



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580043073.8

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100564581C

[22] 申请日 2005. 12. 15

[21] 申请号 200580043073. 8

[30] 优先权

[32] 2004. 12. 17 [33] US [31] 11/016,249

[86] 国际申请 PCT/US2005/045404 2005. 12. 15

[87] 国际公布 WO2006/065984 英 2006. 6. 22

[85] 进入国家阶段日期 2007. 6. 15

[73] 专利权人 先进能源工业公司

地址 美国科罗拉多州

[72] 发明人 E·西摩 R·A·肖勒

[56] 参考文献

US5415757A 1995. 5. 16

JP7 - 19183B2 1995. 3. 6

US3562142A 1971. 2. 9

JP59 - 96266A 1984. 6. 2

US6183605B1 2001. 2. 6

审查员 杨珂

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 程大军

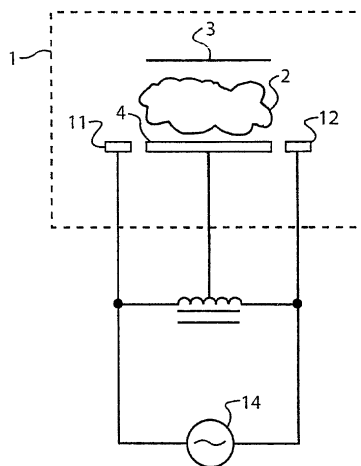
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于阴极材料连续沉积的双阳极交流电源

[57] 摘要

本发明提供在连续操作模式下用于绝缘材料溅射沉积的设备 1，所述设备使用至少两个溅射阳极 (11, 12) 和连接到中心抽头导体以维持该靶阴极 (4) 相对等离子体 (2) 处于负电位的阴极 (4)，其中交流电源 (14) 驱动每个阳极 (11, 12)，交替地在溅射阳极 (11, 12) 相对等离子体是负电位的半循环内呈离子收集状态以吸引离子，和在溅射阳极 (11, 12) 相对于等离子体 (2) 是电位小或接近等离子体 (2) 电位的半循环内呈电子收集状态以吸引电子。在一个替代的实施方式中，中心抽头导体用一对串联连接的二极管代替。



1. 用于阴极材料溅射沉积的设备，其包括：
 - a) 包含离子和电子的产生等离子体的等离子体室；
 - b) 置于等离子体室内的至少两个溅射阳极；
 - c) 置于等离子体室内极靠近等离子体的靶阴极，其中阴极包括可以响应来自等离子体的离子的轰击从靶阴极溅射的原子，从而在等离子体室中的基材表面成膜；和
 - d) 与一对串联的二极管并联的交流电源，所述二极管中第一二极管的阴极连接到第一溅射阳极，第二二极管的阴极连接到第二溅射阳极，且第一个和第二二极管的阳极接头连接到靶阴极以维持靶阴极相对于所述的等离子体处于负电位，其中交流电源驱动每一个溅射阳极，交替地在阳极相对于等离子体是负电位的半循环内呈离子收集状态以吸引离子，和在阳极与电源电压相比相对于等离子体电位要小、且在任一个溅射阳极处于离子收集状态时提供等离子体电流的半循环内呈电子收集状态以吸引电子。
2. 权利要求1所述的用于阴极材料溅射沉积的设备，其中交流电源处于的频率使靶阴极表面呈现相对于等离子体为负的自偏压电位。
3. 权利要求1所述的用于阴极材料溅射沉积的设备，其中交流电源有循环周期，在该循环周期中至少一个溅射阳极一直处于离子收集状态的时间少于等离子体衰减所要求的时间。
4. 权利要求1所述的用于阴极材料溅射沉积的设备，其中等离子体室含有反应性气体。
5. 权利要求4所述的用于阴极材料溅射沉积的设备，其中响应于离子轰击而从靶阴极溅射的原子与反应性气体反应形成并沉积膜。

用于阴极材料连续沉积的双阳极交流电源

技术领域

本发明一般性地涉及在基底上形成和沉积绝缘膜的反应等离子溅射沉积方法，更具体而言涉及使用与至少两个阳极相连的交流电源的反应等离子溅射方法，在溅射过程中所述两个阳极被驱动交替呈负性和正性。

背景技术

在传统的直流溅射工艺中，靶或阴极必须是导电的，因为到达靶的离子必须能够接受来自靶的电子以再次变成中性气体原子。如果靶是绝缘的，它的表面就会很快被到达的离子充电，这可能会产生阻滞电势而使溅射过程停止。另一方面，可以通过和反应性背景气体反应化学形成绝缘体的方式沉积来自金属靶的绝缘材料膜。这叫做反应溅射。商业上对涉及沉积这种绝缘膜的工艺的兴趣逐渐提高。这种工艺的新的应用包括耐磨涂层沉积领域；用于微电路或电子设备如电容器的绝缘膜；复杂建筑的玻璃涂层；用于建筑玻璃层压层的聚酯膜上或食品包装的隔氧层上的涂层；用于高功率电灯或感应电炉热屏蔽的热反射涂层；用于平板显示器、包括用于LCD显示器的ITO玻璃的屏障和功能层的沉积；和种种其它相似的功能应用。除此之外，是用于在各种塑料、天然和人造纤维及金属基底上产生装饰效果的多种反应PVD工艺。

但是，如果反应产物是电绝缘体，阳极上就会有问题发生。因为绝缘膜涂覆反应室每个表面，其也一定会涂覆阳极，无论阳极是单独的部件还是室壁。当然，阳极的目的是为了收集来自等离子体的电子以在离子离开去轰击靶时保持等离子体中性；这些电子形成电源的回程电流。因为阳极表面用绝缘膜涂覆，电子的导电通路也被涂覆，溅射过程无法持续。这被叫做“消失的阳极”问题。过去，使用单一靶溅射进行反应过程直到这个效应开始产生严重问题，于是打开系统机械刮除在阳极上的令人不快的绝缘层以得到新的金属表面，或用新的没有被涂覆的阳极进行替换。关于用绝缘体涂覆阳极的另一个缺点是当电子试图在那里聚集时所述绝缘体一般会充电。这个充电会在阳

极的绝缘膜内产生电场，这可能会超出膜材料的介电绝缘强度。当这种现象出现时就会形成电弧，电弧的能量可能导致部分膜从阳极上脱落，形成粒子，这种粒子可能包含在基底上形成的膜层。这会导致最终产品可能无法接受的缺陷。即使电弧不在阳极产生，上述的充电也会产生电场而影响电子回到阳极。这会因此在大的体系中产生不均一的等离子区密度，导致沿着延伸的靶面不均一的沉积速度。甚至在电弧导致系统问题之前，任何形成的不均匀的膜厚度都可能从体系中产生无法接受的涂覆产品（如产量损耗）。这个充电不仅限于阳极；由于在靶的溅射区域外绝缘材料的化学反应或反向散射再沉积，绝缘岛也可能在靶（阳极）表面形成。这些绝缘岛可以因为离子轰击而充电并形成电弧和不均匀的电场。

这个问题在 2001 年 2 月 6 日发布的转让给本申请的受让人的名称为“AC Powered System for Continuous Deposition of a Cathode Material”的美国专利 6,183,605 中被提出，并在此引入作为参考。在该专利中，提供了两个阳极，每一个都连接到中心抽头的交流电源的一侧。电源的中央点或“分接点”（tap）连接到单个普通类型的磁控溅射源上。一旦等离子体被建立，一个阳极相对于另一个开始为正性时，第一个阳极就会收集电子。如果有足够的面积并且没有磁场，这个阳极的电位就会接近于等离子体的电位。这将在次级变压器的一半形成从第一阳极流到靶的电流。这些电子与来自等离子体而到达靶的离子结合接通电路。同时，由于一半次级电压，靶相对于等离子体为负性。这个负电位吸引来自等离子体的离子溅镀靶。在变压器的作用下第二个阳极被驱动相对于等离子体进一步为负性，并是靶电位的两倍。这个电极也吸引来自等离子体的离子，导致其表面的溅射，这可以去除之前那里形成的任何绝缘材料的堆积。

同样，在电源的另外半循环上，当电压使第二阳极相对于第一阳极变正性时，第二阳极将收集电子，使电位与等离子体电位接近。这会导致在次级变压器的另一半有电流。由于一半次级电压，靶相对于等离子体再次为负，并继续被来自等离子体的离子溅射。但是，在该部分循环上，第一阳极被驱动为负性，导致其表面的溅射，去除了当它偏压为正时可能已经在那形成的任何绝缘材料的堆积。这样每一个阳极元件根据交流电源的极性交替作为真正阳极（电子收集器）和溅射阴极（离子收集器）。

本发明的一个目的是通过提供用单一中心抽头的电感器代替变压器而大大简化了设计的溅射系统改进‘605 专利的反应溅射工艺，。

本发明另一个目的是通过提供完全不依靠磁性的溅射系统改进‘605 专利的反应溅射工艺。这样的系统具有需要空间少且较便宜的优点。

发明内容

本发明提供用于反应溅射的改进设备，该设备使用由交流电源驱动的单—中心抽头电感器除去在多个阳极上任何绝缘材料的堆积，在所述多个阳极中每一阳极元件根据交流功率的极性交替地作为真正阳极（电子收集器）和溅射阴极（离子收集器）。在本发明的另一个实施方案中，电感器被二极管替代，所述二极管在每个阳极为离子收集状态期间供给等离子体电流。

附图说明

图 1 所示为现有技术中使用交流电源驱动中心抽头变压器的双靶溅射系统。

图 2 所示为结合本发明原理的使用交流电源驱动中心抽头电感器的双靶溅射系统；并且

图 3 所示为结合本发明原理的使用交流电源驱动双二极管的双靶溅射系统。

具体实施方式

图 1 显示了使用交流电源驱动的中心抽头变压器的双溅射系统，其在转让给本申请的受让人的美国专利 6,183,605 中有相应教导，并在此引入作参考。在室 1 中放置有基底 3、靶 4 和至少两个阳极 11 和 12。阳极驱动供电器 14 提供交流电压，该供电器通过阳极变压器 13 与两个阳极分离，这样当阳极 11 被驱动为正性时，阳极 12 被驱动为负性，反之亦然。次级变压器 13 具有一个分接点，通过该点在从端部去掉的点连接到副线圈。分接点可能在也可能不在变压器的电中心，以实现等分电压。当阳极供电器 14 的电压循环使阳极 11 相对于阳极 12 为正性时，阳极 11 收集来自等离子体的电子（也就是所说的在“电子收集”状态）。这将在次级变压器 13 的左边一半产生电流从阳极

11 流向靶 4。这些电子与来自等离子体 2 到达靶 4 的离子结合接通电路。

同时，在变压器 13 和阳极供电器 14 的作用下，相对于等离子体阳极 12 被驱动为负性，并且这个负电位吸引额外的来自等离子体的离子（也就是该阳极在“离子收集”状态）。这些离子导致阳极 12 表面的溅射，这种阳极 12 的溅射除去任何绝缘材料的堆积，其在当阳极 12 为正性且因此接近等离子电势时在交流供电器 14 的前半循环上可能已经形成。

同样地，当阳极供电器 14 的电压循环使阳极 12 相对于阳极 11 为正性时，阳极 12 将收集来自等离子体的电子。这将在次级变压器 13 的右半部产生电流从阳极 12 流向靶 4。这些电子与来自等离子体 2 到达靶 4 的离子结合形成电路。同时，在变压器 13 和阳极供电器 14 的作用下，阳极 11 相对于等离子体被驱动为负性，这种负电位吸引来自等离子体的离子，导致阳极 11 的表面溅射。这种阳极 11 的溅射除去任何绝缘材料的堆积，其在当阳极 11 为正且接近等离子电势时可能在供电器 14 的前半循环已经形成。这样每一个阳极元件 11 和 12 根据交流供电器 14 的瞬时极性交替地作为真正阳极（电子收集器）和溅射阴极（离子收集器）。

参考图 2，示意了使用交流电源驱动的中心抽头电感器代替变压器的双溅射系统。该系统的运行和性能与如上所述的变压器应用相同。然而与使用变压器相比，使用这种单一抽头电感器节省空间且花费较少。

图 3 图示了使用交流电源的双溅射系统，该溅射系统使用一对阴极 4 连接到二极管接头的二极管代替变压器和电感器。这个电路设计与图 1 电路设计运行方式非常相似。当阳极供电器 14 的电压循环使阳极 11 相对阳极 12 为正性时，阳极 11 将收集来自等离子体的电子（即，可以说阳极 11 是在“电子收集”状态）。同时，这将由从电源供电器 14 流经二极管 D2 至靶 4 的电流所平衡。同时，在电源 14 的作用下阳极 12 相对于等离子体被驱动为负性，这个负电势吸引来自等离子体的额外的离子（即，阳极 12 是在“离子收集”状态）。

同样，当阳极供电器 14 的电压循环使阳极 12 相对于阳极 11 是正性时，阳极 12 将收集来自等离子体的电子。这将由自供电器 14 流经二极管 D1 至靶 4 的电流平衡。同时，在二极管 D1 和阳极供电器 14 的作用下阳极 11 相对等离子体被驱动为负性，这个负电势吸引来自等离子体的离子导致在阳极 11 的

表面的溅射。所述阳极 11 的溅射除去了任何绝缘材料的堆积，其在当阳极 11 是正性且与等离子体电势相近时可能在交流电源 14 的前半周期已经形成。每一阳极元件 11 和 12 根据交流供电器 14 的瞬时极性再次交替地作为真正阳极（电子收集器）和溅射阴极（离子收集器）。

本发明特别参照一个优选的实施方式进行了详述。应理解的是除以上详述外，在本发明精神和范围内的任何变动和修改都可实施。还应理解的是在不背离本发明精神和范围的情况下对本发明设备的结构可做任何变化、改造、修改和替代。

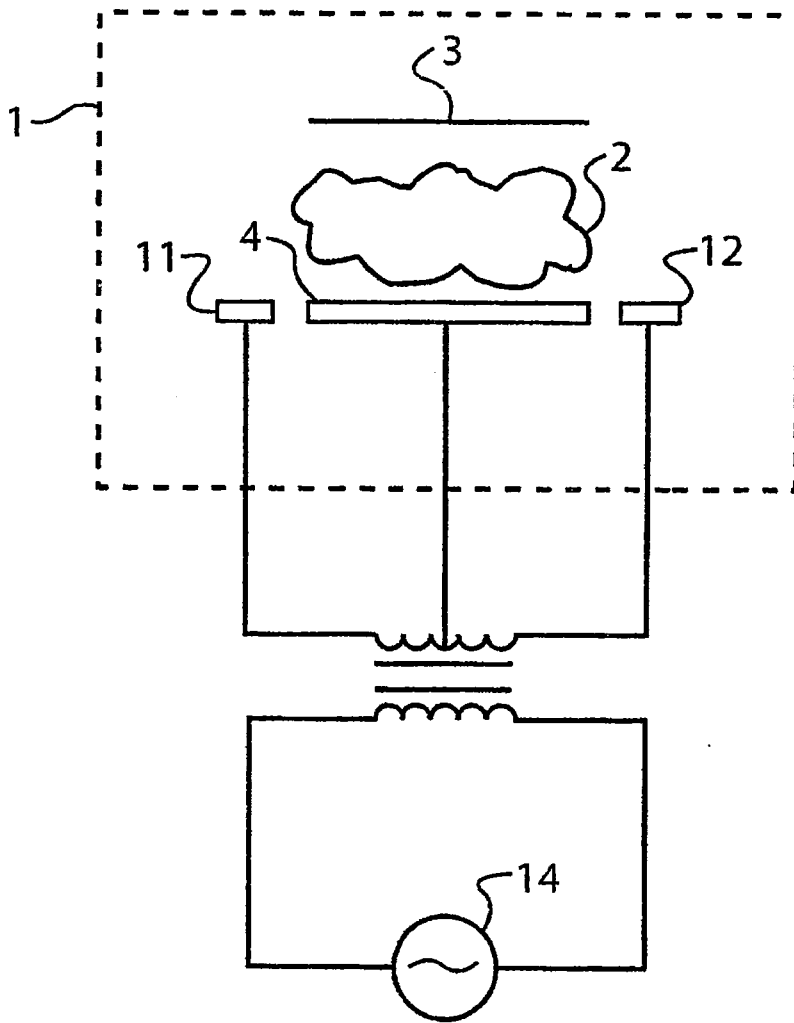


图 1

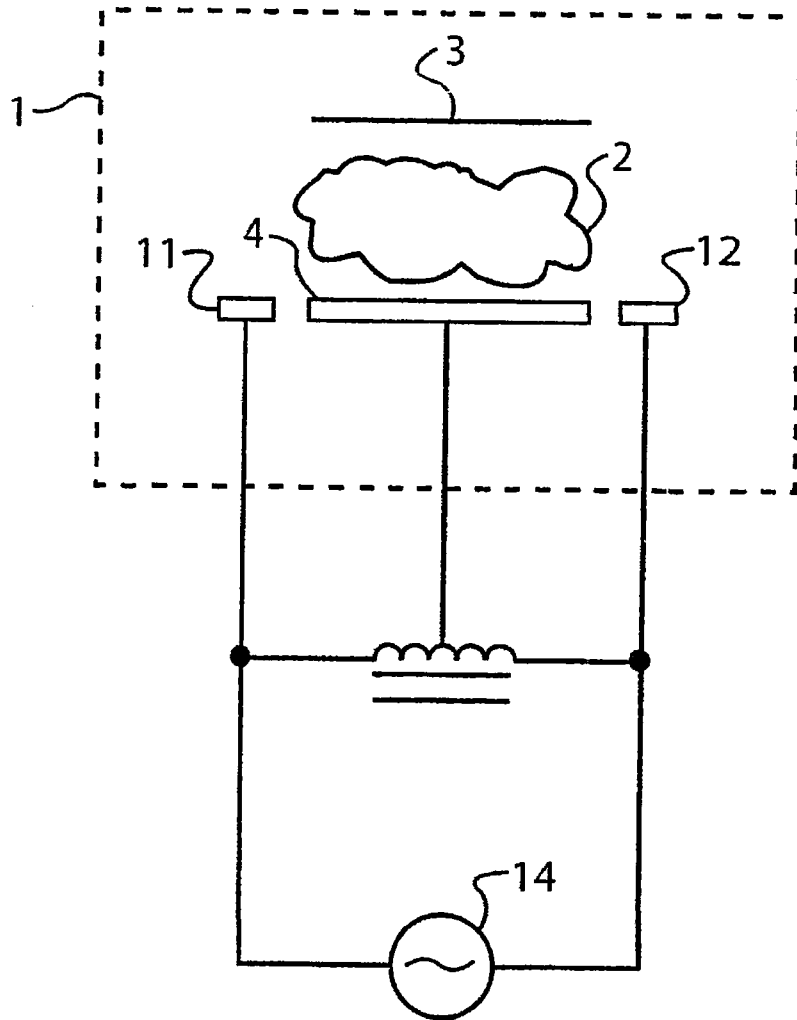


图 2

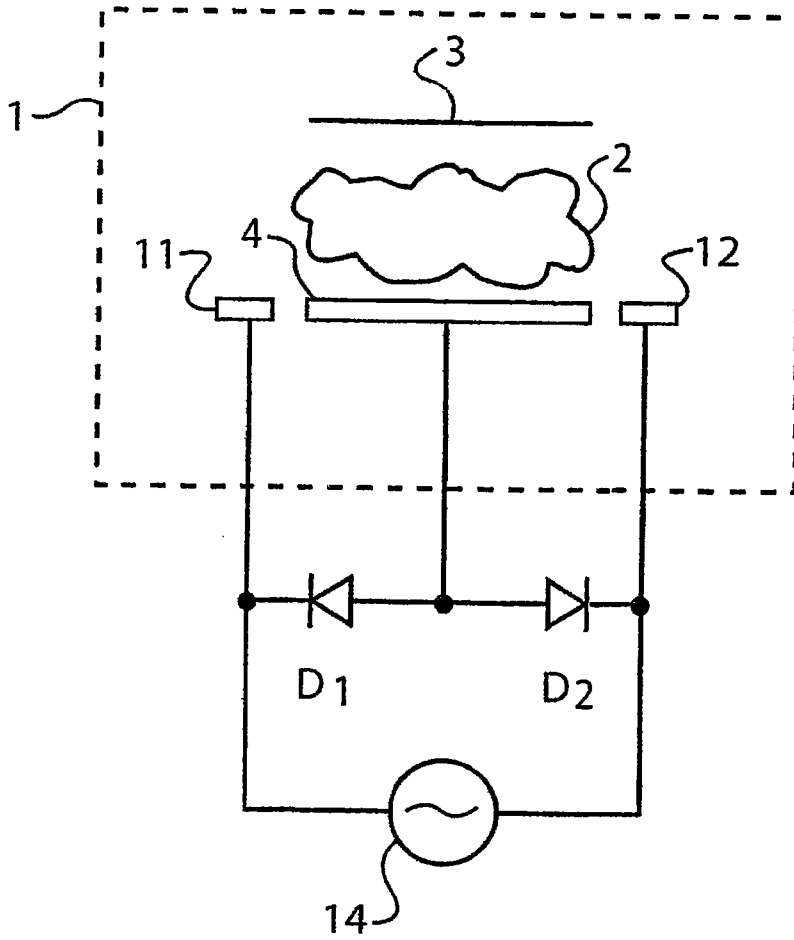


图 3