



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111344109 A

(43)申请公布日 2020.06.26

(21)申请号 201980005675.6

(22)申请日 2019.02.08

(30)优先权数据

1802112.1 2018.02.09 GB

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.05.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2019/053173 2019.02.08

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2019/155004 EN 2019.08.15

(71)申请人 六号元素(英国)有限公司

地址 英国牛津

(72)发明人 L·F·P·弗兰察 C·沃尔特

J·C·纽兰德 W·W·莱希

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所 11038

代理人 王海宁

(51)Int.Cl.

B23Q 17/09(2006.01)

B23B 27/14(2006.01)

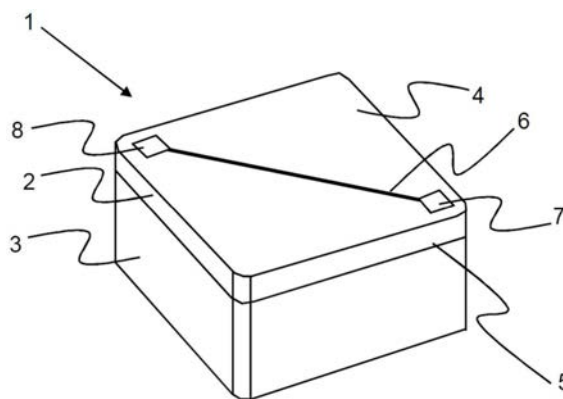
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

工具切削元件

(57)摘要

一种用于工具的切削元件(1),其具有在表面区域处形成的导电轨迹(6)。切削元件(1)包含HPHT生产的聚晶金刚石本体。导电轨迹(6)包含石墨,使得导电轨迹(6)的电阻显著低于表面区域的电阻。



1. 一种用于工具的切削元件,所述切削元件包含:
包含表面区域的高压-高温聚晶金刚石本体;
在所述表面区域处形成的导电轨迹,该导电轨迹包含石墨,其中该导电轨迹的电阻显著低于所述表面区域的电阻。
2. 根据权利要求1所述的切削元件,其中所述导电轨迹的宽度是平均金刚石晶粒尺寸的至少三倍。
3. 根据权利要求1或2中任一项所述的切削元件,其中所述导电轨迹的至少一端连接到位于所述切削元件上的传感器。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的切削元件,其中所述导电轨迹的至少一端连接到数据收集元件。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的切削元件,其中所述高压-高温聚晶金刚石本体包含基本不导电的表面区域。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的切削元件,其中所述导电轨迹被设置在前刀面和间隙面中的任何面上。
7. 一种工具,其包含根据权利要求1至6中任一项所述的切削元件。
8. 根据权利要求7所述的工具,其中所述工具选自钻头、铣削工具、车削工具、镗孔工具、扩孔工具、拉丝模具、采矿截齿工具、道路铣刨截齿工具和井下钻头中的任何工具。
9. 一种制造用于工具的切削元件的方法,所述方法包括:
提供包含表面区域的高压-高温聚晶金刚石本体;
在所述表面区域处形成导电轨迹,该导电轨迹包含石墨,其中该导电轨迹的电阻显著低于所述表面区域的电阻。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中通过在所述表面区域处对金刚石进行激光烧蚀来形成所述导电轨迹。
11. 根据权利要求10所述的方法,其中使用功率在8和 $14 \times 10^6 \text{Wcm}^{-2}$ 之间的Nd:YAG激光器来执行所述激光烧蚀。
12. 根据权利要求10或11所述的方法,其中以20至100kHz之间的频率和5至20 μs 之间的脉冲持续时间使所述激光烧蚀脉冲化。
13. 根据权利要求10至12中任一项所述的方法,其中沿着基本上不导电的表面区域以 200mms^{-1} 至 500mms^{-1} 的速度执行激光烧蚀。
14. 根据权利要求9至13中任一项所述的方法,还包括去除位于所述表面区域的导电粘合剂材料,通过浸出来进行所述去除。
15. 根据权利要求9至14中任一项所述的方法,还包括从所述聚晶金刚石本体浸出导电粘合剂材料。
16. 根据权利要求9至20中任一项所述的方法,还包括将所述导电轨迹的一端连接到位于所述切削元件上的传感器。
17. 根据权利要求9至16中任一项所述的方法,还包括将所述导电轨迹的至少一端连接到数据收集元件。

工具切削元件

发明领域

[0001] 本发明涉及用于工具的切削元件的领域,以及生产工具切削元件的方法。

[0002] 发明背景

[0003] 用于机加工的刀具嵌件(insert)和其它工具典型包含一层结合到硬质合金基底的聚晶金刚石(PCD)。PCD是超硬材料(也称为超级磨料)的例子,其硬度值显著大于碳化钨硬质合金的硬度值。

[0004] 包含PCD的部件可用于各种工具中,用以切削、机加工、钻探或瓦解硬材料或磨蚀性材料,例如岩石、金属、陶瓷、复合材料和含木材料。PCD典型包含大量实质上交互生长的立方金刚石晶粒,形成骨架物质,该骨架物质限制了立方金刚石晶粒之间的间隙。PCD材料包含至少约80体积%的金刚石,并且可以通过在烧结助剂(也称为用于金刚石的催化剂材料)的存在下使金刚石晶粒的聚集团块经受大于约5GPa(典型约5.5GPa)的超高压和至少约1200°C(典型约1440°C)的温度来制造。用于金刚石的催化剂材料应被理解为能够在金刚石比石墨更加热力学稳定的压力和温度条件下促进金刚石晶粒的直接交互生长(inter-growth)的材料。

[0005] 用于金刚石的催化剂材料的例子是钴、铁、镍和某些合金,包括任何这些元素的合金。PCD可以形成在钴结碳化钨硬质合金基底上,该基底可以为PCD提供钴催化剂材料的源。在PCD材料本体的烧结期间,硬质合金基底的成分(例如来自钴结碳化钨硬质合金基底的钴)液化并从与金刚石颗粒体积邻近的区域掠过,进入金刚石颗粒之间的间隙区域。在该实例中,钴充当催化剂从而促进粘结金刚石晶粒的形成。任选地,在使金刚石颗粒和基底经受高压-高温(HPHT)工艺之前,可以将金属溶剂-催化剂与金刚石颗粒混合。PCD材料内的间隙可以至少部分地填充有催化剂材料。交互生长的金刚石结构因此包含原始金刚石晶粒以及桥接原始晶粒的新析出或再生长的金刚石相。在最终的烧结结构中,催化剂/溶剂材料通常保留在烧结金刚石晶粒之间存在的至少一些间隙中。

[0006] 在钻探操作中,切削刀具嵌件在其使用寿命的各个阶段会承受重载荷和高温。在钻探的早期阶段,当嵌件的锋利切削刃接触地下地层时,切削工具受到大的接触压力。这导致可能引发许多断裂过程,例如疲劳开裂。随着嵌件的切削刃磨损,接触压力降低并且通常过低以致于不会引起高能失效。但是,该压力仍能够传播在高接触压力下萌生的裂纹,并最终导致散裂型失效。在钻探行业中,PCD刀具性能取决于刀具的如下能力:在日益苛刻的环境中实现高穿透率,并且在钻探后仍保持良好状态(因此能再次使用)。在任何钻探应用中,刀具可能因平滑、磨蚀型磨损和散裂/碎裂型磨损的组合而磨损。尽管平滑、磨蚀型的磨损模式是期望的,因为它提供来自高耐磨PCD材料的最大益处,但是散裂或碎裂型磨损是不利的。即使这种类型的最小断裂损伤也会对切削寿命和性能产生有害影响。

[0007] 对于散裂型磨损,随着钻头向地层内的穿透速率减慢,切削效率会快速降低。一旦碎裂开始,对金刚石台的损伤量会持续增加,这是由于现在需要增加的法向力以实现给定的切削深度。因此,当发生刀具损伤并且钻头的穿透速率降低时,钻头上重量增加的响应会快速导致进一步的劣化,并最终导致碎裂切削元件的突变失效。

[0008] 在机加工行业中存在类似的问题。PCD可用于在诸如切削和车削的操作中机加工有色金属材料。同样，碎裂极大地影响PCD切削元件的寿命，并且还影响机加工的工件的品质和光洁度。

[0009] 当优化PCD刀具性能时，典型通过操纵变量(例如平均金刚石晶粒尺寸、催化剂/溶剂总含量、金刚石密度等)来提高耐磨性以实现更好的刀具寿命。但是，典型地，随着PCD材料越来越耐磨，它变得更脆或易于断裂。因此，为改善磨损性能而设计的PCD元件往往具有差的冲击强度或减小的抗散裂性。耐冲击性和耐磨性之间的这种折衷使得设计优化的PCD结构(特别是对于要求苛刻的应用)固有是自限性的。

[0010] PCD切削元件典型具有可用的寿命(可以根据时间、切削的米数、操作次数等测量该寿命)。由于碎裂是脆性过程，因此单个切削元件的性能可大大超过另一单个切削元件的性能，并且这种效果难以预测。为了避免对工具或工件的损伤，该可用寿命典型具有显著低于给定工具可能实现的实际寿命的谨慎值(cautious value)。

[0011] 当前存在将传感器施加于工具以测量诸如温度、碎裂、振动等参数的内驱力。由这些传感器获得的数据可用于更精确地测量切削元件的寿命，从而导致更小的损伤工件风险，以及每个切削元件的更大可用寿命。

[0012] 发明概述

[0013] 如果将传感器施加到切削元件，则必须将传感器收集的数据以可用格式提供给用户。本发明的目的是提供一种将数据从切削元件上的传感器发送到输出的方式。

[0014] 根据第一方面，提供了一种用于工具的切削元件。该切削元件包含高压-高温(HPHT)聚晶金刚石(PCD)本体，该金刚石本体包含表面区域。在表面区域处形成导电轨迹(track)，该导电轨迹包含石墨，其中该导电轨迹的电阻显著低于所述表面区域的电阻。这样做的优点是，导电轨迹可以用于承载电信号。

[0015] 作为一种选项，该导电轨迹的宽度是平均金刚石晶粒尺寸的至少三倍。

[0016] 作为一种选项，导电轨迹的至少一端连接到位于切削元件上的传感器。这样做的优点是可以在传感器处收集数据，并且跨PCD承载带有该数据的信号。

[0017] 作为一种选项，导电轨迹的至少一端连接到数据收集元件。这允许收集电信号中的数据(例如从传感器收集的数据)并将其进一步发送到诸如计算机的装置。

[0018] 作为一种选项，HPHT PCD本体包含基本不导电的表面区域。例如，这可以通过从PCD的表面浸出任何导电材料(例如钴)来实现。

[0019] 导电轨迹任选地设置在前刀面和间隙面中的任何面上。

[0020] 根据第二方面，提供了一种工具，其包含如上文在第一方面中所述的切削元件。

[0021] 这种工具的可选实例包括钻头、铣削工具、车削工具、镗孔工具、扩孔工具、拉丝模具、采矿截齿工具(mining pick tool)、道路铣刨截齿工具(road milling pick tool)和井下钻头中的任何。

[0022] 根据第三方面，提供了一种制造用于工具的切削元件的方法。该方法包括提供包含表面区域的HPHT PCD。在该表面区域处形成导电轨迹，该导电轨迹包含石墨，其中该导电轨迹的电阻显著低于该表面区域的电阻。

[0023] 作为一种选项，通过在表面区域处对金刚石进行激光烧蚀来形成所述导电轨迹。

[0024] 作为另一选项，使用功率在8到 $14 \times 10^6 \text{Wcm}^{-2}$ 之间的Nd:YAG激光器进行激光烧蚀。

[0025] 作为另一选项,其中以20至100kHz之间的频率和5至20 μ s之间的脉冲持续时间使激光烧蚀脉冲化。

[0026] 作为另一选项,沿着基本上不导电的表面区域以200至500 mm s^{-1} 的速度执行激光烧蚀。

[0027] 作为一种选项,该方法还包括去除位于表面区域上的导电粘合剂材料,通过浸出进行该去除。作为另一选项,该方法包括从整个聚晶金刚石本体中浸出去掉导电粘合剂材料。

[0028] 该方法任选地包括将导电轨迹的一端连接到位于切削元件上的传感器。

[0029] 作为一种选项,该方法包括将导电轨迹的至少一端连接到数据收集元件。

[0030] 附图简述

[0031] 为了更好地理解本发明并显示如何实现本发明,现在将参照附图仅通过举例的方式来描述本发明的实施方案,其中:

[0032] 图1是示出示例性步骤的流程图;

[0033] 图2是示例性切削元件的透视图;和

[0034] 图3是显示在使用PCD的切削操作期间跨PCD上的导电石墨轨迹的测量电压随时间变化的坐标图。

[0035] 详细说明

[0036] 可以将不同类型的传感器附接到PCD切削元件。这样的传感器的例子包括热电偶、振动传感器和磨损传感器。为了将电信号从传感器携带到数据收集元件,需要导电路径。施加导电路径的一种方式是在PCD的表面施加一层导电金属(例如银),使得导电金属在传感器和数据收集元件之间延伸。

[0037] 向PCD的表面上印刷金属导电路径的问题是银与PCD之间的粘附性差。银易于被刮掉或以其它方式被机械除去。在挑战性或侵蚀性的环境中,例如在机床周围或在井下钻探操作期间,很难在PCD的表面上保持银的连续导电路径。

[0038] 令人惊讶地发现,PCD表面的激光烧蚀在表面上引起足够的石墨化从而形成导电轨迹。还令人惊讶地发现,即使在侵蚀性机加工条件下,石墨导电区域也充分附着至下方的PCD本体从而形成连续的导电路径。

[0039] 图1是说明形成工具切削元件的步骤的流程图。以下编号对应于图1的编号。

[0040] S1. 提供HPHT PCD金刚石切削元件。

[0041] S2. 在切削元件的表面上进行激光烧蚀。PCD中的碳为金刚石形式,激光烧蚀将一些金刚石碳转化为碳的石墨形式,从而形成导电轨迹。石墨的电阻率是约 $1 \times 10^{-5} \text{ohm} \cdot \text{cm}$,使得石墨成为电的良好导体。石墨轨迹因此可用于以电信号的形式承载数据。

[0042] 图2中示出了示例性切削元件1。切削元件1包含结合到支承基底3的PCD层2。支承基底3可以是任何合适的材料,例如碳化钨硬质合金。PCD层2具有顶面(或前刀面)4和间隙面5。

[0043] 最初,PCD在金刚石晶粒之间的间隙中包含钴。因此,在一个示例性实施方案中,在HCl中浸出切削元件1以去除靠近顶面4和间隙面5的表面的钴,以便增加表面区域的电阻率并改善导电轨迹6的电绝缘。使用诸如耐酸胶带(例如,具有有机硅粘合剂的聚酰胺)的保护元件来保护碳化钨硬质合金基底3免受HCl影响。在该实例中,发现在相同体积的107 $^{\circ}$ C去离

子水和HCl中浸出数小时从PCD表面除去足够的钴,从而有效地使其不导电。

[0044] 通过使用Nd:YAG的Q开关的高频激光器施加导电轨迹。使用 10 至 $12 \times 10^6 \text{Wcm}^{-2}$ 的功率,频率为 50kHz ,脉冲持续时间为 $10\mu\text{s}$,并且速度为 300 至 400mms^{-1} 。

[0045] 使用脉冲激光施加导电轨迹6。注意,该轨迹被显示为施加在PCD层2的顶面4上。然而,该轨迹也可以被施加在PCD层2的间隙面5上,或者可以沿着包括顶面4和间隙面5两者的路径。激光烧蚀能量足以在PCD层2的表面中形成沟槽,并将金刚石转化为石墨。

[0046] 由于PCD是聚晶结构,并且钴的去除留下了孔,因此认为烧蚀的导电轨迹6的宽度应当是PCD的平均金刚石晶粒尺寸的至少三倍,以确保在导电轨迹中没有断开,否则这会影响导电轨迹承载电信号的能力。

[0047] 在图2的实施方案中,朝向切削元件1的切削尖端提供传感器7。示例性传感器包括磨损传感器、振动传感器、温度传感器等。

[0048] 还提供了数据收集元件8,该数据收集元件是允许将收集的数据移到用于数据分析的存储装置或计算机装置的元件。导电轨迹6在传感器7和数据收集元件8之间延伸,使得从传感器收集的数据可以被传送到数据收集元件8。

[0049] 尽管以上实施方案描述了浸出PCD的表面区域以降低其导电率的过程,但是该步骤并非总是必要的。为了使石墨轨迹承载可用的信号,表面区域的电阻率充分高于石墨轨迹的电阻率就足够了。利用施加到未浸出PCD表面(其含钴)的导电石墨轨迹来承载信号。如上所述,石墨的电阻率为约 $1 \times 10^{-5} \text{ohm} \cdot \text{cm}$,而未浸出PCD(含约8%钴)的电阻率典型为约 $1 \times 10^{-1} \text{ohm} \cdot \text{cm}$ 。电阻率的这种差异足以允许导电石墨轨迹承载数据信号。

[0050] PCD是一种脆性材料并且可能发生磨损或碎裂。因此,切削元件的工作寿命是基于推荐的时间,此时切削元件被更换。然而,在该预定时间之后,切削元件仍可能具有许多潜在的使用小时数。通过使用传感器来监视切削元件1的状况,能够更准确地监视工具寿命,并在发生不可接受的磨损量之前不久更换工具。这大大增加了切削元件的工作寿命。

[0051] 令人惊讶地,已发现导电轨迹可以间接地用于测量温度。电阻温度检测器(RTD)典型是金属的并且由诸如铂、铜或镍的材料构成。这些材料具有可重复的电阻与温度的关系。随着温度升高,电阻增加。相比之下,已发现石墨轨迹显示出随着温度升高而降低的电阻。通常在半导体材料中观察到这种行为。

[0052] 这种效果在图3中示出;在前刀面上制作带有石墨化轨迹的PCD切削元件。用刚刚高于 1.1V 的电压将电信号施加到石墨化轨迹上。使用该切削元件来切削工件。切削操作持续 400 秒。从图3可以看出,一旦切削操作开始,电压便快速下降。这是因为切削元件的温度升高。电阻与电压成正比,并且可以使用导电石墨轨迹的长度和横截面积使电阻与导电石墨轨迹的电阻率相关。石墨的电阻率随温度变化是已知的(例如,参见Poco的石墨,石墨的性质和特性,第22和23页,[www.http://poco.com/Portals/0/Literature/Semiconductor/IND-109441-0115.pdf](http://poco.com/Portals/0/Literature/Semiconductor/IND-109441-0115.pdf),2018年2月6日获取)。石墨的电阻率不随温度线性变化,因此必须对已知尺寸的导电石墨轨迹进行校正。在校正之后,可以使用电压来获取导电石墨轨迹的温度的指示,因此导电石墨轨迹本身成为温度传感器。

[0053] 将简要解释本文中使用的某些术语和概念。

[0054] 如本文所用,超硬或超硬材料具有至少 25GPa 的维氏硬度。合成金刚石和天然金刚石、聚晶金刚石(PCD)、立方氮化硼(CBN)和聚晶CBN(PCBN)材料是超硬材料的例子。合成金

刚石,也可称为人造金刚石,是已被制造的金刚石材料。PCD结构包含PCD材料或由PCD材料组成。超硬材料的其它例子包括某些复合材料,这些复合材料包含通过含陶瓷材料(例如碳化硅(SiC))的基质或通过硬质合金材料(例如Co结WC材料)保持在一起的金刚石或CBN晶粒。例如,某些SiC结合的金刚石材料可包含至少约30体积%的金刚石晶粒,这些金刚石晶粒分散在SiC基质中(其可含有SiC以外形式的少量Si)。

[0055] 通常并且如本文中所使用的,用于超硬材料的催化剂材料能够至少在超硬材料热力学稳定的压力和温度下促进包含超硬材料晶粒的聚晶材料的烧结。催化剂材料可以能够促进超硬材料的晶粒的直接交互生长,和/或更一般而言,能够促进超硬材料晶粒的烧结,从而形成聚晶材料。在一些实例中,催化剂材料可以独自或与其它合适材料组合充当能够形成烧结基质的粘合剂材料,超硬晶粒可以分散在所述基质中并且不一定彼此直接相互结合。例如,用于合成金刚石的催化剂材料能够在合成金刚石或天然金刚石比石墨热力学更稳定的温度和压力下促进合成金刚石晶粒的生长和/或合成金刚石晶粒或天然金刚石晶粒的直接交互生长。用于金刚石的催化剂材料的实例是Fe、Ni、Co和Mn,以及包括这些成分的某些合金。用于PCBN材料的催化剂或粘合剂材料可以包括含Ti化合物(例如碳化钛、氮化钛、碳氮化钛)和/或含Al的化合物(例如氮化铝)和/或含金属例如Co和/或W的化合物。

[0056] 如本文所使用的,聚晶金刚石(PCD)材料包含大量金刚石颗粒(多个金刚石颗粒的聚集体),其大部分直接相互结合,并且其中金刚石的含量为该材料的至少约80体积%。金刚石晶粒之间的间隙可以至少部分地填充有包含用于合成金刚石的催化剂材料的粘合剂材料,或者它们可以基本上是空的。包含PCD材料的本体可以包含至少一个如下区域:催化剂材料已经从该区域中的间隙中除去,从而在金刚石晶粒之间留下间隙空位。

[0057] 机床是一种动力机械装置,其可用于通过机加工来制造包含诸如以下材料的部件:金属、复合材料、木材或聚合物,该机加工是从称为工件的物体选择性地去除材料。机床可以包含刀具嵌件(或简称为“嵌件”),该刀具嵌件包含刀具结构,并且该嵌件可以是可转位的和/或可更换的。

[0058] 当机床用于机加工工件时,工件的碎片很可能会被除去,这些碎片被称为“切屑”。切屑是由所用机床从本体的工作表面除去的本体的碎片。控制切屑形成和引导切屑流是用于铝、钛和镍的先进合金的高生产率机加工和/或高表面光洁度机加工的工具的重要方面。可以根据各种机加工因素来选择断屑槽特征的几何形状,例如工件材料、切削速度、切削操作和所需的表面光洁度。

[0059] 虽然已参考实施方案具体显示和描述了本发明,但是本领域技术人员将理解,在不脱离所附权利要求书限定的发明范围的情况下,可以做出形式和细节上的各种改变。

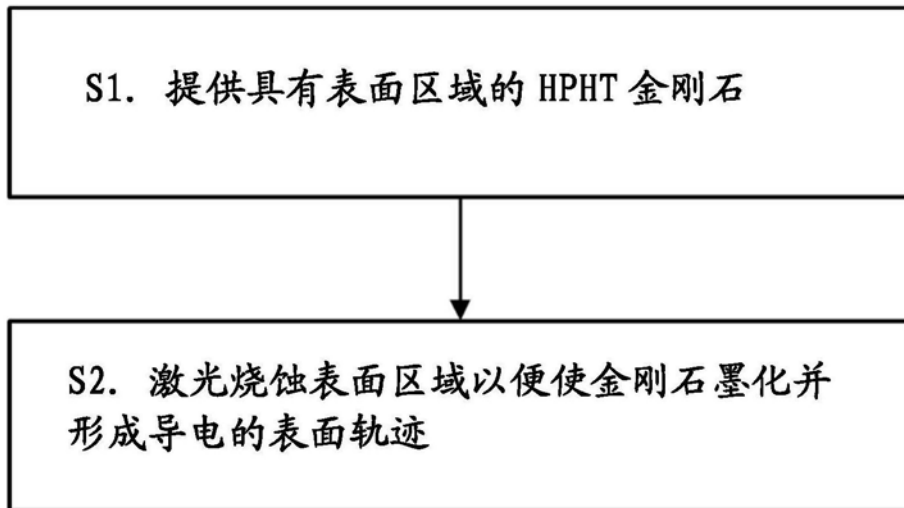


图1

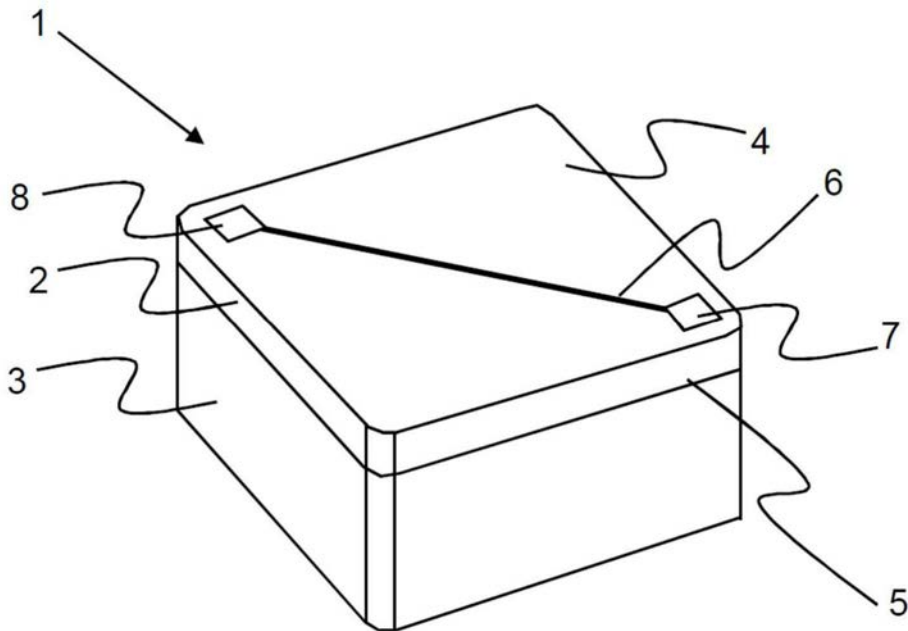


图2

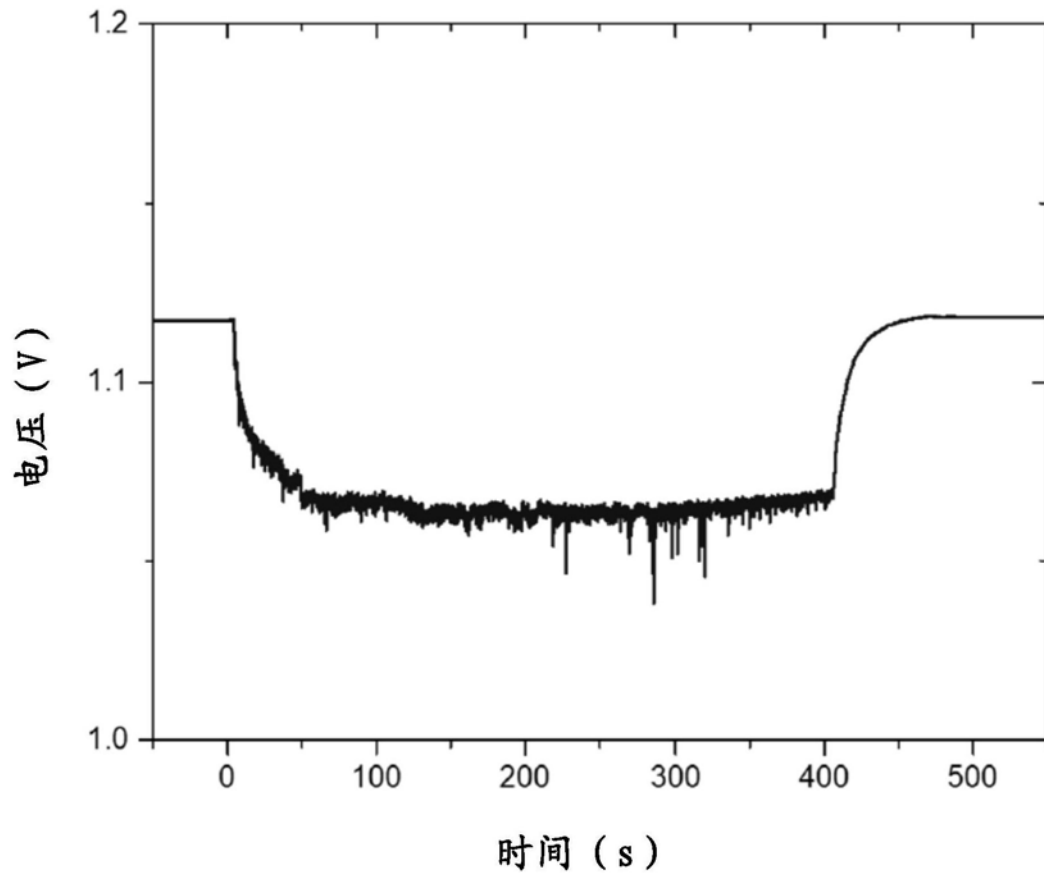


图3