

1. 一种气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其是使用具有焊接控制装置和焊接电源的焊接系统, 用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其特征在于,

所述焊接控制装置以及所述焊接电源中的至少一方具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元,

所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元,

所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值 (V_a) 与输出电压检测值 (V_d) 的差值的瞬时电压误差值 ($Dv1$) 与第一增益 ($G1$) 相乘,

所述第二控制式将作为输出电压设定值 (V_s) 与预先设定的期间的平均输出电压检测值 (V_{ave}) 的差值的平均电压误差值 ($Dv2$) 与第二增益 ($G2$) 相乘,

基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值, 决定所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方,

基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方, 计算所述校正电流。

2. 根据权利要求1所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

在通过所述焊炬位置判定单元检测到被判定为所述焊嘴-母材间距离变短的所述焊炬位置检测值的情况下, 以提高所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方的方式进行控制。

3. 根据权利要求1或2所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

所述焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接是摆动焊接,

在焊炬摆动的范围内, 预先设定有分割为3个区间以上的焊炬位置区间,

所述焊炬位置判定单元在所述焊炬进行所述摆动时, 在进入了各所述焊炬位置区间的情况下判定为焊炬位置发生了变动, 并输出所述焊炬位置检测值。

4. 根据权利要求3所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

在所述焊炬位置区间中, 独立地设定有包括所述焊嘴-母材间距离最长的位置的中央区间、以及包括所述摆动的端部的摆动端区间这至少2个区间。

5. 根据权利要求4所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

以所述焊炬位于所述摆动端区间时的所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方分别比所述焊炬位于所述中央区间时的所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方高的方式进行控制。

6. 根据权利要求3所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

在针对每个所述焊炬位置区间控制所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方的情况下,

在各所述焊炬位置区间的边界或者边界附近, 开始所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方的增减,

所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方的增减速度设为 $0.05 \sim 0.10/\mu\text{s}$ 。

7. 根据权利要求4所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

所述摆动端区间相对于所述焊炬摆动的摆动宽度的 $1/2$ 的距离具有 $20 \sim 80\%$ 的宽度。

8. 一种气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其是焊接电流具有非稳态响应区间和稳态响应区间的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

在所述稳态响应区间中, 通过权利要求1或2所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法来计算所述校正电流。

9. 根据权利要求8所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

所述非稳态响应区间是焊接电流的波形控制区间。

10. 根据权利要求8所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法, 其中,

所述非稳态响应区间是焊接电流的瞬态响应区间。

11. 一种焊接系统, 其是具有焊接控制装置和焊接电源、且用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接系统, 其特征在于,

所述焊接控制装置以及所述焊接电源中的至少一方具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元,

所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元,

所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值 (V_a) 与输出电压检测值 (V_d) 的差值的瞬时电压误差值 ($Dv1$) 与第一增益 ($G1$) 相乘,

所述第二控制式将作为输出电压设定值 (V_s) 与预先设定的期间的平均输出电压检测值 (V_{ave}) 的差值的平均电压误差值 ($Dv2$) 与第二增益 ($G2$) 相乘,

基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值, 决定所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方,

基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方, 计算所述校正电流。

12. 一种焊接电源, 其是用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接电源, 其特征在于,

所述焊接电源具有:

焊炬位置判定单元, 其判定所述焊接中的焊炬位置; 以及

校正电流计算单元, 其计算用于反馈控制的校正电流,

所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值 (V_a) 与输出电压检测值 (V_d) 的差值的瞬时电压误差值 ($Dv1$) 与第一增益 ($G1$) 相乘,

所述第二控制式将作为输出电压设定值 (V_s) 与预先设定的期间的平均输出电压检测值 (V_{ave}) 的差值的平均电压误差值 ($Dv2$) 与第二增益 ($G2$) 相乘,

基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值, 决定所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方,

基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方, 计算所述校正电流。

13. 一种焊接控制装置, 其是与焊接电源一起使用, 用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接控制装置, 其特征在于,

所述焊接控制装置具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元,

所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元,

所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值 (V_a) 与输出电压检测值 (V_d) 的差值的瞬时电压误差值 ($Dv1$) 与第一增益 ($G1$) 相乘，

所述第二控制式将作为输出电压设定值 (V_s) 与预先设定的期间的平均输出电压检测值 (V_{ave}) 的差值的平均电压误差值 ($Dv2$) 与第二增益 ($G2$) 相乘，

所述焊接电源基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值，决定所述第一增益 ($G1$) 以及所述第二增益 ($G2$) 中的至少一方，

基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方，计算所述校正电流。

气体保护电弧焊接的输出控制方法、焊接系统、焊接电源以及 焊接控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在摆动等焊嘴-母材间距离变化的条件下进行焊接时的、气体保护电弧焊接的输出控制方法、焊接系统、焊接电源、以及焊接控制装置。

背景技术

[0002] 坡口内的气体保护电弧焊接通常在摆动的同时进行。若在坡口内进行摆动，则焊嘴-母材间距离随时变化，因此电弧长变得不稳定，或者飞溅的产生量增加。这样，在坡口内的气体保护电弧焊接中，存在以飞溅增加为主的关于焊接作业性的课题。需要说明的是，焊嘴-母材间距离有时也被称作突出长度。

[0003] 针对该课题，在专利文献1中公开了一种MAG焊接装置，在该MAG焊接装置中，即使是窄坡口，无论焊接焊丝的种类如何，均能够抑制熔深不良、坡口挖除、飞溅的产生以确保焊接品质。根据专利文献1所记载的技术，即使是坡口角度为10～40°这样的窄坡口，通过从焊炬朝向坡口供给CO₂混合比率为20～40%的保护气体，且将向焊接焊丝与钢管之间供给焊接电流的焊接电源的外部特性的斜率设为-17～-10V/100A，从而无论焊接焊丝的种类如何，均能够在抑制熔深不良、坡口挖除、飞溅的产生以确保焊接品质的同时对坡口进行焊接。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1：日本国特开2014-159034号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的课题

[0008] 然而，在专利文献1中，保护气体组成被局限于CO₂混合比率20～40%，无法应用通用的100%CO₂气体。另外，将焊接电源的外部特性的斜率限定于-17～-10V/100A的范围内。外部特性的斜率越大、即作为值越小，则供电焊嘴-母材间距离变动时的、焊接电流的变动变得越小，从而在电弧仿形、焊接电流控制中优选，但电弧长的变动、即电弧电压的变动变得越大，从而电弧长的自控制作用不起作用。

[0009] 另一方面，外部特性的斜率越小、即作为值越接近0，则成为恒定电压特性的倾向，从而电弧长的自控制作用起作用，有助于电弧稳定化。然而，焊接电流的变动变得越大，反馈电流指令值的精度变差，因此在电弧仿形、焊接电流控制中带来不良影响，结果是焊接作业性变差。

[0010] 即，仅通过外部特性难以同时满足在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动。

[0011] 本发明鉴于上述的课题而提出，其目的在于，在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中，无论保护气体如何，均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动，从而得

到良好的焊接作业性,并且在以摆动的方式进行焊接的情况下,能够实现精度更好的电弧仿形。

[0012] 用于解决课题的方案

[0013] 因此,本发明的上述目的通过与气体保护电弧焊接的输出控制方法有关的下述(1)的结构来达成。

[0014] (1)一种气体保护电弧焊接的输出控制方法,其是使用具有焊接控制装置和焊接电源的焊接系统,用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其特征在于,

[0015] 所述焊接控制装置以及所述焊接电源中的至少一方具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元,

[0016] 所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元,

[0017] 所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

[0018] 所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值 V_a 与输出电压检测值 V_d 的差值的瞬时电压误差值 $Dv1$ 与第一增益 $G1$ 相乘,

[0019] 所述第二控制式将作为输出电压设定值 V_s 与预先设定的期间的平均输出电压检测值 $Vave$ 的差值的平均电压误差值 $Dv2$ 与第二增益 $G2$ 相乘,

[0020] 基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值,决定所述第一增益 $G1$ 以及所述第二增益 $G2$ 中的至少一方,

[0021] 基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方,计算所述校正电流。

[0022] 根据该结构,在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中,无论保护气体如何,均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,从而得到良好的焊接作业性,并且在以摆动的方式进行焊接的情况下,能够实现精度更良好的电弧仿形。

[0023] 另外,与气体保护电弧焊接的输出控制方法有关的本发明的优选实施方式涉及以下的(2)~(10)。

[0024] (2)根据(1)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,在通过所述焊炬位置判定单元检测到被判定为所述焊嘴-母材间距离变短的所述焊炬位置检测值的情况下,以提高所述第一增益 $G1$ 以及所述第二增益 $G2$ 中的至少一方的方式进行控制。

[0025] 根据该结构,将电弧长维持为大致恒定,从而能够进行焊道形状良好的焊接。

[0026] (3)根据(1)或(2)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,

[0027] 所述焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接是摆动焊接,

[0028] 在焊炬摆动的范围内,预先设定有分割为3个区间以上的焊炬位置区间,

[0029] 所述焊炬位置判定单元在所述焊炬进行所述摆动时,在进入了各所述焊炬位置区间的情况下判定为焊炬位置发生了变动,并输出所述焊炬位置检测值。

[0030] 根据该结构,能够针对被预先分割为3个以上的区间的焊炬位置区间中的每个输出焊炬位置检测值。

[0031] (4)根据(3)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,

[0032] 在所述焊炬位置区间中,独立地设定有包括所述焊嘴-母材间距离最长的位置的中央区间、以及包括所述摆动的端部的摆动端区间这至少2个区间。

[0033] 根据该结构,能够针对包括焊嘴-母材间距离最长的位置的中央区间、以及包括摆

动的端部的摆动端区间中的每个区间输出焊炬位置检测值。

[0034] (5) 根据(4)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,以所述焊炬位于所述摆动端区间时的所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方分别比所述焊炬位于所述中央区间时的所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方高的方式进行控制。

[0035] 根据该结构,在摆动端区间中,提高第一增益G1以及第二增益G2中的至少一方,从而能够将电弧长维持为大致恒定。

[0036] (6) 根据(3)至(5)中任一项所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,

[0037] 在针对每个所述焊炬位置区间控制所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方的情况下,

[0038] 在各所述焊炬位置区间的边界或者边界附近,开始所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方的增减,

[0039] 所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方的增减速度设为0.05~0.10/ μ s。

[0040] 根据该结构,能够使焊炬位置区间的边界处的第一增益G1以及第二增益G2的增减平滑地增减。

[0041] (7) 根据(4)或(5)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,所述摆动端区间相对于所述焊炬摆动的摆动宽度的1/2的距离具有20~80%的宽度。

[0042] 根据该结构,能够提高摆动端区间中的焊接部的外观。

[0043] (8) 一种气体保护电弧焊接的输出控制方法,其是焊接电流具有非稳态响应区间和稳态响应区间的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,

[0044] 在所述稳态响应区间中,通过(1)至(7)中任一项所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法来计算所述校正电流。

[0045] 根据该结构,对于稳态响应区间中的焊接,在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,从而能够得到良好的焊接作业性,并且实现精度更良好的电弧仿形。

[0046] (9) 根据(8)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,所述非稳态响应区间是焊接电流的波形控制区间。

[0047] 根据该结构,得到更良好的焊接作业性。

[0048] (10) 根据(8)所述的气体保护电弧焊接的输出控制方法,其中,所述非稳态响应区间是焊接电流的瞬态响应区间。

[0049] 根据该结构,得到更良好的焊接作业性。

[0050] 另外,本发明的上述目的通过与焊接系统有关的下述(11)的结构来达成。

[0051] (11) 一种焊接系统,其是具有焊接控制装置和焊接电源、且用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接系统,其特征在于,

[0052] 所述焊接控制装置以及所述焊接电源中的至少一方具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元,

[0053] 所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元,

[0054] 所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方,

[0055] 所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值Va与输出电压检测值Vd的差值的瞬

时电压误差值Dv1与第一增益G1相乘，

[0056] 所述第二控制式将作为输出电压设定值Vs与预先设定的期间的平均输出电压检测值Vave的差值的平均电压误差值Dv2与第二增益G2相乘，

[0057] 基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值，决定所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方，

[0058] 基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方，计算所述校正电流。

[0059] 根据该结构，在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中，无论保护气体如何，均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动，从而得到良好的焊接作业性，并且在以摆动的方式进行焊接的情况下，能够实现精度更良好的电弧仿形。

[0060] 另外，本发明的上述目的通过与焊接电源有关的下述(12)的结构来达成。

[0061] (12)一种焊接电源，其是用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接电源，其特征在于，

[0062] 所述焊接电源具有：

[0063] 焊炬位置判定单元，其判定所述焊接中的焊炬位置；以及

[0064] 校正电流计算单元，其计算用于反馈控制的校正电流，

[0065] 所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方，

[0066] 所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值Va与输出电压检测值Vd的差值的瞬时电压误差值Dv1与第一增益G1相乘，

[0067] 所述第二控制式将作为输出电压设定值Vs与预先设定的期间的平均输出电压检测值Vave的差值的平均电压误差值Dv2与第二增益G2相乘，

[0068] 基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值，决定所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方，

[0069] 基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方，计算所述校正电流。

[0070] 根据该结构，在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中，无论保护气体如何，均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动，从而得到良好的焊接作业性，并且在以摆动的方式进行焊接的情况下，能够实现精度更良好的电弧仿形。

[0071] 另外，本发明的上述目的通过与焊接控制装置有关的下述(13)的结构来达成。

[0072] (13)一种焊接控制装置，其是与焊接电源一起使用，用于进行在焊接中焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的焊接控制装置，其特征在于，

[0073] 所述焊接控制装置具有判定所述焊接中的焊炬位置的焊炬位置判定单元，

[0074] 所述焊接电源具有计算用于反馈控制的校正电流的校正电流计算单元，

[0075] 所述校正电流计算单元包括第一控制式以及第二控制式中的至少一方，

[0076] 所述第一控制式将作为瞬时输出电压设定值Va与输出电压检测值Vd的差值的瞬时电压误差值Dv1与第一增益G1相乘，

[0077] 所述第二控制式将作为输出电压设定值Vs与预先设定的期间的平均输出电压检测值Vave的差值的平均电压误差值Dv2与第二增益G2相乘，

[0078] 所述焊接电源基于由所述焊炬位置判定单元判定出的焊炬位置检测值，决定所述第一增益G1以及所述第二增益G2中的至少一方，

[0079] 基于所述第一控制式以及所述第二控制式中的至少一方，计算所述校正电流。

[0080] 根据该结构,在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中,无论保护气体如何,均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,从而得到良好的焊接作业性,并且在以摆动的方式进行焊接的情况下,能够实现精度更良好的电弧仿形。

[0081] 发明效果

[0082] 根据本发明,在焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中,无论保护气体如何,均在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,从而得到良好的焊接作业性,并且在以摆动的方式进行焊接的情况下,能够实现精度更良好的电弧仿形。

附图说明

[0083] 图1是示出本发明的电弧焊接系统的一构成例的概略图。

[0084] 图2是示出以摆动的方式焊接坡口的状态的概念图。

[0085] 图3是焊接电源的框图。

[0086] 图4是根据焊嘴-母材间距离而使电弧特性增益变化,以对坡口进行摆动焊接的说明图。

[0087] 图5是示出基于脱离检知信号的向非稳态响应区间的转移与稳态响应区间的关系的图表。

[0088] 图6是示出对应于焊嘴-母材间距离的电弧特性增益、以及电弧电压及焊接电流的波形的说明图。

[0089] 图7是示出稳态响应区间和非稳态响应区间中的焊接控制的步骤的流程图。

[0090] 图8是示出在将电弧特性增益固定了的焊接条件下实施了摆动焊接的情况下的用于比较的试验结果的说明图。

[0091] 图9是示出在图8所示的将电弧特性增益固定了的摆动焊接中,由电弧特性增益的差异引起的电压波形及电流波形的变化、以及焊接部的状态的图。

具体实施方式

[0092] 以下,参照附图对本发明的一实施方式进行说明。本实施方式是使用了焊接机器人的情况的一例,本发明的仿形控制并不限于本实施方式的结构。例如,也可以在使用了台车的自动焊接装置上搭载本发明的仿形控制。

[0093] <电弧焊接系统的概要>

[0094] 图1是示出本实施方式的电弧焊接系统的结构例的概略图。电弧焊接系统50具备焊接机器人100、进给装置300、焊接电源400、保护气体供给装置500、以及焊接控制装置600。

[0095] 焊接电源400经由正的电缆线410与作为消耗式电极的焊接焊丝211连接,并经由负的电缆线430与作为被焊接物的工件 W_0 连接。该连接是以逆极性进行焊接的情况,在以正极性进行焊接的情况下,焊接电源400经由正的电缆线与工件 W_0 连接,并经由负的电缆线与焊接焊丝211连接。

[0096] 另外,焊接电源400与焊接焊丝211的进给装置300分别通过信号线连接,能够对焊接焊丝的输送速度进行控制。

[0097] 焊接机器人100具备末端执行器的焊炬200。焊炬200具有向焊接焊丝211通电的通

电机机构、即导电嘴。焊接焊丝211通过来自导电嘴的通电而从前端产生电弧，利用其热量对作为焊接的对象的工件W₀进行焊接。

[0098] 而且，焊炬200具备作为喷出保护气体的机构的保护气体喷嘴210。保护气体可以是二氧化碳气体、氩气、或者例如氩+CO₂这样的混合气体中的任一种。需要说明的是，更优选二氧化碳气体，在混合气体的情况下，更优选在Ar中混合10～30%的二氧化碳气体的体系。保护气体从保护气体供给装置500供给。

[0099] 在本实施方式中使用的焊接焊丝211可以是不包含助焊剂的实芯焊丝、以及包含助焊剂的药芯焊丝中的任一种。焊接焊丝211的材质没有限制，例如材质可以是软钢，也可以是不锈钢、铝、钛，还可以在焊丝表面镀Cu等。而且，焊接焊丝211的直径也没有特别限制。在本实施方式的情况下，优选将直径的上限设为1.6mm，将下限设为0.8mm。

[0100] 另外，工件W₀是用于角焊或者坡口焊接的接头形状，只要是这些焊接，则接头形状没有特别限制。作为角焊可举出向下角焊、水平角焊等，角焊的角度没有特别限制，也可以是非直角。坡口焊接的坡口形状没有特别限制，但可举出V型、L型、U型等。

[0101] 需要说明的是，如图2所示，在本实施方式中，工件W₀具有坡口。图中所示的工件W₀是从焊接行进方向观察的，装配于焊接机器人100的焊炬200一边向图中的箭头所示的左右方向摆动一边对工件W₀进行焊接。即，在本实施方式中，作为焊嘴-母材间距离变动的焊接的一例，以向下焊接中的摆动焊接为例进行说明。

[0102] 焊接控制装置600对焊接机器人100的动作进行控制。焊接控制装置600预先保存有确定焊接机器人100的动作模式、焊接开始位置、焊接结束位置、焊接条件、摆动动作等的示教数据，对焊接机器人100指示这些示教数据来控制焊接机器人100的动作。另外，焊接控制装置600按照示教数据，将焊接作业中的焊接电流、焊接电压、进给速度等焊接条件提供给焊接电源400。

[0103] 焊接电源400根据来自焊接控制装置600的指令，向焊接焊丝211以及工件W₀供给电力，从而在焊接焊丝211与工件W₀之间产生电弧。另外，焊接电源400根据来自焊接控制装置600的指令，向进给装置300输出用于控制焊接焊丝211的进给速度的信号。

[0104] <焊接控制装置的功能结构>

[0105] 焊接控制装置600具备：未图示的示教数据储存部，其存储有预先制作的示教数据；未图示的示教数据解析部，其对示教数据进行解析；未图示的轨迹计划部，其生成用于向控制焊接机器人100的各轴的机器人驱动部、即伺服驱动器进行指令的伺服指令信息；以及焊炬位置检测部610（参照图3。以下，也称作“焊炬位置判定单元”），其基于伺服指令信息检测焊炬位置。

[0106] 作为焊炬位置检测部610，没有特别限定，能够测定焊接电流变化，并能够使用模仿坡口宽度的电弧传感器、激光传感器、视觉传感器等来判定焊炬位置。另外，也能够作为数据存储于数据储存部。

[0107] 由焊炬位置检测部610得到的焊炬位置信息作为数字信号向焊接电源400输入。需要说明的是，焊炬位置检测部610也可以位于焊接电源400内，在该情况下，可以从焊接控制装置600向焊接电源400内的焊炬位置检测部输入伺服指令信息。向焊接电源400输入的焊炬位置信息输出至焊接电源400的存储部DB。

[0108] 示教数据储存部储存确定焊接机器人100的动作模式等的示教数据。示教数据由

作业者通过未图示的示教器而预先制作。需要说明的是,制作方法也可以是示教器以外的方法。例如,也可以在个人计算机上制作示教数据,并通过无线或者有线通信等储存于示教数据储存部。

[0109] 示教数据解析部以例如进行了焊接开始的操作为契机,从示教数据储存部调出示教数据,并对示教数据进行解析。通过该示教数据的解析,生成示教轨迹信息以及焊接条件指令信息。示教轨迹信息是包含焊接速度、摆动条件等在内的、确定焊接作业中的焊接机器人100的轨迹的信息。另外,焊接条件指令信息是用于进行与焊接作业中的焊接电流、焊接电压、进给速度有关的指令的信息,包含电弧接通/关闭的指令,且包含各焊接条件的控制指令等。接着,示教数据解析部将所生成的示教轨迹信息输出至轨迹计划部。另外,示教数据解析部也可以将所生成的焊接条件指令信息输出至焊接电源400。

[0110] 轨迹计划部基于从示教数据解析部输入的示教轨迹信息,计算焊接机器人100的目标位置,并生成用于控制焊接机器人100的各轴的伺服指令信息。接着,轨迹计划部将所生成的伺服指令信息向焊接机器人100的驱动部输出。根据伺服指令信息,焊接机器人100进行基于示教数据的动作。另外,在伺服指令信息中包含用于指令使焊炬200摆动的位置的摆动位置指令信息。

[0111] 需要说明的是,在焊接控制装置600中优选设置有检测摆动的左右偏移的单元、以及基于所检测的左右偏移计算摆动中心的校正量并将该摆动中心的校正量向轨迹计划部输入的校正量计算单元的功能。由此,轨迹计划部能够基于校正量再设定摆动位置指令信息,并将伺服指令信息向焊接机器人的驱动部输出。需要说明的是,检测摆动的左右偏移的单元没有特别限制,例如可举出根据电弧传感器检测左右偏移的单元。

[0112] <焊接电源的功能结构>

[0113] 如图3所示,焊接电源400具备:电力供给部PM,其供给用于产生电弧以进行焊接的电力;加法电路ADD,其接受进给速度指令、焊接电流指令或者焊接电压指令等信号,运算电力供给部PM的控制量;电压检测部VD,其检测焊接中的焊接电压,并输出焊接电压检测信号Vd;电流检测部ID,其检测焊接中的焊接电流,并输出焊接电流检测信号Id;以及校正量计算电路440,其计算电力供给部PM的控制量的校正量。

[0114] 焊接电源400的电力供给部PM将3相200V等商用电源作为输入,针对所输入的交流电压,根据从未图示的电源控制部输出的误差放大信号并通过逆变器控制、逆变器变压器、整流器等进行输出控制,从而输出焊接电压以及焊接电流。另外,为了使输出电压平滑,也可以构成电抗器WL。

[0115] 电流检测部ID检测焊接中的焊接电流并输出焊接电流检测信号Id。焊接电流检测信号Id由未图示的A/D变换部进行数字转换,并向电流误差放大电路EI、未图示的其他控制电路例如脉冲生成等的电流控制电路等校正电路等输入。需要说明的是,电流误差放大电路EI将作为后述的控制输出电流设定信号Iset与焊接电流检测信号Id的误差放大信号的电流误差放大信号Ei向电力供给部PM输入。电力供给部PM根据该电流误差放大信号Ei,通过逆变器控制、逆变器变压器、整流器等进行输出控制,从而输出焊接电压以及焊接电流。

[0116] 电压检测部VD检测焊接中的焊接电压并输出焊接电压检测信号Vd。焊接电压检测信号Vd由A/D变换部进行数字转换,并向后述的电压平均计算电路450、校正量计算电路440、以及未图示的其他控制电路例如短路判定电路等校正电路等输入。

[0117] 加法电路ADD输入从校正量计算电路440输出的校正电流Ierr。加法电路ADD将校正电流Ierr与从焊接电流设定电路IS输出的焊接电流设定信号Is相加,向电流误差放大电路EI输出控制输出电流设定信号Iset。校正电流Ierr不仅可以从校正量计算电路440输出,也可以从未图示的其他校正电路输出,并输入加法电路ADD。需要说明的是,其他校正电路例如可举出用于控制短路期间、电弧期间的校正电路、用于控制外部特性的校正电路等。

[0118] <校正量计算电路的功能结构>

[0119] 校正量计算电路440包括校正电流计算部460、瞬时电压计算部DV1、平均电压计算部DV2。

[0120] 瞬时电压计算部DV1输入焊接电压检测信号Vd以及后述的瞬时输出电压设定信号Va输入,并将作为它们的差异Va-Vd的瞬时电压误差信号Dv1输出至校正电流计算部460。

[0121] 平均电压计算部DV2输入从输出电压设定电路VS输出的输出电压设定信号Vs以及从电压平均计算电路450输出的平均输出电压检测信号Vave,并将作为它们的差异Vs-Vave的平均电压误差信号Dv2输出至校正电流计算部460。需要说明的是,平均输出电压检测信号Vave是将焊接电压检测信号Vd在电压平均计算电路450中作为预先决定的期间的平均而计算的。

[0122] 在校正电流计算部460中,输入瞬时电压误差信号Dv1、平均电压误差信号Dv2,并例如通过以下的计算式(1)而输出校正电流Ierr。

[0123] $I_{err} = G1 \times (Dv1 + C) + G2 \times Dv2 \dots \dots \quad (1)$

[0124] 在此,G1、G2是校正系数(以下,也称作“电弧特性增益”。),C是预先确定的校正值(常量)。校正系数G1、G2以及校正值C从存储部DB(DataBase)输出,且根据从焊炬位置检测部610输入至存储部DB的焊炬位置信息,决定最佳的校正系数G1、G2以及校正值C。例如,在存储部DB中具有焊炬位置-校正系数G1、G2以及校正值C的数据库,根据该数据库来输出校正系数G1、G2以及校正值C。

[0125] 输入至校正电流计算部460的瞬时电压误差信号Dv1以及平均电压误差信号Dv2可以是任一方的输入,但为了提高精度,优选使用两者。

[0126] 需要说明的是,存储部DB也可以还具有焊接电源的外部特性系数(也称作“焊接电源的输出特性”。),并根据焊炬位置而使外部特性系数变化。需要说明的是,在本实施方式中,在校正系数G1、G2内也可以包含外部特性系数。另外,从焊丝进给速度设定电路WFR向存储部DB向输入并存储焊丝进给速度设定信号Wfr。

[0127] 另外,瞬时输出电压设定信号Va被预先输入至存储部DB。瞬时输出电压设定信号Va是在利用电子电抗器等进行改变负载的波形控制等相应的瞬态响应时发生的、针对瞬间的电压变化时的设定信号,在本实施方式中,以相对于瞬态响应时间使瞬时输出电压设定信号Va线性地变化的方式进行控制。需要说明的是,相对于瞬态响应时间使瞬时输出电压设定信号Va变化的系数、即斜率以及函数被预先输入至存储部DB。需要说明的是,在稳态响应期间,Va成为恒定的值。

[0128] <气体保护电弧焊接的输出控制方法>

[0129] 接下来,参照图4,对气体保护电弧焊接的输出控制方法进行具体说明。如上所述,在存储部DB预先存储有每个焊炬位置的电弧特性增益G1、G2。需要说明的是,也可以使存储部DB具有作为焊炬位置的焊嘴-母材间距离与电弧特性增益G1、G2的关系式。

[0130] 在图4所示的实施方式中,将摆动的可动范围即摆动宽度W分割3份成3个区间、即区间1-1、区间2以及区间1-2。另外,根据针对每个焊炬位置存储于存储部DB的电弧特性增益G1、G2,使各区间中的电弧特性增益G1、G2的至少一方变动。

[0131] 需要说明的是,在以下的说明中,将两电弧特性增益G1、G2统称为电弧特性增益G。电弧特性增益的控制优选针对每个焊炬位置即焊嘴-母材间距离随时变更最佳的电弧特性增益,但从简单地进行控制的观点出发,也可以如图4所示的实施方式那样,针对每个预先确定的可动范围来控制电弧特性增益。另外,在本实施方式中,焊嘴-母材间距离变大的区间2控制为相比于焊嘴-母材间距离变小的区间1-1或者区间1-2降低电弧特性增益。这样,存在控制为焊炬位置的焊嘴-母材间距离越大则电弧特性增益越为降低的倾向。因而,在图4所示的实施方式中,区间2相比于区间1-1或者区间1-2而减小电弧特性增益,因此为了便于说明,作为小的电弧特性增益以“GS”来表示,区间1-1或者区间1-2相比于区间2而增大电弧特性增益,因此为了便于说明,作为大的电弧特性增益以“GL”来表示。

[0132] 如图4所示,在进行焊炬200从摆动宽度W的左端向右方向移动、且在摆动宽度W的右端U形转弯而向摆动宽度W的左端返回那样的摆动焊接的情况下,焊炬200如正弦波形所示那样左右移动。需要说明的是,该焊炬200的运动在图3所示的焊炬位置检测部610中,如图4的下图中的矩形波所示那样,被划分为3个区间而分别被识别。

[0133] 接着,在区间1-1以及区间1-2中,大的电弧特性增益GL输入校正电流计算部460,计算校正电流Ierr,并对控制输出电流设定信号Iset进行校正。由此,在摆动宽度W的左右端(以后,也称作“摆动端”。)即区间1-1以及区间1-2中,电弧长控制进一步稳定,有助于焊接作业性的提高。接着,在区间2中,小的电弧特性增益GS输入校正电流计算部460,计算校正电流Ierr,并对控制输出电流设定信号Iset进行校正。由此,可抑制飞溅的产生数。

[0134] 这样,在焊嘴-母材间距离短的摆动宽度W的左右端即区间1-1以及区间1-2的焊接中,通过提高电弧特性增益G、即采用大的电弧特性增益GL,将电弧长维持为大致恒定,从而进行止端部的融合性良好的焊接。另外,在焊嘴-母材间距离长的中央区间即区间2的焊接中,通过降低电弧特性增益G、即采用小的电弧特性增益GS,抑制电流变动,从而进行抑制了飞溅的产生数的焊接。

[0135] 这样,在坡口内的焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接中,通过一边基于焊炬位置检测部610检测的焊炬位置信息来变更电弧特性增益G、一边进行焊接,从而在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,能够进行精度更良好的电弧焊接。

[0136] 需要说明的是,在摆动宽度W被分割为3个区间的情况下,在各区间的边界处,电弧特性增益G从GL向GS变更,或者从GS向GL变更。作为具体的变更方法,具有如下等方法:(a)在焊炬200到达了各区间的边界时,将电弧特性增益G1、G2阶梯状地变更的情况;(b)从边界的跟前开始变更并在边界处结束变更的情况;(c)如从边界的跟前开始变更并在通过了边界之后结束变更那样、跨过边界进行变更的情况。采用哪种方法可以根据坡口形状等条件适当选择,但电弧特性增益G1、G2的增减速度例如优选以 $0.05 \sim 0.10/\mu\text{s}$ 线性地变更。由此,能够使焊炬位置区间的边界处的第一增益G1以及第二增益G2的增减平滑地增减。

[0137] 需要说明的是,从本实施方式的控制的观点出发,分割的区间数优选分割为3个或更多。另外,更优选至少包括焊嘴-母材间距离最长的区间(区间2)、以及位于摆动宽度W的左右端(区间1-1以及区间1-2)的区间。由此,能够针对预先分割为3个区间以上的每个焊炬

位置区间输出焊炬位置检测值。另外,能够针对包括焊嘴-母材间距离最长的位置的中央区间、以及包括摆动的端部的摆动端区间中的每一方输出焊炬位置检测值。

[0138] 在将摆动宽度W分割为3个区间的情况下,摆动宽度W的左右端即区间1-1以及区间1-2可以相对于摆动宽度W的1/2的距离(W/2)设定为20~80%的宽度,优选为40~70%,更有选为50~60%。由此,能够提高摆动端区间中的焊接部的外观。

[0139] 电弧特性增益G的控制也可以仅应用于焊接电流中的某一定区间。在此,一定区间是指稳态响应区间,将除此以外的区间设为非稳态响应区间。例如,在通过某种触发而在焊接电流的特定区间中进行波形控制的情况下,进行波形控制的区间成为非稳态响应区间,未进行波形控制的区间成为稳态响应区间。需要说明的是,通常,在进行波形控制的情况下进行恒定电流控制,在未进行波形控制的情况下进行恒定电压控制,因此在通过某种触发而在特定区间中进行恒定电流控制的情况下,可以说进行恒定电流控制的区间成为非稳态响应区间,进行恒定电压控制的区间为稳态响应区间。另外,如日本特开2016-159316号公报所记载的那样,在作为瞬态响应区间的一例的短路期间和电弧期间(非短路期间)混合存在的情况下,短路期间成为非稳态响应区间,电弧期间相当于稳态响应区间。而且,也可以与电弧特性增益G的控制一起使焊接条件变化。作为焊接条件,可举出焊接电流、焊接电压、焊接速度、波形控制、频率等。

[0140] 作为一例,基于图5~图7对通过脱离检知信号的触发而在焊接电流的特定区间中进行波形控制的情况的具体例进行说明。如图5所示,在检知到脱离检知信号的情况下,以该检知为触发而焊接电流转移至非稳态响应区间、即波形控制区间。在预先确定的期间后,波形控制结束,返回稳态响应区间。在摆动时的焊炬位置变动中,该控制优选为控制为如图6所示那样,在焊炬位置的焊嘴-母材间距离大的位置、即区间2中,进行脱离检知,关于包含止端位置在内的位置、即区间1-1、区间1-2,不考虑脱离检知。

[0141] 具体地说,如图7所示,在焊接开始后(步骤S1)处于稳态响应区间(步骤S2)的情况下,通过焊炬位置判定,判定是区间2还是区间1-1或者区间1-2(步骤S3)。控制为,在判定为是区间1-1或者区间1-2的情况下,将电弧特性增益G设为大的电弧特性增益GL(步骤S4),在判定为是区间2的情况下,将电弧特性增益G设为小的电弧特性增益GS(步骤S5)。另外,在判定为是区间2、并且控制为小的电弧特性增益GS之后检知到脱离检知信号的情况(步骤S6)下,转移至非稳态响应区间、即波形控制区间(步骤S7)。而且,将电弧特性增益G设为关闭(步骤S8)。需要说明的是,在此所说的“电弧特性增益关闭”是指不输入校正电流Ierr。在预先确定的波形控制区间结束时,返回稳态响应区间,进行基于焊炬位置的电弧特性增益G的控制。

[0142] 如上所述,在焊接电流具有非稳态响应区间和稳态响应区间的情况下,优选在稳态响应区间中,通过在上述的本实施方式中说明的输出控制方法计算校正电流。由此,对于稳态响应区间中的焊接,在维持电弧长控制的同时抑制焊接电流的变动,从而能够得到良好的焊接作业性,并且能够实现精度更良好的电弧仿形。

[0143] 另外,上述非稳态响应区间优选为焊接电流的波形控制区间。由此,得到更良好的焊接作业性。

[0144] 而且,非稳态响应区间优选为焊接电流的瞬态响应区间。由此,得到更良好的焊接作业性。

[0145] <用于比较的试验结果>

[0146] 为了调查由电弧特性增益G的差异引起的对焊道外观以及飞溅产生量的影响,在将电弧特性增益固定、且图8所示的焊接条件通过向下角焊对T接头进行焊接。即,在摆动宽度W的全长的范围内将电弧特性增益固定而实施了摆动焊接。图9示出在将电弧特性增益固定了的摆动焊接中,由于电弧特性增益的差异引起的电压波形及电流波形的变化以及焊接部的状态。

[0147] 如图9所示,在以大的电弧特性增益GL固定了的情况下,电流波形出现变动,电弧长控制稳定,从而虽然止端部的融合性良好,但产生了较多的飞溅。另外,在以小的电弧特性增益GS固定了的情况下,电流波形稳定,从而虽然止端部的融合性存在问题,但飞溅的产生数减少了。

[0148] 需要说明的是,在上述的说明中,作为焊嘴-母材间距离变化的气体保护电弧焊接的一例,以摆动地焊接T接头的情况为例进行了说明,但只要是焊嘴-母材间距离变化的焊接,则并不局限于此,也能够应用本发明。

[0149] 另外,本发明并不限于前述的实施方式,能够适当进行变形、改善等。

[0150] 以上,参照附图对各种实施方式进行了说明,但本发明当然并不限于该例子。只要是本领域技术人员则可理解,在权利要求书所记载的范围内,显然能够想到各种变更例或者修正例,这些各种变更例或者修正例当然也属于本发明的技术范围。另外,在不脱离发明的主旨的范围内,也可以将上述实施方式中的各构成要素任意组合。

[0151] 需要说明的是,本申请基于2020年1月29日申请的日本专利申请(特愿2020-012535),其内容在本申请中作为参照而援用。

[0152] 附图标记说明:

[0153]	50	电弧焊接系统
[0154]	100	焊接机器人
[0155]	200	焊炬
[0156]	400	焊接电源
[0157]	440	校正量计算电路(校正电流计算单元)
[0158]	460	校正电流计算部(校正电流计算单元)
[0159]	600	焊接控制装置
[0160]	610	焊炬位置检测部(焊炬位置判定单元)
[0161]	Dv1	瞬时电压误差信号(瞬时电压误差值)
[0162]	Dv2	平均电压误差信号(平均电压误差值)
[0163]	G1	电弧特性增益(第一增益)
[0164]	G2	电弧特性增益(第二增益)
[0165]	Ierr	校正电流
[0166]	Va	瞬时输出电压设定信号(瞬时输出电压设定值)
[0167]	Vave	平均输出电压检测信号(平均输出电压检测值)
[0168]	Vd	焊接电压检测信号(输出电压检测值)
[0169]	Vs	输出电压设定信号(输出电压设定值)
[0170]	W	摆动宽度

- [0171] 区间1-1、区间1-2 摆动端区间
- [0172] 区间2 中央区间。

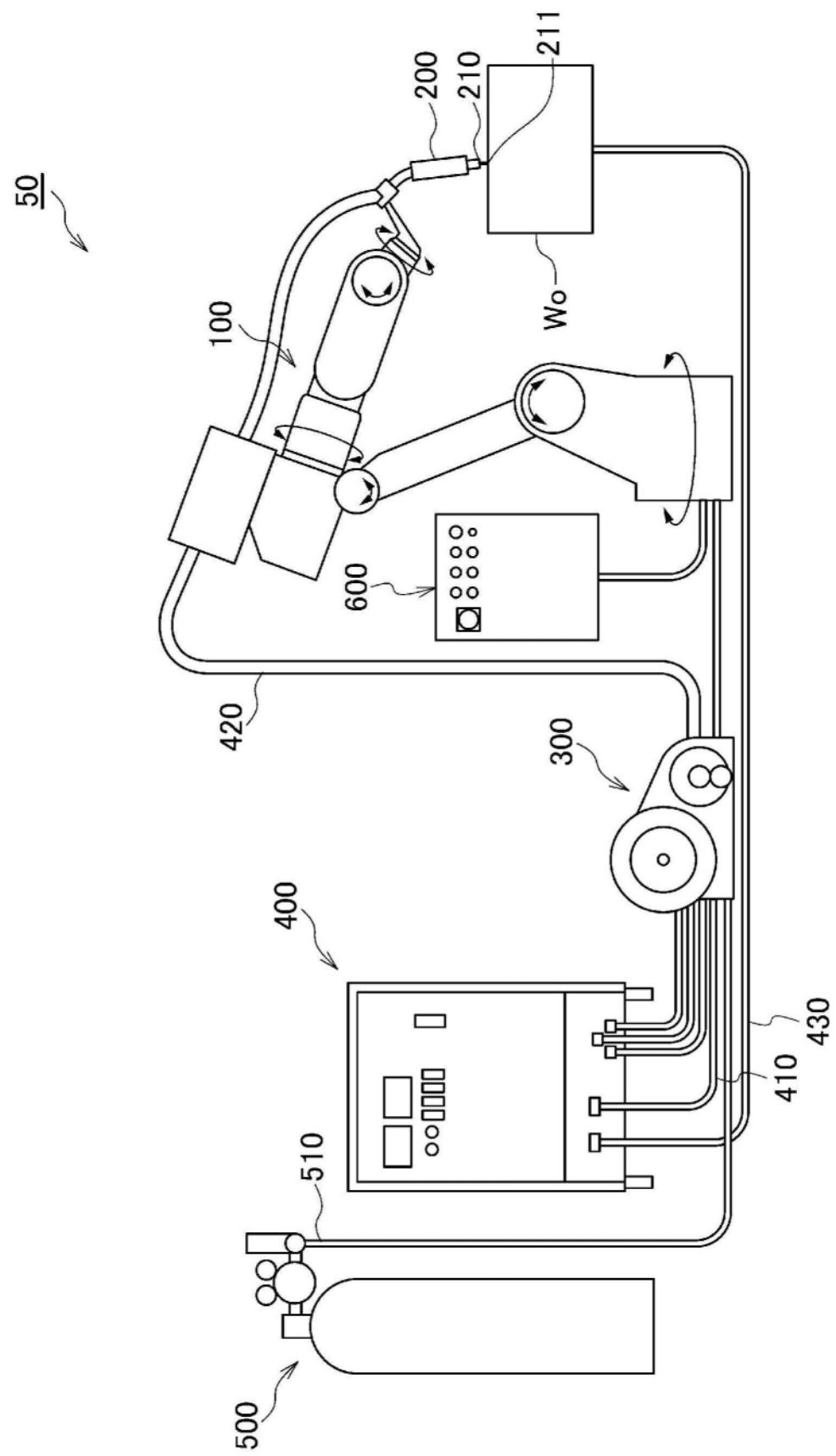


图1

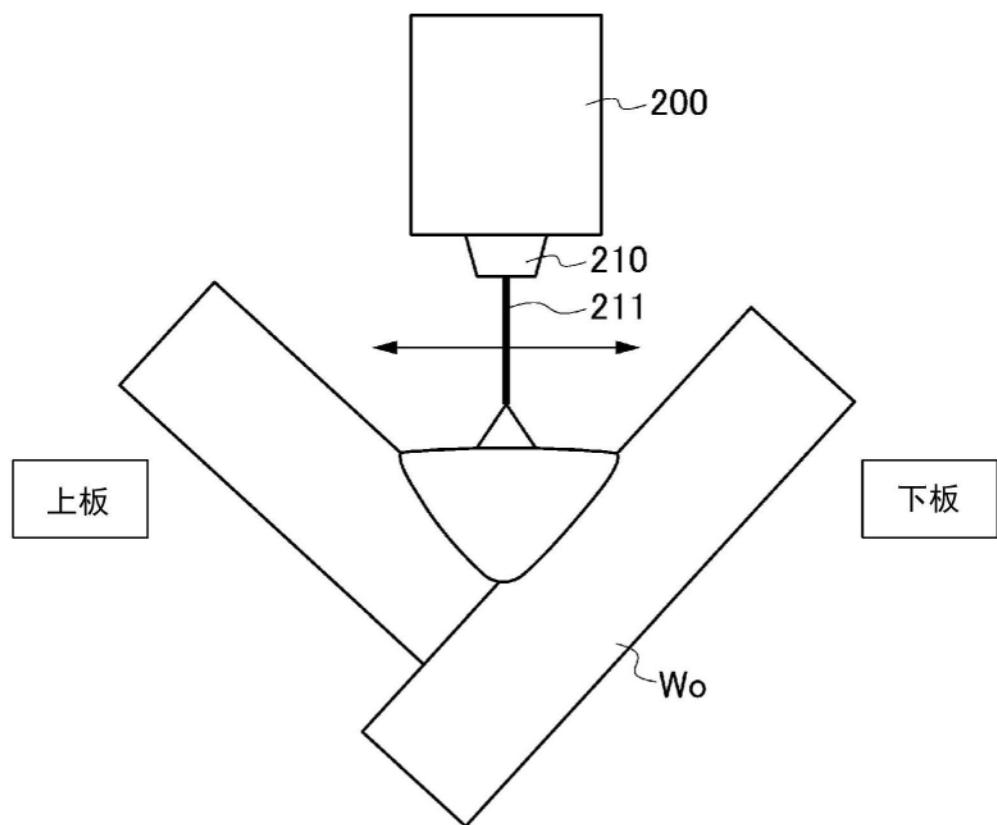


图2

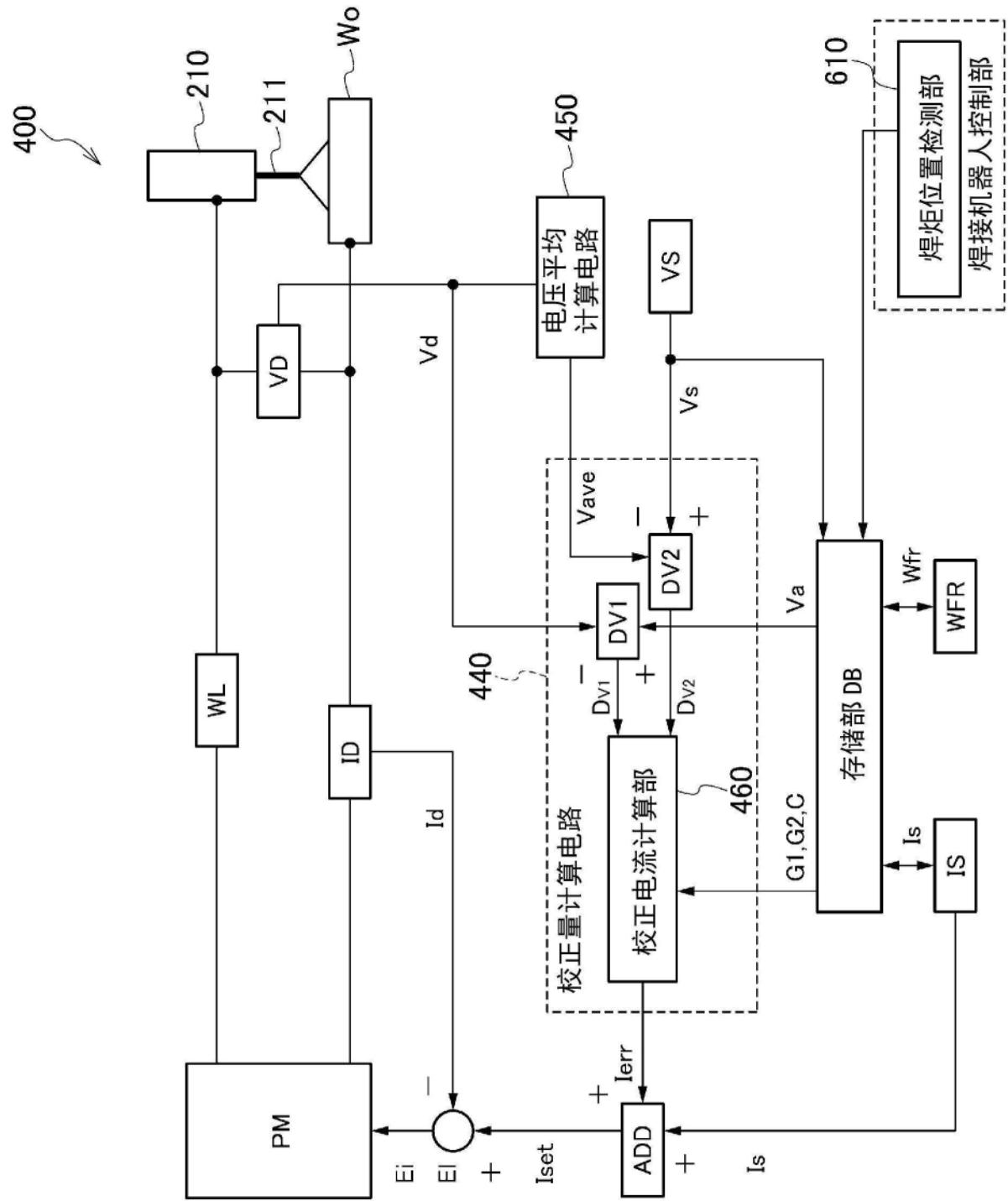


图3

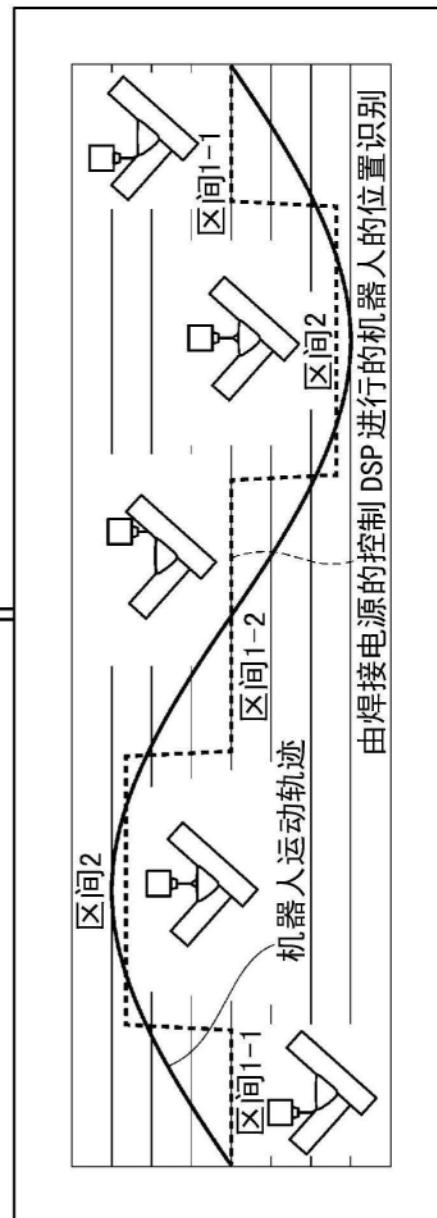
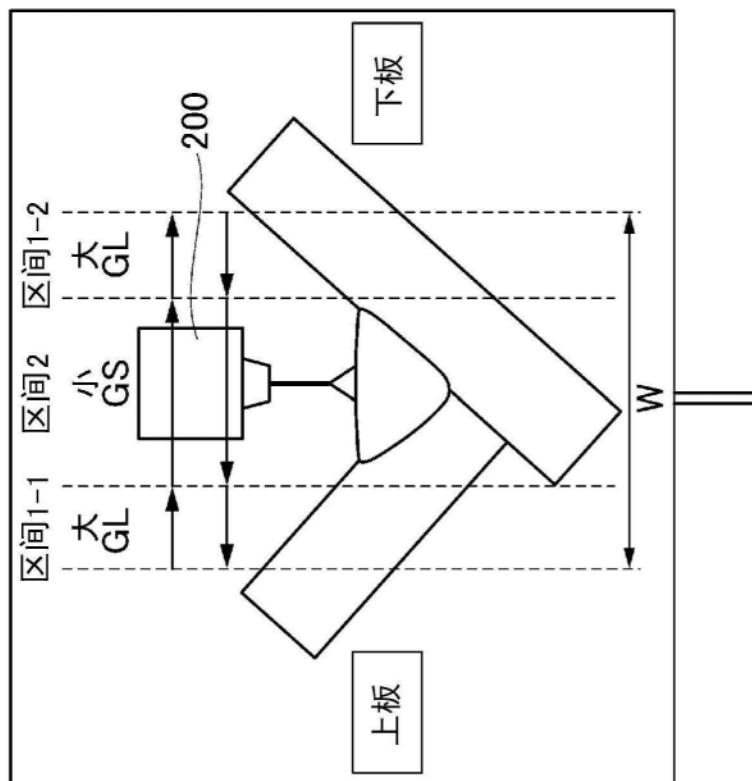


图4

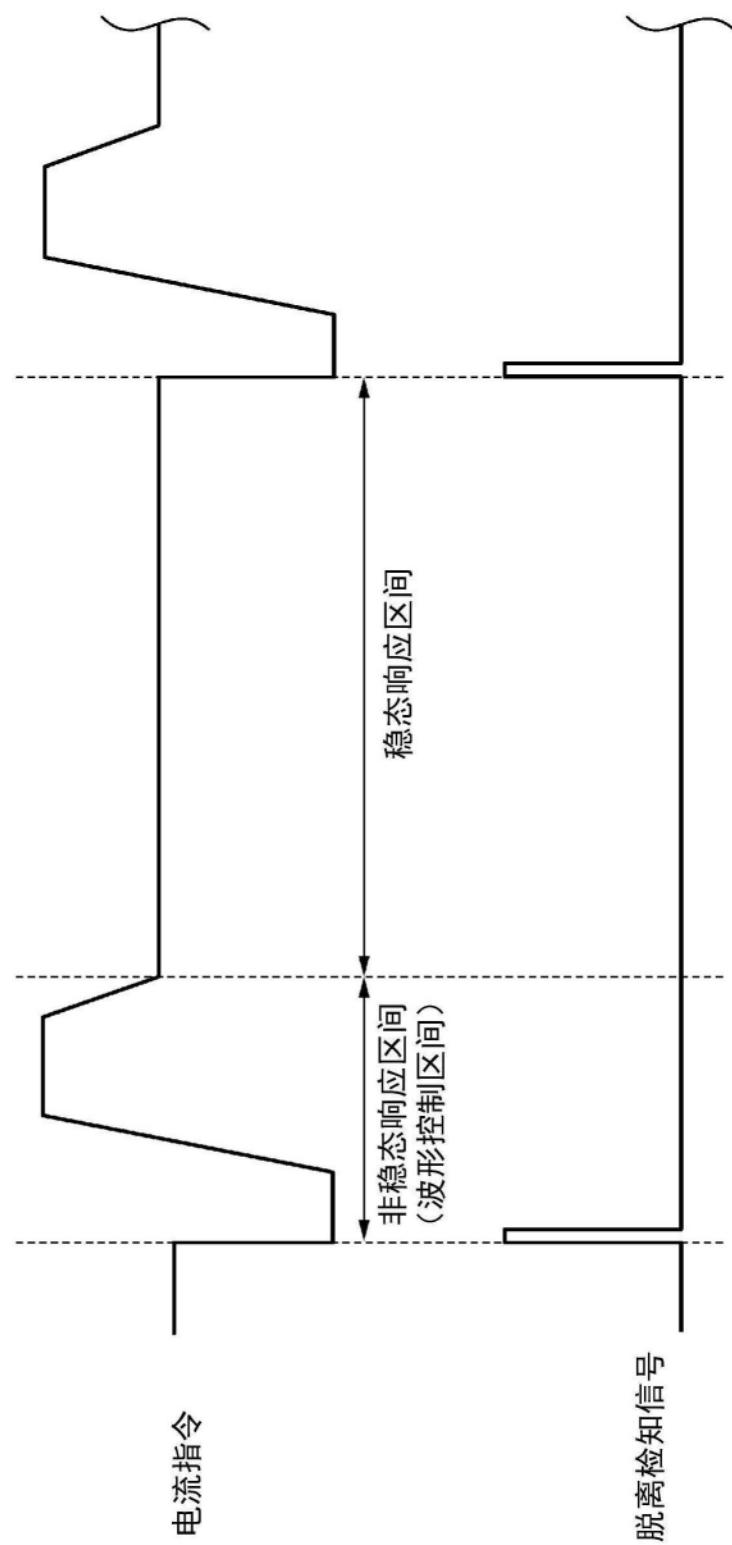


图5

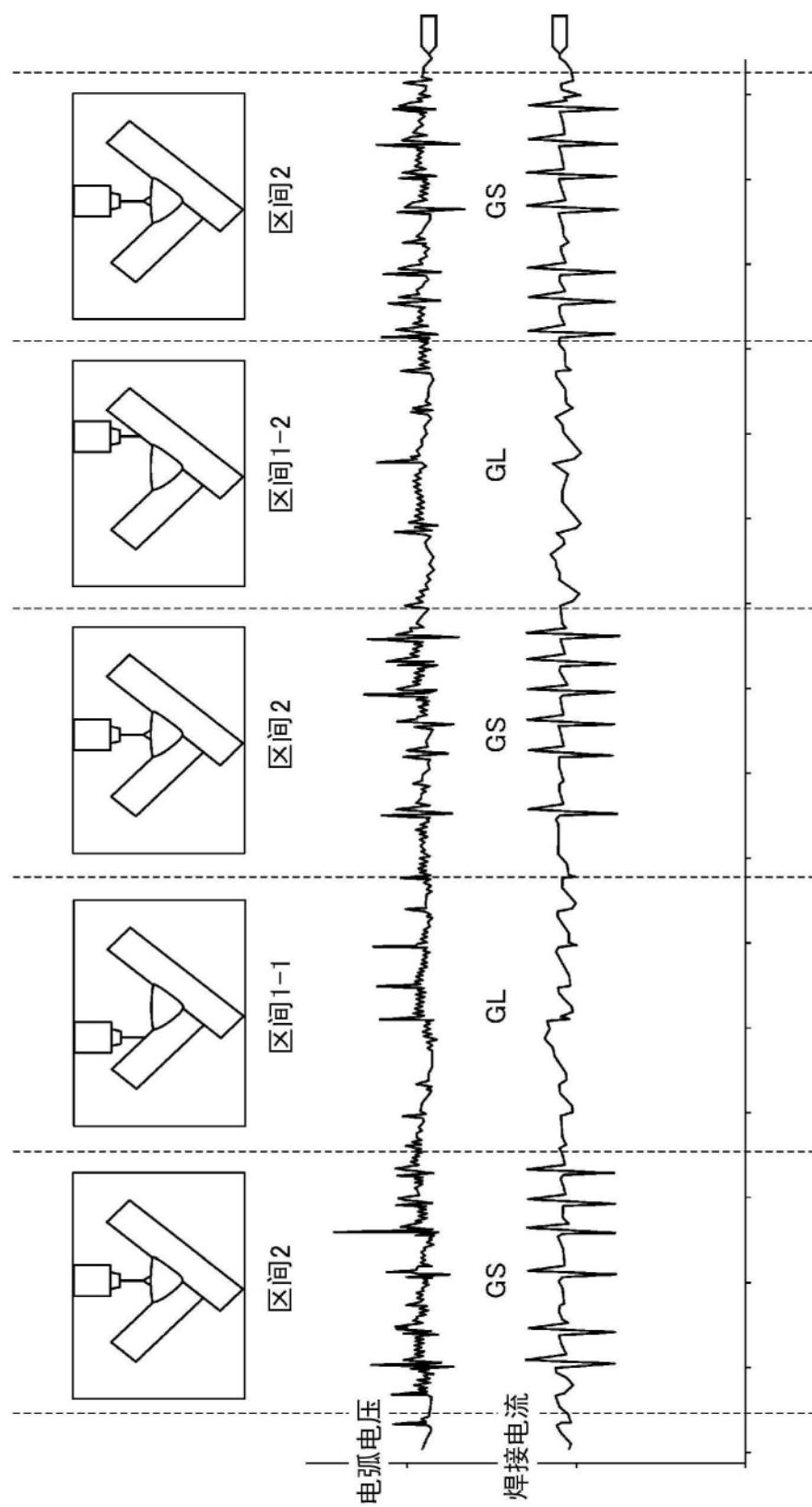


图6

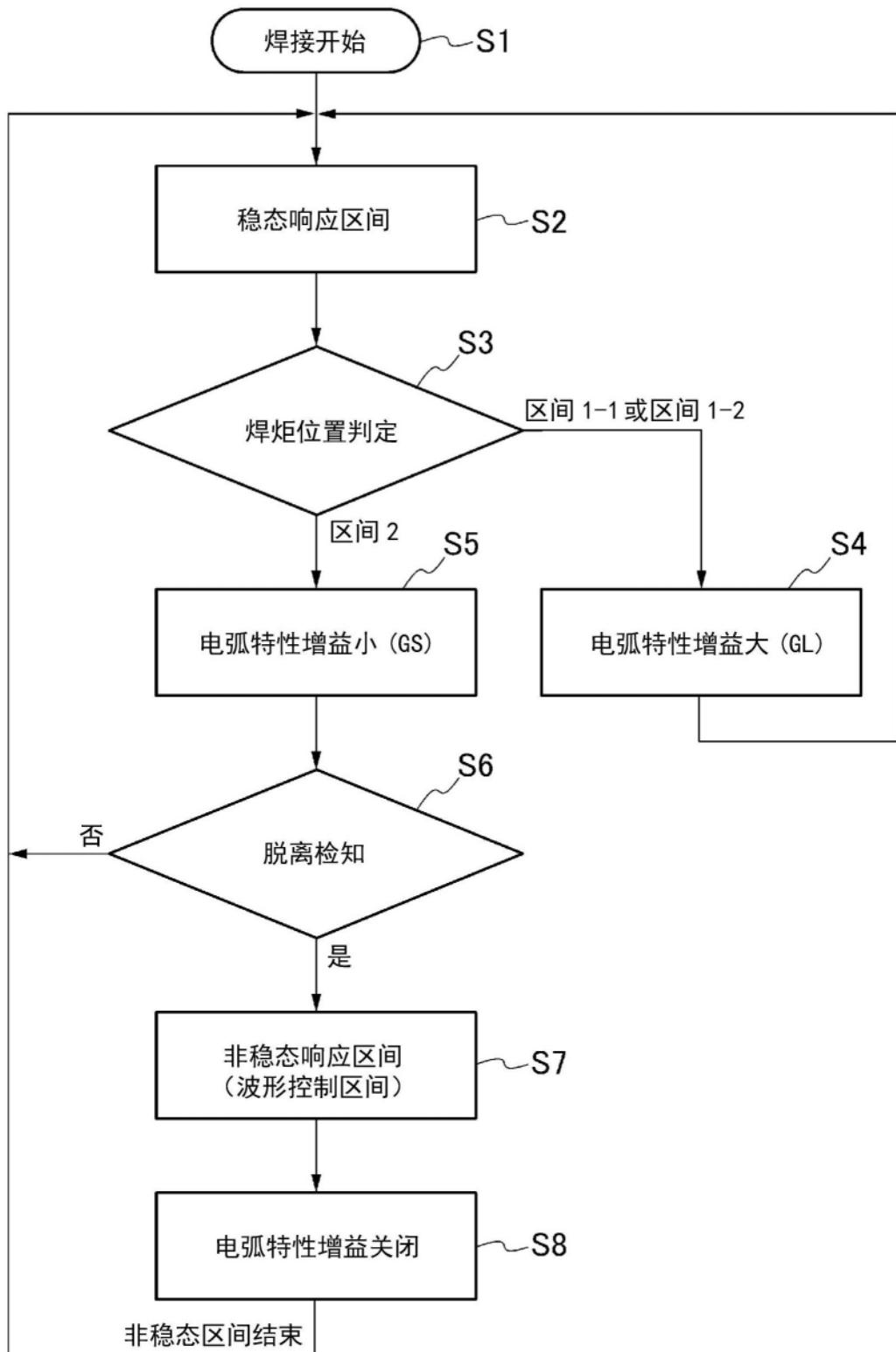
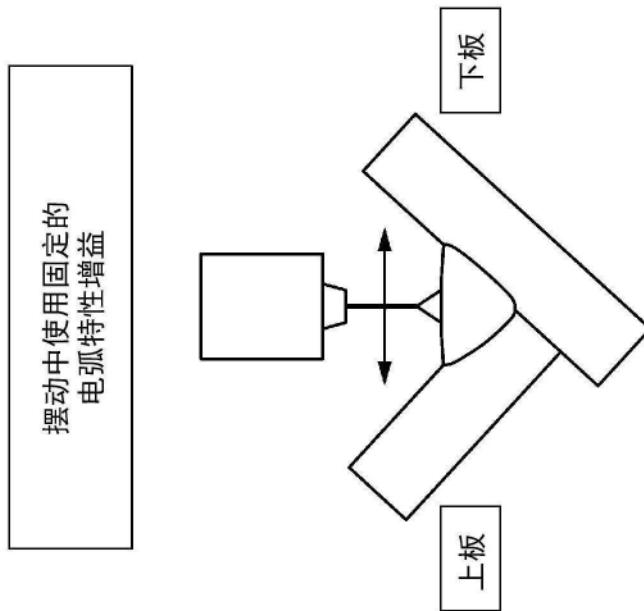


图7



焊接电压·电流	36.5V, 350A
进给速度	14.4m/min
焊接速度	35cm/min
摆动宽度	6mm
摆动次数	120次/min
突出长度	25mm
焊接模式	CV模式
保护气体种类	CO ₂ 100%

焊丝种类： MG-50R $\Phi 1.2$
 钢板种类： SS400

图8

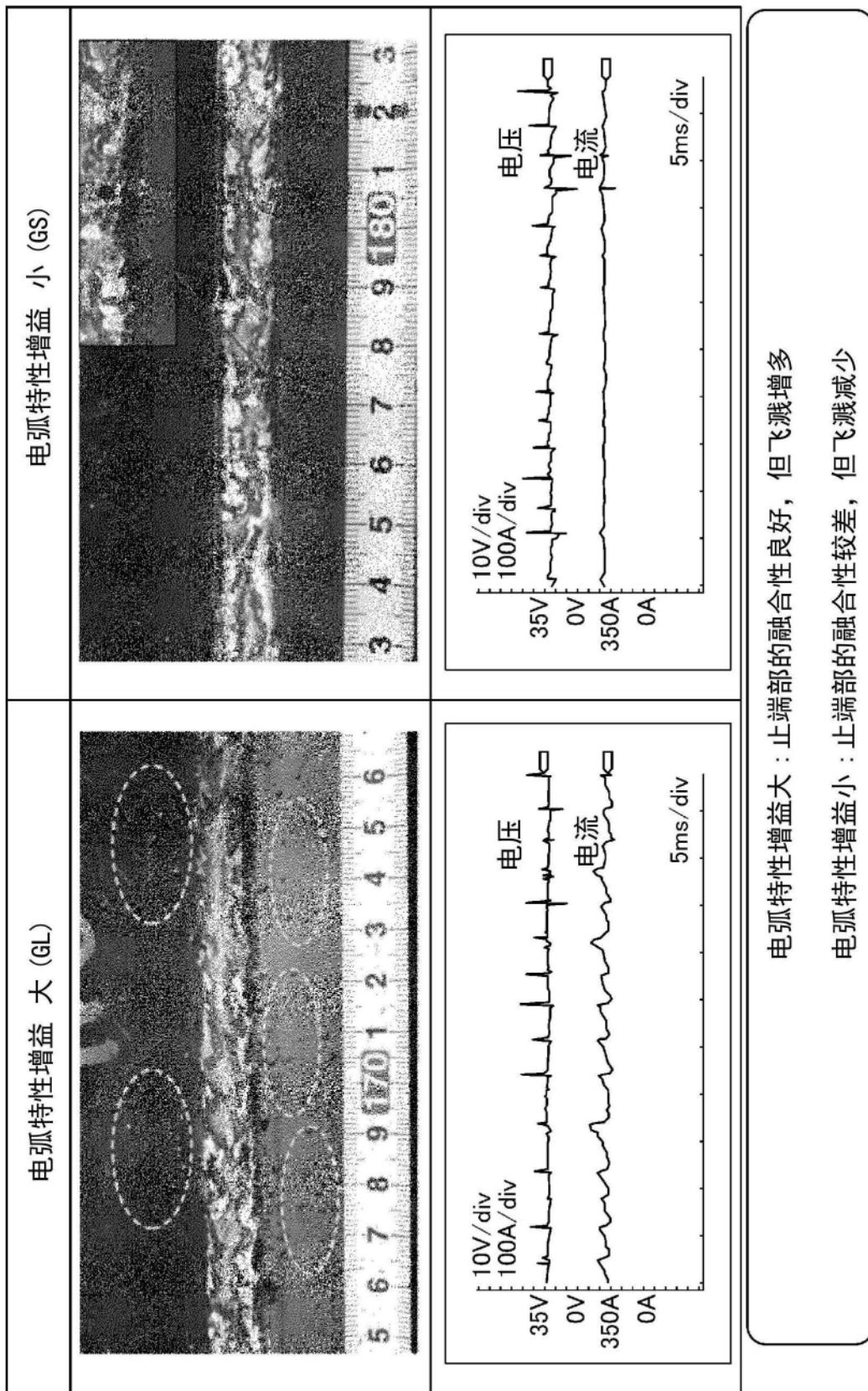


图9

电弧特性增益大：止端部的融合性良好，但飞溅增多

电弧特性增益小：止端部的融合性较差，但飞溅减少