



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103286397 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 27

(21) 申请号 201310061938. X

(22) 申请日 2013. 02. 27

(30) 优先权数据

2012-040461 2012. 02. 27 JP

(73) 专利权人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 山冈正英

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 许静 郭凤麟

(51) Int. Cl.

B23H 7/26(2006. 01)

B23H 7/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1464807 A, 2003. 12. 31,

CN 102019473 A, 2011. 04. 20,

CN 101161390 A, 2008. 04. 16,

CN 101791727 A, 2010. 08. 04,

CN 1775442 A, 2006. 05. 24,

CN 85202070 U, 1986. 03. 19,

JP 2004276127 A, 2004. 10. 07,

JP H06143037 A, 1994. 05. 24,

CN 103212756 A, 2013. 07. 24,

US 4769520 A, 1988. 09. 06,

审查员 陆帅

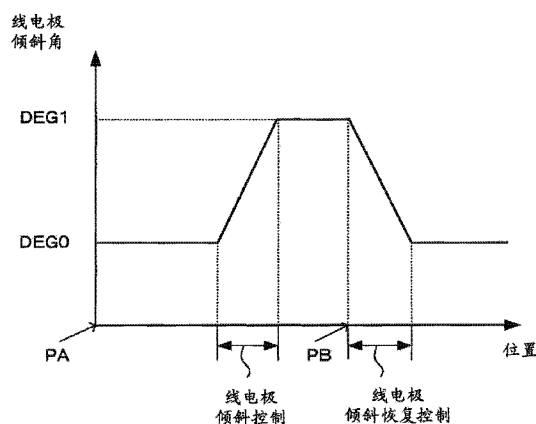
权利要求书2页 说明书8页 附图9页

(54) 发明名称

减少加工损伤的电火花线切割机以及电火花线切割方法

(57) 摘要

本发明提供一种减少加工损伤的电火花线切割机以及电火花线切割方法。能够减少在进刀加工时、退刀加工时的加工损伤。电火花线切割机床具有接近控制部。该接近控制部,在线电极相对于工件的加工面进行对工件的进刀加工的接近区间内,使线电极在与上述线电极接近的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动。



1. 一种电火花线切割机,其遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花来加工工件,所述电火花线切割机的特征在于,

具有接近控制部,用于在上述线电极相对于上述工件的加工面进行向工件的进刀加工的接近区间内,使上述线电极在与上述线电极接近的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动,

还具有:

线电极倾斜角度设定部,用于针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度;和

接近区间判别部,用于解析上述加工程序,判别上述线电极是否位于上述接近区间内,

在上述线电极位于上述接近区间内的情况下,上述接近控制部根据通过上述线电极倾斜角度设定部设定的针对各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜。

2. 根据权利要求 1 所述的电火花线切割机,其特征在于,

上述接近控制部根据在上述加工程序的接近区间所对应的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

3. 一种电火花线切割机,其遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花来加工工件,所述电火花线切割机的特征在于,

具有退出控制部,用于在线电极从上述工件的加工面退出进行退刀加工的退出区间跟前的区间内,使上述线电极在与上述线电极退出的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动,

还具有:

线电极倾斜角度设定部,用于针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度;和

退出区间跟前的区间判别部,用于解析上述加工程序,判别上述线电极是否位于上述退出区间跟前的区间内,

在上述线电极位于上述退出区间跟前的区间内时,上述退出控制部根据通过线电极倾斜角度设定部设定的针对各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜。

4. 根据权利要求 3 所述的电火花线切割机,其特征在于,

上述退出控制部根据在上述加工程序的退出区间跟前的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

5. 一种电火花线切割方法,其遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花来加工工件,该电火花线切割方法的特征在于,

在上述线电极相对于上述工件的加工面进行向工件的进刀加工的接近区间内,使上述线电极在与上述线电极接近的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动。

6. 根据权利要求 5 所述的电火花线切割方法,其特征在于,

包含:

针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度,解析上述加工程序并且判别上述线电极是否位于上述接近区间内的步骤;和

在上述线电极位于上述接近区间内的情况下,根据各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜的步骤。

7. 根据权利要求 5 所述的电火花线切割方法,其特征在于,

根据在上述加工程序的接近区间所对应的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

8. 一种电火花线切割方法,其遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花来加工工件,

包含在线电极从上述工件的加工面退出进行退刀加工的退出区间跟前的区间内,使上述线电极在与上述线电极退出的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动的步骤。

9. 根据权利要求 8 所述的电火花线切割方法,其特征在于,

包含:

针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度,解析上述加工程序并且判别上述线电极是否位于上述退出区间跟前的区间内的步骤,和

在上述线电极位于上述退出区间跟前的区间内的情况下,根据各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜的步骤。

10. 根据权利要求 8 所述的电火花线切割方法,其特征在于,

根据在上述加工程序的退出区间跟前的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

减少加工损伤的电火花线切割机以及电火花线切割方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电火花线切割机以及使用电火花线切割机的电火花加工方法,特别涉及减少进刀加工时、退刀加工时的加工损伤的电火花线切割机以及电火花线切割方法。

背景技术

[0002] 在使用电火花线切割机对工件进行电火花加工的情况下,包含为了线电极对工件进行进刀加工而位于接近该工件的区间(接近区间)结束的位置的接近部、使提高形状的加工精度是重要的课题。

[0003] 在要通过线电极电火花加工进行加工的形状中,有冲头形状、冲模形状,在加工这些形状时,通过对工件的接近部产生电火花有时产生条纹状的加工损伤。这是一种在从移动电火花线切割机的线电极的指令(通过接近部的移动程序段的指令)的位置的最终到达位置跟前数十 μm 开始产生电火花、然后到达最终产生电火花位置进行了必要以上的电火花加工,其结果在接近部上产生条纹状的加工损伤的现象。

[0004] 另外,因为在进刀加工时线电极接近工件加工面时(接近时)和退刀加工时线电极从工件加工面离开时(退出时)对接近部二次加工(双重加工),所以使上述加工损伤醒目。因此加工次数越增加,加工损伤越醒目。

[0005] 因此以往提出了用于抑制上述条纹状的加工损伤的技术。

[0006] 在日本特开 2004 — 276127 号公报中公开了一种电火花线切割方法,其中对于多次执行沿冲模形状的加工路径的加工程序,分别变更各次的进刀位置来生成该加工程序。该方法是对于多次执行沿冲模形状的加工路径的加工程序分别变更各次的进刀位置来生成该程序的方法,重新生成程序花费工夫,另外,在加工无法在多个位置取为接近路径的复杂的形状的情况下,有不能应对的可能性。

[0007] 在日本特开平 6 — 143037 号公报中公开了一种技术,其中使线电极在加工方向上倾斜,维持与工件的预定角度不变开始进刀,然后如果从该进刀开始起进行了预定距离的进刀,则慢慢把线电极的倾斜角度变更为加工程序的指定倾斜角度,再沿预定的形状进行电火花加工。该方法是为了在进刀时抑制在线电极上发生的振动,而使线电极在加工方向上倾斜的技术,无法对应减少进刀加工时、退刀加工时的加工损伤。

[0008] 在国际公开公报 WO 03/045614 A1 中公开了一种方法,其中使加工能量增减,根据工件的用途,以希望的程度把工件的加工面的接近点附近的形状制作成凸形或者凹形。但是,该电火花加工方法是根据用途把工件的加工面的接近点附近的形状调节为希望的形状的方法,不抑制接近点附近的加工损伤。

[0009] 另外,在日本特开 2011 — 83866 号公报中公开了一种技术,该技术调整冲模加工时的接近加工、退出加工时投入的加工能量,进行控制使不发生过剩电火花,抑制发生在工件上产生的加工损伤。

发明内容

[0010] 因此,本发明的目的是提供一种电火花线切割机以及电火花线切割方法,其中至少在对工件进行进刀加工的接近区间、或者进行退刀加工的退出跟前的区间内,使线电极在与工件的加工面平行的平面内倾斜进行工件的加工,能够抑制在接近时或者退出时在工件上发生加工损伤。

[0011] 一种电火花线切割机,遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花加工工件。

[0012] 本发明的电火花线切割机的第一种方式,具有接近控制部,用于在上述线电极相对于上述工件的加工面进行向工件的进刀加工的接近区间内,使上述线电极在与上述线电极接近的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动。

[0013] 上述电火花线切割机还可以具有线电极倾斜角度设定部和接近区间判别部,前者针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度,后者解析上述加工程序,判别上述线电极是否位于上述接近区间内,在上述接近区间判别部判别为上述线电极位于上述接近区间内的情况下,上述接近控制部根据由上述线电极倾斜角度设定部设定的各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜。

[0014] 上述接近控制部也可以根据在上述加工程序的与接近区间对应的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

[0015] 本发明的电火花线切割机的第二种方式,具有退出控制部,用于在线电极从上述工件的加工面退出进行退刀加工的退出区间跟前的区间内,使上述线电极在与上述线电极退出的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动。

[0016] 上述电火花线切割机,还可以具有线电极倾斜角度设定部和区间判别部,前者针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度,后者解析上述加工程序,判别上述线电极是否位于上述退出区间跟前的区间内,在上述区间判别部判别为上述线电极位于上述退出区间跟前的区间内时,上述退出控制部根据由上述线电极倾斜角度设定部设定的各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜。上述退出控制部也可以根据在上述加工程序的与退出区间对应的程序段的跟前的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

[0017] 一种电火花线切割方法,遵照加工程序使线电极和工件相对移动,通过在上述线电极和上述工件之间发生的电火花加工工件。

[0018] 本发明的电火花线切割方法的第一种实施方式,包含在上述线电极相对于上述工件的加工面进行向工件的进刀加工的接近区间内,使上述线电极在与上述线电极接近的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动的步骤。

[0019] 上述电火花线切割方法还可以包含针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度、解析上述加工程序并且判别上述线电极是否位于上述接近区间内的步骤;以及在判别为上述线电极位于上述接近区间内的情况下,根据各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜的步骤。

[0020] 关于上述接近区间内使上述线电极倾斜,也可以根据在上述加工程序的与接近区间对应的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

[0021] 本发明的电火花线切割方法的第二种方式,包含在线电极从上述工件的加工面退出进行退刀加工的退出区间跟前的区间内,使上述线电极在与上述线电极退出的加工面平行的平面内倾斜,使上述线电极和上述工件相对移动的步骤。

[0022] 上述电火花线切割方法还可以包含针对各加工次数设定上述线电极的倾斜角度，解析上述加工程序并且判别上述线电极是否位于上述退出区间跟前的区间内的步骤，以及在判别为上述线电极位于上述退出区间跟前的区间内的情况下，根据各加工次数的倾斜角度使上述线电极倾斜的步骤。

[0023] 关于在上述退出区间跟前的区间内使上述线电极倾斜，也可以根据在上述加工程序的与退出区间对应的程序段的跟前的程序段中记述的上述线电极的倾斜指令使线电极倾斜。

[0024] 根据本发明，能够提供电火花线切割机以及电火花线切割方法，其中，在进行向工件的进刀加工的接近时，或者在进行退刀加工的退出时，使线电极在与工件的加工面平行的平面内倾斜进行工件的加工，能够抑制在接近时或者退出时在工件上发生加工损伤。

附图说明

[0025] 从下面参照附图对于实施例的说明能够明了本发明的上述以及其他的目的以及特征。附图中：

[0026] 图 1 是说明本发明的电火花线切割机的概略结构的图；

[0027] 图 2 是说明图 1 表示的线电极的、向工件接近的图；

[0028] 图 3 是说明使图 1 表示的线电极倾斜接近工件，在接近后慢慢把线电极的倾斜复原的图；

[0029] 图 4 是说明在退出跟前的区间内慢慢使线电极倾斜进行加工的图；

[0030] 图 5 是说明线电极从工件退出的图；

[0031] 图 6 是说明接近时的线电极的倾斜角控制和倾斜角恢复控制的图；

[0032] 图 7 是说明退出时的线电极的倾斜角控制和倾斜角恢复控制的图；

[0033] 图 8 是说明加工倾斜的锥面的情况下的线电极向工件接近的图；

[0034] 图 9 是从线电极的行进方向侧面看图 8 的线电极的图；

[0035] 图 10 是说明使线电极倾斜接近工件，并在接近后慢慢使线电极的倾斜复原的图；

[0036] 图 11 是说明在退出跟前的区间内慢慢使线电极倾斜进行加工的图；

[0037] 图 12 是说明线电极从工件退出的图；

[0038] 图 13 是说明用于执行为减少进刀加工时、退刀加工时的加工损伤的控制的处理的流程图。

具体实施方式

[0039] 说明本发明的电火花线切割方法的概要。

[0040] 在本发明中，通过下述 [1] ~ [9] 的步骤，在进行向工件的进刀加工的接近区间和进行退刀加工的退出区间，使线电极在与工件的加工面平行的平面内倾斜产生电火花，减轻在接近部、退出部内产生的对于工件的进刀伤。这里，接近部是接近区间结束的位置，退出部是退出区间开始的位置。

[0041] [1] 使用程序等设定接近、退出时的线电极的倾斜量。线电极的倾斜量可以针对各加工次数设定，在接近区间、退出区间内分别设定任意的倾斜量。

[0042] [2] 判断接近是否开始。

[0043] [3] 在上述 [2] 中判断为接近已开始的情况下,根据在上述 [1] 中设定的倾斜量,使线电极在与工件的加工面平行的平面内倾斜进行接近部的电火花加工。

[0044] [4] 判断进行接近的区间或者路径是否结束。

[0045] [5] 在上述 [4] 中判断为接近已结束的情况下,结束线电极的倾斜。

[0046] [6] 判断退出是否开始。

[0047] [7] 在上述 [6] 中判断为退出已开始的情况下,根据在 [1] 中设定的倾斜量,使线电极在与工件的加工面平行的平面内倾斜进行退出部的电火花加工。

[0048] [8] 判断进行退出的区间或者路径是否结束。

[0049] [9] 在上述 [8] 中判断为退出已结束的情况下,结束线电极的倾斜。

[0050] 使用图 1 说明本发明的电火花线切割机的概要结构。

[0051] 作为加工对象的工件 5 被设置固定在工件载放台 101 上。该工件载放台 101 具有加工成高精度的平坦度的载放面 102。加工时,工件 5 以其底面与载放面 102 接触的方式被设置固定在工件载放台 101 上。

[0052] 为了对工件 5 实施电火花加工,线电极 4 被从线电极送出卷轴(未图示)经由供电辊 115、上导向辊 113、下导线装置 111 供给加工位置 116。加工时,线电极 4 通过接线操作被架设在上、下导线装置 111、112 之间,在该架设的线电极 4 上施加用于使在与工件 5 之间引起电火花的电压。线电极 4 经过加工位置 116,进而经由下导线装置 112、下导向辊 114,线电极 4 被卷绕在以预定的张力拉伸的卷绕卷轴(未图示)上。向加工位置 116 注入冷却水,或者采用把工件 5 全体浸渍在加工液(例如纯水)中等方法。此外,也可以代替把结束了加工的线电极 4 卷绕在卷绕卷轴上而回收在线电极回收箱(未图示)内。

[0053] 从加工用电源装置 121 经由供电辊 115 向线电极 4 供给电火花加工用的电能。由此,在线电极 4 和工件 5 之间(加工间隙 machining gap)发生电火花,能够对工件 5 进行电火花加工。可以把从加工用电源装置 121 投入的脉冲电流的脉冲数,或者脉冲电流的积分值作为能量的量来处理。从加工用电源装置 121 向数值控制装置 120 输出加工速度指令。

[0054] 通常,工件载放台 101 的载放面 102 被放置在水平方向(与 XY 平面平行的面上),工件载放台 101 可通过 X 轴、Y 轴的伺服电动机 105、106 在与把 X 轴以及 Y 轴作为正交轴的 XY 平面平行的面上驱动。另外,上导线装置 111 可通过 U 轴、V 轴的伺服电动机 108、109 在与 XY 平面平行的面上驱动。通常,通过 U 轴的移动方向和通过 X 轴的移动方向互相平行,另外,通过 V 轴的移动方向和通过 Y 轴的移动方向互相平行。

[0055] 为改变加工位置 116,使工件 5 和线电极相对移动,改变工件 5 和线电极的相对的位置。通过从数值控制装置 120 输出的对于各轴伺服电动机的指令(X 轴指令、Y 轴指令、U 轴指令、V 轴指令)执行该工件 5 和线电极的相对移动。其指令内容通常在加工程序中规定。加工程序是规定线电极 4 相对于工件 5 的移动指令、即对于各轴伺服电动机的移动指令等的程序,在与上述 XY 平面平行的平面上定义。定义该加工程序的平面能够设定在 Z 轴方向的任意位置。该能够任意设定的平面称为程序面。

[0056] 下面说明减少进刀加工时以及退刀加工时的加工损伤的发生的本发明的电火花线切割方法。

[0057] 图 2 是说明线电极 4 向工件接近的图。图 2 是从上方向下看工件 5a 的图,图 2 中表示在工件 5a 上加工截面形状具有顶点 501、502、503、504 的矩形形状的冲模的例子。

[0058] 图 2 的编号 20 表示接近区间, 21 表示进行接近时的加工方向。图 2 的符号 PA 表示接近开始位置, PB 表示接近结束位置。在从 PA 到 PB 的、进行接近的区间内, 线电极 4 相对于工件 5a 移动的加工路径与用加工程序 (NC 程序) 设定的符号 20 的相同。

[0059] 图 3 是说明使线电极 4 倾斜接近工件 5a, 在接近后慢慢把线电极 4 的倾斜复原的图。

[0060] 在接近区间 20 内使线电极 4 在与工件 5a 的加工面 520 平行的平面内倾斜。该倾斜角度可以任意设定, 但是通常设定为 1 度左右。在线电极 4 通过接近区间 20 后, 在用符号 30 表示的方向上移动的同时慢慢使倾斜角返回原来的标准直加工时的角度, 同时对工件 5a 的加工面 520 进行电火花加工。

[0061] 图 4 是说明在退出跟前的区间内慢慢使线电极 4 倾斜来进行加工的图。图 5 是说明线电极 4 从工件退出的图。PC 表示退出区间跟前的区间的加工开始位置, 在图 4 中与顶点 504 的位置对应。PD 表示退出区间跟前的区间的加工结束位置。因此, 从 PC 到 PD 的区间表示退出区间跟前的区间 23。

[0062] 在工件 5a 的加工面 520 的电火花加工正在进行, 并且正加工退出区间的跟前的区间 23 (即从 PC 到 PD 的区间) 时, 使线电极 4 在与工件 5a 的加工面 520 平行的平面内倾斜。倾斜角度可以任意设定, 但是通常设定为 1 度左右。线电极 4 通过加工退出区间跟前的区间 23 (从 PC 到 PD 的区间), 在退出区间 25 内在加工方向 24 上移动, 同时倾斜角慢慢返回原来的标准直加工时的角度。

[0063] 通过如上那样进行加工, 因为在接近时和退出时不在同一位置进行二重加工, 所以能够减少加工损伤。

[0064] 此外, 也可以不需要在接近时和退出时的双方都使线电极 4 倾斜, 在接近时使线电极 4 倾斜, 然后返回标准直加工时的角度, 在该角度下退出。另外, 也可以在接近时把线电极 4 的角度作为标准直加工时的角度, 退出时使线电极 4 倾斜。

[0065] 图 6 是说明接近时的线电极的倾斜角控制和倾斜角恢复控制的图。

[0066] 图 6 中表示的 PA、PB 分别与图 2 中表示的位置 PA、PB 相同。线电极 4, 在通过位置 PA 后, 通过线电极倾斜角控制, 在与工件 5a 的加工面 520 平行的平面内从标准直加工时的线电极的倾斜角度 DEG0 (以下称“倾斜角度 DEG0”) 倾斜到接近中的指定倾斜角度 DEG1 (以下称“指定倾斜角度 DEG1”)。在倾斜后, 在到达在加工程序 (NC 程序) 等中设定的接近区间 20 结束的位置 PB 之前, 以使线电极 4 倾斜指定倾斜角度 DEG1 的状态进行加工。

[0067] 在判别为线电极 4 已通过位置 PB 的情况下, 通过线电极倾斜角恢复控制结束线电极的倾斜, 使线电极 4 的倾斜角度返回原来的状态 (即返回到倾斜角度 DEG0)。线电极 4 的指定倾斜角度 DEG1 可以是正值也可以是负值。例如, 在指定倾斜角度 DEG1 是正值的情况下, 如图 3 所示线电极 4 倾斜, 另一方面, 在倾斜角度 DEG 是负值的情况下, 线电极 4 向相反侧倾斜。即, 进行如下倾斜: 使线电极 4 的上部侧在标准直加工时位于线电极的倾斜位置 22 的图 4 的纸面左侧。

[0068] 图 7 是说明退出时的线电极的倾斜角控制和倾斜角恢复控制的图。

[0069] 图 7 中表示的 PC、PD 分别与图 5 内的位置 PC、PD 相同。在通过位置 PC 后, 通过线电极倾斜角控制, 线电极 4 在与工件 5a 的加工面 520 平行的平面内倾斜到退出中的线电极的指定倾斜角度 DEG2 (以下称“指定倾斜角度 DEG2”)。在倾斜后, 在到达在加工程序 (NC

程序)等中设定的退出区间跟前的区间 23 结束的位置 PD 之前,以使线电极 4 倾斜指定倾斜角度 DEG2 的状态加工。

[0070] 在判别为线电极 4 已通过位置 PD 的情况下,通过线电极倾斜角恢复控制结束线电极 4 的倾斜,使线电极 4 的倾斜角度返回原来的状态(即返回到倾斜角度 DEG0)。线电极 4 的指定倾斜角度 DEG2 与指定倾斜角度 DEG1 同样可以是正值也可以是负值。

[0071] 在程序的程序段中除了判别接近区间 20、退出区间 25,根据其判别结果使线电极 4 倾斜之外,也可以在加工程序(NC 程序)的与接近区间 20 对应的程序段中、在与退出区间 25 对应的程序段的跟前的区间 23 所对应的程序段中预先记述使线电极 4 倾斜的倾斜指令,通过执行该程序段使线电极 4 倾斜。加工次数,可以通过设定加工条件内的加工次数的参数来判断。关于进刀加工时、退刀加工时的线电极 4 的倾斜角度,也可以对于每个加工次数在电火花线切割机的数值控制装置 120 的存储器内存储(电火花线切割机中的线电极倾斜角度设定部的功能)。

[0072] 下面说明对工件 5b 加工加工面不是铅直的、而是具有倾斜的锥面的冲模的情况。与使用图 2 ~ 图 7 说明的工件 5a 的加工同样,进行减少进刀加工时、退刀加工时的加工损伤的控制。

[0073] 图 8 ~ 图 12 是说明在对加工面不是铅直的、而是倾斜的锥面进行加工的情况下的线电极 4 向工件接近的图。图 9 是从图 8 的线电极的行进方向侧面看图 8 的线电极的图。图 10 是说明使线电极倾斜接近工件,在接近后慢慢把使线电极的倾斜恢复的图。图 11 是说明在退出跟前的区间内慢慢使线电极倾斜来进行加工的图。图 12 是说明线电极从工件退出的图。

[0074] 即使工件 5b 的加工面 503 是倾斜的锥面,在接近区间 20 中也使线电极 4 在与工件 5b 的加工面 503 平行的平面内倾斜指定倾斜角度 DEG1(参照图 9),在通过接近区间 20 后,结束线电极 4 的倾斜,使线电极 4 的倾斜角度返回标准直加工时的状态(倾斜角度 DEG0)。然后,进行如下控制,即在退出区间跟前的区间 23 中使线电极 4 在与工件 5b 的加工面 503 平行的平面内倾斜指定倾斜角度 DEG2,在通过退出区间跟前的区间 23 后,使线电极 4 的倾斜角度返回标准直加工时的状态(倾斜角度 DEG0)。

[0075] 为不使在接近时和退出时二重加工接近部而使接近部带有加工损伤,使在接近区间 20 倾斜的线电极的倾斜角度 DEG1 与在退出区间跟前的区间 23 中倾斜的线电极的倾斜角度 DEG2 不同。

[0076] 使用图 13 的流程图说明用于执行减少进刀加工时、退刀加工时的加工损伤的控制的处理。下面遵照各步骤进行说明。此外,作为初始设定设标志 F1 和 F2 为关(OFF)。

[0077] [步骤 SA100] 从加工程序读入一个程序段,解析读入的程序段。

[0078] [步骤 SA101] 判断在步骤 SA100 读入的程序段是否是意味程序结束的程序段,在是(YES)意味程序结束的程序段的情况下,结束该处理,在不是(NO)意味程序结束的程序段的情况下,向步骤 SA102 转移。

[0079] [步骤 SA102] 判断读入的程序段是否是意味接近区间的程序段,在是(YES)意味接近区间的程序段的情况下,向步骤 SA103 转移,在不是(NO)意味接近区间的程序段的情况下,向步骤 SA104 转移。

[0080] [步骤 SA103] 把接近时的线电极倾斜以及恢复控制标志 F1 置为开(ON),向步骤

SA104 转移。

[0081] [步骤 SA104] 先从加工程序中读一个程序段,解析先读出的程序段。

[0082] [步骤 SA105] 判断先读出的程序段是否是接近区间,在是(YES)接近区间的情况下,向步骤 SA106 转移,在不是(NO)接近区间的情况下,向步骤 SA107 转移。

[0083] [步骤 SA106] 执行在步骤 SA100 中读入的一个程序段,向步骤 SA103 转移。

[0084] [步骤 SA107] 判断先读出的程序段是否是退出区间的程序段,在是(YES)退出区间的程序段的情况下,向步骤 SA108 转移,在不是(NO)退出区间的程序段的情况下,向步骤 SA109 转移。

[0085] [步骤 SA108] 把退出时的线电极倾斜以及恢复控制标志 F2 置为 ON,向步骤 SA109 转移。

[0086] [步骤 SA109] 执行读入的两个程序段。

[0087] [步骤 SA110] 把接近时和退出时的线电极倾斜以及倾斜恢复控制标志 F1、F2 的被置为 ON 的标志置为 OFF,返回步骤 SA100,继续该处理。

[0088] 这里,补充说明上述流程图。

[0089] 关于在步骤 SA102 中的是否是接近区间的判断,在读入的程序段内记述有 G41(左偏移)或者 G42(右偏移)的 G 代码的情况下,能够判定该程序段是接近区间。另外,关于在步骤 SA107 中的是否是退出区间的判断,在先读的程序段中记述有 G40(取消偏移)的 G 代码的情况下,能够判定该程序段是退出区间。

[0090] 接着补充说明步骤 SA109。

[0091] 当在步骤 SA100 读入记述有 G41 或者 G42 的程序段时,在步骤 SA101 后,在步骤 SA102 中判断为接近区间(是: YES),在步骤 SA103 把线电极倾斜以及恢复控制标志 F1 置为 ON。在步骤 SA104 先读一个程序段的加工程序,在先读出的程序段不是退出的区间的情况下(即在 NO 的情况下)转移到步骤 SA107。

[0092] 在步骤 SA109 中,因为线电极倾斜以及恢复控制标志 F1 是 ON 的状态,所以如图 6 所示,在接近区间内进行使线电极 4 倾斜到指定的角度的控制,在与上述接近区间连续的区间(用在步骤 SA104 中先读的程序段指令的区间)内进行使线电极 4 恢复到标准直加工时的线电极的倾斜角度的控制。进行接近区间内的线电极 4 的倾斜的控制,使线电极 4 的倾斜角度在接近区间的结束位置成为设定的角度。另外,进行在与接近区间连续的区间内的使线电极 4 恢复到标准直加工时的线电极 4 的倾斜角度的控制,使在该区间内倾斜角度的恢复结束。线电极倾斜以及回复控制,与在读入的程序段中指令的电火花加工一起被执行。

[0093] 在步骤 SA100 读入未记述有 G41 或者 G42 的程序段,程序不结束,在不是接近区间的情况下,在步骤 SA101、步骤 SA102 之后,在步骤 SA104 中先读一个程序段的加工程序。

[0094] 在步骤 SA104 中先读出的程序段是(YES)包含 G41、G42 的接近区间的程序段的情况下,通过步骤 SA105 的判断,在步骤 SA106 中执行在步骤 SA100 中读入的一个程序段,向步骤 SA103 转移。如果在步骤 SA104 中先读的程序段是与接近区间对应的程序段,则在步骤 SA103 中把线电极倾斜以及恢复控制标志 F1 置为 ON。这是为了通过在步骤 SA104 中读入的程序段和该程序段的下一程序段进行进刀加工时的倾斜以及倾斜恢复控制。

[0095] 另一方面,在步骤 SA104 中先读出的程序段不是接近区间的程序段的情况下,在步骤 SA105 的判断后,在步骤 SA107 进行先读出的程序段是否是退出的区间的判断。在先

读出的程序段中记述有 G40（取消偏移）的情况下，判别为先读出的程序段是退出区间。

[0096] 在步骤 SA104 中先读的程序段不是退出区间的情况下，在步骤 SA109 中线电极倾斜以及恢复控制标志 F1 是 OFF 的状态，因此不进行线电极的倾斜的控制以及倾斜恢复的控制，执行在步骤 SA100 和步骤 SA104 中读入的两个程序段。

[0097] 另一方面，在步骤 SA104 中先读的程序段中记述有 G40 并且在步骤 SA107 判断是退出区间的情况下，在步骤 SA108 把线电极倾斜以及恢复控制标志 F2 置为 ON。在步骤 SA109，因为退出时的线电极倾斜以及恢复控制标志 F2 是 ON 的状态，所以如图 7 所示，在退出区间跟前的区间内进行使线电极倾斜到指定的角度的控制、以及在与上述退出区间跟前的区间连续的区间即退出区间（用在步骤 SA104 中先读的程序段指令的区间）内进行使线电极 4 恢复到标准直加工时的线电极的倾斜角度的控制。进行退出区间跟前的区间内的线电极 4 的倾斜控制，使线电极 4 的倾斜角度在退出区间跟前的区间的结束位置成为设定的角度。另外，进行使线电极 4 的倾斜角度恢复到线电极 4 在退出区间中的标准直加工时的倾斜角度的控制，使在该区间内结束倾斜角度的恢复。线电极倾斜以及恢复控制与在读入的程序段中指令的电火花加工一起进行。

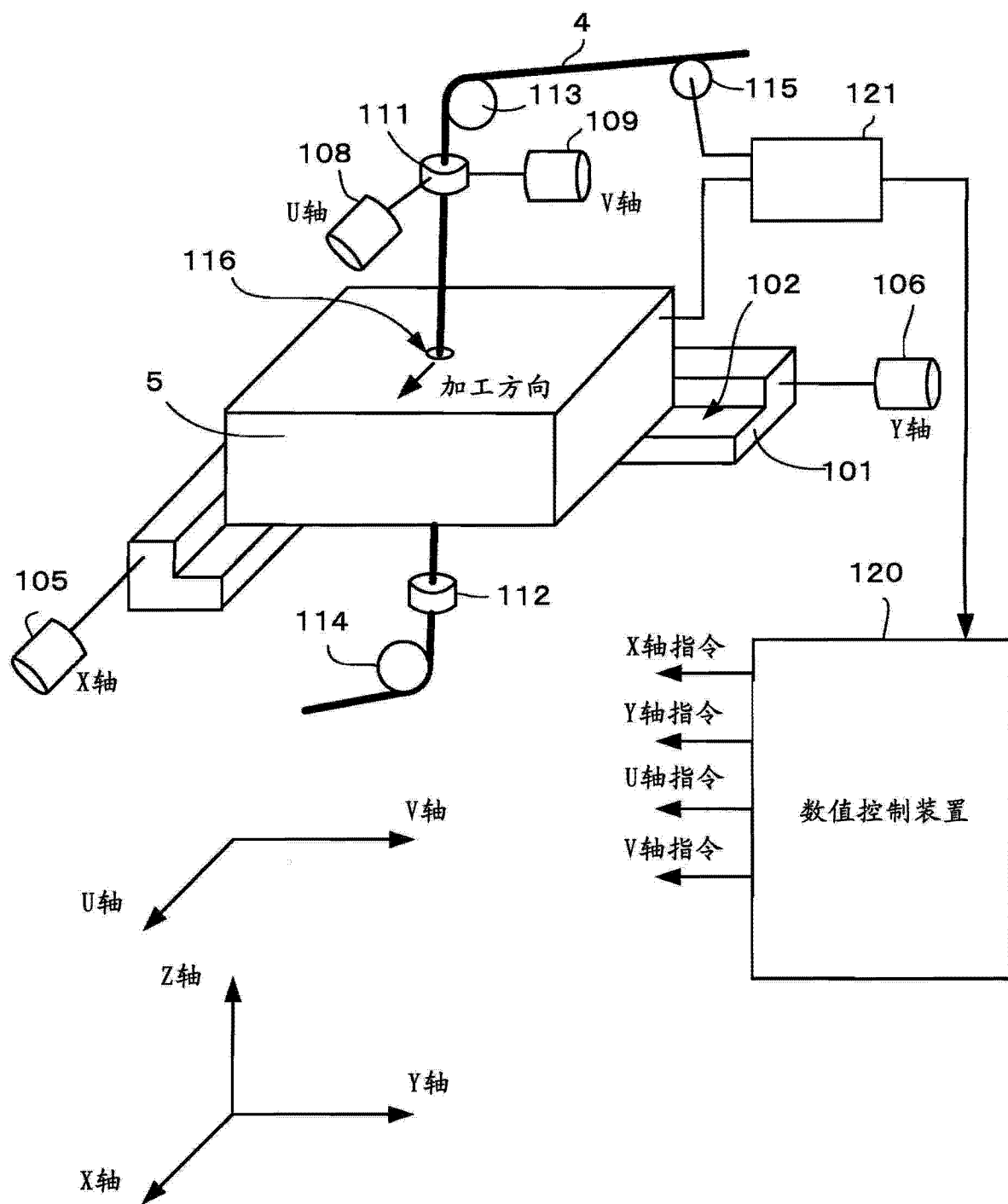


图 1

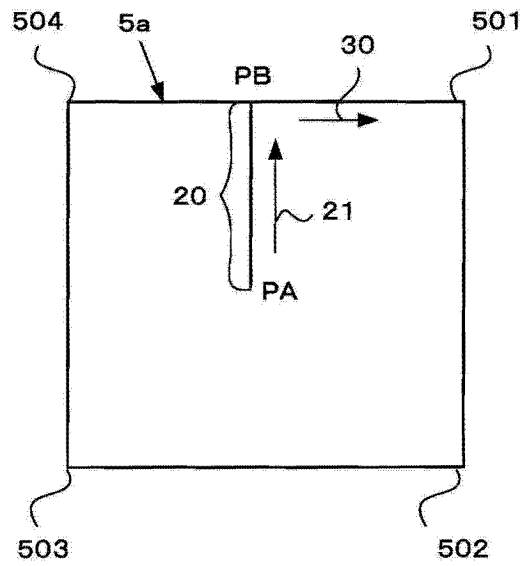


图 2

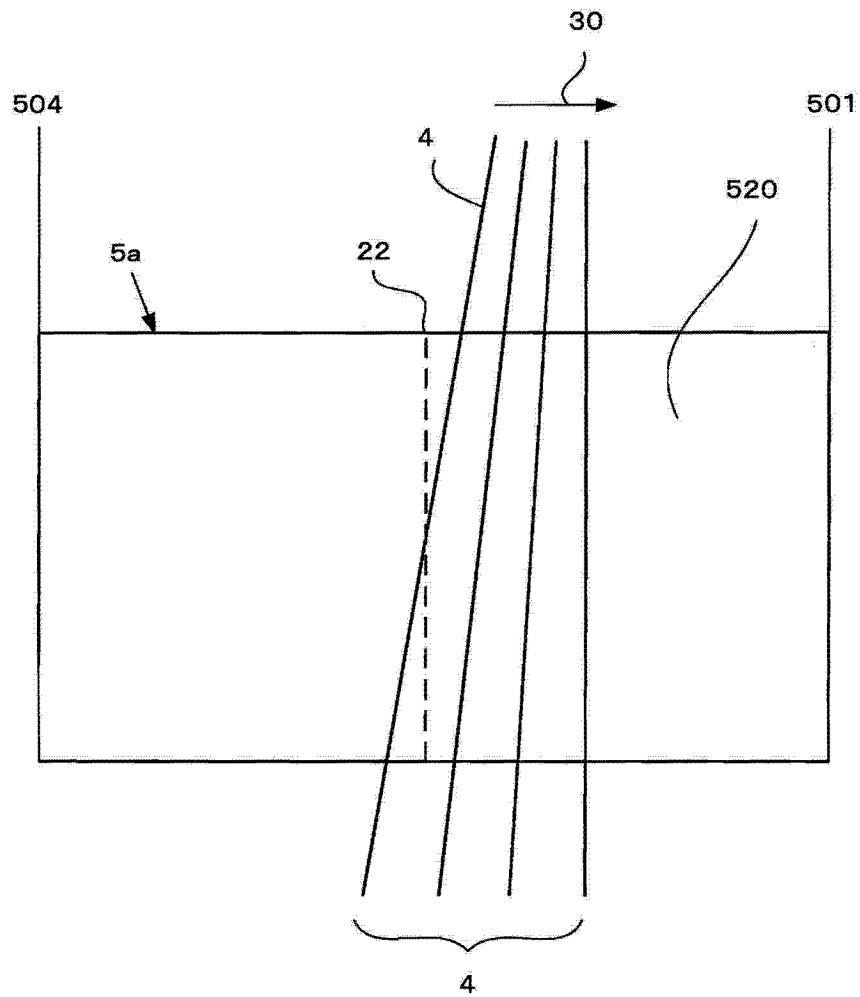


图 3

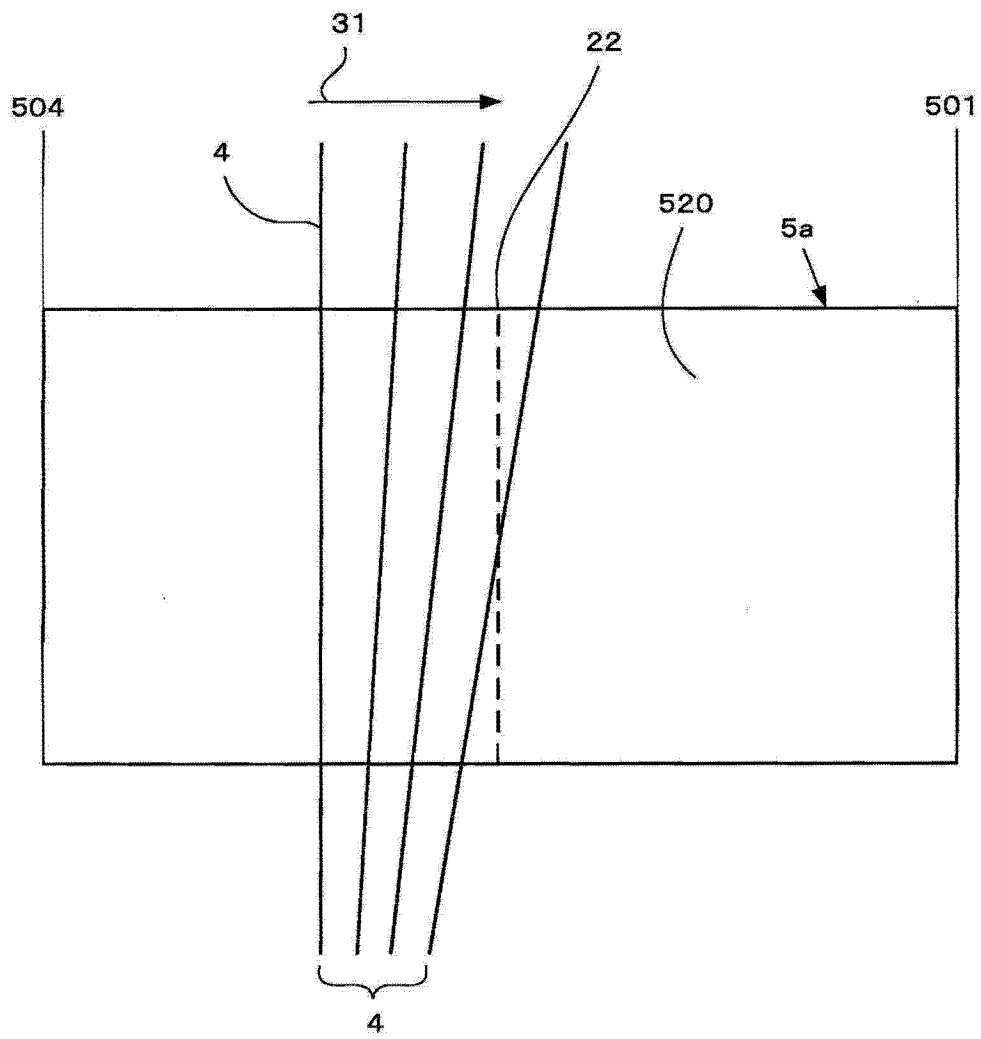


图 4

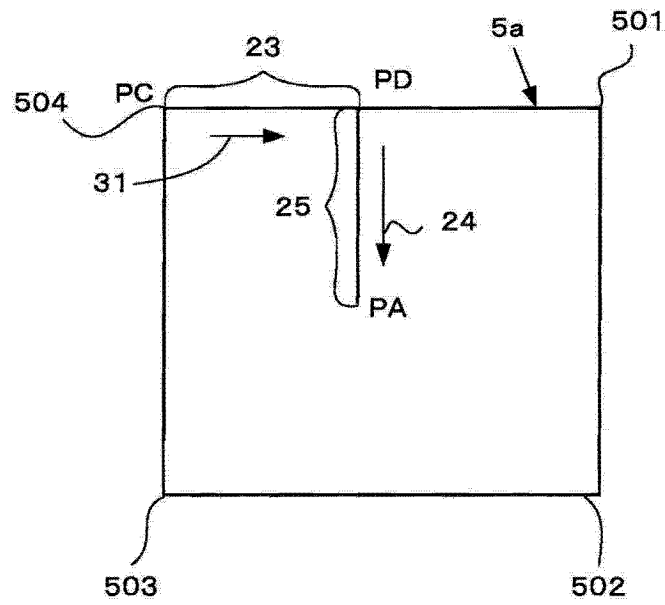


图 5

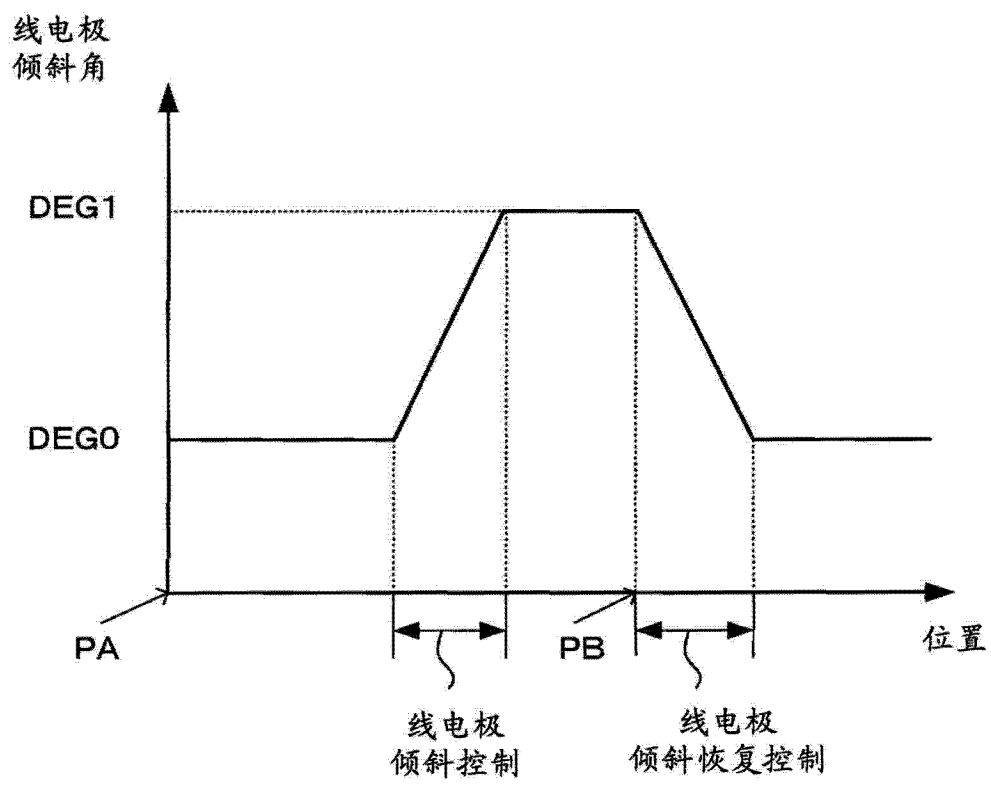


图 6

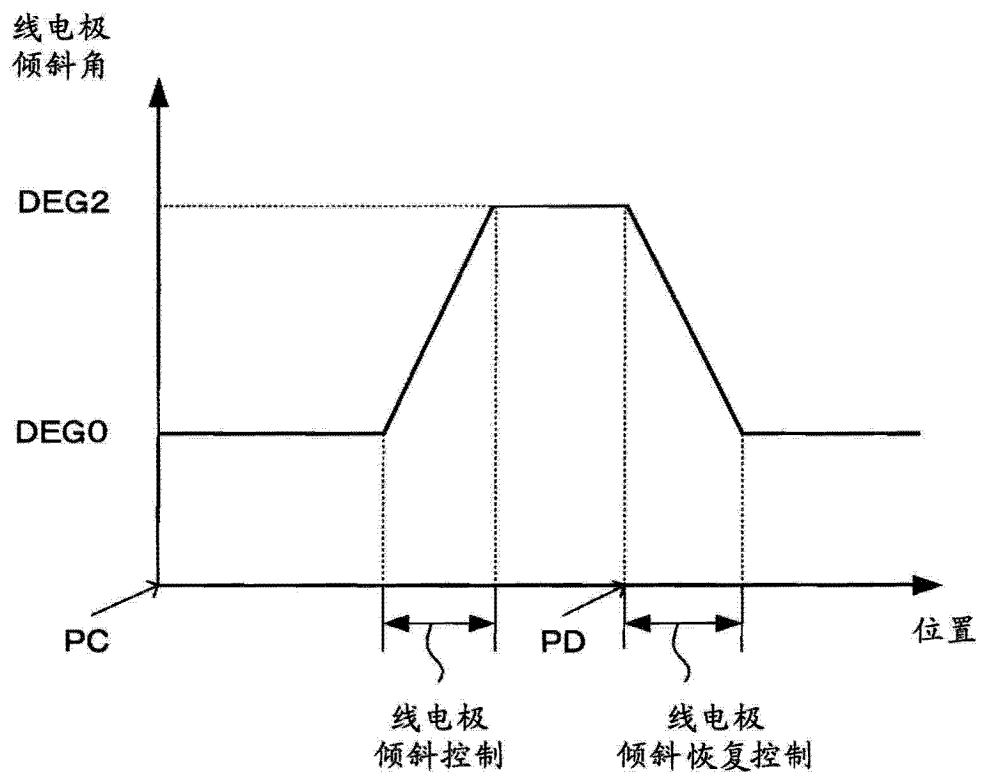


图 7

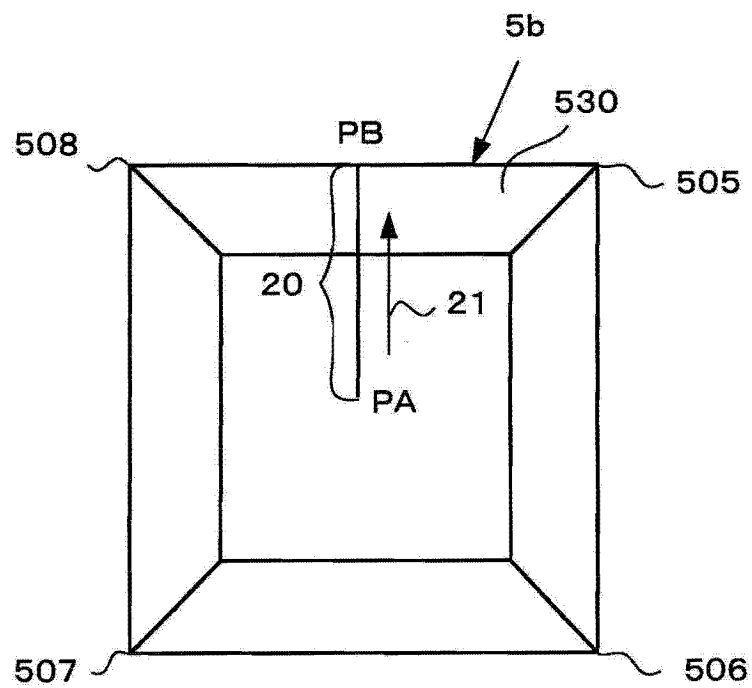


图 8

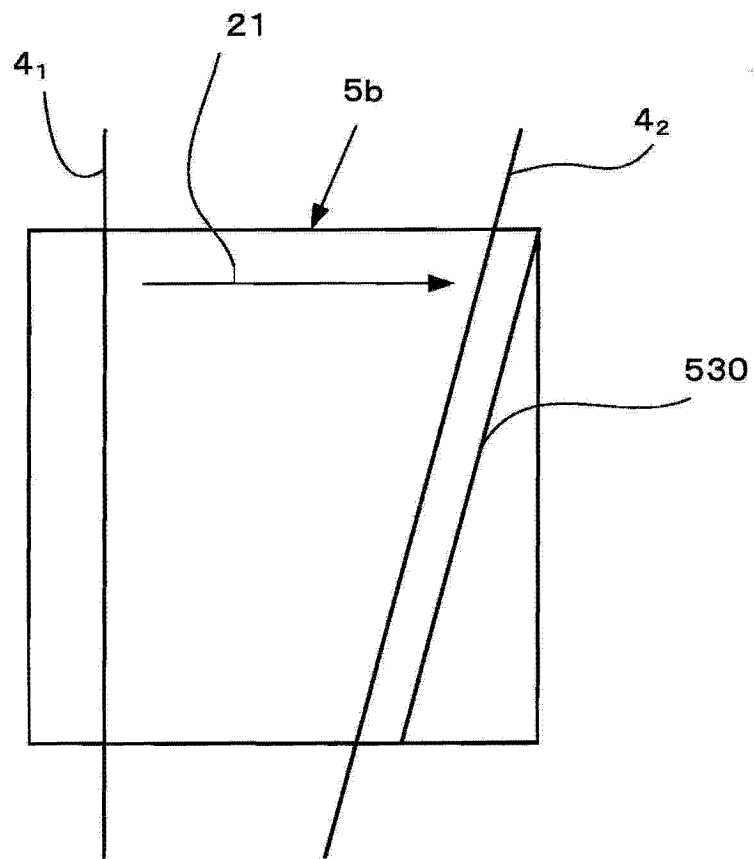


图 9

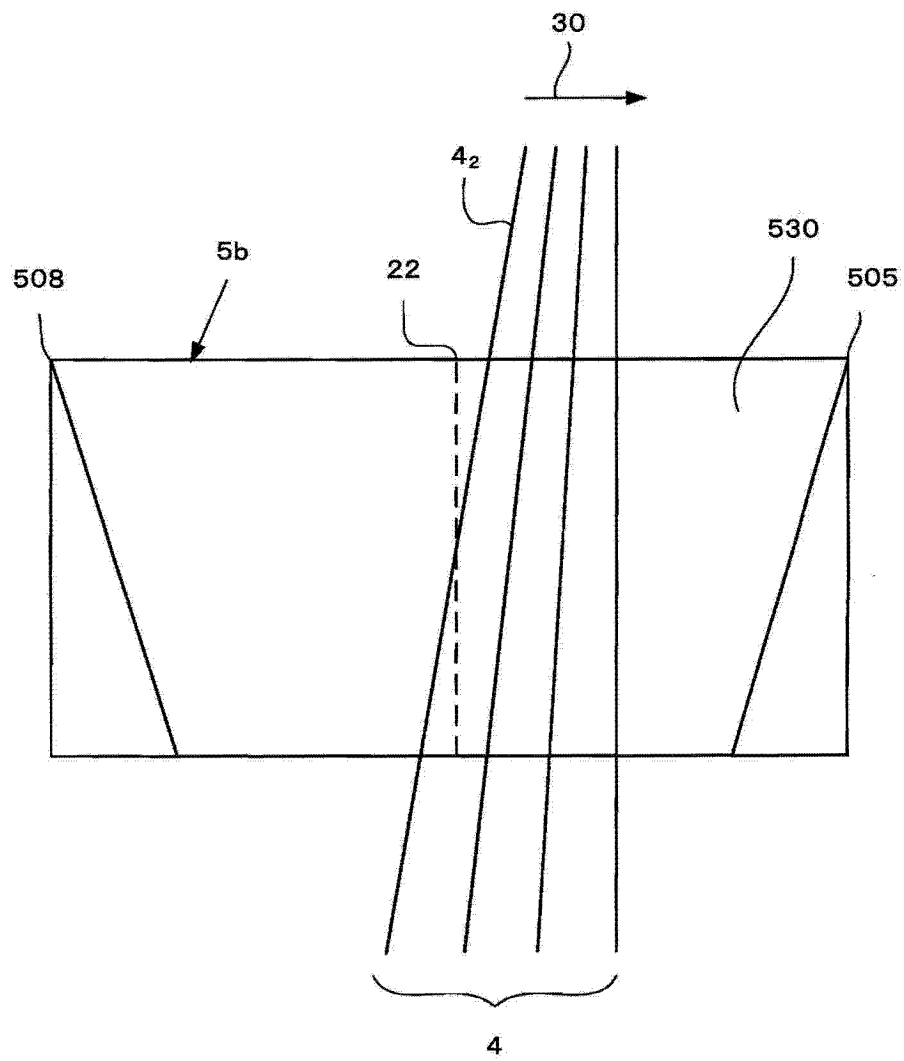


图 10

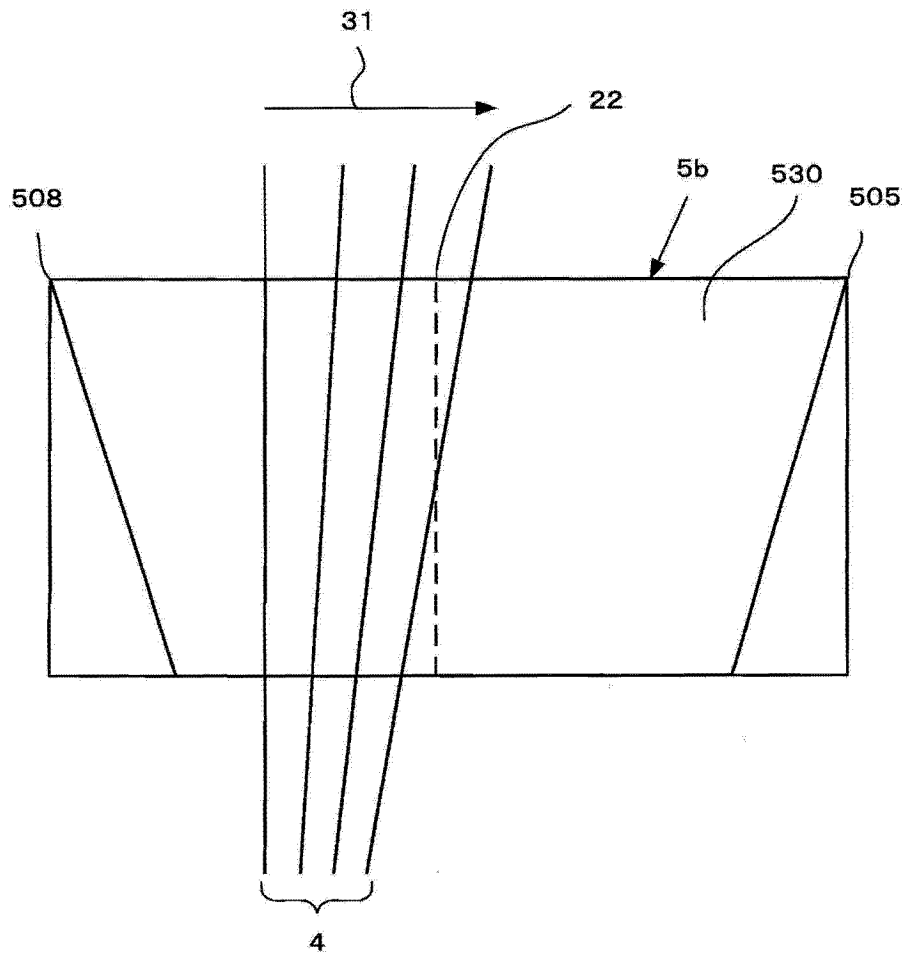


图 11

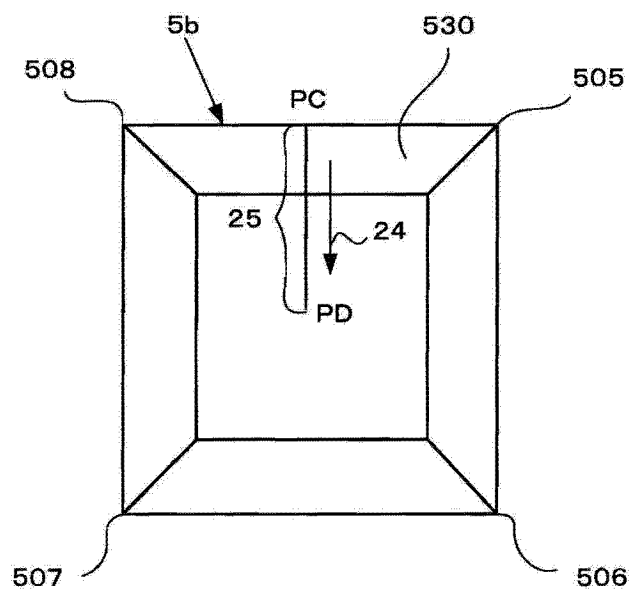


图 12

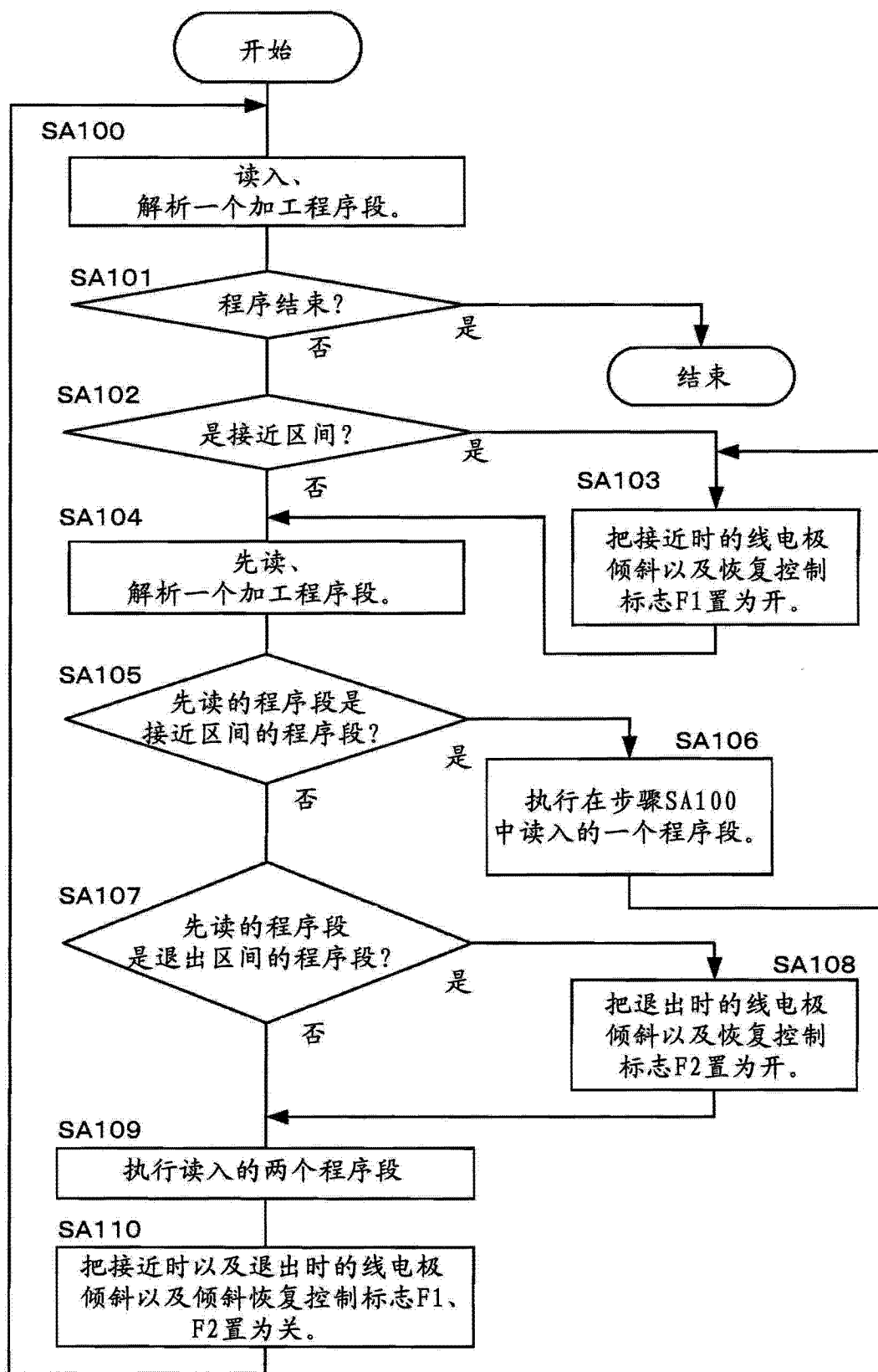


图 13