



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101417411 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200810177863.0

(22) 申请日 2008.08.15

(30) 优先权数据

11/838,954 2007.08.15 US

(73) 专利权人 罗门哈斯电子材料 CMP 控股股份
有限公司

地址 美国特拉华州

(72) 发明人 R·V·帕拉帕思

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公
司 31100

代理人 陈哲锋

(51) Int. Cl.

B24D 11/00 (2006.01)

B24D 18/00 (2006.01)

H01L 21/02 (2006.01)

审查员 纪传龙

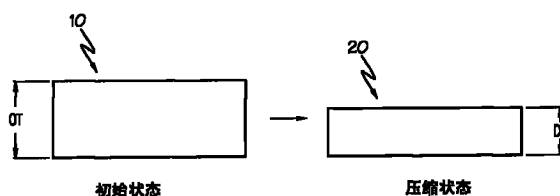
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 15 页

(54) 发明名称

改进的化学机械抛光垫及其制造和使用方法

(57) 摘要

本发明涉及一种形状记忆化学机械抛光垫，其中该形状记忆化学机械抛光垫包括一处于压缩状态的抛光层。本发明还提供了一种制造形状记忆化学机械抛光垫的方法和使用形状记忆化学机械抛光垫抛光基片的方法。



1. 一种用于抛光基片的形状记忆化学机械抛光垫,所述基片选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种;所述抛光垫包括:

锁定在压缩状态的抛光层;

其中所述抛光层包括一种能在初始形状与设定形状之间转换的形状记忆基质材料;

其中在形状记忆基质材料处于初始形状时,所述抛光层具有初始厚度 OT ;

其中在形状记忆基质材料固定在设定形状时,所述抛光层处于压缩状态,且具有压缩厚度 DT ;

其中 $DT \leq 80\% OT$;并且

其中所述抛光层具有适合抛光基片的抛光表面。

2. 如权利要求 1 所述的形状记忆化学机械抛光垫,其中所述抛光层的压缩厚度在 20-150 密耳之间。

3. 如权利要求 1 所述的形状记忆化学机械抛光垫,其中所述抛光表面具有促进抛光基片的宏观纹理,其中所述宏观纹理包括孔和槽中的至少一种。

4. 如权利要求 1 所述的形状记忆化学机械抛光垫,其中所述形状记忆基质材料形成网状网络。

5. 如权利要求 1 所述的形状记忆化学机械抛光垫,其中所述抛光层还包括多种微元件,所述微元件选自中空聚合物材料,液体填充的中空聚合物材料,水溶性材料和不溶性材料。

6. 如权利要求 5 所述的形状记忆化学机械抛光垫,其中所述多种微元件包括均匀分布在抛光层中的中空聚合物材料。

7. 一种用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法,所述方法包括:

提供能在初始形状和设定形状之间转换的形状记忆基质材料;

制备具有初始厚度 OT 的处于初始状态的抛光层,其包括处于初始形状的形状记忆基质材料;

对所述抛光层施加外力;

将所述形状记忆基质材料设置为设定形状,以提供处于压缩状态的抛光层,其中所述抛光层具有压缩厚度 DT ;

移除所述外力;

其中 $DT \leq 80\% OT$;并且

其中所述抛光层具有适合于抛光选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种的抛光表面。

8. 如权利要求 7 所述的方法,还包括:

提供多个微元件;

将所述微元件分散在所述形状记忆基质材料中;

将所述抛光层加热到超过所述形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 的温度 T ;

其中所述外力是将所述抛光层轴向压缩到压缩厚度 DT 的轴向力,并同时保持抛光层的温度在超过所述形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 的温度;并且其中通过将所述抛光层冷却到低于形状记忆基质材料的 T_g 温度并保持所述轴向力,以使所述形状记忆基质材料设置成设定形状。

9. 一种抛光基片的方法,所述方法包括:

提供选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种的基片;

提供一种形状记忆化学机械抛光垫,其中所述抛光垫包含锁定在压缩状态的抛光层,其中所述抛光层包含能在初始形状和设定形状之间转换的形状记忆基质材料;其中当所述形状记忆基质材料处于初始形状时,所述抛光层处于初始状态,具有初始厚度 OT ;其中当所述形状记忆基质材料固定在设定形状时,所述抛光层处于压缩状态,具有压缩厚度 DT ;并且其中 $DT \leq 80\% OT$;并且

在所述抛光层的抛光表面与所述基片之间建立动态接触以对所述基片进行抛光。

10. 如权利要求 9 所述的方法,还包括:

通过将接近所述抛光表面的至少一部分抛光层暴露于激活刺激以对所述抛光层的抛光表面进行修整;

其中暴露于激活刺激的接近所述抛光表面的部分抛光层实现从压缩状态转换到回复状态。

改进的化学机械抛光垫及其制造和使用方法

技术领域

[0001] 本发明通常涉及用于化学机械抛光的抛光垫领域。特别地，本发明涉及一种具有压缩抛光层的形状记忆化学机械抛光垫，其用来对磁性、光学、半导体基片进行化学机械抛光。

背景技术

[0002] 在制造集成电路和其它电子设备时，将多层导电、半导体和绝缘材料沉积到半导体晶片的表面上，以及从该表面上去除。可以使用很多沉积方法来沉积导电、半导体和绝缘材料薄层。现代晶片加工中常用的沉积方法包括物理气相沉积 (PVD, 也称为溅射)、化学气相沉积 (CVD)、等离子增强化学气相沉积 (PECVD) 和电化学电镀及其它方法。常见的去除方法包括湿、干各同向性和各异向性蚀刻法及其它方法。

[0003] 随着多层材料依序沉积和去除，晶片最上层表面变得不再平坦。由于随后的半导体加工过程（例如金属化 (metallization)）需要晶片具有平坦的表面，因此需要将晶片平整 (planarized)。平整对于去除不需要的表面形貌和表面缺陷（例如粗糙平面，团聚材料，晶格缺陷，划痕和污染层或材料）是有利的。

[0004] 化学机械平整或化学机械抛光 (CMP) 是一种用于平整或抛光工件如半导体晶片的一种常见技术。在传统的 CMP 中，晶片载体或抛光头安装在载体组件上。抛光头固定晶片并使晶片与抛光垫的抛光层接触，所述抛光垫安装在 CMP 装置中的平台 (table) 或压板 (platen) 上。载体组件在晶片和抛光垫之间提供可控压力。同时，抛光介质（例如浆液）分配到抛光垫上，并且被引入到晶片和抛光层之间的间隙中。为了实现抛光，通常抛光垫与晶片彼此相对转动。随着抛光垫在晶片下面的转动，晶片上扫出了典型的环形抛光轨迹或抛光区，在该区域内，晶片表面直接面对抛光层。通过抛光层和表面上的抛光介质的化学和机械作用，使晶片表面被抛光并变的平整。

[0005] 对于传统的抛光垫，抛光垫表面的“修整 (conditioning)”或“打磨 (dressing)”对于保持一致的抛光表面以获得稳定的抛光性能是至关重要的。随着时间的延长，抛光垫的抛光表面发生磨损，抛光表面的微观纹理变得光滑，这种现象称为“釉化 (glazing)”。釉化的起初是由于在抛光垫与工件之间的接触点处的摩擦热和剪切作用而产生的聚合材料的塑性流动。此外，CMP 过程中产生的碎片堵塞了表面空穴以及微通道，抛光介质通过该微通道流过抛光表面。当这种现象发生时，CMP 过程的抛光速率会下降，并且这也会导致晶片之间或晶片内部抛光不匀。修整使抛光表面上产生了一种新的纹理，这种纹理对于在 CMP 过程中保持理想的抛光速率和一致性是有利的。

[0006] 传统的抛光垫修整主要是通过修整盘对抛光表面机械研磨 (abrade) 实现的。修整盘具有粗糙的修整面，该修整面通常包含内嵌的金刚石颗粒。当抛光暂停（外部 (ex situ)）时的 CMP 工艺间歇点或者 CMP 工艺进行过程（原位）中，修整盘与抛光面接触。通常，修整盘在相对抛光垫旋转轴固定的位置旋转，并且随着抛光垫的旋转，产生了环形的修整区域。上述修整过程对垫的材料进行研磨和刮削，重构抛光纹理，使得抛光垫表面上产生

一些微观的沟槽。

[0007] 传统修整盘表面的金刚石颗粒随着使用会逐渐变钝,因此修整盘使用一段时间后必须更换。而且,修整盘在有效使用期中的效力也不断变化。

[0008] 传统的修整过程大大加快了 CMP 抛光垫的磨损速率。一般而言,抛光垫大约 95% 的磨损是由于金刚石修整器的研磨,大约仅有 5% 的磨损是来自于与工件的实际接触(如半导体晶片)。

[0009] 在授予 Sato 的美国专利号 5736463 中,提出了一种提高 CMP 过程效率的方法。Sato 披露了一种用于化学机械抛光的方法,该方法包括使用一种包含由形状记忆材料制成的结构体的抛光垫,其中,该结构体在抛光垫用于抛光前相对抛光垫处于直立 (upright) 状态,抛光后处于疲劳 (fatigue) 状态,当抛光结束后,上述由形状记忆材料制成的结构恢复所述直立状态。

[0010] 不断需要通过最小量的研磨修整来重构 CMP 抛光垫的抛光表面,这样可以延长抛光垫的使用寿命。

发明内容

[0011] 本发明一方面提供了一种来对磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种进行抛光的形状记忆化学机械抛光垫,该抛光垫包括:处于压缩状态的抛光层;其中,该抛光层包括可在初始形状和设定 (programmed) 形状之间转化的形状记忆基质材料;其中当该形状记忆基质材料处于初始形状时,该抛光层具有初始厚度 OT;当该形状记忆基质材料处于设定形状时,该抛光层处于压缩 (densified) 状态,具有压缩厚度 DT; $DT \leq 80\% \text{ OT}$;并且该抛光层具有用于抛光基片的抛光表面。

[0012] 本发明另一方面提供了一种用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法,包括:提供一种可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;制备处于具有初始厚度 OT 的初始状态的抛光层,所述抛光层包括处于初始形状的形状记忆基质材料;对该抛光层施加外力;使该形状记忆基质材料达到设定形状,以使该抛光层处于压缩状态,此时该抛光层具有压缩厚度 DT;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% \text{ OT}$;并且该抛光层具有适合于对选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种进行抛光的抛光表面。

[0013] 本发明另一方面提供了一种生产形状记忆化学机械抛光垫的方法,包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;制备处于具有初始厚度 OT 的初始状态的抛光层,所述抛光层包括处于初始形状的形状记忆基质材料;对该抛光层施加外力;使该形状记忆基质材料达到设定形状,以使该抛光层处于压缩状态,此时该抛光层具有压缩厚度 DT;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% \text{ OT}$;并且其中该抛光层具有适合对选自磁性基片,光学基片和半导体基片中的至少一种基片进行抛光的抛光表面。

[0014] 本发明另一方面提供了一种制造形状记忆化学机械抛光垫的方法,包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;制备处于具有初始厚度 OT 的初始状态的抛光层,所述抛光层包括处于初始形状的形状记忆基质材料;将至少一部分抛光层加热到 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$ 的温度,这里 T_g 为形状记忆基质材料的玻璃化转变温度;对该抛光层施加外力,该外力是轴向压紧抛光层的轴向力;使该形状记忆基材达到设定形状,以使该抛光层处于压缩状态,此时该抛光层具有压缩厚度 DT;其中通过将抛光层冷却至 $< \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$

的温度同时保持轴向力,使该抛光层处于压缩状态;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且其中该抛光层具有适合对选自磁性基片,光学基片和半导体基片中的至少一种基片进行抛光的抛光表面。

[0015] 本发明另一方面提供了一种制造形状记忆化学机械抛光垫的方法,包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;提供多种微元件 (microelement);将这些微元件分散在形状记忆基质材料中;制备处于具有初始厚度 OT 的初始状态的抛光层,所述抛光层包括处于初始形状的形状记忆基质材料;将抛光层加热至超过形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 的温度;对该抛光层施加一轴向力,将抛光层压紧到压缩厚度 DT ,并同时保持抛光层的温度维持在超过形状记忆基质材料的 T_g 的温度;通过将抛光层冷却至低于形状记忆基材的 T_g 并保持轴向力,以使该形状记忆基质材料处于设定形状;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且该抛光层具有适合对选自磁性基片,光学基片和半导体基片中的至少一种基片进行抛光的抛光表面。

[0016] 本发明另一方面提供了一种抛光基片的方法,包括:提供一种基片,其选自磁性基片,光学基片和半导体基片中的至少一种;提供形状记忆化学机械抛光垫,该抛光垫包括处于压缩状态的抛光层,该抛光层包含可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;其中当该形状记忆基质材料处于初始形状时,该抛光层处于初始状态,具有初始厚度 OT ;当该形状记忆基质材料处于设定形状时,该抛光层处于压缩状态,并具有压缩厚度 DT ;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且在抛光层的抛光表面与基片之间建立动态接触从而对基片表面进行抛光。

[0017] 本发明另一方面提供了一种抛光基片的方法,包括:提供一种基片,其选自磁性基片,光学基片和半导体基片中的至少一种;提供形状记忆化学机械抛光垫,该抛光垫包含处于压缩状态的抛光层,该抛光层包含可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;其中当该形状记忆基质材料处于初始形状时,该抛光层处于初始状态,具有初始厚度 OT ;当该形状记忆基质材料处于设定形状时,该抛光层处于压缩状态,并具有压缩厚度 DT ;其中 $DT \leq 80\% OT$;在抛光层的抛光面与基片之间建立动态接触从而对基片表面进行抛光;并且在工作状态 (in situ) 或停止状态 (ex situ),通过将最接近抛光表面的抛光层的至少一部分暴露于激活刺激 (activating stimulus),重构抛光表面;与暴露于活化刺激使得最接近抛光表面的一部分抛光层转变为原始状态。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明的抛光层处于初始状态和压缩状态的正视图的对比图。

[0019] 图 2 是本发明的抛光层处于初始状态、压缩状态和部分回复状态的正视图的对比图。

[0020] 图 3 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的正视图。

[0021] 图 4 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的侧视图。

[0022] 图 5 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,其示出了抛光表面上的沟槽图案。

[0023] 图 6 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,其示出了抛光表面上的沟槽图案。

[0024] 图 7 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,其示出了抛光表面上的沟槽图案。

[0025] 图 8 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,其示出了抛光表面上的孔和沟槽图案的组合。

[0026] 图 9 是本发明一实施例中的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,其示出了抛光表面上的若干孔。

[0027] 图 10 是应用本发明的形状记忆化学机械抛光垫来抛光半导体晶片的抛光机的示意图。

[0028] 图 11 是将本发明的形状记忆化学机械抛光垫与抛光浆液联合作用来抛光半导体晶片的抛光装置的示意图。

[0029] 图 12 是市售 IC1000 抛光垫中所用组合物的储能模量与温度曲线的图。

[0030] 图 13 是两种抛光垫组合物的储能模量对温度曲线的图。

[0031] 图 14 是初始状态下用金刚石修整器修整的市售 IC1000 抛光垫抛光的晶片数量与去除率之间的图表。

[0032] 图 15 是压缩状态下用热修整的市售 IC1000 抛光垫抛光的晶片数量与去除率之间的图表。

具体实施方式

[0033] 此处以及所附权利要求书中使用的术语“纤维形态 (fibrillar morphology)”是指一种相形态,其中相域 (phase domain) 具有三维形状,其中一维的尺寸远远大于另外两维尺寸。

[0034] 此处以及所附权利要求书中使用的术语“抛光介质”包括含颗粒的抛光液和不含颗粒的抛光液,例如不含颗粒的抛光液和反应液体抛光液。

[0035] 此处以及所附权利要求书中使用的术语“充分松弛 (relaxation)”是指在抛光层中形状记忆基质材料充分松弛,使得抛光层的平均厚度增加大于等于 2%,该厚度是用花岗岩基座比较仪 (granite base comparator,例如芝加哥数字指示器产品号 #6066—10 (Chicago Dial Indicator Cat#6066-10)) 测得的。

[0036] 此处以及所附权利要求书中使用的有关抛光表面的术语“基本圆截面”是指从中心轴线到抛光表面的外圆周的截面的半径 r 相对于截面的变化 $\leq 20\%$ (如图 4 所示)。

[0037] 本发明涉及的形状记忆基质慈爱来的玻璃化转变温度 (“ T_g ”) 是通过差示扫描量热仪 (DSC) 测量的,取热流对温度转变曲线的中点作为 T_g 值。

[0038] 此处以及所附权利要求书中使用的关于本发明的形状记忆化学机械抛光垫的抛光层的术语“初始状态”是指施加外力产生“锁定 (lock-in)”的可逆形状变形以使抛光层处于压缩状态前的已有 (as made) 状态。

[0039] 此处以及所附权利要求书中使用的有关抛光面的术语“微观纹理”是指经过加工后的抛光表面上的固有的微观整体纹理 (bulk texture)。影响抛光表面静态形态或微观整体纹理的因素有自然因素和纹理因素,包括波形、孔穴、褶皱、脊岭、裂缝、凹陷、突起和缝隙,以及单个功能元件 (feature) 或人造制品的尺寸、形状和分布、频率或节距。微观纹理通常具有很大的无规性,并且是抛光层加工过程中的内在因素的产物。

[0040] 此处以及所附权利要求书中使用的有关抛光面的术语“宏观纹理”是指抛光表面经过压花,车削,冲孔和/或机器加工后的大尺寸纹理的人工产物。

[0041] 此处以及所附权利要求书中使用的术语“形状记忆基质材料”是指具有形状记忆功能的材料。即任何具有以下特性的材料或材料组合:(1)当施加外力时能在至少一个空间尺寸上产生变形,(2)在去除外力后能在至少一个空间尺寸上锁定并保持一定的变形程度,以及(3)当施加激活刺激时能至少在一个空间尺寸上回复。形状记忆基质材料是一种智能材料,其被设计并制造成可以根据所处环境的改变按设定方式作用。形状记忆基材可以从初始形状变形并固定到暂时的(设定的)形状,并且在施加激活刺激后回复到与初始形状相近的形状。

[0042] “形状记忆功能”包括在形状记忆基质材料上实现“设定形状”的程序以及之后通过对形状记忆基质材料施加激活刺激使形状记忆基质材料回复到“回复的形状”(其接近初始形状)。形状记忆基质材料依靠传统的方法加工出初始形状。随后施加外部作用力后产生变形,并固定为期望的设定形状。后面的加工过程在这里被称为“程序加工(programming)”。

[0043] 在本发明的一些实施例中,形状记忆基质材料的组份并没有特别限制。

[0044] 在本发明的一些实施例中,形状记忆基质材料包括至少一种聚合物。在上述实施例中,形状记忆基质材料包括选自嵌段共聚物的至少一种聚合物,所述嵌段共聚物包括至少一个硬嵌段和至少一个软嵌段。在上述实施例中,形状记忆基质材料包括至少一种聚合物,所述聚合物选自聚酯基热塑性聚氨酯;聚醚基聚氨酯;聚环氧乙烷;聚(醚酯)嵌段共聚物;聚酰胺;聚(酰胺酯);聚(醚酰胺)共聚物;聚乙烯醇;聚乙烯基吡咯烷酮;聚乙烯基吡啶;聚丙烯酸;聚甲基丙烯酸;聚天冬氨酸;马来酸酐甲基乙烯基醚共聚物;聚丙烯酸和聚丙烯酸酯的聚乙烯基甲基醚共聚物;苯乙烯聚合物;环氧基聚合物;聚氰尿酸酯(polycyanurate);及上述物质的组合(如共聚物和共混物)。在上述实施例中,形状记忆基质材料包括含有至少一个硬嵌段和至少一个软嵌段的嵌段共聚物,其中不管是软嵌段,硬片段或者是两者均包含“刺激响应”的官能团或受体位点,即当施加激活刺激时形状能造成一定量的形状回复。

[0045] 在本发明的一些实施例中,形状记忆基质材料包括一种嵌段共聚物。在所述实施例中,嵌段共聚物选自聚氨酯弹性体;聚醚弹性体;聚(醚酰胺)弹性体;聚醚聚酯弹性体;聚酰胺基弹性体;热塑性聚氨酯,聚(醚酰胺)嵌段共聚物,热塑性橡胶(例如,未交联的聚烯烃),苯乙烯-丁二烯共聚物,硅橡胶,合成橡胶(例如腈橡胶和丁基橡胶),乙烯-醋酸乙烯酯共聚物,苯乙烯-异戊二烯共聚物,苯乙烯-乙烯-丁烯共聚物和上述物质的组合。在上述实施例中,形状记忆基质材料还包括一种非弹性体聚合物。在上述实施例中,上述非弹性体聚合物选自聚环氧乙烷,聚乳酸的共聚物和它们的组合。

[0046] 在本发明的一些实施例中,形状记忆基质材料包括聚氨酯。在上述实施例中,聚氨酯选自聚酯基芳香族聚氨酯;聚酯基脂肪族聚氨酯;聚醚基脂肪族和芳香族聚氨酯和它们的组合。

[0047] 在本发明的一些实施例中,所选的形状记忆基质材料具有玻璃化转变温度 T_g ,使得抛光层在用于抛光基片时经受的条件足以激活接近抛光表面的抛光层中的一些形状记忆基质材料从设计形状变到回复形状(recovered shape)。在上述实施例中,这种部分回复

导致抛光表面再生。在上述实施例中,这种部分回复有利于修整过程,使积极修整的需要最小。

[0048] 在本发明的一些实施例中,所选的形状记忆基质材料具有玻璃化转变温度,该玻璃化转变温度足够高以便于抛光层在用于抛光基片时经受的条件不会使所述抛光层在抛光过程中从其压缩状态充分松弛,此处以及所附权利要求书中使用的术语“充分松弛”是指抛光层中的形状记忆基质材料充分转换到回复形状,使抛光层的平均厚度的增加量大于等于 2%。

[0049] 在本发明的一些实施例中,抛光层是一种闭孔泡沫材料。

[0050] 在本发明的一些实施例中,抛光层是一种开孔泡沫材料。

[0051] 在本发明的一些实施例中,抛光层是一种闭孔和开孔泡沫材料的复合体。

[0052] 在本发明的一些实施例中,抛光层还包括多种微元件。在上述实施例中,多种微元件均匀地散布在抛光层中。在上述实施例中,这些多种微元件选自残存气泡物质、空心聚合材料、液体充满空心的聚合材料、水溶性材料和不溶性相材料(例如矿物油)。在上述实施例中,这些多种微元件包括均匀分布在抛光层上的空心聚合材料。

[0053] 在本发明的一些实施例中,抛光层还包括多种微元件,其中这些微元件包括气体充满空心的聚合材料。在上述实施例中,至少部分空心聚合材料是挠性的。

[0054] 在本发明的一些实施例中,抛光层还包括多种微元件,其中这些微元件包括液体充满空心的聚合颗粒。在上述实施例中,当抛光过程中使用抛光垫时通过研磨破坏所述微元件时,抛光液分散并填充所述微元件。

[0055] 在本发明的一些实施例中,抛光层还包括多种微元件,其中这些多个微元件包括在抛光过程中可被已有的水溶解的水溶性材料。在上述实施例中,这些多个微元件选自水溶性无机盐,水溶性糖和水溶性颗粒。在上述实施例中,这些微元件选自聚乙烯醇、胶质、聚乙烯基吡咯烷酮、羟乙基纤维素、甲基纤维素、羟丙基甲基纤维素(hydropropylmethylcellulose)、羧甲基纤维素、羟丙基纤维素、聚丙烯酸、聚丙烯酰胺、聚乙二醇、聚羟基醚丙烯酸酯(polyhydroxyetheracrylite)、淀粉、马来酸聚合物、聚环氧乙烷、聚氨酯、环糊精和上述物质的组合。在上述实施例中,这些微元件的重均粒径为 10 至 100 μm 。在上述实施例中,这些微元件的重均粒径为 15 至 90 μm ,在上述实施例中,这些微元件的重均粒径为 15 至 50 μm 。在上述实施例中,这些微元件可以依靠例如接枝,嵌段和交联等方法化学改变其溶解度,溶胀度和其它性能。在上述实施例中,这些多个微元件包括聚丙烯腈和聚偏二氯乙烯的空心共聚物(例如瑞典松兹瓦尔的阿克苏诺贝尔公司的微球膨胀剂(Expancel)TM)。在上述实施例中,这些多个微元件包括环糊精。

[0056] 在本发明的一些实施例中,抛光层包括形成格子状结构的形状记忆基质材料。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,抛光层包含有小于等于 70 体积%的形状记忆基质材料。在上述实施例中,抛光层包含至少两层重复的格子状结构层。

[0057] 在本发明的一些实施例中,抛光层中的形状记忆基质材料形成网状网络。在上述实施例中,所述网状网络呈示为螺旋形态。在上述实施例中,所述网状网络呈现为纤维形态。在上述实施例中,所述网状网络包括结构单元的互连网络。在上述实施例中,所述的结构单元的互连的网络包含开放的互连网络,其中单个元件设置在完全水平到完全垂直的所有角度上。在上述实施例中,所述的互连网络包含互连细长(slender)元件的完全无规阵

列,其中,其中它们所形成的空隙部分没有明显重复的尺寸或形状。在这些实施例中,所述抛光层包括形成为互连细长元件的完全无规阵列的形状记忆基质材料,其中空隙部分没有明显重复的尺寸或形状,或者许多元件是高度弯曲、分支或缠绕的。在上述实施例中,互连网络类似桥桁架 (bridge trusses),杆状大分子,和互连人体神经细胞。

[0058] 在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,抛光层具有 0.2-80 体积%的空隙和/或微元件的复合体。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,抛光层具有 0.3-80 体积%的空隙和/或微元件的复合体。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,抛光层具有 0.55-70 体积%的空隙和/或微元件的复合体。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,抛光层具有 0.6-60 体积%的空隙和/或微元件的复合体。

[0059] 在本发明的一些实施例中,用来抛光选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种基片的形状记忆化学机械抛光垫包括:处于压缩状态的抛光层;其中该抛光层包括可在初始形状(即现有形状)和设定形状之间转换的形状记忆基质材料;其中当该形状记忆基质材料处于初始形状时,该抛光层具有初始厚度 OT;其中当该形状记忆基质材料处于设定形状时,该抛光层处于压缩状态,具有压缩厚度 DT;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且其中该抛光层有适合抛光基片的抛光表面。在上述实施例中,压缩厚度 $DT \leq 70\%$ 的初始厚度 OT。在上述实施例中,压缩厚度 DT 为 70%至 40%的初始厚度 OT。在上述实施例中,基片是半导体基片。在上述实施例中,基片是半导体晶片。

[0060] 在本发明的一些实施例中,抛光层的压缩厚度为 20 至 150 密耳。在上述实施例中,抛光层的压缩厚度为 30 至 125 密耳。在上述实施例中,抛光层的压缩厚度为 40 至 120 密耳。

[0061] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫适合与抛光机的压盘相连接。在上述实施例中,形状记忆化学机械抛光垫附着在抛光机的压盘上。在上述实施例中,形状记忆化学机械抛光垫通过压敏粘合剂和真空中的至少一种附着在抛光机的压盘上。

[0062] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有中心轴线并且可以绕该中心轴线旋转(参见附图 4)。在上述实施例中,形状记忆化学机械抛光垫的抛光层 210 位于基本上垂直于中心轴线 212 的平面内。在上述实施例中,抛光层 210 可以在与中心轴线 212 成 80° 至 100° 的 θ 角的平面上旋转。在上述实施例中,抛光层 210 可以在与中心轴线 212 成 85° 至 95° 的 θ 角的平面上旋转。在上述实施例中,抛光层 210 可以在与中心轴线 212 成 89° 至 91° 的 θ 角的平面上旋转。在上述实施例中,抛光层 210 具有抛光表面 214,所述抛光表面 214 具有垂直于中心轴线 212 的基本上圆形截面。在上述实施例中垂直于中心轴线 212 的抛光表面 214 的截面半径 r 的变化对于横截面积来说为 $\leq 20\%$ 。在上述实施例中,垂直于中心轴线 212 的抛光表面 214 的截面半径 r 的变化对于横截面积来说为 $\leq 10\%$ 。

[0063] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫包括与基层接触的抛光层。在上述实施例中,抛光层依靠粘合剂粘在基层上。在上述实施例中,粘合剂选自压敏粘合剂、热熔粘合剂、接触粘合剂 (contact adhesive) 和上述物质的组合。在上述实施例中,粘合剂为热熔粘合剂。在上述实施例中,粘合剂为接触粘合剂。在上述实施例中,粘合剂为压敏粘合剂。

[0064] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫包括抛光层,基层和至少一

层位于基层和抛光层之间的附加层。

[0065] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有抛光表面,该抛光表面至少具有宏观纹理和微观纹理中的至少一种以利于抛光基片。

[0066] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有带有宏观纹理的抛光表面。在上述实施例中,宏观纹理设计成可以减少至少一种打滑现象;可以影响抛光介质流动;可以改变抛光层的硬度;可以减少边缘效应;并且,可以有利于抛光碎片从抛光表面和基片之间的区域中排出。

[0067] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有带有宏观纹理的抛光表面,该宏观纹理选自孔和槽中的至少一种。在上述实施例中,所述的孔可以从抛光表面起部分地或全部穿过抛光层的厚度。在上述实施例中,所述的槽设置在抛光表面上,这样在抛光过程中垫旋转时,至少一个槽可以扫过基片。在上述实施例中,所述的槽选自曲线槽、线性槽和上述槽的组合。

[0068] 在本发明的一些实施例中,抛光层具有宏观纹理,所述宏观纹理包括槽图案。在上述实施例中,槽图案包括至少一条槽。在上述实施例中,槽图案包括多条槽。在上述实施例中,至少一条槽选自曲线槽、直线槽和它们的组合。在上述实施例中,槽图案选自包含例如同心槽(可以是环形或螺旋形的)、曲线槽、十字开口槽(cross-hatch groove)(例如,布置为穿过抛光垫表面的X—Y栅格样式)、其它规则设计(例如六角形,三角形)、胎面型图案、不规则设计(例如碎片形图案),及其组合的槽设计。在上述实施例中,槽图案选自无规、同心的、螺旋的、十字开口的、X—Y栅格的、六角形的、三角形的、碎片形的,和上述图案的组合。在上述实施例中,槽轮廓选自具有垂直侧边的矩形或槽的横截面可以为“V”形、“U”形、三角形、锯齿形,和它们的混合。在上述实施例中,槽图案设计为沿抛光表面变化。在上述实施例中,槽被设计为特定用途。在上述实施例中,经过特定设计的槽尺寸可以沿抛光垫表面变化以产生槽密度不同的区域。

[0069] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有至少含一条槽的宏观纹理。在上述实施例中,至少一条槽的深度 ≥ 20 密耳。在上述实施例中,至少一条槽的深度在20至100密耳之间。在上述实施例中,至少一条槽的深度在20至60密耳之间。在上述实施例中,至少一条槽的深度在20至50密耳之间。

[0070] 在本发明的部分实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有含槽图案的宏观纹理,该槽图案包括至少两个深度 ≥ 15 密耳,宽度 ≥ 10 密耳,间距 ≥ 50 密耳的槽。在上述实施例中,上述槽图案包括至少两个深度 ≥ 20 密耳,宽度 ≥ 15 密耳,间距 ≥ 70 密耳的槽。在上述实施例中,上述槽图案包括至少两个深度 ≥ 20 密耳,宽度 ≥ 15 密耳,间距 ≥ 90 密耳的槽。

[0071] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫具有抛光表面,所述抛光表面具有微观纹理。

[0072] 在本发明的一些实施例中,用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;制备处于初始状态的包含处于初始形状的形状记忆基质材料的抛光层,其具有初始厚度 OT ;对该抛光层施加外力;使该形状记忆基质材料达到设定形状,以使该抛光层处于压缩状态,其中该抛光层具有压缩厚度 DT ;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且其中该抛光层具有适用于抛光磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种基片的抛光表面。在上述实施例中,压缩厚度 $DT \leq 70\%$ 的初

始厚度 OT 。在上述实施例中,压缩厚度 DT 在 OT 的 70% 至 40% 之间。在上述实施例中,基片是半导体基片。在上述实施例中,基片是半导体晶片。

[0073] 在本发明的一些实施例中,该用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法还包括将抛光层与基层相连。在上述实施例中,抛光层依靠粘合剂粘在基层上。在上述实施例中,粘合剂选自压敏粘合剂、接触粘合剂、热熔粘合剂和它们的组合。

[0074] 在本发明的一些实施例中,该用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;制备处于初始状态的包含处于初始形状的形状记忆基质材料的抛光层,其初始厚度为 OT ;将至少部分的抛光层加热至温度 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$;对该抛光层施加外力;其中该外力是轴向压紧抛光层的轴向力;使该形状记忆基质材料达到设定形状,以使该抛光层处于压缩状态,其中该抛光层具有压缩厚度 DT ;将抛光层冷却至温度 $< \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$ 同时保持轴向力,使该抛光层处于压缩状态;移除该外力;其中 T_g 为形状记忆基质材料的玻璃化转变温度;其中 $DT \leq 80\% OT$;并且该抛光层具有适合于抛光磁性基片、光学基片、半导体基片中的至少一种基片的抛光表面。在上述实施例中,将抛光层加热至温度 $\geq \{T_g - 10^\circ\text{C}\}$,但低于该形状记忆基质材料的分解温度。在上述实施例中,上述基片是半导体基片。在上述实施例中,上述基片是半导体晶片。在上述实施例中,上述方法还包括将抛光层与基层相连。在上述实施例中,将抛光层加热并在厚度方向上压缩以利于实现该形状记忆基质材料的程序加工 (programming) 以及将抛光层从初始状态向压缩状态转变。

[0075] 在本发明的一些实施例中,该用于制造形状记忆化学机械抛光垫的方法还包括:在抛光层上设置宏观纹理。在上述实施例中,该宏观纹理包括至少一条槽。在上述实施例中,该宏观纹理包括多个孔。在上述实施例中,该宏观纹理包括至少一条槽和多个孔的组合。在上述实施例中,当抛光层处于压缩状态时,在抛光层上设置宏观纹理。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,在抛光层上设置宏观纹理。在上述实施例中,当抛光层处于初始状态时,在抛光层上设置宏观纹理,并且当抛光层处于压缩状态时,在抛光层上设置一部分宏观纹理。

[0076] 在本发明的一些实施例中,当抛光层处于压缩状态时,在抛光层上设置宏观纹理。在上述实施例中,在抛光层上用切割刀片 (cutting bit) 设置宏观纹理。在上述实施例中,可以冷却上述切割刀片或抛光层或上述两者,使宏观纹理加工过程中从设定形状转变为回复形状的形状记忆基质材料的数量最小化。在上述实施例中,在抛光层上设置宏观纹理的过程包括冷却切割刀片,冷却抛光层上靠近切割刀片的区域,或者同时冷却上述两者。在上述实施例中,可以通过不同的方法实现冷却,例如,将压缩空气吹到切割刀片上以加快对流,将冷空气吹送到切割刀片上,向切割刀片喷水或吹送冷气。在上述实施例中,冷却可以通过直接向切割刀片,抛光层上靠近切割刀片的区域,或上述两者一起吹送冷的、液化的或低温气体 (例如,氩气,二氧化碳,氮气) 来实现。在上述实施例中,上述冷的、液化的或低温气体通过一个或多个专门喷嘴喷到上述区域内,其中气体快速膨胀,冷却,并形成固体晶体或液体以利于热传递。在上述实施例中,冷却技术包括形成材料 (例如,气体,液体或晶体) 流,并且引导该材料流接触切割刀片,抛光层上靠近切割刀片的区域,或上述两者。在上述实施例中,在抛光层上靠近切割刀片的区域的材料流还具有附加作用,即去除宏观纹理加工过程中产生的碎片。去除上述碎片有利于降低碎片重新粘附 (例如,通过熔化,熔融

或焊接)抛光层的可能。在宏观纹理加工过程中去除碎片,减少重新粘附到抛光层的碎片,上述过程中可以避免随后地使用抛光层进行抛光的不利影响。在上述实施例中,整个抛光层可以被低温冷却。在上述实施例中,整个抛光层和用来给切割刀片提供能量的机械装置可以被低温冷却。

[0077] 在本发明的一些实施例中,施加在抛光层上的外力使形状记忆基质材料处于设定形状,该外力为标称轴向力,其在抛光层上施加的标称压力 $\geq 150\text{psi}$ 。在上述实施例中,施加在抛光层上的标称压力 $\geq 300\text{psi}$ 。在上述实施例中,施加在抛光层上的标称压力在 150 至 10,000psi 之间。在上述实施例中,施加在抛光层上的标称压力在 300 至 5,000psi 之间。在上述实施例中,施加在抛光层上的标称压力在 300 至 2,500psi 之间。

[0078] 在本发明的一些实施例中,提供了一种生产形状记忆化学机械抛光垫的方法,所述方法包括:提供可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;提供多种微元件;将多种微元件分散到形状记忆基质材料中;制备处于初始状态的含有处于初始形状的形状记忆基质材料的抛光层,其初始厚度为 OT;将抛光层加热到超过形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 的温度;施加轴向力,以轴向压紧抛光层到压缩厚度 DT,同时将抛光层的温度保持在超过形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 的温度;通过将抛光层冷却到低于 T_g 的温度并保持轴向力以使该形状记忆基质材料处于设定形状;移除该外力;其中 $DT \leq 80\% \text{ OT}$;并且其中该抛光层具有适合于抛光磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种基片的抛光表面。在上述实施例中,所述方法还包括将抛光垫与抛光机的压盘相连接。在上述实施例中,所述方法还包括将抛光垫通过压敏粘合剂和真空中的至少一种方法附着在抛光机械的压盘上。在上述实施例中,所述方法还包括将抛光层与基层相连。在上述实施例中,所述方法还包括用粘结剂将抛光层与基层相连,并且用压敏粘合剂和/或真空将基层与抛光机的压盘相连。在上述实施例中,压缩厚度 $DT \leq 70\%$ 的初始厚度 OT。在上述实施例中,压缩厚度 DT 在初始厚度的 70%至 40%之间。在上述实施例中,基片是半导体基片。在上述实施例中,基片是半导体晶片。

[0079] 在本发明的一些实施例中,可以通过任何已知的方法制备包括处于初始形状的形状记忆基质材料的抛光层,以提供处于初始状态且具有初始厚度 OT 的抛光层。在上述实施例中,抛光层的加工方法选自于流延(casting),注塑(包括反应注塑),挤出,镀膜(web casting),光聚合,烧结,印刷(包括喷墨印刷和丝网印刷),旋涂,编织,车削(skiving)及其上述方法的组合。在上述实施例中,抛光层通过流延和车削的组合来制备。

[0080] 在本发明的一些实施例中,抛光层是依靠下述方法从初始厚度为 OT 的初始状态(即,现有状态)转变到压缩厚度为 DT 的压缩状态:将抛光层的温度保持在形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 附近或之上(即,大于等于 $\{T_g-10^\circ\}$),施加力将抛光层压缩至压缩厚度 DT;将抛光层冷却到低于 T_g 的温度以锁定压缩厚度 DT;然后去除用于压缩抛光层所施加的力。

[0081] 当处于设定状态的抛光层上的形状记忆基质材料受到激活刺激时,它作出反应,转换到回复形状。在本发明的一些实施例中,当抛光基片时形状记忆化学机械抛光垫在使用过程中需要定期修整以再生抛光表面。在上述实施例中,上述修整过程包括对至少部分抛光层施加激活刺激。在上述实施例中,上述激活刺激选自施加热,光,电场,磁场,超声波,水和它们的组合。施加激活刺激时,被激活的抛光层部分的厚度提到到回复厚度 RT。理想

地,在整个压缩厚度暴露在激活刺激时抛光层的总回复厚度 TRT(下文称为“最大总回复厚度,MTRT”)近似于抛光层的初始厚度。但是实际中,最大总回复厚度不可能等于初始厚度。在上述实施例中,最大总回复厚度 $MTRT \geq 80\%$ 的初始厚度 OT。在上述实施例中,最大总回复厚度 $MTRT \geq 85\%$ 的初始厚度 OT。在上述实施例中,最大总回复厚度 $MTRT \geq 90\%$ 的初始厚度 OT。

[0082] 在本发明的一些实施例中,形状记忆化学机械抛光垫的抛光层在使用时需要定期修整,所述修整方法如将接近抛光表面的至少部分抛光层加热至或高于形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 。加热的结果是,抛光层上靠近抛光表面的部分形状记忆基质材料转变为回复形状,这改变并重新修整了抛光表面。在上述实施例中,也可对抛光表面进行传统的修整加工。但是,靠近抛光表面的抛光层上的至少部分形状记忆基质材料转变为回复形状的响应可以相似抛光特性对一些基片进行抛光,并且减少或消除了使用传统修整方法定期修理或修整抛光垫的需求。传统修整的减少有助于延长形状记忆化学机械抛光垫的使用寿命,降低了使用成本。而且,穿过垫的孔,引用导线槽或导线例如导电纤维,导电网络,金属网格或金属导线,可以将形状记忆化学机械抛光垫转变为 eCMP(电化学机械修整)抛光垫。

[0083] 在本发明的一些实施例中,可以选择形状记忆基质材料的转变温度使得标准抛光修整不会引起抛光层从其压缩状态充分松弛。

[0084] 在本发明的一些实施例中,可以选择形状记忆基质材料的转变温度,以促进靠近抛光表面的抛光层中的部分形状记忆基质在抛光过程中,通过已有的修整激励实现从设定状态到回复状态的转变。在上述实施例中,上述转变依靠加热浆液来激发。在上述实施例中,上述转变通过精密(rigor)加工抛光表面而产生的热量来激发。

[0085] 在本发明的一些实施例中,抛光基材的方法包括:提供选自磁性基片、光学基片和半导体基片中的至少一种基片;提供形状记忆化学机械抛光垫,其中该抛光垫包含处于压缩状态的抛光层,其中该抛光层包含可在初始形状和设定形状之间转化的形状记忆基质材料;其中当该形状记忆基质材料处于初始形状时,该处于初始状态的抛光层具有初始厚度 OT;其中该形状记忆基质材料处于设定形状时,该抛光层处于压缩状态,具有压缩厚度 DT;并且其中 $DT \leq 80\%$ OT;并且在抛光层的抛光表面与基片之间建立动态接触以对基片表面进行抛光。在上述实施例中,上述方法还包括通过将靠近抛光表面的至少部分抛光层暴露在激活刺激,使抛光表面原位(in situ)或抛光暂停时(ex situ)再生,其中上述激活刺激可使部分靠近抛光表面的抛光层转变为回复状态。在上述实施例中,压缩厚度 $DT \leq 70\%$ 的初始厚度 OT。在上述实施例中,压缩厚度 DT 在初始厚度 OT 的 70%至 40%之间。在上述实施例中,上述方法还包括将形状记忆化学机械抛光垫与抛光机的压盘相连。在上述实施例中,该方法还包括使用压敏粘合剂和真空中的至少一种方法将形状记忆化学机械抛光垫与抛光机械的压盘相连;在上述实施例中,上述基片是半导体基片。在上述实施例中,上述基片是半导体晶片。在上述实施例中,上述基片是一系列图案化的半导体晶片。

[0086] 在本发明的一些实施例中,抛光基片的方法还包括:在抛光表面和基片之间的界面处提供抛光液。

[0087] 在本发明的实施例中,抛光基片的方法还包括:修整抛光层的抛光表面。在上述实施例中,上述修整包括将靠近抛光表面的至少部分抛光层暴露在激活刺激下,其中暴露在

激活刺激的靠近抛光表面的部分抛光层从压缩状态转变为回复状态。在上述实施例中,上述激活刺激选自暴露于热,光,电场,磁场,水和它们的组合。在上述实施例中,上述激活刺激为暴露于热。在上述实施例中,上述激活刺激为暴露于热,并且对抛光层的抛光表面的修整包括提高靠近抛光表面的部分抛光层的温度至 $\geq T_g$,这里 T_g 指形状记忆基质材料的玻璃化转变温度。在上述实施例中,靠近抛光表面的部分抛光层的温度加热至 $\geq T_g+10^{\circ}\text{C}$ 的温度。在上述实施例中,靠近抛光表面的部分抛光层的温度加热至 $\geq T_g+20^{\circ}\text{C}$ 的温度。在上述实施例中,对抛光层的修整包括将靠近抛光表面的抛光层的 $\leq 5\%$ 的厚度加热至 $\geq$ 形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 。在上述实施例中,对抛光层的修整包括将靠近抛光表面的抛光层的 $\leq 2\%$ 的厚度加热至 $\geq$ 形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 。在上述实施例中,对抛光层的修整包括将靠近抛光表面的抛光层的 $\leq 1\%$ 的厚度加热至 $\geq$ 形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 。在上述实施例中,对靠近抛光表面的抛光层的修整包括将靠近抛光表面的抛光层的 0.1 至 5% 的厚度加热至 $\geq$ 形状记忆基质材料的玻璃化转变温度 T_g 。只对靠近抛光表面的部分抛光层加热的这种方法足以使得这部分抛光层中的一些形状记忆基质材料转变为回复状态,同时抛光层中剩余部分的形状记忆基质材料仍保持为设定形状。

[0088] 在本发明的一些实施例中,对抛光层的抛光表面的修整包括传统的修整方法。在上述实施例中,对抛光表面的修整包括用修整盘,例如,金刚石修整盘来修磨。

[0089] 在本发明的一些实施例中,对抛光层的抛光表面的修整使用了传统修整方法和暴露于激活刺激的组合。

[0090] 下面结合附图所示出的特定实施例中,激活刺激为暴露于热。虽然这里给出了示例,但是任何一个本领域的普通技术人员可知如何应用其它激活刺激,例如使用光,磁场,电场,和 / 或水。

[0091] 在图 1 中,提供了本发明一实施例的抛光层的正视图的对比图。尤其是,图 1 提供了具有初始厚度 OT 的处于初始状态的抛光层 10 与具有压缩厚度 DT 的处于压缩状态的相同抛光层 20 的对比。

[0092] 在图 2 中,提供了本发明一实施例的抛光层的正视图的对比图。尤其是图 2 表示的是具有初始厚度 OT 的处于初始状态的抛光层 30,与具有压缩厚度 DT 的处于压缩状态的相同抛光层 40,具有总回复厚度 TRT 并且靠近抛光表面 32 的回复部分具有回复厚度 TR 的处于部分回复状态的相同抛光层 50 之间的对比。图 2 所示的抛光层包括分散在形状记忆基质材料 36 内的许多微元件 34。

[0093] 在图 3 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的正视图。尤其是,图 3 所示的形状记忆化学机械抛光垫 60 包含一层具有抛光表面 72 的抛光层 70,其中所述抛光层包含很多均匀地分布在形状记忆基质材料 74 中的微元件 76,图 3 所示的形状记忆化学机械抛光垫 60 还包括一层与抛光层 70 相连接的基层 90。特别的是,基层 90 通过粘合剂层 80 粘在抛光层 70 上。

[0094] 在图 4 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的侧视图。尤其是,图 4 所示的是具有压缩厚度 DT 的处于压缩状态的单层形状记忆化学机械抛光垫 210。所述形状记忆化学机械抛光垫 210 具有抛光表面 214 和中轴线 212。所述抛光表面 214 具有从中轴线 212 到与中轴线 212 成角度 θ 的抛光表面 215 的外圆周的半径为 r 的基本圆形截

面。

[0095] 在图 5 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图。尤其是,图 5 所示的是形状记忆化学机械抛光垫 300,其具有抛光表面 302,抛光表面 302 上具有由很多曲线槽 305 构成的槽图案。

[0096] 在图 6 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,尤其是,图 6 所示的是具有抛光表面 312 的形状记忆化学机械抛光垫 310,抛光表面 312 上具有由很多同心槽 315 构成的槽图案。

[0097] 在图 7 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图,尤其是,图 7 所示的是具有抛光表面 322 的形状记忆化学机械抛光垫 320,抛光表面 322 上具有由很多以 X—Y 栅格排列的线性槽 325 构成的槽图案。

[0098] 在图 8 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图。尤其是,图 8 所示的是具有抛光表面 332 的形状记忆化学机械抛光垫 330,该抛光表面 332 上具有许多孔 338 和同心环槽 335 的组合。

[0099] 在图 9 中,提供了本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫的俯视图。尤其是,图 9 所示的是具有抛光表面 342 的形状记忆化学机械抛光垫 340,该抛光表面 342 上具有许多孔 348。

[0100] 在图 10 中,提供了应用本发明一实施例的形状记忆化学机械抛光垫抛光半导体晶片的抛光机的视图。尤其是,图 10 所示的是具有形状记忆化学机械抛光垫 110 的抛光装置 100,所述形状记忆化学机械抛光垫 110 具有中轴线 112、带抛光表面 118 和基层 114 的抛光层 116。图 10 中还示出了附着基层 114 的抛光压盘 120。抛光压盘 120 的中轴线 125 与抛光垫 110 的中轴线 112 对应。抛光装置 100 还包括具有中轴线 135 的晶片载体 130。晶片载体 130 承载半导体晶片 150。晶片载体 130 安装在移动臂 140 上,该移动臂带动晶片载体相对抛光垫 110 横向移动。晶片载体 130 和压盘 120(带有附着在其上的抛光垫 110)被设计成可绕它们各自的中轴线旋转,这样在抛光表面 118 与半导体晶片 150 之间建立起动态接触。

[0101] 在图 11 中,提供了应用本发明的形状记忆化学机械抛光垫与抛光液(例如抛光浆)联合作用的抛光机的示意图。尤其是,图 11 所示的抛光装置 200 包括带有抛光表面 214 和外圆周 215 的单层形状记忆化学机械抛光垫 210。抛光垫 210 与压盘 220 相连。抛光垫 210 具有与压盘 220 的中轴线 225 同轴的中轴线 212。抛光装置 200 还包括具有中轴线 235 的晶片载体 230。晶片载体 230 承载半导体晶片 250。抛光装置 200 还包括抛光介质 260 和浆液分配器 270 以用来将抛光介质分配到抛光表面 214 上。在半导体晶片 250 的抛光过程中,压盘 220 和抛光垫 210 绕它们各自的中轴线旋转,晶片载体也绕其中轴线旋转。在抛光过程中,抛光垫与晶片处于动态接触,并且在该系统中引入抛光介质,这样介质可以在半导体晶片与抛光垫的抛光层之间流动。

[0102] 下面的例子中将对本发明的一些实施例做详细描述。

[0103] 例 1. 形状记忆抛光垫

[0104] 测试样本为流通于市场上的填充聚氨酯的抛光垫(罗门哈斯电子材料 CMP 公司的 IC1000[®])。测试样本具有圆形盘,该盘直径约为 12.7mm,并由 IC1000[®]抛光垫冲压出来。

[0105] 例 2. 制备形状记忆抛光垫材料

[0106] 形状记忆聚合基质材料是将 227 克丙氧基化丙三醇 (glycerolpropoxylate) (平均 Mn ~ 266), 279 克聚四氢呋喃 (平均 Mn ~ 650), 和 494 克聚碳化二亚胺改性的二苯基甲烷二异氰酸酯 (陶氏化学公司 Isonate® 143L) 在大约 50°C 和大气压力下混合所得。然后向上述混合物中加入 18 克中空弹性聚合微球体 (阿克苏诺贝尔公司的微球膨胀剂® 551DE), 用非接触式行星高剪切混和器以 2000rpm 的转速将微球体均匀分散在形状记忆基质材料中。将最终混合物浇注在间距为 2.54mm 的两平板玻璃面之间, 然后将形成的直径为 ~ 254mm 的浇注片胶凝 (gel) 10 分钟左右。

[0107] 将上述 2.54mm 厚的浇注片连同玻璃面置于固化炉中, 在约 105°C 固化约 16-18 小时; 然后将固化片在室温冷却约 8 小时直至片温达到 25°C 左右。

[0108] 例 3. 制备形状记忆抛光垫材料

[0109] 形状记忆聚合基材是将 216 克丙氧基化丙三醇 (平均 Mn ~ 266), 315 克聚 (己内酯) 二醇 (平均 Mn ~ 775), 和 469 克聚碳化二亚胺改性的二苯基甲烷二异氰酸酯 (陶氏化学公司 Isonate® 143L) 在大约 50°C 和大气压力混合所得。然后向上述混合物中加入 18 克中空弹性聚合微球体 (阿克苏诺贝尔公司的微球膨胀剂® 551DE), 用非接触式行星高剪切混和器以 2000rpm 的转速将该微球体均匀分散在形状记忆基材中。将最终混合物浇注在间距为 2.54mm 的两平板玻璃面之间, 然后将形成的直径在 ~ 254mm 的浇注片胶凝 10 分钟左右。该片的固化处理同例 2。

[0110] 例 4. 储能模量对温度测量

[0111] 对于用于市场上的罗门哈斯电子材料 CMP 公司的 IC1000® 抛光垫 (但未加入微球膨胀剂® 材料) 中的形状记忆聚合体基质材料组合物, 由 (Mpa) 表示的储存模数与用 (°C) 表示的温度的曲线图可以用一动态力学分析仪 (DMA, TA 仪器公司的 Q800 型号) 绘制出。图 12 即为上述曲线图。

[0112] 例 5. 储存模数对温度测量

[0113] 对于例 2 和例 3 中制备的形状记忆基材的组合物 (但未加入微球膨胀剂® 材料), 可以用一动态力学分析仪 (DMA, TA 仪器公司的 Q800 型号) 绘制出用 (Mpa) 表示的储存模数与用 (°C) 表示的温度的曲线图。图 13 即为该曲线图。

[0114] 例 6. 制备压缩状态的抛光垫

[0115] 根据例 1 制备的形状记忆化学机械抛光垫样本被放置在一英斯特朗测试器 (Instron Tester) 的 2` 直径顶压盘和底压盘之间。加热的腔 (其内部温度是可控的) 密封压盘与样本之间的间隙。将样本垫加热到 120°C 保持 20 分钟, 且用压盘在样本垫上施加轴向力。施加在样本垫上的标称轴向力足以将该样本垫压至初始厚度的约 50%。施加在样本垫上的标称轴向力大约为 1,000-5,000psi。在保持该轴向力的同时, 将样本垫冷却至室温以使该形状记忆基质材料处于设定形状并使该样本垫处于压缩状态。

[0116] 例 7. 制备压缩状态的抛光垫

[0117] 在由例 2 和例 3 的方法制备出的片上冲压出直径为 12.5mm 的样本垫。然后将该样本垫置于英斯特朗测试器的直径为 2` 的顶压盘和底压盘之间。加热的腔 (其内部温度是可控的) 密封压盘与样本垫之间的间隙。将样本垫加热到 90°C 保持 20 分钟, 且用压盘在样本垫上施加轴向力。施加在样本垫上的标称轴向力足以将该样本垫压至初始厚度的约

50%。施加在样本垫上的标称轴向力大约为 1,000–5,000psi。在保持该轴向力的同时,将样本垫冷却至室温以使该形状记忆基质材料处于设定形状并使该样本垫处于压缩状态。

[0118] 例 8. 将抛光垫转变到回复状态

[0119] 将由例 6 中制备的处于压缩状态的样本垫置于炉中加热到 120℃ 保持 10–20 分钟。然后测量每个样本垫的厚度。每个样本垫转变到 > 初始厚度的 99% 的最大总回复厚度的回复状态。

[0120] 例 9. 将抛光垫转变到回复状态

[0121] 将由例 7 中制备的处于压缩状态的样本垫置于炉中加热到 90℃ 保持 10–20 分钟。然后测量每个样本垫的厚度。每个抛光垫样本转变到 > 初始厚度的 99% 的最大总回复厚度的回复状态。

[0122] 例 10. 制备压缩状态的形状记忆抛光垫

[0123] 从市场上的 IC1000 抛光垫中冲压出直径为 203mm 的形状记忆抛光垫。然后将该形状记忆抛光垫置于两块直径为 254mm, 厚度为 12.7mm 的平面硬质钢盘之间, 并且置于 150 吨 Hannifin、37" × 36" 向下作用、4 柱液压机的底压盘上。将顶压盘和底压盘电加热 60 分钟以上, 直至形状记忆化学机械抛光垫的温度达到 120℃。然后在施加在形状记忆抛光垫上的 1,000–5,000psi 的轴向力的作用下, 将该抛光垫压至初始厚度的 50%。在保持该轴向力的同时, 将形状记忆抛光垫冷却到室温, 使该形状记忆基材处于设定形状并使该形状记忆抛光垫处于压缩状态。

[0124] 例 11. 用热修整方法抛光形状记忆抛光垫

[0125] 下述实验是在特里波劳格 (Tribology) 技术中心生产的化学机械实验台式顶面抛光机上完成的。该抛光机设有 2.4psi 的向下力, 抛光液流速为 50cc/分钟, 压盘 (platen) 转速为 160RPM, 并且载体转速为 160RPM。使用的抛光介质为罗门哈斯电子材料 CMP 公司的用于铜化学机械抛光的 EPL2362 浆液。这些实验中使用的晶片为 SilyB 公司生产的具有电镀铜厚度为 15,000 埃的 100mm 硅基片。将晶片抛光去除铜, 这里铜的去除率 (埃/分) 是在上述条件下将晶片抛光 2 分钟后用亚毫米分析天平 (AINSWORTH 型 #CC-204) 根据晶片重量的损失来确定的。

[0126] 抛光实验是用从市面上的 IC1000 抛光垫切割出的直径为 203mm 的对照垫模进行的。该对照垫具有初始状态 (即, 其未转变为压缩状态)。注意在抛光 13 个晶片后, 用金刚石修整盘再生对照垫的表面。图 14 为用金刚石修整盘再生的使用处于初始状态的对照垫进行实验的去除率与晶片数据之间的比值图。

[0127] 然后用例 10 中描述的方法将转变为压缩状态后的 IC1000 的抛光垫材料进行实验。通过将处于压缩状态的抛光层的抛光表面与直径为 254mm, 厚度为 6.4mm 的加热至 120℃ 的黄铜修整盘接触 1 分钟来实现抛光层的抛光表面的加热。经过一分钟后, 用电控热盘 (康宁 #PC-220) 维持黄铜盘的热量, 并控制与抛光表面接触的黄铜盘表面的温度。试验垫的抛光表面的加热导致靠近抛光表面的抛光层转变为回复状态, 而剩余厚度的抛光垫则仍保持为压缩状态。然后用抛光垫抛光 13 个晶片。用上述方法将抛光垫的表面再次加热, 使其另一部分靠近抛光表面的抛光层转变为回复状态。然后用抛光垫抛光晶片 14。图 15 为使用处于最初状态的并经热修整的对照垫进行实验的去除率与晶片数据之间的比值图。

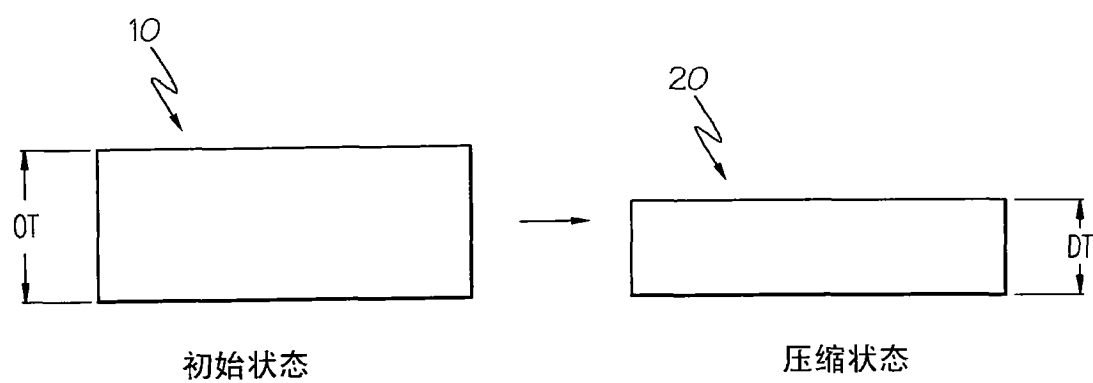


图 1

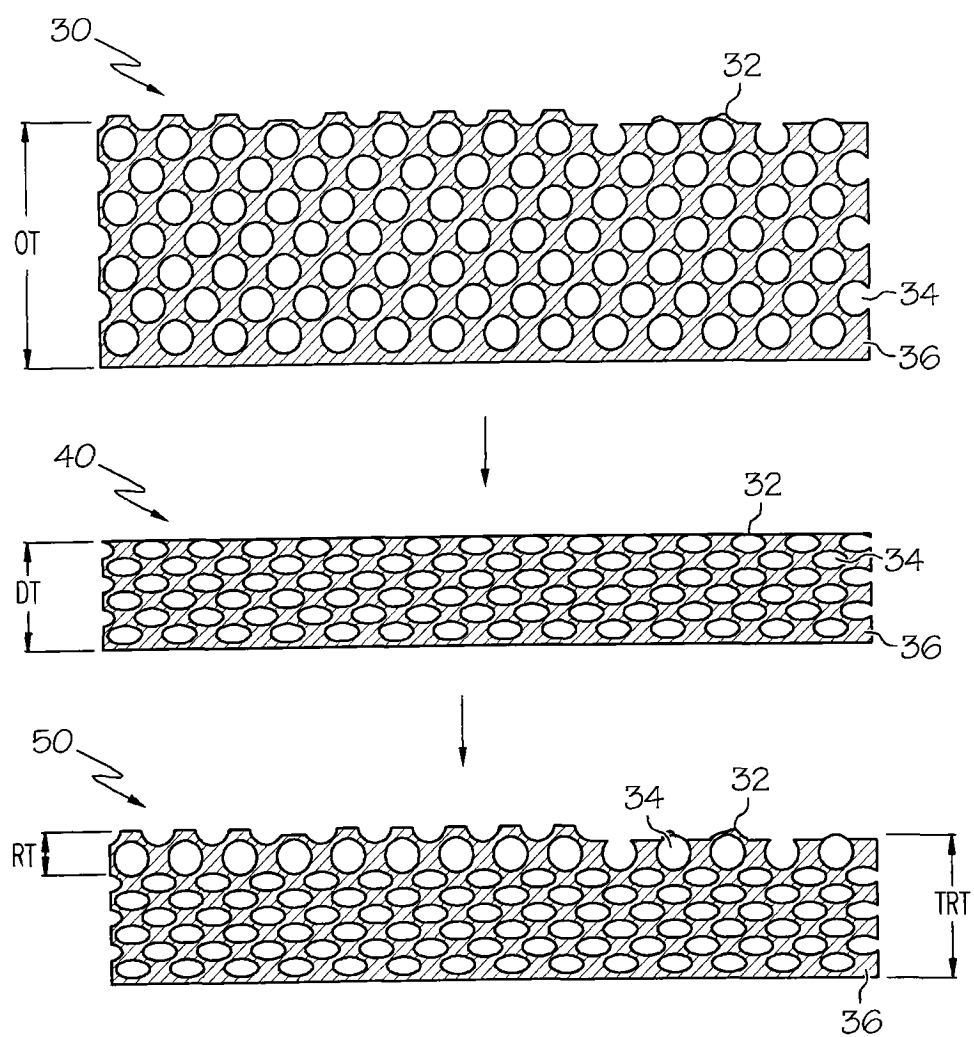


图 2

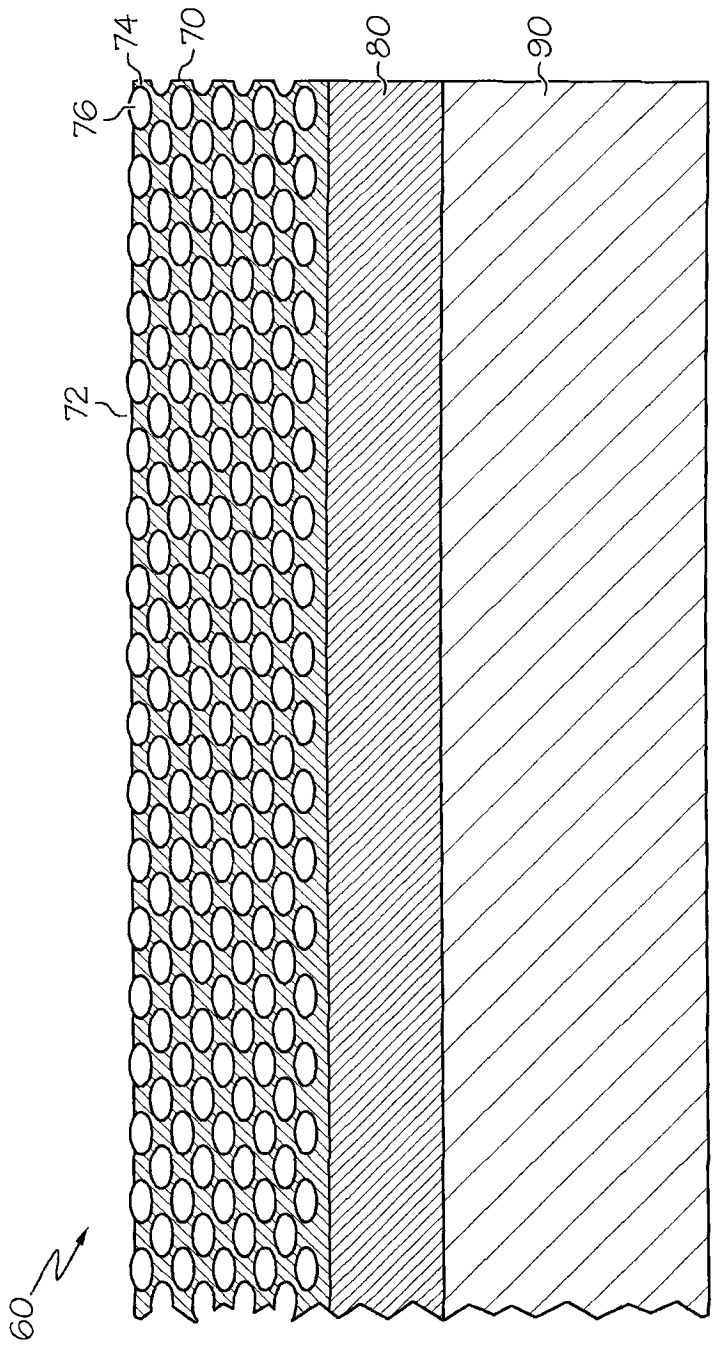


图 3

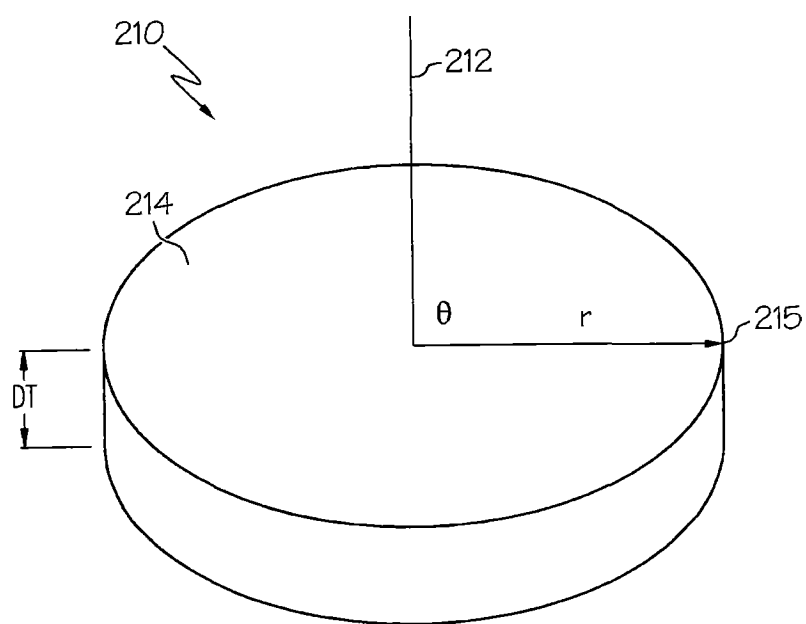


图 4

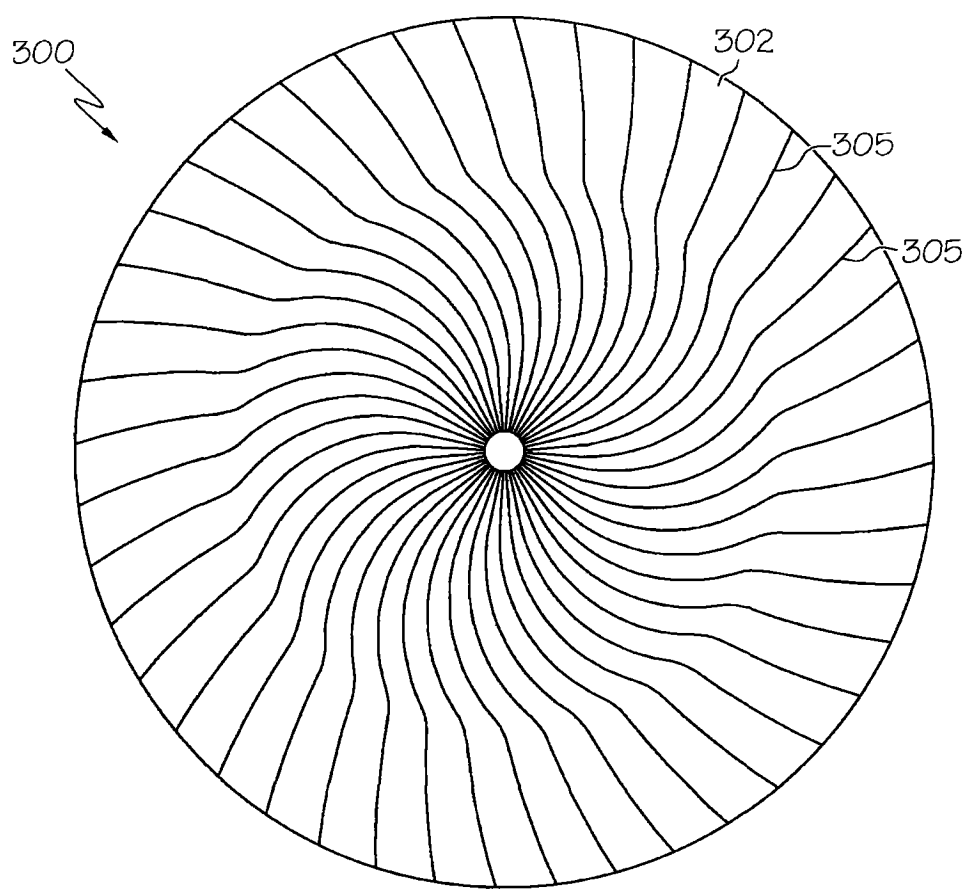


图 5

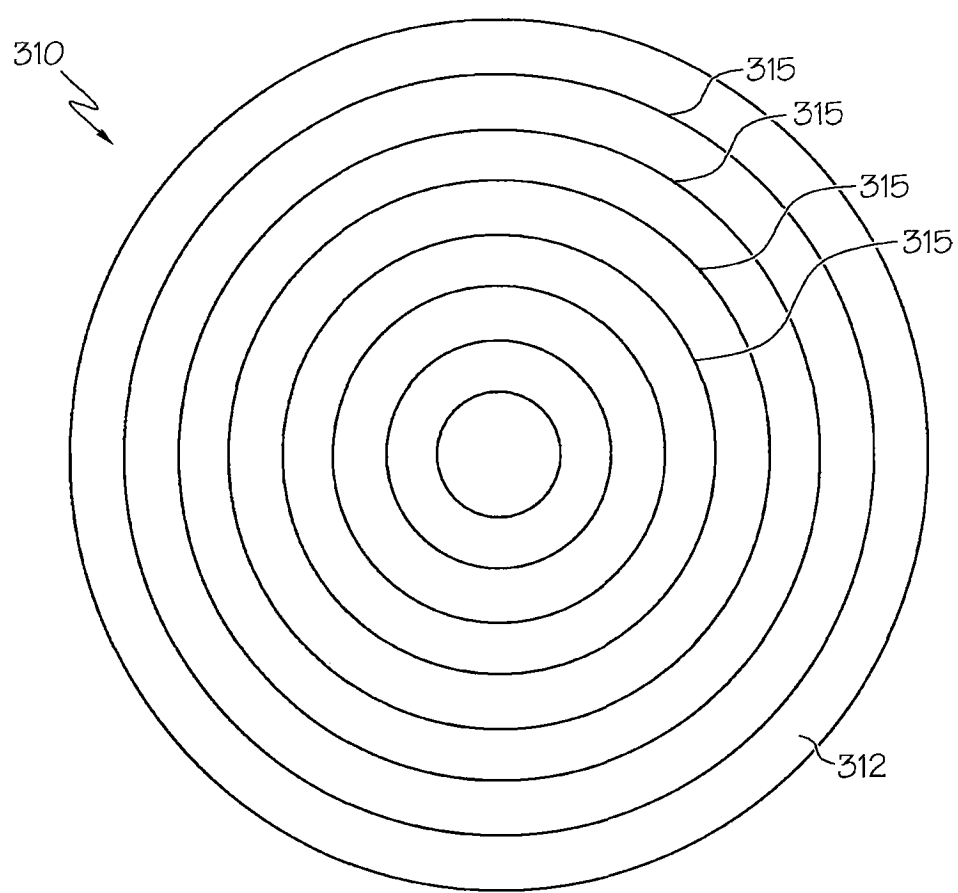


图 6

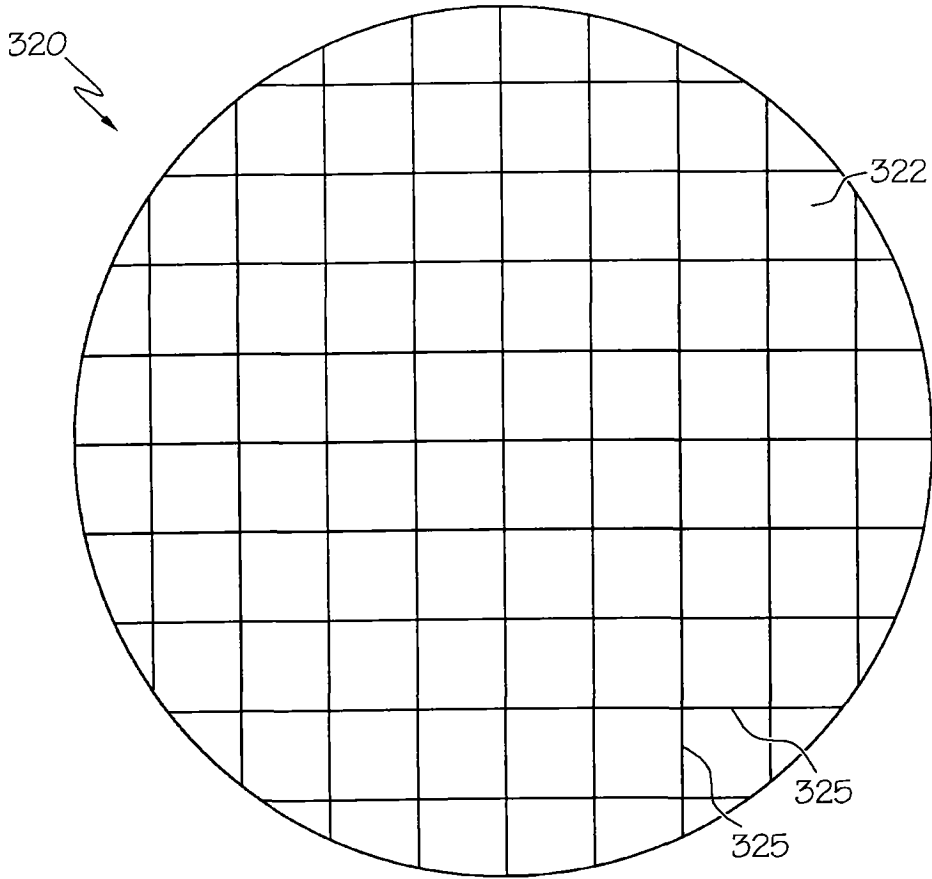


图 7

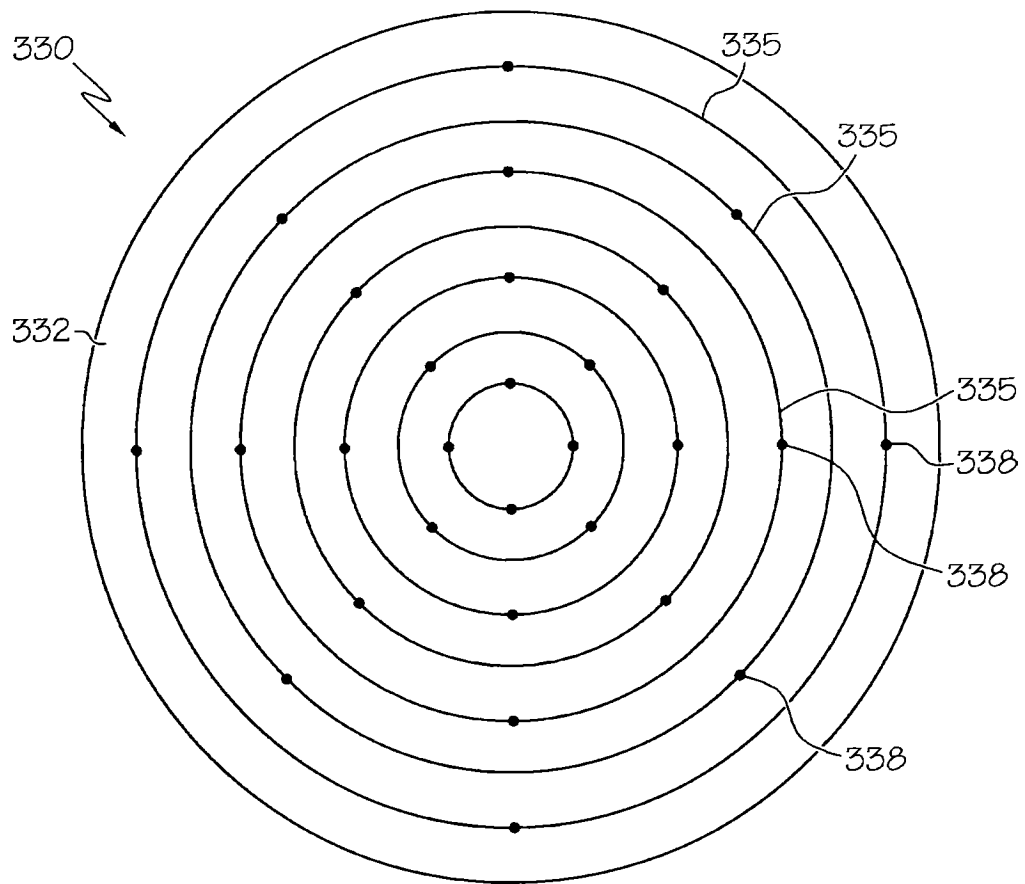


图 8

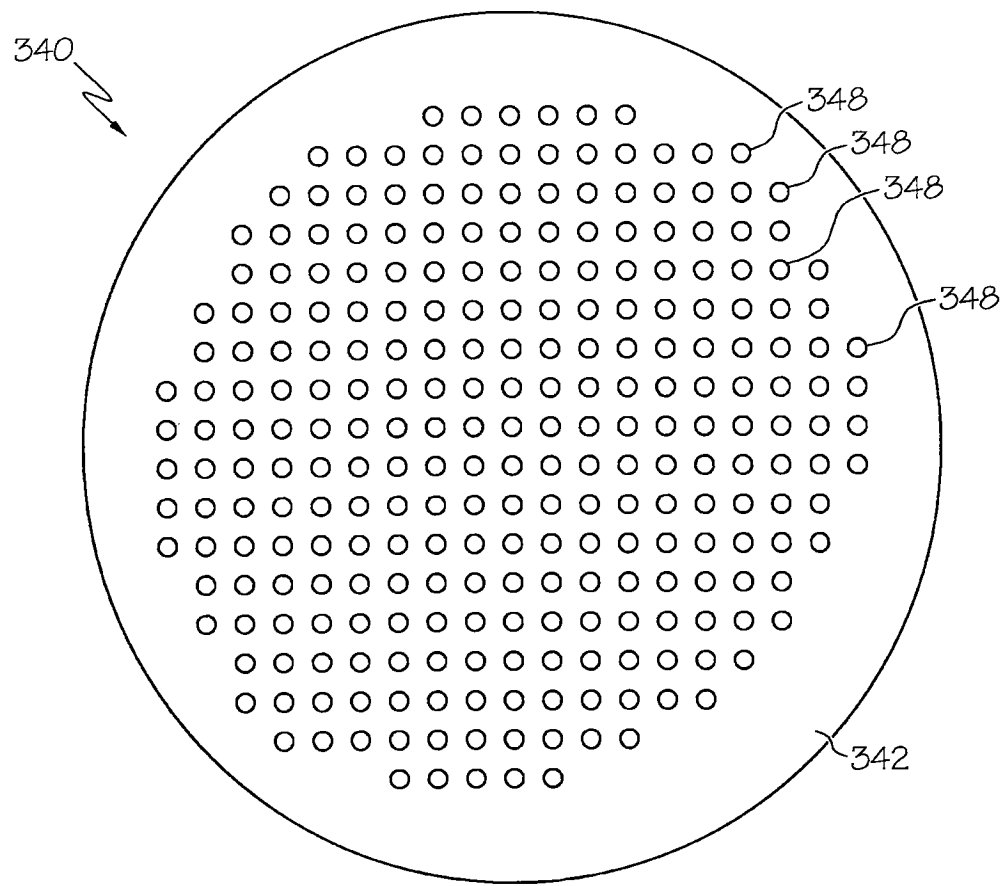
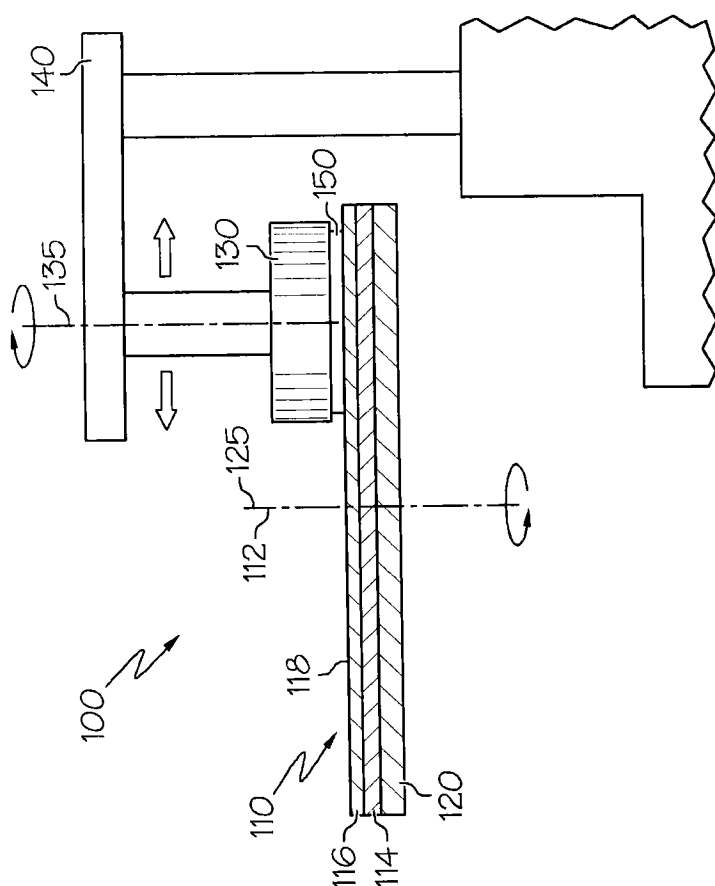


图 9



10 圖

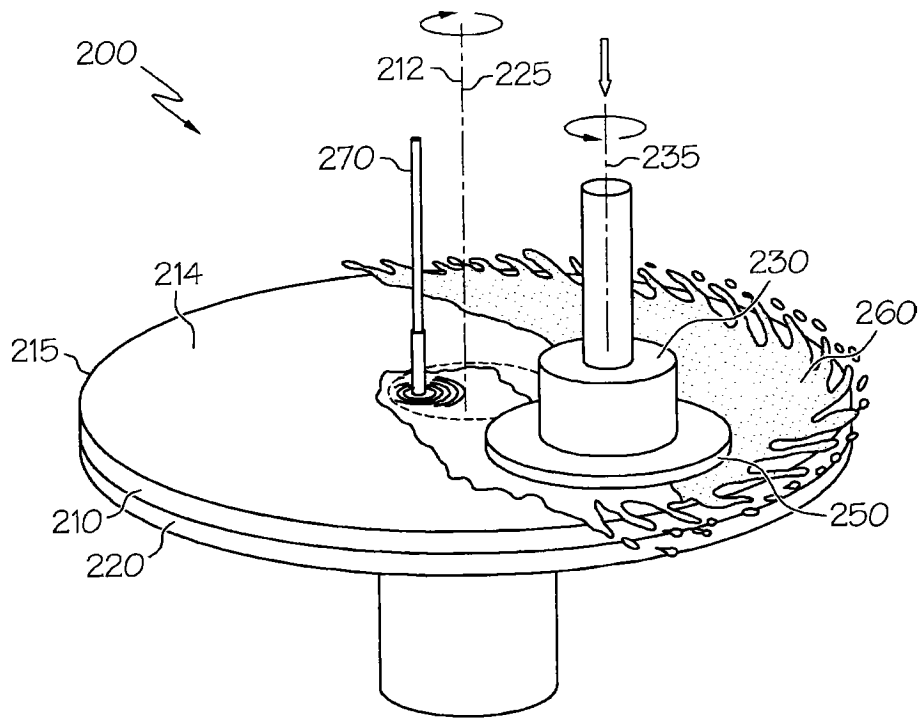


图 11

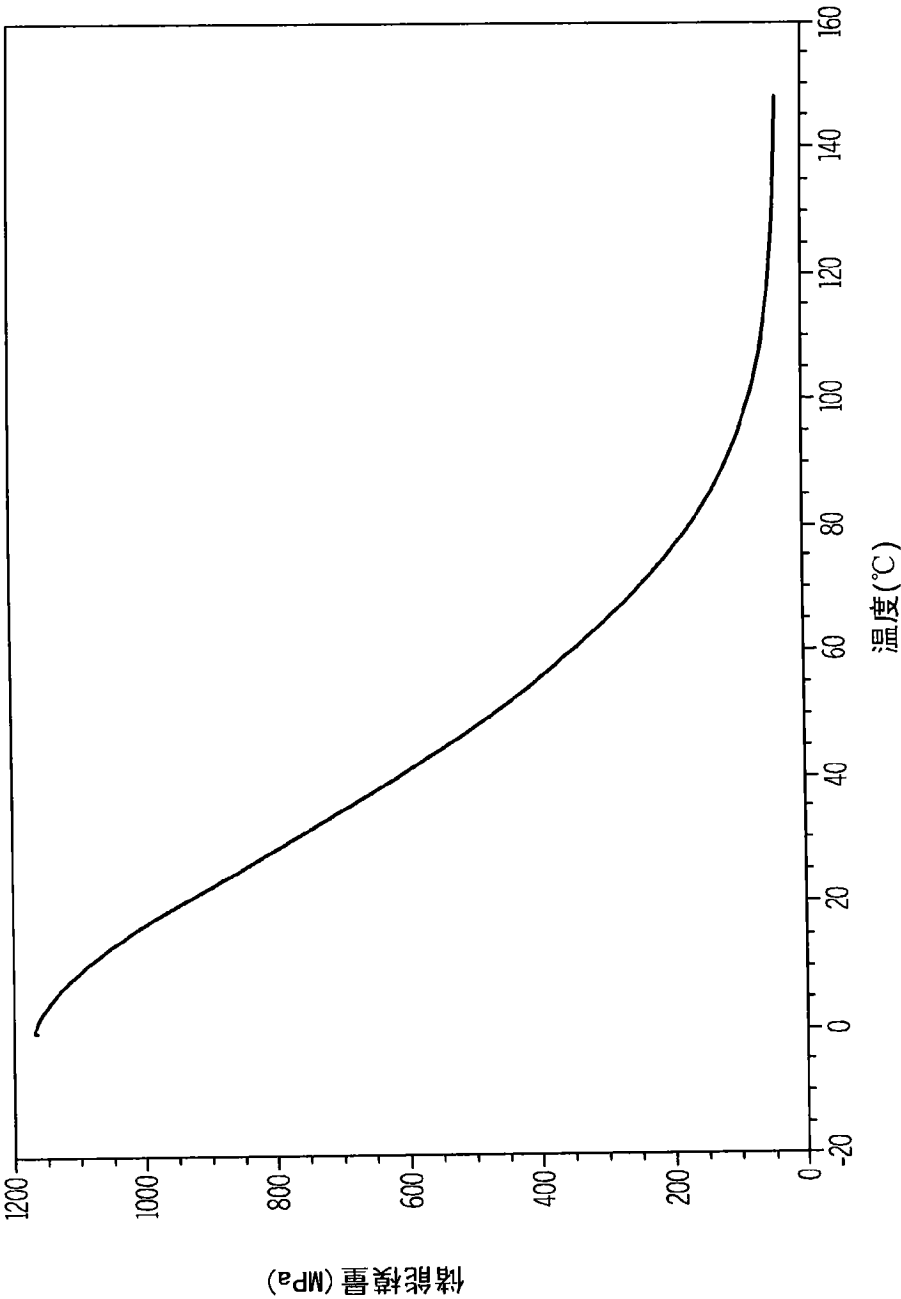


图 12

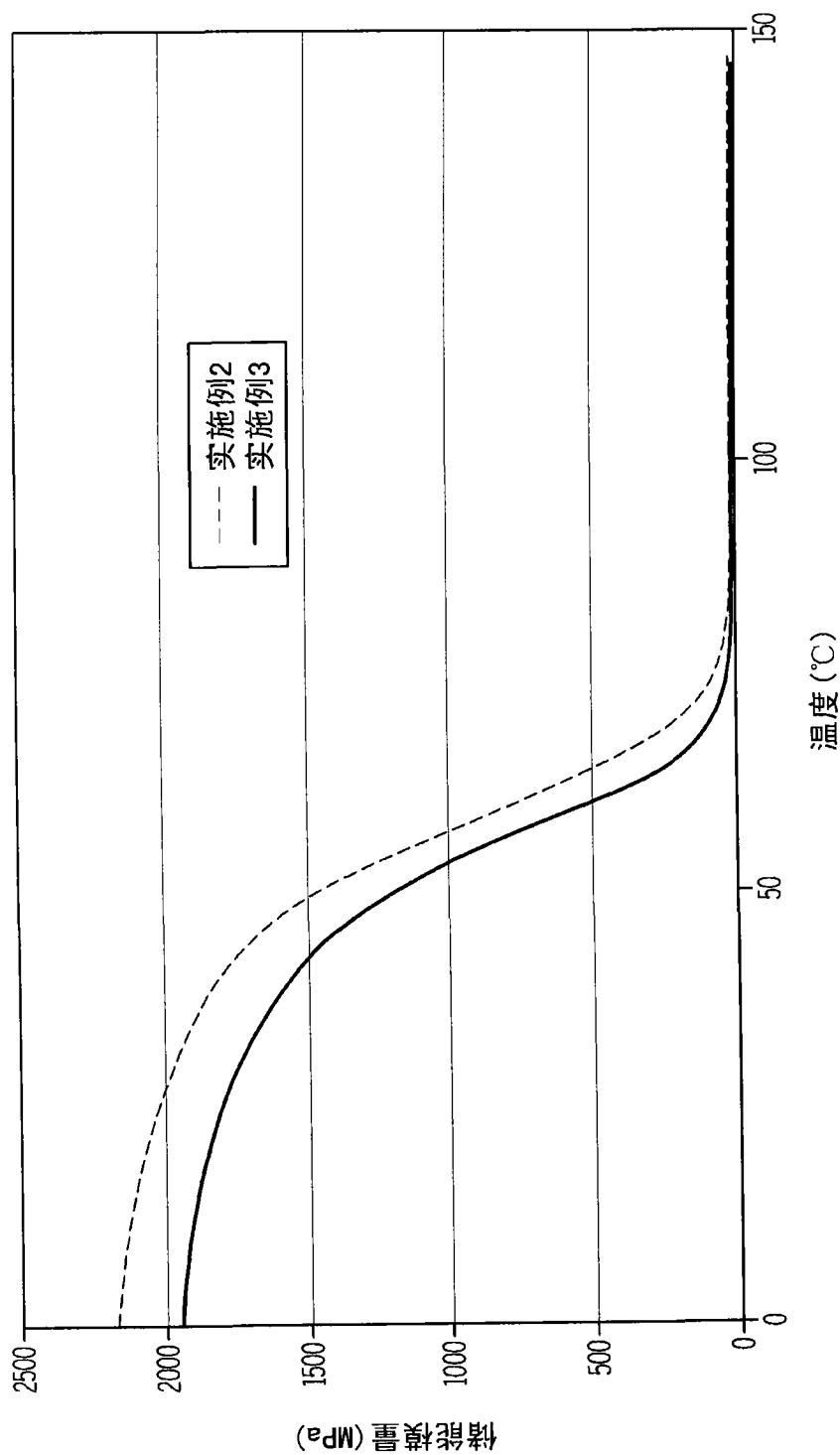


图 13

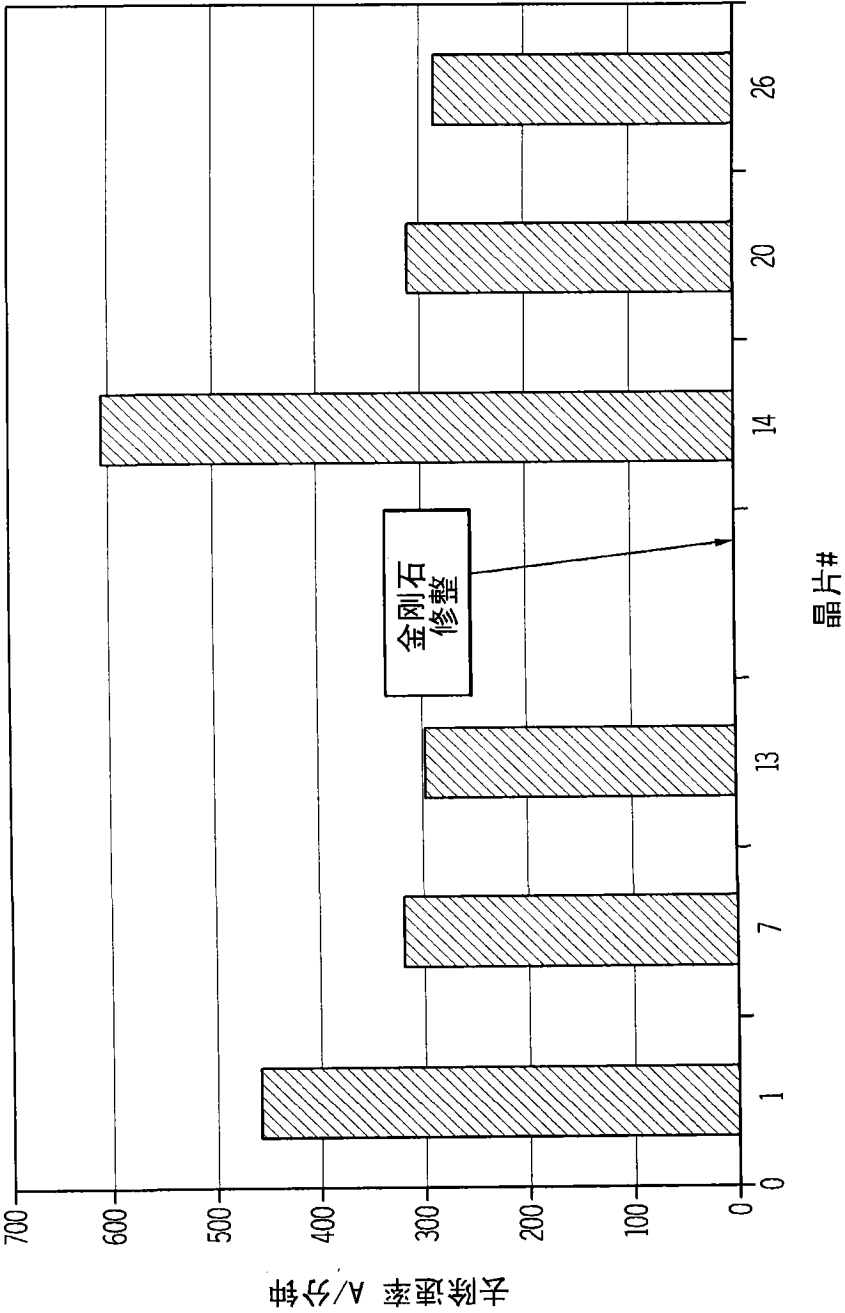


图 14

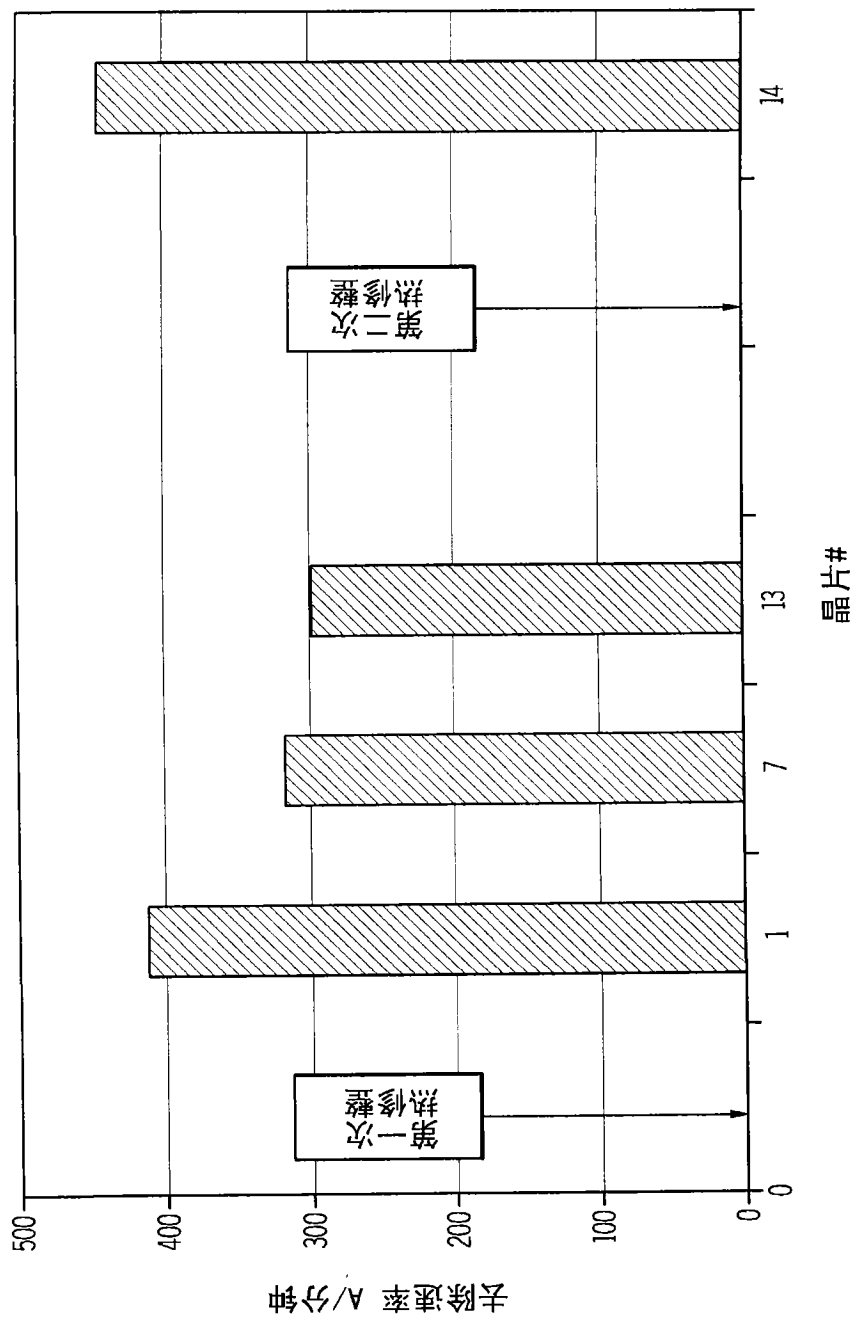


图 15