



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105518918 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 20

(21) 申请号 201480029476. 6

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 05. 07

H01M 8/023(2016. 01)

(30) 优先权数据

H01M 8/0232(2016. 01)

102013008473. 3 2013. 05. 21 DE

H01M 8/0245(2016. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H01M 8/0273(2016. 01)

2015. 11. 20

B22F 3/11(2006. 01)

B22F 7/00(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/001219 2014. 05. 07

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/187534 DE 2014. 11. 27

(71) 申请人 攀时复合材料有限公司

地址 德国滨湖莱希布鲁克

(72) 发明人 托马斯·佛朗哥 马库斯·海登

马库斯·克格尔 马蒂亚斯·吕廷格

格布哈特·措伯尔

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 张天舒 张杰

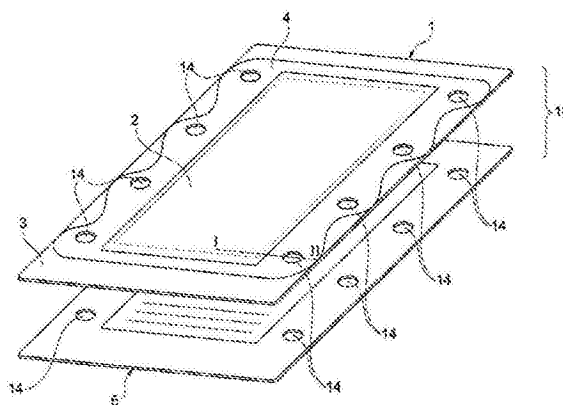
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

燃料电池

(57) 摘要

本发明涉及一种通过粉末冶金生产且用于由金属支撑的电化学功能装置的、板形的、多孔的载体基板(1),其具有中央区域(2)及边缘区域(3),在中央区域的表面上,具有电化学活性层的层堆栈能够设置在该载体基板面向电池的一面。就此,该边缘区域(3)的表面区段(4)在该载体基板面向电池的一面具有载体基板材料的熔融相。位于具有熔融相的该表面区段(4)下方的区域(5)与设置于其上的具有熔融相的表面区段(4)相比,至少区段性地具有更高的孔隙率。



1. 一种载体基板(1),所述载体基板是板形、多孔且金属的,所述载体基板通过粉末冶金生产并且设置用于由金属支撑的电化学功能装置,所述载体基板包含中央区域(2)和边缘区域(3),其中,在所述中央区域的表面上,具有电化学活性层的层堆栈能够设置在所述载体基板面向电池的一面上,其特征在于,在所述载体基板面向电池的一面上,所述边缘区域(3)的表面区段(4)具有载体基板材料的熔融相,并且位于具有熔融相的所述表面区段(4)下方的区域(5)与设置在自身上方且具有熔融相的所述表面区段(4)相比至少区段性地具有较高的孔隙率。

2. 如权利要求1所述的载体基板,其特征在于,所述边缘区域具有与所述中央区域相比更高的密度及更低的孔隙率。

3. 如权利要求1至2所述的载体基板,其特征在于,具有熔融相的所述表面区段围绕所述中央区域(2)的外周伸展而延伸至所述边缘区域(3)的外缘

4. 如权利要求1至3所述的载体基板,其特征在于,具有熔融相的所述表面区段(4)在垂直于所述载体基板面向电池一面的方向上,自表面延伸至所述载体基板中至少 $1\mu\text{m}$ 。

5. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,具有熔融相的所述表面区段(4)具有最大为2%的残余孔隙率。

6. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,所述载体基板构造为一件式。

7. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,所述中央区域具有20%至60%的孔隙率,和/或所述边缘区域(5)具有小于20%的孔隙率。

8. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,所述载体基板由Fe-Cr合金组成。

9. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,具有熔融相的所述表面区段在所述边缘区域的边缘附近遍及所述载体基板的整个厚度延伸穿过至相反表面。

10. 如前述权利要求中任意一项所述的载体基板,其特征在于,所述边缘区域具有至少一个气体通孔。

11. 一种载体基板装置,所述载体基板装置具有如权利要求1至9中任意一项所述的载体基板,其特征在于,所述载体基板装置进一步包含由导电材料制成的框装置,其中所述框装置电接触所述载体基板,且所述框装置具有至少一个气体通孔。

12. 一种燃料电池,所述燃料电池包含至少一个如权利要求1至10中任意一项所述的载体基板或包含如权利要求11所述的载体基板装置,其中具有电化学活性层的层堆栈设置于所述载体基板的所述中央区域的表面上,且所述电化学活性层的电解质层以重叠的方式与具有熔融相的所述表面区段一起形成。

13. 一种用于生产由金属支撑的电化学功能装置的载体基板的方法,其特征在于,所述方法至少包含下列步骤:

以粉末冶金方式生产包含中央区域及边缘区域的板形载体基板,其中在所述中央区域的表面上具有电化学活性层的层堆栈能够设置于所述载体基板面向电池的一面上;

在所述载体基板面向电池的一面上,通过局部表面熔融对所述边缘区域的至少一部分进行后处理。

14. 如权利要求13所述的方法,其特征在于,在所述表面熔融前,将所述边缘区域的至

少一部分压紧,从而使所述部分具有与所述载体基板的所述中央区域相比较低的孔隙率。

15. 如权利要求13或14所述的方法,其特征在于,将具有电化学活性层的层堆栈施加在所述载体基板的所述中央区域中。

燃料电池

技术领域

[0001] 本发明涉及一种由金属支撑的电化学功能装置的载体基板、此类载体基板的生产方法以及该载体基板在燃料电池中的应用。

背景技术

[0002] 本发明的载体基板的一个可能应用领域为高温燃料电池(SOFC;solid oxide fuel cell(固体氧化物燃料电池)),高温燃料电池通常在大致600°C至1000°C的温度下运作。在基本组态中,SOFC的电化学活性电池包含不透气固体电解质,其设置于透气阳极与透气阴极之间。此固体电解质通常由金属氧化物组成的固体陶瓷材料制成,该材料为氧离子的导体而非电子的导体。就设计而言,平板式SOFC系统(也叫作扁平电池设计)目前在全世界范围内为优选的电池设计。就此,个别电化学活性电池经堆叠以形成堆栈,并通过金属组件(所谓的内部连接部件或双极板)接合。关于SOFC系统,存在自现有技术得知的多种不同实施方式,以下简要概述这些实施方式。在第一种变体中(技术上最先进且已处于市场引入阶段中),电解质为机械支撑的电池组件(“Electrolyte Supported Cell”(电解质支撑的电池),ESC)。在此,电解质的层厚度相对大,大致100 μ m至150 μ m,且大多由用氧化钇(YSZ)或用氧化钪(ScSZ)稳定的二氧化锆组成。为了达成电解质足够的离子传导性,这些燃料电池必须在大致850°C至1000°C的相对高温下运作。这种高运作温度导致了对使用的材料的高要求。为达成较低运作温度的目的因此导致了对于不同的薄层系统的开发。这些系统包括阳极支撑或阴极支撑(“Anode-Supported Cell”或“Cathode-Supported Cell”)的SOFC系统,其中分别将相对厚(至少大致200 μ m)的机械支撑陶瓷阳极基板或阴极基板接合至薄的电化学活性的阴极功能层或阳极功能层。由于电解质层不再必须执行机械支撑作用,因此可使电解质层实施为相对薄,且由于较低欧姆电阻而能够相应地降低运作温度。

[0003] 除了这些纯陶瓷系统以外,还开发了作为最近一代的SOFC薄层系统,这些系统基于被称为金属支撑的SOFC(“Metal-supported Cell”(金属支撑的电池),MSC)的金属载体基板。这些金属陶瓷复合系统在热学及氧化还原可循环性方面以及在机械稳定性方面显示出了相比于纯陶瓷薄层系统的优势,并且由于其薄层电解质,也能够在大致600°C至800°C的、甚至更低的温度下运作。由于这种系统的特定优势,这种系统特别适合于移动的应用用途,例如,适合用于(例如)载客汽车或载货车辆的供电(APU-auxiliary power unit(辅助电力单元))。与完全陶瓷的SOFC系统相比,金属陶瓷的MSC系统的特征在于显著降低的材料成本以及堆栈整合中的新可能性(诸如,通过钎焊焊接或熔焊焊接操作)。一种示例性的MSC由多孔金属载体基板组成,该金属载体基板的孔隙率及大致1mm的厚度使其为气体可透过的;配置于此基板的是具有60 μ m至70 μ m的厚度的陶瓷复合结构,此为实际上电化学活性的层配置,具有电解质及电极。阳极通常面向载体基板,且在层配置的序列中比阴极更靠近金属基板。在SOFC的运作中,为阳极供应燃料(例如,氢或常见的烃(诸如,甲烷、天然气、沼气等)),燃料在其处通过电子的发射而催化氧化。电子从燃料电池派生出且经由电消耗体流至阴极。在阴极,氧化剂(例如,氧气或空气)通过接受电子而被还原。通过氧离子经由电

解质流至阳极且与燃料在对应接触面处反应来完成电路。

[0004] 影响燃料电池的发展的难题为两个制程气体空间之间的可靠分隔,即,使供应至阳极的燃料与供应至阴极的氧化剂的分隔。在此方面,MSC保证有大的优势,因为密封及长期稳定性的堆栈设计能够以低成本方式通过熔焊或金属钎焊工艺来实现。燃料电池单元的一种示例性变体在WO 2008/138824中提出。在此燃料电池单元中,气体可透过的基板与电化学活性层装配在一起围成相对复杂的框架装置且焊接起来,该装置具有窗状开口。然而,由于其复杂性,此框架装置非常难以实现。

[0005] EP 1 278 259揭示一种燃料电池单元,其中气体可透过的基板与电化学活性层装配在一起围成具有窗状开口的金属框,在其中,进步提供用于燃料气体的供应及排出的开口。通过将压紧在边缘处的金属基板熔接至此金属框中,且接着以气密的方式将金属框连接至充当内部连接部件的接触板来创造气密的气体空间。为了两个制程气体空间的可靠分隔,在接合后,经由焊缝汲取不透气电解质。在DE 10 2007 034 967中所述的通过粉末冶金生产的变体是一种扩展方案,其中将金属框与金属载体基板实施为整体组件。在此情况下,金属载体基板在边缘区域中气密地受到挤压,且供应燃料气体及排出废气所需的燃料气体开口及废气开口分别整合于载体基板的边缘区域中。通过在烧结操作后,借助于挤压及相应成型的挤压冲模使金属基板在边缘区域上受到气密地挤压而完成不透气气体空间,且接着在边缘区域中与充当内部连接部件的接触板熔接在一起。劣势在于边缘区域的不透气密封极难达成,因为通常用于载体基板的粉末冶金合金(就SOFC的运作而言,其符合高材料要求)比较脆且难以成型。举例而言,为了DE 10 2007 034 967中的由Fe-Cr合金制成的载体基板的气密成型,需要大于1200吨的数量级的挤压力。此不仅引起用于相应高效的挤压的高投资成本,且此外也引起高操作成本、对挤压工具的相对高磨损及针对挤压设备的较高维护成本。

[0006] 用于可通过焊接技术整合的MSC堆栈的另替代方法基于作为金属载体基板的、具有不可渗透边缘区域的、中心穿孔的金属薄板(WO 0235628)。此方法的劣势在于燃料气体至电极的供应(为了效率原因,供应应当尽量均匀地经电极的面积完成)仅以不令人满意的方式达成。

发明内容

[0007] 本发明的目的为提供一种上述类型的载体基板,该载体基板在用于电化学功能装置中(更特定而言,高温燃料电池中)时实现了以可靠、简单且低成本的方式分隔两个制程气体空间。

[0008] 此目的通过具有根据独立技术方案的特征的主体及方法来达成。

[0009] 根据本发明的一种实施例,在具有权利要求1的前序特征的、通过粉末冶金生产的板形金属载体基板的情况下,根据本发明作出如下提议,即,具有该载体基板材料的熔融相的表面区段在该载体基板的面向电池侧上形成于该载体基板的边缘区域中。根据本发明,位于具有该熔融相的该表面区段下方的区域与设置在其上方的具有该熔融相的该表面区段相比,至少区段性地具有较高的孔隙率。

[0010] “面向电池”在此表示该载体基板的一面,具有电化学活性层的层堆栈是在后续操作步骤中在该多孔载体基板的中央区域中涂覆在该面上。通常,将阳极配置于该载体基板

上,将传导氧离子的、气密的电解质配置于阳极上,且将阴极配置于电解质上。然而,也可颠倒电极层的顺序,且该层堆栈亦可具有额外功能层;举例而言,可在载体基板与第一电极层之间设置扩散屏蔽层。

[0011] “不透气”意味着基于标准(通过压力增加方法(Fa.Dr.Wiesner,Remscheid,型号: Integra DDV)在空气下测量,压力差 $dp=100\text{mbar}$),在气体足够不渗透性的情况下的泄漏速率 $<10^{-3}\text{mbar l/cm}^2\text{ s}$ 。

[0012] 由本发明提供的解决方案是基于以下方案:如在DE 10 2007 034 967中的现有技术中所提议,无必要使载体基板的整个边缘区域受到气密性挤压,而是,通过在近表面区域中引起载体基板材料形成熔融相的表面后处理步骤,能够使原本透气的多孔边缘区域或预先密封的多孔边缘区域变得不透气。此类表面后处理步骤可通过多孔载体基板材料的局部表面熔融(即,短暂局部加热至高于熔融温度的温度)来实现,且可通过机械的、热学的或化学的方法步骤(例如,通过磨光、喷砂或通过应用激光束、电子束或离子束)来达成。优选通过高能光子、电子、离子或其他合适的可聚焦能量源以成束波束作用于边缘区域的表面直至向下到达特定作用深度来获得具有熔融相的表面区段。作为局部熔融及熔融后的快速冷却的结果,在此区域中形成已更改的金属微结构,该金属微结构具有可忽略的或极低的残余孔隙率。

[0013] 本发明的金属载体基板是通过粉末冶金生产,且优选由铁-铬合金组成。该基板可如AT 008 975 U1中所述地生产,且因此可由以下成分组成:基于Fe的合金,具有大于50重量%的Fe及15重量%至35重量%的Cr;来自Ti、Zr、Hf、Mn、Y、Sc及稀土金属组成的群组的0.01重量%至2重量%的一种或多种元素;0至10重量%的Mo及/或Al;来自Ni、W、Nb及Ta组成的群组的0至5重量%的一种或多种金属;0.1至1重量%的O;其余为Fe及杂质,其中至少一种金属来自Y、Sc及稀土金属组成的群组,且至少一种金属来自Cr、Ti、Al及Mn组成的群组,从而形成混合氧化物。优选地,使用具有 $<150\mu\text{m}$ 的、特别是 $<100\mu\text{m}$ 的粒径的粉末级别来形成基板。以此方式,可将表面粗糙度保持得足够低以确保功能层的有效涂覆的可能性。在烧结操作后,多孔基板具有优选20%至60%、特别是40%至50%的孔隙率。基板的厚度可以优选为0.3mm至1.5mm。优选地,基板随后在边缘区域中或在边缘区域的部分中压紧;可通过单轴挤压或通过有槽轧辊来实现边缘区域压紧。在此情况下,边缘区域具有与中央区域相比较高的密度及较低的孔隙率。在压紧操作期间,优选地力求在基板区域与较紧密的边缘区域之间的连续过渡,以便避免基板中的张紧。此压紧操作是有利的,使得在后续表面处理步骤中,局部上的体积改变并不过于明显,且不引起载体基板的微结构中的弯曲或拉紧。对于边缘区域,小于20%的孔隙率、优选4%至12%的孔隙率已证实为特别有利。此残余孔隙率仍不保证气体的不可渗透性,因为在此压紧操作后,边缘区域可具有在 $50\mu\text{m}$ 以内的尺寸延伸的表面孔。

[0014] 作为下步骤,边缘区域的面向电池的表面的至少一部分经受表面处理步骤,从而导致载体基板材料的熔融相在表面区段中的形成。具有熔融相的表面区段通常围绕载体基板的中央区域的外周边伸展延伸,直至边缘区域的外边缘,在外边缘处,载体基板通过环绕的焊缝以不透气方式接合至接触板(通常也被称作内部连接部件)。由此,形成了沿着载体基板的表面的平面屏蔽,该平面屏蔽自载体基板的中央区域一直到达焊缝,其中在该中央区域处,层堆叠施加有气密的电解质,而焊缝形成了对于内部连接部件的气密的密封。

[0015] 导致表面熔融的此类表面处理步骤可通过机械的、热学的或化学的方法步骤实现,例如,通过磨光或喷砂,或通过使高能光子、电子、离子或其他合适的可聚焦能量源以成束波束作用于边缘区域的表面上。

[0016] 作为局部表面熔融及快速冷却的结果,形成更改的金属微结构;使残余孔隙率极小。熔融可单次地发生,或者也能够相继多次地发生。该熔融的深度就此应根据近表面区域的不透气性要求而调整,其中证实,至少 $1\mu\text{m}$ 、特别是 $15\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、特别优选 $15\mu\text{m}$ 至 $60\mu\text{m}$ 的熔融深度是合适的。具有熔融相的表面区段因此自表面延伸至载体基板中(自载体基板的表面测量)至少 $1\mu\text{m}$ 、特别是 $15\mu\text{m}$ 至 $150\mu\text{m}$ 、特别优选 $15\mu\text{m}$ 至 $60\mu\text{m}$ 。

[0017] 除了熔融相以外,在具有熔融相的表面区段中也能够存在其他相,例如非晶结构。特别优选为,具有熔融相的表面区段全部由载体基板材料的熔融相形成。在边缘区域中,熔融操作导致低粗糙度的、非常平滑的表面。这允许了诸如电解质层的功能层的良好可涂覆性,如下文所描述的,为了制程气体空间的更好密封,可选地也在边缘区域的部分上涂覆此电解质层。

[0018] 为了减少由熔融操作引起的载体基板边缘区域的收缩,可在熔融操作前涂覆由小粒度的载体基板原材料制成的粉末或粉末混合物,以便填充开放表面孔。此后接着进行表面熔融操作。通过此步骤增强载体基板形状的尺寸稳定性。

[0019] 特别有利地,载体基板的边缘区域不再需要如根据现有技术(例如,DE 10 2007 034 967)一样地经过气密压缩,而是能够具有并不必然提供流体密封性的密度及孔隙率。因此,可在生产中达成相当大的成本节省。

[0020] 本发明的载体基板适合于电化学功能装置,优选适合于固体电解质燃料电池,其可具有高达 1000°C 的工作温度。不过,基板也可例如在薄膜技术中用于电化学气体分隔。

[0021] 在MSC系统开发的过程中,已推行多种方法,其中使用到具有不同整合深度的不同载体基板配置。

[0022] 根据本发明,对于第一变体,提供具有本发明的载体基板的载体基板装置,该载体基板通过由导电材料制成的框装置围封,其中框装置电接触载体基板且具有至少一个气体通孔。这些气体通孔就此用于供应及排出制程气体,例如燃料气体。通过以不透气方式将载体基板装置连接至充当内部连接部件的接触板来创造不透气气体空间。因此,经由框装置及内部连接部件,形成一种外壳,且以此方式,实现流体密闭的制程气体空间。载体基板的具有熔融相的表面区段自中央区域的外周延伸至边缘区域的外缘,或延伸至一个位置,在这个位置载体基板的通过熔焊或钎焊与框装置接合。

[0023] 在第二种实施方式中,载体基板及框装置实施为整体构件。气体通孔是通过冲孔、切割、压印或类似技术而在板形载体基板的相对侧上于边缘区域中形成。这些通孔设置用于供应及排出制程气体,特别是燃料气体。在具有气体通孔的边缘区域中,通过表面熔融对载体基板进行后处理。经表面后处理的区域在此这样选择,即使形成一个连续区段,该连续区段至少包围气体通孔的一部分,优选为设置用于供应及导出制程气体(燃料气体及氧化物气体)的那些通孔的一部分的。具有熔融相的表面区段为边缘区域的至少部分上的连贯区段,且围绕中央区域的外周伸展,一方面延伸至包围的气体通孔的边缘,且另一方面延伸至边缘区域的外缘或延伸至载体基板通过熔接或焊接与内部连接板接合的位置。为了确保在气体通路的边缘区域中在垂直方向上遍及载体基板的厚度的气密性,在侧棱边附近,熔

融相形成为遍及载体基板的整个厚度；换言之，具有熔融相的表面区段在气体通孔的边缘处经载体基板的整个厚度延伸穿过至相反表面。当这些通孔是通过例如激光、电子、离子、喷水或摩擦切割这些热工艺而制造，那么载体基板在气体通孔的边缘处的这个侧向密封则自动地达成。

[0024] 本发明进步涉及一种燃料电池，其具有本发明的载体基板或载体基板装置其中的一个，其中具有电化学活性层、特别是具有电极层、电解质层或功能层的层堆栈配置于载体基板的中央区域的表面上，且电解质层不透地邻近不透流体的近表面边缘区域。举例而言，可通过例如物理气相沉积(PVD)的物理覆层技术、火焰喷涂、等离子喷涂或湿化学技术(例如，丝网印刷或湿粉末涂层)来涂覆层堆栈，这些技术的组合也是可以考虑的，且层堆栈可具有额外功能层以及电化层。因此，例如，在载体基板与第一电极层(通常为阳极层)之间，可提供例如由钨钼氧化物制成的扩散屏蔽层。在一种优选的实施方式中，为了这两个制程气体空间更可靠的分隔，不透气的电解质层能够以其整个范围至少遍及不透流体的近表面边缘区域的部分而延伸，即，可至少遍及不透气边缘区域的部分上而延伸。为了形成燃料电池，载体基板在周边处以不透气方式连接至接触板(内部连接部件)。具有大量燃料电池的装置形成了燃料电池堆栈或燃料电池系统。

附图说明

[0025] 在下文中，参照附图详细地描述本发明的示例性实施例。

[0026] 图1示出了燃料电池的立体分解视图。

[0027] 图2示意性地示出了沿着图1中的线I-II的经覆层的载体基板的个部分的截面图。

[0028] 图3示出了具有经挤压的边缘区域的多孔载体基板的细节的横断面磨片。

[0029] 图4示出了在热表面处理步骤之前(左)及之后(右)的经挤压的边缘区域的细节视图。

具体实施方式

[0030] 图1以示意性地示出了燃料电池(10)，其由载体基板(1)及接触板(6)(内部连接部件)组成，载体基板(1)通过粉末冶金生产且在中央区域(2)中是多孔且可透气的，且在中央区域(2)中，具有化学活性层的层堆栈(11)是配置在载体基板上。沿着图1中的线I-II的载体基板的个部分以截面在图2中示出。如更详细地就图2来描述地，载体基板(1)在包围中央区域的边缘区域(3)中压紧，其中载体基板已通过导致表面熔融的表面处理步骤在面向电池的一面上的边缘区域中在表面处得到后处理。边缘区域的压紧是有利的，但并非强制性必需的。具有熔融相的表面区段(4)形成不透气的屏蔽，不透气的屏蔽自与不透气的电解质(8)邻接的中央区域的外周边延伸至载体基板通过焊缝(12)以不透气的与接触板(6)接合的位置。对熔融深度应与对气体的不可渗透性的要求相应；在15 μm 与60 μm 之间的熔融深度已证明为有利的。具有熔融相的表面区段(4)的残余孔隙率极低；在边缘区域中坐落于其下方的未熔融区域(5)的孔隙率显著高于具有熔融相的表面区段的残余孔隙率——未熔融边缘区域的孔隙率优选在4%至20%之间。在载体基板的中央区域(2)中，配置具有化学活性层的层堆栈，其开始于电极层(7)、为了优化密封的目的而遍及不透气的边缘区域部分延伸的不透气的电解质层(8)及阴极层(9)。在边缘区域中的两个相对侧上，载体基板具有气体通孔(14)，

其用于分别将燃料气体供应至燃料气体腔室(13)中及将燃料气体自燃料气体腔室(13)排出。为了允许以不透气方式密封燃料气体腔室,具有熔融相的表面区段至少遍及边缘区域的部分延伸,该边缘区域包括设置用于制程气体(燃料气体及氧化物气体)的馈入及导出的气体通孔。由此,形成水平的不透气屏蔽,其自中央区域延伸至设置用于制程气体的馈入及导出的气体通路的边缘,或延伸至载体基板通过焊缝(12)与接触板(6)接合的位置。此熔焊的连接可沿着载体基板的外周边进行,或者,如图1中所表示,在距外周边一定距离的周围线处进行。如自图2可看出,气体通孔的边缘遍及载体基板的整个厚度而熔融,以便也形成侧面的不透气屏障。

[0031] 图3及图4示出具有经挤压的边缘区域的多孔载体基板的横断面磨片的SEM显微相片,及在通过激光熔融的热表面处理步骤之前(左)及之后(右)的经挤压的边缘区域的细节图。由筛过的具有小于 $125\mu\text{m}$ 的粒度的、铁-铬合金组成的粉末构成的载体基板通过常见的粉末冶金途径制成。在烧结后,载体基板具有大致40Vol. %的孔隙率。随后通过单轴按压来压紧边缘区域,从而得到边缘区域中的大致为7Vol. %至15Vol. %的残余孔隙率。

[0032] 导引具有大致 250J/m 的每单位长度能量的、聚焦的激光束经过待熔融的边缘区域,并引起边缘区域的表面熔融。在激光的焦点处,形成具有大致 $100\mu\text{m}$ 的深度的熔融区带。在凝固后,形成本发明的表面区段,其具有熔融相。垂直于板形载体基板的表面来进行横磨。为了制造横断面磨片,使用金刚石线锯从载体基板锯下部分,将这些部分固定于嵌入组合物(例如,环氧树脂)中,且在固化后,(通过相应较细砂纸按逐渐地)研磨。样本随后使用抛光悬浮液进行抛光,且最后以电解方式进行抛光。

[0033] 为了判定载体基板的个别区域的孔隙率,通过REM(Rasterelektronenmikroskop(扫描电子显微镜))及BSE侦测器(BSE:back-scattered-electrons(背向散射电子);德语:rueckgestreute Elektronen)(BSE侦测器或四象限环形侦测器)分析这些样本。作为扫描电子显微镜使用的是Zeiss品牌的“Ultra Plus 55”场发射仪器。在待分析的测量面积内分别通过立体化逻辑方法(使用的软件:Leica QWin)来定量评估SEM显微相片,其中注意的是,确保在待分析的测量面积内,存在的载体基板的部分的切面是极均匀的。在孔隙率测量的范围内,相对于待分析的整个测量面积来确定每单位面积的孔的比例。此面积比例同时对应于按Vol. %计量的孔隙率。在测量过程中忽略仅部分位于待分析的测面积内的孔。

[0034] 用于SEM显微相片的设定如下:倾斜角: 0° 、20kV的加速电压、大致10mm的操作距离及250倍放大率(器具规格),从而导致大致 $600\mu\text{m}$ 的水平影像边缘。在此根据特别好的影像清晰度来设置特定值。

[0035] 此外,应指出,参考以上实施例其中的一种所描述的特征或步骤也可与上文所描述的其他实施例的其他特征或步骤组合地使用。权利要求中的参考符号不应视为任何限制。

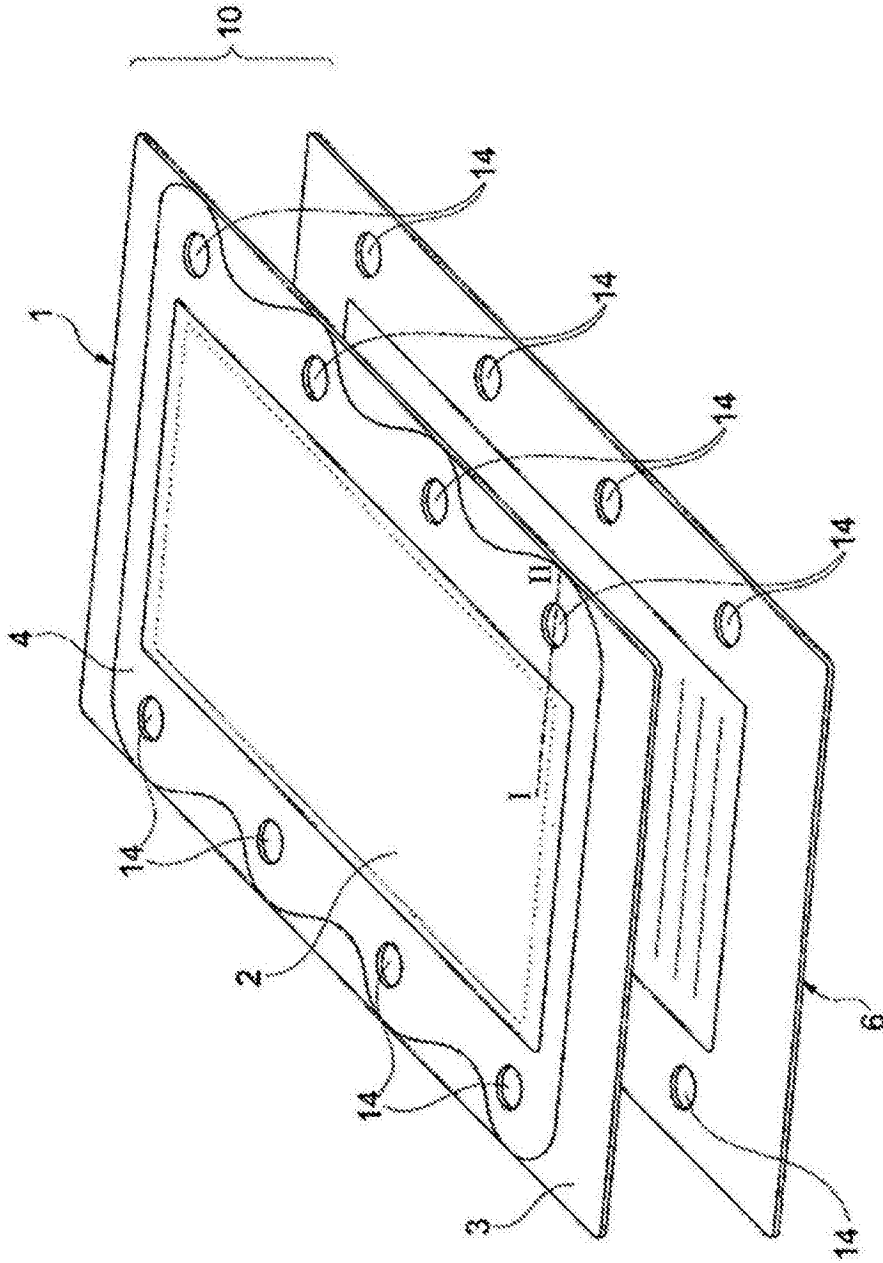


图1

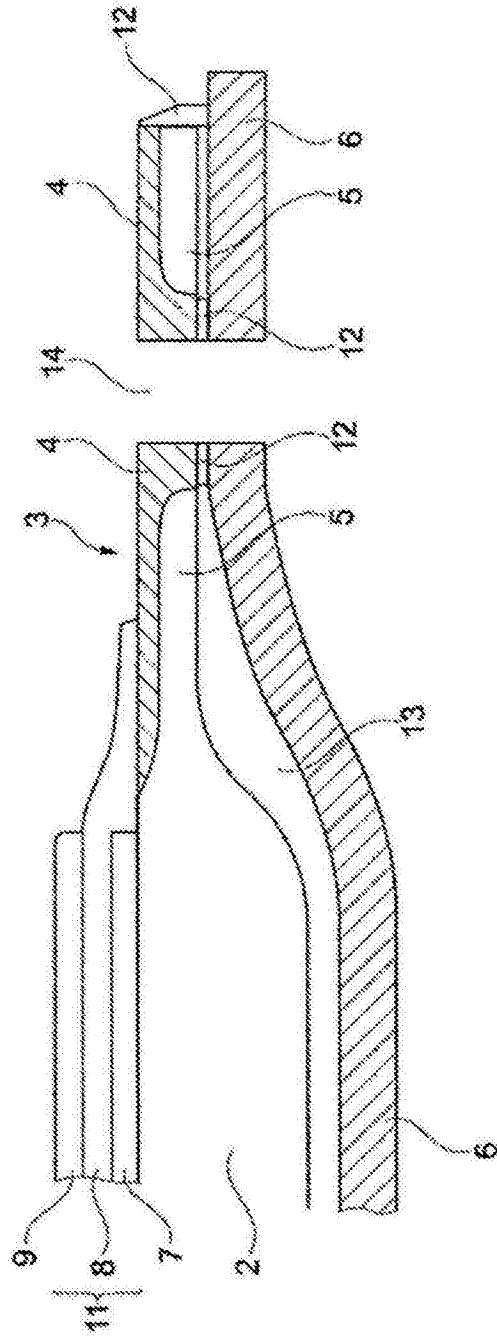


图2

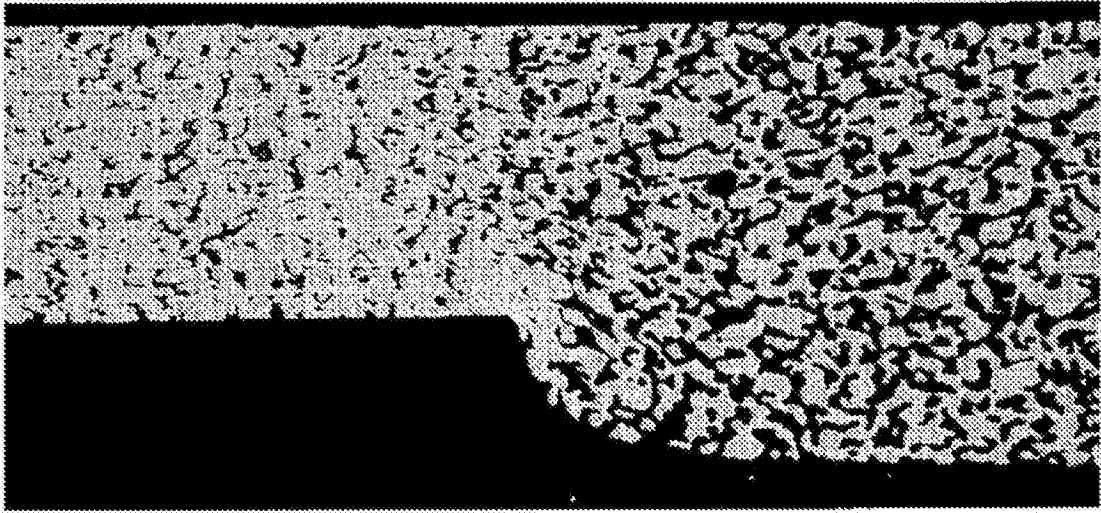


图3

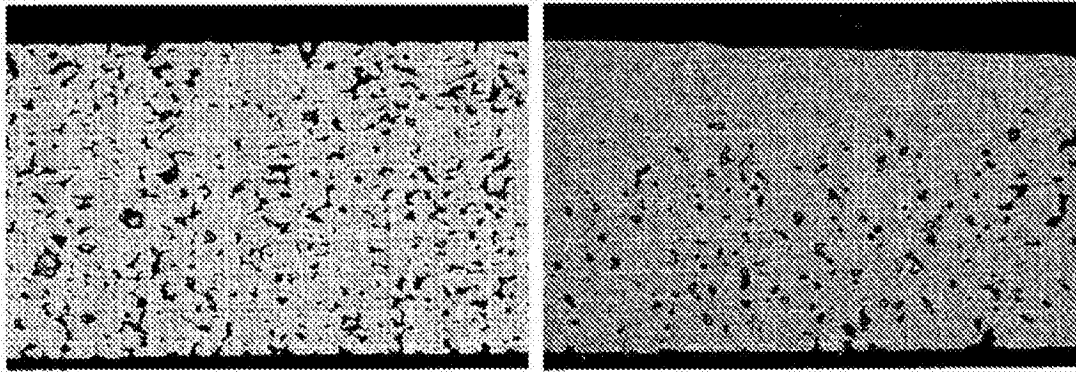


图4