(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104093886 B
(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201280055413.9
(22)申请日 2012.11.09
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104093886 A
(43)申请公布日 2014.10.08
(30)优先权数据
11188899.6 2011.11.11 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.05.09
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/072318 2012.11.09
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/068558 EN 2013.05.16
(73)专利权人 西格里碳素欧洲公司
地址 德国威斯巴登
(72)发明人 拉法尔·帕哈日纳
托马斯·奥雷斯
(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司 11219
代理人 梁晓广 关兆辉
(51)Int.Cl.
C25C 3/20(2006.01)
G01S 5/16(2006.01)
C25C 3/08(2006.01)
(56)对比文件
DE 10245320 C1,2003.11.06,
EP 1845174 A1,2007.10.17,
US 5805287 A,1998.09.08,
CN 1294681 A,2001.05.09,
EP 0880674 B1,1997.04.17,
CN 101329192 A,2008.12.24,
审查员 张海平

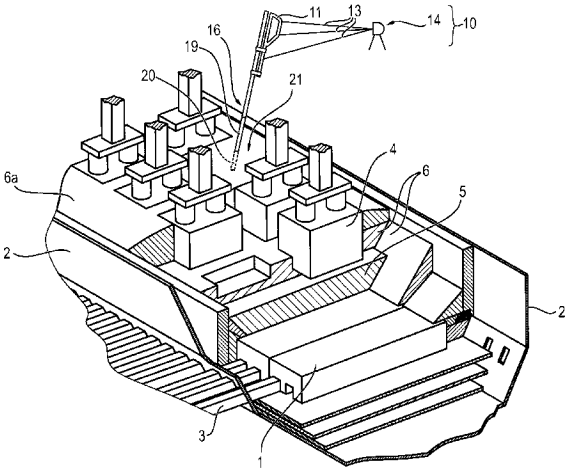
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

测量在工作的铝电解槽中的表面轮廓的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于测定铝电解槽的表面轮廓，特别是阴极磨损轮廓(22)或者侧面壁架轮廓的装置(10)，该铝电解槽填充有铝熔盐(5)并且具有侧面壁架(6a)，该装置包含：位置测定系统，其具有移动系统部件(11)和固定系统部件(14)；和矛杆(16)，其具有耐热矛杆末端(19)，该矛杆末端(19)用于浸入在该电解槽的阴极或侧面壁架表面上的熔盐(5)中，该移动部件(11)被附接到矛杆(16)，并且该固定部件(14)适于通过测定移动部件(11)的位置来测定矛杆末端(19)的位置。此外，本发明涉及一种通过使用所述装置(10)测定在铝电解槽中的表面轮廓，特别是阴极磨损轮廓(22)或者侧面壁架轮廓的方法，该装置(1)的矛杆末端(19)浸入在该电解槽的阴极或侧面壁架表面(6a)上的铝熔盐(5)中，并且测定该矛杆末端(19)的位置作为在电解槽中的该位置处的阴极(1)或侧面壁架表面(6a)的高度。



CN 104093886 B

1.一种用于测定铝电解槽的表面轮廓的装置(10),所述铝电解槽填充有铝熔盐(5)并且具有侧面壁架(6a),所述装置包含

-位置测定系统,所述位置测定系统具有移动系统部件(11)和固定系统部件(14),和

-矛杆(16),所述矛杆(16)具有耐热矛杆末端(19),所述矛杆末端(19)用于浸入到在所述电解槽的阴极或侧面壁架(6a)表面上的所述熔盐(5)中,

所述移动部件(11)被附接到所述矛杆(16),并且所述固定部件(14)适于通过测定所述移动部件(11)的位置来测定所述矛杆末端(19)的位置。

2.根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置用于测定阴极磨损轮廓(22)和侧面壁架轮廓。

3.根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述矛杆末端(19)包含或者至少由比所述矛杆(16)的轴(15)耐更高温度或者至少与所述轴(15)耐相同温度的材料制成。

4.根据前述权利要求中的任一项所述的装置,其特征在于,所述轴(15)包含或者至少由钢、石墨基材料或者碳纤维增强材料制成。

5.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其特征在于,所述矛杆末端(19)包含或者基本上由钢或者石墨基产品制成。

6.根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述石墨基产品包括由碳、石墨、半石墨、碳纤维增强陶瓷或碳纤维增强碳组成的组中的至少一种材料。

7.根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述矛杆末端(19)包含球形端(20)。

8.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其特征在于,所述轴(15)和/或所述矛杆末端(19)包含管。

9.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其特征在于,所述移动部件(11)被可逆地附接到所述矛杆(16)。

10.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其特征在于,所述位置测定系统适于以如下方式来测定所述矛杆末端(19)和/或球形端(20)的位置:测定所述移动部件(11)上的基准点(12)的位置,并且以所述基准点(12)的位置为基础来计算所述矛杆末端(19)和/或球形端(20)的位置。

11.根据权利要求1-3中的任一项所述的装置,其特征在于,所述固定部件(14)和所述移动部件(11)适于借助于光学装置来测定所述基准点(12)的位置。

12.一种使用权利要求1至11中的任一项所述的装置来测定在铝电解槽中的表面轮廓的方法,其中将所述装置(1)的矛杆末端(19)浸入所述电解槽的阴极或侧面壁架表面(6a)上的铝熔盐(5)中,并且测定所述矛杆末端(19)的位置作为在所述电解槽中的该位置处的所述阴极(1)或所述侧面壁架(6a)的高度。

13.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,所述方法用于测定阴极磨损轮廓(22)和侧面壁架轮廓。

14.根据权利要求12所述的方法,其特征在于,在将所述矛杆末端(19)浸入所述电解槽中之前除去覆盖所述电解槽的待测量的部分(21)的阳极块(4)。

15.根据权利要求14所述的方法,其特征在于,除去多个阳极块(4)并且测量相应的部分(21)。

16.根据权利要求15所述的方法,其特征在于,通过提供对于整个电解槽轮廓(22)的单

个部分(21)的测量值来测定所述阴极(1)的磨损轮廓(22)。

17.根据权利要求15或16所述的方法,其特征在于,仅测定所述电解槽的一些部分(21),并且通过外推剩余部分(21)来测定整个电解槽的轮廓(22)。

18.根据权利要求14至16中的任一项所述的方法,其特征在于,测定至少四分之一或至少一半的电解槽部分。

测量在工作的铝电解槽中的表面轮廓的方法

[0001] 本发明涉及一种用于测量在铝电解槽中的表面轮廓的装置，特别是阴极磨损轮廓和侧面壁架轮廓，以及一种测量在铝电解槽中的上述表面轮廓的方法。

[0002] 使用这样的电解槽用于以电解方式生产铝，特别是根据霍尔-赫劳尔特(Hall-Héroult)工艺。利用霍尔-赫劳尔特(Hall-Héroult)工艺，电解含有氧化铝和冰晶石的熔盐。对于包含冰晶石、氧化铝和添加剂(诸如氟化铝和氟化钙)的混合物，冰晶石用于将纯氧化铝的2045℃的熔点降低到约950℃。

[0003] 用于这种方法的电解槽包括槽底，该槽底由形成阴极的多个相邻的阴极块组成。可以理解，该相邻的阴极块之间的接缝以及该阴极块和槽的侧壁之间的周向接缝也被认为是阴极的一部分。为了经得起工作中的槽中的热和化学条件，阴极块通常由含碳材料组成。在阴极块的底侧提供凹槽，至少一个集流器布置在该凹槽中，被设置通过阳极的电流被传导通过所述至少一个集流器。在存在于阴极顶侧上方的熔融铝层上方大约3至5cm处设置由单个阳极块组成的阳极。在阳极和铝表面之间存在含有氧化铝和冰晶石的电解质熔盐。

[0004] 图1a-1c示意性地示出了对于霍尔-赫劳尔特(Hall-Héroult)工艺的电解槽的主要设计。图1a示出了常规电解槽的横截面图，图1b是电解槽的侧视图，而图1c是电解槽的透视图。

[0005] 附图标记1表示例如由石墨、无烟煤及其混合物组成的阴极。另外，可以使用以焦炭为基础的石墨化阴极。阴极1通常被合并到钢型或难熔型底座2中。阴极1可以是整块的，或者替代地由多个单个阴极块组成。

[0006] 沿着电解槽的长度，多个集流器3被引入阴极1，图1a仅示出了一个单个集流器3。在图1c中可见，对于每个阴极块，例如可以提供两个集流器。集流器的目的是提供电解过程所必需的槽电流。与阴极1相对地，提供若干常规的柱状阳极4，图1a示意性地示出了两个阳极4。图1c更详细地示出了电解槽中阳极的配置。在电解期间，通过在阴极1和阳极4之间施加电压，溶解在冰晶石中的氧化铝被分解为铝离子和氧离子。该铝离子向熔融铝移动以收集电子，从电化学观点来看熔融铝为真正的阴极。由于较高的密度，铝5在液相氧化铝和冰晶石的熔融混合物6的下方富集。氧离子在阳极处被还原为氧，该氧与阳极的碳反应。附图标记6a表示固化熔融混合物6的外壳，并且如果该外壳位于电解槽侧面，它被称为侧面壁架(ledge)。

[0007] 附图标记7和8表示用于提供电解工艺所必需的电压的电源的示意性显示的负极和正极，例如电压值范围在3.5和5V之间。

[0008] 如图1b的侧视图所示，底座2并且因此该整个电解槽显示为细长形状，被引入的多个集流器3垂直地通过底座2的侧壁。通常，目前工作中的槽的纵向延伸在8和15m之间，横向延伸在约3至5m之间。例如EP1845174中公开了如图1a所示的阴极。

[0009] 霍尔-赫劳尔特(Hall-Héroult)工艺的一个缺点是对能量的高需求。对于生产1kg铝，12-15kWh是必需的，这构成了生产成本的高达40％。为了降低生产成本，希望尽可能减少单位功率消耗。

[0010] 对于功率效率至关重要的一个参数是电解槽中阳极和液态铝的表面之间的距离。

该一个或更多个阳极分别需要与铝的表面间隔设置，该间隔足以防止该阳极和阴极块通过铝而发生短路。理论上，如果铝表面是光滑的，则该阳极可以移动到非常接近液态铝表面。然而，由于在电解期间引入到阴极中的高电流，产生了电磁场，这是由于它们的相互作用促使流动和波动进入液态铝中。这些波动导致局部增大的阴极磨损，因此缩短了整个电解槽的寿命。出现这种机械磨损是由于在热混合物中存在的熔融铝、电解质和氧化铝颗粒磨损电解槽底部，即阴极的顶部。此外，阴极磨损是由于在高密度电流下发生电化学过程。特别是，由于阴极中的碳反应变成碳化铝使得阴极被腐蚀。通常由于不均匀的磨损产生典型的“W型”磨损轮廓。这种磨损降低了电解槽的能量效率，因此液态铝和阳极之间的距离增加。

[0011] 目前，在电解槽寿命的极限关停电解槽后，在所谓的“检查”期间测量磨损轮廓。然而为了预测电解槽的寿命，理想的是能够在电解槽工作中根据其磨损轮廓获得该电解槽的实际状况信息。

[0012] 已经有若干种测定阴极的表面位置的尝试，并且因此测定工作的电解槽中例如在阴极上方具有铝和冰晶石的液态混合物时的磨损曲线。一般用于液体中的常规的测定方法，例如借助于超声波的回声和阴影方法不能使用，这是由于超声波不能透过液态铝。由于约1000℃的熔融高温，使用测量装置直接接触阴极表面也是不可能的。

[0013] 因此，机械方法已经被用于估测阴极磨损轮廓。为了这一目的，移出阳极块，并且通过浸入熔盐中的杆直接接触阴极表面。通过在熔盐水平面上方突出的杆的长度，估测阴极磨损。这种方法的缺点是测定深度精确度低，并且不能测定杆在电解槽平面内的位置，只能是估计。它不可能精确测定磨损轮廓，而仅仅是没有精确分布的最大和最小深度值。

[0014] 因此，本发明的目的是克服上述缺点，并且提供一种快速且精确地定位电解槽中的表面轮廓的方法，并且因此提供精确的表面轮廓，并且定位电解槽中侧面壁架表面轮廓，以及提供实施这种方法的装置。

[0015] 可以理解，术语“表面轮廓”包括阴极的表面轮廓、侧壁的表面轮廓和侧面壁架的表面轮廓。

[0016] 根据本发明，这一目的是通过一种用于测定铝电解槽的表面轮廓(特别是阴极磨损轮廓和侧面壁架轮廓)的装置实现的，该铝电解槽填充有铝熔盐，并且具有侧面壁架，该装置包含：位置测定系统，该位置测定系统具有移动系统部件和固定系统部件；和矛杆，该矛杆具有耐热矛杆末端，该矛杆末端用于浸入在该电解槽的阴极或侧面壁架表面上的熔盐中，该移动部件被附接到矛杆，并且该固定部件适于通过测定移动部件的位置来测定矛杆末端的位置。

[0017] 根据本发明的装置第一次能够精确测量工作的电解槽的阴极表面和侧面壁架的位置。通过分离进行实际测量的位置，即，移动部件的位置和点，可以使用热敏设备测定它们的位置。约1000℃的高温不会影响测量，因为该移动部件和固定部件被设置成距熔盐具有一定距离。此外，使用该装置非常快速的测量是可能的。如果在进行测量的电解槽中已经移除阳极块，这是有利的。高速测量不影响电解槽中的热平衡。

[0018] 优选地，该矛杆末端包含或者至少基本上由比该矛杆的轴耐更高温度的材料或者至少与该轴耐相同温度的材料制成。这是有利的，因为该矛杆末端本身是浸入熔盐或侧面壁架中的，然而在电解槽的测量期间该轴保持在熔盐或侧面壁架上方。因此，该轴不需要由就温度和耐蚀性而言高质量的材料制成，并且对于轴可以选择不太昂贵的材料。

[0019] 根据特别优选的实施例，该矛杆末端包含或者至少基本上由钢(优选不锈钢)或者石墨基材料制成。已经注意到该熔盐，特别是冰晶石对许多材料具有化学腐蚀性。特别是钢为不锈钢时能够容易地经得起上述环境。对于石墨基材料也具有相同的应用。对于矛杆末端，其他更优选的材料是钛合金和陶瓷，例如氧化物或氮化物陶瓷。

[0020] 优选，该矛杆的轴包含或者至少基本上由钢，优选不锈钢制成。虽然该轴不直接接触熔盐或侧面壁架，但是它位于与熔盐或侧面壁架相邻的地方，使得能够经得住该热混合物还是有利的。此外，钢具有相对高的硬度，这增加了测量的准确性。另外，该轴还可以由石墨基材料和/或碳纤维增强材料构成。

[0021] 该石墨基材料可以有利地包括由碳、石墨或半石墨组成的组中的至少一种材料。该碳纤维增强材料可以有利地包括由碳纤维增强陶瓷或碳纤维增强碳组成的组中的至少一种材料。

[0022] 按照本发明的优选实施例，该矛杆末端包含球形端。该球形端具有有利的球形形状，当进行测量时这不会损害阴极的表面。该球形端可以是固定到矛杆末端的单独的部分。可以通过焊接进行固定。另外，该球形端可以是该矛杆末端本身的圆形一体端。

[0023] 按照本发明的优选实施例，该轴和该矛杆末端通过可逆接头诸如螺纹相连结。另外该接头可以是不可逆接头，如焊接接头。

[0024] 根据本发明的优选实施例，该矛杆末端的长度至少和阴极上方的熔盐的深度或侧面壁架的深度一样长，才可以测定阴极和面壁架的表面。该长度优选至少为50cm，更优选至少70cm，最优选为80和100cm之间。

[0025] 根据另一个优选的实施例，该轴和/或该矛杆末端包含管。该管与实心(massive)材料具有大约相同的硬度但是较轻，使得操纵装置进行测量较为简单。此外，与实心材料相比，管储存并传导较少的热量，这还有助于在高温下更从容地操纵。

[0026] 根据另一个特别优选的实施例，该移动部件被可逆地附接到该矛杆。在该轴和/或该矛杆末端被损坏并且需要更换的情况下，这允许快速更换该矛杆。

[0027] 此外，优选该位置测定系统适于通过如下方式来测定该矛杆末端和/或球形端的位置：测定该移动部件上的基准点的位置，并且以该基准点的位置为基础来计算该矛杆末端和/或球形端的位置。对于上述系统，该移动部件本身仅提供基准点而本身没有携带用于测量的设备是可能的。因此，该移动部件对于铝电解槽中热混合物的热量和腐蚀是非常稳定的并且不敏感的，这是可能的。此外，该位置测定系统避免了在强电磁场上方或接近强电磁场处敏感的测量设备通常会发生的问题，该强电磁场是由于高电流流向和流过阴极时产生的。通过将距电解槽一定距离设置的固定部件与设置在阴极上方的移动部件上的基准点位置分离，根据本发明可以防止由于电磁场而导致的问题发生。

[0028] 根据另一个优选的实施例，该固定部件和该移动部件适于借助于光学装置测定该基准点的位置。例如这意味着该基准点本身是发光的光源，光可以被该固定部件如照相机或其他光敏装置检测。接收的信号能够通过计算装置进行运算，该计算装置测定出该基准点的位置。另一种选择是，该基准点可以是镜面，该镜面反射由其他光源发出的光。

[0029] 例如，在EP0820701B1、EP0700506B1和EP0800674B1中公开了借助于固定部件测定位置测定系统的移动部件上的基准点位置的精确程序，它们涉及上述程序的内容通过参考并入。

[0030] 对于本申请，各种光都是适合的。在优选实施例中，在移动部件上布置IR发光二极管发出红外光作为基准点。

[0031] 借助于光学手段测定位置具有下列好处，即对于该位置测定系统不需要运动部件。因此，该位置测定系统不易发生机械磨损或故障。

[0032] 因为在固定部件中进行运算，因此更靠近该热熔盐的移动部件可以设计得非常简单，并且因此非常坚固。基本上，该移动部件可以由本体和基准点构成。该本体可以是基于铝的，例如其重量轻并且具有高硬度。被布置在矛杆的端部的该移动部件远离矛杆末端，并且因此在测量期间远离该热熔盐，温度对该移动部件的作用是相对低的，使得铝不会熔化。

[0033] 此外，本发明的目的是通过如下方法来实现的，使用根据本发明的装置测定铝电解槽中的表面轮廓，特别是阴极磨损轮廓和侧面壁架轮廓，其中将该装置的矛杆末端浸入在该电解槽的阴极或侧面壁架表面上的铝熔盐中，并且测定该矛杆末端的位置作为在电解槽中的该位置处的阴极或侧面壁架表面的高度。

[0034] 根据本发明的优选实施例，在将该矛杆末端浸入电解槽中之前除去覆盖在该电解槽的待测量的部分上的阳极块。优点是该电解槽在仅移除一个阳极块时还可以继续工作。为了磨损轮廓的测量，无需关停该电解槽。

[0035] 优选地，利用根据本发明的方法除去多个阳极块并且测量相应的部分。这样获得较大的电解槽区域的磨损轮廓是可能的。

[0036] 根据特别优选的方法，通过提供相对于整个电解槽轮廓的单个部分的测量值来测定该阴极的磨损轮廓。

[0037] 根据另一个优选的实施例，仅测量电解槽的一些部分，并且通过估算/外推剩余部分来计算整个电解槽的轮廓。

[0038] 根据特别优选的实施例，测量电解槽部分的一半或电解槽部分的四分之一。由于传统的铝电解槽的高度对称，电解槽磨损轮廓的四分之一或一半能够容易地转换成被估算的整个磨损轮廓。

[0039] 显然，本发明还覆盖了铝电解槽不填充铝熔盐的情况。在这种情况下，能够达到阴极而不用浸入在熔盐或热混合物中。对于这种目的，或者矛杆如上所述被附接到该移动部件上，或者使用不含有矛杆的移动部件。在后面的情况下，该移动部件的腿部起到与矛杆相同的作用。在说明书、权利要求书和附图中提及的根据本发明的装置和方法的所有其他特征都可以适用于这种另外的情况。总体上，本发明涉及一种用于测定铝电解槽的表面轮廓，特别是阴极磨损轮廓或侧面壁架轮廓的装置，该装置包含：位置测定系统，该位置测定系统具有移动系统部件和固定系统部件；和矛杆，该矛杆具有矛杆末端，该矛杆末端用于接触电解槽的阴极或侧壁或侧面壁架，该移动部件被附接到该矛杆，并且该固定部件适于通过测定移动部件的位置来测定矛杆末端的位置，该矛杆是移动部件的腿部或者另外的矛杆。

[0040] 此外，本发明通总体上涉及一种通过如下方式测定铝电解槽中的表面轮廓，特别是阴极磨损轮廓或者侧面壁架轮廓的方法，利用如上所述的该装置通过该装置的矛杆末端接触阴极或者侧壁或者侧面壁架，并且测定该矛杆末端的位置作为在电解槽中的该位置处的阴极或侧壁或侧面壁架的高度。

[0041] 下面借助于图1a至3与非限制性的实施例更详细地解释本发明，

[0042] 附图表示

[0043] 图1a:现有技术铝电解槽的横截面图,

[0044] 图1b:根据图1a电解槽的纵截面图,

[0045] 图1c:铝电解槽的透视图,

[0046] 图2:根据本发明的装置的示意图,

[0047] 图3:根据图1c的现有技术的电解槽,已经移除一个阳极块,并且根据本发明的装置被浸入该电解槽中。

[0048] 图1a至1c示出上文已经说明的铝电解槽。

[0049] 为了测定这种现有技术的电解槽的阴极磨损,使用根据本发明的装置。装置10包含如图2所示的光笔形状的移动系统部件11。该光笔11包括多个发射光13的发光二极管12,其能够被位置测定系统的固定部件14检测。通过利用钢带17将光笔11夹紧到不锈钢管15,该光笔11被附接到该不锈钢管15,该不锈钢管15是矛杆16的轴。借助于封闭钢套管17的螺钉进行夹紧,其中光笔11被插入在该钢套管17中。图2仅示出了套管17作为夹紧装置。

[0050] 在矛杆16的远离光笔11的端部18处,矛杆末端19被布置到矛杆16上。该矛杆末端19具有焊接到其上的球形端20。在这个实施例中,轴15和矛杆末端19以及球形端20都由不锈钢制成。在这个实施例中,使用AISI52100型的不锈钢。与常规不锈钢相比,对于在铝电解槽的熔盐中的腐蚀性冰晶石,它展现出更高的耐蚀性。另外,不需要像矛杆末端19和球形端20耐受如此高的温度的轴15可以由纤维增强材料(如碳纤维增强聚合物)制造。此外,轴15和特别优选的矛杆末端19,以及球形端20可以由碳纤维增强碳或碳纤维增强陶瓷制造。这些材料质量轻并且耐高温。

[0051] 在这个实施例中,矛杆16的总长度为2.3米,矛杆末端19的长度约为1米。轴15是外径为20mm的管,并且矛杆末端19同样具有20mm的直径。

[0052] 在开始测量之前,校准该位置测定系统。为了这一目的,在电解槽旁边的某一校准位置处放置该矛杆末端19的球形端20。作为该位置测定系统的移动部件11的光笔上的IR发光二极管作为基准点12发射光13。通过作为该位置测定系统的固定部件14的一部分的一个或更多个照相机记录该光13,并且将该光13传输到固定部件的计算部件(未示出)。对于被以不同角度保持的矛杆16重复这个过程,但是该球形端总是在相同位置。这样,该位置测定系统识别矛杆16的长度,并且被校准以仅从已知的基准点12的位置确定该球形端20的位置。

[0053] 接下来,从电解槽移除一个阳极块4,并且在这个部分21露出熔盐5、6、6a。矛杆末端19浸入熔盐5、6、6a中,直至该球形端20被阴极1的表面阻止。通过利用该固定部件14测定光笔11的基准点12的位置,测定该球形端20的三维位置。该球形端20的位置与阴极的高度对应,该球形端就其位置而言被放置在阴极1的平面内。

[0054] 根据这种方法,测定移除阳极块4后露出的部分21中的多个点。在这个实施例中,虽然由于在低于电解槽正常工作条件下发生普通氧化的阳极块被移除,但是该电解槽继续工作。在大约10至30分钟之后,由于能量和效率的原因,在移除的阳极块4的部分21布置新的阳极块4。在被新的阳极块再次替换之前,这种固体的新的阳极块将再持续三个星期。在移除第一个阳极块4并且测量在相应的部分21中的阴极磨损之后的一天,移除另一个常规腐蚀的阳极块4并且用新的代替它。再次利用移除的阳极块4的该部分21中露出熔盐的机会,如前所述测量该部分21的阴极表面。

[0055] 这样，在三个星期的过程中，具有20个阳极块4的常规铝电解槽、电解槽的整个阴极表面被测量。因此，在电解槽的正常替换操作期间，不必关停电解槽就能够容易地完成电解槽的整个磨损轮廓22(如图1a横截面所示的)的精确测量。为了在电解槽正常运行期间更快速地测量，仅移除一半阳极块，并且因此测量一半磨损轮廓，通过外推还未经测量的部分21的测量值来测定整个电解槽的磨损轮廓22。

[0056] 另外，在一系列测量中移除全部阳极块4以直接获得磨损轮廓22。这通过本发明的变型而以特定方式完成，其中关停电解槽并且包括铝和电解质的全部熔盐被移除。在这种状态下，对于冷却的电解槽也不需要光笔附接到矛杆，但是可以使用光笔的端部作为被认为是阴极表面的相应的测量点的端部。

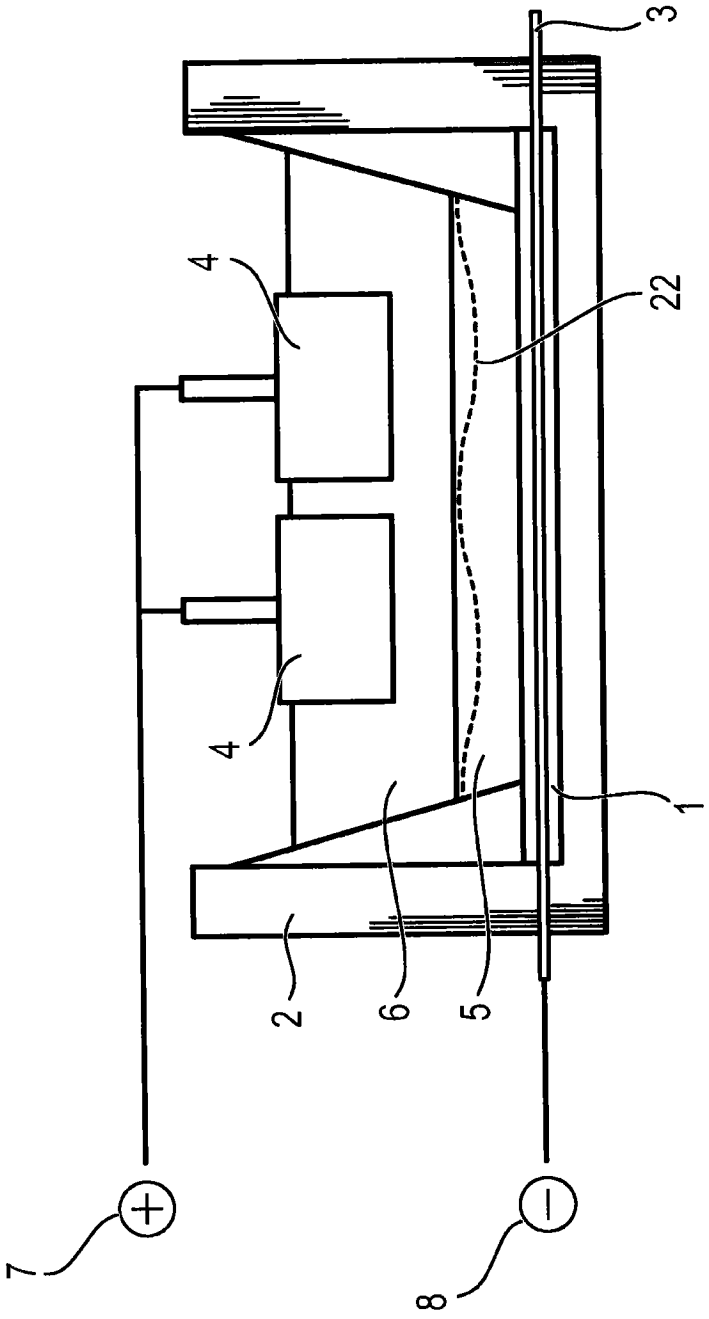


图1a

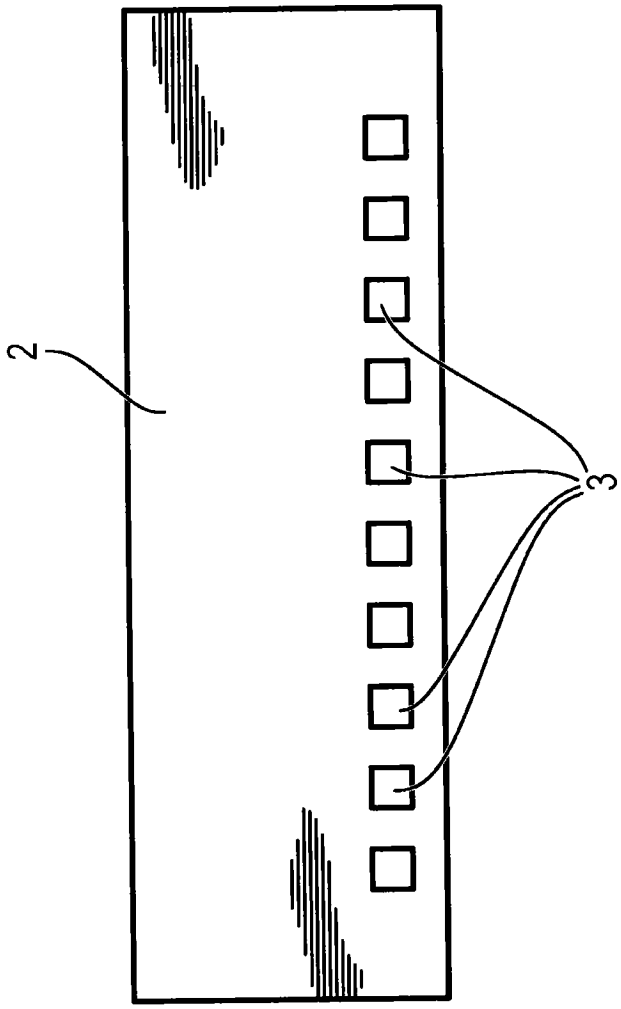


图1b

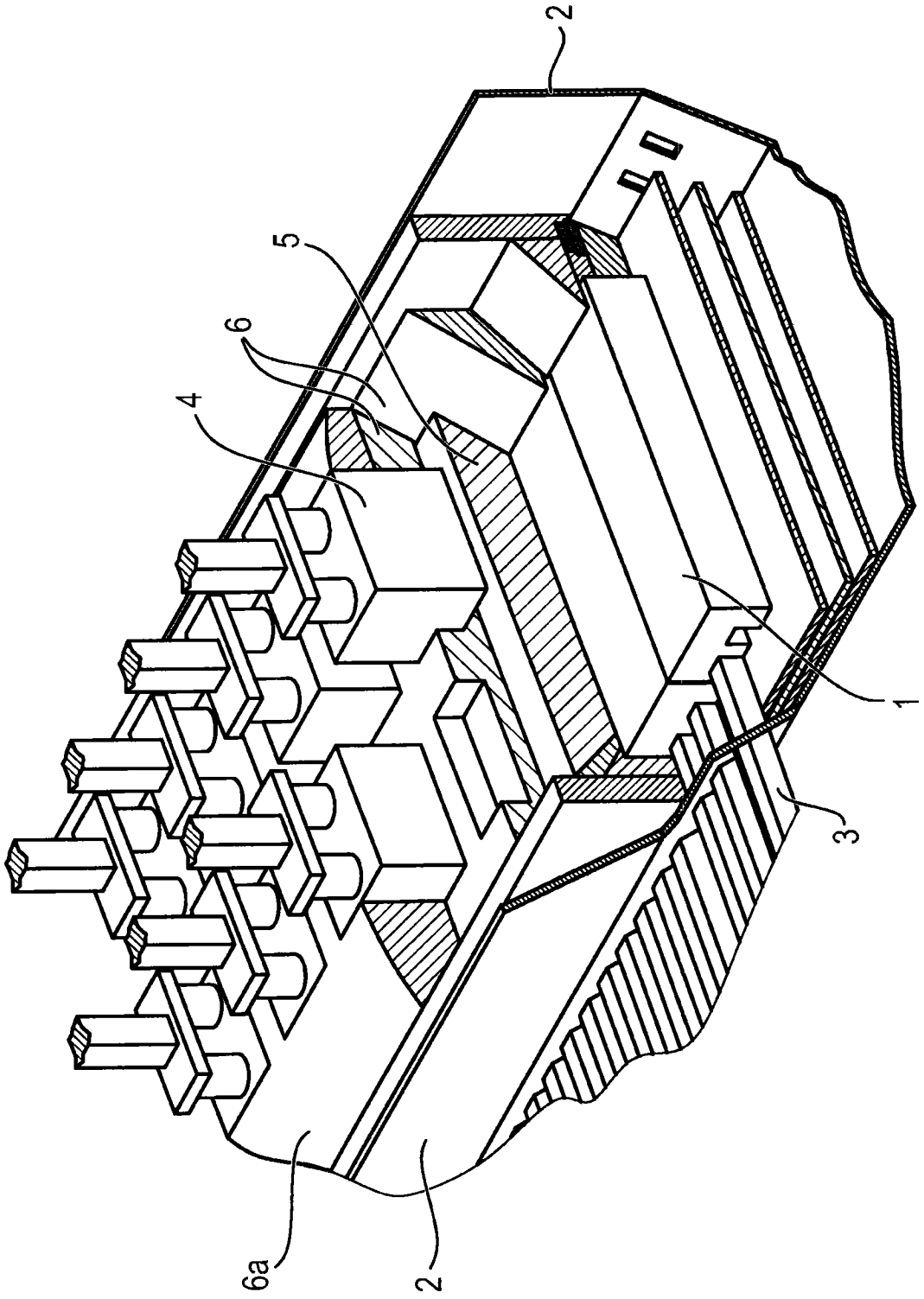


图1c

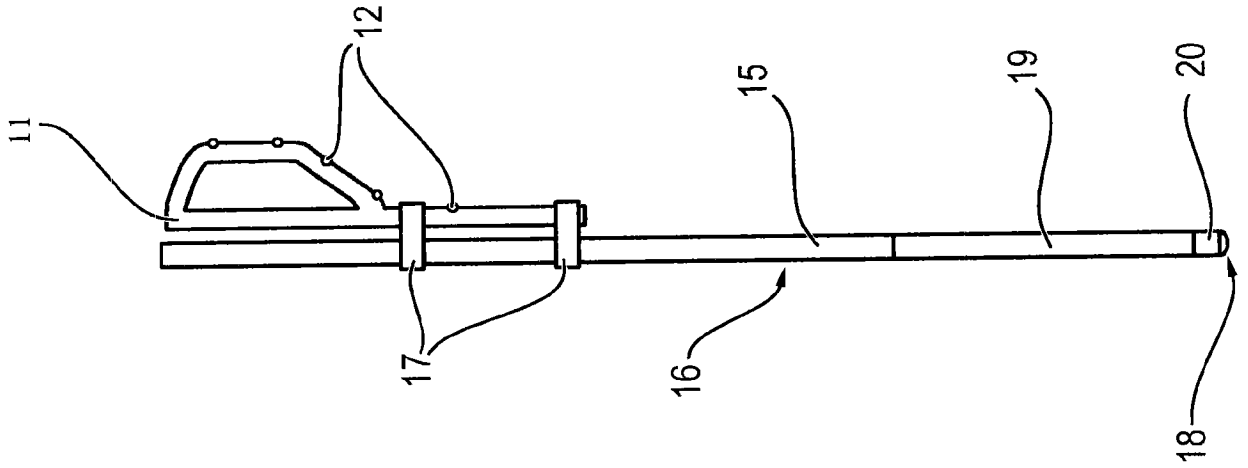


图2

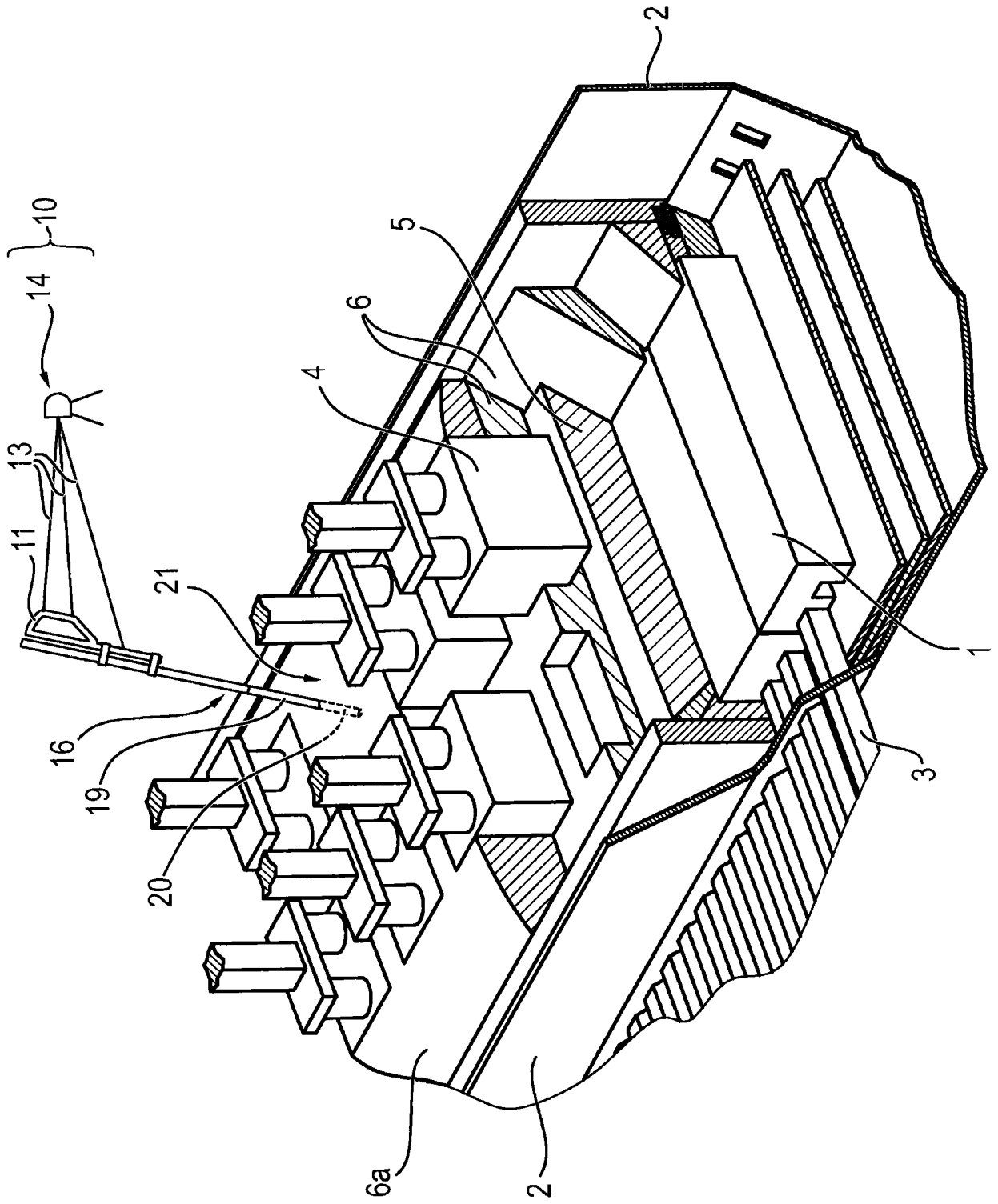


图3