

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B23H 7/26 (2006.01)

B23H 9/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02822505.8

[45] 授权公告日 2007年5月9日

[11] 授权公告号 CN 1314508C

[22] 申请日 2002.11.12 [21] 申请号 02822505.8

[30] 优先权

[32] 2001.11.13 [33] DE [31] 10155607.1

[86] 国际申请 PCT/DE2002/004198 2002.11.12

[87] 国际公布 WO2003/041900 德 2003.5.22

[85] 进入国家阶段日期 2004.5.13

[73] 专利权人 罗伯特·博施有限公司

地址 德国斯图加特

[72] 发明人 鲍里斯·卢基奇

[56] 参考文献

CN1052178C 2000.5.10

DE2203773A 1973.9.6

CN86104551A 1987.7.29

CN1039481A 1990.2.7

US5159167A 1992.10.27

US6127642A 2000.10.3

US6225589B 2001.5.1

审查员 李丹丹

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 曾立

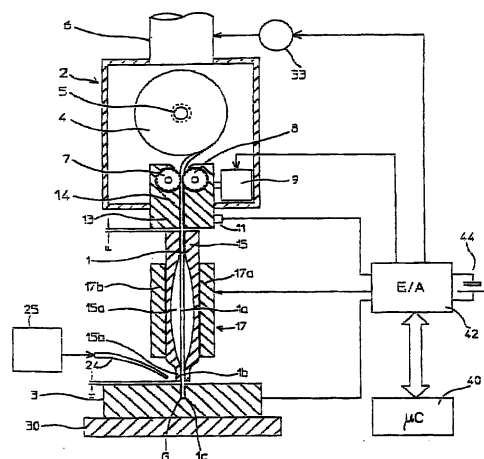
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

用于对工件进行电腐蚀材料加工的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及用于借助纵长的工具电极(1)对工件(3)进行电腐蚀材料加工的一种方法和一种装置。工具电极(1)在一个电极导向装置(15)中被导向,在该电极导向装置中构成一个椭圆的空腔(15a)。位于该空腔(15a)中的金属丝段(1a)受一个磁场的作用,由此可使金属丝段(1a)侧向偏移。该侧向偏移被转换成位于工件(3)区域中的金属丝段(1b)的轴向移动,以便在工件(3)与金属丝段(1e)的自由端部(1c)之间产生一个最佳的工作间隙。



1. 用于借助一个纵长工具电极对工件进行电腐蚀材料加工的方法，其中，通过工具头中的电极进给机构这样保持住工具电极：使得它的构成加工电极表面的自由端部离开一个距离地处于工件的对面，并且，在它们之间限定一个被加工液体冲洗的工作间隙，以及在工具电极与工件之间作用一个腐蚀加工电流，以便从工件上去除电腐蚀的材料，其特征在于：使工具电极在工具头与自由端部之间穿入到一个工具电极导向装置中，为了优化工作间隙，使工具电极在该导向装置中偏移并且转换成该自由端部的一个轴向移动，工具电极在工具头与自由端部之间受到一个磁场的作用，该磁场使得被腐蚀加工电流流过的工具电极偏移。

2. 根据权利要求1的方法，其特征在于：借助工具头中的电极进给驱动机构对工作间隙进行粗调节，通过工具电极的偏移进行精密调节。

3. 根据权利要求1的方法，其特征在于：通过电极进给驱动机构将工具电极形状对合地保持住并且穿入到工具电极导向装置中。

4. 用于根据权利要求1所述借助一个纵长的、可弹性变形的工具电极对工件进行电腐蚀材料加工的装置，该装置具有一个工具头，用于保持住工具电极，由此，使工具电极的一个构成加工电极表面的自由端部离开一个距离处于工件的对面，并且，限定了一个被加工液体冲洗的工作间隙；还具有一个电流供给装置，用于在工具电极与工件之间作用一个腐蚀加工电流，以便从工件上电腐蚀去除材料，其特征

在于：具有一个电磁转换装置，用于将腐蚀加工电流直接转换成工具电极的自由端部的一个相应的轴向移动，以便在腐蚀过程中保持最佳的工作间隙，该电磁转换装置具有一个电极导向装置，在该电极导向装置中工具电极被引导并且在该电极导向装置中借助磁铁产生一个磁场。

5. 根据权利要求4的装置，其特征在于：工具电极位于该磁铁的磁极之间。

6. 根据权利要求4或5的装置，其特征在于：电极导向装置是一个管，它在工具头与工件之间延伸，其中，在每一端上各具有一个空隙，该管在中间具有一个椭圆的空腔并且在朝向工件的一侧上具有一个滑动通道。

7. 根据权利要求4或5的装置，其特征在于：在电极导向装置上，在椭圆空腔的区域中，装有磁铁的极。

用于对工件进行电腐蚀材料加工的方法和装置

技术领域

本发明涉及一种用于工件的电腐蚀材料加工的方法和装置，如从US4,771,157所公知的。

背景技术

在电腐蚀材料加工时（在这里该术语涉及一种加工方法，该方法至少部分地通过放电作用从导电工件上去除材料），一个工具电极通过工作间隙以一定距离放置在工件的对面。该工作间隙被工作液体冲洗，在工具电极与工件之间流过腐蚀加工电流，通常是电脉冲序列方式的电流。通过被液体冲洗的工作间隙，产生相继的放电，以便从工件上去除材料。根据材料去除的进展，通过一个调节系统使被工具头固定住的工具电极向前推进，使工作间隙基本保持恒定，不然它将会增大。

在电蚀过程中也可导致工具电极的加工面的腐蚀磨损，此外，在每次放电后会在工作间隙中的条件的改变，这是由电介质特性的改变引起的，例如污染、温度等，它们导致例如导电性能的改变。除这些电参数外，冲洗也影响电蚀过程。在钻大的径深比的孔时常出现腐蚀过程的停顿，因为蚀下物不再能从间隙中清除。由此除常规的火花放电外还出现所谓的退化（Entartung），它明显地影响蚀损或磨损。尤其是空载脉冲（工作间隙过大）、故障放电（工作间隙过小）及短路脉冲（工作间隙为零），都属于这种退化。

为了保证良好的腐蚀过程，应在工作间隙中建立理想的放电条件，它们能尽可能排除短路、故障放电及空载脉冲的出现。对此的基本准

则是：通过适当的过程参数获得干扰参量用以评价瞬时过程状态。那么，可能包含不同目标功能的各种策略导致要对机器上调节参量进行相应跟踪。

在由 US4,771,157 公知的方法中，通过短路检测来监测电蚀过程及通过调节系统根据输入数据使工具电极在轴向上移动，以便使工作间隙保持恒定。

最近，使用模糊逻辑借助将调节机构列为公式可将不同参数组合成一个多参数调节系统。这使机器参数更好地适应相应的过程状态，导致所需的工作结果。

但极其重要的是：视过程状态而定，调节系统快速及精确地将工具电极带动到所需位置上。因此通常使用较快速并且特别是较昂贵的调节系统。为了减小调节系统的惯性，人们尝试进一步减小调节系统运动部分的质量。为此有些装置设有两个调节系统：一个调节系统粗略地将工具电极带到工件附近，一个更精确及尤其更快速的调节系统然后确定工作间隙的精密调节。出现的另一问题是所谓的微火花腐蚀，其中，工具电极很薄，具有 $20\mu\text{m}$ 与 $200\mu\text{m}$ 之间的直径。迄今还不能大批量地进行在 0.1mm 以下微孔及直径与深度之间的径深比为 1:10 的情况下的微电蚀。现在，在这种尺寸上的电极操作也有问题。

发明内容

本发明的任务是：对开头所述类型的方法及装置作进一步改善，由此可建立一个直接、快速及简单的用于工作间隙调节的调节系统，其中工具电极本身为调节系统的一个有效组成部分。本发明的另一任务是：达到简单的电极操作，即安装、定位及夹紧工具电极以便连续地处理工件来形成所希望的孔，使得可在批量生产中应用。在此，所述孔尤其是、但不仅仅是包括微孔，其中，电极直径处在 $20\mu\text{m}$ 与 $200\mu\text{m}$

之间。

根据本发明，提出一种用于借助一个纵长工具电极对工件进行电腐蚀材料加工的方法，其中，通过工具头中的电极进给机构这样保持住工具电极：使得它的构成加工电极表面的自由端部离开一个距离地位于工件的对面，并且，在它们之间限定一个被加工液体冲洗的工作间隙，以及在工具电极与工件之间作用一个腐蚀加工电流，以便从工件上去除电腐蚀的材料，其中，使工具电极在工具头与自由端部之间穿入到一个工具电极导向装置中，为了优化工作间隙，使工具电极在该导向装置中偏移并且转换成该自由端部的一个轴向移动，工具电极在工具头与自由端部之间受到一个磁场的作用，该磁场使得被腐蚀加工电流流过的工具电极偏移。

有利的是，借助工具头中的电极进给驱动机构对工作间隙进行粗调节，通过工具电极的偏移进行精密调节。

有利的是，通过电极进给驱动机构将工具电极形状对合地保持住并且穿入到工具电极导向装置中。

根据本发明，还提出一种用于按照本发明方法借助一个纵长的、可弹性变形的工具电极对工件进行电腐蚀材料加工的装置，该装置具有一个工具头，用于保持住工具电极，由此，使工具电极的一个构成加工电极表面的自由端部离开一个距离处于工件的对面，并且，限定了一个被加工液体冲洗的工作间隙；还具有一个电流供给装置，用于在工具电极与工件之间作用一个腐蚀加工电流，以便从工件上电腐蚀去除材料，其中，具有一个电磁转换装置，用于将腐蚀加工电流直接转换成工具电极的自由端部的一个相应的轴向移动，以便在腐蚀过程中保持最佳的工作间隙，该电磁转换装置具有一个电极导向装置，在该电极导向装置中工具电极被引导并且在该电极导向装置中借助磁铁产生一个磁场。

有利的是，工具电极位于该磁铁的磁极之间。

有利的是，电极导向装置是一个管，它在工具头与工件之间延伸，其中，在每一端上各具有一个空隙，该管在中间具有一个椭圆的空腔并且在朝向工件的一侧上具有一个滑动通道。

有利的是，在电极导向装置上，在椭圆空腔的区域中，装有磁铁的极。

与公知装置相比较，本发明电腐蚀加工装置的优点是，工作电极的侧向偏移引起自由端部的轴向移动，由此可达到对工件间隙快速和精确的精密调节。该有利实施形式基于这个物理原理：被电流流过的导体在磁场中偏移。为此，使工具电极的一部分受到磁场的作用。该工具电极可具有连续的纵长的工具如金属丝的形状，该金属丝被工具头固定住。从工具头中伸出来的金属丝部分具有一定长度，该长度使得位于磁场中的金属丝电极可弹性变形，因为在腐蚀过程中在金属丝电极中流过腐蚀加工电流，由此形成垂直于电极轴线的偏移力。该偏移力可引起金属丝电极的弹性偏移运动，该偏移运动在电极导向装置中被转换成自由端部的一个轴向运动。

在此情况下的一大优点是：刚好工具电极本身就是电磁转换装置的运动部分，由此极其简化了该转换装置的实施并提高了定位精度，因为不再需要任何传递元件。并且还使得定位精度提高，因为运动部分的质量减至最小。另外的重大优点是，工具电极的轴向运动直接与腐蚀加工电流强度相应，该腐蚀加工电流强度基本由工作间隙来确定，由此也可根据腐蚀加工电流对工作间隙进行直接的比例调节。

电极导向装置具有一个椭圆的空腔，它允许金属丝电极偏移或偏转，但同时也限制该偏移或偏转，还具有滑动通道，在该通道中，在椭圆空腔中出现的金属丝电极侧向偏移运动被转换成自由端部的一个轴向运动。在电极导向装置的侧面上装有一个磁铁的各个磁极，它们

在该空腔中产生一个均匀的磁场。在电极导向装置与工件之间有一个间隙，该间隙的宽度尺寸只有这样大：使得加工液体可充分地冲洗加工间隙。以此方式，金属丝电极的伸出的自由端部被很好地引导到工件上。

电极进给驱动机构的任务是：这样相应于去除量和磨损来跟踪金属丝电极，以致只有它被电流流过。工件间隙的优化则通过金属丝电极的偏移来很快速及精确地进行。因此，电极进给驱动机构仅被设计用于粗调和慢速的过程并且可相对简单及成本合算地制成。借助该电极进给驱动机构可使金属丝电极自动地穿入到导向装置中，其中金属丝电极作为储备被储存在工具头中的一个卷筒上。

如果磁场中的金属丝的长度和外部磁场的磁场强度保持恒定，则偏移力成比例地取决于腐蚀加工电流，该电流又取决于工作间隙，由此，不用附加费用即得到一个比例调节器。如果借助一个电磁铁产生一个外部磁场，它的场强通过一个腐蚀处理过程被调节，则也可使用其它的调节系统。

金属丝电极可以在加工过程期间转动，以改善冲洗，尤其是在较深地钻孔时，并且也为了滑动通道与金属丝电极之间的摩擦补偿。

附图说明

以下借助附图来详细描述本发明。附图为：

图 1 用于说明在应用本发明情况下使用连续金属丝电极的电腐蚀加工装置的一个示意图，其中部分为剖面图、部分为电路框图，及

图 2 根据图 1 的电极导向装置的一个放大示意图。

具体实施方式

根据图 1，所示装置使用了一个呈连续金属丝形式的工具电极，

它例如由厚度为 0.02mm 至 0.2mm 的铜制成。根据该图，金属丝电极 1 这样延伸在一个用标号 2 表示的工具头中的一个电极导向装置 15 内，使得该电极具有一个从电极导向装置 15 中伸出的自由端部 1c，该端部在加工电极表面 1d 上终止，该加工电极表面隔开一个距离 G 位于工件 3 的对面，由此，按照附图加工出一个孔。工具头 2 被固定在一个主轴 6 上，该主轴在需要时也可用于使工具头转动。连续的金属丝电极存储在一个卷筒 4 上，该卷筒借助一个销 5 可转动地保持在工具头 2 中。此外，一个套筒 13 位于工具头 2 中，在其中装有电极进给机构。该套筒 13 包含一个驱动滚子 8 和一个挤压滚子 7，金属丝电极 1 被保持在这两个滚子之间，还包含一个驱动电机 9，用于通过一个未示出的变速器使驱动滚子 8 转动，以便使从卷筒 4 导出的金属丝电极 1 轴向移动。套筒 13 还包含一个孔 14，金属丝电极在进给运动时在该孔中被导向并且形状对合地被保持住。在工具头 2 与电极导向装置 15 之间设有一个空隙 F，以便使套筒 13 与电极导向装置 15 之间能够相对运动。

在电极导向装置 15 的侧面上装有一个磁铁 17 的极 17a 及 17b，它们最好源自一个电磁铁并且在电极导向装置 15 的一个椭圆空腔 15a 中产生一个均匀磁场。电极导向装置 15 最好由非磁性并导电的材料制成。在电极导向装置 15 与工件 3 之间有一个间隙 H，使得加工液体能充分地冲洗加工间隙 G。

设有一个总体用标号 42 表示的输入/输出模块，它作为用于一个主轴电机 33、一个电极进给电机 9 和所述电磁铁 17 的控制单元。金属丝电极 1 也通过该输入/输出模块 42 和一个触头 11 与一个直流电源 44 连接以及被接通和关断，以便在金属丝电极 1 的自由端部 1c 的加工表面 1d 与工件 3 之间通过被工作液体冲洗的工作间隙 G 产生一个放电序列。该工作液体可由一个或多个与一个液体源连接的喷嘴 24 输入到工作间隙 G 中。工件 3 被固定地安装在一个工件台 30 上。一个过程计算

机 40 与该输入/输出模块 42 连接并且处理确定过程的调节参量。

现在借助图 2 中的示意图来说明其工作原理：从套筒 13 中伸出的金属丝电极 1 具有在椭圆空腔 15a 中的一个偏移部分 1a、在滑动通道 15b 中的一个导向部分 1b 以及从电极导向装置 15 中伸出的一个自由端部 1c，该自由端部终止在加工表面 1d 上。中间的偏移部分 1a 具有一个长度 l ，它位于磁场 B 中并且被以腐蚀加工电流 I 供电。由此，在偏移部分 1a 上作用有一个与电极轴线垂直的力 F 并引起该偏移部分 1a 向箭头 F 方向偏移。该偏移力 F 可由下式计算：

$$F = B * I * l$$

其中：

B = 磁通密度

I = 腐蚀加工电流

l = 位于磁场中的金属丝电极的长度。

如果力 F 足够大，例如由于工作间隙 G 太小并且由此腐蚀加工电流 I 增大，则偏移部分 1a 自轴线偏离一个量 w 。在滑动通道 15b 中，该垂直于电极轴线的运动通过一个变换比例转换成在箭头 P 方向上的一个轴向运动，由此使工作间隙 G 增大一个量 z ，使得金属丝电极 1 在另一侧上通过驱动滚子 8 和挤压滚子 7 被固定在工具头 2 中。一旦工作间隙 G 增大，则腐蚀加工电流 I 下降并且偏移力 F 也下降，由此，偏移部分 1a 由于金属丝电极 1 的弹力又变直，并且工作间隙 G 又变小。该过程重复进行，直至这些力平衡。

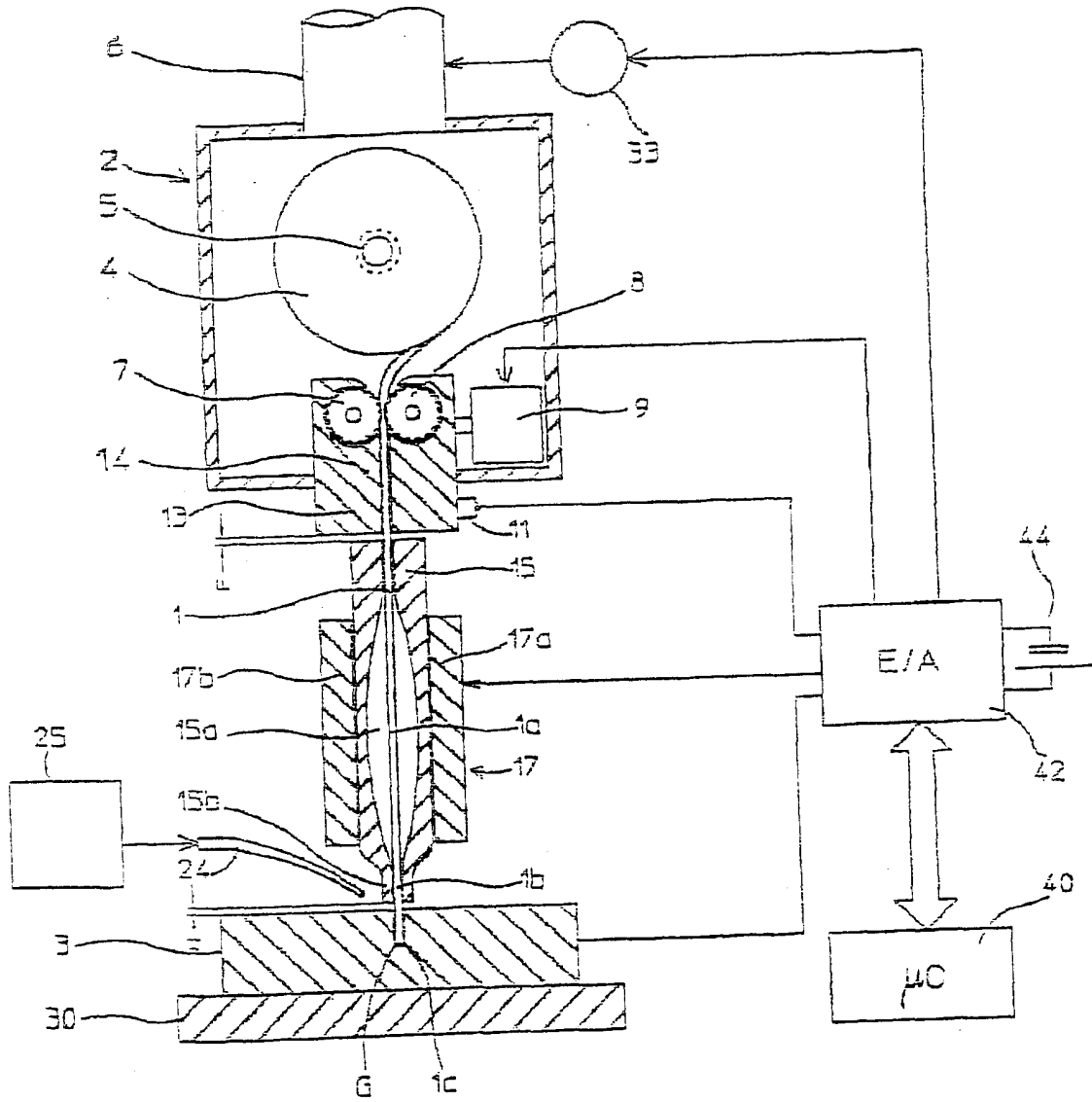


图 1

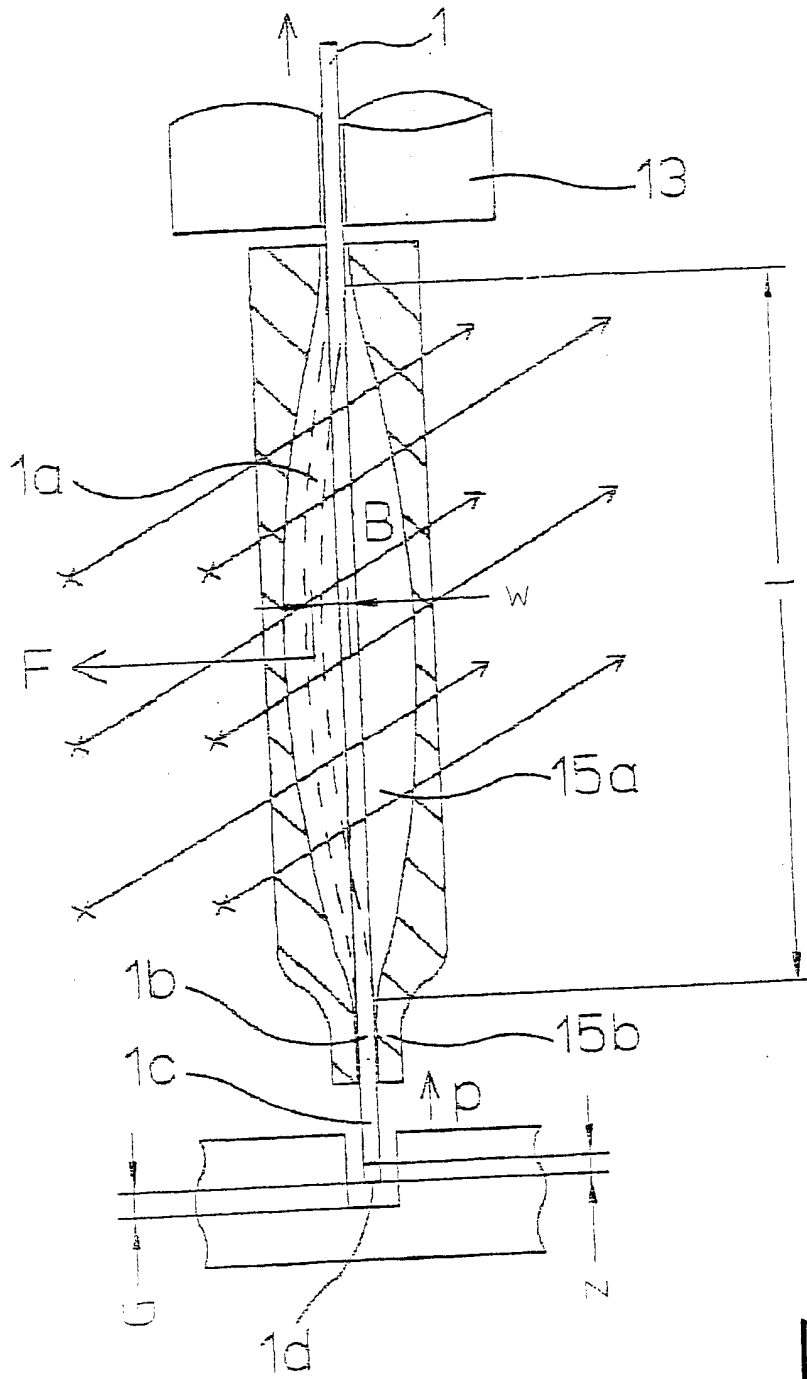


图 2