



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1979336 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 29

(21) 申请号 200610051397. 2

CN 1456940 A, 2003. 11. 19, 全文.

(22) 申请日 2006. 01. 04

审查员 周庆成

(30) 优先权数据

05111920. 4 2005. 12. 09 EP

(73) 专利权人 奥博杜卡特股份公司

地址 瑞典马尔默

(72) 发明人 B·海达里

(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 11038

代理人 蒋旭荣

(51) Int. Cl.

G03F 7/00(2006. 01)

B41N 1/00(2006. 01)

H01L 21/027(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2005/045524 A2, 2005. 05. 19, 全文.

US 2005/0146083 A1, 2005. 07. 07, 全文.

US 2005/0191419 A1, 2005. 09. 01, 说明书第

[0024-0029] 及附图 1-7.

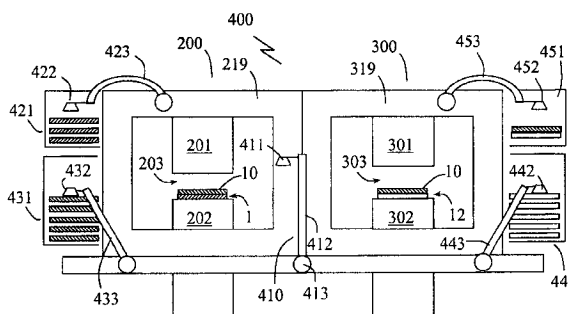
权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 15 页

(54) 发明名称

具有中间模具的图案复制用装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于执行把图案从模板 (1) 转印到基片目标表面上的两步骤过程的压印装置。该装置通过在第一压印单元 (200) 内由模板进行压印, 例如由柔性聚合物模具 (10) 生成中间盘状件。然后, 操纵给料装置 (410) 以输送中间模具至第二压印单元 (300), 在那里该中间模具用于在基片的目标表面上进行压印。



1. 用于把模板的构造表面的图案转印到基片的目标表面上的装置,包括:

第一压印单元,包括以第一中间间隙相互对置的第一对协作主部以及用于调节所述第一中间间隙的第一施压装置,所述第一压印单元可操作用以在第一压印步骤中把所述模板的所述图案转印给一个盘状件的接收面,

第二压印单元,包括以第二中间间隙相互对置的第二对协作主部以及可操作用以调节所述第二中间间隙的第二施压装置,

给料装置,可操作用以把所述盘状件从所述第一中间间隙移至所述第二中间间隙,

其中,第一支承架承载所述第一对协作主部,第二支承架承载所述第二对协作主部,以及一种固定件保持所述第一和第二支承架处于相互固定关系。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一对协作主部之一包括供介质使用的空腔以及用于调节所述空腔内的所述介质压力的压力供应系统,所述空腔的壁包括柔性隔膜,所述柔性隔膜的一侧形成面向所述第一对协作主部中的另一个的支承面。

3. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第二对协作主部之一包括供介质使用的空腔以及用于调节所述空腔内的所述介质压力的压力供应系统,所述空腔的壁包括柔性隔膜,所述柔性隔膜的一侧形成面向所述第二对协作主部中的另一个的支承面。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一对协作主部之一包括具有模板保持装置的模板支承面。

5. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述模板保持装置包括机械模板保持件。

6. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述模板保持装置包括真空供应源、连接于所述真空供应源与所述支承面内的孔口之间的管路以及围绕所述孔口提供的密封件。

7. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一对协作主部之一包括具有加热器装置的模板支承面。

8. 如权利要求 7 所述的装置,包括与所述加热器装置连接的温度控制单元。

9. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第一对协作主部之一包括可操作用以朝向所述第一中间间隙发送辐射的辐射源。

10. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述第二对协作主部之一包括可操作用以朝向所述第二中间间隙发送辐射的辐射源。

11. 如权利要求 4 所述的装置,其特征在于,所述给料装置包括分离单元,所述分离单元具有可操作用以接合并抓住存在于所述第一中间间隙中的经压印盘状件的盘状件抓取件以及可操作用以使所述盘状件与所述模板分离的盘状件牵引件。

12. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述盘状件牵引件构造用以在偏心位置与所述经压印盘状件接合。

13. 如权利要求 12 所述的装置,其特征在于,所述盘状件牵引件构造用以给所述盘状件提供离开所述模板且朝向所述盘状件中心指向的牵引力。

14. 如权利要求 11 所述的装置,其特征在于,所述盘状件抓取件包括可操作用以抓取所述盘状件侧缘附近的机械抓取件。

15. 如权利要求 11 所述的装置,包括真空供应系统、连接于所述真空供应系统与所述盘状件抓取件处的孔口之间的管路以及围绕所述孔口提供的密封件。

16. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述隔膜独立于所述主部,且构造用以被

放置成与围绕所述主部的一部分设置的垫圈接合以形成所述空腔。

17. 如权利要求 16 所述的装置,包括与所述第一施压装置同步以为所述第一压印步骤的每个循环把新隔膜连续送至所述第一中间间隙的隔膜输送系统。

18. 如权利要求 17 所述的装置,其特征在于,所述隔膜输送系统包括一对辊以及构造用以从一个第一辊卷出至所述第一中间间隙内的一个位置并随后卷绕在一个第二辊上的隔膜带。

19. 如权利要求 17 所述的装置,其特征在于,所述隔膜输送系统包括构造用以沿着平行于所述第一施压装置的调节方向的方向移动存在于所述第一中间间隙内的隔膜部的隔膜移动件。

20. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述模板和所述盘状件作为层叠组件设在所述第一中间间隙内,且所述隔膜位于所述层叠组件的上方,包括被控制用以设置成与所述隔膜的背离所述层叠组件的相反面接触的隔膜施压件以及被控制用以使所述施压件朝向所述隔膜的周缘在所述相反面上方经过的施压移动单元。

21. 如权利要求 20 所述的装置,其特征在于,所述施压件包括被控制用以在所述相反面上滚动的施压辊。

22. 如权利要求 1 所述的装置,包括可操作用以从一堆盘状件中拾取盘状件并把所述盘状件放置在所述第一中间间隙内的盘状件插入装置。

23. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述盘状件是聚合物箔。

24. 如权利要求 23 所述的装置,其特征在于,所述聚合物箔由聚碳酸酯、COC 或 PMMA 制成。

25. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述隔膜由聚合物材料制成。

26. 如权利要求 2 所述的装置,其特征在于,所述隔膜由聚碳酸酯、聚丙烯、聚乙烯、PDMS 或 PEEK 制成。

27. 如权利要求 1 所述的装置,包括可操作用以从一堆基片中拾取基片并把所述基片放置在所述第二中间间隙内的基片插入装置。

28. 如权利要求 1 所述的装置,包括消电离气体源以及与所述源连接且用以使所述消电离气体通向所述盘状件的喷嘴。

29. 如权利要求 3 所述的装置,其特征在于,通过被设置成与围绕所述第二对协作主部之一的一部分设置的垫圈接合以形成所述空腔,所述盘状件是构造用以作为隔膜的聚合物箔。

30. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述给料装置包括其连续部分被用作所述盘状件的箔带以及构造用以把所述箔带为所述第一压印步骤输送至所述第一中间间隙内的位置、为所述第二压印步骤向前输送至所述第二中间间隙并随后送出所述第二中间间隙的进给电动机。

31. 如权利要求 30 所述的装置,包括辊,所述箔带卷绕于所述辊上,且自所述辊卷出所述箔带并把所述箔带拉过所述第一和第二中间间隙。

32. 如权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述给料装置可操作用以把经压印盘状件从所述第一中间间隙移至所述第二中间间隙,以及所述第二压印单元可操作用以在第二压印步骤中把所述盘状件的转印图案压印到所述目标表面上。

33. 用于把模板的构造表面的图案转印到基片的目标表面上的装置,包括:

模具单元,包括以第一中间间隙相互对置的第一对协作主部、第一间隙调节装置和聚合物涂覆装置,所述聚合物涂覆装置设计用以给所述第一中间间隙内的所述模板的所述构造表面上提供熔融聚合物材料以形成带有接收面的模具,该接收面承载所述模板图案的复制模,

压印单元,包括以第二中间间隙相互对置的第二对协作主部和包括压力机的第二间隙调节装置,

给料装置,可操作用以把在所述模具单元内形成的模具从所述第一中间间隙移至所述第二中间间隙,

其中,第一支承架承载所述第一对协作主部,第二支承架承载所述第二对协作主部,以及一种固定件保持所述第一和第二支承架处于相互固定关系。

34. 用于把模板的构造表面的图案转印到基片的目标表面上的方法,包括

在第一压印步骤中通过第一压印单元把所述构造表面的所述图案转印到中间盘状件的接收面上,所述第一压印单元包括以第一中间间隙相互对置的第一对协作主部以及用于调节所述第一中间间隙的第一施压装置;

通过给料装置把由此压印的中间盘状件从所述第一压印单元移至第二压印单元;以及

在第二压印步骤中通过第二压印单元把所述接收面的所述图案转印到所述目标表面上,所述第二压印单元包括以第二中间间隙相互对置的第二对协作主部以及可操作用以调节所述第二中间间隙的第二施压装置,

其中,第一支承架承载所述第一对协作主部,第二支承架承载所述第二对协作主部,以及一种固定件保持所述第一和第二支承架处于相互固定关系。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其特征在于,所述中间盘状件是聚合物箔。

具有中间模具的图案复制用装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种可用在压印印刷的图案转印过程中的装置,该压印印刷的图案转印过程涉及一种把图案从具有构造表面的模具转印到基片的目标表面上的过程。更特别的,本发明涉及一种包括双压印单元的装置,该双压印单元相互同步操作以执行一种两步骤过程。在第一压印单元中,在优选为柔性聚合物箔的中间盘状件内或其上形成模板图案的复制模以获得中间模具(stamp)。然后,中间模具从第一压印单元移动至第二压印单元,在那里,该中间模具在第二步骤中使用以把图案压印在基片的目标表面的可模压层上。

背景技术

[0002] 用于复制纳米结构(即约100nm或更小的结构)的最有效技术之一是纳米压印印刷(NIL)。在纳米压印印刷中,通常称为模具的模板表面图案的反相拷贝被转印到这样一种物体上,该物体包括基片和涂覆在该基片上且通常称为抗蚀剂的可模压层膜,例如聚合物材料膜。在把该物体加热至聚合物膜的玻璃态转化温度以上的温度之后,使模具压向该膜,在预期图案深度已转印到该膜内之后,冷却并解除(通常称为脱模)模具。选择性的,基片可覆盖以光致抗蚀材料,即,对辐射敏感以便一旦暴露于紫外线(UV)辐射就交联的聚合物,或者一旦暴露于辐射就硬化为聚合物的预聚物。这要求基片或模具可透过所施加的辐射。在完成压印之后的随后执行过程中,例如可通过在压印区域内蚀刻基片来对物体(包括基片和构成图案的聚合物膜)进行后处理以把图案转印到该基片的目标表面上。

[0003] 上述压印过程显示出一些难点,为实现从模板到覆盖基片的可模压层的理想图案转印必须考虑这些难点。

[0004] 如果模板和基片不由相同材料制成(它们通常不由相同材料制成),它们将一般具有不同的热膨胀系数。这意味着在加热和冷却该模板和基片的过程中,膨胀和收缩的程度将不同。即使尺寸变化小,也可能损害压印过程,因为所要转印的图案特征为微米甚至纳米级。因此,结果是复制保真度降低。

[0005] 相当经常的是采用非柔性的模具或基片材料,这会导致当模具被压向基片时该模具与可模压层之间存在空气,还导致复制保真度下降。此外,在压印过程中模具与可模压层之间存在颗粒会显著损坏该模具或基片,尤其当该模具或基片由柔性材料制成时。在使非柔性模具脱离非柔性基片时,也会导致对模具或基片或者两者的物理损坏,且难以在压印过程之后使基片脱离具有高纵横比图案的模板。受到一次损坏的模具往往不可再利用。

发明内容

[0006] 本发明目的是提供一种用于改进压印系统、具有高复制保真度且易于并适于工业使用的方案。

[0007] 设想用于实现所述目的的本发明的一种实施例涉及一种用于把模板的构造表面的图案转印到基片的目标表面上的装置,包括

[0008] 第一压印单元,包括以第一中间间隙相互对置的第一对协作主部以及用于调节该

第一间隙的第一施压装置,该第一压印单元可操作用以在第一压印步骤中把模板的图案转印给盘状件的接收面,

[0009] 第二压印单元,包括以第二中间间隙相互对置的第二对协作主部以及用于调节该第二间隙的第二施压装置,

[0010] 给料装置,可操作用以把盘状件从第一间隙移至第二间隙。

[0011] 在一种优选实施例中,控制给料装置以抓取第一间隙中的经压印盘状件、移动其至第二间隙、并释放和与基片接触地定位该盘状件,使中间模具的经压印表面朝向基片目标表面上的可模压层。随后,操纵第二压印单元以在第二压印步骤中把盘状件的转印图案压印到目标表面上。

[0012] 由此,本发明提供这样一种自动压印装置,其中,从母板转印图案到基片上的过程经由在两个操作连接压印单元中实施的两个压印步骤执行。优选的,聚合物箔用作盘状件以生成中间模具。这样,模板将仅用于在较软材料的聚合物箔内压印,这与直接在较硬半导体基片上压印相比使磨损和损伤风险减至最少。

附图说明

[0013] 以下将参照附图更详细地说明本发明实施例,其中:

[0014] 图 1 示意性表示依据本发明一种实施例的用于从模板到物体表面制造复制模的两步骤过程;

[0015] 图 2 表示利用依据本发明一种实施例的方法在 SU8 内压印的线性图案的 AFM 轻敲式图像;

[0016] 图 3 表示依据本发明一种实施例在 SU8 内压印的 BluRay 光盘图案的 AFM 轻敲式图像;

[0017] 图 4 表示通过依据本发明一种实施例提供的具有高纵横比的微米尺寸柱图案的 SEM 图像;

[0018] 图 5-7 说明本发明实施例的处理步骤;

[0019] 图 8 示意性表示依据本发明用于执行如一般在图 1-3 或 5-7 中所示过程的压印单元实施例;

[0020] 图 9 示意性表示在过程的初始步骤中装载聚合物模具和基片时的图 8 所示压印单元;

[0021] 图 10 说明在把图案从一个物体表面转印到另一物体表面的现时处理步骤处的图 8 和 9 所示压印单元;

[0022] 图 11 示意性表示依据本发明的压印装置实施例,该压印装置包括两个压印单元和用于在该两个单元之间移动盘状件的供给装置;

[0023] 图 12-16 示意性说明在两步骤压印过程中采用图 11 所示装置的不同处理步骤;

[0024] 图 17-19 示意性说明用于抓取和分离经由压印过程夹合在一起的两个部件的不同方法;

[0025] 图 20-23 示意性说明一种具有连续向前隔膜的压印单元实施例的不同处理步骤;

[0026] 图 24-27 示意性表示在两步骤压印过程中采用依据本发明的另一种压印装置实施例的不同处理步骤;以及

[0027] 图 28 示意性表示呈注塑单元形式的第一压印单元实施例,该注塑单元用于生成在第二压印单元中使用的聚合物模具。

具体实施方式

[0028] 本发明涉及这里所称的“两步骤压印过程”。此术语应被理解为这样一种过程,其中,在第一步骤中,利用压印过程在一个或多个柔性聚合物箔内形成具有纳米和 / 或微米尺寸的图案构成面的模板的一个或多个复制模。经压印的聚合物箔可用作第二步骤中的聚合物模具。选择性的,经压印的聚合物箔用作模具以在随后用于第二步骤中的另一聚合物箔上进行另一压印。这样,过程的第一步骤既可生成图案相对于原始模板反转的聚合物复制阴模,又可生成图案与原始模板相同的柔性聚合物复制阳模。在第二步骤中,由此制得的复制模可用作柔性聚合物模具以经由随后执行的采用热压印、UV 压印或两者的压印过程把图案复制到物体表面内。

[0029] 这里所使用的术语“纳米压印过程”或者“压印过程”指一种用于生成模板或模具的纳米和 / 或微构造表面图案的反相拷贝的过程,该反相拷贝是通过把模具压入可模压层,例如聚合物或预聚物内,以使该层变形来生成的。此层可以是位于底部或基片的顶面上的单独涂覆膜,这里,底部和层可以为不同材料。选择性的,此层可以只是单个材料物体的一部分,这里,该层被限定为从物体的表面向下伸入该物体体积内特定深度的一部分。可模压层在压印(例如,热模压)过程中被加热至其玻璃态转化温度 T_g 以上然后冷却至该玻璃态转化温度以下,和 / 或聚合物在压印过程中或之后借助于 UV 光曝光而硬化或交联。模板和经压印层的图案构成面可具有就深度和宽度而言均为微米或纳米尺度的结构。

[0030] 术语“柔性聚合物箔”指柔性的且在多数情况中易延展的透明箔,包括热塑聚合物、热固聚合物和 / 或在曝露于辐射之后可交联的聚合物。聚合物箔的优选实施例包括聚碳酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA) 和环烯共聚物 (COC)。

[0031] 术语“复制保真度”指模具表面的反相形貌被完全再现的模具结构的反相拷贝的生成。

[0032] 依据本发明,提供一种两步骤压印过程,这里在此两步骤过程的第一步骤中,通过在中间盘状件上执行压印来形成具有图案构成面的模板的复制模。在以下给出的多数实施例中,盘状件是柔性聚合物箔。一种未进一步论述的选择性方案利用一面涂覆有诸如聚合物或预聚物的可模压层的金属或半导体材料薄片来提供中间盘状件。在此实施例中,片材的涂覆侧在第一步骤中利用模板被压印,在第二步骤中用作模具面。采用聚合物箔具有若干优点,例如低成本和柔性,且聚合物材料一般比模板和基片的材料软。因此,以下在论述中间盘状件时,主要参照柔性聚合物箔。

[0033] 在第二步骤中,复制模用作模具,优选的为柔性聚合物模具,以经由随后的压印过程把图案复制到物体表面上。在至少第二步骤中,优选以受控恒定温度执行辐射辅助压印,以尽可能减小热膨胀效应。

[0034] 这样,有利的是采用由例如金属、石英、硅或其它基本非柔性材料制成的耐用且相对非柔性模板把其图案压印在柔性聚合物箔内,以生成聚合物模具,然后有利的是采用该聚合物模具压印在基片目标表面上的可模压层内。利用本发明,较硬且非柔性模板用于在较软且更柔性聚合物箔内压印,以生成中间聚合物模具,之后该相对柔性且软的聚合物模

具用于在较硬且柔性较小的基片例如硅上的可模压层内进行压印。因而,有利地避免了两相当硬且非柔性材料例如金属与硅或者石英与硅之间的压印步骤,结果模具不太会受到磨损且较少基片受到损坏。

[0035] 此外,通过采用聚合物箔作为可透过一定波长范围的中间盘状件或模具的基础,该波长范围可用于交联或者以其它方式固化对辐射敏感的可模压层,辐射辅助压印可选择性地既用于生成聚合物模具又用于采用该聚合物模具在基片上压印时,而模板和基片可设在不透过可用波长范围辐射的材料内。

[0036] 模板是制造起来较昂贵的部件,且如所提到的,一般不可能修复或者再利用曾受到损坏的模板。然而,聚合物模具易于依据本发明方法由较廉价材料制造,且优选在使用两次或者甚至仅一次之后废弃。聚合物模具可从基片中脱模或者解除并然后丢弃,或者在一种具有选择用以溶解聚合物模具而不溶解基片或基片目标表面上的固化可模压层的适当液体溶剂的槽内,聚合物模具可在仍然附着在该基片目标表面上时被溶解。

[0037] 由于所生成的聚合物模具用作第二模板以在基片的目标表面上压印,且该基片通常不是聚合物材料,所以该聚合物模具和基片的热膨胀系数通常将不同。为克服由此情况导致的前述缺点,依据一种辐射及热辅助的组合压印过程至少执行把聚合物模具压入基片上的可模压层内的第二压印步骤。依据此过程,辐射敏感材料用作基片上的可模压层,且在利用温度控制装置维持的升高恒定温度下执行把聚合物模具和基片压在一起、充分辐射可模压层和后烘焙该层的步骤以及优选还执行解除压力并使该聚合物模具脱离基片的步骤。温度控制装置通常包括加热器装置和用于均衡热量供应以获得并维持确定温度的控制电路,以及还可能包括冷却装置。

[0038] 现在将参照附图的图 1a 至 1f 说明两步骤过程的第一或初始步骤。图 1 示意性表示依据两种不同实施例的初始步骤过程。图 1a 至 1f 的过程说明利用热压印的中间聚合物模具的生成。然而如以下将要略述的,也存在其它可用于生成聚合物模具的技术。

[0039] 图 1a 表示一种由例如硅、镍或者其它金属,例如铝、石英,或者甚至聚合物材料构成的模板 1。模板 1 具有一种包括肋、槽、凸起或凹进的图案构成表面 2,该肋、槽、凸起或凹进具有微米或纳米级的高度和宽度。模板 1 被放置成使表面 2 面对并接触柔性聚合物箔 3 的表面 4,该柔性聚合物箔 3 由例如热塑聚合物、热固聚合物和 / 或可例如借助于辐射曝光而交联的聚合物制成。适当聚合物箔材料的更具体例子包括聚碳酸酯、COC 和 PMMA。在一种优选实施例中,模板的表面 2 和聚合物箔 3 的表面 4 由于设在该模板的表面 2 和 / 或聚合物箔的表面 4 上的抗粘接层的材料成分或特性而相对于对方显示出抗粘接性。

[0040] 借助于图 1b) 中所示的适当压印过程,在柔性聚合物箔 3 的表面 4 的表面层内形成模板的表面 2 的图案的反转图案。在模板的表面 2 已被设置成与聚合物箔 3 的表面 4 接触之后,加热该聚合物箔至一种比该箔表面层内所采用聚合物的玻璃态温度 T_g 高的温度。聚合物箔可以是均匀构造的,即整个聚合物箔具有差不多相同的成分,或者该聚合物箔可具有实际聚合物箔的基础成分以及在另一成分的表面 4 处的适于压印的涂覆表面层。当表面层到达其玻璃态转化温度时,施加压力以把模板 1 和聚合物箔 3 压到一起,于是表面 2 的图案被压印在该聚合物箔 3 的表面 4 处的表面层内。如将参照依据本发明过程的第二步更详细说明的,施压可利用经由隔膜供应的液压或气压通过软压技术来实现。选择性的,可采用更传统的硬压技术。由于在初始步骤中生成的聚合物模具不是最终产品,所以与就第

二步骤而言同样的,平行度不是初始步骤的关键要素。

[0041] 如所提到的,所示实施例利用热压印,因此在施加压力之前加热聚合物箔 3 以软化表面层。以下给出依据上述热初始步骤的具体例子。替换方法可选择性地或者额外地包括使聚合物箔的选定部分曝露于辐射。如果聚合物箔的材料还要通过辐射曝光交联,那么模板 1 或聚合物箔 3 的材料必须可透过所施加的辐射。替换实施例包括聚合物箔 3 的表面 4 处的表面层内具有可热硬化或者 UV 硬化的预聚物成分。在这种实施例中,不需要加热至玻璃态转化温度以上。

[0042] 在 UV-NIL 过程的一个例子中,UV 硬化预聚物被分配在横过模板 1 的表面 2 的适当位置处,之后其覆盖以与图 1 所示箔 3 对应的聚碳酸酯或 PMMA 片材。该片材随后在第二压印过程中用作 UV 透过基片。多亏载体底部由可高度透过 UV 辐射的片材提供这个事实,由预聚物层提供的实际表面层的厚度可维持在仅几纳米的最小水平。当采用在硬化之后不丧失其 UV 吸收特性的预聚物材料例如日本 Toyo Gosei 的 PAK01 时,这尤其有用。另一可采用的 UV 硬化预聚物是日本 AsahiGlass Corporation 的 NIF-1,但任何其它 UV 硬化预聚物也能良好或者更好地起作用。良好的 UV 聚合物在硬化之后丧失其 UV 吸收特性以在第二压印阶段增大 UV 透射。然而,应略微小心地选择预聚物和聚合物片材的组合以避免该预聚物对该片材的化学溶解,而两者之间仍然具有良好且足够的相互作用以确保它们之间的良好粘合。在基片箔被含有空气泡地设置在所分配预聚物微滴的顶部上后,把 UV 透过聚合物隔膜放置在聚合物片材的顶部上。然后,利用由气压或液压提供的范围从 1 巴至 20 巴的较低压力把该隔膜压在相对侧上,且适当辐射量的 UV 辐射经由聚合物片材和聚合物隔膜曝光并硬化预聚物,从而硬化该预聚物并使其粘接到聚合物箔上。然后,解除压力,移除压印隔膜,并使由此生成的聚合物模具脱离模板。

[0043] 在热 NIL 过程中,模板或母片覆盖以适当聚合物片材,例如美国 Ticona 的 Topas 或者日本 Zeon Corp 的 Zeonor。在把压印隔膜放置在聚合物片材的顶部上后,真空抽吸并加热层叠物。当到达压印温度时,给隔膜施加 20 至 80 巴的压力。在图案转印给聚合物隔膜后,冷却层叠物至玻璃态转化温度以下,随后移除压印隔膜并使 IPS 模具脱离母片。关于压印温度和解除温度以及在随后过程中用作模具的所生成纳米结构的高机械强度,良好的热塑片材需要具有狭窄处理窗口。相当有利的是对 UV 辐射高度透明。

[0044] 在一种组合式加热及辐射的例子中,与图 1 所示 3 对应且模板图案将转印到其上的聚合物箔需要可透过 UV。UV 交联聚合物,例如诸如美国 MicroChem 的 SU8 的负性光刻胶旋涂到聚合物箔上。使模板 1 和涂覆的聚合物箔集拢,并使压印隔膜覆盖在该聚合物箔上。在加热至压印温度之后,该压印温度在整个剩余压印过程中保持恒定以避免热膨胀效应。现在,层叠物被施压,且经过例如 30 秒的典型流程时间之后利用 UV 辐射使聚合物交联,然后进行例如 30 秒的后曝光烘焙。不需要任何冷却,现在解除压力,随后紧接着移除压印隔膜并脱模。此外,良好的负性光刻胶在曝光之后丧失其 UV 吸收特性。

[0045] 依据所采用的具体过程,即,热、UV 或恒温下的组合式热和 UV,且依据聚合物箔 3 的选择材料及其特性,在执行压印过程之后,可在冷却或者不冷却该聚合物箔之后分离模板 1 与经压印的聚合物箔 3。在从聚合物表面 4 释放模板 1 后,也称为复制模且其表面 4 内具有原始模板 1 的反转图案或者负性图案的经压印聚合物箔 3 可用作柔性聚合物模具 5。

[0046] 依据本发明,聚合物模具 5 用在第二步骤中以把表面 4 的图案转印给目标基片,或

者其用在另一初始步骤中以按照类似于如上所述的过程依据图 1d) 至 1f) 把第二反转复制模 9 制造成另一柔性聚合物箔 6。采用另一初始步骤的目的是确保在目标基片内生成的最终图案是模板表面图案的反转。在这种实施例中,采用一种由聚合物构成且其玻璃态转化温度和压印温度低于柔性聚合物模具 5 的聚合物箔 6。此外,聚合物箔 6 与柔性聚合物模具 5 的接合面 4 和 7 显示出相对于对方的抗粘接性。抗粘接性可由于所采用聚合物箔的化学本质而自始就存在和 / 或可在一个或两个聚合物表面上沉积由适当隔离剂构成的抗粘接层来实现。另外,如果聚合物箔 6 需要在辐射曝光之后交联,那么至少聚合物箔 5 和 6 之一必须可透过所施加的辐射或者选择性地透射足够的辐射,以能够使箔 6 的表面层或者当该箔 6 是均匀构造的情况下整个箔 6 交联。

[0047] 由第一聚合物模具 5 反转且就图案而言与模板 1 基本相同的新聚合物模具 8 的生成包括把该聚合物模具 5 设置成使其图案构成表面 4 面向且接触第二聚合物箔 6 的表面 7。如前所述,第二聚合物箔 6 可以是均匀构造的或者具有表面层在表面 7 处施加于其上的载体基片。若采用热压印过程,为能够把表面 4 的图案压印在箔 6 的表面层内,把该箔 6 加热至其表面层的玻璃态转化温度以上。如图 1e) 所示,然后施加压力以把第一聚合物模具 5 压入聚合物箔 6 的表面层内。在执行压印之后即通常在冷却聚合物箔 9 之后,可把柔性聚合物模具 5 机械移除聚合物箔 6,或者选择性地借助于适当过程中的一种或多种溶剂化学溶解整个模具 5 或其部分。结果得到一种其表面 7 的图案对应于原始模板 1 的图案的新聚合物模具 8。

[0048] 由于依据本发明所制得的分别具有与原始模板 1 的图案相反或相同的表面图案的复制模 5 或 8 将在第二压印步骤中用作柔性聚合物模板,如分别在左手侧和右手侧上的图 1g) 至 1i) 中示意表示的。这里,柔性聚合物模具 5 或 8 之一的表面 4 或 7 将被设置成与物体 12 的表面 16 接触,该物体 12 包括具有目标表面 17 的基片 13,该目标表面 17 覆盖以辐射敏感材料的可模压薄表面层 14,该辐射敏感材料例如是可借助于辐射曝光交联的预聚物或聚合物。柔性聚合物模具 5 或 8 的表面 4 或 7 由于该表面的材料成分而相对于可模压层 14 的表面 16 显示抗粘接性。借助于所施加的压力,迫使柔性聚合物模具 5 或 8 之一和物体 12 到一起并对聚合物隔膜 14 的选定部分进行辐射曝光,在可模压层 14 内形成聚合物模具表面图案的反转,如图 1h) 所示。柔性聚合物模具 5 或 8 可透过所施加的辐射或者表现出较小的吸收率以透过在辐射曝光时使表面层 14 材料硬化或交联所需要的足量辐射。在如图 1h) 所示执行压印或后烘焙之后,把柔性聚合物模具 5 或 8 机械移离基片 13,或者选择性的借助于适当过程中的一种或多种适当溶剂化学溶解整个聚合物模具 5 或 8 或其部分。

[0049] 图 1i) 表示在解除柔性聚合物模具 5 或 8 之后所得到的经压印物体 12。为使经转印图案永久固定在基片上,通常采用进一步的处理步骤以移除剩余隔膜 14 的最薄部,从而露出该基片的目标表面 17,然后蚀刻该目标表面或者用另一材料电镀该目标表面。然而,此进一步处理的实际细节对于理解本发明而言并不重要。

[0050] 图 1 是依据本发明过程的较简单示意图。虚线以上所示的初始步骤可在非晶质聚合物箔内直接通过热压印执行、利用聚合物箔上的预聚物表面层通过 UV 辅助压印执行、或者同时利用聚合物箔上的 UV 交联聚合物表面层通过在受控升高温度下进行 UV 辐射执行。如果热压印用于步骤 1a) 至 1c),那么例如由镍制成的模板 1 与聚合物箔 3 之间的热膨胀不

同。然而,厚度远大于图案结构高度的聚合物箔 3 的弹性和柔性确保了该聚合物箔经由施加在模板 1 上的热膨胀拉伸和收缩,而不损坏箔表面 4 上的图案特征。聚合物箔的厚度通常在 50-500 μm 的范围内,而图案结构的高度或深度在 5nm 至 20 μm 的范围内,如以下将通过例子表示的。但其它尺寸也是可能的。

[0051] 然而,图 1 中虚线以下所示的第二步骤优选利用组合式加热和辐射来执行。理由是当在基片上执行压印时,该基片的目标表面上的剩余或残余表面层一般极薄,约几纳米。因此,加热和冷却具有不同热膨胀的模具和聚合物的层叠对往往将毁坏精细结构,使得该结构易于被完全扯掉。然而,多亏依据本发明的过程,其中,施压、辐射和后烘焙的过程都在受控恒定温度下执行,从而避免热膨胀效应。

[0052] 图 5-7 示意性表示在本发明实施例的第二步骤中的实际图案转印步骤或压印步骤的基本处理步骤。这些图对应于左手侧例或右手侧例的图 1g) 至 1h) 且更详细。

[0053] 在图 5 中,表示了与图 1 所示聚合物模具 5 或 8 对应的聚合物模具 10。聚合物模具 10 包括与表面 4 或 7 对应且具有所要转印的预定图案的构造表面 11,该构造表面内形成有高度和宽度形体尺寸在 1nm 至若干 μm 范围内且可能更小和更大的三维凸起和凹进。聚合物模具 10 的厚度通常在 10 至 1000 μm 之间。基片 12 具有被设置成与聚合物模具表面 11 基本平行的目标表面 17,且在图 5 所示初始阶段时两表面之间具有中间间隔。基片 12 包括要将聚合物模具表面 11 的图案转印到其上的基底 13。尽管未表示,但该基片也可包括位于基底 13 下方的支承层。在聚合物模具 10 的图案直接经由在聚合物材料内压印来转印到基片 12 上的过程中,所述材料作为表面层 14 直接涂覆到基片目标表面 17 上。在用虚线所示的替换实施例中,也可采用例如第二聚合物材料的转印层 15。US6334960 中描述了这种转印层的例子以及它们如何用在把经压印图案转印给基底 13 的随后过程中。在一种包括转印层 15 的实施例中,目标表面 17 指该转印层 15 的上或外表面,该转印层 15 又设置在基底面 18 上。

[0054] 基片 12 设置在加热器装置 20 上。加热器装置 20 优选包括由金属例如铝制成的加热器主体 21。加热器元件 22 与加热器主体 21 连接或者包括在该加热器主体 21 内以给该加热器主体 21 传递热能。在一个实施例中,加热器元件 22 是一种插入加热器主体 21 的插座内的浸没式电加热器。在另一实施例中,电热线圈提供在加热器主体 21 的内部,或者与该加热器主体 21 的底面连接。在又另一实施例中,加热器元件 22 是加热器主体 21 内的成形通道以供加热流体经过所述通道。加热器元件 22 还提供有用于与外部能源(未表示)连接连接器 23。在电热情况中,连接器 23 优选是用于与电源连接的电流接头。对于一种具有供加热流体通过的成形通道的实施例,所述连接器 23 优选是用于与加热流体源附接的管路。加热流体可以是例如水或油。再另一选择是采用 IR 辐射加热器作为加热器元件,该辐射加热器设计用以向加热器主体 21 发射红外辐射。此外,温度控制器包括在加热器装置 20 中(未表示),该温度控制器包括用于把加热器元件 22 加热至选定温度并维持该温度在特定温度容限内的装置。不同类型的温度控制器是本领域公知的,因此不再详细论述。

[0055] 加热器主体 21 优选是一块铸造金属,例如,铝、不锈钢或其它金属。此外,优选采用特定质量和厚度的主体 21,以实现热量在加热器装置 20 顶面的均匀分布,该顶面与基片 12 连接以经由该基片 12 把热量从该主体 21 传递给加热层 14。对于一种用于压印 2.5"基片的压印过程,采用直径至少 2.5"、优选 3"或更大且厚度至少 1cm、优选至少 2 或 3cm 的加

热器主体 21。对于一种用于压印 6”基片的压印过程,采用直径至少 6”、优选 7”或更大且厚度至少 2cm、优选至少 3 或 4cm 的加热器主体 21。加热器装置 20 优选可把加热器主体 21 加热至高达 200-300°C 的温度,尽管对于多数过程而言更低的温度也将足够了。

[0056] 为提供对层 14 的受控冷却,加热器装置 20 还提供有一种与加热器主体 21 连接或者包括在该加热器主体 21 内以自该加热器主体 21 传递热能的冷却元件 24。在一种优选实施例中,冷却元件 24 包括一种位于加热器主体 21 内的一条或多条成形通道,以供冷却流体通过所述一条或多条通道。冷却元件 24 还提供有用于与外部冷却源(未表示)连接的连接器 25。优选的,所述连接器 25 是用于与冷却流体源附接的管路。所述冷却流体优选是水,但选择性的也可是油例如绝缘油。

[0057] 对于层 14,本发明的一种优选实施例采用可辐射交联的热塑性聚合物溶液材料,该材料优选是可旋涂的。这些聚合物溶液还可以光化学放大。这种材料的一种例子是可 UV 交联的 Micro Resist Technology 的 mr-L6000. 1XP。这种可辐射交联材料的其它例子是像 Shipley ma-N1400、SC100 和 MicroChem SU-8 一类的负性光刻胶材料。可旋涂的材料是有利的,因为其允许完全且准确地涂覆整个基片。

[0058] 对于层 14,另一实施例采用液体或者接近液体的预聚物材料,该材料可经由辐射聚合。可获得且可采用的层 14 用聚合材料的例子包括来自 ZEN Photonics, 104-11 Moonji-Dong, Yusong-Gu, Daejeon 305-308, South Korea 的 NIP-K17、NIP-K22 和 NIP-K28。NIP-K17 具有主要成分丙烯酸酯且具有在 25°C 下约 9.63cps 的粘度。NIP-K22 也具有主要成分丙烯酸酯且具有在 25°C 下约 5.85cps 的粘度。这些物质被设计为在曝露于 12mW/cm² 以上的紫外线辐射达 2 分钟下硬化。可获得且可采用的层 14 用聚合材料的另一例子是来自 Micro Resist Technology GmbH, Koepenicker Strasse 325, Haus 211, D-12555 Berlin, Germany 的 Ormocore。此物质的成分是带有 1-3% 的光聚引发剂的不饱和的无机-有机混聚物。25°C 下约 3-8mPas 的粘度相当高,此流体在曝露于波长 365nm 且 500mJ/cm² 的辐射下硬化。其它可用材料在 US6334960 中提及。

[0059] 所有这些材料及可用于实施本发明的其它材料的共同点是它们可模压且具有当曝露于辐射、尤其 UV 辐射下例如通过使聚合物溶液材料交联或者使预聚物硬化而固化的能力。

[0060] 依据涂覆面积,层 14 在沉积到基片表面上时的厚度通常 10nm-10 μm。可硬化或可交联材料优选通过旋涂或者选择性地通过辊涂、浸涂等且优选呈液体形式涂覆到基片 12 上。本发明与通常采用可交联聚合物材料时的现有逐步闪蒸法相比的一个优点是聚合物材料可被旋涂到整个基片上,这是一种可提供极好层均匀度的有利且迅速过程。诸如那些所提到的可交联材料在普通室温下一般为固态,因此通常采用在升高温度下经旋涂的基片。另一方面,逐步闪蒸法必须采用在重复表面部分上重复分配,因为该方法不能在单次步骤中处理较大表面。这使得该逐步闪蒸过程以及用于执行此过程的机器变得复杂、就周期而言费时且难以控制。

[0061] 图 5 的箭头表示聚合物模具表面 11 被压入可模压材料层 14 的表面 16 内。在此步骤中,加热器装置 20 优选用于控制层 14 的温度以在该层 14 的材料内获得适当的流动性。因此,对于可交联材料的层 14,控制加热器装置 20 以加热该层 14 至超过该层 14 材料的玻璃态温度 T_g 的温度 T_p 。关于这一点, T_p 代表处理温度或压印温度,指示公用于压印、曝

光和后烘焙处理步骤的一个温度水平。毫无疑问的,恒定温度 T_p 的水平取决于为层 14 所选择的材料种类,因为对于可交联材料的情况其必须超过玻璃态转化温度 T_g 且还适用于后烘焙该层的辐射硬化材料。对于可辐射交联材料, T_p 通常在 20-250°C、或者甚至更通常在 50-250°C 的范围内。对于 mr-L6000. 1XP 的例子,已在整个压印、曝光和后烘焙过程中利用 100-120°C 的恒定温度执行了成功实验。对于采用可辐射硬化预聚物的实施例,这种材料通常在室温下为液态或者接近液态,因此几乎不需要或者根本不需要加热以变得对压印而言足够软。然而,这些材料一般也必须经历后烘焙以在曝光之后以及与聚合物模具分离之前完全硬化。因此,处理温度 T_p 被设定为一种已在图 5 所示步骤开始处的压印步骤中的适当后烘焙温度水平。

[0062] 图 6 表示聚合物模具表面 11 的结构如何在呈流体态或者至少呈软状的材料层 14 内进行压印,该流体已被迫使填充该聚合物模具表面 11 内的凹进。在所示实施例中,聚合物模具表面 11 内的最高凸起不向下一直贯穿至基片表面 17。这对于防止基片表面 17、尤其聚合物模具表面 11 受到损坏是有利的。然而在替换实施例例如包括转印层的一个实施例中,可向下一直至转印层表面 17 来执行压印。在图 5-7 所示实施例中,聚合物模具由一种可透过辐射 19 的材料制成,该辐射 19 具有预定波长或者波长范围且可用于固化选定的可模压材料。这种材料例如是聚碳酸酯、COC 和 PMMA。对于如上所述利用辐射生成的聚合物模具,其内形成有图案的辐射敏感表面层的其余层优选也透过 UV 辐射或者选择性地如此薄以致其 UV 吸收性低至足以允许足量辐射通过。辐射 19 通常在聚合物模具 10 已被压入层 14 内且该聚合物模具 10 与基片 12 之间适当对准时施加。当曝露于此辐射 19 时,可模压材料开始固化以固化为一种呈现由聚合物模具 10 所确定形状的固体 14'。在使层 14 曝露于辐射的步骤过程中,利用温度控制器控制加热器 20 以维持该层 14 的温度于温度 T_p 。

[0063] 在曝露于辐射之后,执行后烘焙步骤以完全硬化层 14' 的材料。在此步骤中,加热器装置 20 用于给层 14' 提供热量以在分离聚合物模具 10 与基片 12 之前把该层 14' 烘焙成硬质体。此外,通过维持所述温度 T_p 来执行后烘焙。这样,聚合物模具 10 和材料层 14, 14' 将从通过曝露于辐射使该材料 14 开始固化起至最终后烘焙以及选择性地还贯穿聚合物模具 10 与基片 12 的分离都维持相同温度。这样,避免由于用于基片和聚合物模具的任何材料的热膨胀差异导致的准确度限制。

[0064] 聚合物模具 10 如图 7 所示通过剥离且牵引过程移除,或者通过在一种溶解该聚合物模具材料而不溶解基片或材料层 14 材料的溶剂槽内溶解该聚合物模具来移除。所形成的固化聚合物层 14' 残留在基片 12 上。对基片及其层 14' 作进一步处理的各种不同方式将不在这里论及,因为本发明既不涉及此进一步处理也不取决于该进一步处理如何实现。一般地说,用于把聚合物模具 10 的图案转印给基底 13 的进一步处理包括例如蚀刻或者电镀,随后可能还跟随分离步骤。

[0065] 图 8 示意性表示包括在依据本发明装置内的压印单元的一种优选实施例。由两个或多个压印单元组成的装置可包括不同类型的压印单元或者相同压印单元,且即便压印单元是相同的,它们也优选在不同条件下操作。首先,如果聚合物箔在第一压印单元中利用热处理压印,该单元中的压印温度就高于该聚合物箔的玻璃态转化温度。在使经压印的聚合物箔作为中间模具的第二压印单元中,控制压印温度至低于该聚合物箔的玻璃态转化温度。然而,图 8-10 的附图可代表设计用于第一压印步骤的第一压印单元、用于第二压印步

骤的第二压印单元、或者甚至用于执行图 1d-1f 所示处理步骤的中间压印单元。应注意的是,图 8 所示附图是纯示意性的,目的是为了阐明其不同特征。特别的,不同特征的尺寸不具有共同比例。

[0066] 压印单元 100 包括第一主部 101 和第二主部 102。在所示优选实施例中,这些主部被设置成第一主部 101 位于第二主部的顶部上,且所述主部之间具有可调节间隙 103。在利用图 5-7 所示过程进行表面压印时,相当重要的是使模板与基片沿通常称为 X-Y 面的横向准确对齐。如果在基片内先前存在图案的顶面上或者附近进行压印时,这尤其重要。然而,这里不陈述具体对准问题以及解决这些问题的不同方法,但毫无疑问的是在需要时它们可与本发明结合。

[0067] 上第一主部 101 具有朝下表面 104 且下第二主部 102 具有朝上表面 105。朝上表面 105 具有基本平坦且设置在板 106 上或者形成部分该板 106 的一部分,该板 106 用作在压印过程中使用的模板或基片的支承构件,如将结合图 9 和 10 更详尽描述的。加热器主体 21 被放置成与板 106 接触或者形成部分该板 106。加热器主体 21 构成部分加热器装置 20,且包括加热器元件 22 以及优选还包括冷却元件 24,如图 5-7 所示。加热器元件 22 经由连接器 23 与能源 26 例如一种具有电流控制装置的电源连接。此外,冷却元件 24 经由连接器 25 与冷却源 27,例如一种具有用于控制冷却流体的流量和温度和控制装置的冷却流体槽或泵连接。

[0068] 在所示实施例中,间隙 103 调节装置由一种其外端与板 106 连接的活塞件 107 提供。活塞件 107 可移动地与一种优选相对于第一主部 101 保持固定的气缸件 108 连接。在一种优选实施例中,活塞件 107 可绕气缸件 108 内的其悬架枢转特定程度,以在压印过程中使表面 104 和 105 到一起时自动呈现该两表面之间的平行度。如图中箭头所示的,用于调节间隙 103 的装置设计用于通过基本垂直于基本平坦面 105 即沿 Z 方向的运动来更靠近或者更远离第一主部 101 地移动第二主部 102。这种移动可手动实现,但优选采用液动或气动装置来促使这种移动。所示实施例在此方面可按多种方式变化,例如,可改为绕固定活塞件把板 106 附连到气缸件上。还应注意的是,第二主部 102 的移动主要用于装载和卸载具有模板和基片的压印单元 100 以及用于把该压印单元设置在初始工作位置。然而,第二主部 102 的运动优选不包括在如所示实施例所示的实际压印过程中,如将要说明的。

[0069] 第一主部 101 包括一种包围表面 104 的周缘密封件 108。优选的,密封件 108 是环形密封件例如 O 形环,但选择性地也可由若干相互连接且共同形成连续密封件 108 的密封件构成。密封件 108 设在表面 104 外部的凹进 109 内,且优选可与所述凹进分离。压印单元还选择性地包括辐射源 110,在所示实施例中该辐射源 110 设在表面 104 后方的第一主部 101 中。辐射源 110 可与辐射源驱动器 111 连接,该辐射源驱动器 111 优选包括电源(未表示)或者与该电源连接。辐射源驱动器 111 可包括在压印单元 100 内或者作为外部连接件。表面 104 的设在辐射源 110 附近的表面部 112 由可透过辐射源 110 的特定波长或者波长范围的辐射、优选 UV 辐射的材料形成。这样,自辐射源 110 发出的辐射经由所述表面部 112 透射向第一主部 101 与第二主部 102 之间的间隙 103。作为窗口的表面部 112 由可获得的熔融石英、石英、蓝宝石形成。

[0070] 压印单元 100 的一个实施例还包括用于把基片和模具(未表示)夹到一起的机械夹紧装置。这对于一种具有用于在图案转印之前对准基片和模具的外部对准系统的实施例

而言尤其优选,这里由模具和基片组成的对准组必须被转印到压印单元内。在一个实施例中,包括一种用于把模板保持在表面 105 上的模板保持装置。这可以是机械模板保持件,例如把模板或模板载体牢固保持在表面 105 上的夹盘或钩组。此外,模板保持装置还额外或者选择性包括真空供应源、连接在该真空供应源与表面 105 内的孔口之间的管路以及围绕该孔口提供的密封件。当模板放置在表面 105 上以使其覆盖密封件且供应真空时,经由抽吸保持该模板。典型的,既包括机械保持件,也包括真空保持件,这里,前者在使经压印的聚合物模具解除或脱模的过程中牢固保持模板,而真空保持件用于在实际压印过程中牢固地定位该模板。

[0071] 工作时,压印单元 100 还提供有一种基本平坦且与密封件 108 接合的柔性隔膜 113。在一个实施例中,密封件 113 是独立于密封件 108 的部件,且通过自板 106 的表面 105 施加反压力而仅与该密封件 108 接合,如将要说明的。然而在一种替换实施例中,隔膜 113 经由例如胶接剂与密封件 108 连接或者作为该密封件 108 的一体部分。在这种实施例中,宽到足以完全覆盖被构造用于压印单元的模板的中央部分例如通过附接刚性板于其上而基本为刚性的。另外,在此替换实施例中,隔膜 113 可与主部 101 牢固连接,而密封件 108 设置在该隔膜 113 外部。对于如所示的一种实施例,隔膜 113 也由可透过辐射源 110 的特定波长或波长范围的辐射的材料形成。这样,从辐射源 110 发出的辐射经由所述空腔 115 及其边界壁 104 和 113 透射入间隙 103 内。对于图 7-9 所示的实施例,可用的隔膜 113 材料例子包括聚碳酸酯、聚丙烯、聚乙烯、PDMS 和 PEEK。隔膜 113 的厚度通常为 10-500 μm 。在所述热压印过程中,应选择隔膜材料和聚合物箔的组合以使比聚合物箔的玻璃态转化温度高的压印温度不超过该隔膜的玻璃态转化温度。

[0072] 压印单元 100 还优选包括用于在模具与基片之间施加真空的装置,以在经由 UV 辐射使叠置的层叠物的可模压层硬化之前抽取该层包含的空气。这在图 8 中以真空泵 117 为例子,该真空泵 117 经由管路 118 与表面 105 和隔膜 113 之间的空间连通。

[0073] 管路 114 形成在第一主部 101 内以允许流体介质即气体、液体或凝胶体流动至由表面 104、密封件 108 和隔膜 113 限定的空间,该空间用作所述流体介质的空腔 115。管路 114 可与压力源 116 例如泵连接,该压力源 116 可以在压印单元 100 的外部或者部分安装在该压印单元 100 内。压力源 116 设计用于给容纳在所述空腔 115 中的流体介质施加可调节压力、尤其是过压。如所示的一个实施例适于采用气态压力介质。优选的,所述介质从含有空气、氮气和氩气的组中选出。如果改用凝胶或液体介质,例如液压油,则优选具有与密封件 108 连接的隔膜。

[0074] 图 9 表示当装载两个压印对象时的图 8 所示压印单元实施例。图 9 所示压印单元 100 现在将被描述为第二压印单元,即,经压印中间盘状件随后在其内用作在基片目标表面上压印的模具的压印单元。基片 12 和聚合物模具 10 被放置在构成协作件的主部 101 与主部 102 之间的间隙 103 内。为更好地理解此图,现在还参照图 5-7。第二主部 102 已相对于第一主部 101 向下移动以敞开间隙 103。图 9 所示实施例表示一种基片 12 顶面上装载有透明聚合物模具 10 的压印单元。基片 12 被放置成其背面位于加热器主体 21 的表面 105 上,该加热器主体 21 位于第二主部 102 上或其内。因此,基片 12 具有其目标表面 17 以及面向上的聚合材料层 14 例如 UV 交联聚合物。为了简明,图 5-7 所示加热器装置 20 的所有特征都未表示在图 9 中。聚合物模具 10 被放置在基片 12 上或其附近,且其构造表面 11 面向该

基片 12。提供用于对准聚合物模具 10 与基片 12 装置,但未表示在此示意图中。然后,把隔膜 113 放置在聚合物模具 10 的顶面上。对于隔膜 113 与第一主部连接的一种实施例,毫无疑问的,无需实际把隔膜 113 放置在聚合物模具上的步骤。此外,在一种替换实施例中,聚合物模具 113 用作隔膜。在这种实施例中,不采用单独隔膜 113,而是把密封件 108 直接设置成与聚合物箔接触。优选的,此实施例中的聚合物箔具有远大于基片 12 的直径,以使该聚合物箔伸过管路 118 的孔口,以及使该聚合物箔 10 被压在密封件 108 与表面 105 之间,以不从该密封件 108 给基片 12 上施加机械压力。在图 9 中仅为了清楚,聚合物模具 10、基片 12 和隔膜 113 被表示成完全分离,而在实际情况中它们层叠在表面 105 上。

[0075] 图 10 表示如结合图 9 所示的第二压印单元 100 的操作状态。第二主部 102 已上升至隔膜 113 被夹在密封件 108 与表面 105 之间的位置。实际上,聚合物模具 10 和基片 12 都相当薄,通常仅为毫米部件,且所示隔膜 113 的实际弯曲极小。此外,表面 105 可选择性地被设计为在其经由隔膜 113 与密封件 108 接触的地点具有凸出周缘部,以补偿聚合物模具 10 和基片 12 的组合厚度。

[0076] 一旦主部 101 和 102 接合以夹紧隔膜 113,凹腔 115 就被密封。从真空泵 117 通过抽吸供应真空以从基片 12 的表面层抽除所包含的空气。然后,压力源 116 设计用于给凹腔 115 中的流体介质例如气体、液体或凝胶施加过压。凹腔 115 中的压力经由隔膜 113 传递给聚合物模具 10,使该聚合物模具 10 被压向基片 12 以把聚合物模具图案压印在层 14 内,比较图 6。可交联聚合物溶液通常需要预热以超过约 60°C 的其玻璃态转化温度 T_g 。此聚合物的一例是前述 mr-L6000. 1XP。当采用此聚合物时,具有组合式辐射和加热能力的压印单元 100 尤其有用。然而,对于这两类材料,通常需要后烘焙步骤来硬化该辐射固化层 14'。因此如前所提到的,本发明的一方面是在可交联材料情况下给材料层 14 施加比 T_g 高且还适于后烘焙该辐射曝光材料的升高温度 T_p 。加热器装置 20 被启动以利用加热器主体 21 经由基片 12 加热该层 14,起到到达 T_p 。自然, T_p 的实际值取决于为层 14 选择的材料。对于 mr-L6000. 1XP 的例子,依据材料内的分子量分布,采用在 $50\text{--}150^{\circ}\text{C}$ 范围内的温度 T_p 。然后,增大凹腔 115 内介质的压力至 5-500 巴、有利地 5-200 巴且优选 20-100 巴。由此,利用对应压力把聚合物模具 10 和基片 12 压到一起。多亏柔性隔膜 113,在基片与聚合物模具之间的整个接触面上获得力的绝对均匀分布。由此,使聚合物模具和基片设置成自身相互绝对平行,并避免由于该基片或聚合物模具的表面内的任何不规则造成的影响。

[0077] 当利用所施加的流体介质压力使聚合物模具 10 和基片 12 到一起时,启动辐射源以发出辐射 19。该辐射经由作为窗口的表面部 112 传递过凹腔 115、隔膜 113 和聚合物模具 10。该辐射被层 14 部分地或者全部地吸收,由此在利用压力和隔膜辅助压缩提供的聚合物模具 10 与基片 12 之间完美平行的布置内通过交联或者硬化使层 14 的材料固化。辐射曝光时间取决于层 14 内材料的类型和数量、与该材料类型结合的辐射波长以及辐射功率。使此聚合材料固化的特征同样是公知的,所述参数的相关组合对技术人员而言同样是已知的。一旦流体已固化形成层 14',进一步曝光就不具有任何重大效果。然而,如果后烘焙是固化该层所绝对必要的,可在曝光之后在预定恒温 T_p 下后烘焙层 14' 的材料特定时间段例如 1-10 分钟。对于 mr-L6000. 1XP 的例子,后烘焙通常在 $100\text{--}120^{\circ}\text{C}$ 的普通处理温度 T_p 下执行 1-10 分钟、优选约 3 分钟。对于 SU8,辐射曝光时间在 1-10 秒之间,其中已成功测试 3-5 秒的范围,然后在约 70°C 的 T_p 下执行后烘焙 30-60 秒。

[0078] 采用依据本发明的压印单元 100,可在压印机 100 内执行后烘焙,这意味着不需要把基片拿出压印单元,然后放入单独烘炉。这省略了一项处理步骤,使得可以节省压印处理的时间和成本。通过在聚合物模具 10 仍然被维持在恒温 T_p 以及还可能给该基片 12 施加选定压力的同时执行后烘焙步骤,可使所得到层 14 内的结构图案具有更高的精确度,从而可以制造更精细的结构。在压缩、曝光和后烘焙之后,凹腔 115 中的压力降低,然后两个主部 101 和 102 相互分离。此后,基片与聚合物模具分离,并依据先前对于压印光刻已知的对该基片作进一步处理。

[0079] 本发明的第一方式涉及一种用厚度为 $1\mu\text{m}$ 的 NIP-K17 层 14 覆盖的硅基片 12。在利用隔膜 113 以 5-100 巴的压力施压约 30 秒之后,启动辐射源 110。辐射源 110 通常设计用于发出 400nm 以下至少紫外区域内的射线。在一种优选实施例中,采用发射光谱在 200-1000nm 范围内的空气冷却式氙气灯作为辐射源 110。优选氙气类辐射源 110 提供 $1-10\text{W}/\text{cm}^2$ 的辐射,且设计用于以每秒 1-5 脉冲的脉冲速率闪现 $1-5\mu\text{s}$ 脉冲。石英窗口 112 形成在表面 104 内以供辐射通过。曝光时间优选在 1-30 秒之间以使流体层 14 聚合为固体层 14',但也可高达 2 分钟。

[0080] 已用约 $1.8\text{W}/\text{cm}^2$ 结合 200-1000nm 和 1 分钟的曝光时间对 mr-L6000. 1XP 执行测试。关于这一点应注意的是,所采用的辐射不应被限制为使施加在层 14 内的聚合物固化的波长范围内,毫无疑问的,也可从所采用的辐射源发射该范围外的辐射。在恒定处理温度下良好曝光并接着后烘焙之后,把第二主部 102 下降至类似于图 9 所示的位置,随后从压印单元中取出模板 10 和基片 12 以分离并进一步处理该基片。

[0081] 术语恒温指基本恒定,意味着虽然温度控制器被设定用以维持特定温度,但获得的实际温度将不可避免地一定程度上波动。恒温稳定性主要取决于温度控制器的精确度以及整个装置的惯性。此外,应理解的是,虽然依据本发明的方法可用于压印低至一个纳米的极细结构,但微小温度变动将不会造成重大影响,只要该温度不太大。假定模板周边处的结构具有宽度 x 且合理空间容差是该宽度的一小部分例如 $y = x/10$,那么 y 就变成设定温度容差的参数。实际上,通过使用模板及基片各自所采用材料的热膨胀系数、模板的尺寸通常半径以及空间容差参数 y ,可容易地计算出影响热膨胀差异的温度容差。由此计算,能够算出用于温度控制器的适当温度容差,并应用于执行此处理的机器。

[0082] 在如上所述且图 1 中表示的“两步骤”压印处理内采用柔性聚合物箔的优点包括以下:

[0083] 所采用聚合物箔的柔性缓解了由于压印过程中采用的模具及基片材料的不同热膨胀系数导致的图案转印错杂化。因此,此技术提供了在具有不同热膨胀系数的材料表面之间转印图案的可能性。然而,本申请中使用的多数聚合物的特征在于通常在 60 至 $70 \times 10^{-6}\text{C}^{-1}$ 范围内的相当类似热膨胀因数,使如图 1e) 所示两不同聚合物箔之间的压印就制造而言更加容易。

[0084] 所采用聚合物箔的柔性和韧性防止压印过程中在具有图案构成面或非图案构成面的聚合物箔与另一物体例如用聚合物隔膜或模板覆盖且包括硅、镍、石英或聚合物材料的基片之间夹有空气。如果箔如图 1b, 1e, 1h 所示被压向这些物体之一,聚合物箔就象隔膜一样起作用,把空气从经压印区域的中央压至其能够离开该经压印区域的边缘。

[0085] 由于所采用聚合物箔的柔软性,防止该聚合物箔与其被压向的模板或物体之间的

颗粒以及该模板或物体的明显表面粗糙度在图 1b), 1e) 和 1h) 所示压印过程中显著损坏该聚合物箔或者所涉及物体之一。

[0086] 由于所采用聚合物箔对例如 UV 辐射的高透过性, 所以即便在采用不透明模板和基片时, 也可在上述压印过程中采用 UV 硬化聚合物。

[0087] 多数所采用聚合物箔的极低表面能导致对其它材料的明显抗粘接性, 使得它们能被理想地用在压印过程中。在多数情况中不需要在低表面能聚合物上沉积额外的抗粘接层, 使得上述过程简单且可工业应用。清楚地说, 可用抗粘接材料制造聚合物复制模。

[0088] 如果在以上所述且图 1 中表示的过程中采用的不同聚合物材料材料特性例如玻璃态转化温度、光学透明度和辐射曝光后的可硬化性相互匹配, 该过程非常适于制造阳模 (图案与原始模板相同) 和阴模 (图案与原始模板相反)。

[0089] 所采用柔性聚合物模具的耐老化性和耐磨性使得可以在压印过程的第二步中多次使用它们。选择性的, 聚合物模具仅用一次, 然后扔弃。在任一情况中, 这都能增强原始模板 1 的寿命, 该原始模板 1 从不必须用于在硬质非柔性材料上压印。

[0090] 所采用聚合物箔的柔性和韧性缓解了非柔性模具或基片相对于该柔性箔的脱模, 减小对该模具或基片的物理损伤。

[0091] 除在执行压印之后使聚合物箔机械脱离基片以外, 可选择性地借助于适当溶剂化学溶解该聚合物箔。在转印具有高纵横比的图案即图案结构的深度远大于其宽度的情况中, 化学溶解方法是优选的, 否则机械脱模会损伤基片或模具。

[0092] 不仅原始模板表面上的图案而且该原始模板的物理尺寸能够容易地转印给聚合物箔。在一些应用中, 图案在最终基片上的位置是关键性的。对于例如硬盘驱动器, 图案应被复制并与该盘的中心对准。这里, 母模可制有中心孔。在压印之后, 中心孔的凸纹 (relief) 形成在柔性聚合物箔内, 这能够用于对准该箔上的图案与最终复制盘。

[0093] 在聚合物片材内制成的复制模准许全新的系列发展过程, 这不可按镍镍电镀的普通方法执行。这里, 经压印聚合物片材首先通过例如 UV 辅助压印过程与刚性基片粘接到一起。随后, 该片材用种子层作金属处理, 并电镀以接收原图的镍拷贝。许多其它转换过程可经由所述发明获得。

[0094] 现在将参照图 11-16 说明依据本发明的一种装置实施例。装置 400 包括第一压印单元 200 和第二压印单元 300。第一和第二压印单元 200 和 300 中任一者或两者被设计为如参照图 5-10 所述的。参照前述附图所述的部件具有相同参考数字, 但对于单元 200 用第一数字 2 替换 1 以及对于单元 300 用第一数字 3 替换 1。但为了简明, 未在每幅图中标注所有部件。

[0095] 第一压印单元 200 包括以可调节中间第一间隙 203 相对设置的第一对协作支承件即主部 201 和主部 202。包括用于调节第一间隙 203 的第一施压装置, 该第一施压装置包括主部 202 的悬架以使该主部 202 可朝向和离开主部 201 移动。第二主部 202 的纯机械移动也可用于实际把主部压向对方, 但优选地实际压印力如参照图 8-10 所示由流体压力和隔膜提供。

[0096] 类似的, 第二压印单元 300 包括以可调节中间第一间隙 303 相对设置的第二对协作支承件即主部 301 和主部 302。包括用于调节第一间隙 303 的第二施压装置, 该第二施压装置包括主部 302 的悬架以使该主部 302 可朝向和离开主部 301 移动。同样, 压印力也可

通过移动以把主部压向对方来实现,但优选地实际压印力如参照图 8-10 所示由流体压力和隔膜提供。实际压印过程将不参照图 11-15 详细说明,但该过程可包括热压印、辐射辅助压印或者组合式热压力和辐射辅助压印。

[0097] 协作主部 201 和 202 悬吊在第一支承架 219 内,而协作主部 301 和 302 悬吊在第二支承架 319 内。支承架 219 和 319 优选利用固定件例如螺栓组通过直接相互连接或者通过与公共托架 401 连接而相互固定。在一种替换实施例中,仅包括一个支承架,第一和第二协作主部均悬吊于该支承架内。

[0098] 给料装置 410 可操作用以把在第一单元中压印的盘状件从第一间隙 203 移至第二间隙 303,以在第二压印单元中用作模具在基片的目标表示上压印。在一个实施例中,如图 11-16 所示,给料装置 410 包括盘状件抓取件 411,该盘状件抓取件 411 可操作用以接合并抓取存在于第一间隙 203 中的盘状件、移动其至第二间隙 303 以及释放其于第二间隙 303。优选的,如图中示范的,给料装置 410 包括一个或多个可转动且可伸长以在第一间隙 203 与第二间隙 303 之间移动的臂 412。在图中,给料装置 410 被引导绕一种与垂直压印方向垂直的轴线转动,而一种替换实施例可包括绕一种与压印方向平行的轴线的运动。因此,这些图旨在表明依据此实施例的给料装置在第一间隙 203 与第二间隙 303 之间操作的一般概念。给料装置 410 优选与支承架 219 或 319 之一连接,或者如图所示与公共托架 401 连接。在所实施实施例中,给料装置 410 在 413 处可转动地安装到公共托架 401 上,从而在该给料装置 410 与第一间隙 203 和第二间隙 303 之间建立固定关系。

[0099] 在第一压印单元中压印之后,经压印盘状件 5 一般如图 1b 所示或多或少地与模板 1 紧密连接。对于一种如此文给出例中涉及的呈聚合物箔形式的盘状件 5,经压印盘状件经由真空力保持在模板 1 上,但优选无任何额外粘接。此抗粘接效果通过小心选择模板和盘状件的材料或者通过给模板表面 2、盘状件表面 4 或两者涂覆抗粘接促进剂来获得。为在第一压印单元 200 中分离经压印盘状件与模板,在一个实施例中,给料装置 410 还包括分离单元。该分离单元包括可操作用以使盘状件与模板分离的盘状件抓取件 411 和盘状件牵引件。以下将参照图 17-19 说明分离单元的各种更详细实施例。

[0100] 压印装置的优选操作方式涉及在第一压印单元 200 中连续多次采用一个相同模板 1 制造中间模具 10 即模具 5 或 8,其中,每个中间模具 10 仅用于在第二压印单元 300 中的每一个基片 12 上压印一次。但有时,将需要更换模板 1。为此,模板装载机构可操作用以在例如设于如模板 FOUN (前开式通用容器) 一类堆栈 421 中的一组可选择模板与第一间隙 203 之间移动。模板装载机构优选包括一种设计用以接合并抓取模板或其内悬吊一个模板的模板托架的模板抓取器 422 和一种杆装置 423。为了简明,在不使用模板装载机构的图 12-16 中省略了该模板装载机构。

[0101] 盘状件装载机构可操作用以在优选设于如盘状件 FOUN 一类堆栈 431 中的一组盘状件与第一间隙 203 之间移动。盘状件装载机构包括一种设计用以自堆栈 431 接合并抓取盘状件的盘状件抓取器 432 和一种杆装置 433。盘状件抓取器 432 包括一种设计用于与堆栈 431 内的新盘状件的顶面接合的真空抽吸件。

[0102] 基片装载机构可操作用于在优选设于如基片 FOUN 一类堆栈 441 中的一组基片与第二间隙 303 之间移动。基片装载机构包括一种设计用以自堆栈 441 接合并抓取基片的基片抓取器 442 和一种杆装置 443。基片抓取器 442 包括一种设计用于与堆栈 441 内的新基

片的顶面接合的真空抽吸件。选择性的,基片抓取器 442 内可采用一种托盘件以仅从基片下方接合来收集堆栈内的基片。

[0103] 基片抽取机构可操作以在第二间隙 303 与用于经压印基片的端口 451 之间移动。端口 451 可以是第二基片 FOUNDRY。在另一实施例中,端口 451 是一种可操作以使经压印基片与中间模具分离的脱模装置。脱模装置是一种设计用以把中间模具牵引剥离经压印基片的机械分离器。在一种替换实施例中,脱模装置包括一种具有液体溶剂的浴槽,该液体溶剂能够溶解中间模具而不影响基片。基片抽取机构包括一种抓取器 452,该抓取器 452 设计用以接合并抓取第二间隙 303 中的经压印基片或者更优选的顶中间模具或者两者,并利用杆装置 453 把已用中间模具和经压印基片移动至端口 451。选择性的,抓取器 452 包括一种可操作以在第二间隙 303 中使中间模具脱离基片、并移动所脱离模具和中间模具的脱模装置。抓取器 452 包括一种设计用于与中间模具的顶面即非图案构成面接合的真空抽吸件。选择性的,可采用一种托盘件以从基片下方收集被层叠的基片和中间模具。

[0104] 图 17 表示模板 1 和优选为聚合物箔的中间盘状件 10 的层状结构,该聚合物箔已在第一压印单元 200 中利用模板进行压印。用于给料装置 410 的分离单元包括盘状件抓取器 411 和盘状件牵引件 414。在此实施例中,连接有真空供应源 415 以选择性地经由管路 416 给盘状件抓取器 411 以及经由管路 417 给盘状件牵引件 414 供应真空。当供应真空时,通过抽吸获得抓取力,以及当解除真空至环境压力或高于环境压力时,抓取力解除。为能够以受控方式提升并移动盘状件 10,盘状件抓取器 411 优选设在该盘状件 10 的中央位置处或附近。然而,盘状件牵引件 414 如所示设置在盘状件 10 的周缘部处。这可以受机械或光学控制。当真空已被供应给盘状件牵引件 414 时,施加如图中箭头所示的提升力。提升力可垂直于被接合的盘状件表面,但该提升力优选从盘状件的周缘部起略微向内以易于解除。一旦盘状件在被接合周缘部附近的边缘处稍微释放,随后完全释放将多少容易些,因为把模板 1 和盘状件 10 保持在一起的真空力被破坏。图中还包括向下箭头,以指示当盘状件牵引件 414 操作用于使盘状件 10 与模板 1 分离时,模板保持装置操作用于压紧该模板。

[0105] 图 18 示意性表示用于给料装置 410 的分离单元的另一实施例,其包括也在与模板 1 夹在一起的盘状件 10 上操作的盘状件抓取件 411 和盘状件牵引件 460。盘状件抓取件 411 类似于图 17 所示,因此将不再说明。但在此实施例中,盘状件牵引件 460 包括一种可操作用于抓取盘状件 10 边缘附近的机械夹紧件 461。这需要盘状件 10 伸出模板 1 的对应边缘。在所例子中,盘状件 10 是一种呈现比模板 1 更大的矩形的柔性聚合物箔。夹紧件 461 可操作用于抓取盘状件边缘附近,并随后如向上箭头所示施加提升力。实现这的一个方法是如所示利用一种与盘状件抓取件 411 连接的杆装置 462 向上转动夹紧件 461。

[0106] 在一种优选实施例中,盘状件 10 是聚合物箔。在此实施例中,箔表面上生成的静电导致分离问题。为此,喷嘴 500 提供用于给聚合物箔施加消电离气体流或气体幕,该消电离气体例如电离空气。喷嘴 500 经由管路 501 与消电离气体源(未表示)连接。喷嘴 500 与给料装置 410 上的盘状件抓取件 411 一起承载,或者相对于支承架 219 单独悬吊。在一个实施例中,喷嘴 500 或者其它用于提供消电离气体的喷嘴可操作用于在把聚合物箔放入第一间隙 203 之前和在把其放入第二间隙 303 之前使该消电离气体通过该聚合物箔。

[0107] 图 19 表示一种可用于抓紧表面的装置 470 的实施例。基本平坦支承面 471 承载着周缘密封件 472 例如设在固定凹进内的 O 形环。在密封件 472 内,形成管路的孔口 473,

该管路与真空选择性连接。装置 470 可用于盘状件抓取件 411 和盘状件牵引件 414 或者任何其它可操作于抓取和提升模板、盘状件和基片的压印装置装置。

[0108] 图 12-16 包括图 11 所示装置的简单说明,并说明该压印装置的一种操作方式的不同处理步骤。应注意的是,存在许多用于操作压印装置的变形,且两压印单元之间的实际同步取决于例如两单元 200 和 300 中压印处理时间的差异。

[0109] 在图 12 中,第一压印单元 200 正在把模板 1 的表面图案压入中间盘状件 10B 的相对接收面内。同时,第二压印单元 300 正在把中间盘状件 10A 的接收面的表面图案压入基片 12A 的相对目标表面内。盘状件装载机构和基片装载机构都等待收集和装载新对象,给料装置 410 处于等待位置。

[0110] 在图 13 中,两压印单元解除它们的压印力,且各个协作件已被分离以敞开中间间隙 203 和 303。当单元 200 的协作主部分离时,给料装置 410 被启动以进入第一间隙 203 并抓取新压印的中间盘状件 10B。通过单元 300 的协作主部的分离,基片抽取机构也被启动以进入第二间隙 303 并抓取被层叠的中间盘状件 10A 和新压印基片 12A。

[0111] 在图 14 中,抽取机构已移动被层叠的盘状件 10A 和基片 12A 至端口 451,随后基片装载机构从堆栈 441 抓取并移动新基片 12B 至中间间隙 303。优选的,基片装载机构准确定位然后释放新基片 12B 于第二压印单元 300 的下主部的支承面处。在第一压印单元中,经压印盘状件 10B 已与模板 1 分离,并经由给料装置 410 提升。

[0112] 在图 15 中,给料装置 410 已从第一间隙 203 移动经压印盘状件 10B 至第二间隙 303,在那里其被放置成经压印接收面向下对着新基片 12B 的目标表面。当盘状件 10B 已移离第一间隙 203 时,盘状件装载机构操作于把新盘状件 10C 放置在第一间隙中的模板 1 上,这里,新盘状件 10 对应于图 1a 所示箔 3。基片装载机构在基片堆栈 441 处呈待命状态。

[0113] 在图 16 中,盘状件装载机构也在盘状件堆栈 431 处呈待命状态,以及给料装置 410 呈其待命状态。现在处理如图 12 所示准备继续。

[0114] 图 20-23 表示一种依据本发明实施例的隔膜输送系统。该隔膜输送系统构造用以连续地且步进地把新隔膜向前输送至压印单元的两主部之间的中间间隙。参考如参照图 11-16 所述的双压印单元装置,这种隔膜输送系统可用在两压印单元 200 和 300 中任一者中。然而,其尤其适用在第一压印单元中。因此,隔膜输送系统不限于用在双单元压印装置中。这里,图 20-23 中与图 8 对应相同的部件具有与图 8 相同的参考数字,但图 20-23 中不包括任何与图 8 所示部件对应相同的参考数字。但为了简明,一些用以执行压印过程所需要的部件在图 20-23 中省略。在所示实施例中,隔膜输送系统包括辊对 2001 和 2002 以及一种构造用以从第一辊 2001 卷出至第一中间间隙 103 内的位置并随后卷绕在第二辊 2002 上的隔膜带 2003。当一部分隔膜带已在间隙 103 内的压印过程中用过时,给料装置(未表示)例如驱使第二辊 2002 转动的电机把用过的隔膜部送出间隙 103,并把隔膜带 2003 的新部分送入间隙 103 内的位置。这也是图 20 所示的情景。

[0115] 在间隙 103 内,模板 1 被放置在下支承面 105 上。所要被压印的优选为柔性聚合物箔的盘状件 3 放置在模板 1 的顶面上,且接收面 4 面向如图 1a 所示但倒置的模板 1 构造面。

[0116] 图 21 说明如何操纵隔膜移动件以沿着与压印单元的施压装置的调节方向平行的方向即在图例中垂直地把存在于中间间隙内的隔膜部移向层叠对 1 和 3(在此例中为盘状

件 3) 的上端部件。在图例中,隔膜移动件包括一对分别经由气缸 2005 和 2007 悬吊的导辊 2004 和 2006,该导辊 2004 和 2006 操作用以把存在于间隙 103 中的隔膜部向下压,直至该隔膜与相邻的盘状件 3 表面接合。

[0117] 在随后步骤中,当使主部 101 和 102 到一起且密封件 108 与隔膜 2003 接合并把该隔膜 2003 压向支承面 105 时,经由管路 118 从真空源 117 供应真空以抽除空气。然而,当隔膜 2003 已被放置到盘状件 3 上时,其间可能夹带空气,当盘状件 3 周缘附近的压力增大时该空气可被俘获。由于在一种优选实施例中盘状件 3 是一种通过把其加热至其玻璃态转化温度以上来进行压印的柔性聚合物箔,存在于该箔 3 与隔膜 2003 之间的任何颗粒或气泡都将转印给该箔 3 的背面。小变形将没有任何关系,因为箔 3 的背面不被使用。然而,空气或者其它气体的气泡可穿透聚合物箔,并损坏从模板 1 转印到该箔 3 接收面上的图案。为尽可能减小这种风险,控制一种施压辊 2008 以在隔膜 2003 的背离所层叠组件的一面上滚动,如图 21 所示。施压滚 2008 优选具有橡胶或者硅酮的软质包络面,且优选经由偏压弹簧 2009 悬吊以施加特定向下力。图 21 所示辊方案的一种替换方式是在隔膜上移动耙边缘。

[0118] 图 22 说明压印情景,这里已使主部 101 和 102 到一起,且这里从压力源 116 给存在于空腔 115 内的气体或液体提供压力,该压力经由隔膜传递给所层叠组件以执行压印。如前所指出的,压印也可利用辐射来辅助,在这种情况下,包括辐射源 110 以经由隔膜 115 和盘状件 3 给与模板 1 接合的盘状件 3 的辐射敏感压印层发送辐射。

[0119] 在可能包括后烘焙的压印过程之后,使主部 101 和 102 分离并提升隔膜 2003,如图 23 所示。现在是模具 10 的经压印盘状件 3 可能如参照图 11-16 所述的被直接移至第二压印单元,且将要被压印的新盘状件 3' 被放置在间隙 103 内的模板 1 上。隔膜输送系统把用过的隔膜部送出间隙 103,并把隔膜带 2003 的新部分送入间隙 103 内的位置以在压印盘状件 3' 时使用。同样,当所要压印的盘状件是柔性聚合物箔时,这尤其有用。在压印过程中,压印温度超过聚合物箔的玻璃态转化温度,但不超过隔膜材料的玻璃态转化温度。然而,依据所要压印的聚合物箔材料选择的适当隔膜材料例如聚碳酸酯、聚丙烯、聚乙烯、PDMS 和 PEEK 可能会在压印过程中发生机械变形。通常由于模板或者可能聚合物箔的边缘而在周缘部处导致这种变形,但也可在周缘内导致这种变形。在随后压印过程中,隔膜的任何变形会转印给所要压印的聚合物箔,且即便该聚合物箔的背面不使用,此变形也会如所提到的贯穿至该箔的接收面。通过始终如一地向前输送所要使用的新隔膜部,此问题会最小化。

[0120] 图 24-27 说明依据本发明的压印装置的另一实施例。在此实施例中,可操作用以把经压印盘状件从两协作压印单元的第一间隙移动至第二间隙的给料装置具有不同构造,且该给料装置包括聚合物箔带和带输送机构。除给料装置以外,第一和第二压印单元基本被构造成如参照图 8 和 11 所述的。因此,之前参照那些附图给出的部件将用表示或未表示在图 24-27 中的相同参考数字指代。图 24-27 所示实施例尤其适用于制造经压印基片的图案构成面层保持在基片上且可能随后用金属处理以例如制造存储盘的图案构成基片。

[0121] 图 24 表示第一压印单元 200 和第二压印单元 300,它们各自的协作主部对被分离以分别敞开中间间隙 203 和 303。第一压印单元 200 具有如参照图 20-23 所示的隔膜输送系统。但在所示实施例中,第一压印单元 200 具有固定隔膜 213。优选的,隔膜 213 具有基本刚性中央部 241,选择该中央部 241 以使其与构造用于第一压印单元 200 的模板尺寸对应。刚性中央部 241 可在其周缘处与隔膜 213 连接。选择性的,隔膜 213 覆盖整个模板,而

刚性中央部 241 是附接到隔膜 213 的上或下面上的板。在此实施例中,密封件 208 位于隔膜 213 下方。模板 1 被放置在下支承件的支承面 205 上,这里其优选被机械固定且经由与真空供应源 117 连接的管路 242 进行真空抽吸。第二压印单元被设计成基本如参照图 8 所述的,并具有放置在下主部 302 上且将被压印的新基片 12。真空供应源 117 或其它源优选还经由管路 342 与下主部的支承面连接,与针对第一压印单元 200 所述的布置相当。一个不同是这里作为中间模具的聚合物箔带也作为隔膜。在一个实施例中,第二压印单元 300 还包括一种操作用以从预聚物源 244 给存在于第二间隙 303 中的基片 12 上施加热硬化或者 UV 硬化预聚物的材料分配器 243。此分配可通过在预聚物上滚动来实现,但在一种优选实施例中,下主部 302 的支承面包括旋转器 245,以便利用分配器 243 的中央分配和旋转器 245 的转动把预聚物旋涂在基片 12 的目标表面上。在一种替换实施例中,旋涂站提供在第二压印单元 300 附近,基片装载机从该旋涂站拾取经涂覆基片并接着把它们装入第二间隙内。

[0122] 在此实施例中,用于把经压印盘状件从第一压印单元移至第二压印单元的给料装置结合有盘状件装载器的功能。在所示实施例中,给料装置包括一对辊,具有新空白聚合物箔带 252 的第一辊 250 设在第一压印单元之前,从此第一辊引导该带经过第一间隙 203、第二间隙 303 至第二辊 251。作为在第二压印单元 300 之后卷绕经压印聚合物箔带 252 的一种可供选择方式,可连续地切割并分离该箔带 252 以使每个用过的中间模具部与已在第二压印单元中压印的基片一起,随后分离或者溶解该中间模具。

[0123] 在图 24 中,存在于基片 12 上方的聚合物箔带 252 已在前一步骤中在第一压印单元 200 内经由模板 1 进行压印,然后该带 252 已通过例如一种自辊 251 所处一侧牵引该带的电机(未表示)向前输送。在模板 1 上方,具有聚合物箔的新部分。

[0124] 在图 25 中,已使对应主部 201 和 202 以及 301 和 302 到一起。在第一压印单元 200 中,利用从压力源 216 给位于具有刚性部 241 的隔膜 213 后方的空腔 215 内存在的气体或流体提供压力,该隔膜把箔 252 压向模板 1,通过构造模板面给新聚合物箔部压印。压印过程可以如前所述为热压印或者辐射辅助压印。在第二压印单元 300 中,先前压印的聚合物箔部作为中间模具和隔膜,并与上主部 301 的密封件 308 接合。利用从压力源 316 给位于带 252 的中间模具部后方的空腔 315 内存在的气体或流体提供压力,中间模具对基片 12 的目标表面进行压印。优选的,此过程在从 1 至 20 巴范围内的较低压力下执行,以及来自源 310 的适当量 UV 辐射经由聚合物箔 252 曝光并硬化预聚物,从而使该预聚物硬化并把其粘接到基片 12 上。

[0125] 在图 26 中,两压印单元的协作主部在已进行压印程序以及可能的后烘焙之后再次分离。在此步骤中应采用一些形式的分离装置(未表示),例如参照图 17 或 18 所示的方案之一。这尤其与其中模板维持在下支承面处的第一压印单元 200 相关。同时在第二压印单元中,应包括内装的分离装置。但在所示实施例中,允许经压印基片 12 保持与用过的中间模具接触。

[0126] 在图 27 中,最后操纵给料装置以输送一段聚合物箔带 252,使最后经由模板 1 压印的部分现在位于第二间隙 303 内。由此,把最后压印的基片 12 拉出间隙 303,并在同一过程中与箔 252 分离。但优选的,在移离间隙 303 之后,单独执行与箔的分离。然后,利用基片装载机把新基片 12' 放在第二压印单元 300 的下支承面上。

[0127] 依据参照图 20-23 所述的,参照图 24-27 所述的实施例还包括用于向下压导辊 252 的移动件以及用于压出空气的施压辊。

[0128] 本发明的一种替换实施例表示在图 28 中。在此实施例中,图中仅表示的第一压印单元 200 是注塑单元。图 28 所示注塑单元在很大程度上类似于图 8 所述实施例,因此相同参考数字用于某些部件。然而,不同之处在于不存在用以施加压力的任何隔膜以及任何气体或液体。所示模板 1 放置在下支承面 105 上,使该模板保持例如 50-90°C 的适当处理温度。下主部 202 可经由间隙调节装置 107,108 移动,以调节上主部 201 与下主部 202 之间的间隙 203。优选的,调节主部以将上主部设定成朝下面 104 在模板面附近约 0.1-1mm。就这点而言,从聚合物源 280 经由上主部 201 内的管路 281 施加熔融聚合物。优选的,例如通过从源 280 施加压力或者把熔融聚合物机械拧入间隙 203 内来利用压力提供该熔融聚合物。一旦熔融聚合物被施加,可利用间隙调节装置 107,108 提供压力以可靠地把该熔融聚合物材料引入模板图案内。选择性的,主部 201,202 保持相隔预定距离,给熔融聚合物材料施加的压力仅提供压力。熔融聚合物材料通常保持 200-250°C,因而经由比较冷的模板 1 迅速冷却。此外,由于限定所生成聚合物模具的最终厚度的间隙 203 如此小(通常小于 1mm),所以冷却是迅速的(通常不超过 10 秒)。然后,间隙调节装置 107,108 作用以敞开间隙 203,随后使这样生成的聚合物模具脱模,并经由给料装置从第一间隙 203 移至第二步骤压印单元的间隙。给料装置和第二压印单元采用如参照图 5-23 所述的任何形式。

[0129] 实例

[0130] 可采用的一些聚合物箔是:

[0131] 来自德国 Ticona GmbH 的 Topas 8007:具有 80°C 的玻璃化温度的热塑无规共聚物。Topas 可透过波长大于 300nm 的光线且具有低表面能的特征。厚度 50-500 μm 的箔可获得。这里使用 130-140 μm 厚的箔。此材料也可用于在第一压印步骤中注塑。

[0132] 来自日本 Zeon Chemicals 的 Zeonor ZF14:具有 136°C 的玻璃化温度且对大于 300nm 的波长具有 92%透光率的热塑聚合物。所采用箔具有 188 μm 的厚度,但可获得其它厚度在 50 至 500 μm 范围内的箔。此材料也可用于在第一压印步骤中注塑。

[0133] 来自日本 Zeon Chemicals 的 Zeonex E48R:具有 139°C 的玻璃化温度且对大于 350nm 的波长具有 92%透光率的热塑聚合物。所采用箔的厚度为 75 μm 。此材料也可用于在第一压印步骤中注塑。

[0134] 来自德国 Bayer AG 的聚碳酸酯(双酚 A 聚碳酸酯):具有 150°C 的玻璃化温度且对大于 350nm 的波长具有 91%透光率的热塑聚合物。所采用箔具有 300 μm 的厚度,但可获得许多其它厚度高达 1mm 的箔。此材料也可用于在第一压印步骤中注塑。

[0135] 所采用的光刻胶材料是来自美国 MicroChem Corp. 的 SU8,其是一种光刻胶材料且可在曝露于 350 至 400nm 之间波长的光线之后硬化。作为 SU8 膜与硅基片之间的粘接促进剂,可采用来自美国 MicroChem Corp. 的 LOR0.7 薄膜。

[0136] 以下说明采用依据本发明压印装置的两步骤压印过程的实例。

[0137] 例 1

[0138] 其表面显示一种线宽 80nm 且高 90nm 的线性图案的镍板已在 150°C 和 50 巴下压入 Zeonor ZF14 内 3 分钟。任一表面都没有利用任何额外涂层例如抗粘接层进行处理。解除温度是 135°C,在此温度下把 Zeonor 箔机械移离镍表面而不损伤模板或者复制模的图

案。Zeonor 箔已用作新模板被压入 100nm 厚的 SU8 膜内。SU8 膜被旋涂到预先旋涂于硅基片上的 20nmLOR 膜上。同样这里,任一表面都没有利用一种用于增强 SU8 膜与 Zeonor 箔之间抗粘接性的额外涂层进行处理。压印在 70°C 和 50 巴下执行 3 分钟。SU8 膜经由可透光 Zeonor 箔曝露于 UV 光下 4 秒,然后烘焙两个多小时。在整个压印过程中,温度和压力分别保持 70°C 和 50 巴不变。解除温度是 70°C,在此温度下把 Zeonor 箔机械移离 SU8 膜而不损伤聚合物模板箔或者复制膜的图案。图 2 表示 SU8 膜内的压印结果沉积在硅晶片上的 AFM 图像。

[0139] 例 2

[0140] 其表面显示一种经由 AFM 观察具有结构高度 100nm 和宽度 150nm 的 BluRay 图案的镍模板已利用如在例 1 中所述的相同过程和相同参数压入 Zeonor ZF14 内。Zeonor 箔已用作新模板被压入 100nm 厚的 SU8 膜内。同样这里采用已在例 1 中所述的相同过程和相同参数。图 3 表示 SU8 膜内的压印结果沉积在硅晶片上的 AFM 图像。

[0141] 例 3

[0142] 采用一种其表面含有纵横比在 1-28 范围内的微米图案的镍模板。在 17 μ m 高度处,特征尺寸具有从 600nm 至 12 μ m 的范围。在压印前用磷酸盐基抗粘膜覆盖表面。镍板已在 190°C 和 50 巴下压入聚碳酸酯箔内 3 分钟。聚碳酸酯箔的表面未利用一种用于增强镍模板与聚碳酸酯箔之间抗粘接性的额外涂层进行处理。解除温度是 130°C,在此温度下把聚碳酸酯箔机械移离镍表面而不损伤模板或者复制模的图案。聚碳酸酯箔已用作新模板被压入 Topas 箔内。压印在 120°C 和 50 巴下执行 3 分钟。任一表面都未设置一种用于增强聚碳酸酯与 Topas 箔之间抗粘接性的额外涂层。解除温度是 70°C,在此温度下把聚碳酸酯箔机械移离镍表面而不损伤模板箔或者复制模箔的图案。然后,Topas 箔用作新模板被压入旋涂于硅基片上的 6000nm 厚 SU8 膜内。同样这里,任一表面都利用一种用于增强 SU8 膜与 Topas 箔之间抗粘接性的额外涂层进行处理。压印在 70°C 和 50 巴下执行 3 分钟。SU8 膜经由可透光 Topas 箔曝露于 UV 光下 4 秒,然后烘焙两个多小时,而在整个压印过程中,不改变 70°C 的温度和 50 巴的压力。解除温度是 70°C。之后,在 60°C 下把 Topas 箔完全溶解在对二甲苯内一小时。图 4 表示所得到的 SEM 图像。在一种优选实施例中,用于执行此过程的装置包括三个顺序设置的压印单元,这里,母板用于在第一压印单元中提供第一中间模具,此例中该第一中间模具为聚碳酸酯。然后,第一中间模具用于在第二压印单元在第二箔上压印以生成第二中间模具,此例中该第二箔为 Topas。在第三压印单元中,第二压印模具用于经由压印把其图案转印到目标基片顶面上。一个且同一给料装置可用于在压印单元之间移动经压印中间模具,选择性的,一个给料装置提供在第一与第二压印单元之间且第二给料装置提供在第二与第三压印单元之间。

[0143] 实验

[0144] 已利用具有不同构造图案且在某些情况中覆盖有磷酸盐基抗粘膜的镍板并采用不同处理参数执行上述例中给出的压印过程。在旋涂 LOR 和 SU8 膜之前,基片(2 至 6 英寸硅晶片)已直接用异丙醇和丙酮漂洗。所采用模具的尺寸为 2 至 6 英寸。采用提供有 UV 组件的 Obducat-6-inch-NIL 装置执行压印。

[0145] 借助于来自 Digital Instruments 的 NanoScope IIIa 显微镜执行轻敲模式(tapping mode)的原子力显微镜检查法(AFM)以观察压印结果在执行压印之后的模具。

[0146] 利用 25kV 下的 Obducat CamScan MX2600 Microscope 执行扫描电子显微镜检查法 (SEM)。

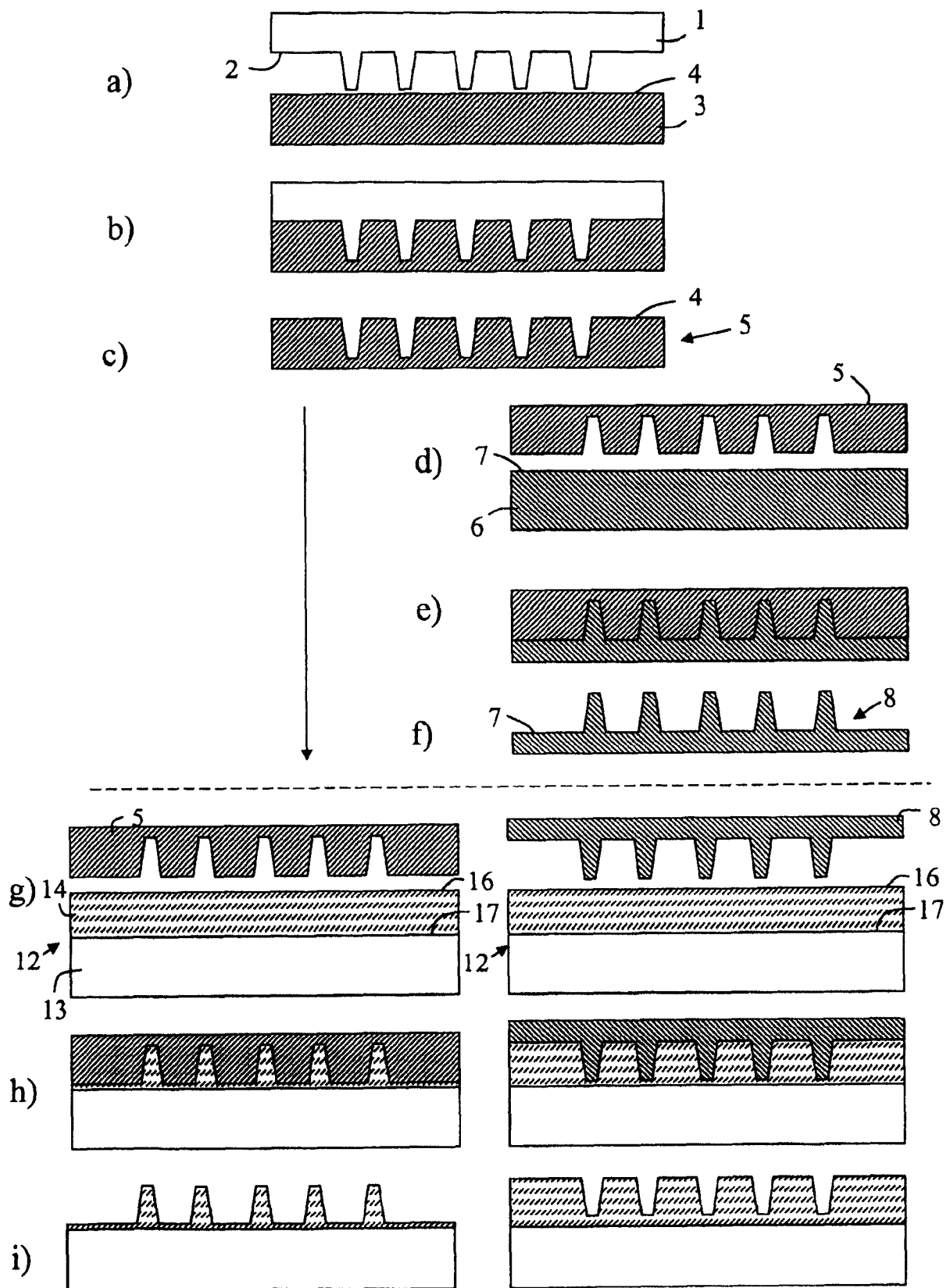


图 1

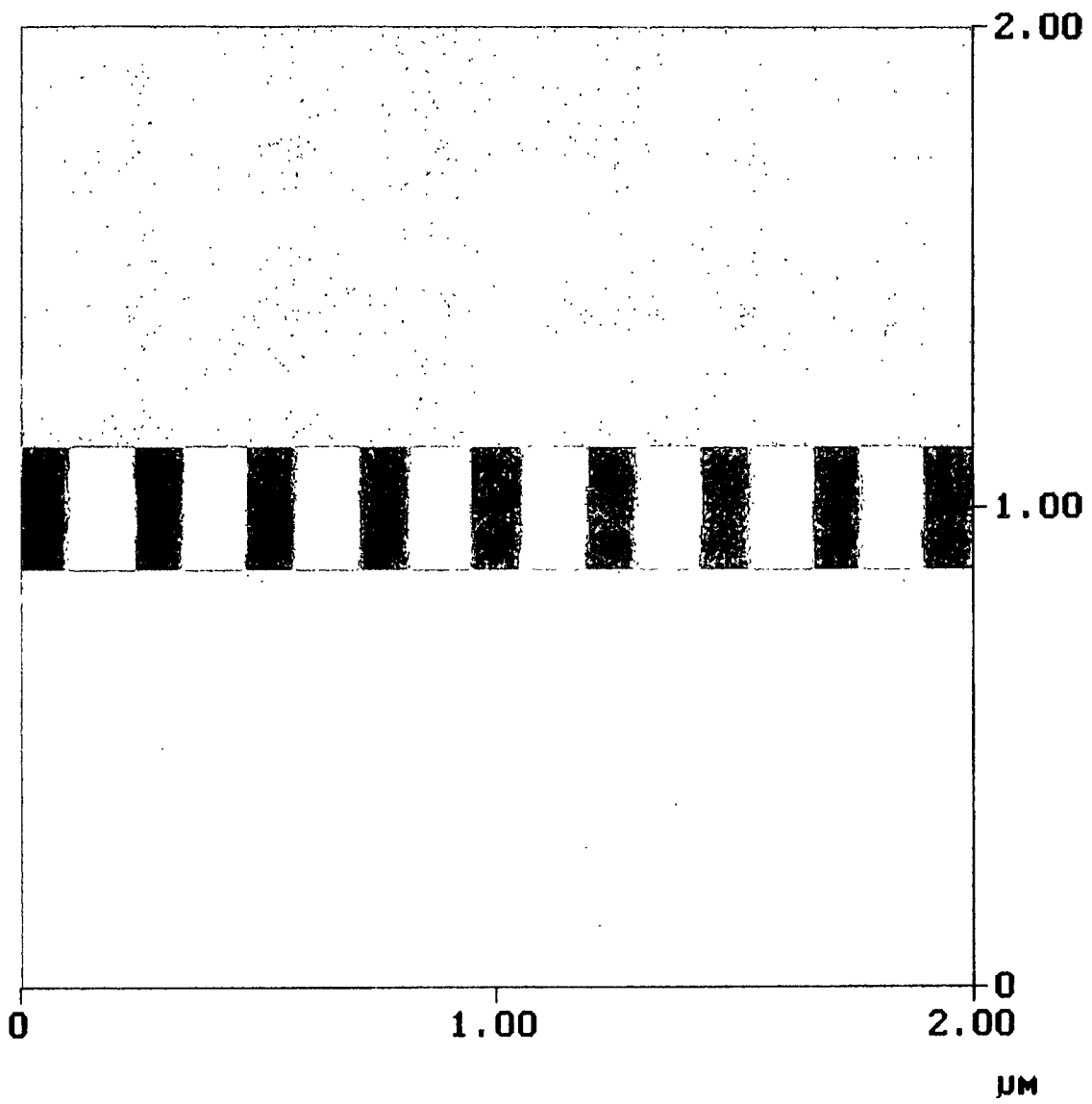


图 2

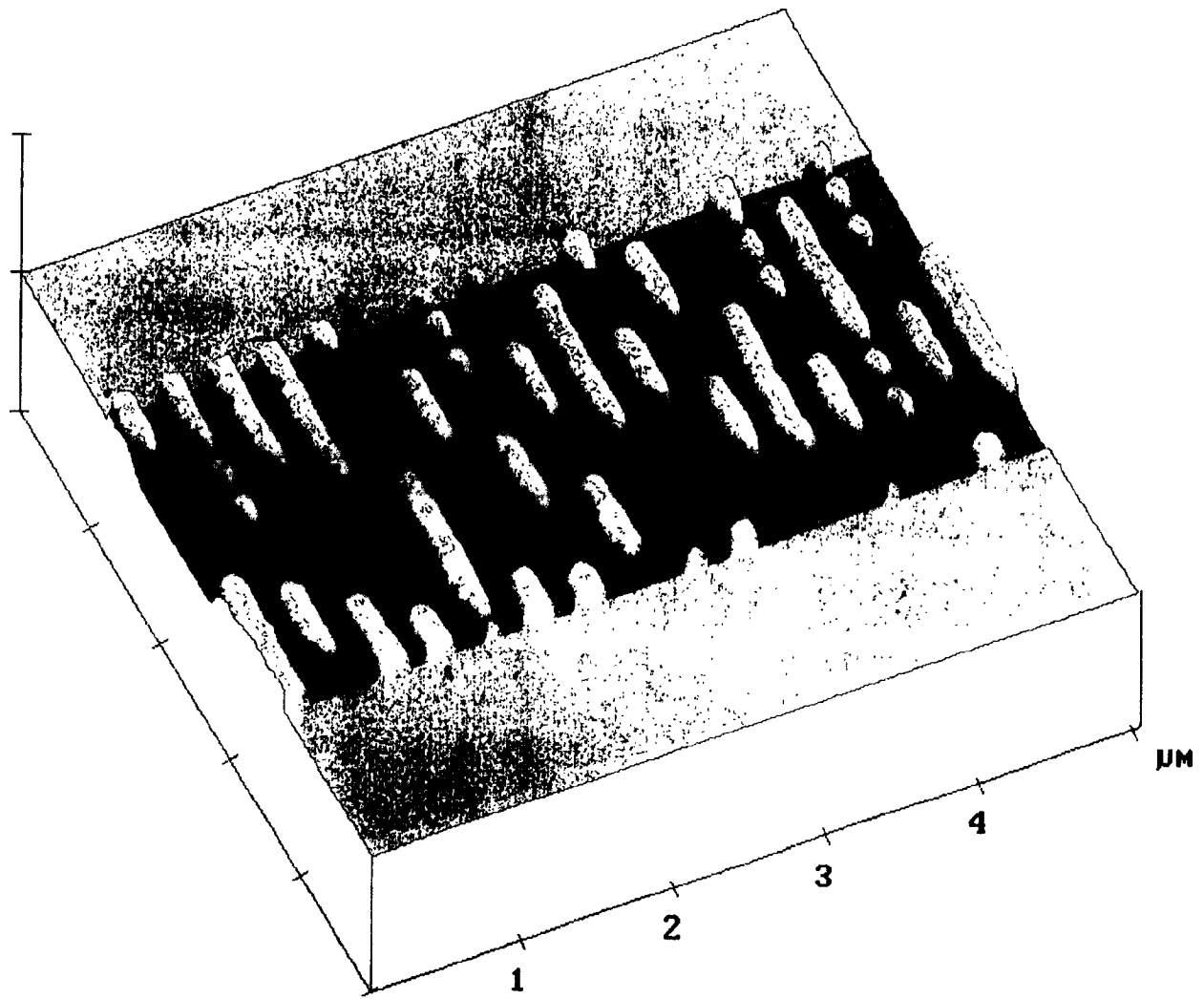


图 3

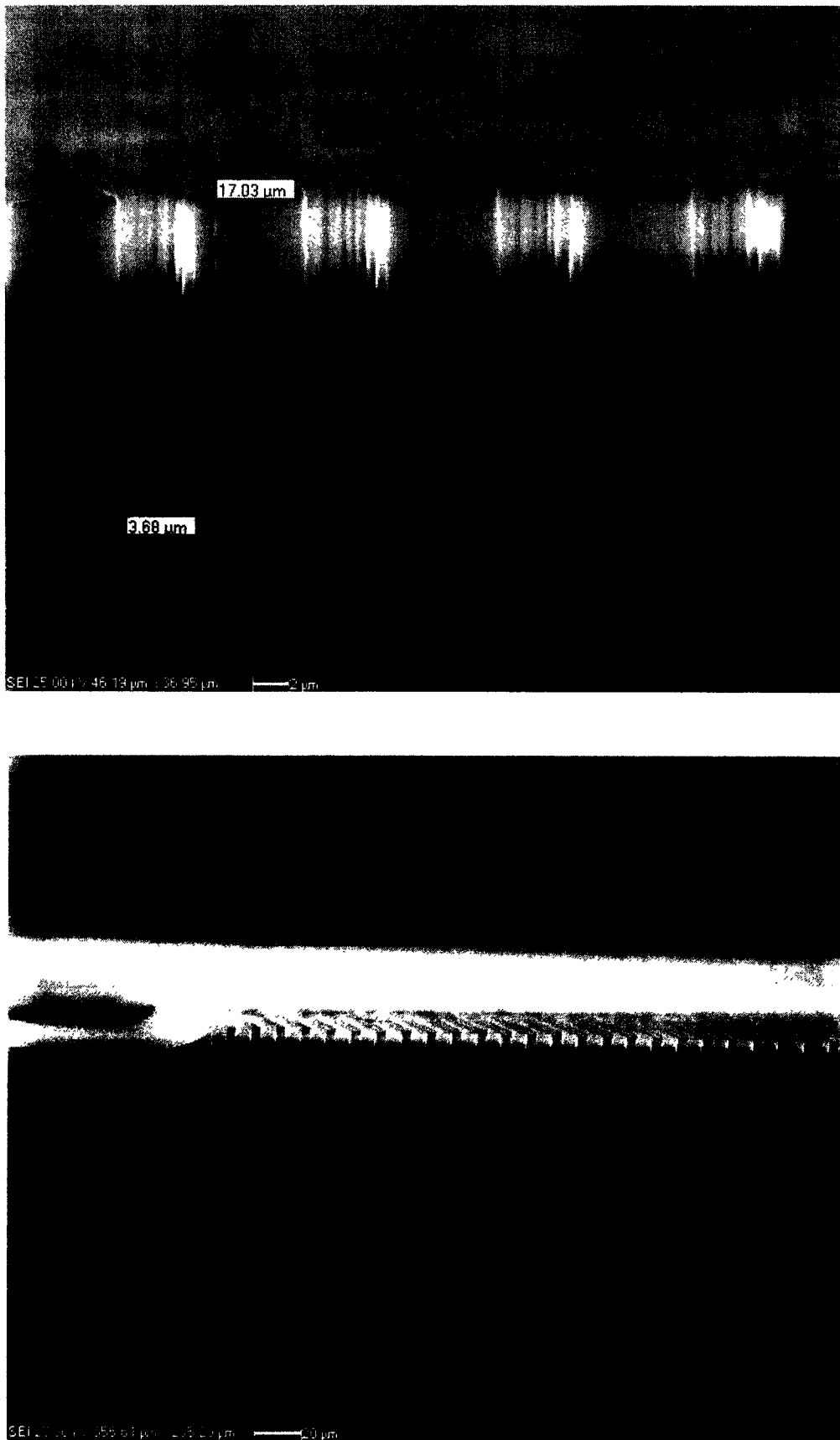


图 4

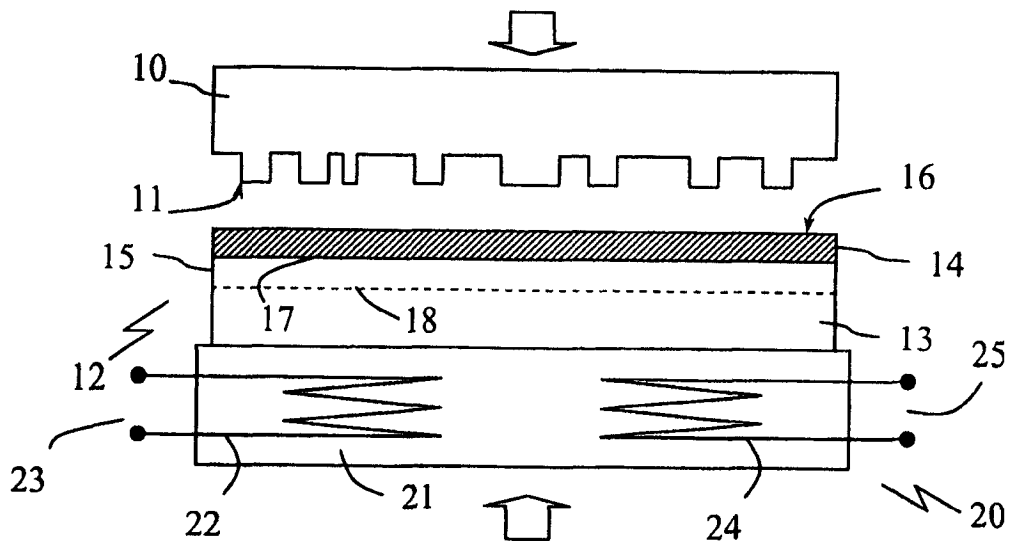


图 5

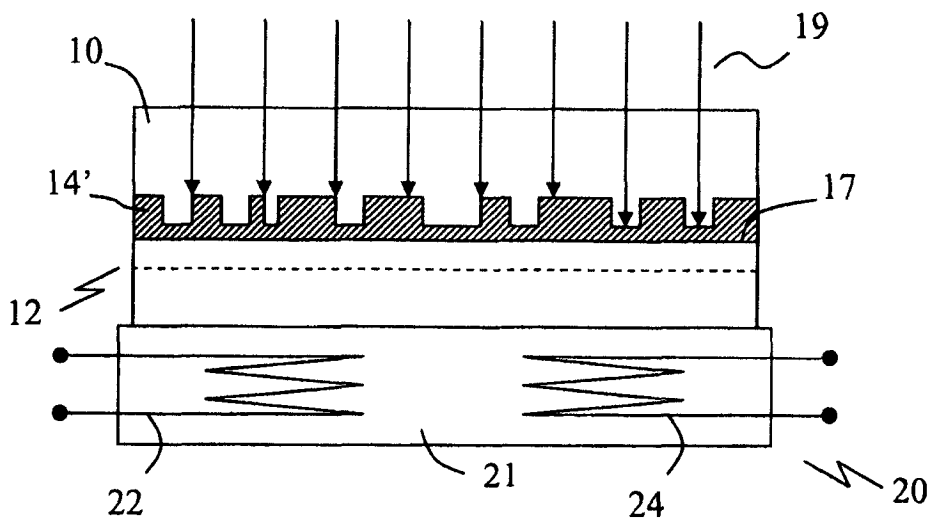


图 6

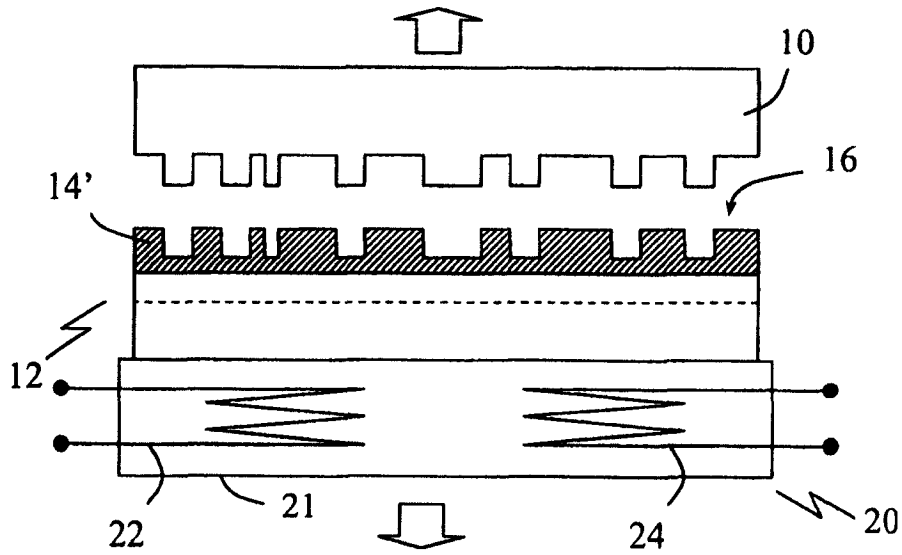


图 7

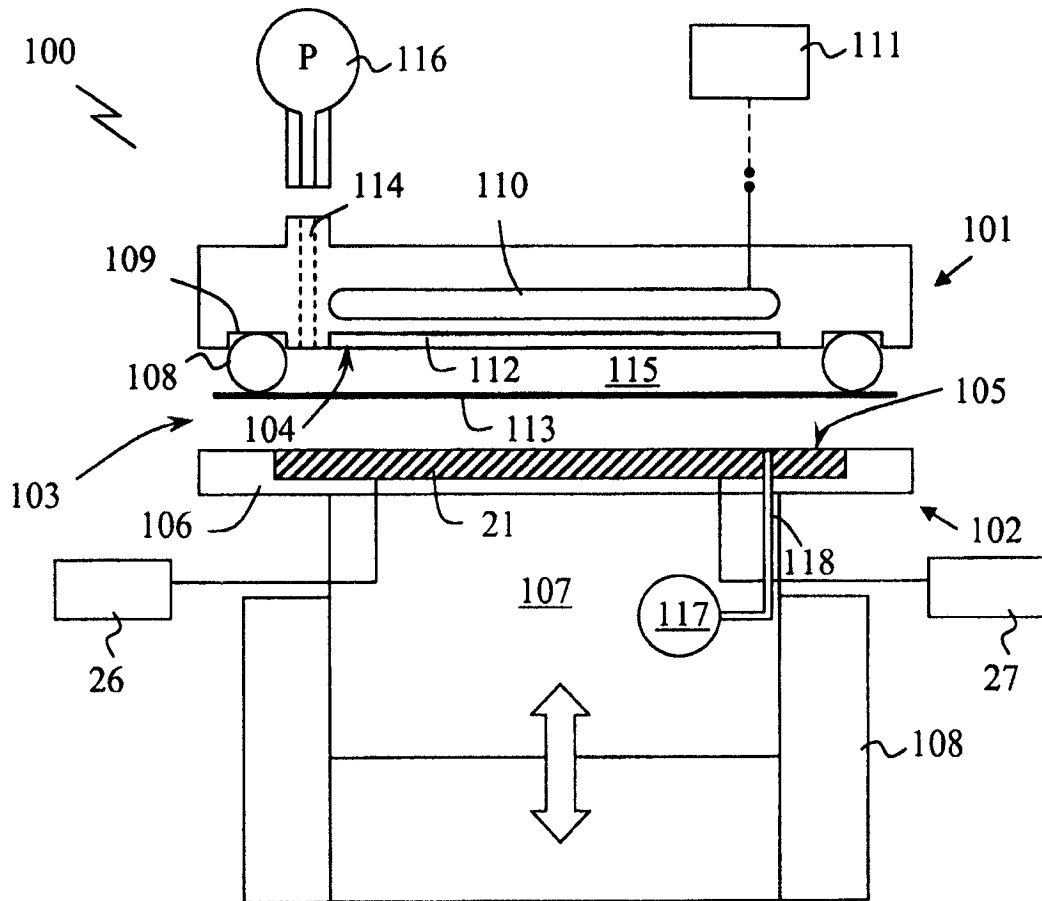


图 8

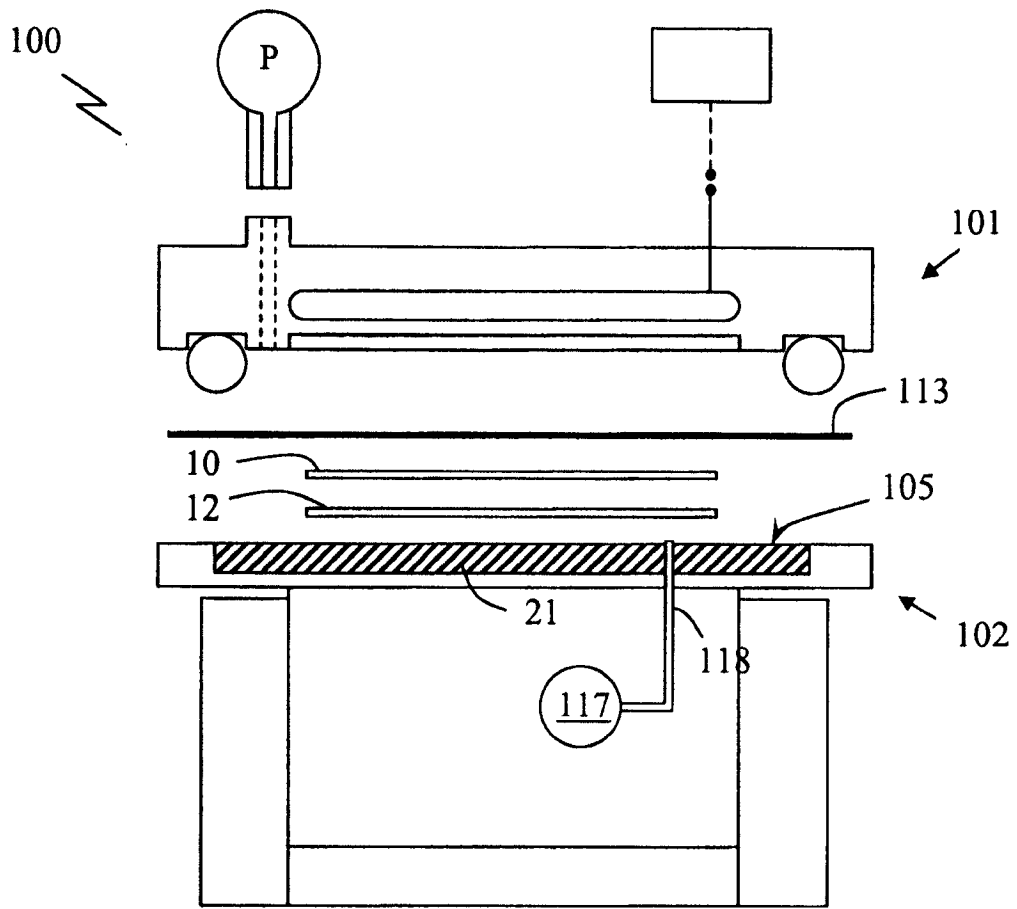


图 9

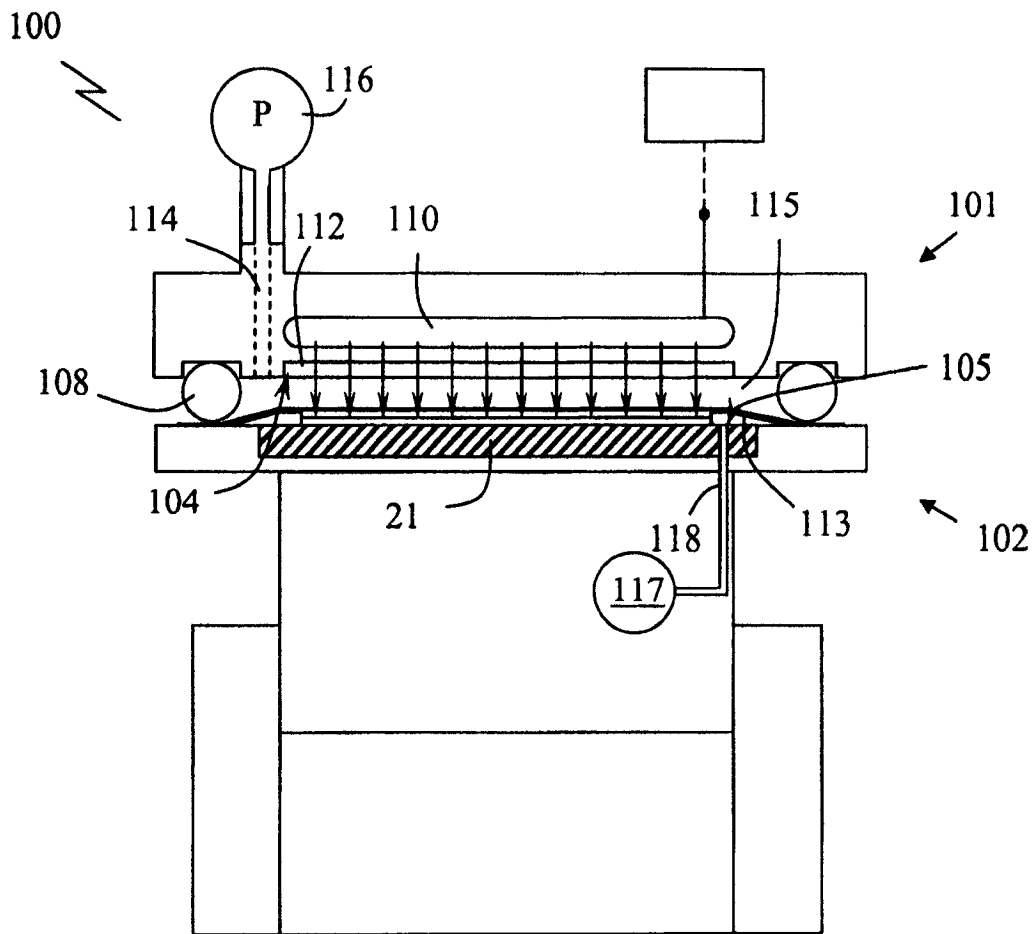


图 10

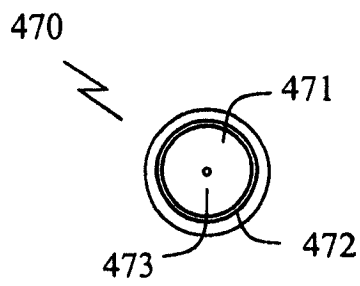


图 19

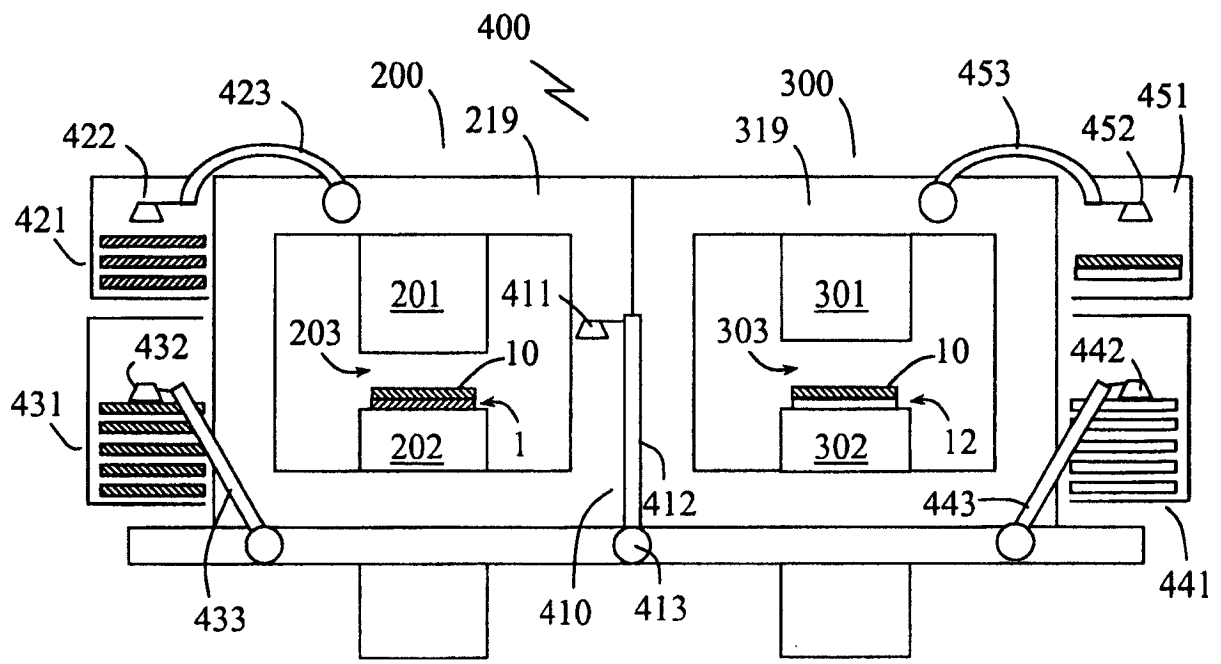


图 11

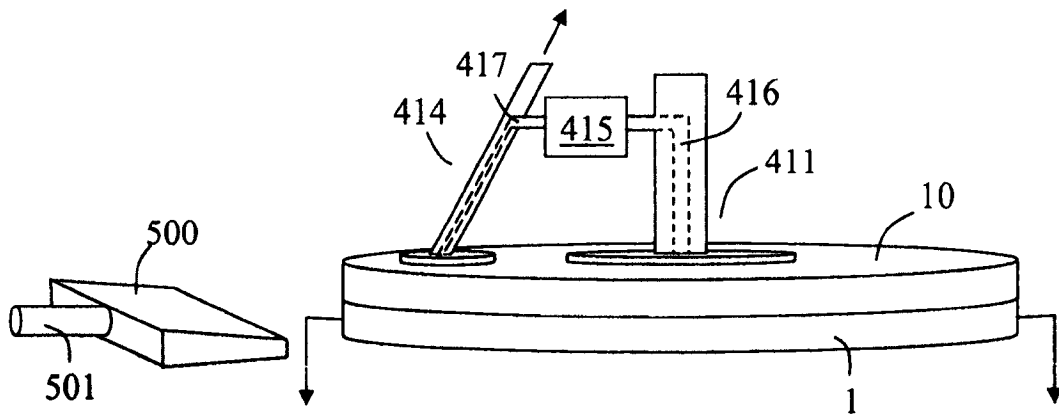


图 17

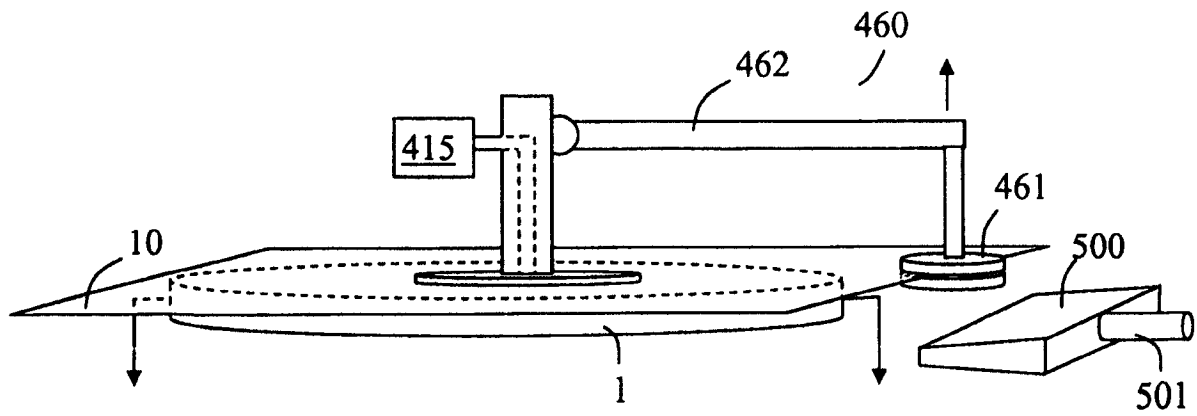


图 18

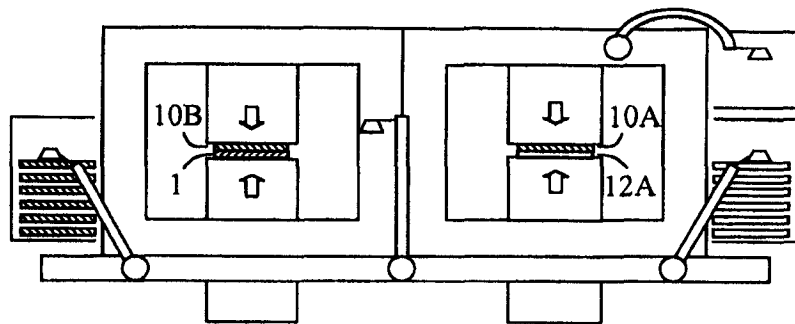


图 12

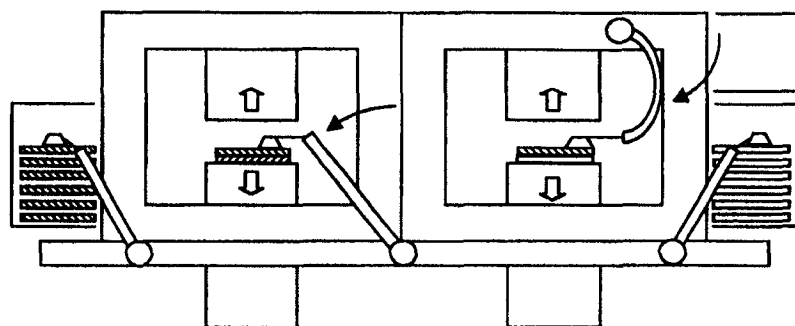


图 13

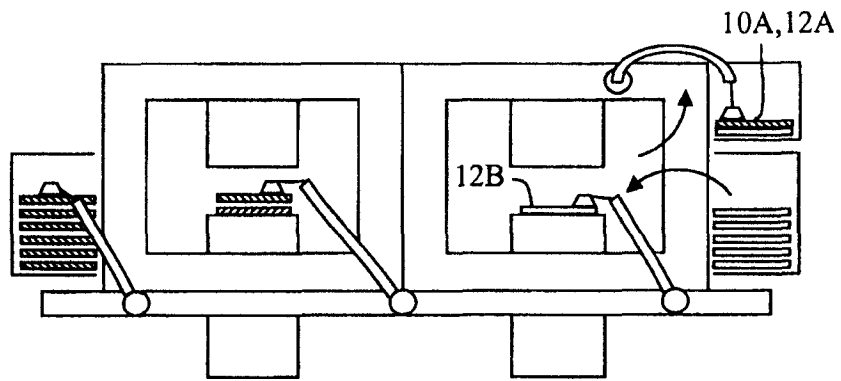


图 14

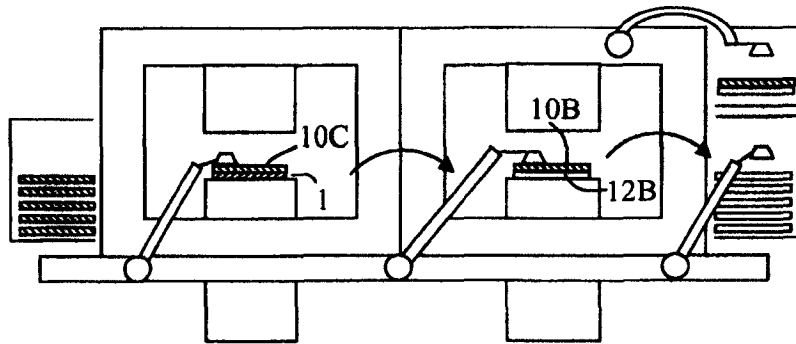


图 15

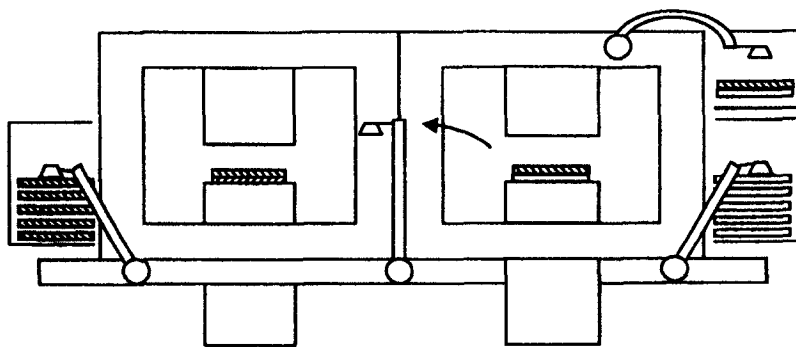
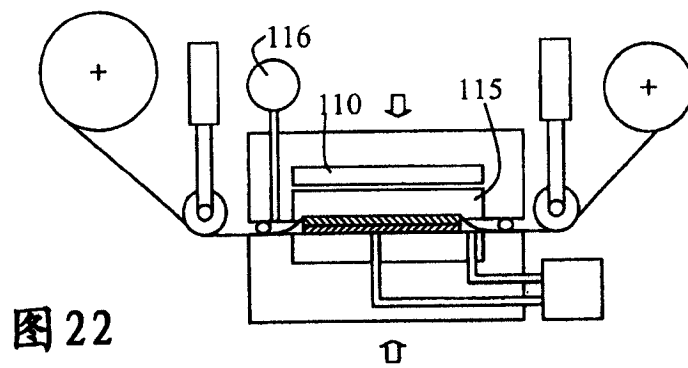
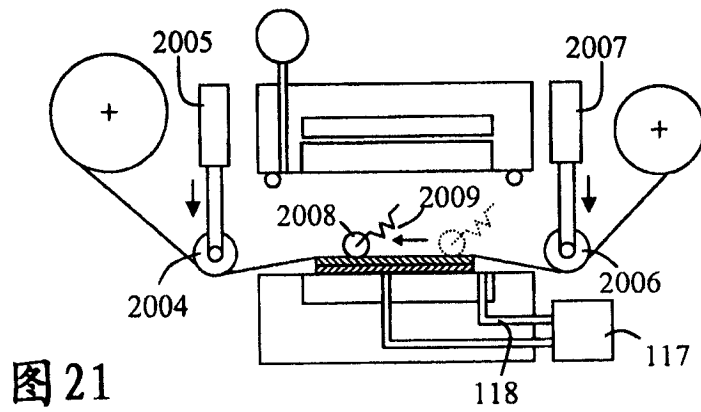
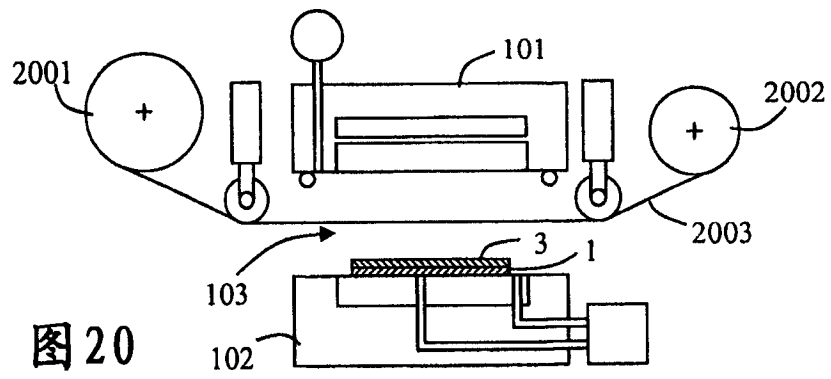


图 16



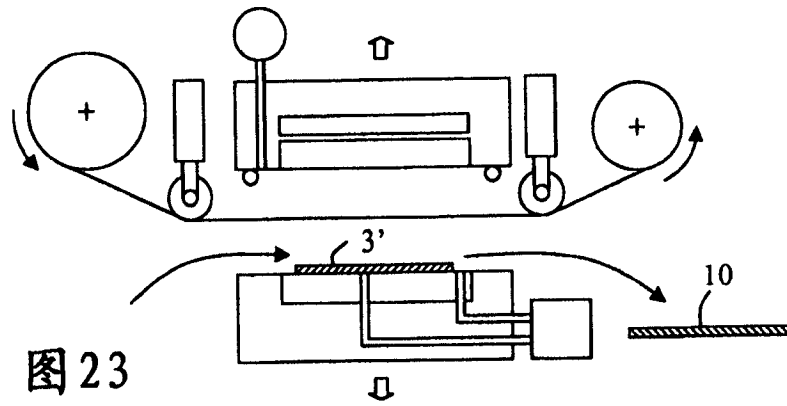


图 23

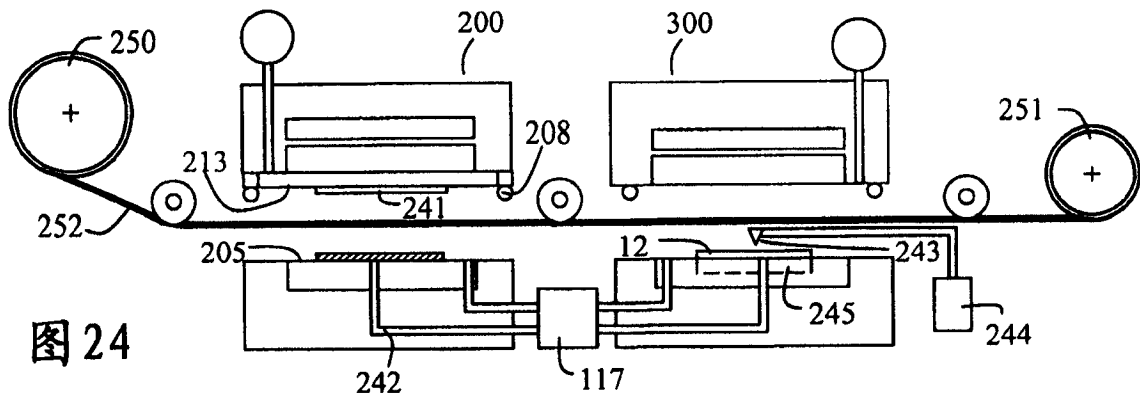


图 24

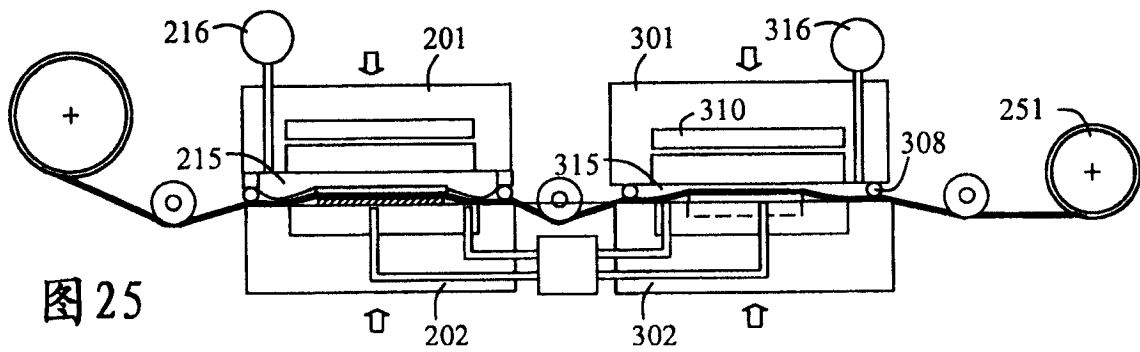


图 25

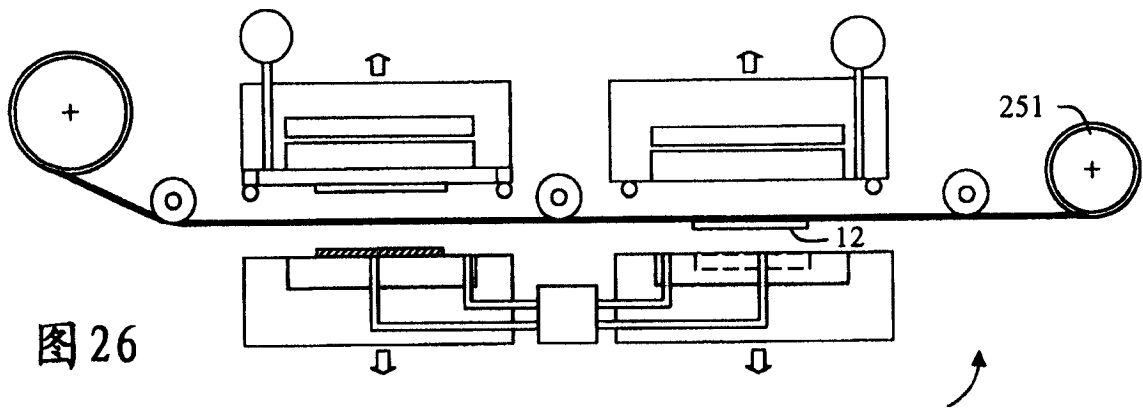


图 26

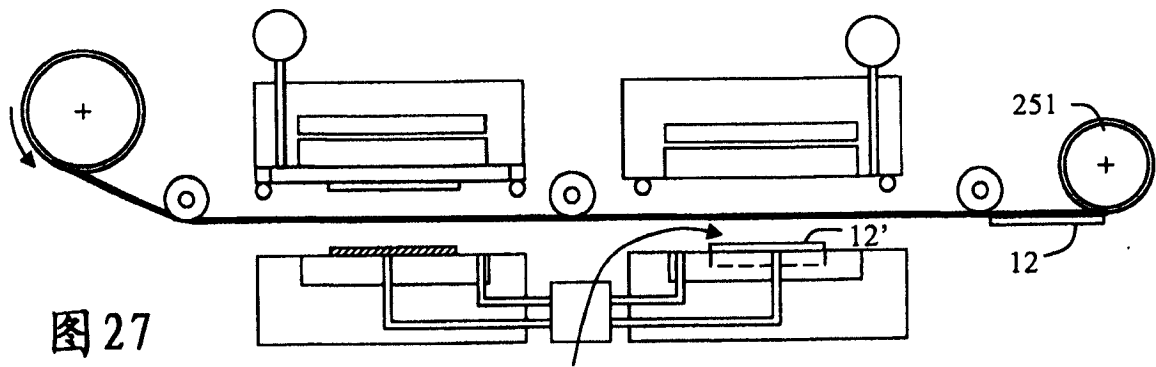


图 27

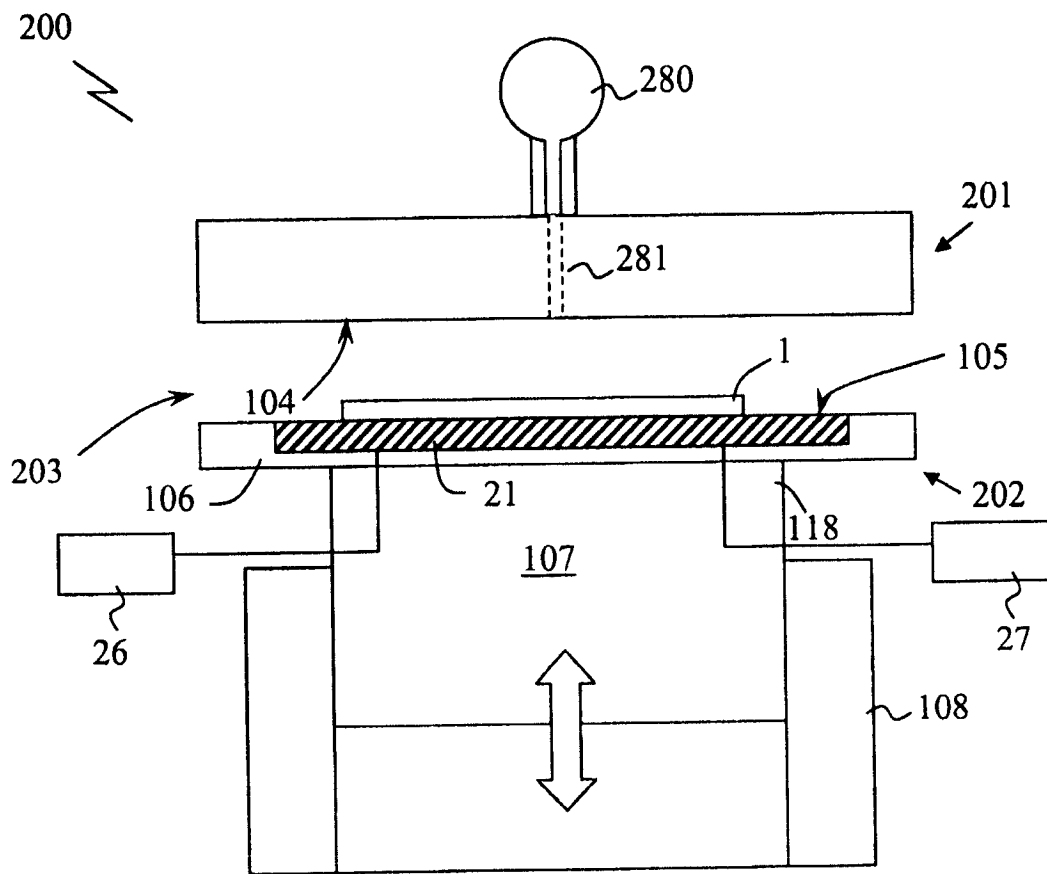


图 28