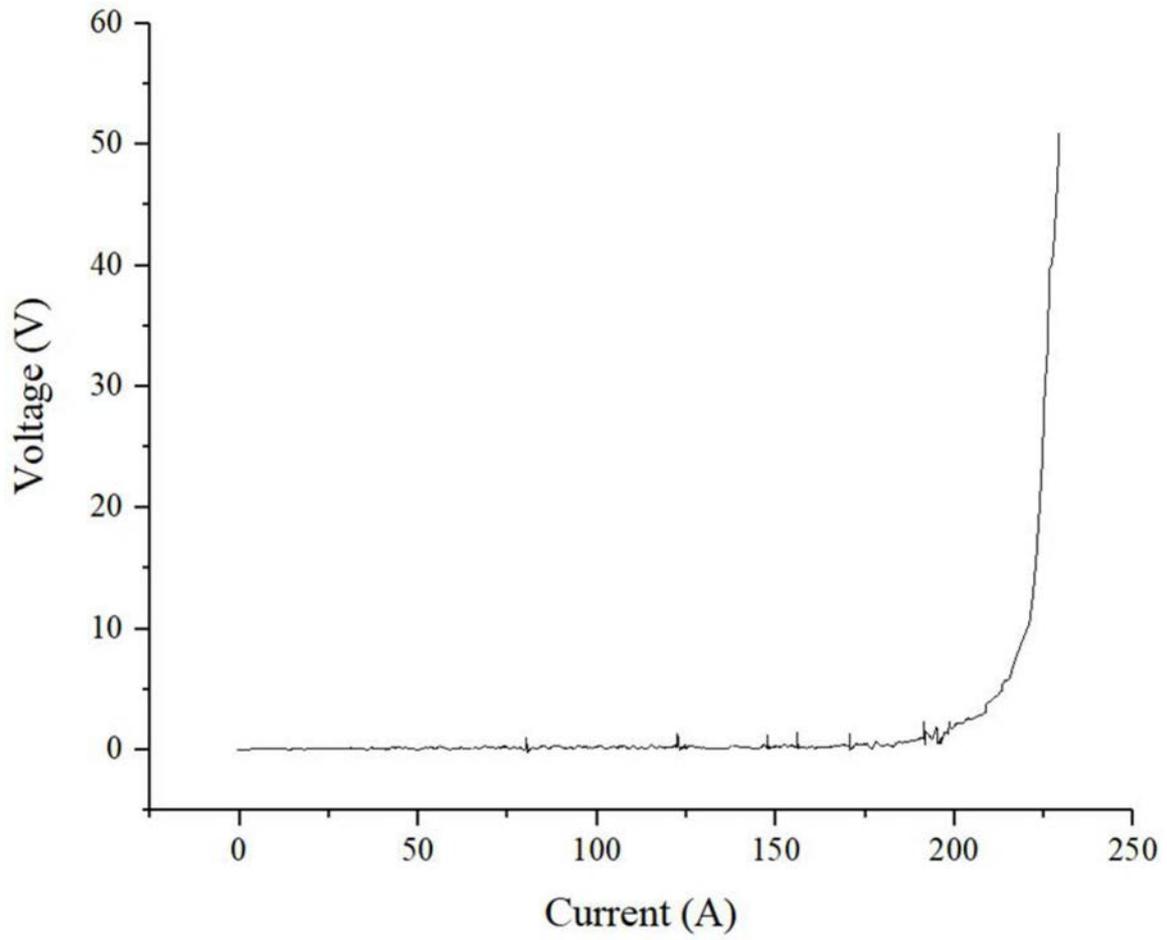


图7