



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106984831 A

(43)申请公布日 2017.07.28

(21)申请号 201710043717.8

B23Q 5/34(2006.01)

(22)申请日 2017.01.19

B23Q 11/00(2006.01)

(30)优先权数据

2016-009268 2016.01.20 JP

2016-031216 2016.02.22 JP

(71)申请人 中村留精密工业株式会社

地址 日本石川县

申请人 学校法人庆应义塾

国立大学法人名古屋大学

(72)发明人 中西贤一 柿沼康弘 铃木教和

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 孙荀

(51)Int.Cl.

B23B 1/00(2006.01)

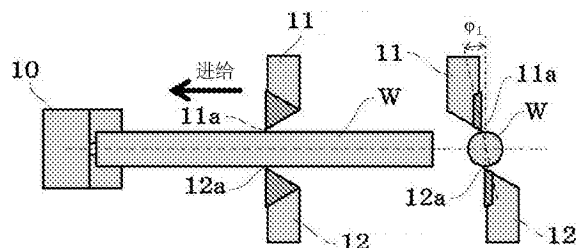
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

车削加工方法及使用该方法的机床

(57)摘要

本发明涉及一种车削加工方法及使用该方法的机床,该车削加工方法能够容易地抑制车削加工时的颤振的发生,并且生产效率高。本发明的使用具备一个或者两个主轴和两个以上的刀具台的车削加工装置的工件的车削加工方法,其特征在于,将工件保持于能够旋转的主轴,将第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置配置为相对于对向180°平衡配置仅偏斜规定的偏斜角 Φ_1 的状态,在该状态下进行车削加工。



1. 一种车削加工方法,其为使用具备一个或者两个主轴和两个以上的刀具台的车削加工装置的工件的车削加工方法,其特征在于,

将工件保持于能够旋转的主轴,将第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置,配置为相对于对向 180° 平衡配置仅偏斜规定的偏斜角 Φ_1 的状态,在该状态下进行车削加工。

2. 一种车削加工方法,其为使用具备一个或者两个主轴和两个以上的刀具台的车削加工装置的工件的车削加工方法,其特征在于,

将工件保持于能够旋转的主轴,将仅第一刀具或者第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖围绕旋转中心轴线对向配置,使所述第一刀具和第二刀具的刀尖中的一方或者双方围绕所述旋转中心轴线以偏斜角 Φ_2 和 Φ_3 的范围(摇动角 $\Delta\phi$)摇动运动的同时进行车削。

3. 一种车削加工方法,其特征在于,其为将根据权利要求1所述的车削加工方法和根据权利要求2所述的车削加工方法进行组合的方法。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的车削加工方法,其特征在于,所述刀尖的偏斜以刀尖的退刀角不低于规定的角度的方式进行偏斜。

5. 一种机床,具有:主轴、围绕所述主轴的旋转中心轴线对向配置的设置第一刀具的第一设置单元和设置第二刀具的第二设置单元;所述机床的特征在于,还具有:

颤振的检测单元,将工件保持于所述主轴,检测车削加工时的颤振;

判别单元,判别所述颤振的有无;

运算单元,当通过所述判别单元判别为存在颤振时,算出该颤振的频率;

移动控制单元,基于通过所述运算单元得到的颤振的频率,使所述第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置相对于对向 180° 平衡配置以所述第一设置单元和第二设置单元中的一方或者双方成为规定的偏斜角 Φ_1 的方式进行控制。

6. 一种机床,具有:主轴、围绕所述主轴的旋转中心轴线仅设置第一刀具的第一设置单元或者对向配置的设置第一刀具的第一设置单元和设置第二刀具的第二设置单元;所述机床的特征在于,还具有:

颤振的检测单元,将工件保持于所述主轴,检测车削加工时的颤振;

判别单元,判别所述颤振的有无;

运算单元,当通过所述判别单元判别为存在颤振时,算出该颤振的频率;

摇动控制单元,基于通过所述运算单元得到的颤振的频率,对于所述第一设置单元或者第二设置单元的一方或者双方在围绕旋转中心轴线的偏斜角 Φ_2 和 Φ_3 的范围内进行摇动控制。

7. 根据权利要求5或6所述的机床,其特征在于,具备所述移动控制单元和摇动控制单元双方。

车削加工方法及使用该方法的机床

技术领域

[0001] 本发明涉及一种车削加工方法及使用该方法的机床,该车削加工方法抑制了颤振的发生。

背景技术

[0002] 在使工件的一端侧保持于车床等的主轴而进行车削加工的情况下,当被车削物为长尺寸部件时,由于半径方向的刚性下降而存在加工精度下降、发生颤振的问题。

[0003] 以往为了抑制颤振的发生而采用通过尾座单元支承工件前端的中心部,或者通过滚柱导轨等的支持单元止振支承工件的侧部的方法。

[0004] 但是,上述的现有技术存在对于工件的加工形状带来制约、需要特别的中心支承机构或侧部的导轨机构等的课题。

[0005] 专利文献1公开了通过惯性力矩等算出使转速变动时的变动幅度以及变动周期,并基于此控制转速的变动,从而抑制颤振的方法。

[0006] 因此,该公报所公开的车削方法为用于控制工件的转速变化的方法。

[0007] 专利文献2公开了以刀尖位于错开 180° 的位置的方式配置粗加工刀头和精加工刀头而进行车削加工的技术。

[0008] 但是,使用该公报公开的加工方法的话,车削的稳定性下降,存在当工件的刚性低时无法使用的问题。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特开2014-79867号公报

[0012] 专利文献2:日本特开2014-195856号公报

[0013] 专利文献3:日本特开2010-271880号公报

发明内容

[0014] (发明要解决的技术问题)

[0015] 本发明的目的在于提供一种能够容易地抑制车削加工时的颤振的产生、生产效率高的车削加工方法及使用该方法的机床。

[0016] (解决技术问题的技术方案)

[0017] 本发明涉及的车削加工方法,其为使用具备一个或者两个主轴和两个以上的刀具台的车削加工装置的工件的车削加工方法,将工件保持于能够旋转的主轴,将第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置,配置为相对于对向 180° 平衡配置仅偏斜规定的偏斜角 Φ_1 的状态,在该状态下进行车削加工。

[0018] 这里,推定通过将第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置相对于对向 180° 平衡配置相对地错开,抵消了在各刀尖(刃口)上产生的再生颤振,从而能够抑制该颤振的发生。

[0019] 能够旋转的主轴包括控制转速的主轴或开环控制的主轴等,没有特别地限定。

[0020] 本发明为使用具备一个或者两个主轴和两个以上的刀具台的车削加工装置的工件的车削加工方法,可以将工件保持于能够旋转的主轴,将仅第一刀具或者第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖围绕旋转中心轴线对向配置,使所述第一刀具和第二刀具的刀尖中的一方或者双方围绕所述旋转中心轴线以偏斜角 Φ_2 和 Φ_3 的范围(摇动角 $\Delta\phi$)摇动运动的同时进行车削加工。

[0021] 此外,可以组合上述两种车削加工方法。

[0022] 这种情况下,优选刀尖的偏斜以刀尖的退刀角不低于规定的角度的方式进行偏斜。

[0023] 这里,规定的角度为在不会产生异常的工具损耗或刀尖力的情况下能够较大地得到前角的极限的角度,为 $0\sim 7^\circ$ 的范围。

[0024] 优选为 $0\sim 3^\circ$ 的范围。

[0025] 此外,本发明涉及的机床具有:被旋转控制的主轴、围绕所述主轴的旋转中心轴线对向配置的设置第一刀具的第一设置单元和设置第二刀具的第二设置单元;所述机床的特征在于,还具有:颤振的检测单元,将工件保持于所述主轴,检测车削加工时的颤振;判别单元,判别所述颤振的有无;运算单元,当通过所述判别单元判别为存在颤振时,算出该颤振的频率;移动控制单元,基于通过所述运算单元得到的颤振的频率,使所述第一刀具的刀尖和第二刀具的刀尖的围绕旋转中心轴线的配置相对于对向 180° 平衡配置以所述第一设置单元和第二设置单元中的一方或者双方成为规定的偏斜角 Φ_1 的方式进行控制。

[0026] 此外,本发明涉及的机床具有:被旋转控制的主轴、围绕所述主轴的旋转中心轴线仅设置第一刀具的第一设置单元或者对向配置的设置第一刀具的第一设置单元和设置第二刀具的第二设置单元;所述机床的特征在于,还具有:颤振的检测单元,将工件保持于所述主轴,检测车削加工时的颤振;判别单元,判别所述颤振的有无;运算单元,当通过所述判别单元判别为存在颤振时,算出该颤振的频率;摇动控制单元,基于通过所述运算单元得到的颤振的频率,对于所述第一设置单元或者第二设置单元的一方或者双方在围绕旋转中心轴线的偏斜角 Φ_2 和 Φ_3 的范围内进行摇动控制。

[0027] 进一步,也可以具备所述移动该控制单元和摇动控制单元双方。

[0028] 在此,刀具的设置单元只要能够控制刀尖的相对于工件的切入量、进给方向的进给量以及围绕旋转中心轴线的规定角度范围的移动,其结构没有限制。

[0029] 例如,作为例子可以列举具有刀架车床或多轴控制的刀具台的车削加工装置。

[0030] 在使用对向刀架的情况下,不仅使两个刀架的进给方向的位置完全一致的情况,进给位置存在相对的差的情况也包含于本发明。

[0031] 并且,通过调整安装于刀具台的刀具的角度而使对向的两个刀尖配置为不等螺距的情况等也包含于本发明。

[0032] 本发明也包含通过主轴保持工件的一端侧,通过尾架或中心支座支承相反侧的情况。

[0033] (发明的效果)

[0034] 在现有的单纯地将两个车刀等的刀具的刀尖围绕旋转中心轴线上错开 180° 配置的平衡切割中,由于通过上下的刀具同时地进行车削加工,因此不仅能够得到双倍的加

工效率,而且由于在上下的加工点上产生的车削力平衡,因此,抑制工件的静态弯曲在理论上是可能的,但是存在对于颤振的稳定性低的问题。

[0035] 对此,本发明通过进行不等螺距车削或者进行摇动车削,能够容易地抑制颤振的发生,在不等螺距车削中,使对向配置的两个刀具的刀尖相对于对向 180° 的等螺距,在以能够得到最佳的螺旋角差 $\Delta\theta$ 的方式将一方的刀具的刀尖配置于仅错开规定的偏斜角 Φ_1 的位置的状态下进行车削加工,在摇动车削中,使刀具的刀尖围绕旋转中心轴线仅以规定的振动角 $\Delta\phi$ 进行摇动运动的同时进行车削加工。

[0036] 此外,在不等螺距车削和摇动车削中,尽管抑制颤振的机制不同,但在能够得到稳定的车削性这点上能够确认有相同的效果。

[0037] 图10中示出本说明书中使用的螺旋角差以及偏斜角的内容。

[0038] 并且,作为适合上述车削加工的实施的机床,本发明由于具备颤振的检测单元、颤振的有无的判别单元、基于该颤振的频率运算最佳的螺旋角差 $\Delta\theta$ 的运算单元或最佳的摇动角 $\Delta\phi$ 的运算单元,因此,能够得到抑制了颤振的发生的生产效率高的机床。

[0039] 本发明在抑制在车削加工中的被车削物上发生颤振这点上,能够适用于各种形状的产品的车削。

[0040] 在工件的直径为D、工件的长度为L时,特别优选 $L/D \geq 6$ 以上的长尺寸的工件的车削。

附图说明

[0041] 图1示出不等螺距车削的示意图。

[0042] 图2(a)示出摇动车削的示意图,图2(b)示出将不等螺距车削组合于摇动车削的示例,图2(c)示出使上下刀尖摇动的示例。

[0043] 图3示出本发明涉及的机床的控制流程的示例。

[0044] 图4示出第一实验条件,其中,主轴转速为1000/min,切入上下均为0.1mm,进给速度为0.1mm/rev。

[0045] 图5(a)、图5(b)、图5(c)、图5(d)示出偏斜角 $\phi=0^\circ$ 时的车削表面的凹凸的样子的计测结果(从下侧的机上计测),图5(b)为距离工件前端20mm,图5(c)为距离工件前端40mm,图5(d)为距离工件前端60mm。

[0046] 图6(a)、图6(b)示出偏斜角 $\phi=15^\circ$ 时的车削表面的凹凸的样子的计测结果(从下侧的机上计测),图6(b)为距离工件前端20mm。

[0047] 图7(a)、图7(b)示出偏斜角 $\phi=30^\circ$ 时的车削表面的凹凸的样子的计测结果(从下侧的机上计测),图7(b)为距离工件前端20mm。

[0048] 图8示出第二实验条件,其中,工件种类为SUS303,使用 $\phi 25 \times 150$,从夹盘突出130mm,从前端加工至100mm,在上侧车刀的背面附有加速度传感器(ピックアップ),车刀刀头使用CNMM,退刀角为 5° ,切削角为 80° 。

[0049] 图9示出摇动车削的实验条件,其中, $S=1720/\text{min}$, $F=172\text{mm}/\text{min}$, $t=0.125\text{mm}$,工件种类为BsBM(快削黄铜),使用 $\phi 50 \times 150$,从前端至100mm加工到 $\phi 19$,使外径面摇动。

[0050] 图10示出本说明书中的螺旋角差 $\Delta\theta$ 和偏斜角 Φ 的定义, $\Delta\theta=\theta_1-\theta_2$ 。

- [0051] 图11 (a)、图11 (b) 示出切入和进给的关系。
- [0052] 图12示出不等螺距车削的变形例,示出了刀具的姿势。
- [0053] 符号说明
- [0054] 10 主轴
- [0055] 11 第一刀具
- [0056] 12 第二刀具
- [0057] Φ_1 偏斜角
- [0058] Φ_2 偏斜角
- [0059] θ_1 第一刀具(刃口1)的螺旋角
- [0060] θ_2 第二刀具(刃口2)的螺旋角
- [0061] 0 基准轴。

具体实施方式

- [0062] 以下说明本发明涉及的车削加工方法的示例。
- [0063] 图1示出不等螺距车削的示意图。
- [0064] 在主轴10侧将工件W的一端侧夹紧并进行旋转控制。
- [0065] 相对于对向180°平衡配置,使第一刀具(车刀)11的刀尖11a和第二刀具(车刀)12的刀尖12a的配置围绕旋转中心轴线仅错开偏斜角 Φ_1 ,在该状态下从两侧同时车削工件。
- [0066] 在此,最佳偏斜角 Φ_1 可以参考通过下述公式(1)求得的螺旋角差 $\Delta\theta$ 。
- [0067] [公式1]
- [0068]
$$\Delta\theta = 2\pi \left(m + \frac{1}{2} \right) \frac{n}{60f_c} \quad \dots(1)$$
- [0069] 在此,n为主轴的转速, f_c 示出颤振的频率,m取0、1、2、3、……的值。
- [0070] 在此,m优选为0。
- [0071] 最佳偏斜角 Φ_1 的值因工件的刚性和车削条件而异, Φ_1 相对于由上述公式(1)求得的 $\Delta\theta$ 优选为 $1/4\Delta\theta \sim 3/4\Delta\theta$ 的范围。
- [0072] 图1示出了工件的外周车削的示例,也可以为工件的端面加工或锥形加工等,加工方法不受限制。
- [0073] 图2(a)示出摇动车削的示意图。
- [0074] 在主轴10侧将工件W的端侧夹紧并进行旋转控制。
- [0075] 使第一刀具11的刀尖11a以规定的偏斜角 Φ_2 和 Φ_3 的范围的摇动角 $\Delta\phi$ 、规定的周期例如20Hz等摇动的同时进行车削加工。
- [0076] 此外,也可以使该周期例如为1Hz以下的极低频率。
- [0077] 偏斜角 Φ_2 也可以包含0°。
- [0078] 这种情况下,最佳的摇动角 $\Delta\phi$ 因车削条件而不同。
- [0079] 此外,图2(b)、图2(c)为将不等螺距车削组合于摇动车削的示例。
- [0080] 图2(b)为仅使上侧的刀尖摇动的示例,图2(c)为使下侧的刀尖也摇动的示例。
- [0081] 图2(a)、图2(b)、图2(c)示出了工件外周加工的示例,但也能够适用于工件的端面

加工或锥形加工等各种加工。

[0082] 图3示出本发明涉及的机床的控制系统的流程的示例。

[0083] 当加工开始(步骤S₁)后,在能够通过加速度传感器等的外部传感器或干扰观测器(观测器)监视振动或切削负荷的状态下,开始车削加工(步骤S₂)。

[0084] 在此,所谓干扰观测器是指基于输入至使支撑的工件旋转的驱动单元或刀具台的驱动单元的电流参照信号和从所述驱动单元输出的角度/位置检测信号而推定对于所述驱动单元的干扰。

[0085] 具体而言,可以引入本发明的部分发明人提交的专利文献3的内容。

[0086] 此时,通过FFT等的频率分析来分析加速度或切削负荷等的频率成分(步骤S₃),作为颤振的有无的判别单元,例如在判定为前述频率成分超过规定的阈值的情况下(步骤S₄),通过颤振的检测单元检出该信号而确定颤振数 f_c (颤振的频率)。

[0087] 例如,能够通过下述公式(2)求得。

[0088] [公式2]

$$[0089] \quad f_c = \frac{\lambda^2}{2\pi l^2} \sqrt{\frac{EI}{A\rho}} \quad \dots (2)$$

[0090] 其中,E:弹性模量,I:截面二次力矩,A:截面积, ρ :密度, λ 为常数,l:长度。

[0091] 当能够确定颤振的频率时,参考根据其他的车削条件而通过前述公式(1)求得的 $\Delta\theta$,能够设定偏斜角 Φ_1 或摇动角 $\Delta\phi$ 。

[0092] 为了执行不等螺距车削而向步骤S₅~S₇₋₂推进,为了执行摇动车削而向步骤S₈~S₁₀₋₂推进,加工结束(步骤S₁₁)。

[0093] 接着,说明实验结果。

[0094] 第一实验进行不等螺距车削。

[0095] 作为加工工件使用直径33mm、长度200mm的铝合金的圆棒。

[0096] 在配置于上侧的刀架和配置于下侧的刀架上分别安装由超硬刀头构成的车刀,通过图4所示的条件进行车削加工。

[0097] 以使从两个刀头的对向180°偏斜的偏斜角 ϕ 为0°、15°、30°的条件进行车削加工,之后,将在进给方向和圆周方向测定的车削表面的凹凸的结果示于图5(a)至图5(d)以及图6(a)至图6(b)。

[0098] 在 $\phi=0^\circ$ 的情况下,发生颤振变大,但 $\phi=15^\circ$ 时确认没有颤振发生。

[0099] 并且, $\phi=30^\circ$ 时,凹凸比 $\phi=0^\circ$ 时减小。

[0100] 此外,计测到颤振的频率为516Hz。

[0101] 由此可以清楚得知,本发明涉及的车削加工方法对于抑制颤振是有效的。

[0102] 图8、表1示出第二实验条件以及设定参数。

[0103] 车刀使用タンガロイ社制作的PCLNR2020,刀头使用CNMM。

[0104] 并且,其结果示于表1中。

[0105] 表1(加工结果)

编号	工件直径 (mm)	切入 (mm)	进给 (mm/rev)	转速 (/min)	振动频率 (Hz)	螺旋角差 (deg)	振动纹 判定
1	18.2	0.3	0.1	1200	732	平衡	××
2	17.6	0.3	0.1	1200	800	2.44 (1/20)	△
3	17.0	0.3	0.1	1200	740	2.44 (1/20)	×
4	24.2	0.3	0.2	1200	778	2.31 (1/20)	△
5	24.2	0.3	0.2	1200	740	平衡	△
6	24.2	0.3	0.15	1200	653	平衡	××
7	23.9	0.3	0.15	1200	735	2.76 (1/20)	△
8	24.2	0.3	0.15	1200	796	4.13 (3/40)	○
9	24.2	0.3	0.15	1200	无	1.38 (1/40)	◎
10	24.0	0.1	0.15	1200	无	1.38 (1/40)	◎
11	23.8	0.1	0.15	1200	700~1000	平衡	×
12	19.0	0.3	0.15	1200	603	1.38 (1/40)	×
13	19.1	0.3	0.15	1200	598	1.49 (1/40)	×
14	19.1	0.3	0.15	1200	593	4.47 (3/40)	○
15	19.0	0.4	0.15	1200	603	4.47 (3/40)	×
16	19.0	0.3	0.15	1200	607	平衡	××

[0107] 表1中示出与平衡180°对向配置。

[0108] 由该结果可以确认,最佳的偏斜角 ϕ_1 也根据车削条件而不同,在本实验条件内,相对于由公式(1)求得的($\Delta\theta=0$),最佳条件为1/40附近。

[0109] 并且,根据工件直径,最佳的偏斜角 ϕ_1 出现在1/20、3/40附近。

[0110] 接着,作为第三实验进行摇动车削。

[0111] 通过图9所示的实验条件,比较研究偏斜角 ϕ_1 以及摇动角 $\Delta\phi$ 。

[0112] 图中S示出主轴的转速,F示出进给速度,t示出切入量。

[0113] 首先,将第一刀具和第二刀具180°对向配置,当平衡切割时,从工件的前端至约50mm处发生颤振。

[0114] 对于此,当以偏斜角 $\phi_1=3.3^\circ$ 、频率20Hz摇动摇动角 $\Delta\phi=1.4^\circ$ 时,完全没有发生颤振。

[0115] 接着,说明本发明的展开例。

[0116] 在不等螺距车削的情况下,除了如图11(a)所示的使第一刀具11和第二刀具12的切入方向和进给方向(进给位置)为相同条件的情况之外,本发明也可以如图11(b)所示,在第一刀具11和第二刀具12中使相对于工件W的进给的位置相对地错开。

[0117] 这种情况下,不仅可以使切入量相同,也可以在第一刀具11和第二刀具12中对于切入量设置差值。

[0118] 此外,第一刀具11和第二刀具12的刀具形状不仅可以为相同的情况,也可以相互不同。

[0119] 并且,除了在不等螺距车削中例如使第一刀具11的刀尖11a从180°对向位置仅偏斜规定的角度的情况之外,也可以如图12所示,通过使刀具的姿势发生变化而抑制再生颤

振。

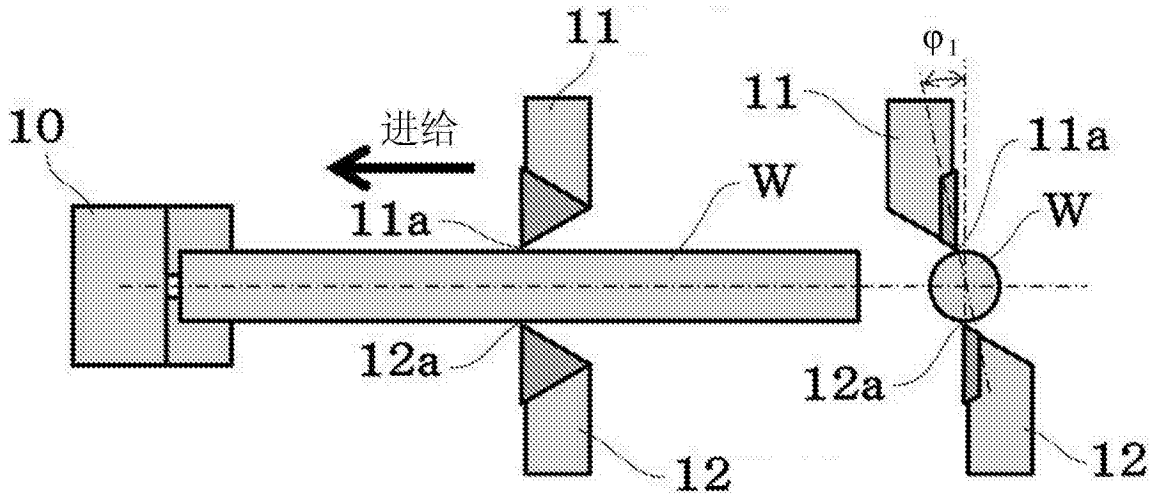


图1

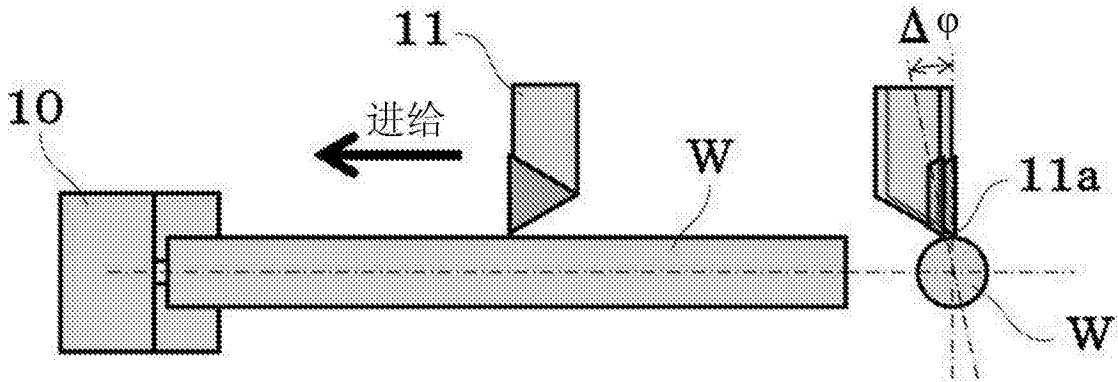


图2(a)

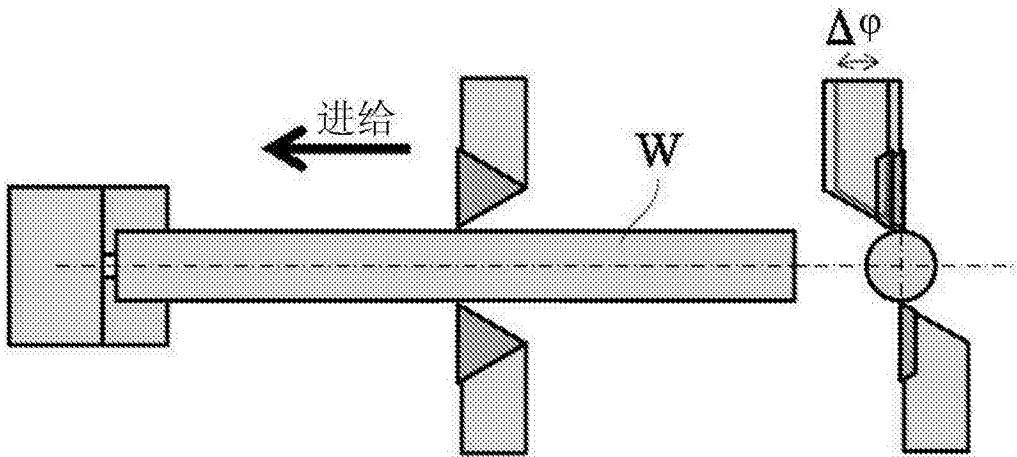


图2(b)

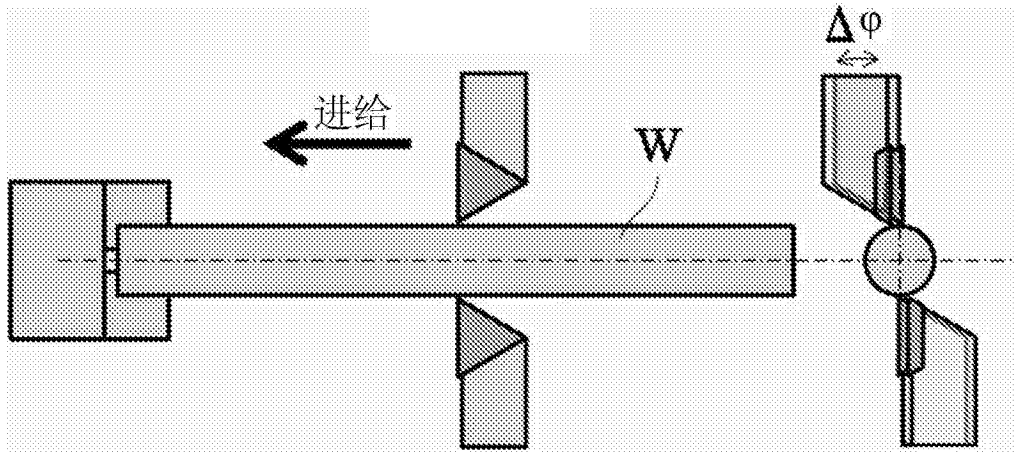


图2(c)

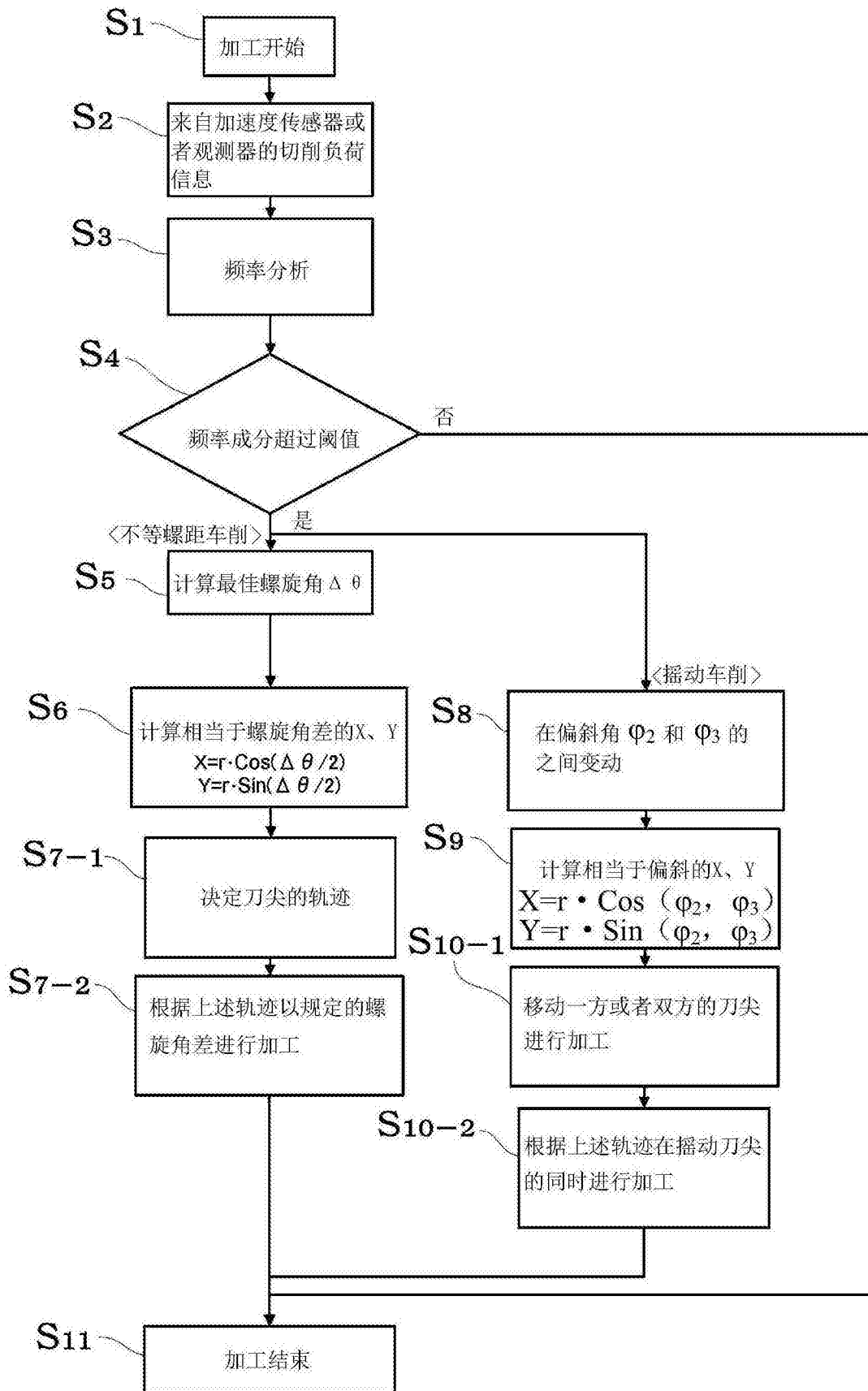


图3

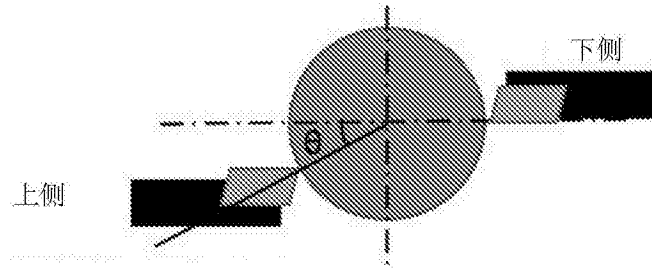


图4

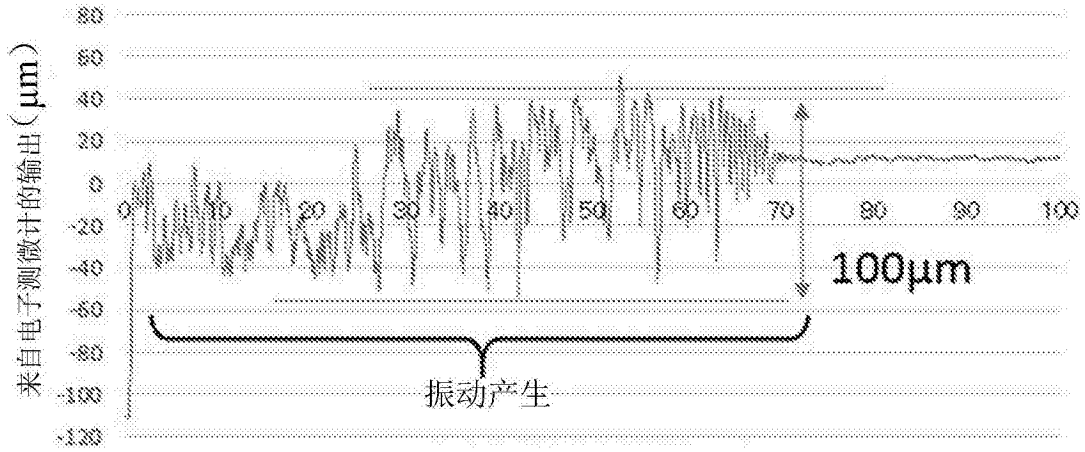


图5 (a)

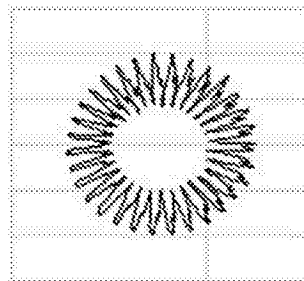


图5 (b)

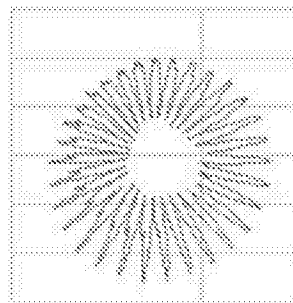


图5 (c)

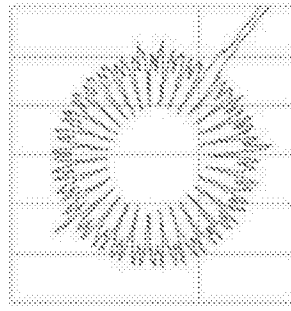


图5 (d)

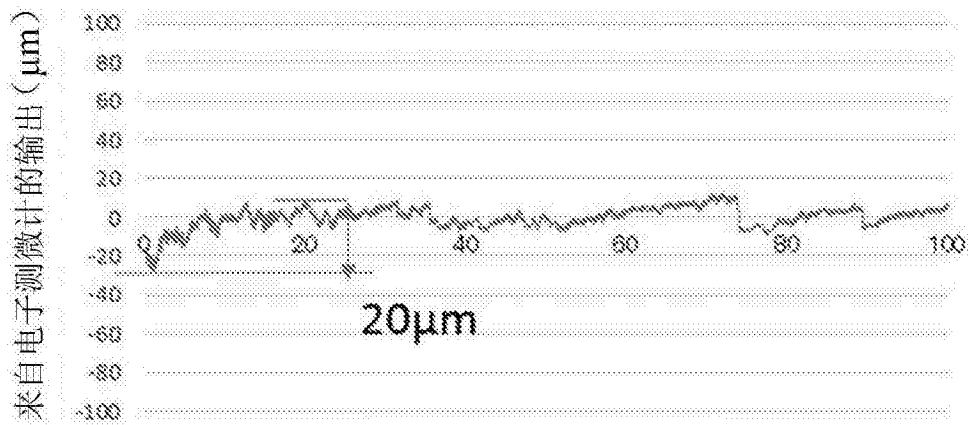


图6 (a)

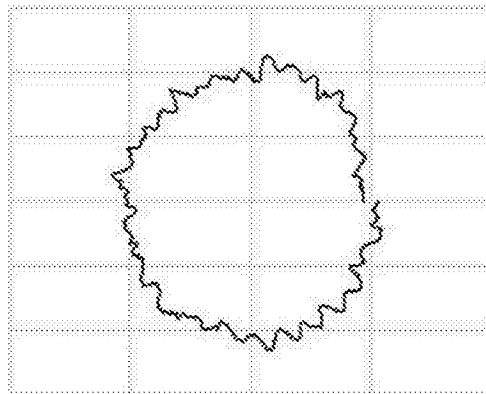


图6 (b)

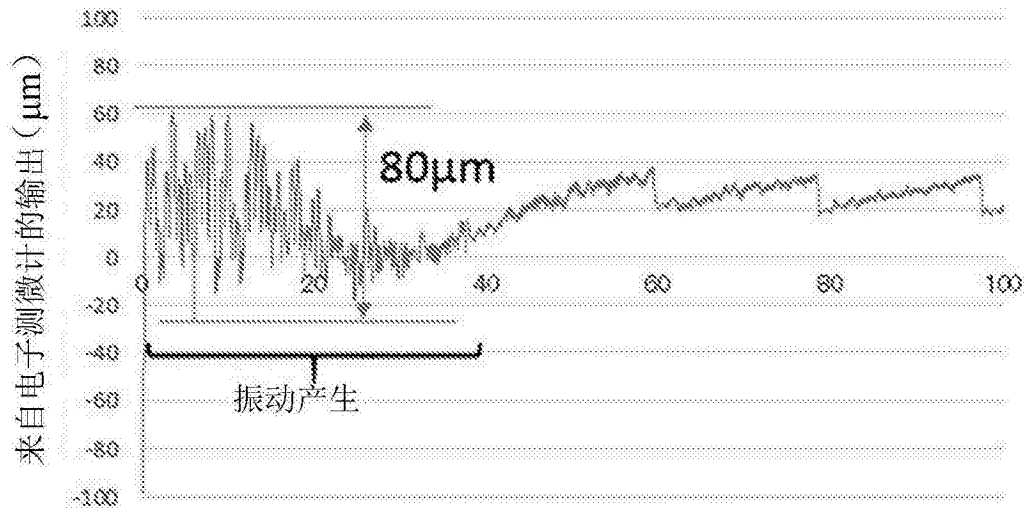


图7 (a)

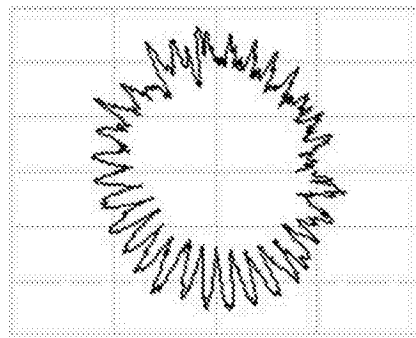


图7 (b)

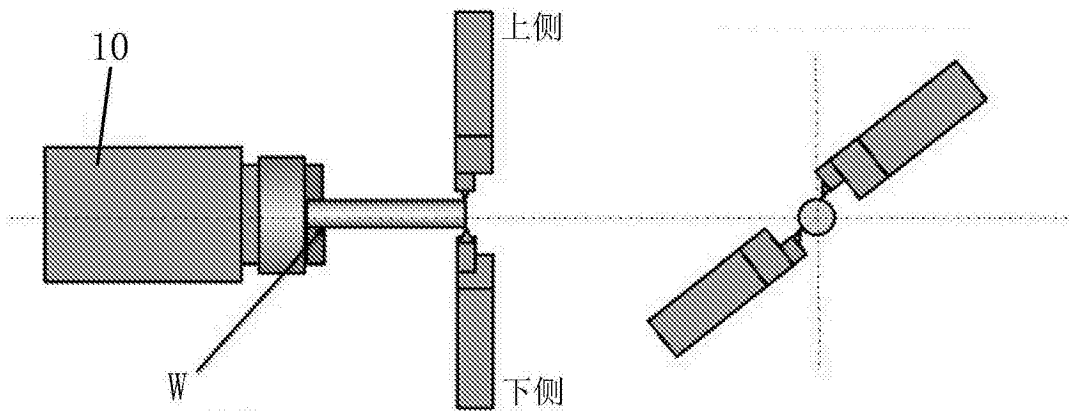


图8

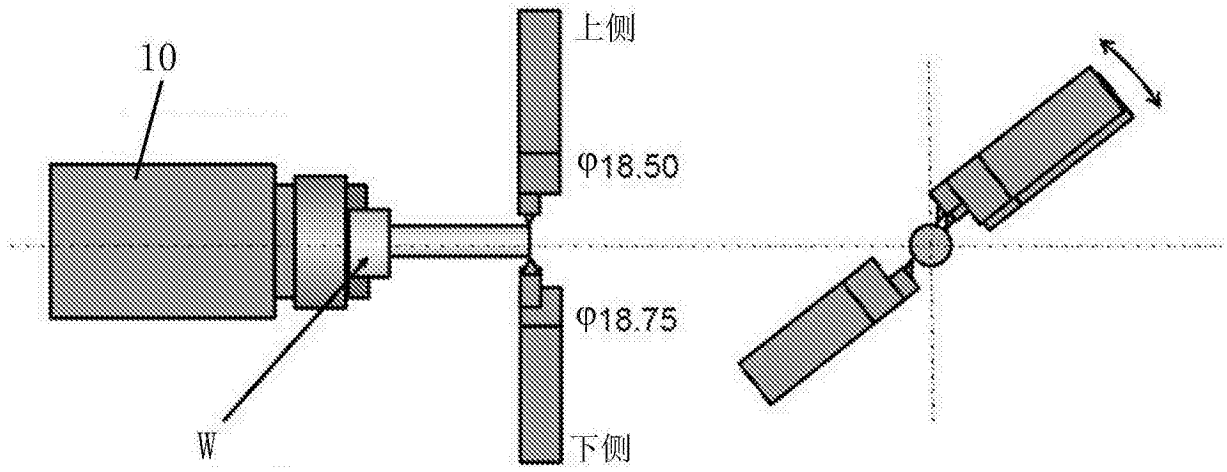


图9

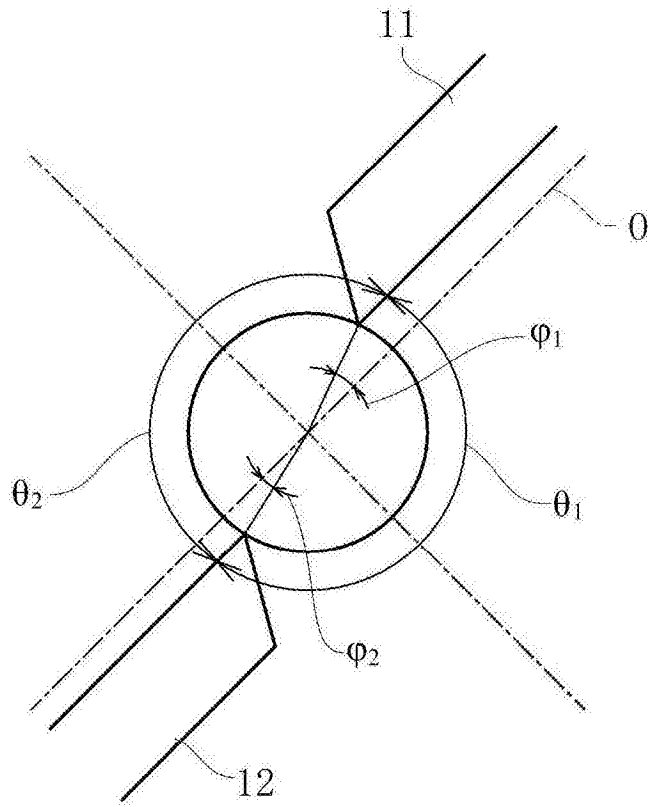


图10

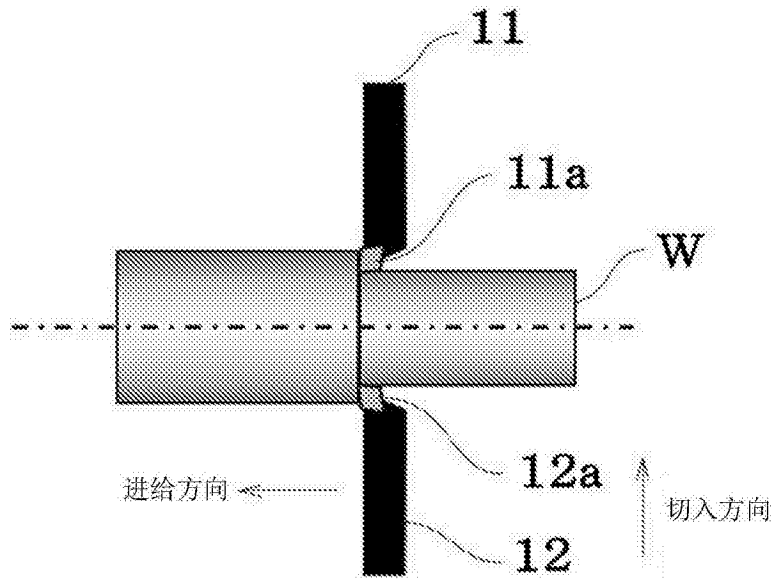


图11 (a)

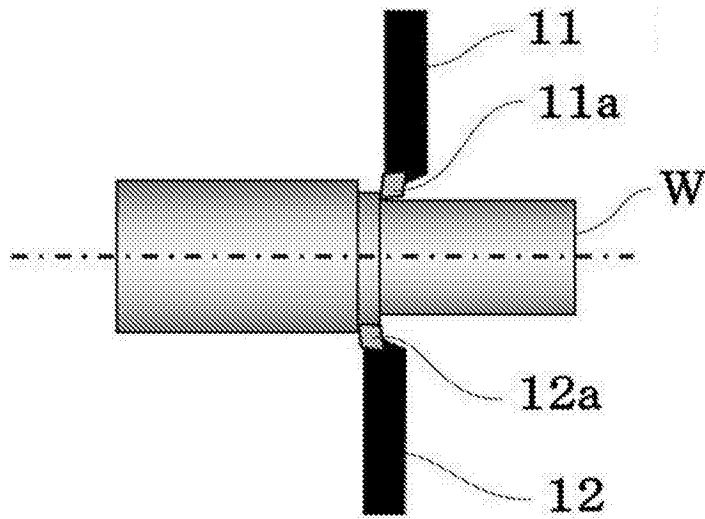


图11 (b)

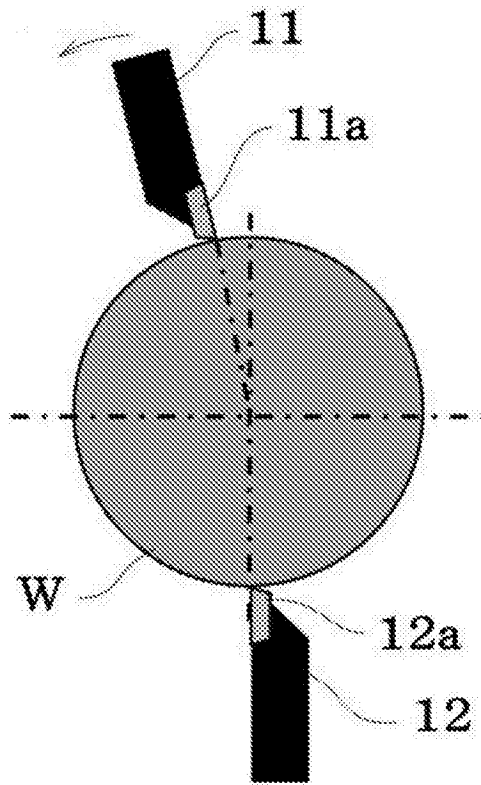


图12