



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101088157 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200580044175.1

(22) 申请日 2005.11.01

(30) 优先权数据

0424195.6 2004.11.01 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.06.21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2005/011671 2005.11.01

(87) PCT申请的公布数据

W02006/048230 EN 2006.05.11

(73) 专利权人 伊雷克托科学工业股份有限公司

地址 美国俄勒冈州

(72) 发明人 A·博伊尔 D·吉伦 K·邓恩

E·费尔南德斯戈麦斯 R·托夫尼斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 沙捷 丁艺

(51) Int. Cl.

H01L 21/78(2006.01)

H01L 21/3065(2006.01)

(56) 对比文件

JP 特开平 3-183153 A, 1991.08.09, 说明书第2页第1栏第3行至3页第2栏第23行、图1-3.

Patrick B. Chu et al.. Controlled Pulse-Etching with Xenon Difluoride. 1997 IEEE International Conference on Solid-State Sensors and Actuators. 1997, 1997665-668.

审查员 黄金卫

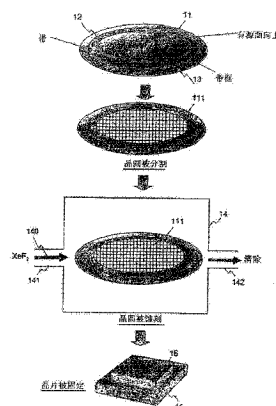
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

通过在分割期间或之后进行蚀刻来增强晶片强度

(57) 摘要

将具有有源层的半导体晶圆 11 在有源层远离载体 13 的状态下固定到载体上, 并从半导体晶圆的主表面开始, 在载体上至少部分地分割该半导体晶圆。用自发性反应蚀刻剂 140 从该主表面开始在载体上蚀刻至少部分地被分割的半导体晶圆, 以从由至少部分地被分割的半导体晶圆生成的晶片上去除足够的半导体材料, 通过消除至少一些由于分割而造成的缺陷来改善晶片的抗挠抗弯强度。



1. 一种对半导体晶圆进行分割的方法, 半导体晶圆具有在晶圆的主表面上的有源层和相反的背面, 包括以下步骤:

a. 将所述半导体晶圆固定在载体上, 将背面固定到所述载体;

b. 从具有有源层的所述半导体晶圆的主表面开始, 至少部分地分割所述载体上的所述半导体晶圆, 以形成至少部分被分割的半导体晶圆; 和

c. 用自发性反应蚀刻剂, 从具有有源层的所述主表面开始, 对所述载体上的所述至少部分被分割的半导体晶圆进行蚀刻, 其中所述自发性反应蚀刻剂是在不使用外部能源的情况下通过二氟化氙在蚀刻腔中的解离而形成的, 由此以从所述至少部分地被分割的半导体晶圆所生成的晶片上去除足够的半导体材料, 以改善所述晶片的抗挠抗弯强度, 对所述半导体晶圆进行蚀刻的步骤包括, 蚀刻所述晶片的侧壁, 所述晶片的剩余部分由所述晶片上的所述有源层部分遮蔽, 从而不受到所述自发性反应蚀刻剂的作用。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述至少部分地分割所述半导体晶圆的步骤包括, 完全贯穿所述半导体晶圆地分割所述半导体晶圆。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述至少部分地分割所述半导体晶圆的步骤包括, 沿分割路线部分地分割所述半导体晶圆, 留下跨接所述分割路线的半导体材料部分; 并且, 所述蚀刻所述半导体晶圆的步骤包括, 蚀刻所述分割路线的侧壁并蚀刻掉跨接所述分割路线的所述半导体材料部分, 以分离出所述晶片。

4. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述半导体晶圆是硅晶圆。

5. 如权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括, 提供蚀刻腔, 并在所述蚀刻腔内蚀刻所述半导体晶圆。

6. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 所述在所述蚀刻腔内用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括, 在对所述半导体晶圆进行蚀刻期间, 周期性地向所述蚀刻腔供应自发性反应蚀刻剂, 和在多个周期内清除所述蚀刻腔中的自发性反应蚀刻剂。

7. 如权利要求 5 所述的方法, 其中, 在所述蚀刻腔内用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括, 作为连续的处理来执行蚀刻。

8. 一种被设置成对半导体晶圆进行分割的分割设备, 半导体晶圆具有在晶圆的主表面上的有源层和相反的背面, 所述分割设备包括:

a. 载体装置, 其被设置成, 所述半导体晶圆的背面被固定到所述载体装置上;

b. 激光或机械锯刀装置, 其被设置成从具有有源层的主表面开始, 至少部分地分割所述载体上的所述半导体晶圆, 以形成至少部分地被分割的半导体晶圆; 和

c. 蚀刻装置, 其被设置成用自发性反应蚀刻剂从具有有源层的所述主表面开始对所述载体上的所述至少部分地被分割的半导体晶圆进行蚀刻, 以从所述至少部分地被分割的半导体晶圆所生成的晶片上去除足够的半导体材料, 从而改善所述晶片的抗挠抗弯强度, 其中所述自发性反应蚀刻剂是在不使用外部能源的情况下通过二氟化氙在蚀刻腔中的解离而形成的, 所述蚀刻装置被设置成, 蚀刻所述晶片的侧壁, 所述晶片的剩余部分由所述晶片上的所述有源层部分遮蔽, 从而不受到所述自发性反应蚀刻剂的作用。

9. 如权利要求 8 所述的分割设备, 其中, 所述分割设备被设置成分割硅晶圆。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的分割设备, 其中, 所述分割设备进一步包括蚀刻腔, 所述蚀刻腔被设置成用于在所述蚀刻腔内对固定在所述载体装置上的所述半导体晶圆进行蚀刻。

11. 如权利要求 8 所述的分割设备,其中,所述蚀刻腔被设置成,在对所述半导体晶圆进行蚀刻期间,周期性地向所述蚀刻腔供应自发性反应蚀刻剂,并在多个周期内清除所述蚀刻腔中的自发性反应蚀刻剂。

12. 如权利要求 8 所述的分割设备,其中,所述蚀刻腔被设置成,作为连续的处理来执行蚀刻。

通过在分割期间或之后进行蚀刻来增强晶片强度

[0001] 本发明涉及通过在分割半导体晶圆 (wafer) 期间或之后进行蚀刻来增强晶片 (die) 强度。

[0002] 已知用自发性反应蚀刻剂对诸如硅的半导体进行蚀刻,对于半导体工业中使用的大部分覆盖层或封装层具有很高的蚀刻选择性。自发性反应蚀刻剂应被理解成,无需诸如电能、动能或热激发等的外部能源就能进行蚀刻的蚀刻剂。这样的蚀刻是放热的,使得在反应期间释放的能量比打开和重组反应物的原子间的键所用的能量更多。US9,498,074 公开了一种分割半导体晶圆部分路线的方法,该方法通过利用从晶圆上侧面进行的锯刀 (saw)、激光或掩蔽蚀刻,以形成至少与希望的晶片厚度一样深的槽,以从晶圆分开 (singulate)。与上侧面相反的晶圆的背面被干蚀刻,例如,利用 CF_4 的气压等离子蚀刻,经过露出各槽处的点,以从晶片的侧壁和底边和各角处去除损伤和合成应力,从而形成圆形的边缘和角。优选地,在挖槽之后使用诸如聚酰亚胺的保护层,以在晶片分开之后将晶片保持在一起,并且在蚀刻期间保护晶圆顶面上的电路避开流经各槽的蚀刻剂。

[0003] 然而,为了从晶圆背面进行蚀刻,有必要在上表面挖槽之后将晶圆重新固定在例如涡流非接触卡盘 (vortex non-contact chuck) 中,以便能从已被挖槽的晶圆的背面蚀刻晶圆。

[0004] 本发明的目的是至少改善现有技术中的上述缺点。

[0005] 根据本发明的第一方面,提供了一种对具有有源层 (active layer) 的半导体晶圆进行分割的方法,包括以下步骤:在半导体晶圆的有源层远离载体的状态下,将半导体晶圆固定在载体上;从半导体晶圆主表面开始,至少部分地分割载体上的半导体晶圆,以形成至少部分被分割的半导体晶圆;和,从该主表面开始,用自发性反应蚀刻剂来蚀刻载体上的至少部分被分割的半导体晶圆,以从由至少部分地被分割的半导体晶圆产生的晶片上去除足够的半导体材料,以改善晶片的抗挠抗弯强度。

[0006] 便利地,至少部分地分割半导体晶圆的步骤包括,完全贯穿半导体晶圆地对半导体晶圆进行分割;并且蚀刻半导体晶圆的步骤包括,蚀刻晶片的侧壁,而晶片的剩余部分由于晶片上的有源层部分的遮蔽而不受自发性反应蚀刻剂作用。

[0007] 可替代地,至少部分地分割半导体晶圆的步骤包括,沿分割路线部分地分割半导体晶圆,以留下部分半导体材料跨接该分割路线;并且蚀刻半导体晶圆的步骤包括,对分割路线的侧壁进行蚀刻,并且将跨接分割路线的半导体材料部分蚀刻掉,以将晶片分离出来。

[0008] 有利地,半导体晶圆是硅晶圆。

[0009] 便利地,用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括,用二氟化氙进行蚀刻。

[0010] 优选地,用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括,提供蚀刻腔和在蚀刻腔内蚀刻半导体晶圆。

[0011] 有利地,在蚀刻腔内用自发性反应蚀刻剂进行蚀刻的步骤包括,周期性地向蚀刻腔供应自发性反应蚀刻剂,并在多个周期内将自发性反应蚀刻剂清除出蚀刻腔。

[0012] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于对具有有源层的半导体晶圆进行分割的分割设备,该分割设备包括:载体装置、激光或机械锯刀装置和蚀刻装置,其中载体装置上

可固定半导体晶圆,半导体晶圆的固定状态是有源层远离载体;激光或机械锯刀装置被设置成,用于从半导体晶圆的主表面开始,至少部分地分割载体上的半导体晶圆;蚀刻装置被设置成,用自发性反应蚀刻剂,从该主表面开始,对载体上的至少部分被分割的半导体晶圆进行蚀刻,以从至少部分被分割的半导体晶圆所产生的晶片上去除足够的半导体材料,以改善晶片的抗挠抗弯强度。

[0013] 便利地,分割设备被设置成用于分割硅晶圆。

[0014] 有利地,蚀刻装置被设置成用二氟化氙来进行蚀刻。

[0015] 优选地,分割设备进一步包括蚀刻腔,该蚀刻腔被设置成用于在蚀刻腔内蚀刻被固定在载体装置上的半导体晶圆。

[0016] 优选地,蚀刻腔被设置成用于周期地向蚀刻腔供应自发性反应蚀刻剂,和在多个周期内清除蚀刻腔的自发性反应蚀刻剂。

[0017] 以下将通过参考附图以举例的方式来描述本发明,在附图中:

[0018] 图 1 是本发明第一实施例的示意性流程图,该实施例包括有源侧向上分割,之后进行自发性反应蚀刻;

[0019] 图 2 是本发明第二实施例的示意性流程图,该实施例包括有源面向上的部分分割,之后进行通过自发性反应蚀刻来进行晶片释放;

[0020] 图 3 是以成功率为纵坐标,而以晶片强度作为横坐标的曲线图,该曲线图是通过 3 点测试测量得到的关于根据本发明的激光切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的晶圆。

[0021] 图 4 是以成功率为纵坐标,而以晶片强度作为横坐标的曲线图,该曲线图是通过 3 点测试测量得到的关于根据本发明的锯刀切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的晶圆。

[0022] 图 5 是以成功率为纵坐标,而以晶片强度作为横坐标的曲线图,该曲线图是通过 4 点测试测量得到的关于根据本发明的激光切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的晶圆。

[0023] 图 6 是以成功率为纵坐标,而以晶片强度作为横坐标的曲线图,该曲线图是通过 4 点测试测量得到的关于根据本发明的锯刀切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的晶圆。

[0024] 图 7 示出了根据本发明的激光切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的激光切割晶圆的侧壁的显微照片;

[0025] 图 8 是根据本发明的锯刀切割控制晶圆和被蚀刻到各种程度的锯刀切割晶圆的侧壁的显微照片。

[0026] 在各附图中,相同的附图标记表示相同的部分。

[0027] 参考图 1 和图 2,标准分割带 12 和带框 13 上的硅晶圆 11 被固定在载体(未示出)上。使用激光或机械锯在载体上分割晶圆,以产生分割后的晶圆 111。激光可以是二极管泵浦的固态激光、模式锁定激光或适合于机械加工半导体和其它材料的晶圆的任何其它激光。适合的激光波长可以在从红外到紫外的波长范围内选择。

[0028] 分割后的晶圆 111 被放置在腔 14 中的载体上,腔 14 具有入口 141 和出口 142。多次循环的二氟化氙(XeF_2)或硅的任意其它自发性反应蚀刻剂,通过入口 141 被输入并通过出口 142 被清除,这种过程重复预定次循环并分别持续预定的时间。可替代地,蚀刻可以作为连续的处理被执行,但这已经被发现会在蚀刻速率和蚀刻剂的使用方面效率较低。然后,将晶片从带 12 上释放,并将晶片固定到晶片垫板 15 上或另一个晶片上,以形成固定后的晶片 16。

[0029] 参考图 1, 在本发明的第一实施例中, 晶圆 11 的最上面具有有源层, 分割晶圆 11, 随后对其进行自发性反应蚀刻。晶圆 11 被有源层面向上地固定到带 12 和带框 13 上的晶圆载体上, 即, 以有源层远离载体的状态。用载体上的机械分割锯或激光切割锯来分割晶圆, 以形成有源侧向上的分割后的晶圆 111。分割后的晶圆 111 被面向上地放置在蚀刻腔 14 中, 并且硅的自发性反应蚀刻剂 140 通过入口 141 被输入到腔 14 中, 以持续接触分割后的晶圆 111 预定长的时间段。蚀刻剂可以是, 但不限于 XeF_2 , 或者可以是气体或者可以是液体。分割后的晶圆 111 被晶圆载体 (未示出) 保持在腔 14 中的位置, 该晶圆载体可以由任意的弹性或非弹性材料制成, 或者通过使用粘结层或者通过使用诸如物理的、电子的或真空夹具的机械装置, 将晶圆保持在适当位置。晶圆载体可以是不透明的或是透光的。在蚀刻后, 分离开的蚀刻后的晶片 16 从载体被取下, 并被固定到晶片垫板 15 或另一个晶片上。在该实施例中, 有源层起到了对自发性反应蚀刻剂的遮蔽作用, 并且只有晶片的侧壁被蚀刻以去除一层硅。对侧壁的蚀刻改变了侧壁的物理特性, 从而增强了平均晶片强度, 如用三点或四点测试对破坏性进行的测量一样。

[0030] 参考图 2, 在本发明的第二实施例中, 最上面具有有源层的晶圆 11 的有源侧向上地被固定在晶圆载体 17 上的带 12 和带框 13 上。晶圆载体 17 可以由任意的透光的弹性或非弹性材料制成, 该材料适合通过使用粘结层或者通过诸如机械的、电子的或真空夹具的机械装置, 将晶圆保持在适当位置。用机械分割锯或激光切割锯, 沿着分割路线 18, 将晶圆 11 进行部分地分割, 以形成部分被分割的晶圆 112。该部分被分割的晶圆 112 被面向上地放在蚀刻腔 14 中的载体 17 上, 从而与硅的自发性反应蚀刻剂 140 相接触, 直至蚀刻剂 140 已经蚀刻掉分割路线中的硅的剩余部分为止。蚀刻剂可以是, 但不限于是, XeF_2 , 并且可以是气体也可以是液体。同样由于侧壁的物理性质的改变, 晶片强度也被增强, 因为各晶片大致同时被分割, 避免了任何应力的增加, 而在传统分割晶圆过程中可能会发生应力增加。

[0031] 本发明的处理提供了优于诸如化学或等离子蚀刻的其它蚀刻处理的优点, 由于本发明的处理完全是一体的、干的、可控制的气体处理, 使得不需要专门的化学湿处理, 并且在封闭的处理系统中使用了干净、安全并且用户友好的材料, 这使得本发明非常适于自动化。此外, 由于自发性反应蚀刻可以与分割并行地执行, 所以循环时间大约与分割处理时间量级相同, 使得生产量不会受到限制。此外, 本发明使用可兼容带的蚀刻处理, 该处理同样兼容将来的晶圆固定, 诸如, 玻璃。另外, 没有如现有技术中那样使用等离子, 否则等离子体的使用可能对敏感的电气设备带来电气损害。最后, 本发明提供了价廉的处理, 该处理由于利用激光切割而提供了成本比传统的分割处理更低的分割处理。

[0032] 实例

[0033] 十个直径为 125mm 厚度为 180 μm 的硅晶圆被涂上标准的光刻胶。这些晶圆被分成如表 1 所示的两组, 其中五个晶圆经过激光切割, 五个晶圆经过机械锯的分割。

[0034] 表 1 晶圆说明

[0035]

晶圆号码	分割处理	蚀刻深度 (μm)	晶圆号码	分割处理	蚀刻深度 (μm)
1	激光	未蚀刻	6	锯切	未蚀刻
2		2	7		2
3		3	8		3
4		4	9		4
5		25	10		25

[0036] 在分割之后,将各晶圆放置在腔中,并用 XeF_2 蚀刻晶圆预定长的时间。在这段时间之后,将腔抽空并净化。这种蚀刻、抽空和净化循环被重复设定的次数,以去除预定厚度的硅。表 2 中给出了所使用的循环的数目。

[0037] 表 2 蚀刻参数

[0038]

蚀刻深度 (μm)	循环数目	每次循环的时间 (sec)
未蚀刻	--	--
2 μm	8	10
3 μm	12	10
4 μm	16	10
25 μm	100	10

[0039] 在各晶圆已被蚀刻之后,使用 3 点和 4 点抗挠抗弯强度测试来测量每个晶圆的晶片强度。

[0040] 表 3 中列出了激光切割的晶圆的 3 点晶片强度测试的结果,表 4 列出了锯切切割的晶圆而言的 3 点晶片强度测试的结果。图 3 中示出了激光切割晶圆的具有四个不同蚀刻深度的控制晶圆的成功率进行比较的相应曲线图,其中线 31 是关于未蚀刻的晶圆,线 32 是关于蚀刻深度为 2 μm 的晶圆,线 33 是关于蚀刻深度为 3 μm 的晶圆,线 34 是关于蚀刻深度为 4 μm 的晶圆,线 35 是关于蚀刻深度为 25 μm 的晶圆,并且,图 4 示出了锯刀切割晶圆的各相应曲线图,其中线 41 是关于未经蚀刻的晶圆,线 42 是关于蚀刻深度为 2 μm 的晶圆,线 43 是关于蚀刻深度为 3 μm 的晶圆,线 44 是关于蚀刻深度为 4 μm 的晶圆,线 45 是关于蚀刻深度为 25 μm 的晶圆。可以看到,对于激光切割和锯刀切割的晶圆而言,通过 3 点测试测量出的抗挠强度都通常随着蚀刻深度而增加。

[0041] 表 3 激光切割晶圆 3 点晶片强度测试

[0042]

Xise激光切割的晶圆的归一化的晶片强度 (MPa)					
	控制晶圆	被蚀刻 2μm	被蚀刻 3μm	被蚀刻 4μm	被蚀刻 25μm
平均值 (MPa)	223	506	697	658	1381
标准偏差 (MPa)	83	178	162	131	417

[0043]

最大值 (MPa)	404	799	1077	920	2279
最小值 (MPa)	100	221	446	403	663
范围 (MPa)	304	578	632	518	1616
变动 系数	0.37	0.35	0.23	0.20	0.30

[0044] 表 4 锯刀切割晶圆 3 点晶片强度测试

[0045]

机械锯刀切割的晶圆的归一化的晶片强度 (MPa)					
	控制晶圆	被蚀刻 2 μ m	被蚀刻 3 μ m	被蚀刻 4 μ m	被蚀刻 25 μ m
平均值 (MPa)	861	1308	1585	1427	2148
标准偏差 (MPa)	181	593	623	457	601
最大值 (MPa)	1245	2250	2894	2119	3035
最小值 (MPa)	512	321	622	617	790
范围 (MPa)	733	1929	2272	1502	2246
变动 系数	0.21	0.45	0.39	0.32	0.28

[0046] 表 5 和表 6 列出了 4 点晶片强度测试的结果。图 5 中示出了激光切割的晶圆的控制晶圆的成功率和四种不同蚀刻测试进行比较的相应曲线图,其中线 51 是关于未经蚀刻的晶圆,线 52 是关于蚀刻深度为 2 μ m 的晶圆,线 53 是关于蚀刻深度为 3 μ m 的晶圆,线 54 是关于蚀刻深度为 4 μ m 的晶圆,线 55 是关于蚀刻深度为 25 μ m 的晶圆,并且,图 6 示出了锯刀切割的晶圆的相应曲线图,其中线 61 是关于未蚀刻的晶圆,线 62 是关于蚀刻深度为 2 μ m 的晶圆,线 63 是关于蚀刻深度为 3 μ m 的晶圆,线 64 是关于蚀刻深度为 4 μ m 的晶圆。可以看到,对于激光切割和锯刀切割的晶圆而言,通过 4 点测试测量出的抗挠强度通常都随着蚀刻深度而增加。

[0047] 表 5 激光切割晶圆 4 点晶片强度测试

[0048]

Xise激光切割的晶圆的归一化的晶片强度 (MPa)					
	控制晶圆	被蚀刻 2μm	被蚀刻 3μm	被蚀刻 4μm	被蚀刻 25μm
平均值 (MPa)	194	394	551	574	770
标准偏差 (MPa)	23	81	109	101	155
最大值 (MPa)	234	588	743	762	1043
最小值 (MPa)	139	296	370	342	543
范围 (MPa)	95	291	373	419	500
变动 系数	0.12	0.20	0.20	0.18	0.20

[0049] 表 6 锯刀切割晶圆 4 点晶片强度测试

[0050]

机械锯刀切割的晶圆的归一化的晶片强度 (MPa)					
	控制晶圆	被蚀刻 2μm	被蚀刻 3μm	被蚀刻 4μm	被蚀刻 25μm
平均值 (MPa)	680	716	843	868	— —
标准偏差 (MPa)	137	425	399	357	— —

[0051]

最大值 (MPa)	863	1851	1608	1583	— —
最小值 (MPa)	316	213	365	344	— —
范围 (MPa)	547	1638	1244	1240	— —
变动 系数	0.20	0.59	0.47	0.41	— —

[0052] 图 7 和图 8 分别示出了激光切割和锯刀切割的晶圆的 SEM 图像。图 7(a) 示出了 x200 放大倍数的激光切割的未蚀刻的晶片角,图 7(b) 示出了 x800 放大倍数的激光切割的未蚀刻的晶片侧壁,图 7(c) 示出了 x250 放大倍数的激光切割的并被蚀刻 $4\mu\text{m}$ 的晶片角,图 7(d) 示出了 x600 放大倍数的激光切割的并被蚀刻 $4\mu\text{m}$ 的晶片侧壁,图 7(e) 示出了 x250 放大倍数的激光切割的并被蚀刻 $25\mu\text{m}$ 的晶片角,图 7(f) 示出了 x700 放大倍数的激光切割的并被蚀刻 $25\mu\text{m}$ 的晶片侧壁。图 8(a) 示出了 x400 放大倍数的锯刀切割的未蚀刻的晶片角,图 8(b) 示出了 x300 放大倍数的锯刀切割的未蚀刻的侧壁,图 8(c) 示出了 x300 放大倍数的锯刀切割的并被蚀刻 $4\mu\text{m}$ 的晶片角,图 8(d) 示出了 x300 放大倍数的被无抗蚀剂地蚀刻 $4\mu\text{m}$ 的锯刀切割的侧壁,图 8(e) 示出了 x500 放大倍数的锯刀切割的并被蚀刻 $25\mu\text{m}$ 的晶片角,图 8(f) 示出了 x300 放大倍数的锯刀切割的并被蚀刻 $25\mu\text{m}$ 的晶片侧壁。

[0053] 对于 3 点和 4 点测试这二者而言,都可以看到,对于锯刀切割和激光切割的晶片,平均看来蚀刻后的晶片具有比未蚀刻的晶片更高的抗挠强度,并且抗挠强度随着蚀刻(蚀刻范围为 $2\mu\text{m}$ 到 $25\mu\text{m}$) 的深度的而增强。

[0054] 尽管本发明已被描述为与硅和二氟化氙有关,但可以理解,可以对硅或另一种半导体使用如卤化物或氢化物等的任意一种适当的液体或气体自发性反应蚀刻剂,例如, F_2 , Cl_2 , HCl 或 HBr 。

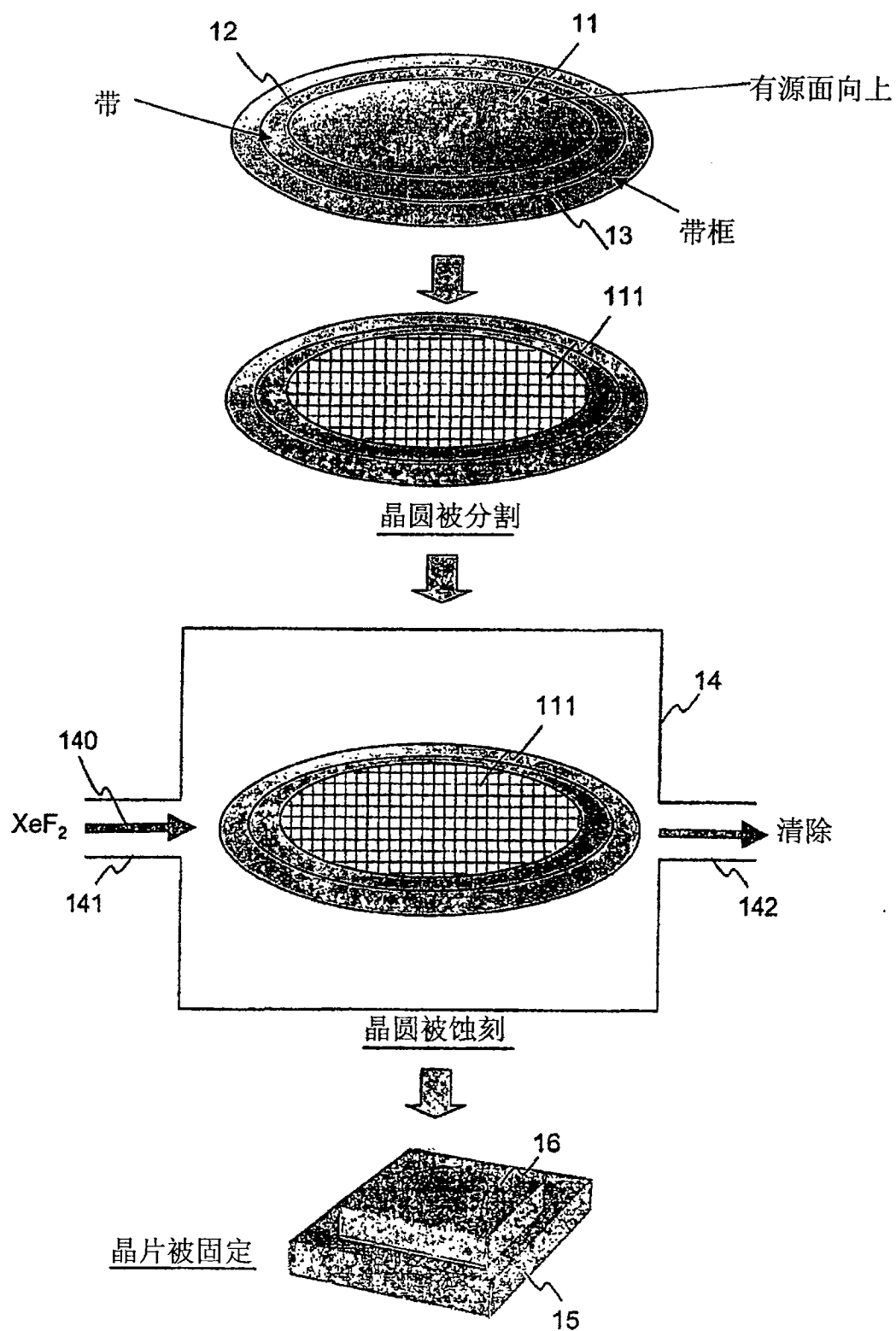


图 1

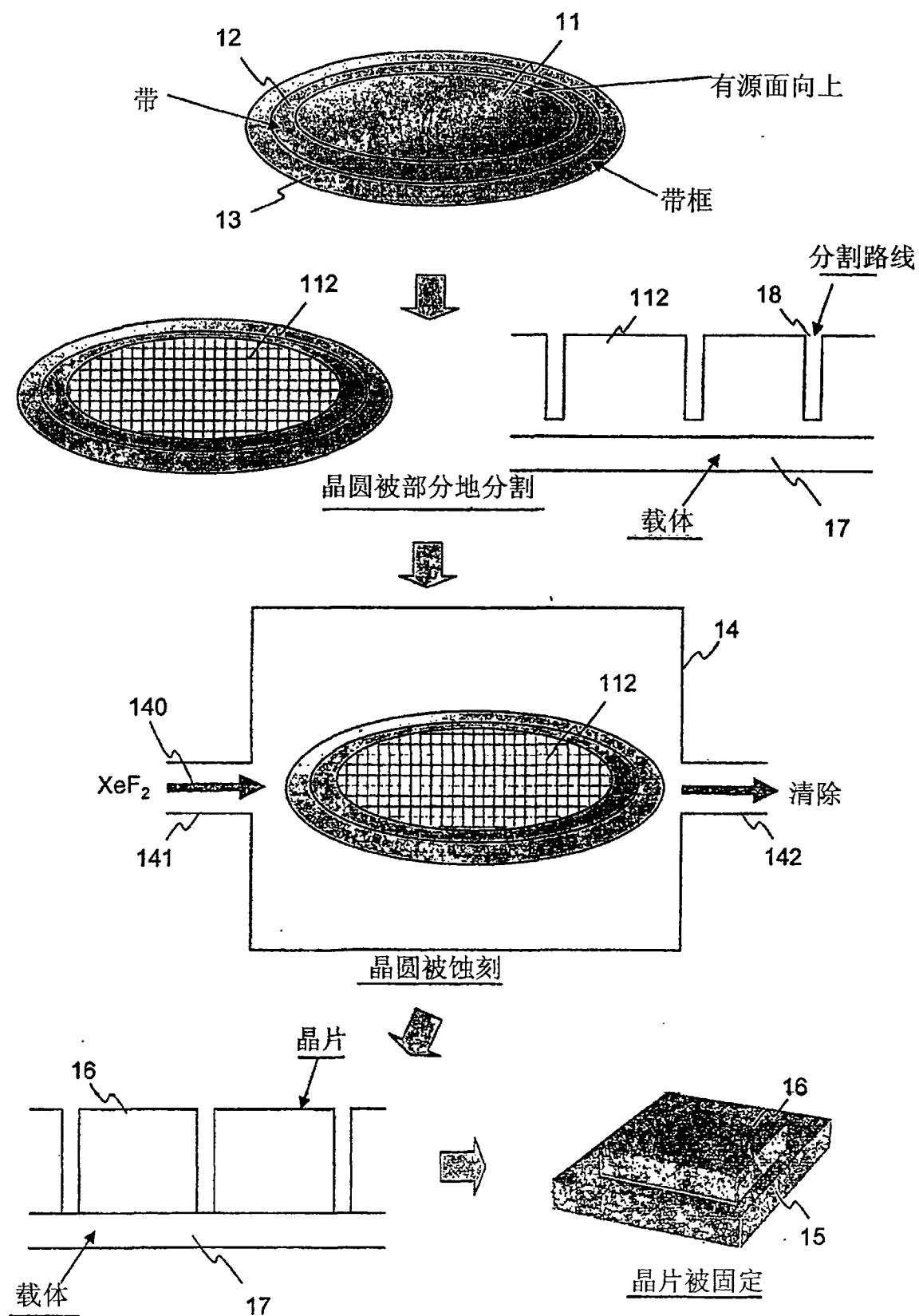


图 2

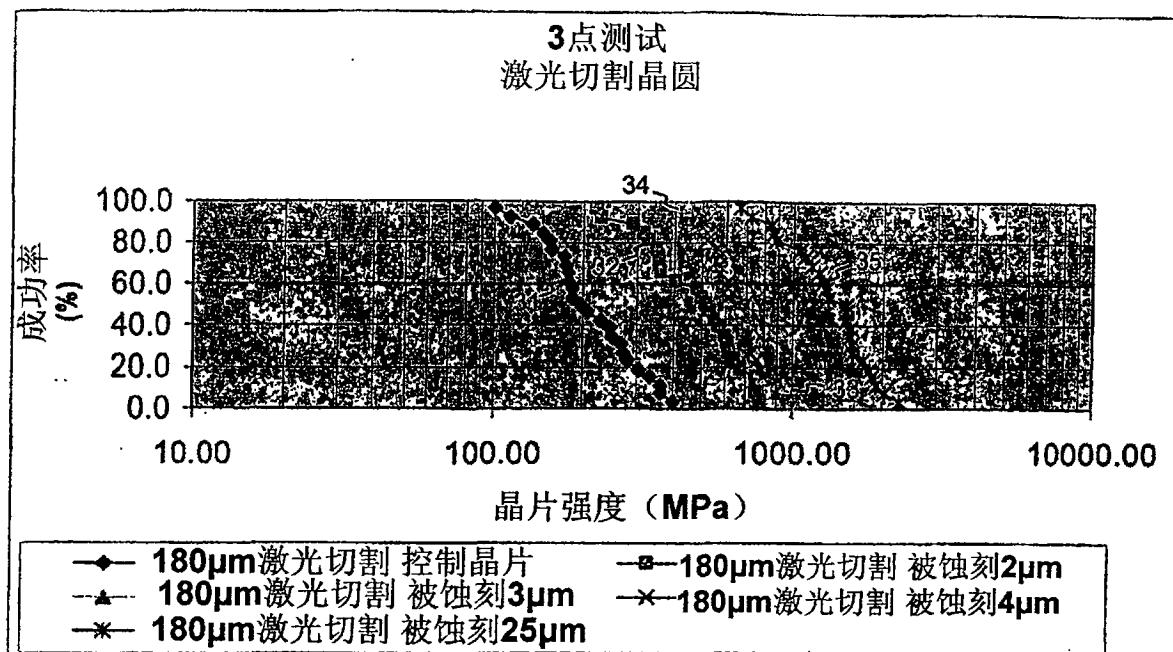


图 3

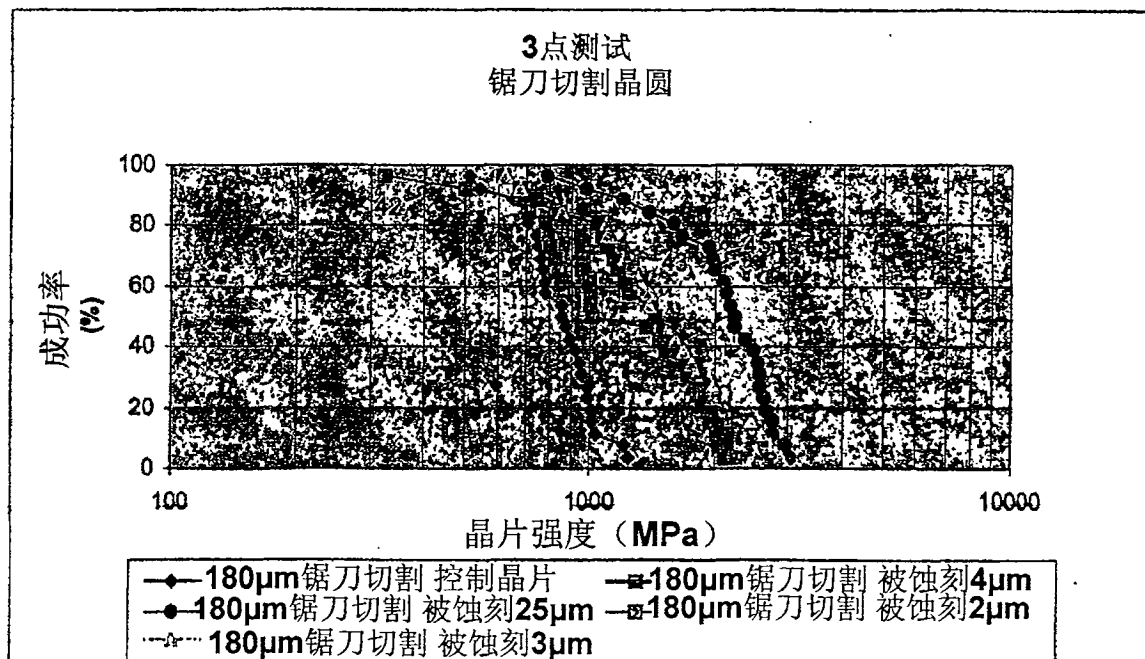


图 4

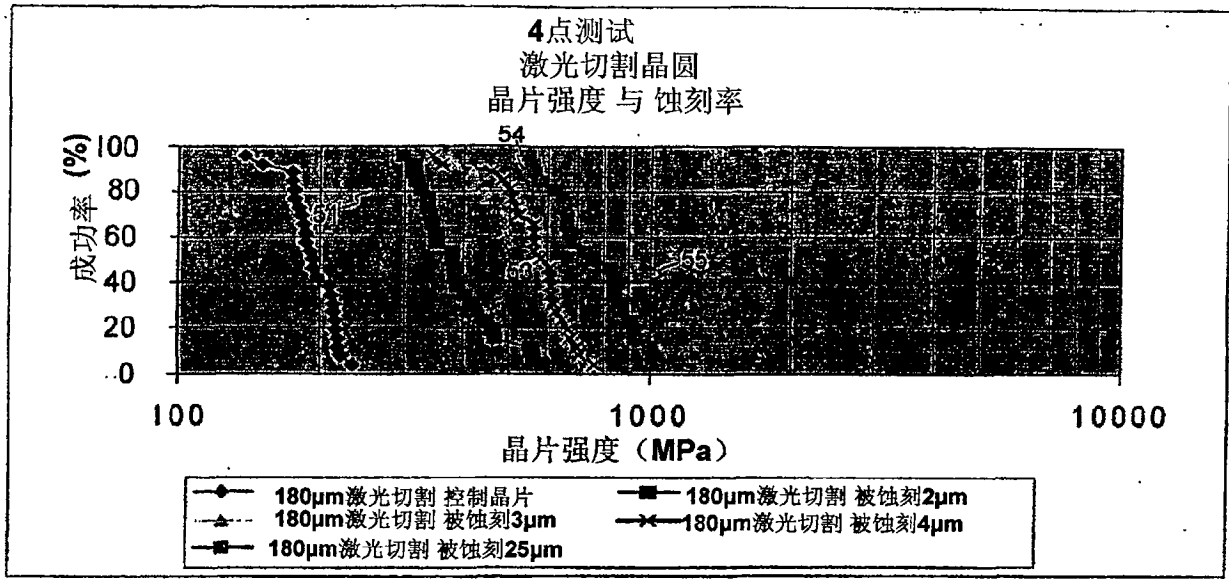


图 5

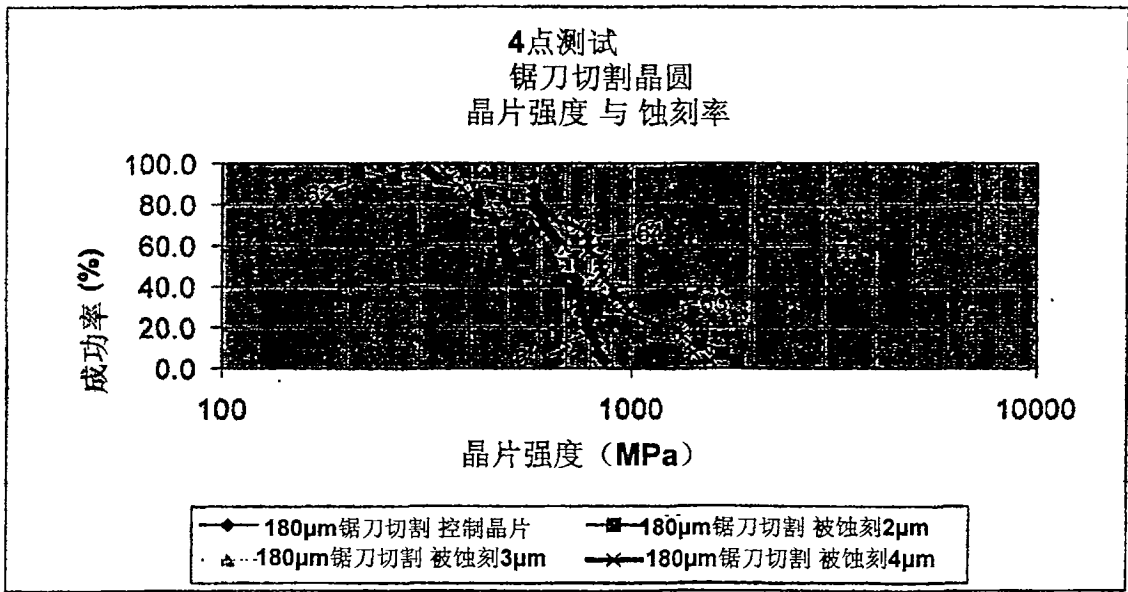


图 6

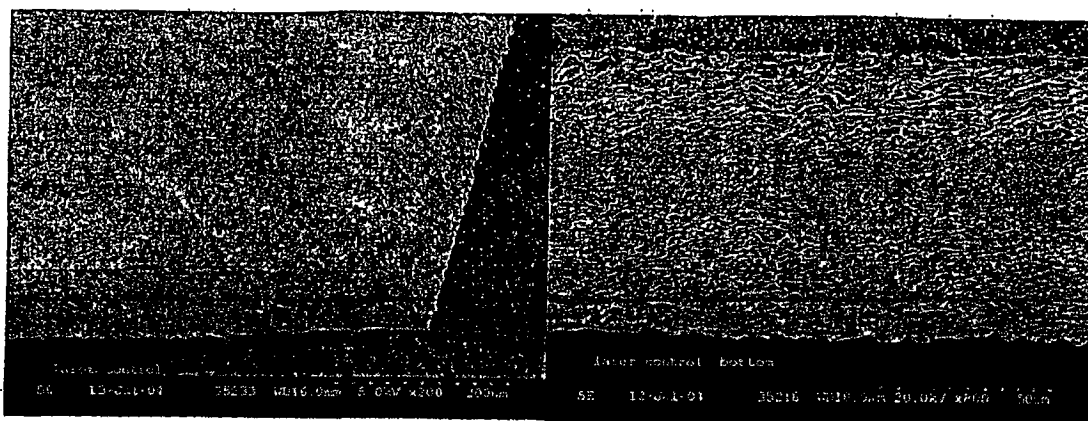


图7(a)

图7(b)

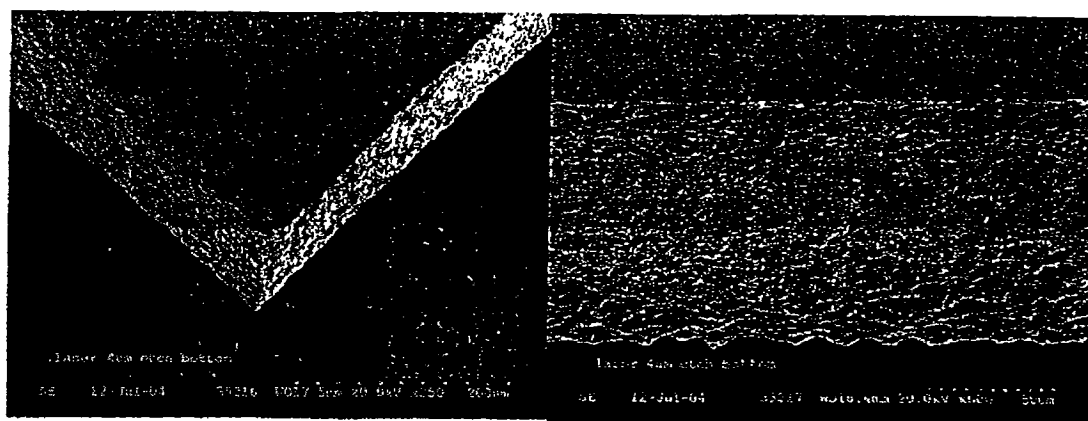


图7(c)

图7(d)

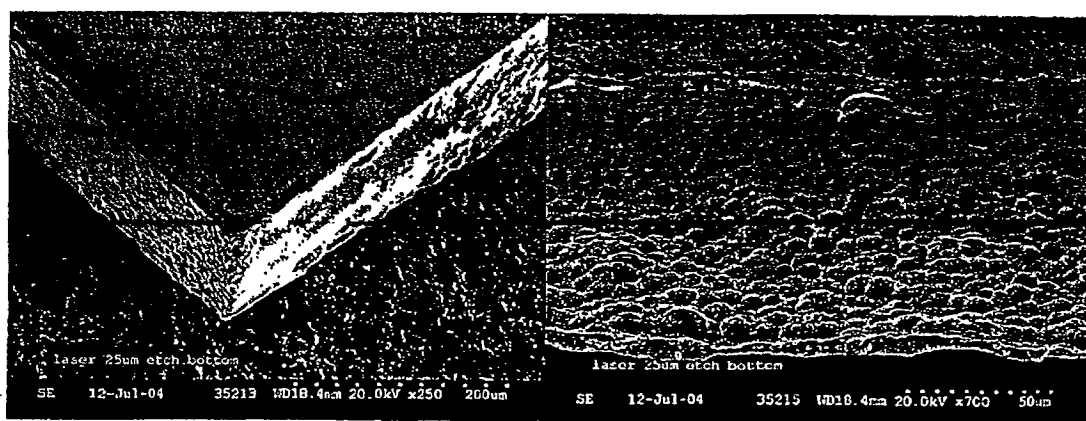


图7(e)

图7(f)

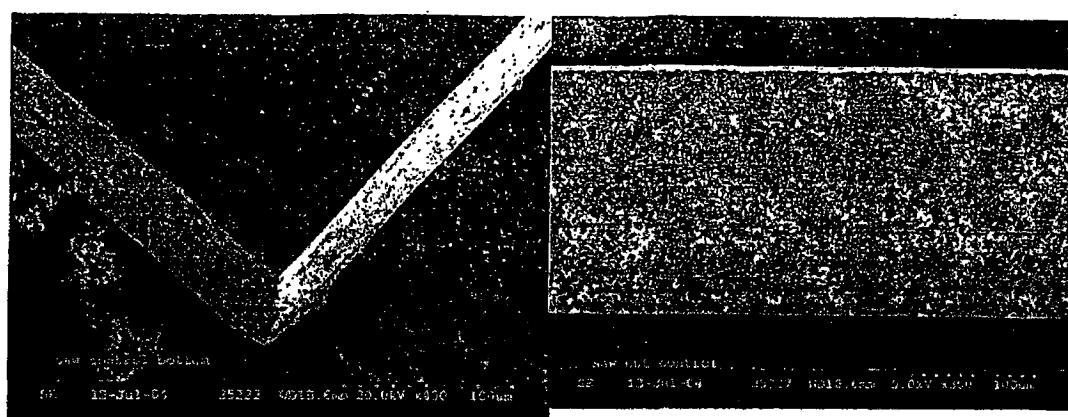


图8(a)

图8(b)

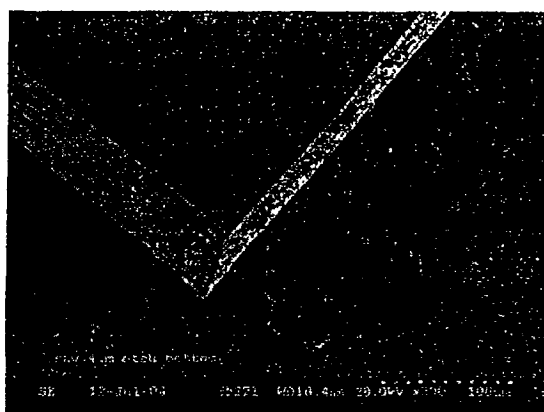


图8(c)



图8(d)

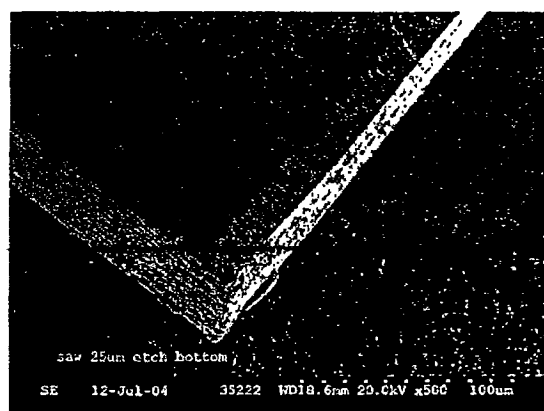


图8(e)

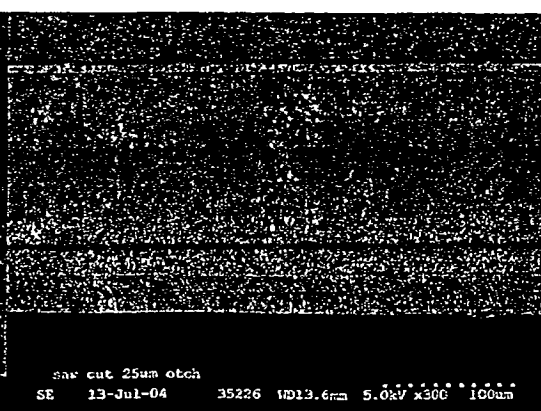


图8(f)