

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 21/288 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01816765.9

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1333442C

[22] 申请日 2001.6.4 [21] 申请号 01816765.9

[30] 优先权

[32] 2000.10.2 [33] US [31] 09/678,503

[86] 国际申请 PCT/US2001/018229 2001.6.4

[87] 国际公布 WO2002/029875 英 2002.4.11

[85] 进入国家阶段日期 2003.4.2

[73] 专利权人 先进微装置公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 泉明国

[56] 参考文献

JP4-362199A 1992.12.15

US5723028A 1998.3.3

EP0398735A2 1990.11.22

EP0079032A1 1983.5.18

审查员 白燕

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 程伟 王初

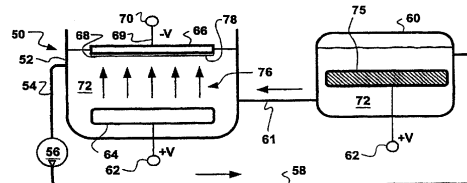
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称

半导体工艺用的具有远程第二阳极的电镀系统

[57] 摘要

本发明提供一种用于半导体晶片(66)的电镀系统(50)，该系统包含通过循环系统(52、56、58)连接至电镀溶液储存槽(60)的电镀腔体(52)。该半导体晶片(66)和惰性主阳极(64)用于阴极并在电镀腔体(52)中。在电镀溶液储存槽(60)内的可消耗式远程次阳极(75)提供用于电镀的金属离子。



1. 一种用于半导体晶片(66)的电镀系统(50)，包括：
电镀腔体(52)；
连接至该电镀腔体(52)的电镀溶液储存槽(60)；
在该电镀腔体(52)与该电镀溶液储存槽(60)之间用于循环电镀溶液(72)用的循环系统(52、56、58、61)；
位于该电镀腔体(52)内且连接至正电压源(62)的惰性主阳极(64)；
位于该电镀腔体(52)内且将该半导体晶片(66)连接至负电压源(70)的半导体晶片连接线(69)；以及
位于电镀溶液储存槽(60)内且连接至该正电压源(62)的可消耗式远程次阳极(75)。
2. 如权利要求 1 所述的电镀系统(50)，其中该循环系统(52、56、58)包含用于由该电镀腔体(52)抽取电镀溶液至该电镀溶液储存槽(60)的泵系统(56)。
3. 如权利要求 1 所述的电镀系统(50)，其中该的循环系统(56、61)包含用于由该电镀溶液储存槽(60)抽取电镀溶液至该电镀腔体(52)的泵系统(56)。
4. 如权利要求 1 所述的电镀系统(50)，其中该半导体晶片(66)具有导电种子层(68)且在电镀腔体(52)内包含电镀溶液(72)以与该导电种子层(68)接触。
5. 如权利要求 1 所述的电镀系统(50)包含正电压源(62)及负电压(70)源。
6. 一种用于半导体晶片(66)的铜电镀系统(50)，该系统具有铜电镀腔体(52)及连接至该铜电镀腔体(52)的铜离子电镀溶液储存槽(60)，且该系统特征在于：

在该铜电镀腔体(52)与该铜离子电镀溶液储存槽(60)之间提供用于循环铜离子电镀溶液(72)的循环系统(52、56、58、61);

在该铜电镀腔体(52)内具有可连接至正电压源(62)的惰性白金阳极(64);

在该铜电镀腔体(52)内具有可将该半导体晶片(66)连接至负电压源(70)的半导体晶片连接线(69); 以及

在该铜电镀溶液储存槽(60)中具有可连接至该正电压源(62)的远程可消耗式铜阳极(75)。

7. 如权利要求 6 所述的铜电镀系统(50), 其中该循环系统(52、56、58)包含用于将铜离子电镀溶液(72)由该铜电镀腔体(52)抽取至该铜离子电镀溶液储存槽(60)的泵系统(56)。

8. 如权利要求 6 所述的铜电镀系统(50), 其中该循环系统(56、61)包含用于将铜离子电镀溶液(72)由该铜离子电镀溶液储存槽(60)抽取至该铜电镀腔体(52)的泵系统(61)。

9. 如权利要求 6 所述的铜电镀系统(50), 其中该半导体晶片(66)具有铜导电种子层(68)并且在该铜电镀腔体(56)内包含铜离子电镀溶液(72)以便与铜导电种子层(68)接触。

10. 如权利要求 6 所述的铜电镀系统(50)包含正电压(62)源及负电压源(70)。

半导体工艺用的具有远程第二阳极的电镀系统

技术领域

本发明涉及半导体制造技术，且尤其涉及采用可消耗式阳极(consumable anodes)的电镀系统。

背景技术

在过去的半导体制造中，有许多工艺在不同的阶段需要电镀以沉积各种材料于半导体晶片上。所有这些系统一般需要人类操作员定时监控或添加电镀材料。因为电镀材料的添加被视为需要某些程度的专家技术及经验，在没有复杂且昂贵的计算机设备的条件下，不可能自动化此类操作。

当产业界以愈来愈细的元件联机试图制造越来越小的半导体元件时，可以发现用于使用元件连接的已知金属化技术已不足以胜任下一世代的产品。这导致材料例如由铝(Al)至铜(Cu)的转变。

铜并不适合采用适用于铝的金属化技术的沉积而较适合通过溶液的电子或无电极电镀工艺来沉积。随着铜内联机的采用，元件连接技术已投入大量的努力用于半导体的自动化铜电镀技术中。这意味着昂贵设备的引进。这也意味着有许多的努力已花费在试图降低成本上。

用于沉积铜的技术之一是在电镀室中使用可消耗式主阳极(consumable primary anodes)。当可消耗式主阳极消耗时，该阳极改变了电镀室中的几何与电动势造成铜的非均匀沉积。铜的非均匀沉积导致后续平坦化步骤的困难度与在半导体晶片周围的集成电路的缺陷。

解决此问题的简单且便宜的方法已让本领域技术人员寻找及困惑多时。

EP-A-0398735 揭露了一种用于镀上电子部件的电镀系统，该系统包括一电镀室，其中具有五个由惰性金属墙所区隔的纵向信道，彼此相互连结以作为阳极，而且，接收有一具有十片部件的板体，彼此相互连结以作为阴极。除了该电镀室之外，另外提供一贮藏容器，其中

包含焊球或其它电镀材料，以及一对相互连结以作为阴极与阳极的墙。在贮藏容器内的电解过程是将电解材料溶解成溶液，然后将所得到的电解溶液注入电解室内藉以镀上部件。

JP-A-04362199 揭露了一种电镀装置，包括一装盛一镀铜溶液的电镀容器，其中具有一对不可溶解的阳极和一即将镀上薄膜的底材的阴极。该溶液是由一电解质单元注入至该电镀容器，其中包含一可消耗的铜阳极和一当作不可溶解的阴极的白金电极。藉由电解的方式将铜离子形成于电解质单元中。

US-A-5723028 揭露了在半导体晶片上的铜薄膜的电镀。

发明内容

本发明提供用于半导体晶片的电镀系统，该系统包含具有藉由循环系统与电镀溶液储存槽相连的可消耗式远程次阳极的电镀腔体。半

导体晶片用来做为阴极而在电镀腔体中具有惰性主阳极，并使用电镀溶液储存槽中的远程可消耗式次阳极提供用于电镀的金属离子。可消耗式屏蔽次阳极的消耗并不会改变电镀腔体内的几何与电动势并维持易于平坦化的均匀的厚度导体核心沉积。

本发明还提供一种用于半导体晶片的铜电镀系统，该系统包含具有通过回收系统与铜电镀溶液储存槽相连的可消耗式铜远程次阳极的电镀腔体。半导体晶片使用作为阴极并在电镀腔体中具有惰性白金(Platinum)阳极，并用电镀溶液储存槽中的远程可消耗式次阳极用于电镀时提供金属离子。可消耗式铜屏蔽次阳极(consumable copper shielded secondary anode)的消耗并不会改变电镀腔体内的几何与电动势并维持易于平坦化的均匀厚度导体核心沉积。由阅读下列详细说明书并结合附图，本发明的上述及附加的优点对于本领域普通技术人员将会变得显而易见。

附图说明

图 1(现有技术)显示含有可消耗式阳极的电镀腔体；

图 2(现有技术)显示具有部分可消耗式阳极已经消耗的电镀腔体；
以及

图 3 显示本发明的具有远程阳极的电镀腔体。

具体实施方式

现在参考图 1(现有技术)，此处显示具有电镀腔体 12 的电镀系统 10。电镀腔体 12 具有连接至循环泵 16 的出口 14，该循环泵更连接至通往该电镀腔体 12 的输入 18。

在电镀腔体 12 中为连接至正电压源 22 的可消耗式主阳极 20。

在可消耗式主阳极 20 的上方为具有导电种子层 26 在晶片上的半导体晶片 24。该导电种子层 26 经由连接线 28 连接至负电压源 30 并且用于在电镀过程中作为阴极。

半导体晶片 24 已经过定位以便放置该导电种子层 26 与电镀溶液 32 接触。

对于铜的电镀，该可消耗式主阳极 20 是由铜所制成且该电镀溶液

32 中含有自由铜离子。当施加电压后,铜离子由可消耗式主阳极 20 沿着由直箭头 34 所标示的电动势场经由电镀溶液 32 迁移至导电种子层 26。电镀溶液 32 由循环泵 16 循环以当导电种子层 26 上的阴极反应引起金属铜在导电种子层 26 上沉积时尽可能维持固定的铜离子浓度。

现在参考图 2(现有技术),图 2 显示在电镀工艺期间的电镀系统 10。该可消耗式主阳极 20 呈现部分消耗及在尺寸上显著减少,该尺寸的缩小改变电镀腔体 12 内的几何及电动势。如曲形箭头 35 所标示的,电动势场的形状影响半导体晶片 24 的导电种子层 26 上的金属离子的沉积。

由于电镀腔体 12 中的几何与电动势场的改变,在半导体晶片 24 上的金属 27 的沉积将不平整且一般呈凹状。在可消耗式主阳极 20 与半导体晶片 24 之间的最短距离处金属 27 将会最厚,并且在可消耗式主阳极 20 与半导体晶片 24 分开较远处金属 27 将会较薄。

金属 27 的厚度变化使其难以通过后续的化学机械平坦化工艺(chemical-mechanical planarization process)适当地平坦化该半导体晶片 24 而导致在半导体晶片 24 周围附近的集成电路有缺陷。

现在参考图 3,图 3 显示依据本发明的电镀系统 50。电镀系统 50 包含具有输出 54 连接至循环泵 56 的电镀腔体 52,该循环泵 56 则更通过输入 58 连接至电镀溶液储存槽 60。电镀溶液储存槽 60 通过第二输入 61 连接至电镀腔体 52。

在电镀腔体 52 中为连接至正电压源 62 的惰性主阳极 64。该惰性主阳极 64 为一种在电镀工艺中不参与且不会消耗的物质,诸如白金(Pt)。

在惰性主阳极 64 上方为具有导电种子层 68 在晶片上的半导体晶片 66。该导电种子层 68 通过连接 69 连接至负电压源 70 并作为在电镀工艺中的阴极。半导体晶片 66 经由定位以便放置导电种子层 68 与电镀溶液 72 接触。

在电镀溶液储存槽 60 中为可消耗式远程次阳极 75。该可消耗式远程次阳极 75 连接至正电压源 62 并且经由第二输入 61 以流体与惰性主阳极 64 连通。

该可消耗式远程次阳极 75 置于适当处,以便当该阳极 75 消耗时,

在电镀腔体 85 内的几何与电动势场并不改变, 故对于电镀在导电种子层 68 上的金属离子而言, 电动势场永远相同并且如直箭头 76 所标示直接在惰性主阳极 64 与半导体晶片 66 之间。

借着电动势场是直进的, 在导电种子层 68 上的电镀金属 78 将具有均匀的厚度, 该均匀厚度将可轻易的由后续的化学-机械平坦化工艺来平坦化。

在操作上, 该可消耗式远程次阳极 75 导入金属离子至电镀溶液储存槽 60 内的电镀溶液 72 中。接着该电镀溶液 72 通过重力馈入(如图所示)或泵抽取(未显示)而循环至电镀腔体 52 中。在电镀腔体 52 中, 惰性主阳极 64 及导电种子层 68 提供电动势以沉积金属离子于导电种子层 68 上。

当金属离子沉积且电镀溶液 72 变稀薄后, 该电镀溶液 72 通过泵(如图所示)或重力馈入(未显示)循环回至电镀溶液储存槽 60, 其中该可消耗式远程次阳极 75 将均匀的补充金属离子。

在铜的沉积中, 铜的导电种子层 68 是通过如溅镀或是化学气相沉积而沉积的, 而该惰性主阳极 64 则为白金(Pt), 并且可消耗式远程次阳极 75 则为金属铜。

通过在电镀腔体 52 中具有惰性主阳极 64, 在电镀腔体 52 中的几何与电动势场在电镀期间不会改变, 因为惰性主阳极 64 不会分解并且因为可消耗式远程次阳极 75 位于独立于电镀腔体 52 的几何与电动势场的分离区域内。

在本发明结合特定最佳模式而描述后, 需了解的是很多替代方法、修正及变化对于依照前面的叙述而本领域普通技术人员将会是显而易见的。因此, 本发明意在包含所有落在附加的权利要求内的精神与领域的此类的替代方法、修正及变化。所有由前面至今(hither-to-fore)所提出或显示于伴随的附图的内容将为例证的说明而非限定该意义。

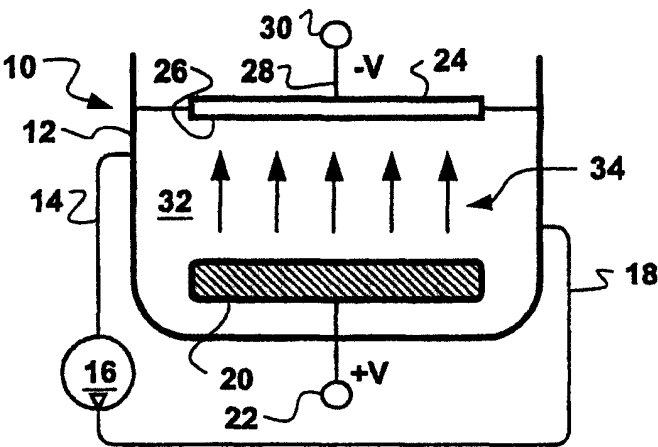


图 1

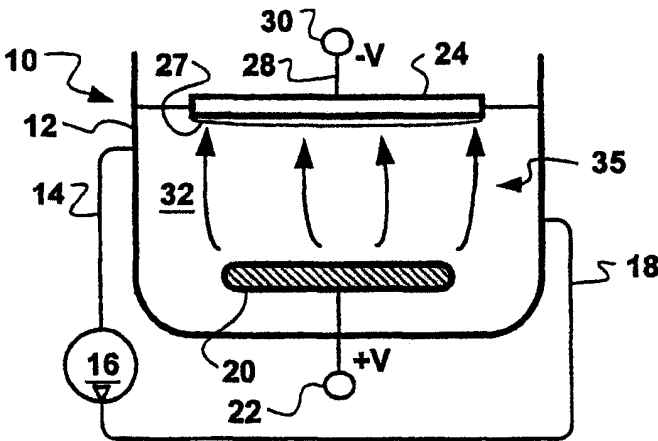


图 2

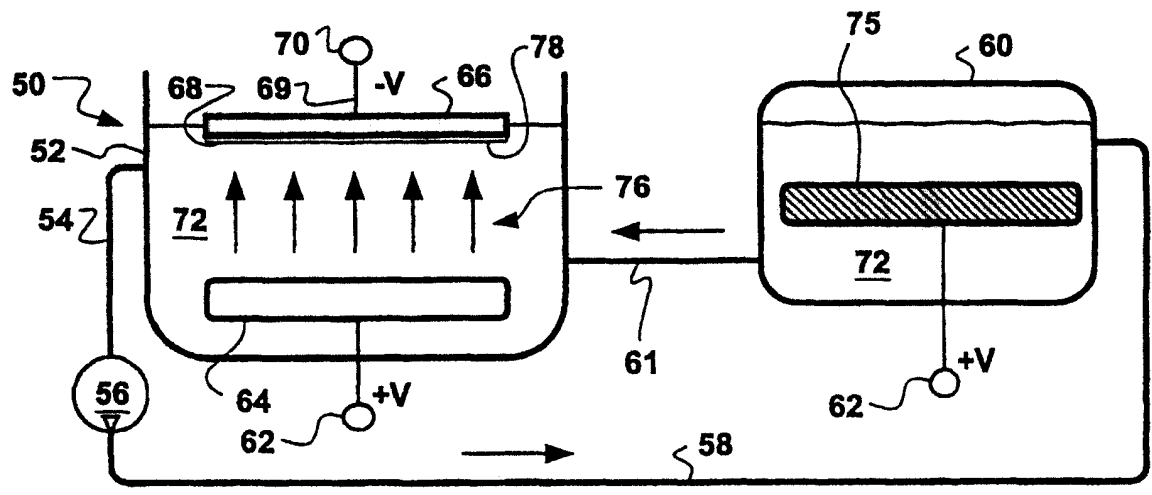


图 3