



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 202206253 A

(43)公開日：中華民國 111 (2022) 年 02 月 16 日

(21)申請案號：110121105

(22)申請日：中華民國 110 (2021) 年 06 月 10 日

(51)Int. Cl.：

B29C35/08 (2006.01)

B29C59/02 (2006.01)

G03F7/00 (2006.01)

B81C1/00 (2006.01)

B82Y30/00 (2011.01)

B82Y40/00 (2011.01)

(30)優先權：2020/07/06

世界智慧財產權組織

PCT/EP2020/068998

(71)申請人：奧地利商 E V 集團 E 塔那有限公司 (奧地利) EV GROUP E. THALLNER GMBH (AT)

奧地利

(72)發明人：達杜斯 安娜 DUDUS, ANNA (PL)；傳柏梅爾 多明尼克 TREIBLMAYR, DOMINIK (AT)

(74)代理人：陳長文

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 49 頁

(54)名稱

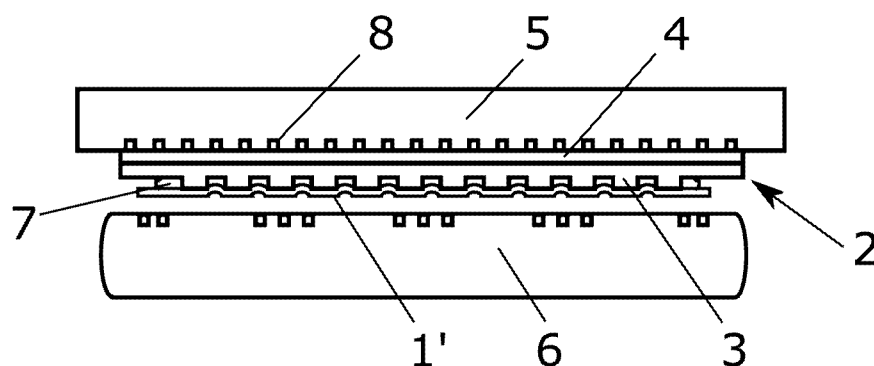
製造微結構及/或奈米結構之方法及裝置

(57)摘要

本發明揭示一種用於製造微結構及/或奈米結構之方法及裝置。

A method and a device for producing micro- and/or nanostructures.

指定代表圖：



【圖3a】

符號簡單說明：

1':基板/產品基板

2:結構化印模

3:印模結構

4:用於穩定之印模載體
基板或背板

5:印模容纳裝置

6:基板容纳裝置

7:壓印材料

8:印模容纳裝置中之真空軌道



202206253

【發明摘要】

【中文發明名稱】

製造微結構及/或奈米結構之方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING MICRO- AND/OR
NANOSTRUCTURES

【中文】

本發明揭示一種用於製造微結構及/或奈米結構之方法及裝置。

【英文】

A method and a device for producing micro- and/or nanostructures.

【指定代表圖】

圖3a

【代表圖之符號簡單說明】

- 1':基板/產品基板
- 2:結構化印模
- 3:印模結構
- 4:用於穩定之印模載體基板或背板
- 5:印模容納裝置
- 6:基板容納裝置
- 7:壓印材料
- 8:印模容納裝置中之真空軌道

【發明說明書】

【中文發明名稱】

製造微結構及/或奈米結構之方法及裝置

【英文發明名稱】

METHOD AND DEVICE FOR PRODUCING MICRO- AND/OR NANOSTRUCTURES

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於製造微結構及/或奈米結構之裝置及方法。

【先前技術】

【0002】 在先前技術中，用光微影及/或藉助壓模微影來製造微結構及/或奈米結構。近年來，壓模微影已被廣泛推廣。藉助壓模微影，可藉由一印模來將微米及/或奈米大小結構壓印成一材料。材料係施加於一基板上之一壓印材料。

【0003】 近年來，此等壓模程序已日益重要，因為其可比諸多光微影程序更快速、更有效及更低成本實施。

【0004】 在沈積壓印材料之後，進行結構化印模相對於基板對準。接著，結構化印模及基板彼此接近。結構化印模之結構形成於壓印材料中。在自壓印材料移除結構化印模之前，固化壓印材料。固化藉由加熱及/或藉由電磁輻射來進行。

【0005】 除經修改或延伸遮罩對準器之外，亦存在已被設計於特殊實施例上且用於特殊實施例之分離壓模設備。此等設備大部分係能夠以更高精度使一印模與基板對準之高精度對準系統。此外，此等設備能夠產生

一真空、具有特殊施配系統及其類似者。

【0006】 壓印技術用硬或軟印模工作。在壓印微影技術中，主要使用所謂之軟印模，其一直係首選。原因在於印模容易製造、壓印程序高效、各自印模材料之非常好的表面性質、低製造成本、壓印產品之再現性及尤其是在壓印及自成型位置移除期間印模可彈性變形。由聚合物(特定而言，具有一微結構或奈米結構表面之一彈性體)製成之一印模在軟微影中用於製造自小於nm直至 $>1000\ \mu\text{m}$ 之範圍內之結構。

【0007】 彈性體印模經製造為一母板之一陰模。母板印模係由金屬、塑膠及/或陶瓷製成之一硬印模，其藉由對應昂貴程序來一次性製造。任何數目個彈性體印模接著可由母板製造。石英之彈性模數共計約100 GPa。比較而言，聚合物(硬及軟聚合物)之彈性模數更小多達幾個數量級，因此，後者相較於石英而指稱「軟」(軟微影)。彈性體印模實現使大表面上之一保形均勻接觸。其相對易於與其母板印模及壓印產品分離。為確保印模與基板良好分離，印模表面具有一儘可能低之表面能。例如，一抗黏著塗層通常係必要或有利的。

【0008】 為實施軟微影程序，可藉由一載體來支撐彈性體印模。例如，當前使用具有不同厚度之玻璃載體基板。當使用厚玻璃基板時，彈性體印模至少部分損失其可撓性。另一方面，印模之可撓性可藉由選擇載體來控制。在壓印程序之後，使用剛性載體一般使印模與基板難以分離。

【0009】 類似地，根據先前技術之薄基板需要一基板載體用於改善處置。已知軟微影程序包含(例如)微接觸及/或奈米接觸印刷(μ/nCP)及奈米壓模微影(NIL)。

【0010】 在奈米壓模印微影之情況中，固化壓印材料可藉由加熱或

藉由UV輻射來進行。在兩者情況中，將結構化印模壓入至壓印材料中。為可實施一高解析度表面結構化，結構化印模及基板藉由壓力來按壓在一起。在UV-NIL之情況中，可以比熱NIL小之接觸壓力工作且程序可在室溫進行。NIL程序中之最重要參數係溫度(尤其在熱NIL之情況中)、壓入壓力及壓印材料與結構化印模之間的黏著性。

【0011】 軟及稍硬印模(特定而言，彈性體印模)可在奈米壓模程序期間藉由施加壓力來變形。此變形係壓力相依的。可預期此等變形在較小結構之情況中具有一較大影響且在較軟印模材料之情況中更顯著。由接觸壓力引起之微結構及奈米結構之變形或扭曲發現於壓印基板上之固化壓印材料中且因此降低壓印程序之品質及再現性。

【0012】 若結構化印模及/或基板太硬，則需要一外部壓力(特定而言，一接觸壓力)來達成具有印模結構之結構化印模與具有壓印材料之基板之間的一保形或無縫接觸。在先前技術中，使用致動器裝置，其包括用於使用用於轉印印模結構且導致正交於基板接觸表面之一力來作用於結構化印模及/或基板之單獨可控或可調節致動器。

【0013】 精確而言，在較大區域之情況中，難以將壓力均勻分佈於整個接觸表面上且補償不規則性。因此，可在壓印中發生一不均勻結構化。

【0014】 印模表面之一可能不均勻性亦影響壓印程序之品質。此外，用壓力壓印期間之氣體夾雜物及與其相關聯之壓印缺陷在先前技術中係已知的。

【0015】 NIL可發生之壓印缺陷係(例如)裂縫、不規則填充之印模結構(即，例如空氣夾雜物)及一不均勻漆層厚度。

【0016】 不普遍之毛細力微影(CFL)亦為軟微影程序之一者且基於在無外部壓力的情況下使用毛細力來填充印模結構。在Adv. Funct. Mater. ((2002) 12: 405-413)中，由人名命名之H. H. Lee詳細描述CFL。使彈性體印模與基板保形接觸。然而，為填充空腔，壓印材料必須具有一非常低黏度。因此，CFL以較高溫度實施及/或壓印材料中之溶劑比例較高且通常需要一溶劑氣氛。在CFL中幾乎只使用純PDMS作為一印模材料，因為PDMS可滲透溶劑及氣體。在用PDMS印模壓印期間，在毛細力之作用下填充空腔且來自壓印材料之溶劑可擴散通過PDMS印模而逸出。環氧樹脂材料SU-8已被確立為CFL之壓印材料。諸如溶劑型程序中PDMS之溶脹及熱型程序中之顯著膨脹之問題意謂CFL僅在實驗室規模上實施且使用壓模設備之工業實施係未知的。此外，壓印材料在CFL中通常熱交聯。

【0017】 例如，在US 7,442,336 B2中，詳細說明一種用於使用一壓印材料來壓印一基板之裝置及方法，其中使基板及印模緩慢一起靠近至一界定距離，使得中間空間歸因於毛細力而填充有壓印材料。外力保持儘可能小，其取決於壓印材料之性質、待壓印層之厚度及基板表面之大小。

【0018】 在US 8,871,048 B2中，使用一可撓彈性體印模，使得外部壓力可保持儘可能低。

【0019】 毛細管微成型(MIMIC)亦使用毛細力來製造具有PDMS印模之結構。然而，在MIMIC中，將具有一凸紋結構之一PDMS印模按壓至一基板上。因此，三維結構化空心部產生於印模與基板之間。將單體溶液施加於印模之前面上，其接著自發填充毛細管。在固化之後，印模可自基板移除。聚合物之三維結構留在基板上。

【0020】 在先前技術中，軟印模之彈性性質導致微結構及奈米結構之變形或扭曲特別成問題。由接觸壓力引起之微結構及奈米結構之變形及扭曲發現於壓印基板上之固化壓印材料中且因此降低壓印程序之品質及再現性。

【0021】 軟印模可在奈米壓模程序期間由於施加壓力而變形。特定而言，此變形係壓力相依的。此外，用壓力壓印時之氣體夾雜物及與其相關聯之壓印缺陷在先前技術中係已知的。

【0022】 若結構化印模及/或基板太硬，則需要一外部壓力(即，接觸壓力)來達成結構化印模與具有壓印材料之基板之間的一保形、無縫接觸。因此，可產生壓力相依變形，其降低壓印程序之品質。

【0023】 因此，本發明之問題係詳細說明一種裝置及方法及一種基板，其至少部分消除(特定而言，完全消除)先前技術中所提及之缺點。

【發明內容】

【0024】 此問題使用獨立技術方案之特徵來解決。本發明之有利發展在附屬技術方案中給出。[實施方式]、申請專利範圍及/或圖式中給出之至少兩個特徵之所有組合亦落於本發明之範疇內。在所述值範圍內，位於所述限值內之值亦被視為揭示為限制值且可依任何組合主張。只要相對於裝置所揭示之特徵亦可被視為方法之特徵，則後者亦應適用於根據方法，且反之亦然。

【0025】 在下文中，結構化及壓印應被理解為意謂微結構及/或奈米結構之製造。特定而言，壓印中不應發生接觸壓力。

【0026】 本發明描述一種用於製造微米及/或奈米大小結構之方法及裝置。本發明尤其基於藉由使用非常薄(特定而言，可撓)基板且使用毛細

力來解決前述製造技術問題之理念。在壓印材料與結構化印模之間接觸之後，較佳地藉由至少一可控固定元件來至少部分取消基板之固定，因此較佳地開始壓印程序。

【0027】 因此，本發明尤其係關於一種用於在不使用一外部壓力或壓印程序中結構化印模與壓印材料之無接觸壓力的情況下使結構化印模與壓印材料保形接觸之方法及裝置。

【0028】 因此，本發明係關於一種用於製造微結構及/或奈米結構之方法，其具有依以下序列之至少以下步驟：

- a) 將具有壓印材料之基板固定於一基板容納裝置上，
- b) 使一結構化印模與一壓印材料接觸，
- c) 至少部分取消基板之固定，
- d) 固化壓印材料，
- e) 自結構化印模移除壓印材料。

【0029】 此外，本發明係關於一種使用上述方法來製造微結構及/或奈米結構之裝置，其中具有一壓印材料之一基板可固定於一基板容納裝置上，且其中一結構化印模可與壓印材料接觸，且其中基板之固定可至少部分取消，且其中壓印材料可固化，且其中壓印材料可自結構化印模移除。

【0030】 此外，本發明係關於一種具有微結構及/或奈米結構之製品，其中微結構及/或奈米結構使用根據本發明之一方法且使用根據本發明之一裝置來製造。

【0031】 在本發明之一較佳實施例中，規定基板係可撓的且可因此適於與結構化印模至少部分保形，特定而言，在取消固定之後或在壓印材料之結構化期間。特定而言，基板具有一小厚度及/或由一部分可撓材料

組成，使得在製造期間，其可有利地部分呈現結構化印模之結構。基板亦可不適於或完全適於結構化印模。在壓印材料固化之後，具有固化壓印材料之基板尤其形成一單元。因此，基板可有利地輔助壓印程序且防止壓印缺陷。此外，薄可撓基板可在製程期間變形。特定而言，基板可藉由毛細力之作用來依一保形方式朝向結構化印模有利地吸引且藉此變形。另外，製造期間之較佳均勻接觸由可撓性實現。基板之可撓性在無壓印缺陷的情況下有利地實現仔細且均勻壓印。藉由取消固定來有利地獲得一額外自由度，因此薄且可撓基板(特定而言，歸因於毛細力之作用)依一所要方式輔助製程。在取消固定之後，基板自由地位於基板容納裝置上。歸因於壓印材料及基板朝向結構化印模吸引，亦可設想基板尤其藉由毛細力來自基板容納裝置部分或完全剝離。特定而言，歸因於基板之可撓性，無需外部壓力來將結構轉印至壓印材料。因此，特定而言，基板可補償不規則性，使得壓印程序之品質進一步提升。

【0032】 在本發明之另一有利實施例中，規定在至少部分取消基板之固定之後，使基板自基板容納裝置至少部分拆離，特定而言，藉由基板容納裝置及基板相對移動及/或藉由基板容納裝置及一印模容納裝置相對移動及/或藉由毛細力。特定而言，拆離可導致基板與基板容納裝置之間產生一間隔。然而，亦可設想取消固定不導致基板拆離或產生一間隔。此外，亦可在至少部分取消固定之後尤其藉由致動器來產生基板與基板容納裝置之間的一間隔。接著，由致動器產生之間隔有利地適於程序，特定而言，適於材料性質。尤其歸因於表面張力及毛細力，基板繼續黏著至壓印材料或朝向結構化印模吸引，因此亦有利地產生基板之一自由度。對應於基板容納裝置相對於印模容納裝置之配置，進一步力(特定而言，重力)可

在壓印程序期間作用。特定而言，亦可在接觸期間部分產生間隔，特定而言，藉由歸因於作用於壓印材料之毛細力而施加至基板之一吸力。然而，較佳地，一間隔直至至少部分取消固定之後才產生。由於間隔，可有利地提高壓印程序(特定而言，同時及/或並行實施之複數個壓印步驟)之再現性及效率。另外，基板能夠變形且由於所獲得之自由度而適於結構化印模。特定而言，因此可防止壓印缺陷。

【0033】 在本發明之另一有利實施例中，規定結構化印模係一硬印模或一軟印模。特定而言，結構化印模可包括一軟或硬壓印結構。特定而言，一硬印模應被理解為意謂一母板印模。因此，可使用製程(特定而言，藉由選擇適合程序參數及技術適合製造材料)來高效且具成本效益地製造軟印模及微結構及/或奈米結構。此外，可藉由適當選擇結構化印模來防止結構化印模(特定而言，結構化印模之壓印結構)之一變形且可進行均勻且可再現壓印。

【0034】 在本發明之另一有利實施例中，規定在無壓力及/或無接觸壓力的情況下(特定而言，藉由毛細力)結構化壓印材料。因此，可有利地減少(特定而言，防止)結構化印模之一變形。此外，因此增加壓印程序之再現性且可防止壓印缺陷。另外，方法更高效且更具成本效益。在無外部壓力的情況下有利地製造結構可有利地改良壓印材料在固化之後的材料性質，諸如(例如)強度值或表面性質。另外，可在拆離之後有利地固持基板。方法之優點亦用於製造微結構及/或奈米結構，因為結構之大小越小，毛細力作用越強。因此，可在無機械壓力的情況下實施壓印，其中壓印材料由結構有利地接收且可因此尤其適於結構。有利地，當壓印材料及結構化印模進行接觸時，僅需要觸碰或濕潤結構化印模(特定而言，一壓

印結構表面)。

【0035】 在本發明之另一有利實施例中，規定具有壓印材料之基板藉由配置於基板容納裝置中之一可控固定元件(特定而言，藉由真空及/或負壓)來固定於基板容納裝置上，及/或固定由至少一可控固定元件取消(特定而言，藉由切斷負壓及/或藉由產生一超壓)。至少一固定元件可將基板有利地固定於基板容納裝置上，特定而言，將其固定於特定點處。特定而言，固定元件可為任意配置或設定至基板容納裝置表面中之真空軌道，特定而言，呈一圓形或螺旋形狀。固定元件可較佳地產生一超壓及/或負壓。特定而言，由其引起之力可任意引入至基板上(特定而言，在面向基板容納裝置之基板之側上)。特定而言，因此可產生(例如)基板之一曲率。基板藉由一負壓來固定於(例如)基板容納裝置之邊緣處且一超壓藉由其他固定元件來產生，其中基板尤其在中心有利地提升。依此方式，可尤其在接觸期間調整接觸點。另外，至少一固定元件可藉由一技術有利且控制之部分固定或取消固定來有利地防止壓印缺陷(特定而言，氣體夾雜物)。在取消固定期間，固定元件亦可依一特定序列個別地及/或成組地釋放基板。因此，可有利地開始(特定而言，在特定區域中開始)製造結構。固定元件經較佳地建構使得自結構化印模取消具有固化壓印材料之基板可由固定元件輔助。一壓印程序可由固定元件有利地開始。在釋放或鬆開基板期間，特定而言，毛細力可有利地作用於壓印材料及/或基板。藉由固定元件，尤其實現基板之一仔細且均勻製造。另外，移除基板亦可依一尤其仔細且有利方式實施。基板容納裝置及基板較佳地具有一晶圓之形狀。

【0036】 在本發明之另一有利實施例中，規定基板之固定及基板之固定之至少部分取消受控(特定而言，藉由控制至少一可控固定元件)，使

得在使結構化印模與壓印材料接觸之後結構化壓印材料及/或釋放或拆離基板在一特定時間進行。至少一固定元件較佳地由一控制單元控制且因此有利地影響取消基板固定之時間及因此影響基板之拆離或時間或釋放。特定而言，可規定取消固定由複數個可控固定元件開始於不同點處。特定而言，因此可有利地控制取消固定之時間及位置。控制單元較佳地取決於值(特定而言，由感測器提供之值)而控制至少一固定元件。

【0037】 在本發明之另一有利實施例中，規定結構化印模依使得在至少部分取消固定之後壓印材料及/或基板在無外部壓力的情況下依一保形方式適於或吸引朝向結構化印模(特定而言，藉由毛細力)之一方式建構。結構化印模(特定而言，結構化印模之壓印結構)依使得結構有利地轉印至壓印材料之一方式建構(特定而言，藉由毛細力)。特定而言，結構化印模之接觸表面(其在接觸期間觸碰壓印材料)經建構使得尤其可在整個區域上均勻接觸。有利地，結構化印模之壓印結構之結構或凹部及/或突起經配置使得結構化可在無壓力的情況下進行。特定而言，待轉印之壓印結構經建構使得在取消固定之後，基板可適於與結構保形。有利地，結構化印模亦經設計用於一有利容易移除。特定而言，結構化印模或壓印結構可重複使用。因此，製程可藉由使用相同結構化印模來連續高效且重複實施。

【0038】 在本發明之另一有利實施例中，規定在接觸之後及/或在至少部分取消固定之後，基板由壓印材料(特定而言，藉由毛細力及/或表面張力)固持。因此，在取消固定之後，基板歸因於結構化印模上之壓印材料而至少部分黏著。特定而言，歸因於作用於壓印材料之毛細力，可發生基板自基板容納裝置拆離。由於釋放基板或由於取消固定，基板繼續固

持，其中基板可有利地適於結構化印模。特定而言，基板可經有利地自由且均勻地適於壓印結構。另外，因此可補償不規則性。特定而言，存在之任何氣體夾雜物可逸出。有利地，壓印程序之品質因此提升。

【0039】 在本發明之另一有利實施例中，規定微結構及/或奈米結構彼此上下製造成複數個層及/或在一分步重複程序中彼此並排製造。特定而言，重複實施一多層構建，直至基板所需之最小可撓性不再存在。因此，可更高效且更具成本效益地實施程序。此外，可彼此上下製造不同層。另外，複數個功能結構可在一恆定壓印程序中製造於一大區域上或彼此並排製造。因此，可使用方法高效製造最多樣化產品(特定而言，結構化膜)。特定而言，可有利地重複使用結構化印模，因為在無接觸壓力的情況下，結構化印模之電阻增大或結構化印模可在複數個壓印步驟中使用。

【0040】 在本發明之另一有利實施例中，規定基板之厚度介於1 μm 至2000 μm 之間，較佳地介於10 μm 至750 μm 之間，更佳地介於100 μm 至500 μm 之間。基板之可撓性可透過使用較薄基板增大。因此，基板可仍較佳地適於壓印結構且可補償不規則性。此外，更多層可彼此上下製造，因為所需可撓性在更多壓印步驟中提供。

【0041】 在本發明之另一有利實施例中，規定壓印材料之黏度總計小於100,000 cP，較佳地小於10,000 cP，更佳地小於1000 cP，最佳地小於500 cP。透過使用具有一較低cP值之一壓印材料(特定而言，固持基板)，可改良毛細力之作用及對基板之壓印結構及/或壓印材料之保形適應。此外，一低cP值有利於補償不規則性。另外，依最佳方式利用基板之可撓性且因此達成一提升壓印品質。藉由壓印材料之一適合黏度，可有利

地調整壓印材料之壓印行為及尤其是基板之固持。

【0042】 在本發明之另一有利實施例中，規定結構化印模包括一壓印結構及/或塗佈有一壓印結構。因此，壓印印模本身可包括壓印結構或塗佈有一壓印結構，特定而言，個別地適於壓印程序。因此，可有利地調整壓印行為。特定而言，可藉由不同壓印塗層來針對程序個別地調整結構之製造。可(例如)用一壓印印模來轉印不同壓印結構，特定而言，在一分步重複程序中。

【0043】 在本發明之另一有利實施例中，規定用於製造微結構及/或奈米結構之裝置可尤其實施上述程序，其中具有一壓印材料之一基板可固定於一基板容納裝置上，且其中一結構化印模可與壓印材料接觸，且其中基板之固定可至少部分取消，且其中壓印材料可固化，且其中壓印材料可自結構化印模移除。裝置可有利地製造微結構及/或奈米結構，特定而言，在無額外壓力的情況下。因此，壓印程序之品質提升。

【0044】 在本發明之另一有利實施例中，規定裝置進一步包括用於量測壓力、距離及/或溫度之一或多個感測器及/或用於調整印模容納裝置及/或基板容納裝置之一或多個致動器及一控制單元，其中控制單元控制至少一固定元件及/或至少一致動器，特定而言，取決於由至少一感測器量測之一值，其中結構化印模相對於具有壓印材料之基板之一相對移動(特定而言，結構化印模與基板之間的一間隔之產生或減小)可依使得接觸可尤其在無壓力的情況下實施之一方式實施。特定而言，規定控制單元基於感測器值藉由觸發致動器來引起結構化印模表面(特定而言，壓印結構表面)之一接觸。因此，在無額外接觸壓力的情況下接觸可有利地進行。用於產生間隔之致動器可配置於任何組件上或可與任何組件接合，較佳地

與基板容納裝置及/或印模容納裝置接合。因此，可有利地確保製造微結構及/或奈米結構依最佳方式實施。另外，控制單元依使得由固定元件固定基板在自成型位置拆離及移除期間有利地實施之一方式組態，特定而言，取決於感測器值。此具有程序品質提升且壓印缺陷可避免之優點。

【0045】 在本發明之一非較佳實施例中，規定裝置之控制單元藉由觸發可經單獨控制之致動器來引起與額外接觸壓力接觸。用於轉印正交於基板接觸表面之印模結構之合力 $<500\text{N}$ 。結構化印模可(例如)位於呈晶圓形式之整個區域上，或替代地尤其在一分步重複程序中可具有小於待壓印之基板之一界定區域。用於轉印正交於基板接觸表面之印模結構之合壓力尤其小於 50 N/mm^2 ，較佳地小於 25 N/mm^2 ，更佳地小於 10 N/mm^2 ，最佳地小於 1 N/mm^2 ，且最優先選擇小於 0.1 N/mm^2 。

【0046】 與先前技術中所描述之基板相比，本發明中之基板非常薄。無載體基板用於穩定基板(或產品基板)，或載體基板或載體板或載體膜本身係薄且可撓的。因此，待壓印之基板非常可撓，尤其經可撓安裝。

【0047】 用一結構化印模(較佳地一彈性體結構化印模，較佳地用呈晶圓形式之一結構化印模)來實施微壓模及/或奈米壓模程序。結構化印模與較佳地在整個區域上預塗漆之一基板接觸，尤其與提供於基板上之壓印材料接觸。

【0048】 結構化印模及基板各固定於一壓模設備之一容納裝置上。基板固定於基板容納裝置上較佳地藉助一真空或負壓來進行。在一對準之後，基板與結構化印模之接觸表面在全區域上接觸。一旦結構化印模與基板接觸，則固定自塗佈有壓印材料之基板釋放，尤其藉由中斷真空。透過毛細力之作用，薄可撓基板依一保形方式朝向結構化印模吸引。由於基板

之可撓性及透過拆離基板獲得之自由度，基板可變形且適於結構化印模。因此，在壓印期間實現均勻接觸。

【0049】 基板及基板印模使用其等之間的壓印材料藉由毛細力來固持在一起。為此，至少基板(較佳地，基板及結構化印模)必須具有一高度可撓性。由於壓印材料之黏度，結構化印模之中間空間亦歸因於毛細作用而由壓印材料完全填充。

【0050】 歸因於使用毛細力，在壓印或製造微結構及/或奈米結構期間無需額外外部壓力及/或基板與該結構化印模無需接觸壓力。因此，避免(特定而言，防止)由接觸壓力引起之結構化印模之結構變形。

【0051】 特定而言，毛細力應被理解意謂由表面張力及/或界面張力引起之力。毛細上升及毛細下降可尤其在製造期間使用。進一步力亦可在製造中發生，例如黏著力及重力。歸因於小微結構及/或奈米結構，可有利地利用以下事實：結構之大小越小，毛細力或毛細壓力之作用越大。

【0052】 基板之可撓性可補償結構化印模及/或基板之不規則性且亦防止進一步壓印缺陷(例如由空氣夾雜物引起之壓印缺陷)，因此壓印程序之品質非常高。

【0053】 透過使用毛細力，在壓印期間尤其無需額外外部壓力及/或基板與印模無需接觸壓力。因此，有利地簡化裝置及壓印程序，因為無需致動器裝置用於轉移力。

【0054】 由於基板之可撓性及歸因於無外部壓力的情況下接觸之後拆離基板而獲得之自由度，基板可經變形且可尤其適於結構化印模。

【0055】 可在壓印期間進行一均勻保形接觸。因此，在不存在由壓印及隨後固化期間不接觸或不良接觸之區引起之壓印間隙的情況下獲得非

常好壓模。

【0056】 所提出之發明防止由接觸壓力引起之結構化印模之微結構及/或奈米結構變形。

【0057】 壓印材料之黏度較佳地介於1 cP至100,000 cP之間，使得壓印材料或壓印漆之一廣泛選擇及使用基板、印模材料及壓印材料之最佳組合之一程序最佳化係可行的。

【0058】 特定而言，壓印材料不必具有一低黏度。特定而言，無需一溶劑氣氛。

【0059】 可尤其以環境壓力(例如在一空氣或一惰性氣體氣氛下)實施接觸及壓印。亦可設想其他(特定而言，可控)程序壓力。

【0060】 特定而言，可以室溫及高溫實施接觸及壓印。

【0061】 所描述之方法有利地實現一高產量且可尤其降低每製造單位之單位成本。

【0062】 週期性及非週期性微結構及奈米結構之壓印係可行的。

【0063】 有利地，一精確對準並非絕對必要。在接觸之前基板與結構化印模之對準度(例如僅粗略地或精細地使用高精度對準系統)可針對各情況而變動。

【0064】 可在所描述之方法中使用不同類型之可撓基板。

【0065】 可使用平滑表面及/或使用粗糙表面來實施壓印或製造。粗糙度可針對各情況而變動。

【0066】 可尤其使用平坦表面及/或使用彎曲印模表面來實施壓印或製造。由於基板之可撓性及歸因於在無外部壓力的情況下接觸之後拆離基板之遷移率，基板可變形且適於印模。

【0067】 可使用導電及非導電UV可固化壓印材料兩者。

【0068】 可使用導電及非導電可熱固化壓印材料兩者。

【0069】 使用所提出之發明，可實施多層壓印程序。一可撓基板之一第一已壓印且固化層可在一進一步步驟中再次使用一第二壓印材料塗佈，接著再次壓印及固化第二壓印材料。特定而言，只要仍存在一足夠基板可撓性，即可設想製造進一步層。此外，複數個壓印步驟可彼此並行及/或並排實施，且與先前各情況中所製造之基板組合。

【0070】 在所描述之方法中，可根據需要來變動基板上之壓印材料之厚度，使得可壓印或製造薄及較厚壓印材料層兩者。

【0071】 使用所提出之發明，可製造兩個工作印模用於壓模微影且亦可壓印一般不同類型之壓印材料(其可藉由加熱或藉由電磁輻射(特定而言，UV輻射)來固化)用於結構化基板。較佳地使用UV可固化壓印材料。

【0072】 所提出之發明可尤其用於製造以下產品：

- 1D、2D及/或3D繞射光學元件(DOE)，
- 微流體組件，
- 透鏡及透鏡系統，
- 菲涅爾(Fresnel)透鏡，
- 生物醫學元件，
- 偏振器，
- 奈米結構化電極，
- IR波導體，
- 用於虛擬實境應用之角度光學器件，
- 光纖連接，

- 用於壓模微影之工作印模，
- 及其他。

【0073】 毛細作用尤其由液體本身之表面張力或液體與固體表面之間的界面張力引起。毛細力出現於固體表面與液體之間或存在特別少量液體時固體之間的相互作用中。液體分子之間的內聚力及液體分子與基板及基板印模之表面之間的黏著力(歸因於其等之間具有一壓印材料之塗層)促成以下事實：兩個表面在接觸之後保持接觸，尤其在無外力之作用下。有利地使用薄可撓基板，使得毛細力具有一對應強作用且基板依一保形方式朝向結構化印模吸引。

【0074】 一進一步態樣係：一旦結構化印模與基板接觸，則拆離薄塗佈基板。塗佈有壓印材料之基板之固定尤其藉由釋放固定(例如藉由中斷真空)來釋放。

【0075】 歸因於毛細力之作用，薄可撓基板保持依一保形方式連接至結構化印模。

【0076】 由於基板之可撓性及歸因於基板自基板容納裝置拆離而獲得之自由度，基板可變形且適於結構化印模。因此，在壓印期間實現均勻接觸。

【0077】 由於保形接觸，結構化印模之中間空間尤其由於壓印材料之黏度且亦歸因於毛細作用而完全填充。毛細壓力尤其取決於結構之大小。

【0078】 結構越小，毛細壓力越大。較低nm範圍(≤ 50 nm)內之一高解析度結構化係可行的，因為毛細壓力在此範圍內最大。

【0079】 此外，有利地防止由在壓印程序期間使用外部接觸壓力引

起之壓印缺陷。

方法

【0080】 與先前技術中之基板相比，基板非常薄。無載體基板用於穩定基板(或產品基板)，或載體基板或載體板或載體膜本身係薄且可撓的。因此，待壓印之基板非常可撓。

【0081】 用一結構化印模(較佳地一彈性體印模，特定而言，呈晶圓形式)來實施微壓模及/或奈米壓印程序。使結構化印模與較佳地在整個區域上預塗漆之一基板接觸。

【0082】 特定而言，結構化印模及基板各固定於一壓模設備之一容納裝置上。基板固定於基板容納裝置上較佳地藉助一真空或負壓來進行。在一對準之後，基板及結構化印模之接觸表面在整個區域上接觸。一旦結構化印模與基板接觸，則固定尤其藉由中斷真空來自塗佈有壓印材料之基板釋放。釋放程序可作用於整個區域上或沿一預界定歷程。對應地控制固定元件。

【0083】 若在進行接觸之後基板在整個區域上自容納裝置拆離，則基板歸因於透過存在於基板與結構化印模之間的壓印材料作用之毛細作用(毛細力)而繼續黏著至結構化印模。根據本發明，無需額外外部壓力用於成功壓印或製造。

【0084】 歸因於毛細力之作用，薄可撓基板依一保形方式朝向印模吸引。由於基板之可撓性及歸因於拆離基板而獲得之自由度，基板可變形且適於印模。因此，在壓印期間實現均勻接觸。

【0085】 基板及結構化印模歸因於毛細力使用其等之間的壓印材料來固持在一起。為此，至少基板必須具有一高度可撓性。特定而言，由於

壓印材料之黏度，結構化印模之中間空間歸因於毛細作用而由壓印材料完全填充。

【0086】 因此，所提出之發明防止由接觸壓力引起之結構化印模之結構變形。此外，基板之可撓性可補償印模及/或基板之不規則性且亦防止進一步壓印缺陷(例如由空氣夾雜物引起之壓印缺陷)，因此壓印程序之品質非常高。

【0087】 在使薄基板適應結構化印模及變形期間，存在於基板與結構化印模之間的氣體(特定而言，空氣或惰性氣體)可經推出使得壓印可在無氣體夾雜物的情況下進行。可尤其藉由固持或固定基板之固定元件之一調節釋放來防止夾雜空氣或其他氣體。基板之一有利拆離可尤其藉由固定元件處之一單一釋放(特定而言，沿晶圓表面之一集中釋放)來進行。

【0088】 在壓印材料固化之後，可視需要使用一真空將基板再次固定於容納裝置上，使得可進行自成型位置移除。

【0089】 用於使用微結構化及/或奈米結構化之一結構化印模來壓印薄可撓基板之根據本發明之方法尤其包括尤其依以下序列之以下步驟：

a) 將基板及結構化印模固定於對應容納裝置上；

b) 將壓印材料施加於基板上；

c) 粗糙及/或精細調整基板及結構化印模；

d) 藉由使具有壓印材料之基板與結構化印模接觸，尤其藉由基板容納裝置及/或印模容納裝置相對移動來開始壓印程序，使得基板藉由毛細作用來朝向結構化印模吸引且產生一保形接觸。

e) 一旦進行接觸，則自基板容納裝置上之可撓基板釋放固定。由於因此獲得之自由度，可撓基板可變形且適於結構化印模。

f) 固化壓印材料；

g) 將壓印基板重新固定於基板容納裝置上且自成型位置移除結構化印模及基板。

【0090】 壓印較佳地在基板及結構化印模之接觸表面與壓印材料接觸之後且因此在尤其透過拆離基板施加毛細力之後開始。

【0091】 在釋放之後，薄基板尤其不再經受至容納裝置之任何固定且可因此適於結構化印模。

【0092】 接觸較佳地描述整個區域上之接觸。替代地，接觸可自邊緣或中間進行。在根據本發明之一進一步實施例中，為逐點接觸，藉由彎曲構件來實施彎曲結構化印模及/或基板。可有利地尤其由受控固定元件輔助接觸。

【0093】 在另一實施例中，實施一分步重複程序。在分步重複程序中依使得一重複結構施加於一壓印輥之圓周處之一方式使用結構化印模。規定裝置包括用於固化壓印基板之固化構件，特定而言，逐區段，較佳地使用與分步重複程序對應之區段，尤其對應於結構化印模之一印模區域。

基板、結構化印模及壓印材料

【0094】 尤佳地，基板及/或基板印模可撓以實現整個基板表面或結構化印模表面上之一保形接觸。在一較佳實施例中，基板非常薄，使得提供一有利可撓性。無載體基板用於穩定基板，或載體基板或載體板或載體膜本身係薄且可撓的。因此，待壓印之基板非常可撓。薄基板固定於一容納裝置上，使得促進處置。

【0095】 基板可具有任何形狀，較佳地圓形、矩形或正方形，更佳地呈晶圓形式。基板之直徑總計超過2英寸，較佳地超過4英寸，更佳地超

過6英寸，更佳地超過8英寸，最佳地超過12英寸。特定而言，一基板應被理解意謂一品圓。

【0096】 基板之厚度尤其介於1 μm 至2000 μm 之間，較佳地介於10 μm 至750 μm 之間，更佳地介於100 μm 至500 μm 之間。

【0097】 結構化印模可具有任何形狀，較佳地圓形、矩形或正方形，更佳地呈晶圓形式。結構化印模之直徑較佳地與基板之直徑基本一致。

【0098】 為實施軟微影程序，將彈性體結構化印模用作標準、較佳地UV透射聚合物印模。

【0099】 用於UV-NIL之透明彈性體結構化印模由(例如)以下聚合物製成：諸如聚二甲基矽氧烷(PDMS)之聚矽氧、聚有機倍半矽氧烷(POSS)、全氟聚酯(PFPE)、聚四氟乙烯(PTFE)、聚乙烯醇(PVA)、聚氯乙烯(PVC)、乙烯四氟乙烯等等。複數個材料及複數個層系統之組合係可行的。

【0100】 結構化印模較佳地固定於一載體(英語：backplane)(特定而言，一板，最佳地一玻璃載體)上。用於載體之進一步可設想材料係聚合物及/或金屬。特定而言，載體亦可為一印模載體基板。

【0101】 在其壓印側處，結構化印模尤其具有較佳地分佈於壓印側之整個壓印區域上(特定而言，規則地配置)之複數個壓印結構。壓印印模之個別結構之尺寸介於微米及/或奈米範圍內。特定而言，個別結構之尺寸小於20 μm 。特定而言，個別結構之尺寸介於0.1 nm至20 μm 之間，較佳地介於1 nm至10 μm 之間，更佳地介於1 nm至5 μm 之間，更佳地介於1 nm至2 μm 之間。

【0102】 結構化印模可包括位於面向待處理之基板表面之側上之一正及/或負輪廓。結構化印模亦可包括具有不同尺寸之壓印結構。

【0103】 在一替代實施例中，結構化印模由諸如(例如)玻璃、石英或二氧化矽之硬UV透射材料製成。在此實施例中，基板尤其必須具有所需薄層厚度及可撓性。在一進一步實施例中，結構化印模由諸如(例如)矽、半導體材料或諸如Ni或Ti之金屬之硬材料製成。

【0104】 特定而言，壓印材料藉由化學及/或物理程序來固化。特定而言，壓印材料藉由電磁輻射及/或藉由溫度來固化。

【0105】 固化較佳地藉由電磁輻射(尤佳地藉由UV輻射)來進行。在此情況中，若壓印材料將自結構化印模側固化，則結構化印模較佳地透射所需電磁輻射。

【0106】 在背離壓印結構之結構化印模之側處，較佳地配置一對應輻射源。因此，結構化印模尤其透射5000 nm至10 nm之間、更佳地1000 nm至100 nm之間、更佳地700 nm至200 nm之間、最佳地500 nm至250 nm之間的一波長範圍。

【0107】 結構化印模之光學透明度大於0.01%，較佳地大於20%，更佳地大於50%，最佳地大於80%，且最優先選擇大於95%。

【0108】 壓印材料之黏度較佳地介於1 cP至100,000 cP之間，使得壓印材料/壓印漆之一廣泛選擇及使用基板、印模材料及壓印材料之最佳組合之一程序最佳化係可行的。特定而言，黏度小於100,000 cP，較佳地小於10,000 cP，更佳地小於1000 cP，最佳地小於500 cP。

【0109】 特定而言，壓印材料塗佈於整個區域上或作為液滴依界定距離施加於基板或結構化印模上。壓印材料較佳地施加於基板上。施加壓

印材料可在固定基板之前或固定基板之後進行。根據本發明，亦可使用更多壓印材料或更多液滴來界定區域，其取決於結構化印模之拓撲或取決於結構之大小。可(例如)使用可配置於結構化印模與基板之間的具有一噴嘴之一計量裝置來實施施加壓印材料。

【0110】 在另一實施例中，本發明可結合諸如(例如)旋塗程序之既存工業塗佈程序使用。塗佈可在一單獨模組中與壓印程序分開實施。因此，基板之塗佈係快速、無缺陷、在全區域上、無粒子及標準化的。特定而言，因此導致產量優點及成本降低。

裝置

【0111】 特定而言，本發明係關於所描述之方法及一種用於將一結構(特定而言，一微結構或一奈米結構)自一較佳地UV透射之結構化印模轉印至一基板之一平坦側上(特定而言，塗佈於全區域上)之裝置，其中一基板固持器在一基板容納表面及結構化印模之一結構化表面上容納基板，其可與基板接觸表面平行對準且可配置成與基板接觸表面對置。

【0112】 裝置可較佳地安裝於可相對於周圍環境氣密密封之一處理室中。因此，能夠抽空處理室及/或使處理室與一任意氣體或氣體混合物通氣。處理室可經抽空至壓力小於1巴，較佳地小於10毫巴，更佳地小於5毫巴。

【0113】 在一較佳實施例中，根據本發明之方法以環境壓力(例如，在一空氣或一惰性氣體氣氛下)進行。

【0114】 特定而言，處理室可充滿任何氣體或氣體混合物。此在壓印不意欲於一真空下進行時尤其有利。摒棄真空之一可能但非唯一原因係壓印材料在低環境壓力處之一高揮發性。以高蒸汽壓為特徵之輕微揮發性

可決定性造成處理室之污染。

【0115】 接著，所採用之氣體應儘可能少與壓印材料相互作用。尤佳地，充滿不與壓印材料相互作用之一惰性氣體。

【0116】 可以室溫及高溫實施接觸及壓印。根據本發明之設備具有適合於溫度調節及加熱之構件。

【0117】 在另一實施例中，基板與結構化印模之接觸尤其關鍵，因為此處可產生缺陷且無法滿足一可再現調整準確度。裝置可(例如)藉助SVA (Smart®View Alignment)方法結合彼此上下之不同層之高精度對準、經調整壓印等等使用。在基板及(奈米)結構化印模之對準接觸表面接觸之關鍵步驟中，期望小於100 μm 之一更準確調整準確度或偏移，尤其小於10 μm ，較佳地小於1 μm ，最佳地小於100 nm，且最優先選擇小於10 nm。

【0118】 基板及結構化印模在所描述之裝置中依一對準方式放在一起，使得一微壓模及/或奈米壓模壓印程序之接近及調整依一受控方式實施。根據專利說明書EP2612109B1，裝置較佳地包括用於印模對準平行與基板之間的一無接觸楔形誤差補償之一系統，其中接近構件用於使一第一表面在橫向於容納裝置之容納表面之一平移方向(T)上朝向一第二表面接近，直至在最終位置中。

【0119】 在另一實施例中，一粗略對準係足夠的。特定而言，無需一準確對準，因為薄基板可歸因於其可撓性及歸因於自基板固持器拆離之給定遷移率而適於結構化印模。

【0120】 基板及結構化印模固定於一容納裝置(英語：chunk)上。特定而言，用於固持及固定之一平坦容納表面或固持表面決定容納裝置。基

板及結構化印模之容納裝置較佳係一真空樣本固持器。亦可設想使用一靜電樣本固持器、使用磁性或電固定之一樣本固持器、具有一可變黏著性或具有適合機械夾持之一樣本固持器。

【0121】 在一較佳實施例中，基板及結構化印模藉由一負壓或真空來固定於其中銑削真空軌道之一平坦硬化表面上。基板容納裝置在整個表面上或表面之外區上具有真空軌道。負壓通道較佳地同心(特定而言，呈一圓形形狀)運行至容納裝置之一中心Z，特定而言，圍繞整個圓周。因此，有利地達成一特別均勻固定。

【0122】 容納裝置(特定而言，基板容納裝置)僅在表面之外區上較佳地具有真空軌道，使得基板僅部分固定，特定而言，在邊緣處。特定而言，存在自容納裝置完全釋放基板及/或結構化印模之可能性。為此，撤銷容納裝置之固定(特定而言，保持真空)。使用用於固定之一負壓來作用之固定元件亦可使用用於拆離基板之一超壓來作用。根據一有利實施例，容納裝置可包括一第二真空區以確保基板在壓印及固化程序之後固定於整個區域上。

【0123】 若固定元件提供為真空元件，則其可產生一壓力小於1巴，較佳地小於0.1毫巴，更佳地小於0.01毫巴，最佳地小於0.001毫巴，且最優先選擇小於0.0001毫巴。特定而言，可個別地或成組地控制固定元件。

【0124】 根據本發明之一容納裝置可替代地或另外包括感測器，可藉助感測器來量測固定基板與容納裝置之間的物理及/或化學性質。此等感測器係(例如)溫度感測器、壓力感測器或距離感測器。亦可設想併入複數個不同類型之感測器。此外，感測器亦可配置於裝置之其他部分上。例

如，一距離感測器或一壓力感測器可配置於容納裝置之間。特定而言，可量測具有壓印材料之基板與印模或印模結構之間的距離及/或一作用力。

【0125】 此外，容納表面之輪廓可視需要相對於容納表面之容納平面退縮，使得形成減小容納表面之大小或改變其之凹陷。因此，亦可使用在兩側上結構化或處理之基板(產品基板)。

【0126】 在一進一步實施例中，容納裝置經建構使得基板及/或結構化印模可在整個區域上或在區段中熱處理。容納裝置可在 -100°C 至 500°C 之間、較佳地 -50°C 至 450°C 之間、更佳地 -25°C 至 400°C 之間、最佳地 0°C 至 350°C 之間的一溫度範圍內熱處理。

【0127】 根據本發明之基板容納裝置之實施例亦能夠處置基板及其上之一液體層。特定而言，液體層係在接觸期間位於界面中之一液體壓印漆或壓印材料。

【0128】 特定而言，壓印材料塗佈於整個區域上或作為液滴依界定距離施加於基板或結構化印模上。壓印材料較佳地施加於基板上。亦可使用更多壓印材料或更多液滴來界定區域，其取決於基板或結構化印模之拓撲。特定而言，可使用可配置於結構化印模與基板之間的具有一噴嘴之一計量裝置來實施施加壓印材料。

【0129】 在另一實施例中，方法可結合諸如(例如)旋塗程序之既存工業塗佈程序使用。可在一單獨模組中與壓印程序分開實施塗佈。因此，基板之塗佈可為快速、無缺陷、在全區域上、無粒子及標準化的。特定而言，此伴隨產量優點。

【0130】 在另一實施例中，容納裝置較佳地在中心包括用於彎曲尤其僅部分固定之結構化印模及/或基板之一裝置。用於彎曲之裝置指稱一

彎曲元件。特定而言，彎曲元件係一噴嘴，一流體(較佳地呈一氣體)可透過噴嘴離開以產生(例如)結構化印模與容納裝置之間的一超壓，其彎曲結構化印模。歸因於結構化印模藉由真空較佳地在圓周處與容納裝置固定之事實，導致結構化印模之一曲率。

【0131】 根據本發明，在接觸(較佳地在基板及具有壓印材料之結構化印模之接觸表面之整個區域上接觸)之後且因此在尤其歸因於拆離基板而開始毛細力之後開始壓印。

【圖式簡單說明】

【0132】 自實施例之較佳實例之以下描述且藉助圖式展現本發明之其他優點、特徵及細節。在圖式中，示意性地：

【0133】 圖1a展示方法之一第一實施例中之裝置之一橫截面圖，

【0134】 圖1b展示在無外部接觸壓力的情況下使結構化印模及基板固持器接近直至一端點之後的方法之第一實施例中之裝置之一橫截面圖，

【0135】 圖1c展示方法之第一實施例中之裝置之一橫截面圖，其中基板藉由中斷真空軌道中之真空來自基板容納裝置拆離且歸因於毛細力而依一保形方式黏著至結構化印模。

【0136】 圖1d展示壓印或製造之後的方法之第一實施例中之結構化印模容納裝置之一橫截面圖，其中可固化壓印材料尤其透過透明結構化印模藉由UV光在堆疊中交聯或固化。

【0137】 圖1e展示壓印之後的裝置之一橫截面圖，其中自成型位置移除結構化印模及基板已在將壓印基板重新固定於基板容納裝置上之後進行，

【0138】 圖2展示方法之一第一實施例中之裝置之一橫截面圖及橫

截面圖之一放大圖，

【0139】 圖3a展示方法之第一實施例之裝置之一第二橫截面圖，其中基板藉由中斷真空軌道中之真空來自基板容納裝置拆離且歸因於毛細力而依一保形方式黏著至結構化印模，

【0140】 圖3b展示壓印之後的裝置之一橫截面圖，其中自成型位置移除結構化印模及基板已在將壓印基板重新固定於基板容納裝置上之後進行，

【0141】 圖4a展示根據本發明之方法之一第二實施例之裝置之一橫截面圖，

【0142】 圖4b展示壓印及固化之後的方法之第二實施例中之裝置之一橫截面圖，

【0143】 圖4c展示自成型位置移除之後的方法之第二實施例中之裝置之一橫截面圖，

【0144】 圖4d展示分步重複壓印程序之一第二重複步驟中方法之第二實施例中之裝置之一橫截面圖。

【實施方式】

【0145】 在圖中，相同組件或具有相同功能之組件用相同元件符號標示。圖未按比例真實表示以促進表示。

【0146】 圖1a展示一第一實施例中之裝置之一橫截面圖。特定而言，圖1a展示用於容納結構化印模2及基板1之一裝置之容納裝置5及6。特定而言，容納裝置5及6之容納表面適於結構化印模2及基板1之尺寸及圓周輪廓。

【0147】 在一較佳實施例中，來自圖1a至圖1e之結構化印模2係一

彈性體軟印模2。彈性體結構化印模2實現大表面上之一保形均勻接觸。為確保結構化印模2與基板1之良好分離，印模表面具有儘可能低之一表面能。

【0148】 彈性體結構化印模2視需要由一載體或印模載體基板4支撐。在另一實施例中，使用具有不同厚度之玻璃載體基板。由於使用一印模載體基板4，彈性體結構化印模2至少部分損失其可撓性。另一方面，結構化印模2之可撓性可藉由選擇載體4來控制。在一替代實施例中，載體4可為一板。在一第三實施例中，無需載體4。結構化印模2之結構不限於來自圖1a至圖1e之實施例。

【0149】 結構化印模2之結構3、3'具有微米及/或奈米範圍內之尺寸。在一較佳實施例中，結構化印模2之固定藉由真空或負壓經由一真空裝置(圖中未展示)之真空軌道8來進行。在根據圖1a至圖1e之實施例之實施例中，在複數個真空軌道8彼此同心運行且覆蓋用於容納結構化印模之印模容納裝置5之容納表面時施加用於固定結構化印模之負壓。在一替代實施例中，真空軌道8僅位於印模容納裝置5之容納表面之一側邊緣之區域中。在此替代實施例中，僅提供印模容納裝置5之容納表面之一外環形區段用於藉由真空軌道8來固定結構化印模2。

【0150】 在根據圖1a至圖1e之一較佳實施例中，與先前技術中之基板相比，基板1非常薄，使得提供一可撓性。在此第一實施例中，無載體基板用於穩定基板1或產品基板。薄基板1固定至一容納裝置6，使得促進處置。在一替代實施例中，一載體(圖中未表示)用於穩定薄基板1。載體可為(例如)一載體基板、一載體板或一載體膜。載體支撐基板且防止彎曲，但本身亦較薄且因此亦具有一足夠可撓性。因此，待壓印之基板係可

撓的。

【0151】 在一較佳實施例中，來自圖1a至圖1e之基板係一非常薄基板。特定而言，基板1之厚度介於1 μm 至2000 μm 之間，較佳地介於10 μm 至750 μm 之間，更佳地介於100 μm 至500 μm 之間。

【0152】 結構化印模2、基板1及壓印材料7之厚度未在圖中按比例真實表示以促進表示。

【0153】 來自圖1a之基板容納裝置6之容納表面至少大部分適於基板1之尺寸。在一較佳實施例中，基板1之固定藉由真空或負壓經由一真空裝置(圖中未表示)之真空軌道9來進行。

【0154】 在根據圖1a至圖1e之實施例之實例中，在複數個真空軌道9彼此同心運行且覆蓋用於容納基板1之印模容納裝置6之容納表面時施加用於固定基板1之負壓。特定而言，固定構件亦建構為特別均勻分佈於容納表面上且分成若干區之單獨可控固定元件。在圖1a及圖1b中，首先僅單獨控制及啟動(控制或啟動由箭頭表示)基板容納裝置6之容納表面之一側邊緣之區中之真空軌道9。特定而言，邊緣區域延伸至容納表面之1/2半徑，較佳地高達1/4半徑。

【0155】 根據圖1a之基板已在全區域上由一壓印材料7塗佈。在一較佳實施例中，方法結合諸如(例如)旋塗程序之既存工業塗佈程序使用。施加層尤其使用旋塗、噴塗或噴墨程序及浸塗或輥塗程序來進行。塗佈可在一單獨模組中與壓印程序分開實施。

【0156】 在根據圖2之一替代實施例中，可使用配置於結構化印模2與基板1之間的具有一噴嘴12之一計量裝置13來實施施加壓印材料7'。在此實施例中，壓印材料7'作為液滴依界定距離施加於基板1上。液滴之體

積經精確量測及控制使得留在壓印結構之結構凹陷與基板表面之間的一可能中間層之一中間層厚度經調整。一中間層厚度儘可能小係較佳的。較佳地，中間層厚度介於50 μm 至0.01 nm之間，更佳地介於10 μm 至0.01 nm之間，最佳地介於1 μm 至0.01 nm之間。

【0157】 在一實施例中，基板容納裝置6亦能夠處置基板1及其上之一液體層。特定而言，液體層係在接觸期間位於界面中之一液體壓印漆或壓印材料7、7'。

【0158】 圖1b展示一進一步程序步驟中之裝置。在一對準之後，使基板1及結構化印模2之接觸表面更靠在一起且在整個區域上進行接觸。

【0159】 在根據本發明之一實施例中，結構化印模2與基板1、1'之間進行一接近相對移動。較佳地，僅移動容納裝置5、6之一者。較佳地，僅使結構化印模2相對於靜態基板容納裝置6前進。

【0160】 在根據圖1b之使結構化印模2及基板1接觸之步驟中，僅使用基板容納裝置6之邊緣區域中之固定構件。一旦結構化印模2與基板1接觸，則藉由中斷真空來自塗佈有壓印材料7、7'之基板1釋放固定。藉由減小容納表面處之負壓，可依一受控方式實施拆離基板1。因此，控制固定元件。結構化印模2保持不變，固定至印模容納裝置5。

【0161】 在拆離之後，根據圖1c，基板1由於毛細作用或透過存在於基板1與結構化印模2之間的壓印材料7、7'作用之毛細力而繼續黏著至結構化印模2且在整個區域上開始壓印程序。根據本發明，無需額外外部壓力用於成功壓印或製造。根據本發明，僅使容納裝置5、6更靠在一起達到使得距離H（參閱圖2）減小至一精確界定距離 H_E 之一程度，使得在不使用一額外外部壓力的情況下開始壓模程序。特定而言，最終距離 H_E 小於

100 μm ，較佳地小於10 μm ，最佳地小於500 nm，且最優先選擇小於100 nm。歸因於毛細力之作用，薄可撓基板1依一保形方式朝向結構化印模2吸引。由於基板1之可撓性及透過拆離基板1獲得之自由度，基板1可變形且適於結構化印模2。因此，實現壓印期間之均勻接觸。

【0162】圖1c展示具有裝載於印模容納裝置5上之尤其UV透射結構化印模2之裝置，其中藉由毛細力使結構化印模2上之基板1與其等之間的壓印材料7固持在一起。為此，至少基板1必須具有一高度可撓性。由於壓印材料7之黏度，結構化印模2之中間空間因此亦歸因於毛細作用而完全填充。

【0163】在根據圖1c之實施例中，在中斷固定至基板容納裝置6之後且在毛細力之作用之後，基板1不再位於基板容納裝置6之容納表面上。在一第二實施例(圖中未表示)中，基板1仍位於基板容納裝置6之容納表面上，無藉由固定構件(主動)固定且無毛細力之作用。關於在藉由固定構件9釋放基板固定之後基板1與基板容納裝置6之容納表面之間是否仍存在一接觸，此取決於複數個程序參數ab，諸如(例如)壓印材料7、7'之量及黏度、結構化印模2之結構3、3'之大小、最終距離 H_E 之調整等等。

【0164】在一替代實施例(圖中未表示)中，結構化印模2位於下容納裝置上且基板1位於上容納裝置上。在拆離之後，基板1歸因於透過存在於基板1與結構化印模2之間的壓印材料作用之毛細力(亦由額外重力引起)而繼續黏著至結構化印模2，且位於(例如)作為液滴依界定距離施加於結構化印模2上之壓印材料7上。

【0165】在所表示之所有實施例中，無需外部壓力(特定而言，無需接觸壓力)來達成結構化印模2與具有壓印材料7之基板1之間的一保形或無

縫接觸。裝置具有不必使用一致動器裝置以使用用於轉印印模結構3且導致正交於基板接觸表面之一力來作用於印模2及/或基板1之優點。

【0166】 方法防止由接觸壓力引起之結構化印模2之結構3變形。且基板1之可撓性可補償結構化印模2及/或基板1之不規則性且亦防止進一步壓印缺陷(例如由空氣夾雜物引起之壓印缺陷)，因此壓印程序之品質非常高。

【0167】 在根據圖1d之下一程序步驟中，可固化壓印材料7 (特定而言，光阻劑或塗漆)之直接交聯藉由UV光10來進行。一般而言，可藉由電磁輻射、藉由熱、藉由電流、藉由磁場或其他方法來實施固化。較佳地，固化透過透明印模容納裝置5及透明結構化印模2進行。亦可設想藉由印模容納裝置5中或印模容納裝置5上之一輻射源來固化壓印材料7。

【0168】 在根據圖1e之最後程序步驟中，進行自成型位置移除基板1及結構化印模2。在移除之前，基板1再次固定於基板容納裝置6上。基板1之固定藉由真空或負壓經由一真空裝置(圖中未表示)之真空軌道9'進行。

【0169】 為自成型位置移除，使用及啟動(啟動由箭頭表示)基板容納裝置6之所有固定元件，特定而言，單獨可控且均勻分佈於容納表面上之固定元件9'。

【0170】 圖1e展示壓印1i之後的基板1上之經壓印及固化之壓印材料11。方法實現次 μm 範圍內之一高解析度結構化，較佳地小於 $20\ \mu\text{m}$ ，更佳地小於 $2\ \mu\text{m}$ ，更佳地小於 $200\ \text{nm}$ ，最佳地小於 $10\ \text{nm}$ 。

【0171】 較佳地，裝置包括具有可視需要相對於周圍大氣密封之一共同工作空間之一模組群組。模組(例如塗佈模組、壓模模組、卸載模組)

可圍繞具有一移動裝置(機器人系統)之一中心模組依一叢集或星形之形式配置。

【0172】 圖3a展示在基板1'及結構化印模2與位於其等之間的壓印材料7接觸之後歸因於毛細力之效用之一壓印基板變形之一實施例。來自圖3a之個別組件及基板1'之比例部分不成比例，其尤其可追溯至依一放大很多形式表示之結構化印模2之結構3。歸因於毛細力之作用，薄可撓基板1'依一保形方式朝向結構化印模2吸引。由於基板1'之可撓性及歸因於自基板容納裝置6拆離基板1'而獲得之自由度，基板1'可變形且適於結構化印模2。因此，實現壓印期間均勻接觸。為此，至少基板1、1' (較佳地基板1、1'及結構化印模2)必須具有一高度可撓性。由於基板1、1'之高度可撓性及保形接觸，減少或較佳地消除壓印缺陷。

【0173】 可在奈米壓模微影之先前技術中發生之壓印缺陷尤其為裂縫、不規則填充之印模結構(即，空氣夾雜物)及不均勻漆層厚度。壓印材料(例如塗漆)與結構化印模之間的黏著係關鍵的，因為若(例如)固化壓印材料11'更強力黏著於結構化印模2之一凹陷中，則會發生扭曲或裂縫，使得一壓印結構會在自成型位置移除期間撕裂。不規則填充之印模結構3導致固化壓印材料11'中之個別壓印結構之缺陷。印模結構之填充取決於尤其諸如壓印材料7之黏度、塗層之厚度或施加壓印材料液滴之大小及配置及時間之因數。

【0174】 特定而言，進一步壓印缺陷源自結構化印模2本身之缺陷，諸如(例如)結構3在一些位置之一較小深度或一不平整表面。諸如(例如)結構化印模2之一不平整表面之缺陷由基板1之可撓性補償。

【0175】 根據本發明，軟結構化印模2不會在程序期間變形，因為

無外部壓力施加。基板1、1'如此薄使得印模缺陷或原本發生於先前技術中之缺陷可被補償或甚至不產生。圖3b展示自成型位置移除之後的基板1i上之經壓印及固化之壓印材料11'。

【0176】 特定而言，所提出之發明可用於製造以下產品：

- 1D、2D及/或3D繞射光學元件(DOE)，
- 微流體組件，
- 透鏡及透鏡系統，
- 菲涅爾透鏡，
- 生物醫學元件，
- 偏振器，
- 奈米結構化電極，
- IR波導體，
- 用於虛擬實境應用之角度光學器件，
- 光纖連接，
- 用於壓模微影之工作印模，
- 及其他。

【0177】 圖4a至圖4d展示一分步重複程序中之另一實施例。使用小於其上將壓印結構之基板1''之一結構化印模2'。根據圖4a至圖4d，程序視需要經常重複或重複任何次數以使用壓印材料7''來壓印整個基板1''。根據本發明之設備可較佳地安裝於相對於周圍環境氣密密封之一處理室中。因此，能夠抽空處理室及/或使處理室與任何氣體或氣體混合物通氣。

【0178】 圖4a展示整個區域上具有一層壓印材料7''之基板1''。在另一實施例中，壓印材料之液滴可依界定距離施加於基板1''上。分步重複結

構化印模2'小於基板1"。特定而言，圖4a亦展示用於容納結構化印模2'之一裝置之容納裝置5'之一橫截面圖。結構化印模2'之結構3'具有微米及/或奈米範圍內之尺寸。在一較佳實施例中，將結構化印模2'固定於印模容納裝置5'上藉由一真空或負壓經由一真空裝置(圖中未表示)之真空軌道來進行。

【0179】 在本發明之一有利實施例中，規定裝置包括用於固化壓印基板1"之固化構件(特定而言，逐區段)，區段較佳地與分步重複程序對應，特定而言，對應於結構化印模之一印模區域。

【0180】 分步重複裝置被視為專利說明書EP2287666A1中所描述之裝置之一進一步發展。在EP2287666A1中，描述用於在壓印程序內之複數個壓印步驟中壓印一基板之一分步重複裝置及含於裝置中之進一步裝置，特定而言，一調整裝置。

【0181】 在根據圖4b之程序步驟中，壓印材料7"由分步重複結構化印模2'結構化。結構化印模2'移動至一第一位置以在此第一位置中壓印。較佳地，僅使結構化印模2'相對於靜態載體基板靠近。在接觸之後，可固化壓印材料7" (特定而言，光阻劑或塗漆)之直接交聯藉由UV光10來進行。一般而言，可藉由電磁輻射、藉由熱、藉由電流、藉由磁場或其他方法來實施固化。較佳地，固化透過透明印模容納裝置5'及透明結構化印模2'進行。根據本發明，亦可設想藉由印模容納裝置5'中或印模容納裝置5'上之一輻射源來固化壓印材料7"。

【0182】 在根據圖4c自成型位置移除之後，使用一固化壓印材料11'來壓印基板1"之界定區段。

【0183】 在根據圖4d之分步重複程序之一進一步程序步驟中，分步

重複結構化印模2'自第一位置移動至不同於第一位置之一第二預界定位置且再次壓印。在接觸之後，經壓印可固化壓印材料7''之直接交聯藉由UV光10來進行。根據本發明，亦可設想多重固化，其中第一固化在各個別壓印步驟之後局部進行，且在完成分步重複程序之後，整個基板1''之進一步固化(例如)在一單獨模組中進行。

【0184】 根據圖4a至圖4d之程序可繼續，直至已壓印基板1''之所要區域之時間。在此實施例中，結構化印模2'能夠在與基板1''上之壓印材料7''接觸之後在無外力作用的情況下壓印。結構化印模具有用於尤其平行於基板表面移動之構件及用於沿Z方向接近且用於自成型位置(圖中未表示)移除之一提升系統。分步重複裝置之定位台之高精度實現在基板1''之整個圓周處使用結構化印模2'無縫壓印。根據本發明，可與先前壓印結構(特定而言，例如一先前壓印結構區段之邊緣處之一重疊結構)對準。可設想在分步重複程序中使用一連續基板。特定而言，連續基板係儲存於一第一輥上之一基板，其長度比其寬度大許多倍。特定而言，連續基板係一膜。

【0185】 藉由使用結構化印模2'來重複或彼此並行實施之壓印來製造透鏡陣列，例如(特定而言)微透鏡及/或奈米透鏡陣列。

【0186】 根據本發明，無需額外外部壓力用於成功壓印。根據本發明，使印模容納裝置5'僅在預界定位置中朝向基板1''靠近，使得距離H減小至一精確界定之最終距離H'E，使得壓模程序在不施加一額外外部壓力的情況下開始。特定而言，最終位置H'E小於100 μm ，較佳地小於10 μm ，最佳地小於500 nm，且最優先選擇小於100 nm。透過毛細力之作用，薄可撓基板1''依一保形方式朝向結構化印模2'吸引。由於基板1''之可撓性，基板1''可變形且適於結構化印模2'。因此，實現壓印期間之均勻接

觸。

【符號說明】

【0187】

- 1:基板/產品基板
- 1':基板/產品基板
- 1'':基板/產品基板
- 1i:壓印之後的基板
- 2:結構化印模
- 2':結構化印模
- 3:壓印結構
- 3':壓印結構
- 4:用於穩定之印模載體基板或背板
- 5:印模容納裝置
- 5':印模容納裝置
- 6:基板容納裝置
- 7:壓印材料
- 7':壓印材料
- 7'':壓印材料
- 8:印模容納裝置中之真空軌道
- 8':印模容納裝置中之真空軌道
- 9:基板容納裝置中之真空軌道
- 9':基板容納裝置中之真空軌道
- 10:輻射源

11:經壓印及固化之壓印材料

11':經壓印及固化之壓印材料

12:噴嘴

13:計量裝置

H:距離

H_E:最終距離

H'_E:最終距離

【發明申請專利範圍】

【請求項1】

一種用於製造微結構及/或奈米結構之方法，其具有依以下序列之至少以下步驟：

- a) 將具有一壓印材料(7、7'、7'')之一基板(1、1'、1'')固定於一基板容納裝置(6)上，
- b) 使一結構化印模(2、2')與該壓印材料(7、7'、7'')接觸，
- c) 至少部分取消該基板(1、1'、1'')之該固定，
- d) 固化該壓印材料(7、7'、7'')，
- f) 自該結構化印模(2、2')移除該壓印材料(7、7'、7'')。

【請求項2】

如請求項1之方法，其中該基板(1、1'、1'')係可撓的且可因此適於在至少部分取消該固定之後與該結構化印模(2、2')至少部分保形。

【請求項3】

如前述請求項中至少一項之方法，其中在至少部分取消該基板之該固定之後，進行該基板(1、1'、1'')自該基板容納裝置(6)至少部分拆離，特定而言，藉由該基板容納裝置(6)及該基板(1、1'、1'')相對移動及/或藉由該基板容納裝置(6)及一印模容納裝置(5、5')相對移動及/或藉由毛細力。

【請求項4】

如前述請求項中至少一項之方法，其中在無壓力及/或無接觸壓力的情況下結構化該壓印材料(7、7'、7'')，特定而言，藉由毛細力。

【請求項5】

如前述請求項中至少一項之方法，其中具有該壓印材料(7、7'、7'')之該基板(1、1'、1'')藉由配置於該基板容納裝置(6)中之至少一可控固定元件(9、9')，特定而言，藉由真空及/或負壓，來固定於該基板容納裝置(6)上，及/或該固定由該至少一可控固定元件(9、9')取消，特定而言，藉由切斷該負壓及/或藉由產生一超壓。

【請求項6】

如前述請求項中至少一項之方法，其中尤其藉由控制該至少一可控固定元件(9、9')來控制該基板(1、1'、1'')之該固定及該基板(1、1'、1'')之該固定之該至少部分取消，使得該壓印材料(7、7'、7'')之結構化及/或在該結構化印模(2、2')與該壓印材料(7、7'、7'')接觸之後該基板(1、1'、1'')之該釋放或該拆離在一特定時間進行。

【請求項7】

如前述請求項中至少一項之方法，其中該結構化印模(2、2')依使得在至少部分取消該固定之後該壓印材料(7、7'、7'')及/或該基板(1、1'、1'')在無外部壓力的情況下，特定而言，藉由毛細力，依一保形方式適於該結構化印模(2、2')之一方式建構。

【請求項8】

如前述請求項中至少一項之方法，其中在該接觸之後及/或在至少部分取消該固定之後，由該壓印材料(7、7'、7'')尤其藉由毛細力來固持該基板(1、1'、1'')。

【請求項9】

如前述請求項中至少一項之方法，其中該等微結構及/或奈米結構在一分步重複程序中彼此上下製造成複數個層及/或彼此並排製造。

【請求項10】

如前述請求項中至少一項之方法，其中該基板(1、1'、1'')之一厚度介於1 μm 至2000 μm 之間，較佳地介於10 μm 至750 μm 之間，更佳地介於100 μm 至500 μm 之間。

【請求項11】

如前述請求項中至少一項之方法，其中該壓印材料(7、7'、7'')之一黏度總計小於100,000 cP，較佳地小於10,000 cP，更佳地小於1000 cP，最佳地小於500 cP。

【請求項12】

如前述請求項中至少一項之方法，其中該結構化印模(2、2')包括一壓印結構(3、3')及/或塗佈有一壓印結構(3、3')。

【請求項13】

一種用於製造微結構及/或奈米結構之裝置，特定而言，使用如前述請求項中至少一項之方法，其中

具有一壓印材料(7、7'、7'')之一基板(1、1'、1'')可固定於一基板容納裝置(6)上，且其中

一結構化印模(2、2')可與該壓印材料(7、7'、7'')接觸，且其中

該基板(1、1'、1'')之該固定可至少部分取消，且其中

該壓印材料(7、7'、7'')可固化，且其中

該壓印材料(7、7'、7'')可自該結構化印模(2、2')移除。

【請求項14】

如請求項13之裝置，其包括

一或多個感測器，其等用於量測壓力、距離及/或溫度，及/或

一或多個致動器，其等用於調整該印模容納裝置(5、5')及/或該基板容納裝置(6)，及

一控制單元，

其中該控制單元控制該至少一固定元件(9、9')及/或該至少一致動器，特定而言，取決於由該至少一感測器量測之一值，其中該該結構化印模(2、2')相對於具有該壓印材料(7、7'、7'')之該基板(1、1'、1'')之一相對移動，特定而言，該結構化印模(2、2')與該基板(1、1'、1'')之間的一間隔之產生或減小，可依使得接觸可尤其在無壓力的情況下實施之一方式實施。

【請求項15】

一種具有微結構及/或奈米結構之製品，其中該等微結構及/或奈米結構使用如前述請求項中至少一項之方法及/或使用如前述請求項中至少一項之裝置來製造。

