



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103608490 B

(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201280018375.X

(22)申请日 2012.04.13

(30)优先权数据

61/475,417 2011.04.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2013.10.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/033422 2012.04.13

(87)PCT国际申请的公布数据

W02012/142352 EN 2012.10.18

(73)专利权人 东京毅力科创尼克斯公司

地址 美国马萨诸塞州

(72)发明人 德梅特留斯·帕帕帕纳约图

阿瑟·凯格勒 大卫·瓜尔纳恰

乔纳森·汉德 约翰内斯·基乌

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 顾晋伟 全万志

(51)Int.Cl.

G25D 5/00(2006.01)

G25D 5/18(2006.01)

(56)对比文件

US 6576110 B2,2003.06.10,全文.

US 6261433 B1,2001.07.17,说明书第14栏第35-45段.

US 20030201184 A1,2003.10.30,摘要、说明书第53段、第103段、第113-114段、第143、146-14段、172段及图1、图2、图6、图23、28A.

审查员 刘学武

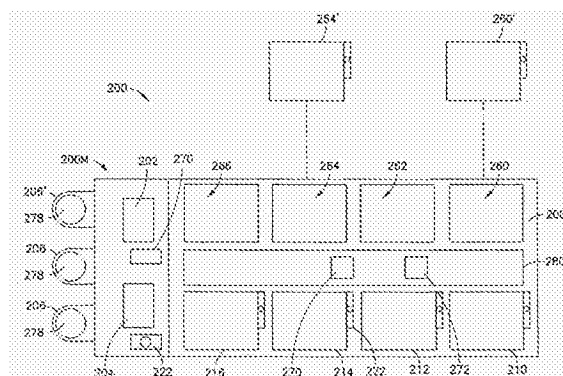
权利要求书3页 说明书33页 附图22页

(54)发明名称

电化学沉积和补给设备

(57)摘要

一种工艺电解质补给模块,其适于在具有第一阳极和第一阴极的基底电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子,所述工艺电解质补给模块具有第二阳极。所述工艺电解质补给模块具有从化学沉积设备偏置的框。工艺电解质再循环隔室设置在所构造的框中,其配置为使得工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环。



1. 一种适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:

构造为用于保持工艺电解质的框;

与所述框可拆卸地耦接的基底保持器,所述基底保持器将所述基底支撑在所述工艺电解质中;以及

阳极流体隔室,其可拆卸地耦接至所述框并且限定流体边界壳,所述流体边界壳将阳极电解液容纳在所述框中并且将所述阳极电解液与所述工艺电解质分隔开,在所述边界壳中具有朝向所述基底的所述表面的阳极和设置在所述阳极与所述基底的所述表面之间的离子交换膜,所述阳极流体隔室流体边界壳可与所述离子交换膜和所述阳极作为单元而从所述框移除;

其中,所述保持器、所述阳极和所述膜布置在所述框中,使得来自所述阳极的离子经过所述离子交换膜进入所述工艺电解质中并且主要补给所述工艺电解质中由于离子沉积到所述基底的所述表面上而耗尽的离子,

其中所述框包括第一和第二插入件导引物,其中所述阳极流体隔室和基底保持器沿平行于所述基底的表面的方向沿所述第一和第二插入件导引物可插入所述框内并且可从所述框移除。

2. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述基底的所述表面为基本上垂直取向。

3. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述离子交换膜包括阳离子膜。

4. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括可溶阳极。

5. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括惰性阳极。

6. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述工艺电解质包括SnAg浴。

7. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括Sn阳极。

8. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括Cu阳极。

9. 根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中所述离子交换膜使所述阳极电解液分隔于所述工艺电解质。

10. 一种适于将金属沉积在基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:

构造为用于保持工艺电解质的框;

与所述框耦接的基底保持器,所述基底保持器支撑所述基底以使得所述工艺电解质接触所述表面;

在阳极电解液中与所述框耦接的阳极;和

与所述框耦接的离子交换膜,使得所述离子交换膜将所述阳极电解液与所述工艺电解质分隔开,

其中所述离子交换膜由第一膜支撑件支撑在第一侧上,所述第一膜支撑件与所述框耦接并且具有多个第一阵列支撑件;

其中所述离子交换膜由第二膜支撑件支撑在第二侧上,所述第二膜支撑件与所述框耦接,所述第二膜支撑件包括多个第二阵列支撑件,以及

其中所述多个第二阵列支撑件与所述多个第一阵列支撑件基本对准,

其中所述框包括第一和第二插入件导引物,其中所述阳极和基底保持器沿平行于所述基底的表面的方向沿所述第一和第二插入件导引物可插入所述框内并且可从所述框移除。

11.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述多个第一阵列支撑件包括第一垂直条阵列,并且其中所述多个第二阵列支撑件包括第二垂直条阵列,并且其中所述第一垂直条阵列与所述第二垂直条阵列基本对准。

12.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述基底保持器、所述阳极和所述离子交换膜布置在所述框中,使得金属离子经过所述离子交换膜进入所述工艺电解质中,从而补给由于沉积到所述基底上而耗尽的金属离子,并且其中所述第一和第二阵列支撑件具有防止气泡截留的构造。

13.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述基底的所述表面为基本上垂直取向。

14.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述离子交换膜包括阳离子膜。

15.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括可溶Sn阳极。

16.根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中所述工艺电解质包括SnAg浴。

17.一种适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:

构造为用于保持工艺电解质的框;

基底保持器,其与所述框可拆卸地耦接并且支撑所述基底以使得所述工艺电解质接触所述表面;

阳极模块,其与所述框耦接并且构造成用于容纳阳极电解液,所述阳极模块具有模块框、阳极和离子交换膜,所述离子交换膜与所述模块框耦接并与所述阳极和所述离子交换膜一起作为单元从而能够从所述框移除和插入所述框中;以及

与所述模块框耦接的所述离子交换膜,所述离子交换膜设置在所述阳极与所述基底的所述表面之间,

其中所述框包括第一和第二插入件导引物,其中所述阳极模块和基底保持器沿平行于所述基底的表面的方向沿所述第一和第二插入件导引物可插入所述框内并且可从所述框移除。

18.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述基底保持器、所述阳极和所述离子交换膜布置在所述框中,使得金属离子经过所述离子交换膜进入所述工艺电解质中补给由沉积在所述基底上而耗尽的金属离子。

19.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述基底的所述表面为基本上垂直取向。

20.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述离子交换膜包括阳离子膜。

21.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括可溶阳极。

22.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括惰性阳极。

23.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述工艺电解质包括SnAg浴。

24.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括Sn阳极。

25.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述阳极包括Cu阳极。

26.根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中所述离子交换膜将所述阳极电解液

与所述工艺电解质分隔开。

电化学沉积和补给设备

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2011年4月14日提交的发明名称为“ELECTRO OSMOSIS CHEMICAL PRODUCTIVITY APPARATUS AND METHOD FOR ELECTRO DEPOSITION”的美国临时专利申请序列号61/475,417的利益和优先权,其公开内容通过引用整体并入本文。

1. 技术领域

[0003] 所公开的实施方案一般涉及用于电化学沉积的方法和设备,并且更特别地涉及用于电化学沉积和补给的方法和设备。

2. 背景技术

[0004] 电沉积等工艺用作将膜(例如,锡、锡银、镍、铜或其它物质)应用于多种结构和表面(例如半导体晶片和硅工件或基底)的制造技术。用于这种工艺的系统的重要特征是其能够产生具有均匀且可重复特性(例如,膜厚度、组成和与下方的工件轮廓相关的轮廓)的膜。电沉积系统可利用耗尽后需要补给的一次电解质。例如,在锡银应用中,在耗尽后可需要锡盐溶液液体补给。这样的补给根据应用可能昂贵,并且对于电沉积工具或子模块可能需要长的停机时间来维护和工艺再鉴定,这对沉积工具的购置成本有不利影响。因此,需要用于补给电沉积工具中耗尽的工艺电解质的新的改进方法和设备。

附图说明

[0005] 结合附图,以下描述中解释了所公开实施方案的上述方面和其它特征,在附图中:

[0006] 图1示出示例性的晶片电沉积系统;

[0007] 图2A示出电沉积模块;

[0008] 图2B示出剪切板搅拌构件;

[0009] 图2C示出剪切板搅拌构件;

[0010] 图2D示出剪切板搅拌构件;

[0011] 图2E示出剪切板搅拌构件;

[0012] 图2F示出构件振荡运动的图示;

[0013] 图2G示出构件非均匀振荡运动的图示;

[0014] 图2H示出构件非均匀振荡运动的图示;

[0015] 图3示出电渗透补给模块;

[0016] 图4示出电合成流动槽布局;

[0017] 图5示出电沉积部分和化学制造系统(chemical productivity system,CPS);

[0018] 图5A示出CPS系统的化学制造模块;

[0019] 图6示出化学品管理和输送系统;

[0020] 图7示出电渗透补给模块;

[0021] 图8示出电渗透补给模块;

[0022] 图9示出电化学沉积系统的图示；

[0023] 图10示出电化学沉积系统的图示；

[0024] 图11示出电化学沉积系统的图示；

[0025] 图12示出电镀槽的等距视图；

[0026] 图13示出电镀槽的等距视图；

[0027] 图14示出电镀槽的俯视图；

[0028] 图15示出阳极插入件的分解视图；

[0029] 图16示出阳极插入件的分解视图；

[0030] 图17示出阳极插入件的侧视图；

[0031] 图18示出阳极插入件的截面视图；

[0032] 图19示出阳极插入件的截面视图。

[0033] 实施方案详述

[0034] 现参照图1,其示出根据所公开实施方案一个方面的适合于制造工艺的商用晶片电沉积机。虽然参照附图描述了所公开实施方案的方面,但是应理解所公开实施方案的方面可以以许多形式来实施。此外,可使用任意合适大小、形状或类型的元件或材料。所公开的实施方案可在可商购的电沉积机(例如,来自Billerica MA的NEXX Systems的Stratus)中实施。系统200可包括如根据专利合作条约公开并且公开日为2005年5月12日的国际申请W02005/042804A2所述以及如2005年8月14日公开并且发明名称为“method and apparatus for fluid processing a workpiece”的美国公开No.2005/0167275所述的特征,其通过引用整体并入本文。以框图形式作为示例性系统示出系统200。根据所公开实施方案的另一个方面,可提供构造和位置不同的更多或更少的模块。系统200可包括装载端口206的工业电沉积机200M,通过所述装载端口206将基底(例如,之前如上所述用光刻胶图案化的基底)插入系统并从系统中撤去。装载站204可具有机械臂,所述机械臂将基底278转移至基底-保持器270、272、274中,然后通过输送机280转移至模块210、212、214、216(以下进一步更详细地描述并且也在图2A和5中示意性示出)并且平行地、连续地或平行与连续组合地进行处理。例如,连续处理或其它处理可包括铜(Cu)电沉积模块216、镍(Ni)电沉积模块214、锡(Sn)电沉积模块212、锡-银(SnAg)电沉积模块210。另外,所公开实施方案的方面可相似地应用于铜(Cu)电沉积模块216、镍(Ni)电沉积模块214、锡(Sn)电沉积模块212、锡-银(SnAg)电沉积模块210或任意合适的金属沉积模块。然后基底可返回到装载站204,所述装载站204卸载基底并使基底通过基底清洗模块202,基底由此处返回装载端口206。清洗步骤(例如,使用去离子水)可设置在电沉积步骤之前和之后,例如,可设置清洗模块262、266。或者,模块262和266可以是冲洗或热处理模块以及清洗模块。可设置补给模块260、264(在图1中一般性指示),例如设置在系统200的常见封装件中用于模块210、212、214和216的补给和化学制造。例如,封装件200H可形成用于系统200的部件和模块的壳体,在其中具有合适的环境和清洁度控制。如可实现的,在所述示例性实施方案中,化学补给模块可不位于普通壳体或区域(与壳体200H相似)中,而是可以是外接(off board)或远程的,例如可在具有或没有用于补给模块210、212、214和216的内部(on board)模块260、264的情况下设置补给模块260'、264'(参见图1)。在这里,远程的补给模块可放置为靠近系统200、在系统200下方的管槽中或远离系统200处,例如隔开一段距离或在单独的室中。根据所公开实施方案的另一个方

面,可不设置补给模块。根据所公开实施方案的另一个方面,可以以任意合适组合设置更多或更少合适组合的更多或更少的模块用于沉积更多或更少的不同或相似材料。

[0035] 可设置一个或多个控制器222并使其与每个站或模块通信耦接以确定工艺的顺序和/或在站或模块中输送。可在系统200中设置系统控制器222以确定站或工艺模块之间基底的顺序并且协调系统作用,例如主机通信、批量装载和卸载或控制系统200所需的其它的那些作用。控制器222可被程序化为在工艺模块中用合适的金属、金属合金和/或其它电镀材料(例如,用锡(Sn)、锡-银(SnAg)、铜(Cu)、镍(Ni)中的一种或多种)来电镀工件,所述工艺模块设置成容纳阳极并支撑电镀浴。因此,用于工艺模块212的控制器可被程序化为将锡电镀到工件上。控制器222可进一步程序化为在冲洗容器中冲洗工件,所述冲洗容器设置成支持冲洗来自工件的基本上所有的电镀化学反应。控制器222可进一步程序化为例如在工艺模块210中用锡和银电镀工件,所述工艺模块210设置成容纳阳极并支撑电镀浴。控制器222可进一步程序化为例如在热处理模块中热处理工件,所述热处理模块设置成热处理工件以导致锡和锡-银层混合并形成基本上均匀的锡-银合金特征。控制器222可进一步程序化为例如通过铜电沉积模块216将铜沉积在工件上。控制器222可进一步程序化为例如通过镍电沉积模块214将镍沉积在工件上。控制器222可进一步程序化为通过清洗模块262清洗工件。在所公开的实施方案中,如之前所述,仅为了举例的目的,以一般方式在附图中示出四个电沉积模块210、212、214、216并且指出了清洗模块262、266和化学补给模块260、264。根据所公开实施方案的另一个方面,一个系统可具有以任意合适构造设置的更多或更少个模块。例如,系统200可具有锡(Sn)电沉积模块和锡-银(SnAg)电沉积模块,并且化学处理由与设备200M为远程或外接的一个或多个模块补充(例如,仅为了举例的目的,图1中示出一个或多个化学补给或制造模块260'、264',但是可设置更多或更少个模块)。如前所述,设备还可包括一个或更多个内部(例如,与设备一起存在的)化学补给或制造模块。作为另一个示例,可设置具有不同电沉积模块的不同工具(未示出)。作为另一个示例,可设置多个二重电沉积模块以允许平行地处理多个工件,从而增加系统的生产量。同样地,本发明包括系统构造的所有的这种变化、替代和修改。

[0036] 现还参照图2A,示出示例性电沉积工艺模块210的框图。电沉积模块210可例如包括与存在于Billerica MA的NEXX Systems的Stratus工具中的模块相似的特征,并且可具有如在专利合作条约下公开并且公开日为2005年5月12日的国际申请W02005/042804A2所公开和如2005年8月14日公开并且发明名称为“method and apparatus for fluid processing a workpiece”的美国公开No. 2005/0167275所公开的特征,两个文件均通过引用整体并入本文。示例性电沉积模块210具有容纳流体302的壳体300,其中流体302可流经壳体300并且其中流体302可以是通过模块(例如补给模块260或其它模块)再供应或补给的循环电解质。工件保持器272可通过处理器280由壳体移除并且可保持基底278。虽然示出两个基底,但是保持器272可保持更多个或更少个基底。阳极310、312设置有屏蔽板314、316和桨或流体搅拌组件318和320。根据所公开实施方案的另一个方面,可设置更少或更多个组件。例如,可设置单个阳极。通过另一个示例,阳极可以是壳体300或屏蔽板314、316的一部分并且可不设置桨或流体搅拌组件318和320。

[0037] 现参照图2B至2D,分别示出剪切板搅拌构件318',剪切板搅拌构件318'的示意性横截面视图和剪切板搅拌构件318''的另一种横截面示意图。还参照图2E,其示出代表性剪

切板搅拌构件318x的另一个示意性正视图,所述构件318x设置为在经历来自搅拌构件的流体搅拌的物体表面30附近,如以下将进一步进行描述的。还参照图2F,其示出搅拌构件关于期望参照系的振荡运动的图示。还参照图2G,其示出构件示例性非均匀振荡运动的曲线图。还参照图2H,其示出构件非均匀振荡运动的曲线图。剪切板搅拌构件和振荡运动可包括如存在于Billerica MA之NEXX Systems的Stratus工具中的模块的特征,并且可具有如在专利合作条约下公开并且公开日为2005年5月12日的国际申请W02005/042804A2所公开和如2005年8月14日公开并且发明名称为“Method and Apparatus for Fluid Processing a Workpiece”的美国公开No.2005/0167275所公开的特征,两个文件均通过引用整体并入本文。剪切板搅拌构件和运动可用于任意示例性模块,例如示例性电镀模块210(也参见图2A)或如下公开的和根据所公开内容的另一个方面或关于电渗透补给模块(例如模块260、260’(也参照图1)或其它模块)中阳极、阴极或离子交换膜的组合。例如,一个或多个剪切板搅拌构件可与电渗透补给部件中的阳极、阴极或离子交换膜的一个或多个表面结合使用来进行搅拌或其它处理,例如以降低这种膜的堵塞或污染,或者另外以有助于这种膜的性能。

[0038] 在所公开实施方案的多个方面中,为了描述的目的,构件318可称为桨组件或流体搅拌桨。在所公开实施方案的一个方面中,构件318是剪切板搅拌桨。构件318可与表面30(例如由工件保持器272保持的工件的表面)基本平行地运动。构件318可通过非均匀振荡运动运动以搅拌流体(例如,具有图2F至2G所示出的特征的运动)。在所公开实施方案的多个方面中,构件318的振荡频率可以在约0Hz与约20Hz之间,但是根据应用频率可更高。根据所公开实施方案的另一方面,构件318的振荡频率在约4Hz与约10Hz之间。根据所公开实施方案的另一个方面,振荡频率可以为约6Hz。根据所公开内容的另一个方面,搅拌桨可以以均匀振荡运动方式运动。在这里,构件318通过一个或多个发动机216来运动。构件204可使用连杆220与发动机219连接。在这里,发动机219可以是线性驱动发动机或线性发动机组件。合适的线性发动机包括得自于Delavan, WI的LinMot Corporation的线性驱动发动机或其它发动机。在所公开实施方案的多个方面中,发动机219可与壳体固定或可拆卸地连接。发动机219可定位在壳体的中线面上。在所公开实施方案的一个方面中,构件318的重量和构件318往复运动期间导致的惯性力可由线性发动机通过发动机滑块与发动机绕组之间的磁场力而不是通过轴承来支撑。一个或多个发动机219可通过计算机控制。

[0039] 现再参照图2B,其示出用于在工件流体处理期间搅拌流体的构件318’的一个示例性实施方案的透视图。构件318’可包括第一板232和第二板234。根据所公开实施方案的另一个方面,构件可仅包括一个板。在所示的示例性实施方案中,每个板232和234限定了一系列间隔开口236。间隔开口236的形状可以是例如椭圆形或矩形。每个板232和234可还包括一系列间隔叶片240用于搅拌流体。间隔叶片240的外形可以是直的、有角的、杯状的或正方形的。一系列间隔开口236或一系列间隔叶片240的中心点可定位为基本等距周期阵列。例如,中心可定位为在它们之间约10mm至约30mm。在一个详细的实施方案中,中心定位在相距20mm处。在所公开实施方案的一个方面中,一系列间隔开口236在构件318’运动时搅拌流体。在所公开实施方案的一个方面中,一系列间隔叶片240在构件318’运动时搅拌流体。在所公开实施方案的一个方面中,开口236和叶片240均搅拌流体。在所公开的实施方案中,间隔叶片240的边缘表面搅拌流体。板232和234可由合适的金属、塑料或聚合物形成。合适的金属包括钛、不锈钢或铝。合适的塑料包括聚氯乙烯(PVC)、氯化PVC(CPVC)、HDPE和PVDF。在

所公开实施方案的多个方面中,板232和234之一可定位为紧邻表面,例如距工件或表面邻近构件318'的表面约2mm至约10mm,但是根据应用,紧邻表面可使用更小或更大的距离。如所公开实施方案的其它方面中将讨论的,搅拌构件可相似地放置在邻近与其紧邻的其它表面处。在所公开实施方案的一个方面中,板232和234中至少一个的厚度在约3mm与约6mm之间,但是根据应用和/或材料结构可使用更小或更大的距离。可使用相对薄的片使得板318可定位成接近邻近表面或工件处,这对于依靠和横穿表面30的适当混合流动是期望的。第一板和第二板232和234可通过一个或多个间隔特征244接合并形成构件319'。在图2B中,示出第一板和第二板232和234通过螺丝248与间隔特征244连接,但是可使用其它工具,包括但不限于铆钉、胶、环氧树脂、粘合剂或外面合适的连接工具。板232和234以及间隔特征244可限定其中在处理期间可插入工件保持器272的实施方案的腔室。间隔特征244可有助于使构件318'与工件保持器272对准。在所公开实施方案的多个方面中,构件318或318'可通过壳体与工件保持器272或邻近表面对准,以此方法提供了高精度度并且不需要构件318或318'的机械支撑。如上所述,发动机219可支撑构件318或318'、和由流体给予构件的反作用力、以及在没有轴承辅助的运动期间的惯性力。如果需要使用安装在壳体上的导向轮(未示出)或其它合适导向可实现构件318或318'与工件保持器272(或表面30)之间的精确和持续隔开。导向轮可自由地打开牢固安装在壳体侧壁上的轮轴。对准轮也可安装在壳体中用于定位工件保持器272。导向轮与对准轮之间的关系可使得构件318或318'与工件表面一致到约0.2mm内。当构件318或318'与工件表面基本平行地运动时,这促进了在工件表面处出现基本均匀的流体边界层。现再参照图2C,其示出用于在工件流体处理期间搅拌流体的构件318''的所公开实施方案的另一个方面的横截面。为了举例的目的,间隔叶片240'示出具有杯状的。在图2C中,示出间隔叶片240'邻近表面30(例如,使用固位器42固定在工件保持器272上的工件)。在所公开实施方案的多个方面中,一系列间隔开口236和/或一系列间隔叶片240'在构件318''运动时搅拌流体。在所公开实施方案的一个方面中,间隔叶片240'的边缘表面搅拌流体。在这里,边缘表面可以是侧面、点面或圆面。现参照图2D,示出构件318'''的所公开实施方案之另一个方面的横截面。间隔叶片240''可具有有角的外形,并且示出邻近表面30(例如,使用固位器42固定在工件保持器272上的工件)。在所公开实施方案的多个方面中,一系列间隔开口236和/或一系列间隔叶片240''在构件318''运动时搅拌流体。如上所述,搅拌或桨构件318、318'、318''或318'''(本文中统称为318x)可用于搅拌流体。在所公开实施方案的一些方面中,构件318x可使用非均匀振荡规律运动。在一个示例性实施方案中,非均匀振荡运动包括反转位置,其在非均匀振荡运动的每次冲程后改变。此外,运动的特征可在于一系列基本持续的几何不对称振荡,其中所述一系列振荡的每次持续振荡是几何不对称的,具有至少两个基本上连续的相反冲程,其中基本持续不对称振荡的每次基本持续冲程的反转位置设置为相对于每个在振荡的基本连续冲程紧前面的中心点不对称。

[0040] 参照图2E,工件30表面上的叶片240、240'或240''或邻近特殊表面或工件点256之间间隔开口236的中心点(本文中统称为中心点252)在一次完整的振荡冲程后不需要恢复到相同的工件点256。中心点252可随构件318x振荡而沿工件30的表面移动,并且在一次完整的振荡冲程后,中心点252'可在附近的工件点261处。在所公开实施方案的一个方面中,非均匀振荡运动包括一次振荡冲程和至少一次二次振荡冲程。一次振荡冲程的长度可与由构

件318x限定的间隔开口236的距离基本相同。在一个详细的实施方案中,一次振荡冲程的长度可与相邻间隔开口236的距离基本相同。

[0041] 现参照图2F,一种示例性的一次振荡冲程265可改变构件318x振荡冲程的反转位置。在一个详细的实施方案中,一次振荡冲程265改变构件318x之中心点252的反转位置268。示例性的第一二次振荡冲程273可改变构件318x之振荡运动的反转位置。在一个详细的实施方案中,第一二次振荡冲程273改变中心点252的反转位置276。在所公开实施方案的多个方面中,这也可理解为改变一次振荡冲程265的反转位置。示例性的第二二次冲程281可改变构件318x之振荡运动的反转位置。在所公开实施方案的一个方面中,第二二次冲程281改变中心点252的反转位置284。在所公开实施方案的多个方面中,这也可理解为改变第一二次振荡冲程273的反转位置。如所示出的,使用中心点252示出构件318x的相对运动。但是,沿构件318x表面的任意点X可用于示出点X的反转位置随构件318x运动的改变。在所公开实施方案的一些方面中,构件可由多个片形成。每个片包括一个或多个间隔开口或一个或多个间隔叶片。在所公开实施方案的一个方面中,每个片可与不同的发动机连接使得其运动不依赖于邻近的片。在所公开实施方案的一个方面中,每个片可与相同发动机连接使得片一致运动。在所公开实施方案的一些方面中,多个片定位在工件的相同侧上使得构件204x的两个或更多个片运动来搅拌流体。现参照图2G,示出用于在工件流体处理期间搅拌流体的示例性非均匀振荡规律288的图示。图2E和2F中的示例性工件272和中心点252为了说明性目的而引用。相对于时间绘制相对于工件272表面上之工件点256的构件318x中心点252的位置。在构件318x的所公开实施方案中,中心点252的距离为约20mm。一次振荡冲程与构件318x之中心点252与相邻中心点之间的距离基本相同。二次振荡冲程为约40mm。线292示出由一次振荡冲程引起的中心点的相对移动。线296示出由二次振荡冲程引起的中心点的相对移动。通过使用一次冲程和二次冲程的组合,工件272前面振荡模式的反转位置相对于处理时间被充分改变。这可预防工件表面上的非均匀时间平均电场或流体流场。这可使工件表面上构件的电场图像或流体流动图像最小化,提高了沉积的均匀性。

[0042] 现参照图2H,示出用于在工件流体处理期间搅拌流体的另一种非均匀振荡规律301的图示。中心点252与构件318x的距离为约20mm。一次振荡冲程与构件318x的中心点252与相邻中心点之间的距离基本相同。第一二次振荡冲程为约30mm。第二二次振荡冲程为约40mm。振荡运动可包括另外的二次振荡冲程。线304示出由一次振荡冲程引起的中心点的相对移动。线308示出由第一二次振荡冲程引起的中心点的相对移动。线313示出由第二二次振荡冲程引起的中心点的相对移动。第一二次振荡冲程的周期为约2秒,并且第二二次振荡冲程的周期为约10秒。这可移动振荡反转发生的位置,从而可使每个隔开叶片的反转点或每个隔开开口的中心点分开约0.1mm。这可减少或基本上消除对表面30上反转位置的任意成像。构件318x的振荡也可在工件272的表面处形成非周期性流体边界层。根据所公开实施方案的另一个方面,浆的搅拌运动可以是均匀的振荡运动。在所公开实施方案的一个方面中,构件318x减少了工件272、278表面处的流体边界层厚度。在一个详细的实施方案中,流体边界层厚度减少至小于约10 μ m。而且,构件的运动可减少或基本上消除来自表面30(例如,工件272、278的表面)的流体中空气或气泡的截留。在所公开实施方案的一个方面中,流体流将空气或气泡携带到壳体中正在生长的膜表面附近用于电镀或沉积。在另一个实施方案中,流体流动在电渗透补给模块(如以下将更详细描述)的壳体中在邻近离子交换膜处

搅拌流体。

[0043] 现参照图3,示出电渗透补给工艺模块260。在图3中,示出Sn形式的剪切板电渗透模块的主输送路径。根据所公开实施方案的另一个方面,可提供任意合适的金属或材料(例如,Cu、Ni、Sn、Sn-Ag或其它)。如图所示,补给模块可包括两个隔开的膜410、428,其可分别独立地使槽阴极416与阳极412彼此隔离并且与工艺流体隔离。例如,在Sn-Ag应用中,第一膜410阻止Ag⁺配体复合物输送到可溶的Sn阳极412,从而避免Sn阳极412上不需要的Ag浸没沉积。阴极处的水电解提供了OH⁻离子418以中和在工艺模块不可溶阳极310处产生的H⁺离子420。阳极-膜410阳极侧上的剪切板搅拌318x可提供流体混合以更好地将Sn离子424输送通过膜410。此外,如由搅拌桨或剪切板318x起作用的膜上的流体搅拌也可避免或大大减少膜污染(具有膜有效性或寿命的等量益处)。在这里,工艺电解质可以是沉积模块210的工作工艺电解质300。

[0044] 电渗透用作供应用于晶片电沉积的金属离子(例如,向工艺流体补给金属离子)的方法和设备。如前所述,电化学沉积设备200可具有基底沉积模块210-216(也参见图2A,5),所述模块具有基底保持器272、阳极310和工作工艺电解质300。基底沉积模块通过合适的管路和控制与电沉积模块260耦接,从而限定了具有二次阳极电解液422中的第一(例如,阳离子)膜410和二次可溶阳极412的室。模块260也可具有二次阴极电解液430中的第二(例如,阴离子或两极)膜428和二次不可溶阴极416。如由图3可认识到的,在所示出的实施方案中,第一膜410使补给模块的隔离室内的可耗尽阳极与阳极电解液隔离。相似地,第二膜428在模块260中限定了第二隔离室,使阴极416和二次阴极电解液430与模块260中的流体(例如,二次阳极电解液、工作工艺流体)隔离。关于阳极电解液和阴极电解液的术语一次和二次在本文中用于描述目的,以区分基底沉积模块200中的工作工艺电解质(一次)与模块260中的化学产生电解质(二次)。工作工艺(一次)电解质424、300通过限定在第一膜410与第二膜428之间的模块260的隔离区432(例如,第三隔离室或区域)再循环。区域432通过膜410和膜428与二次可溶阳极412和一次阴极416是分隔开的并且与其隔离。在这里,来自二次可溶阳极412的离子424、434通过膜410进入工作工艺电解质300中,并且以这种方式电渗透模块260向工作工艺电解质300补给再供应的424和再平衡的434离子。因此,在示例性实施方案中,模块260在电渗透单元260中可具有三个基本隔离的流体隔室440、432和442,所述隔室由特定种类的膜410、428分隔开并且所述隔室可以是窄的隔室,例如,以使槽电压最小化。在所示出的实施方案中,模块210的阳极310可以是惰性的、不可溶的或其它性质的。在材料在基底保持器272上的基底上沉积期间,工作工艺电解质300可基本持续地再循环通过电渗透模块260。根据所公开实施方案的另一个方面,根据因素,例如,可测定的耗尽、过量或其它参数的水平,再循环可以是连续的、在固定基础上或根据需要的基础上为间歇的。电渗透模块例如在邻近阳离子膜410的阳极电解液422中可具有一个或多个剪切板318x,其中所述剪切板318x在邻近阳离子膜410处搅拌阳极电解液422。根据所公开实施方案的另一个方面,可使得一个或多个剪切板邻近离子交换膜(例如,阳极电解液422、工作流体区域432或阴极电解液430等中的离子交换膜)的任意合适表面。在这里,可在一个或多个膜上设置剪切板搅拌以提高离子转移并避免污染。可在距基底沉积模块210远程处或邻近模块210处设置电渗透模块260(参见例如图1)。基底电渗透模块260可设置有任何合适的二次可溶阳极,例如,锡小球、铜、镍或任意合适材料。电渗透模块260还可设置成根据需要补给单个或多个

基底沉积模块并且平行地、串联地或基于需要或以任意合适组合地补给。二次可溶阳极412可包括小球阳极隔室436,其中所述小球阳极隔室436可在不中断电化学沉积设备200操作的情况下补给可溶的阳极小球438。通过内部或外界模块260(例如,化学生产系统(CPS)单元)中的金属置换和化学反应定量给料,用于电沉积模块的任意合适的化学反应可相似地迁移至处理槽中的不可溶阳极。通过消除改变沉积工具200(例如,模块210处)处理段中的阳极的需要,减少了对于阳极改变和系统再定性二者的PM时间。对于一些金属(如SnAg),通过将液体金属盐换为固体金属阳极材料可大大降低成本。此外,与例如喷水槽构造相比,模块210中的垂直槽构造可为气体生成(不可溶阳极处的氧和晶片/阴极处的氢)提供更大的不灵敏性。一种实施可以是用于可溶Sn阳极CPS系统。在所公开实施方案的另一些方面中,可提供铜、镍或其它合适材料。此外,可设置子系统(例如,模块210、260、260'或其它模块)升级处理工具以节约成本。

[0045] 在图3所示的实施方案中,示出具有剪切板搅拌的双膜电渗透。在这里,示出作为剪切板电渗透(SPEO)模块的化学生产系统(CPS)260,其提供了处理化学反应424、300与工作阳极电解液422和阴极电解液430之间的膜分隔。特定的离子交换膜可用于控制相关反应,并且例如在阳极膜的阳极侧上使用剪切板型的搅拌或没有剪切板搅拌。例如,在锡(Sn)或锡-银(Sn-Ag)沉积的情况下,设备260由固体可耗尽(例如,小球或一片)锡阳极412提供了锡离子(Sn^{2+})源以补给在工件278处消耗的锡。在工件278上进行锡-银(SnAg)电沉积期间,在剪切板电渗透(SPEO)模块260处提供了锡离子(Sn^{2+})的补给,并且固体锡阳极不被来自SnAg溶液的银污染。在这里,示出由固体(例如,小球或片)阳极源412供应金属离子源的设备和方法,所述阳极源412定位为远离工件工艺模块210。如前所述,工艺模块210包括不可溶阳极310以在工件278上产生电沉积所需的电场,而不溶解金属离子并将金属离子提供至工作阴极电解液溶液中。在用于化学控制复杂电沉积处理溶液的所公开实施方案的一个方面中,远程的工艺模块260可设置为相关的泵送、储存和过滤,其中远程的工艺模块可包括与二次阴极和阳极对联合使工作工艺阴极电解液300与二次阳极电解液422和阴极电解液430分隔开的离子交换膜。响应于合适的施加电压,金属离子424由二次阳极中溶解出来并通过阳极膜进入一次处理溶液中,同时通过水在二次阴极416处解离产生氢氧根离子,然后氢氧根离子通过阴极膜进入一次处理溶液中。在这里,远程的工艺模块260可以是电渗透系统类型。例如,适于产生锡离子的锡-银浴工艺模块260可包括三个流体隔室440、432、442,其每一个均可通过合适的泵与局部流体储器连接。锡小球阳极隔室440可被阳离子膜410(例如Snowpure Excellion(I-100)或Dupont Nafion)分隔开,其中阳极电解液流体422可以是pH高于阴极电解液pH的酸溶液。一次锡-银浴隔室432可由阳极膜和阴极膜410、428限定,其中流经该隔室432的流体424、300是在远程CPS单元260与晶片电镀工具200、210之间再循环的一次SnAg浴。包含酸性溶液的阴极部分442可被离子膜428(例如,CMX-S一价选择性膜(Astom CMX-S))分隔开。Sn-阳极与主要SnAg浴的离子膜分隔可使Ag浸没沉积到Sn-阳极表面上的可能性大大减少。强烈的流体搅拌318x可紧邻膜410阳极侧上的阳极膜表面。电渗透模块260(本文中也称为化学生产系统、化学制造系统、补给模块或化学补给模块)可由任意合适材料以限定通过第一膜和第二膜410、428形成的三个隔离室的任意期望方式构建。

[0046] 现参照图4,示出对应于CPS模块260的电合成流动槽布置。在所示出的实施方案

中,模块260的三个隔离室构造允许控制四种分开的化学溶液作为化学生产工艺的一部分。现还参照图5,示出系统(CPS)200的处理部分的示意性视图(也参照图1),其具有示例性数目的电化学沉积工艺模块210-216和具有电渗透(或剪切板电渗透,SPEO)模块260的化学制造系统(CPS)。图6中的模块260显示为具有相对的对(例如,连接或其它合适的双重)布置,其包括一对相似的子模块部分260R、260L(与图3至4中所示模块260的布置相似,部分260R与部分260L基本相对)。图5A示出SPEO模块260或对应于图5所示模块的右手部分260R的放大的示意性视图。第一流体包括一次浴或电镀晶片、基底等的工作阴极电解液252(例如,SnAg浴)。该化学物质中约有一半(或其它期望量)可以在处理工具200储器中并且一次流体的另一部分可以在CPS单元260内的储器中,所述流体被闭回路泵送通过CPS内的SPEO模块200。例如,处理工具在工具中可具有500升并且在CPS单元中具有100升,其中如果处理工具离线工作,则工作阴极电解液可分成几个储器对(例如,模块对260R、260L)以允许连续的生产。可在CPS中监测所有的SnAg成分并通过定量给料和排放来控制。第二流体包括(如果需要)一次阳极电解液254或工作阳极电解液,所述第二流体在小储器(例如,在其自己的电镀工具中)并且通过ECD模块210中的离子交换膜311(如果设置的话)与工作阴极电解液隔开。在所公开实施方案的一些方面中,小储器可不用于所有的金属系统,在这种情况下,一次浴与ECD模块210中的晶片/阴极和阳极二者流体接触。第三流体包括SPEO模块中的二次阳极电解液256,所述SPEO模块在CPS中具有局部储器/泵。在这里,可根据需要监测并调节pH和 $[Sn^{2+}]$ 或其它金属离子以及MSA浓度。第四流体包括SPEO模块中的二次阴极电解液258,所述SPEO模块在CPS中具有局部储器/泵。在这里,可根据需要监测并调节另一些变量。系统之变量的示例性来源包括:

[0047] 晶片是变量的可能来源,其可在称为“带入(drag-in)”的工艺中使杂质沉积成一次浴,或者使化学添加剂滤出到一次浴中,例如:

[0048] 总沉积活性(安培-小时):来自一次浴之金属的阴极沉积和有机物质的阴极反应(分解产生)也是变量的可能来源。

[0049] 时间:一次浴中的反应、蒸发、一次储器中的氧化是变量的可能来源。

[0050] 膜上的材料堆积或阳极金属的电解溶出是工艺变量的可能来源。

[0051] 工艺中断,例如,用于手动添加金属小球至阳极隔室中的工艺中断,是工艺变量的另一个可能来源。

[0052] 现参照图6,示出组合之电镀基底处理工具和图5所示化学制造系统的示意图。图6代表系统布置,其示出处理系统200的储器中的四个ECD工艺模块和CPS中的单个电沉积(E0)单元260的系统构造,通过泵610、612处理工具200流体供应602、604至CPS260并且返回606、608管道和储器布置。

[0053] 现参照图7,示出电渗透补给模块260'。模块260'在操作上与模块260相似,其中图7示出Sn电渗透单元260'的示意性视图。在这里,三个流体隔室652、654、656被两个离子膜658、660隔开(膜658也可以双极性的)并且其中间隔室654容纳工艺(一次)电解质662,阴极隔室容纳(二次)阴极电解液664和阴极670并且阳极隔室656容纳(二次)阳极电解液666和可溶阳极668。还参照图8,示出电渗透补给模块260'。在这里,示出Sn电渗透模块的一次输送途径。膜660(例如,阳离子膜)防止Ag-配体复合物输送至可溶Sn阳极668,从而避免Sn阳极668上不需要的Ag浸没沉积。阴极670处的水电解供应 OH^- 离子672以中和在工艺模块210

不可溶阳极310处产生的H⁺离子674。

[0054] 再次参照图5至5A,根据所公开实施方案的一个方面,可设置二次(相对于一次电镀工艺模块)电渗透系统CPS,例如设置在基层下远程处。如前所述,一个或两个离子交换膜(虽然一个膜可以是双极性的)可设置在可溶Sn(或其它可溶金属)阳极与假阴极之间。因此,去电镀的Sn或(从金属阳极)溶解的其它金属阻碍在假阴极上的沉积,使得Sn离子可泵送回到主存储器中以补偿晶片上析出的Sn。参照图5,处理系统200中的多个SnAg储器和处理槽210至216可通过CPS的单个电渗透单元260维修。根据所公开实施方案的另一个方面,另一些化学管理功能也可合并到CPS中,例如浴补充和基于电流或基于分析的补给。电渗透的可能特征1)在工具运行时替换锡阳极,2)与小球锡容易相容,3)阳极材料和膜仅在一个地方,而不是对于每个晶片重复,易于维护并降低资本成本;4)没有阳极相关的非均匀性。

[0055] 现参照图9,示出电化学沉积模块800、ECD阳极电解液储器826和ECD阴极电解液储器830的图示。沉积模块800可如所述的与补给模块联合使用,或者如所示在没有补给模块而是利用所示出的补给源844、846使用。在所示出的实施方案中,电镀槽800具有可溶阳极810、不同的ECD阳极电解液812、离子交换膜814和交叉排放(cross bleed)816。在所示出的实施方案中,可溶阳极810可以是例如固体SN阳极或其它阳极的可溶阳极。可溶阳极可以是其中金属通过阳极电势溶解到电解质中的离子的来源。在具有可溶阳极的系统中,阳极反应通过金属在溶液中溶解以形成对应金属离子来维持。可溶阳极可以是任意几何结构,无论是金属块、小球、金属网还是其它结构。例如,可溶阳极可以是可溶板,例如Sn或其它金属板。通过另一个示例,可溶阳极可以是惰性隔室中的可溶Sn或其它金属小球。或者,可提供任意合适的可溶来源。根据所公开实施方案的另一个方面,可使用任意合适的可溶阳极。电镀槽800还具有ECD阴极电解液818和阴极基底或晶片820。在这里,可设置泵822以使ECD阳极电解液812在ECD阳极电解液储器826与阳极隔室828之间再循环。此外,可设置泵824以使ECD阴极电解液818在ECD阴极电解液储器830与阴极隔室832之间再循环。在这里,阳极隔室828与阴极隔室832通过阳离子交换膜814分隔开。可设置泵834以在阳极隔室828与阴极隔室832之间进行交叉排放816。可设置水提取单元834,其具有循环泵836和超滤膜、离子膜或其它相似的膜838,其中跨越水选择膜838的压力允许选择性提取水840,其中提取通过尺寸排阻膜838驱动。动力源842在电化学沉积(ECD)期间选择性提供阳极810与阴极或基底820之间的偏压。这样的偏压可通过直流、脉冲流或其它产生。阳极电解液补给844可包括Sn盐、抗氧化剂、MSA(甲磺酸)、H₂O或者可添加其它物质。阳极电解液交叉排放可包括Sn²⁺、MSA⁻或其它。阴极电解液补给846可包括Ag盐和添加剂,例如抗氧化剂、调节剂(leveler)或其它。可需要排出848以平衡补给844、846并且根据需要排入816或其它中。在Sn阳极的情况下,膜814可使来自阳极电解液隔室828的Sn⁺、H⁺和H₂O选择性进入阴极电解液隔室832,同时使MSA⁻以相反方向通过。在所公开实施方案中,示出存在离子交换膜814并且其将阳极电解液812与阴极电解液818溶液分隔开。因为膜对于期望物质可能没有理想的选择性,所以一些量的交叉排放816或电镀槽阳极电解液溶液812转移至电镀槽阴极电解液818中,以及阳极电解液的补充供料在一些情况下对于平衡阳极电解液812与阴极电解液818之间的物质可能是必需的。交叉排放816的量和阳极电解液供料溶液的量 and 特性可由使用者例如以仿真模式等构造。例如,在控制模式中,这些量和调度可通过控制器850,可能联合更高水平的系统控制器来确定。还可在沉积模块中设置剪切板852以如前述书在基底820表面处进行

流体搅拌。根据所公开实施方案的另一个方面,可设置任意合适的特征,例如,可相对于膜814设置另外的剪切板或者可设置其它特征。

[0056] 在所示出的公开实施方案的所述方面中,电镀槽的目的是使来自溶液的金属沉积至基底或装载晶片。一般来说,为此目的半反应可表达为 $Mz^{++} + ze^{-} \rightarrow MO$ (方程1)。在这里,电子 e^{-} 由流经槽的电流供应。在这里,可有至少一个伴随反应,其提供电子并且在其中基底或晶片可以是阴极的情况下在阳极发生。阳极也可提供金属离子以替换方程1中消耗的那些。此外,可通过定量给料液体溶液至槽来提供这些离子的另一种来源。这些离子物质的可能来源包括VMS(Virgin Makeup Solution),其包含以规定浓度存在的多种物质和分开的金属离子浓缩物。这些浓缩物不但包括金属自身,而且还可包括抗衡离子(例如,磺酸盐或甲磺酸盐),并且还可包括适当的酸。在这里,使用者可设置适当的浓度以实现期望的处理结果。关于所公开实施方案的所公开方面,可描述了SnAg电镀,但是,根据所公开实施方案的另一方面,可提供任意合适的物质。例如,根据系统可构造并且可扩展的应用,所讨论的金属可以是Cu、Sn或其它合适的物质。在所公开实施方案的所公开方面中,电镀槽可由一种溶液或两种溶液组成。在当存在两种溶液的情况下,它们可以由膜分隔开。膜允许一些物质穿过并且阻挡其它物质。膜的选择性或膜偏好特殊物质的程度随所使用的膜类型和实际的化学物质改变而改变。除金属离子之外,镀覆溶液可包含酸、可能其它的较小金属物质以及常见有机性质的添加剂(但是其可以是无机的,例如,氯化物);其每一个均可被追踪或被控制。在电镀槽中,产生或消耗了物质。如上所示,消耗的一个示例是电镀半反应。在这里,也可消耗另一些物质。在这里,一些物质具有消耗的空载模式和电解模式两种。这些消耗模式的每一种具有与其相关的速率。例如,空载消耗可与槽安置并且不主动处理晶片的时间成比例。或者,当电流通过槽时(即,当晶片被处理时)发生电解消耗,并且电解消耗可被认为是与经过槽的电荷(安培·小时)成比例。为了弥补槽中物质的消耗,可通过定量给料包含那些物质的溶液进行补给。另外,可提供无机物质的定量给料。当无机物质被电镀消耗并且没有通过对应阳极溶解补给时,这样的定量给料可能是必需的。另外,可提供定量给料以补充稀释中损失的物质或者作为进料和排放方案的进料。添加剂的耗尽以及在一些情况下来自底物或晶片的污染可导致浴中不需要的副产物随时间积累。在这里,副产物对于电镀质量可以是不利的,所以必须维持在可接受水平。为了实现这个,可使用多种形式的排放和进料,并且中心途径是稀释,其中以可控方式废弃部分浴并替换为新鲜溶液。实施可以改变。一种实施可包括这样的“进料和排放”,其中可添加新的VMS(Virgin Makeup Solution)和其它组分直至建立预定的浴体积,然后排出过量体积的浴。另一种实施可包括这样的“进料和排放”,其中可排出预定比例的浴(例如,每天一次)并且在剩余时间期间提供进料。另一种实施可包括这样的“连续进料和排放”,其中排放和进料可根据确定速率同时进行。另一种实施可包括这样的“偶然倾倒(Occasional Dumps)”,其中可根据需要倾倒浴——可能由一套条件,例如,TOC(总有机碳)水平或其它条件引发。另一种实施可包括这样的“无排放和进料”,其中在这种情况下,可需要运行直至达到某一条件,例如,特殊物质的浓度达到临界值。在每种情况下,关于排出、进料或两者可能有所限制,例如在根据需要处理圆片或其它操作时不扰乱浴的强加限制。在所公开实施方案的所公开方面中,阳极可以是可溶的或不可溶的。顾名思义,可溶阳极以与电流成比例的速率溶解在溶液中。

[0057] 在所示出的实施方案的方面中,晶片或基底可在进入电镀浴之前润湿,例如用水

润湿。这为电镀浴提供了另外的水源。用于指示该来源的术语可以是“带入”。将晶片或基底从浴中移除后,可发生镀覆溶液对应的损失。用于指示该来源的术语可以是“带出(Drag Out)”。每个晶片或基底可以以方案中规定的电流设定进行电镀。在实际使用中,所述方案可包括多个步骤。在控制情况下,每个晶片或基底的电流和电镀时间历史可来自于数据库。有多种情况可被模拟或引入控制算法中,包括多种化学物质和硬件构造(多个容器之间的连接形式与膜分离器的存在或不存在),其中控制器的实施可能能够适应这多种情况。例如,与角标(或程序)接合来将膜的行为重新定义为模型等。

[0058] 在所示出的公开实施方案的方面中,补给模块和电镀浴控制可由控制器提供。例如,可视情况通过标准方法、外接化学分析系统(例如由ECI或由第一准则或累积经验数据开发的模型扩增的Ancosys供应)监测浓度,基于用途、浓度的取样测量和控制以及合适的排放和进料、排放/交叉排放。考虑到可提供例如工具装载、成分消耗模型、膜转移模型或其它的因素,可提供一个或所有储器的预测性控制。在这里,视情况可由第一准则或累积经验数据开发模型。控制器可具有用于多个不同目的的控制软件。例如,可模拟使用的一种模式,其中可对不同的情况进行模型化并比较。第二模式可以是控制,其中固定模型的大多数参数并将软件用作预测定量给料方案的一部分,从而允许严格控制电镀浴,并维持干预的记录。最后,在一种形式的仿真模式中,软件还可用于使实验数据相关以允许确定例如转移参数或分解速率。

[0059] 在所示出的公开实施方案的方面中,可减少和控制膜结垢。膜的结垢可定义为在“孔”中或在膜表面的一面或两面处膜的阻塞。结果是结垢增加了使膜的阻力增加至膜不可使用的程度。结垢特别地与镀覆工艺中所用类型的含Sn溶液(无论是阳极电解液还是阴极电解液)有关,原因是溶液通常易于形成悬浮固体(通过产生少量可溶的Sn(IV)物质)。可例如在补给模块中设置特征以控制结垢,例如,可采取多个防范措施使Sn(IV)的形成最小化。这种Sn(II)损失途径的最小化具有多个潜在益处,包括:1.减少了溶液中悬浮固体的量(这样的固体可粘附于表面并形成阻碍膜,或者Sn(IV)物质可在膜孔中沉淀——无论哪种方式都造成结垢)。并且,由于污染,2.减少了补给所需Sn的量(通过定量给料浓缩物或通过溶解固体来源),以及3.减少了电镀缺陷。在这里,Sn(IV)可通过以下两个可能途径之一由Sn(II)的氧化形成:(1)Sn(II)与溶解的O₂气体反应,或者(2)在阳极处直接氧化。使用可溶Sn阳极使阳极处通过氧化Sn(IV)的形成最小化。其原因可由在可溶和不可溶阳极发生的一次反应标准电势以及Sn(II)氧化的标准电势的考虑看出。Sn氧化的净驱动力在不可溶阳极处比在Sn阳极处要大得多。此外,在所公开实施方案的方面中,阳极可通过一层膜(或多层膜)与本体镀覆溶液隔离,基本上消除了Sn(II)的阳极氧化。

[0060]

阳极类型	反应	标准电势 (V)
惰性	水分解 $O_2 + 4H^+ + 4e^- \leftrightarrow 2H_2O$	1.229
可溶	Sn 溶解 $Sn^{2+} + 2e^- \leftrightarrow Sn^0$	-0.138
N/A	Sn ⁴⁺ 形成 (Sn ²⁺ 氧化) $Sn^{4+} + 2e^- \leftrightarrow Sn^{2+}$	0.15
N/A	氢醌 氧化 / 还原 $p\text{-}苯醌 + 2H^+ + 2e^- \leftrightarrow p\text{-}苯酚$	0.699

[0061] 表1——标准电势

[0062] 还可看出惰性阳极的消除减少了镀覆溶液中溶解O₂的生成。所公开实施方案的方面包括在基本上不含Sn(II)并且通过膜与镀覆溶液隔离的阳极电解液中使用惰性阳极,由此使溶解氧的形成限制在其作用很小的溶液中。通过溶解氧的Sn(IV)形成可通过允许主动排除来自大气的氧的机制进一步减小。这可包括鼓泡或覆盖的N₂或其它惰性气体;或者溶液脱气以移除溶解氧。此外,Sn或SnAg浴制剂中可包括抗氧化物。例如,典型的抗氧化剂是氢醌。这样的抗氧化剂可通过氧化其自身清除电镀浴中的氧,然后可在电镀片处再生。使用惰性阳极提供了抗氧化剂氧化的途径,减少了浴中可用的抗氧化剂的量。使用可溶Sn阳极可消除或减少阳极处抗氧化剂氧化的量,例如,参见表1中的标准电势。为了进一步减少阳极处污染的机会,可将抗氧化剂或给定电镀制剂的含抗氧化剂组分添加到阳极电解液中,从而保护阳极电解液以及阴极电解液。与Cu应用中不同,这可在Sn或SnAg化学反应中实现,原因是导致使用不同的阳极电解液的激励因子与Cu的情况不同,在Cu的情况下目的不是减少阳极处有机添加剂的消耗。对于含Sn电镀制剂,有机组分通常不降解,即使在惰性阳极处;可溶阳极典型的较低阳极电势进而应对于添加剂稳定性带来很少问题或没有问题。另外,阳极电解液中包括有机组分有助于更有效的交叉排放,原因是组合物中交叉排放溶液更接近于接收(电镀)溶液。此外,因为Sn(II)在低pH下稳定,所以需要维持阳极电解液的酸度。例如,优选的酸度可以为pH小于或等于1。根据所公开实施方案的另一个方面,可使用任意合适的结垢减少,例如,进一步减少Sn(IV)形成对膜结垢和处理效率具有相关益处。

[0063] 在所示出的公开实施方案的方面中,也可控制阳极电解液的组成。为了构造成例如使用可溶Sn的槽的最佳性能可选择阳极电解液的调节和选择。虽然在选择阳极电解液组合物方面有一些限制,但是具有指示所述选择的考虑因素。例如,如前所公开的一个考虑因素可以是减少Sn(IV)形成对膜污染和处理效率具有相关益处。另一个考虑因素可以是使跨越膜的Sn输送效率最大化。

[0064] 在所示出的公开实施方案的方面中,还可控制镀覆溶液体积减小。在所公开实施方案的一些方面中,Sn离子输送跨越膜的不完全效率可需要作出周期性调节以将各自的溶液维持在所需控制界限中。一种途径可以是少量阳极电解液周期性交叉排放到镀覆溶液,然后向镀覆溶液回送适当的材料,例如,可包括水、酸、添加剂、抗氧化剂或Sn浓缩物或

其它物质的材料。在这里,阳极电解液至镀覆溶液的交叉排放,以及提供控制所选择浴组分的浓度的装置,可导致镀覆溶液浴体积随时间增加。虽然可通过改变排放和进料策略来控制另外的浴体积,但是这样的途径在一些情况下可能是不期望的,尤其是在废弃化学物质的成本成为问题的情况下如此。减少浴体积的一种替代途径是通过合适选择的膜通过超滤进行水提取。减少镀覆溶液体积累积的一种替代途径是通过经由使用补给增压器模块基本消除阳极电解液至镀覆溶液的交叉排放的需要。在这里,可调节增大器模块电流以有助于使穿过阳极电解液至镀覆溶液膜的Sn输送失效。此外,因为补给模块阴极反应是基本酸消耗的,所以补给模块也可用来减少镀覆溶液中的酸积累。

[0065] 虽然所公开实施方案的方面可关于SnAg电镀进行描述,但是可使用任意合适的材料。例如,可提供Cu或其它合适金属代替SnAg。在这里,改变可包括每个槽中的化学物质、膜材料、排放-进料或其它浴维持方法或其它。在这里,对于Cu,化学物质可以是硫酸或甲磺酸(MSA)基的。Cu电镀的一个目标可以是阻止添加剂接触阳极,以减少添加剂消耗和有害副产物的形成。对于Cu,氧化和金属氧化物的形成不如SnAg的情况下多,所以可稍微简化阳极电解液维护,但是可在阳极电解液中维持高Cu/酸比以有助于Cu输送并使交叉排放最小化。在这里,构造可维持基本上相同,并且主要修改为化学物质和可溶阳极的性质。在所述构造中,具有实施多种化学物质管理情况的空间,例如交叉排放的程度和频率、阳极电解液和阴极电解液排放和进料、另一些定量给料需求、或可由特殊应用和化学包指示的那些的其它事项。此外,对于Sn,操作的性质与SnAg基本上相同。在这里,在没有Ag时,所公开实施方案之所公开方面的益处可主要在于Sn氧化物的减少,并且需求可能不如SnAg严重,原因是对于Sn已使用了可溶Sn阳极。对于SnAg,Sn化学物质可以是可商购化学包中的任意一种,例如MSA基的或其它化学包。此外,对于Cu,可具有以下益处:如所公开的将阳极维持移动到设备外,其益处可主要在于添加剂耗尽,副产物最小化,排放和进料减少,以及易于维护,从而可消除工具上的阳极改变并增加可用性。

[0066] 所公开实施方案的方面可将可溶Sn阳极用于SnAg电镀。根据所公开实施方案的另一个方面,任意合适的电镀材料可提供可溶阳极。在这里,将可溶Sn阳极用于SnAg电镀具有潜在的益处:其中实施需要将Sn阳极与电镀分隔开,因为Ag可在Sn上析出,所以通过膜分隔使电镀化学成分与阳极隔离。此外,可在补给模块中设置分隔开的剪切板。此外,电镀模块和/或补给模块可以是隔离的N₂净化模块或其它模块。可溶阳极的特征包括导致较少颗粒的Sn(IV)形成减少、污染降低以及用于电镀的另外可用Sn。在这里,与使用不可溶/惰性阳极相比较低的阳极电势减少了水氧化,并且导致了O₂的消除。可溶阳极的另外的特征可包括减少抗氧化剂消耗。在这里,HQ(氢醌是一种抗氧化剂示例)的标准电势可比Sn(0)→Sn(II)“阳极性”更大,但是比膜减少电镀浴暴露于阳极处的水氧化的阳极性小。可溶阳极的另外的特征可包括节约Sn补给成本,其中Sn补给可以是高Sn浓度的Sn液体溶液。可溶阳极的另外的特征可包括减少了排放需求。例如,使用可溶Sn来源,电镀浴体积不如液体Sn源累积得快。又例如,更好保存的浴可表现出更长的寿命。此外,在一些应用中,可使不需要的阳极反应的发生减少。

[0067] 阳极电解液中Sn的累积可需要阳极电解液至阴极电解液的交叉排放,其中可向阳极电解液回送酸、水和可能的微量成分,例如添加剂、抗氧化剂或其它物质。根据膜类型,可发生水跨越膜的一些电渗透水输送。在这里,根据情况,水可由阴极电解液输送至镀覆溶

液,例如以 ~ 1 至 $2\text{ml}/\text{A}\cdot\text{小时}$ 的速率。在这里,体积累积可通过水提取、补给等减少。在这里,虽然描述特定于锡银;但是所公开实施方案的方面可用于另一些金属,其中Sn是示例性的。

[0068] 在所公开实施方案的一个方面中,电化学沉积设备800将金属沉积到基底820的表面上。电化学沉积设备800具有构造为用于保持工艺电解质818、838的框811。基底保持器(参见例如之前所述的保持器272或以下所述的保持器1320)与框811可拆卸地耦接,基底保持器将基底820支撑在工艺电解质中。阳极流体隔室828与框811可拆卸地耦接并且限定了流体边界壳,所述壳将阳极电解液812容纳在框中,并且将阳极电解液与工艺电解质分隔开,所述流体隔室在边界壳中具有面对基底820的表面的阳极810和设置在阳极810与基底820的表面之间的离子交换膜814,所述阳极流体隔室流体边界壳828可与离子交换膜814和阳极810作为单元从框811移除,例如,如图12至19等所述。将保持器、阳极810和膜814布置在框811中,使得来自阳极810的离子通过离子交换膜814进入工艺电解质818、938中并主要补给在工艺电解质818、938中由离子沉积到基底820的表面上而耗尽的离子。在另一个方面中,基底820的表面为基本上垂直取向。在另一个方面中,工艺电解质818、938包括SnAg浴或其它合适的浴。在另一个方面中,阳极包括Sn或Cu或其它合适的阳极。在另一个方面中,离子交换膜814将阳极电解液812与工艺电解质818、938分隔开。

[0069] 现参照图10,示出具有电化学沉积模块800或800'并且具有补给模块912的电化学沉积系统900的图示。在所示出的公开实施方案的方面中,补给模块912可具有之前关于补给模块260、260'等所述的特征。在所示出的实施方案中,补给模块912可具有二次阴极隔室914、镀覆溶液补给通道或隔室916和二次阳极隔室918。二次阴极隔室914可包括惰性阴极920。二次阳极隔室918可包括可溶阳极922。二次阴极隔室914可被膜924与镀覆溶液补给通道或隔室916分隔开。在这里,膜924或阴极电解液侧上的补给模块阴极电解液膜924可以是由日本Asahi公司制造的CMX-S并且对阳离子具有选择性,例如,其中膜924可能能够区分 $+1$ 、 $+2$ 离子,例如为“单价/一价选择性膜”。相似地,二次阳极隔室918可被阳离子膜926与镀覆溶液补给通道916分隔开。动力源928可选择性提供阳极922与阴极920之间的偏压。泵930可使补给模块阳极电解液932在二次阳极隔室918与阳极电解液储器934之间循环,例如,其中二次阳极电解液隔室918不与933连接并绕过933,并且不与沉积模块800工艺阳极电解液隔室828连接,例如,其中堵塞阳极隔室入口和出口960、962。泵936可使镀覆溶液938在镀覆溶液补给通道或隔室916与工艺镀覆槽800和储器954之间再循环。在这里,泵936可使镀覆溶液938通过电镀隔室入口和出口964、966在镀覆溶液补给通道或隔室916与工艺镀覆槽800之间再循环。泵940可使补给模块阴极电解液942在二次阴极隔室914与阴极电解液储器944之间循环。可设置具有循环泵和超滤膜或其它相似膜950的水提取单元946,其中跨越水选择性膜950的压力允许选择性提取水952,其中提取跨越膜950而被驱动,所述膜950可以是尺寸排阻型或阳离子型的。虽然示出相对于储器954的水提取单元作为示例,但是根据需要系统的任意合适部分可利用水提取单元或其它合适的提取单元。可相对于膜926、924或其它膜设置一个或多个剪切板956。如前所述,在阳极隔室932中示出剪切板或搅拌构件956用于在紧邻膜926处进行流体搅拌以防止膜污染。搅拌构件956可具有如前所述的特征并且可另外地设置在任意合适的阳极、阴极或膜表面处。例如,搅拌构件可设置在接近可溶阳极922处以增加来自阳极922的离子的输送,从而增加反应速率。或者,可不设置搅拌构件。在阴极隔室942中示出剪切板或搅拌构件957用于在紧邻阴极920处进行流体搅拌。搅拌构件

957可具有如前所述的特征并且可另外地设置在任意合适的阳极、阴极或膜表面处。或者,可不设置搅拌构件。阴极920附近的搅拌构件957清除了H₂并且确保通过膜924泄漏的Sn之沉积物是特别粘且稠密的。在这里,如果任意Sn通过阳离子膜924扩散,则Sn可沉积到阴极920上,其中搅拌957增加了反应速率并且可确保这样的沉积是紧密的并且具有良好的粘附性。可设置电镀槽800'作为槽800的替代物,其中槽800'也可具有如前所述的惰性不可溶阳极或可溶阳极、阴极晶片、剪切板或搅拌板和动力供应,但是没有离子交换膜(例如关于电镀槽210所述的离子交换膜描述的)。在这里,对于槽800',在沉积模块800没有离子交换膜的情况下,阳极隔室入口端和出口端960、962将被堵塞970。如前所述补给986镀覆溶液938,例如利用泵936或其它装置使流体在工艺电解质隔室与补给隔室之间交换,例如,或者,可设置单个双向流供应端口代替端口964、966。在所公开实施方案的另一个方面中,电镀槽800具有惰性阳极或可溶阳极810、不同的阳极电解液812、膜814、交叉排放816、晶片阴极820和剪切板852。如前所述补给镀覆溶液938(818)并且另外补给模块800的阴极电解液可与ECD模块800的阳极电解液共用982。线982示出补给模块912的阴极隔室与沉积模块800的阳极隔室之间流体的共用。这种共用减少了流体可由流体罐连续泵送通过两个分别的隔室所需的泵和储器的个数。或者,液体可以被平行泵送而不是连续泵送,这例如需要额外的线(例如平行源)并且将线返回到沉积模块和补给单元并从其中返回,例如,可移除的线982,但是保留两个隔室之间共用流体的作用。在每个实施方案中,补给槽912可充当一次Sn源或可冲到补充或增压源。在这里,补给模块912允许通过与两种辅助溶液阳极电解液和阴极电解液交换补给镀覆溶液或使镀覆溶液再平衡。补给模块阴极电解液也可称为(CXC),补给模块阳极电解液也可成为(CXA),电镀槽阳极电解液可称为(PCA),并且镀覆溶液或电镀槽阴极电解液可称为(PCC)。在这里,所公开实施方案的一个方面可包括将PCA和CXA组合到一个溶液中。补给模块槽912可由三个隔室组成。所述隔室可被适当的膜924、926分隔开。PCC可流经中间隔室916,其中电流由阳极电解液(CXA)通过中间隔室916到达阴极电解液(CXC)。由金属离子携带的电流与由H⁺离子携带的电流之比取决于膜类型和其它条件(浓度、流速、膜历史等)。通过合适选择CXA-PCC和PCC-CXC膜,可选择性富集金属离子中的PCC。如所示出的,补给模块槽912与在电镀槽800、800'中使用可溶或不可溶阳极或当补给任意合适模块时的灵活性一致。补给模块槽912可与电镀槽具有多个相似点,例如,两种槽可具有至少一些相似的反应。在一些构造中,补给模块槽912中可能的更多的反应是H⁺离子还原形成氢气。

[0070] 如前所述,系统900为改良槽800提供了可充当增压器模块的补给模块912,例如可通过电镀模块800和补给模块912提供金属离子。在这里,电镀槽800可具有可溶阳极、不同的阳极电解液、膜和交叉排放。在这里,补给模块912可用作关于电镀槽800的二次来源或增压器模块,其中模块912阳极电解液可选择性地共用电镀槽阳极电解液。如所描述的,电化学沉积系统900具有操作以补充由沉积模块800提供的电镀离子的模块912,例如,其中沉积模块800和补给模块912均可利用可溶Sn,例如,每一个模块具有固体可溶Sn板阳极和/或阳极小球等。通过这种方式,补给模块912相对于沉积模块800充当Sn的二次来源或充当Sn的增压来源。在所公开实施方案的替代方面中,例如,可提供任意合适的沉积金属或材料,例如Sn、SnAg、Cu等。所述共用可以是连续的、间歇的或可以根据需要为基础的。如所看出的,其示出作为两隔室槽的电镀槽,根据所公开实施方案的另一个方面,仍然可维持不可溶或可

溶阳极。例如,电镀槽800阳极和补给模块912阳极均可以是可溶的。另外,所示出的公开实施方案的方法不排除一些阳极电解液也周期性由816排放到镀覆溶液(PCC)中的可能性。在所示出的公开实施方案的方面中,补给模块912可具有如之前关于补给模块260、260'或其它补给模块所述的特征。在所示出的公开实施方案的另一些方面中,补给模块912可具有关于如将所述的模块1500所述的特征。此外,在所示出的公开实施方案的方面中,沉积模块800可具有所述和将所述的特征,例如具有离子交换膜或没有离子交换膜。根据所公开实施方案的一个方面,补给模块912可具有二次阴极隔室914、镀覆溶液补给通道916和二次阳极隔室918。二次阴极隔室914可包括惰性阴极920。二次阳极隔室918可包含可溶或不可溶阳极922。二次阴极隔室914可被膜924(例如,一价选择性膜)与镀覆溶液补给通道916分隔开。相似地,二次阳极隔室918可被阳离子膜926与镀覆溶液补给通道916分隔开。动力源928可选择性提供阳极922与阴极920之间的偏压。泵930可使共用阳极电解液932在二次阳极隔室918、沉积阳极隔室828与阳极电解液储器834之间循环。泵836可使镀覆溶液838在镀覆溶液补给通道916与沉积阴极隔室832和储器954之间再循环。泵940可使补给模块阴极电解液942在二次阴极隔室914与阴极电解液储器944之间循环。可设置具有循环泵948和超滤膜或其它相似膜950的水提取单元946,其中跨越水选择性膜950的压力允许选择性提取水952,其中提取跨越尺寸排阻膜950而被驱动。虽然示出相对于储器954的水提取单元作为示例,但是根据需要系统的任意合适部分可利用水提取单元或其它合适的提取单元。可相对于膜926、924或其它膜设置一个或多个剪切板956。电镀槽910具有可溶阳极810、隔室828中的共用阳极电解液812、膜814、交叉排放816、晶片阴极820和剪切板或搅拌板852。可如前所述补给986镀覆溶液938并且另外的补给模块912的阳极电解液可与ECD模块800的阳极电解液共用。线983示出补给模块912的阳极隔室与沉积模块800之阳极隔室之间阳极电解液的共用。这种共用减少了流体可由阳极电解液罐连续泵送通过两个分别的阳极电解液隔室所需的泵和储器的个数。或者,液体可以被平行泵送而不是连续泵送,这例如需要额外的线(例如平行源)并且将线返回到沉积模块和补给单元并从其中返回,例如,可移除的线983,但是保留两个隔室之间共用流体的作用。在所示出的实施方案中,补给槽912作为连续地、间歇地或以根据需要为基础的选择性补给的二次或增压Sn源。此外,可根据需要向溶液938补给967Ag盐、MSA或其它合适的添加剂。此外,可由室914或其它室向溶液补给982例如抗氧化剂、H₂O或其它物质。线982示出补给模块912之阴极隔室与沉积模块800之阳极隔室之间流体的共用。这种共用减少了流体可由流体罐连续泵送通过两个分别的隔室所需的泵和储器的个数。或者,液体可以被平行泵送而不是连续泵送,这例如需要额外的线(例如平行来源)并且将线返回到沉积模块和补给单元并从其中返回,例如,可移除的线982,但是保留两个隔室之间共用流体的作用。在这里,模块912允许通过与两种辅助溶液阳极电解液和阴极电解液交换补充补给镀覆溶液并使其再平衡。在一个示例性实施方案中,电化学沉积设备900可以以可构造方式设置成适于使Sn或Sn合金沉积到基底820的表面上。在这里,电化学沉积设备900具有沉积模块800,所述模块800具有构造成保持工艺电解质938的沉积模块框811。如前所述,基底保持器可与沉积模块框811可拆卸地耦接,基底保持器支撑基底820并且工艺电解质938接触基底820的表面,基底用作第一阴极。第一可溶阳极810与沉积模块框811耦接。沉积模块800具有可构造工艺电解质补给模块接口985,所述接口985在第一构造中构造成与工艺电解质补给模块912接合(例如如图10所看出的);以及在第二构造构造成不与

工艺电解质补给模块912接合(例如如图9所看出的)使得工艺电解质补给模块912不是电化学沉积设备900的一部分。工艺电解质补给模块912适于补给工艺电解质938中的离子并且工艺电解质补给模块912具有从沉积模块800偏置的补给模块框915。在所构造的补给模块框915中设置工艺电解质再循环隔室916使得工艺电解质938在补给模块912与沉积模块800之间再循环。补给模块框915中的阳极隔室918与工艺电解质再循环隔室916耦接,阳极隔室918具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液932中的第二可溶阳极922,并且具有将二次阳极电解液932与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜926。补给模块框915中的阴极隔室914与工艺电解质再循环隔室916耦接,阴极隔室914具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液942中的第二可溶阴极920,并且具有将二次阴极电解液942与工艺电解质938分隔开的第二离子交换膜924。第一可溶阳极810和第二可溶阳极922两者在第一构造中补给工艺电解质938中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。第一可溶阳极810在第二构造中补给工艺电解质938中离子沉积到表面上而耗尽的离子。在所公开实施方案的另一个方面中,提供了这样的电化学沉积设备900:其中可构造的工艺电解质补给模块接口985包括与沉积模块框811流体连通的工艺电解质入口964和工艺电解质出口966,工艺电解质入口964和工艺电解质出口965在第一构造中与补给模块912流体连通,以及当在第二构造中时工艺电解质入口964和工艺电解质出口965被堵塞或不与补给模块912流体连通。在这里,例如,在第二构造中,补给模块接口985可如图9所示耦接。在所公开实施方案的另一个方面中,可提供更多或更少的特征。例如,可构造工艺电解质补给模块接口985可具有单个或多个专用端口用于与补给模块912可构造地耦接或不与其耦接,或者可与补给模块和/或循环容器或其它装置可构造地耦接。

[0071] 在所公开实施方案的一个方面中,工艺电解质补给模块912补给具有第一阳极810和第一阴极820的基底电化学沉积设备800中工艺电解质938中的离子,所述补给模块具有第二阳极922。工艺电解质补给模块912具有从化学沉积设备800偏置的框915。在所构造的框915中设置工艺电解质再循环隔室916使得工艺电解质938在补给模块912与沉积设备800之间再循环。框915中的阳极隔室918与工艺电解质再循环隔室916耦接,所述阳极隔室918具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液932中的第二阳极922(即可溶阳极),并且具有将二次阳极电解液932与工艺电解质938分隔开的第一离子交换膜926,第一离子交换膜926是阳离子膜。在框915中设置阴极隔室914与工艺电解质再循环隔室916耦接,所述阴极隔室914具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液942中的第二阴极920,并且具有将二次阴极电解液942与工艺电解质938分隔开的第二离子交换膜924,所述第二离子交换膜924是一价选择性膜。在另一个方面中,搅拌构件957与阴极隔室914中的框915在紧邻第二阴极920处可移动地耦接以在邻近第二阴极920处搅拌二次阴极电解液942。在另一个方面中,布置可溶第二阳极922和第一离子交换膜926使得来自可溶第二阳极922的离子经过第一离子交换膜926进入工艺电解质938中。在另一个方面中,工艺电解质938包括SnAg浴,并且其中离子补给在工艺电解质938中而不发生第二阳极922的Ag污染。

[0072] 现参照图11,示出电化学沉积设备1500的图示。电化学沉积设备1500可适于使Sn或Sn合金沉积到基底的表面上。或者,可沉积任意合适的金属。电化学沉积设备1500具有可具有如前所述之特征的沉积模块1512。例如,沉积模块1512可具有构造成保持工艺电解质1510的沉积模块框或容器1512。此外,沉积模块1512可具有如前所述的与沉积模块可拆卸

地耦接的基底保持器,所述基底保持器支撑基底,并且工艺电解质1510接触基底的表面,并且基底用作第一阴极。此外,沉积模块1512可具有与如前所述的沉积模块框耦接的第一可溶阳极。系统1500还具有适于补给工艺电解质1510中的离子的工艺电解质补给模块1511。在这里,示出工艺电解质补给模块1511具有从沉积模块1512偏置的补给模块框1513。示出工艺电解质再循环隔室1515设置在补给模块框1513中并且进行构造使得工艺电解质1510在补给模块1511与沉积模块1512之间例如通过泵1514或其它再循环。示出阳极隔室1522在补给模块框1513中与工艺电解质再循环隔室1515耦接。在这里,阳极隔室1522具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液1518中的第二可溶阳极1520。示出第一离子交换膜1524(例如,阳离子膜)将二次阳极电解液1518与工艺电解质1510分隔开。在阳极隔室1522中示出剪切板或搅拌构件1526用于在紧邻膜1524处进行流体搅拌。搅拌构件1526可具有如前所述的特征并且可另外设置在任意合适的阳极、阴极或膜表面处。或者,可不设置搅拌构件。示出容器1516和泵1543用于循环二次阳极电解液1518。在补给模块框1513中示出缓冲隔室1540与工艺电解质再循环隔室1515耦接。在这里,缓冲隔室1540在其中具有缓冲溶液1541和将缓冲溶液与工艺电解质1510分隔开的第二离子交换膜,例如,一价选择性膜1538。示出容器1542和泵1544用于循环缓冲溶液1541。在补给模块框1513中示出阴极隔室1528与缓冲隔室1540耦接。在这里,阴极隔室1528具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液1529中的第二阴极1532。阴极隔室1528具有将二次阴极电解液1529与缓冲溶液1541分隔开的第三离子交换膜1536,例如一价选择性膜。示出容器1530和泵1534用于循环二次阴极电解液溶液1529。缓冲溶液1541可以是MSA控制的使得Sn水平维持为低于阈值。此外,除低水平的Sn之外,缓冲溶液1541和二次阴极电解液1529在最初可以是相似或相同的,并且后续是相似或相同的。正极1546和负极1548端子可分别与二次阳极1520和二次阴极1532连接以提供来自二次可溶阳极1520的离子通过阳离子膜1524进入工艺电解质1510中。在实践中,膜选择性可以不是完美的,例如,由于通过膜1538的4%至5%的电流可以是Sn离子,以及剩余的H⁺离子。在示例性实施方案中,转移至二次阴极电解液1529的Sn的量可通过另外的缓冲液室1540维持在低水平,从而基本上消除沉积到二次阴极1532上的Sn的沉积物以延长寿命。通过添加缓冲液室1540,通过膜1538进入缓冲液室1540的Sn的分数仍然可为4至5%或其它,但是这些离子可通过使用单独的容器1542保持缓冲溶液1541而被阻止输送至阴极室1528,其可不时地排出以维持低Sn浓度。在示例性实施方案中,沉积模块中1512的第一可溶阳极和第二可溶阳极1520均补给工艺电解质中由离子沉积到基底表面上而耗尽的离子。在一些替代实施方案中,补给模块1511可用作一次离子源。在所公开实施方案的替代方面中,可提供任意合适的沉积金属。在所公开实施方案的另一个方面中,可不设置容器1542和泵,其中作为补充或替代的,示出离子移除槽1592与缓冲隔室1540耦接,其中来自缓冲隔室1540的缓冲溶液1541经由泵送1545通过离子移除槽1592再循环,离子移除槽1592从缓冲溶液1591中移除不需要的离子。在这里,设置洗涤槽1592以移除来自缓冲槽1590的Sn离子。“洗涤”槽1592的一个合适示例是得自于Lancaster, NY的Renovare Co的RenoCell。在所公开实施方案的一个方面中,例如,洗涤槽1592、缓冲室1540和阴极室1528与缓冲室溶液1541共用1590溶液,所述缓冲室溶液1541在返回到常用阴极电解液储器1530之前在洗涤槽1592中进行洗涤,其中常见阴极电解液经由泵1534返回1590到室1540、1528二者中。在所公开实施方案的替代方面中,可提供任意合适的沉积金属。

[0073] 现参照图12,示出沉积模块或电镀槽1300的等距视图。沉积模块1200可具有可在先前描述的沉积模块或电镀槽210、212、214、216、800、800'或其它合适模块中利用的特征。例如,沉积模块1300可联合补给模块或没有补给模块使用。示出沉积模块1300并且将对于保持两个基底1321、1321'基底阴极的双侧晶片或基底保持器进行描述。或者,沉积模块1300的特征可连同单个或其它合适的晶片保持器使用。此外,沉积模块或电镀槽210、212、214、216、800、910、910'、1010、1300的特征可用于单个晶片、两个晶片或其它合适的电镀槽。电镀槽1300具有可以是可溶或不可溶的阳极。不可溶阳极也称为惰性的,并且在本文中该术语可交换使用。例如,阳极可以是可溶Sn阳极或者可使用任意合适的可溶或不可溶阳极。示出沉积或电镀模块或槽1300作为用于垂直电镀的具有独立阳极电解液隔室和阴极电解液隔室并且用于电镀两个基底的紧凑槽。示出沉积或电镀模块或槽1300具有第一和第二阳极插入件1310、1312,每一个具有阳极电解液供应并且返回端口1314、1316。示出晶片保持器1320设置在工艺电解质1327中的第一与第二阳极插入件1310、1312之间。示出线性发动机1322、1324设置在保持器1320的对侧上并且设置用于在邻近由保持器1320保持的晶片表面处驱动剪切板。如将更详细描述,第一和第二阳极插入件1310、1312每一个均包括阳极和支撑膜。如将更详细描述,第一和第二阳极插入件1310、1312可拆卸地保留在阳极插入件导引物1326、1328中,这有助于移除第一和第二阳极插入件1310、1312,例如用于维护阳极、膜等。还参照图13,示出电镀槽1300的等距视图。如所看见的,示出第一阳极插入件1310可从阳极插入件导引物1326中垂直移除。在这里,逐渐减小的支撑侧1340、1342接受插入件1310中匹配的逐渐减小的侧1344、1346。如将描述的,逐渐减小的支撑侧还提供了容易移除阳极插入件1310的密封表面。如所示出的,槽1300具有可容易移除的阳极保持器,其中膜支撑件有助于容易维修从槽框1326、1328中提起的可分离阳极插入件1310、1312。在这里,阳极插入件1312和槽框1328可具有关于阳极插入件1310和槽框1326所示出的相似特征。还参照图14,示出电镀槽1300的俯视图。在这里,示出电镀模块或槽1300具有第一和第二阳极插入件1310、1312。示出晶片保持器1320设置在第一与第二阳极插入件1310、1312之间。示出线性发动机1322、1324设置在保持器1320的相反侧上并且设置成在邻近由保持器1320保持的晶片表面处驱动剪切板1350、1352。还示出流体的气动连接和电气连接1314、1316。在这里,插入件1310的法兰1354使框1326中匹配的凹处1356占用插入件1310与框1326之间匹配界面的整个长度。密封件1358也可在插入件1310与框1326之间匹配界面的整个长度上设置在插入件1310的法兰1354与框1326中匹配的凹处1356之间。在这里,阳极插入件1312和槽框1328也可具有关于阳极插入件1310和槽框1326所述的相似特征。将阳极插入件1310从槽框1326中拆卸下来包括排除阳极电解液流体、移除接合扣件并如图13所示向上滑动阳极插入件1310。在这里,逐渐减小的滑片1344、1346允许容易移除并且不需要随着与o环密封件1358的接触针对限制o环密封件之摩擦的滑槽组件,并且当插入件1310下部朝向框1326底部时,由于插入件与凹处1356啮合,所以匹配的凹处1356可仅在下部啮合,例如插入件1310总高度的15%或其它。在这里,阳极插入件1310在法兰1358与匹配凹处1356之间具有外周密封1356,它是易于拆卸的逐渐减小的密封啮合。在所公开实施方案的另一个方面中,可提供任意合适的匹配特征。

[0074] 现参照图15,示出阳极插入件模块1310的分解视图。如看见的,左侧阳极插入件1310的分解视图示出7个主要部件。阳极插入件体或模块框1380容纳分段的柱螺栓组件或

支撑环1382、阳极1384、背侧膜支撑件1386、膜1390、前侧膜支撑件1392和电气成型屏蔽1394。电气成型屏蔽1394可具有如2004年10月22日提交的并且标题为“Method and Apparatus for Fluid Processing a Work Piece”的美国专利申请No.10/971,726(其通过引用整体并入本文)所公开并且如2012年4月11日提交的代理人案号:1146P013798-US(I01),申请序列号:13/444,570所公开的特征。将更详细示出的膜支撑件1386、1392可以是单片Ti喷水口切割圆板,其与膜1390最小接触并且支撑最大的活性膜区域。在这里,垂直条也防止可导致非均匀沉积的气泡截留。还参照图16,示出特征与插入件1310特征相似的阳极插入件模块1312的分解视图。如所看到的,右侧阳极插入件1312的分解视图示出7个主要部件。阳极插入件体或模块框1400容纳分段的柱螺栓组件或支撑环1402、阳极1404、背侧膜支撑件1406、膜11408、前侧膜支撑件1410和电气成型屏蔽1412。还参照图17,示出阳极插入件1310的侧视图。在这里,阳极插入件1310形成保持阳极电解液1311的隔室,其中离子交换膜1390将阳极电解液1311示出。示出插入件1310还具有与阳极汇流条1420通过阳极电气连接1422连接的阳极。背侧膜支撑件1386可具有抗旋转特征1424、1426、1428、1430,例如,与插入件体1380中的匹配凹处匹配的手指。或者,可提供任意合适的自转。相似地,前侧膜支撑件1392也可具有抗旋转特征使得竖条1396、1398精确对准以提供最大的膜区域,防止气泡截留并且均匀分布,例如,没有图案。在这里,示出竖条对准和膜支撑件自身对准不需要留挂螺栓。插入件体1380中的O环流体密封件1432针对膜1390密封以防止包含阳极1384之阳极电解液隔室与包含晶片之阴极电解液隔室之间的流体迁移。还参照图18,示出阳极插入件1310的部分截面视图。还参照图19,示出阳极插入件1310的部分截面视图。橡胶外周密封件1434可设置在阳极1384与膜支撑件1396之间。此外,可在体1380与分段的柱螺栓环1382之间设置另外的密封。密封环1438可在环1438与体1380之间设置有密封件1440并且可与外周1434接合,从而作为用于阳极1384的中间装置。分段的柱螺栓环1382可具有由体1380凸出的附属螺纹螺栓1436并且作为多功能分段环起作用,以支撑膜1390、阳极环1384、前和后膜支撑件1386、1392和电场成型屏蔽1394。阳极插入件组件1310从电镀槽1300中移除后,可如下在工作台上接近其中的可维修部件:1.将阳极组件放置在工作台上用于接近膜1390和阳极1384。2.通过从螺纹紧固件1436中移除螺母移除电场成型屏蔽1394。3.移除前侧膜支撑件1392。4.移除膜1390并根据需要重新放置。在这里,膜1390可以是具有孔1444的喷水口切割组件,所述孔1444的位置对应于分段环1382中螺栓形式的os螺栓1436。5.如果需要接近阳极则移除背侧膜1386支撑件。6.通过松开并移除橡胶外周密封件,然后移除阳极端接螺钉1446来移除阳极1384。7.根据需要清洁或替换膜和阳极。8.以相反顺序重新装配。或者,可设置更多或更少的步骤。

[0075] 在所公开实施方案的一个方面中,电化学沉积设备1300将金属沉积到基底1321的表面上。电化学沉积设备1300具有构造为用于保持工艺电解质1327的框1326。基底保持器1320与框1326耦接,基底保持器1320保持基底1321使得工艺电解质1327接触基底1321的表面。阳极流体隔室与框1326耦接并且在框中限定了包含阳极电解液1311的流体边界壳,并且将阳极电解液与工艺电解质分隔开,所述流体隔室具有朝向基底的表面的阳极1384,并且离子交换膜1390与框1326耦接使得离子交换膜1390将阳极电解液1311与工艺电解质1327分隔开。离子交换膜1390通过与框1326耦接的第一膜支撑件1386支撑在第一侧上。离子交换膜1390通过与框1326耦接的第二膜支撑件1392支撑在第二侧上并且具有与多个第

一阵列支撑件1396基本对准的多个第二阵列支撑件1398。在另一个方面中,多个第一阵列支撑件1396包括第一垂直条阵列,多个第二阵列支撑件1398包括第二垂直条阵列,并且其中第一垂直条阵列与第二垂直条阵列基本对准。在另一个方面中,基底保持器1320、阳极1384和离子交换膜1390布置在框1326中使得金属离子通过离子交换膜1390进入工艺电解质1327中,补给由沉积到基底1321上而耗尽的金属离子,并且其中第一阵列和第二阵列支撑件1396、1398具有防止气泡截留的构造。在另一个方面中,基底1321的表面为基本上垂直取向。

[0076] 在所公开实施方案的一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备1300。电化学沉积设备1300具有构造为用于保持工艺电解质1327的框1326。基底保持器1320与框1326可拆卸地耦接并且支撑基底1321使得工艺电解质1327接触基底1321的表面。阳极模块1310与框1326耦接并且构造成在框中限定包含阳极电解液1311的流体边界壳,并且将阳极电解液与工艺电解质分隔开,流体隔室和阳极模块1310具有模块框1380、阳极1384和与模块框1380耦接的离子交换膜1390,所述流体隔室和阳极模块1310作为具有阳极1384和离子交换膜1390的单元从框1326中移除并插入框1326中。离子交换膜1390与模块框1380耦接,并且设置在阳极1384与基底1321的表面之间。

[0077] 在所公开实施方案的一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备。电化学沉积设备具有构造为用于保持工艺电解质的框。基底保持器与框可拆卸地耦接,基底保持器支撑工艺电解质中的基底。阳极流体隔室与框可拆卸地耦接并且包含阳极电解液,并且具有朝向基底的表面的阳极。阳极流体隔室还具有设置在阳极与基底的表面之间的离子交换膜,阳极流体隔室可作为具有离子交换膜和阳极的单元从框中移除。保持器、阳极和膜布置在框中使得来自阳极的离子通过离子交换膜进入工艺电解质中并补给工艺电解质中由离子沉积到基底的表面上而耗尽的离子。

[0078] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0079] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜包括阳离子膜的电化学沉积设备。

[0080] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括可溶阳极的电化学沉积设备。

[0081] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括不可溶阳极的电化学沉积设备。

[0082] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学沉积设备。

[0083] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括Sn阳极的电化学沉积设备。

[0084] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括Cu阳极的电化学沉积设备。

[0085] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开的电沉积设备。

[0086] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的表面上的电

化学沉积设备。电化学沉积设备具有构造为用于保持工艺电解质的框。基底保持器与框耦接,基底保持器支撑基底使得工艺电解质接触表面。阳极在阳极电解液中与框耦接,并且离子交换膜与框耦接使得离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开。离子交换膜通过与框耦接的第一膜支撑件支撑在第一侧上并且具有多个第一阵列支撑件。离子交换膜通过与框耦接的第二膜支撑件支撑在第二侧上并且具有与多个第一阵列支撑件基本对准的多个第二阵列支撑件。

[0087] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备,其中多个第一阵列支撑件包括第一垂直条阵列,并且其中多个第二阵列支撑件包括第二垂直条阵列,并且其中第一垂直条阵列与第二垂直条阵列基本对准。

[0088] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备,其中基底保持器、阳极和离子交换膜布置在框中使得金属离子通过离子交换膜进入工艺电解质中补给由沉积到基底上而耗尽的金属离子,并且其中第一列和第二阵列支撑件具有防止气泡截留的构造。

[0089] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0090] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜包括阳离子膜的电化学沉积设备。

[0091] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括可溶Sn阳极的电化学沉积设备。

[0092] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学沉积设备。

[0093] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备。电化学沉积设备具有构造为用于保持工艺电解质的框。基底保持器与框可拆卸地耦接并且支撑基底使得工艺电解质接触表面。阳极模块与框耦接并且构造成容纳阳极电解液,所述阳极模块具有模块框、阳极和与模块框耦接的离子交换膜,所述阳极模块与阳极和离子交换膜作为单元从框移除并插入到框中。离子交换膜与模块框耦接并且设置在阳极与基底的表面之间。

[0094] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中基底保持器、阳极和离子交换膜布置在框中使得金属离子通过工艺电解质进入工艺电解质中补给由于沉积到基底上而耗尽的金属离子。

[0095] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0096] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜包括阳离子膜的电化学沉积设备。

[0097] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括可溶阳极的电化学沉积设备。

[0098] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括不可溶阳极的电化学沉积设备。

[0099] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学

沉积设备。

[0100] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括Sn阳极的电化学沉积设备。

[0101] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括Cu阳极的电化学沉积设备。

[0102] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开的电化学沉积设备。

[0103] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其适于在具有第一阳极和第一阴极的电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子,所述补给模块具有第二阳极。工艺电解质补给模块具有从化学沉积设备偏置的框。工艺电解质再循环隔室设置在所构造的框中使得工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环。框中的阳极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二阳极,即可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜,所述第一离子交换膜是阳离子膜。阴极隔室设置在框中与工艺电解质再循环隔室耦接,阴极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜,所述第二离子交换膜是一价选择性膜。

[0104] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其设置有搅拌构件,所述搅拌构件在阴极隔室中紧邻第二阴极处与框可移动地耦接以搅拌接近第二阴极的二次阴极电解液。

[0105] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中布置可溶第二阳极和第一离子交换膜,使得来自可溶第二阳极的离子经过第一离子交换膜进入工艺电解质中。

[0106] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括可溶Sn板的工艺电解质补给模块。

[0107] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了阳极包括可溶Sn小球的工艺电解质补给模块。

[0108] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了工艺电解质包括SnAg浴的工艺电解质补给模块。

[0109] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0110] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其适于在具有第一阳极和第一阴极的基底电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子,所述补给模块具有第二阳极。工艺电解质补给模块具有从化学沉积设备偏置的框。工艺电解质再循环隔室设置在所构造的框中,使得工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环。框中的阳极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二阳极,即可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜。框中的缓冲隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,所述缓冲隔室在其中具有缓冲溶液,并且具有将缓冲溶液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜。框中的阴极隔室与缓冲隔室耦接,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并

且具有将二次阴极电解液与缓冲溶液分隔开的第三离子交换膜。

[0111] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中布置可溶第二阳极和第一离子交换膜使得来自可溶第二阳极的离子通过第一离子交换膜进入工艺电解质中。

[0112] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中第一离子交换膜包括阳离子膜的工艺电解质补给模块。

[0113] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜的工艺电解质补给模块。

[0114] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜。

[0115] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括不可溶阳极和可溶Sn小球的工艺电解质补给模块。

[0116] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的工艺电解质补给模块。

[0117] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中第一离子交换膜选择性使离子由阳极进入工艺电解质的工艺电解质补给模块。

[0118] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0119] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其适于在具有第一阳极和第一阴极的基底电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子,所述补给模块具有第二阳极。工艺电解质补给模块具有从化学沉积设备偏置的框。工艺电解质再循环隔壁设置在所构造的框中使得工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环。框中的阳极隔壁与工艺电解质再循环隔壁耦接,阳极隔壁具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二阳极,即可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜。框中的缓冲隔壁与工艺电解质再循环隔壁耦接,所述缓冲隔壁在其中具有缓冲溶液,并且具有将缓冲溶液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜。框中的阴极隔壁与缓冲隔壁耦接,所述阴极隔壁具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与缓冲溶液分隔开的第三离子交换膜。离子移除槽与缓冲隔壁耦接。使来自缓冲隔壁的缓冲溶液通过离子移除槽再循环,并且通过离子移除槽移除缓冲溶液中不需要的离子。

[0120] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中布置可溶第二阳极和第一离子交换膜使得来自可溶第二阳极的离子通过第一离子交换膜进入工艺电解质中。

[0121] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中离子交换膜包括阳离子膜的工艺电解质补给模块。

[0122] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜的工艺电解质补给模块。

[0123] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中第一

离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜。

[0124] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中阳极包括不可溶阳极和可溶Sn小球的工艺电解质补给模块。

[0125] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的工艺电解质补给模块。

[0126] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中第一离子交换膜使 Sn^{2+} 离子由阳极进入工艺电解质的工艺电解质补给模块。

[0127] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下工艺电解质补给模块:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给在工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0128] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的面上的电化学沉积设备。电化学沉积设备具有沉积模块,所述沉积模块具有构造成保持工艺电解质的沉积模块框。基底保持器与沉积模块框可拆卸地耦接,基底保持器支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极。第一可溶阳极与沉积模块框耦接。提供了适于补给工艺电解质中的离子的工艺电解质补给模块,工艺电解质补给模块具有从沉积模块偏置的补给模块框。工艺电解质再循环隔室设置在所构造的补给模块框中使得工艺电解质在补给模块与沉积模块之间再循环。补给模块框中的阳极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,所述阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜,所述第一离子交换膜是阳离子膜。补给模块框中的阴极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜,所述第二离子交换膜是一价选择性膜。第一可溶阳极和第二可溶阳极补给工艺电解质中由沉积到表面上而耗尽的离子。

[0129] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其设置有搅拌构件,所述搅拌构件在阴极隔室中紧邻第二阴极处与框可移动地耦接以搅拌邻近第二阴极的二次阴极电解液。

[0130] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还具有在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动地耦接的可移动工艺搅拌构件,用于在基底表面上进行流体搅拌。

[0131] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还具有设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。

[0132] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0133] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学沉积设备。

[0134] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶Sn阳极。

[0135] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0136] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了包括电化学沉积设备和工艺电解质补给模块设备的电化学沉积系统,其适于将金属沉积到基底的表面上。电化学沉积设备具有沉积模块,所述沉积模块具有构造成保持工艺电解质的沉积模块框。基底保持器与沉积模块框可拆卸地耦接,基底保持器支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极。第一可溶阳极与沉积模块框耦接。工艺电解质补给模块适于补给工艺电解质中的离子,工艺电解质补给模块具有从沉积模块偏置的补给模块框。工艺电解质再循环隔壁设置在所构造的补给模块框中,使得工艺电解质在补给模块与沉积模块之间再循环。补给模块框中的阳极隔壁与工艺电解质再循环隔壁耦接,所述阳极隔壁具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜。补给模块框中的缓冲隔壁与工艺电解质再循环隔壁耦接,所述缓冲隔壁在其中具有缓冲溶液,并且具有将缓冲溶液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜。补给模块框中的阴极隔壁与缓冲隔壁耦接,所述阴极隔壁具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与缓冲溶液分隔开的第三离子交换膜。第一可溶阳极和第二可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。

[0137] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了具有与缓冲隔壁耦接的离子移除槽的电化学沉积设备。通过离子移除槽移除缓冲溶液中不需要的离子,使来自缓冲隔壁的缓冲溶液通过离子移除槽再循环,

[0138] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还包括在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动地耦接的可移动工艺搅拌构件,用于在基底的表面上进行流体搅拌。

[0139] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还包括设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。

[0140] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0141] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学沉积设备。

[0142] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶Sn阳极。

[0143] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二和第三离子交换膜分别包括第二和第三一价选择性膜。

[0144] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0145] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了适于将金属沉积到基底的表面的电化学沉积设备。电化学沉积设备具有沉积模块,所述沉积模块具有构造成保持工艺电解质的沉积模块框。基底保持器与沉积模块框可拆卸地耦接,基底保持器支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极。第一可溶阳极与沉积模块框耦接。沉积模块具有可构造工艺电解质补给模块接口,所述接口在第一构造中构造成与工艺电解质补给模块接合;以及在第二构造中构造为不与工艺电解质补给模块接合,其中工艺电解质补给模块不是电化

学沉积设备的一部分。工艺电解质补给模块适于补给工艺电解质中的离子,工艺电解质补给模块具有从沉积模块偏置的补给模块框。工艺电解质再循环隔室设置在所构造的补给模块框中使得工艺电解质在补给模块与沉积模块之间再循环。补给模块框中的阳极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,所述阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜,所述第一离子交换膜是阳离子膜。补给模块框中的阴极隔室与工艺电解质再循环隔室耦接,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜,所述第二离子交换膜是一价选择性膜。在第一构造中第一可溶阳极和第二可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。在第二构造中第一可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。

[0146] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中可构造的工艺电解质补给模块接口包括与沉积模块框流体连通的工艺电解质入口和工艺电解质出口,工艺电解质入口和工艺电解质出口与补给模块在第一构造中流体连通地耦接,并且当在第二构造中时,工艺电解质入口和工艺电解质出口与补给模块解除流体连通地耦接。

[0147] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还包括在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动地耦接的可移动工艺搅拌构件用于在基底的表面上进行流体搅拌。

[0148] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中沉积模块还包括设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。

[0149] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中基底的表面为基本上垂直取向的电化学沉积设备。

[0150] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了其中工艺电解质包括SnAg浴的电化学沉积设备。

[0151] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶Sn阳极。

[0152] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二离子交换膜包括一价选择性膜。

[0153] 在所公开实施方案的另一个方面中,提供了以下电化学沉积设备:其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0154] 应理解,之前的描述仅是说明性的所公开实施方案的方面。在不背离所公开实施方案的方面的情况下,本领域技术人员可建议多种替代和修改。因此,所公开实施方案的方面旨在包括落在所附权利要求范围中的所有的这些替代、修改和变化。此外,相互不同的从属或独立权利要求中叙述不同特征的不争事实不表明这些特征的组合不可被有利使用,这样的组合仍在本发明方面的范围中。

[0155] 根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:构造为用于保持工艺电解质的框;与框可拆卸地耦接的基底保持器,基底保持器将基底支撑在工艺电解质中;以及阳极流体隔室,所述阳极流体隔室与框可拆卸地耦接并且在框中限定了流体边界壳,所述流体边界壳容纳阳极电解液

并且将阳极电解液与工艺电解质分隔开,在边界壳中具有朝向基底的表面的阳极和设置在阳极与基底的表面之间的离子交换膜,所述阳极流体隔壁流体边界壳可作为具有离子交换膜和阳极的单元从框移除;其中,保持器、阳极和膜布置在框中使得来自阳极的离子通过离子交换膜进入工艺电解质并主要补给工艺电解质中由离子沉积到基底的表面上而耗尽的离子。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中离子交换膜包括阳离子膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中阳极包括可溶阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中阳极包括惰性阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中阳极包括Sn阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中阳极包括Cu阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求1所述的电化学沉积设备,其中离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:构造为用于保持工艺电解质的框;与框耦接的基底保持器,基底保持器支撑基底使得工艺电解质接触表面;以及在阳极电解液中与框耦接的阳极和与框耦接的离子交换膜使得离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开;离子交换膜通过与框耦接的第一膜支撑件支撑在第一侧上并且具有多个第一阵列支撑件;并且离子交换膜通过与框耦接的第二膜支撑件支撑在第二侧上并且具有与多个第一阵列支撑件基本对准的多个第二阵列支撑件。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中多个第一阵列支撑件包括第一垂直条阵列,其中多个第二阵列支撑件包括第二垂直条阵列,并且其中第一垂直条阵列与第二垂直条阵列基本对准。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中,基底保持器、阳极和离子交换膜布置在框中使得金属离子通过离子交换膜进入工艺电解质中补给由沉积到基底上而耗尽的金属离子,并且其中第一列和第二阵列支撑件具有防止气泡截留的构造。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中离子交换膜包括阳离子膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中阳极包括可溶Sn阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求10所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:构造为用于保持工艺电解质的框;基底保持器,其与框可拆卸地耦接并且支撑基底使得工艺电解质接触表面;与框耦接并配制成用于包含阳极电解液的阳极模块,阳极模块具有模块框、阳极和与模块框耦接的离子交换膜,所述阳极模块作为具有阳极和离子交换膜的单元从框移除或插入框中;并且与模块框耦接的离子交换膜设置在阳极与基底的表面之间。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中,基底保持器、阳极和离子交换膜布置在框中使得金属离子通过离子交换膜进入工艺电解质中补给由沉积到基底上而耗尽的金属离子。根据所公

开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中离子交换膜包括阳离子膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中阳极包括可溶阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中阳极包括惰性阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中阳极包括Sn阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中阳极包括Cu阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求17所述的电化学沉积设备,其中离子交换膜将阳极电解液与工艺电解质分隔开。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于在具有第一阳极和第一阴极的基底电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子的工艺电解质补给模块,所述补给模块具有第二阳极,所述工艺电解质补给模块包括:从化学沉积设备偏置的框;设置在框中的工艺电解质再循环隔室,其构造为用于使工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环;在框中与工艺电解质再循环隔室耦接的阳极隔室,所述阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二阳极,即可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜,所述第一离子交换膜是阳离子膜;以及在框中与工艺电解质再循环隔室耦接的阴极隔室,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阴极电解液中的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜,所述第二离子交换膜是一价选择性膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块还包括在阴极隔室中紧邻第二阴极处与框可移动耦接的搅拌构件以在邻近第二阴极处搅拌二次阴极电解液。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中布置可溶第二阳极和第一离子交换膜使得来自可溶第二阳极的离子通过第一离子交换膜进入工艺电解质中。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中阳极包括可溶Sn板。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中阳极包括可溶Sn小球。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于在具有第一阳极和第一阴极的基底电化学沉积设备中补给工艺电解质中的离子的工艺电解质补给模块,所述补给模块具有第二阳极,所述工艺电解质补给模块包括:从化学沉积设备偏置的框;设置在框中的工艺电解质再循环隔室,其构造为用于使工艺电解质在补给模块与沉积设备之间再循环;框中与工艺电解质再循环隔室耦接的阳极隔室,所述阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二阳极,即可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜;框中与工艺电解质再循环隔室耦接的缓冲隔室,所述缓冲隔室在其中具有缓冲溶液,并且具有将缓冲溶液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜;以及框中与缓冲隔室耦接的阴极隔室,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没二次阴极电解液的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与缓冲溶液分隔开的第三离子

交换膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中布置可溶第二阳极和第一离子交换膜使得来自可溶第二阳极的离子通过第一离子交换膜进入工艺电解质中。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中第一离子交换膜包括阳离子膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二和第三离子交换膜包括第二和第三一价选择性膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中阳极包括可溶Sn阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求27所述的工艺电解质补给模块,其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子沉积在工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求34至44中任一项所述的工艺电解质补给模块,其还包括:与缓冲隔室耦接的离子移除槽;其中,通过离子移除槽移除缓冲溶液中不需要的离子,来自缓冲隔室的缓冲溶液通过离子移除槽再循环。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:具有构造成保持构成电解质的沉积模块框的沉积模块;与沉积模块框可拆卸地耦接的基底保持器,所述基底支撑件支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极;与沉积模块框耦接的第一可溶阳极;以及根据权利要求27至33中任一项所述的工艺电解质补给模块,其中,第一可溶阳极和第二可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中所述沉积模块还包括可移动工艺搅拌构件,其在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动耦接用于在基底的表面上进行流体搅拌。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中所述沉积模块还包括设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求43所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。根据所公开实施方案的一个或多个方面,适于将金属沉积到基底的表面上的电化学沉积设备,所述电化学沉积设备包括:具有构造成保持构成电解质的沉积模块框的沉积模块;与沉积模块框可拆卸地耦接的基底保持器,所述基底支撑件支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极;与沉积模块框耦接的第一可溶阳极;根据权利要求34至41中任一项所述的工艺电解质补给模块,其中,第一可溶阳极和第二可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。根据所公开实施方案的一个或多个方面,t根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其还包括与缓冲隔室耦接的离子移除槽,其中通过离子移除槽移除缓冲溶液中不需要的离子,来自缓冲隔室的缓冲溶液通过离子移除槽再循环。根据所

公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中所述沉积模块还包括可移动工艺搅拌构件,其在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动地耦接以在基底的表面上进行流体搅拌。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中所述沉积模块还包括设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二和第三离子交换膜分别包括第二和第三一价选择性膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求50所述的电化学沉积设备,其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。根据所公开实施方案的一个或多个方面,包括电化学沉积设备和工艺电解质补给处理的电化学沉积系统,其适于将金属沉积到基底的表面上,所述电化学沉积设备包括:具有构造成保持构成电解质的沉积模块框的沉积模块;与沉积模块框可拆卸地耦接的基底保持器,所述基底支撑件支撑基底,工艺电解质接触基底的表面,基底用作第一阴极;与沉积模块框耦接的第一可溶阳极;沉积模块具有可构造工艺电解质补给模块接口,所述接口在第一构造中构造成与工艺电解质补给模块接合,以及在第二构造中构造成不与工艺电解质补给模块接合,这种情况下工艺电解质补给模块不是电化学沉积设备的一部分。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求58所述的电化学沉积系统,其中所述工艺电解质补给模块适于补给工艺电解质中的离子,所述工艺电解质补给模块具有从沉积模块偏置的补给模块框。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求58至59中任一项所述的电化学沉积系统,其中所述设备包括:设置在所构造的补给模块框中的工艺电解质再循环隔室,其用于使工艺电解质在补给模块与沉积模块之间再循环;补给模块框中与工艺电解质再循环隔室耦接的阳极隔室,所述阳极隔室具有设置在其中用于浸没在二次阳极电解液中的第二可溶阳极,并且具有将二次阳极电解液与工艺电解质分隔开的第一离子交换膜;以及补给模块框中与工艺电解质再循环隔室耦接的阴极隔室,所述阴极隔室具有设置在其中用于浸没二次阴极电解液的第二阴极,并且具有将二次阴极电解液与工艺电解质分隔开的第二离子交换膜;其中,在第一构造中第一可溶阳极和第二可溶阳极均补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子,以及其中在第二构造中第一可溶阳极补给工艺电解质中由离子沉积到表面上而耗尽的离子。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中可构造的工艺电解质补给模块接口包括与沉积模块框流体连通的工艺电解质入口和工艺电解质出口,在第一构造中工艺电解质入口和工艺电解质出口与补给模块流体连通地耦接,并且当在第二构造中时工艺电解质入口和工艺电解质出口接触与补给模块的流体连通耦接。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中所述沉积模块还包括可移动工艺搅拌构件,其在紧邻基底的表面处与沉积模块框可移动地耦接以在基底的表面上进行流体搅拌。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中所述沉积模块还包括设置在第一阳极与基底的表面之间的工艺离子交换膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,

其中基底的表面为基本上垂直取向。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中工艺电解质包括SnAg浴。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中第一可溶阳极包括第一可溶Sn阳极,并且其中第二可溶阳极包括第二可溶阳极。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中第一离子交换膜包括阳离子膜,并且其中第二离子交换膜包括一价选择性膜。根据所公开实施方案的一个或多个方面,根据权利要求60所述的电化学沉积系统,其中工艺电解质包括SnAg浴,并且其中离子补给到工艺电解质中而不发生第二阳极的Ag污染。

[0156] 要求的权利要求如上。

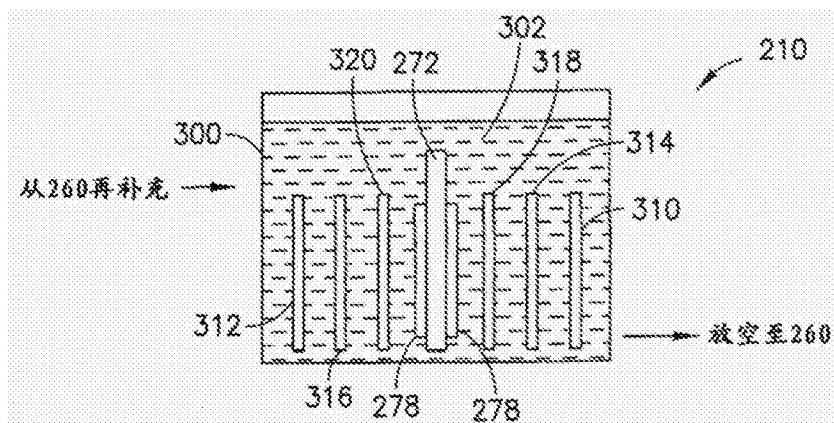


图2A

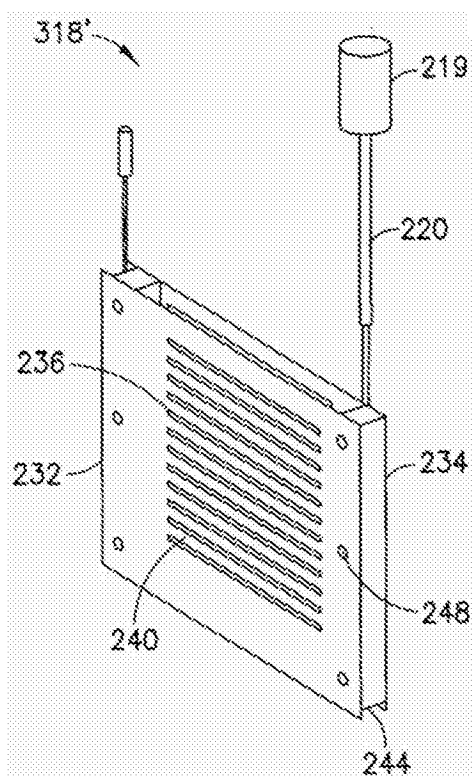


图2B

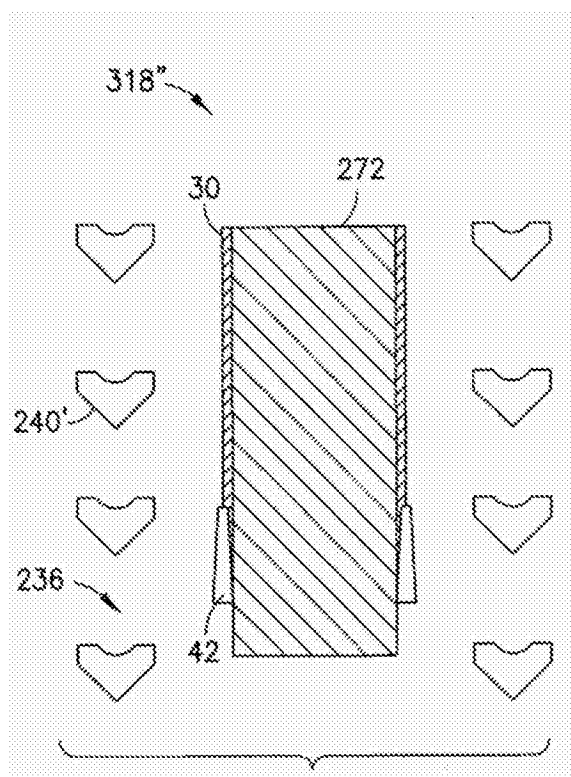


图2C

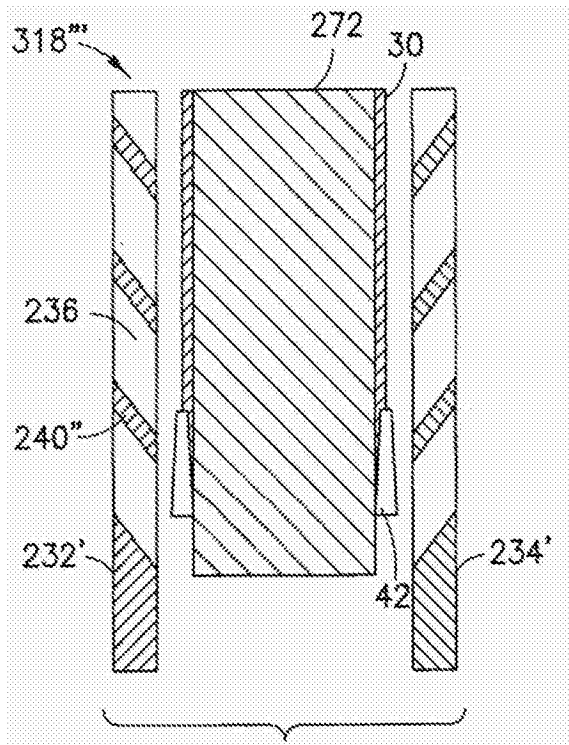


图2D

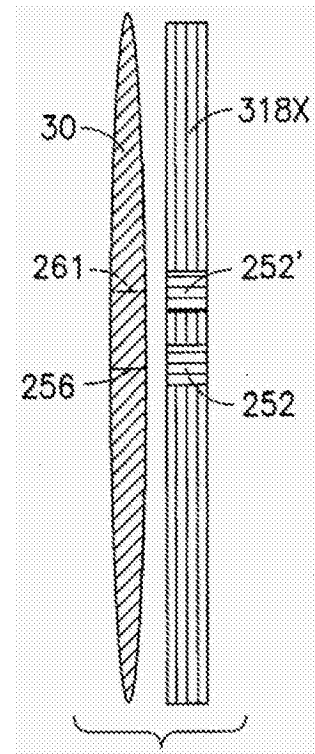


图2E

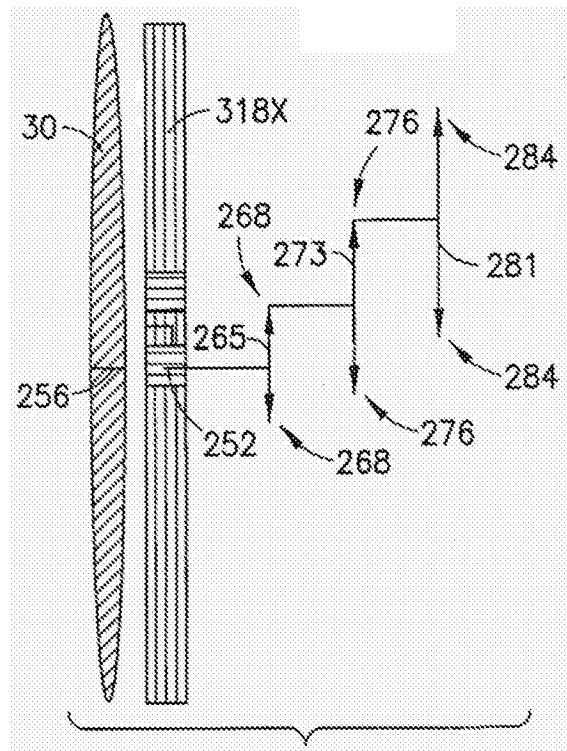


图2F

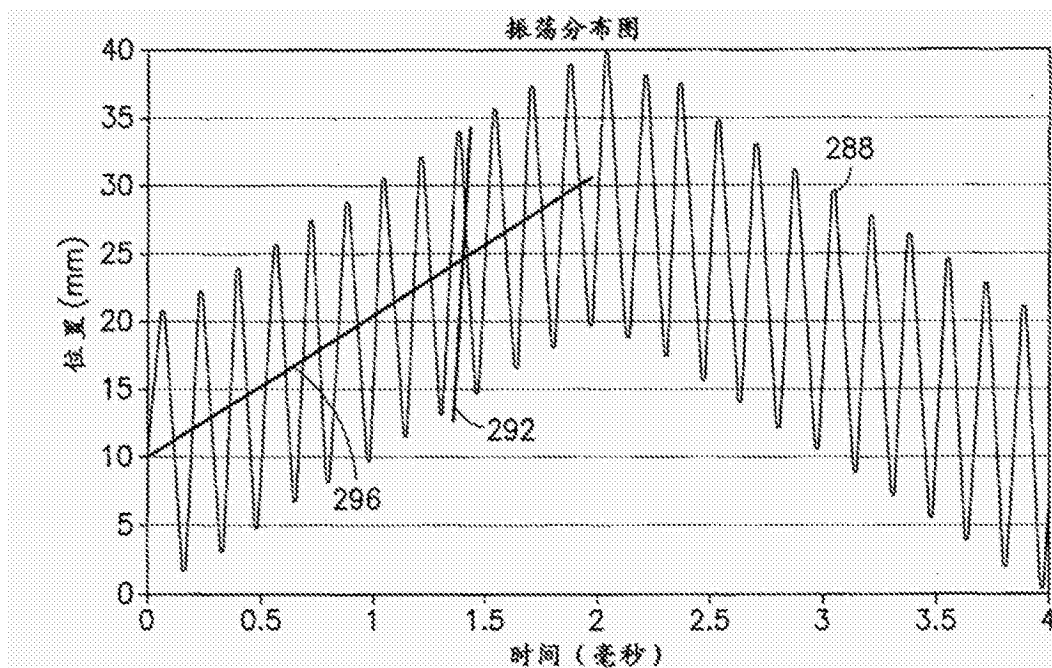


图2G

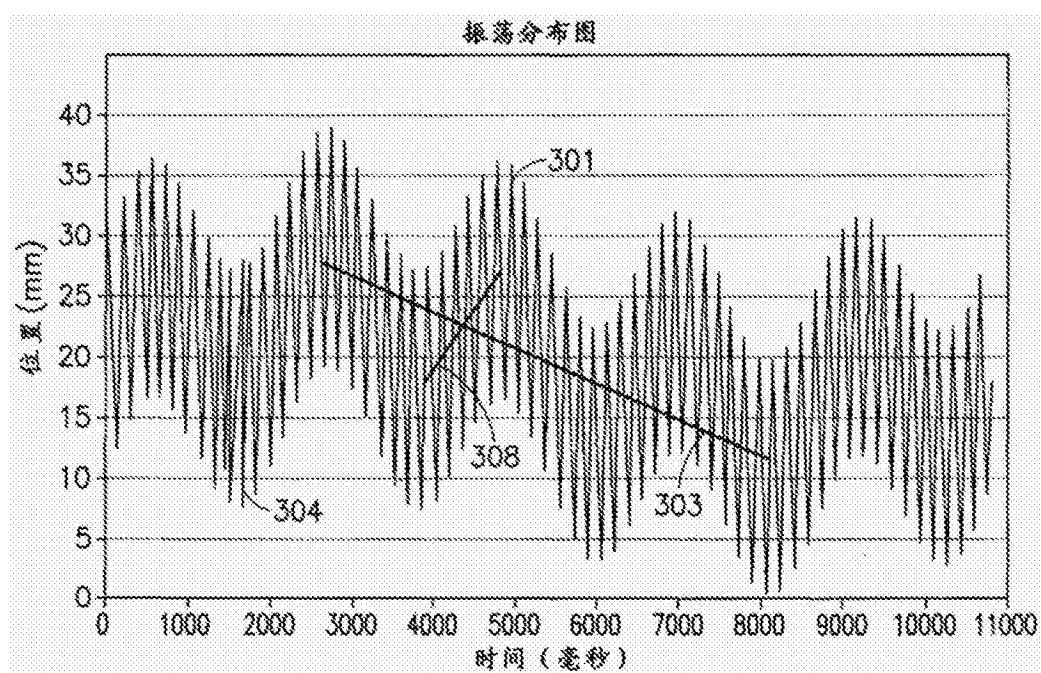


图2H

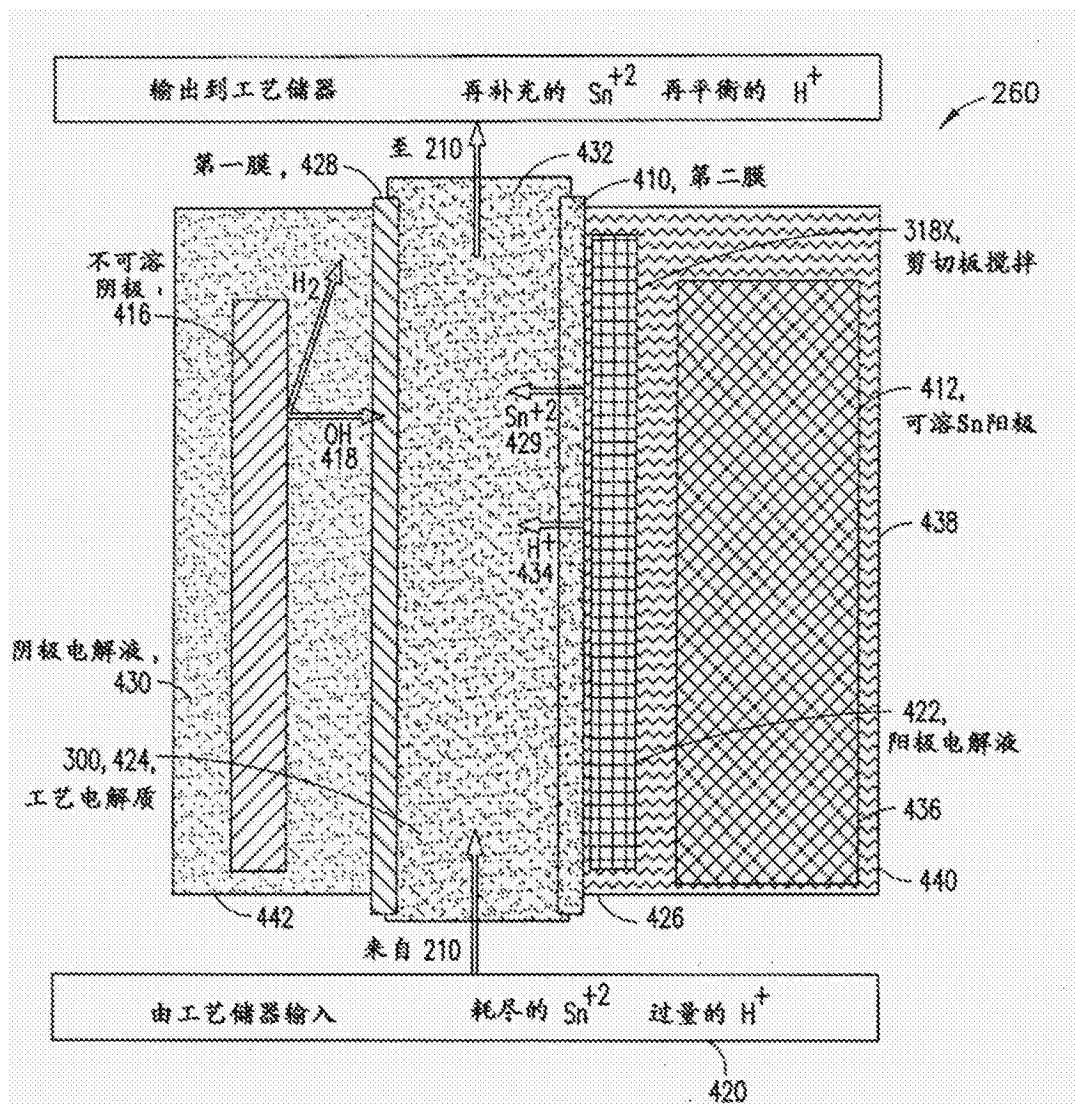


图3

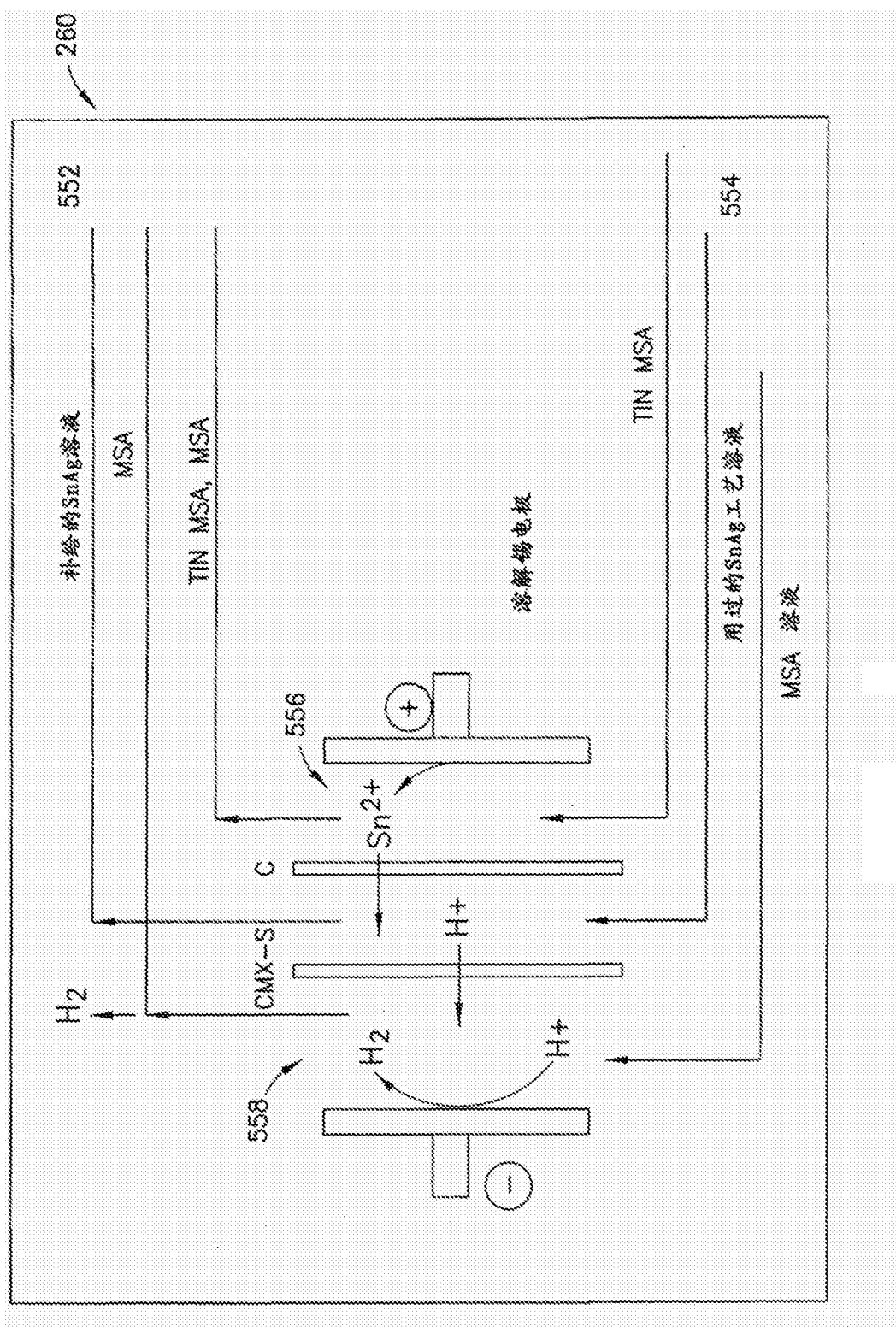


图4

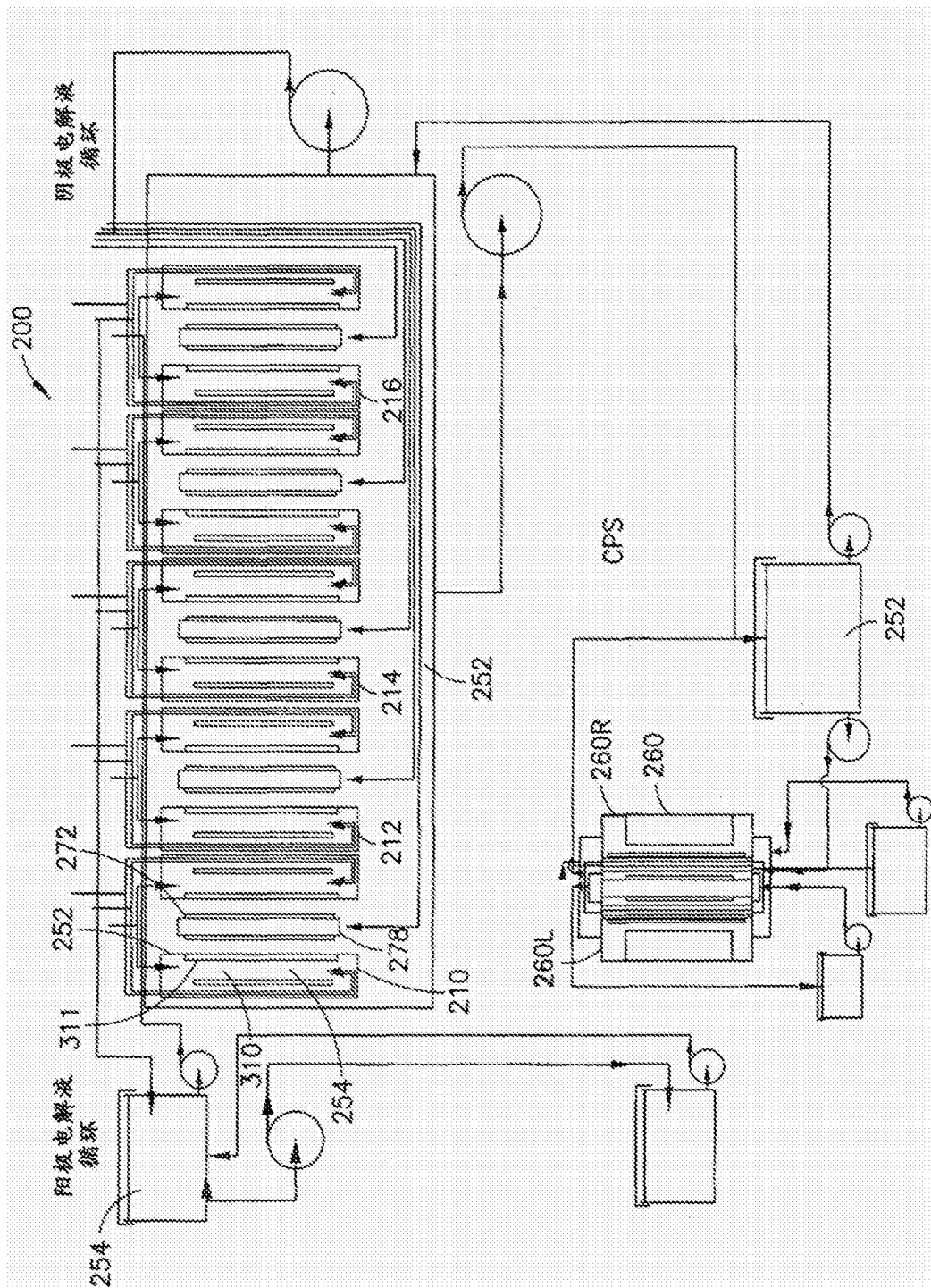


图5

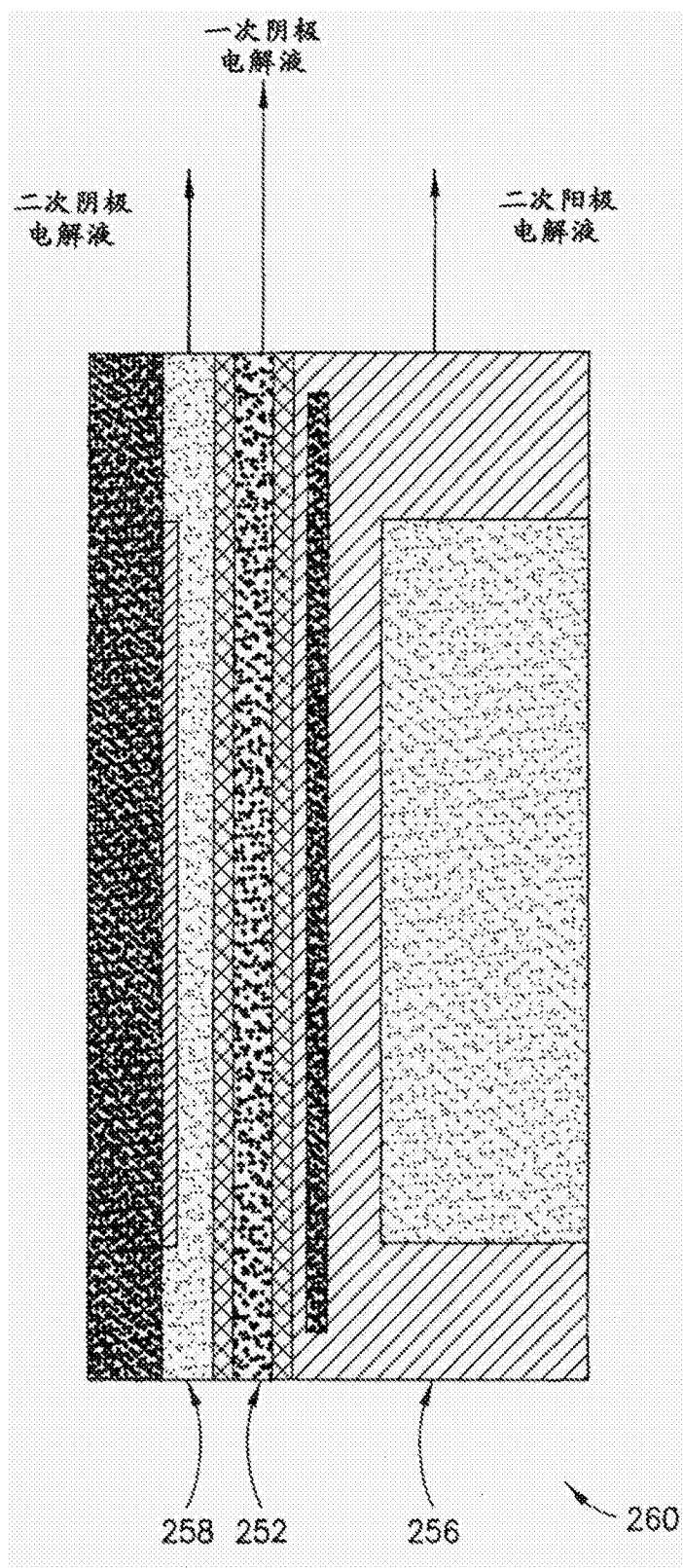


图5A

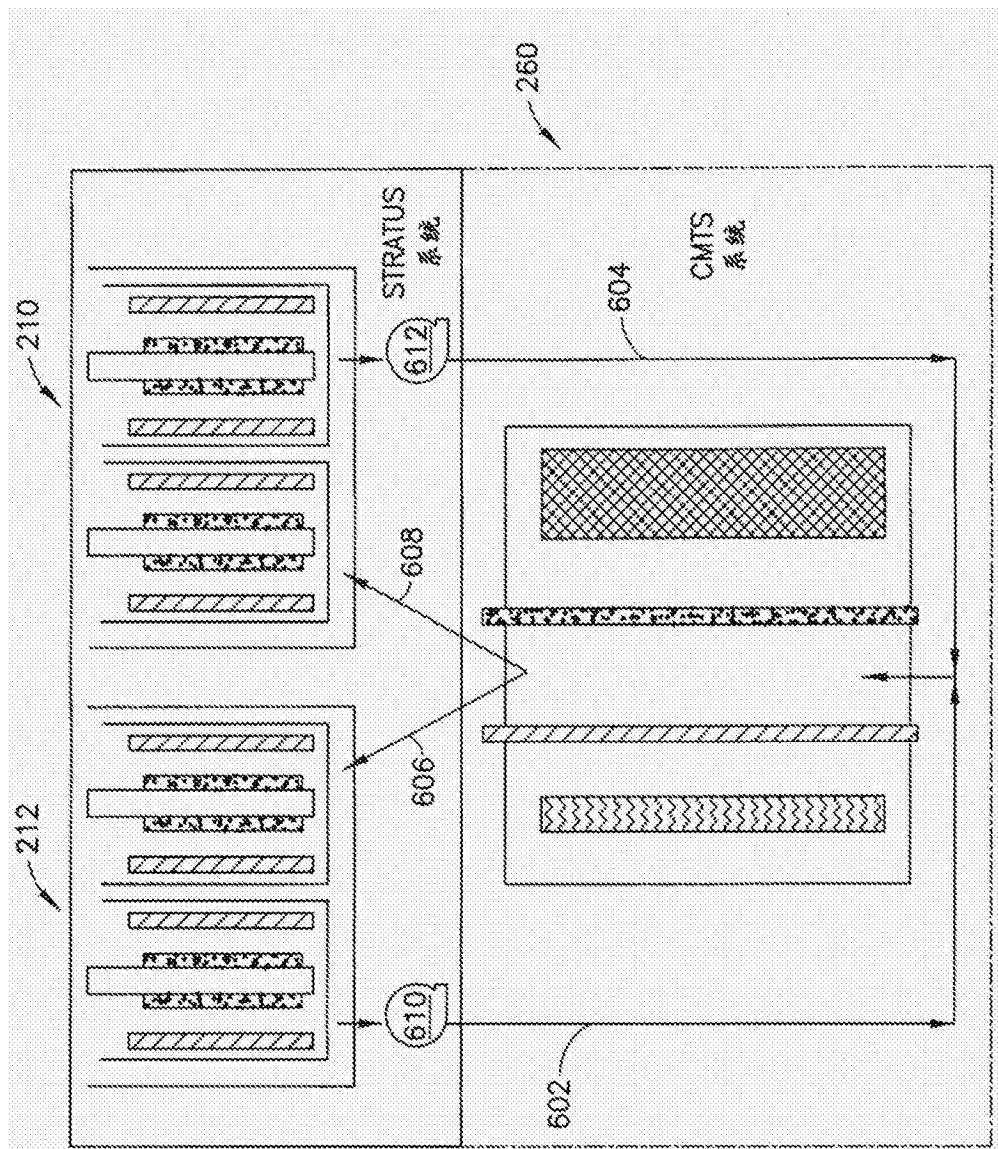


图6

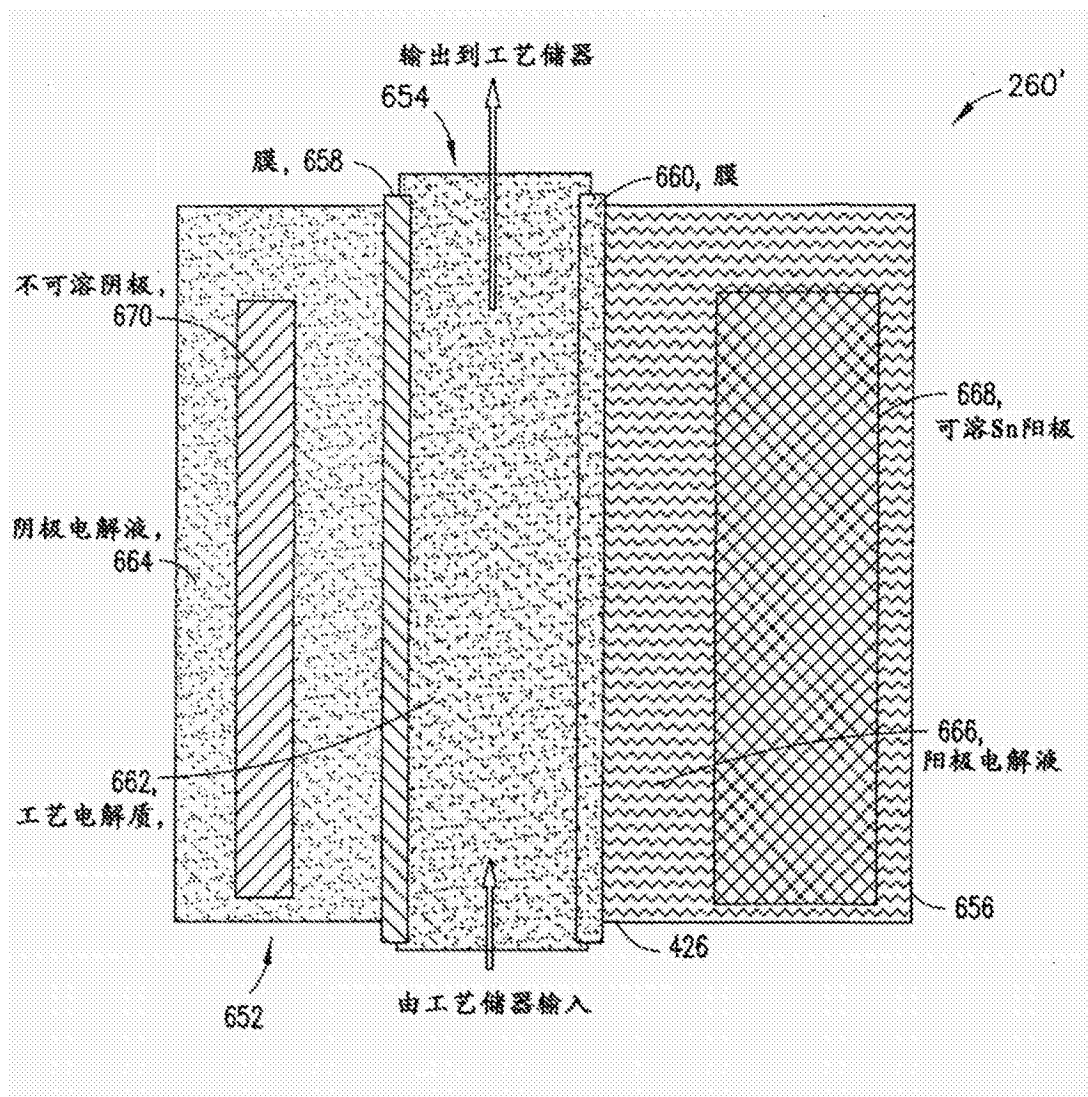


图7

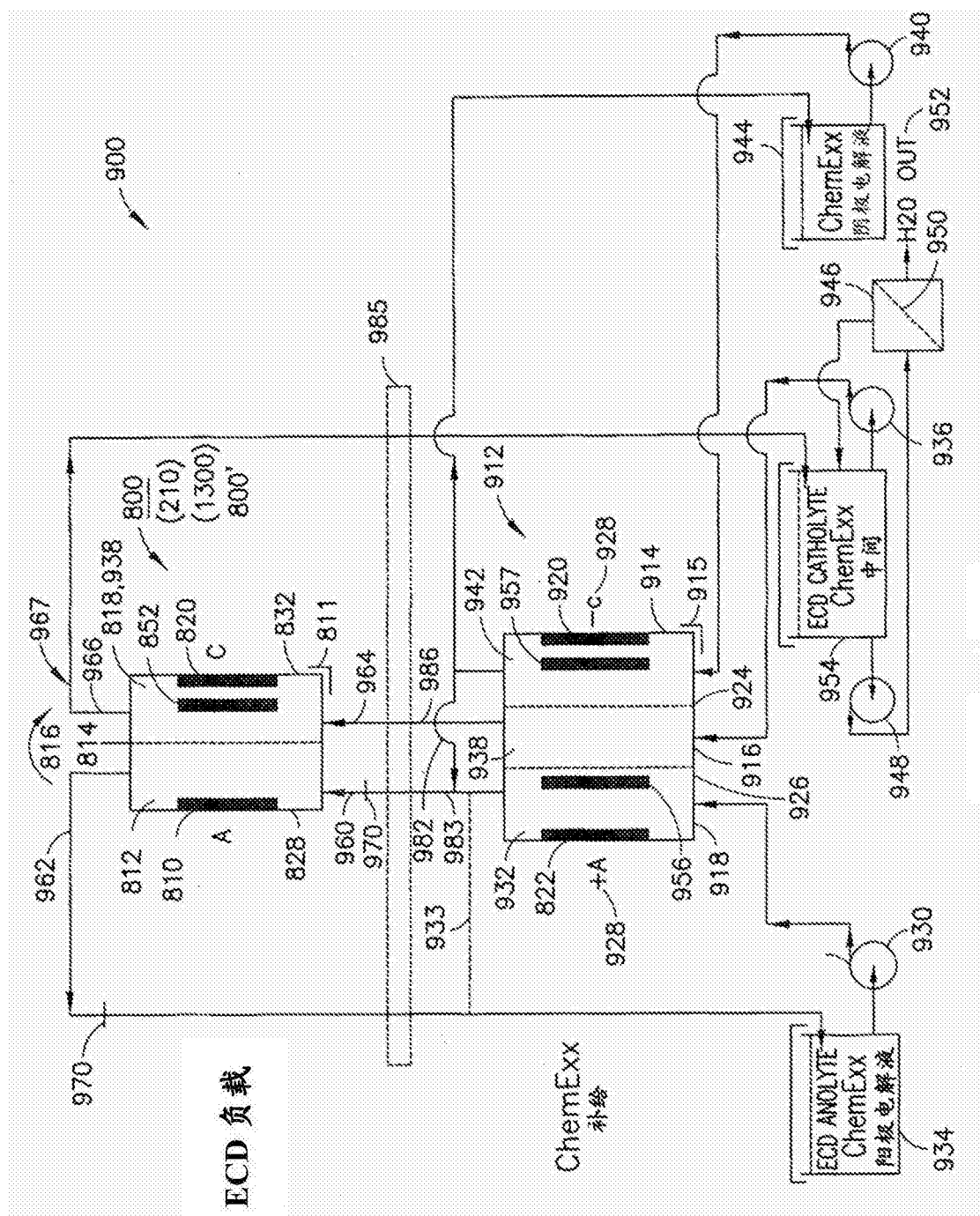


图10

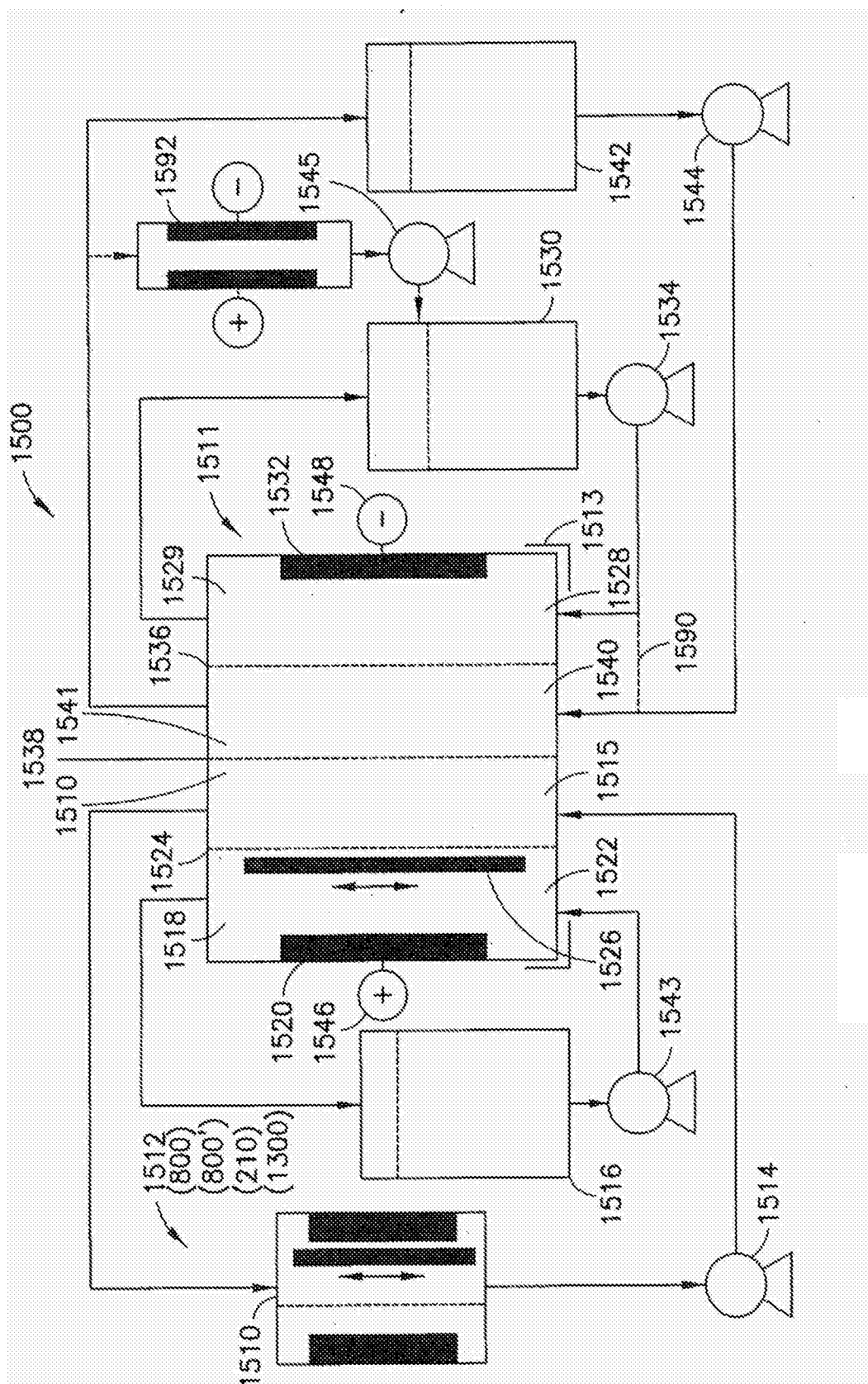


图11

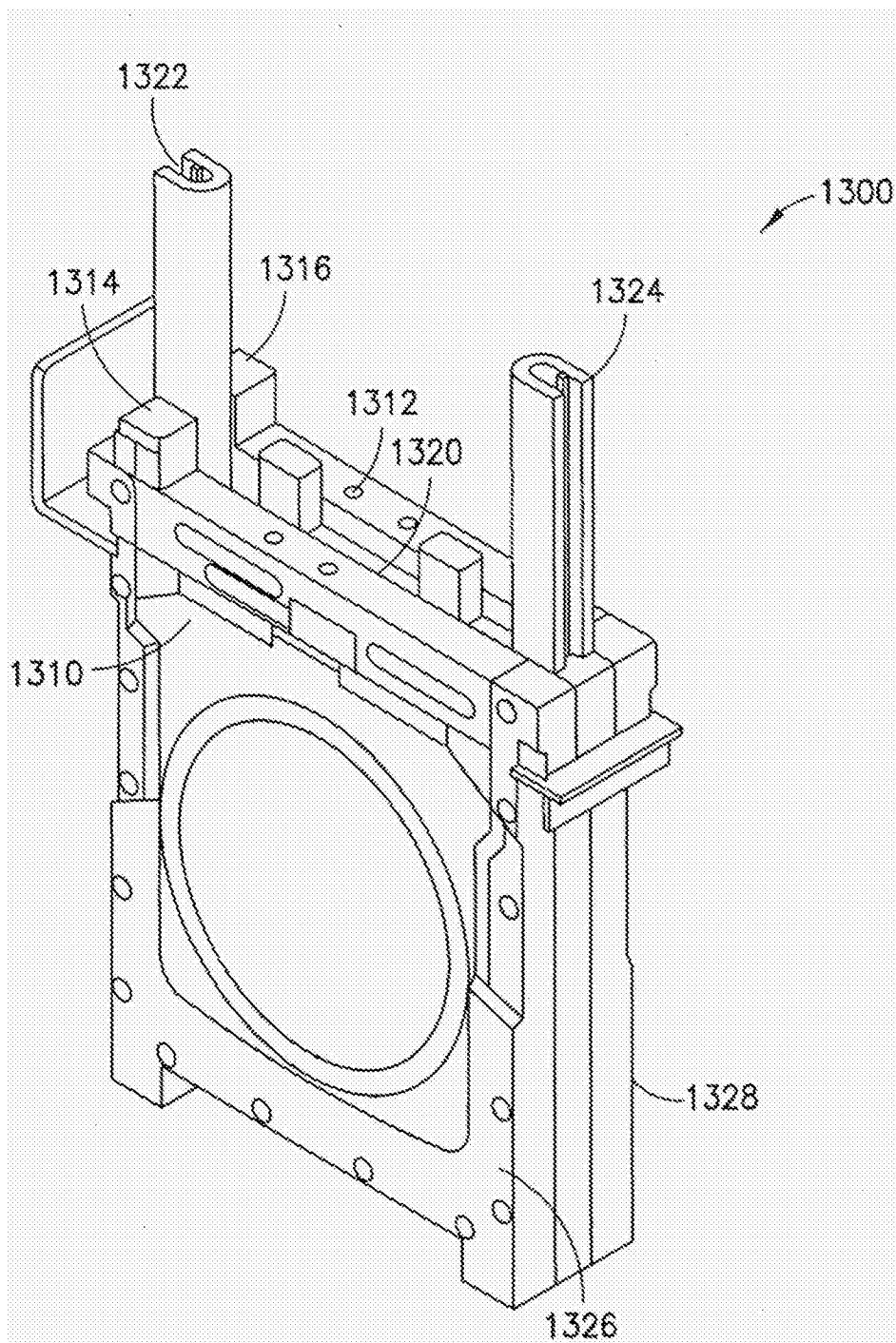


图12

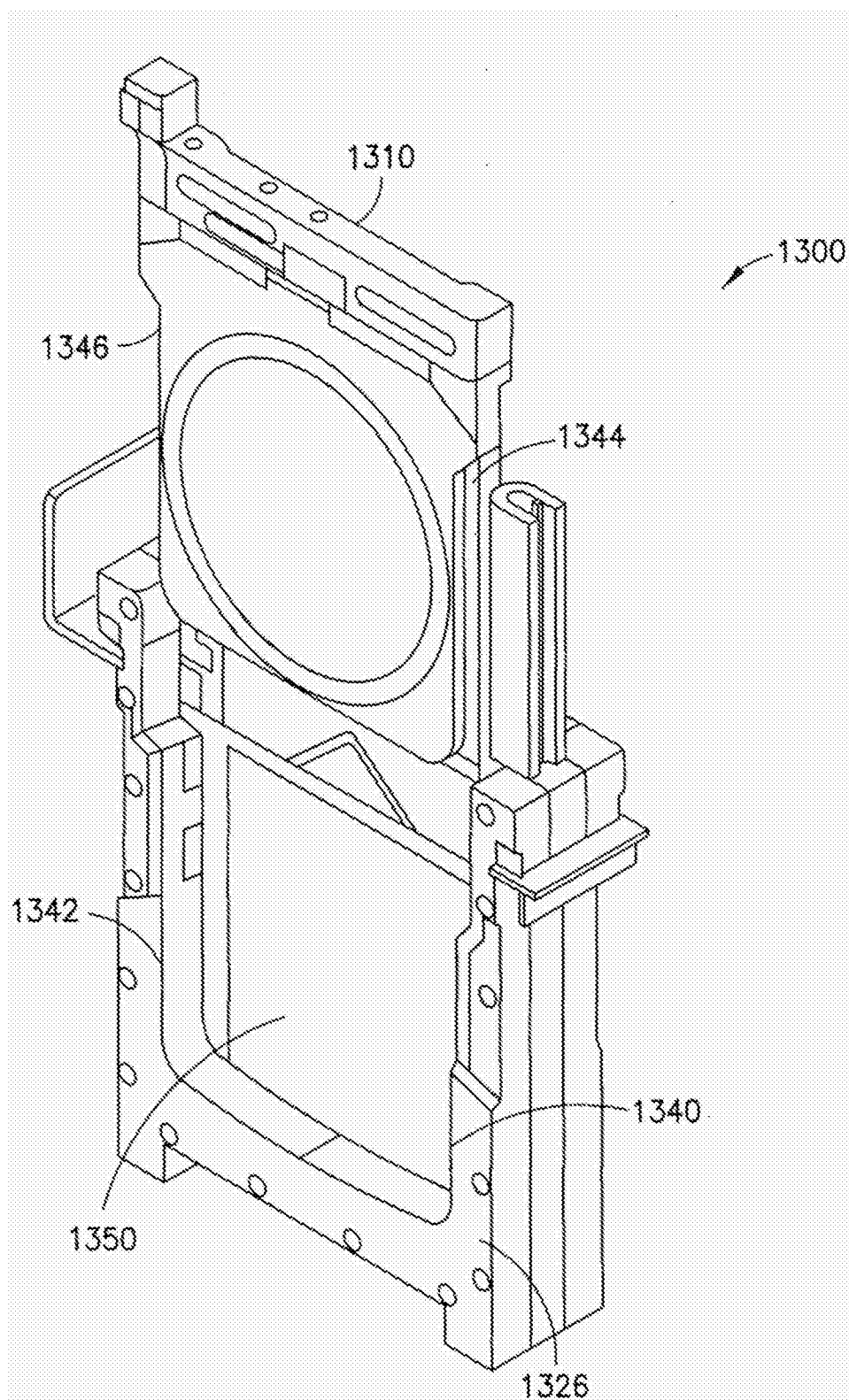


图13

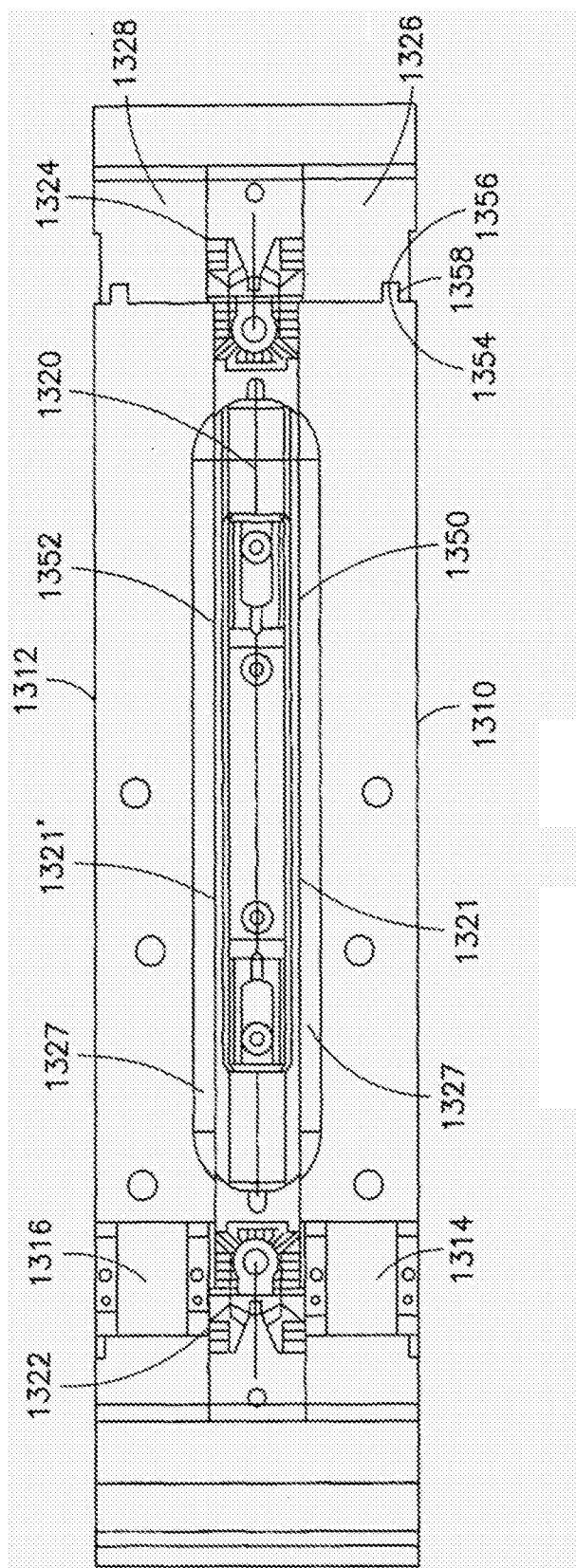


图14

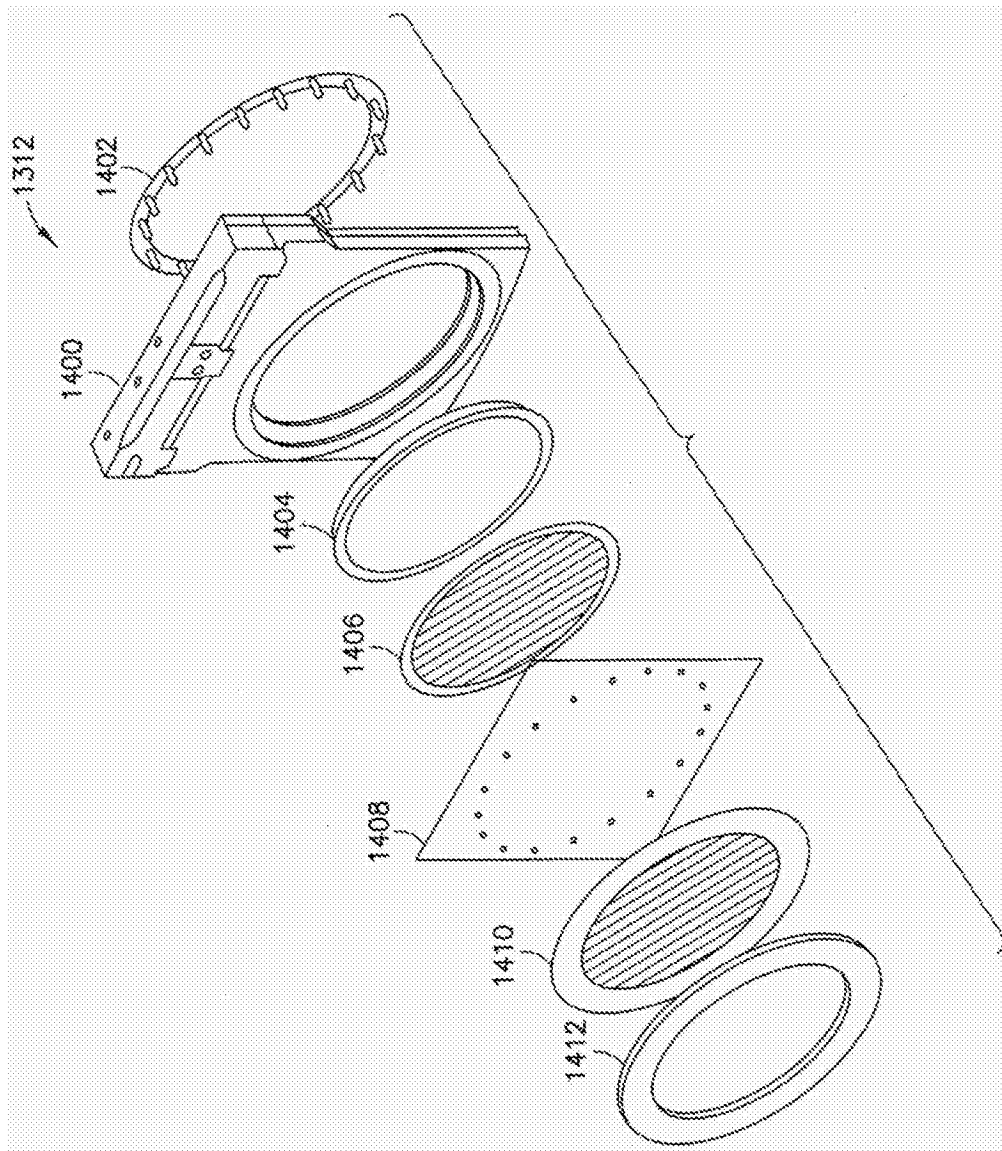


图16

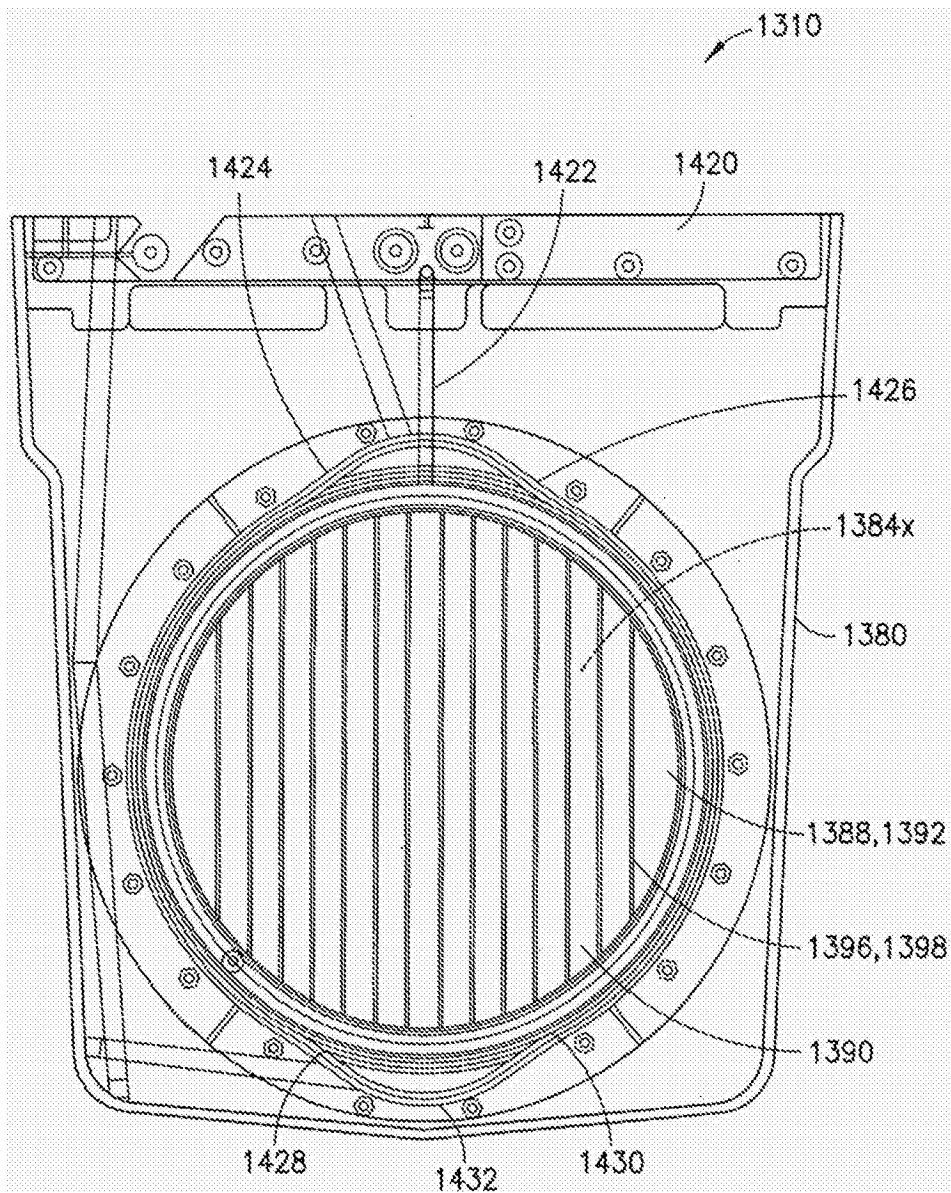


图17

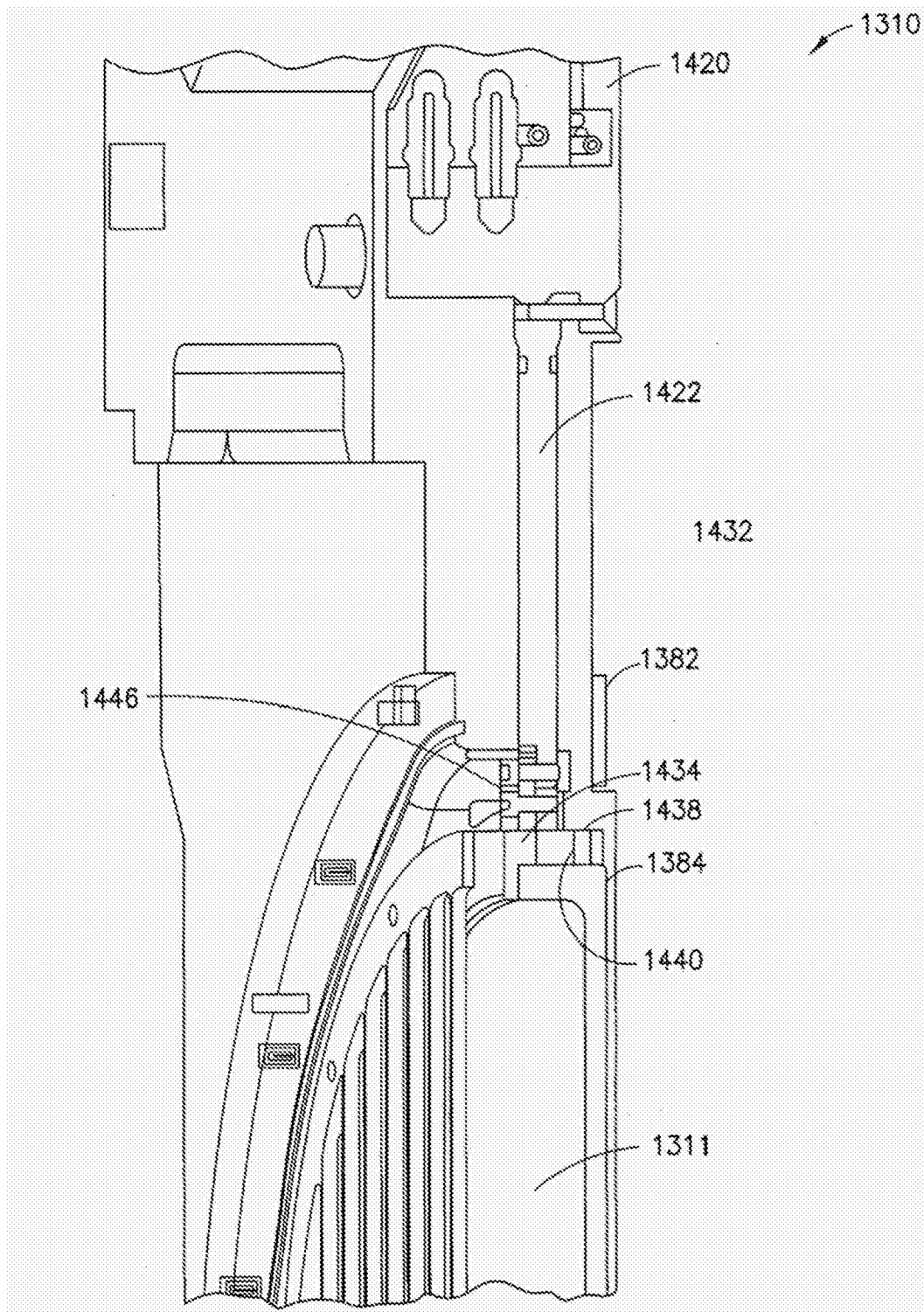


图18

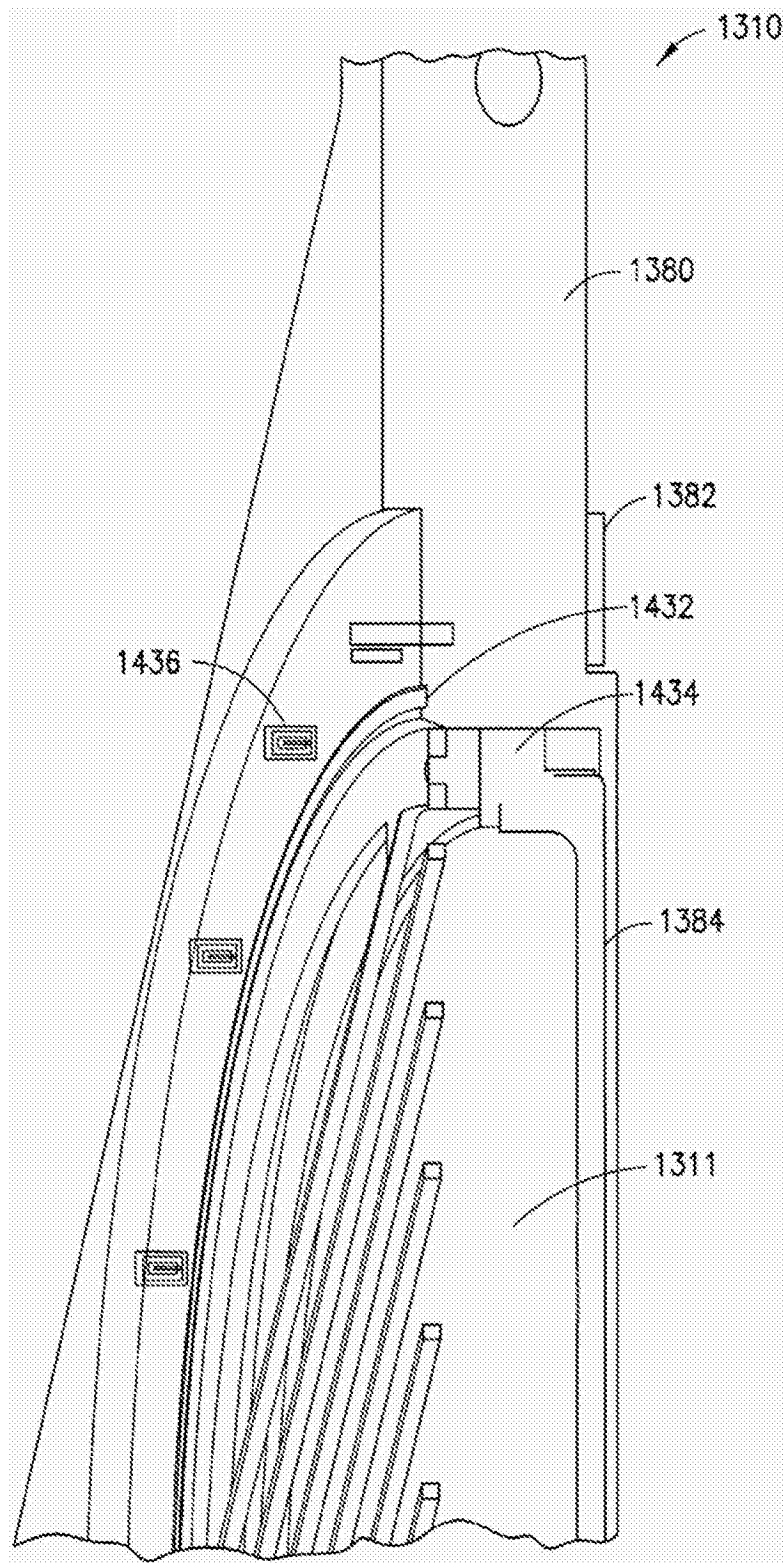


图19