(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 103069606 B
(45)授权公告日 2015.11.25

(21)申请号 201180039837.1

(22)申请日 2011.06.21

(30)优先权数据
10166807.7 2010.06.22 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.02.18

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2011/060275 2011.06.21

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2011/161072 DE 2011.12.29

(73)专利权人 巴斯夫欧洲公司
地址 德国路德维希港

(72)发明人 C·于布勒 D·本德尔 G·胡贝尔
A·菲舍尔 B·舒贝 G·阿瑟顿
F·斯塔克普尔 C-H·达斯特曼

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 杨晓光 于静

(51)Int.Cl.
*H01M 2/02*(2006.01)
*H01M 2/10*(2006.01)
*H01M 2/26*(2006.01)
*H01M 10/39*(2006.01)
*H01M 10/42*(2006.01)
*H01M 10/058*(2006.01)
*H01M 8/18*(2006.01)

(56)对比文件
CN 101682015 A ,2010.03.24, 全文.
CN 1441975 A ,2003.09.10, 全文.
JP 2000-251931 A ,2000.09.14, 摘要,说明书第【0016】段.
JP 63-202865 A ,1988.08.22, 全文.
US 3915741 1975.10.28, 第3栏第39行－第5栏第24行,图2－3).
US 4037027 1977.07.19, 全文.
US 4510681 1985.04.16, 全文.
US 4576881 1986.03.18, 全文.

审查员 林娟

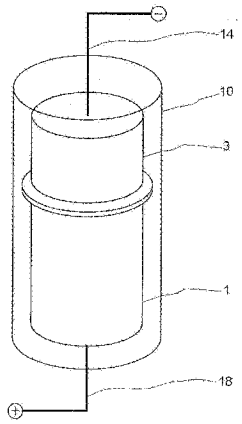
权利要求书1页 说明书8页 附图9页

(54)发明名称

用于电能的大规模存储的改善的工业设备

(57)摘要

本发明涉及用于电能的大规模存储的改善的工业设备以及用于通过该设备存储和传输电能的方法,其中所述设备特征在于,a)所述设备包含材料A和S,b)材料A和S被彼此分离地包括各自的容器BA和BS中,这些容器被设置在彼此之上,c)其中通过阳离子可渗透的固态电解质E接合容器BA和BS,以及d)其中容器BA和BS包含在外部容器中,其特征在于所述设备包括包含通过固态电解质E接合的容器BA和BS的至少两个外部容器。




CN 103069606 B

1. 一种用于通过形成氧化还原搭档并且互相分离存在的材料 A 和 S 存储电能的设备，其中

a) 所述设备包括所述材料 A 和 S，其中所述材料 A 是碱金属并且所述材料 S 是硫，

b) 所述材料 A 和 S 每一个都被彼此分离地包括在设置在彼此之上的容器 BA 和 BS 中，

c) 其中通过阳离子可渗透的固态电解质 E 接合所述容器 BA 和 BS，以及

d) 所述容器 BA 和 BS 被包括在总容器中，其中所述设备包括包含通过固态电解质 E 接合的容器 BA 和 BS 的至少两个总容器，其中所述设备包括用于容纳液态碱金属的阳极隔舱 A、用于容纳液态硫的阴极隔舱 K，其中硫电极由浸有硫 / 多硫化钠的片状碳结构形成以及所述固态电解质 E 为电解质管的形式以及所述硫电极同心围绕所述电解质管设置，其中所述总容器的至少两个安装在传输容器中，所述电极串联连接。

2. 根据权利要求 1 的设备，其中所述容器 BA 和 BS 作为鼓对齐平地设置在彼此之上。

3. 根据权利要求 1 或 2 的设备，其中所述碱金属作为熔体存在并且被保持在所述电解质管的内部，所述电解质管在底部封闭并且空间通过升高管与上方公共碱金属具体地钠储存器连通。

4. 根据权利要求 1 或 2 的设备，其中陶瓷或者传导阳离子的玻璃被用作固态电解质 E。

5. 根据权利要求 4 的设备，其中所述固态电解质 E 包括 β 氧化铝或者 β ”氧化铝。

6. 根据权利要求 5 的设备，其中所述 β 氧化铝或者 β ”氧化铝被稳定化。

7. 根据权利要求 2 的设备，其中所述容器 BA 和 BS 中的下容器是具有铝镁合金内部衬里的钢鼓。

8. 根据权利要求 1 或 2 的设备，其中所述碱金属为钠。

9. 一种使用电化学反应器存储并且释放以及可选地传输电能的方法，其中使用了根据权利要求 1 的设备。

10. 根据权利要求 9 的方法，其中在所述设备中，所述容器 BA 和 BS 通过所述固态电解质 E 单个或者多个地连接并且数目能改变以允许适应功率输出和容量。

11. 根据权利要求 9 或 10 的方法，其中碱金属的熔体用作材料 A 并且硫熔体用作材料 S。

12. 根据权利要求 11 的方法，其中在电化学反应期间通过流体静力梯度或者所述电化学产生的压力梯度移动所述碱金属的熔体。

13. 根据权利要求 9 或 10 的方法，其中在至少 250℃的温度下进行所述方法。

14. 根据权利要求 10 的方法，其中通过使用在底部的孔和管插入物配置所述容器 BA 以便液态碱金属在所述管插入物周围自由连通，但是用于传导通过功率入口引线和升高管的自由空间保留在所述管插入物内。

15. 根据权利要求 9 或 10 的方法，其中通过使用替代体来减小所述容器 BA 和 BS 的至少一个中的所述反应剂的质量。

# 用于电能的大规模存储的改善的工业设备

## 技术领域

[0001] 本发明涉及用于能量的大规模存储的改善的工业设备以及用于通过此设备存储和传输电能的方法。

## 背景技术

[0002] 在化石燃料燃烧发电站的情况下，电能的产生伴随着 $CO_2$ 的排放，并且因此对温室效应有明显影响。基于可再生能源载体的能量的产生，例如，风能，太阳能，地热或者水电，避免了此缺点。然而，目前这些可再生能源的载体每当根据消耗情况而需要时却是不可得的。另外，能量产生位置可以不同于能量消耗位置。为了补偿系统中的此固有缺点，存储、缓冲和可能地传输产生的能量是必需的。

[0003] 不能连续获得来自如风轮机、太阳能面板的能量。供需之间不匹配。在这些边界条件下不能获得专门基于可再生能源且仍然稳定的电网。因此，存在对通过具有高效率的廉价且能量有效(energy efficient)的系统来均衡并缓冲这些波动的需要。

[0004] 由于地理、气候和 / 或地质边界条件，在地球上的许多人烟稀少的地区，例如，撒哈拉、冰岛或者“近海”，存在通过风力发电站、太阳能电站或者地热电站从风、太阳或者地热高效率产生电能的潜力。然而，缺少向高消耗地区传输能量的工业方法。传统传输系统受限于网格损耗和网格建设的成本。氢技术，其中产生的电能被就地转化为氢并且随后在燃料电池中转化为电能，具有约 20% 的效率，然而却由于氢的传输和液化消耗了大部分的能量而没有吸引力。

[0005] 大量电能的存储和电能的远距离传输两者都是至今没有被满意解决的问题。目前，利用水的大地高度差的势能转化功率的抽水蓄能电站被用于储存工业级电能。然而，这样的抽水蓄能电站的建设受限于地理和生态边界条件。其中空气压缩用于能量存储的抽水蓄能电站也受到限制，因为他们的效率相对低。如超级电容器或者飞轮(flywheel)的其它形式的能量存储处理其它目标市场(短期存储)。电池最接近于此要求并且已经在各种设计中实现工业应用。

[0006] DE-A-2635900 公开了一种电池，其包括作为阳极的至少一种熔体碱金属材料以及阴极反应剂，其与阳极反应剂的反应性是电化学可逆的。阴极反应剂包括熔体多硫化物盐或者包括硫熔体和充满硫熔体的多硫化物盐构成的两相成分。此电池还包括用于在阳极反应区域和阴极反应区域之间的质量传输阳离子渗透阻挡层。

[0007] DE-A-2610222 公开了一种包括多个钠硫基元的电池，其中每个基元具有 1) 包括阴极反应剂的阴极隔舱 2) 阴极反应剂在操作温度下为液态并且由硫、磷或者硒或者这些元素的碱盐构成、包括阳极反应剂的至少一个固体电解质管，阳极反应剂在操作温度下是液态并且由具体地为钠的碱金属构成以及还有阳极容器 3) 其包括阳极反应剂的储存器。

[0008] 从 EP-A-116690 已公知连接多个钠硫电池作为电能储存系统的模块。

[0009] 所有这些电池是能量储存受包括在电池中的反应剂(氧化还原搭档)的数量限制的封闭系统。通过流电池(flow battery)减少了此限制。此电池概念基于包括溶剂和金

属盐的液态电解质。可以通过包括反应剂的第二存储容器增加传统电池的存储量限制。

[0010] DE-A-2927868 公开了在具有通过半透离子交换膜互相分开的阳极隔舱和阴极隔舱的电化学基元中用于存储和释放电能的流电池，其中向阳极隔舱提供阳极液溶液、在阳极液溶液中保持基本溶解并且可以从其氧化形式再次还原的可氧化化合物，氧化的阳极液溶液从阳极液部件移走并且储存氧化的阳极液溶液。同时，向阴极隔舱提供阴极液溶液、在阴极液溶剂中保持基本溶解并且可以从其还原形式再次氧化的可还原化合物。阳极液溶液和阴极液溶液可以储存在两个对应的容器中并且通过循环泵穿过阳极隔舱和阴极隔舱循环。阴极液溶液可以，例如，包括六价铬并且阳极溶液可以包括二价铬。

[0011] DE-A-1771148 和 US-A-3533848 公开了一种用于通过钠和硫的电化学结合获得电能的系统，其中该系统具有对具有用于钠和硫的相邻空间的钠离子可渗透的膈膜、基元外的用于储存钠的容器、将钠从储存容器向燃料电池输送的管线、电池外的用于储存硫的容器以及将硫从储存容器向电池输送的管线。这些电池可以，例如，串联电连接。

[0012] 从 JP-A-2001118598 可以知道钠硫电池用两个或者更多矩阵形式的用于熔体钠或者熔体硫的圆筒操作。

[0013] 从 JP-A-2002184456 可以知道钠硫电池通过以固定方式连接到电池的用于硫的外部存储箱操作。

[0014] 在公知的钠硫电池中及其作为流电池的实施例中，在时间和空间中耦合存储在开始材料钠和硫中的能量的输入和通过钠和硫的反应形成硫化钠和 / 或多硫化钠的放电。

## 发明内容

[0015] 本发明的目的为提供用于基于氧化还原搭档(redox partner)，具体地为碱金属，特别是钠和例如硫的电化学发电站的改善的设备和改善的方法。

[0016] 本发明提供了一种用于通过形成氧化还原搭档并且互相分离存在的材料 A 和 S 的方式存储电能的设备，其中

[0017] a) 所述设备包括材料 A 和 S，

[0018] b) 材料 A 和 S 每一个都彼此分离地包括在设置在彼此之上的容器 BA 和 BS 中，

[0019] c) 其中通过阳离子可渗透的固态电解质 E 接合容器 BA 和 BS，以及

[0020] d) 容器 BA 和 BS 包含在总容器中，其中设备包括包含通过固态电解质 E 接合的容器 BA 和 BS 的至少两个总容器。

[0021] 在优选实施例中，材料 A 是碱金属，具体地为钠，并且材料 S 是硫。

[0022] 通过电解质 E 连接的容器 BA 和 BS 代表基元；在优选实施例中，此基元是鼓的形式(下文中称作鼓基元)。

[0023] 本发明还提供一种用于使用电化学反应器存储和释放、可选地传输电能的方法，其中使用根据本发明的设备，在优选实施例中，用碱金属作为材料 A，具体地为钠，和使用硫作为材料 S。

[0024] 在具体的实施例中，本发明还提供用于在要求能量的地方传输以及释放电化学发电站中的电化学能的方法。

[0025] 1) 提供至少一个包括高纯液态硫的存储容器 BS 和包括液态高纯碱金属的存储容器 BA，

[0026] 2）提供至少一个电化学碱金属 / 硫基元，其中此基元包括至少下列部件 ：

[0027] 2.1 用于容纳液态碱金属的阳极隔舱 A。

[0028] 2.2 用于容纳液态硫的阴极隔舱 K，其中

[0029] 2.3 通过固态电解质 E 分离隔舱 A 和 K，固态电解质 E 在电池的操作温度处对由碱金属的氧化形成的阳离子是可渗透的。

[0030] 2.4 用于闭合外部电流电路的电极，以通过碱金属与硫的反应产生电功率。

[0031] 3）存储容器 BA 连接到阳极隔舱 A 并且存储容器 BS 连接到阴极隔舱 K，液态碱金属引入到阳极隔舱 A 和液态硫引入到阴极隔舱 K。

[0032] 4）闭合外部电流电路，导致碱金属的氧化，在阴极隔舱 K 中形成碱金属硫化物和电流的流动。

[0033] 5）在阴极隔舱中形成的碱金属硫化物被移掉并且收集在存储容器 BAS 中。

[0034] 6）在存储容器 BAS 中收集的碱金属硫化物传输到高能量获得率（availability）的位置并且在电化学基元中电解以形成硫和高纯钠。

[0035] 7）在步骤 6 中获得的硫和碱金属成分的至少一种被传输到需要能量的位置并且提供给配置为功率产生器的其中使用了根据本发明的设备的电化学发电站。

[0036] 氧化还原搭档

[0037] 在优选实施例中，利用了钠和硫的氧化还原电势。在另一个实施例中，由钠和氯化钠 / 重金属氯化物构成的系统形成用于能量储存的电势差。优选重金属氯化物是氯化镍（Ⅱ）和氯化铁（Ⅱ）。

[0038] 在下文中，除非明确表明是其它情况，否则具体指钠 / 硫系统。对于其它系统，这些实施例可类似地并以本领域的技术人员熟悉的基于本发明的本描述的形式实施。参考标记旨在在附图中的具体实施例的帮助下具体地解释细节。

[0039] 正电极

[0040] 硫电极表示能量存储器的正侧。通过片状碳结构形成此正极，具体地，此类型的毡或者非织物，用硫 / 多硫化钠浸渍。同心围绕陶瓷电解质管设置碳电极。非导电开口多孔间隔层的并入防止碳电极与陶瓷电解质的直接接触。这防止无钠不导电的硫涂敷陶瓷电解质而限制电流流动。通过功率出口引线的系统以低欧姆导电的方式将碳电极连接到鼓基元的底部处的电流收集轨。

[0041] 在优选实施例中，在阴极隔舱中的液态硫与导电添加剂混合。优选导电添加剂是硒、四氰乙烯、石墨和炭黑。

[0042] 在阴极隔舱中形成的碱金属硫化物可以包括碱金属硫化物和 / 或对应的多硫化物，具体地，多硫化物具有公式 $M_2S_x$，其中 $x>2$，更具体地多硫化钠 $Na_2Sx$。

[0043] 负电极

[0044] 作为用作负电极的材料，具体地使用碱金属，更具体地为钠。

[0045] 电解质

[0046] 在优选实施例中，电解质包括被优选稳定化的 β-氧化铝或者 β″-氧化铝，优选用 MgO 或者 $Li_2O$ 稳定化。

[0047] 在特别的优选实施例中，陶瓷用作电解质。用于陶瓷的可能材料是如 NASICON® 的陶瓷材料，其成分由 EP-A0553400 给出。特别优选陶瓷是还称为陶瓷的

陶瓷。传导钠离子的玻璃以及还有沸石和长石同样适合。然而，优选钠－β″－氧化铝，钠－β－氧化铝，钠－β/β″－氧化铝。传导钠离子的陶瓷优选在底部封闭并且在顶部开口的薄壁管(图2，(7))。数量至少为一个并且不多于200，在优选实施例中为50-150。优选使用具有从20到50mm直径和0.5m到2m长度的陶瓷管。壁厚范围在0.5mm到3mm范围中，优选从1.5mm到2mm。优选传导钠离子的陶瓷管固定在下鼓的鼓盖上(图2，(8))以便它们从上面延伸进入硫鼓的成分中。它们以并行电连接方式操作。

[0048] 功率产生

[0049] 在碱金属－硫反应器中的功率的产生中，碱金属在电解质E处的阳极空间中被氧化，形成的碱金属阳离子通过电解质E的半透壁迁移进入阴极部件中并且在那里与硫反应形成碱金属硫化物。

[0050] 过程参数

[0051] 电化学基元的操作温度优选至少250℃并且有选在300-350℃范围内。

[0052] 容器BA和BS的设置

[0053] 在具体的优选实施例中，容器BA和BS是鼓，具体地为圆筒形鼓，具体地具有从10到400升的鼓体积，更具体地从100到300升。在具体的优选实施例中，这些鼓齐平(flush)设置在彼此之上，当使用钠/硫氧化还原搭档时，钠鼓齐平设置在硫鼓上。两个鼓互相电绝缘。通过安装特别地为传导陶瓷的连接电解质修改鼓，以便他们用作电化学基元。

[0054] 齐平设置彼此之上的两个鼓被放置在接合总鼓(10)中。热绝缘(11)安装在两个内部鼓和外部鼓的壁之间以便内部鼓可以保持在300℃ ±30℃的操作温度处，而外部鼓处于环境温度。

[0055] 在优选实施例中，以与鼓储存器相似的方式建立本发明的能量储存设备。可选地，这些鼓与箱库(tank farm)联系。

[0056] 在钠－硫系统中，固态电解质E，具体地传导钠离子的陶瓷，分隔液态反应剂。多个单基元可以集成在一起以形成模块。为了优化功率，通过电解质分开的多个基元单元并联连接。不管结构类型如何，每一个都具有约2V的基元电压的单独基元互相串联或者并联。以该方式获得的电压水平是串联的基元模块的总电压。可选地附加地从存储容器引入的钠和硫的量，与产生的功率匹配。可以引入初始材料和产物并且连续或者非连续放电。碱金属、硫和碱金属多硫化物可选地存储在分离的、被加热的存储容器中，具体地在箱中。然而，原则上也可能是硫和碱金属多硫化物的混合。根据本发明，发电站容量不受任何限制。因此>1MW，特别是1-1000MW的发电站块相当容易。在转换为三相电流之后，发电站单元的电压可以提供给电网。电化学反应器的优化试图获得传导钠离子的陶瓷对反应剂体积的大表面积：体积比率，以便即使在大规模站情况下紧凑结构是可能的，以及每单位体积的功率密度极高。

[0057] 在优选实施例中，通过多个在所述电极的表面上均匀分布的点发生到电极和从电极的电流输入和/或输出。

[0058] 在优选实施例中，液态碱金属是高纯钠，优选钠具有小于3ppm的二价阳离子的最大含量。在另一个优选实施例中，液态非金属是硫。在优选工艺中，优选通过在超大气压力下引入惰性气体循环碱金属而操作基元。

[0059] 电连接和绝缘

[0060] 在具体的实施例中，在电化学反应器中形成每个电压水平的氧化还原电势的材料分散安装并且互相电绝缘。

[0061] 因为电化学反应器处于不同电势水平，所以布线和材料传输必须以避免短路的方式配置。

[0062] 在中央箱和单独的电化学反应器之间的材料转移要求用于分离电势的专门装置。

[0063] 电流密度

[0064] 在充电和放电存储器时基于陶瓷的表面积的电流密度在从 100A/$m^2$到 3000A/$m^2$的范围内，优选 1000A/$m^2$。硫电极在陶瓷管的外部。钠熔体存在于内部。在陶瓷管的内部的钠熔体通过升高管（9）与钠存储容器（4）的成分连通。在放电过程期间钠流体静力地从存储容器进入陶瓷。在充电期间，电化学产生的压力推动钠回到存储容器中。

[0065] 系统的电功率输出由传导钠离子的陶瓷的可用表面积确定。

[0066] 存储单元的容量由以亚化学计量的量存在的氧化还原搭档的质量确定。为了能够互相独立的改变功率输出和容量，根据建构模块原理建立本发明的设备。建构模块结构使得可以改变每鼓基元的陶瓷管的数量。在本发明的设备中，存储在鼓基元中的陶瓷管的数量可以在从 1 到 200，优选从 1 到 10 的范围内变化并且因此匹配客户要求。

[0067] 对于在固定名义功率输出处的更长的充电和放电循环的要求，必须存储更大的氧化还原化学品（chemical）总量，即，需要使用更多的鼓。通过相同的因子减小每鼓基元的陶瓷管的数量，以便对于所有鼓基元的总和而言，陶瓷管的数量保持相同。例如，在图 4 中的基本情况中，总共 15 个陶瓷管分布在 3 个鼓上。在 5 个鼓上分布 15 个陶瓷管（变体）满足 1.66 倍功率输出循环的要求。

[0068] 鼓的最大功率输出受限于在鼓基元中可以容纳的最大陶瓷管数量。具有最大数量的管的名义充电周期或者名义放电周期不小于 8 小时且不大于 20 小时，优选 10 小时。

[0069] 在优选实施例中，大量生产的鼓基元放置在传输容器中并且串联电连接。任意期望数量的传输容器的结构能够建立任意功率输出的电化学存储发电站。通过现有技术整流器和 DC-AC 转换器连接到电网。

[0070] 例如，43 个鼓基元放置在 40’集装箱中（参见图 5）。在此实例中，容器在可放电的 7.6MWh 的存储容量处具有 500kW 的放电功率。在充电期间，因此需要扩展 9.5MWh 的电功（electric work）。名义充电电流和名义放电电流每一个都为 6400A。为了充电，必须通过电网整流器提供每个容器 98 伏特的 DC 电压。在放电时，DC-AC 转换器被提供有每容器 80 伏特。

[0071] 安全预防

[0072] 在具体优选实施例中，电解质 E 作为陶瓷管存在，通过其还可以引入钠。在不期望的充电的情况下，产生的短路电流用于触发熔丝，作为其结果，功率连接和钠流动两者都中断。

[0073] 下面通过附图示出了优选实施例。这里，一贯使用的参考标号具有如下意义：

[0074] 3 钢鼓（上）

[0075] 4 钠储存器

[0076] 5 钠（液态）

[0077] 6 下鼓的成分（例如，硫 / 多硫化钠）

[0078] 7 离子传导陶瓷

[0079] 8 鼓盖

[0080] 8b 鼓盖片(下)

[0081] 9 用于钠的升高管

[0082] 10 总鼓

[0083] 11 热绝缘

[0084] 12 功率入口引线(负侧)

[0085] 13 熔丝

[0086] 14 收集功率入口引线(负侧)

[0087] 15 功率入口引线(正侧)

[0088] 16 热交换管

[0089] 17 替代体,功率入口引线

[0090] 18 收集电流入口引线(正侧)

[0091] 19 密封适配环(底)

[0092] 20 绝缘体环( α -$Al_2O_3$)

[0093] 21 玻璃密封

[0094] 22 陶瓷金属连接(底)

[0095] 23 陶瓷金属连接(顶)

[0096] 24 密封适配环(顶)

[0097] 25 焊缝(底)

[0098] 26 焊缝(顶)

[0099] 27 绝缘环

[0100] A 冷却剂进入

[0101] B 冷却剂离开

## 附图说明

[0102] 图 1 示出了用于容纳钠的上钢鼓(3)和在下方齐平设置的用于容纳硫的鼓(1),这两个鼓都放置在共同总鼓(10)中。

[0103] 图 2 示出了下鼓(1)的主要元件。其为具有由铝镁片,优选 Al-Mg-5083 合金制成的内部衬里(2)的钢鼓。鼓成分(6)是,例如具有电解质盐熔体 $NaAlCl_4$的硫 / 多硫化钠或者氯化钠 / 重金属氯化物。鼓直径不小于 150mm,不大于 1500mm,优选 600mm。鼓高度不小于 300mm,不大于 2500mm,优选 900mm。

[0104] 上鼓的主要元件是钢鼓(3),其在底部开口并且具有钢片插入物(4),其在底部封闭并且在顶部开口,即,钠储存器。钠储存器在底部具有孔和管插入物,以便钠成分(5)可以围绕管插入物自由流通而没有钠能够流动穿过在底部处的开口(图 3)。在钠表面之上和管插入物的自由芯中的空间保持填充有惰性气体(氮气)。负侧的功率入口引线(12)从顶部向下传导穿过这些管插入物到陶瓷管内部。填充惰性气体将这些功率入口引线与金属钠储存器电绝缘。

[0105] 功率入口引线(12)还用作,在双部分(dual faction)中,在陶瓷(7)的内部和钠

储存器之间传输钠的管。每个独立陶瓷管的功率入口引线通过空心熔丝(13)连接到负侧的收集电流入口引线(14)。在操作期间,两个鼓的腔用惰性气体(氮气或者氩气)覆盖。钠侧的压力保持在高于硫侧的压力约100mm水柱。这防止在陶瓷有缺陷的情况下硫蒸气流入钠空间。

[0106] 图4示出了在鼓基元上分布陶瓷管形式的电解质的可能方法。

[0107] 图5示出了容器形式的本发明的设备的可能设置。

[0108] 图6示出了以陶瓷的形式存在的电解质E的特定实施例:在陶瓷(7)的上部开口端部,通过玻璃焊接陶瓷绝缘环(20)以获得气密密封。优选由 α-$Al_2O_3$制造的此电绝缘绝缘环在其底侧通过陶瓷金属连接(22)而气密密封到优选由铝合金构成的密封适配环(19)。陶瓷金属连接(22)优选由扩散焊接制造,更优选超声焊接。密封适配环(19)在其自由端焊接到下鼓的鼓盖。

[0109] 优选由铝合金制造的第二密封适配环(24)通过陶瓷金属连接(23)而气密密封到陶瓷绝缘环(20)的上侧。此密封适配环(24)焊接到替代体,该替代体还用作功率入口引线(17),以便内部或者陶瓷形成封闭空间。此内部空间通过在功率入口引线(12)中的孔(9)、专用熔丝(13)和浸入管连接到钠储存器(4)。钠储存器(4)位于多个绝缘环(27)上,绝缘环(27)围绕上密封适配环(24)并且由其支撑。

[0110] 图7示出了为大规模制造而改善的陶瓷安装的变体。这里,陶瓷绝缘环(20)被修改以便两个陶瓷金属连接(22)(23)可以从上方制造。

[0111] 图8示出了为大规模制造、安装和机械稳定性而改善的陶瓷安装的另一个变体。这里,修改陶瓷绝缘环(20)以便两个陶瓷金属连接(22)(23)可以从上方制造。另外,通过两个金属片(8)(8B)形成鼓盖,作为其结果,减少了负载在下陶瓷金属连接(22)和下密封适配环(20)的焊缝(25)上的机械负载。通过在焊接前安装下鼓盖片(8b)陶瓷的事实,组装更容易。

[0112] 图9作为装配图示出了陶瓷的安装和完成系统。

## 具体实施方式

[0113] 产生的热的利用

[0114] 在能量存储器的充电和放电期间产生的损耗热会导致基元发热。因此,发明的设备包括热交换管(16),通过其损耗热通过热交换介质(例如,热交换油)转移。300℃的操作温度允许一些宽容度以进一步利用为能量,无论用于加热、用于冷却或者用于操作引擎。

[0115] 这里描述的实施例,在单个陶瓷故障的情况下,功率入口引线(12)和钠传输(9)的功能集成能够应对能量存储器的不期望的放电。在此情况中,在关注的功率入口引线中出现短路电流并导致熔丝(13)熔化,作为其结果,电流流动以及还有钠流动被中断。因此,即使在单独的功能单元故障后,存储器系统能够连续操作。

[0116] 在具体的优选实施例中,替代体被包括在至少一个容器BA或BS中以减少各个反应剂的体积。这样的实施例可以用作另外的安全装置。

[0117] 实例

[0118] 实例1

[0119] A)设备

[0120] 使用图 2 中示出的设备。具有内衬(2)的下钢鼓(1)具有 200 升的名义容量和 D=580mm 以及 H=860mm 的尺寸。在下钢鼓之上设置的钠储存器(4)具有 D=580mm 以及 H=400mm 的尺寸。由 β″ -$Al_2O_3$制造并且在底部封闭的 121 个陶瓷管浸入下钢鼓(1)(2)。陶瓷管具有 Da=24mm、Di=20mm、L=820mm 的尺寸。

[0121] 钠,总共 83 升,在管和钠储存器中。具有 145 升净体积的硫在下鼓体中并且围绕管流动。每个陶瓷管具有位于内部的负极功率入口引线(12)。通过熔丝保护这些功率入口引线以防止短路并且在顶部附接到公共收集轨(14)。正极功率入口引线(15)安排在陶瓷管之间并且接触围绕陶瓷管固定的石墨非织物。具有内部和外部的两个氧化还原搭档的每个陶瓷管、石墨非织物和功率入口引线形成电化学单基元。

[0122] 鼓基元的所有单基元并联电连接。因此他们具有相同的电势。所有单基元的电流加到鼓基元的总电流上。使用使控制鼓电池的充电放电和充电成为可能的 4- 象限晶闸管整流器 DC-AC 转换器(15000A,3 伏特)。通过铝轨实施电连接。

[0123] 陶瓷管内部的表面积是 0.0515$m^2$。对于 121 个管,整个鼓具有 6.23$m^2$的电极面积。

[0124] B)准备

[0125] 在用液态钠和液态硫充电之前,设备的两个内部鼓加热到 290℃。通过调节在热交换管(16)中的热转换介质回路到合适的温度将温度保持在 ±10K 内。

[0126] C)充电 / 放电

[0127] 在自动操作中,基元进行 1000 次充 / 放电循环。放电 10 小时并且充电 10 小时。在每种情况下在 11.6kW 下执行放电并且在 14.3kW 下进行充电。电流为 ±6230A。

[0128] 实例 2 :

[0129] A)设备

[0130] 在实例 1 中描述的 43 个鼓基元放置在 40’集装箱中。鼓基元通过铝轨串联电连接。以该方式,开路电压升高到 89.4 伏特。使用使鼓基元的受控充电放电和充电成为可能的 4- 象限晶闸管整流器 DC-AC 转换器(10000A,120 伏特)。通过铝轨实施电连接。

[0131] B)准备

[0132] 在用液态钠和液态硫充电之前,所有的 43 个鼓基元被加热到 290℃。通过调节在热交换管(16)中的热转换介质回路到合适的温度将温度保持在 ±10K 内。

[0133] C)充电 / 放电

[0134] 在自动操作中,基元组件进行 1000 次充 / 放电循环。在每种情况下进行超过 10 小时的放电并且随后进行超过 10 小时的充电。放电功率为 0.5MW。在 0.613MW 处进行充电。电流为 ±6230A。

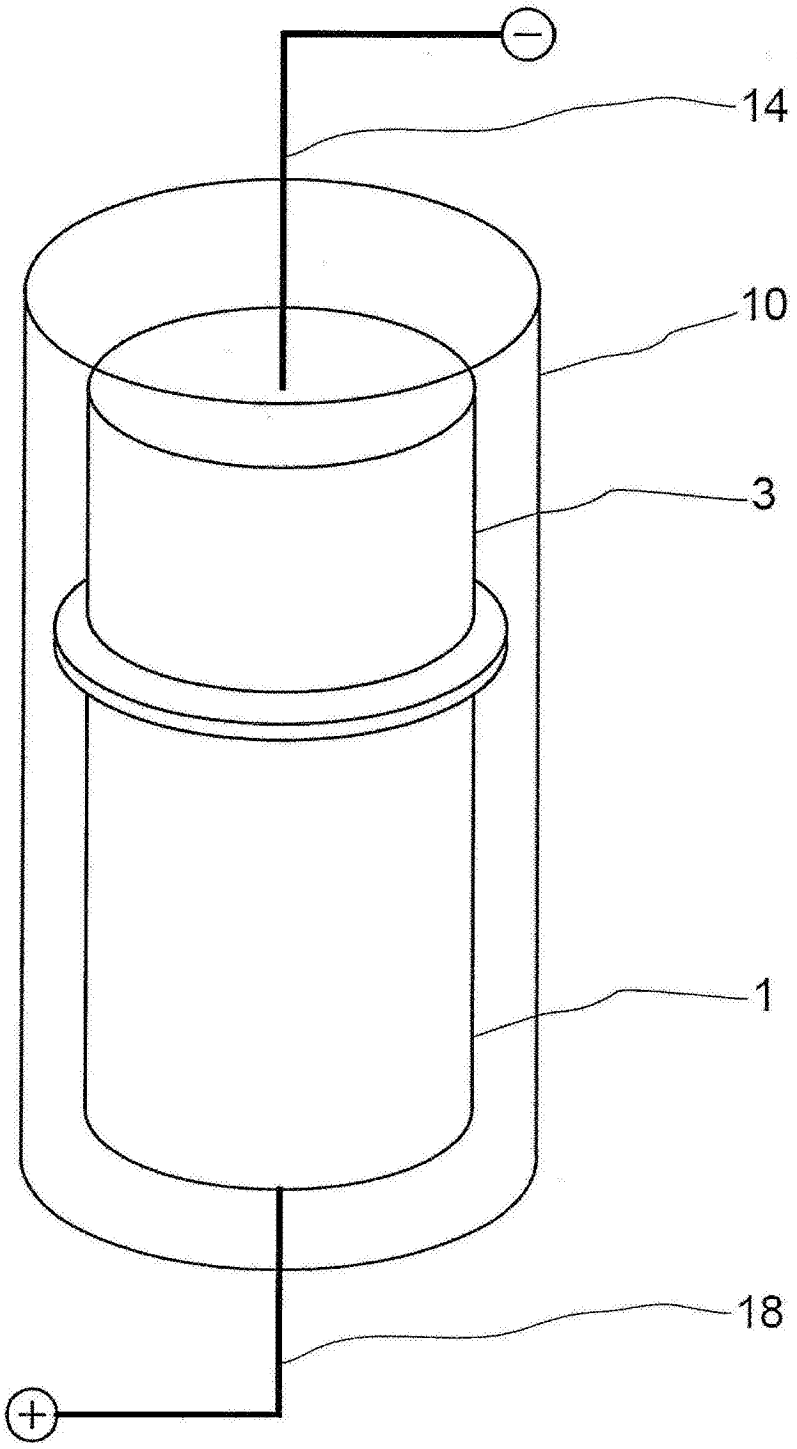



图 1

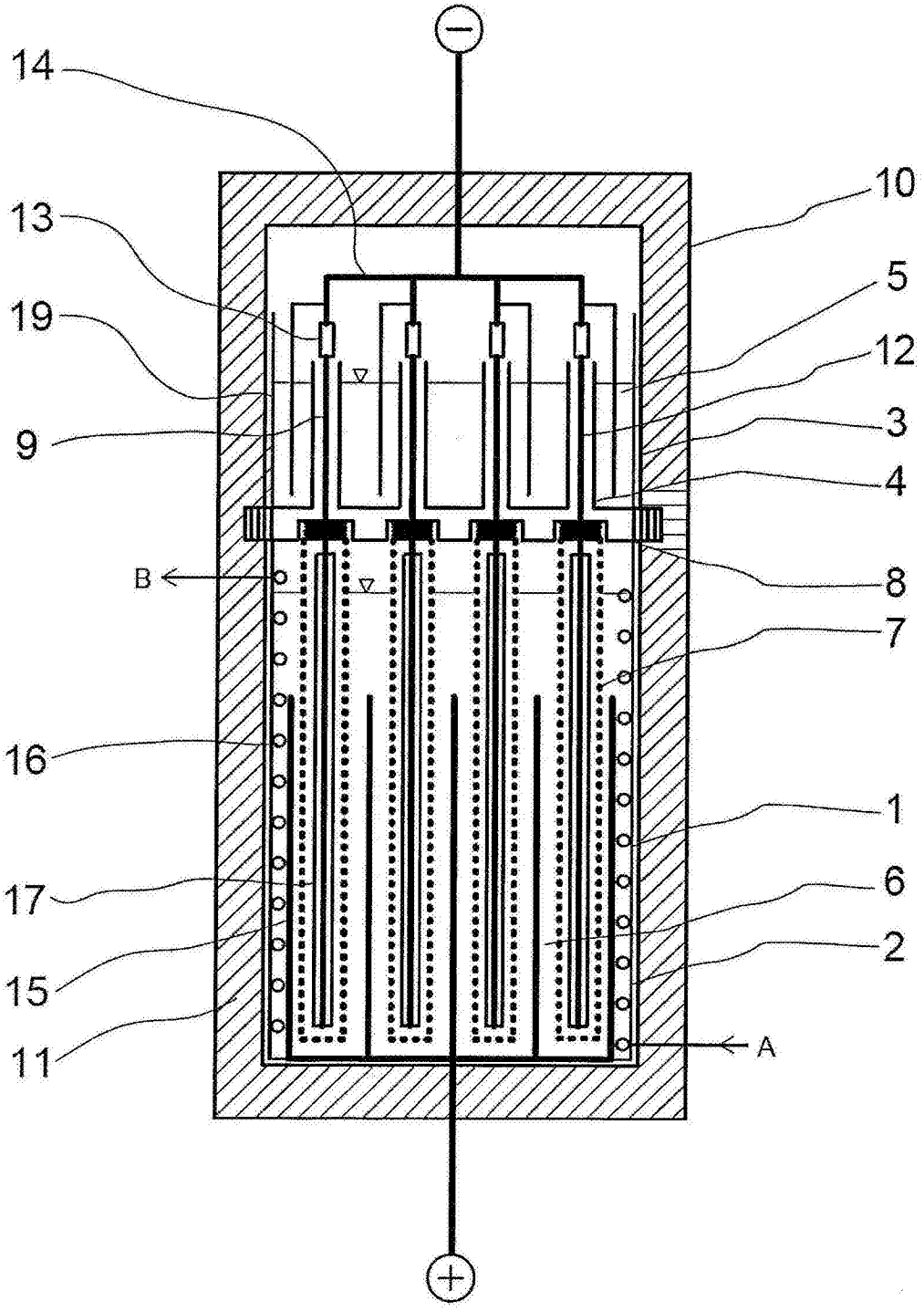



图 2

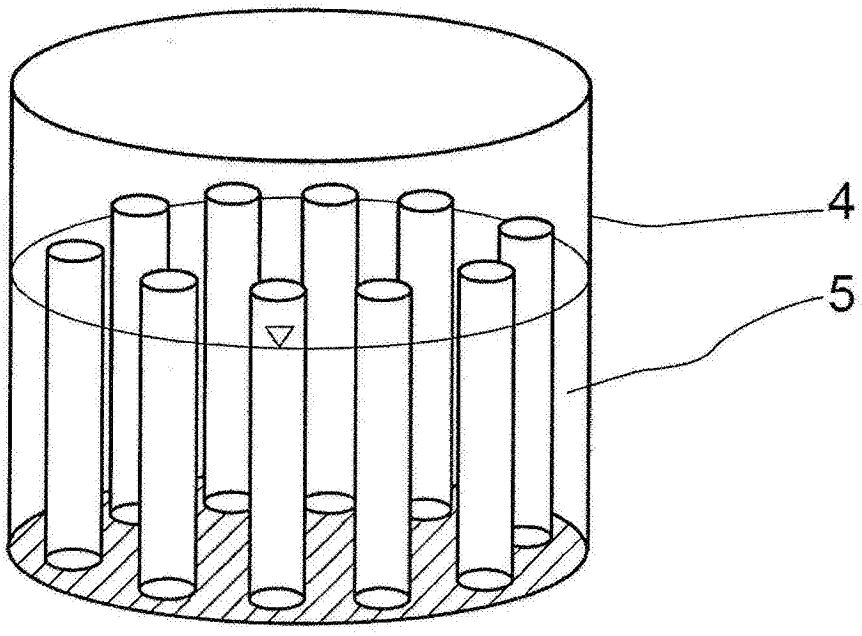



图 3

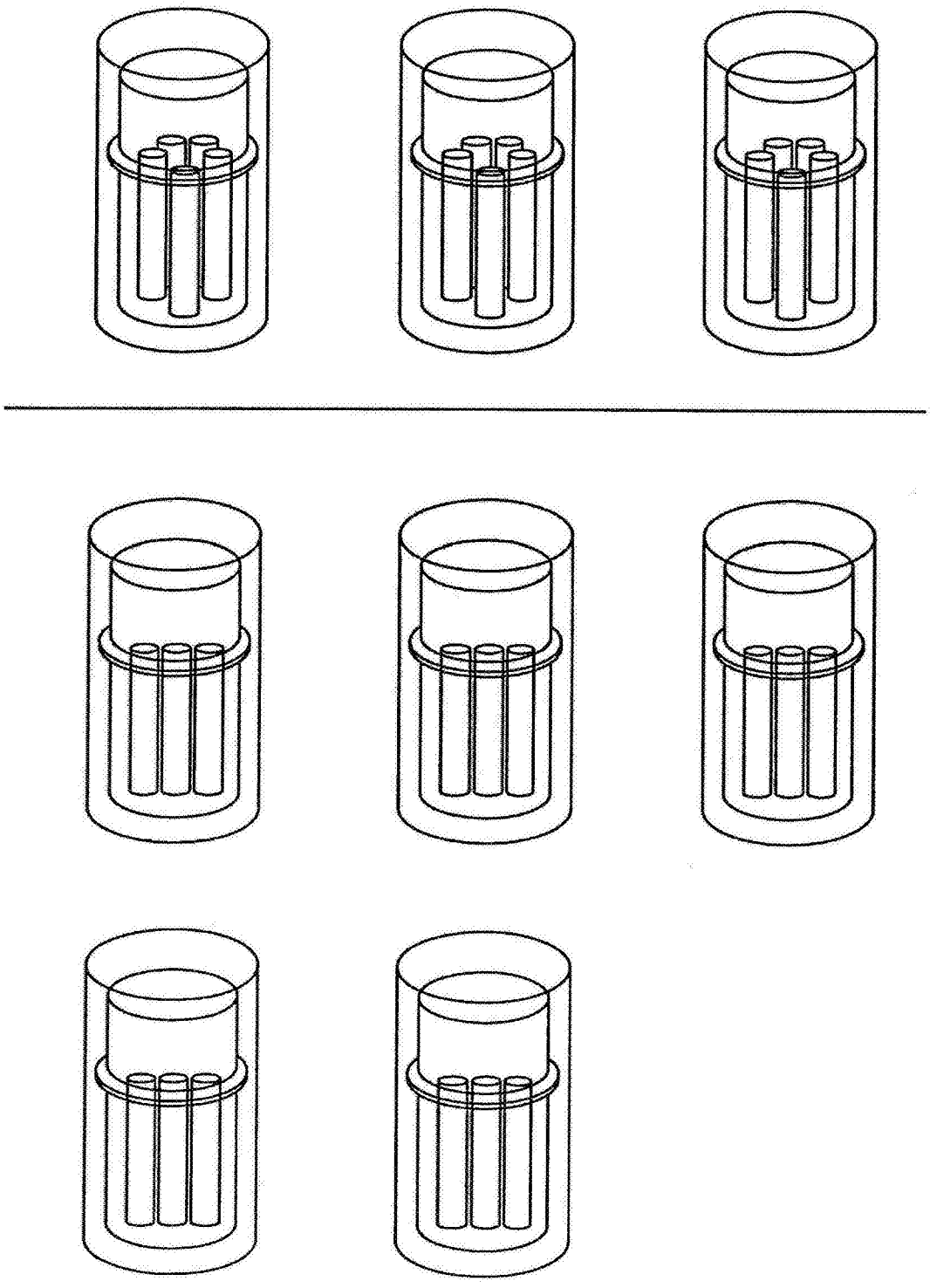


图 4

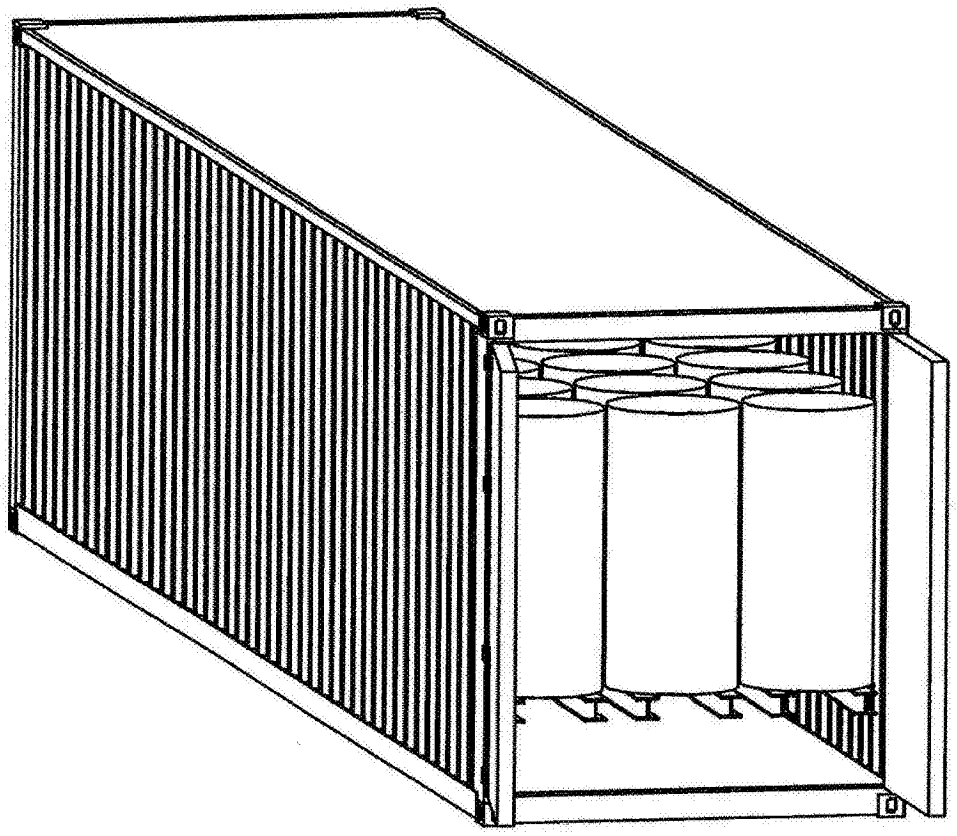


图 5

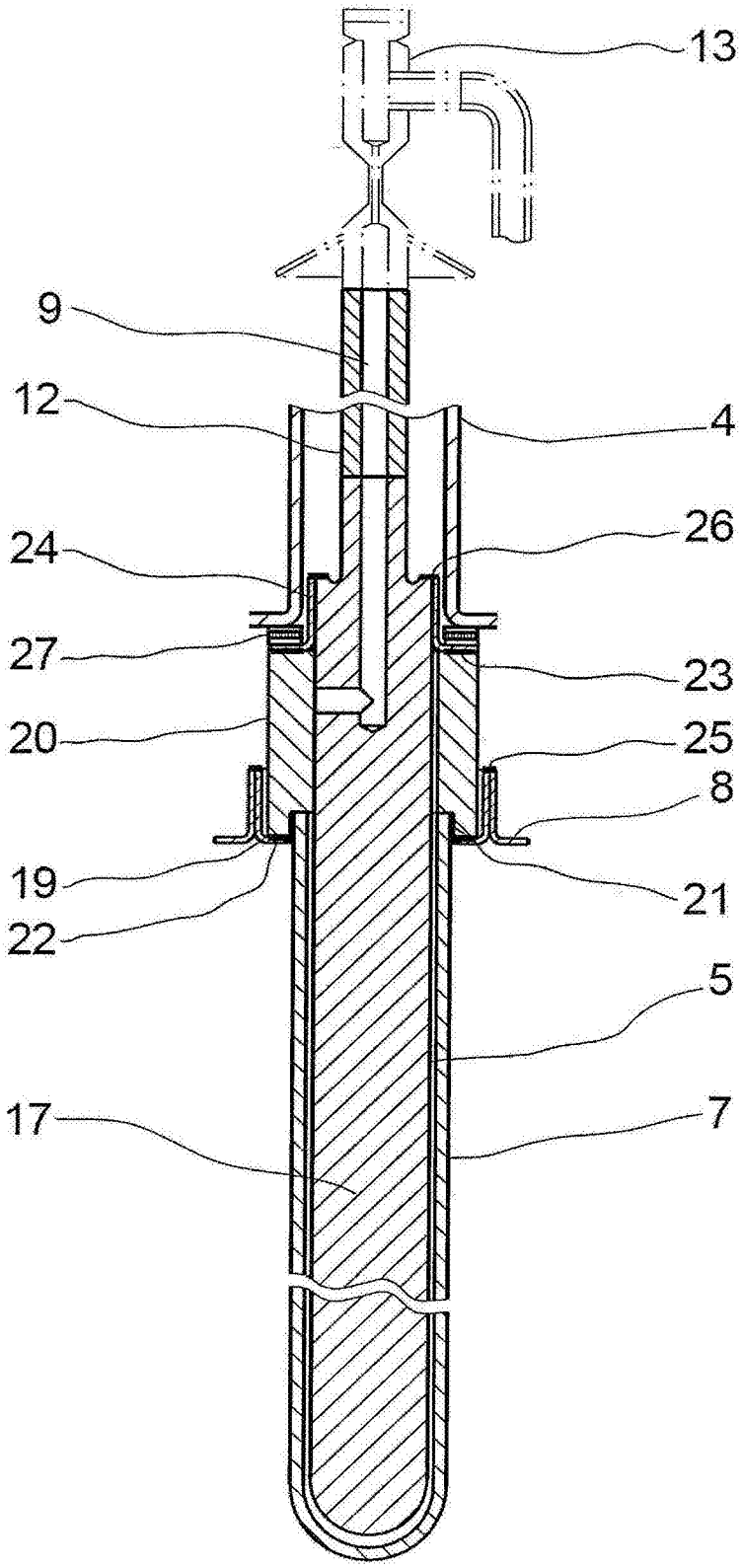



图 6

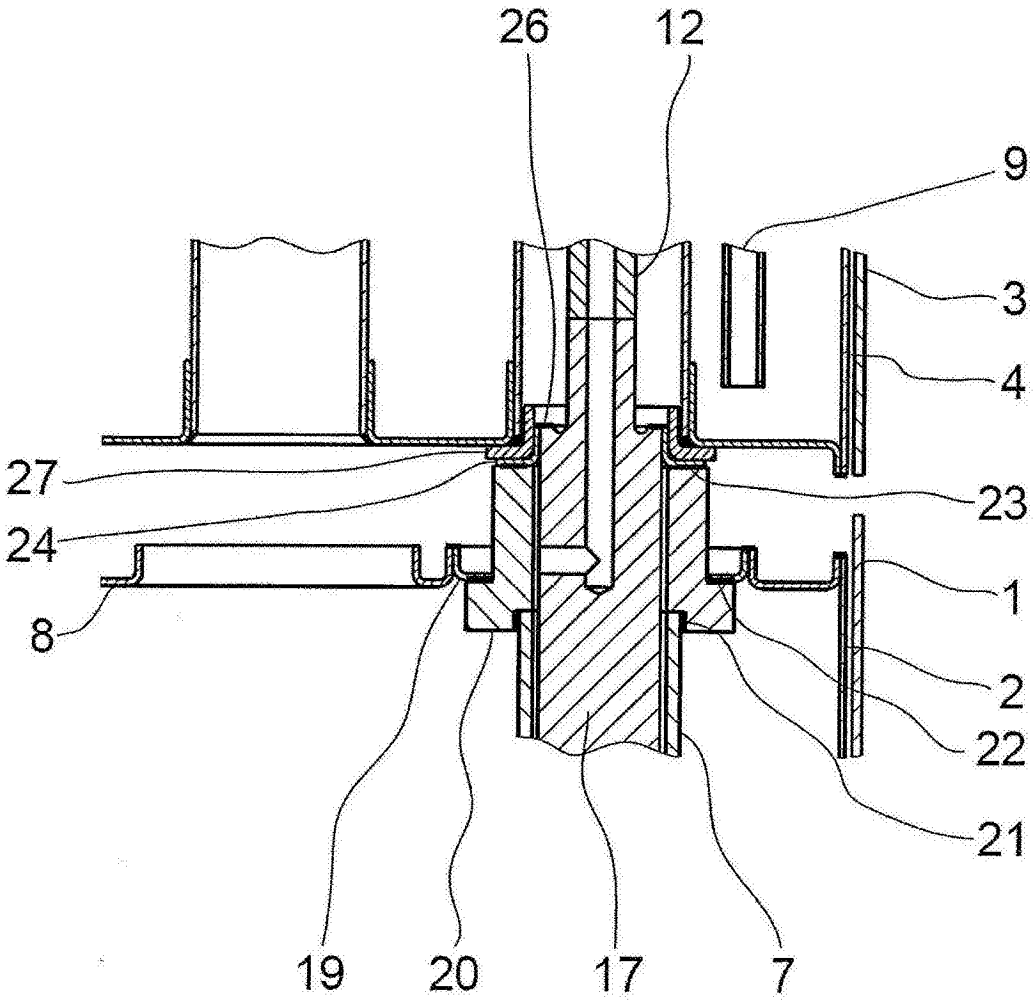



图 7

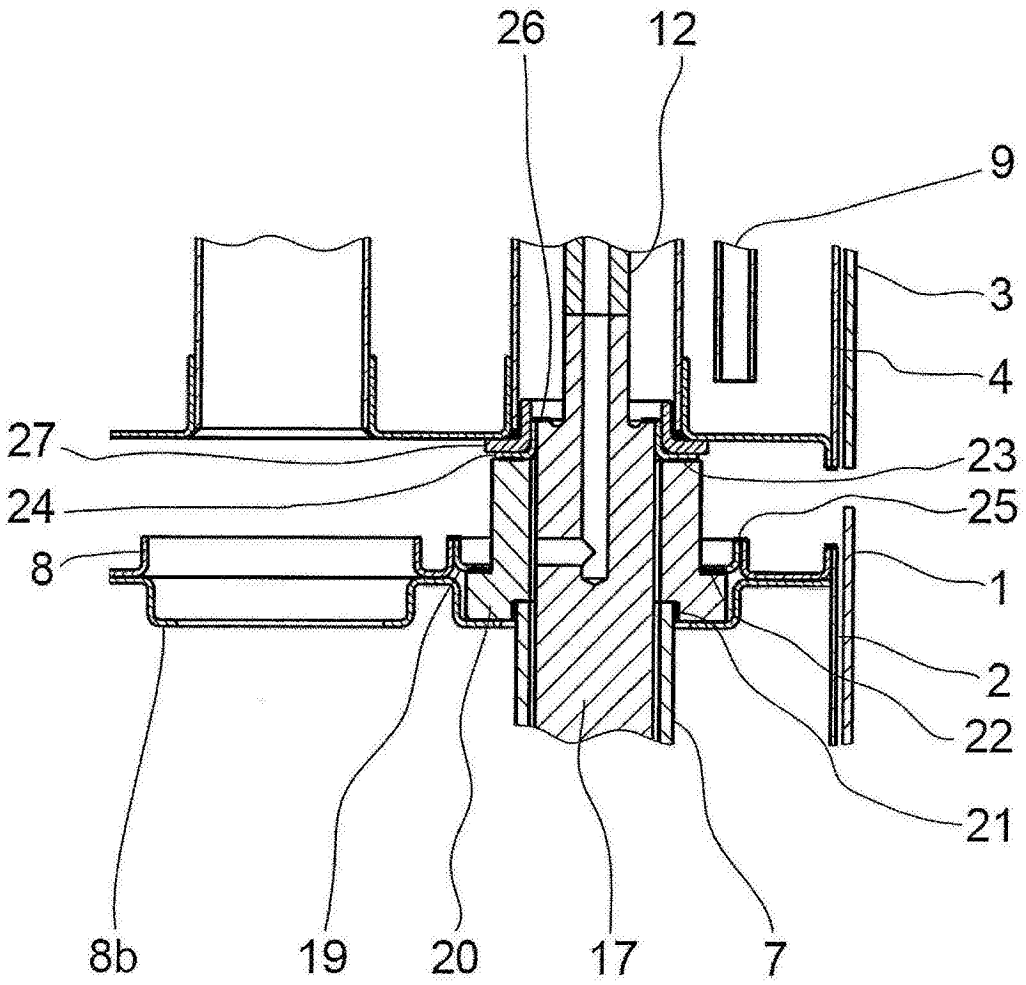



图 8

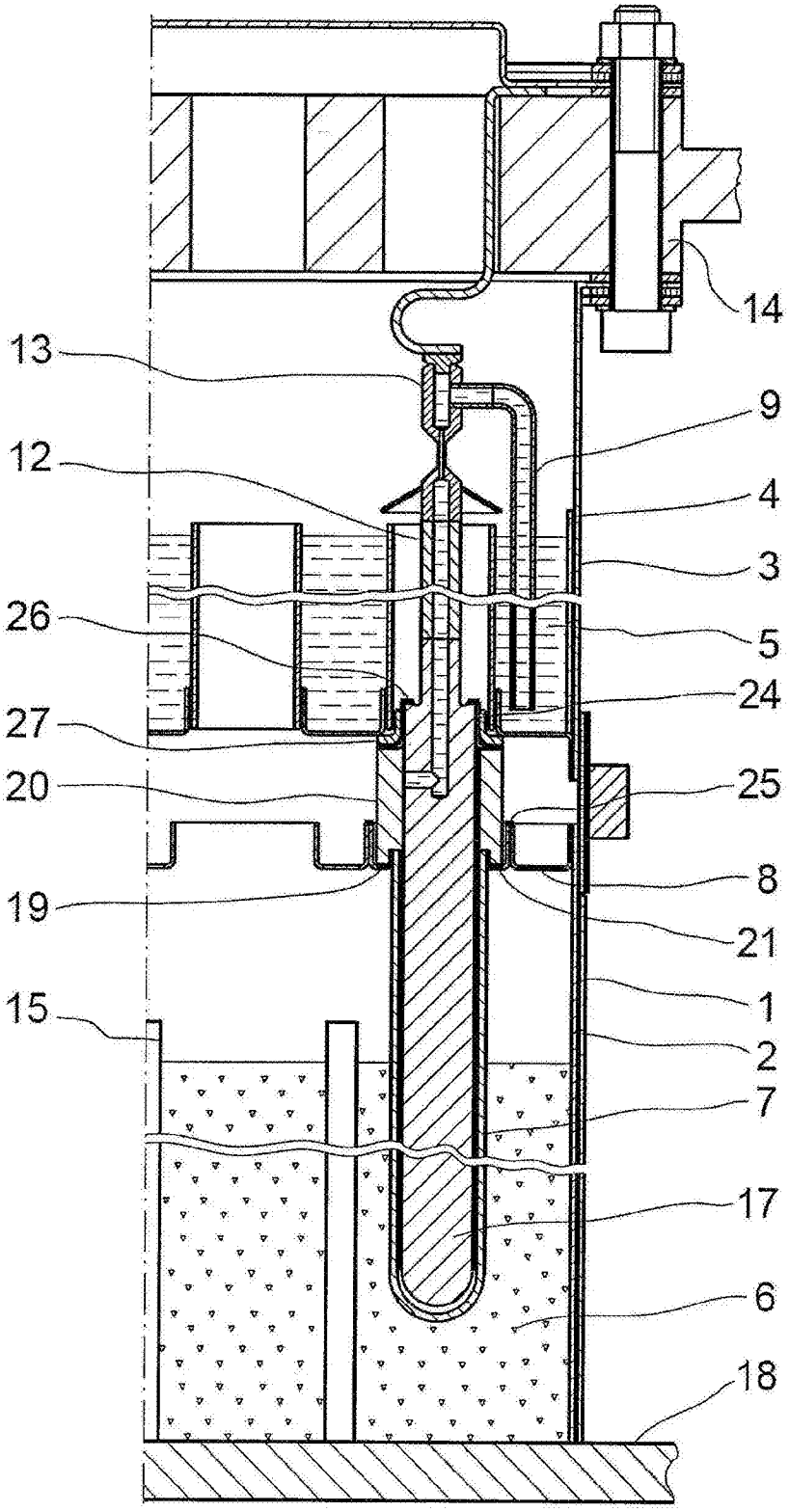



图 9