(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 105637125 B
(45)授权公告日 2017.10.13

(21)申请号 201480057154.2
(22)申请日 2014.11.12
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105637125 A
(43)申请公布日 2016.06.01
(30)优先权数据
2013-235552 2013.11.14 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.18
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2014/079953 2014.11.12
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2015/072481 JA 2015.05.21
(73)专利权人 丰田自动车株式会社
地址 日本爱知县
(72)发明人 平冈基记 柳本博 佐藤祐规
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
代理人 王潇悦 段承恩
(51)Int.Cl.
C25D 17/00(2006.01)
C25D 13/00(2006.01)
(56)对比文件
WO 2013125643 A1,2013.08.29,
JP 特开平7-216585 A,1995.08.15,
JP 2000064087 A,2000.02.29,
US 4326930 A,1982.04.27,
US 2008067630 A1,2008.03.20,
审查员 眭乐萍

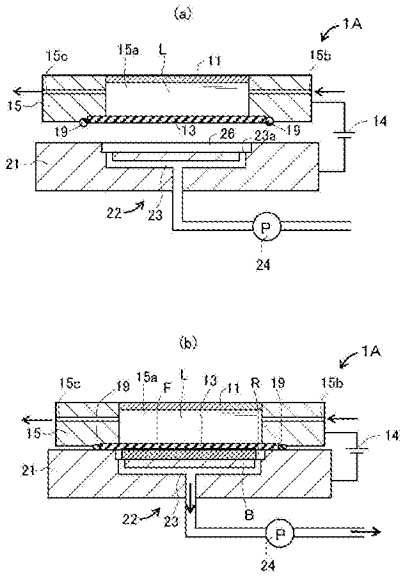
权利要求书3页 说明书13页 附图6页

(54)发明名称

金属被膜的成膜装置及其成膜方法

(57)摘要

提供一种不管阳极的表面状态如何，都能够稳定地形成膜厚均匀的均质金属被膜的金属被膜的成膜装置及其成膜方法。成膜装置(1A)具备：阳极(11)；配置于阳极(11)与成为阴极的基材(B)之间的固体电解质膜(13)；和对阳极(11)与基材(B)之间施加电压的电源部(14)。一种装置，使固体电解质膜(13)接触基材(B)的表面，对阳极(11)与基材(B)之间施加电压，由固体电解质膜(13)的内部所含有的金属离子在基材(B)的表面析出金属，由此形成包含金属的金属被膜(F)。成膜装置(1A)具备载置基材(B)的载置台(21)，载置台(21)具有吸引部(22)，吸引部(22)在形成金属被膜(F)时，从基材(B)侧吸引固体电解质膜(13)，使得固体电解质膜(13)贴合在基材(B)的表面。



CN 105637125 B

1.一种金属被膜的成膜装置,具备:

阳极;

配置于所述阳极与成为阴极的基材之间的固体电解质膜;和

对所述阳极与所述基材之间施加电压的电源部,

通过使所述固体电解质膜接触所述基材的表面,并且对所述阳极与所述基材之间施加电压,由该固体电解质膜的内部所含有的金属离子在所述基材的表面析出金属,从而形成包含所述金属的金属被膜,所述成膜装置的特征在于,具备:

载置所述基材的载置台;和

吸引部,所述吸引部在形成所述金属被膜时,从所述基材侧吸引该固体电解质膜,使得所述固体电解质膜贴合在载置于所述载置台的所述基材的表面。

2.根据权利要求1所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,在所述阳极与所述固体电解质膜之间形成有溶液收容部,所述溶液收容部收容含有所述金属离子的溶液,使得含有所述金属离子的溶液接触所述阳极和所述固体电解质膜。

3.根据权利要求2所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,所述成膜装置还具备循环机构,所述循环机构用于使含有所述金属离子的溶液在所述溶液收容部内循环。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,所述吸引部在所述载置台的表面具有用于吸引所述固体电解质膜的多个膜吸引口,该多个膜吸引口沿着载置于所述载置台的所述基材的周缘部而形成。

5.根据权利要求4所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,所述膜吸引口形成为,在将所述基材载置于所述载置台的状态下,所述基材的周缘部覆盖各个所述膜吸引口的一部分。

6.根据权利要求4所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,所述吸引部在所述载置台的表面具有基材吸引口,所述基材吸引口用于将载置于所述载置台的所述基材向所述载置台吸引,

所述基材吸引口在将所述基材载置于载置台的状态下,面向与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部而形成,

所述吸引部还具备:

膜吸引口开闭阀,其与所述膜吸引口连接,以选择地进行由所述膜吸引口实现的吸引和非吸引;和

基材吸引口开闭阀,其与所述基材吸引口连接,以选择地进行由所述基材吸引口实现的吸引和非吸引。

7.根据权利要求5所述的金属被膜的成膜装置,其特征在于,所述吸引部在所述载置台的表面具有基材吸引口,所述基材吸引口用于将载置于所述载置台的所述基材向所述载置台吸引,

所述基材吸引口在将所述基材载置于载置台的状态下,面向与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部而形成,

所述吸引部还具备:

膜吸引口开闭阀,其与所述膜吸引口连接,以选择地进行由所述膜吸引口实现的吸引和非吸引;和

基材吸引口开闭阀，其与所述基材吸引口连接，以选择地进行由所述基材吸引口实现的吸引和非吸引。

8.根据权利要求6所述的金属被膜的成膜装置，其特征在于，设有多个所述膜吸引口开闭阀，使得所述多个膜吸引口能够以不同的定时吸引所述固体电解质膜。

9.根据权利要求7所述的金属被膜的成膜装置，其特征在于，设有多个所述膜吸引口开闭阀，使得所述多个膜吸引口能够以不同的定时吸引所述固体电解质膜。

10.根据权利要求1～3中任一项所述的金属被膜的成膜装置，其特征在于，所述载置台形成有收容凹部，所述收容凹部用于在所述基材的表面形成所述金属被膜时收容所述基材。

11.根据权利要求4所述的金属被膜的成膜装置，其特征在于，所述载置台形成有收容凹部，所述收容凹部用于在所述基材的表面形成所述金属被膜时收容所述基材。

12.根据权利要求5～9中任一项所述的金属被膜的成膜装置，其特征在于，所述载置台形成有收容凹部，所述收容凹部用于在所述基材的表面形成所述金属被膜时收容所述基材。

13.一种金属被膜的成膜方法，通过在阳极与成为阴极的基材之间配置固体电解质膜，使所述固体电解质膜接触基材，并且对所述阳极与所述基材之间施加电压，由该固体电解质膜的内部所含有的金属离子在所述基材的表面析出金属，从而在所述基材的表面形成包含所述金属的金属被膜，所述成膜方法的特征在于，

在形成所述金属被膜时，从所述基材侧吸引所述固体电解质膜，使得所述固体电解质膜贴合在所述基材的表面。

14.根据权利要求13所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，一边在所述阳极与所述固体电解质膜之间收容含有金属离子的溶液，使得含有所述金属离子的溶液接触所述阳极和所述固体电解质膜，一边进行所述金属被膜的成膜。

15.根据权利要求13所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，一边使收容于所述阳极与所述固体电解质膜之间的含有金属离子的溶液循环，一边进行所述金属被膜的成膜。

16.根据权利要求13～15中任一项所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，从沿着所述基材的周缘部的位置进行所述固体电解质膜的吸引。

17.根据权利要求16所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，所述成膜方法是在将所述基材载置于载置台的状态下形成所述金属被膜的方法，在进行所述固体电解质膜的吸引的同时，将所述基材的周缘部向所述载置台侧吸引。

18.根据权利要求16所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，所述成膜方法，在将所述基材载置于载置台的状态下，从与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部，将所述基材向所述载置台吸引，

对被吸引于该载置台的基材，进行所述固体电解质膜的吸引。

19.根据权利要求17所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，所述成膜方法，在将所述基材载置于载置台的状态下，从与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部，将所述基材向所述载置台吸引，

对被吸引于该载置台的基材，进行所述固体电解质膜的吸引。

20.根据权利要求18所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，在沿着所述基材的周缘

部的不同位置，改变吸引所述固体电解质膜的定时，进行所述固体电解质膜的吸引。

21.根据权利要求19所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，在沿着所述基材的周缘部的不同位置，改变吸引所述固体电解质膜的定时，进行所述固体电解质膜的吸引。

22.根据权利要求17～21中任一项所述的金属被膜的成膜方法，其特征在于，所述载置台形成有用于收容所述基材的收容凹部，

在将所述基材收容于所述收容凹部的状态下，在所述基材的表面形成所述金属被膜。

金属被膜的成膜装置及其成膜方法

技术领域

[0001] 本发明涉及能够通过对阳极与基材之间施加电压，由固体电解质膜的内部所含有的金属离子在基材的表面析出金属，从而很好地形成金属被膜的金属被膜的成膜装置及其成膜方法。

背景技术

[0002] 一直以来，在制造电子电路基材等时，为了形成镍电路图案，在基材的表面形成镍被膜。例如，作为这样的金属被膜的成膜技术，已提出在Si等半导体基材的表面，通过无电解镀处理等镀敷处理形成金属被膜、或采用溅镀(sputtering)等PVD法形成金属被膜的成膜技术。

[0003] 但是，在进行了无电解镀处理等镀敷处理的情况下，需要进行镀敷处理后的水洗，需要处理水洗产生的废液。另外，在采用溅镀等PVD法在基材表面进行了成膜的情况下，由于被覆的金属被膜产生内部应力，因此在将膜厚增厚方面存在限制，特别是在溅镀的情况下，有时只能通过高真空化来进行成膜。

[0004] 鉴于这样的问题，例如图6(a)所示，已提出一种金属被膜的成膜装置9，其具备阳极91、成为阴极的基材B、配置于阳极91与基材(阴极)B之间的固体电解质膜93、和对阳极91与基材B之间施加电压的电源部94(例如参照专利文献1)。

[0005] 在此，上述的成膜装置9的阳极91，由可透过金属离子的多孔质体形成。通过采用多孔质体作为阳极91，能够在成膜时使含有金属离子的溶液L透过阳极91，并始终向固体电解质膜93供给。并且，通过设置成膜装置9的加压部96，能够经由阳极91将固体电解质膜93对基材B加压。这样，能够在载置于载置台92的基材B的表面形成金属被膜，所述金属被膜包含经由固体电解质膜93而析出的金属。

[0006] 在先技术文献

[0007] 专利文献1：国际公开第2013-125643号公报

发明内容

[0008] 但是，使用如专利文献1所示的成膜装置的情况下，如图6(b)所示，如果在固体电解质膜93被多孔质体的阳极91加压的状态下，对阳极91与基材(阴极)B之间施加电压，在基材B的表面形成金属被膜F，则有时金属被膜F会形成针孔、和/或其膜厚发生参差变动(成膜不均)(参照图7(a))。

[0009] 这是由于在成膜时固体电解质膜93被阳极91加压，从而在由多孔质体形成的阳极91的骨架部分91a与孔91b的部分之间发生压力不均。因此，金属会依赖于作为阳极91的多孔质体的表面状态而析出，阳极91的表面形状会被转印到金属被膜F。

[0010] 另外，由于金属在初期会与加压状态下的阳极91的孔91b的位置相应地析出，因此析出的金属作为核发挥作用，金属晶体在金属被膜F的厚度方向上生长。由此，金属晶体不在金属被膜F的面内方向扩展，而是如图7(b)所示成为在厚度方向上生长的柱状晶体，因此

这会成为成膜不均的原因。这样的现象在使用多孔质体的情况下会变得明显，例如在阳极的表面存在细微的凹凸的情况下也会发生。

[0011] 本发明是鉴于这样的问题而完成的，其目的是提供不管阳极的表面状态如何，都能够稳定地形成膜厚均匀的均质金属被膜的金属被膜的成膜装置及其成膜方法。

[0012] 发明人反复认真研究的结果，认为如果在成膜时，想要使固体电解质膜仿效基材的表面时，阳极对固体电解质膜过度加压，则阳极的表面状态会影响将要形成的金属被膜。因此，认为如果从基材侧吸引固体电解质膜，使固体电解质膜仿效基材的表面，则能够消除或降低上述的阳极对固体电解质膜的加压。

[0013] 本发明是基于这样的考虑而完成的，本发明涉及的金属被膜的成膜装置，具备：阳极；配置于所述阳极与成为阴极的基材之间的固体电解质膜；和对所述阳极与所述基材之间施加电压的电源部，通过使所述固体电解质膜接触所述基材的表面，并且对所述阳极与所述基材之间施加电压，由该固体电解质膜的内部所含有的金属离子在所述基材的表面析出金属，从而形成包含所述金属的金属被膜，所述成膜装置的特征在于，具备：载置所述基材的载置台；和吸引部，所述吸引部在形成所述金属被膜时，从所述基材侧吸引该固体电解质膜，使得所述固体电解质膜贴合在载置于所述载置台的所述基材的表面。

[0014] 根据本发明，能够在形成金属被膜时，从基材侧吸引固体电解质膜，使得固体电解质膜贴合在基材的表面。由此，即使不通过阳极对固体电解质膜直接加压(或与以往相比降低加压力)，也能够将由吸引部吸引的固体电解质膜均匀地加压到基材的表面。这样的结果，能够消除或降低在固体电解质膜与阳极之间产生的由阳极的表面状态导致的压力不均，稳定地形成难以受到阳极的表面状态影响的膜厚均匀的均质金属被膜。

[0015] 并且，由于在成膜时从基材侧吸引固体电解质膜，因此即使基材是具有凹凸的表面形状、曲面形状等形状，也能够使固体电解质膜仿效基材表面而加压。像这样，即使基材的表面是上述的形状，也能够在其表面形成膜厚均匀的均质金属被膜。

[0016] 在此，如果能够通过吸引固体电解质膜，与以往相比降低由阳极与固体电解质膜之间的加压力导致的压力不均，则固体电解质膜和阳极可以是接触状态、非接触状态的任一种状态。但是，作为更优选的技术方案，在所述阳极与所述固体电解质膜之间形成有溶液收容部，所述溶液收容部在含有所述金属离子的溶液接触所述阳极和所述固体电解质膜的状态下，收容含有所述金属离子的溶液。

[0017] 根据该技术方案，溶液收容部中收容含有金属离子的溶液，因此能够将金属离子始终向固体电解质膜供给。另外，通过设置溶液收容部，能够将阳极和固体电解质膜分离配置(成为非接触状态)。由于固体电解质膜与阳极成为非接触状态，因此在成膜时不会通过阳极对固体电解质膜加压，而是通过吸引部的吸引由固体电解质膜对基材的表面加压。这样的结果，所形成的金属被膜更难以受到阳极的表面状态的影响。另外，即使是使用由多孔质体形成的电极的情况下，由于阳极和固体电解质膜充分分离，因此也难以形成依赖于多孔质体的孔的形状的金属被膜。

[0018] 作为进一步优选的技术方案，所述成膜装置还具备循环机构，所述循环机构用于使含有所述金属离子的溶液在该溶液收容部内循环。根据该技术方案，能够一边通过循环机构使被收容在阳极与固体电解质膜之间的含有金属离子的溶液循环，一边进行金属被膜的成膜。由此，能够一边管理溶液中的金属离子的浓度一边稳定地形成金属被膜。另外，在

使液压作用于溶液收容部内的含有金属离子的溶液，而将固体电解质膜向基材加压这样的构造中，由于使一定的液压发挥作用，因此难以采用上述的循环机构。但是本发明中，通过固体电解质膜的吸引来进行固体电解质膜对基材的加压，因此能够将上述的循环机构简单地设置于成膜装置。

[0019] 另外，上述的吸引部只要能够将固体电解质膜对基材的表面均匀地加压，对于该吸引部的构造就不特别限定。但是，作为更优选的技术方案，所述吸引部在所述载置台的表面具有用于吸引所述固体电解质膜的多个膜吸引口，该多个膜吸引口沿着载置于所述载置台的所述基材的周缘部而形成。根据该技术方案，能够沿着基材的周缘部进行吸引，使其周围的空间中产生负压。由此，能够更有效率地吸引与基材的周缘部接触的固体电解质膜，将其对基材的表面均匀地加压。

[0020] 作为进一步优选的技术方案，所述膜吸引口形成为，在将所述基材载置于所述载置台的状态下，所述基材的周缘部覆盖各个所述膜吸引口的一部分。根据该技术方案，没有被基材的周缘部覆盖的各膜吸引口的一部分与基材的周缘部相邻，因此能够使更强的吸引力作用于与基材的周缘部附近接触的固体电解质膜。由此，能够对基材的成膜区域整体更均匀地加压。

[0021] 所述吸引部在所述载置台的表面具有基材吸引口，所述基材吸引口用于将载置于所述载置台的所述基材向所述载置台吸引，所述基材吸引口在将所述基材载置于载置台的状态下，面向与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部而形成，所述吸引部还具备：膜吸引口开闭阀，其与所述膜吸引口连接，以选择地进行由所述膜吸引口实现的吸引和非吸引；和基材吸引口开闭阀，其与所述基材吸引口连接，以选择地进行由所述基材吸引口实现的吸引和非吸引。

[0022] 根据该技术方案，在将基材载置于载置台的状态下，打开基材吸引口开闭阀，选择由基材吸引口实现的吸引，能够从与载置台相对的基材的表面的中央部，利用基材吸引口将基材向所述载置台吸引。接着，打开膜吸引口开闭阀，选择由膜吸引口实现的吸引，能够对被吸引于载置台的基材，利用膜吸引口从沿着基材的周缘部的位置吸引固体电解质膜。像这样，能够将载置台与基材之间的空气从与载置台相对的基材的表面的中央部向其周缘部排出。由此，能够在成膜时抑制载置台与基材之间形成空气积存，将基材均匀地向载置台吸附。其结果，基材上形成金属被膜的表面效仿载置台的表面，因此能够使基材更均匀地接触固体电解质膜。

[0023] 作为进一步优选的技术方案，设有多个所述膜吸引口开闭阀，使得所述多个膜吸引口能够以不同的定时吸引所述固体电解质膜。根据该技术方案，能够在沿着基材的周缘部的不同位置，改变吸引固体电解质膜的定时，进行固体电解质膜的吸引。由此，不会在基材的周缘部同时吸引固体电解质膜，因此能够抑制固体电解质膜与基材之间的空气的残留，很好地排出基材表面的空气。

[0024] 并且，在成膜时，只要能够通过吸引部使固体电解质膜贴合在基材的表面，就不特别限定载置台的形状，但作为更优选的技术方案，所述载置台形成有收容凹部，所述收容凹部用于在所述基材的表面形成所述金属被膜时收容所述基材。

[0025] 根据该技术方案，通过将收容基材的收容凹部设置于载置台，能够使载置台的表面与基材的表面在高度方向上更接近(优选为能够在同一水平面上)。这样的结果，能够通

过吸引部在固体电解质膜与基材之间有效率地产生负压，使它们贴合。

[0026] 本申请中还公开了能够很好地形成金属被膜的成膜方法。本发明涉及的金属被膜的成膜方法，通过在阳极与成为阴极的基材之间配置固体电解质膜，使所述固体电解质膜接触基材，并且对所述阳极与所述基材之间施加电压，由该固体电解质膜的内部所含有的金属离子在所述基材的表面析出金属，从而在所述基材的表面形成包含所述金属的金属被膜，所述成膜方法的特征在于，在形成所述金属被膜时，从所述基材侧吸引所述固体电解质膜，使得所述固体电解质膜贴合在所述基材的表面。

[0027] 根据本发明，在使固体电解质膜与阳极成为非接触状态，形成金属被膜时，从基材侧吸引固体电解质膜，使得固体电解质膜贴合在基材的表面，因此即使不通过阳极对固体电解质膜直接加压(或与以往相比降低加压力)，也能够将固体电解质膜对基材的表面均匀地加压。由此，能够稳定地形成难以依赖于阳极的表面状态的膜厚均匀的均质金属被膜。

[0028] 并且，在成膜时从基材侧吸引固体电解质膜，因此即使基材的表面是平面以外的形状，也能够使固体电解质膜仿效基材表面而加压。像这样，能够在基材的表面形成膜厚均匀的均质金属被膜。

[0029] 在此，只要能够通过吸引固体电解质膜而与以往相比降低由阳极与固体电解质膜之间的加压力导致的压力不均，则固体电解质膜和阳极可以是接触状态、非接触状态的任一种状态。但是，作为进一步优选的技术方案，一边在所述阳极与所述固体电解质膜之间收容含有金属离子的溶液，使得含有所述金属离子的溶液接触所述阳极和所述固体电解质膜，一边进行所述金属被膜的成膜。

[0030] 根据该技术方案，在阳极与固体电解质膜之间收容含有金属离子的溶液，因此能够将金属离子始终向固体电解质膜供给。另外，由于收容含有金属离子的溶液，因此能够将阳极和固体电解质膜分离配置(成为非接触状态)。由于固体电解质膜和阳极为非接触状态，因此在成膜时不会通过阳极对固体电解质膜加压，而是通过吸引部的吸引由固体电解质膜对基材的表面加压。这样的结果，所形成的金属被膜更难以受到阳极的表面状态的影响。

[0031] 作为进一步优选的技术方案，一边使收容于所述阳极与所述固体电解质膜之间的含有金属离子的溶液循环，一边进行所述金属被膜的成膜。根据该技术方案，一边使收容于阳极与固体电解质膜之间的含有金属离子的溶液循环，一边进行金属被膜的成膜，因此能够一边管理溶液中的金属离子的浓度，一边稳定地形成金属被膜。

[0032] 作为进一步优选的技术方案，从沿着所述基材的周缘部的位置进行所述固体电解质膜的吸引。由此，沿着基材的周缘部产生负压，因此能够更有效地吸引与基材的周缘部接触的固体电解质膜，使其对基材的表面均匀地加压。

[0033] 作为更优选的技术方案，所述成膜方法是在将所述基材载置于载置台的状态下形成所述金属被膜的方法，在进行所述固体电解质膜的吸引的同时，将所述基材的周缘部向所述载置台侧吸引。能够使更强的吸引力作用于与基材的周缘部附近接触的固体电解质膜。由此，能够对基材的成膜区域整体更均匀地加压。

[0034] 作为更优选的技术方案，所述成膜方法，在将所述基材载置于载置台的状态下，从与所述载置台相对的所述基材的表面的中央部，将所述基材向所述载置台吸引，对被吸引于该载置台的基材进行所述固体电解质膜的吸引。根据该技术方案，通过依次进行上述的

吸引，能够将载置台与基材之间的空气从与载置台相对的基材的中央部向其周缘部排出。由此，能够在成膜时抑制在载置台与基材之间形成空气积存，使基材更均匀地吸附于载置台。其结果，基材上形成金属被膜的表面仿效载置台的表面，因此能够使固体电解质膜更均匀地接触基材。

[0035] 作为进一步优选的技术方案，在沿着所述基材的周缘部的不同位置，改变吸引所述固体电解质膜的定时，进行所述固体电解质膜的吸引。根据该技术方案，不会在基材的周缘部同时吸引固体电解质膜，因此能够抑制固体电解质膜与基材之间的空气的残留，很好地排出基材表面的空气。

[0036] 作为更优选的技术方案，所述载置台形成有用于收容所述基材的收容凹部，在将所述基材收容于所述收容凹部的状态下，在所述基材的表面形成所述金属被膜，这样的结果，能够通过吸引部使固体电解质膜与基材之间有效率地产生负压，使它们贴合。

[0037] 根据本发明，不管阳极的表面状态如何，都能够稳定地形成膜厚均匀的均质金属被膜。

附图说明

[0038] 图1是本发明的第1实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的示意性概念图，(a)是用于说明成膜装置在成膜前的状态的示意性截面图，(b)是用于说明成膜装置在成膜时的状态的示意性截面图。

[0039] 图2是表示图1所示的成膜装置的固体电解质膜、吸引部的膜吸引口、以及基材的位置关系的俯视图。

[0040] 图3是用于说明在成膜时，图2所示的成膜装置的膜吸引口周围的状态的示意性立体截面图。

[0041] 图4是本发明的第2实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的示意性概念图，(a)是用于说明成膜装置在成膜前的状态的示意性截面图，(b)是用于说明图1所示的成膜装置的固体电解质膜、吸引部的膜吸引口、基材吸引口、以及基材的位置关系的俯视图。

[0042] 图5是用于说明使用本发明的第2实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的成膜方法的图，(a)是用于说明在成膜前吸引基材的状态的示意性截面图，(b)是用于说明成膜装置在成膜时的状态的示意性截面图。

[0043] 图6是用于说明以往的成膜装置的示意图，(a)是成膜装置的示意性概念图，(b)是用于说明由成膜装置实现的成膜的示意性概念图。

[0044] 图7(a)是使用图6所示的成膜装置形成的金属被膜的照片，(b)是(a)所示的金属被膜的截面图。

具体实施方式

[0045] 以下，对能够很好地实施本发明的实施方式涉及的金属被膜的成膜方法的成膜装置进行说明。

[0046] 〔第1实施方式〕

[0047] 图1是本发明的第1实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的示意性概念图，(a)是用于说明成膜装置在成膜前的状态的示意性截面图，(b)是用于说明成膜装置在成膜时的

状态的示意性截面图。

[0048] 图2是表示图1所示的成膜装置的固体电解质膜、吸引部的膜吸引口、以及基材的位置关系的俯视图。图3是用于说明在成膜时，图2所示的成膜装置的膜吸引口周围的状态的示意性立体截面图。

[0049] 如图1所示，本发明涉及的成膜装置1A是由金属离子析出金属，在基材B的表面形成包含析出的金属的金属被膜的装置。在此，基材B使用由铝等金属材料制成的基材、或是在树脂或硅基材的处理表面形成金属基底层的基材。

[0050] 成膜装置1A至少具备金属制的阳极11、配置于阳极11与成为阴极的基材B之间的固体电解质膜13、和对阳极11与基材B之间施加电压的电源部14。在图1中没有详细表示，但阳极11和成为阴极的基材B是与电源部14电连接的。

[0051] 固体电解质膜13和阳极11分离配置于外壳(casing)15，固体电解质膜13与阳极11为非接触状态。在固体电解质膜13与阳极11之间形成有将含有金属离子的溶液(以下称为金属溶液)L收容的溶液收容部15。在此，溶液收容部15a成为所收容的金属溶液L与阳极11和固体电解质膜13直接接触的构造。另外，外壳15由对于金属溶液L为不溶性的金属材料制成，阳极11经由外壳15而与电源部14的正极导通。再者，也可以是阳极11直接与电源部11的正极导通。

[0052] 阳极11成为与基材B的成膜区域相对应的形状。在此，为了在成膜时更有效率地由金属离子析出金属，优选在阳极11顺利地发生水解反应($2H_2O \rightarrow O_2+2H^+-2e^-$)。即，使阳极的该反应更进一步地进行，这会大大有助于作为阴极的基材B的表面的金属被膜的成膜速度。

[0053] 因此，作为使这样的反应顺利进行且具有能够作为阳极发挥作用的导电率的阳极11的材料，可举出例如对于金属溶液具有不溶性的氧化钌、铂或钛、或是包含金属溶液的金属的可溶性的阳极等。另外，阳极11可以是多孔质体，但更优选为非孔质体。通过使用非孔质体的阳极11，在基材B上形成的金属被膜F难以受到阳极11表面状态的影响。

[0054] 金属溶液L可举出例如包含铜、镍、银等的离子的水溶液等。例如，镍离子的情况下，可举出包含硝酸镍、硫酸镍、氨基磺酸镍等的溶液。并且，固体电解质膜13可举出包含固体电解质的膜、薄膜(film)等。

[0055] 固体电解质膜13只要能够通过接触上述的金属溶液L而使金属离子浸渗于内部，并能够在施加电压时在基材B的表面析出来自于金属离子的金属，就不特别限定。作为固体电解质膜的材质，可举出例如杜邦公司制的ナフィオン(Nafion;注册商标)等氟系树脂、烃系树脂、聚酰胺酸树脂、旭硝子公司制的セレミオン(Selemion;CMV、CMD、CMF系列)等的具有离子交换功能的树脂。

[0056] 本实施方式中，成膜装置1A还具备用于使金属溶液L在溶液收容部15a内循环的循环机构(未图示)。通过这样的循环机构，能够将金属离子的浓度被调整为规定浓度的金属溶液L从供给口15b供给到溶液收容部15a，并且将在溶液收容部15a中成膜时所使用的金属溶液L从排出口15c排出。再者，本实施方式涉及的成膜装置1A，在使液压作用于溶液收容部15a内的含有金属离子的溶液，从而将固体电解质膜对基材加压的构造中，由于使一定的液压发挥作用，因此难以采用上述的循环机构。但是，本实施方式中，如以下所示，通过由吸引部22吸引固体电解质膜13来进行固体电解质膜13对基材B的加压，因此能够将上述的循环机构简单地设置于成膜装置。

[0057] 并且，成膜装置1A还具备载置基材B的载置台21和吸引部22，该吸引部22在形成金属被膜F时，从基材B(载置台21)侧吸引固体电解质膜13，使得固体电解质膜13贴合在载置于载置台21的基材B的表面。

[0058] 吸引部22具有膜吸引通路23、和与膜吸引通路23的一端连接的吸引泵24。再者，吸引泵24与载置台21单独设置，但也可以将该吸引泵设置于载置台，由吸引泵和膜吸引通路一并构成吸引部。另外，只要能够经由膜吸引通路23从基材B侧吸引固体电解质膜13，也可以使用吸引泵以外的其它设备。

[0059] 并且，本实施方式中，如图3所示，在载置台21形成有用于收容基材B的收容凹部26，在收容凹部26的底面(载置台21的表面)形成有多个膜吸引口23a、23a…。多个膜吸引口23a、23a…是用于吸引固体电解质膜13的吸引口，形成于膜吸引通路23的另一端，构成该膜吸引通路23的一部分。对于膜吸引口23a会在后面进行描述。

[0060] 在此，收容凹部26的深度与基材B的厚度一致。由此，在将基材B收容于收容凹部26时，基材B的表面与载置台21的表面会被配置为同一平面状。像这样，能够在固体电解质膜13堵塞收容凹部26的开口的状态下，由吸引部22吸引固体电解质膜13，因此能够以更强的吸引力通过固体电解质膜13挤压基材B。

[0061] 并且，本实施方式中，如图2和图3所示，多个膜吸引口23a、23a、…沿着载置于载置台21的基材B的周缘部b1以等间隔形成。各膜吸引口23a形成为，在将基材B配置(载置于)载置台21的收容凹部26的状态下，基材B的周缘部覆盖各膜吸引口23a的一部分。并且，通过将基材B收容于收容凹部26，在收容凹部26与基材B之间以围绕基材B的方式形成环状的槽部R。

[0062] 在将基材B收容于收容凹部26时，如图3所示，在收容凹部26与基材B之间以围绕基材B的方式形成环状的槽部R，环状的槽部R的空间的空气，由于来自各膜吸引口23a的吸引而变为负压。由此，能够更有效地吸引与基材B的周缘部b1接触的固体电解质膜13，使其对基材B的表面均匀地加压。特别是在基材B的周缘部b1覆盖各膜吸引口23a的一部分的状态下吸引固体电解质膜13，从而能够使更强的吸引力作用于与基材B的周缘部b1接触的固体电解质膜。

[0063] 并且，本实施方式中，在外壳15以围绕固体电解质膜13的方式配置有O型环19。由此，在成膜时，O型环19作为用于在固体电解质膜13与包含基材B的载置台21之间形成密闭空间的密封部件发挥作用。这样的结果，吸引部吸引密闭空间内的空气，因此能够有效地使固体电解质膜13加压(贴合)于基材B的表面。

[0064] 以下，对本实施方式涉及的成膜方法进行说明。首先，在载置台21的收容凹部26载置基材B。具体而言，如图2所示，沿着载置于载置台21的基材B的周缘部b1配置多个膜吸引口23a、23a…，并且由基材B的周缘部b1堵塞各膜吸引口23a的一部分。如果这样配置，则在基材B与载置台21之间以围绕基材B的周缘部b1的方式形成环状的槽部R。

[0065] 在这样的配置状态下，将外壳15配置在基材B的上方，使固体电解质膜13接触基材B。只要能够通过后述的吸引部22吸引固体电解质膜13，使固体电解质膜13贴合在基材B的表面，在该阶段可以不必使固体电解质膜13与基材B接触。在这样的状态下，将阳极11和作为阴极的基材B与电源部14电连接。

[0066] 并且，在形成金属被膜F时(具体而言从成膜前开始)驱动吸引泵24，使得固体电解

质膜13贴合在基材B的表面，由此通过多个膜吸引口23a、23a…从基材侧吸引固体电解质膜13，并且将基材B的周缘部向载置台侧吸引。如图3所示，由固体电解质膜13覆盖的(密封的)环状的槽部R内的空气如虚线箭头所示从膜吸引口23a脱气，固体电解质膜13挤压(贴合)基材的表面。

[0067] 如上所述，沿着基材B的周缘部b1配置多个膜吸引口23a，并且没有由周缘部b1覆盖的各膜吸引口23a的一部分与基材B的周缘部b1相邻，因此能够使更强的吸引力作用于与基材B的周缘部附近接触的固体电解质膜13。由此，能够对基材B的成膜区域整体更均匀地加压，能够使固体电解质膜13均匀地仿效基材B的表面(成膜区域)。并且，通过设置槽部R，能够避免在吸引时堵塞膜吸引口23a，能够一边将成膜时作为副产物生成的气体(氢气)从膜吸引口23a排出，一边在基材B的表面形成金属被膜。

[0068] 接着，在使固体电解质膜13接触基材B的表面的状态下，利用电源部14对阳极11与成为阴极的基材B之间施加电压，由固体电解质膜13的内部所含有的金属离子在基材B的表面析出金属，在基材B的表面形成金属被膜F。此时，金属溶液L被收容于溶液收容部15a，因此能够将金属离子始终向固体电解质膜13供给。

[0069] 另外，通过设置溶液收容部15a，能够将阳极11和固体电解质膜13分离配置。由于固体电解质膜和阳极成为非接触状态，因此在成膜时不会通过阳极11对固体电解质膜13加压，而是通过吸引部22的吸引由固体电解质膜13对基材B的表面加压。这样的结果，所形成的金属被膜难以受到阳极的表面状态的影响。另外，即使是使用了由多孔质体制成的阳极的情况，由于阳极11与固体电解质膜13充分分离，因此也难以形成依赖于多孔质体的孔的形状的金属被膜。

[0070] 在连续形成金属被膜F时，通过循环机构使收容于阳极11与固体电解质膜13之间的金属溶液L循环。由此，能够一边管理溶液中的金属离子的浓度一边稳定地形成金属被膜。另外，由于能够随时供给金属溶液L，因此能够不受到可析出的金属量的限制，在多个基材B的表面形成期望的膜厚的金属被膜F。

[0071] 像这样，本实施方式中，在形成金属被膜F时，能够从基材侧吸引固体电解质膜13，使得固体电解质膜13贴合基材B的表面。由此，能够不利用阳极11对固体电解质膜13之间加压(或与以往相比降低加压力)，而使被吸引部22吸引的固体电解质膜13对基材B的表面均匀地加压。这样的结果，能够消除固体电解质膜13与阳极11之间产生的由阳极11的表面状态导致的压力不均、或减少该压力不均，稳定地形成难以受到阳极11的表面状态的影响的膜厚均匀的均质金属被膜F。

[0072] 〔第2实施方式〕

[0073] 图4是本发明的第2实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的示意性概念图，(a)是用于说明成膜装置在成膜前的状态的示意性截面图，(b)是表示图1所示的成膜装置的固体电解质膜、吸引部的膜吸引口、基材吸引口、以及基材的位置关系的俯视图。

[0074] 如图4(a)所示，第2实施方式涉及的金属被膜的成膜装置1B与第1实施方式不同的点是吸引部22的构造。因此，关于其以外的部分，附带与第1实施方式涉及的成膜装置1A的部分相同的标记，省略其详细的说明。

[0075] 本实施方式涉及的成膜装置1B的吸引部22，具备：膜吸引通路23，其在形成金属被膜F时吸引固体电解质膜13，使得固体电解质膜13贴合在载置于载置台21的基材B的表面；

和基材吸引通路27，其将载置于载置台21的基材B向载置台21吸引。

[0076] 膜吸引通路23的一端经由膜吸引口开闭阀(开闭开关)28-1、28-2与吸引泵24连接。在膜吸引通路23的另一端形成有多个膜吸引口23a、23a…。膜吸引口开闭阀28-1、28-2在开阀状态下，能够由吸引泵24实现从膜吸引通路23的膜吸引口23a的吸引，通过将膜吸引口开闭阀28-1、28-2切换为闭阀状态，能够停止由吸引泵24实现的从膜吸引通路23的膜吸引口23a的吸引。像这样，能够通过与膜吸引口23a、23a…连接的膜吸引口开闭阀28-1、28-2的开闭来选择地进行由膜吸引口23a实现的吸引和非吸引。

[0077] 并且，本实施方式中，设置多个膜吸引口开闭阀28-1、28-2，使得多个膜吸引口23a、23a…能够以不同的定时吸引固体电解质膜13。具体而言，本实施方式中，多个膜吸引口23a、23a…分为2个组，与2个组相对应地设置2个膜吸引口开闭阀28-1、28-2，使得对每一组选择地进行由膜吸引口23a、23a…实现的吸引和非吸引。多个膜吸引口23a、23a…之中，位于一侧的(具体而言位于比图4(b)的中心线C靠右侧)膜吸引口23a、23a…的组，连接它们的通路相汇集，与膜吸引口开闭阀28-1连接。另一方面，多个膜吸引口23a、23a…之中，位于另一侧的(具体而言位于比图4(b)的中心线C靠左侧)膜吸引口23a、23a…的组，连接它们的通路相汇集，与膜吸引口开闭阀28-2连接。

[0078] 本实施方式中，将多个膜吸引口23a、23a…分为2个组，并将其各组的多个膜吸引口23a、23a、…分别与膜吸引口开闭阀28-1、28-2连接。但是，只要能够利用多个膜吸引口23a、23a、…单独吸引，膜吸引口开闭阀的个数也可以为3个以上。另外，本实施方式中，作为其优选例，设置了2个膜吸引口开闭阀，但只要在不影响成膜的范围内，也可以仅设置1个膜吸引口开闭阀与所有膜吸引口23a、23a…连结。

[0079] 如图4(b)所示，多个膜吸引口23a、23a…与第1实施方式同样地，在载置台21的收容凹部26的底面，沿着所载置的基材B的周缘部以等间隔形成。各膜吸引口23a形成为，在将基材B载置于载置台21的收容凹部26的状态下，基材B的周缘部覆盖各膜吸引口23a的一部分。

[0080] 另一方面，基材吸引通路27的一端经由基材吸引口开闭阀(开闭开关)29与吸引泵24连接。在基材吸引通路27的另一端形成有基材吸引口27a(参照图4(a))。在基材吸引口开闭阀29打开的状态下，能够由吸引泵24实现从基材吸引通路27的基材吸引口27a的吸引，通过将开闭阀29切换为关闭状态，能够停止由吸引泵24实现的从基材吸引通路27的基材吸引口27a的吸引。像这样，能够通过与基材吸引口27a连接的基材吸引口开闭阀29的开闭来选择地进行由基材吸引口27a实现的吸引和非吸引。

[0081] 基材吸引口27a是用于将载置于载置台21的基材B向载置台21吸引的吸引口，如图4(b)所示，形成于载置台21的收容凹部26的底面(载置台21的表面)的中央。更具体而言，基材吸引口27a在以收容于收容凹部26的方式将基材B载置于载置台21的状态下，面向与载置台21相对的基材B的表面(即基材的背面)的中央部而形成。即，在将基材B载置于载置台21的状态下，基材吸引口27a成为被基材B的表面覆盖、堵塞的状态。

[0082] 像这样，本实施方式中，通过在膜吸引通路23和基材吸引通路27分别设置膜吸引口开闭阀28-1、28-2、基材吸引口开闭阀29，能够对每个组单独进行由膜吸引口开闭阀28-1、28-2实现的多个膜吸引口23a、23a…的吸引，并且也能够单独进行由基材吸引口开闭阀29实现的基材吸引口27a的吸引。

[0083] 以下，参照图5(a)、(b)对使用第2实施方式涉及的成膜装置1B的成膜方法进行说明。图5是用于说明使用了本发明的第2实施方式涉及的金属被膜的成膜装置的成膜方法的图，(a)是用于说明在成膜前吸引基材的状态的示意性截面图，(b)是用于说明成膜装置在成膜时的状态的示意性截面图。

[0084] 首先，与第1实施方式同样地，将基材B载置于载置台21的收容凹部26。该方式中，如图4(b)所示，沿着载置于载置台21的基材B的周缘部b1配置多个膜吸引口23a、23a…，并且各膜吸引口23a的一部分由基材B的周缘部b1堵塞。并且，基材吸引口27a在基材B的表面的中央部，被其表面覆盖堵塞。如果这样配置，则与第1实施方式同样地，在基材B与载置台21之间以围绕基材B的周缘部的方式形成环状的槽部R。

[0085] 接着，将外壳15配置于基材B的上方，使固体电解质膜13接触基材B。只要能够利用后述的吸引部22的基材吸引口27a将基材B向载置台21吸引，使基材B贴合载置台21，则在该阶段可以不必使固体电解质膜13与基材B接触。

[0086] 然后，在将基材B载置于载置台21的状态下，关闭膜吸引口开闭阀28-1、28-2，打开基材吸引口开闭阀29，驱动吸引泵24。由此，能够选择由基材吸引口27a实现的吸引，从与载置台21相对的基材B的表面的中央部，利用基材吸引口27a将基材B向载置台21吸引。

[0087] 接着，以膜吸引口开闭阀28-1、膜吸引口开闭阀28-2的顺序连续将它们打开，在开闭阀29为关闭状态下，持续进行吸引泵24的驱动。由此，能够选择由膜吸引口23a实现的吸引，对被吸引于载置台21的基材B，从沿着基材B的周缘部的位置利用膜吸引口23a吸引固体电解质膜13。另外，通过分别关闭膜吸引口开闭阀28-1、28-2，能够在沿着基材B的周缘部的不同位置，改变吸引固体电解质膜13的定时，进行固体电解质膜13的吸引。

[0088] 即，本实施方式中，能够在从一侧吸引固体电解质膜13之后，从另一侧吸引固体电解质膜13。由此，不会在基材B的周缘部同时吸引固体电解质膜13，因此能够抑制固体电解质膜13与基材B之间的空气的残留，很好地排出基材B的表面的空气。像这样，能够将载置台21与基材B之间的空气从与载置台21相对的基材B的表面的中央部向其周缘部排出。

[0089] 由此，能够抑制成膜时在载置台21与基材B之间形成空气积存，使基材B均匀地吸附于载置台21。其结果，在基材B形成金属被膜的表面仿效载置台21的表面，因此能够使固体电解质膜13更均匀地接触该成膜的表面。

[0090] 本实施方式也与第1实施方式同样地，沿着基材B的周缘部配置多个膜吸引口23a，没有被基材B的周缘部覆盖的各膜吸引口23a的一部分与基材B的周缘部b1相邻，因此能够对基材B的成膜区域整体更均匀地加压。由此，能够使固体电解质膜13均匀地仿效基材B的表面(成膜区域)。其结果，在基材B上形成金属被膜F的表面仿效载置台21的表面而更加平坦化，能够使固体电解质膜13更均匀地接触该表面。

[0091] 再者，本实施方式中，一边维持由基材吸引口27a实现的吸引，一边进行由膜吸引口23a实现的吸引，但只要能够排出载置台21与基材B之间的空气，也可以停止基材吸引口27a的吸引，然后进行膜吸引口23a的吸引。

[0092] 一边维持上述的吸引状态，一边与第1实施方式同样地利用电源部14对阳极11与成为阴极的基材B之间施加电压，由固体电解质膜13的内部所含有的金属离子在基材B的表面析出金属，在基材B的表面形成金属被膜F。

[0093] 像这样，排出载置台21与基材B之间的空气，因此能够使固体电解质膜13更均匀地

仿效基材B，并且消除或减少在与阳极11之间产生的由阳极11的表面状态导致的压力不均。由此，能够稳定地形成不依赖于阳极11的表面状态的膜厚均匀的均质金属被膜F。

[0094] 实施例

[0095] 通过以下的实施例对本发明进行说明。

[0096] [实施例1]

[0097] 作为在表面进行成膜的基材，准备纯铝基材(50mm×50mm×厚度1mm)，在其表面形成镀镍被膜，进而在镀镍被膜的表面形成镀金被膜，并将其用纯水进行流水洗净。

[0098] 接着，使用图1(a)所示的成膜装置，在该基材的表面作为金属被膜形成镍被膜。作为金属溶液，使用1.0mol/L的硫酸镍水溶液、和0.5mol/L的乙酸-乙酸钠缓冲液，作为阳极使用Pt板((株)ニラコ公司制)，作为固体电解质膜，使用膜厚为50μm的ナフィオンN212(杜邦(株)公司制)。另外，作为试验条件，驱动吸引泵从而利用吸引部将固体电解质膜向基材侧吸引，在使固体电解质膜贴合在基材上的状态下，将电流密度设为5mA/cm^2，将金属溶液的流量设为10ml/分钟，将成膜时间设为10分钟，形成了镍被膜。

[0099] [比较例1]

[0100] 准备与实施例1相同的基材，使用图6(a)所示的成膜装置，在与实施例1相同的成膜条件下，在基材的表面形成了镍被膜。与实施例1不同之处是：使用被覆了铂的泡沫钛制成的多孔质体(三菱マテリアル制)作为阳极，在成膜时一边通过阳极使固体电解质膜以0.3MPa的压力挤压基材一边形成镍被膜。

[0101] ＜评价方法＞

[0102] 对实施例1和比较例1涉及的镍被膜的表面的被覆率和针孔进行评价。将其结果示于表1。

[0103] 表1

[0104]

	镍被膜的被覆率	针孔
实施例1	100％	无
比较例1	90％	有

[0105] (结果1和考察1)

[0106] 根据表1，在实施例1中，与比较例1相比镍被膜的被覆率高，也没有针孔。另外，比较例涉及的镍被膜，如上述的图7(a)所示，镍被膜发生凹凸不均。

[0107] 根据这样的结果，在实施例1的情况下，利用吸引部吸引固体电解质膜，利用该被吸引的固体电解质膜挤压基材的表面，因此所形成的镍被膜难以受到阳极的表面状态的影响。

[0108] 另一方面，在比较例1的情况下，认为由于将阳极设为多孔质体，一边利用该多孔质体使固体电解质膜对基材的表面加压一边形成镍被膜，因此阳极的表面状态对镍被膜带来影响。再者，认为即使是比较例1的情况，如果设置吸引部，利用吸引部吸引固体电解质膜，减少阳极对固体电解质膜的挤压，则也能够如实施例1那样，提高镍被膜的被覆率，抑制针孔的产生。

[0109] [实施例2]

[0110] 准备与实施例2相同的基材，使用图4(a)所示的成膜装置，在基材的表面形成金属

被膜(铜被膜)。与实施例1不同之处是:使用1.0mol/L的硫酸铜水溶液作为金属溶液(电解液),首先如图5(a)所示利用基材吸引口吸引基材后,维持该吸引状态,如图5(b)所示利用膜吸引口吸引固体电解质膜,在该吸引状态下在基材上形成铜被膜。再者,将电流密度设为5mA/cm^2,将金属溶液的流量设为15ml/分钟,将成膜时间设为10分钟,进行了铜被膜的成膜。

[0111] [实施例3]

[0112] 准备与实施例2相同的基材,使用图4(a)所示的成膜装置,在与实施例相同的成膜条件下,在基材的表面形成了金属被膜(镍被膜)。与实施例不同之处是:使用1.0mol/L的硫酸镍水溶液和0.5mol/L的乙酸-乙酸钠缓冲液作为金属溶液(电解液),进行了镍被膜的成膜。

[0113] [比较例2]

[0114] 准备与实施例2相同的基材,使用图6(a)所示的成膜装置,在基材的表面形成铜被膜。与实施例2不同之处是:使用被覆铂的泡沫钛制成的多孔质体(三菱マテリアル制)作为阳极,在成膜时一边通过阳极使固体电解质膜以0.3MPa的压力挤压基材,一边形成铜被膜。

[0115] <评价方法>

[0116] 对实施例2、3和比较例2涉及的金属被膜的表面的被覆率和针孔进行评价。将其结果示于表2。

[0117] 表2

[0118]

	金属被膜	金属被膜的被覆率	针孔
实施例2	铜被膜	100%	无
实施例3	镍被膜	100%	无
比较例2	铜被膜	95%	有

[0119] (结果2和考察2)

[0120] 根据表2,在实施例2、3中,与比较例2相比金属被膜的被覆率高,也没有针孔。另外,比较例2涉及的金属被膜与比较例1同样地如上述的图7(a)所示,金属被膜发生凹凸不均。

[0121] 根据这样的结果,在实施例2、3的情况下,利用吸引部吸引基材后,吸引固体电解质膜,通过该被吸引的固体电解质膜挤压基材的表面,因此所形成的金属被膜难以受到阳极的表面状态的影响。但是,在比较例2的情况下,认为由于将阳极设为多孔质体,一边通过该多孔质体使固体电解质膜对基材的表面加压一边形成金属被膜,因此阳极的表面状态对金属被膜带来影响。

[0122] 以上,对本发明的实施方式进行了详细描述,但本发明并不限定于所述的实施方式,在不脱离权利要求的范围所记载的本发明的主旨的范围内,可以进行各种设计变更。

[0123] 本实施方式中,作为形成金属被膜的基材使用了基材表面为平面的基材,但并不限定于该形状,例如也可以是在基材的表面形成有多个凸部的基材,即使是在该凸部的表面上进行成膜的情况,由于在成膜时将固体电解质膜向基材侧吸引,因此也可以使固体电解质膜仿效基材表面而加压。

[0124] 第2实施方式中,没有使用控制装置进行膜吸引口开闭阀28-1、28-2、基材吸引口

开闭阀29的开闭，但例如也可以使用电磁阀作为膜吸引口开闭阀28-1、28-2、基材吸引口开闭阀29，利用控制装置控制其开闭。即，使用控制装置将应该进行基材吸引口的吸引的开闭阀29打开后，一边利用控制装置控制膜吸引口开闭阀28-1、28-2、基材吸引口开闭阀29，使得应该进行膜吸引口的吸引的膜吸引口开闭阀28-1、28-2依次打开，一边进行金属被膜的成膜。

[0125] 另外，第2实施方式涉及的成膜装置1B中，设置了基材吸引口开闭阀29，但也可以省略基材吸引口开闭阀29，而使用膜吸引口开闭阀28-1、28-2，在沿着基材B的周缘部的不同位置，分别吸引固体电解质膜13。

[0126] 附图标记说明

[0127] 1A、1B：成膜装置，11：阳极，13：固体电解质膜，14：电源部，15：外壳，15a：溶液收容部，15b：供给口，15c：排出口，19：O型环，21：载置台，22：吸引部，23：膜吸引通路，23a：膜吸引口，24：吸引泵，27：基材吸引通路，27a：基材吸引口，28-1、28-2：膜吸引口开闭阀，29：基材吸引口开闭阀，26：收容凹部，B：基材(阴极)，b1：周缘部，F：金属被膜，L：金属溶液，R：槽部。

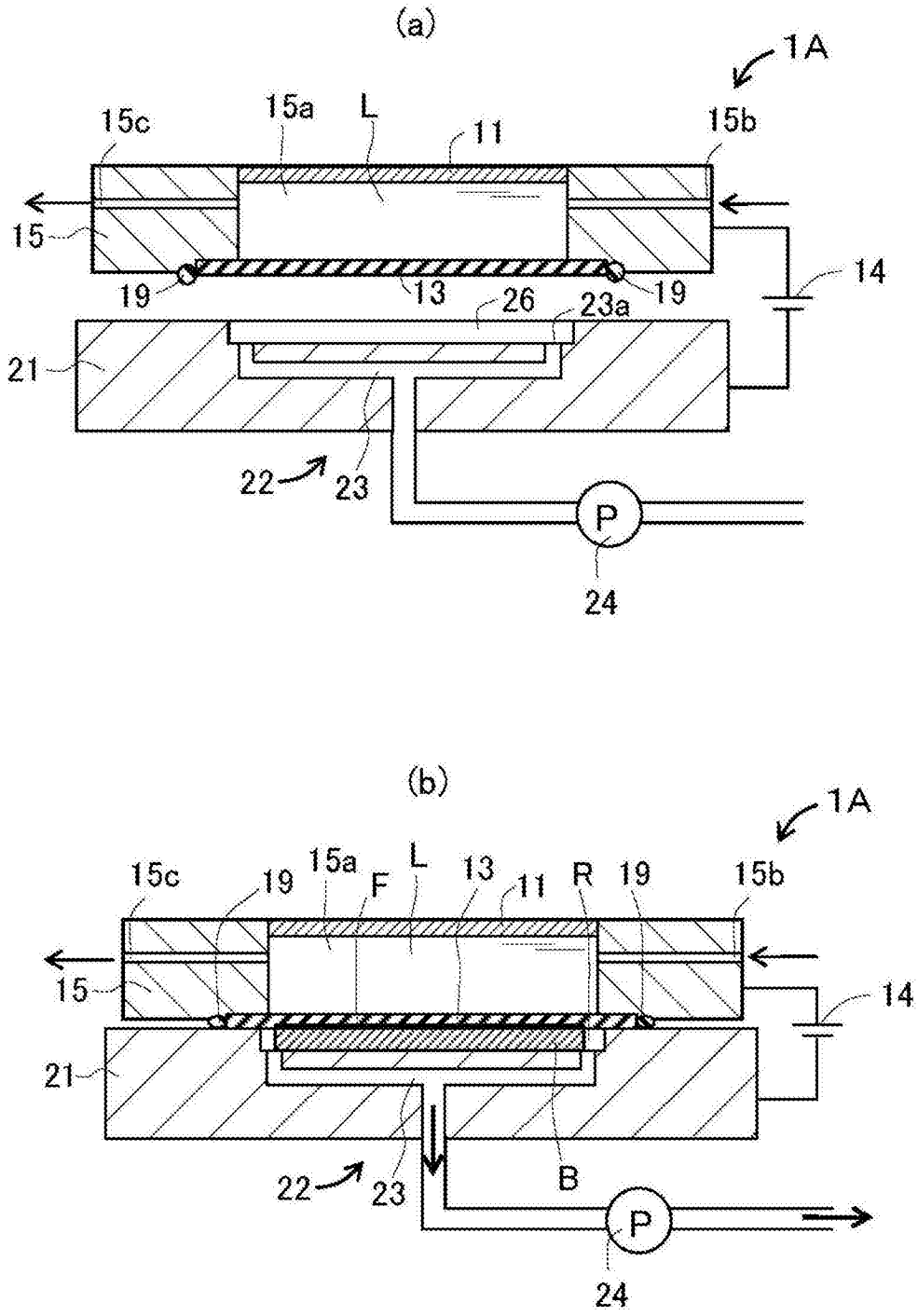

(a)
1A
15c
15a
L
11
15b
15
19
13
26
23a
19
14
21
22
23
P
24
(b)
1A
15c
19
15a
F
L
13
11
R
19
15b
15
14
21
22
23
B
P
24

图1

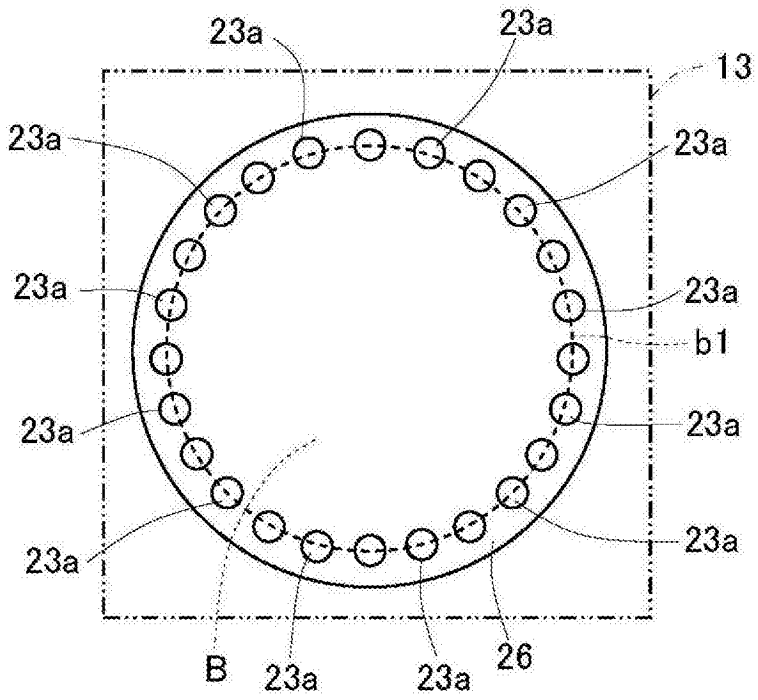

23a
23a
13
23a
23a
23a
23a
b1
23a
23a
23a
23a
B
23a
23a
26

图2

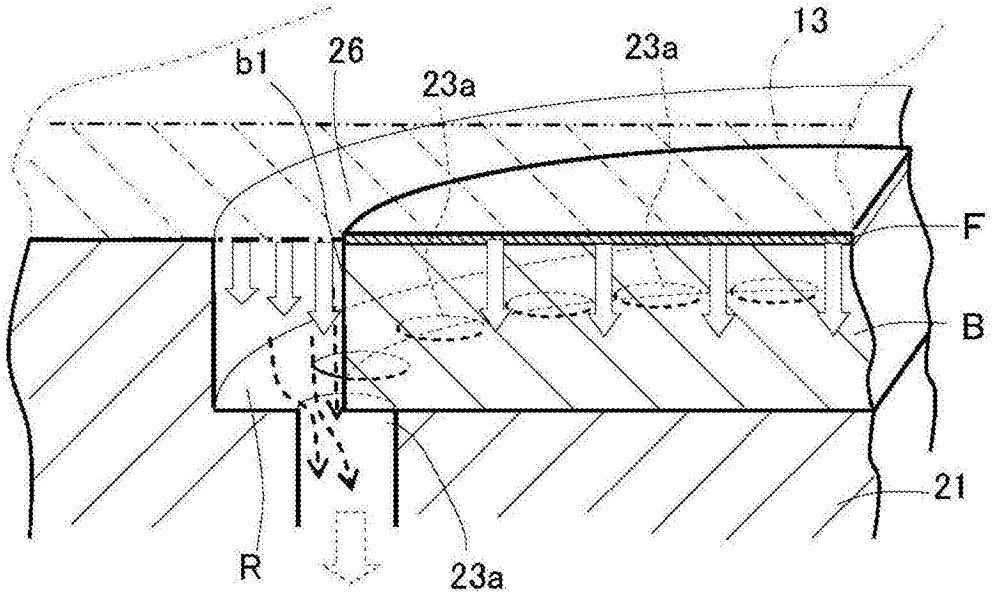
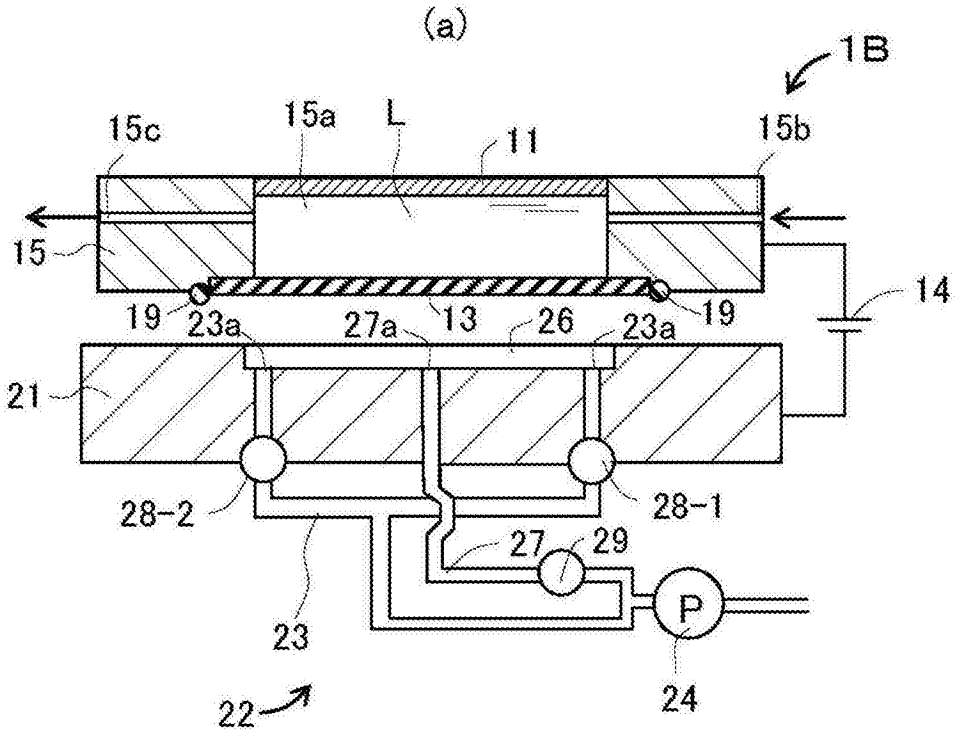

b1
26
23a
23a
13
F
B
21
R
23a

图3


(a)
1B
15c
15a
L
11
15b
15
14
19
23a
27a
13
26
23a
19
21
28-2
28-1
27
29
P
23
22
24

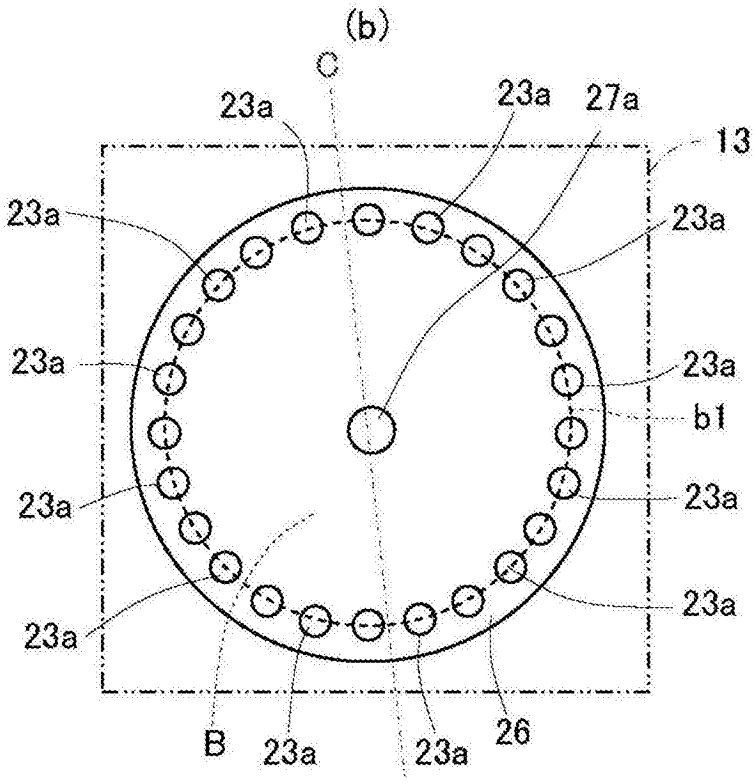

(b)
C
23a
23a
27a
13
23a
23a
23a
23a
b1
23a
23a
23a
23a
B
23a
23a
26

图4

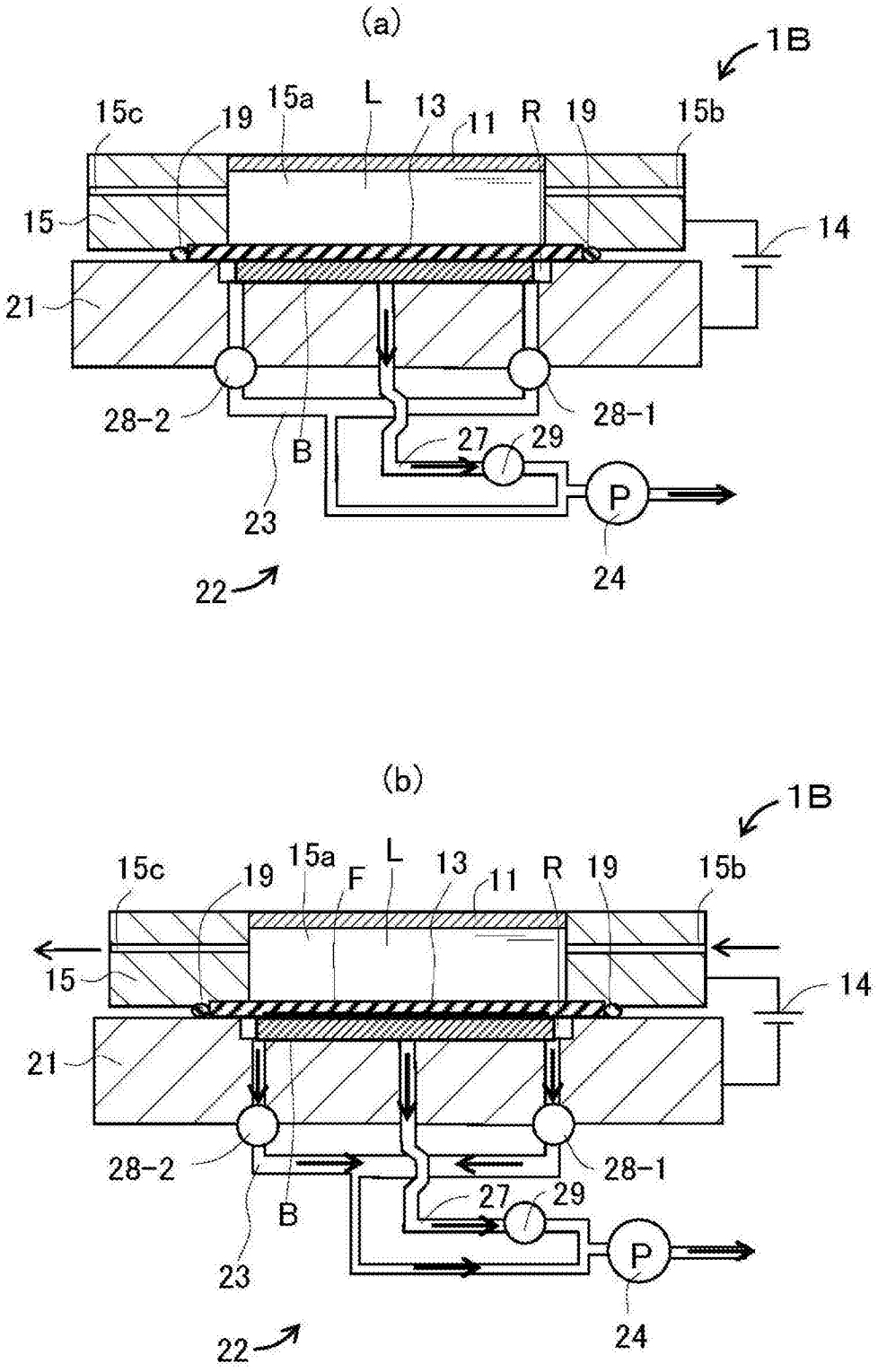

(a)
1B
15c
19
15a
L
13
11
R
19
15b
15
14
21
28-2
28-1
B
27
29
P
23
24
22
(b)
1B
15c
19
15a
F
L
13
11
R
19
15b
15
14
21
28-2
28-1
B
27
29
P
23
24
22

图5

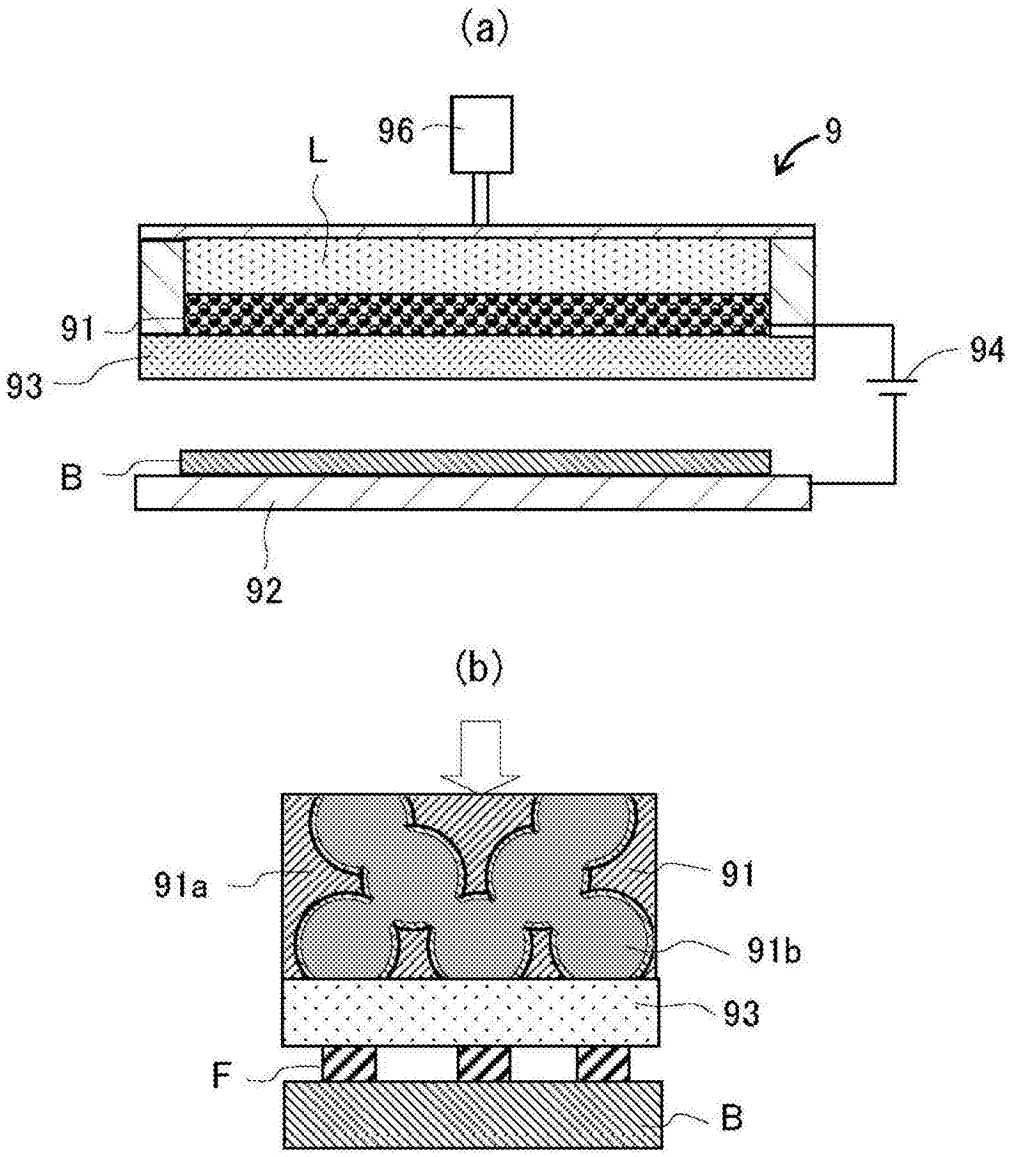
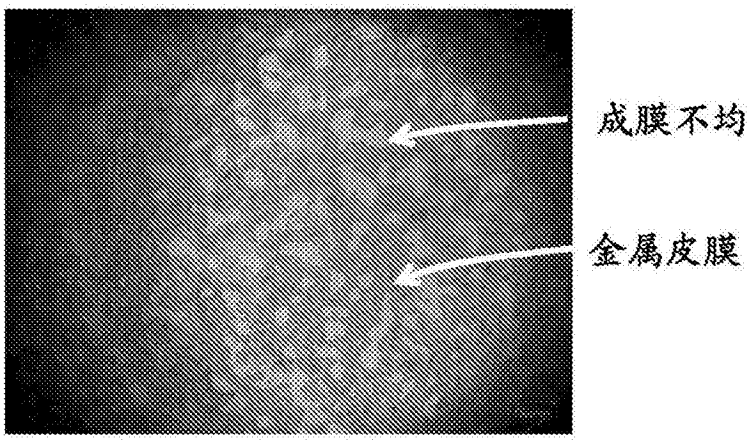


图6

(a)



(b)

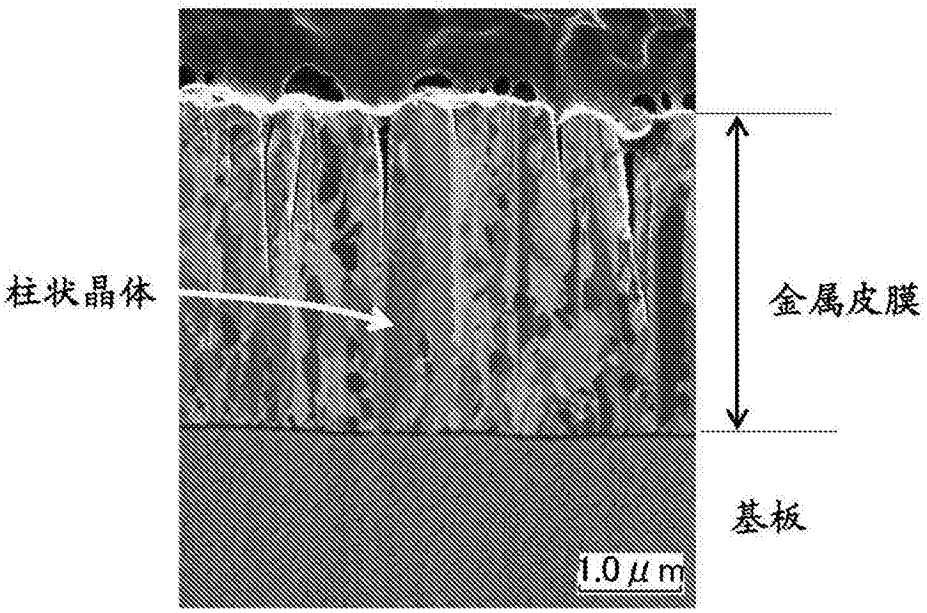


图7