



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105459189 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201510524880. 7

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2009. 12. 08

B26D 3/14(2006. 01)

B26D 7/26(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/120, 703 2008. 12. 08 US

61/166, 480 2009. 04. 03 US

(62) 分案原申请数据

200980149278. 2 2009. 12. 08

(71) 申请人 血管科学有限公司

地址 美国内华达州

(72) 发明人 杰夫·克里斯蒂安

赖安·克里斯蒂安

詹姆斯·A·加斯巴罗

斯科特·A·博默克 约翰·李波特

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 黄艳

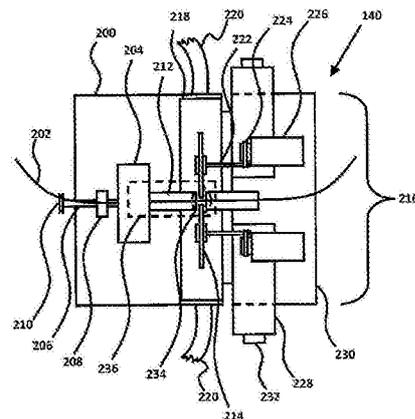
权利要求书2页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统和方法

(57) 摘要

本发明揭示一种沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统和方法。该系统包括：备料控制器；切割设备；电子控制器；所述备料控制器包括至少一个送料马达，所述送料马达固持用于所述多个切口中的第一对切口的备料并沿 X 轴向前馈送备料预定距离，且固持用于所述多个切口中的第二对切口的备料，所述备料控制器进一步包括旋转马达，所述旋转马达使所述备料在所述第一对切口与所述第二对切口之间绕所述 X 轴旋转预定角度，以致所述第一对切口与所述第二对切口偏移预定角度，所述预定距离和所述预定角度是由所述电子控制器控制。



1. 一种沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统,其包含:

备料控制器,其固持所述备料且沿X轴馈送所述备料;

切割设备,其包括第一切割刀片和第二切割刀片,所述切割设备包括驱动所述第一切割刀片的第一主轴马达和驱动所述第二切割刀片的第二主轴马达,所述切割设备包括沿Y轴移动所述第一切割刀片的第一步进马达和沿所述Y轴移动所述第二切割刀片的第二步进马达,由此沿所述Y轴在所述第一切割刀片与所述第二切割刀片之间产生相对间隙距离,所述切割设备包括实质上平行于Z轴移动所述第一切割部件和所述第二切割部件以形成所述多个切口中的每一对切口的第一马达,每一对切口基于所述相对间隙距离在所述备料中留下所得材料束;

电子控制器,其以通信方式耦合到所述备料控制器,控制所述备料控制器的操作以在已经形成每一对切口后沿所述X轴馈送所述备料,且其以通信方式耦合到所述切割设备,控制所述第一马达的操作以形成每一对切口并控制所述第一步进马达和所述第二步进马达的操作以控制所述相对间隙距离;以及

所述备料控制器包括至少一个送料马达,所述送料马达固持用于所述多个切口中的第一对切口的所述备料并沿所述X轴向前馈送所述备料预定距离,且固持用于所述多个切口中的第二对切口的所述备料,所述备料控制器进一步包括旋转马达,所述旋转马达使所述备料在所述第一对切口与所述第二对切口之间绕所述X轴旋转预定角度,以致所述第一对切口与所述第二对切口偏移所述预定角度,所述预定距离和所述预定角度是由所述电子控制器控制。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一切割刀片和所述第二切割刀片同时切割所述备料以形成每一对切口。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述产品为导线或导管(原权利要求37中内容),以及其中所述所得材料束选自自由辐射状切割材料束、直线切割材料束、凸形切割材料束和螺旋形切割材料束组成的群组。

4. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一主轴马达和所述第二主轴马达控制所述第一切割刀片和所述第二切割刀片的旋转速度。

5. 根据权利要求1所述的系统,其进一步包含支撑和导引所述备料的送料槽。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中所述第一切割刀片和所述第二切割刀片同时切割所述备料以形成每一对切口,每一对切口在不同平面上。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述备料控制器包括至少一个送料马达,所述送料马达以预定速度沿所述X轴向前馈送所述备料,且其中所述备料控制器包括旋转马达,当所述第一切割刀片和所述第二切割刀片同时形成每一对切口时,所述旋转马达以预定速度绕所述X轴旋转所述备料。

8. 一种沿备料的长度切割多个切口以形成产品的方法,其包含以下步骤:

(a) 将所述备料沿X轴移到第一位置;

(b) 将第一切割部件移到第一Y轴位置,且将第二切割部件移到第二Y轴位置,以在所述第一切割部件与所述第二切割部件之间产生一个或多个相对间隙距离;

(c) 沿Z轴同时移动所述第一切割部件和所述第二切割部件,同时保持所述一个或多个相对间隙距离以切割所述备料,由此形成所述多个切口中的每一对切口以及具有大致等于

所述一个或多个相对间隙距离的一个或多个宽度的所得材料束；

(d)将所述备料移到后续X轴位置；

(e)重复步骤(b)到(d),直到已经形成每一对切口为止。

9.根据权利要求8所述的方法,其进一步包含以下步骤:

控制所述备料的角度;以及

基于预期所述后续X轴位置中的每一者的所需偏差,将所述备料旋转所述角度。

10.根据权利要求8所述的方法,其中所述所得材料束选自由辐射状切割材料束、直线切割材料束、凸形切割材料束和螺旋形切割材料束组成的群组。

## 沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统和方法

[0001] 本申请是申请日为2009年12月8日,国际申请号为PCT/US2009/067217,中国申请号为200980149278.2,发明名称为“用于在产品中形成切口的微切割机”的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明揭示用于在导管、导线和类似产品中形成切口的微切割机,包括可直接控制切割成产品的所得材料束的尺寸的双刀片微切割机,其可俘获每一切口的图像以供进行反馈控制和准确性校验,且其一般可切割任何材料(例如塑料),而与所述材料的导电性无关。

[0003] 相关申请案的交叉参考

[0004] 本非临时申请案主张2008年12月8日申请的第61/120,703号和2009年4月3日申请的第61/166,480号临时申请案的优先权。这两个临时申请案都以全文引用的方式并入本文中。

[0005] 有关依据联邦政府资助的研究或开发作出的发明的权利的声明

[0006] 不适用

[0007] 对列于附录中以压缩光盘提交的“序列列表”、表或计算机程序的参考

[0008] 不适用

### 背景技术

[0009] 医学领域利用高柔性且可扭转的导管和导线在人体内部深处执行精密程序。血管内程序通常从腹股沟处开始,将导管和导线插入腹股沟的股动脉中,并向上导航到心脏、脑,或必要时其它解剖结构。一旦就位,就取出导线,由此可使用导管来传递治疗多种病症的药物、支架(stent)、栓塞装置,或者其它装置或药剂。导管可为球囊导管,其本身直接用于治疗,或利用其上预先装载的球囊可扩张支架进行治疗。常常将不透射线的染料注射到导管中,以致可在过程内或在诊断程序的情况下观察血管,所述染料可以是经由导管传递的主要试剂或唯一试剂。

[0010] 根据定义,血管内程序在精密解剖结构中且对精密解剖结构起作用,所述精密解剖结构即血管本身,其也常常受疾病损害。避免血管损伤特别关键。如果血管中的血液发生“渗漏”,就会对正常毛细血管通路外部接触血液的任何组织造成直接损伤,和/或可能引起放血或“渗血”等致命问题。当治疗动脉瘤时,导管尖端的控制尤为重要。动脉瘤具有极其脆弱的气球状血管壁,如果不精确控制导线或导管,就容易刺穿血管壁。

[0011] 利用当前技术机器(如公开的专利中所描述)制造的导线和导管的功能有限。此类微切割机的实例揭示于2000年1月18日颁予雅各布森(Jacobsen)等人的第6,014,919号美国专利中。由于现有的这些机器具有单刀片设计和其它平面形状,使得这些机器缺乏可靠地控制小(小于0.002”)特征必需的精确度。其也缺乏精确控制和校验较大特征的能力,这样可能影响这些装置的安全性和/或性能。这些机器也只能对导电的备料起作用,因为这

些机器依赖于备料的导电性来确定备料相对于切割刀片的位置。刀片在备料中制造的每一切口都基于电磁感测的备料表面的位置以及预先编程的所需切口的深度。一旦制造出切口,就将备料件旋转180度,再次感测所述表面,且实行另一预先编程的切割以达到所需深度。当切割机不能确定所切割的备料的精确直径(在切割位置处)时,就根据预先编程的深度来实行每次切割而不考虑所述直径。此问题的原因在于,备料并不总是具有均匀形状和直径——沿备料的长度常常会存在缺陷,这些缺陷可能影响备料的圆度和备料任何特定位置处的直径两者。

[0012] 当按当前切割机所实行的方式切割备料时,连续反向切割形成一小束具有不同厚度的剩余材料。这一材料束称为所得材料束(resultant beam)。如果备料切口位置处的直径比预期的厚,那么所得材料束将比较厚,且因此柔性不如预期的柔性。如果备料切口位置处的直径比预期的薄,那么所得材料束将比较薄,且因此不如预期的牢固。因此,决定强度(安全性)和柔性(性能)的关键尺寸是所得材料束的宽度,在当前的微切割机中,这一尺寸不是直接控制的,而是由两个不精确测量值得到的结果——第一次切割时刀片与备料之间相对距离的测量值以及第二次切割时刀片与备料之间相对距离的测量值。备料表面的任何缺陷,或此类材料直径的不一致性,都直接转移到所得材料束。这样会对最终产品(不管是导线、导管还是其它装置)带来安全性和性能两个方面的问题。这在相对于较大尺寸的备料形成尺寸较小的所得材料束时尤为重要,因为与所得材料束的较小尺寸相比较,与备料的较大直径有关的可接受的公差可能大得不可接受。现有技术也不能切割任一种非导电性材料,例如塑料。现有切割机依赖于导电性来感测所切割的材料表面,且接着实行切割。

[0013] 因此,宜创造一种用于加工导管、导线和其它装置的微切割机,其利用双刀片同时切割两侧,能够直接控制所得材料束的宽度且能够微切割非导电性材料,例如塑料。此类机器将比当前的微切割机更快、更可预测且更通用。

## 发明内容

[0014] 一种用于沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统,所述系统包含:备料控制器,其固持备料并沿X轴馈送备料;切割设备,其包括第一切割部件、第二切割部件和第一马达,所述第一马达实质上平行于Z轴移动所述第一切割部件和所述第二切割部件以形成所述多个切口中的每一对切口,所述切割设备包括一个或多个第二马达,所述第二马达控制沿Y轴在第一切割部件的第一切割点与第二切割部件的第二切割点之间的相对间隙距离,每一对切口基于所述相对间隙距离在备料中留下所得材料束;以及电子控制器,其以通信方式耦合到备料控制器,控制所述备料控制器的操作以在已经形成每一对切口后沿X轴馈送备料,且其以通信方式耦合到切割设备,控制第一马达的操作以形成每一对切口且控制所述一个或多个第二马达的操作以控制所述相对间隙距离。

[0015] 一种用于沿备料的长度形成多个切口以形成产品的系统,所述系统包含:备料控制器,其固持备料且沿X轴馈送备料;切割设备,其包括第一切割刀片和第二切割刀片,所述切割设备包括驱动第一切割刀片的第一主轴马达和驱动第二切割刀片的第二主轴马达,所述切割设备包括沿Y轴移动第一切割刀片的第一步进马达和沿Y轴移动第二切割刀片的第二步进马达,由此沿Y轴在第一切割刀片与第二切割刀片之间产生相对间隙距离,所述切割设备包括第一马达,所述第一马达实质上平行于Z轴移动第一切割部件和第二切割部件以

形成所述多个切口中的每一对切口,每一对切口在备料中基于相对间隙距离留下所得材料束;以及电子控制器,其以通信方式耦合到备料控制器,控制备料控制器的操作以在已经形成每一对切口后沿X轴馈送备料,且其以通信方式耦合到切割设备,控制第一马达的操作以形成每一对切口,并控制第一步进马达和第二步进马达的操作,由此控制相对间隙距离。

[0016] 一种沿备料的长度切割多个切口以形成产品的方法,其包含以下步骤:(a)将备料沿X轴移到第一位置;(b)将第一切割部件移到第一Y轴位置并将第二切割部件移到第二Y轴位置,以在第一切割部件与第二切割部件之间产生一个或多个相对间隙距离;(c)沿Z轴同时移动第一切割部件和第二切割部件,同时保持所述一个或多个相对间隙距离,以切割备料形成所述多个切口中的每一对切口以及具有大致等于所述一个或多个相对间隙距离的一个或多个宽度的所得材料束;(d)将备料移到后续X轴位置;以及(e)重复步骤(b)到(d),直到每一对切口都已经形成。

### 附图说明

[0017] 图1说明一个实施例中的微切割机的总体概述;

[0018] 图2A说明一个实施例中的图1的微切割机的切割组合件的部分剖开的平面图;

[0019] 图2B说明在一个实施例中处于图2A的切割组合件的送料槽内的一件圆柱形备料的横截面图;

[0020] 图3说明由图1的成像系统和CPU产生的桌面图像,其描绘一旦用切割组合件切割的备料;

[0021] 图4说明图1的切割组合件的成像系统;

[0022] 图5A、5B和5C说明根据一个实施例切割的产品的不同视图;以及

[0023] 图6A和6B说明根据一个实施例切割形成不同产品的数件圆柱形备料的横截面图。

### 具体实施方式

[0024] 本文中揭示的微切割机利用一对微切割刀片或其它切割部件来精确切割圆柱形备料的相对侧。通过两侧同时切割,同时紧密控制各刀片或切割部件之间的距离,所揭示的微切割机能够制造出用于介入医疗程序的高性能导管、导线和相关产品,以及用于多种其它用途的其它装置。尽管一个实施例主要设计用于将备料切割成具柔性且可扭转的医疗用导线和导管,但所揭示的微切割机无疑也可用于其它应用,并且可适于精确地微切割多种圆柱形材料或可能甚至可具有非圆形横截面形状的其他挤压备料。微切割机主要将关于切割导线和导管来进行描述,但所属领域的技术人员应认识到所述实施例的更广适用性。

[0025] 图1说明根据一个实施例的微切割机的总体布局。微切割机101包括切割组合件140,其一般具有至少一对刀片或切割部件,以及两个或更多个备料控制器,所述备料控制器包括送料马达和旋转马达,用于在切割圆柱形备料时精确地推进和控制圆柱形备料的角度,且随后为下一次切割做准备。下文将更为详细地解释切割组合件140。电子控制器110(其可为一个或多个电子控制器,称为电子控制器单元)以通信方式连接到切割组合件140,用于向切割组合件140提供精确控制信号,由此控制刀片的位置和速度以及备料的位置和角度。电子控制器还可控制照明和相机(成像系统),其用于在切割前后对备料成像并收集成像系统产生的数据。中央处理单元130(例如个人计算机,其包括显示器、输入和输出系

统、存储系统等；或某一其它类型的CPU)接收用户输入，控制电子控制器110和切割组合件140，并处理由成像系统产生的数据，以调整两个刀片之间的相对间隙距离。或者，CPU 130可与成像系统直接通信，并绕过电子控制器110。电力供应120向至少切割组合件140供应电力，且可能向微切割机101的其它组件供应电力。

[0026] 图2A说明切割组合件140的一个实施例的平面图，所述切割组合件140是安装在固定的框架组合件200上。送料马达组合件204将备料202馈送到切割组合件140中，所述送料马达组合件204可将备料固持在相对于X轴(平行于主轴206的方向)的固定位置，且可沿X轴将备料移动极小的受控增量，由此将备料202适当地馈送到切割组合件140中，如下文进一步论述。送料马达组合件204可包含两个送料马达(未单独图示)，如下文进一步论述，一个送料马达用于在切割备料202时夹紧所述备料，且一个送料马达用于在第一送料马达松开备料202时沿X轴移动备料202。

[0027] 图2A中所示的备料202未按其实际尺寸说明。备料202的外径可为0.030英寸或更小，或以法制导管规格计为约3法寸(French)，其中1法寸等于按毫米测量的备料202外径的3倍。转换成英寸，3法寸等于0.039英寸，4法寸等于0.053英寸，5法寸等于0.066英寸，6法寸等于0.079英寸等。因此，基于图2A中所示的切割组合件的相对尺寸，即使长度为6法寸的备料202也小到几乎不可能看清楚，故只为此说明的目的，图2A中所说明的备料202比其实际尺寸大得多。

[0028] 送料马达组合件204安装在主轴206上，主轴206是支撑在安装于固定框架组合件200的托架208的轴承内。安装于主轴206的滑轮210受传动带(未图示)驱动，所述传动带又连接到滑轮210下方的另一滑轮(未图示)，所述另一滑轮连接到安装在固定框架组合件200内的旋转马达(未图示)。旋转马达是步进马达等，其能够极其精确地计算受控的移动。基于经由电子控制器110和CPU 130(例如经由用户接口，其允许用户改变电子控制器110且因此切割组合件140的各种组件的某些操作参数)提供的编程，旋转马达可经编程以使滑轮210旋转规定度数，由此使主轴206和送料马达204旋转相同的规定度数。因此，当滑轮210和主轴206通过旋转马达旋转时，整个送料马达组合件204连同任何夹紧的备料202一起旋转。替代性实施例可包括送料马达组合件204和旋转马达的不同布置，例如只沿X轴移动备料202的送料马达组合件，以及在未沿X轴馈送备料202时夹紧且转动备料202的旋转马达。

[0029] 为了更好地说明切割组合件140的各种组件之间的关系，展示备料202正退出由伸长的送料槽212所支撑的送料马达组合件204，所述送料槽212从送料马达组合件204延伸到切割区(其中备料202被刀片214切割，如下文进一步描述)的一侧，且接着从切割区的另一侧延伸到输出区216。实际上，在送料马达组合件204与切割区之间的送料槽212的长度将相对较短。这使得送料马达组合件204能够更靠近切割区，以致备料202几乎在退出送料马达组合件204后将立即被切割。在送料马达组合件204与切割区之间保持较短的备料202长度有助于在切割备料202时更好地控制备料202，即，防止备料202沿Y轴(垂直于主轴206的方向)移动或在切割备料202时旋转。

[0030] 还应注意，大部分备料202可能实质上呈圆形，但其它形状也可使用。给定备料202的Y轴位置和Z轴位置，就可获得其宽度和高度两者，其中Z轴垂直于包括X轴和Y轴的平面。当备料202沿x轴移动时，送料槽212既定被动地导引备料202，其可通过许多不同的方式达到此目的，例如经由利用精确定位的导柱或伸长的部件或导引路径，由此相对于Y轴和Z轴

将备料202保持在所需位置。如图2B中所示的横截面所说明,用于圆形备料202的馈料槽212的导引路径优选呈V形,其中备料202处于馈料槽212内的V形导引路径所形成的点的底部。

[0031] 如上文所述,切割区是由馈料槽212的两个部分(切割区之前和之后)之间的小间隙界定,在切割区中,一对相对的刀片216切割备料202。在所述应用的一个实施例中,两个刀片216可为半导体切割刀片或标准“齿”型刀片,其由例如碳化钨等碳化物材料形成,用以改进耐磨性。亚微米粒度的碳化钨和类似复合物起到良好作用,因为其不太易碎,极硬且甚至在刀片厚度极小的情况下也可保持其尖锐度。在一个实施例中,可以利用其它不同类型的切割仪器和系统来代替刀片216,例如水喷射切割系统、火焰或氧燃气(oxyfuel)切割系统、等离子体(电弧)切割系统、放电加工(electric discharge machining, EDM)等,但当切割非金属备料或甚至某些类型的金属备料(例如较软的金属和导电性较弱的金属)时,并非所有这些系统都适用。由于这些其它类型的切割系统的操作不同,也可能有必要和/或需要改变切割组合件140和/或备料202的方位,使得可在X轴上移动切割点,或切割点可保持固定,同时相对于切割点移动备料,以此代替使刀片或系统的切割点沿Z轴下落。本文中预期所有这些替代性切割系统。因此,当本文中提出“双刀片”系统时,应了解,视所涉及的应用而定,也可使用任一类型的替代性切割部件或切割系统。

[0032] 用于切割塑料的一个实施例利用具有约56个齿的齿型刀片。当用此类刀片切割PEEK(聚醚醚酮)和其它塑料时,厚约0.006英寸和0.008英寸的刀片起到良好作用。当切割镍钛合金(nitinol)、不锈钢以及其它硬金属和复合材料时,厚约0.002英寸的金刚石半导体切割刀片起到良好作用。已知此厚度,故在图2A中表示的馈料槽212的两个部分之间的开放切割区未按比例绘制且尺寸夸大,以便更清楚地说明切割区的开口。当然,图2A中所示的刀片214的直径看起来也比其实际直径大得多,主要因为在大部分情况下,只需要这些刀片在备料202中制造极浅的切口。由于备料202可由具有任何尺寸直径的任一类型的材料形成,所以此较大的备料将明显需要与用于切割导线和导管的刀片相比用直径较大的较厚刀片进行切割。

[0033] 如下文将进一步描述,所述实施例不需要备料202为金属组合物,因此在可实行切割之前,可由刀片214电磁感测其位置。所述实施例可用于切割任一类型的材料,不管是金属的还是非金属的,例如PEEK,其为一种半结晶、高温热塑性材料,因其具有高弹性模量产生可扭转能力且能够保持形状而成为用于导管的理想材料。尽管此项技术中普遍相信,较低的切割速度是必要的,尤其当切割PEEK时,这样可减少每一切割区中凸壁的产生,但发现情况并非如此;刀片214的旋转速度较高会起到良好作用,由此减少凸壁的产生,并提供额外的准确度。所述实施例还以极高速度切割其它材料,包括不锈钢和金属复合物,不产生毛刺且具有优良的准确度。

[0034] 刀片214位于刀片套218(图2A中未展示其顶部,因此可以看到内部)内,可经由刀片套218抽吸空气以冷却刀片214和备料202,且可经由刀片套218去除从备料202切下的碎片。空气处理系统的软管220可用来抽吸刀片套218中的空气和/或抽空刀片套218中的空气。如此项技术中已知,也可用水冷却刀片214。

[0035] 为了直接以较高速度驱动刀片214,而不需要较昂贵的马达和附加的额外复杂情况,每一刀片214都附接到与X轴平行定向的主轴222。每一主轴222都由通过附接到主轴马达226的滑轮旋转的传动带224驱动。主轴马达226是经由电子控制器110和CPU 130程序控

制。以此方式间接驱动刀片214,由此实现比用直接驱动布置的可能或实际旋转速度高的旋转速度。举例来说,主轴马达226能够以每分钟约4,000转(revolutions per minute,rpm)运转一段较长的时间,同时不会对主轴马达226或支撑滑轮的任何轴承产生应力。滑轮与主轴222之间的纵横比为约6:1,因此旋转较慢的主轴马达226能够以约24,000rpm旋转主轴,这是切割PEEK和其它材料的所需速度。能够以24,000rpm操作的直接驱动马达将明显较贵,需要不同的轴承组合件,并且可能具有明显较高的故障率。

[0036] 刀片214、主轴222、主轴马达226和滑轮以及传动带224的组合在本文中称为“切割组合件”,但如果使用不含刀片的不同切割系统,这一术语也适用。每一切割组合件都附接到刀片步进马达228,其控制每一刀片214的Y轴位置。步进马达228安装于可移动的框架组合件230上,如下文进一步描述。每一步进马达228都经由电子控制器110和CPU 130程序控制,或者可经由控制钮232手动调整。

[0037] 为了切割一件备料202以留下规定尺寸的所得材料束(如下文进一步描述),每一步进马达228都被调整到预定位置,以致各刀片214靠近但未接触,且同时用两个刀片在未切割的备料202中实行切割。下文进一步描述两个刀片同时切割备料202的方式。一旦实行切割,就测量所得材料束以确定其是否具有所需尺寸。随后,沿Y轴调整步进马达228以使切割组合件朝向彼此向内或远离彼此向外移动,并对未切割的备料202实行另一次切割。继续这一过程,直到达到所需的所得材料束尺寸为止,此时在未切割备料202中进行了一系列切割。

[0038] 通过将切割组合件安装在步进马达228上,有可能精确地控制每一刀片214的Y轴位置,并且容纳更多不同的备料202,例如裸线、管材以及其它形状和尺寸的圆柱形备料202。举例来说,如果打算由一件直径相对较宽的管材切割宽直径导管,那么步进马达228可移开切割组合件以容纳比正常备料大的备料。在另一实例中,用户可能希望微切割一件金属线用于导线,所述导线在一端具有0.002英寸的所得材料束,且在相对端具有0.004英寸的所得材料束,且两个材料束宽度之间逐渐转变。在此实例中,可通过电子控制器110和处理器130精确地控制步进马达228以定位刀片214,由此实行切割得到所需的所得材料束宽度,所述宽度为0.002英寸、0.0025英寸、0.003英寸、0.004英寸等。因此,可在任何规定位置加工出几乎任何所需的尺寸。

[0039] 切割组合件和步进马达228两者又安装于可移动的框架组合件230上,所述框架组合件230通过位于可移动的框架组合件230内且安装在固定框架组合件200的不可见部分上的Z轴马达(未图示)而沿Z轴上下移动。通过将切割组合件和步进马达228安装在可移动的框架组合件230上,有可能同时精确地控制两个刀片214的Z轴位置。刀片套218可设计成安装到可移动的框架组合件230,由此刀片套218与刀片214一起移动,或刀片套218可包括两个槽,主轴222可在这两个槽内远离刀片套218上下移动。为了更好地密封刀片套的内部,优选刀片套218与刀片214一起移动。

[0040] 图2A中还展示(以虚线展示,因此底层组件可见)所述实施例的成像系统,其主要包含安装在上机罩236内的数码相机234以及上部和下部照明(未图示)。上机罩236是安装到固定框架组合件200,以致相机234不能在刀片214移动时沿Z轴移动。如图3和图4中进一步说明,在备料202切割时且刚好在其已经切割后,相机234直接定位于切割区上方且焦点定在备料202的一部分上。

[0041] 相机234可为多种市售高速数字视频相机中的任一种,只要其能够俘获高质量像素视频图像数据即可。在一个实施例中,相机是AM-413T型数字式显微相机,由位于纽约州新海德公园(New Hyde Park, New York)的萨斯迪诺公司(SunriseDino)制造。成像系统的更有趣的方面是背后照明和照射备料202以便增加经切割备料202的边缘周围的对比度的方式,以及数字图像处理如何能够精确地测量切口和所得材料束两者。

[0042] 图3说明在CPU 130的显示器上产生的桌面图像300。桌面图像300包括成像窗302和控制窗304。成像窗302显示在切割备料202时和通过成像系统测量备料202时所述备料202的数字视频图像。区域306展示在刀片214刚切割备料202且刀片214已经移动超出相机234的聚焦视野后的备料202。在图3所说明的实例中切割的备料202是用于制造导管的管子,其在每次切割后旋转90度(90°)。一旦实行了切割,就在备料202的壁中形成孔308,所述孔308在备料202转动以便实行下一次切割时变得可见。当备料202沿切割组合件的X轴推进时,备料202经过背光的前面,如圆310所说明。

[0043] 现简要地参看图4,成像系统400的相机234直接放置在备料202的顶部上方,因此其可对备料202和由两次切割形成的所得材料束314成像,并对所述备料202和所得材料束314进行测量。如上文所论述,送料槽212留下一个可供刀片214通过的间隙。背光410是一根光纤或数根光纤构成的光纤束,成像系统经由其提供红色LED照明420。提供背光410的光纤通过个别钻孔(未图示),所述钻孔使背光410能够照亮备料202周围并使相机234可见。背光410通过固定到固定框架组合件200的铁砧(anvil)固持在切割区下方的适当位置,且其经定位以在备料202切割后立即照射备料202,但也可在切割备料202时于成像窗302中观察备料202。相机234以通信方式耦合到处理器130(图4中未图示),以便在切割备料202的同时提供反馈,且以便存储一个或多个所得材料束314的一个或多个图像。

[0044] 一组一个或多个绿色和蓝色LED 430可定位于备料202的上方且在相机234的周围,以为用户观察备料的顶侧提供额外照明440,由此实现手动检查的目的。选择红色背光410与绿色和蓝色LED 430的组合的原因在于,相机234提供图像数据的3种颜色的图像通道(红色、绿色和蓝色),且单独的彩色照明使得图像数据易于分开。接收图像数据的CPU 130(和其操作的软件)使用红色图像通道进行边缘检测,因为所述红色图像通道提供无前侧反射的切口的高对比度背后照明图像,前侧反射会干扰CPU 130所利用的测量软件而导致无法测量每一切口。由绿色和蓝色LED 430以及相机234产生的绿色和蓝色图像数据分别经由绿色图像通道和蓝色图像通道发射。

[0045] 成像系统400的一个目的是监视备料202中所形成的切口的确切位置和尺寸。这一信息(意谓切口的图像和所得测量结果)可以多种不同方式使用。举例来说,可以使用所述图像来验证在切割备料202时或临近切割备料202时微切割机的准确度和可重复性。如果在运行中分析图像,即在制造将一件备料202转变成导管或导线必需的许多切口的过程中时,如果切割出错或备料202无法耐受,那么可使用成像系统400停止对所述件的制造。

[0046] 现返回图3,尽管相机234在理论上可俘获对备料202制造的每一单个切口的图像,但这样做会产生过量的数据,使得在合理的成本下操作人员无法胜任评述。相反,为提供适当的质量控制,定期或随机(随机化试验取样方案)俘获和记录图像,如下文进一步描述。在俘获备料202的图像时,如图3中所说明,成像系统将两个可见的覆盖312施加于背后照明区310内的图像数据,以确定每一切口和所得材料束314(在图3中称为“网状物(web)”)的长

度。覆盖312在两个或更多个不同点处测量横过备料202,包括至少备料202的宽度或厚度以及网状物或所得材料束308的宽度。

[0047] 随后CPU 130分析覆盖312所得到的测量值,并用于测定左侧切口、右侧切口和所得材料束或网状物314的长度。举例来说,通过预先确定俘获的图像中每测量单位的像素数,且接着针对待测量的物体的长度对图像数据中呈现的像素数计数(使用CPU 130操作的实时图像处理软件),有可能仅通过图像数据确定准确的测量值,而无需利用机械测量构件。举例来说,如果已知一件待切割的备料202应具有0.039英寸的宽度且图像数据具有每0.05英寸500个像素的像素化水平,那么约390个像素对应于备料202的宽度。如果接着在备料202中从两侧实行切割,留下所得材料束314,且测量所述所得材料束314为359个像素,那么所述所得材料束314的宽度为0.0359英寸。可得到备料202中的每一切口的类似测量结果,且接着可将这些实时测量结果显示于316处,由此操作人员或CPU 130可监视切割操作的进程。

[0048] 当切割点处备料202的宽度比预期的厚或薄时,所得材料束314仍会在其正常尺寸的可接受的范围内,因为刀片214相对于备料202的位置在很大程度上基于备料202的中心位置,与将每次切割建立在个别刀片与每一刀片负责切割的备料的侧部的相对差异的基础上的已知技术形成对比。因此,当切割较厚的备料202时,较多的备料被切除,且当切割较薄的备料202时,较少的备料被切除,但如此项技术中常见的,在每一情况下都留下所需尺寸的所得材料束,与产生较厚或较薄的所需所得材料束形成对比。

[0049] 控制窗304将每一测量结果显示在可滚动的控制窗的对数部分(log section)318中。如图3中所说明,CPU 130已经编程以指示成像系统俘获图像并定期测量左侧切口、右侧切口和网状物。举例来说,所示第一切口为研磨(grind)995,由此产生0.0018英寸的左侧切口(CUTL)、0.0013英寸的右侧切口(CUTR),并且产生0.0359英寸的网状物,如上文所述。随后将研磨995的测量结果和图像文件存储于标为A\_133.JPG的数据文件中。所记录的研磨未必对应于已经制造的相同数量的切口,因为制造的切口可能多于或少于成像、测量和记录的切口。因此,作为对数部分318的一部分说明的步骤可对应于个别编程的工艺,所述工艺追踪已经制造的切口的数量。

[0050] 控制窗304还包括可选择的按钮320,其使操作人员能停止或暂停工作或开始和停止切割过程。操作人员还可选择对每一切割工作指派一个标题,并将与所述切割工作相关联的数据存储于CPU 130上的特定文件夹中。

[0051] 如先前所述,CPU 130提供针对电子控制器110、旋转马达和送料马达组合件204的经编程的控制,以控制原料202沿X轴到切割组合件140中的移动。一旦备料202已经由送料马达组合件204馈送到切割组合件中并夹紧,CPU 130就会指示旋转马达将备料202留在其当前的方位或将其旋转CPU130所规定的某一角度。一旦已经切割备料202,送料马达组合件204就会将备料202沿X轴推进某一规定量,以将其定位用于下一次切割且夹紧备料202。接着旋转马达将旋转送料马达组合件204且备料202将再次被切割。随后将重复这一过程,直到所有备料202都已按需要切割为止。

[0052] 通过在每一切口间旋转备料202,切割组合件140可产生具有所得材料束314的经切割备料202,所述所得材料束314并非都沿微加工产品的长度对准相同方位。举例来说,备料202可自其最后一次切割时的角度转动90度,或其许多变化形式,例如自最后一次切割的

角度转动比90度小5度或更多的角度(即85度),或者甚至在相对于最后一次切割角度的随机角度处切割。

[0053] 所述实施例的另一特征是能够在切割前测量备料202,并使用所得测量结果导引切割的深度。如果假定备料202的直径为0.039英寸,且其需要产生厚度为约0.008英寸的所得材料束314,那么每次切割都需要为0.0155英寸深。如果成像系统确定备料202的直径只有0.032英寸而非0.039英寸,那么切割机将知道需要将每次切割的深度减小到0.012英寸,以留下0.008英寸的所需所得材料束314。然而,如上文所述,这对于两个刀片214从备料202的相对侧切割的实施例是不必要的,因为一旦刀片214之间的相对间隙确立(相对于两个刀片214或其它切割部件的切割点),所述间隙就精确地指定所得材料束314,而不管备料202的外径如何。尽管材料量或“切口深度”确实不同,但所得材料束314的宽度没有差别。

[0054] 然而,在某些情况下,可能需要以“偏移切割(offset cut)”模式操作刀片214,其中刀片214未对准相同平面且制造较深的切口。在此情况下,所述切口看起来为每一侧的独立切口(尽管同时切割)。由于每一所得材料束以及此类结构的柔性和稳定性都由切口末端距管的相对侧的距离决定,故深度将很重要。尽管此类结构可使用所述实施例制造,但其可能极不适用,因为此法将需要切割机在实行每次切割前对备料202成像并测量备料202,且在确定备料202具有错误直径的情况下,在运行中调整步进马达228,由此改变制造的切口的深度。

[0055] 因此,目前的实施例依赖于在制造切口后仅测量一些切口而非每一切口的质量控制技术。这使得系统能够监视备料202的质量和系统的其它方面,而不需要改变系统在每次切割间操作的方式。举例来说,在备料202超出规格的情况下,不可能只在单一孤立点改变其直径。事实上,如果备料202在一点处超过规格,那么可能是沿材料的长度超出规格或在多个个别点处超出规格,将经由质量控制技术检测一个或多个所述点。备料202直径的较大变化可能使备料不符合某些应用的需要,因此,如果确定这一点,就可停止切割组合件140,且一旦检测到,就丢弃产品。

[0056] 如所述,微切割机的主要目的是在圆柱形备料上制造切口对(但未必是相对的)以形成柔性且可扭转的产品,例如导线、导管和其它类似类型的装置,所有这些装置在本文中都被称为“产品”。而此项技术中已知,通过用刀片在一件圆柱形备料(金属线和/或管材)的一侧制造单一切口,且随后旋转材料并用同一刀片在备料的相对侧上制造相对的切口,以此产生柔性且可扭转的导线和导管。当沿备料的全部或一部分长度执行这一工艺时,在许多位置中备料的直径减小,这样会增加所得产品的柔性,但由于产品保持相同的总体外径,致使所得产品能够保持其大部分可扭转能力。尽管按此方式切割的备料通常是圆柱形的,但因为切口是从相对侧或几乎相对侧朝向中间制造,故此举有助于想像备料具有第一侧和第二侧,即使实际上备料实质上呈圆形且只具有单一侧。

[0057] 图5A说明由环形刀片从第一侧且接着第二侧切割而产生的所得材料束,所得材料束也可经由利用所述实施例产生。图5B和5C说明只可经由利用所述实施例产生的所得材料束。图5A、5B和5C中展示实心备料202的横截面图。基于现有技术,当已切割实心备料202的第一侧和第二侧(如当前所揭示的,一次性切割两侧;或如此项技术中已知的,先切割第一侧且接着第二侧)时,将保留所得材料束510。此类所得材料束510在此项技术中称为辐射状切割材料束,因为其从圆周向中心点逐渐变细。现有技术通过将实心备料202朝着沿上文所

述的Y轴推进来切割实心备料202。结果,环形刀片在备料202中心区域中的切割比其可在外部区域上的切割更深,始终产生辐射状切割材料束510。

[0058] 尽管辐射状切割材料束510适用于某些用途,但从可扭转性和安全性观点看,其并不理想。辐射状切割材料束510的中心区域的厚度减小使得当产品扭曲时应力在所述区域积累,这可能导致产品破损。由于产品常用于血管内程序,故任何破损都是特别不合需要的。同样,如果产品的直径具有任何不规则性,而切割机无法感测所述不规则性,那么切割机将只基于其编程在产品中实行切割。因此,使用上文提供的实例,如果导线的直径为0.039英寸,且需要产生中心区域厚度为约0.008英寸的所得材料束,那么每次切割都需要为0.0155英寸深。然而,如果导线的直径仅为0.032英寸,且切割机使用电磁感测而非实时成像,那么每一侧将仍切割0.0155英寸,留下0.001英寸的所得材料束,这在插入简单曲线中时也很可能导致破损。

[0059] 目前揭示的切割机仍通过沿Y轴和Z轴移动双刀片214操作,并且能够产生多种不同形状的所得材料束,包括图5A的辐射状切割材料束,以及图5B的直线切割材料束和图5C的凸形切割材料束。为产生直线切割材料束,将切割组合件沿Z轴移到备料202的上方并沿Y轴调整,以使刀片或所使用的其它切割部件间的距离足以产生具有所需厚度的所得材料束,接着使切割组合件沿Z轴下落且横过备料202。因此,切割机能够制造出直线切割的所得材料束,类似于所得材料束520。直线切割的所得材料束520将因所得材料束的线性形状而实现较高且较为一致的柔性,同时保留至少与辐射状切割材料束相同的可扭转性,而不增加破损的可能性。

[0060] 为调整刀片或切割部件之间的相对间隙距离(或所得材料束),可实行切割,测量所得材料束,并且可沿Y轴进一步调整切割组合件,直到产生具有所需宽度的所得材料束为止。或者,可将已知宽度的参考备料放在刀片/切割部件之间,直到刀片/部件都接触参考备料为止。

[0061] 如所述,辐射状切割材料束510或凸形切割材料束530可由本文中揭示的微切割机在实行每次切割时沿Y轴向内和向外移动切割组合件来产生。还有可能通过同时改变元件组合,例如在实行切割时用旋转马达旋转备料202,或旋转备料202且同时沿Y轴移动切割组合件,来制造多种其它类型的切口和所得材料束。举例来说,可通过将切割组合件留在设置的Y轴位置,同时备料202通过旋转马达旋转,来实行螺旋形切割。由于这些类型的切割先前不可能出现,不同切割的优点尚未完全了解,但已经可以预期凸形切割材料束530将具有比直线切割材料束520或辐射状切割材料束510更好的柔性和可扭转特性。

[0062] 如先前所述,成像系统400和处理器130所进行的自动反馈和控制过程可引起切割刀片变化或备料本身变化或缺陷的微小偏差。如上文所论述,所得材料束是关键尺寸,并且可能受甚至单一刀片变化(例如单一刀片齿过长)或备料整个长度中的直径变化的影响。当然,所有这些因素整合成且本身表现为所得材料束尺寸。所述实施例的精确测量和调整能力产生空前的精确度。在测量所得材料束,所得材料束关于定位的备料表面定中心,且两个切口彼此对准后,处理器130可进行调整以使所有参数对准以产生精确的所得材料束宽度。这一工艺可在制造开始时实施,如配置工艺、实行一次或多次切割、定期检查或实行每一次切割。在处理器130上运行的软件可用于验证微切割机的可重复性,可能减少切割工件时必需的测量次数,或使得不必连续测量。

[0063] 如先前所述,所述实施例的微切割机能够微切割多种备料。传统的单刀片微切割机利用电磁感测备料相对于单一刀片的精确位置,由此需要使用具导电性的备料。这一条件排除了塑料管材备料或任何其它非导电性或导电性极低的材料(本文中称为“非导电性”,即使所述材料具有不足以被先前机器切割的某种相对较低的导电性)的使用。

[0064] 如所论述,所述实施例的成像系统的高清晰度图像和测量能力以及切割组合件的精确定位比依赖于感测备料的表面更准确,因为备料本身可能具有缺陷或不一致的直径。因此,本文中揭示的微切割机准确得多,且可因此更可靠地切割尺寸更精细的所得材料束。切割组合件140的组件以及备料202的物理布置使得有可能切割天然柔性较小的较硬材料,如不锈钢,因为可以切割出极窄的所得材料束,同时保留精确度。因此,所述实施例的双刀片微切割机完全能够切割不锈钢导管和导线(这是外科医生特别需要的,因为其能够保持某一形状,使外科医生能就在使用前亲自将不锈钢导线的尖端成形以与患者的血管内系统匹配)、塑料导管和导线(因其在相对较宽直径下柔性较大而合乎需要)以及用于所有类型产品的其它非磁性备料。

[0065] 通过在一件备料的整个长度中或沿这件备料的一个或多个部分重复微切割,制造出具有柔性且可扭转的产品。理想的情况是,沿圆柱形备料的纵轴,按旋转模式理想地制造切口对(一对切口是指由双刀片通过产生的切口,即使这些切口可能不是相对的)。因为以同一角度制造所有切口产生的产品偏向于朝一个方向(垂直于所得材料束)弯曲,所以优选旋转方案。如果备料在前一切口与下一切口或前一对切口与下一对切口之间绕其纵轴旋转,那么所得材料束并非都对准同一平面且弯曲偏向减小或消除。如图2中所说明,馈料马达210和旋转马达促进切口间的此旋转。根据电子控制器110所接收且处理器130确定的方向,在旋转马达使备料202沿X轴(备料202的纵轴)旋转时,馈料马达210夹紧备料202。在切口对之间的旋转称为偏差,且以绕备料的纵轴旋转的度数度量。

[0066] 图6A和6B说明切口对和所得材料束的旋转模式的两个实例。图6A说明使用所述实施例的双刀片微切割机微切割的90度偏差的导线601。横截面图620说明当备料在每次切割间旋转90度时制造切口对所处的两个不同角度。平面图630说明此导线601沿其长度的外观。图6B说明使用所述实施例的双刀片微切割机微切割的45度偏差的导线602。横截面图640说明当备料在每次切割间旋转45度时制造切口对所处的5个角度。平面图630说明此导线沿其长度的外观。

[0067] 如图6A中的导线601所说明,90度偏差明显优于在同一平面中对准所有所得材料束,但仍不太理想。90度偏差产生的所得材料束彼此完全垂直,这可能使整个导线偏向于朝两个方向,即向上和向下,以及向左和向右弯曲(如果导线如图6A中的导线601一般对准的话)。如图6B中的导线602那样,在切口间使用45度偏差,可改进弯曲状态,因为所得材料束不再仅在两个平面中相对对准。这一切口形式使导线的弯曲特性均等,由此其不偏向于两个不同的方向。事实上,例示性实施例可利用切口间的不均匀偏差,例如95度或40度,因此实际绕纵轴呈螺旋形的切口对且因此所得材料束完全消除了任一方向上的弯曲偏向。当然,切割产品时使用的偏差可能更复杂。举例来说,通过使用第一切口与第二切口之间的90度偏差,且随后在实行第三次切割和第四次切割之前略微旋转备料(例如5度),所述第三次切割和所述第四次切割再次使用90度偏差,可实现有利的结果。

[0068] 所述实施例的双刀片微切割机的额外特征是能够使用刀片234,或如切割组合件

140、电子控制器110和CPU 130控制的切割部件在备料202中切割序列号,由此可独立地鉴别最终产品。序列号或其它鉴别形式可通过在备料202中产生具有不同宽度和/或不同间距的可按类似于条形码的方式读取的一系列切口(可能沿圆周,因此可对其进行读取,而不管备料202的旋转如何)来形成。

[0069] 最后,应注意,尽管说明书全文中已将微切割机描述为利用一对同时切割的切割刀片,但也可能配置利用两对或更多对同时操作的切割刀片或部件的微切割机。以此方式,可能一次操作多个所得材料束。在此配置中,切割部件对都将以通信方式连接到电子控制器110和处理器130,以致其各自可一致地加以调整以加工满足所需所得材料束参数的产品。

[0070] 尽管本文中已经说明和描述实施例,但应了解,本文中所描述的技术可具有许多其它用途和应用。因此,本发明不应仅局限于本说明书中所含的特定描述和各种图式,所述描述和图式仅说明本发明的原理的一个或多个实施例和应用。

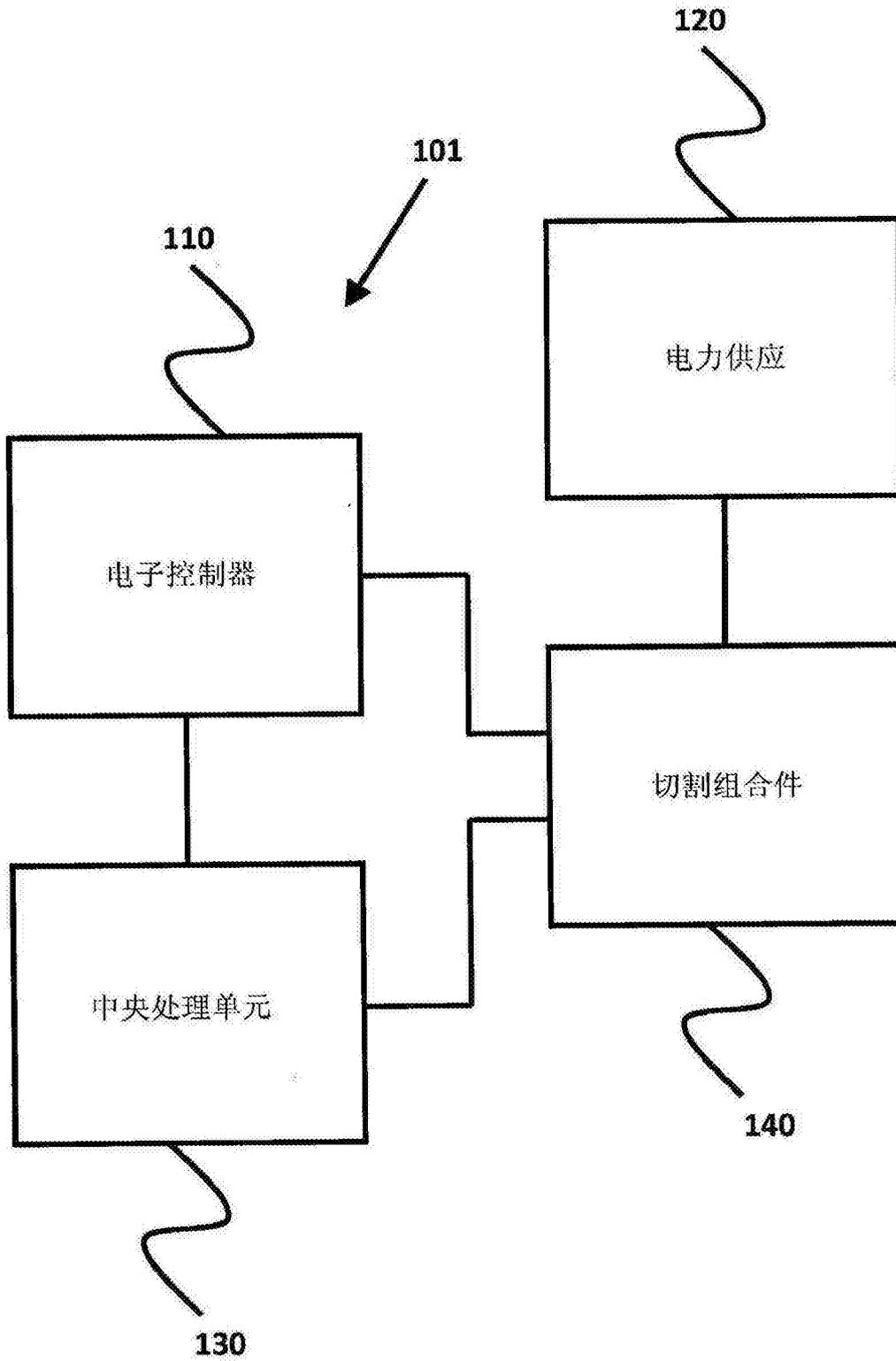


图1

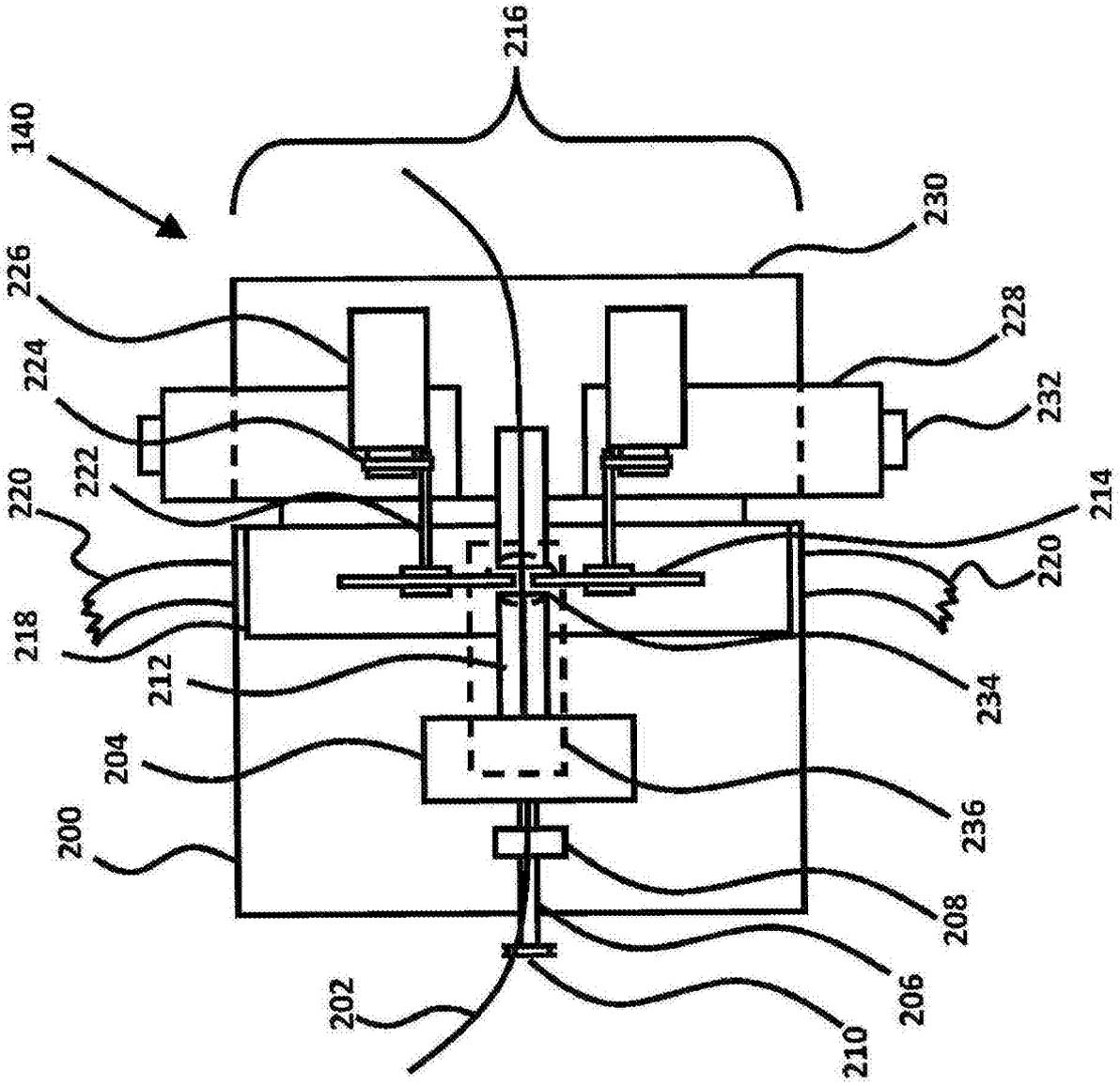


图2A

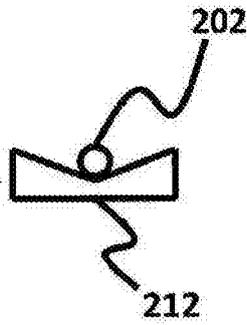


图2B

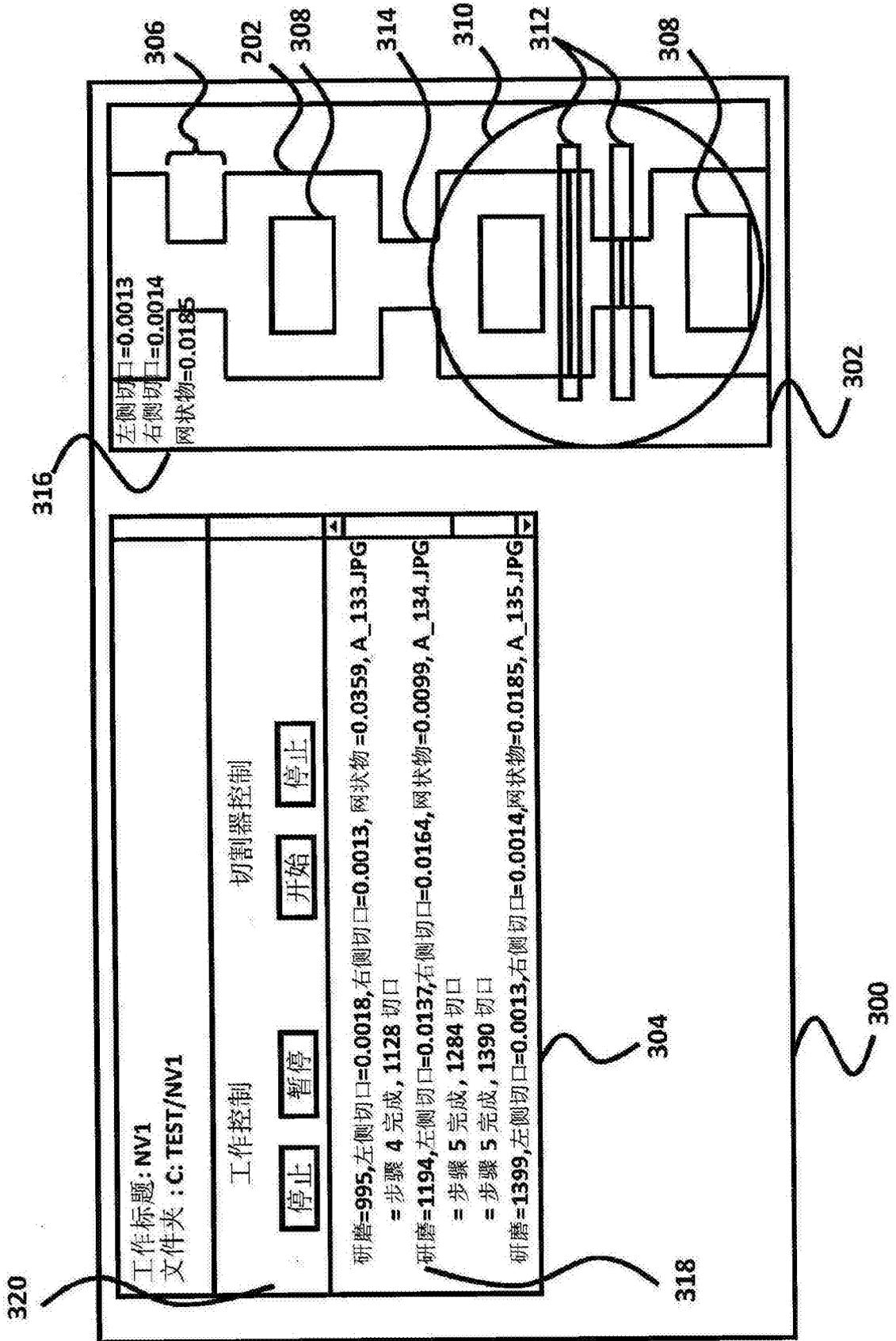


图3

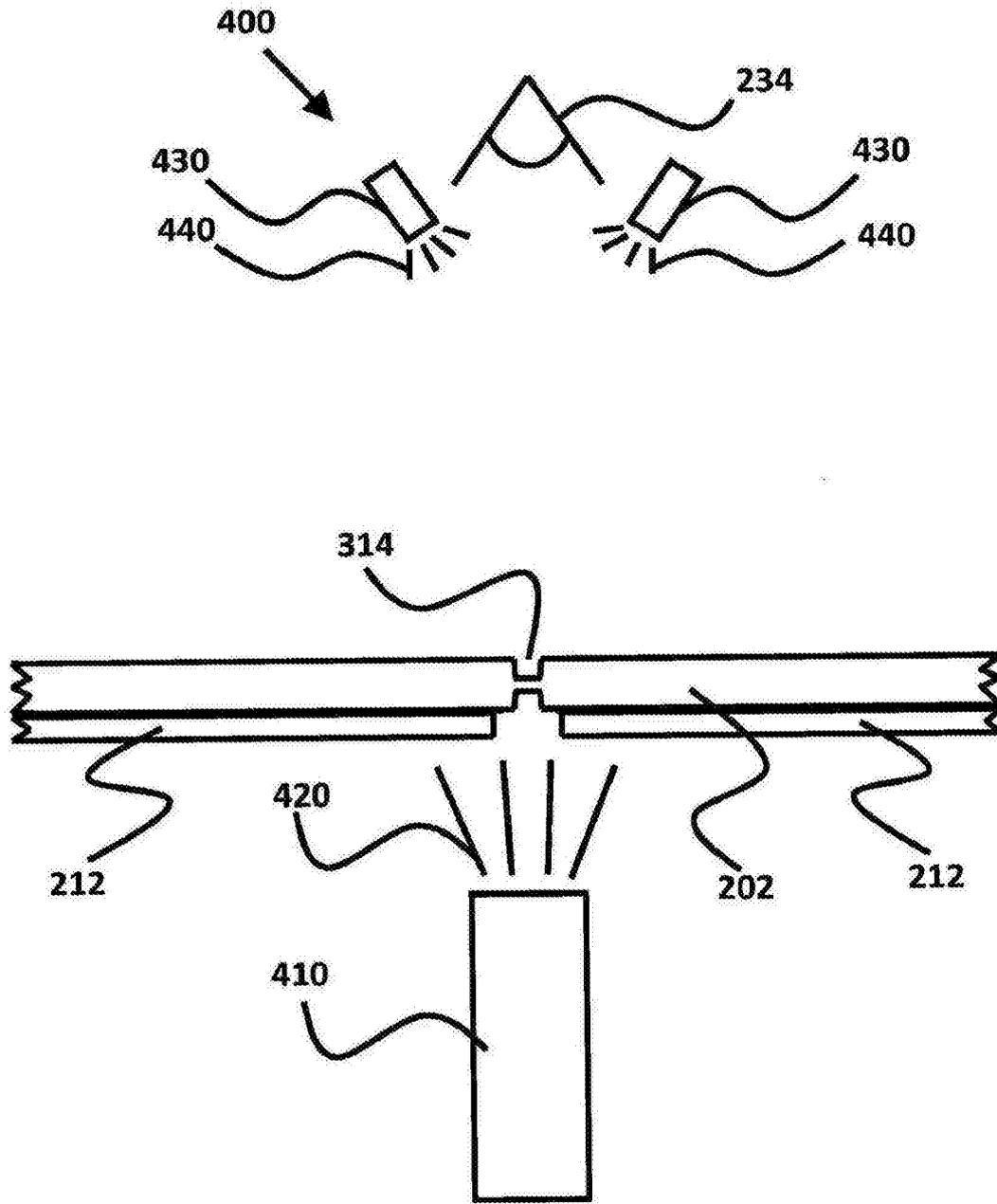
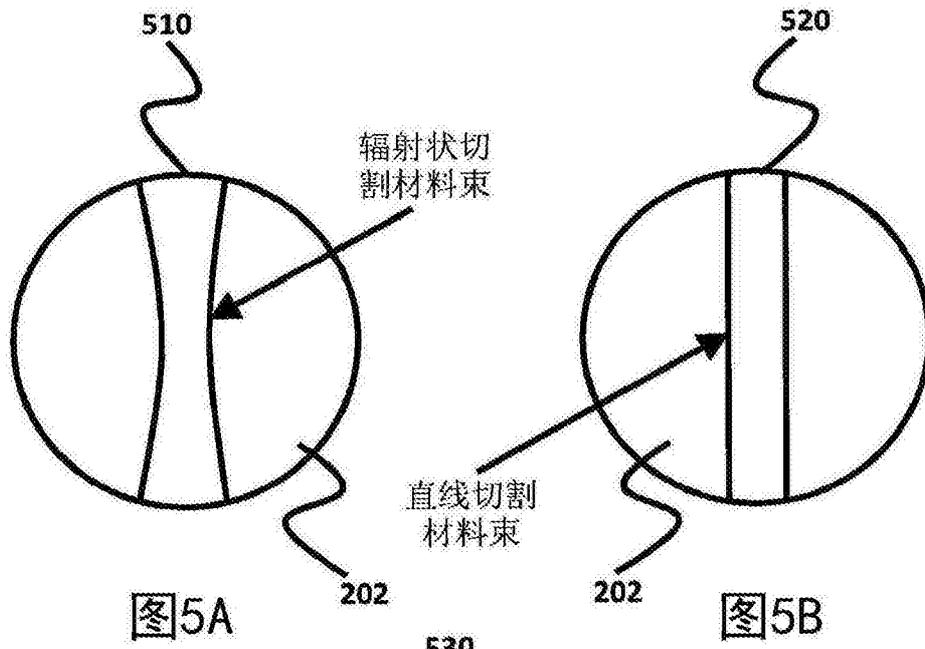


图4



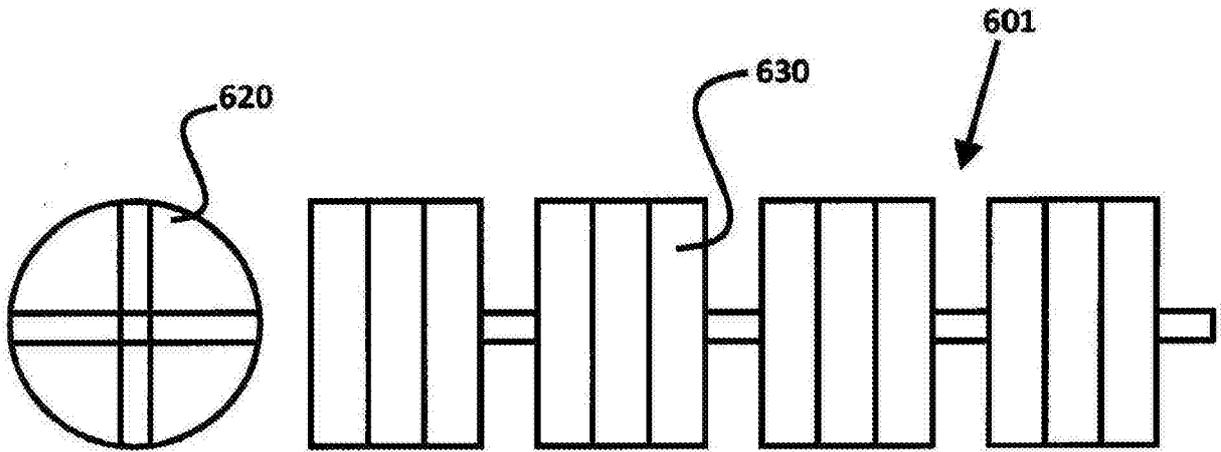


图6A

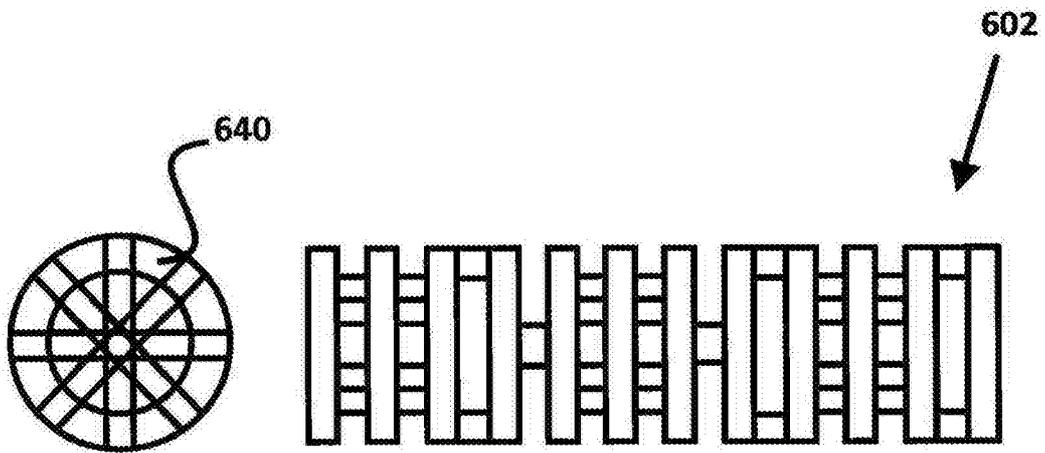


图6B