(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101522365 B
(45)授权公告日 2012.10.24

(21)申请号 200780036492.8
(22)申请日 2007.08.22
(30)优先权数据
11/510,980 2006.08.28 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.03.30
(86)PCT申请的申请数据
PCT/US2007/018610 2007.08.22
(87)PCT申请的公布数据
WO2008/027266 EN 2008.03.06
(73)专利权人 波音公司
地址 美国伊利诺伊州
(72)发明人 达里尔·甘博亚
克里斯·J·埃里克森
布兰科·萨尔
(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245
代理人 赵蓉民
(51)Int.Cl.
B23Q 11/00(2006.01)

(56)对比文件
EP 1397224 A1,2004.03.17,
US 2006165500 A1,2006.07.27,
US 2006165500 A1,2006.07.27,
GB 2262159 A,1993.06.09,
US 5482411 A,1996.01.09,
EP 1604777 A1,2005.12.14,
US 2005150199 A1,2005.07.14,

审查员 孙迎椿

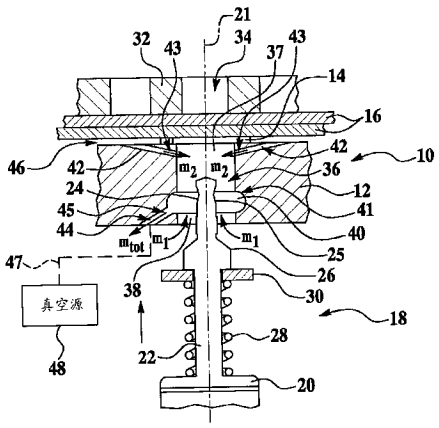
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54)发明名称

用于切割工具的碎屑去除系统和方法

(57)摘要

一种用于除去由切割工具产生的碎屑的系统，将碎屑吸入形成在工件夹具内的混合腔，碎屑在这里与高速气流混合。真空源将碎屑－空气混合物吸入漩涡气流抽出腔，混合物在通过排出管路被抽出之前，在这里被加速。夹持环密封包围切割位置的的区域，以便增大混合腔中的空气速度，并且碎屑加速进入所述抽出腔。



CN 101522365 B

1. 一种用于除去在工件上实施切割操作的切割工具产生的切割碎屑的设备，包括：

夹持构件，用于将所述工具夹持到所述工件上；

位于所述夹持构件内的腔，用于收集所述切割工具产生的碎屑，所述腔允许所述切割工具在切割操作过程中通过，且所述腔包括相对的第一和第二开口端部；

流体入口，其与所述腔连通，允许流体进入所述腔；和

至少一个出口，其与所述腔连通，允许流体和碎屑离开所述腔，

其特征在于：所述设备进一步包括闭合件，用来在切割操作过程中闭合所述腔的其中一个端部，以增大流过所述腔的流体的速度，且所述闭合件包括围绕所述切割工具的盘，当所述切割工具从其缩回位置向其切割位置移动时，所述盘移动到与所述夹持构件啮合。

2. 如权利要求 1 所述的设备，进一步包括与所述出口耦接的真空源，用于将流体和碎屑通过所述流体出口抽出所述腔。

3. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述流体入口包括：

位于所述腔靠近所述工件一端的第一流体入口；和

位于所述腔相对一端的第二流体入口，所述切割工具通过所述第二流体入口进入所述腔并向所述工件移动。

4. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述夹持构件包括：

电磁主体，其中具有限定所述腔的通孔，所述通孔的一端限定其中一个所述流体入口；和

位于所述电磁主体一端、包围所述通孔并啮合所述工件的夹持环，所述夹持环在所述电磁主体和所述工件之间形成基本上不透空气的密封件。

5. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述夹持构件包括主体和位于所述主体一端用来啮合所述工件的夹持环，所述夹持环包围所述腔的一端并保持所述主体与所述工件成隔开关系，从而在所述主体和所述工件之间形成间隙。

6. 如权利要求 5 所述的设备，其特征在于，所述流体入口与所述间隙流体连通。

7. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述腔基本上为柱状，并包括直径增大的部分，用于在流体和碎屑离开所述腔之前促使形成旋涡流。

8. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于，所述至少一个出口与所述直径增大的部分流体连通。

9. 一种与切割工具一起使用的碎屑去除系统，包括：

夹具，用于将工具夹持到工件上；

通过该夹具的通道，该通道与工件表面上进行切割操作的地方连通，并包括用来接收切割操作产生的碎屑的腔；

位于所述通道内的第一和第二流体入口，允许流体进入所述腔；

位于所述通道内的排出出口，其允许流体和碎屑离开所述腔；和

与排出出口耦接的真空源，用于从所述腔排出流体和碎屑，

其特征在于：所述碎屑去除系统进一步包括由所述切割工具承载的闭合件，用于在切割操作中闭合第一流体入口，以增大从所述腔经由所述排出出口排出的流体和碎屑的速度，且所述闭合件包括围绕所述切割工具的盘，当所述切割工具从其缩回位置向其切割位置移动时，所述盘移动到与所述夹具啮合。

10. 如权利要求 9 所述的碎屑去除系统，其特征在于，所述通道包括位于所述夹具内的柱状孔，切割工具在切割操作过程中通过该柱状孔。

11. 如权利要求 9 所述的碎屑去除系统，其特征在于，

所述第一流体入口由夹具中的开口形成，切割工具在切割工具行程过程中通过该开口；和

所述闭合件包括盘，该盘可以与所述切割工具一起移动，用于啮合所述夹具并闭合所述第一流体入口。

12. 如权利要求 11 所述的碎屑去除系统，其特征在于，所述闭合件包括弹簧，用于将所述盘抵靠所述夹具。

13. 如权利要求 9 所述的碎屑去除系统，其特征在于，所述腔基本上为柱状，并且包括直径加大的部分，用来在流体和碎屑离开所述腔之前，使其加速。

14. 如权利要求 9 所述的碎屑去除系统，其特征在于，所述第二流体入口与所述夹具的外表面连通。

15. 一种用于具备工件切割件的便携式机加工工具的切割碎屑去除系统，包括：

夹具，用于将所述便携式机加工工具夹持到所述工件；

位于所述夹具中的通道，切割件通过该通道在缩回位置和啮合所述工件的切割位置之间移动，该通道包括用于接收所述切割件产生的碎屑的腔；

位于所述夹具中的至少一条第一流体供给管路，其与所述腔连通，用于向所述腔供给流体；

位于该夹具中的至少一条流体排出管路，其与所述腔连通，允许流体和碎屑在切割过程中从所述腔排出；和

压力源，用于通过所述排出管路从所述腔排出流体，

其特征在于：所述夹具包括限定所述通道一端的外部开口，所述切割件通过该外部开口，并且所述系统进一步包括闭合件，用于在所述切割件处于其切割位置时密封所述外部开口，以增大从所述腔经由所述排出管路排出的流体和碎屑的速度，且所述闭合件包括包围所述切割件的盘，当所述切割件从其缩回位置向其切割位置移动时，所述盘移动到与所述夹具啮合。

16. 如权利要求 15 所述的切割碎屑去除系统，其特征在于，所述腔包括用于混合流体和碎屑的第一区段和在流体与碎屑进入排出管路之前形成漩涡流的第二区段。

17. 如权利要求 15 所述的切割碎屑去除系统，其特征在于，

所述夹具包括面向所述工件并与所述工件隔开的一个侧部，从而在所述夹具和所述工件之间形成间隙，并且

所述流体供给管路与该间隙连通。

18. 如权利要求 17 所述的切割碎屑去除系统，其特征在于，所述夹具包括包围所述通道一端的环，用于相对于所述腔密封所述间隙。

19. 如权利要求 17 所述的切割碎屑去除系统，其特征在于，所述夹具包括电磁主体。

20. 如权利要求 15 所述的切割碎屑去除系统，进一步包括位于所述夹具内的第二流体供给管路，其相对着第一流体供给管路并与所述腔连通，向所述腔供给流体。

21. 如权利要求 15 所述的切割碎屑去除系统，包括弹簧，用于将所述盘压靠所述夹具。

22. 如权利要求 15 所述的切割碎屑去除系统，其特征在于，所述压力源包括与所述流体排出管路耦接的负压源。

23. 一种除去由借助夹具保持在工件上的切割机加工工具产生的切割碎屑的方法，包括步骤：

(A) 将流体流引入所述夹具中的通道，所述通道具有相对的第一和第二开口端部，其中通过将流体从所述夹具中的流体入口吸入所述通道来引入流体；

(B) 通过该通道在机加工工具上移动切割件，与所述工件切割啮合，使得切割碎屑进入该通道；和

(C) 通过所述夹具中的管路从该通道排出流体和切割碎屑，

其特征在于以下步骤：

(D) 当所述切割件移动到与所述工件成切割啮合时，通过操作闭合件关闭所述通道的一端来增大流过所述通道的流体的速度；其中所述闭合件包括围绕所述切割件的盘，当所述切割件从其缩回位置向其切割位置移动时，所述盘移动到与所述夹具啮合。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，通过将流体从所述夹具中的管路吸入所述通道来实施步骤 (A)。

25. 如权利要求 23 所述的方法，进一步包括步骤：

(E) 在所述流体和所述切割碎屑在步骤 (C) 中排出之前，在所述通道的腔内混合所述流体和所述切割碎屑。

26. 如权利要求 23 所述的方法，进一步包括步骤：

(E) 在所述通道内形成流体和碎屑的漩涡流。

27. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，步骤 (A) 包括将流体流横向引入所述通道。

28. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，步骤 (C) 包括将流体和碎屑从所述通道横向引走。

29. 如权利要求 23 所述的方法，进一步包括步骤：

(E) 控制流过所述通道的流体流，以便所述流体流的速度足够将碎屑通过所述通道带入所述管路。

30. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述工件是飞行器部件。

31. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述工件是飞行器外蒙皮，且所述碎屑由在蒙皮上钻铆钉孔而产生。

用于切割工具的碎屑去除系统和方法

技术领域

[0001] 本发明一般涉及切割工具诸如钻机，并且特别涉及除去在工件上进行切割操作而产生的切屑和其他碎屑的系统。

[0002] 背景技术

[0003] 便携式机加工工具诸如半自动便携式钻机广泛地应用于工业，在工件上进行机加工操作。例如，便携式钻机广泛地用在飞行器工业中，产生沉孔钻孔，用来接收铆钉，将外蒙皮连接到机架构件。钻机承载在便携式固定件上，固定件包括夹具，用来将固定件夹持在工件上，以便钻机在钻孔操作过程中，始终保持在精确的固定位置。钻机主体安装在固定件上的滑架上，以允许切割工具诸如沉孔钻头在缩回位置和切割位置之间沿着钻孔行程馈送，钻头在切割位置时啮合工件上的期望位置。

[0004] 在钻孔过程中，工件切屑和 / 或灰尘产生在切割件和工件钻孔表面结合部之间。切屑 / 碎屑不仅降低钻孔质量，而且增大切割件的磨损并缩短切割件寿命。碳纤维复合材料钻孔过程中产生的灰尘尤其会带来问题，因为这种灰尘可以在切割件 / 工件结合部上作为“研磨材料”，降低钻孔质量并导致切割件迅速磨损。此外，碳纤维灰尘可以变成漂浮危险因素和污染，沉积在工厂地板和设备上，需要进行清理操作。因此，特别重要的是在钻孔操作产生切屑和碎屑时，快速除去并收容它们。

[0005] 在过去，自动化的钻孔 / 紧固系统采用定向空气压力从钻孔区域吹走切屑，但是这种技术将切屑和碎屑散播于空气中，导致潜在的空气传播的危险因素并且需要清理操作。为了防止碳纤维灰尘漂浮，已经提出将工件沉浸在液体中，诸如水中，以避免粘上碳灰尘。但是，这种技术产生了水 / 灰尘乳浊液，这种乳浊液需要特别的处理、操作和排放。在某些情况下，水渗入工件中的间隙，必须在紧固件安装之前除去。

[0006] 从上述内容可以明白，以前用来除去切屑和碎屑的技术并不完全有效，和 / 或需要辅助的清理操作。因此，需要一种克服这些问题的碎屑去除系统。本发明正是着眼于满足这种需求。

发明内容

[0007] 根据本发明的一个方面，提出了一种设备来除去切割工具在工件上进行切割操作时产生的切割碎屑。该设备包括夹持构件，用于将工具夹持到工件上；位于夹持构件内的腔，用于收集切割工具产生的碎屑；流体入口，其与所述腔连通，允许流体进入所述腔；和至少一个排出出口，其与所述腔连通，允许流体和碎屑离开所述腔。与出口耦接的真空源将所述腔中的流体和碎屑抽到排出出口之外。所述腔包括直径加大的部分，其有利于在流体和碎屑离开所述腔之前形成漩涡流。所述夹具包括电磁主体，该电磁主体具有夹持环，夹持环密封包围切割件 - 工件的区域，以便全部的切割碎屑都被驱赶到所述腔内。安装闭合件，用来与切割件一起移动，当开始进行切割操作时，该闭合件用来闭合其中一个入口，从而增大流经所述腔的流体和碎屑的速度。

[0008] 根据本发明的另一方面，提出一种与切割工具一起使用的碎屑去除系统，包括：夹

具，用于将工具夹持到工件上；通过该夹具的通道，该通道与工件表面上进行切割操作的地方连通，还包括用来接收切割操作产生的碎屑的腔；位于所述通道内的第一和第二流体入口，允许流体进入所述腔；位于所述通道内的排出出口，其允许流体和碎屑离开所述腔；和与排出出口耦接的真空源，用于从所述腔排出流体和碎屑。进入通道中的第一和第二入口的流体将碎屑带入所述腔，它们在被从夹具经由排出出口抽走之前，与流体混合。

[0009] 根据本发明另外一个方面，提出一种用于具备工件切割件的便携式机加工工具的切割碎屑去除系统，包括：夹具，用于将便携式机加工工具夹持到工件；位于夹具中的通道，切割件通过该通道在缩回位置和啮合工件的切割位置之间移动，该通道包括用于接收切割件产生的碎屑的腔；位于夹具中的至少一个流体供给管路，其与所述腔连通，用于向所述腔供给流体；位于该夹具中的至少一条流体排出管路，其与所述腔连通，允许流体和碎屑在切割过程中从所述腔排出；和压力源，用于通过所述排出管路从所述腔排出流体。所述腔优选包括用于混合流体和碎屑的第一区段和在流体与碎屑进入排出通路之前形成漩涡流的第二区段。所述夹具包括面向工件并从其隔开的一个侧部，从而在夹具和工件之间形成间隙，并且所述流体供给管路与该间隙连 通。所述夹具包括包围所述通道一端的环，用于相对于所述腔密封所述间隙，以便切割操作产生的全部碎屑被导向所述腔。

[0010] 根据本发明另外一个方面，提出了一种除去由借助夹具保持在工件上的切割机加工工具产生的切割碎屑的方法，包括步骤：将流体流引入夹具中的通道；通过该通道在机加工工具上移动切割件，与工件啮合，使得切割碎屑进入该通道；和通过夹具中的管路从该通道排出流体和切割碎屑。从形成于夹具中的流体供给管路将流体吸入所述通道，从而优选地实施流体流动。所述方法进一步包括步骤：在从夹具排出之前，在通道内的腔中混合流体和切割碎屑。当切割件形成与工件的切割啮合时，流过通道的流体的速度增大。优选通过减小允许流体进入该通道的入口的面积来实现所述流体速度增大。

[0011] 参照以下详细说明和附图，将会更为完整地理解本发明的各种额外目标、特征和优势。

附图说明

[0012] 图 1 是夹持在需要进行钻孔操作的工件上的半自动钻机的断裂截面图，切割件处于缩回位置；

[0013] 图 2 是类似于图 1 的视图，但是示出了切割件位移到切割位置，准备在工件上钻孔，并且描绘了由切割件承载、用于闭合夹具中的通道的盘；

[0014] 图 3 是类似于图 2 的视图，但是示出了钻孔操作的最初阶段，此时切割件局部穿入工件；

[0015] 图 4 是类似于图 3 的视图，但是示出了切割件已经穿透工件，完成了切割操作的钻孔部分；

[0016] 图 5 是类似于图 4 的视图，但是示出了切割件前进到其行程末端，此时进行开沉孔操作；

[0017] 图 6 是类似于图 5 的视图，但是示出了切割件已经从其行程末端局部缩回；

[0018] 图 7 是类似于图 6 的视图，但是示出了钻孔操作的最后阶段，此时切割件返回其完全缩回位置；

[0019] 图 8 是用来控制通过混合腔的空气速度的气流控制设备的简化透视图。

具体实施方式

[0020] 首先参照图 1，便携式机加工工具一般由附图标记 18 指代，暂时借助一般以附图标记 10 表示的电磁夹具连接到工件 16。在所示例子中，机加工工具 18 包括钻机，钻机包括钻机马达 20，驱动柄 22 旋转。切割件 24 安装在柄 22 端部，并包括扭曲钻头部分 25 和锥形切割部分 26，锥形切割部分用来在工件 16 上形成沉孔，包围钻头 25 形成的钻孔。机加工工具 18 和电磁夹具 10 安装在共用的便携式工具固定件（未示出）上。钻机马达 20 包括内部线性馈送机构（未示出），该机构沿着中轴线 21 在图 1 所示的缩回位置和以下将要讨论的偏移切割位置之间馈送切割件 24。环形盘 30 松旷地套在柄 22 上，并被套在柄 22 上的压缩弹簧偏压成与切割件上的肩部啮合。如以下讨论，盘 30 用作闭合件，以控制气流，将切割件 24 产生的碎屑抽出。

[0021] 在本示例中，工件 16 包括一对金属板，其上将要形成沉孔，用来接收紧固铆钉（未示出）。在钻孔操作前，刚性材料诸如钢制成的背板 32 设置在工件 16 的背侧，以便于在钻孔操作过程中为工件提供支撑。背板 32 包括通孔 34，该通孔与切割件中轴线 31 对准，便于切割件 24 在钻机行程的结束时自由穿过背板 32。

[0022] 电磁夹具 10 包括电磁主体 12，电磁主体连接到电源（未示出），导致主体 12 作为电磁铁，将其本身夹紧在金属工件 16 上。如果工件 16 由非金属板材或部件构成，则钢制背板 32 完成产生所需加持力的磁路。

[0023] 磁性夹持力由固紧到主体 12 上的夹持环 14 汇集，该夹持环包围穿过夹具主体 12 延伸的中央通道 36。夹持环 14 相对于工件 16 将主体 12 保持就位，从而在主体 12 和工件 16 之间形成间隙 46。除了汇集磁性夹持力之外，夹持环 14 还在主体 12 和工件 16 之间形成密封件，以便来自工件 16 的切割碎屑无法通过通道 36 逃逸。

[0024] 在本示例中，通道 36 是柱状通孔。通道 36 上端用作混合腔 37，后面将要讨论的流体供给与切割碎屑在该腔中混合，以改善其流动特性。通道 36 下端包括直径增大的区段，其限定具有弯曲的外弯曲侧壁 41 的加速腔 40。通道 36 相对着工件 16 的端部包括包围柄 22 的进入开口 38。进入开口 38 允许切割件 34 通过通道 36 并允许相对大量的空气进入通道 36。

[0025] 主体 12 包括流体供给管路 42，其从主体 12 一侧横向向内延伸并通过入口 43 与通道 36 连通。在所示例子中，设置了两条相对的流体供给管路 42，但是可以设置多于或少于这个数目的管路，取决于具体应用场合、几何形状、流体流速和其他因素。主体 12 进一步包括碎屑和流体排出管路 44，其从主体 12 另一侧延伸并通过侧壁 41 上的排出出口 45 与加速腔 40 连通。排出管路 44 借助气压线路 47 连接到负压源，诸如真空源 48，从后面的内容可以知道，该负压源从排出管路 44 抽出流体和碎屑。

[0026] 当切割件 24 处于如图 1 所示的完全缩回位置时，钻机马达 20 通电且选择切割件的 rpm（每分钟转数）和馈送速率。真空源 48 通电，将流体从排出管路 44 抽出夹具主体 12。在所示实施方式中，流体包括包围夹具 10 的环境空气。从排出管路 44 抽出的空气来源于从包围切割件 24 的进入开口 38 进入通道 36 的气流 m_1。在这一点上，通过供给管路 42 进入通道的气流 m_2 基本上为零。

[0027] 图 2 示出了具有根据馈送行程前进到接触工件 16 的切割件 24。在该馈送行程过程中，盘 30 移动，与夹具主体 12 外面啮合，覆盖进入开口 38 全部。弹簧 28 将盘 30 保持在夹具主体 12 的外面上，而切割件 24 以及柄 22 继续向工件 16 偏移。当盘 30 闭合进入开口 38 时，进入通道 36 的气流 m_1 变成零，并且气流 m_2 通过供给管路 42 切换到高速率，以便排出的总气流 m_{tot} 等于供给气流 m_2。

[0028] 图 3 示出了切割件 24 局部穿入工件 16 的扭曲钻头部分 25，导致在扭曲钻头 25 和工件 16 之间的结合部产生切割碎屑。气流 m_2 将碎屑吸入混合腔 37，碎屑进入加速腔 40 之前在这里与进来的空气混合。腔 40 中空气 - 碎屑混合物流体由于侧壁 41 的弯曲形状以及排出出口 45 位于侧壁 41 上的原因，以漩涡方式在腔 40 的外侧区域周围循环。在图 3 所示的情况下，气流 m_1 继续为零，气流 m_2 处于最高速率，并且总的排出气流 m_{tot} 等于气流 m_2。

[0029] 图 4 示出了扭曲钻头部分 25 完全穿入工件 16，因此完成切割操作的钻孔部分。当扭曲钻头 25 穿透工件 16 时，背板开口 24 内的环境空气流过切割件 24 的凹槽 / 螺旋槽 (helicoils)，向通道 36 内产生额外的气流源 m_3。在图 4 所示情况下，气流 m_1 保持为零，而气流 m_2 和 m_3 处于高速率。因此，总排出气流 m_{tot} 为气流 m_2 和 m_3 之和。正如以下将要讨论的那样，额外的气流 m_3 通过新形成的孔增大通过通道 36 的总空气量，但是降低流速。根据本发明，流过通道 36 的空气速度必须足以可靠地将碎屑携带到排出管路 44。因此，根据具体应用场合和各种特征件的尺寸 / 几何形状，可能需要局部甚至完全闭合供给管路 42，这样将相应地增大通过通道 36 的气流速度。

[0030] 图 5 示出了根据其行程进一步前进的切割件，锥形区段 26 在已经形成的钻孔中形成沉孔。在该沉孔操作中，气流 m_1 保持为零，而气流 m_2 和 m_3 两者保持在高速，以便从该腔排出的总气流继续为气流 m_2 和 m_3 之和。气流 m_3 将切割件 24 凹槽和螺旋槽中的灰尘和碎屑带入通道 36，经由入口 43 进入的额外气流 m_2 与碎屑在混合腔 37 中混合。在混合腔 37 中混合之后，混合物进入加速腔 40，在被抽出排出管路 44 之前在加速腔中加速。

[0031] 图 6 示出了在切割件 24 处于其缩回行程第一部分的情况。气流 m_2 和 m_3 保持高速，而气流 m_1 保持为零。在钻头扭曲部分 25 的端部开始离开工件 16 时，气流 m_3 将沉孔钻孔中的任何残留碎屑和灰尘带入通道 36 中，并与额外的气流 m_2 混合，而且在排出排出管路 44 之前在加速腔 40 内被加速。

[0032] 随着切割件 24 继续其缩回行程，切割件 24 啮合盘 30，导致后者随着切割件 24 从夹具主体 12 的面部偏移。当盘 30 离开夹具主体 12 时，柄 22 周围的入口再次打开，从而重新建立气流 m_1。在图 7 所示情况下，气流 m_1、m_2 和 m_3 都处于低速，以便总气流 m_{tot} 等于 m_1、m_2 和 m_3 之和。这种持续性的气流保证了整个通道 36 以及沉孔钻孔完全没有灰尘和碎屑。钻孔操作完成之后，钻机马达 20 禁用，并且从工件 16 上取下夹具 10。

[0033] 从前述内容可以明白，在钻孔过程中切屑和碎屑的有效抽出通过在混合腔中产生受控的高速湍流气流来实现，该气流移动并加速切屑和碎屑经过排出管路。这种受控的高速湍流气流因下述原因而形成：盘 30 闭合大流量气流入口 38 并仅允许受控量的空气通过相对较小的空气供给管路 42 和钻头扭曲部 25 的凹槽进入混合腔 37。在切割操作过程中，流入混合腔 37 的空气量由空气供给管路 42 的精确几何形状和尺寸来进一步控制。

[0034] 如上所提出的那样，混合腔 37、气流通道 42、44、46 等的精确尺寸取决于具体应用场合、机加工工具 18 的尺寸等。但是重要的是，通过混合腔 37 的气流速度必须受到控制，

从而在产生最大量的碎屑时，成功地除去碎屑，正如图4、5和6所示的切割操作过程中发生的那样。例如，在图3所示的钻孔操作过程中（钻孔尚未完成时），可以看出仅气流 m_2 进入混合腔37，并且优化了进入管路的截面以实现高气流速度。一旦钻孔完成（如图4和5所示），则额外的空气 m_3 进入混合腔37，从而降低混合腔37中的空气速度，因此降低了有效除去全部碎屑的能力。因此，为了在混合腔37中维持必要的高空气速度，可能需要关闭 m_2 进入端口42（除了 m_1 进入开口38之外），以便进入混合腔37的空气源仅为来自工件钻孔的气流 m_3。

[0035] 可以设计多种设备和结构特征来控制气流，以便在需要的时刻在混合腔中保持需要的气流速度。这种结构的一个示例在图8示出。主体50可以作为工件夹具的一部分，具有限定混合腔37的中央开口。管52、54向混合腔37供给气流 m_2。可以通过受电磁线圈56或机械开关62控制的闭合阀58、60来切断气流 m_2。或者，可以利用形成在主体50的壁上的第一组横向空气进入端口68和形成在包围主体50的可旋转环64上的第二组空气进入端口70向混合腔37供给空气。当两组空气进入端口68、70对准时，允许最大气流通过这些端口进入混合腔37。但是，当环64相对于主体50旋转时，连接的端口68、70重叠的截面区域减小，直到端口68、70完全闭合，终止气流 m_2。

[0036] 虽然已经针对特定实施例说明了本发明，但是应该理解，具体的实施方式目的仅在于说明而非限制，因为本领域技术人员可以构造其他各种变形方案。

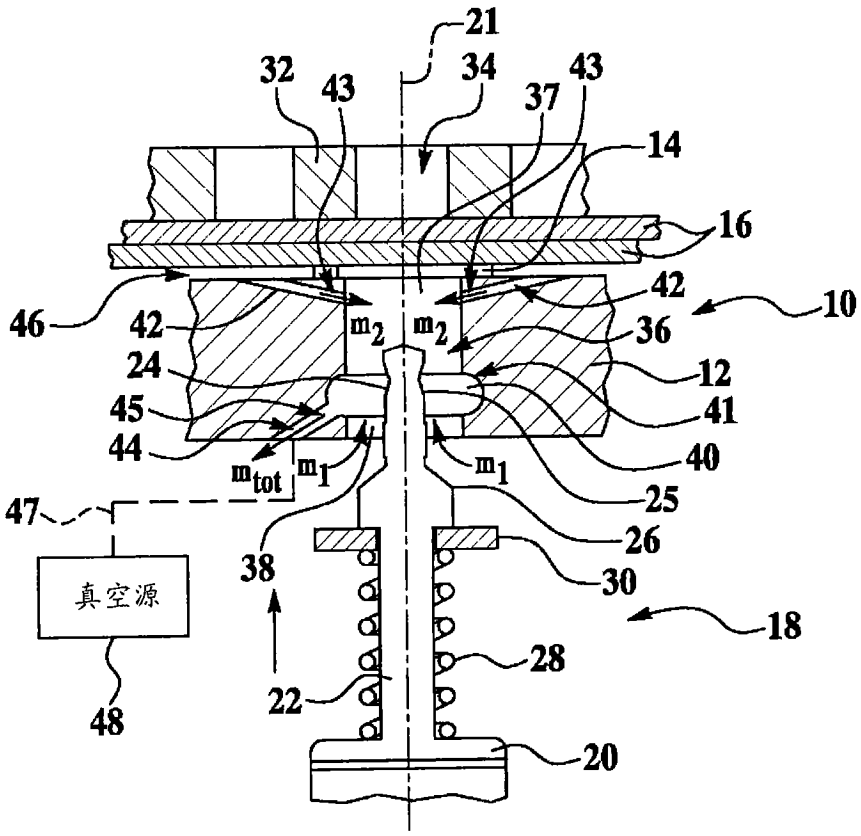

21
32
43
34
37
43
14
16
46
42
42
10
m_2
m_2
36
24
12
45
41
44
40
m_{tot}
m_1
m_1
47
25
26
38
30
18
真空源
28
22
48
20

图 1

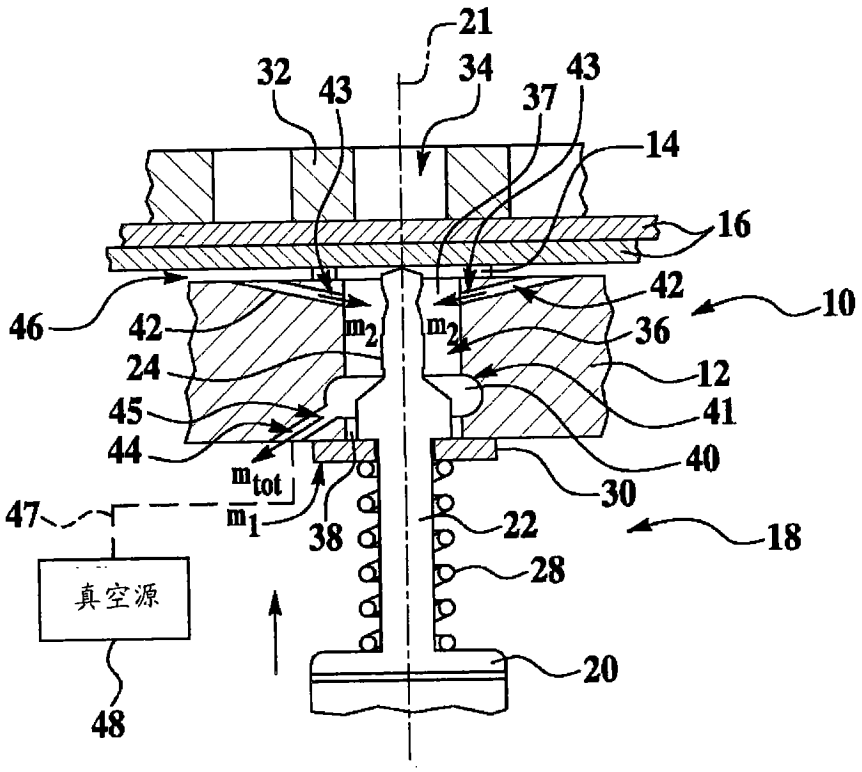

21
32
43
34
37
43
14
16
42
10
46
42
m_2
m_2
36
24
12
45
41
44
40
m_{tot}
30
47
m_1
38
22
18
真空源
28
20
48

图 2

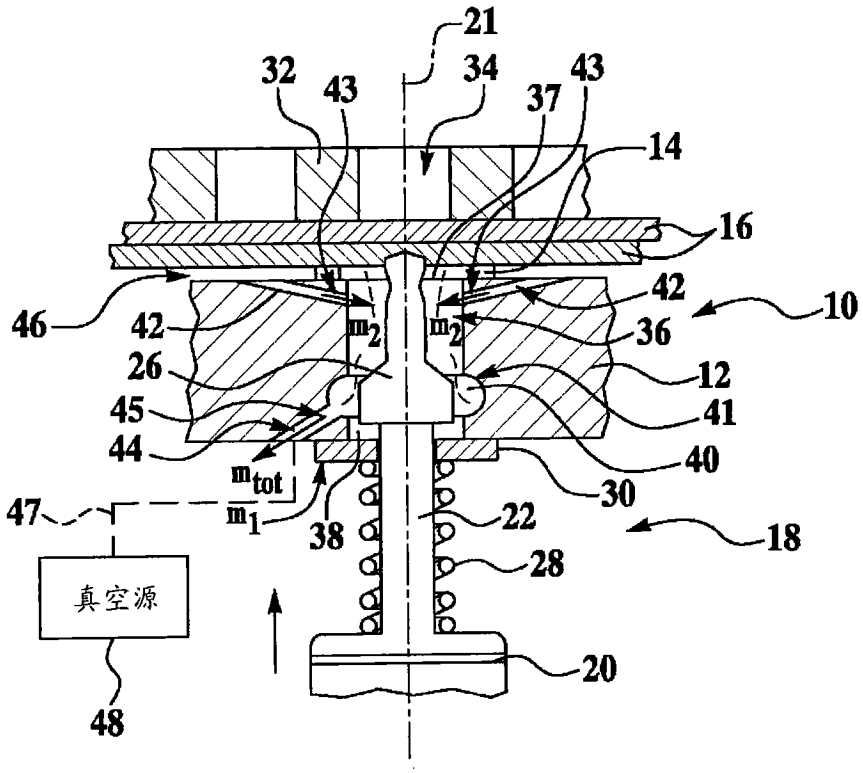

21
32
43
34
37
43
14
16
42
10
46
42
m_2
m_2
36
26
12
45
41
44
40
m_{tot}
30
47
m_1
38
22
18
真空源
28
20
48

图 3

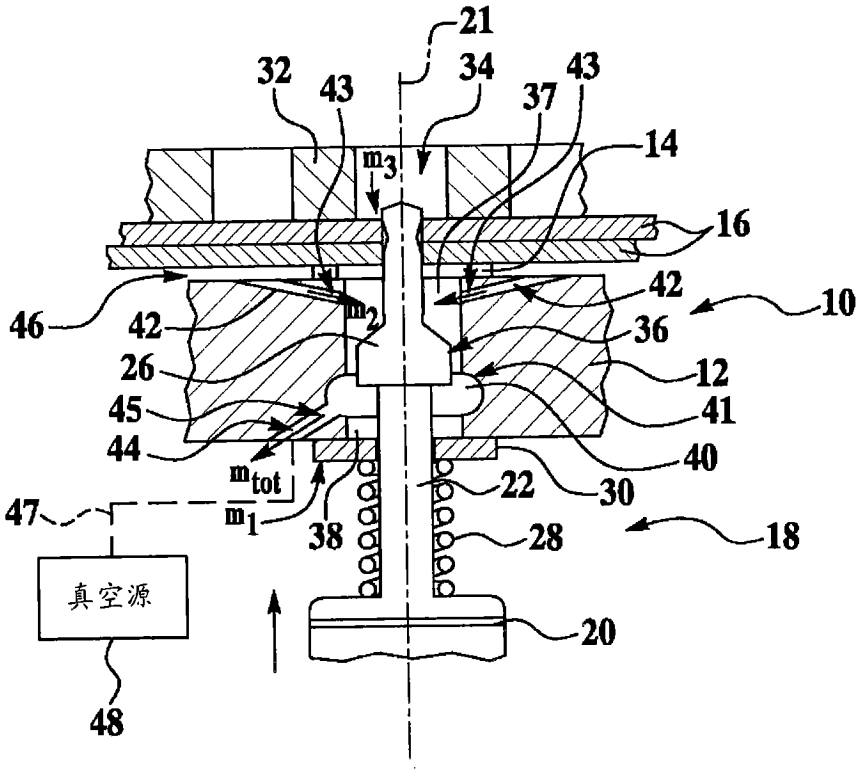

21
32
43
34
37
43
14
m_3
16
42
10
46
42
m_2
36
26
12
45
41
44
40
m_{tot}
22
30
47
m_1
38
28
18
真空源
20
48

图 4

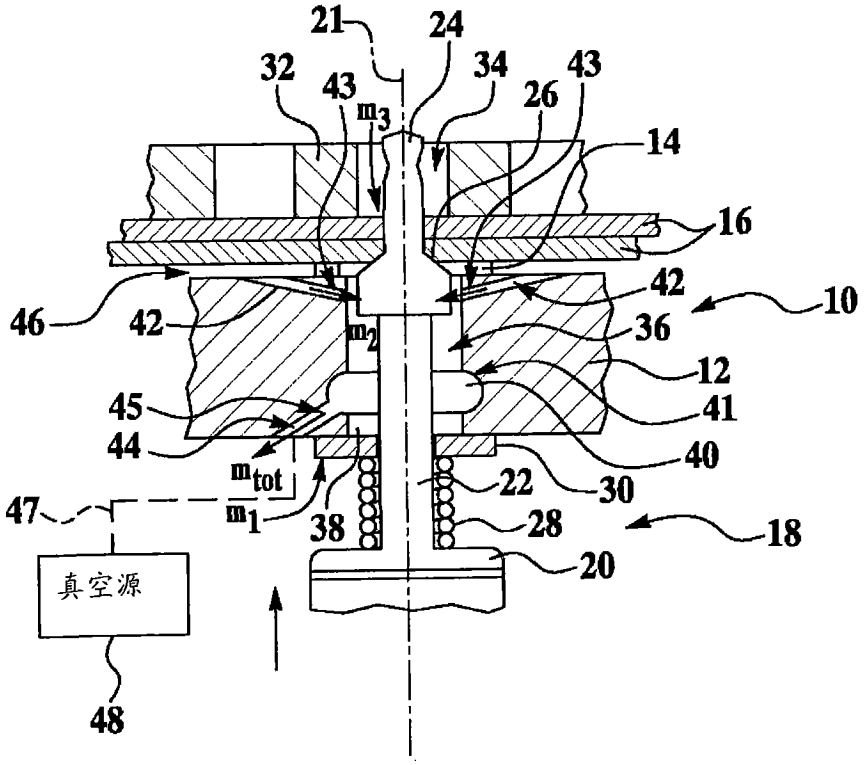

21
24
32
43
34
26
43
m_3
14
16
46
42
42
10
m_2
36
12
45
41
44
40
m_{tot}
22
30
47
m_1
38
28
18
20
真空源
48

图 5

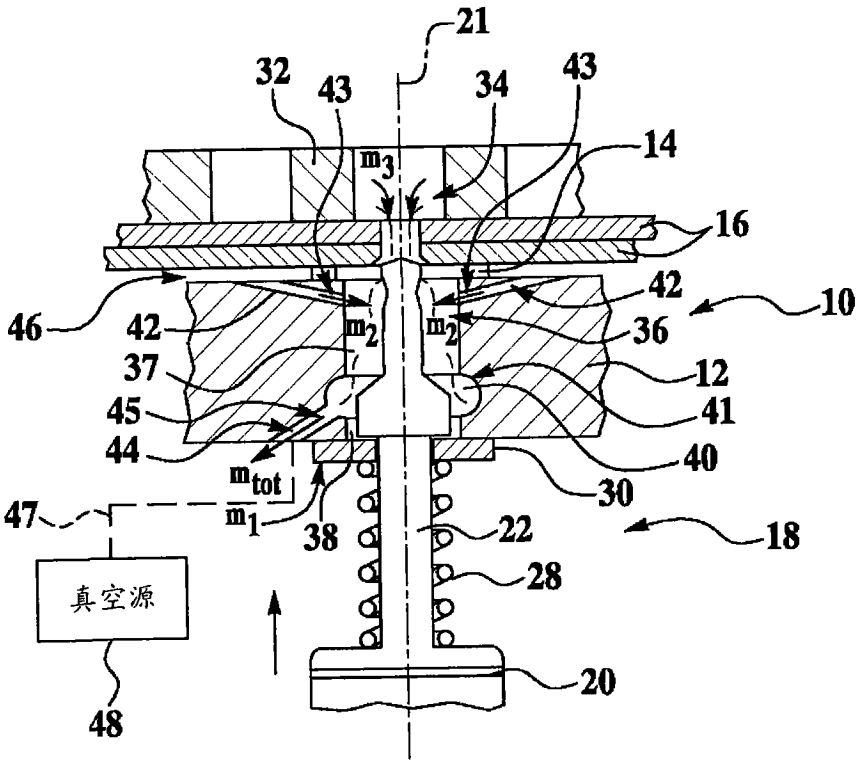

21
32
43
34
43
14
m_3
16
42
10
46
42
m_2
m_2
36
37
12
45
41
44
40
m_{tot}
30
47
m_1
38
22
18
28
真空源
20
48

图 6

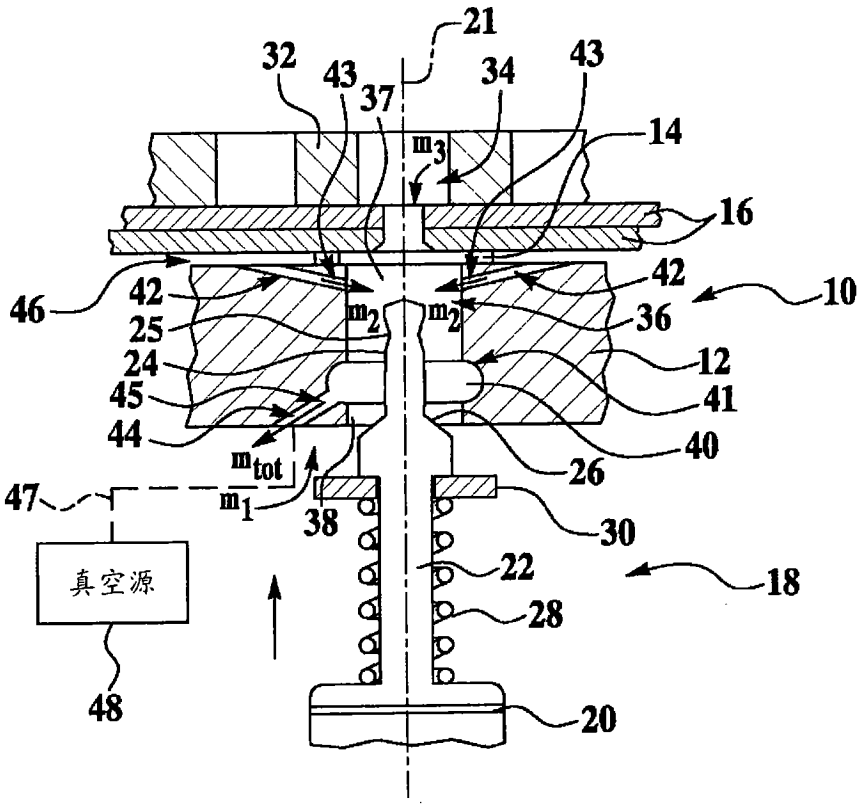

21
32
43
37
34
43
14
m_3
16
46
42
42
10
25
m_2
m_2
36
24
12
45
41
44
40
m_{tot}
26
47
m_1
38
30
真空源
22
18
28
48
20

图 7

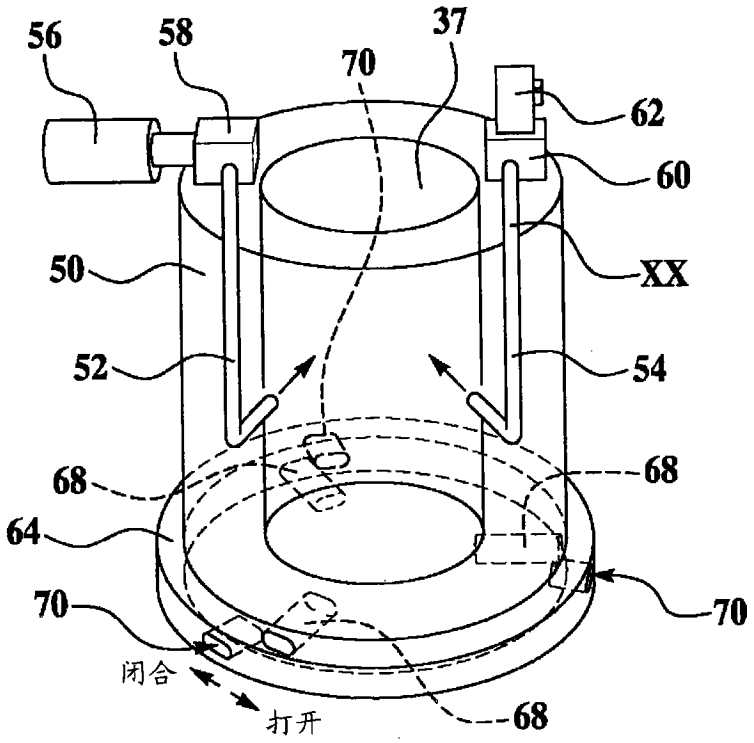


图 8