

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 10 月 1 日 (01.10.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/143748 A1

(51) 国际专利分类号:
B41J 2/01 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2014/075804

(22) 国际申请日: 2014 年 4 月 21 日 (21.04.2014)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
2014101182878 2014 年 3 月 27 日 (27.03.2014) CN

(71) 申请人: 华中科技大学 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(72) 发明人: 黄永安 (HUANG, Yongan); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。尹周平 (YIN, Zhouping); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。布宁斌 (BU, Ningbin); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。陈建魁 (CHEN, Jiankui); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。潘艳桥 (PAN, Yanqiao); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037

号, Hubei 430074 (CN)。丁亚江 (DING, Yajiang); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。段永青 (DUAN, Yongqing); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 武汉东喻专利代理事务所 (普通合伙) (WUHAN DONGYU PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号东一楼, Hubei 430074 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: MULTIFUNCTIONAL ELECTROFLUID INKJET PRINTING SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 一种多功能电流体喷墨打印系统和方法

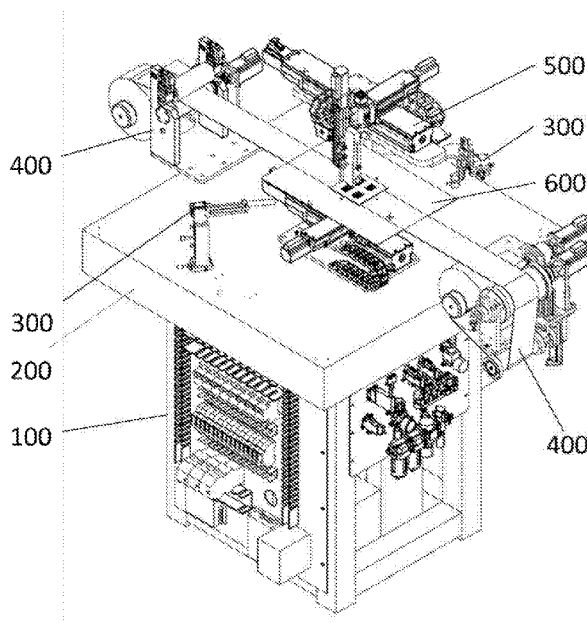


图 2 / FIG.2

(57) Abstract: Disclosed are a multifunctional, high resolution electrofluid inkjet printing system and method. The printing system comprises: a control unit (100), a hard substrate bearing and moving module (600), a jet printing module (500), a roll-to-roll thin film substrate conveyance module (400), a visual inspection module for jet (300), and a micro-environment control unit which is able to control the temperature and humidity and is encased by an outer shell box body. The jet printing module (500) comprises a moving platform controlling the movement of a jet nozzle and the jet nozzle, realising regulation and control of three forms of jet printing, while having a visual inspection module for jet (300) for observing a pattern on a substrate; the hard substrate bearing and moving module (600) is used for bearing and fixing a hard printing medium substrate, making the substrate move relative to the jet nozzle; the roll-to-roll thin film substrate conveyance module (400) is used to feed and suck a flexible substrate, ensuring that the surface of the flexible substrate is level and does not slide during movement; the visual inspection module for jet (300) is used to inspect the spatial flight trajectory of droplets; and a temperature and humidity control module is used to control the temperature and humidity in a printing chamber, ensuring printing stability.

(57) 摘要:

[见续页]



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种多功能、高分辨率电流体喷墨打印系统及方法，该打印系统包括：一控制单元（100），一硬质基板承载运动模块（600），一喷印模块（500），一卷到卷薄膜基板输送模块（400），一喷射视觉检测模块（300），由外壳箱体围成的温度、湿度可控的微环境控制单元。其中喷印模块（500）包括控制喷嘴移动的运动平台和喷嘴，实现三种喷印方式调控，同时具有观测基板上图案的喷射视觉检测模块（300）；硬质基板承载运动模块（600），用以承载、固定硬质打印介质基板，使所述基板相对喷嘴移动；卷到卷薄膜输送模块（400），用以进给和吸附柔性基板，保证所述柔性基板的表面平整和在运动中无滑移；一喷射视觉检测模块（300），用以检测液滴空间飞行轨迹；一温度、湿度控制模块，用来控制打印腔体内的温度和湿度，保证打印的稳定性。

一种多功能电流体喷墨打印系统及方法

【技术领域】

本发明涉及一种喷墨打印系统，特别是一种采用电流体驱动的喷墨打印装置及方法。

【背景技术】

喷墨打印设备具有制造环境友好、节省打印材料，操作简单等优点，近年来逐渐从传统图像打印领域发展到打印电子、微流道等领域，如采用喷墨打印技术制造柔性电子晶体管、生物传感器、太阳能电池、微流芯片等。传统喷墨打印技术主要采用连续和按需打印两种模式，其中按需式打印又包括压电式和热气泡式喷墨。传统的连续打印方法，通常采用压电晶体振动产生墨滴，再利用充电电极对墨液进行充电，最后利用控制单元将图像信息转换为墨滴偏转距离的控制信息，通过改变滴墨穿过的平行电极电压而改变墨滴偏转距离，在打印介质上形成图案，但是这种连续性喷墨打印方式导致墨水浪费严重。压电式控制较复杂，结构尺寸精度要求较高，压电晶体及其附件的老化、变形、随时会使打印头性能下降，并且造成喷头寿命短，工作能耗高，而且喷射液滴定位精度不高。热气泡式由于瞬间局部加热，对功能性材料有一定选择性，液滴尺寸较大。目前普遍认为按需打印时，液滴直径为针头直径的 1.89 倍，打印线宽为 20~50 微米，如果需要更小的特征尺寸则需要制造更加细小的针头，这将对阵列化喷嘴的微制造工艺提出挑战。由于表面张力的作用，即使制造出更细的针头也无法有效缩小液滴的尺寸，而且容易堵塞针头。同时，在打印电子等应用领域，墨水多为聚合物、高质量分数的溶液，具有粘度大，密度大等特点，使得喷嘴容易堵塞并回弹，无法有效产生液滴。

电子器件的基本结构为点、线、薄膜等，通过微液滴的堆叠形成电子器件，存在不足：1）在形成大面积薄膜和微结构阵列的情况下，效率非常低；2）结构的均匀性较差，造成结构粗糙不平，导致电学性能和机械性能难以满足要求，特别是柔性电子的变形性能要求。

综上所述，现有的喷墨打印技术存在以下不足：（1）喷印打印分辨率低，液滴尺寸受限于喷嘴直径；（2）不适应于高粘度聚合物溶液，喷嘴容易堵塞；（3）喷嘴制造工艺复杂；（4）打印大面积薄膜和微结构时，效率低；（5）打印模式单一，无法实现点、线、膜的选择性制备。

为了提高喷墨打印的打印性能，降低打印成本，拓展其应用领域。目前，出现了利用电流体动力技术作为进行喷墨打印的工艺和装备，主要应用于静电喷涂 (Electrospray)、静电纺丝 (Electrospinning) 和电流体动力喷印 (Electrohydrodynamic jet printing) 方面。研究表明，这三种电流体模式，分别可以用来制造点、线和薄膜三种结构。如美国专利申请 US 20110187798 A1 中采用了电流体动力喷印方法，但其喷嘴尺寸较小（几微米~几百纳米），易被堵塞，同时喷嘴距离基板距离较低 100 微米，无法避免喷射高黏度溶液时的电击穿现象，而且制造面积小，效率低，仅适用于实验室。美国专利申请 US2008/0003374 A1 为原理性阐述，采用静电喷涂沉积薄膜，针头与远离针头的环形电极实现墨水的流变，但液体最终分裂成小液滴，缺少基板运动控制，无法形成均匀的薄膜图案。美国专利申请 US7326043B2 只能进行在水平方向进行纤维的沉积喷印，喷头无法进行平面内运动，因此无法满足连续大面积在基板上的沉积，生产要求。美国专利 US8586148B2 低压近场纺丝，而且其工作在非稳态，液滴经过一段时间会滴落。

【发明内容】

本发明的目的在于提供一种多功能、高分辨率的电流体喷墨打印系统，采用电流体动力技术，实现微米/亚微米点的喷印、微米/亚微米线结构的直写和纳米薄膜的喷涂，并能够采用片材加工与卷到卷加工进给方式。

为实现上述目的，按照本发明的一个方面，提供一种多功能电流体喷印装置，可形成多种喷墨打印方式，从而实现不同类型器材的喷印制造，其特征在于，该喷印装置包括：

支撑台；

喷印模块，设置在所述支撑台上，其具有用于喷墨的喷嘴，用于喷墨到打印基底上以进行图案打印；

硬质基板承载运动模块，其设置在所述支撑台上，以固定承载用于作为图案打印基底的硬质打印介质基板，并可带动其相对所述喷印模块运动，实现在该硬质打印介质基板上的图案打印；以及

卷到卷薄膜基板输送模块，其设置在所述支撑台上，以输送作为图案打印基底的柔性打印介质薄膜，该柔性打印介质薄膜通过相对所述喷印模块运动，实现在该柔性打印介质薄膜上的图案打印；

通过控制喷嘴和基板间距、喷墨液体供给流量和/或喷嘴与基底之间施加的电压，从而产生包括单一液滴的按需喷射、雾化液滴的喷涂或单根连续射流的直写的多种不同喷印方式，并结合不同基底，即可实现各种器件和/或各种图案的喷印。

作为本发明的改进，所述喷印模块包括：固定设置在支撑台上的底座；固

定设置在该底座上的可相对其沿第一方向运动的第一方向运动模组；通过设置在该第一方向运动模组的运动滑台上的第一方向运动模组连接板安装在该第一方向运动模组上的第二运动方向模组，其可相对该第一方向运动模组沿第二方向运动；以及通过设置在该第二方向运动模组的运动滑台上的第二方向运动模组连接板安装在该第二方向运动模组上的第三运动方向模组，其可相对该第二方向运动模组沿第三方向运动，其上安装有注射泵和与其连用于喷墨的喷嘴。

作为本发明的改进，所述硬质基板承载运动模块包括：固定在所述支撑台上的底座；第一方向运动模块，其设置在所述底座上，可相对其实现沿第一方向的运动；第二方向运动模块，其通过固定设置在所述第一方向运动模块上的运动连接板安装在所述第一方向运动模块上，其可相对该第一方向运动模块沿第二方向运动；吸附平台，其通过所述固定设置在所述第二方向运动模块上的滑块连接板安装在所述第二方向运动模块上并可同步运动，该吸附平台用于吸附固定作为图案打印基底的硬质打印介质基板。

作为本发明的改进，所述卷到卷薄膜基板输送模块包括前端放料部分和后端收料部分，其中所述前端放料部分包括放料底板、设置在放料底板上的放料辊和对辊，薄膜基板通过放料辊释放并穿过所述对辊的两辊之间后输出；所述后端收料部分包括收料底板、设置在该收料底板上的吸附辊、浮辊和收料辊，所述从前端放料薄膜输送的薄膜基底通过该吸附辊吸附紧贴，并进而输送到所述收料辊进行收料，所述浮辊设置在两者之间以张紧所述薄膜基底。

作为本发明的改进，所述放料辊包括磁粉制动器连接板，磁粉制动器，连轴器，带轴承支座，气胀轴，料卷，其中所述磁粉制动器连接板用于固定磁粉制动器，其竖直固定连接在放料底板上，侧面固定安装磁粉制动器连接板。所

述磁粉制动器的另一端插入联轴器的连接孔里，所述气胀轴的光轴与固定在放料底板上的带轴承支座中的轴承孔穿过，与联轴器另一端连接，所述料卷缠绕在气胀轴的膨胀端，并保持张紧状态，以提供薄膜基底材料。

作为本发明的改进，所述对辊包括平行对置设置的上辊轮和下辊轮，其两端通过两对称竖直固定在放料底板上的对辊支撑板支撑，其中，对辊支撑板上端开有缺口，用于安装气缸，所述上辊轮与气缸活塞连接，通过其以调节上下滚轮的间隙，所述下辊轮一端与电机的转轴连接，通过电机驱动下辊轮旋转从而带动上下辊轮之间的薄膜基底输出。

作为本发明的改进，所述收料辊包括收料辊电机，其通过设置在收料底板上的收料辊电机支撑件支撑，该收料辊电机的电机轴与离合器一端连接，一气胀轴的光轴从固定在收料底板上的带轴承支座中的轴承孔穿过，并连接在联轴器的另一端孔内，所述收料辊轮套装在该气胀轴上，通过收料辊电机的驱动带动薄膜以进行收料。

作为本发明的改进，所述收料辊还包括固定设置在所述收料底板上的磁粉离合器支撑板，其用于安装设置磁粉离合器，用于保证在收料时具有一定的阻尼，使收卷张力恒定，保证料卷紧实。还包括联轴器，所述收料辊电机的电机轴通过该联轴器与磁粉离合器可断开地连接，所述磁粉离合器另一端与所述离合器一端连接。

作为本发明的改进，所述浮辊包括浮辊安装板，其通过角支连接于收料底板上，且垂直于所述收料辊底板，还包括惰辊及驱动其运动的摩擦气缸，该惰辊通过转接板与浮辊安装板连接，其中所述惰辊包括与所述转接板连接的法兰

支座，设置在法兰支座上的惰辊轴，套装在该惰辊轴上的惰辊轮，其两端套有带轴承配管并利用轴承盖封装。

作为本发明的改进，所述吸附辊包括吸附辊轴、套装在该吸附辊轴外的套筒、与所述吸附辊轴一端连接的吸附辊电机，其中所述吸附辊轴为阶梯心轴，其轴体外周在轴向上开有键槽，挡板设置在该键槽中并置于所述吸附滚轴与套筒之间，该吸附滚轴相对吸附辊电机的另一端通过轴支座固定于支撑板上，两端通过吸附辊端盖封闭，从而形成密封空间，通过使该密闭空间形成一定真空度，从而通过所述套筒上的小孔将薄膜基底吸附在套筒表面，并利用吸附辊电机带动所述套筒的转动，实现薄膜吸附并进给。

作为本发明的改进，所述喷印装置还包括喷射视觉观测模块，其具有观测部分和相对于其设置在喷墨模块另一端的照明部分，其中，所述观测部分包括调整滑台，连接板，高度调整滑台，相机，镜头，其中调整滑台固定设置在支撑台上，连接板底部与调整滑台连接，侧面与高度调整滑台连接，所述相机固定在高度调整滑台顶部，所述镜头采用螺纹与相机连接；所述照明部分包括光源，光源夹具，转接板，高度调节滑台，支撑板，单轴水平滑台和支撑板，其中，所述单轴水平滑台固定在支撑板上，支撑板为 L 型，其中底板连接在水平滑台上，侧面与高度调节滑台连接，所述高度调节滑台滑块与转接板连接，该转接板另一端连接光源夹具，光源连接在光源夹具上。

作为本发明的改进，所述喷印装置还具有外壳，其设置在支撑台上并罩住所述喷印模块、硬质基板承载运动模块和卷到卷薄膜基板输送模块，且该外壳还具有下端温度控制箱体、上端温度控制箱体，制冷器和加热器，其中，所述下端温度控制箱体固定在支撑台上，用于隔绝硬质基板运动模块所散发的热量，

所述上端温度控制箱体竖直安装在下端温度控制箱体上，中间具有将两者隔开的隔板，形成对打印区域的温度控制腔体，所述制冷器和加热器则分别安装在所述上端温度控制箱体的箱体顶部和侧壁上，用于实时控制箱体内的温度。

作为本发明的改进，所述喷印模块中的喷嘴为上下两层结构，上层为 PDMS 层，下层为硅基阵列化喷嘴层，两者之间利用键合连接，其中所述 PDMS 层的作用是给外界溶液的输入提供接口，并在内部提供溶液往喷嘴层的流道，所述硅基阵列化喷嘴层的作用是集成多个微小的喷嘴，并且每个喷嘴处均设有连接外电压控制电路的金电极，作为控制接口。硅片上刻蚀出来的小孔作为溶液的输出口，并且当在喷嘴层与底层接收板之间有高压静电场时，能够使喷嘴处形成的泰勒锥产生射流。

本发明中，所述第一方向、第二方向和第三方向相互垂直。

按照本发明的另一方面，提供一种利用上述喷印装置进行喷墨打印的方法，包括：

- (1) 根据待打印的图案，选择打印方式，包括电喷、直写和/或喷涂；
- (2) 根据打印的器件类型选择打印基底材料，包括硬质基板和/或柔性薄膜；
- (3) 根据上述确定的打印方式和打印基底，相应地控制所述喷嘴和基板间距、喷墨液体供给流量和/或喷嘴与基底之间施加的电压，同时控制所述喷印模块与硬质基板承载运动模块和/或卷到卷薄膜基板输送模块的相对运动方向和位移，即可实现各种器件和/或各种图案的喷印。

按照本发明的又一方面，提供一种上述喷印装置在进行微机电系统 MEMS、生物传感器、压电薄膜、太阳能薄膜电池或可屈曲拉伸波纹结构的喷墨打印中

的应用。

本发明中，通过控制针嘴和基板之间的距离，液体的黏度和施加电压的大小实现射流的不同形态，从而产生单一液滴，雾化液滴和单根连续射流，实现在三种喷墨打印方式的快速切换，解决了用同一台设备实现不同类型的器件结构制造的难题。同时，借由此原理根据其打印特性，在同一系统中构建了薄膜基板卷到卷和硬质基板真空吸附打印模块，满足了器件对不同基板的要求。同时，配合两套视觉观测模块，可以实时观测图案的形成情况和空间液滴的飞行情况。观测基板图案的视觉系统采用直视方式，镜头方向和喷嘴一致，在喷印图案完成后，直接观测打印形貌。观测空间液滴飞行情况的视觉系统则采用背光方式，镜头方向在水平方向，焦平面在喷嘴处。

本发明中，喷印模块包括控制喷嘴移动的运动平台和喷嘴，具体调控三种喷印方式，同时具有观测基板上图案的视觉系统；一硬质基板承载运动模块，用以承载、固定硬质打印介质基板，使其相对喷嘴移动；卷到卷薄薄输送模块，用以吸附柔性基板，保证其平整和在运动中无滑移；一喷射视觉检测模块，用以检测液滴空间飞行轨迹，还可以用于多层套印和基板图案的实时观测，用于对打印结构进行光学检测；一温度湿度控制模块，用来控制打印腔体内的温度和湿度，保证打印的稳定性。

为了实现不同图案的打印，所采用的关键技术是喷印方式和各个模块中运动平台的运动配合规划。优选地，喷印系统的运动模块至少包括 3 个正交方向的运动单元，硬质基板承载运动模块至少包括水平 2 个正交方向的运动单元，卷到卷薄膜输送模块包括 1 水平方向运动。

为了实现在多种基板进行图案打印，按照不同基板可分为两类，具体模块

的工作方式是：第一类为在片材基板（硬质基板或柔性基板）上的图案打印，如硅片、导电玻璃、钢片、PET 聚合物基板等，其中采用片材承载运动模块两运动单元带动基板走出图案轨迹，喷嘴待打印方式选取后保持固定，则可以打印出点、纤维和薄膜的沉积；第二类为采用柔性薄膜的卷材，如聚酯薄膜（PET），聚酰亚胺薄膜（PI）等，采用卷到卷薄薄输送模块带动薄膜到打印位置，喷嘴待打印方式选取后保持高度固定，喷印模块的 2 正交水平运动单元负责走出图案轨迹，则可以在柔性薄膜上打印出点、纤维和薄膜。

为了实现不同图案的多功能打印，所采用的关键技术是根据具体的应用对象，挑选合适的喷印方式和运动平台的运动。具体应用如针对全打印 RFID，采取第一类和第二类基板运动方式结合单根连续射流制造天线，再采用按需喷射方式制造电阻和电感；针对生物传感器，采取第一类运动方式结合单根连续射流制造电极，结合雾化液滴和第二类基板运动方式制造功能活性层薄膜；针对发光二极管，采取第一类和第二类基板运动方式结合雾化液滴制造片状或者连续的不同功能薄膜；针对太阳能电池，采取第一类和第二类基板运动方式结合采用单根连续射流在单一基片和连续基片上制造背电极。

为了实现纳米级纤维和液滴的准确定位，以及打印结构的一致性，必须保证打印环境的稳定。为进一步提高设备适用性和降低对工况环境的要求，采用由外壳箱体密封成的微环境控制单元控制打印腔体内的温度和湿度。为了避免传统送风制冷制热引入的缺陷，微环境控制单元采用半导体加热片与制冷片，以传导和辐射的方式对空间进行温度控制。其中外壳箱体采用隔热材料，保证温度与环境之间散失减小，而半导体加热片与制冷片则采用金属，导热性能好，能迅速改变自身温度。

为了实现高效打印，所采用的关键技术是将单一喷嘴替换为阵列化喷嘴，在单一液滴和单根连续射流打印方式下进行阵列打印。具体为通过图案的解析，可单独控制单个喷嘴的喷印状态，实现每个喷嘴的启动与关闭，进行高效率的打印。

本发明中，所述喷印模块至少包括 3 个正交方向的运动单元，硬质基板承载运动模块至少包括水平 2 个正交方向的运动单元，卷到卷薄膜输送模块包括 1 水平方向运动。

本发明中，所述基板以真空方式吸附在承载平台上，其结构上分为上下两层结构，上层为 PDMS 层，下层为硅基阵列化喷嘴层，两者之间利用键合连接。其中，硅基阵列化喷嘴层的作用是集成多个微小的喷嘴，并且每个喷嘴处均设有连接外电压控制电路的金电极，作为控制接口。硅片上刻蚀出来的小孔作为溶液的输出口，并且当在喷嘴层与底层接收板之间有高压静电场时，能够使喷嘴处形成的泰勒锥产生射流。

本发明中，所述喷嘴可以为一种阵列化电流体动力喷印头。

本发明中，所述图案喷印的具体流程为：打印图案输入；图案格式解析，喷嘴单元预热（加载电压，墨液开始供给）；开始打印图案；在线进行图案检测和运动参数控制；打印结束。

本发明中，吸附辊套筒上开有很多小孔，便于将薄膜吸附在套筒表面有真空泵使构成的密闭区域

本发明中，吸附平台与滑块之间有绝缘板，绝缘板起隔离电气干扰的作用。

与现有的喷印系统相比，本发明具有以下突出的优点：

(1) 具有多种喷印模式的集成化处理能力, 可以打印各种类型的器件; (2) 可以选择不同类型的喷墨打印方式, 选择不同类型的基底材料; (3) 采用电流体动力喷印机理, 较传统喷印方法, 喷印精度高, 且受喷嘴直径影响较小; (4) 驱动力采用静电拉力, 射流拖拽力较大, 适用与高粘度溶液; (5) 工艺简化, 喷嘴结构简单; (6) 由于采用了视觉观测装置, 可实时观测液滴飞行情况, 提高了打印性能; (7) 可连续在柔性和刚性基板上大面积沉积各种图案。

【附图说明】

图 1 是本发明实施例的单一液滴、雾化液滴和单根连续射流的三种不同喷印状态的效果图;

图 2 是本发明实施例的打印装置的总体结构示意图;

图 3 是本发明实施例的打印装置的外观示意图;

图 4 是本发明实施例的打印装置中喷射视觉检测模块观测部件的示意图;

图 5 是本发明实施例的打印装置中喷射视觉观测模块照明部件示意图;

图 6 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块的结构示意图;

图 7 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块的俯视图;

图 8 是为本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块放料辊的的结构示意图;

图 9 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块对辊的结构示意图;

图 10 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块后端收料部分的收料辊的结构示意图;

图 11 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块为浮辊的结构示意图；

图 12 是本发明实施例的打印装置中卷到卷输送柔性薄膜模块为吸附辊的爆炸示意图；

图 13 是本发明实施例的打印装置中喷印模块的结构示意图；

图 14 是本发明实施例的打印装置中喷印模块的侧视图；

图 15 是本发明实施例的打印装置中硬质基板承载运动模块的结构示意图；

图 16 是本发明实施例的打印装置中的外壳结构示意图；

图 17 是本发明实施例的图案喷印的具体流程；

图 18 是本发明实施例的打印装置中进行一种模式打印时各部分运动情况示意图；

图 19 是本发明实施例的打印装置进行另一种模式打印时各部分运动情况示意图；

图 20 是本发明实施例的打印装置在三种打印模式下打印的典型图案；

图 21 是本发明实施例的打印装置的阵列化喷嘴的示意图；

图 22 是本发明实施例的打印装置直接打印的屈曲波纹结构图案；

图 23 是本发明实施例的打印装置的直线应变后的屈曲波纹结构图案；

图 24 是本发明实施例的打印装置的多功能传感器的示意图。

【具体实施方式】

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明，应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实

施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

根据本发明所揭示的微液滴喷印装置及方法，此打印系统可以应用于传统印刷电路板，柔性电子器件，而且可以应用于例如生物芯片，传感器，MEMS器件等微纳米器件。

如参照图 1 所示，是在本发明遵循的工艺下，即通过控制针嘴和基板之间的距离，液体的黏度和施加电压的大小实现射流的不同形态，从而产生的单根连续射流（a），单一液滴（b），和雾化液滴（c）的喷印状态。

如图 2、3 所示，图示为本发明的喷墨打印系统的总体结构示意图和外观图。其包含有控制单元（控制柜）100，大理石支撑台 200，喷射视觉检测模块 300，卷到卷薄膜基板输送模块 400，喷印模块 500，硬质基板承载运动模块 600，打印机外壳 700。

参照附图 2 可知，本发明中的喷射视觉观测模块 300 包括观测部分和照明两个部分。

如参照图 4，5 所示，图 4 为观测部分，图 5 为照明部分。其中观测部分包括调整滑台 311，连接板 312，高度调整滑台 313，相机 315，镜头 316。调整滑台 311 直接通过螺钉连接在大理石支撑台 200 上，连接板 312 底部与调整滑台 311 通过螺钉连接，侧面与高度调整滑台 313 通过螺钉连接，相机 315 固定在高度调整滑台 313 顶部，镜头 316 采用螺纹与相机 315 连接。

照明部分包括光源 321，光源夹具 322，转接板 323，高度调节滑台 324，支撑板 325，单轴水平滑台 326，支撑板 327。单轴水平滑台 326 采用螺钉固定在支撑板 327 上，支撑板 325 为 L 型，底板用螺钉连接在水平滑台 326 上，侧面与高度调节滑台 324 连接，高度调节滑台 324 滑块与转接板 323 连接，转接

板 323 另一端连接光源夹具 322，光源 321 通过螺钉连接在光源夹具 322 上。在工作时，光源开启，光线沿着直线直接射入镜头 316 中，被相机 315 捕获。如果喷嘴在光线照射的光路上，就可以清晰的观测到射流在空间的飞行轨迹，用以实时监控喷印状态。

如图 6，7 所示，卷到卷薄膜基板输送模块 400 包括前端放料部分（放料底板 410，放料辊 420 和对辊 430）和后端收料部分（收料底板 440，吸附辊 450，浮辊 460，收料辊 470），各部分功能和结构如下：

如图 8 所示，放料辊 420 包括磁粉制动器连接板 421，磁粉制动器 422，连轴器 423，带轴承支座 424，气胀轴 425，料卷 426。磁粉制动器连接板 421 用于固定磁粉制动器，其为一竖直板，底面与放料底板 410 通过螺钉连接，侧面通过带有螺纹孔的法兰与磁粉制动器 422 连接。磁粉制动器 422 的另一端插入连轴器 423 的连接孔里，通过螺钉夹紧。气胀轴 425 的光轴从带轴承支座 424 中的轴承孔穿过，与连轴器 423 另一端连接，带轴承支座 424 底部与放料底板 410 连接，以支撑气胀轴 425，同时保证气胀轴的灵活转动。连接过程中连轴器 423，带轴承支座 424 轴承孔，气胀轴 425 保持同轴。料卷 426 缠绕在气胀轴 425 的膨胀端，保持张紧状态。

如图 9 所示，对辊 430 包括两个对辊支撑板 431，上辊连接件 432，两个气缸 433，上辊轮 434，连轴器 435，电机 436，电机支撑板 437，下滚轮 438。其连接关系如下，对辊支撑板 431 平行保持镜像安装在放料底板 410 上，其间距由上辊轮 434 长度决定。对辊支撑板 431 上端开有缺口，缺口顶端安装气缸 433，气缸缸体固定在支撑板 431 上端缺口处，气缸活塞连接在上辊连接件 432 上，上辊连接件 432 上有轴承孔，安装有轴承，上辊轮 434 为阶梯轴，两端分别插

入该轴承孔中。下辊轮 438 与上辊轮 434 平行竖直安装，并保证在气缸活塞完全伸出时保持相切。下辊轮 438 也为阶梯轴，一端固定在对辊支撑板 431 的轴承孔内，另一端穿过另一对辊支撑板的轴承孔，轴端与连轴器连接，并通过螺钉锁紧。连轴器 435 另一端与电机 436 的转轴连接，电机 436 安装在电机支撑板 437 上，电机支撑板 437 则通过螺钉固定在放料底板 410 上，保持和对辊支撑板 431 并列平行。当电机工作时，转轴转动，将随之带动下辊轮 438 转动。

如图 10 所示，后端收料部分的收料辊 470 包括收料辊电机 471，收料辊电机支撑件 472，连轴器 473，磁粉离合器 474，磁粉离合器支撑板 475，连轴器 476，带轴承支座 424，气胀轴 425，传感器座 477，光电传感器 478。收料辊电机支撑件 472 用于固定电机，底面与收料底板 440 通过螺钉连接，电机轴插入连轴器 473 的圆孔里，用螺钉夹紧。连轴器 473 的另一端孔里插入磁粉离合器 474 的光轴，并加紧。磁粉离合器 474 由磁粉离合器支撑板 475 支撑固定在收料底板 440 上，磁粉离合器支撑板 475 的中间开有圆孔，离合器 473 的另一端光轴连接在另一个连轴器 476 的端孔内。气胀轴 425 的光轴从带轴承支座 424 中的轴承孔穿过，连接在连轴器 476 的另一端孔内，带轴承支座 424 底部与收料底板 440 连接，以支撑气胀轴 425，同时保证气胀轴 425 的灵活转动。连接过程中连轴器 423，带轴承支座 424，气胀轴 425 保持同轴。

如图 11 所示，为浮辊的具体结构，包括浮辊固定角支 461，浮辊安装板 462，导轨滑块 463，挡板 464，防撞块 465，转接板 466，惰辊 467，活动转接头 468，低摩擦气缸 469。其中惰辊 467 包括法兰支座 4671，惰辊轴 4672，带轴承配管 4674，轴承盖 4675。浮辊安装板 462 通过角支 461 连接于收料底板 440，并保证浮辊安装板 462 垂直于收料辊底板 440。低摩擦气缸 469 的法兰通过螺钉固定

连接在收料辊底板 440 上。

如图 12 所示，为吸附辊的爆炸图。所述吸附辊 450 包括吸附辊电机 451，吸附辊电机支撑板 452，联轴器 453，吸附辊电机连接板 454，吸附辊端盖 455，吸附辊轴 456，挡板 457，弹簧 458，轴承 459，套筒 4510，支撑板 4511，轴支座 4512，气路转接头 4513。吸附辊支撑板 4511 通过螺钉固定于收料辊底板 440 上。所述吸附辊轴 456 为一阶梯心轴，可分为轴段 I，轴段 II，轴段 III，如图所示。所述吸附辊轴 456 的轴段 II 上有两键槽，分布成 $60\sim 70^\circ$ 的关系。所述吸附辊轴 456 轴段 I 端面的孔与轴段 II 表面的孔相连通。吸附辊轴 456 的轴段 I 前端通过轴支座 4512 固定于支撑板 4511 上。气路转接头 4513 通过管螺纹安装在吸附辊轴 456 轴段 I 端面。两挡板 457 分别安装于吸附辊轴 456 轴段 I 上的键槽内，所述挡板 457 长度应与轴 456 I 段长度一致。弹簧 458 安装于挡板 457 与轴相接触的底部，其作用为使挡板 457 有沿轴半径向外运动的趋势。两个吸附辊端盖 455 通过轴承 459 分别安装在吸附辊轴 456 的轴段 I 和轴段 III 上，与轴段 II 两端和挡板 457 两端接触，吸附辊端盖 455 可克服与挡板 457 间的摩擦力绕轴转动。套筒 4510 分别与两个吸附辊端盖 455 密封固定连接，且保证套筒 4510 轴线与吸附辊端盖 455 轴线重合，套筒 4510 内壁与挡板 457 的顶面接触。安装于轴段 III 上的吸附辊端盖 455 与吸附辊电机连接件 454 通过螺钉固定，另一端通过一联轴器 453 与电机 451 连接。吸附辊电机 451 通过吸附辊电机支撑板 452 固定于收料辊底板 440 上。吸附辊端盖 455，吸附辊轴 456，挡板 457，套筒 4510 形成一密闭区域。由真空泵使所述密闭区域达到一定真空度。通过套筒 4510 上的小孔将薄膜吸附在套筒 4510 表面，通过电机带动套筒转动，实现薄膜进给。

图 13, 14 为喷印模块, 例如可以是笛卡儿坐标三轴机器人, 其具体包括底座 501, X 方向运动模组 502, X 方向运动模组连接板 503, Y 方向运动模组 504, Y 方向运动模组连接板 505, 单轴滑台 506, 相机固定板 507, Z 方向运动模组 508, 相机 509, 镜头 510, 注射泵 511。底座 501 直接通过螺钉连接在大理石支撑台 200 上, X 方向运动模组 502 固定在底座 501 上, X 方向运动模组连接板 503 通过螺钉固定在 X 方向运动模组 502 的滑块上, 用于支撑 Y 方向运动模组 504, Y 方向运动模组连接板 505 同样采用螺钉连接固定在 Y 方向运动模组 504 的滑块上, 用于支撑单轴滑台 506, Z 方向运动模组 508 直接固定在支撑单轴滑台 506 上, Z 方向运动模组 508 滑块上连接相机固定板 507, 上面依次安装相机 509 和注射泵 511。镜头 510 通过卡扣直接和相机连接。

图 15 为硬质基板承载运动模块, 例如可以是两级笛卡儿运动平台包, 具体可以包括底座 601, X 轴运动模块 602, 运动连接板 603, Y 轴运动模块 604, 滑块连接板 605, 吸附连接板 606, 绝缘板 607, 吸附平台 608, 挡板 609。底座 601 直接固定在大理石支撑台 200 上, 其上面设计有螺纹孔, 用来固定 X 轴运动模块 602, X 轴运动模块 602 的滑块与运动连接板 603 连接, 支撑固定 Y 方向运动模组 604, 同样滑块连接板 605 固定在 Y 方向运动模组 604 的滑块上, 用来支撑吸附平台 608。吸附平台 608 与滑块连接板 605 依次连接有吸附连接板 606 和绝缘板 607, 其中绝缘板 607 起隔离电气干扰的作用。吸附平台 608 连接在绝缘板 607 上, 吸附平台 608 外围装有挡板 609, 用于遮挡底下的运动平台。

图 16 是打印系统的外壳结构示意图, 其包括下端温度控制箱体 701, 上端温度控制箱体 702, 制冷器 703, 加热器 704。下端温度控制箱体 701 固定在大理石支撑台 200 上, 用于隔绝硬质基板运动模块 600 所散发的热量, 同时避免

运动平台上的精密部件受到打印液滴飞溅的影响。上端温度控制箱体 702 竖直安装在下端温度控制箱体 701 上，中间具有隔板，将 701 与 702 隔开，形成对打印区域的温度控制腔体，制冷器 703 和加热器 704 则安装在上端温度控制箱体 702 的箱体顶部和侧壁上，通过电脑和传感器实时控制箱体内的温度。其中侧壁上的 A 口是外接湿度控制模块的进气口，B 口是外接湿度控制模块的进气口，C 是隔板上开的方形窗口，硬质基板运动模块 600 的吸附平台 608 从窗口中伸出，挡板 609 则遮住窗口，避免液滴飞溅到下面箱体。

附图 17 为图案喷印的具体流程：打印图案输入；图案格式解析，喷嘴单元预热（加载电压，墨液开始供给）；开始打印图案；在线进行图案检测和运动参数控制；打印结束。

本实施例中的控制单元包括以上各个部件的控制器件，如运动模块电机的驱动器，控制卡和其它电气连接等；真空发生器；各种电源；工控机；温度，湿度控制器；喷嘴控制器等。

为了解决传统玻璃毛细管喷嘴和不锈钢喷嘴的打印效率低的问题，本发明的一种阵列化电流体动力喷印头，如附图 20 所示。结构上分为上下两层结构，上层为 PDMS 层，下层为硅基阵列化喷嘴层，两者之间利用键合连接。该喷头基于电流体喷印的原理，通过控制电压实现射流从喷嘴处发生，形成墨滴或者液线，从而实现目标图案的打印。具体来讲，PDMS 层的作用是给外界溶液的输入提供接口，并在内部提供溶液往喷嘴层的流道，由于 PDMS 具有透明、性质稳定，可成型强等优点，广泛应用于微流体芯片的领域。在本发明实施例中为了制作 PDMS 层，需要先设计并加工出一组模具，并且将 PDMS 材料的组分按一定的比例混合（例如基体：固化剂=10:1）形成初始的 PDMS 溶液，然后将

该溶液浇铸到模具中，加温到 100 摄氏度，维持 15 分钟，即可以得到 PDMS 层。硅基阵列化喷嘴层的作用是集成多个微小的喷嘴，并且每个喷嘴处均设有连接外电压控制电路的金电极，作为控制接口。硅片上刻蚀出来的小孔作为溶液的输出口，并且当在喷嘴层与底层接收板之间有高压静电场时，能够使喷嘴处形成的泰勒锥产生射流。硅基阵列化喷嘴层的制作过程采用标准的半导体加工工艺，设计好每次光刻的掩模板后，分别进行光刻、显影、溅射/ICP 刻蚀来形成预先设计的喷嘴层结构。该硅基的阵列化喷嘴具有图案精确，打印稳定等优点。

由于本发明针对多种基板和三种打印方式，具有多种打印组合，下面结合具体实例介绍几种典型的工作过程：

实例 1：

喷印模块 500 和硬质基板承载运动模块 600 配合运动，在硬质基板上打印图案。通过调整运动模块 600，使其初始化，及 X 轴运动模块 602，Y 轴运动模块 604，得滑块运动到其运动行程中央。在吸附平台上正中央搁置硅片等硬质基板，通过控制模块，开启真空泵，真空平台表面形成负压，基板牢牢吸附在吸附平台上，再通过调整喷印模块 500 三个运动模块的运动，使喷嘴正对基板的边缘，即相对系统的零点。喷嘴距离基板的高度，决定了喷印模式，可通过实验标定后，根据需要，自行选择。具体位置到达后，喷印模块 500 停止运动，在整个打印过程中保持静止状态，硬质基板承载运动模块 600 在打印时运动，负责图案的成形，其各个模块状态如图 18 所示。其打印流程为：打印图案输入，图案格式解析，喷嘴单元预热（加载电压，墨液开始供给），选择喷射视觉检测模块是否工作，开始打印图案，打印结束。此种工作情况，适合小面积，高精度的器件打印，如微机电系统 MEMS，生物传感器的打印。

实例 2:

卷到卷薄膜基板输送模块 400 与喷印模块 500 配合运动，在柔性基板上打印图案。此种工作模式下卷到卷薄膜基板输送模块 400 负责单一方向的基板输送，具体打印图案运动由喷印模块 500 实现。首先料卷安装在卷到卷薄膜基板输送模块 400 的前端放料部分放料辊 420 的上，穿过对辊 430 上下辊直接的缝隙，放置在吸附平台上方，最后缠绕在后端收料部分的收料辊上，其具体的模式和运动状态如图 19 所示。打印之前，硬质基板模块回到初始位置，此时薄膜基板正好在吸附平台正上方，然后保持静止状态。可通过实验标定。具体位置到达后，喷印模块 500 停止运动，在整个打印过程中保持静止状态。喷嘴距离基板的高度，决定了喷印模式，可通过实验标定后，根据需要，自行选择。打印开始时，喷印模块 500 初始化，运动到系统的零点，如图 17 所述的打印流程中开始打印图案，在这种情况下，喷嘴在喷印模块 500 两个方向及 X 方向运动模组和 Y 方向运动模组带动下运动，完成图案解析后的运动指令，配合喷印控制，形成图案，卷到卷薄膜基板输送模块保持静止。打印完成后，喷印模块 500 复位，回到零点。卷到卷薄膜基板输送模块开始做进给运动，将柔性基板向前输送，待新的打印区域移动到吸附板停止，重复打印过程。此种工作情况，适合大面积的器件打印，如压电薄膜，太阳能薄膜电池和功能复合材料等。

如参照图 21 所示，为三种打印模式下典型的图案 (a) 纤维阵列; (b) 单一液滴阵列; (c) 液膜。

采用本方面的打印方式，还可获得多种可伸缩式新结构，下面介绍具体两种可屈曲拉伸波纹结构的制造：

实例 1:

采用单根连续射流打印方式，喷印模块 500 和硬质基板承载运动模块 600 配合运动，在片状基板上打印图案。通过调整运动模块 600，使其初始化，及 X 轴运动模块 602，Y 轴运动模块 604，得滑块运动到其运动行程中央。在吸附平台上正中央搁置 PDMS 弹性基板，通过控制模块，开启真空泵，真空平台表面形成负压，基板牢牢吸附在吸附平台上，再通过调整喷印模块 500 三个运动模块的运动，使喷嘴正对基板的边缘，即相对系统的零点。调整喷嘴与基板之间的高度，形成射流的鞭动现象，如图 22 所示。配合不同的基板速度，可以不同的波纹结构。如在基板速度为 50mm/s 时，获得重叠的波纹结构；在速度 100mm/s 时，获得 8 字形波纹结构；在速度 200mm/s 时，获得正弦波纹结构。

实例 2：

采用单根连续射流打印方式，喷印模块 500 和硬质基板承载运动模块 600 配合运动，在片状基板上打印图案。通过调整运动模块 600，使其初始化，及 X 轴运动模块 602，Y 轴运动模块 604，得滑块运动到其运动行程中央。在吸附平台上正中央搁置已拉伸的 PDMS 弹性基板，通过控制模块，开启真空泵，真空平台表面形成负压，基板牢牢吸附在吸附平台上，再通过调整喷印模块 500 三个运动模块的运动，使喷嘴正对基板的边缘，即相对系统的零点。在弹性基本上打印直线，待打印完成后，释放弹性基板，如图 23 所示，可获得正弦波纹结构。

采用以上介绍的运动组合方式和特殊打印功能可以产生多种图案，具体的喷印方式在图 1 中已经阐明，借由这三种喷印方式，可以打印如图 24 的多功能传感器，该传感器可以用作运动柔性曲面的应变，温度和速度传感器。该传感器主要包括电极、导线和功能薄膜（测应变薄膜、测温度薄膜和测速度薄膜）

三部分。其中电极采用按需的点喷方式，采用铜墨水反复打印而成；弯曲的导线采用银颗粒和导电局和物的墨水，采用电纺丝方式打印；功能薄膜则采用喷雾方式，答应不同的功能材料

结合以上具体的实施例，对本发明进行了详细说明，通过本发明的技术思想，本领域的技术人员可以更为广泛的对本发明进行各种变更和修正，这种变更和修正也属于本发明领域。

权 利 要 求

1、一种多功能电流体喷印装置，其可执行多种喷墨打印方式，从而实现不同类型器件的喷印制造，其特征在于，该喷印装置包括：

支撑台（200）；

喷印模块（500），设置在所述支撑台（200）上，其具有用于喷墨的喷嘴，用于喷墨到打印基底上以进行图案打印；

硬质基板承载运动模块（600），其设置在所述支撑台（200）上，以固定承载用于作为图案打印基底的硬质打印介质基板，并可带动其相对所述喷印模块（500）运动，实现在该硬质打印介质基板上的图案打印；以及

卷到卷薄膜基板输送模块（400），其设置在所述支撑台（200）上，以输送作为图案打印基底的柔性打印介质薄膜，该柔性打印介质薄膜可通过相对所述喷印模块（500）运动，实现在该柔性打印介质薄膜上的图案打印；

通过控制喷嘴和基板间距、喷墨液体供给流量和/或喷嘴与基底之间施加的电压，从而产生包括单一液滴的按需喷射、雾化液滴的喷涂和单根连续射流的直写中的一种或多种喷印方式，并结合不同的图案打印基底，即可实现各种器件或各种图案的喷印。

2、根据权利要求 1 所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述喷印模块（500）包括：

固定设置在支撑台（500）上的底座（501）；

固定设置在该底座（501）上的可相对其沿第一方向运动的第一方向运动模组（502）；

通过设置在该第一方向运动模组（502）上的第一方向运动模组连接板（503）安装于该第一方向运动模组（502）上的第二运动方向模组（504），其可相对该第一方向运动模组（502）沿第二方向运动；以及

通过设置在该第二方向运动模组（504）上的第二方向运动模组连接板（505）安装在该第二方向运动模组（504）上的第三运动方向模组（508），其可相对该第二方向运动模组（504）沿第三方向运动，其上安装有注射泵（511）和与其连通用于喷墨的喷嘴。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述硬质基板承载运动模块（600）包括：

固定在所述支撑台（200）上的基板底座（601）；

第一方向运动模块（602），其设置在所述基板底座（601）上，可相对其实现沿第一方向的运动；

第二方向运动模块（604），其通过固定设置在所述第一方向运动模块（602）上的运动连接板（603）安装于所述第一方向运动模块（602）上，其可相对该第一方向运动模块（602）沿第二方向运动；

吸附平台（608），其通过所述固定设置在所述第二方向运动模块（604）上的滑块连接板（605）安装于所述第二方向运动模块（604）上并可同步运动，该吸附平台（608）用于吸附固定作为图案打印基底的硬质打印介质基板。

4、根据权利要求 1-3 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述卷到卷薄膜基板输送模块（400）包括前端放料部分和后端收料部分，其中所述前端放料部分包括放料底板（410）、设置在该放料底板（410）上的放料辊（420）和对辊（430），薄膜基底通过放料辊（420）释放并穿过所述对辊（430）的两辊之间

后输出；所述后端收料部分包括收料底板（440）、设置在该收料底板（440）上的吸附辊（450）、浮辊（460）和收料辊（470），从前端放料薄膜输送的所述薄膜基底通过该吸附辊（450）吸附紧贴，并进而输送到所述收料辊（470）以进行收料，所述浮辊（460）设置在两者之间以张紧所述薄膜基底。

5、根据权利要求4所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述放料辊（420）包括磁粉制动器连接板（421），磁粉制动器（422），连轴器（423），带轴承支座（424），气胀轴（425）和料卷（426），其中所述磁粉制动器连接板（421）底面与放料底板（410）固定连接，其侧面与所述磁粉制动器连接板（421）一端固定连接，该磁粉制动器（422）的另一端插入连轴器（423）的连接孔里，所述气胀轴（425）的光轴从固定在放料底板（410）上的带轴承支座（424）中的轴承孔穿过，并与连轴器（423）另一端连接，所述料卷（426）缠绕在气胀轴（425）的膨胀端，并保持张紧状态，在气胀轴（425）的驱动下同步转动以输出薄膜基底。

6、根据权利要求4或5所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述对辊（430）包括平行对置的上辊轮（434）和下辊轮（438），两辊轮端部通过两对称竖直固定在放料底板（410）上的对辊支撑板（431）支撑，其中，对辊支撑板（431）上端开有缺口，用于安装气缸（433），所述上辊轮（434）与气缸活塞连接，通过其以调节上下辊轮的间隙，所述下辊轮（438）一端与电机（436）的转轴连接，通过该电机（436）驱动所述下辊轮（438）旋转从而带动上下辊轮（434）之间的薄膜基底输出。

7、根据权利要求4-6中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述收料辊（470）包括收料辊电机（471），其通过设置在收料底板（440）上的收料辊电机支撑件（472）支撑，该收料辊电机（471）的电机轴与离合器（476）一端连

接，一气胀轴（425）的光轴从固定在收料底板（440）上的带轴承支座（424）中的轴承孔穿过，并连接在一连轴器（476）的另一端孔内，所述收料辊轮套装在该气胀轴（425）上，通过收料辊电机（471）的驱动带动薄膜以进行收料。

8、根据权利要求 7 所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述收料辊（470）还包括固定设置在所述收料底板（440）上的磁粉离合器支撑板（475），其用于安装设置磁粉离合器（474），用于保证在收料时使收卷张力恒定，保证料卷紧实，还包括连轴器（473），所述收料辊电机（471）的电机轴通过该连轴器（473）后与磁粉离合器（474）可断开地连接，所述磁粉离合器（474）另一端与所述离合器（476）一端连接。

9、根据权利要求 4-8 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述浮辊（460）包括浮辊安装板（462），其通过角支（461）连接于收料底板（440）上，且垂直于所述收料底板（440），还包括惰辊（467）及驱动其运动的摩擦气缸，该惰辊（467）通过一转接板（466）与浮辊安装板（462）连接，其中所述惰辊（467）包括与所述转接板（466）连接的法兰支座（4671），设置在法兰支座（4671）上的惰辊轴（4672），套装在该惰辊轴（4672）上的惰辊轮（4673），其两端套有带轴承配管（4674）并利用轴承盖（467）封装。

10、根据权利要求 4-9 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述吸附辊（450）包括吸附辊轴（456）、套装在该吸附辊轴（456）外的套筒（4510）、与所述吸附辊轴（456）一端连接的吸附辊电机（451），其中所述吸附辊轴（456）为阶梯芯轴，其轴体外周在轴向上开有键槽，该键槽中设置有挡板（450）且其置于所述吸附滚轴（456）与套筒（4510）之间，该吸附滚轴（456）相对吸附辊电机（451）的另一端通过轴支座（4512）固定于支撑板（4511）上，两端通过吸附辊

端盖（455）封闭，从而形成密封空间，通过使该密闭空间形成一定真空度，从而通过所述套筒（4510）上的小孔将薄膜基底吸附在套筒（4510）表面，并利用吸附辊电机（451）带动所述套筒（4510）的转动，实现薄膜吸附并进给。

11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述喷印装置还包括喷射视觉观测模块（300），其具有观测部分和相对于其设置在喷墨模块（500）另一端的照明部分，其中，所述观测部分包括调整滑台（311），连接板（312），高度调整滑台（313），相机（315）和镜头（316），其中调整滑台（311）固定设置在支撑台（200）上，连接板（312）底部与调整滑台（311）连接，侧面与高度调整滑台（313）连接，所述相机（315）固定在高度调整滑台（313）顶部，所述镜头（316）采用螺纹与相机 315 连接；

所述照明部分包括光源（321），光源夹具（322），转接板（323），高度调节滑台（324），第一支撑板（325），单轴水平滑台（326）和第二支撑板（327），其中，所述单轴水平滑台（326）固定在第二支撑板（327）一端上，该支撑板 327 的另一端固定在底座 501 上，所述第一支撑板（325）为 L 型，其底板连接在水平滑台（326）上，侧面与高度调节滑台（324）连接，所述高度调节滑台（324）滑块与转接板（323）连接，该转接板（323）另一端连接光源夹具（322），所述光源（321）连接在光源夹具（322）上。

12、根据权利要求 1-11 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述喷印装置还具有外壳，其设置在支撑台（200）上并罩住所述喷印模块（500）、硬质基板承载运动模块（600）和卷到卷薄膜基板输送模块（400），且该外壳还具有下端温度控制箱体（701）、上端温度控制箱体（702），制冷器（703）和加热器（704），其中，所述下端温度控制箱体（701）固定在支撑台（200）上，用于隔绝

硬质基板运动模块（600）所散发的热量，所述上端温度控制箱体（702）竖直安装在下端温度控制箱体（701）上，中间具有将两者隔开的隔板，形成对打印区域的温度控制腔体，所述制冷器（703）和加热器（704）则分别安装在所述上端温度控制箱体（702）的箱体顶部和侧壁上，用于实时控制箱体内的温度。

13、根据权利要求 1-12 中任一项所述的一种多功能电流体喷印装置，其中，所述喷印模块中的喷嘴为上下两层结构，上层为 PDMS 层，下层为硅基阵列化喷嘴层，两者之间利用键合连接，其中所述 PDMS 层用于给外界溶液的输入提供接口，并在内部设有喷印溶液流向喷嘴层的流道，所述硅基阵列化喷嘴层集成有多个微小的喷嘴，每个喷嘴处均设有电极，通过所述喷嘴层与图案打印基底之间的高压静电场，使喷嘴处的喷印溶液形成射流喷出。

14、利用权利要求 1-13 中任一项所述的喷印装置进行喷墨打印的方法，包括：

- （1）根据待打印的图案，选择打印方式，包括电喷、直写和/或喷涂；
- （2）根据打印的器件类型选择打印基底材料，包括硬质基板和/或柔性薄膜；
- （3）根据上述确定的打印方式和打印基底，相应地控制所述喷嘴和基板间距、喷墨液体供给流量和/或喷嘴与基底之间施加的电压，同时控制所述喷印模块与硬质基板承载运动模块（600）和/或卷到卷薄膜基板输送模块（400）的相对运动方向和位移，即可实现各种器件和/或各种图案的喷印。

15、权利要求 1-13 中任一项所述的喷印装置在进行微机电系统 MEMS、生物传感器、压电薄膜、太阳能薄膜电池或可屈曲拉伸波纹结构的喷墨打印中的应用。

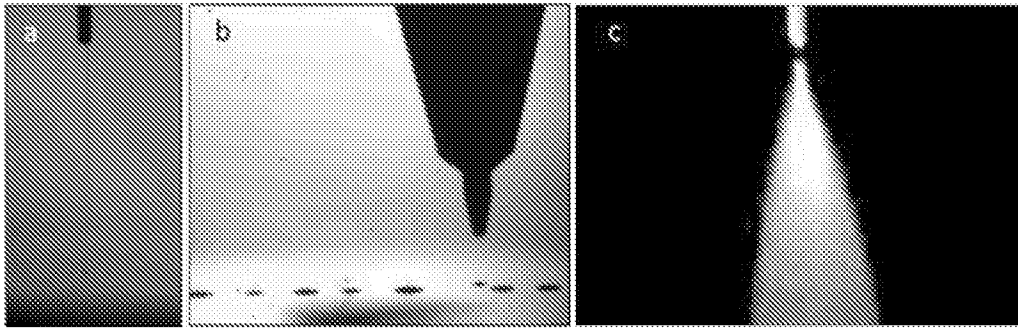


图 1

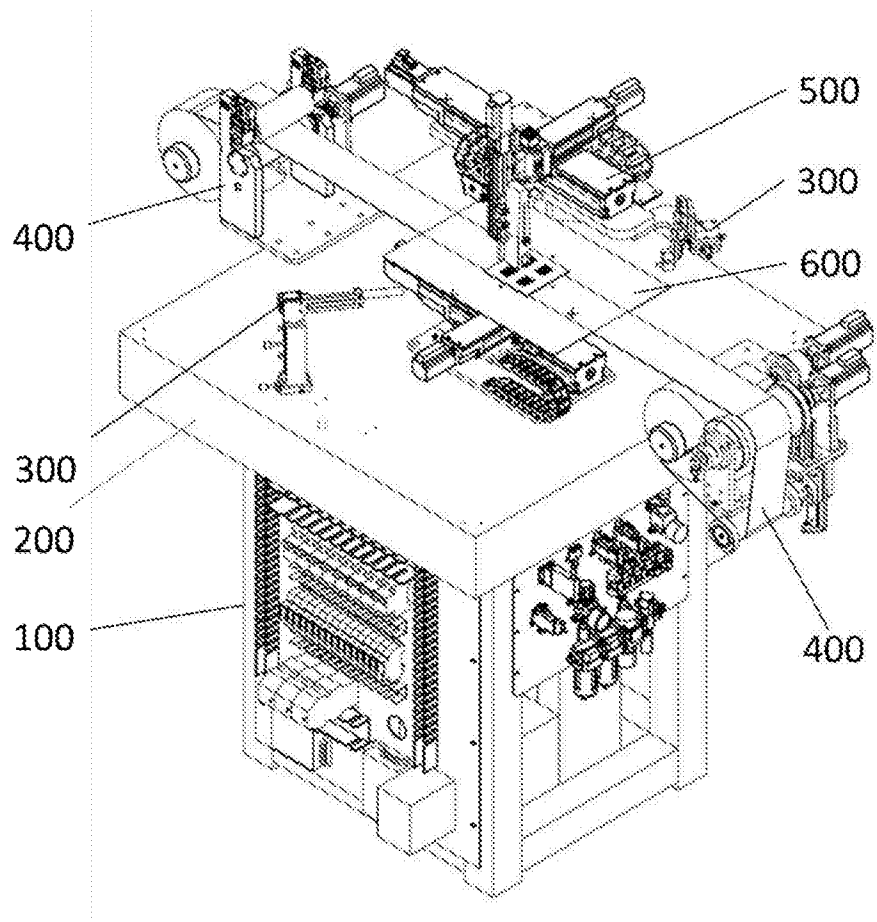


图 2

700

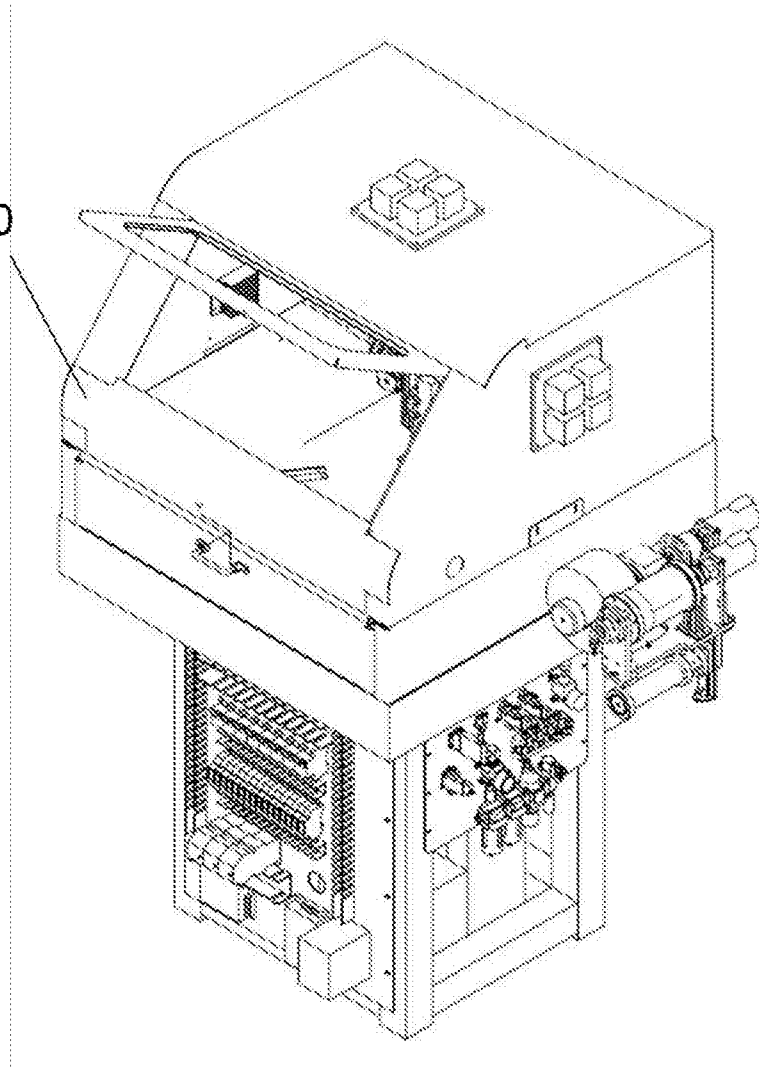


图 3

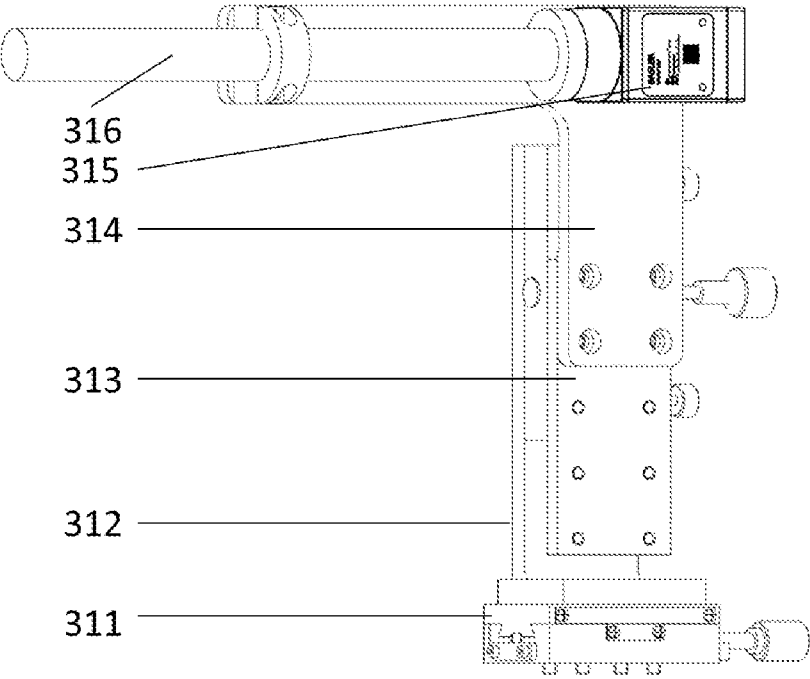


图 4

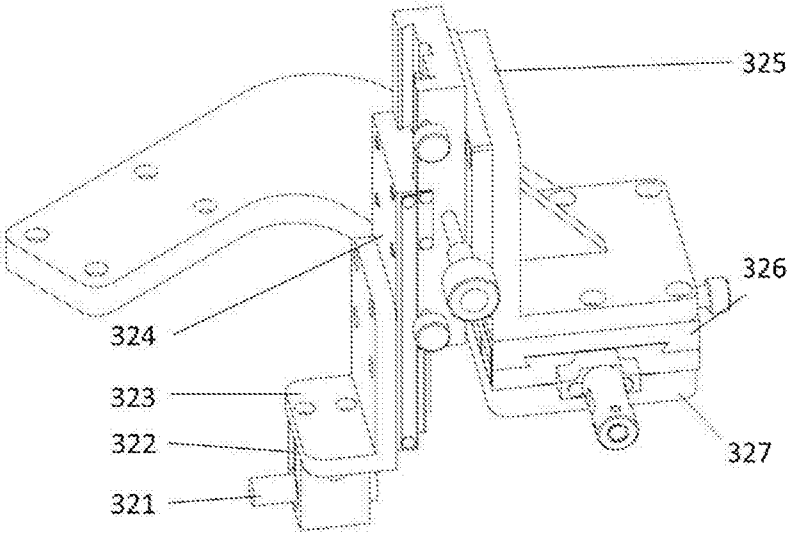


图 5

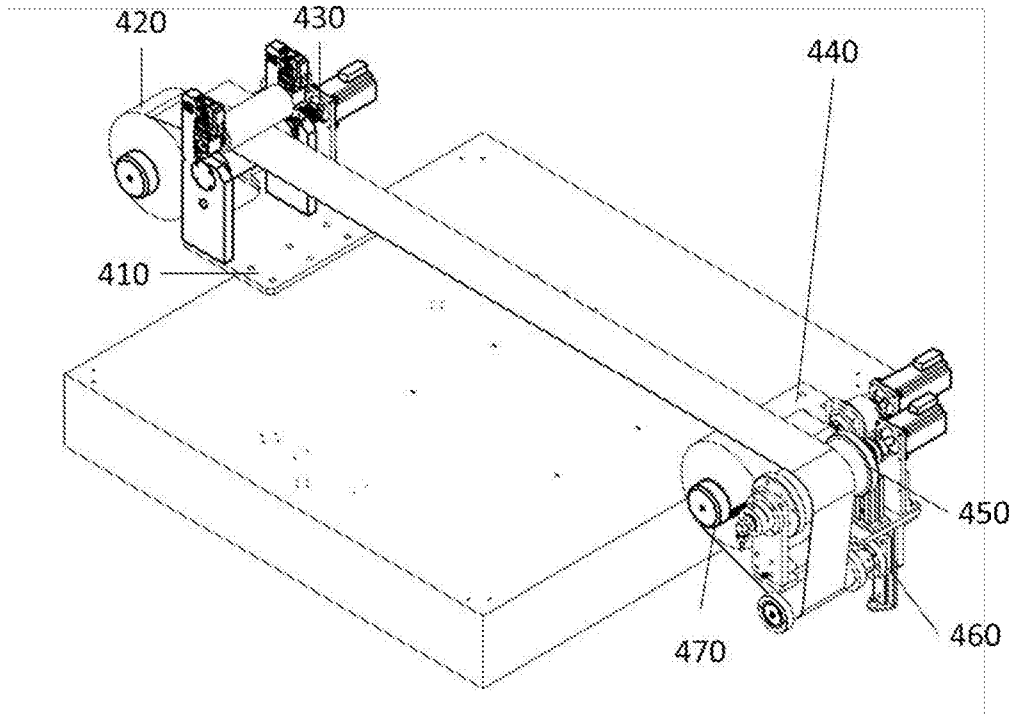


图 6

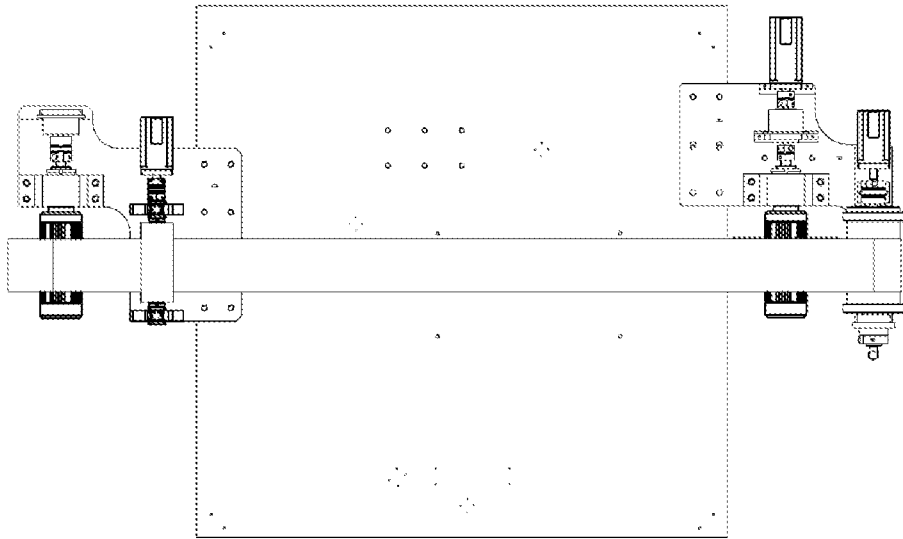


图 7

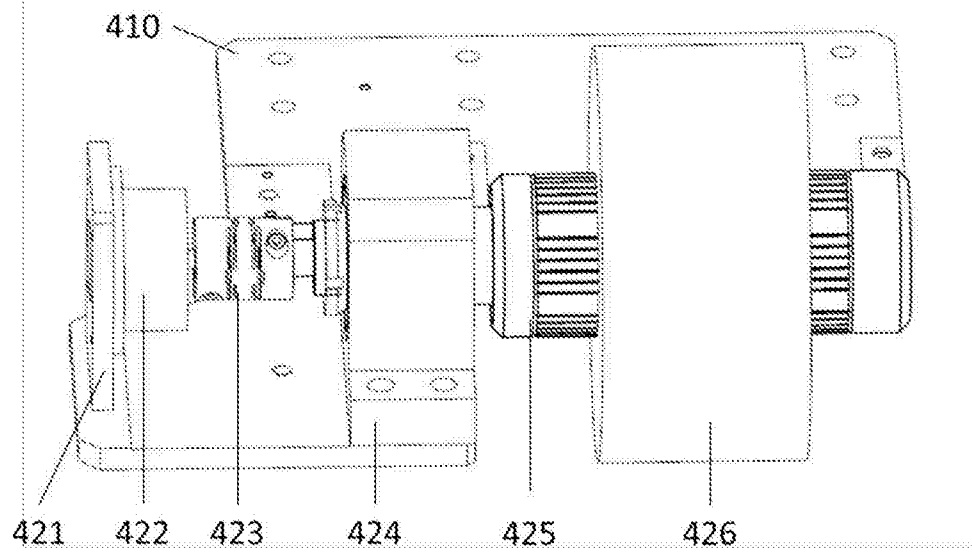


图 8

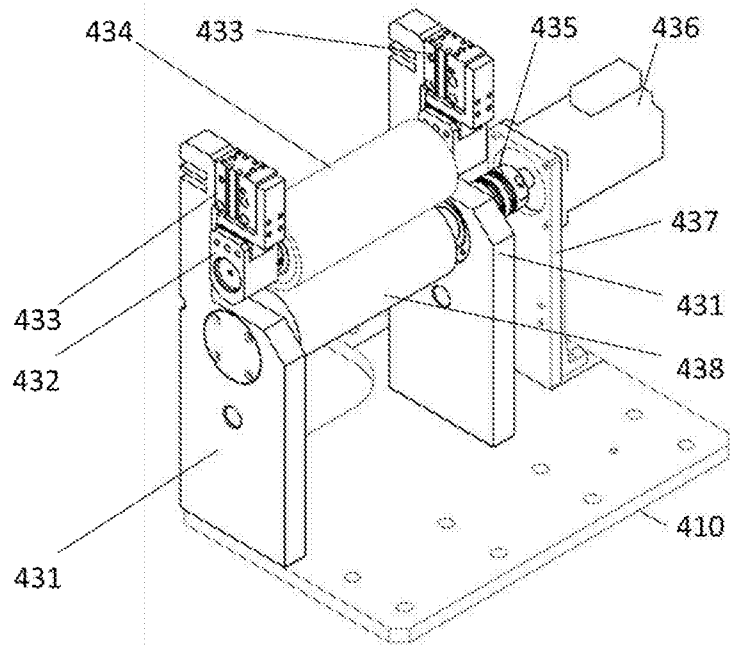


图 9

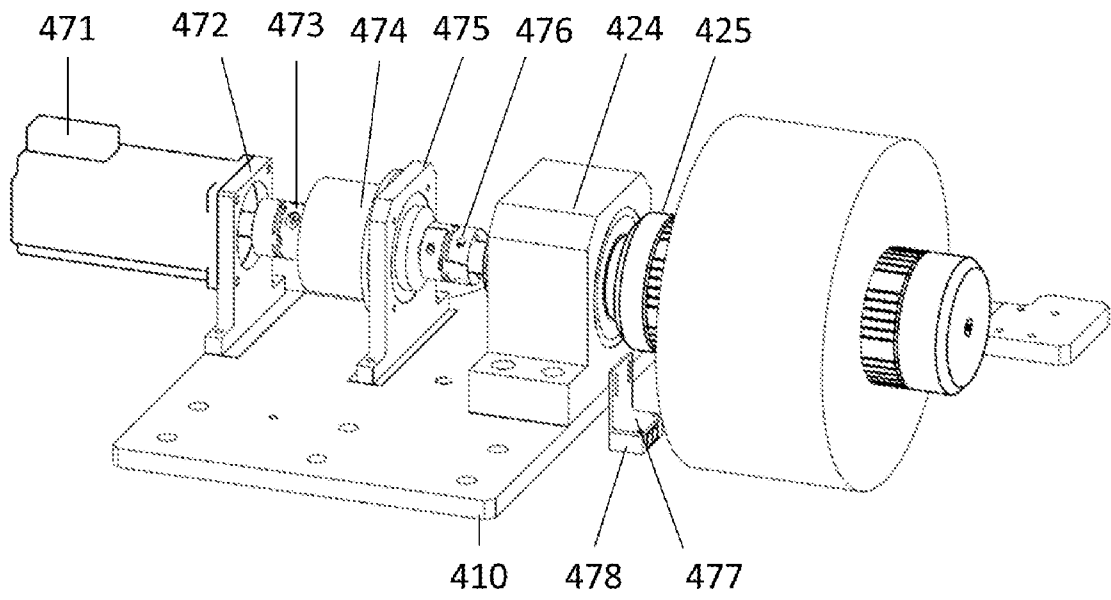


图 10

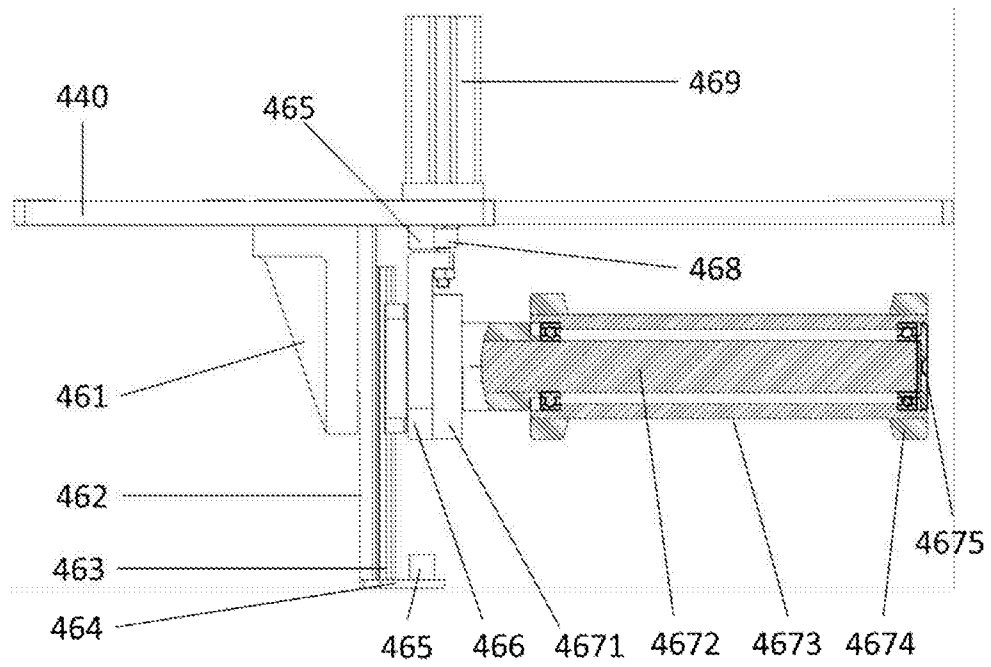


图 11

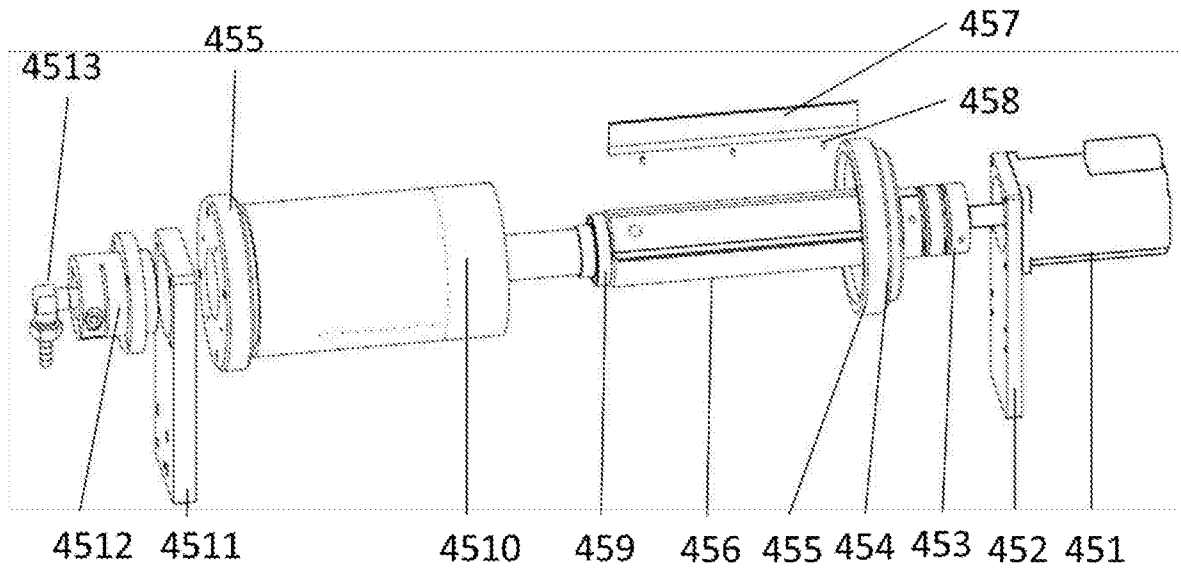


图 12

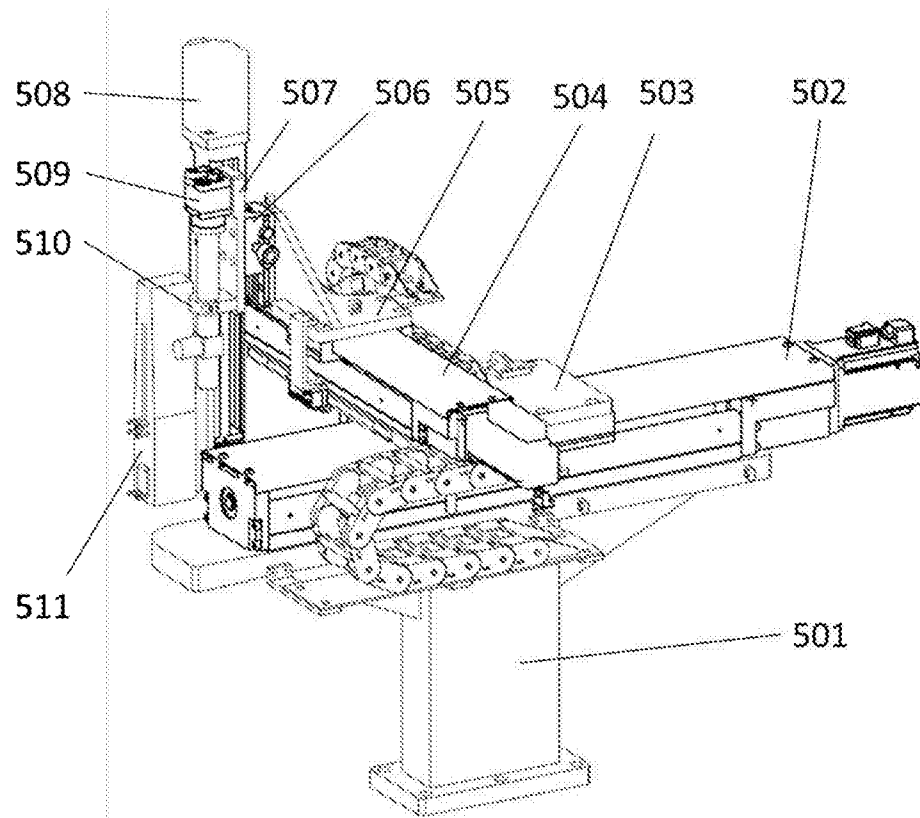


图 13

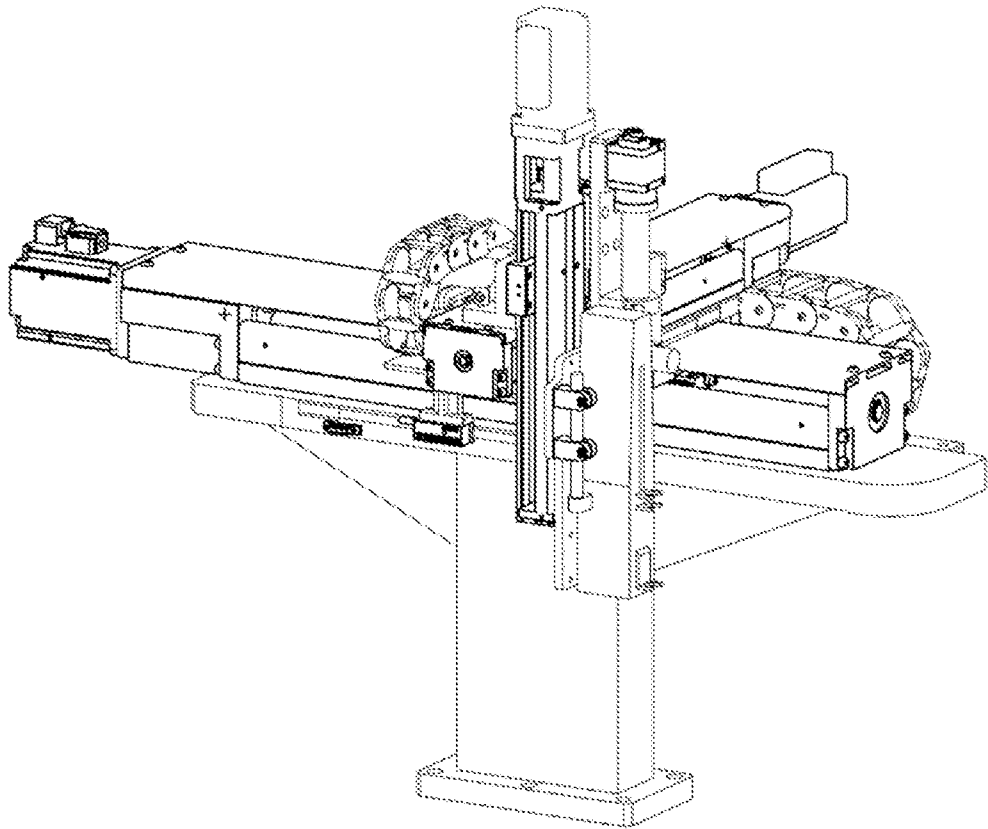


图 14

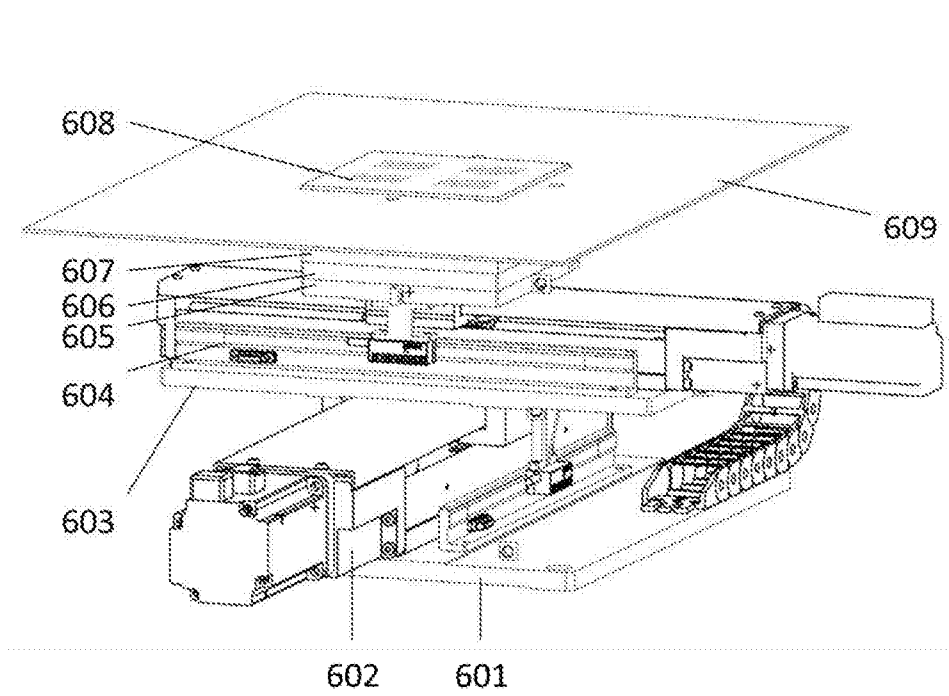


图 15

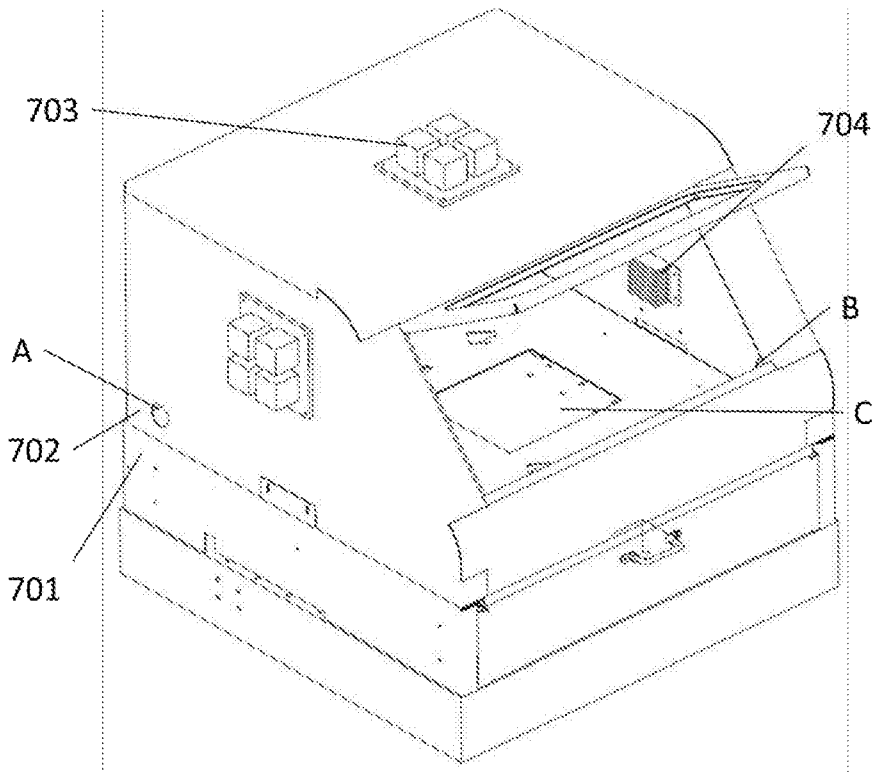


图 16

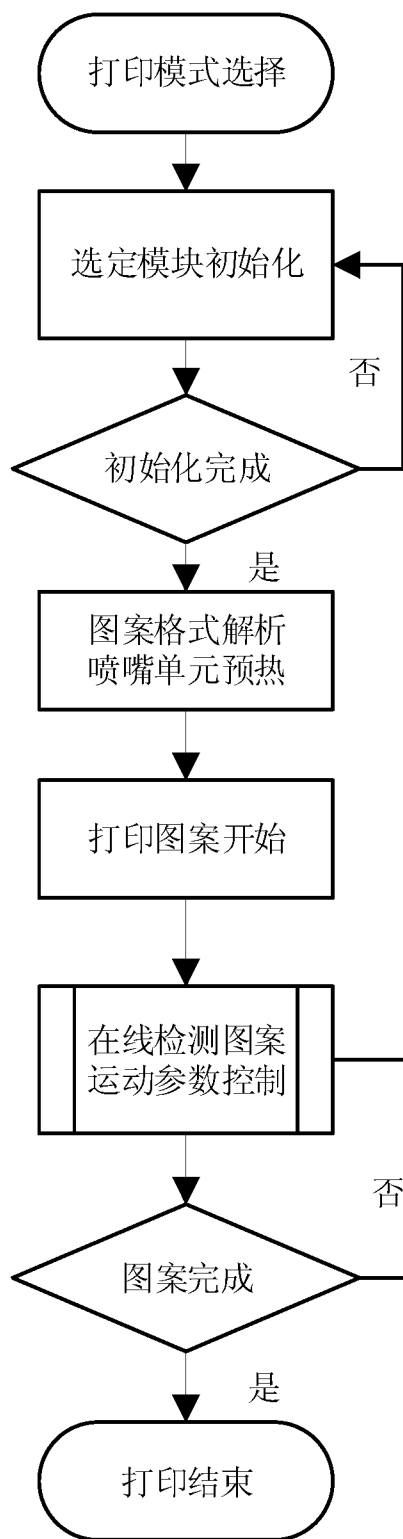


图 17

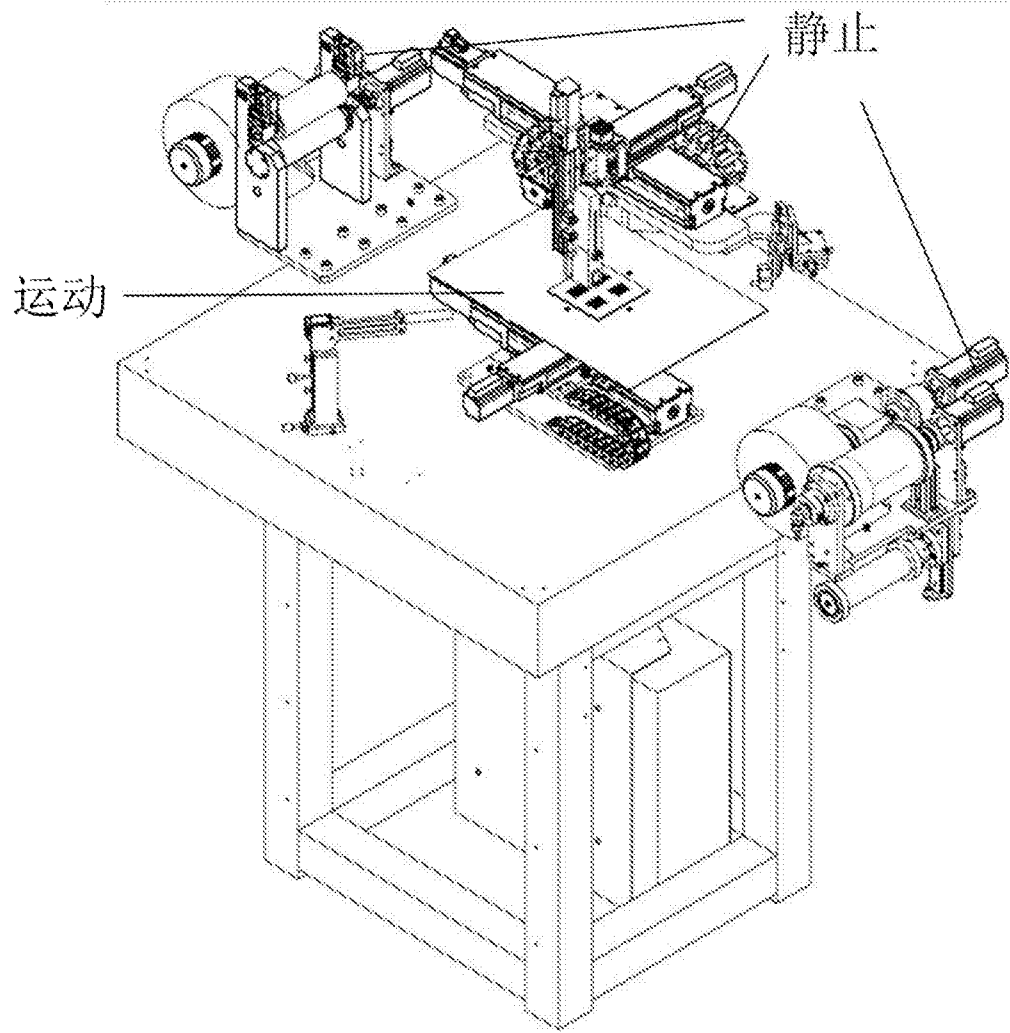


图 18

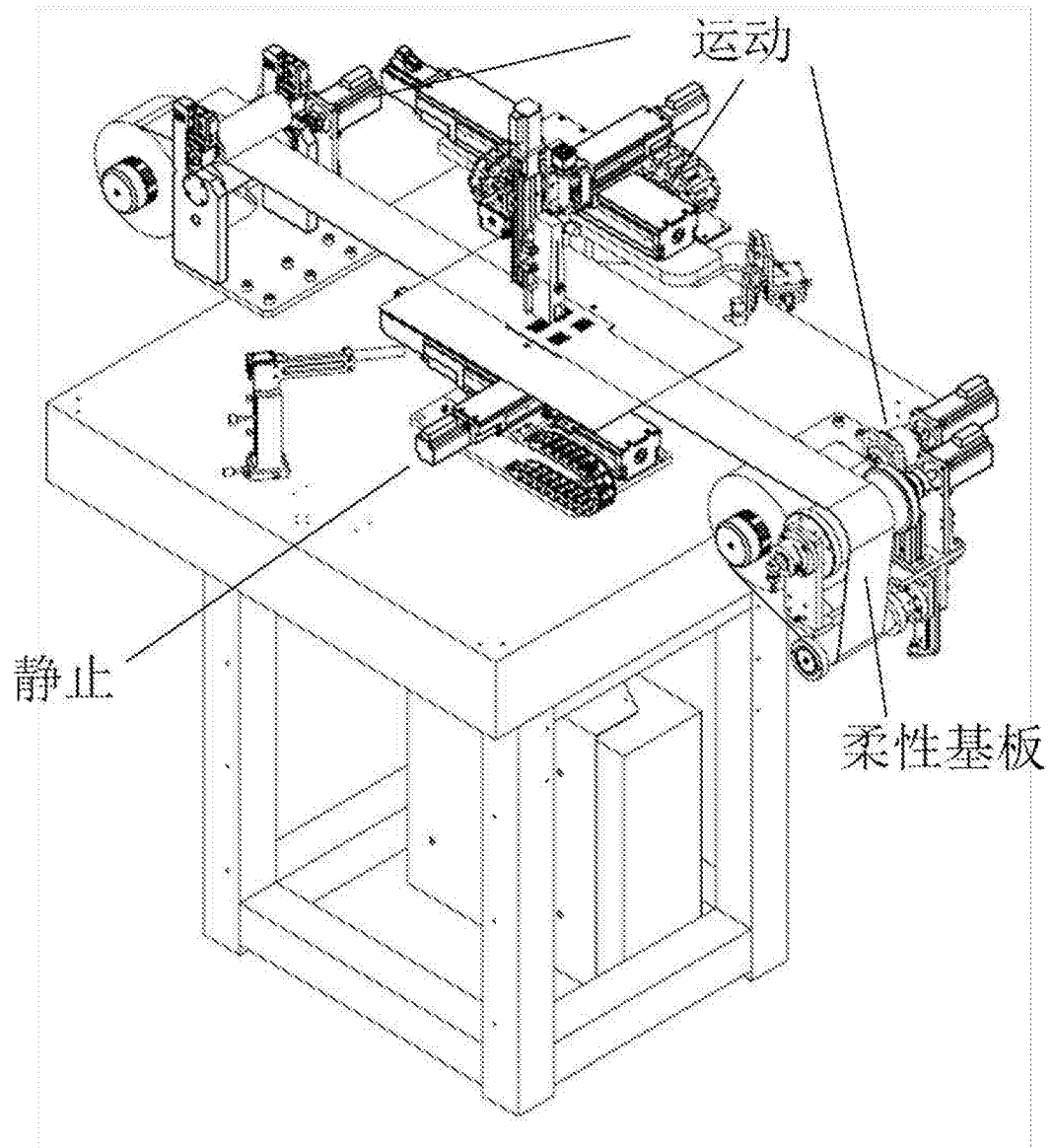


图 19

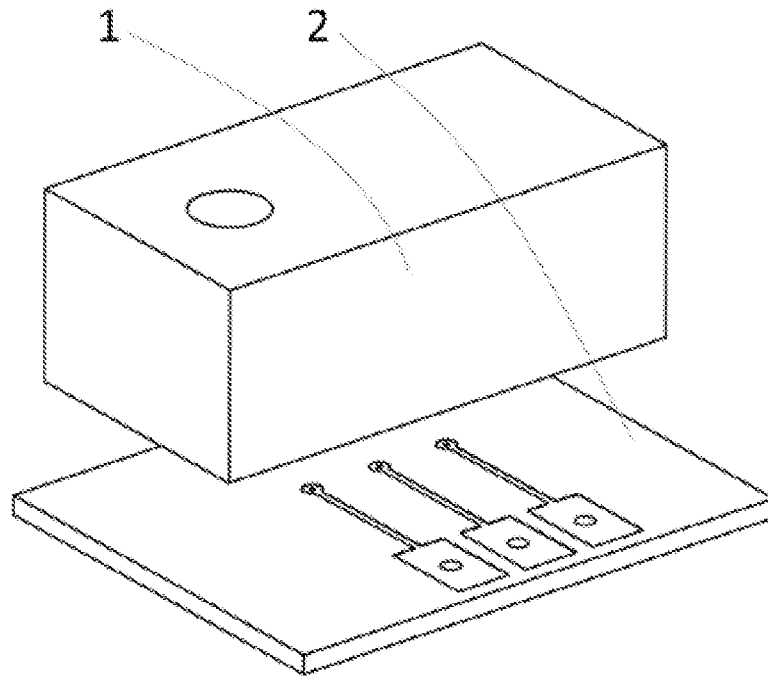


图 20

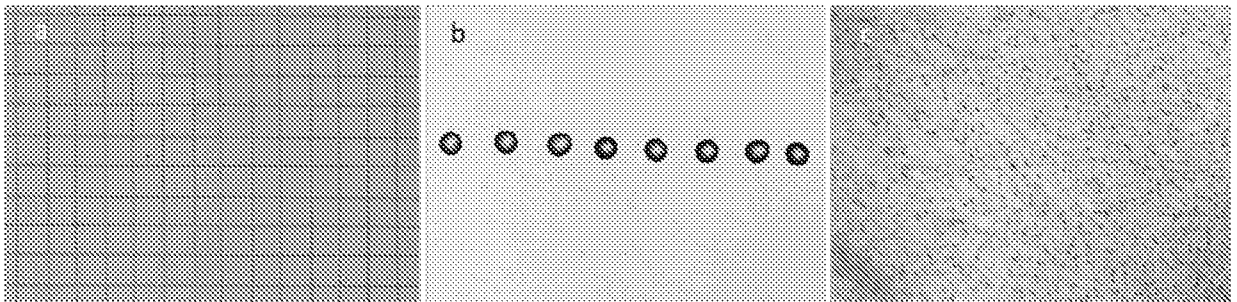
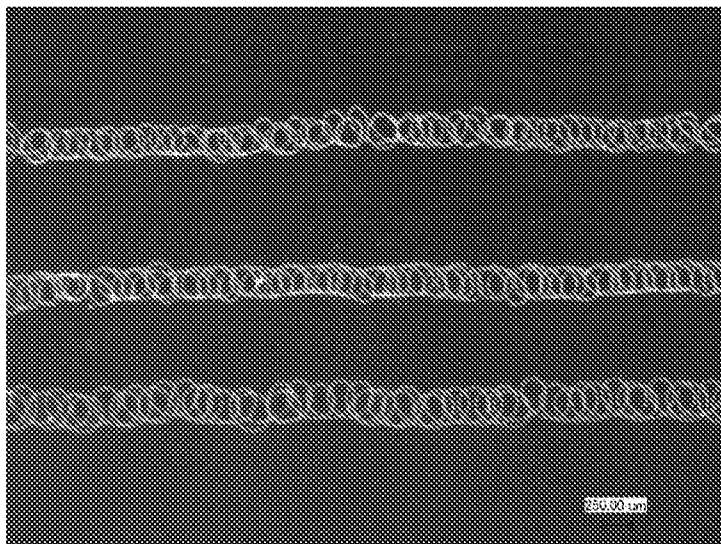
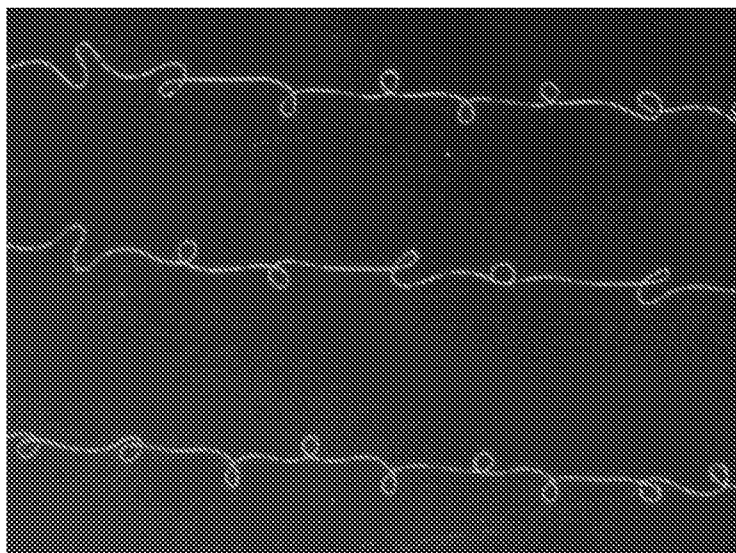


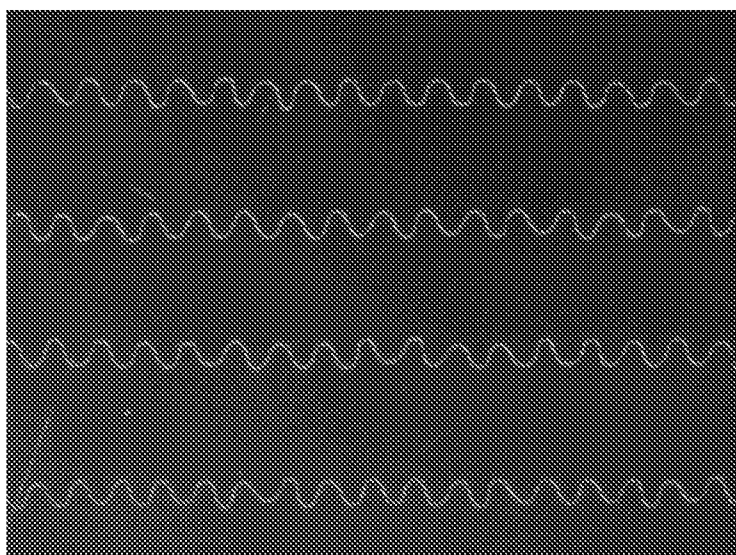
图 21



(a)

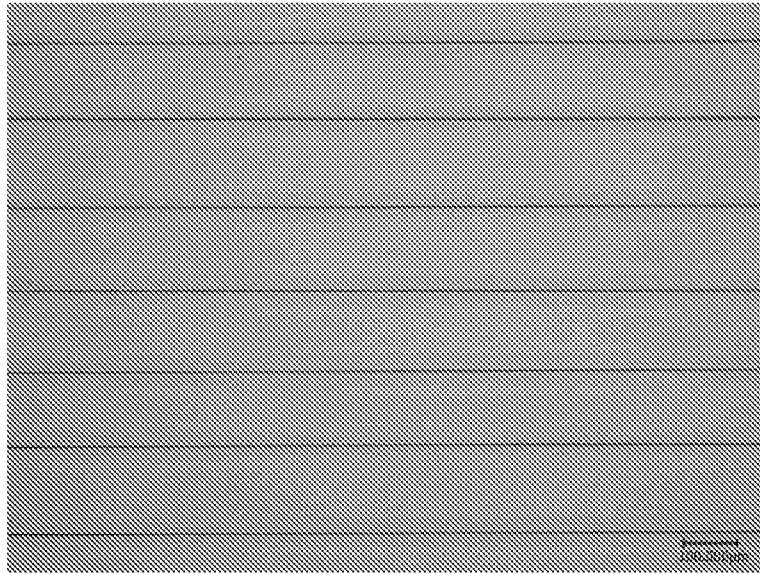


(b)

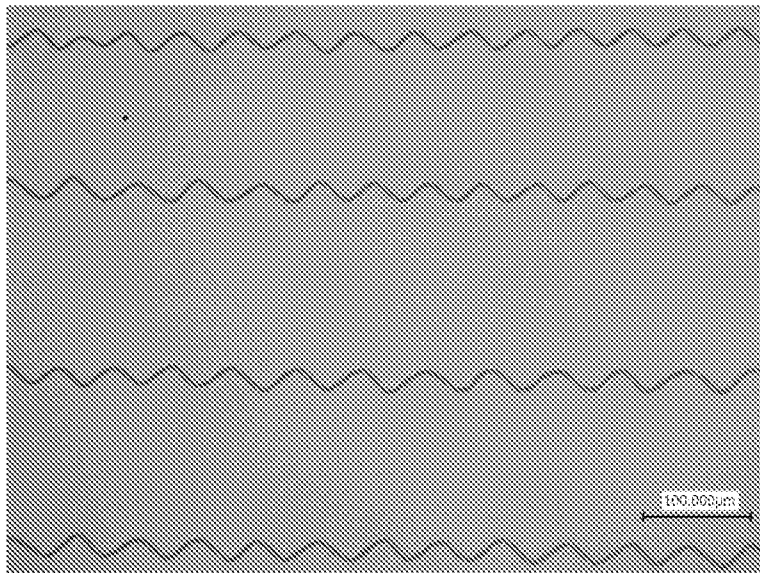


(c)

图 22



(a)



(b)

图 23

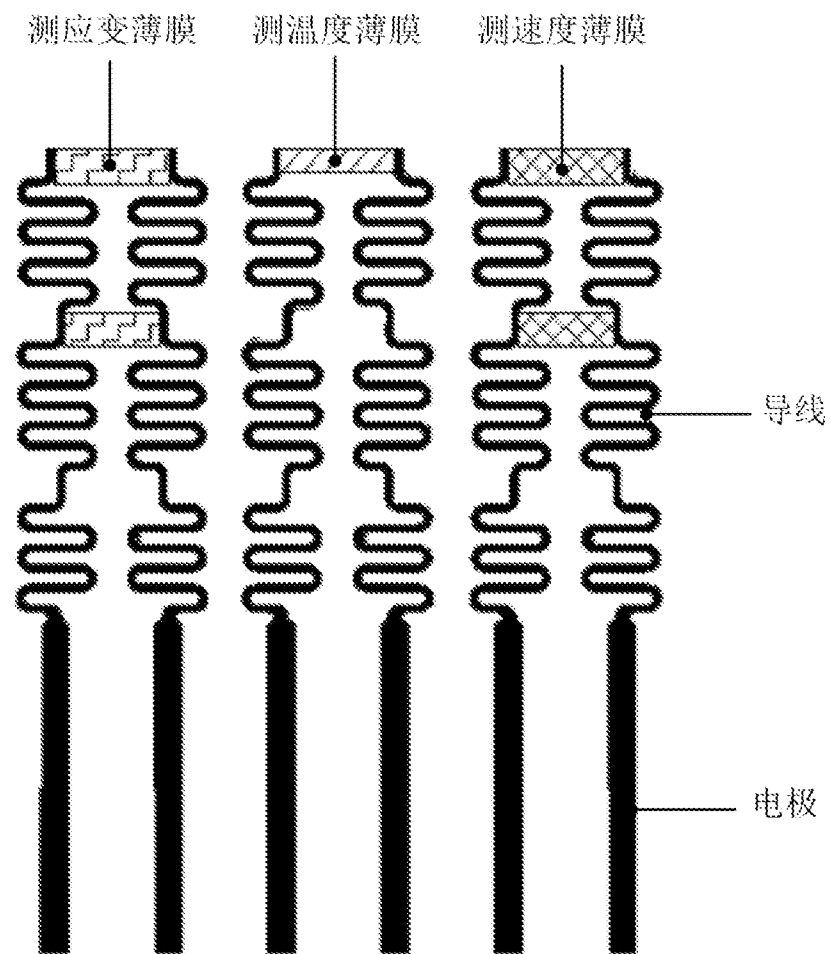


图 24

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/075804

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B41J 2/01 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B41J2/-; B41J13/-; B41J15/-; B05C5/-; G09F9/-; G02B5/-; H05K3/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; SIPOABS; VEN: EHDP, EHD, electro hydrodynamics, print, ink, jet, eject, sorb, absorb, roller, magnetic powder brake, heat, warm, hot, cool, cold, temperature

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 103895345 A (UNIV HUAZHONG SCI & TECHNOLOGY) 02 July 2014 (02.07.2014) claims 1 to 15	1-15
Y	CN 102166556 A (HITACHI PLANT ENG&CONSTR CO., LTD.) 31 August 2011 (31.08.2011) the abstract, description, paragraphs [0011], [0030] and [0031] and figures 1 and 2	1-15
Y	CN 102267286 A (UNIV HUAZHONG SCI & TECHNOLOGY) 07 December 2011 (07.12.2011) the abstract and figures 1 to 6	1-15
Y	CN 101098760 A (SHIBAURA MECHATRONICS CORP.) 02 January 2008 (02.01.2008) description, page 6, lines 17 to 27 and figures 2 and 3	1-15
Y	CN 101863170 A (CAO, Yang) 20 October 2010 (20.10.2010) the abstract	4-10
Y	CN 102161261 A (JIANGSU RABLY IND CO., LTD. et al.) 24 August 2011 (24.08.2011) description, paragraphs [0055] to [0063] and figure 2	4-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18 November 2014	Date of mailing of the international search report 17 December 2014
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG, Wenjing Telephone No. (86-10) 62089253

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2014/075804

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101544109 A (SEIKO EPSON CORP.) 30 September 2009 (30.09.2009) the abstract and figures 1 and 2	12
A	KR 101344846 B1 (KOREA RES INST CHEM TECH) 16 January 2014 (16.01.2014) the whole document	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/075804

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103895345 A	02 July 2014	None	
CN 102166556 A	31 August 2011	US 8757761 B2	24 June 2014
		JP 2011143390 A	28 July 2011
		KR 20110084840 A	26 July 2011
		TW 201200245 A	01 January 2012
CN 102267286 A	07 December 2011	None	
CN 101098760 A	02 January 2008	WO 2006075421 A1	20 July 2006
		KR 20070074660 A	12 July 2007
		JP 4741897 B2	10 August 2011
		TW 200624967	16 July 2006
CN 101863170 A	20 October 2010	None	
CN 102161261 A	24 August 2011	None	
CN 101544109 A	30 September 2009	US 2009237478 A1	24 September 2009
		JP 2009226755 A	08 October 2009
KR 101344846 B1	16 January 2014	WO 2014088317 A1	12 June 2014

A. 主题的分类 B41J 2/01 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) B41J2/-; ; B41J13/-; ; B41J15/-; ; B05C5/-; ; G09F9/-; ; G02B5/-; , H05K3/-;		
包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS; SIPOABS; VEN: 华中科技大学, 电流体, 墨, 排, 吸附, 辊, 磁粉制动器, 加热, 冷却, 温度, EHDP, EHD, electro hydrodynamics, print, ink, jet, eject, sorb, absorb, roller, magnetic powder brake, heat, warm, hot, cool, cold, temperature		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 103895345 A (华中科技大学) 2014年 7月 02日 (2014 - 07 - 02) 权利要求1-15	1-15
Y	CN 102166556 A (株式会社日立工业设备技术) 2011年 8月 31日 (2011 - 08 - 31) 摘要, 说明书第[0011]、[0030]、[0031]段, 附图1、2	1-15
Y	CN 102267286 A (华中科技大学) 2011年 12月 07日 (2011 - 12 - 07) 摘要, 附图1-6	1-15
Y	CN 101098760 A (芝浦机械电子株式会社) 2008年 1月 02日 (2008 - 01 - 02) 说明书第6页第17-27行, 附图2、3	1-15
Y	CN 101863170 A (曹杨) 2010年 10月 20日 (2010 - 10 - 20) 摘要	4-10
Y	CN 102161261 A (江苏锐毕利实业有限公司等) 2011年 8月 24日 (2011 - 08 - 24) 说明书第[0055]-[0063]段, 附图2	4-10
Y	CN 101544109 A (精工爱普生株式会社) 2009年 9月 30日 (2009 - 09 - 30) 摘要, 附图1、2	12
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2014年 11月 18日		国际检索报告邮寄日期 2014年 12月 17日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 王文静 电话号码 (86-10)62089253

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	KR 101344846 B1 (KOREA RES INST CHEM TECH) 2014年 1月 16日 (2014 - 01 - 16) 全文	1-15

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2014/075804

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103895345	A	2014年 7月 02日	无			
CN	102166556	A	2011年 8月 31日	US	8757761	B2	2014年 6月 24日
				JP	2011143390	A	2011年 7月 28日
				KR	20110084840	A	2011年 7月 26日
				TW	201200245	A	2012年 1月 01日
CN	102267286	A	2011年 12月 07日	无			
CN	101098760	A	2008年 1月 02日	WO	2006075421	A1	2006年 7月 20日
				KR	20070074660	A	2007年 7月 12日
				JP	4741897	B2	2011年 8月 10日
				TW	200624967		2006年 7月 16日
CN	101863170	A	2010年 10月 20日	无			
CN	102161261	A	2011年 8月 24日	无			
CN	101544109	A	2009年 9月 30日	US	2009237478	A1	2009年 9月 24日
				JP	2009226755	A	2009年 10月 08日
KR	101344846	B1	2014年 1月 16日	WO	2014088317	A1	2014年 6月 12日