

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷
H01L 21/425



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98804976.7

[45] 授权公告日 2004 年 4 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1146973C

[22] 申请日 1998.5.11 [21] 申请号 98804976.7

[30] 优先权

[32] 1997.5.12 [33] US [31] 60/046,276

[86] 国际申请 PCT/US1998/009567 1998.5.11

[87] 国际公布 WO98/52216 英 1998.11.19

[85] 进入国家阶段日期 1999.11.12

[71] 专利权人 硅源公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 弗兰乔斯·J·亨利 内森·W·陈

审查员 刘天飞

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

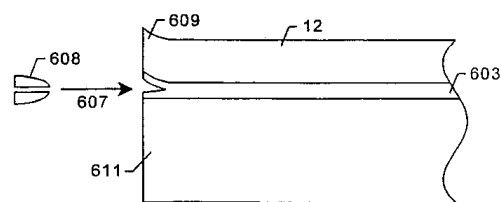
代理人 韩宏

权利要求书 5 页 说明书 20 页 附图 11 页

[54] 发明名称 受控切分处理

[57] 摘要

从原料基片(10)的形成材料的薄膜的技术。此技术以所选择方式引导高能粒子通过基片(10)的表面到达表面下一选择深度(20)，这里粒子具有一定浓度以确定在所选深度以上的原料基片材料(12)和此所选深度的晶格的粒子。一能源例如压缩流体被定向到原料基片的被选择区域来在此所选深度(20)启动对基片(10)的切分动作，于是切分动作形成扩张切分阵面来由原料基片的剩余部分释放原料材料。



ISSN 1008-4274

- 1、一种用于由基片形成材料膜的处理方法，所述处理包括步骤：
将粒子通过基片的表面导引到所述表面下一选定深度，在所述选定深度所述粒子具有一定浓度以便确定在所选深度之上要被分离的基片材料；和
提供能量到所述基片的一选定区域以在所述基片中所述选定深度启动受控切分操作，据此使所述切分操作能利用传播切分波阵面来由所述基片释放部分所述材料。
- 2、权利要求 1 所述处理，其特征是所述粒子从由一组氢气、氦气、水蒸汽、甲烷、氢化合物及其他轻原子质量粒子中选择的源获取。
- 3、权利要求 1 所述处理，其特征是所述粒子由一组中性分子、中性原子、带电荷分子、带电荷原子、和电子中选取。
- 4、权利要求 1 所述处理，其特征是所述粒子是高能的。
- 5、权利要求 1 所述处理，其特征是所述高能粒子具有足够的动能穿透所述表面到达所述表面之下所述选定的深度。
- 6、权利要求 1 所述处理，其特征是所述提供能量的步骤维持所述切分操作来由所述基片分离所述材料以提供材料膜。
- 7、权利要求 1 所述处理，其特征是所述提供能量的步骤增加所述材料中的受控应力和维持所述切分操作以便由所述基片分离所述材料以提供材料膜。
- 8、权利要求 1 所述处理，其特征是所述导引步骤在所述选定深度形成所述基片的一组原子链损伤，链置换、削弱和断出链中选择的损伤。
- 9、权利要求 8 所述处理，其特征是所述损伤导致在所述基片材料中的应力。
- 10、权利要求 8 所述处理，其特征是所述损伤降低所述基片材料承受应力的能力而不会有切分所述材料的可能性。

11、权利要求 1 所述处理，其特征是所述传播切分波阵面包括多个切分波阵面。

12、权利要求 1 所述处理，其特征是所述导引步骤因在所述选定深度提供所述粒子而造成所述深度的所述材料区的应力。

13、权利要求 1 所述处理，其特征是所述能量是从由热源、散热装置、机械能源、化学能源和电源组成的一组中被选择的。

14、权利要求 13 所述处理，其特征是所述化学能源通过颗粒被提供。

15、权利要求 13 所述处理，其特征是所述化学能源包括一化学反应。

16、权利要求 13 所述处理，其特征是所述化学能源是从由流体源、时间上改变能源、空间上改变能源和连续能源组成的一组中被选择的。

17、权利要求 31 所述处理，其特征是所述机械能源是从由旋转能源、移动能源、压缩能源、扩张能源、和超声波能源组成的一组中被选择的。

18、权利要求 13 所述处理，其特征是所述机械能源是从由流体源、时间上改变能源、空间上改变能源和连续能源组成的一组中被选择的。

19、权利要求 13 所述处理，其特征是所述电源是从由施加的电压源和施加的电磁装置组成的一组中被选择的。

20、权利要求 13 所述处理，其特征是所述电源是从由流体源、时间上改变能源、空间上改变能源和连续能源组成的一组中被选择的。

21、权利要求 13 所述处理，其特征是所述热源或所述散热装置通过辐射、对流、或传导来提供能量。

22、权利要求 21 所述处理，其特征是所述热源是从由光子束，流体喷射，气体喷射，电子束，热-电加热器，加热炉和熔炉组成的组中被选择的。

23、权利要求 21 所述处理，其特征是所述散热装置是从由液体喷射，气体喷射，低温流体，超冷却液体，热-电冷却装置和超冷却气

体组成的组中被选择的。

24、权利要求 23 所述处理，其特征是所述热源是从由流体源、时间上改变能源、空间上改变能源和连续能源组成的一组中被选择的。

25、权利要求 1 所述处理，其特征是在所述导引步骤期间，所述基片温度被维持在一200 至 450℃之间的温度范围。

26、权利要求 1 所述处理，其特征是所述提供能量的步骤被维持在低于 400℃的温度以下。

27、权利要求 1 所述处理，其特征是所述提供能量的步骤被维持在低于 350℃的温度以下。

28、权利要求 1 所述处理，其特征是所述导引步骤是射束线离子注入步骤。

29、权利要求 1 所述处理，其特征是所述导引步骤是等离子体浸没离子注入步骤。

30、权利要求 1 所述处理，还包括将所述基片的所述表面结合至一目标基片的表面以形成一堆叠的组件的步骤。

31、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间施加静电压力而进行的。

32、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间施加粘结物质而进行的。

33、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间一激活表面而进行的。

34、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间的原子间键而进行的。

35、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间的玻璃上旋转而进行的。

36、权利要求 30 所述处理，其特征是所述结合步骤通过在所述基片和所述目标基片之间的聚酰亚胺而进行的。

37、权利要求 1 所述处理，其特征是所述基片为由一组硅、金刚石、

石英、玻璃、蓝宝石、碳化硅、电介质、族III/V材料、塑料、陶瓷材料和多层化基片选择的材料制成。

38、权利要求1所述处理，其特征是所述表面是平面的。

39、权利要求1所述处理，其特征是所述表面是弯曲的或是环形的。

40、权利要求1所述处理，其特征是所述基片是一硅基片，所述硅基片包括一介电材料的重叠层，所述选择深度在所述介电材料的下面。

41、权利要求40所述处理，其特征是所述介电材料是从由氧化物材料、氮化物材料、或氧化物/氮化物材料组成的组中被选择的。

42、权利要求1所述处理，其特征是所述基片包括导电材料的一重叠层。

43、权利要求42所述处理，其特征是所述导电材料是从由金属、多金属层、铝、钨、钛、氮化钛、複晶矽化物、多晶矽、铜、铟锡氧化物、矽化物、铂、金、银和非晶硅。

44、权利要求1所述处理，其特征是所述导引步骤在所述选择深度沿所述材料区域的一平面提供均匀的颗粒分布。

45、权利要求44所述处理，其特征是所述均匀的分布是小于5%的均匀性。

46、一种自单晶硅晶片形成一材料膜的方法，该方法包括有步骤：
通过该单晶硅晶片的一表面注入氢离子到该表面下的一选择深度，这些氢离子在该选择深度聚集有一浓度以确定在该选择深度上方待被去除的一层；

将该表面结合至一工件；及

给该基片的一选择区域提供能量以启动在该基片的该选择深度的一受控的劈裂动作以使该层从该基片上分离。

47、一种自单晶硅晶片形成一材料膜的方法，该方法包括有步骤：
通过该单晶硅晶片的一表面注入氢离子到该表面下的一选择深度，这些氢离子在该选择深度聚集有一浓度以确定在该选择深度上方待被去除的一层；及

在该基片的一选择区域引导一高压喷射流体以启动在该基片的该选择深度的一受控的劈裂动作以使该层从该基片上分离。

48、权利要求 47 所述的方法，其特征是该高压喷射流体被加热到该单晶硅晶片的晶片温度以上。

受控切分处理

对相关申请的交叉参考：

此发明由暂定申请“受控切分处理”（May 12,1997, 申请号 No,60/046276）、由申请“受控切分处理”（Feb 19,1998, 申请号 No.09/026115）、和由申请“受控切分处理”（Feb 19,1998, 申请号 09/026027 要求优先权，这些申请的揭示内容在此被整体全面相结合应用。

发明背景

本发明是关于基片的制造。较具体说，本发明提供的技术包括为在用于半导体集成电路的硅—绝缘体基片的制造中采用例如压缩流体切分基片的方法和装置。但将会认识到本发明具有更广范围的适用性，它还可被应用于供其他各种装置用的基片：多层集成电路装置，集成半导体装置的三维封装，光电子装置，压电电子装置，微电子力学系统（“MEMS”），传感器，致动器，太阳能电池，平板显示器（如 LCD，AMLCD），生物和生物医学装置，等等。

技术工人或更恰当地说有技巧的人们很多年来一直在利用不太有用的材料制造有用的物品、工具或装置。在某些情况中，许多物中依靠较小的元件或标准来装配。另一方面，不太有用的物件也可被分离成为较小单元来改善其实用性。这些要被分离物品的普通示例包括衬基结构如玻璃板，金刚石，半导体衬基，等。

这些衬基结构常行利用各种技术来进行切分或者分离。某些情况中，衬基可采用锯割操作来进行切分。锯割操作一般依赖于旋转的刀片或工具，它们割穿衬基材料来将衬基材料分开成二块。但这种技术常常极其“粗糙”，一般不能用于在制造精细工具和组件的衬基中提

供精确的分割。另外，锯割操作经常难以分离或者切割极硬的和/或易碎的材料例如金刚石或玻璃。

与之相应地开发了利用切分措施来分离这些硬性和/或易碎材料的技术。例如，在金刚石切割中，将很强的定向热/机械脉冲优先地导引成为沿着金刚石材料一结晶面。这一热/机械脉冲通常造成切分波阵面沿着主结晶面传播，此时当来自此热/机械脉冲能级超过沿所选择晶面的断口能级或者发生切分。

在玻璃切割中，常常是在一般恰当地为非晶质的玻璃材料上一优选的方向上加刻以应用工具的划线。此划线造成包围非晶质玻璃材料的较高应力区。在划线的两侧加以机械力，这增加沿此划线的应力直到多半沿此划线的玻璃材料断裂。这种断裂完成玻璃的切分过程，它可被用于包括家用在内的各种应用中。

虽然在应用到切割金刚石或家用玻璃中上述技术多半是能满意的，但它们在很小的复杂结构或精细的工件的制造中则具有严重的局限性。例如说，以上技术经常“很粗糙”不能以高精度应用于小巧精密的机床、电子装置的制造中。另外，以上技术可用于由另一个分离一大平面玻璃，但经常对由较大的衬基分离、或剥下薄膜则无效。而且，上述技术可能常常造成不只一个的沿稍许不同平面接口的切分波阵面，这对于精确切割应用是极不希望的。

由上述看到，希望一种成本上合算的并有效的由衬基分离薄膜材料的技术。

发明概述

按照本发明提供一种采用利用压缩流体或者流体喷射的受控切分操作来由衬基去除薄膜衬料的改善技术。这一技术使得能通过利用受控能（例如空间分布）和选择的条件启动应用单一的或多个切分区时衬基的切分处理以便能激发切分波阵面并使它能通过衬基传播来由衬基去除薄膜材料。

在一特定实施例中，本发明提出利用以压缩流体作受控切分处理

由原料衬基形成薄膜材料的处理。此处理包括导引高能粒子（例如，具有足够动能的带电或中性分子，原子，或电子）通过原料衬基的表面到表面之下一选择深度，这里粒子为相当高的浓度来确定此选择深度以上原料衬基材料（例如可分开材料的薄膜）的厚度。为切分原料衬基材料，此方法提供能量到原料衬基一选择区域，在原料衬基中启动受控切分操作，由是将此切分操作作为利用传播分波阵面来由原料衬基的其余部分释放原料材料。

大多数实施例中，切分的启动是依靠以足够能量使材料经受一个区域中的材料的断裂，造成切分波阵面，而不致发生不受控制的破碎或爆裂。此切分波阵面形成能（ E_c ）常常必须使之低于各区域的大块材料断裂能（ E_{mat} ）以避免粉碎或爆裂材料。金刚石切割中的定向能脉冲向量或玻璃切割中的划线是例如其中切分能量被降低来使得能受控产生并传播切分波阵面的装置。切分波阵面自身为一较高应力区，进而一旦被产生，其传播需要较低能量来进一步由断裂的这一启动区切分材料。传播切分波阵面所需的能量被称为切分波阵面传播能（ E_p ）。此关系可表示为：

$$E_c = E_p + [\text{切分波阵面应力能}]$$

受控切分处理的实现是依靠沿一较其他所有方向有利的方向降低 E_p 和将可用能量限制为低于其他非所希望方向的 E_p 。在任何切分处理中，当仅通过一扩展切分波阵面发生切分处理时较好的切分表面完成，虽然多切分波阵面也同样作用。

利用本发明可实现超过先前存在技术的众多的优点。特别是，本发明利用受控能量和选择的条件，优选地由包括多材料夹层膜的原料衬基切分薄膜材料。这一切分处理由衬基有选择地去除薄膜材料同时防止损伤薄膜或衬基其余部分的可能。相应地，其余的衬基部分可重复地再用于其他的应用。

另外，本发明在薄膜受控切分处理期间采用相对低的温度来降低被分离膜、原料基片、或按照其他实施例的多材料膜的温度偏差。在

大多数情况中，受控切分处理如其他的那样可发生在例如室温下。这种较低温度举措付予了较大的材料和处理宽容度例如切分和粘结具有显著不同的热膨胀系数的材料。在另一些实施例中，本发明限制基片中的能量或应力到低于切分起始能量，它总的消除产生随机切分起始位置或者波阵面的可能。这降低早先存在技术中所造成的切分损伤（如缩孔，晶体缺陷，断裂，裂缝，分段，空隙，过度粗糙）。而且，本发明还降低由高于所需应力或压力作用所造成的损害和与先前技术相比由高能粒子所造成的结晶区。

本发明在已知处理工艺技术的意义上实现这些和其它利益。但对本发明的特性和优点可由参照后面的说明部分和所列附图实现进一步的理解。

所列附图为：

图 1~11 为说明按照本发明的实施例的受控切分技术的简化图；
和

图 12~18 为说明按照本发明的构成硅—绝缘体基片的方法的简化断面视图。

特定实施例描述

本发明提供用于由基片去除薄膜材料而同时防止可能对此薄膜材料和/或基片其余部分的损伤的技术。此薄膜材料被附着到或者能被附着到目标基片上来构成例如硅—绝缘体晶片。本发明将能由参照附图和以下说明得到更好理解。

1.受控切分技术

图 1 为按照本发明的基片 10 的断面视图。此图仅作为图示说明而不限权利要求的范围。示作为示例，基片 10 为一包含要加以去除（分离）的材料区 12 的硅晶片，它是由基片材料得到的相当均匀的薄膜。硅晶片 10 包括有上表面 14，下表面 16 和厚度 18。基片 10 还具有第一边（边 1）和第二边（边 2）（在下面附图中也将被引用）。材料区 12 还包括在硅晶片的厚度 18 内的厚度 20。本发明提供利用以

下的步骤序列去除材料区 12 的新颖技术。

被选择的高能粒子 22 通过硅晶片的上表面 14 注入到确定被称为薄膜材料材料区 12 的厚度 20 的选择深度。各种不同技术可被用来注入高能粒子进硅晶片。这些技术包括利用例如 Applied Materials Eaton Corporation, Varian 公司射束线离子注入设备的离子注入等。另一方面还采用等离子体浸没离子注入 (“P111”) 技术进行注入。Paul K.Chu, Chung Chan, 和 Nathan W.Cheung: “等离子体浸没离子注入的当前应用” (Semiconductor International, PP.165~172, June, 1996) 和 P.K.Chu, S.Qin, C.Chan, N.W.Chung, 和 L.A.Larson: “等离子体浸没离子注入一半导体处理的欠成熟技术” (MATERIAL SCIENCE AND ENGINEERING REPORTS, A Review Journal, PP.207~280, Volume R17, Nos.6-7, Nov.30,1996) 中描述等离子体注入技术示例, 二者在此结合作全面参考。而且, 注入还可利用离子簇射产生。当然, 所采用的技术依赖于应用。

按照应用, 一般选择较小质量粒子来减少对材料区 12 损害的可能性。即就是, 较小质量粒子易于通过基片材料行进到所选择深度而不致损伤粒子行进通过的材料区。例如, 此较小质量粒子 (或高能粒子) 几乎可以是任何带电荷的 (例如正或负电) 和/或中性原子或分子, 或电子等。在一特定实施例中, 粒子可以是包括象氢及其同位素离子之类的离子、象氦以及同位素之类的稀有气体离子、和氩在内的中性和/或等电荷粒子。粒子也可以是由例如气体象氢气、水蒸汽、甲烷和氢化合物之类的化合物得到的粒子, 和其他轻原子质量粒子。另一方面, 粒子也可以是上述粒子、和/或离子和/或分子类和/或原子类的任何组合。粒子一般具有足够的动能来通过表面渗透到表面之下被选择深度。

作为示例利用氢作为进入硅晶片的注入类, 应用一组特定条件进行注入处理。注入量在由约 10^{15} 至约 10^{18} 原子/cm² 的范围内, 而最好此用量大于约 10^{16} 原子/cm²。注入能量在由约 1keV 至约 1MeV 的范围

内，而一般为 50keV。注入温度在由约 -200 至约 600°C 的范围内，最好低于 400°C 以防止大量氢离子散失出注入的硅晶片和注入故障及应力的可能性。氢离子能以约 ± 0.03 至 ± 0.05 微米精度被选择地导引进硅晶片到达选择深度。当然所用的离子型式和处理条件取决于应用。

实际上，注入粒子在所选深度沿着一平行于晶片上表面的平面增加应力或降低断裂能量。此能量部分地取决于注入种类和条件。这些粒子降低所选深度晶片的断裂能级。这就为在选择深度沿注入面的受控切分准备了条件。注入发生在所有内部地点的晶片的能态不足以在晶片材料内激发不可逆的断裂（即分离或切分）。但应指出，注入通常的确会在晶片中造成一定量的可被随后的热处理例如加温热源或快速加温热源修复的缺陷（如微缺陷）。

图 2 为按照本发明的沿注入晶片 10 断面的简化能量图 200。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求范围加以限制。此简化图具有表述促成晶片中的切分的能级（E）（或辅助能量）的垂直轴 201。水平轴 203 表述由晶片底面至晶片顶面的深度或者距离。在注入粒子进晶片后，晶片具有被表示为 E_{205} 的平均切分能，它是沿此晶片深度各不同断面区切分晶片所需的能的量。切分能（ E_c ）等于非注入区中的大块材料断裂能（ E_{mat} ）。在被选择深度 20，能量（ E_{cz} ）207 较低，因为注入的粒子主要是断开或削弱晶体结构中的键（即由粒子的存在造成应力增加也使得晶片的能量（ E_{cz} ）207 下降）以降低在所选深度切分晶片所需的能量。本发明利用所选深度的较低能量（即增加的应力）以受控方式切分薄膜。

但晶片在注入处理之后一般能避免跨越可能的切分波阵面或选择深度 Z。的缺陷或“薄弱”区。在这些情况中，切分一般无法加以控制，因为它们经受到象大块材料非均匀性，固有的应力，缺陷的随机变异的影响。图 3 为跨越针对具有这些缺陷的注入晶片 10 的切分波阵面的简化能量图 300。此图 300 仅作为图解说明而不对这里的权利

要求范围加以限定。此图具有表示辅助能量 (E) 的垂直轴 301 和表示由晶片边 1 至边 2 的距离的水平轴 303, 就是, 水平轴表述沿晶片切分波阵面的区域。如图所示, 切分波阵面具有二个分别被表示为区 1 和区 2 的区域 305 和 307, 它们具有低于平均切分能 (E_{CZ}) 207 的切分能 (可能是因较高的缺陷浓度等所致)。相应地, 极大地可能切分处理即在上述区域之一或双方同时开始, 因为各区域均具有较周围区域要低的切分能。

下面参照图 4 说上图所表明的晶片的切分处理示例。图 4 为通过注入晶片传播的多切分波阵面 401、403 的简化项视图 400。切分波阵面在特别是包括区 1 和 2 在内的切分平面的“较薄弱”区起源。这些切分波阵面如由箭头所示随机地产生和传播。采用多切分波阵面之间的随机传播的制约是具有不同切分波阵面沿稍许不同平面的连接的可能, 或形成爆裂的可能性, 以下将对此作较详细说明。

图 5 为在例如区 1 305 和 2 307 由具多切分波阵面的晶片切分得的膜的断面视图 500。此图仅用作图解说明而不对这里的权利要求范围构成限制。如所示, 在沿稍许不同平面被确定的区域 3 309 与来自区域 2 的切分连接的由区域 1 的切分可能启动沿此膜的二次切分即爆裂 311。取决于差异 313 的大小, 此膜可能不具有适于制造集成电路或其他应用中所用的晶片的足够的品质。具有爆裂 311 的晶片一般不能用作处理。相应地, 一般不希望采用随机状态的多波阵面切分晶片。可能以随机状态形成多切分波阵面的技术示例在被指定给 Commissariat A 1' Energie Atomque(France) 的申请人为 Michel Bruel(“Bruel”)的 US 专利 No.5374564 中有介绍。Bruel 概括说明以采用热激发扩散的全局热处理 (亦即热处理注入的整个平面) 来切分注入晶片的技术。晶片的全局热处理通常造成独立地传播的多切分波阵面的启动。总的说, Bruel 揭示借助由全局热源启动和维持的切分操作进行的“非可控”切分操作, 这可能产生不希望的结果。这些不希望的结果涉及一些潜在问题, 例如切分波阵面的不完整连接, 由于

为维持切分的能级超过所需的量而使得被切分材料的表面上过度粗糙的表面光洁度，以及其他种种。本发明依靠在注入晶片上能量的受控分配或选择布置来克服随机切分波阵面的形成。

图 6 为按照本发明采用选择布置切分能量的注入晶片的简化断面图。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求的范围作任何限制。注入晶片经受选择性能量布置或定位或瞄准的步骤，产生在选择深度 603 对材料区 12 的受控切分操作。在优选实施例中，被选择的能量布置发生在晶片 10 的选择深度 403 的边缘或拐角区附近。利用能源来供给脉冲。能源示例包括有化学能源，机械能源，电源，和散热装置或者热源。化学能源可有多种不同的如粒子，流体，气体，或液体。这些化学能源还可以是为在材料区增加应力的化学反应。化学能源被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流而引入。在其他的实施例中，由旋转的、移动的、压缩的、扩张的、或超声波的能量来获得机械能源。机械能源可被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流而引入。在另一些实施例中，由所加的电压或加的电磁场选择电源，被作为时间上改变、空间上改变的溢流引入。在还有一些实施例中，由辐射、对流、或传导选择热能源或者散热源。这种热源可由各种的如光电子束，流体喷射，液体喷射，气体喷射，电/磁场，电子束，热-电加热，加热炉等中选择。散热源可由流体喷射，液体喷射，气体喷射，低温流体，超冷却液体，热-电冷却装置，电/磁场等中选择。与前述实施例类似，热源也是作为时间上改变、空间上改变、连续的溢流被引入。还有，上述实施例中的任一个均能按照应用被加以组合或者分离。当然，所用的能量的型式取决于应用。

图 6 为按照本发明采用选择布置切分能量的注入晶片的简化断面视图。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求的范围作任何限制。注入晶片经受选择性能量布置 601 或定位或瞄准的步骤，提供在选择深度 603 的材料区 12 的受控切分操作。在优选实施例中，选择能布置 607 发生在晶片 10 的选择深度 603 的边缘或拐角区邻近。利

用能源提供脉冲。各种能源的示例包括有化学能源，机械能源，电源和散热源能源。化学能源可包括各种各样的如粒子、流体、气体、或液体。这些化学能源还可能包括化学反应以增加材料区中的应力。化学能源作为时间上改变、空间上改变或连续的溢流地引入。在另外的实施例中，可由旋转、移动、压缩、扩展、或超声波能量获取机械能源。此机械能源被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引入。在再有一些实施例中，所加压或所加电磁场选择电源，被作为时间上改变、空间上改变或连续的溢流引入。在又一些实施例中，热源或者散热源由辐射、对流或传导中选择。这种热源可由光电子束、流体喷射、液体喷射、气体喷射、电/磁场、电子束、热一加热、加热炉等选择。散热源可由流体喷射、液体喷射、气体喷射、低温流体、超冷却液体、热一电冷却装置、电/磁场等选择。类似于前面的实施例，热源被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引入。再有，按照应用可将任何上述实施例加以组合或分离。当然所用能源也取决于应用。

在一特定实施例中，按照本发明的实施例能源可以是被加压的流体喷射（例如压缩的）。图 6A 表明按照本发明一实施例用于进行受控切分处理从流体喷嘴 608 喷射流体的简化断面视图。流体喷射 407（或液体喷射或气体喷射）冲击基片 10 的边缘区以启动受切分处理。由被压缩或者加压的流体源喷射的流体被导引至所选择深度 603 的区域以便利用如机械、化学、热务从基片 10 切分一厚度的材料区 12。如所示，流体喷射将基片 10 分离成为在所选择深度 603 相互隔开的区 609 和区 611。此流体喷射也可被调整来启动和维持受控切分处理来由基片 10 分离材料 12。取决于应用，流体喷射可在方向、地点和幅度上加以调节来达到所希望的受控切分处理。此流体喷射可以是液体喷射或气体喷射或液体与气体的组合。

在一优选实施例中，此能源可以是压缩源例如静态被压缩流体。图 6B 表明按照本发明一实施例的压缩流体源 607 的简化断面视图。

压缩流体源 607（例如压缩液体，压缩气体）被加到围绕基片 10 的四周或边缘的密封腔室 621。如所示，此腔室被装置 623 封闭，它由例如 O 形环 625 等密封，并围绕基片的外边缘。此腔室具有被加到基片 10 的边缘区的维持为 P_C 的压力以在注入材料的选择深度启动受控切分处理。基片的外表面或者正面被保持为可以是环境压力例如 1 大气压或较低的压力 P_A 。此腔室内较高的压力与环境压力之间存在有压力差。此压差对所选深度 603 的注入区施加作用力。所选择深度的注入区在结构上比周围区域包括任何连接区较弱。通过压差施加作用力直至受控切分处理启动。受控切分处理由基片材料 611 分离材料厚度 609 以便在所选深度由基片材料剥离材料厚度。另外，压力 P_C 以“杠杆作用”迫使材料区 12 由基片材料 611 分离。在切分处理期间，腔室中的压力也可被调节来启动和维持受控切分处理来由基片 10 分离材料 12。取决于应用，可在幅度上调整压力来实现所希望的受控切分处理。此流体压力可由液体或气体或液体与气体的组合得到。

在一特定实施例中，本发明提供一受控传播的切分。此受控传播切分采用多个连续脉冲来启动和多半传播切分处理 700，如图 7 所表明的。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求范围作限制。如所示，在基片边缘导引脉冲，向基片中心传播切分波阵面来由基片去除材料层。在此实施例中，一能源连续地对基片施加多个脉冲（即脉冲 1、2 和 3）。脉冲 1701 被导引到基片的边缘 703 启动切分操作。脉冲 2705 也被导引在脉冲 1 的一侧边缘 707 以扩展此切分波阵面。脉冲 3 709 沿扩展切分波阵面被导引到相对边缘 711 来进一步由基片分离材料层。这些脉冲的组合提供由基片作受控切分材料层的操作 713。

图 8 为由作受控传播切分的前面实施例中的脉冲选择的能量 800 的简化图解。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求范围作限制。如图示，脉冲 1 具有超过平均切分能（E）的能级，用于启动切分操作所需能量。脉冲 2 和 3 利用沿切分波阵面的较低能级来维持或支持切分操作。在一特定实施例中，此脉冲为激光脉冲，这里撞击射

束通过脉冲加热基片的被选择区域和热脉冲梯度导致协同超过生成单个切分波阵面的切分形成或传播能量的补充应力。在优选实施例中，撞击射束同时地加热和导致热脉冲梯度，它超过切分能量形成和传播能量。更可取的是，撞击射束同时冷却和导致热脉冲梯度，它超过切分能形成或传播能量。

任选地，基片的固有能态或应力可被全局地向着为启动切分操作所需的能级提升，但不足以按照本发明的在对基片导引多个连续脉冲之前启动切分操作。基片的全局能态可利用各种能源例如化学、机械、热（散热源或热源）或电气的，单独或相组合的升高或降低。化学能源可有各种形式如粒子、流体、气体、或液体。这些能源也可包括化学反应来增加材料区中的应力。化学能源被作为在时间上改变、空间上改变或连续的溢流引用。其他实施例中，由旋转的、移动的、压缩的、扩张的或超声能源得到机械能源。此机械能源可被作为在时间上改变、空间上改变或连续的溢流引入。在又一些实施例中，由所加的电压或所加的电磁场选择电能源，被作为在时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引用。在再有的一些实施例中，由辐射、对流、或传导选择热源或散热源。这种热源可由光电子束、流体喷射、液体喷射、气体喷射、电磁场、电子束、热—电加热和加热炉中选择。散热源可由流体喷射、液体喷射、气体喷射、低温流体、超冷却液体、热—电冷却装置、电磁场、等等中选择。与前述实施类似，此热源也作为时间上的改变、空间上改变、或连续的溢流使用。再有，任何上述实施均可被加以组合或者分离，由应用情况而定。当然，所采用能源的型式也取决于应用。如指出的，全局能源增加材料区中能级或应力而不致在提供能量启动受控切分操作之前在材料区中启动均分操作。

在特定实施例中，能源提升基片切分平面的能级超过其切分波阵面传播能量仍不足以引起切分波阵面的自启动。具体说，热能源或热或无热（如冷却源）形式的散热源可被全局地加到基片来增加基片的能态或应力水平而不致启动切分被阵面。另一方面，能源也可以是电、

化学或机械的。定向能源向被选择区域的基片材料提供能量应用来启动切分波阵面，通过基片的注入区自行传播直至薄膜材料被分离。可采用各种不同技术来启动切分操作。借助以下附图来说明这些技术。

图 9 为按照本发明的一个方面的应用单个受控能源的受控切分操作的能态 900 的简化图解。此图仅作图示说明而不对这些的权利要求范围作限制。在此实施例中，基片的能级或能态利用全局能源提升到高于切分传播能态，但低于启动切分波阵面所需的能态。为启动切分波阵面，一能源例如激光以脉冲形式将射束指向基片的边缘以启动切分操作。另一方面，此能源也可以是一以脉冲形式将冷却介质指向基片边缘来启动切分操作的冷却流体（如液体、气体）。全局能源维持切分操作，这一般需要低于启动能的能级。

图 10 和 11 说明本发明的另一个方面。图 10 为经受旋转力 1001、1003 的注入基片 1000 的简化图。此图像作为图解说明而不对这里的权利要求范围作限制。如所示，基片包括有上表面 1005，下表面 1007，和被选择深度的注入区 1009。一能源利用光束或热源将基片的全局能级增加到高于切分波阵面传播能态的能级，但低于启动切分波阵面所需的能态。此基片在上表面上承受顺时针方向旋转的旋转力 1001 和在下表面上承受逆时针方向旋转的旋转力，这在注入区 1009 生成启动切分波阵面的应力。另一方面也可上表面承受逆时针方向旋转力和下表面承受顺时针方向的旋转力。当然，力的方向在此实施例中无关重要。

图 11 为按照本发明的应用旋转力的受控切分操作的能态的简化图。此图仅作为图解说明而不对这里的权利要求范围作限制。如前面指出的，基片的能级或能态利用全局能源（如热、射束）被提升到切分波阵面传播能态之上，但低于启动切分波阵面所需的能态。为启动切分阵波面，机械能措施例如加到注入区的旋转力启动切分波阵面。具体说，加到基片注入区的旋转力在基片中央产生零应力而在四周产生最大应力，基本上与半径成比例。此例中，中央启动脉冲造成径向

扩张的切分波阵面切分基片。

被分开的材料区提供作处理用的硅材料薄膜。硅材料具有有限的表面粗糙度和用于硅-绝缘体基片所希望的平面特征。在某些实施例中，所分离的薄膜的表面粗糙度小于约 60nm，或小于约 40nm，或小于约 20nm 的特性。相应地，本发明提供可比现有技术更平滑更均匀的硅膜。

在一优选实施例中，本发明在低于现有技术中所采用的温度下实践。具体说，本发明无需如现有技术那样增加整个基片温度来启动和维持切分操作。在某些对硅晶片和氢注入的实施例中，切分处理中基片温度不超过 400°C 左右。另一方面，基片温度也可在切分处理中不超过 350°C 左右。或者也可将基片温度通过散热源例如冷却流体，低温流体来基本上保持低于注入温度。相应地，本发明降低了因由随机的切分波阵面过量释放能量而造成的不必要的损伤的可能性，这一般改善了所附着表面和/或基片的表面质量。相应地，本发明以较高的总产量和质量提供在基片上形成薄膜。

上面的实施例是针对由基片切分材料薄膜加以说明的。但是基片可能在受控切分处理之前被配置在一工件例如加强板上。此工件连接到基片的上表面或者注入表面以便在受控切分处理期间提供对薄膜的结构支撑。此工件可采用各种结合或连接技术例如静电的、粘着的、原子间的相互作用来连接到基片。这里说明某些这种结合技术。此工件可由介质材料如石英、玻璃、蓝宝石、氮化硅，二氧化硅）、导电材料（硅，碳化硅，多晶硅，族III/V 材料，金属）和塑料（如聚酰亚胺材料）制成。当然，所用工件类型将取决于应用。

另一方面，具有要被分离的膜的基片也可在受控切分处理之前被暂时配置在转送基片如加强板之类上。此转送基片连接到具有薄膜的基片的上表面或者注入表面以便在受控切分处理期间对薄膜材料提供结构支撑。此转送基片可利用各种不同结合或者连接技术例如静电、粘接、原子间的相互作用来暂时连接到具有薄膜的基片。这里说明某

些这种结合技术。转送基片可由介质材料（如石英、玻璃、蓝宝石、氮化硅、二氧化硅）、导体材料（硅、碳化硅、多晶硅、族III/V材料、金属）和塑料（如聚酰亚胺基材料）制成。当然，所用的转送基片的类型将取决于应用。另外，转送基片可在受控切分处理之后被用来由经切分的基片去除薄膜材料。

2. 硅-绝缘体处理

按照本发明的制造硅-绝缘体基片的处理可被粗略地概括如下：

- (1) 提供原料硅晶片（可被涂覆以介质材料）；
- (2) 导入粒子进硅晶片到确定硅膜厚度的选择深度；
- (3) 提供目标基片材料（可被涂覆以介质材料）；
- (4) 通过将注入表面连接到目标基片材料来使原料硅晶片结合到目标基片材料；
- (5) 增加选择深度注入区的全局应力（即能量）而不启动切分操作（任选的）；
- (6) 利用流体喷射提供应力（即能量）到结合的基片的选择区以便在选择深度启动受控切分操作；
- (7) 提供辅助能量到结合的基片来支持受控切分操作以便由硅晶片释放硅膜厚度（任选的）；
- (8) 完成原料硅晶片对目标基片的结合；和
- (9) 抛光硅膜厚度的表面。

以上步骤序列提供按照本发明的利用被加到多层基片结构的选择区域的能量来形成切分波阵面以启动受控切分操作的步骤。这一启动步骤以限制被加到基片的能量按受控方式开始切分处理。随后的切分操作的传播可由提供辅助能量到基片的选择区域支持切分操作来进行，或者利用来自启动步骤的能量来提供切分操作的进一步传播。这一步骤序列仅作为示例而不对这里所确定的权利要求范围加以限制。有关上述步骤序列的进一步细节在下面参照附图加以描述。

图 12-18 为按照本发明经受硅-绝缘体晶片的制造处理的基片的

简化断面视图。此处理以提供类似于硅晶片 2100 的半导体基片开始，如图 12 所示。基片或原料包括有要被分离的材料区 2101，用于由基片材料得到的相当均匀的薄膜。硅晶片包括上表面 2103，下表面 2105，和厚度 2107。材料区还包括硅晶片厚度 2107 内的厚度 (Z_0)。任选地，介质层 2102（如氮化硅，氧化硅，氮氧化硅）覆盖基片的上表面。本处理提供为制造硅—绝缘体晶片利用以下步骤序列分离材料区 2101 的新颖技术。

所选择高能粒子 2109 通过硅晶片上表面注入到确定被称为材料薄膜的材料区的厚度的选择深度。如所示，粒子在所选择深度 (Z_0) 具有所希望的浓度 2111。各种技术可被用来注入高能粒子进入硅晶片。这些技术包括利用例如象 Applied Materials, Eaton Corporation, Varian 公司制造的射束线离子注入设备的离子注入等。另一方面，注入也可利用等离子体浸没注入（“PIII”）技术。另外，注入也可利用离子族射进行。当然，所用技术取决于应用情况。

依据应用，一般选择较小质量粒子来减少对材料区损害的可能性。就是说，较小的质量粒子易于行进通过基片材料到达所选深度而基本上不会损伤粒子所行进通过的材料区。例如，此较小的质量粒子（即高能粒子）几乎可以是任何的带电荷（例如正或负）和/或中性原子或分子或电子等。在特定实施例中，粒子可以是包括氢及同位素的离子、稀有气体离子如氦及同位素、和氖在内的中性的和/或带电荷粒子。粒子也可以是可由复合物如气体，象氢气，水蒸汽，甲烷，和其他氢化合物得到的粒子，以及其他光原子质量粒子。另一方面，粒子也可以是上述粒子、和/或离子和/或分子形式和/或原子形式的任意组合。

处理采用将注入的硅晶片连接到一工件或目标晶片的步骤，如图 13 中所示。此工件也可以是各种其他型式的基片例如由介质材料（如石英、玻璃、氮化硅、二氧化硅）、导体材料（硅、多晶硅、族III/V 材料、金属）和塑料（如聚酰亚胺基材料）制成的那些。但在本示例中此工件为硅晶片。

在特定实施例中，硅晶片利用低温热处理步骤连接或融合到一起。此低温热控处理通常保证注入的粒子不会在材料区加以过度的、可能产生非受控的切分操作的应力。一方面，由自结合处理进行低温结合处理。具体说，一个晶片被剥离以便去除氧化（即一个晶片是未被氧化的）。清洗液处理晶体表面来在晶片表面上形成 O—H 键。用来清洗晶片的溶液示例为混合物 $H_2O_2-H_2SO_4$ 。干燥器干燥晶片表面以便由晶片表面去除任何残留液体或粒子。通过将经清洗晶片与一被氧化晶片面对面放置来进行自结合。

另一方面，自结合处理也可通过激活要被等离子体清洗结合的晶片表面之一来进行自结合处理。具体说，等离子体清洗利用由气体例如氩、氨、氟、水蒸汽、和氧得到的等离子体激活晶片表面。被激活的晶片表面 2203 被与另一其上具有氧化层覆盖 2205 的晶片表面放置。这些晶片为具有曝露的晶片面的夹层结构。被选择的压力被加到各晶片的曝露面上来将一晶片自行结合到另一个。

另一方面，采用配置在晶片表面上的胶合剂来将一晶片结合到另一个之上。此胶合剂包括环氧树脂、聚酰亚胺型材料等。可以采用在玻璃上旋转 (spin-on-glass) 层来将一个晶片表面结合在另一个的面上。这些在玻璃上旋转 (“SOG”) 材料包括有硅氧烷或硅酸盐，它们常与醇基溶剂等混合。SOG 可以是一所希望的材料因为在被加到晶片表面之后凝固 SOG 常需要低温（如 $150^{\circ} \sim 250^{\circ}C$ ）。

另一方面，各种其他低温技术也被用来将原料晶片连接到目标晶片。例如，静电结合技术可被用来将二晶片连接到一起。具体说，一个或二晶片表面同时被带上电荷来吸引另一晶片表面。而且，原料晶片可利用各种公知技术被融合到目标晶片。当然，所用技术取决于应用。

在将晶片结合成为夹层结构 2300 之后，如图 14 中所示，此方法包括受控切分操作分离基片材料以提供遮盖目标硅晶片 2201 的绝缘层 2305 的基片材料薄膜 2101。受控切分利用选择分布或定位或瞄准

能源的能量 2301、2303 到原料和/或目标晶片进行。例如可利用能量脉冲来启动切分操作。此脉冲利用包括机械能源、化学能源、散热源或热源、和电源在内的能源来提供。

受控切分操作借助任一前面指出的技术等启动，由图 14 加以说明。例如，用于启动受控切分操作的处理利用提供能量 2301、2303 到晶片一选定区域以便在晶片的选定深度 (Z_0) 启动受控切分操作的步骤，由此利用传播切分波阵面而使得切分操作作释放要由晶片分离的晶片材料部分。在一特定实施例中，此方法采用单个脉冲来开始切分操作，如前面指出的。另一方面，此方法也可利用后随另一脉冲或连续的脉冲到选择的晶片区域的起始脉冲。或者此方法也可提供脉冲来启动被沿晶片扫描的能量所维持的切分操作。而且能量也可被扫描穿过晶片的选择区来启动和/或支持受控切分操作。

任选地，按照本发明将晶片材料的能量或应力向着为启动切分操作所需能级增加，但不足以在将一脉冲或多个连续脉冲导引到晶片之前启动切分操作。晶片的全局能态可利用各种不同能源例如化学、热（散热源或热源）、或电的，单独或组合地来升高或降低。化学能源可包括粒子、流体、气体、或液体。这些能源也可包括有化学反应来增加材料区中的应力。此化学能源被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引入。另外的实施例中，由旋转、移动、压缩、扩张、或超声能源来得到机械能源。此机械能源能被作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引入。在再有的实施例中，由所加电压或所加的电磁场选择能源，作为时间上改变、空间上改变、或连续的溢流引入。还有一些实施例中由辐射、对流、或传导选择热源或散热源。此热源可由光电子束，流体喷射，液体喷射，气体喷射，电/磁场，电子束，热—电加热，和加热炉中选择。散热源可由流体喷射，液体喷射，气体喷射，低温流体，超冷液体，热—电冷却装置，电/磁场，等等中选择。类似于前面的实施例，此热源作为时间上变化、空间上变化、或连续的溢流而引入。还有，任何上述实施例均可按应用加以组合或

者分离。自然，所采用能源型式取决于应用情况。如指出的，全局能源增加材料区中的能级或应力而不致在提供启动受控切分操作之前启动材料区中的切分操作。

在一优选实施例中，此方法维持低于引入粒子进基片的温度的温度。某些实施例中，当导引能量来启动切分操作的传播的步骤期间基片温度被维持在一200至450°C之间。基片温度也可被维持在低于400°C或低于350°C的温度。在优选实施例中，此方法采用散热源来启动和维持切分操作，这在大大低于室温的条件下发生。

在一替换优选实施例中，按照本发明一实施例机械的和/或热能源可以是被增压（如压缩）流体喷射。此流体喷射（或液体喷射或气体喷射）冲击基片的边缘区2300以启动受控切分操作。来自压缩或加压的流体能源的流体喷射被引入到选择深度2111的一区域来由基片2100切分基片区2101厚度。此流体喷射由基片2100分离2101，它们在所选择深度2111相互分开。可调节流体喷射来启动和维持受控切分处理来由基片2100分离材料2101。取决于应用情况，可在方向、地点和幅度上调整流体喷射来达到的希望的受控切分处理。

按照某些实施例最后的结合步骤发生在目标晶片与材料区的薄膜之间，如图15所表明的。一实施例中，一个硅晶片具有覆盖层二氧化硅，这是在清洗材料薄膜前在表面上热生长的。此二氧化硅也可采用各种其他技术例如化学蒸镀来形成。晶片表面间的二氧化硅在此处理中热熔合到一起。

某些实施例中，来自目标晶片或材料区（原料晶片的）薄膜的被氧化的硅表面被进一步压到一起和经受氧化环境2401。此氧化环境可以是在扩散炉中作蒸汽氧化、氢氧化等等。压力和氧化环境的结合将二硅晶片在氧化表面或交接面2305处熔合到一起。这些实施例通常需要高温（例如700°C）。

另一方面，二硅表面也可被进一步压到一起并经受二晶片之间所加的电压。所加电压增高晶片的温度来促使晶片间的结合。这一技术

限制了结合处理期间引入硅晶片的晶体缺陷量，因为启动晶片间的结合处理基本无需任何机械力。当然，所采用技术取决于应力。

在晶片结合之后，硅-绝缘体具有带硅材料覆盖膜的目标基片和目标基片与硅膜间的夹层氧化层，也如图 15 中所表明的。分离的硅材料膜的表面常常很粗糙，需抛光。抛光采用研磨和/或抛光技术的组合进行。在一些实施例中，分离表面采用的研磨步骤应用例如象旋转在分离表面上的磨料这样的技术来由其上去除任何缺陷或表面粗糙性。例如由称为 Disco 公司所造的“背磨机”这样的机械器即可提供这一技术。

另外，化学机械抛光或平面化（“CMP”）技术也可抛光分离膜表面，如图 16 所表示的。在 CMP 中，将附着到旋转压磨板（2503）的稀浆混合物直接传到抛光表面 2503。这种稀浆混合物可借助连接到稀浆源的小孔传送到抛光表面。此稀浆经常为含有磨料和氧化剂例如 H_2O_2 ， KIO_3 ，硝酸铁的溶剂。磨料常常为硼硅玻璃，二氧化钛、氮化钛、氧化铝、三氧化铝、硝酸钛、氧化铈、二氧化硅（胶硅）、氮化硅、碳化硅、石墨、全钢石、和它们的任何混合物。此磨料在去离子水和氧化剂等溶剂中混合。最好此溶剂为酸性的。

这种酸性溶剂通常在抛光处理中与来自晶片的硅材料作用。抛光处理最好采用聚氨基甲酸酯抛光盘。这种抛光盘例如是由 Rodel 制造以商标名 IC-1000 出售的产品。抛光盘以选定速度旋转。拾取带有膜的目标晶片的承载头在目标晶片的背面上施加选择大小的压力以便对膜施加所选定的力。抛光处理去除大致上为选择的膜材料量，这为随后处理提供相对光滑的膜表面 2601，如图 17 中表明的。

在某些实施例中，氧化薄膜 2406 遮住覆盖目标晶片的材料膜，如图 15 中所示。在热退火步骤中形成此氧化层，它在以上说明中用于永远将材料膜结合到目标晶片。这些实施例中，抛光处理被选择调整来首先去除氧化物然后抛光此膜来完成处理。当然，此步骤序列取决于具体应用。

在一特定实施例中，硅-绝缘体基片为在其上形成集成电路经受一系列处理步骤。这些处理步骤在 S.Wolf 的“VLSI 时代的硅处理”一文中（Vol2,Lattice Press,1990）中所介绍，该文在此结合作全面参考。包括有集成电路的完整的晶片部分 2700 由图 18 表明。如所示，晶片部分 2700 包括有效装置区 2701 和绝缘区 2703。这些有效装置为各自具有源/漏区 2705 和栅极 2707 的场效应晶体管。界定一介质绝缘层 2709 来覆盖有效装置以将有效装置与任一覆盖层绝缘。

虽然以上说明是针对硅晶片的，其他基片也可采用。例如说，基片几乎可以是任何单晶、多晶甚至是非晶型的基片。另外，基片也可由 III/V 材料例如硅化镓、氮化镓（GaN）等制成。多层的基片按照本发明也可采用。多层的基片包括有硅-绝缘体基片，半导体基片上的各种夹叠层，及许多其他形式基片。另外，以上实施例一般是以提供脉冲能来启动受控切分操作的。此脉冲可由扫描通过基片的选择区域的能量替代来启动受控切分操作。还可扫描通过基片的选定区域来维护受控切分操作。本技术领域的熟悉人士很容易理解按本发明可加以应用的各种替换、修改和变体。

尽管以上是对特定实施例的完整说明，但可以采用各种各样的修改、替换结构和等同物。因此，上述说明和图解不应用来限制本发明的范畴，它由所附的权利要求来确定。

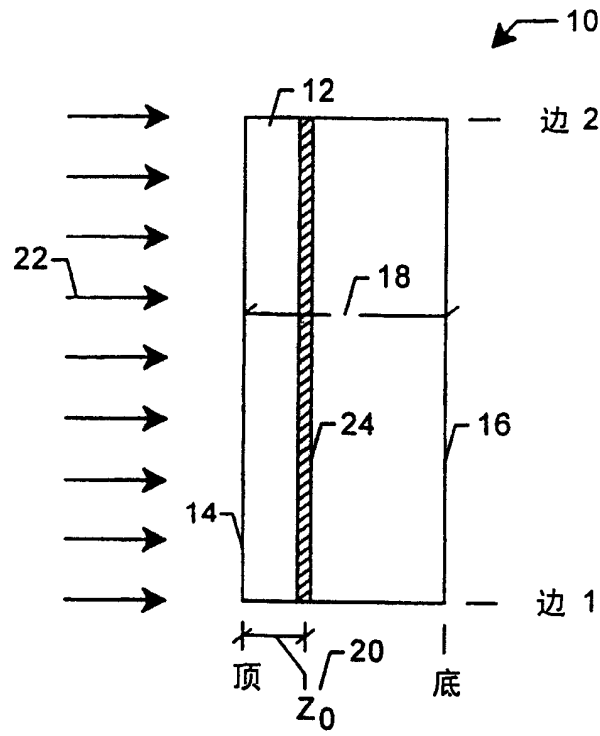


图1

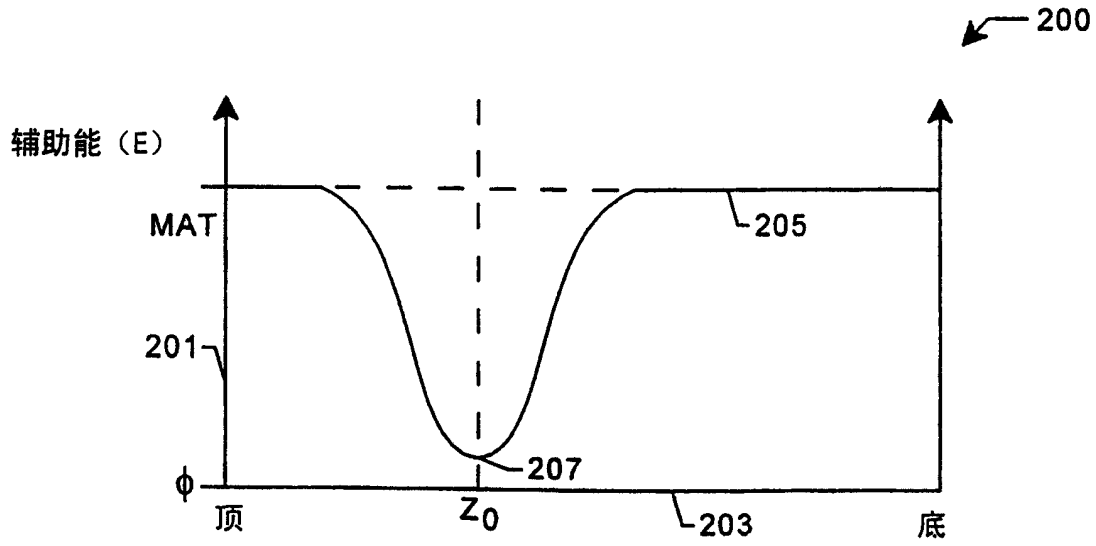


图2

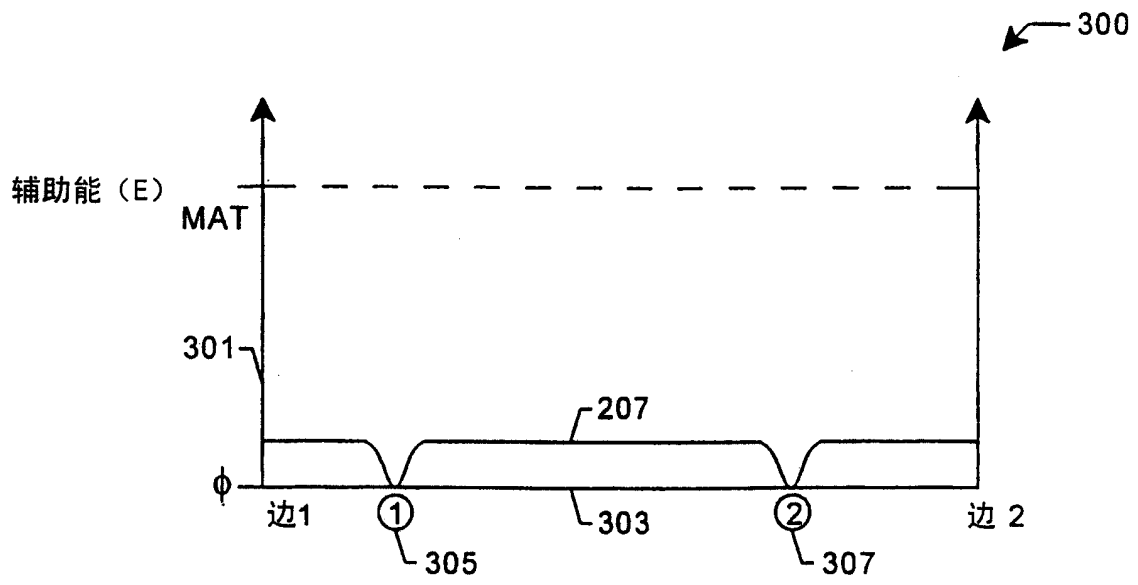


图3

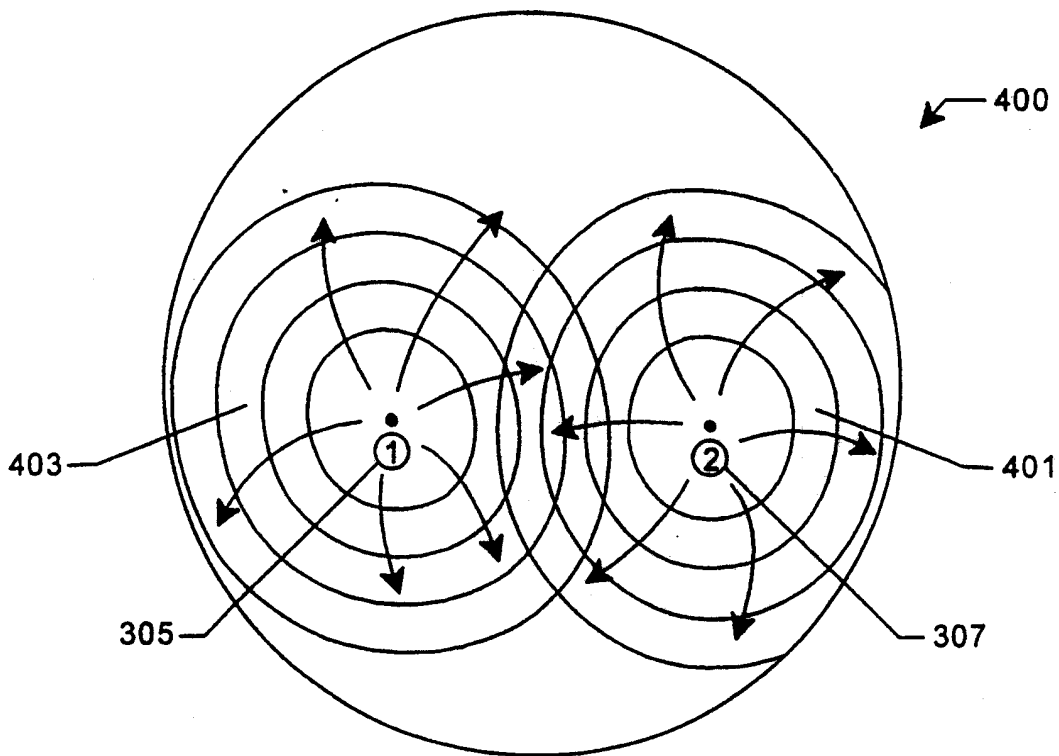


图4

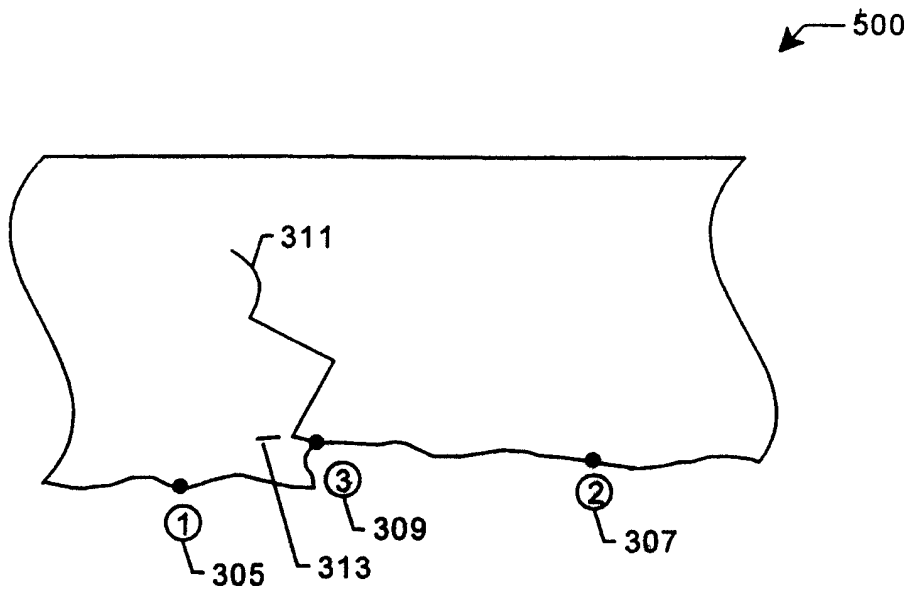
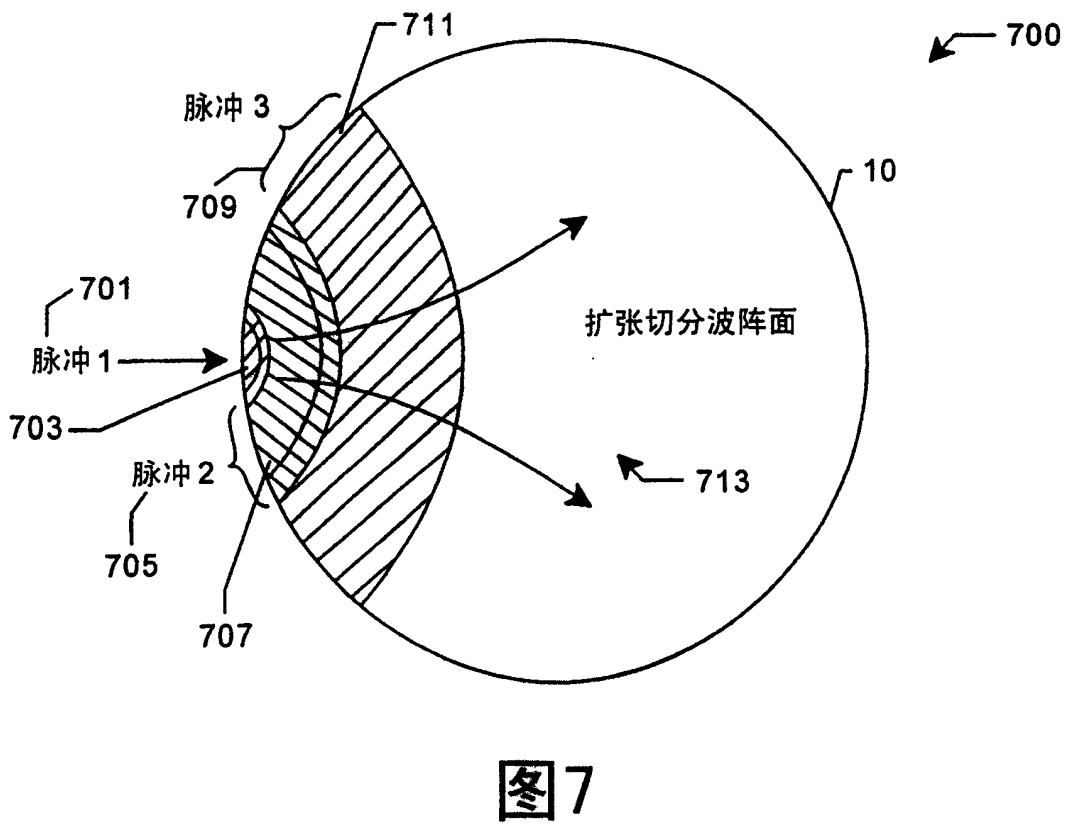
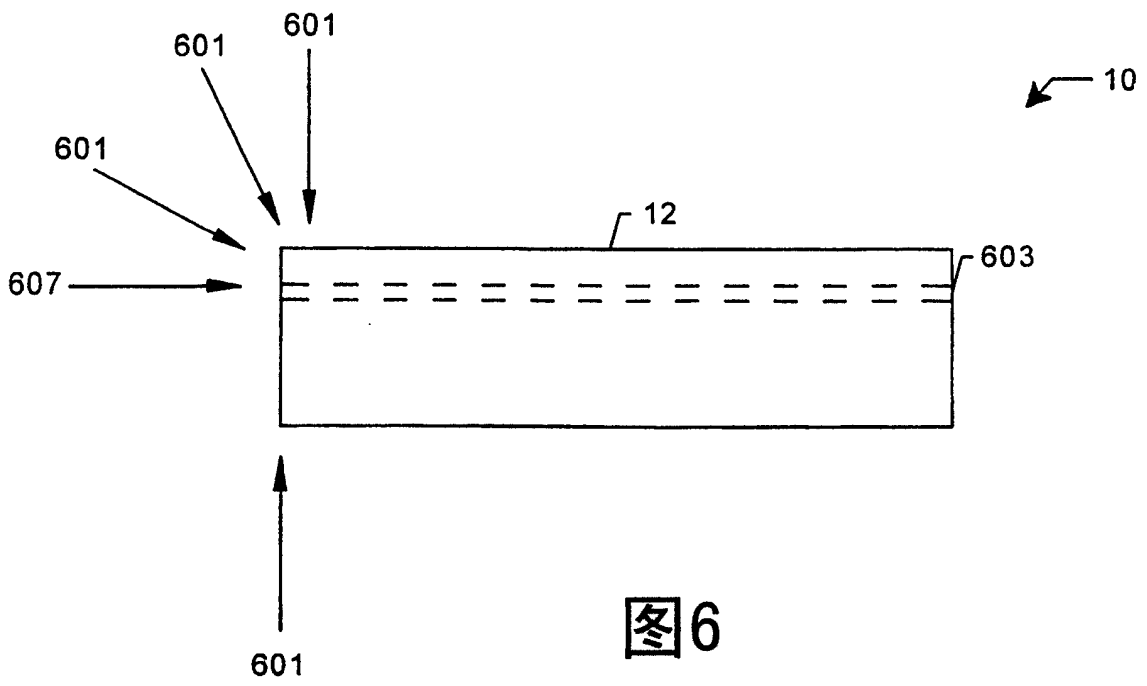


图5



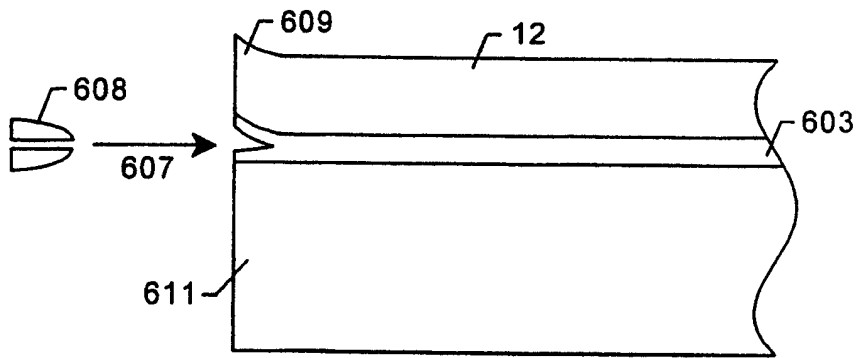


图6A

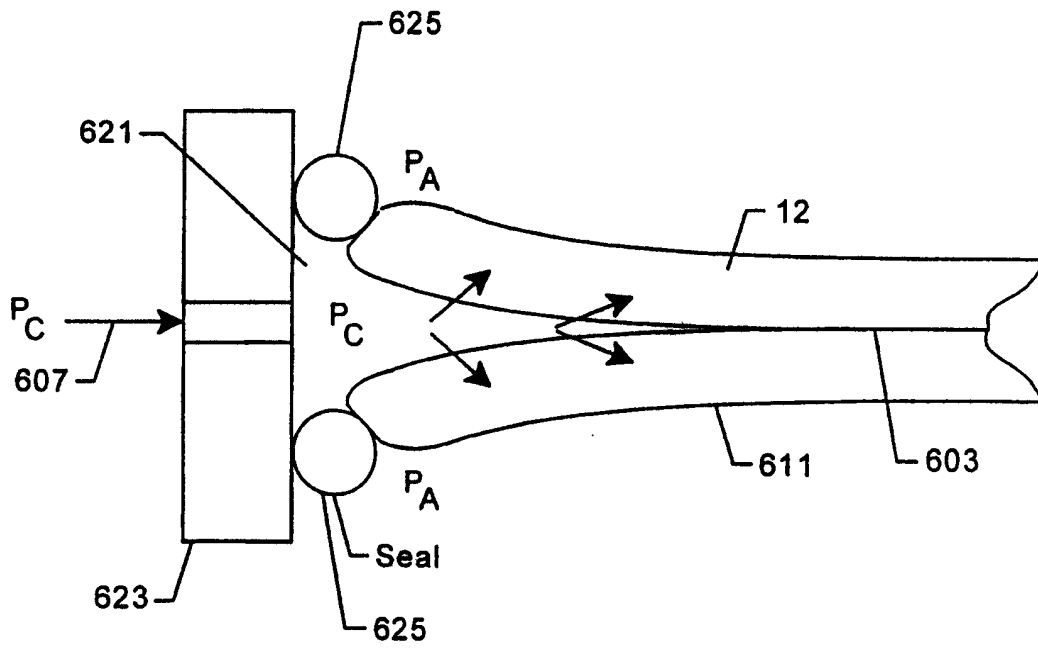


图6B

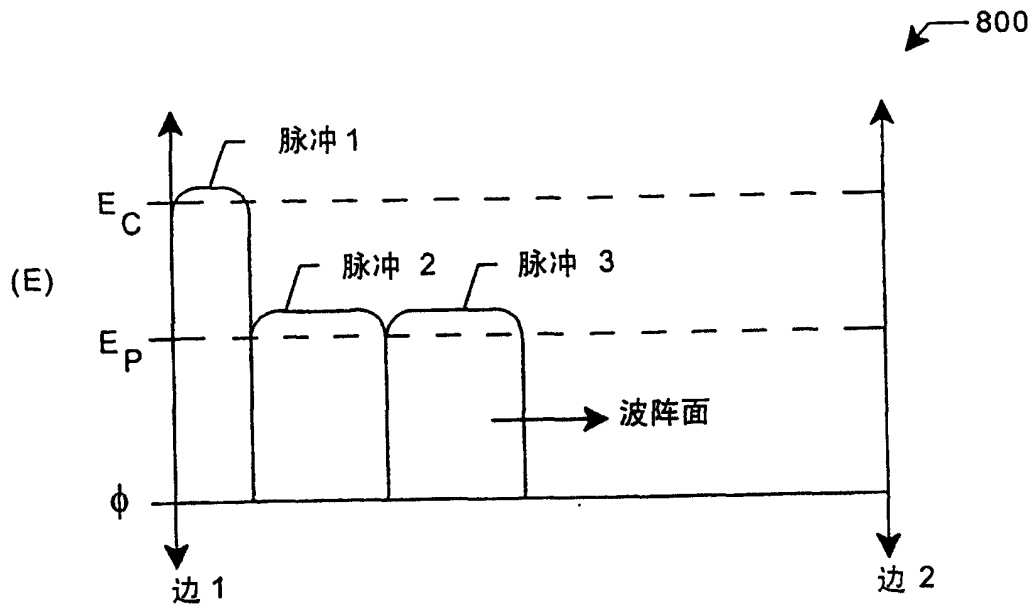


图8

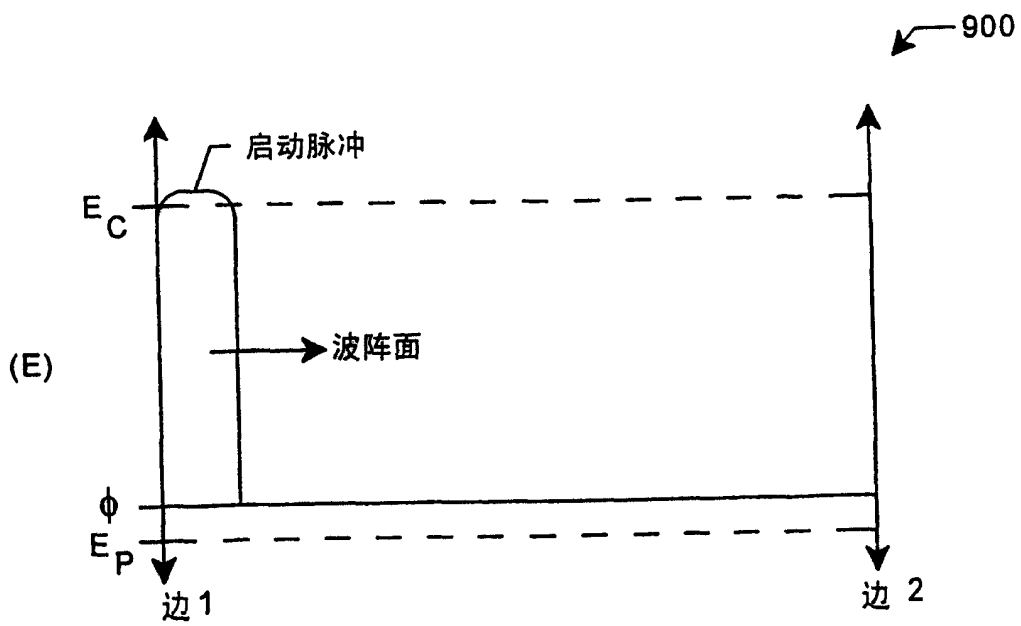


图9

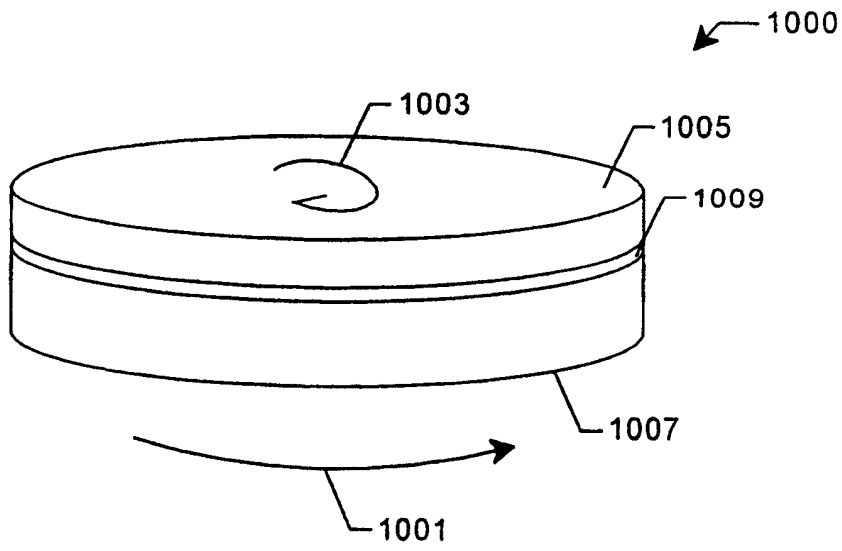


图10

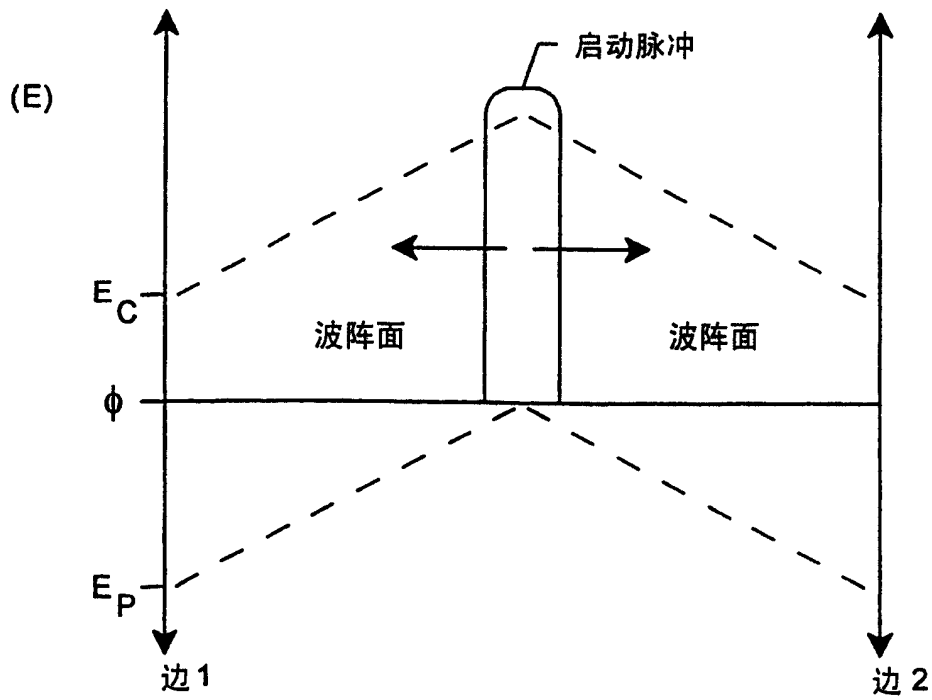


图11

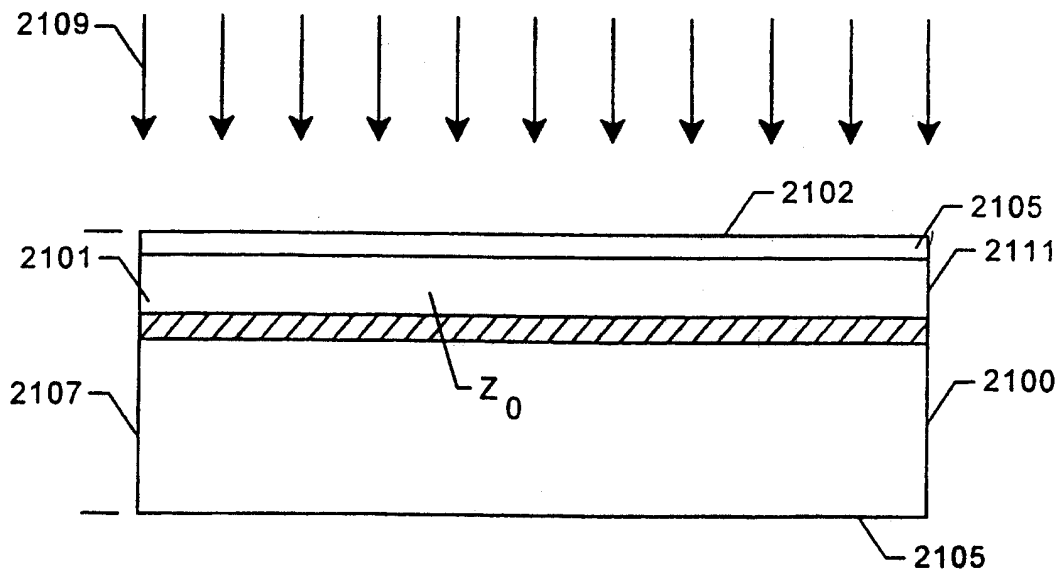


图12

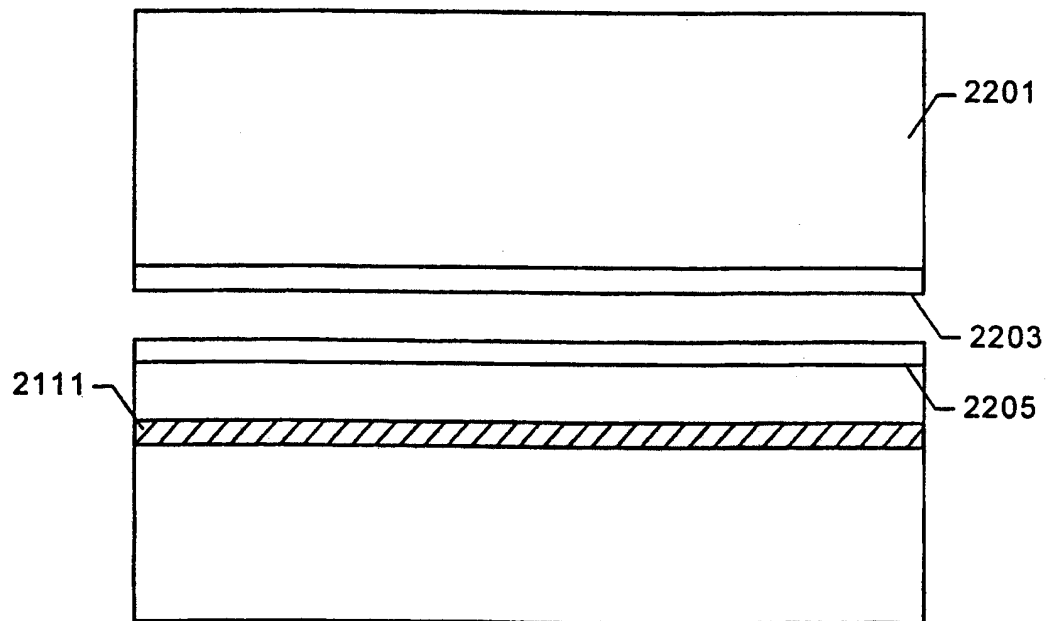


图13

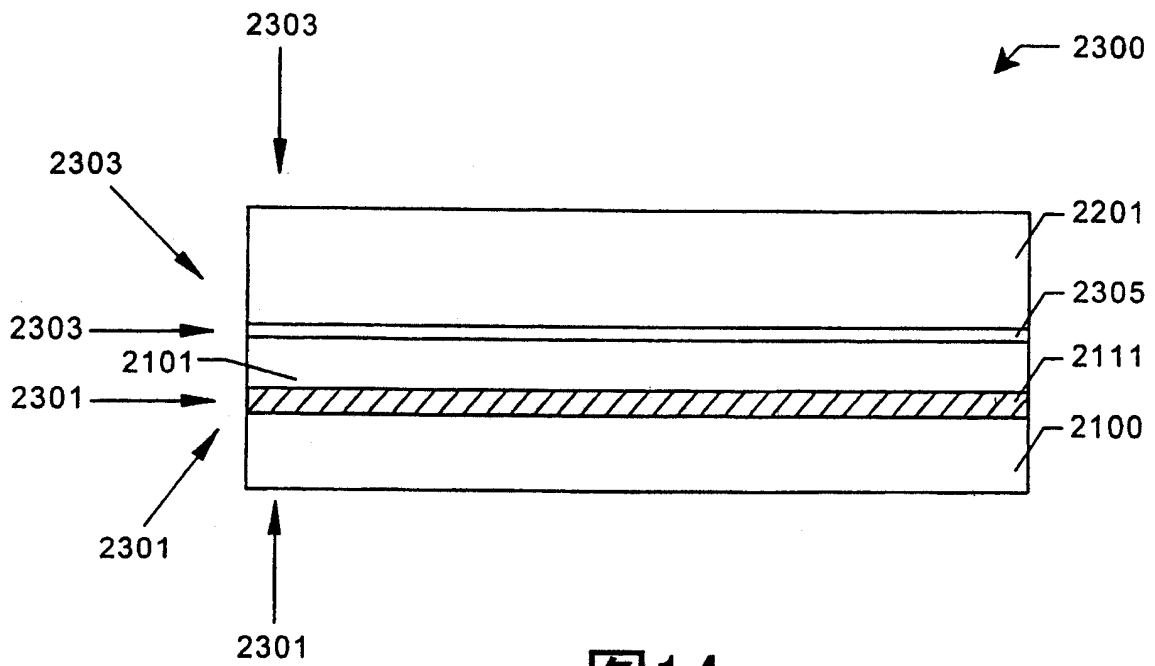


图14

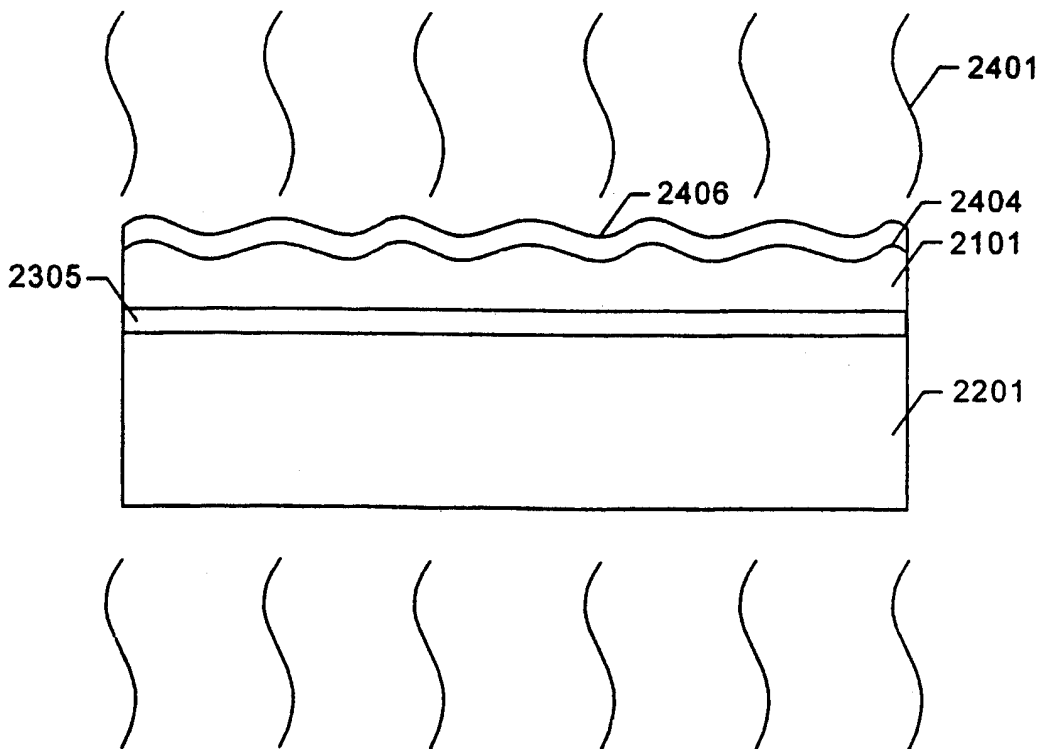


图15

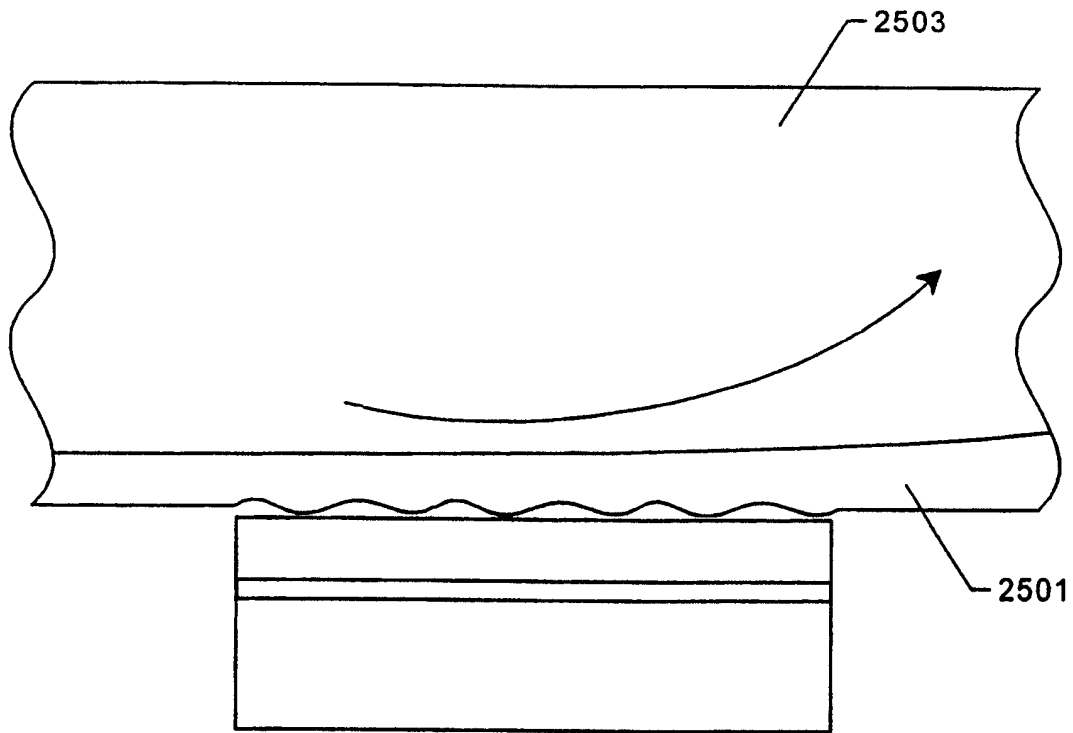


图16

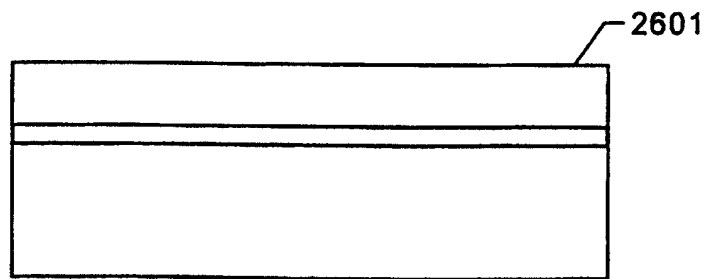


图17

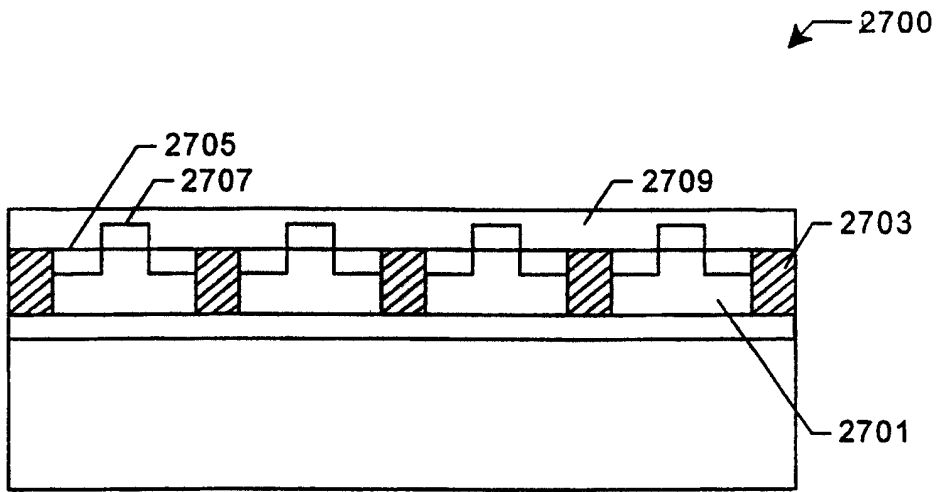


图18