



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101585108 B

(45) 授权公告日 2013. 10. 16

(21) 申请号 200910130140. X

(22) 申请日 2009. 03. 27

(30) 优先权数据

2008-243706 2008. 09. 24 JP

2008-132720 2008. 05. 21 JP

(73) 专利权人 株式会社大亨

地址 日本大阪市淀川区田川 2 丁目 1 番 11 号

(72) 发明人 伊佐太作 上田裕司 上园敏郎

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 李贵亮

(51) Int. Cl.

B23K 9/09 (2006. 01)

B23K 9/095 (2006. 01)

B23K 9/073 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开 2004-34073 A, 2004. 02. 05, 全文.

JP 特开 2004-237342 A, 2004. 08. 26, 全文.

CN 1593828 A, 2005. 03. 16, 全文.

CN 101032778 A, 2007. 09. 12, 全文.

JP 特开 2007-196238 A, 2007. 08. 09, 全文.

审查员 连振锋

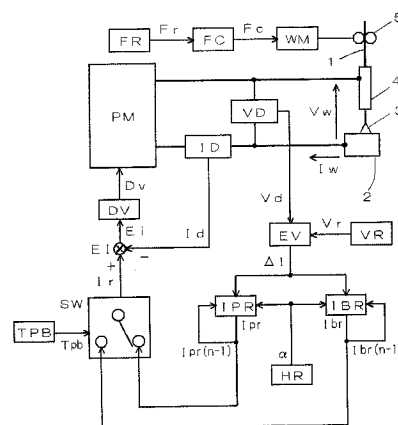
权利要求书1页 说明书11页 附图6页

(54) 发明名称

脉冲电弧焊接的输出控制方法

(57) 摘要

本发明提供一种脉冲电弧焊接的输出控制方法, 在通过对峰值电流以及基准电流进行反馈控制而进行电弧长控制的熔化电极脉冲电弧焊接中, 使小电流域中的熔滴过渡状态成为良好。按照焊接电压设定值 (V_r) 与焊接电压的检测值 (V_d) 之间的电压误差算出焊接电流变化量 (ΔI)。此外, 将预定的峰值期间 (T_p)、基准期间 (T_b) 以及分配比率 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 作为输入, 算出峰值电流设定信号 $I_{pr} = I_{pr(n-1)} + (\Delta I \times (T_p + T_b) \times \alpha / T_p)$, 控制峰值电流。同时算出基准电流设定信号 $I_{br} = I_{br(n-1)} + (\Delta I \times (T_p + T_b) \times (1 - \alpha) / T_p)$, 控制基准电流。由此, 能够使焊接电流变化量 (ΔI) 对基准电流的分配与对峰值电流的分配相比变小, 能够使小电流域中的熔滴过渡状态成为良好。



1. 一种脉冲电弧焊接的输出控制方法,以预定的丝进给速度进给焊丝,并且在预定的峰值期间 T_p 中通电与峰值电流设定值 I_{pr} 相对应的峰值电流,在预定的基准期间 T_b 中通电与基准电流设定值 I_{br} 相对应的基准电流,将这些通电作为一个脉冲周期来反复进行焊接,

在第 n 次的脉冲周期的开始时,按照预定的焊接电压设定值与焊接电压的检测值之间的电压误差来算出焊接电流变化量 ΔI ,预先设定分配比率 α ,其中 $0 \leq \alpha \leq 1$,

算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times \alpha / T_p$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值 I_{pr} ,控制上述峰值电流,

算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times (1 - \alpha) / T_b$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述基准电流设定值 I_{br} ,控制上述基准电流。

2. 根据权利要求 1 所述的脉冲电弧焊接的输出控制方法,其特征在于,
上述分配比率 α 按照上述丝进给速度来变化。

3. 一种脉冲电弧焊接的输出控制方法,以预定的丝进给速度进给焊丝,并且在预定的电极负极性基准期间 T_n 中通电与电极负极性基准电流设定值 I_{nr} 相对应的电极负极性基准电流,在预定的电极正极性峰值期间 T_p 中通电与峰值电流设定值 I_{pr} 相对应的峰值电流,在预定的电极正极性基准期间 T_b 中通电与基准电流设定值 I_{br} 相对应的基准电流,将这些通电作为一个脉冲周期来反复进行焊接,

在第 n 次脉冲周期的开始时,按照预定的焊接电压设定值与焊接电压的检测值之间的电压误差来算出焊接电流变化量 ΔI ,预先设定分配比率 α 以及基准期间分配比率 β ,其中 $0 \leq \alpha \leq 1, 0 \leq \beta \leq 1$,

算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times \alpha / T_p$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值 I_{pr} ,控制上述峰值电流,

算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times \beta / T_b$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述基准电流设定值 I_{br} ,控制上述基准电流,

算出电极负极性基准电流设定值变化量 $\Delta I_{nr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times (1 - \beta) / T_n$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述电极负极性基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期的上述电极负极性基准电流设定值 I_{nr} ,控制上述电极负极性基准电流。

4. 根据权利要求 3 所述的脉冲电弧焊接的输出控制方法,其特征在于,
上述分配比率 α 以及 / 或者上述基准期间分配比率 β 按照上述丝进给速度来变化。

脉冲电弧焊接的输出控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在熔化电极脉冲电弧焊接中通过改善输出控制方法来实现焊接状态的稳定化的脉冲电弧焊接的输出控制方法。

背景技术

[0002] 图 7 为熔化电极脉冲电弧焊接的一般的电流·电压波形图。该图 (A) 表示对电弧进行通电的焊接电流 I_w , 该图 (B) 表示焊丝与母材之间的焊接电压 V_w 。以下, 参照该图进行说明。

[0003] 时刻 $t_1 \sim t_2$ 的峰值期间 T_p 中, 如该图 (A) 所示, 为了使从焊丝过渡到熔滴而通电流临界电流值以上的峰值电流 I_p , 如该图 (B) 所示, 在焊丝与母材之间施加与电弧长成比例的峰值电压 V_p 。

[0004] 在时刻 $t_2 \sim t_3$ 的基准期间 T_b 中, 如该图 (A) 所示, 为了不形成熔滴而通电恒定电流值的基准电流 I_b , 如该图 (B) 所示, 施加基值电压 V_b 。将时刻 $t_1 \sim t_3$ 为止的期间作为脉冲周期 T_{pb} 来反复进行焊接。

[0005] 为了进行良好的脉冲电弧焊接, 将电弧长度维持为适当值是重要的。为了将电弧长度维持为适当值, 进行以下那样的输出控制。电弧长度, 在该图 (B) 中具有与由虚线所示的焊接电压平均值 V_{av} 大致成比例的关系。因此, 检测焊接电压平均值 V_{av} , 按照该检测值与相当于适当电弧长的焊接电压设定值相等的方式, 进行使由该图 (A) 的虚线所示的焊接电流平均值 I_{av} 变化的输出控制。在焊接电压平均值 V_{av} 比焊接电压设定值大时为电弧长比适当值更长时, 因此减小焊接电流平均值 I_{av} , 缩小焊丝熔融速度, 电弧长变短。另一方面, 焊接电压平均值 V_{av} 比焊接电压设定值小时为电弧长比适当值短时, 因此增大焊接电流平均值 I_{av} , 增大焊丝熔融速度, 电弧长变长。作为上述的焊接电压平均值 V_{av} , 一般使用对焊接电压 V_w 进行了平滑的值。因此, 在以下的说明中, 以相同意思使用焊接电压平均值 V_{av} 和焊接电压平滑值 V_{av} 。

[0006] 在上述中, 作为使焊接电流平均值 I_{av} 变化的方法, 进行使峰值期间 T_p 、基准期间 T_b 、峰值电流 I_p 或者基准电流 I_b 的至少一个变化的方式。尤其, 在将峰值期间 T_p 以及基准期间 T_b 设定为规定值, 通过使峰值电流 I_p 以及 / 或者基准电流 I_b 变化而使焊接电流平均值 I_{av} 变化的电流值调制控制中, 具有以下那样的特征。在一边使多个焊丝邻接来同时产生电弧, 一边进行焊接的多电极脉冲电弧焊接中, 为了抑制电弧相互间的干涉所引起的焊接状态的不稳定, 进行使峰值电流 I_p 的通电同步。为了取得该同步, 需要进行峰值期间 T_p 以及基准期间 T_b 为固定值的上述的电流值调制控制。此外, 进行通过使焊炬的横摆运条 (weaving) 和峰值期间 T_p 为动机来提高焊接性, 但在这种情况下电流值调制控制也有利。本发明能够适用于通过该电流值调制控制来进行电弧长控制的情况。

[0007] 上述的电流值调制控制如下那样进行。预先设定与适当电弧长相对应的焊接电压设定值 V_r 。检测焊接电压平滑值 V_{av} 。算出焊接电压设定值 V_r 与焊接电压平滑值 V_{av} 之间的电压误差 $\Delta V = (V_r - V_{av})$ 。将预定的放大率 G 与该误差 ΔV 相乘来算出焊接电流变化

量 $\Delta I = G \times \Delta V$ 。之后,使峰值电流 I_p 以及基准电流 I_b 变化该焊接电流变化量 ΔI 。即按照与适当电弧长和当前的电弧长之间的误差成比例的电压误差来使峰值电流 I_p 以及基准电流 I_b 变化,从而使焊接电流平均值 I_{av} 变化,这是电流值调制控制。

[0008] 专利文献 1:JP 特开 2004-237342 号公报

[0009] 在上述的现有技术的电流值调制控制中,峰值电流 I_p 以及基准电流 I_b 变化按照电压误差 ΔV 算出的焊接电流变化量 ΔI 。但是,峰值电流值 I_p 为 400A 以上的大电流,基准电流值 I_b 为 70A 以下的小电流。因此,使变化相同值的焊接电流变化量 ΔI 时,与峰值电流 I_p 相比基准电流 I_b 相对地变大,因此产生熔滴过渡状态的稳定性变差的情况。尤其,在丝进给速度为低速时,即焊接电流平均值 I_{av} 为小电流域时,焊接电流变化量 ΔI 大时,熔滴过渡状态容易处于不稳定。

[0010] 以下举出数值例来说明上述的问题。设电压误差 $\Delta V = 0.1V$ 。并且,放大率 $G = 100$ 时,焊接电流变化量 $\Delta I = 0.1 \times 100 = 10A$ 。在此, $I_p = 550A$ 、 $I_b = 50A$ 、 $T_p = 1ms$ 、 $T_b = 4ms$ 时,峰值电流 $I_p = 550 + 10 = 560A$,基准电流 $I_b = 50 + 10 = 60A$ 。此时,焊接电流平均值 I_{av} 增加焊接电流变化量 $\Delta I = 10A$ 。由此,与峰值电流 I_p 相比,基准电流 I_b 的变化比率变大,因此对熔滴过渡带来的影响变大。

[0011] 为了解决该问题,考虑相对于峰值电流 I_p 和基准电流 I_b 的焊接电流变化量 ΔI 为不同的值。但是,在根据与适当电弧长和当前的电弧长之间的误差成比例的电压误差 ΔV 算出焊接电流变化量 ΔI 的放大率 G 中,存在用于使电弧长控制(电流值调制控制)系统的稳定性以及过渡响应性为良好的适当值。因此,将相对于峰值电流 I_p 和基准电流 I_b 的焊接电流变化量 ΔI 设定为适当不同的值时,焊接电流平均值 I_{av} 相对电压误差 ΔV 的变化量偏离适当值,电弧长控制系统的稳定性以及过渡响应性变差。

发明内容

[0012] 在此,本发明的目的在于提供一种能够一边将焊接电流平均值 I_{av} 相对电压误差 ΔV 的变化量维持为电弧长控制系统成为稳定的适当值,一边将峰值电流 I_p 的变化量和基准电流 I_b 的变化量设定为不同的值的脉冲电弧焊接的输出控制方法。

[0013] 为了解决上述课题,第 1 发明的脉冲电弧焊接的输出控制方法的特征在于,以预定的丝进给速度进给焊丝,并且在预定的峰值期间 T_p 中通电与峰值电流设定值 I_{pr} 相对应的峰值电流,在预定的基准期间 T_b 中通电与基准电流设定值 I_{br} 相对应的基准电流,将这些通电作为一个脉冲周期来反复进行焊接,

[0014] 在第 n 次的脉冲周期的开始时,按照预定的焊接电压设定值与焊接电压的检测值之间的电压误差来算出焊接电流变化量 ΔI ,预先设定分配比率 α ($0 \leq \alpha \leq 1$),

[0015] 算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times \alpha / T_p$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值 I_{pr} ,控制上述峰值电流,

[0016] 算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times (1 - \alpha) / T_b$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述基准电流设定值 I_{br} ,控制上述基准电流。

[0017] 第 2 发明为第 1 发明所记载的脉冲电弧焊接的输出控制方法,其特征在于,上述分

配比率 α 按照上述丝进给速度来变化。

[0018] 第 3 发明的脉冲电弧焊接的输出控制方法的特征在于,以预定的丝进给速度进给焊丝,并且在预定的电极负极性基准期间 T_n 中通电与电极负极性基准电流设定值 I_{nr} 相对应的电极负极性基准电流,在预定的电极正极性峰值期间 T_p 中通电与峰值电流设定值 I_{pr} 相对应的峰值电流,在预定的电极正极性基准期间 T_b 中通电与基准电流设定值 I_{br} 相对应的基准电流,将这些通电作为一个脉冲周期来反复进行焊接,

[0019] 在第 n 次脉冲周期的开始时,按照预定的焊接电压设定值与焊接电压的检测值之间的电压误差来算出焊接电流变化量 ΔI ,预先设定分配比率 α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 以及基准期间分配比率 β ($0 \leq \beta \leq 1$),

[0020] 算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times \alpha / T_p$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述峰值电流设定值 I_{pr} ,控制上述峰值电流,

[0021] 算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times \beta / T_b$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期中的上述基准电流设定值 I_{br} ,控制上述基准电流,

[0022] 算出电极负极性基准电流设定值变化量 $\Delta I_{nr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times (1 - \beta) / T_n$,将该值与第 $n-1$ 次脉冲周期中的上述电极负极性基准电流设定值相加来算出第 n 次脉冲周期的上述电极负极性基准电流设定值 I_{nr} ,控制上述电极负极性基准电流。

[0023] 第 4 发明为第 3 发明所述的脉冲电弧焊接的输出控制方法,其特征在于,上述分配比率 α 以及 / 或者上述基准期间分配比率 β 按照上述丝进给速度来变化。

[0024] 通过上述第 1 发明,通过按照焊接电压设定值与焊接电压检测值之间的电压误差来使焊接电流变化量适当化,能够使电弧长控制系统的稳定性以及过渡响应性良好。进而,通过将该焊接电流变化量以适当的分配比率分配到峰值电流和基准电流,能够减轻对基准电流的负担,能够将熔滴过渡状态保持为良好。

[0025] 通过上述第 2 发明,除了第 1 发明的效果之外,通过与丝进给速度连动地使分配比率变化,能够在从小电流域到大电流域的所有电流域中使熔滴过渡状态更加良好。

[0026] 通过上述第 3 发明,在基准期间的一部分反转为电极负极性的交流脉冲电弧焊接中,能够实现上述第 1 发明的效果。

[0027] 通过上述第 4 发明,除了第 3 发明的效果,通过与丝进给速度连动地使分配比率以及基准期间分配比率变化,从而能够在从小电流域到大电流域的所有电流域中使熔滴过渡状态更良好。

附图说明

[0028] 图 1 为本发明的实施方式 1 相关的焊接电源的框图。

[0029] 图 2 为本发明的实施方式 2 相关的焊接电源的框图。

[0030] 图 3 为在本发明的实施方式 2 中,例示丝进给速度设定信号 F_r 和分配比率信号 α 之间的关系图。

[0031] 图 4 为表示本发明的实施方式 3 相关的脉冲电弧焊接的输出控制方法的电流·电

压波形图。

[0032] 图 5 为与本发明的实施方式 3 相关的焊接电源的框图。

[0033] 图 6 为在本发明的实施方式 3 中,例示丝进给速度设定信号 Fr 、分配比率信号 α 以及基准期间分配比率信号 β 之间的关系的图。

[0034] 图 7 为现有技术的脉冲电弧焊接中的电流・电压波形图。

[0035] 【符号的说明】

[0036]	1	焊丝
[0037]	2	母材
[0038]	3	电弧
[0039]	4	焊炬
[0040]	5	进给辊
[0041]	D2a ~ D2d	2 次整流器
[0042]	DV	驱动电路
[0043]	Dv	驱动信号
[0044]	DVS	2 次侧驱动电路
[0045]	EI	电流误差放大电路
[0046]	Ei	电流误差放大信号
[0047]	EV	电压误差放大电路
[0048]	f(Fr)	函数
[0049]	FC	进给控制电路
[0050]	Fc	进给控制信号
[0051]	FR	丝进给速度设定电路
[0052]	Fr	丝进给速度设定信号
[0053]	G	放大率
[0054]	g(Fr)	函数
[0055]	HR	分配比率设定电路
[0056]	HR2	第 2 分配比率设定电路
[0057]	HR3	第 3 分配比率设定电路
[0058]	Iav	焊接电流平均值
[0059]	Ib	基准电流
[0060]	IBR	基准电流设定电路
[0061]	Ibr	基准电流设定信号
[0062]	ID	焊接电流检测电路
[0063]	Id	焊接电流检测信号
[0064]	In	电极负极性基准电流
[0065]	INR	电极负极性基准电流设定电路
[0066]	Inr	电极负极性基准电流设定信号
[0067]	INT	逆变变压器
[0068]	INV	逆变器电路

[0069]	I _p	峰值电流
[0070]	IPR	峰值电流设定电路
[0071]	I _{pr}	峰值电流设定信号
[0072]	I _r	焊接电流设定信号
[0073]	I _w	焊接电流
[0074]	N _d	电极负极性驱动信号
[0075]	NTR	电极负极性晶体管
[0076]	P _d	电极正极性驱动信号
[0077]	PM	电源主电路
[0078]	PTR	电极正极性晶体管
[0079]	SW	切换电路
[0080]	SW2	第 2 切换电路
[0081]	T _b	(电极正极性) 基准期间
[0082]	T _n	电极负极性基准期间
[0083]	T _p	(电极正极性) 峰值期间
[0084]	TPB	脉冲周期计时器电路
[0085]	T _{pb}	脉冲周期 (信号)
[0086]	TPB2	第 2 脉冲周期计时器电路
[0087]	V _{av}	焊接电压平均值 (焊接电压平滑值)
[0088]	V _b	基值电压
[0089]	V _D	焊接电压检测电路
[0090]	V _d	焊接电压检测信号
[0091]	V _n	电极负极性电压
[0092]	V _p	峰值电压
[0093]	VR	焊接电压设定电路
[0094]	V _r	焊接电压设定 (值 / 信号)
[0095]	V _w	焊接电压
[0096]	WM	丝进给电动机
[0097]	α	分配比率 (信号)
[0098]	β	基准期间分配比率 (信号)
[0099]	ΔI	焊接电流变化量 (信号)
[0100]	ΔI_b	基准电流变化量
[0101]	ΔI_{br}	基准电流设定值变化量
[0102]	ΔI_n	电极负极性基准电流变化量
[0103]	ΔI_{nr}	电极负极性基准电流设定值变化量
[0104]	ΔI_p	峰值电流变化量
[0105]	ΔI_{pr}	峰值电流设定值变化量
[0106]	ΔV	电压误差

具体实施方式

[0107] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。

[0108] [实施方式 1]

[0109] 图 1 为用于实施本发明的实施方式 1 相关的脉冲电弧焊接的输出控制方法的焊接电源的框图。以下,参照该图对各框图进行说明。

[0110] 电源主电路 PM 输入 3 相 200V 等的商用电源 (图示省略), 按照后述的驱动信号 D_v 进行逆变器控制所引起的输出控制, 输出焊接电流 I_w 以及焊接电压 V_w 。该电源主电路 PM 省略图示, 但由对商用电源进行整流的 1 次整流器、对被整流的直流进行平滑的电容器、按照上述的驱动信号 D_v 将被平滑的直流变换为高频交流的逆变器电路、将高频交流降压为适于电弧焊接的电压值的高频变压器、对被降压的高频交流进行整流的 2 次整流器、对被整流的直流进行平滑的电抗器构成。焊丝 1 通过与丝进给电动机 WM 相结合的进给辊 5 的旋转而被进给到焊炬 4 内, 在与母材 2 之间产生电弧 3 来进行焊接。

[0111] 焊接电压检测电路 VD 对上述的焊接电压 V_w 进行检测并进行平滑, 输出焊接电压检测信号 V_d 。焊接电压设定电路 VR 输出预定的焊接电压设定信号 V_r 。电压误差放大电路 EV, 输出将上述的焊接电压设定信号 V_r 与上述的焊接电压检测信号 V_d 之间的电压误差与预定的放大率相乘而算的焊接电流变化量信号 ΔI 。

[0112] 分配比率设定电路 HR 输出预定的分配比率信号 α 。该分配比率信号 α 的值在 $0 \leq \alpha \leq 1.0$ 的范围。峰值电流设定电路 IPR, 在第 n 次的脉冲周期的开始时刻, 将该分配比率信号 α 、前周期中的峰值电流设定信号 $I_{pr}(n-1)$ 以及上述的焊接电流变化量信号 ΔI 作为输入, 算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times \alpha / T_p$, 输出峰值电流设定信号 $I_{pr} = I_{pr}(n-1) + \Delta I_{pr}$ 。在此, T_p 为峰值期间的长度, T_b 为基准期间的长度。两个值都为规定值。基准电流设定电路 IBR, 在第 n 个脉冲周期的开始时刻中, 以上述的分配比率信号 α 、前周期中的基准电流设定信号 $I_{br}(n-1)$ 以及上述的焊接电流变化量信号 ΔI 为输入, 算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_p + T_b) \times (1 - \alpha) / T_b$, 输出基准电流设定信号 $I_{br} = I_{br}(n-1) + \Delta I_{br}$ 。

[0113] 脉冲周期计时器电路 TPB, 在预定的峰值期间 T_p 中处于 High 电平, 预定的基准期间 T_b 中输出处于 Low 电平的脉冲周期信号 T_{pb} 。切换电路 SW 以该脉冲周期信号 T_{pb} 、上述的峰值电流设定信号 I_{pr} 以及上述的基准电流设定信号 I_{br} 为输入, 在脉冲周期信号 T_{pb} 为 High 电平 (峰值期间 T_p) 时, 将上述的峰值电流设定信号 I_{pr} 作为焊接电流设定信号 I_r 输出, Low 电平 (基准期间 T_b) 中将上述的基准电流设定信号 I_{br} 作为焊接电流设定信号 I_r 输出。焊接电流检测电路 ID 检测上述的焊接电流 I_w , 输出焊接电流检测信号 I_d 。电流误差放大电路 EI 对上述的焊接电流设定信号 I_r 和焊接电流检测信号 I_d 之间的误差进行放大, 输出电流误差放大信号 E_i 。驱动电路 DV 以该电流误差放大信号 E_i 为输入, 进行脉冲宽度调制控制, 基于该结果输出用于驱动上述逆变器电路的驱动信号 D_v 。

[0114] 丝进给速度设定电路 FR 输出用于设定焊丝 1 的丝进给速度的丝进给速度设定信号 F_r 。进给控制电路 FC 以该丝进给速度设定信号 F_r 为输入, 对上述丝进给电动机 WM 输出用于以由丝进给速度设定信号 F_r 规定的速度对焊丝 1 进行进给的进给控制信号 F_c 。

[0115] 以下对上述的峰值电流设定电路 IPR 以及基准电流设定电路 IBR 所使用的运算式进行说明。焊接电流变化量信号 ΔI , 通过将放大率和与适当电弧长和当前的电弧长之间的

误差成比例的电压误差相乘而被算出。该放大率被设定为电弧长控制系统处于稳定,过渡响应性也良好。此时除了积分要素以及微分要素之外,也可作为一般的 PID 控制器。此外也可使用峰值电压来代替焊接电压平滑值。这是因为,由于峰值电压值与峰值期间 T_p 中的电弧长成比例,因此通过对该电弧长进行控制也能使焊接状态稳定化。通过将 (T_p+T_b) 与该焊接电流变化量信号 ΔI 的值相乘,算出第 n 次的脉冲周期中的焊接电流变化量的积分值。分配比率信号 α 为表示将该积分值在峰值期间进行分配的比率的值。因此, $1-\alpha$ 为表示将积分值在基准期间进行分配的比率的值。例如 $\alpha = 0.6$ 时,意味着积分值的 60% 由峰值期间负担,剩余的 40% 由基准期间负担。从而,算出峰值电流设定信号 I_{pr} 以及基准电流设定信号 I_{br} 的各值。此时,焊接电流平均值 I_{av} 的变化量始终与 ΔI 相等。因此,处于维持电弧长控制系统的稳定性以及过渡响应性被保证的状态。

[0116] 以下,根据数值例对上述的运算进行说明。设 $I_{pr}(n-1) = 550A$ 、 $I_{br}(n-1) = 50A$ 、 $T_p = 1ms$ 、 $T_b = 4ms$ 、 $\Delta I = 10A$ 以及 $\alpha = 0.5$ 时,

[0117] $I_{pr} = 550 + (10 \times 5 \times 0.5 / 1) = 575A$,

[0118] $I_{br} = 50 + (10 \times 5 \times 0.5 / 4) = 56.25A$ 。

[0119] 由此,对基准电流的负担比现有技术时的 10A 小。

[0120] 比上述数值例的情况加快丝进给速度时,通常峰值期间 T_p 的设定值维持原值,但基准期间 T_b 的设定值变小。即按照丝进给速度缩短脉冲周期,增大频率。在此,设 $I_{pr}(n-1) = 550A$ 、 $I_{br}(n-1) = 50A$ 、 $T_p = 1ms$ 、 $T_b = 2ms$ 、 $\Delta I = 10A$ 以及 $\alpha = 0.5$ 时,

[0121] $I_{pr} = 550 + (10 \times 3 \times 0.5 / 1) = 565A$,

[0122] $I_{br} = 50 + (10 \times 3 \times 0.5 / 2) = 57.5A$ 。

[0123] 从而,对基准电流的负担仍然变小。

[0124] 根据上述的实施方式 1,通过按照焊接电压设定值与焊接电压检测值之间的电压误差使焊接电流变化量正规化,从而使电弧长控制系统的稳定性以及过渡响应性变得良好。进而,通过将该焊接电流变化量以适当的分配比率分配给峰值电流和基准电流,从而能减轻对基准电流的负担,能够将熔滴过渡状态保持为良好。

[0125] [实施方式 2]

[0126] 图 2 为用于实施与本发明的实施方式 2 相关的脉冲电弧焊接的输出控制方法的焊接电源的框图。在该图中,对与上述的图 1 相同的模块付与相同符号,并省略它们的说明。以下,参照该图,对与图 1 不同的虚线所示的第 2 分配比率设定电路 HR2 进行说明。

[0127] 第 2 分配比率设定电路 HR2 以丝进给速度设定信号 Fr 为输入,按照预定的函数 $\alpha = f(Fr)$ 输出分配比率信号 α 。图 3 中表示该函数的例子。该图的横轴表示丝进给速度设定信号 $Fr(m/min)$,纵轴表示分配比率信号 α 。如该图所示,函数 $f(Fr)$ 成为在 $Fr = 0m/min$ 时 $\alpha = 0.6$,在 $Fr = 20m/min$ 时 $\alpha = 0.4$ 的向右下降的直线。通过这种方式,丝进给速度为低速时,即通过焊接电流平均值小时更加减小对基准电流的负担,从而使小电流域的熔滴过渡状态更加良好。

[0128] 根据上述的实施方式 2,除了实施方式 1 的效果之外,通过与丝进给速度连动而使分配比率变化,从而在从小电流域到大电流域为止的所有电流域,能够使熔滴过渡状态更良好。

[0129] 此外,上述的分配比率 α 也可按照焊接法、焊丝的种类、母材材质等而变化。

[0130] [实施方式 3]

[0131] 图 4 为表示本发明的实施方式 3 相关的脉冲电弧焊接的输出控制方法的电流・电压波形图。该图 (A) 表示对电弧通电的焊接电流 I_w , 该图 (B) 表示焊丝与母材之间的焊接电压 V_w 。该图为基准期间的一部分处于电极负极性期间的交流脉冲电弧焊接的情况。在该图中, 在 0A 以及 0V 上侧为电极正极性 EP, 下侧为电极负极性 EN。以下, 参照该图进行说明。

[0132] 时刻 $t_1 \sim t_2$ 的预定的电极负极性基准期间 T_n 中, 如该图 (A) 所示, 为了不形成熔滴而通电恒定电流值的电极负极性基准电流 I_n , 如该图 (B) 所示, 施加电极负极性电压 V_n 。

[0133] 时刻 $t_2 \sim t_3$ 的电极正极性峰值期间 T_p 中, 如该图 (A) 所示, 为了使从焊丝过渡熔滴而通电流临界电流值以上的峰值电流 I_p , 如该图 (B) 所示, 在焊丝与母材之间施加峰值电压 V_p 。

[0134] 时刻 $t_3 \sim t_4$ 的电极正极性基准期间 T_b 中, 如该图 (A) 所示, 为了不形成熔滴而通电恒定电流值的基准电流 I_b , 如该图 (B) 所示, 施加基值电压 V_b 。之后, 时刻 $t_4 \sim t_5$ 的期间, 再次返回到上述的电极负极性基准期间 T_n 。将时刻 $t_1 \sim t_4$ 为止的期间作为脉冲周期 T_{pb} 来反复进行焊接。因此, 时刻 $t_3 \sim t_5$ 的基准期间的一部分 (时刻 $t_4 \sim t_5$) 处于电极负极性, 成为交流脉冲电弧焊接。

[0135] 为了进行良好的脉冲电弧焊接, 将电弧长维持为适当值是重要的。为了将电弧长维持为适当值而进行以下那样的输出控制。电弧长, 在该图 (B) 中与虚线所示的焊接电压平均值 V_{av} (焊接电压 V_w 的绝对值的平均值) 具有大致成正比关系。因此, 检测焊接电压平均值 V_{av} , 进行使该图 (A) 的虚线所示的焊接电流平均值 I_{av} (焊接电流 I_w 的绝对值的平均值) 变化的输出控制, 以使该检测值与和适当电弧长相等的焊接电压设定值相等。焊接电压平均值 V_{av} 比焊接电压设定值大时, 为电弧长比适当值长时, 因此使焊接电流平均值 I_{av} 变小, 减小丝熔融速度而使电弧长变短。另一方面, 焊接电压平均值 V_{av} 比焊接电压设定值小时, 为电弧长比适当值短时, 因此增大焊接电流平均值 I_{av} 来增大丝熔融速度, 电弧长变长。

[0136] 在上述中, 作为使焊接电流平均值 I_{av} 变化的单元, 进行使上述的电极负极性基准电流 I_n 、上述的峰值电流 I_p 以及上述的基准电流 I_b 变化的电流值调制控制。以下, 对与实施方式 3 相关的电流值调制控制进行说明。

[0137] 在该图中, 时刻 $t_1 \sim t_4$ 的脉冲周期为第 n 次的脉冲周期。因此, 时刻 t_1 以前成为第 $m-1$ 次的脉冲周期。

[0138] (1) 在第 n 次的脉冲周期的开始时刻即时刻 t_1 中, 算出焊接电压平均值 V_{av} 与预定的电压设定值 V_r 之间的电压误差。

[0139] (2) 基于该电压误差算出焊接电流变化量 ΔI 。

[0140] (3) 将该焊接电流变化量 ΔI 、预定的分配比率 α 以及基准期间分配比率 β 作为输入, 进行以下的运算。

[0141] 峰值电流变化量 $\Delta I_p = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times \alpha / T_p$

[0142] 基准电流变化量 $\Delta I_b = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times \beta / T_b$

[0143] 电极负极性基准电流变化量 $\Delta I_n = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times (1 - \beta) / T_n$

[0144] (4) 对第 $n-1$ 次脉冲周期中的峰值电流值、基准电流值以及电极负极性基准电流值的每一个相加上述的峰值电流变化量 ΔI_p 、基准电流变化量 ΔI_b 以及电极负极性基准电流变化量 ΔI_n , 算出第 n 次的脉冲周期中的峰值电流值、基准电流值以及电极负极性基准电流值并进行通电。

[0145] 图 5 为用于实施与上述的本发明的实施方式 3 相关的脉冲电弧焊接的输出控制方法的焊接电源的框图。在该图中, 对与上述的图 1 相同的模块付与相同符号。以下, 参照该图对各模块进行说明。

[0146] 逆变器电路 INV 以 3 相 200V 等的交流商用电源 (省略图示) 作为输入, 按照后述的驱动信号 D_v 对整流以及平滑后的直流电压进行逆变器控制, 输出高频交流。逆变变压器 (inverter transformer) INT 将高频交流电压降压到适于电弧焊接的电压值。2 次整流器 $D2a \sim D2d$ 将被降压的高频交流整流为直流。电极正极性晶体管 PTR 根据后述的电极正极性驱动信号 P_d 成为接通状态, 焊接电源的输出成为电极正极性 EP。电极负极性晶体管 NTR 通过后述的电极负极性驱动信号 N_d 而变为接通状态, 焊接电源的输出成为电极负极性 EN。电抗器 WL 对带有脉动 (ripple) 的输出进行平滑。焊丝 1 通过与丝进给电动机 WM 相结合的进给辊 5 的旋转而被进给到焊炬 4 内, 在与母材 2 之间产生电弧 3。

[0147] 焊接电压检测电路 VD 检测焊接电压 V_w , 对其绝对值进行平滑, 输出焊接电压检测信号 V_d 。焊接电压设定电路 VR 输出预定的焊接电压设定信号 V_r 。电压误差放大电路 EV 输出将上述的焊接电压设定信号 V_r 与上述的焊接电压检测信号 V_d 之间的电压误差乘以预定的放大率而算出的焊接电流变化量信号 ΔI 。

[0148] 第 3 分配比率设定电路 HR3, 将后述的丝进给速度设定信号 F_r 作为输入, 按照预定的函数 $\alpha = f(F_r)$ 输出分配比率信号 α , 按照预定的函数 $\beta = g(F_r)$ 输出基准期间分配比率信号 β 。这些函数的例子在图 6 中后述。该分配比率信号 α 的值在 $0 \leq \alpha \leq 1.0$ 的范围, 该基准期间分配比率信号 β 的值在 $0 \leq \beta \leq 1.0$ 的范围。

[0149] 峰值电流设定电路 IPR, 在第 n 次的脉冲周期的开始时刻, 将该分配比率信号 α 、前周期中的峰值电流设定信号 $I_{pr}(n-1)$ 以及上述的焊接电流变化量信号 ΔI 作为输入, 算出峰值电流设定值变化量 $\Delta I_{pr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times \alpha / T_p$, 输出峰值电流设定信号 $I_{pr} = I_{pr}(n-1) + \Delta I_{pr}$ 。在此, T_n 为电极负极性基准期间的长度, T_p 为电极正极性峰值期间的长度, T_b 为电极正极性基准期间的长度。这些值为规定值。基准电流设定电路 IBR, 在第 n 次的脉冲周期的开始时刻中, 以上述的分配比率信号 α 、上述的基准期间分配比率信号 β 、前周期的基准电流设定信号 $I_{br}(n-1)$ 以及上述的焊接电流变化量信号 ΔI 作为输入, 算出基准电流设定值变化量 $\Delta I_{br} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times \beta / T_b$ 并输出基准电流设定信号 $I_{br} = I_{br}(n-1) + \Delta I_{br}$ 。电极负极性基准电流设定电路 INR, 在第 n 次的脉冲周期的开始时刻中, 以上述的分配比率信号 α 、上述的基准期间分配比率信号 β 、前周期的电极负极性基准电流设定信号 $I_{nr}(n-1)$ 以及上述的焊接电流变化量信号 ΔI 作为输入, 算出电极负极性基准电流设定值变化量 $\Delta I_{nr} = \Delta I \times (T_n + T_p + T_b) \times (1 - \alpha) \times (1 - \beta) / T_n$ 并输出电极负极性基准电流设定信号 $I_{nr} = I_{nr}(n-1) + \Delta I_{nr}$ 。

[0150] 第 2 脉冲周期计时器电路 TPB2, 在预定的电极负极性基准期间 T_n 中该值为 1, 接下来在预定的电极正极性峰值期间 T_p 中该值为 2, 在接下来预定的电极正极性基准期间 T_b 中该值为 3, 反复进行这些动作并输出脉冲周期信号 T_{pb} 。第 2 切换电路 SW2 以该脉冲周期

信号 T_{pb} 、上述的峰值电流设定信号 I_{pr} 、上述的基准电流设定信号 I_{br} 以及上述的电极负极性基准电流设定信号 I_{nr} 作为输入,在脉冲周期信号 $T_{pb} = 1$ 时将上述的电极负极性基准电流设定信号 I_{nr} 作为焊接电流设定信号 I_r 输出,在脉冲周期信号 $T_{pb} = 2$ 时将上述的峰值电流设定信号 I_{pr} 作为焊接电流设定信号 I_r 输出,在脉冲周期信号 $T_{pb} = 3$ 时将上述的基准电流设定信号 I_{br} 作为焊接电流设定信号 I_r 输出。焊接电流检测电路 ID 检测焊接电流 I_w ,变换为其绝对值后输出焊接电流检测信号 I_d 。电流误差放大电路 EI 将上述焊接电流设定信号 I_r 与焊接电流检测信号 I_d 之间的误差放大,输出电流误差放大信号 E_i 。驱动电路 DV 以该电流误差放大信号 E_i 作为输入,进行脉冲宽度调制控制,基于其结果输出用于驱动上述逆变器电路 INV 的驱动信号 D_v 。

[0151] 丝进给速度设定电路 FR 输出用于设定焊丝 1 的丝进给速度的丝进给速度设定信号 F_r 。进给控制电路 FC 以该丝进给速度设定信号 F_r 作为输入,将用于由丝进给速度设定信号 F_r 决定的速度进给焊丝 1 的进给控制信号 F_c 向上述丝进给电动机 WM 输出。

[0152] 2 次侧驱动电路 DVS 在上述脉冲周期计时器信号 $T_{pb} = 1$ 时输出上述电极负极性驱动信号 N_d ,脉冲周期计时器信号 $T_{pb} = 2$ 或者 3 时输出上述电极正极性驱动信号 P_d 。由此,在电极负极性基准期间中处于电极负极性,在电极正极性峰值期间中以及电极正极性基准期间中处于电极正极性。

[0153] 关于上述峰值电流设定电路 IPR、基准电流设定电路 IBR 以及电极负极性基准电流设定电路 INR 所使用的运算式,以下进行说明。焊接电流变化量信号 ΔI 将与适当电弧长和当前的电弧长之间的误差成比例的电压误差乘以放大率而被算出。该放大率被设定为电弧长控制系统处于稳定,过渡响应性也处于良好。此时除了积分要素以及微分要素之外,也可作为一般的 PID 控制器。此外,也可使用峰值电压来代替焊接电压平滑值。这是因为,由于峰值电压值与电极正极性峰值期间 T_p 中的电弧长成比例,因此通过该电弧长进行控制也能稳定化焊接状态的缘故。通过将该焊接电流变化量信号 ΔI 的值乘以 $(T_n + T_p + T_b)$,算出第 n 次的脉冲周期中的焊接电流变化量的积分值。分配比率信号 α 为表示将该积分值在电极正极性峰值期间进行分配的比率的值。因此, $1 - \alpha$ 成为表示将积分值在基准期间中进行分配的比率的值。意味着例如 $\alpha = 0.6$ 时,在峰值期间负担积分值的 60%,在基准期间负担剩余的 40%。进而,基准期间分配比率信号 β 为表示将在基准期间被分配的积分值在电极正极性基准期间与电极负极性基准期间进行分配的比率的值。例如 $\alpha = 0.6$ 以及 $\beta = 0.7$ 时,积分值的 60% 由电极正极性峰值期间负担, $40\% \times 70\% = 28\%$ 由电极正极性基准期间负担,剩余的 12% 由电极负极性基准期间负担。由此,算出峰值电流设定信号 I_{pr} 、基准电流设定信号 I_{br} 以及电极负极性基准电流设定信号 I_{nr} 的各值。此时,焊接电流平均值 I_{av} 的变化量始终与 ΔI 相等。因此,处于维持电弧长控制系统的稳定性以及过渡响应性被保证的状态。在此之上,也可按照焊接状态成为稳定的方式设定分配比率 α 以及基准期间分配比率 β 。

[0154] 此外,上述分配比率 α 以及基准期间分配比率 β 也可按照焊接法、焊丝的种类、母材材质等而变化。

[0155] 图 6 为例示上述的函数 $\alpha = f(F_r)$ 以及 $\beta = g(F_r)$ 的图。该图的横轴表示丝进给速度设定信号 F_r (m/min),纵轴表示分配比率信号 α 以及基准期间分配比率信号 β 。该图中所示函数 $f(F_r)$ 与上述的图 3 的函数相同,成为 $F_r = 0$ m/min 时 $\alpha = 0.6$, $F_r = 20$ m/

min 时 $\alpha = 0.4$ 的向右降低的直线。如该图所示, 函数 $g(Fr)$ 成为 $Fr = 0\text{m/min}$ 时 $\beta = 0.4$, $Fr = 20\text{m/min}$ 时 $\beta = 0.6$ 的向右上升的直线。从而, 丝进给速度为低速时, 即焊接电流平均值小时, 根据 α 的值增大对峰值电流的负担, 并且根据 β 的值增大对电极负极性基准电流的负担, 通过进一步减轻对基准电流的负担, 能够使小电流域的熔滴过渡状态更良好。该图的函数只是一例, 也可曲线状或阶段状地变化。

[0156] 通过上述的实施方式 3, 能够将本发明适用于交流脉冲电弧焊接, 能够实现与实施方式 1 以及 2 相同的效果。

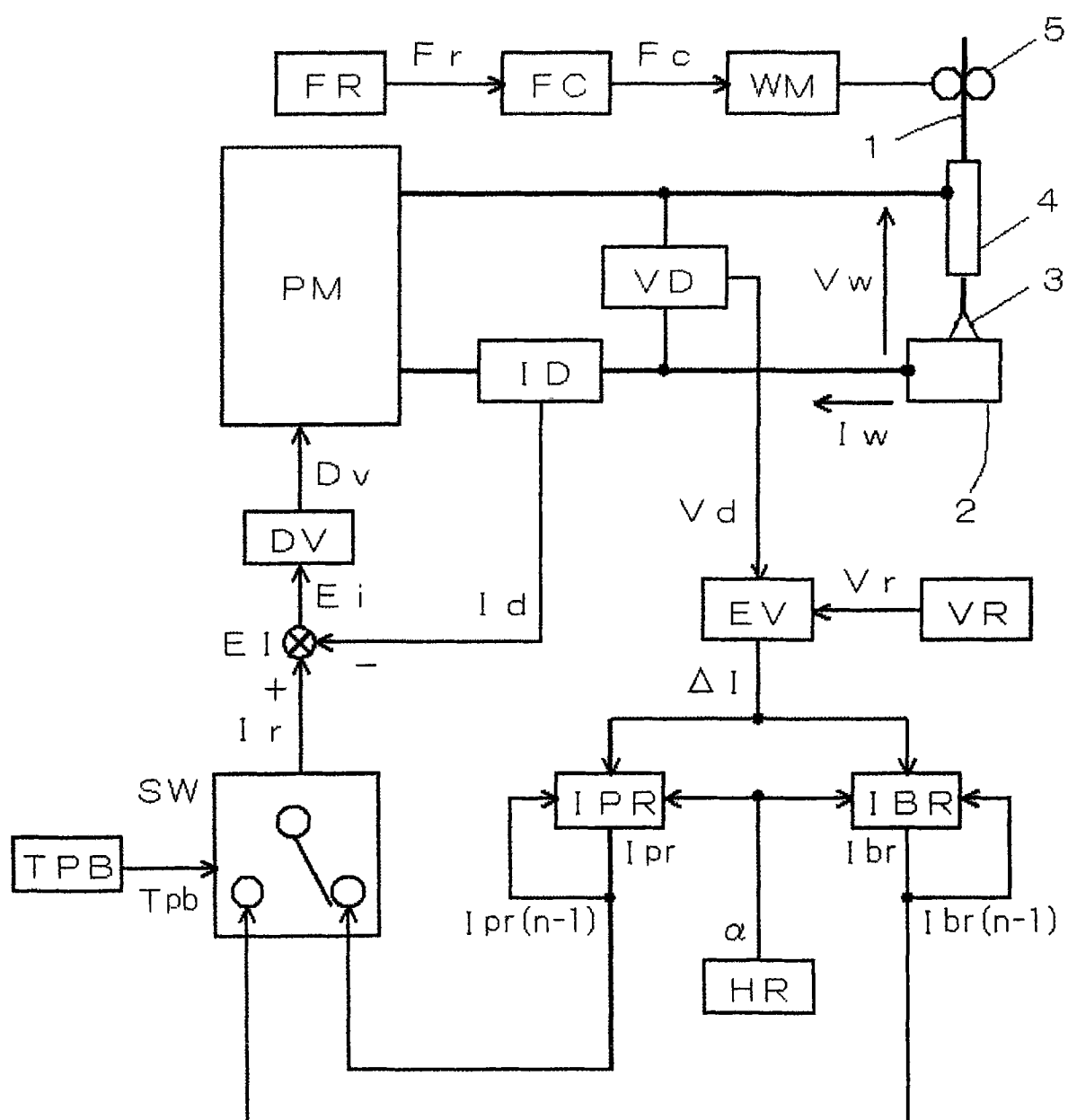


图 1

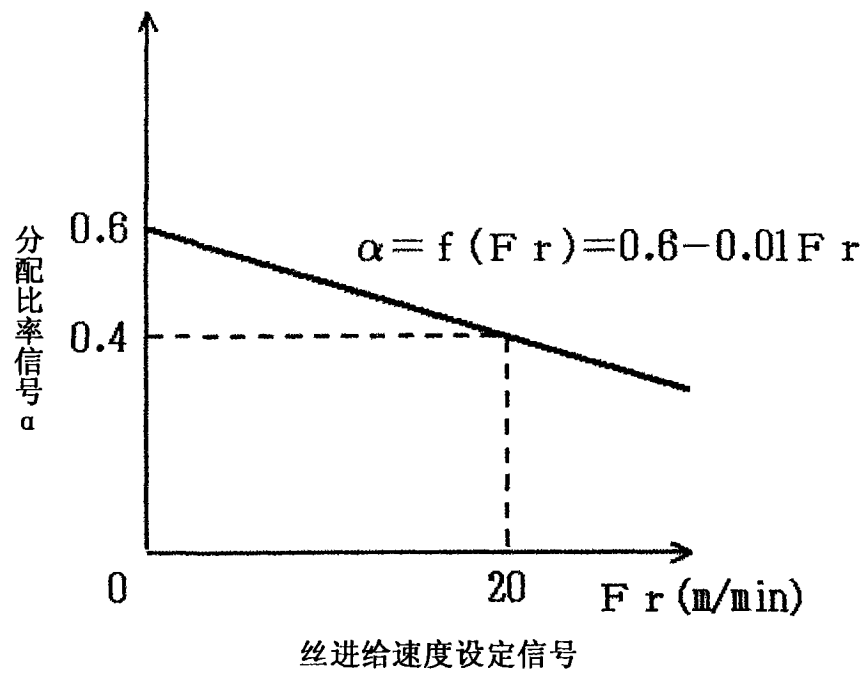


图 3

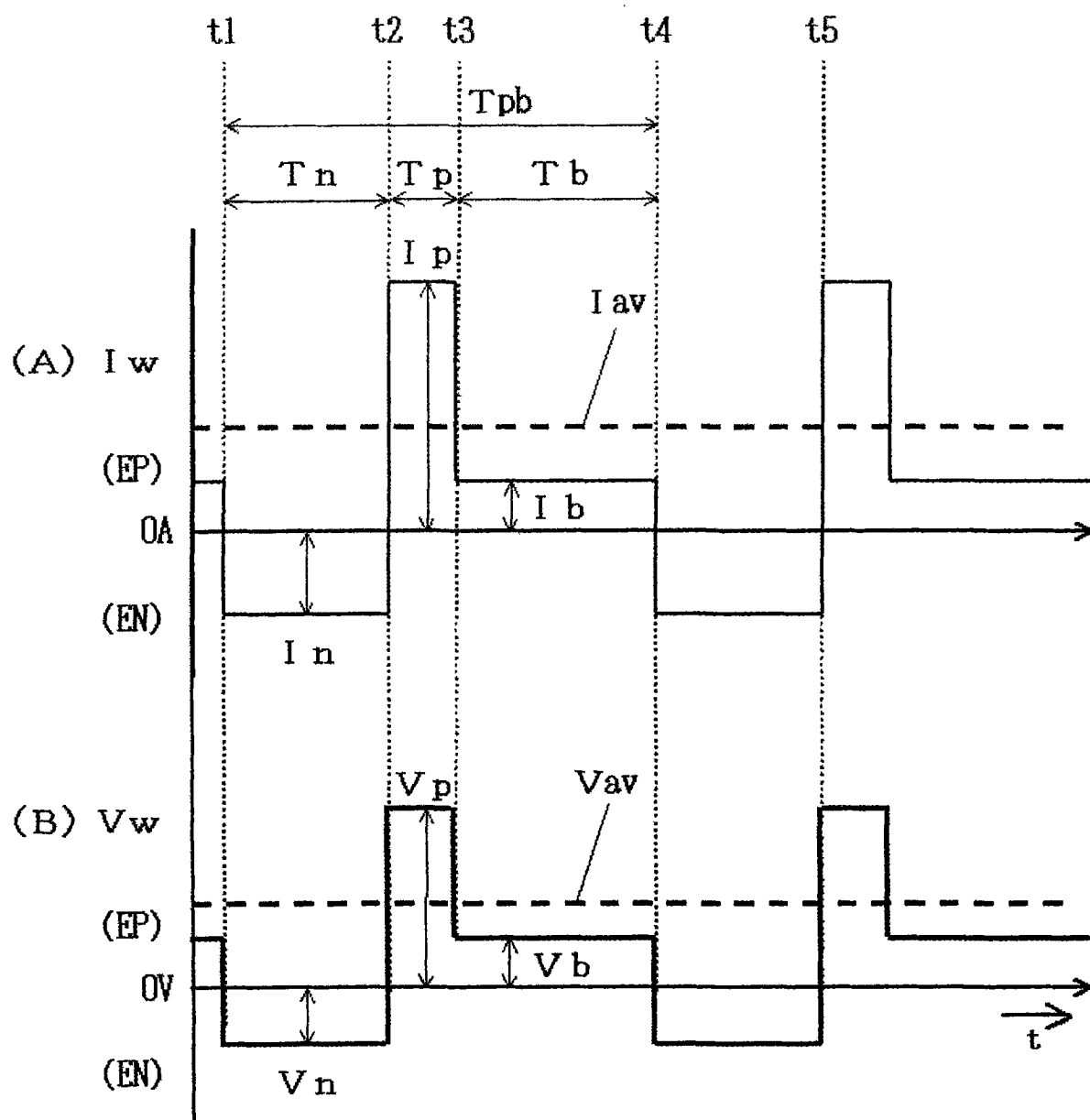


图 4

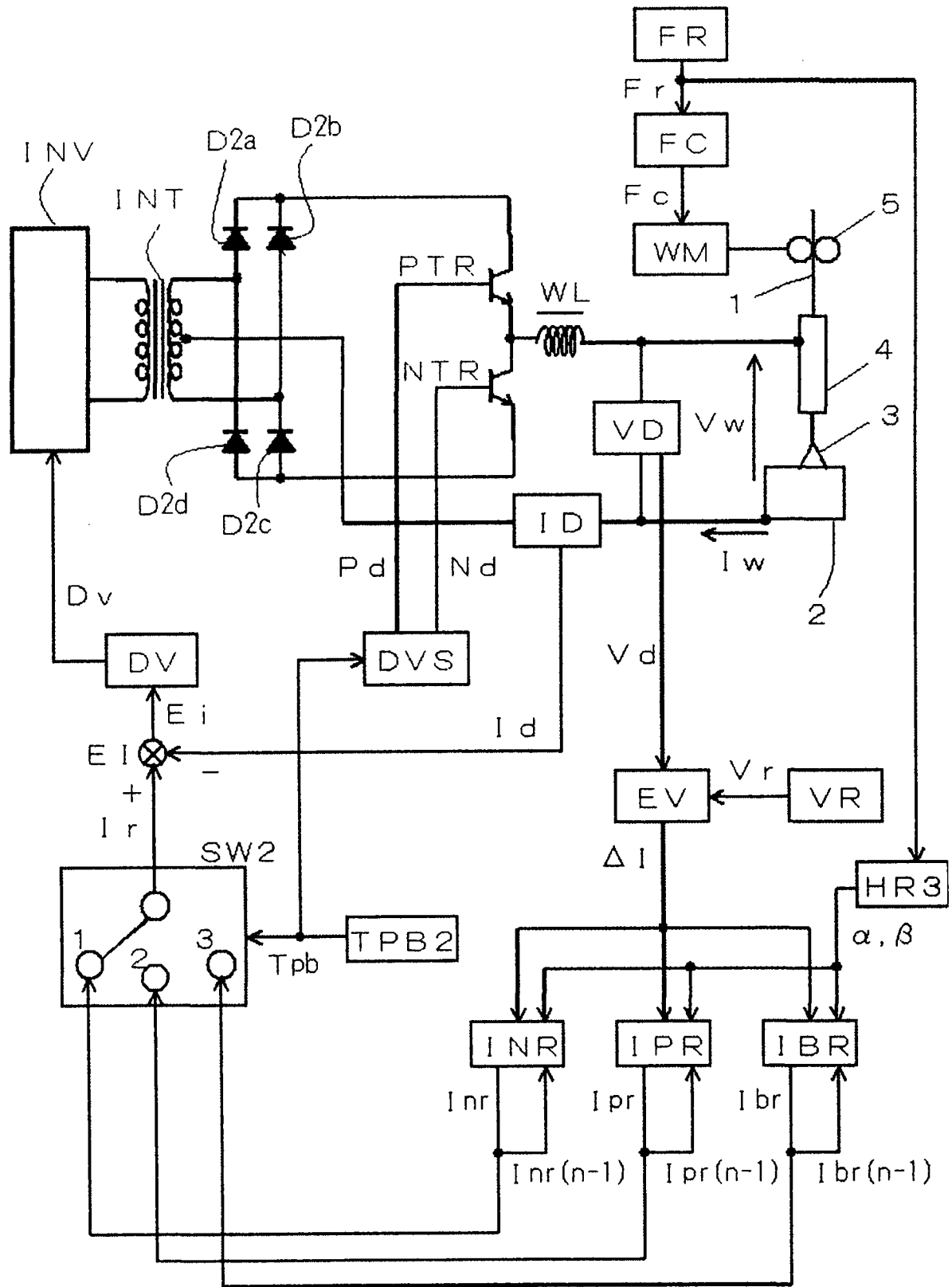


图 5

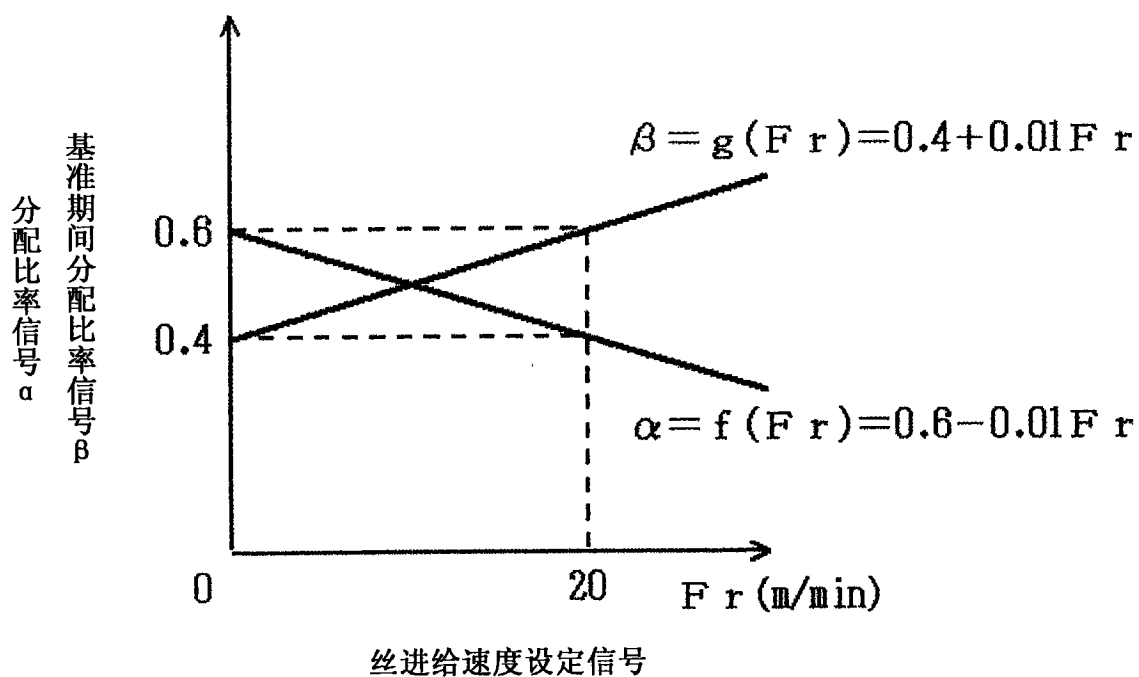


图 6

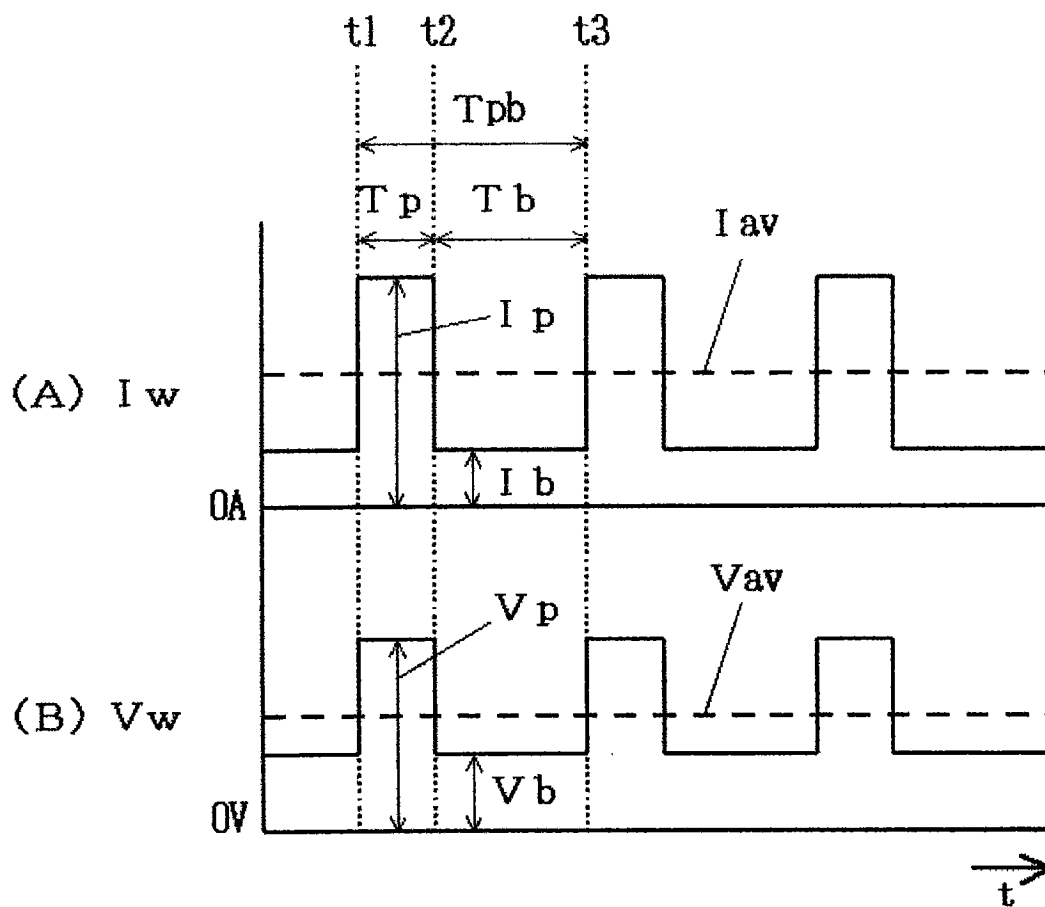


图 7