

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00129033.9

[51] Int. Cl.

B01D 29/72 (2006.01)

B01D 35/20 (2006.01)

B24B 57/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 3 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1305547C

[22] 申请日 2000.9.27 [21] 申请号 00129033.9

[30] 优先权

[32] 1999.9.28 [33] US [31] 09/407, 211

[73] 专利权人 自由度半导体公司

地址 美国得克萨斯

[72] 发明人 詹姆斯·F·瓦尼尔

[56] 参考文献

JP63291611A 1988.11.29

US5895550A 1999.4.20

US5799643A 1998.9.1

JP6106478A 1994.4.19

审查员 孙海燕

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 王永刚

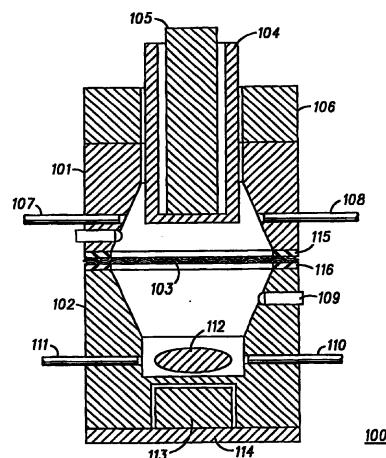
权利要求书 2 页 说明书 24 页 附图 2 页

[54] 发明名称

过滤装置及其使用方法

[57] 摘要

超声驱动器(105)用于使过滤盘(103)在超声频率下振动。振动用于将聚结破碎成能通过过滤盘(103)的较小片。控制能量，使颗粒破碎时给予颗粒的平移能量最小防止再聚结。振动频率和幅度控制为在没有能量气蚀或低能量气蚀的情况下工作。



1. 一种使用化学机械平面化设备制造集成电路的方法，其特征在于，包括以下步骤：

将半导体晶片提供给所述化学机械平面化设备；

振动与一种胶态悬浊液中的聚结接触的一个过滤元件，并改变所述振动的频率；

破碎所述胶态悬浊液中接触所述过滤元件的所述聚结；和使破碎后的聚结通过所述过滤元件到达所述半导体晶片。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述的破碎后的聚结通过所述过滤元件的步骤包括：在使用点使破碎后的聚结实时通过所述过滤元件。

3. 一种过滤胶态悬浊液的方法，其特征在于，包括以下步骤：

振动与所述胶态悬浊液中的聚结接触的一个过滤元件，并改变所述振动的频率；和

将接触所述过滤元件的所述胶态悬浊液的聚结破碎成为颗粒，以便通过所述过滤元件。

4. 一种过滤器，具有一个入口和一个出口，其特征在于，该过滤器包括：

一个室，具有：一个第一容器和一个第二容器，用于分别存储未过滤的材料和已过滤的材料，其中所述过滤器的所述入口耦合到所述第一容器，所述过滤器的所述出口耦合到所述第二容器，所述的出口为一个化学机械平面化设备提供已过滤的材料；

一个振动设备，耦合到所述室，用于以超声频率或高于超声频率的频率产生振动，其中所述的振动设备包括：一个压电驱动器；和

一个过滤元件，用于将所述室的第一容器与所述室的所述第二容器分隔开，所述的过滤元件响应于所述振动设备。

5. 根据权利要求4所述的过滤器，其特征在于，所述的过滤元件是丝网过滤器。

6. 根据权利要求4所述的过滤器，其特征在于，所述的第一容器和所述的第二容器都具有一个圆锥形的尖锥。

过滤装置及其使用方法

技术领域：

本发明一般涉及过滤，特别涉及过滤用于平面化半导体晶片的胶态悬浊液。

背景技术：

在制造先进的集成电路时，采用化学机械平面化（CMP）工艺来平面化结构。CMP几乎用于半导体器件制造的所有阶段。例如，化学机械平面化允许通过局部平面化形成精细的几何结构，对于整个晶片的平面化来说，形成高密度的通路和互连层。在集成电路制造工艺中经历 CMP 的材料包括单晶和多晶硅、氧化物、氮化物、聚酰亚胺、铝、钨和铜。

半导体工业中，抛光期间，半导体晶片由化学机械平面化设备的晶片载体支撑。于是，CMP也称作化学机械抛光。以胶态溶液为特征的浆料包括用于去除半导体晶片上材料的磨料和化学试剂，浆料施加于抛光介质的表面。抛光介质柔韧，用于浆料的传输。抛光介质设置于已知为台板的旋转盘上。晶片载体携带与之接触的半导体晶片，并与抛光介质的表面共面。晶片载体施加预定的力，以确保浆料研磨半导体晶片的表面。一般说，抛光工艺期间，晶片载体和台板都旋转。

抛光工艺用的化学试剂和磨料的类型根据从半导体晶片上去除的材料而变化。抛光工艺的局限大部分受抛光浆料中颗粒尺寸的控制。半导体制造者在半导体晶片处理期间一般不过滤抛光浆料。由于过滤器成本以及需要连续维护过滤器，所以对于胶态悬浊液来说过滤非常昂贵。还有一些关于颗粒从过滤器脱出、由于堵塞造成的低流量、和胶态悬浊液中合适固体损失的问题。颗粒尺寸的绝对极限由生产抛光化学试剂的化学制造商决定。在半导体制造地，运输和使用之间的时间延续会使抛光浆料聚集产生较大颗粒。增强聚集作用的机制是冷凝、干燥和过度搅动。较大颗粒在抛光工艺期间在

半导体晶片上产生划痕，会影响晶片的成品率和产品可靠性。

因此，有利的是具有能够以在工业应用中允许实时进行过滤的流速来过滤胶态悬浊液的过滤器。更具体说，希望过滤器允许在化学机械平面化设备中在使用点进行过滤，以将颗粒尺寸减小到最佳数值，提高抛光浆料的均匀性。更有利的是过滤器需要很少或不需要维护，并对工厂中半导体晶片产率没有影响。

发明内容：

根据本发明的一个方面，这里提供一种使用化学机械平面化设备制造集成电路的方法，其特征在于，包括以下步骤：将半导体晶片提供给所述化学机械平面化设备；振动与一种胶态悬浊液中的聚结接触的一个过滤元件，并改变所述振动的频率；破碎所述胶态悬浊液中接触所述过滤元件的所述聚结；和使破碎后的聚结通过所述过滤元件到达所述半导体晶片。

根据本发明的另一个方面，这里提供一种过滤胶态悬浊液的方法，其特征在于，包括以下步骤：振动与所述胶态悬浊液中的聚结接触的一个过滤元件，并改变所述振动的频率；和将接触所述过滤元件的所述胶态悬浊液的聚结破碎成为颗粒以便通过所述过滤元件。

根据本发明的再一个方面，这里提供一种过滤器，具有一个入口和一个出口，其特征在于，该过滤器包括：一个室，该室具有：一个第一容器和一个第二容器，用于分别存储未过滤的材料和已过滤的材料，其中所述过滤器的所述入口耦合到所述第一容器，所述过滤器的所述出口耦合到所述第二容器，所述的出口为一个化学机械平面化设备提供已过滤的材料；一个振动设备，耦合到所述室，用于以超声频率或高于超声频率的频率产生振动，其中所述的振动设备包括：一个压电驱动器；和一个过滤元件，用于将所述室的第一容器与所述室的第二容器分隔开，所述的过滤元件响应于所述振动设备。

根据本发明的又一个方面，这里提供一种化学机械平面化设备，其特征在于，包括：一个台板，在其表面上具有一种抛光介质；和一个浆料运输系统，用于提供分散在所述抛光介质上的浆料，其中所述的浆料运输系统包括一个过滤器，所述的过滤器包括：一个室，具有一个第一容器和一个第二容器，其中所述的第一容器和所述的第二容器具有一个圆锥形的尖锥；一个入口，用于接收浆料；一个出口，用于提供已过滤的浆料；一个振动设备，耦连到所述的室，用于以超声频率或高于超声频率的频率产生

振动；和一个过滤元件，位于所述室内，所述的过滤元件响应所述的振动装置，其中所述的浆料运输系统提供从所述过滤器来的已过滤的浆料，以便分散在所述的抛光介质上。

所述的第一容器和所述的第二容器都具有一个圆锥形的尖锥。

所述的振动设备包括：一个超声驱动器；和在所述过滤元件与所述超声驱动器之间的间距约为 $3/4$ 波长。

附图说明：

图 1 是根据本发明的过滤器的剖面图；

图 2 是用于制造半导体晶片、包括胶态悬浊液过滤器的化学机械平面化设备的俯视图；

图 3 是未过滤的 SC112 胶态悬浊液和根据本发明一个实施例过滤了的胶态悬浊液 SC112 的曲线；及

图 4 是未过滤的 MSW 1500 胶态悬浊液和根据本发明一个实施例过滤了的胶态悬浊液 MSW 1500 的曲线。

具体实施方式

一般说，化学机械平面化 (CMP) 用于去除材料以得到平整度，或去除半导体晶片被处理侧的整个薄膜。理想情况下，应从半导体晶片上去除均匀的材料量，留下高度平整的表面，以便在其上继续晶片处理。抛光工艺的任何不均匀都会导致成品率降低或长期器件可靠性问题。均匀性是半导体晶片上表面高度偏差的度量。半导体工业中，某些普通化学机械平面化工艺用于去除氧化物、多晶硅、钨和铜。

通常用于半导体工业的化学机械平面化设备能够实现 6 - 12 % 的晶片均匀性。这种均匀性水平对于形成临界尺寸为 0.18-0.35 微米的器件来说已足够。将来，由于半导体工业将向着临界尺寸为 0.10 微米以下发展，所以需要抛光均匀性为 1 - 3 %。随着半导体晶片直径从 200 毫米增大到 300 毫米，平面化问题将变得更严重。

半导体领域已识别出两种对较小尺寸和较大晶片尺寸化学机械平面化变化有明显影响的因素。如前所述，抛光的半导体晶片上的平整度及各管芯上的平整度是以非常小尺寸形成器件及互连结构的关键因素。其它因素包括由于抛光浆料中的大磨料颗粒造成的划

痕。划痕的大小和频率会影响晶片成品率，影响器件的长期可靠性。

理想情况下，抛光浆料包括尺寸分布范围窄的磨料颗粒，即磨料颗粒具有均匀尺寸，磨粒颗粒在浆料中以恒定的密度分布。实际上，多数抛光浆料是从颗粒尺寸分布很宽的化学试剂供应者那里配送的。半导体制造者不立即使用抛光浆料，于是在配送和使用之间会发生聚结。聚结使两个或更多颗粒结合在一起，形成较大颗粒。聚结增大了颗粒尺寸分布，会降低抛光浆料的质量。实际上，有一些抛光浆料对抛光半导体晶片非常有效，但由于聚结问题而不能使用。在半导体晶片处理时，对于小特征尺寸来说，不容易进行化学机械平面化，同时无法控制使用时的颗粒尺寸及其分布。

这种情况下，颗粒尺寸分布由抛光化学试剂的制造者决定。化学试剂制造者使用深度介质过滤器过滤出大于预定尺寸的颗粒。使用深度介质过滤器的问题是很快堵塞，要求不断地监视、维护、和替换。由于过滤器变填塞或堵塞，所以设备需要连续维护，这种情况下深度介质过滤器、薄膜过滤器等对于半导体制造环境存在负面影响，所以会影响晶片处理质量和产率。在除半导体工业外，例如美容业或制药业，胶态悬浊液应用中用深度介质过滤器也具有类似的问题。提供 CMP 浆料的化学试剂公司迫于半导体制造商的压力，在运送到最终使用者手里之前会预过滤它们的产品，因而要承担过滤工艺的高标准维护要求及质量和成品率下降的负担。化学试剂供应公司会把过滤的成本计入抛光浆料的价格中，这样会提高制造集成电路的成本。另外，虽然从经济上考虑希望运输和存储浓浆料，然后在使用点 / 使用时间稀释到最终使用浓度，稀释过程中形成的结块不造成对晶片的严重损伤。需要在使用前进行某种过滤以去除结块。大量、大尺寸的结块会引起过滤器非常迅速的填塞或堵塞。保持合适浆料颗粒尺寸、分布和密度的难度向胶态悬浊液的最终使用者提出了挑战。实际上，半导体制造者向化学试剂制造者支付了稀释它们的抛光化学试剂并过滤所稀释的浆料以确保浆料离开它们的工厂时具有特定的颗粒尺寸和密度的费用。

过滤工艺是所属领域去除固体或液体中的特定尺寸以上颗粒众所周知的技术。过滤器一般具有使小于开口尺寸的材料通过的开口，或具有选择性允许材料通过的膜片。过滤器中的开口或膜片主要确定允许通过的颗粒尺寸。所有过滤技术中一条不变的原则是过滤部件上迫使将被过滤的材料通过过滤部件的梯度。例如，压力梯度是一种物理机制，通过该梯度材料被迫通过过滤器。电场或磁场是另一种用于迫使材料通过过滤器的机制。

如上所述，用于除去胶态悬浊液中尺寸大于预定尺寸颗粒的一种普通过滤器是深度介质过滤器。压力梯度迫使胶态悬浊液通过深度介质过滤器。深度介质过滤器包括非晶纤维或丝构成的层。非晶纤维产生穿过过滤器的随机通道，允许较小颗粒容易通过。深度介质过滤器例如聚丙烯过滤器是一种真三维过滤器，每单位面积的纤维间隔和纤维密度决定过滤特性。

过滤过程期间，压力梯度使胶态悬浊液中的较大颗粒保持在过滤器的表面，减小了过滤器的本来孔尺寸。过滤器表面的阻塞已知为过滤器填塞。填塞减小了过滤器的流量。颗粒也会被俘获在过滤器内。这种现象称作过滤器堵塞。被俘获颗粒的尺寸可以大于标称过滤器的孔尺寸。这些被俘获颗粒中的某些会在所谓的脱落过程中通过过滤器进入胶态悬浊液的被过滤侧。

一般说，过滤器的性能以实际应用时过滤器产生的颗粒尺寸分布为特征。过滤器性能的一种测量方法是过滤器所去除的颗粒的标称尺寸。过滤器性能的另一种测量方式是表示过滤器将以接近 100% 的效率去掉的最小颗粒的绝对比率。一般说，用深度介质过滤器过滤的胶态悬浮将具有象钟曲线的形状的颗粒尺寸分布图形。较大颗粒过滤后不聚结且通过过滤器的较大颗粒会刮伤晶片。所以，由于刮伤和刨削造成的损失，对于小器件几何结构的大晶片尺寸来说，深度介质过滤器不能充分过滤颗粒满足半导体工业的成品率要求。

以下介绍一种过滤方法和过滤设备，允许在使用时过滤胶态悬

浊液。使用时过滤提供了许多优点。使用时过滤的第一个优点是降低成本。半导体制造者不必象目前那样为稀释和过滤抛光化学试剂而向化学试剂公司支付费用。接受不稀释浆料的第二个优点是使用时更有效地控制精确的化学试剂。所以允许半导体制造者针对特定的工艺流量标定通过化学试剂的材料去除率。使用时过滤的第三个基本优点是可以使用许多由于聚结问题以前不考虑的抛光化学试剂。使用时过滤的第四个优点在于颗粒尺寸分布改进。具体说，进一步向着理想情况的收紧的颗粒尺寸分布将使化学机械平面化工艺向着更小器件尺寸变化。最后，过滤器可以设置在制造工艺使用的地点。在用于制造工艺时，使用点过滤可以保证浆料的最佳颗粒尺寸分布。使用点过滤可以提高制造成品率和元件长期可靠性。

通过在过滤前使结块破裂可以部分实现使用时过滤胶态悬浊液。换言之，再加工胶态悬浊液，使较大颗粒尺寸减小成较小颗粒。悬浊液中颗粒的再加工极大减小了填塞过滤器的颗粒尺寸，使颗粒尺寸分布更趋于理想化。实时使用意味着可以实现连续流量，从而允许制造过程中有效使用过滤器。

一般情况下，由于防止了胶态悬浊液中的大颗粒通过过滤器，市售的过滤器会迅速填塞。一段时间后，由于过滤器表面上或过滤器内俘获颗粒，所以过滤器的规格变化。一般说，由于颗粒填塞或堵塞过滤器，所以趋势是去除越来越小的颗粒。过滤器本来规格的变化引起了流量下降，整个磨料颗粒计数减少。有时，流量和抛光速度低到无法满足制造环境的需要。例如，使用深度介质过滤器过滤用于平面半导体晶片的胶态悬浊液，会在过滤器的流量在大约数秒内填塞，尤其是在用去离子水稀释浆料时。

已采用其它措施来保持市场上可买到的标准过滤器的过滤器流量。周期性地冲洗过滤器上的大颗粒并从过滤系统中去除之是一种技术。由于无法保持制造过程中需要的连续浆料流量，所以将不再采用在数秒内或数分钟内过滤器填塞的上述例子进行冲洗。换言之，过滤工艺基本上处于开始和停止冲洗颗粒的状态，所以降低了

工厂的晶片产率。

防止填塞的另一种方法是冲刮。冲刮是一种在过滤器表面上产生剪切作用去除表面上的颗粒的方法。冲刮过的干净表面不能产生胶态悬浊液需要的结果。冲刮从表面去掉的颗粒会移到颗粒流入的通道，产生更严重的聚结，通过冲刮作用从过滤器表面上去掉的曾累积的大颗粒实际形成过滤器的阻塞物，会降低流量，所以不能满足制造过程需要的连续实时流量。

连续再加工胶态悬浊液将大颗粒数量减少到在实际过滤可接受周期内过滤器中不发生填塞的水平。例如，通过该再加工工艺，会在数秒内填塞标准过滤器的半导体晶片化学机械平面化工艺所用胶态悬浊液将累积颗粒，几小时后，也会影响流量。这种时间比例对应于大于处理整批半导体晶片需要的时间周期。所以，在新一批晶片进入平面化工艺时或平面化工艺中发生其它事情时，将对过滤器进行颗粒冲洗，造成了相当于冲洗过滤器所需要时间长度的停机时间，所以对晶片产率具有负面影响。

对胶态悬浊液施加能量，以便过滤前破碎结块。例如，可以使用例如电、磁、声、和光等能源提高胶态悬浊液的动能。具体说，在结块上施加能量，将结块上的颗粒彼此分开。在过滤器的一个实施例中，采用声能破碎胶态悬浊液的大颗粒。可以用以金属网为特征的微孔丝网作过滤元件。超声波探针与丝网接触式或靠近丝网设置，以使过滤器振动。选择振动的频率和幅度，使之与颗粒尺寸范围和胶态悬浊液相适应。

再加工胶态悬浊液的理想丝网是准两维过滤器。准两维过滤器具有对应于将通过该过滤器的最大颗粒尺寸的开口，厚度接近零，即深度为零。这种两维过滤器能够接受，并能在例如超声波探针等振动元件的频率输出下振动。丝网过滤器由丝网纺织层构成。丝网被纺织成形成标称开口尺寸。丝网过滤器与深度介质过滤器不同，更接近两维过滤器，其中颗粒一般不会被俘获到丝网的两层之间。

通过分析引起聚结的原理，可以很好地理解再调节胶态悬浊液

中颗粒尺寸分布的工艺。在使用之前，胶态悬浊液中颗粒的聚结是颗粒变得大于标称尺寸的一个原因。聚结的作用使较小颗粒形成较大颗粒。聚结基本上由使表面能最小的热动力和范德瓦尔结合力引起。这种表面能量主要由非最佳表面原子键造成。许多因素都会提高胶态悬浊液内聚结的速率。高温和剪切力给予颗粒足够的能量发生聚结。电解浓度或 pH 的变化会减少表面电荷，防止颗粒发生聚结。胶态悬浊液的干燥由于实际上迫使颗粒更彼此靠近所以减少了阻挡。低温会产生饱和溶液，随后，再溶解于胶态悬浊液中的固体沉积。最后，胶态悬浊液中的沾污或脱落的成分都会加速聚结过程。

特别应注意，浆料化学试剂制造者花费了很大力气防止聚结。已开发出了用于减少化学试剂离开工厂时和最终使用者使用时之间的聚结的技术。静电稳定是这样一种技术，可以给胶态悬浊液的颗粒较大的表面电荷和电荷符号，以使颗粒之间相互排斥。至少可以使用三种不同的方法改变胶态悬浊液中颗粒的电荷大小和电荷符号。第一种方法是控制影响对表面电荷有贡献的离子的胶态悬浊液的 pH 值。第二种方法是控制影响对表面电荷有贡献的离子的电解浓度或类型。第三种方法是吸收特定有机或无机物质，以占据有效键合点，从而改变表面电荷。对于防止聚结同时不改变胶态悬浊液中颗粒的电荷的有效方法是硬脂稳定。硬脂稳定是将有机物质吸收到颗粒表面上，从而物理上防止颗粒间的密切接触。

如上所述，选择用于振动两维过滤器的频率和幅度与要过滤的颗粒尺寸相适应。频率和幅度选择的因素是化学试剂制造者用于防止聚结的技术。过滤技术不应改变颗粒电荷或去掉防止聚结的敷层。当在胶态悬浊液中的颗粒上加能量时，容易发生对胶态悬浊液的电荷或化学性质的干扰。在颗粒上剪切力或以太大的力击打颗粒都会改变胶态悬浊液的质量。换言之，以不合适的量或错误的方式在颗粒上加能量都将在过滤后迅速发生颗粒聚结。由于导致了对颗粒尺寸分布的失控，所以过滤后的聚结会对制造过程产生非常不良的后果。

在过滤器的一个实施例中，丝网在超声频率以上即 20Khz 以上振动。胶态悬浊液相对过滤元件处于压力下。较大颗粒被丝网挡住。理论上，高频率、低幅度振动的丝网会使大颗粒分离成较小颗粒，同时不改变化学制造者提供的化学试剂。例如，较小颗粒上的高电荷或隔离敷层会在过滤后保持完整无损。通过在稳定态下测量非过滤样品中的聚结速率可以试验该理论。过滤后，进行同样的试验，聚结速率没有退化，所以表明过滤期间防止聚结的机制没有改变。

振动的频率和振动的幅度也选择为限制破碎的大颗粒成分的运动。例如，不正确的频率和幅度会在去聚结 / 过滤工艺期间产生向着较小颗粒的明显平移运动。这样的结果没有任何好处，或是更不利的，聚结数增大。如果由较大颗粒破碎成的颗粒被给予足够的平移运动，使它们移动到靠近或与其它颗粒切变接触，到达过滤元件，新的聚结将形成。限制去聚结颗粒的平移运动使它们在再聚结前被过滤。

研究过滤元件移动通过胶态悬浊液时发生的现象发现了过滤器设计的另一因素。过滤器高速运动将产生局部气蚀。气蚀的意思是在液体介质中形成空穴或气泡。过滤元件的反向和正向运动推拉过滤元件附近的液体。在超声波的压力低于环境时，气穴会形成，并在所加的超声场作用下膨胀。在发生气蚀时会产生两种类型的空穴。第一种由液体中或与液体接触表面上溶解或俘获的气体产生。第一种气蚀的密度较低。第二种由液体自身的汽化产生。汽化气蚀的密度较高。

由于散射气蚀分散了超声波的能量，并妨碍了传输过气蚀区。气蚀的猛烈程度是在膨胀前塌陷成最小半径瞬间之前的气泡半径比的函数。最猛烈的气蚀发生在气泡达到其在低于所加波的四分之一周期内非常大地塌陷时的半径时。临界气泡半径是波长的函数。气蚀的密度取决于气蚀核的尺寸、声场的波长及声场的强度。

多数液体含有成核中心，气蚀气泡围绕之生成。这些成核中心可由浸渍表面上分散的灰尘颗粒突起或微小气泡构成。气蚀气泡形

成的随后塌陷期间局部发生大应力。温度可以达到 7204 摄氏度，压力可以高达 52732500 千克 / 平方米。气蚀的猛烈程度会在过滤器中产生严重问题。例如，气蚀增强了化学活性，会迅速侵蚀过滤系统的元件，例如超声波探针或过滤元件。超声波探针的侵蚀会改变振动分布图型、频率、或造成探针的完全失效。过滤元件的侵蚀还会造成大的开口，将允许较大颗粒通过，并最终导致过滤元件失效。类似地，气蚀中产生的高温高压会使过滤元件疲劳和产生机械失效，因而妨碍了在长期可靠性非常重要的制造过程中的使用。胶态悬浊液的化学性质也会因气蚀而改变，使之无法使用或对于制造应用来说效率低下。气蚀会使悬浮的颗粒破裂或破碎，乳化胶态悬浊液，在整个悬浊液中分散太小的颗粒。

过滤过程的一个例子以最佳方式示出了驱动器频率和气蚀相对于过滤操作如何变化。例如，球形颗粒的胶态悬浊液具有直径大于 0.2 微米的颗粒分布。理想情况下，过滤后，胶态悬浊液中颗粒直径小于约 0.2 微米。以等于颗粒最大尺寸的波长使过滤元件振动，破碎结块，同时具有小的或没有平移运动。实际上，可以发现，通过选择波长等于需要再加工的颗粒的标称尺寸的步骤，可以得到最佳结果，例如，7.6Ghz 的频率具有约 0.2 微米的波长。使例如丝网过滤器以此速度振动是不现实的。过滤元件会迅速疲劳甚至破裂。另外，在这样高的频率下，能量在胶态悬浊液中的传播非常差。另外，过滤元件的运动不得不限制为极小的位移。此时，无效的过滤材料需耐受以这样速度连续运动造成的张力。

操作频率降低到过滤元件和超声驱动器在制造过程需要的长期使用下幸存下来的程度。频率也根据超声驱动器的特性选择。压电驱动器一般用于在超声频率下产生振动。为用于过滤应用而定制的超声驱动器的实施例包括耐腐蚀的低惯性的调谐块。调谐块允许以再加工胶态悬浊液需要的功率水平精确且稳定的振动。低惯性元件需要较少能量便可运动，并且不容易发生引起超声驱动失效的疲劳。如果用于例如半导体晶片的化学机械平面化等应用，超声驱动

器也会经历腐蚀性化学试剂。满足这些要求的超声驱动器市场上买不到。制造成满足以上所列这些要求的定制超声驱动器具有超过 100 瓦的功率输出。在过滤器实施例中，超声驱动器在约 132Khz 的频率下工作。不锈钢丝网过滤器可以在这些频率下在延长的周期内可靠地振动，并且没有疲劳或失效。

一般说，多数胶态悬浊液含有溶解气体。在低超声频率下工作将提供足够的时间和位移形成气泡。如果不控制的话将会对过滤过程产生破坏的气蚀。控制气蚀发生的地方和如何发生的会对过滤过程有所帮助。将气蚀保持在低能量或低密度下，可以防止发生有害影响。在希望的或选择的频率下工作可以去掉胶态悬浊液中产生会塌陷放出能量的气泡的气体。频率选择为在胶态悬浊液的本体中比在例如过滤元件或超声驱动器等表面上更频繁地发生气蚀。如上所述，由液体中或与液体接触的过滤元件表面上溶解或俘获的气体产生的这类气蚀具有较低密度。这种低密度的气蚀能够使超声能在整个过滤体内适当地传播，通过调节气蚀能量实现浆料的去聚结、并可以使过滤元件和超声驱动表面的侵蚀最小。另外，超声波的波长应大到足以引起过滤元件振荡，合适地使大浆料颗粒再加工成 CMP 处理可接受的小尺寸。此外，功率水平可以选择，并设定在防止过度气蚀同时保持使过滤器的不锈钢丝网运动足够的动能的水平。为过滤器应用定制设计的超声驱动器具有从 40 瓦到 200 瓦的可调功率水平。

在过滤器的实施例中，超声驱动器活性表面和不锈钢过滤丝网即过滤元件之间的距离可以调节，以使超声能在不锈钢丝网的射程范围内很好地传播。这可以借助于不锈钢过滤丝网在将要过滤的溶液的上流压力作用下稍向超声驱动器弯曲的事实实现。由于过滤元件是弯曲的，它是非平面的，与超声波在一处以上的位罝有交点。换言之，过滤器表面将沿超声波形具有许多交点。超声波的多数动能在四分之一和四分之三波长处有节点。这些节点附近的能量在不锈钢过滤丝网上环形传播。通过传播能量，由于没有一点具有足够

引起气蚀的能量，所以不锈钢过滤丝网上的气蚀减少，尽管不发生气蚀，但有足够的位移引起对聚结颗粒的物理冲击和破碎。

在过滤器的实施例中，超声频率改变约 (+ / -) 1Khz，使波形在不锈钢过滤网周围及要过滤的溶液本体中运动。所以允许改善过滤区的利用，并防止其它情况下具有较低动能的过滤元件区填塞。改变超声波形的频率即超声波形动能，对于过滤器的所有润湿表面来说，可以防止颗粒沉积和聚结。每秒进行高达 1000 次的这种频移。

图 1 示出了根据本发明用于制造过程的具有足够大流量的胶态悬浊液的使用时过滤的过滤器 100 的实施例。一个室用于容纳胶态悬浊液。该室包括上过滤室 101 和下过滤室 102。过滤盘 103 隔开上下过滤室 101 和 102。未过滤的胶态悬浊液在压力作用下被引入下过滤室 102。超声驱动器 105 使过滤盘 103 振动。胶态悬浊液中不能通过过滤盘 103 的颗粒被过滤盘 103 再加工成较小颗粒。再加工的较小颗粒通过过滤盘 103 进入上过滤室 102。上过滤室 101 过滤的胶态悬浊液提供用于制造应用。

过滤器 100 的室容积保持尽可能小，以使废料最少，并在操作过滤器 100 时使超声能量效率最高。在过滤器 100 的一个实施例中，对于过滤用于化学机械平面化半导体晶片的过滤胶态悬浊液来说，室具有约 50 立方厘米以下的容积。小尺寸的过滤器允许其构成为化学机械平面化设备中的机上化学分散系统的一个一体部件。把过滤器 100 形成为机上化学分散系统允许在台板上使用之前过滤浆料。

上下过滤室 101 和 102 具有圆锥形，以减小体积。上下过滤室 101 和 102 的最大直径集中在它们在过滤盘 103 相遇的地方。过滤盘 103 的有效过滤区是决定过滤器 100 流量的因素，用于决定室的最大直径。例如，在过滤用于化学机械平面化半导体晶片的胶态悬浊液时，不锈钢网过滤器的直径约为 11.7 厘米。上下过滤室 101 和 102 的最小直径发生在与过滤盘 103 相距最远的地方。在一个实施例中，过滤器 100 的上过滤室 101 的最小直径由容纳超声驱动器 105 的超

声杯 104 的直径决定。下过滤室 102 的最小直径由磁性搅拌器 112 决定。

下过滤室 102 包括口 110、口 111 和压力传感器 109。口 110 和 111 分别是入口和出口，用于提供和排出材料。下过滤室 102 接收未过滤的胶态悬浊液。例如胶态悬浊液、清洗剂和 DI 水等材料通过口 110 提供进入下过滤室 102。

磁性搅拌器 112 放在下过滤室 102 内。磁性搅拌器 112 是在过滤的胶态悬浊液中旋转的结构。下过滤室 102 中形成有一凹部，用于容纳磁性搅拌驱动器 113。磁性搅拌器驱动器 113 使用旋转磁场移动磁性搅拌器 112。磁性搅拌器 112 混合胶态悬浊液，使不能再加工的颗粒从过滤盘 113 移动回到未过滤的胶态悬浊液中，由此防止过滤元件填塞。基板 114 固定到下过滤室 102 的底部，盖住磁性搅拌器驱动器 113，并保持磁性搅拌器驱动器 113 和下过滤室 102 间的接触。

压力传感器 109 用于探测过滤器 100 中上游压力。稳定态过滤器工作条件下，下过滤室 102 内的压力基本保持恒定。过一段时间后，不能再加工的颗粒数增大到它们填塞一部分过滤盘 103 的程度。在过滤盘 103 填塞时下过滤室 102 内的压力增大，该压力是由压力传感器 109 探测到的增大压力。在下过滤室 102 内压力超过预定压力阈值或压力差时，从过滤盘 103 冲洗颗粒。在冲洗开始时，到口 110 的胶态悬浊液流停止。口 111 打开，以便从下过滤器 102 排出胶态悬浊液。去离子水或其它清洗剂通过口 110 传输到下过滤室 102 内。去离子水替换下过滤室 102 中通过口 111 输出和排出的胶态悬浊液。预定时间后，停止去离子水流。包括不能再加工的任何结块和颗粒的胶态悬浊液排出后，排出口 111 关闭。然后，另外的胶态悬浊液通过口 110 引入下过滤室 102。一般说，同时冲洗上和下过滤室 101 和 102。冲洗后输出的过滤器 100 中的少量去离子水对制造工艺有很小或没有影响。应注意，除压力传感器 109 探测到预定压力阈值或压力差时立即冲洗下过滤室 102 外，也可以发出警报，允许

操作者采取适当行动。

在过滤器 100 的标准操作条件下，按周期性间隔进行冲洗。例如，在半导体晶片制造过程中，按晶片批次进行晶片处理。在处理一整批晶片需要的时间周期内，一般不需要冲洗过滤器 100。随着晶片批次时进时出改变，周期性进行过滤器 100 冲洗，所以对工厂半导体晶片产率没有影响。或者，压力传感器 109 也放在上过滤室 101 内。这种情况下，压力下降表示过滤盘 103 填塞。在压力降到预定压力阈值以下时，进行冲洗工艺。

上过滤室 101 包括容纳超声杯 104 的开口。超声杯 104 隔离并保护超声驱动器 105 与胶态悬浊液。超声驱动器 105 设在超声杯 104 内。超声驱动器 105 的振动通过超声杯 104 进入胶态悬浊液，最终冲击和振动过滤盘 103。超声杯 104 允许在不拆开过滤器 100 的情况下掉超声驱动器 105。

超声杯固定件 106 牢固地固定于上过滤室 101 上。例如，垂直通过超声杯固定件 106 并进入上过滤室 101 的对应螺栓开口设置的螺钉牢固地将超声杯固定件 106 固定于上过滤室 101 上。例如 O 形环等密封件设置成与超声杯固定件 106 和上过滤室 101 的上表面接触，以便上过滤室 101 被密封到超声杯固定件 106 上。密封件用于防止加压的胶态悬浊液漏出到上过滤室 101 和超声杯固定件 106 之间。

超声杯 104 牢固地固定在超声杯固定件 106 上。例如，超声杯 104 具有加工成其外表面的外螺栓。这些螺栓与加成超声杯固定件 106 的内表面的螺母配合。这种固定系统还允许用超声杯固定件 106 垂直调节超声杯 104。此外，超声杯 104 牢固地密封到超声杯固定件 106 上。例如 O 形环等密封件设置成与超声杯固定件 106 内开口的表面壁及超声杯 104 的外表面接触。上述密封件用于防止加压胶态悬浊液漏出到超声杯固定件 106 的开口和超声杯 104 的外表面之间。

上过滤室 101 还包括口 107 和口 108。口 107 和口 108 分别是上

过滤室 101 的输出口和输入口。胶态悬浊液、清洗剂、去离子 (DI) 水等通过口 108 进入上过滤室 101。在标准的操作条件下，口 108 关闭，口 107 打开，输出过滤后的胶态悬浊液到制造环境。如果需要，口 107 也作为冲洗工艺期间从上过滤室 101 排出胶态悬浊液和其它材料的通道。冲洗工艺期间，口 108 打开，允许例如去离子水或清洗剂进入上过滤室 101。

在过滤器 100 的实施例中，上下过滤室 101 和 102 通过筒形夹具（未示出）固定在一起。上下过滤室 101 和 102 密封在一起。例如 O 形环等密封件设置成与上过滤室 101 的最下表面和下过滤室 102 的最上表面接触，以便将上过滤室 101 密封到下过滤室 102 上。密封件用于防止加压的胶态悬浊液漏出到上过滤室 101 和下过滤室 102 之间。过滤盘 103 由将上过滤室 101 固定于下过滤室 102 上的筒形夹具的压缩力固定就位，还在上密封环 115 和下密封环 116 上产生压力。在过滤器 100 的一个实施例中，圆形楔设置在上或下密封环 115 或 116 的接触表面上。例如，如果上密封环 115 的接触表面是圆形，则楔将形成在整个表面上围绕整个表面。例如不锈钢丝网等过滤元件设置在上下密封环 115 和 116 之间。上密封环 115 上的楔将过滤材料压到下密封环 116 的接触表面上，形成防漏密封件，能够耐受制造过程中常见的压力。

图 2 示出了化学机械平面化 (CMP) 设备 11 的俯视图。化学机械平面化设备 11 使用化学试剂和磨料去除半导体晶片上的材料。对半导体晶片上去除材料和平面化的控制对于半导体器件的制造来说是重要的。由于抛光化学试剂中的大颗粒造成划伤和刮伤是行业中非常严重的问题。

一般说，在整个浆料运输系统中或特定的 CMP 设备中发现了大颗粒后，半导体器件的制造应停止。例如，由于数百加仑胶态悬浊液被抛掉，将整个浆料运输系统中的颗粒清空和清除需要相当高的成本。类似地，被颗粒沾污的 CMP 设备不得不被冲洗和清洗。最大的代价是 CMP 的停机时间，会降低工厂的产率。据估计，由于抛光

化学试剂颗粒造成了半导体晶片工厂存在 20 - 30 % 的停机时间。在运行晶片批次之前经常进行实验片，以确定划伤的程度。实验片可以防止在发现大颗粒时晶片批次被颗粒损伤，但不会减少停机时间。此外，由于运行实验片需要的时间，降低了工厂产率。

CMP 设备 200 包括台板 201、去离子水阀 202、多入口阀 203、泵 204、过滤器 205、分散棒 206、调节臂 207、终止操纵器 212、伺服阀 208、真空发生器 208、晶片承载臂 210 及晶片载体 211。

台板 201 支撑用于平面化半导体晶片的处理侧的各种抛光介质和化学试剂。台板 201 一般由例如铝或不锈钢等金属构成。电机(未示出)连接台板 201。台板 201 能够以使用者选择的表面速度作旋转、弹道或线性运动。抛光介质(未示出)设置于台板 201 上。抛光介质一般是柔性的聚氨酯垫，允许胶态悬浊液传输到要抛光的半导体晶片的表面。

去离子(DI)水阀 202 具有入口和出口。入口连接 DI 水源。控制电路(未示出)启动或禁止 DI 水阀 202。在 DI 水阀 202 被启动时，DI 水提供到多入口阀 203。多入口阀 203 允许不同材料被泵入到分散棒 206。多入口阀 203 可以具有应用需要的那么多入口。输入多入口阀 203 的材料类型的例子有化学试剂、胶态悬浊液、去离子水。在 CMP 设备 200 的实施例中，多入口阀 203 具有与 DI 水阀 202 的出口连接的第一入口，与胶态悬浊液源连接的第二入口，和一个出口。控制电路(未示出)禁止多入口阀 203 的所有入口或启动阀的任何组合，以产生通向多入口阀 203 的出口的选择材料流。

泵 204 包括与多入口阀 203 的出口连接的入口和与过滤器 205 的入口连接的出口。泵 204 将从多入口阀 203 接收的材料泵入过滤器 205。提供到泵 204 的材料在与时间和材料有关的压力下引入。泵 204 以特定应用所需要的速率精确地提供材料。用户可以选择泵 204 提供的泵入速率，该速率可以根据所提供的材料而不同。使流量偏差最小可以将流量调节到接近所需要的最小流量，可以减少化学试剂、浆料或 DI 水废料。

过滤器 205 是以上介绍过的使用点实时过滤器。过滤器 205 的入口连接到泵 204 的出口，过滤器 205 的出口连接到分散棒 206 的入口。此外，过滤器 205 具有出口 213。在使用前再加工并过滤由泵 204 提供的胶态悬浊液。在使用点去掉胶态悬浊液中的大颗粒，可以避免由于划伤和刮伤造成的 CMP 设备 200 停机。出口 213 允许从过滤器 205 去掉和排出不能再加工的大颗粒。

分散棒歧管（未示出）可以连接到分散棒 206 的根部。分散棒歧管允许化学试剂、浆料或去离子水行进到分散棒 206。替代的方法使用用于要提供到分散棒歧管的每种材料的泵。例如如果分别给分散棒歧管提供数种不同胶态悬浊液以用于不同平面化工艺，那么需要每种材料一个过滤器。使用多个泵和过滤器通过由其相应的泵控制每种材料的流量，允许不同材料以不同的组合精确地分散。

分散棒 206 将化学试剂、浆料、或 DI 水分配到抛光介质表面上。分散棒 206 的入口连接到过滤器 205 的出口。分散棒 206 至少具有一个用于分散材料到抛光介质表面的小孔。分散棒 206 悬在并延伸在台板 201 之上，以确保材料被分配到抛光介质的主表面上。

晶片载体臂 210 将半导体晶片悬于抛光介质表面之上。晶片载体 211 连接到晶片载体臂 210 上。抛光期间，晶片载体 211 是用于使半导体晶片处理侧即要制造半导体器件的晶片侧向下支撑的组件，并保持半导体晶片的表面与抛光介质的表面共面。晶片载体臂 210 把使用者可选择的向下的力加于抛光介质表面上。一般说，晶片载体臂 210 能够做旋转运动及线性运动。半导体晶片靠真空支撑于晶片载体 211 上。

真空发生器 209 是晶片载体臂 210 的真空源。真空发生器 209 产生并控制晶片载体 211 拾取晶片需要的真空。如果制造厂无法提供真空源，则不需要真空发生器 209。真空发生器 209 具有连接到晶片载体臂 210 的第一入口的口。载体臂 210 的第一出口连接到晶体载体 211 的第一入口，以便为暴露于被支撑的半导体晶片表面的数个开口提供真空。

伺服阀 208 为晶片载体臂 210 提供气体，用于平面化工艺完成后晶片注入。伺服阀 208 具有连接到气体源的入口，和连接到晶片载体臂 210 的第二入口的出口。在 CMP 设备 200 的一个实施例中，给晶片载体臂 210 提供的气体是氮。载晶片载体臂 210 的第二出口连接到载晶载体 211 的第二入口，以给暴露于半导体晶片表面的数个开口提供该气体。一般说，平面化处理期间，半导体晶片不必由真空支撑。平面化期间，由伺服阀 208 提供的气体也可用于在晶片背面上产生压力，从而精确地控制晶片外形。

调节臂 207 连接到抛光介质表面上，并将终止操纵器 212 悬于其上。终止操纵器 212 具有研磨、清洗和平面化抛光介质表面的磨料表面。终止操纵器 212 保持磨料表面与抛光介质表面间的共平面关系。调节臂 207 是用于将终止操纵器 212 加于抛光介质表面上的传输机构。在调节臂 207 的一个实施例中，终止操纵器 212 在抛光介质的整个表面上线性划过。终止操纵器 212 划过抛光介质表面的速度可变，以补偿终止操纵器 212 从外部区域到内部区域移动时旋转抛光介质速度改变造成的不同磨擦率。一般说，调节臂 207 能够作旋转和平移运动。终止操纵器 212 加于抛光介质表面上的压力或向下的力受调节臂 207 的控制。

CMP 设备 200 的操作设计成快速平面化一批半导体晶片。一批晶片大约包括 25 片晶片。平面化一批晶片需要的总时间一般少于 1.5 小时。一般说，集成电路晶片处理步骤针对该批晶片进行。晶片载体臂 210 移动以从一批晶片中拾取半导体晶片。真空发生器 209 能够将半导体晶片支撑于晶片载体 211 上。多入口阀 203 和泵 204 启动以提供用于平面化工艺的胶态悬浊液。胶态悬浊液输送到过滤器 205，被过滤，并被分散棒 206 输出到抛光介质上。晶片载体臂 210 将半导体晶片设置成与涂有胶态悬浊液的抛光介质表面共面。停止真空发生器 209 的工作。抛光期间，伺服阀 208 启动，通过氮气在暴露于晶片载体 211 的晶片表面上加向下的力，从而施加控制的压力。一般说，平面化期间，连续输送胶态悬浊液。平面化工艺完成

后，伺服阀 208 停止，真空发生器 209 启动，将半导体晶片支撑于晶片载体 211 上。将胶态悬浊液连接到泵 204 的多入口阀 203 的阀关闭，防止不平面化晶片时胶态悬浊液浪费。清洗半导体晶片，然后晶片载体臂 210 将晶片设置到存储抛光过的半导体晶片的位置。

去离子水阀 202 在两晶片开始之间启动。多入口阀 203 启动，允许 DI 水流到泵 204。DI 水冲洗该系统，防止在残留于管道、过滤器 205、和分散棒 206 中的胶态悬浊液中形成结块。抛光过的晶片取下后，调节臂 207 使终止操纵器 212 与抛光介质接触。在新的未抛光的半导体晶片放到抛光介质上时，DI 水冲洗和抛光介质的垫调节停止。重复工艺直到这一批中所有晶片都被抛光。在两晶片开始之间或在该批晶片都已抛光完成后，冲洗过滤器 205 中的大颗粒。然后取出该批晶片，完成集成电路晶片工艺步骤，形成完成的集成电路。

针对用于制造半导体晶片的两种胶态悬浊液对过滤器 205 进行试验。第一种胶态悬浊液在浓缩形式下叫作 SC1，在其稀释情况下叫作 SC112。在整个半导体工业中，SC1 / SC112 一般用于化学机械平面化工艺。第二种胶态悬浊液叫作 MSW 1500。半导体工业中一般不用 MSW 1500，是由于会导致严重划伤的聚结问题。化学机械平面化工艺制造过程中需要的胶态悬浊液流量在 100 - 300 立方厘米 / 分钟，取决于该特定的工艺和要用的胶态悬浊液。

一般说，用于氧化物抛光的浆料一般采用 SiCl_4 的化学汽相沉积 (CVD) 或胶化形成的二氧化硅颗粒。初始颗粒的尺寸为 20 - 40 纳米。这些初始颗粒形成其尺寸至少为 150 纳米的聚结。稀释形式下最终水溶液中的固体成分从 12 - 13 % 变化，在浓浆料溶液中约为 30 %。

胶化硅砂通过硅酸钠直接形成于溶液中。初始颗粒尺寸大致与烟化的硅砂相同。用胶化硅砂基浆料聚结较少。然而，这种浆料比烟化硅砂浆料贵约 20 %。

氧化物抛光浆料中的一般成分包括磨料颗粒、pH 值调节化学试

剂、和缓冲剂，以保持 pH。磨料颗粒的示例材料是二氧化硅，pH 值调节材料的示例材料是氢氧化钾或氢氧化铵。通过保持浆料颗粒上的负的外部电荷一般称作ζ电位，小心地保持胶态悬浊液的 pH，以防止硅砂凝结，以提高抛光速率。理想的颗粒尺寸取决于希望的抛光速率和可以接收的缺陷水平。较大颗粒抛光更快，但会引起较高水平的缺陷。一般说，0.15-0.20 微米的颗粒对于几何尺寸为 0.18-0.25 微米的半导体工艺是合适的。应注意，在实施本发明前，颗粒尺寸约为 5.0 微米，是由于没有有效且经济的手段实施该尺寸以下的颗粒的过滤。

各种处理都会对胶态悬浊液中的颗粒尺寸有负面影响。如果允许胶态悬浊液停留延长的时间周期，便会发生聚结。用所加的剪切力混合或处理胶态悬浊液会引起严重的聚结。冷却胶态悬浊液也会增加聚结和凝结。最后，降低 pH 值会减少表面电荷，增加胶态悬浊液中的聚结。

已观察发现，从运输时到使用时颗粒尺寸会增大数十倍。大颗粒计数技术发现在将 SC1 稀释成 SC112 时，颗粒尺寸增大。例如，用 SC112，约 5 微米的大颗粒计数为零。利用过滤器 205，2.5 微米的大颗粒计数为零。通过 SC1 的稀释工艺形成 SC112 具有在 15 微米将变为零计数的大颗粒。大颗粒表明稀释工艺产生了聚结。

在实验中，使用过滤器 205，减少稀释 SC1 期间形成的大颗粒（15 微米和更大颗粒）引起的缺陷。理想情况下，希望 0.15-0.20 微米的颗粒尺寸，但可购得的过滤元件具有 2.0 微米的标称过滤规格。过滤元件的绝对规格为 5.0 微米。选择用于过滤元件的丝网材料为 316 不锈钢丝网，具有优异的耐蚀性和抗弯曲疲劳性。如上所述，理想的过滤元件应是二维的，即具有面积而不是深度。应选择剖面最薄的丝网，以防止过滤器被永久性编织成过滤器厚度的颗粒堵塞。

过滤元件的面积应选择为确保流量和压降为应用所能接收的水平。使用约为 1.406 千克/平方米(2PSI)的压降，以使过滤盘上的压力最小。如果压降太高，也有可能使过滤盘损伤，或应取明显增大的

功率振动丝网。由于填塞，压降也可以具有误差裕度，允许压力增大，同时不影响流量。裕度为 4X 或 5.624 千克/平方米(8SPI)，在探测到该值时，开始进行过滤器 205 的冲洗。过滤元件的有效面积约为 107.5 平方厘米，对应于直径为 11.7 厘米。

选择频率，使动能给予胶态悬浊液中聚结和未聚结的颗粒，使结块破碎，而不引起过度颗粒运动。大结块破碎后过度的平移运动会引起不希望的颗粒间碰撞，因而产生更多聚结。132Khz 的频率允许溶液、颗粒和丝网很小的实际位移，防止了过高能量气蚀。此外，所选频率使驱动器和丝网的弯曲疲劳最小，因而在延长的时间周期内例如 1 年内也不需要维修过滤器。

超声驱动器的功率水平和超声驱动器到过滤盘的距离选择为提供最佳动能和耦合到过滤盘的最大功率。试验结果表明，由于过滤器不能以流量所需要的速率再加工颗粒，所以在非最佳设置下过滤器会被迅速堵塞。实验数据利用具有 60 瓦的功率输出的超声驱动器进行（对于 SC112 和 MSW1500）。超声驱动器和过滤盘间的距离大约是 132Khz 信号波长的四分之三。

搅拌器工作的速度也对过滤工艺产生影响。采用每分钟 2000 转的高速搅拌提供对丝网表面的清洗作用，并保持不再加工的颗粒悬浮，防止过滤器填塞。

SC1 胶态悬浊液的一种应用是制造半导体晶片中的沟槽抛光。理想情况下，半导体制造者希望精确地控制特定应用的 SC1 的稀释。从化学试剂制造者那里购买 SC112 形式的稀释 SC1 会提高成本，限制对所用精确配比的控制。由于加去离子水 (pH 值 7) 到浓 SC1 溶胶态悬浊液 (pH 值 12) 时，pH 发生变化，所以稀释 SC1 将产生严重的聚结。pH 值变化产生 ζ 电位下降，进一步加速了聚结。沟槽抛光对划伤损伤尤其敏感，所以如果稀释 SC1 绝对需要进行过滤。

图 3 是未过滤的和过滤的 SC112 胶态悬浊液的曲线图。Y 轴表示 60 毫升样品中探测到的颗粒数。X 轴表示所探测颗粒的直径。曲

线 300 表示由未过滤 SC112 得到的数据。曲线 301 表示由过滤后的 SC112 得到的数据。用于产生过滤 SC112 数据的过滤器如上所述工作。SC112 是 SC1 胶态悬浊液的稀释产物，一般由化学试剂制造者利用深度介质过滤器稀释和过滤。由化学试剂制造者进行的过滤工艺得到尺寸约为 5 微米的颗粒为零。

试验期间过滤器的流量为 150 立方厘米 / 分钟，对应于用于制造过程的流量。过滤盘中开口的规格为标称值 2.0 微米，绝对值 5.0 微米。过滤盘的有效面积约为 107.5 平方厘米。超声驱动器在 60 瓦的功率水平 132Khz 频率下工作，过滤盘和超声驱动器间的距离约为 132Khz 信号波长的 3 / 4。

胶态悬浊液中大于 2.0 微米的颗粒被过滤器破碎成较小颗粒。曲线 301 的峰 302 表示从较大尺寸到较小尺寸聚结的再加工。与未过滤 SC112 比较时，峰 302 对应于 2.0 微米尺寸的颗粒增加。过滤的 SC112 的 0 计数由曲线 301 上的点 303 表示。零计数发生在小于 3.0 微米以下的颗粒。由于颗粒不是很圆，所以大于 2.0 微米的颗粒可以通过过滤器，所以过滤后，存在大于 2.0 微米的颗粒。另外，过滤器的绝对规格是 5.0 微米，意味着较大颗粒可能通过过滤器。曲线 301 以下的区域 304 表示过滤后在点 303 存在颗粒，即颗粒计数大于零。相信这种反常现象是在进行实验前过滤器中存在颗粒。过滤前，室的过滤侧中存在颗粒。

图 4 是未过滤和过滤的 MSW1500 胶态悬浊液的曲线图。MSW1500 是一种设计为用作具有钨栓塞的半导体工艺的金属抛光的胶态悬浊液。由于其在使用前形成聚结的倾向，一般不使用 MSW1500。由于大颗粒会造成成品率下降，所以 MSW1500 容易使半导体制造区停工。

用于钨抛光的现有胶态悬浊液已知为 W - A400 FE400 二元浆料。FE400 是极强的氧化剂。W - A400 / FE400 是必须在使用前混合的组合材料。混合过程将人体暴露于化学试剂，会引起严重伤害。混合后，W - A400 / FE400 也必须在数小时内使用，具有很短的寿

命。W-A400 / FE400 也会对 CMP 设备产生不良影响。FE400 会腐蚀台板，由 FE400 产生的氧化铁覆盖 CMP 设备的润湿表面，氧化铁还会堵塞各阀门、管道和混合设备。

MSW1500 没有对健康的损害，不需要混合。由于在例如圆筒或日用水柜等容器中搅拌，或当其在传输管道中时以大于每秒 1 英尺的速率使材料移动，所以需要不断地搅动。MSW1500 的存储寿命长于 W-A400 / FE400。成本分析也是 MSW1500 稍好于 W-A400 / FE400。购买价格几乎相同，但使用 MSW1500 衬垫寿命延长。抛光介质是聚氨酯垫，这是制造半导体器件时的一种高成本消耗。数据表明，对于用 W-A400 / FE400 一块垫可以抛光 70 片晶片，而用 MSW1500 一块垫可以抛光 800 片晶片。

胶态悬浊液的性能数据非常有利于 MSW1500。对于 MSW1500 来说，缺陷率和追加率是 32.1，对于 W-A400 / FE400 来说是 75.7。对于 MSW1500 来说胶选择率是 2: 1 (1: 1 优异)，对于 W-A400 / FE400 来说为 6: 1。对于 MSW1500 来说氧化物选择率为 40: 1，对于 W-A400 / FE400 来说为 50: 1。对于 MSW1500 来说，平面化膜的有效时间更快，为 30 秒 (3: 45W-A400 / FE400, 3: 15MSW 1500)。对于 MSW1500 来说，构图晶片的有效时间 (6000 埃) 更快，为 20 秒 (3: 15W-A400 / FE400, 2: 55MSW 1500)。显然，如果没有聚结问题，半导体制造者将使用 MSW1500。

现回到图 4 的曲线，Y 轴表示在 10 毫升样品中探测到的颗粒数。X 轴表示所探测颗粒的直径。曲线 400 表示由未过滤 MSW1500 得到的数据。曲线 401 表示由过滤的 MSW1500 得到的数据。用于产生过滤的 MSW1500 数据的过滤器如上所述工作。曲线 400 表示对于未过滤样品来说存在大量直径超过 20 微米的大颗粒。如果颗粒直径超过 25 微米，MSW1500 便不可能用于钨抛光。

试验期间过滤器的流量为 150 立方厘米 / 分钟，对应于制造过程一般使用的流量。过滤盘中的开口规格的标称值为 2.0 微米，绝对值为 5.0 微米。过滤盘的有效面积约为 107.5 平方厘米。超声驱动器

在 60 瓦的功率水平 132Khz 频率下工作，过滤盘和超声驱动器间的距离约为 132Khz 信号波长的 3 / 4。

胶态悬浊液中大于 2.0 微米的颗粒被过滤器破碎成较小颗粒。曲线 401 的峰 402 表示从较大尺寸到较小尺寸聚结的再加工。与未过滤 MSW1500 比较时，峰 402 对应于 2.0 微米尺寸的颗粒增加。过滤的 MSW1500 的 0 计数由曲线 401 上的点 403 表示。零计数发生在具有约 18 微米直径的颗粒。过滤后，曲线 401 下的区域 404 表示存在颗粒（点 403），即颗粒数大于零。相信这种反常现象是在进行实验前过滤器中存在颗粒。过滤前，室的过滤侧中存在颗粒。

理论上，过滤的 MSW1500 中不存在大于 5.0 微米的颗粒，即曲线 401。过滤盘的绝对规格是 5.0 微米。尽管我们可以假设，但我们不知道这种分布的准确原因。颗粒的高宽比可以高达 2: 1，可设想一个尺寸为 5.0 微米，另一个尺寸为 10.0 微米，以较小的尺寸对准，也可以通过过滤盘。另一种假设是，聚结可能发生在过滤后。两种情况下，过滤的 MSW1500 的分布将最大颗粒减小到允许胶态悬浊液用于晶片的制造的尺寸。

应理解，这里已公开了能够过滤胶态悬浊液的过滤器。这种过滤器可以在使用点工作，能够在制造过程中具有需要的流量。另外，过滤器在制造过程中产生停机时间的时间周期内不需要维护。由于悬浊液中大颗粒计数，所以过滤的已知工艺不适用于过滤胶态悬浊液。过滤器会迅速填塞和堵塞，需要不断地替换。通过过滤去掉太多颗粒也会改变胶态悬浊液的化学性质，使之不能使用。将预定尺寸以上的颗粒再加工成较小颗粒允许制造实时操作过滤器。再加工的较小颗粒通过过滤元件，从而防止过滤器填塞。通过去掉不能再加工的大颗粒仅会使化学试剂改性。

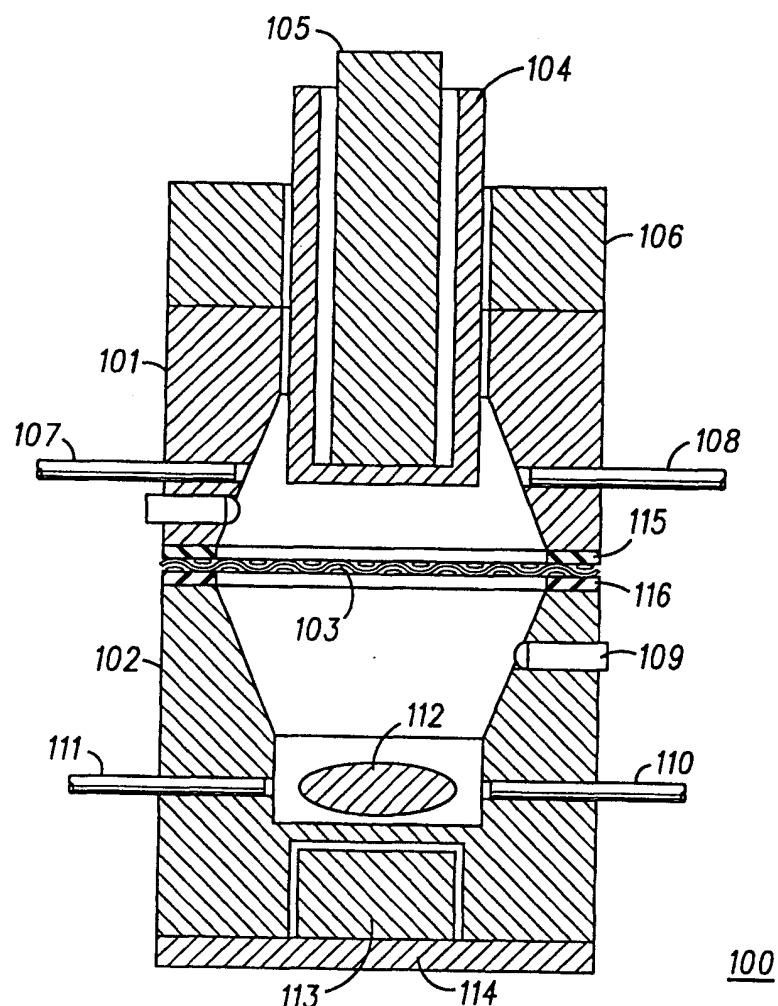


图 1

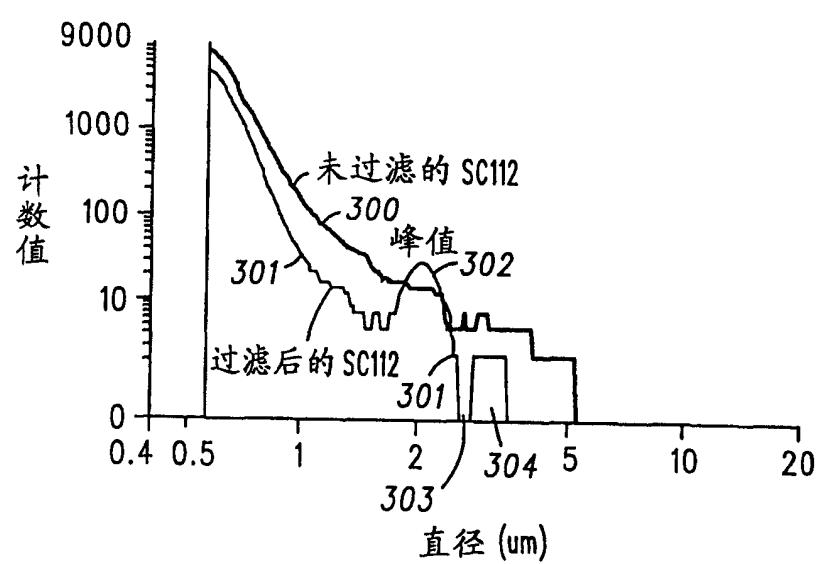
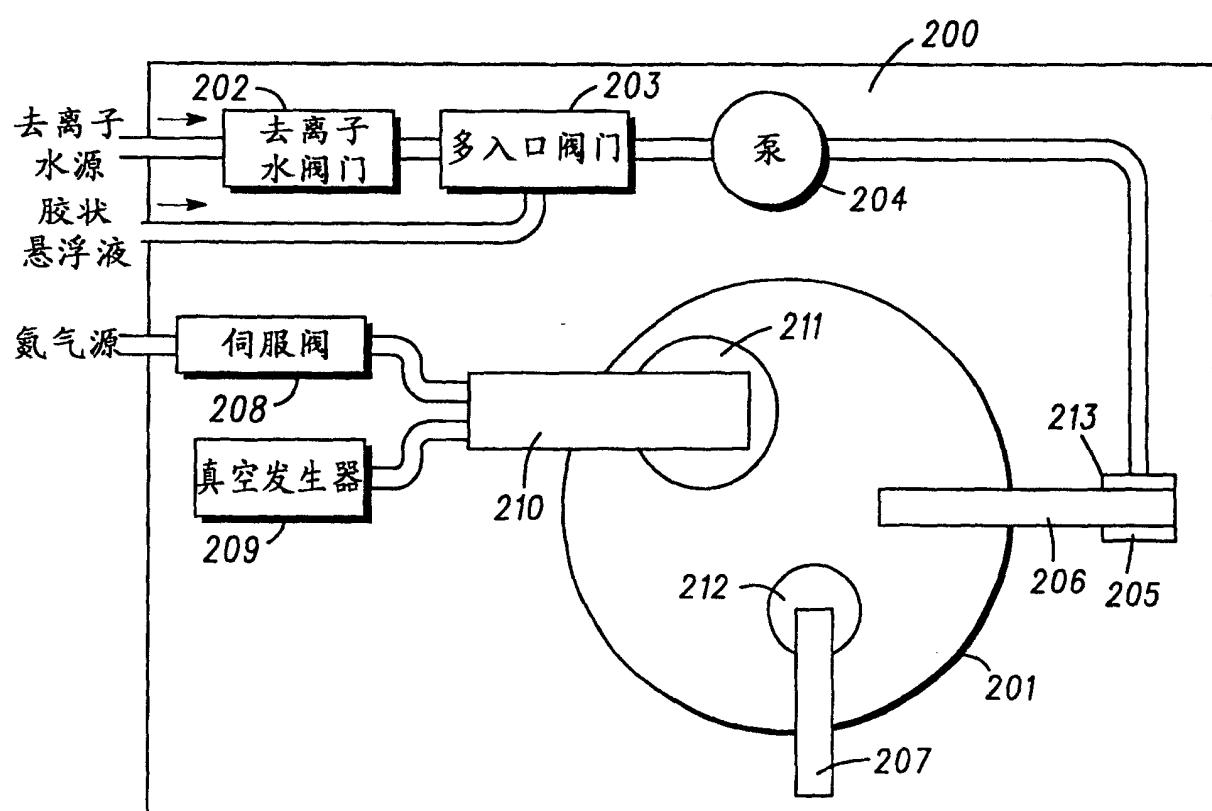


图 3



11
图 2

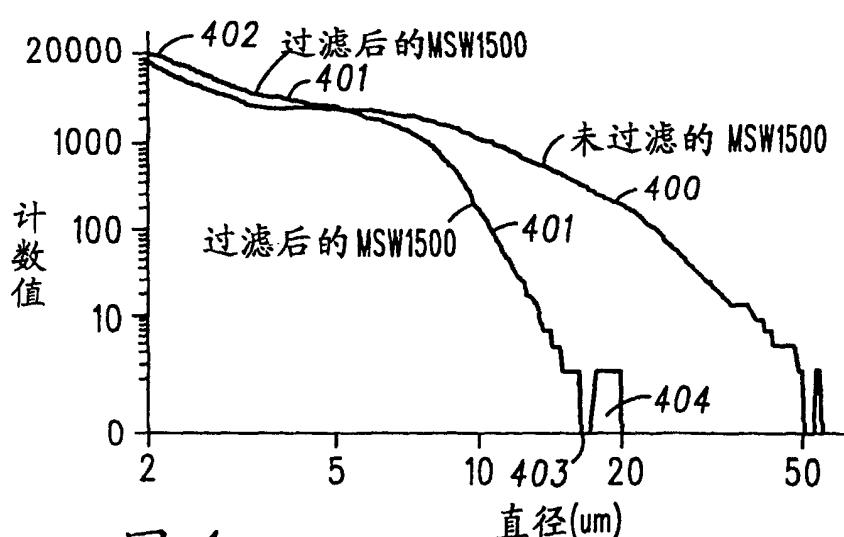


图 4