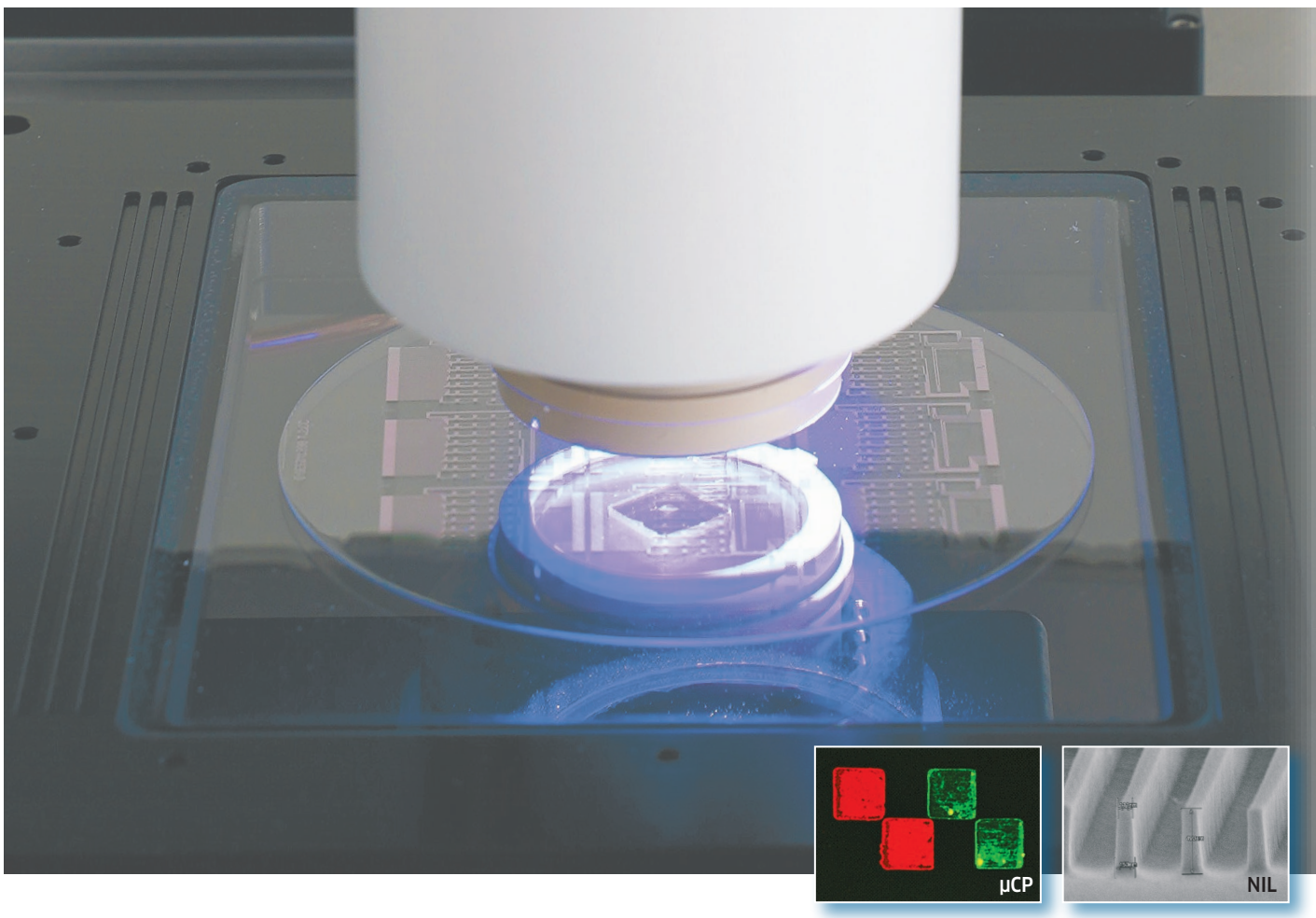
GESIM

µContact Printers

微接触打印与纳米压印光刻（NIL）仪器



制造微米及纳米尺度的2D与3D结构

微接触打印

AI翻译，仅供参考

微接触打印

µCP 平台



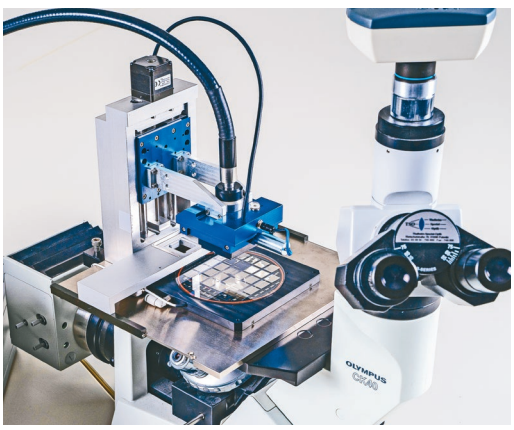
µCP4.1全套配置，包括流体 / 气动控制箱及外置UV灯（OmniCure）



双层µCP6.1配快速XY直线电机。下层Y轴带UV准直器，用于精确、均匀照射，尤其适用于UV-NIL（见末页）；上层为压印单元。结构灵活，便于重新配置。

二维微纳结构制造……

在表面制备微图案的方法中，微阵列点样（如GeSiM Nano-Plotter）的分辨率约100 µm；微接触打印（µCP）则可达到纳米尺度。将PDMS（硅橡胶）等弹性聚合物浇铸在微纳结构母模上制成印章，将分子转印到平整表面。可打印化学物质、自组装单分子层（SAM）、生物分子、纳米颗粒、微珠和细胞等复杂图案。因此µCP在生命科学中日益常用，例如研究基质蛋白或生长因子对细胞生长、分化和运动的影响。



µCP Core配大型印章和UV光纤，置于倒置显微镜上（控制箱、温控、UV灯及压缩空气 / 真空管路未显示）

……以及

三维结构

纳米压印光刻（NIL）受到微电子及细胞生物学领域关注。在升温条件下将印章3D结构复制到聚合物中，再通过冷却或UV交联固定。

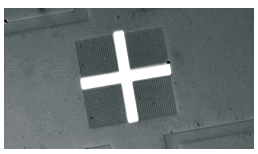
自动GeSiM µContactPrinters及半自动µCP Core均可完成µCP和NIL，支持重复性加工。通过步进重复可将小结构拼接为大结构；UV-NIL可在印章中加入硅掩膜，精确定义固化区域（“双面图案化”）。为提高通量及精确定义UV固化，可选下层带准直器的µCP6.1。系统支持G-code，X/Y重复定位精度优于5 µm。

印章

供货包含浇铸工位，可自行制备印章。可定制涂覆聚四氟乙烯、结构尺寸小至100 nm的硅母模。印章通常采用PDMS；若NIL结构<500 nm且深宽比较高，则需要PFPE等更硬材料。

印章从存放架拾取，因此一次运行中可组合不同印章，例如分别蘸取不同蛋白质。印章的精确气动致动对全幅重复性转印很重要：NIL下压时施加较高正压，上提时用真空脉冲脱模，此为GeSiM特色技术。

集成显微镜和可旋转打印头便于精确对准印章与基底（图示），可手动或通过图像处理完成。



平台

GeSiM µContact Printers采用基于精密Z轴驱动和打印时气动致动的专有压印技术，具有精确、可重复的特点，无需昂贵的花岗岩基座及减振台。

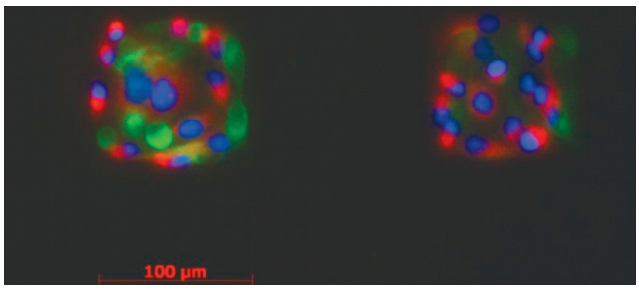
- µCP4.x：紧凑型XYZ平台，相机、印章支架及UV透镜头布置在同一层，最大印章20 mm × 20 mm。
- µCP6.x：采用直线电机。下层UV光源经准直器及光掩膜照射上层透明基底；曝光区域与压印区域对准，可在最大6” =152 mm基底上进行无间隙“棋盘式”重复压印。
- µCP6.x/E：与µCP6.x相同，但工作面积为其两倍。

- µCP Core：经济型半自动µCP设备，含µCP Z轴驱动及可调基底支架，采用与其他机型相同的压印技术；需置于倒置显微镜上（不包含显微镜）。

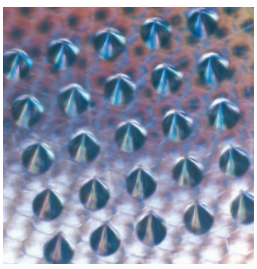
AI翻译，仅供参考

细胞生长图案

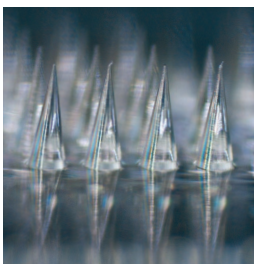
通过微接触打印细胞外基质蛋白斑块，可调节细胞生长及分化。此例用PDMS印章，将100 µm纤连蛋白方块转印到排斥细胞的等离子聚合PEG表面。将人脐带血神经干细胞（HUCB-NSC）培养在方块上，研究细胞运动对分化的影响；细胞仅黏附于纤连蛋白区域。培养后固定并免疫染色。图片由意大利伊斯普拉EC联合研究中心纳米生物科学组Dora Mehn提供。



100 µm纤连蛋白方块上的HUCB-NSC荧光图；绿色：β-tubulin-II神经元标记；红色：GFAP；蓝色：细胞核。



使用硬质材料，以双光子光刻制造印章浇铸母模。



以PDMS印章打印的Norland NOA63光学胶微针阵列。

微针阵列

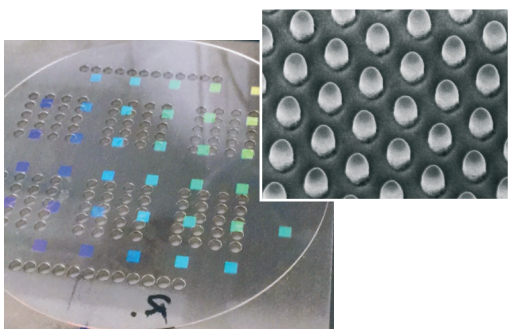
微针阵列用于便捷经皮给药研究。微针可由混有待递送物质的可吸收聚合物制成，也可采用带储液腔或活性成分涂层的固体材料。NIL相较3D-SLA可提供更高空间分辨率，适合≤1 mm结构，运行成本较低且兼容多种材料。GeSiM NIL技术可形成带沟槽、凹槽及通道的微针；随后可用GeSiM压电移液器，在µCP或Nano-Plotter上直接点样药物。

当PDMS印章接触表面时抽空周围空间，可形成较高深宽比（此处高度1.2 mm、半径0.2 mm）。

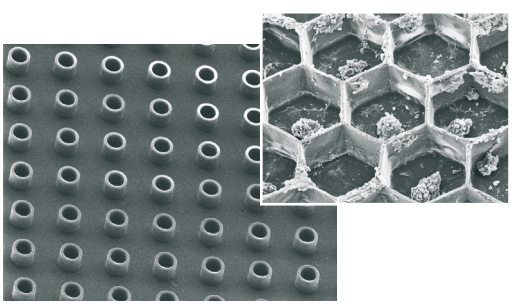
纳米等离激元传感器

表面等离激元共振（SPR）传感器可实时、无标记定量生物分子。传统SPR使用棱镜上的金膜；为缩小系统，以纳米结构金层激发等离激元，省去大型光学组件。所得传感器用于测量废水污染物。关键步骤是以GeSiM µCP4.1和UV交联光刻胶重复制造纳米结构，再镀金。文献：Steinke, N.等，Sens. Act. B 254, 2018, 749–754。

同样，可用具有纳米等离激元表面的乙醇敏感水凝胶，测量发酵中的乙醇生成。文献：Kroh, C.等，J. Sens. Sens. Syst. 7, 2018, 51–55。



玻璃晶圆上的重复打印纳米图案。小图：纳米柱电镜图，间距450 nm。



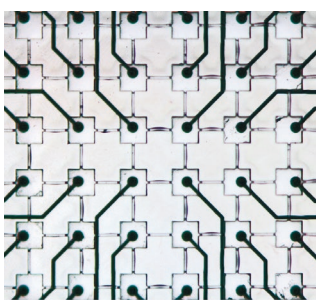
直径25 µm的皮升级微孔（大图），以及250 µm宽蜂窝微孔内的细胞球；均由NIL制得。

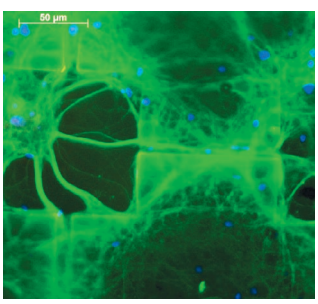
细胞生物学皮升级微孔

与Bar-Ilan大学M. Deutsch实验室等合作，使用UV-NIL在NOA81等UV固化胶中打印微孔阵列，通过多参数酶分析等方法测量单细胞活性。其中一项应用为对Nano-Plotter点样至微孔内的纳米颗粒进行毒理研究；另一项为在有 / 无电极的蜂窝结构中形成并研究癌细胞类器官。图片由Bar-Ilan大学Motti Deutsch提供。部分文献：Afrimson, E.等，BMC Cell Biology 11, 2010, 83；Markovitz-Bishitz, Y.等，Biomaterials 31, 2010, 8436–8444；Zurgil, N.等，Lab Chip 14, 2014, 2226–2239。

体外神经毒性分析方法开发

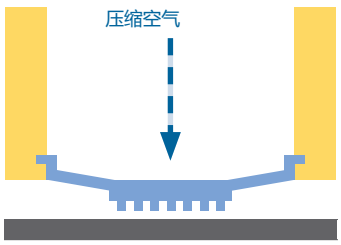
为引导神经元在指定位置生长，通过UV-NIL在微电极上方制备100 µm微孔及孔间通道。印章与电极对准后，经60 s UV曝光使PEG基水凝胶聚合（左图）。右图为在孔 / 通道中生长的大鼠神经元（绿色：β-tubulin III神经元标记；白色标尺50 µm）。图片由意大利伊斯普拉EC联合研究中心纳米生物科学组Dora Mehn、Jakub Nowak提供。





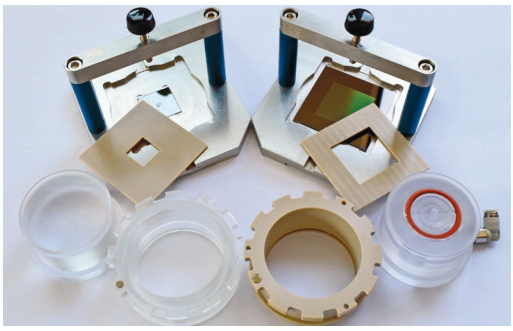
2022

GeSiM µContactPrinters的创新压印技术



GeSiM µCP压印原理：接触表面时印章膜向外鼓起，形成设定压力并均匀转印。NIL完成后上提时施加受控真空脉冲脱模，以避免损伤高深宽比结构。

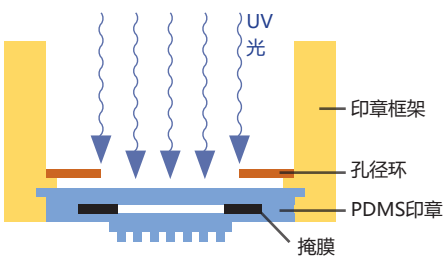
印章浇铸



小型与大型印章浇铸工位；最大印章尺寸20×20（mm×mm）。

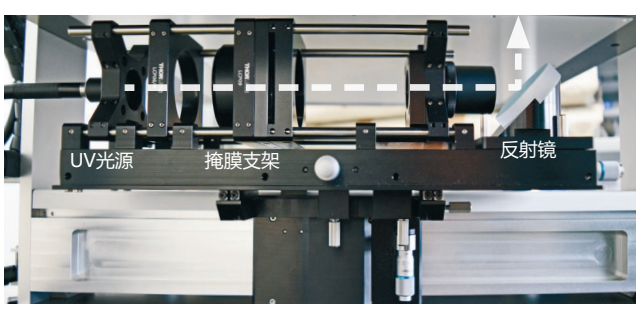
“双面图案化” / “棋盘式”UV-NIL

UV-NIL的固化区域通常大于印章区域。在印章内加入硅掩膜，可将交联固化区域限制在掩膜范围内，从而将NIL结构精确、无间隙地棋盘式拼接：



µCP4.x双面图案化：硅掩膜限制印章下方交联区域的大小。

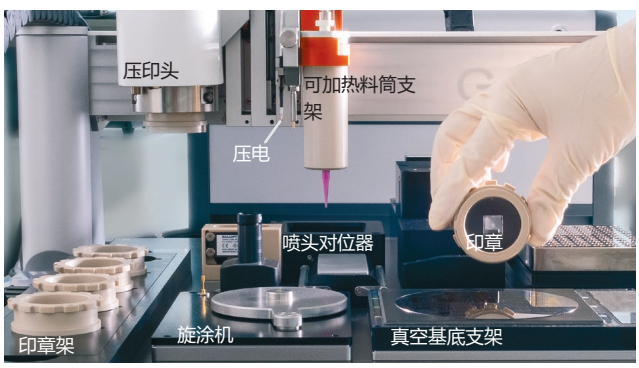
µCP6.x下层准直器产生平行UV光束，经光掩膜照射上层透明基底。除精确定义交联区外，也可加入图案掩膜，同时进行光刻与压印；例如一步制成微流控通道中的纳米结构。



µCP6.1下层Y轴上的UV准直器，可安装光掩膜，并通过测微螺钉精确调整。

工作台与多Z轴工具头上的组件

其他工具为压印单元提供辅助。此处展示µCP4.x的典型配置：



工作台：印章架、旋涂机（如用于半干蘸墨，带印章高度传感器）、可冷却 / 加热（最高100 °C）的4英寸基底支架。后方未显示：清洗 / 干燥工位、喷头对位器、频闪仪。打印头：压印单元、压电移液器与基底高度传感器（同一Z轴），以及用于糊剂 / 胶黏剂的可加热料筒支架，尤其适于NIL。

还可选择其他GeSiM机器人系统的多种附件，例如BioScaffolder（3D生物打印机）或BSyS（化学合成移液设备）；详见对应样册：

- 集成防尘盖，可独立于生物安全柜布置。
- 工作台：可冷却 / 加热

微孔板架、双面图案化印章（左图，含浇铸工位），以及玻片、小瓶和微量离心管支架。

- 打印头：多种分配器，例如料筒温控器（5...100 °C）、微克级压电粉体分配器、一次性塑料吸头移液器、pH滴定喷头及等离子笔等。

AI翻译，仅供参考