



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104838467 B

(45)授权公告日 2018.01.19

(21)申请号 201380063812.4

里奥·库韦克·比安-孙

(22)申请日 2013.12.20

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104838467 A

代理人 徐金国 赵静

(43)申请公布日 2015.08.12

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

12198692.1 2012.12.20 EP

H01J 37/32(2006.01)

H01M 4/04(2006.01)

H01M 10/04(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.06.04

(56)对比文件

WO 2009/023744 A1, 2009.02.19,

US 2004/0118347 A1, 2004.06.24,

WO 2009/023744 A1, 2009.02.19,

US 2012/0312474 A1, 2012.12.13,

US 2010/0267191 A1, 2010.10.21,

US 2005/0011443 A1, 2005.01.20,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/077575 2013.12.20

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2014/096303 EN 2014.06.26

(73)专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

审查员 李晨雄

(72)发明人 斯蒂芬·凯勒 斯蒂芬·班格特

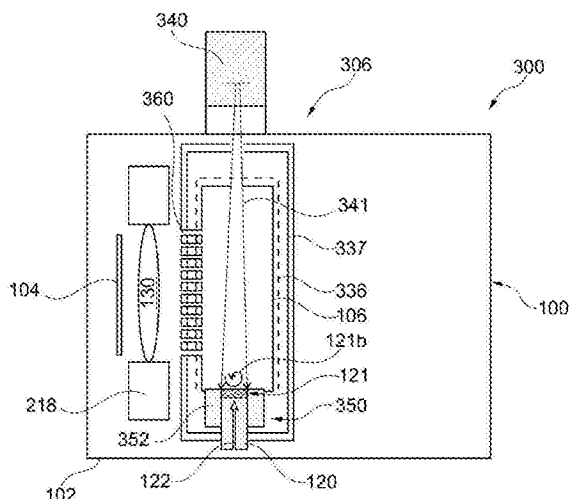
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

用于蒸发介电材料的等离子体增强沉积装置、沉积设备以及其操作方法

(57)摘要

描述用于蒸发介电材料至基板上的沉积装置。沉积装置包括：蒸汽分配喷头；保持器，所述保持器用于提供介电材料于蒸汽分配喷头中，其中保持器具有进给单元，用于进给介电材料至蒸汽分配喷头；能源，所述能源配置成用于熔化及蒸发蒸汽分配喷头中的介电材料或使蒸汽分配喷头中的介电材料升华，其中蒸汽分配喷头具有一或更多出口，用于将蒸发的介电材料导向基板。装置进一步包括等离子体源，等离子体源配置成用于在蒸汽分配喷头与基板之间提供等离子体。



1. 一种用于蒸发介电材料的沉积装置,所述装置包含:

蒸汽分配喷头;

保持器,所述保持器用于提供所述介电材料于所述蒸汽分配喷头中,其中所述保持器具有进给单元,所述进给单元用于进给所述介电材料至所述蒸汽分配喷头中;

能源,所述能源配置成用于熔化及蒸发所述蒸汽分配喷头中的所述介电材料,或使所述蒸汽分配喷头中的所述介电材料升华,以便在所述蒸汽分配喷头内产生并分配所述介电材料的蒸汽,其中所述蒸汽分配喷头具有一或更多出口,所述一或更多出口用于将蒸发的所述介电材料导向基板,并且其中所述蒸汽分配喷头具有外壳和所述外壳中的所述一或更多出口,以使所述喷头内的压强大于所述喷头外的压强;及

等离子体源,所述等离子体源配置成用于在所述蒸汽分配喷头与所述基板之间提供等离子体。

2. 如权利要求1所述的装置,其中所述能源发射电子或光子,其中所述电子或所述光子熔化及蒸发所述介电材料或使所述介电材料升华。

3. 如权利要求1所述的装置,其中所述蒸汽分配喷头是线形蒸汽分配喷头。

4. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中所述蒸汽分配喷头是细长管或立方体。

5. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中所述保持器是坩埚,所述坩埚具有冷却元件以用于冷却所述坩埚。

6. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中通过加偏压于所述蒸汽分配喷头和相对电极而提供所述等离子体源。

7. 如权利要求6所述的装置,其中基板支撑件被提供做为所述相对电极。

8. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中所述等离子体源提供在处理区中,所述处理区设置于所述蒸汽分配喷头与所述基板之间。

9. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中所述等离子体源是远程等离子体源。

10. 如权利要求1至3中任一项所述的装置,其中所述介电材料是 Li_3PO_4 或 LiCO 。

11. 一种用于蒸发介电材料及用于沉积介电材料于基板上的沉积设备,所述设备包含:

真空腔室,所述真空腔室用于沉积所述介电材料于所述基板上;

基板支撑件,所述基板支撑件提供在所述腔室内;及

如权利要求1至10中任一项所述的沉积装置。

12. 如权利要求11所述的设备,进一步包含:

基板支撑系统,所述基板支撑系统设于所述真空腔室内,其中所述基板支撑系统被配置以用于在所述真空腔室中垂直支撑所述基板或承载所述基板的载具。

13. 一种蒸发介电材料的方法,所述方法包含下列步骤:

进给所述介电材料至蒸汽分配喷头中;

液化及蒸发所述蒸汽分配喷头中的所述介电材料,或使所述蒸汽分配喷头中的所述材料升华,以便在所述蒸汽分配喷头内产生并分配所述介电材料的蒸汽,并且其中所述蒸汽分配喷头具有外壳和所述外壳中的一或更多出口,以使所述喷头内的压强大于所述喷头外的压强;及

将所述介电材料的蒸汽导向基板。

14. 如权利要求13所述的方法,其中所述介电材料是含锂介电材料。

15. 如权利要求13所述的方法,其中所述液化及蒸发的步骤或所述升华的步骤包含使电子或光子冲撞所述介电材料。

16. 如权利要求13所述的方法,其中所述蒸汽分配喷头被加热到1100℃至1500℃的温度。

17. 如权利要求13至16中任一项所述的方法,其中所述介电材料是 Li_3PO_4 或 LiCO 。

18. 如权利要求13至16中任一项所述的方法,进一步包含:

在所述蒸汽分配喷头与所述基板之间提供等离子体。

19. 如权利要求15所述的方法,其中使电子冲撞的步骤是由电子枪提供的。

用于蒸发介电材料的等离子体增强沉积装置、沉积设备以及其操作方法

技术领域

[0001] 实施方式涉及多元素介电材料的蒸发及沉积,所述多元素介电材料比如锂钴氧化物(LiCoO_2 、 LiCo)或用于沉积锂磷氮氧化物(LiPON)的磷酸锂(Li_3PO_4)。实施方式尤其涉及蒸发装置、沉积设备及操作所述装置与设备的方法。特定而言,本发明的实施方式涉及用于蒸发包含多元素介电材料的材料及用于沉积材料于基板上的沉积装置、用于蒸发包含多元素介电材料的材料及用于沉积材料于基板上的沉积设备和蒸发包含多元素介电材料的材料的方法,所述多元素介电材料尤其是 LiCo 、 Li_3PO_4 或 LiPON 。

背景技术

[0002] 现代薄膜锂电池通常在真空腔室中生产,其中基板提供有数层,例如包括含锂电介质。含锂电层例如通过沉积各材料的蒸汽于基板上而形成。由于锂具有高反应性且含锂化合物亦会是反应性的,故需提供多种措施以操作及维护此类沉积系统。例如,在打开真空腔室后,应将暴露于空气环境的氧化蒸汽(特别是 H_2O)及接触人员减至最少。

[0003] 另外,期望高沉积速率蒸发及提高均匀度。过去已利用许多类型的薄膜沉积系统。然而,利用典型薄膜沉积系统装置,未能以本申请中描述的方式沉积包含含碱和/或碱土金属的介电材料的材料。这是因为此类多元素介电材料需明显较高的蒸发温度,而诸如锂之类的基础材料具有高反应性,并会与玻璃和水形成化合物。即使含锂电介质在室温下较不具有反应性,但含锂电介质在蒸发期间可能会分解并再度产生反应性副产物。因此,期望提供装置,其中沉积系统的内部部件相对于以上描述的反应性物种是稳定的。

[0004] LiCo 能够被考虑做为能量密集(energy-dense)薄膜电池的电极材料; LiPON 因其高离子传导性而能够被考虑做为电解质。由于含锂材料适于生产慢速放电电池和蓄电池,因此受到特别关注。

[0005] 用于电介质、含锂电介质和其他碱金属或碱土金属的电介质的常用沉积系统分别采用溅射源或习用的基于点源的蒸发源和所述源的操作方法。鉴于含 Li 电介质的高温和/或 Li 的反应性,含锂材料的蒸发方法具有挑战性,特别是在成本和可制造性方面。然而,烧结靶材的溅射将受限于靶材系统的热稳定性。热稳定性的限制会造成稳定溅射操作的功率密度上限,以致限制沉积速率。

[0006] 习用的多组分电介质(例如含锂电介质)的蒸发方法以汽相提供此类材料时需要非常高的温度。另外,一般采用点源的系统要达到均匀度及扩展成大量制造的可制造性十分复杂,因而深具挑战性。解决将材料供给成蒸发源的需要是挑战性的。然而,将材料供给成蒸发源是大量制造及长正常运行时间制造所需的。

发明内容

[0007] 鉴于上述内容,提供根据权利要求、且特别根据独立权利要求的沉积装置、沉积设备和蒸发方法。其他方面、优点和特征在参阅从属权利要求、说明书和附图后将变得更浅显

易懂。

[0008] 根据一个实施方式,提供用于蒸发介电材料的沉积装置。所述沉积装置包括:蒸汽分布喷头;保持器,所述保持器用于提供介电材料于蒸汽分配喷头中,其中所述保持器具有进给单元,用于进给介电材料至蒸汽分配喷头;能源,所述能源配置成用于熔化及蒸发蒸汽分配喷头中的介电材料或使蒸汽分配喷头中的介电材料升华,其中蒸汽分配喷头具有一或更多出口,用于将蒸发的介电材料导向基板,及特别地,其中能源发射电子或光子,其中所述电子或光子熔化及蒸发介电材料或使介电材料升华。所述装置进一步包括等离子体源,所述等离子体源配置成用于在蒸汽分配喷头与基板之间提供等离子体。

[0009] 根据另一实施方式,提供用于蒸发介电材料以用于沉积介电材料于基板上的沉积设备。所述设备包括用于沉积材料于基板上的真空腔室、提供于腔室内的基板支撑件和沉积装置。所述沉积装置包括:蒸汽分配喷头;保持器,所述保持器用于提供介电材料于蒸汽分配喷头中,其中所述保持器具有进给单元,用于进给介电材料至蒸汽分配喷头;能源,所述能源配置成用于熔化及蒸发蒸汽分配喷头中的介电材料或使蒸汽分配喷头中的介电材料升华,其中所述蒸汽分配喷头具有一或更多出口,用于将蒸发的介电材料导向基板,及特别地,其中所述能源发射电子或光子,其中所述电子或光子熔化及蒸发介电材料或使介电材料升华。所述装置进一步包括等离子体源,所述等离子体源配置成用于在蒸汽分配喷头与基板之间提供等离子体。

[0010] 根据又一实施方式,提供蒸发介电材料的方法,特别是含锂介电材料。所述方法包括进给介电材料至蒸汽分配喷头,液化及蒸发蒸汽分配喷头中的介电材料,或使蒸汽分配喷头中的材料升华,特别地,其中液化及蒸发或升华包含使电子或光子冲撞介电材料。所述方法进一步包括将介电材料的蒸汽导向基板。

附图说明

[0011] 为了能详细地理解本发明的上述特征,可通过参考实施方式获得以上简要概述的更特定的描述。附图涉及实施方式,并且描述如下:

[0012] 图1图示处理腔室的示意截面图,以示出一实施方式。

[0013] 图2图示另一处理腔室的示意截面图,以示出另一实施方式。

[0014] 图3图示又另一处理腔室的示意截面图,用以描述又一实施方式。

[0015] 图4图示进一步的处理腔室的示意截面图,以示出又进一步的实施方式。

[0016] 图5图示根据一个实施方式的处理腔室中的两个线形喷头的工作面(face)示意图。

[0017] 图6图示根据一个实施方式的处理腔室中的两个线形喷头的工作面示意图。

[0018] 图7图示又另一处理腔室的示意截面图,用以描述又进一步的实施方式。

[0019] 图8图示又另一处理腔室的示意截面图,用以描述又进一步的实施方式。

[0020] 图9为根据一个实施方式的用于处理基板的示意性操作顺序图。

具体实施方式

[0021] 现将详细参考各种实施方式,实施方式的一或更多实例示于附图中。以下附图描述中,相同的标记数字表示相同的部件。通常,只描述针对个别实施方式的差异。各实例仅

意在解释,而无意限定。另外,作为一个实施方式的一部分而示出或描述的特征结构能与其他实施方式一起使用,而产生又进一步的实施方式。旨在使本说明书包括这些修改例与变化。

[0022] 图1至图9图示各种处理腔室和蒸发介电材料和/或陶瓷的方法,比如含锂介电材料。特别地,涉及介电材料和/或陶瓷(比如含锂电介质)的腔室和处理方法有益于进行层沉积以用于电化学装置,比如电致变色窗/装置和固态薄膜电池。特别地,通过本文描述的实施方式能提供大面积涂布机,更特定而言,能提供具有连续进给的大面积涂布机。

[0023] 根据本文描述的实施方式,设备和方法尤其有益于蒸发介电材料和/或陶瓷,其中介电材料和/或陶瓷直接提供于喷头中,且在喷头中熔化及蒸发,如下文更加详细描述。能解决通常高温蒸发介电材料和/或陶瓷时所引发的问题。而且,将要进给到设备中且在喷头中蒸发的原材料可在反应工艺中进一步与处理气体反应,以提供不同类型的材料层。原材料可为初始介电材料和/或陶瓷。而且,初始材料可为元素或另一非介电化合物。当下游导管数量减少时,所述设备和方法尤其有益于具有高蒸发温度的元素和化合物,如下文更加详细描述。根据本文描述的能与本文描述的其他实施方式结合的实施方式,如本文描述的那样使介电材料蒸发或升华,并沉积介电材料于基板。被沉积的介电材料可为与蒸发或升华的材料一样的介电材料。或者,蒸发或升华的介电材料能够例如在等离子体中经历反应工艺,从而沉积另一介电材料。然而,又进一步,亦可通过光子或电子的冲撞而提供非介电材料或元素的蒸汽分配喷头内的蒸发或升华,以利用或不利用在等离子体中的各个反应工艺而沉积期望材料。这些替代方式能与本文描述的装置、设备和方法的实施方式结合。

[0024] 图1和图2图示根据实施方式的处理腔室的示意截面图。在图1中,图示用于例如在连续在线(inline)电化学装置(比如固态薄膜电池和电致变色窗装置)生产工艺中处理基板104的设备,比如处理腔室主体100。处理腔室包括腔室壁102。处理区105在腔室内设于基板104与分配喷头106(比如图1所示的线形喷头106)之间。

[0025] 基板定位器107能移动或定位基板于处理区105中及穿过处理区105。在一个实施方式中,处理腔室垂直地处理基板,即如图1所示,线形分配喷头106在腔室内被垂直布置,基板定位器107将基板104固持在垂直处理位置。图1中图示的布置会被认为是有益的,因为处理期间产生的任何颗粒将朝向腔室底部掉落而不会污染基板104。根据典型实施方式,基板定位器可为磁轨道系统,用于将基板或具有一或更多基板置于载具内的载具输送通过基板处理系统的一或更多腔室。故根据一些实施方式,提供在线处理系统和在线处理方法,其中基板移动经过处理单元,所述处理单元例如根据本文描述的实施方式的蒸发装置。

[0026] 根据一些实施方式,如图1所示,设置在处理腔室主体100内的线形分配喷头106电气耦接至电源108。如区块或区域121所示,待蒸发材料被进给到喷头中,并在喷头中熔化及蒸发。根据本文描述的实施方式,待蒸发材料在蒸汽分配喷头中熔化及蒸发(或升华),并通过一或更多相应的蒸汽喷嘴供给至基板。喷头(比如线形蒸汽分配喷头)可进一步包含通道,以调节处理区105中的蒸发的蒸汽通量,所述喷头的实例如图5及图6所示。此类通道可具有不同的直径大小和分布。

[0027] 电源108可为直流(DC)、交流(AC)、脉冲式直流(p-DC)、射频(RF)、电子回旋共振(ECR)或微波电源或上述电源的组合。当处理气体(即蒸汽)在喷头106中产生并进入处理区105而朝向基板104时,将电磁功率提供至线形喷头106。此由箭头109描绘。无论选用何种类

型电源,腔室需改造成适于让电源以产生等离子体130的方式将能量耦合至等离子体源。例如,喷头106和基板(或另一相对电极)可连接至电源108,腔室主体100可接地。根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,基板支撑件可被提供为相对电极。根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,除连接电源108与等离子体源外,还可加偏压于基板或相应的载具。偏压基板可用于额外增强等离子体增强沉积特性。例如,若如图2所示的等离子体源218提供于沉积设备中,则可额外提供等离子体增强沉积特性的额外增强。

[0028] 图2图示产生等离子体130的替代或附加实施方式。在图2中,等离子体源218(比如等离子体枪)提供于腔室主体100中。通常,等离子体枪可被提供成与处理区105相邻和/或在处理区105附近,以便在处理区产生等离子体130。根据可与本文描述的其他实施方式结合的典型实施方式,等离子体源可为DC耦合等离子体、电感耦合等离子体、电容耦合等离子体或上述等离子体的结合。等离子体可例如被产生为直流放电、脉冲式直流放电、RF放电(即在兆赫(MHz)范围内)或微波放电(即在千兆赫(GHz)范围内)。

[0029] 根据本文描述的实施方式,提供沉积源和系统,所述沉积源和系统用于以高沉积速率和低制造成本产生均匀的含Li多元素介电材料薄膜。根据可与本文描述的其他实施方式结合的典型实施方式,根据本文描述的实施方式的沉积源、根据本文描述的实施方式的系统和根据本文描述的实施方式的方法可应用到需均匀沉积含Li多元素介电材料的任何领域。例如,此种材料可为锂钴氧化物(LCO)或锂磷氮氧化物(LiPON)。相应应用可因此例如为电化学装置,比如电致变色窗/装置和固态薄膜电池。在两种情况下,需大幅降低制造成本,以广泛推广技术。

[0030] 鉴于原材料直接进给至喷头,如例如图1至图4及图7至图8所示,本文描述的实施方式容许使用喷头或分配喷嘴内的原材料。相较于提供昂贵的靶材的制造工艺(例如用于溅射),将大幅降低总体装置制造成本中的材料成本。部分成本节省来自于改善材料利用率,相较于材料利用率为从~20%至75%的范围的靶材,因蒸发只要熔化及蒸发,故蒸发的材料利用率应为100%。进一步成本节省来自于蒸发器和蒸发方法的较高沉积速率。因此,具有根据本文描述的实施方式的源技术的特定系统的产量和容量将提高资本投资效率,并降低总体成本(经营成本(cost of ownership)CoO)。由于无功率密度上限,故相较于稳定溅射操作,蒸发致使有较高沉积速率。

[0031] 根据本文描述的实施方式,提供等离子体增强的基于喷头的沉积系统和一或更多装置。等离子体形成可用于诱发待沉积于基板上的材料的正确相(correct phase)形成。另外,特别是对于LCO和LiPON,等离子体和/或偏压基板能提供诱导原子表面迁移的能量,而达成密实、平滑形貌和结晶度(就LCO而言),此有益于制造所需性能和产率的电化学层和装置。再进一步,根据本文描述的实施方式,提供蒸汽源,所述蒸汽源有益于高温,例如1100℃、1300℃或甚至更高,且可提供高产量制造。例如,根据一些实施方式,蒸汽分配喷头被加热到1100℃至1500℃的温度,特别是约1300℃的温度。

[0032] 如图3所示,提供沉积设备300。如上所述,设备具有处理腔室主体100,处理腔室主体100用于在例如电化学装置(比如固态薄膜电池和电致变色窗装置)的连续在线生产工艺中处理基板104。处理腔室包括腔室壁102。处理区在腔室内设于基板104与分配喷头106(比如图3所示的线形喷头106)之间。

[0033] 沉积系统包括蒸发装置306。蒸发装置306包括喷头106。喷头能例如设在绝热体337内,以致能更容易和均匀地加热蒸汽分配喷头。喷头由加热器336加热,例如辐射加热器。依箭头122指示提供原材料120至喷头中。原材料做为固体材料而被送入喷头,如下文更加详细描述。原材料提供在保持器中,比如坩埚350。坩埚具有冷却元件352来冷却坩埚。

[0034] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,保持器可为冷却坩埚,比如冷却中空圆筒。在保持器为中空圆筒的情况中,可利用进给单元将原材料进给、推动通过中空圆筒352和/或使原材料钻缝通过中空圆筒352。可连续或准连续地供应原材料。

[0035] 为本文描述的实施方式提供的材料进给单元以箭头122表示。材料进给单元可为致动器、压力汽缸或配置成用以推动蒸汽分配喷头中的材料或使材料在蒸汽分配喷头中滑动的任何其他元件。

[0036] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的又进一步实施方式,可利用保持器中供流体流过的冷却通道来冷却坩埚。所述流体可为气体或液体,例如水。再进一步,亦可由本领域已知的其他冷却方式提供冷却单元。

[0037] 在图3所示的实施方式中,利用基于电子束的加热来熔化及蒸发原材料。应理解本文描述的实施方式亦包括用于升华而非先熔化然后蒸发材料的装置、设备和方法。电子枪340将电子束341引导至坩埚350内的材料上。材料熔化,如由表示坩埚中的熔化区的标记数字121指示的,且材料蒸发,如由表示蒸汽区或蒸发区域的标记数字121b指示的。蒸汽在蒸汽分配器内分配并朝向基板而被引导通过喷嘴360。根据一些实施方式,待沉积材料的蒸汽在沉积于基板104上之前,通过处理区中的等离子体130。

[0038] 故根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,可提供基于电子束的加热。由此可诱发较快和较高温度能力和控制。另外,可免用腔室中从蒸发贮槽到喷头的“下游”导管。

[0039] 如图4所示,能提供用于加热热加热元件440或热加热方法的替代或附加元件和方法。加热元件可为电阻热或辐射热。加热元件440连接至电源442,以提供热能至坩埚350内的材料。根据典型实施方式,提供辐射加热,其中光子冲撞待熔化及待蒸发(或升华)材料。故可使加热元件或热源与用于待沉积材料的贮槽分开。通过分开加热源和贮槽,可更容易管理及维护源。源管理及维护可被简化,因为相较于更换结合的贮槽-加热单元,更换贮槽或更换加热单元较为简单。图4中图示的其他元件对应于本文中关于图1至图3和图5至图8(特别是图3)描述的其他实施方式,在此不再赘述。

[0040] 如图3所示,根据本文描述的一些实施方式,具有电子枪340的电子束蒸发源提供蒸发区121b,使得蒸发区121b和喷头106是同一外壳的一部分或同一外壳内。如此免除了利用加热的下游导管来“运载”蒸发物或蒸汽至喷头的任何需要。就远程蒸汽产生而言,要提供加热导管,以免蒸发物或蒸汽沿着通往沉积区的路径凝结。如图4所示,辐射加热器或以辐射热方法加热前驱物的方法亦提供较简易的蒸发源,例如线形蒸发源。同样,蒸发区121b和喷头106为同一外壳的一部分或同一外壳内。亦可免除加热的下游导管。

[0041] 根据本文描述的实施方式,能提供针对图3及图4描述的加热单元。加热单元可包含由以下元件组成的群组的至少一个元件:用于加热待蒸发材料的辐射加热器、用于加热待蒸发材料的电子束枪和用于加热蒸汽分配喷头的加热器。用于加热待蒸发材料(即用于熔化及蒸发原材料)的加热单元发射光子(例如若为辐射加热器)或电子(例如若为电子

枪)。光子或电子冲撞材料后,光子或电子即加热材料。根据又进一步的实施方式,亦可利用电加热器或另一加热元件来产生热,以在喷头中熔化及蒸发(或升华)。例如,坩埚可由流过坩埚的电流或由流过设于坩埚处或坩埚中的电加热器线圈的电流加热。

[0042] 鉴于对待嵌入蒸发能有很少或无限制(相较于例如溅射沉积),本文描述的实施方式容许较高沉积速率。亦认为源进给系统允许连续或准连续进给原材料,以用于蒸发区的部件的高度受控硬件配置。能提供加热机制和蒸发区(即原材料源的顶层或源顶层正上方的区域)的良好控制。

[0043] 又进一步,根据本文描述的实施方式,提供等离子体增强,以允许改善经加热及蒸发就会解离成较简单化合物的一些多元素介电材料和/或陶瓷的沉积。亦可依需求提供表面形貌和生长动力学调制,即控制表面形貌、膜密度等。使用等离子体增强可加强沉积现象,例如提供平滑且无针孔沉积,这会是获得本文描述的高质量材料层和装置的关键方面。

[0044] 利用等离子体增强沉积来改善较平滑且无针孔沉积的生长动力学调制可降低成本及得到较佳装置。因平滑和/或无针孔电介质沉积有较高产率,故可降低成本。例如,平滑 LiPON 将使 LiPON 更共形,因而减少电化学装置内部短路的风险。另外,单沉积较平滑的 LiPON 及沉积较少针孔的 LiPON 就会降低内部短路的风险。根据另一方面,具有较少针孔的 LiPON 可降低成本,其中若针孔量减少或针孔消除,则此层可沉积得厚度更薄。减小层厚度可降低此层成本。更进一步,较薄 LiPON 层导致较小内部电阻而有利于较高功率和充电能力,故可增强性能。更进一步,附加地或替代地,相较于溅射,因无靶材制造成本,故成本可降低。已经证明 LiPON 的PE-EBEAM沉积导致了良好的相形成。

[0045] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,本文描述的蒸发源和设备可用于在大面积基板上蒸发,所述大面积基板例如是显示器,或者本文描述的蒸发源和设备可用于电致变色窗或锂电池制造。根据一些实施方式,大面积基板或具有一或更多基板的相应载具的尺寸可为至少 0.67m^2 。所述尺寸通常可为约 0.67m^2 ($0.73\times 0.92\text{m}$ —第4.5代)至约 8m^2 ,更常为约 2m^2 至约 9m^2 或甚至高达 12m^2 。根据本文描述的实施方式的结构、设备(例如阴极组件)和方法被提供以供基板和载具使用,通常,所述基板或载具是本文描述的大面积基板。例如,大面积基板或载具可为第4.5代(对应于约 0.67m^2 的基板($0.73\times 0.92\text{m}$))、第5代(对应于约 1.4m^2 的基板($1.1\text{m}\times 1.3\text{m}$))、第7.5代(对应于约 4.29m^2 的基板($1.95\text{m}\times 2.2\text{m}$))、第8.5代(对应于约 5.7m^2 的基板($2.2\text{m}\times 2.5\text{m}$))或甚至第10代(对应于约 8.7m^2 的基板($2.85\text{m}\times 3.05\text{m}$))。甚至可类似地采用更大规模(比如第11代与第12代)及对应基板面积。

[0046] 图5及图6图示根据不同实施方式的在处理腔室中的两个线形喷头的工作面示意图。图5图示如例如图1至图4所示的围绕线形喷头506和516的腔室壁102。在此实施方式中,用于如关于图7描述的远程等离子体产生的线形等离子体分配喷头516和线形蒸汽分配喷头506各分别具有通道507和517,通道507和517具有相同直径。在图6所示的实施方式中,线形气体分配喷头606具有不同直径的通道617和618,用于调节来自线形蒸汽分配喷头606并进入至处理区的处理蒸汽通量。可采用其他非圆形截面通道,其中截面圆周或周长大小不尽相同。例如,相较于相同线形气体分配喷头上的其他方形气体通道,可使用截面周长较小的方形截面通道。虽然周长通常结合非圆形形状使用,但亦可包含圆形形状及其对应圆周。其他不同形状和尺寸的气体通道亦落在实施方式的范围之内,本领域普通技术人员能很容易识别。尽管图5及图6图示参照图7的两个喷头构造,但根据本文描述的实施方式,线形气体

分配喷头106的任何一个亦可用于处理腔室主体100。

[0047] 图7图示沉积设备700的另一实施方式。以上关于图1至图6描述的实施方式的数个方面、特征和细节可与关于图7描述的方面、特征和细节结合。图1至图6的方面、特征和细节在此不再赘述。图7图示处理腔室主体100的另一截面图。替代地或除了根据本文描述的其他实施方式所示的等离子体产生部件的一些实施方式以外,图7图示远程等离子体源718。如关于本文的其他附图描述的,设备包括处理腔室主体100,主体100具有腔室壁102。处理区105由腔室壁102、基板104、线形蒸汽分配喷头106和线形远程等离子体分配喷头716界定。

[0048] 基板定位器107协助移动基板104通过处理区405或将基板104定位于处理区405。在一个实施方式中,处理腔室垂直处理基板,即如图7所示,线形蒸汽分配喷头106和线形远程等离子体分配喷头716在腔室内垂直布置,基板定位器107把基板104固持在垂直处理位置。远程等离子体源718耦接至线形远程等离子体分配喷头716并电气耦接至电源108。

[0049] 如前所述,电源108可为直流(DC)、交流(AC)、脉冲式直流(p-DC)、射频(RF)、电子回旋共振(ECR)或微波电源或上述电源的组合。如箭头109所示,当处理气体穿过远程等离子体源718、通过线形远程等离子体分配喷头716、进入处理区105而流向基板104时,电磁功率提供至远程等离子体源718。此外,在任一实施方式中,可根据腔室构造、耦接至腔室的电源类型和源材料类型以及待沉积至基板上的所需膜而给基板加电偏压。

[0050] 可依据数种实现方式设置蒸汽分配喷头的出口,这些出口可彼此独立设置,或若不互斥,甚至也可部分结合设置。将待沉积材料从蒸汽分配喷头106引导通过一或更多各个蒸汽喷嘴。根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,蒸发装置可包括喷嘴,用于将蒸汽导向基板。如图所示,装置可包括蒸汽分配喷头106,例如具有多个喷嘴360的线形蒸汽分配喷头106。通过提供线形蒸汽分配喷头112,可提升基板104上的沉积均匀度。然而,需考虑到多个喷嘴亦会造成对材料朝向蒸汽分配喷头的连续及受控的流动的不断增加的要求,以及提供新材料到系统的需要。因此,经由坩埚直接进给原材料至喷头的材料进给系统及选择如箭头122指示的那样连续进给材料可被认为是尤其有益的。由于能提供新材料,故可提供蒸发装置的连续或准连续操作、具有根据本文描述的实施方式的此种蒸发装置的蒸发设备的连续或准连续操作、或具有根据本文描述的实施方式的此种蒸发装置的蒸发系统的连续或准连续操作。

[0051] 虽然图1所示喷头是线形喷头,但其他形状的喷头亦落在本文描述的实施方案的范围内。喷头形状可取决于腔室类型和基板形状。例如,就处理圆形基板的腔室而言,比如处理半导体晶片时,可选用点源(即单一喷嘴)或圆形喷头。而处理大矩形基板时,可选用矩形喷头,批次工艺亦可使这些类型的喷头形状更合用。就连续在线处理大尺寸矩形或方形基板而言,可选用线形喷头,以当基板经过喷头时,更好地控制基板上的处理气体分布。故尤其用于在线或动态处理设备时,能使用有益的线形蒸汽分配喷头。圆形、矩形或两个或更多线形蒸汽分配喷头可用于静态沉积处理各种形状与尺寸的基板。

[0052] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,例如以固体形式(比如杆体、粉末或以另一固体形式)提供材料于喷头中。能源将光子或电子引导至材料上,以便通过熔化及蒸发或升华而于喷头内产生材料的蒸汽。本文中理解的喷头具有可供材料于其内的外壳,且外壳中具有开口,以使得喷头内的压强高于喷头外的压强,例如至少一个数

量级。根据可与本文描述的其他实施方式结合的典型实施方式,蒸汽分配喷头可为细长管(比如圆形管)或细长立方体(例如在方形喷头的情况中)。管或立方体围绕中空体积形成外壳。就圆形喷头而言,亦可提供具有中空体积的圆盘状圆柱主体。加热元件可设在以上描述的各个中空体积中。外壳提供一或更多出口,用于将蒸汽导向基板。一或更多出口可为喷嘴或设于外壳处的开口。

[0053] 设于蒸汽分配喷头处的出口(例如喷嘴360)引导或将介电材料(例如含锂电介质)导向基板104。根据典型实施方式,出口或喷嘴亦可设为蒸汽分配喷头中的开口。另外,就线形蒸汽分配喷头而言,开口或喷嘴例如可排列成一或更多开口或喷嘴的线。就矩形蒸汽分配喷头而言,开口或喷嘴可沿着矩形分布以及分布于矩形内。就圆形蒸汽分配喷头而言,开口或喷嘴可沿着圆形分布以及分布于圆形内。通常,开口或喷嘴可分布以使蒸汽均匀沉积于基板104上。开口或喷嘴可至少部分沿着以上描述的形状的一种形状均匀分布。然而,为补偿形状周边的边缘效应,可改变蒸汽分配喷头的一些区域中的开口或喷嘴密度,如例如关于图5及图6描述的。

[0054] 如关于图8描述的,能提供沉积设备800的又进一步的实施方式。如上所述,设备具有处理腔室主体100,用于例如以连续在线电致变色装置生产工艺处理基板104。例如,电化学装置可为固态薄膜电池或电致变色窗装置。处理腔室包括腔室壁102。处理区在腔室内设于基板104与分配喷头106(比如图3所示的线形喷头106)之间。根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,可提供其内设置有晶片832的基板支撑件830。例如可进一步提供诸如缝孔之类的孔,以用于将蒸汽沉积至基板上的预定区域。

[0055] 根据又进一步实施方式,处理区或处理区域105的高度可在400mm至2000mm的范围内,例如440mm。处理区的高度可由蒸汽分配喷头的高度和/或设于腔室主体100中的蒸汽分配喷头或喷嘴的数量确定。

[0056] 还在图8所示的实施方式中,利用基于电子束的加热熔化及蒸发原材料。电子枪340将电子束341引导至坩埚350内的材料上。如由表示坩埚中的熔化区的标记数字121所指示的,材料熔化,且如由表示蒸汽区或蒸发区的标记数字121b所指示的,材料蒸发。蒸汽在蒸汽分配器内分配并被引导通过喷嘴360而流向基板。根据一些实施方式,待沉积材料的蒸汽在沉积于基板104上之前通过处理区的等离子体130。如本文描述的,坩埚是能承受很高温度的容器或保持器。另外,坩埚可被冷却,且根据本文描述的实施方式的坩埚可固持设在坩埚内且穿过坩埚的材料杆。

[0057] 故根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,可提供基于电子束的加热。由此诱发较快且较高的温度能力和控制。另外,免用腔室中从蒸发贮槽到喷头的“下游”导管。并且,如例如关于图8描述的加热装置可与针对图3描述的各方面结合。

[0058] 如图8所示,且根据本文描述的一些实施方式,具有电子枪340的电子束蒸发源提供蒸发区121b,使得蒸发区121b和喷头106为外壳的一部分或在同一外壳内。如此免除了利用加热的下游导管来“运载”蒸发物或蒸汽至喷头的任何需要。将提供导管的远程蒸汽产生加热,以避免蒸发物或蒸汽沿着通往沉积区的路径凝结。

[0059] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,如箭头122所示提供原材料120至喷头。原材料做为来自另一腔室802的固体材料被送入喷头。原材料提供在坩埚350中。坩埚具有冷却元件352来冷却坩埚。可通过腔室802中的第一阀单元814插入待送入

腔室及通过冷却坩埚的材料。关闭阀单元814后,可排空腔室802。因此,腔室通常具有真空凸缘804。充分降低腔室802内的压强后,即可打开连接腔室主体100与另一腔室802的阀单元812,且原材料可被送入坩埚中,以容许连续供应原材料。通常,可利用一或更多搬运系统或原材料输送系统,使原材料沿着箭头122或在腔室802内移动,可依需要为各个设备设计提供搬运系统或原材料输送系统。示例性进给单元如进给单元822所示,进给单元822可沿箭头122的方向移动材料。进给单元822可设置成辊子(roller),以移动材料和/或坩埚(未图示),或设置成滚轮,所述滚轮机械接触坩埚中的螺纹,以用于沿箭头122的方向推进坩埚。可视情况设置齿轮,以更好地提供材料的相对少量的移动。进给单元的另一实例为致动器,致动器使腔室802内的后续原材料杆往上移动,使材料120在腔室主体100内往上滑动,或在腔室主体100内向上推动材料120。

[0060] 现在参照图9说明操作用于蒸发含Li电介质的沉积装置和相应沉积设备的实施方式。在方块902中,例如利用或通过坩埚将待蒸发材料引导于蒸汽分布喷头中。在方块904中,在蒸汽分配喷头中熔化及蒸发待蒸发材料。熔化及蒸发的达成方式例如为通过粒子的冲撞,所述粒子例如是电子或光子。例如,可提供热辐射进行辐射加热或提供电子束加热,以熔化蒸汽分配喷头中的材料。在方块906中,引导蒸汽通过蒸汽分配喷头的一或更多出口而流向基板。如方块908所示,点燃等离子体,以便能在蒸汽分配喷头的出口与基板之间提供等离子体区。能提供等离子体增强的蒸汽沉积。选择性地,亦可提供处理气体(比如反应处理气体)于等离子体区,以在蒸汽沉积于基板上之前或时,进一步允许蒸汽与处理气体反应。此如选择性方块910所示的提供处理气体。又进一步选择性地,如上所述,除产生等离子体外,还可加偏压于基板或各个载具。偏压基板可用于额外加强等离子体增强沉积特性。

[0061] 根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,可通过蒸发 Li_3PO_4 来沉积含锂介电膜。反应性处理气体混合物的成分(例如含氮等离子体)可因离开喷头的蒸汽与处理气体的氮反应而形成 LiPON 。另外,根据可与本文描述的其他实施方式结合的一些实施方式,喷头内产生及离开喷头的蒸汽可为元素,比如硅。硅可与氧和/或氮反应而沉积介电层于基板上。

[0062] 相应地,由于等离子体增强,实施方式亦可提供对沉积膜层的表面形貌的改进的控制,以使针孔减到最少且尽可能消除针孔并产生平滑表面。此外,实施方式能增进诱发与现有层或附加共沉积物种形成反应相。再者,所描述的改进能在较低处理温度下达成。例如,随等离子体增强而蒸发时, LiCoO_2 或 Li_3PO_4 会解离,因此等离子体增强有益于形成正确相。其他材料例如 SiO_2 、 Si_3N_4 、 Al_2O_3 等可在其他方面受益于等离子体增强,所述其他方面例如沉积层的结晶度、形貌和/或密度。对 LiCoO_2 和 Li_3PO_4 也同样具有这些益处。

[0063] 除上述可依个别实施方式的使用来部分或完全提供的益处外,还因易于搬运而将改善可制造性。例如,可提供粉末或小片原材料于喷头中。提供粉末或小片原材料是相较于提供非常大的溅射靶材而言。根据本文描述的实施方式,材料进给可在无腔室通风孔或减少预防性维护需求的情况下,进一步提供连续进给的可能性。

[0064] 虽然以上内容针对实施方式,但在不背离实施方式的基本范围的情况下,可设计出其他和进一步的实施方式,且范围由后附权利要求书确定。

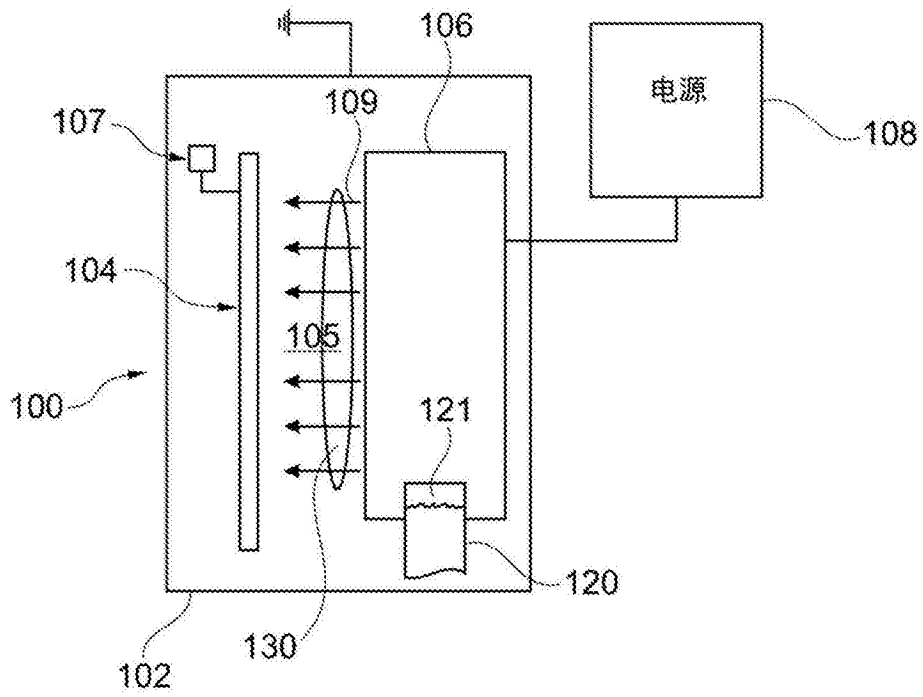


图1

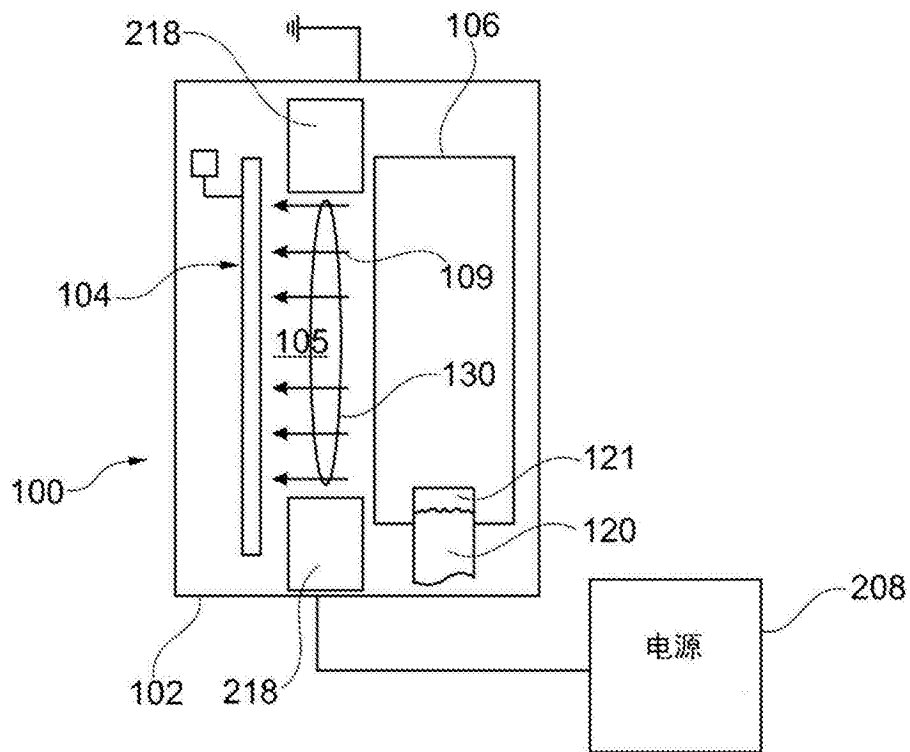


图2

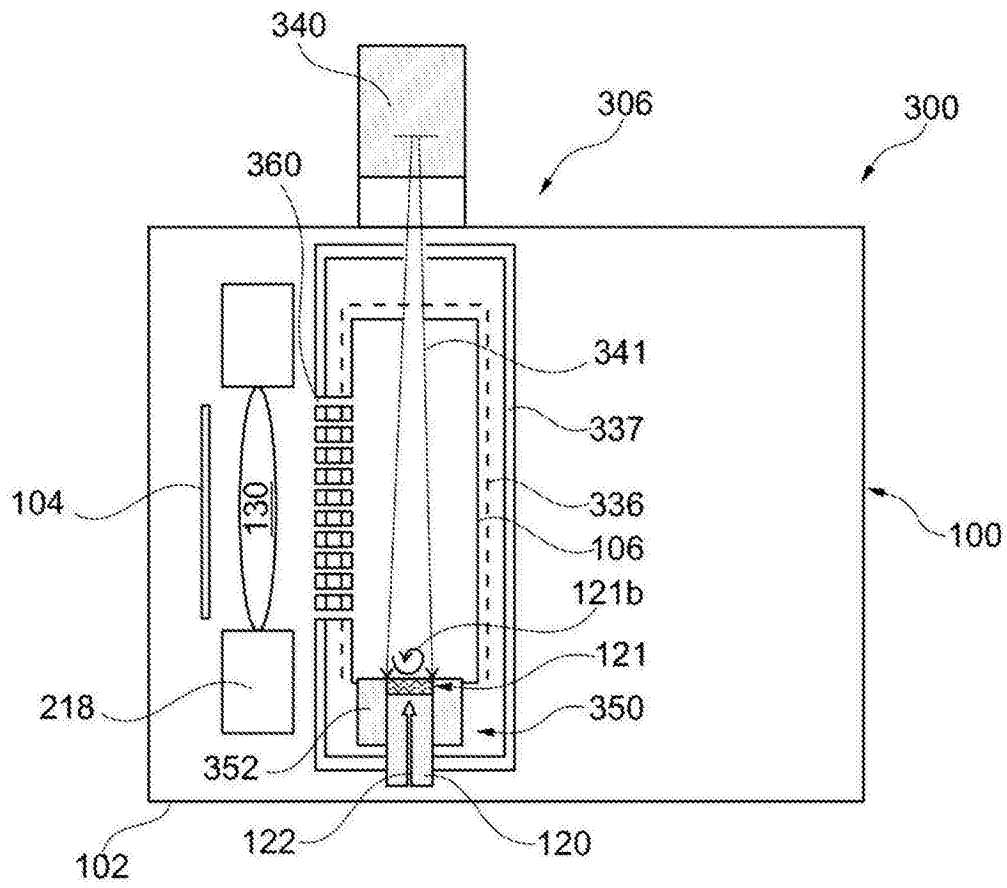


图3

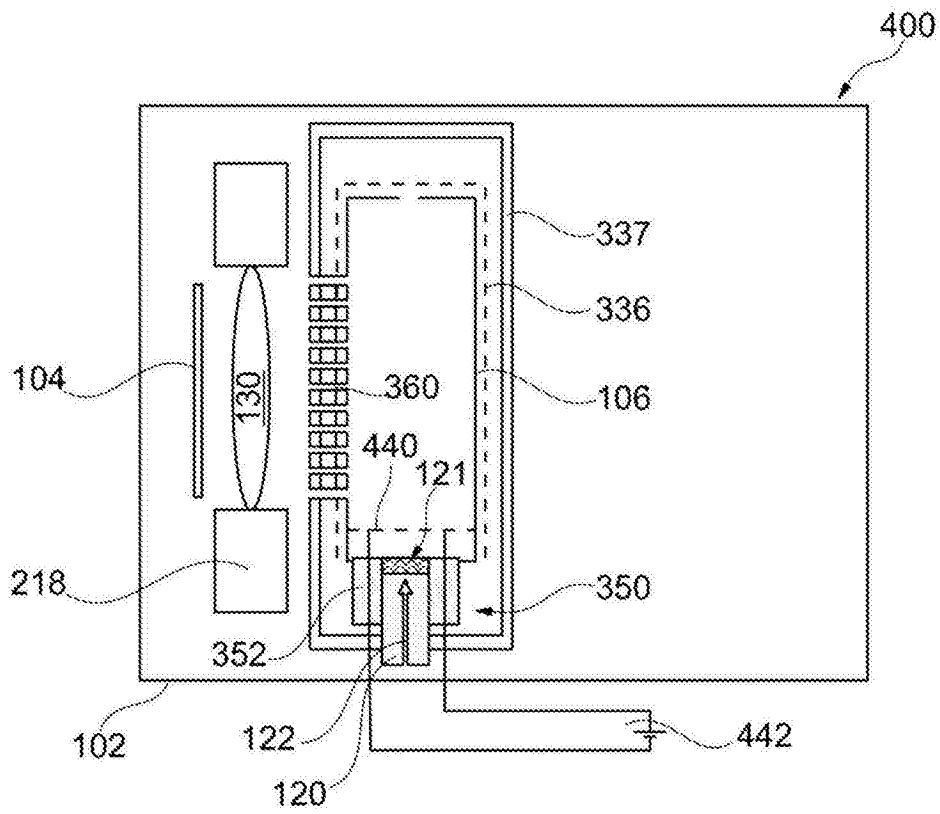


图4

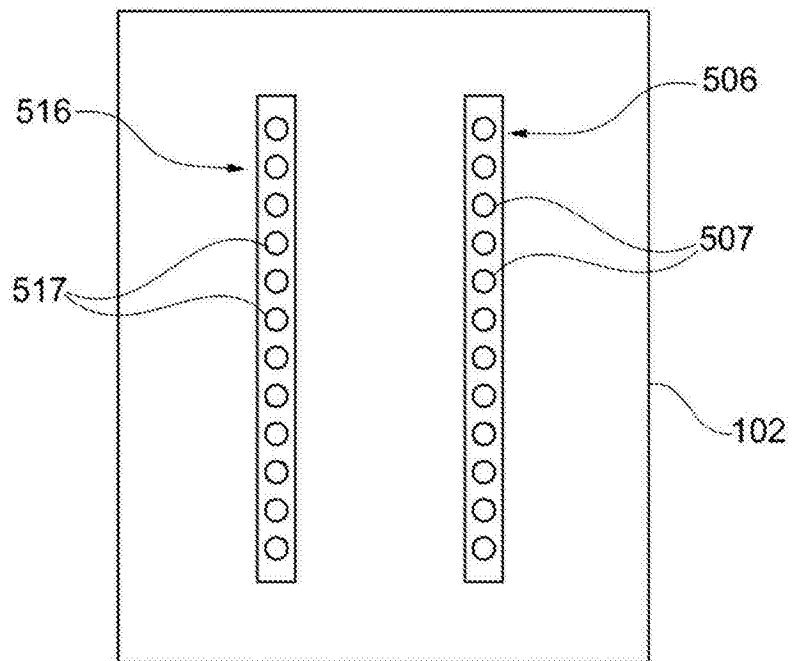


图5

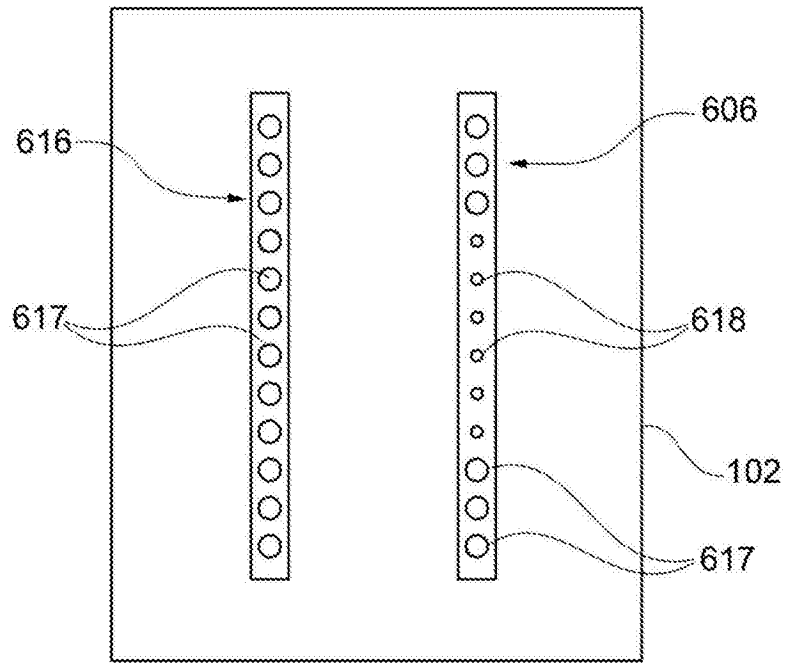


图6

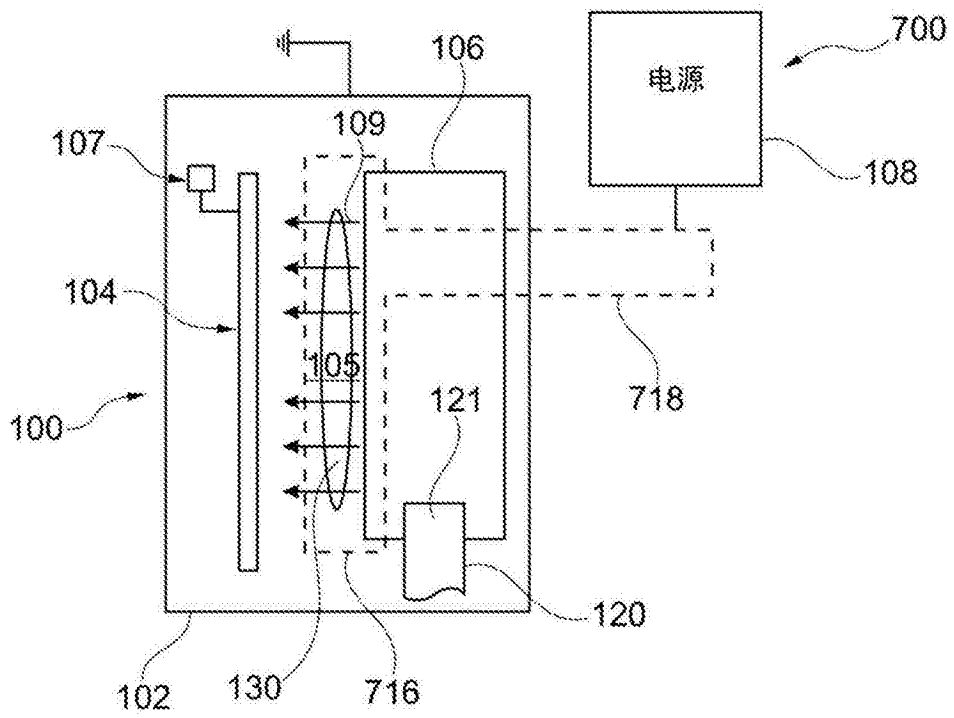


图7

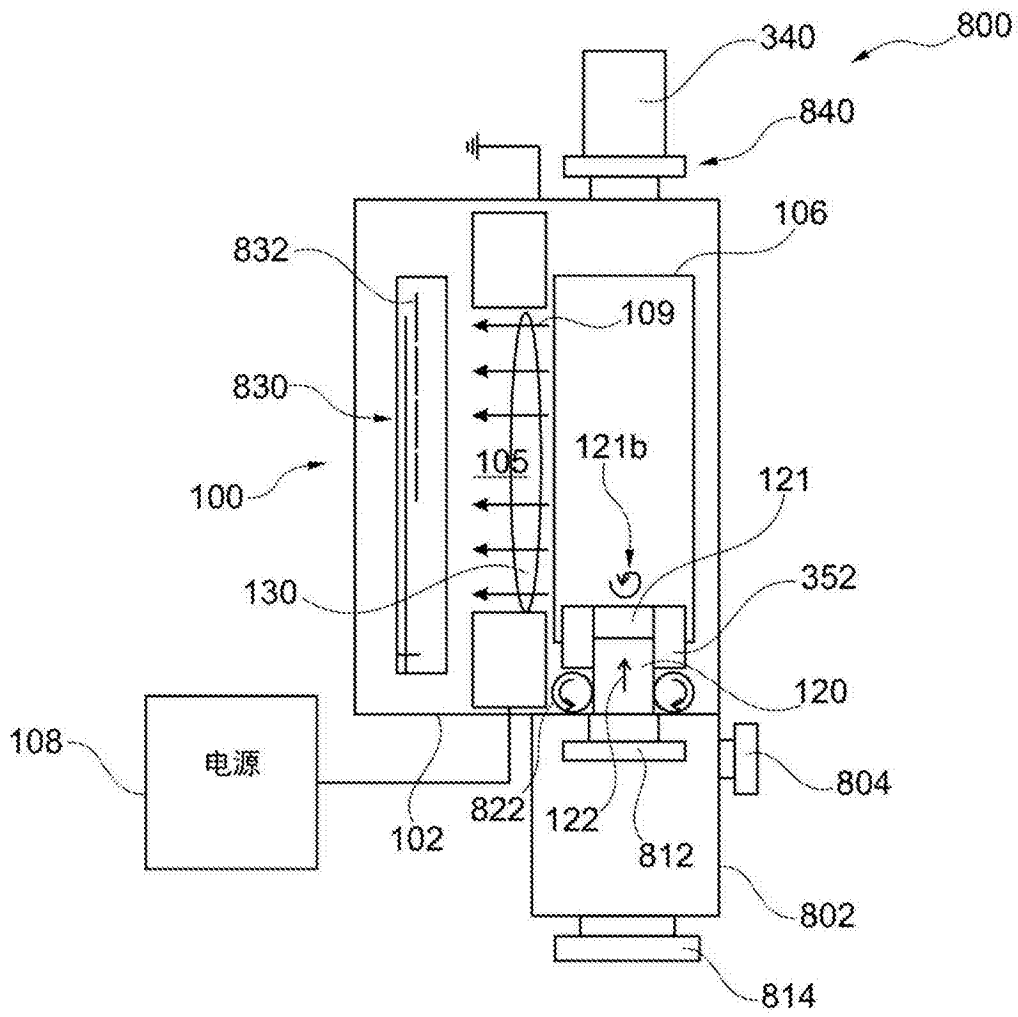


图8

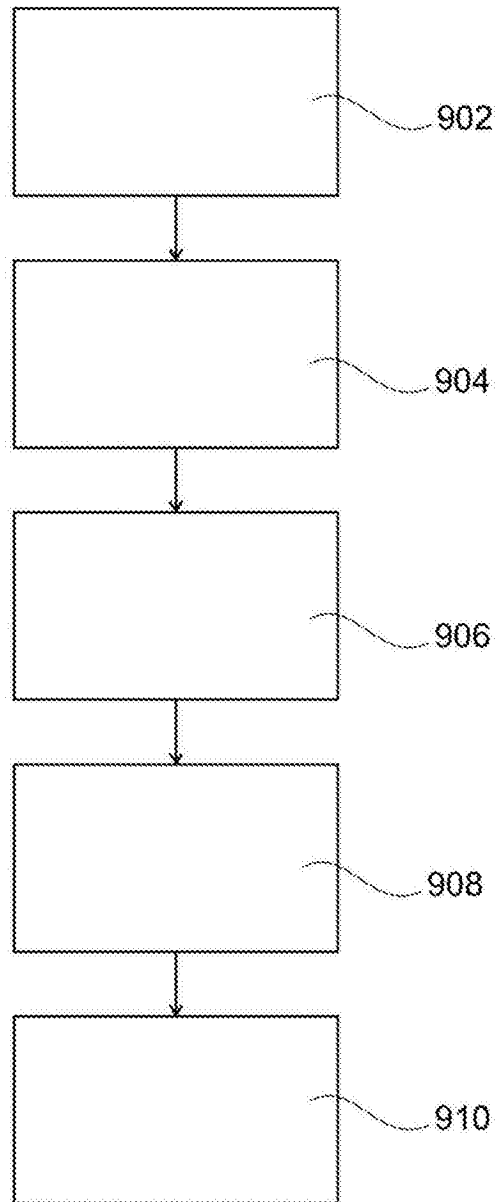


图9