



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 205460048 U

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201620155933.2

(22)申请日 2016.03.01

(73)专利权人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路  
1037号

专利权人 上海富奇凡机电科技有限公司

(72)发明人 陈鹏华 张祥林 王运赣 陈志超

周奎 石磊 李文超 王宣

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 曹葆青

(51)Int. Cl.

A61L 27/36(2006.01)

A61L 31/00(2006.01)

B33Y 30/00(2015.01)

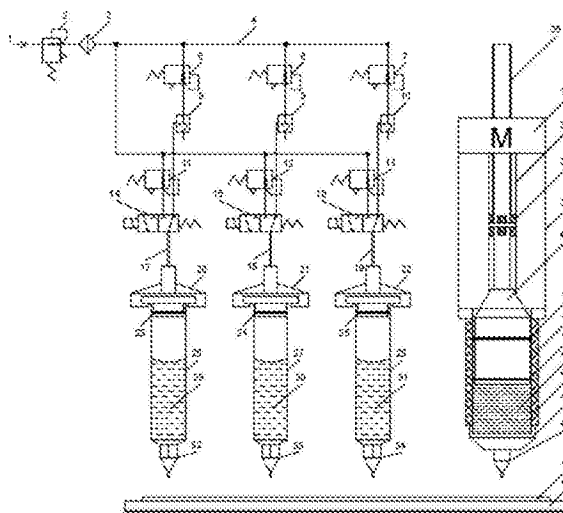
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)实用新型名称

一种多喷头三维打印机

(57)摘要

本实用新型公开了一种多喷头三维打印机，包括基板、工作台、气路系统、至少一个气动注射器式喷头和至少一个电动挤出式喷头，其中，气动注射器式喷头，用于向基板喷射流态成形材料；电动挤出式喷头，用于向基板挤出流态成形材料；气路系统与气动注射器式喷头连接，用于向气动注射器式喷头提供压力；工作台位于气动注射器式喷头和电动挤出式喷头的下方，用于承载基板。本实用新型由于通过形成具有多种不同类型喷头的组合式多喷头三维打印机，可同时用多种成形材料打印出三维支架，能够实现材料的空间可控打印，实现多组分复杂三维模型的打印，尤其适用于打印复杂的生物支架。



1. 一种多喷头三维打印机,其特征在于,包括基板、工作台、气路系统、至少一个气动注射器式喷头和至少一个电动挤出式喷头,其中,

所述气动注射器式喷头,用于向所述基板喷射流态成形材料;

所述电动挤出式喷头,用于向所述基板挤出流态成形材料;

所述气路系统与所述气动注射器式喷头连接,用于向所述气动注射器式喷头提供压力;

所述工作台位于所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头的下方,用于承载所述基板。

2. 如权利要求1所述多喷头三维打印机,其特征在于,所述气动注射器式喷头包括针头(32,33,34)、料筒(26,27,28)和料筒上盖(20,21,22),其中,所述料筒(26,27,28)用于放置喷射用流态成形材料;所述料筒上盖(20,21,22)位于所述料筒(26,27,28)的上方,该料筒上盖(20,21,22)通过密封圈(23,24,25)与所述料筒(26,27,28)相连,所述气路系统用于向该料筒上盖(20,21,22)提供压力;所述针头(32,33,34)与所述料筒(26,27,28)相连,用于在所述料筒上盖(20,21,22)的驱动下喷射所述喷射用流态成形材料。

3. 如权利要求1所述多喷头三维打印机,其特征在于,所述电动挤出式喷头包括电机(36)、活塞(40)、料筒(45)和针头(47),其中,所述电机(36)与所述活塞(40)相连,用于驱动该活塞(40)运动;该活塞(40)通过密封圈(41,43)与所述料筒(45)相连,该料筒(45)用于放置挤出用流态成形材料;所述针头(47)与所述料筒(45)相连,用于在所述活塞(40)的带动下挤出所述挤出用流态成形材料。

4. 如权利要求3所述多喷头三维打印机,其特征在于,所述电动挤出式喷头还包括加热模块(42),用于加热所述电动挤出式喷头的料筒(45)。

5. 如权利要求2所述多喷头三维打印机,其特征在于,所述气路系统包括压缩空气源(1)、空气过滤装置(3)、真空发生器(8,9,10)和两位三通电磁阀(14,15,16),其中,

所述压缩空气源(1)用于提供压缩空气,该压缩空气源(1)通过减压阀(2)与所述空气过滤装置(3)相连;该空气过滤装置(3)用于过滤所述压缩空气得到经过滤后的压缩空气;

所述两位三通电磁阀(14,15,16)包括第一进气口(51)、第二进气口(50)以及第一出气口(52),所述经过滤后的压缩空气通过第一路调压阀(11,12,13)与所述第一进气口(51)相连;所述经过滤后的压缩空气还依次通过第二路调压阀(5,6,7)与所述真空发生器(8,9,10)与所述第二进气口(50)相连;所述第一出气口(52)与所述气动注射器式喷头中的料筒上盖(20,21,22)相连;该两位三通电磁阀(14,15,16)用于在所述第一进气口(51)与所述第一出气口(52)导通,或所述第二进气口(50)与所述第一出气口(52)导通间切换,使所述气动注射器式喷头发生喷射或停止喷射。

6. 如权利要求1所述多喷头三维打印机,其特征在于,该多喷头三维打印机还包括固定台,该固定台位于所述工作台的上方,并与所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头相连,用于承载所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头。

## 一种多喷头三维打印机

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于3D打印领域,更具体地,涉及一种多喷头三维打印机。

### 背景技术

[0002] 生物组织工程中越来越多地用三维打印机来打印三维支架,而当前三维打印机都是采用单喷头或者单一类型喷头的多喷头,而生物组织工程中复杂的三维结构是由多组分组成的,因此现在的三维打印机只适合打印单一组分的支架或者不同组分但是材料特性相接近的多组分支架,并不能完成真正意义上的多组分支架的打印。

[0003] 另外,当前生物组织工程都是将生物材料(例如细胞、生长因子等)混合在支架材料中打印并进行培养,不能实现生物材料的按需定点打印。

### 实用新型内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本实用新型的目的在于提供一种多喷头三维打印机,其中通过对其关键喷头组件的设置方式及其触动机构等进行改进,与现有技术相比能够有效解决多种材质的空间定点打印的问题,可实现组织工程中复杂模型使用不同流态材质的三维打印,并且该多喷头打印机可靠性高、精度高、控制简单,打印机结构紧凑,柔性好,便于拆装。

[0005] 为实现上述目的,按照本实用新型的一个方面,提供了一种多喷头三维打印机,其特征在于,包括基板、工作台、气路系统、至少一个气动注射器式喷头和至少一个电动挤出式喷头,其中,

[0006] 所述气动注射器式喷头,用于向所述基板喷射流态成形材料;

[0007] 所述电动挤出式喷头,用于向所述基板挤出流态成形材料;

[0008] 所述气路系统与所述气动注射器式喷头连接,用于向所述气动注射器式喷头提供压力;

[0009] 所述工作台位于所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头的下方,用于承载所述基板。

[0010] 作为本实用新型的进一步优选,所述气动注射器式喷头包括针头(32,33,34)、料筒(26,27,28)和料筒上盖(20,21,22),其中,所述料筒(26,27,28)用于放置喷射用流态成形材料;所述料筒上盖(20,21,22)位于所述料筒(26,27,28)的上方,该料筒上盖(20,21,22)通过密封圈(23,24,25)与所述料筒(26,27,28)相连,所述气路系统用于向该料筒上盖(20,21,22)提供压力;所述针头(32,33,34)与所述料筒(26,27,28)相连,用于在所述料筒上盖(20,21,22)的驱动下喷射所述喷射用流态成形材料。

[0011] 作为本实用新型的进一步优选,所述电动挤出式喷头包括电机(36)、活塞(40)、料筒(45)和针头(47),其中,所述电机(36)与所述活塞(40)相连,用于驱动该活塞(40)运动;该活塞(40)通过密封圈(41,43)与所述料筒(45)相连,该料筒(45)用于放置挤出用流态成形材料;所述针头(47)与所述料筒(45)相连,用于在所述活塞(40)的带动下挤出所述挤出

用流态成形材料。

[0012] 作为本实用新型的进一步优选,所述电动挤出式喷头还包括加热模块(42),用于加热所述电动挤出式喷头的料筒(45)。

[0013] 作为本实用新型的进一步优选,所述气路系统包括压缩空气源(1)、空气过滤装置(3)、真空发生器(8,9,10)和两位三通电磁阀(14,15,16),其中,

[0014] 所述压缩空气源(1)用于提供压缩空气,该压缩空气源(1)通过减压阀(2)与所述空气过滤装置(3)相连;该空气过滤装置(3)用于过滤所述压缩空气得到经过滤后的压缩空气;

[0015] 所述两位三通电磁阀(14,15,16)包括第一进气口(51)、第二进气口(50)以及第一出气口(52),所述经过滤后的压缩空气通过第一路调压阀(11,12,13)与所述第一进气口(51)相连;所述经过滤后的压缩空气还依次通过第二路调压阀(5,6,7)与所述真空发生器(8,9,10)与所述第二进气口(50)相连;所述第一出气口(52)与所述气动注射器式喷头中的料筒上盖(20,21,22)相连;该两位三通电磁阀(14,15,16)用于在所述第一进气口(51)与所述第一出气口(52)导通,或所述第二进气口(50)与所述第一出气口(52)导通间切换,使所述气动注射器式喷头发生喷射或停止喷射。

[0016] 作为本实用新型的进一步优选,该多喷头三维打印机还包括固定台,该固定台位于所述工作台的上方,并与所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头相连,用于承载所述气动注射器式喷头和所述电动挤出式喷头。

[0017] 通过本实用新型所构思的以上技术方案,与现有技术相比,由于通过将至少一个气动注射器式喷头和至少一个电动挤出式喷头相组合,形成具有多种不同类型喷头的组合式多喷头三维打印机,可同时用多种成形材料打印出三维支架,能够实现材料的空间可控打印,实现多组分复杂三维模型的打印,尤其适用于打印复杂的生物支架。

[0018] 尤其是在组织工程当中,采用气动注射式打印喷头能够打印低粘度的成形材料,同时由于采用过滤后的压缩空气为动力源,所以能够有效保证生物材料的活性;采用电动挤出式喷头可以打印高粘度流态成形材料,打印出具有一定机械强度的支架作为支撑材料,本实用新型中的三维打印机结合这两种喷头,实现了两种打印方式的组合式打印,能够打印出“软硬结合”(即,高粘度成形材料和低粘度成形材料)的三维支架。

## 附图说明

[0019] 图1是本实用新型的多喷头三维打印机的实施例的结构示意图;

[0020] 图2是本实用新型的气路系统的实施例的结构示意图。

[0021] 图中各附图标记的含义如下:1为压缩空气源,2为减压阀,3为空气过滤装置,4、17、18、19均为导气管,5、6、7、11、12、13均为调压阀,8、9、10均为真空发生器,14、15、16均为两位三通电磁阀,20、21、22均为料筒上盖,23、24、25均为料筒用密封圈,26、27、28均为料筒,29、30、31均为液态成形材料,32、33、34均为针头,35为丝杆,36为电机(如步进电机),37为导轨,38为导轨滑块,39为喷头机身,40为活塞,41、43均为活塞用密封圈,42为加热模块,44为液态成形材料,45为料筒,46为料筒下端盖,47为针头,48为基板,49为工作台,50为两位三通电磁阀的第二进气口,51为两位三通电磁阀的第一进气口,52为两位三通电磁阀的第一出气口。

## 具体实施方式

[0022] 为了使本实用新型的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本实用新型进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本实用新型,并不用于限定本实用新型。此外,下面所描述的本实用新型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。

### [0023] 实施例1

[0024] 如图1所示,多喷头三维打印机主要包括:至少一个气动注射器式喷头、至少一个电动挤出式喷头、气路系统、固定台、工作台、机身。

[0025] 其中,气动注射器式喷头是微量注射器式喷头,可喷射流态成形材料,包括针头32、33、34,注射用料筒26、27、28,料筒上盖20、21、22,以及料筒密封圈23、24、25。这些针头32、33、34的上端分别与对应的料筒26、27、28相连,用作流态成型材料的出口。料筒26、27、28上端分别与料筒上盖20、21、22相连,用于容纳流态成形材料。料筒上盖20、21、22的上端与气路系统相连接,用于料筒26、27、28和气路系统的连接。料筒密封圈23、24、25分别位于料筒上盖20、21、22的下端,用于料筒26、27、28的密封,防止流态成形材料泄露。

[0026] 气路系统包括压缩空气源1,减压阀2,空气过滤装置3,调压阀5、6、7、11、12、13(能够更精细的调节压缩空气的压力),真空发生器8、9、10,两位三通电磁阀14、15、16,导气管4、17、18、19。减压阀2的进口和压缩空气源1相连,其出口通过导气管与空气过滤装置3相连,用于调节进气气压。空气过滤装置3用于过滤压缩空气中的尘埃颗粒以及细菌,其出口通过导气管4与调压阀5、6、7、11、12、13相连,在气路系统正压气路上,调压阀11、12、13出气口直接和两位三通电磁阀14、15、16的第一进气口(例如图2的口51)相连,负压气路上调压阀5、6、7和真空发生器8、9、10相连,用于产生可控的负压,真空发生器8、9、10的负压端和两位三通电磁阀14、15、16的第二进气口(例如图2的50)相连,两位三通电磁阀14、15、16的第一出气口(例如图2的口52)与气动注射式打印喷头的上盖20、21、22相连,通过控制系统控制两位三通电磁阀的通断以及通断时间来给气动注射式打印喷头提供可控频率、可控大小的正负压。

[0027] 电动挤出式打印喷头包括针头47,料筒下端盖46,料筒45,加热模块42,活塞40,活塞密封圈41、43,丝杆35,步进电机36,喷头机身,39,导轨,37,导轨滑块38。其中,针头47和料筒下端盖46相连接,作为液态成形材料的出口,料筒下端盖46与料筒45通过螺纹相连接,便于拆卸并清洗料筒,用来连接料筒45和针头47,料筒45和活塞40形成一个闭合腔,通过活塞的直线运动给液态成形材料施加挤出力,活塞的下端有两个密封圈41、43,用来密封料筒,防止成形材料的泄露,料筒的侧壁有加热模块42,用来对料筒内的成形材料进行加热保温,使材料始终处于合适的温度范围,料筒45上端和喷头机身39进行固定连接,活塞40和丝杆35通过导轨滑块38和螺丝进行连接,使丝杆上的力能够传递到活塞上,丝杆35将步进电机36的转矩转化为推动力,从而挤出液态成形材料,导轨37和导轨滑块38使丝杆和活塞直线运动,防止活塞在料筒内卡死。

[0028] 以图1为例,图1中包括3套气动注射式打印喷头和1个电动挤出式打印喷头,气动注射式打印喷头料筒26、27、28和电动挤出式打印喷头料筒45水平并排安装,还包括多个打印喷头32、33、34、47,多个(例如图1所示三个)二位三通电磁阀14、15、16,多个(例如图1所

示六个)调压阀5、6、7、11、12、13,多个(例如图1所示三个)真空发生器8、9、10,压缩空气源1,减压阀2,空气过滤装置3,压缩空气源1,减压阀2,空气过滤装置3,调压阀5、6、7、11、12、13,真空发生器8、9、10,两位三通电磁阀14、15、16,导气管4、17、18、19,工作台49和基板48。电动挤出式打印喷头的步进电机36工作,此时通过丝杆36将电机转矩转化为推动力作用在活塞40上,通过活塞40把力加载在液态成形材料44上,迫使该流态成形材料通过针头47喷射至基板48上。上述喷射与工作台49以及固定台(未图示)的三维运动,可在基板48上打印出三维支架的某一层。当电动挤出式打印喷头的步进电机36工作时,此时通过丝杆36将电机转矩转化为推动力作用在活塞40上,通过活塞40把力加载在液态成形材料44上,迫使该流态成形材料通过针头47喷射至基板48上。通过上述喷射与工作台49以及固定台(未图示)的三维运动,可在基板48上打印出三维支架的某一层。

[0029] 当打印完某一层支架后,可通过控制电磁阀14、15、16中某个电磁阀(例如14),使来自压缩空气源1的压缩空气通过减压阀2和空气过滤装置3,进入某一组气路的调压阀(例如11),然后通过相应的某个电磁阀(例如14)、某个导气管(例如17)、料筒上端盖(例如20)进入某个料筒(例如26),从而对其中的流态材料(例如29)施加压力,迫使该流态成形材料以液滴方式喷射至基板48上的三维支架上。通过工作台49和固定台(未图示)的三维运动可以精确控制该液滴喷射在三维支架的特定位置,从而实现多组分三维支架的打印。

[0030] 当控制电磁阀14、15、16处于关闭状态时,来自压缩空气源1的压缩空气通过减压阀2、空气过滤装置3、导气管4和调压阀5、6、7,进入真空发生器8、9、10,从而在真空发生器真空端产生负压,该负压通过电磁阀14、15、16,导气管17、18、19,料筒上端盖20、21、22,为料筒26、27、28中相应的液态材料29、30、31提供负压,从而消除材料流涎问题。另外,通过精细调节正负压加载在材料上的时间,可以产生更稳定的液滴。

[0031] 支架的某一层打印完成后,固定台沿竖直方向上升一个层高,从而打印支架的下一层轮廓,如此循环直到三维支架打印完成。

[0032] 图2所示本实用新型采用的气路系统的结构示意图,该气路由压缩空气源1、减压阀2、过滤器3、导气管4,调压阀5、11,真空发生器8,以及两位三通电磁阀14组成。压缩空气通过减压阀2、过滤器3和导气管加载在调压阀5、11上,通过调压阀11的压缩空气通过电磁阀14上的进气口51和电磁阀相连,而加载在电磁阀5上的压缩空气通过真空发生器8后和电磁阀14的第二进气口50相连,该二位三通电磁阀的第二进气口50和出气口52处于常通状态,第一进气口51和出气口52处于常断状态,此时导气管17产生的就是负压;当控制电磁阀14通电后,进气口51和出气口52处于接通状态,而第二进气口50和出气口52处于断开状态,此时导气管17产生的是正压;通过控制电磁阀14的通断时间,控制从导气管17中出来的正负压的时间,则气动注射器式打印喷头可实现打印液滴的连续或间隔喷射。

[0033] 气动注射式喷头可用于喷射低粘度流态成形材料,粘度一般为0~200mpa/s,如水、0.25~1.5wt%海藻酸钠溶液(生物3d打印中较为常用),打印精度可达到200~300 $\mu\text{m}$ ;电动挤出式喷头可用于挤出高粘度流态成形材料,粘度一般为几百pa/s(如大于等于200pa/s),属于半固态状态,如羟基磷灰石材料体系(如甘油、水、羟基磷灰石三者按质量比为10:20:51配比得到)、羟基磷灰石-海藻酸钠体系(如水、海藻酸钠、羟基磷灰石三者按质量比为30:1:28配比得到)。由于气动注射式喷头和电动挤出式喷头均可为多个,每个气动注射式喷头料筒内的液态成形材料类型可以不同,相似的,每个电动挤出式喷头料筒内的

液态成形材料类型也可以不同。例如,电动挤出式喷头可以用于打印具有一定强度的支架,而气动注射式喷头则用于将低粘度成形材料定点打印到该支架上,实现多组分复杂三维模型的打印。

[0034] 本实用新型中的气动注射式喷头和电动挤出式喷头均平行安装于固定台上,通过控制多个(至少2个)喷头之间的相互切换,并通过改变所述固定台在水平方向的位置,可以在成形工件打印过程中打印出不同的形状及结构效果,实现多组分复杂三维模型的打印。

[0035] 本实用新型的减压阀直接与压缩空气源相连,将压缩空气压力减小到合适范围从而加载在调压阀上;调压阀可以更加精细的调节气体气压。真空发生器能利用压缩空气产生负压,其一端通过气管连接到减压阀出气口,其负压产生端口与两位三通电磁阀的第二进气口相连。

[0036] 本实用新型中的气动注射式喷头用低粘度流态成形材料可以实现连续打印或按需打印,并且通过三维打印机的运动可以实现二位点阵和三维支架的打印。本实用新型中的气路系统可以实现正负压快速切换,正负压切换时间可以小于1ms,通过控制正压和负压的加载时间,产生特定的加载曲线,使之满足气动注射式喷头的打印需要,从而便于控制低粘度成形材料的成形。

[0037] 本实用新型中两位三通电磁阀中的第一进气口、第二进气口以及第一出气口是通过第一进气口或第二进气口中的压缩空气气体向第一出气口(以及与第一出气口相连通的气动注射器式喷头中的料筒上盖)提供正压或负压;当第一进气口与第一出气口导通时,第一出气口处的气压值将受到第一进气口中压缩空气的气压值影响;当第二进气口与第一出气口导通时,第一出气口处的气压值将受到第二进气口中压缩空气的气压值影响。

[0038] 两位三通电磁阀通过控制系统有规律的控制压缩空气加载在气动注射式喷头上,其通断切换时间为0.7ms,满足气路控制系统要求,其正压进气口和出气口是常闭状态而负压进气口和出气口处于常开状态,在打印过程中正压和负压是相互独立的,其出气口通过气管与气动注射式喷头相连。

[0039] 本实用新型中的组合式多喷头三维打印机还可以采用计算机程序进行自动化控制。本实用新型中的组合式多喷头三维打印机可实现多材质空间分布可控的三维支架的打印,能够满足目前生物3D打印对多材质复杂三维模型打印的需要。

[0040] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本实用新型的较佳实施例而已,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

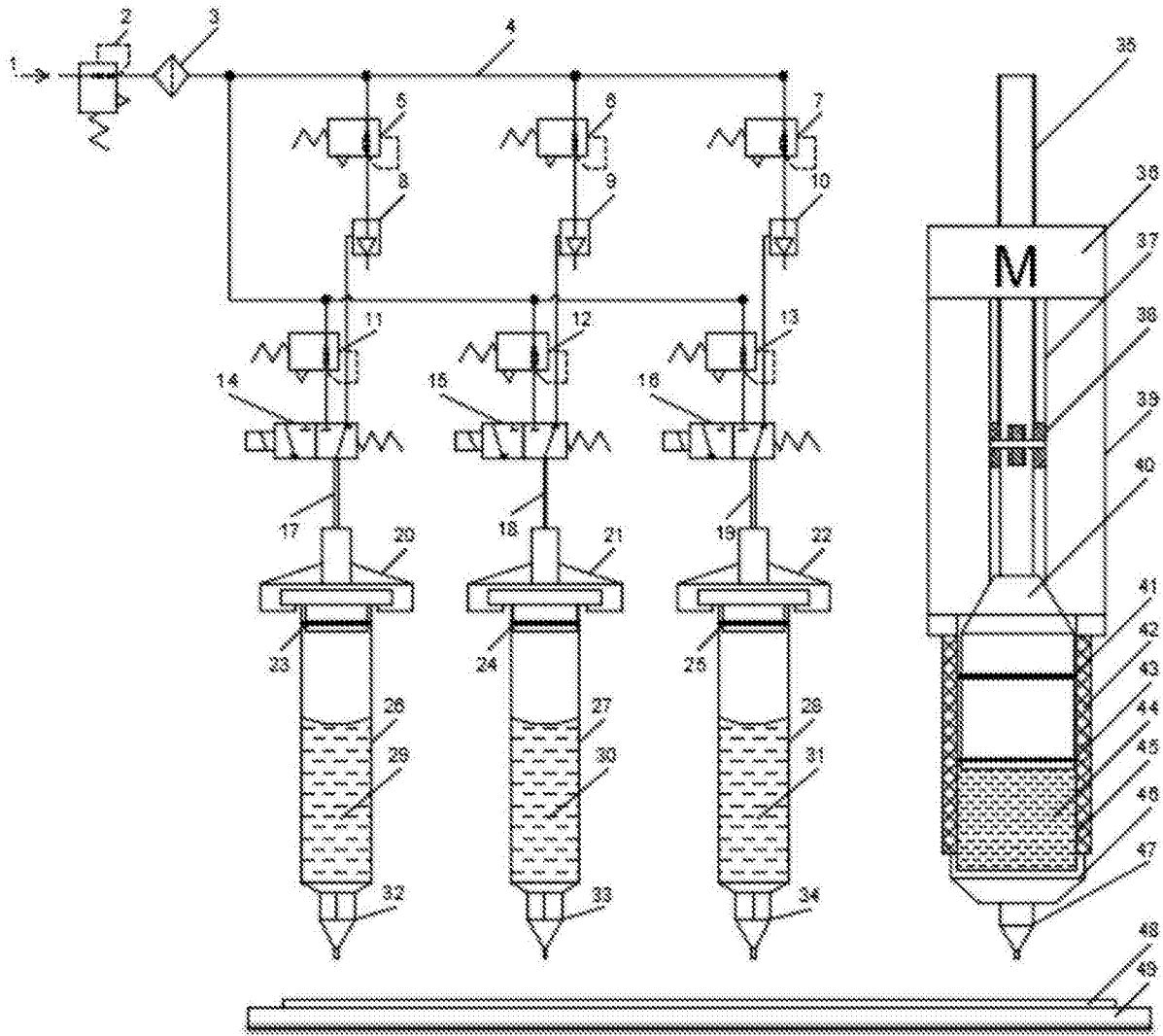


图1



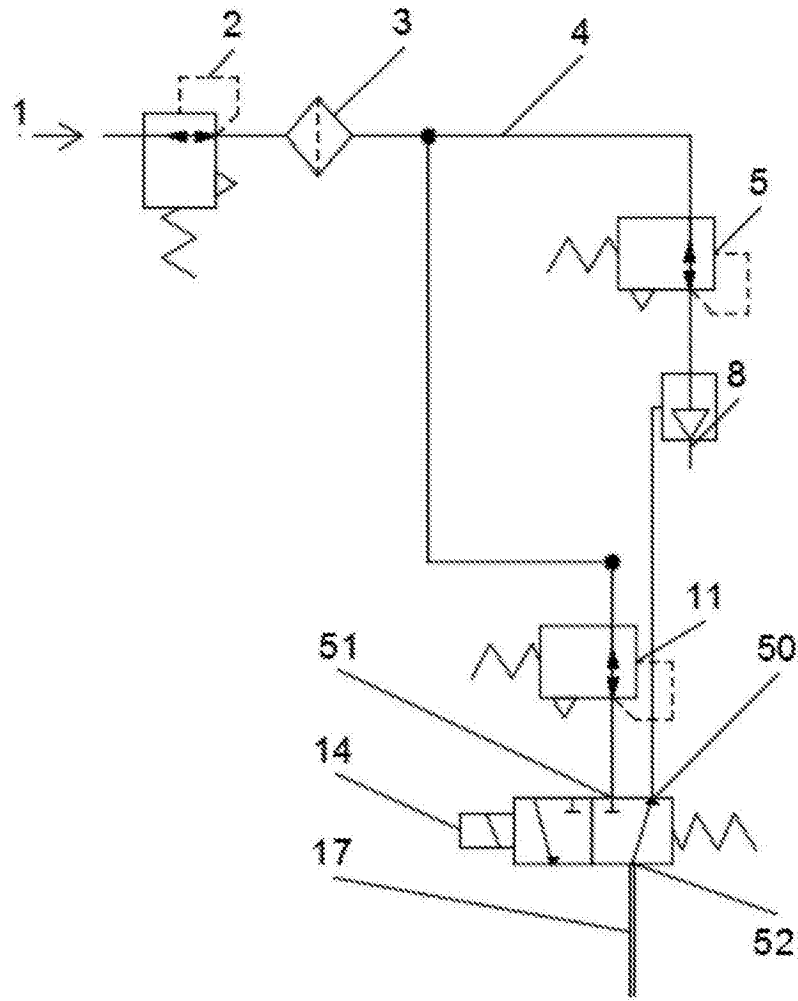


图2