



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1874622 B

(45) 授权公告日 2014.06.11

(21) 申请号 200610083289.3

CN 1543702 A, 2004.11.03, 说明书第3页第

(22) 申请日 2006.05.31

4行到第4页第23行和附图2.

(30) 优先权数据

审查员 史永良

11/141,746 2005.06.01 US

(73) 专利权人 应达公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 奥列格·S·菲什曼

弗拉迪米尔·V·纳多

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理

有限公司 11225

代理人 朱梅

(51) Int. Cl.

H05B 6/40(2006.01)

H05B 6/24(2006.01)

G21D 1/42(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1466810 A, 全文.

US 6121592 A, 2000.09.19, 全文.

WO 2004004420 A1, 说明书第32页第6行到第36页第21行和附图16.

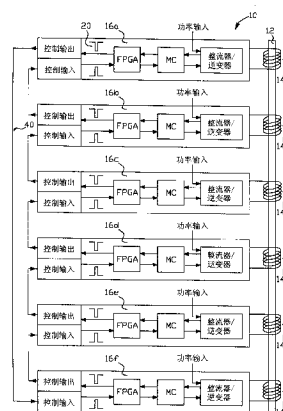
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

工件的梯度感应加热

(57) 摘要

本发明提供了以多个感应线圈梯度感应加热或熔化工件的装置和方法,其中多个感应线圈中的每一个连接到具有跨接在逆变器输入端的调谐电容器的电源。多个感应线圈按序布置在工件周围。逆变器具有脉宽调制交流功率输出,其通过所有电源控制器之间的控制线与其它电源的脉宽调制交流功率输出同步控制。



1. 用于梯度感应加热或熔化工件的设备,该设备包括:

按序布置在工件周围的多个感应线圈;

为多个感应线圈中的每一个供电的单独电源,每一单独电源包括具有可调脉宽调制交流输出的逆变器,由正常同步脉冲提供每个单独电源的可调脉宽调制交流输出的同步控制,每个单独电源具有控制器用于控制逆变器中开关器件的门控电路,该可调脉宽调制交流输出连接到与其相关的感应线圈,一个所述单独电源的控制器被选择为主控制器;及

通过连接到每个单独电源的控制输入及控制输出使每一单独电源串联互连的串联控制回路,所述主控制器的控制输出向该串联控制回路输出所述正常同步脉冲;

与所述每一单独电源中的控制器通信以执行用于梯度感应加热的加热曲线的主计算机。

2. 根据权利要求 1 所述的设备,其中至少逆变器之一具有跨接在逆变器输入端的调谐电容器。

3. 根据权利要求 1 所述的设备,其中多个感应线圈是紧绕的螺管感应线圈,并相互靠近且绝缘分离以防止相邻线圈间的短路。

4. 根据权利要求 1 所述的设备,其中工件包括放置在坩埚内的导电材料。

5. 根据权利要求 1 所述的设备,其中工件包括感受器。

6. 通过感应梯度加热或熔化工件的方法,包括步骤:

从多个电源的输出端向多个感应线圈提供脉宽调制交流功率以在多个感应线圈中的每一个内感应磁场,多个感应线圈中的每一个独自连接到多个电源之一的输出端;

将工件的不相连各段放置在由多个感应线圈中的每一个产生的磁场区域中;

由正常同步脉冲同步控制每个电源的可调脉宽调制交流输出,每个电源具有控制器用于控制该电源中逆变器的开关器件的门控电路,一个所述电源的控制器被选择为主控制器;及

将所述正常同步脉冲从主控制器的控制输出发送到串联控制回路,串联控制回路在每个电源的控制输入和控制输出与电源串联交叉,从而同步每个电源的脉宽调制交流输出;

主计算机与每一单独电源中的控制器通信以执行用于梯度感应加热的加热曲线。

7. 根据权利要求 6 所述的方法,进一步包括将调谐电容器插入跨接在至少一个逆变器的输入端的步骤。

8. 根据权利要求 6 所述的方法,进一步包括同步来自多个电源输出端的脉宽调制交流功率的步骤。

工件的梯度感应加热

技术领域

[0001] 本发明涉及工件的受控梯度感应加热。

背景技术

[0002] 沿工件尺寸将某些工件加热到温度梯度是有优点的。例如,经受挤压处理的圆柱形铝工件或坯段,通常坯段首先牵拉通过挤压机的一端的横截面相较坯段另一端的横截面被加热到更高的温度。之所以这样是因为挤压过程本身是发热的并在坯段通过挤压机时对其加热。如果坯段在整个横截面均沿其纵轴均匀加热,坯段另一端将会在挤压之前就过热,并经历充分的热变形以致不可能进行挤压。

[0003] 一种实现梯度感应加热导电坯段的方法,如沿其纵轴加热铝合金坯段,是用多个分离的有序螺管感应线圈缠绕坯段。每一个线圈连接到供电线路频率(如 50 或 60 赫兹)的电流源。流过每一个螺管线圈的电流在线圈周围建立纵向磁通场,其穿透并感应加热坯段。为了实现沿坯段纵轴进行梯度加热,从坯段的一端到另一端的每一线圈的供电电流强度(功率)通常依次越来越小。可控硅整流器可以用于与感应线圈串联以使线圈序列中的电流可调。

[0004] 使用供电线路的频率有利于简化电流源,但是这样的安排限制了可被大量加热的坯段的尺寸范围。感应电流的穿透深度(单位:米)由公式确定: $503(\rho/\mu F)^{1/2}$,其中 ρ 是坯段电阻率,单位:欧姆·米; μ 是坯段相对磁导率,无量纲; F 是所应用的场频率。非磁性坯段如铝的磁导率是 1。铝在 500℃时的电阻率是 0.087 微欧姆·米。因此从公式可知,在频率是 60 赫兹时,穿透深度计算可得约为 19.2 毫米,或约 0.8 英寸。坯段的感应加热在实践中是由“均热”处理完成的,而不是试图一次性感应加热坯段的整个横截面。也就是说感应场穿透坯段横截面的一部分,并允许所感应的热量辐射(裂化)到坯段的中心。典型地,感应场穿透深度是坯段横截面半径的五分之一被认为是有效的穿透深度。因此半径 4 英寸的铝坯段用 60 赫兹的电流时最佳穿透深度是 0.8 英寸。因此,以单一频率能够有效感应加热的坯段尺寸范围是有限的。

[0005] 本发明的目标之一是提供针对不同的工件尺寸以易于改变的电流频率梯度感应加热坯段的方法和设备。

发明内容

[0006] 一方面,本发明是以多个线圈梯度感应加热或熔化工件的方法和设备。多个感应线圈中的每一个连接到具有跨接在逆变器输入端的调谐电容器的电源。每一逆变器具有脉宽调制交流输出,其通过所有电源之间的控制线与其它电源的脉宽调制交流输出同步控制。

[0007] 本发明的其它方面在本说明书和所附权利要求书中进行了阐述。

附图说明

[0008] 结合说明书与权利要求书,附图示出了本发明的一个或多个非限定性实施例。本发明不受所示附图的形式和内容的限制。

[0009] 图 1 是本发明梯度感应加热或熔化设备的一个实例的简化示意图。

[0010] 图 2 是用于本发明梯度感应加热或熔化设备的多个电源之一的简化示意图。

[0011] 图 3 为根据本发明梯度感应加热或熔化设备的一个实例,逆变器输出电压变化时负载线圈电流的典型结果的曲线图。

具体实施方式

[0012] 图 1 表示了本发明梯度感应加热设备 10 的一个实例。在该特定的非限定性实例中,工件是坯段 12。图 1 中坯段的尺寸被夸大以表示在工件周围的有序感应线圈 14a 到 14f。工件可以是任何类型的要求沿其长度方向梯度加热的导电工件,为了方便,在该特例中,工件将被称为坯段且梯度加热将沿坯段的长轴方向完成。在本发明的其它实例中,工件可以是放置在坩埚或感受器内部的导电材料,坩埚或感受器被加热以将热量传递给另一种材料。在本发明的这些实例中,感应线圈布置在坩埚或感受器的周围以对放置在坩埚或感受器内的材料提供梯度加热。

[0013] 感应线圈 14a 到 14f 示意性地表示在图 1 中。实践中线圈是紧绕的螺管线圈,并相互靠近且按要求相互分离以防止线圈间的短路,防止短路可通过在线圈之间放置绝缘材料实现。其它线圈结构也预期在本发明的范围之内。

[0014] 脉宽调制 (PWM) 电源 16a 到 16f 能够分别为感应线圈 14a 到 14f 提供不同均方根值的电流 (功率)。每一个电源可以包括整流器 / 逆变器电源,其中低通滤波电容器 (C_F) 跨接在整流器 60 的输出端和调谐电容器 (C_{TF}) 跨接在逆变器 62 的输入端,如图 2 所示,并在专利号为 6,696,770、名称为“利用调谐电容器的感应加热或熔化电源”的美国专利中公开,其全部内容通过引用组合于此。图 2 中 L_{fc} 是可选线滤波器, L_{clr} 是限流电抗器。每一电源的输出是对每一感应线圈的脉宽调制电压。

[0015] 图 2 进一步说明了典型电源的细节,其中对每一电源供电的、非限定性主电源 (指定的线 A、B 和 C) 是 400 伏特、30 赫兹。逆变器 62 包括使用 IGBT 开关器件的全桥逆变器。在本发明的其它实例中,逆变器还可以配置为谐振逆变器或者使用其它类型开关器件的逆变器。微控制器 MC 提供了用于电源的控制和指示功能的装置。与本发明最相关的,微控制器控制桥式电路中四个 IGBT 开关器件的门控电路。在本发明的该非限定性实例中,门控电路由现场可编程门阵列 (FPGA) 表示,而门控信号由光纤连接器 (由图 2 中的虚线 61 表示) 提供给门极 G1 到 G4。如图 2 所示连接到电源输出端的感应线圈被表示为负载线圈 L_{load} 。线圈 L_{load} 表示图 1 中感应线圈 14a 到 14f 之一。图 2 中的电阻元件 R 表示如图 1 所示的插入线圈的被加热坯段 12 的阻抗。

[0016] 在运行中,每一个电源 16a 到 16f 的逆变器脉宽调制输出的持续时间、相位和 / 或幅值可被改变以达到所要求的坯段感应加热梯度。图 3 是分别产生三个相邻负载线圈中的电流 I_1 、 I_2 和 I_3 的电源电压输出 (V_1 、 V_2 和 V_3) 的变化的典型图例。所需的加热曲线能够编入一个或多个由主计算机执行的程序中,主计算机与每一电源中的微控制器通信。感应线圈具有互感;为了防止低频差频振荡,所有线圈应该在实质上相同的频率运行。利用由使用具有脉宽调制输出的逆变器而提供的灵活性,所有的逆变器是同步的。也就是说,所有逆变

器的输出频率和相位通常是同步的。

[0017] 当能量从每一个逆变器的输出端流向与其相连的感应线圈时,两个对角放置的开关器件(例如图2中的 S_1 和 S_3 ,或 S_2 和 S_4)在进行传导,电压施加在负载线圈的两端。其它时间线圈被短路,电流流过一个开关器件和一个反并联二极管(例如图2中的 S_1 和 D_2 , S_2 和 D_1 , S_3 和 D_4 ,以及 S_4 和 D_3)。这使从相邻线圈获取的能量最少。

[0018] 重新参考图1,同步控制多个电源的功率输出被用于最小化相邻线圈之间的电路干扰。串联控制回路40表示了同步控制多个电源的功率输出的非限定性装置。在本发明的该非限定性实例中,串联控制回路40可以包括串联连接所有电源的光缆连接器(FOL)。连接到每一个电源的控制连接器的控制输入(图1中的"控制输入")可以是光纤接收器(FOR),及来自每一个电源的控制连接器的控制输出(图1中的"控制输出")可以是光纤发送器(FOT)。多个电源的控制器之一,例如电源16a的控制器能可编程地选择为主控制器。电源16a的主控制器的"控制输出"向电源16f的从控制器的"控制输入"输出正常同步脉冲20。如果电源16f的从控制器处于正常运行状态,则其将正常同步脉冲传递给电源16e的从控制器,依此类推,直到正常同步脉冲返回电源16a的主控制器"控制输入"。此外,每一个控制器为多个电源中的每一个逆变器产生独立的脉宽调制信号。如果电源中的任何一个出现异常情况,受影响的控制器的输出异常运行脉冲。例如,正常同步脉冲大约是2微秒,而异常运行脉冲大约是50微秒。异常运行脉冲由电源的上行控制器处理以关闭或修改感应加热过程。通常同步脉冲从主控制器到主控制器的全程传输时间延迟可忽略不计。如果控制器之一发生失效,同步信号将不会返回主控制器,其将导致执行异常状态程序,如停止后续正常同步脉冲的产生。

[0019] 在本发明的上述非限定性实例中,使用了六个电源和感应线圈。在本发明的其它实例中,在不背离本发明的范围的情况下,也可使用其它数量的电源和感应线圈。

[0020] 本发明的实例包括提及的具体电元件。本领域的普通技术人员可以不必是相同类型但可产生本发明所需状态或达到本发明所需结果的元件来实施本发明。例如单个元件可以替换为多个元件,反之亦然。

[0021] 前述实例不限制本发明公开的范围。本发明公开的范围在所附权利要求书中进一步提出。

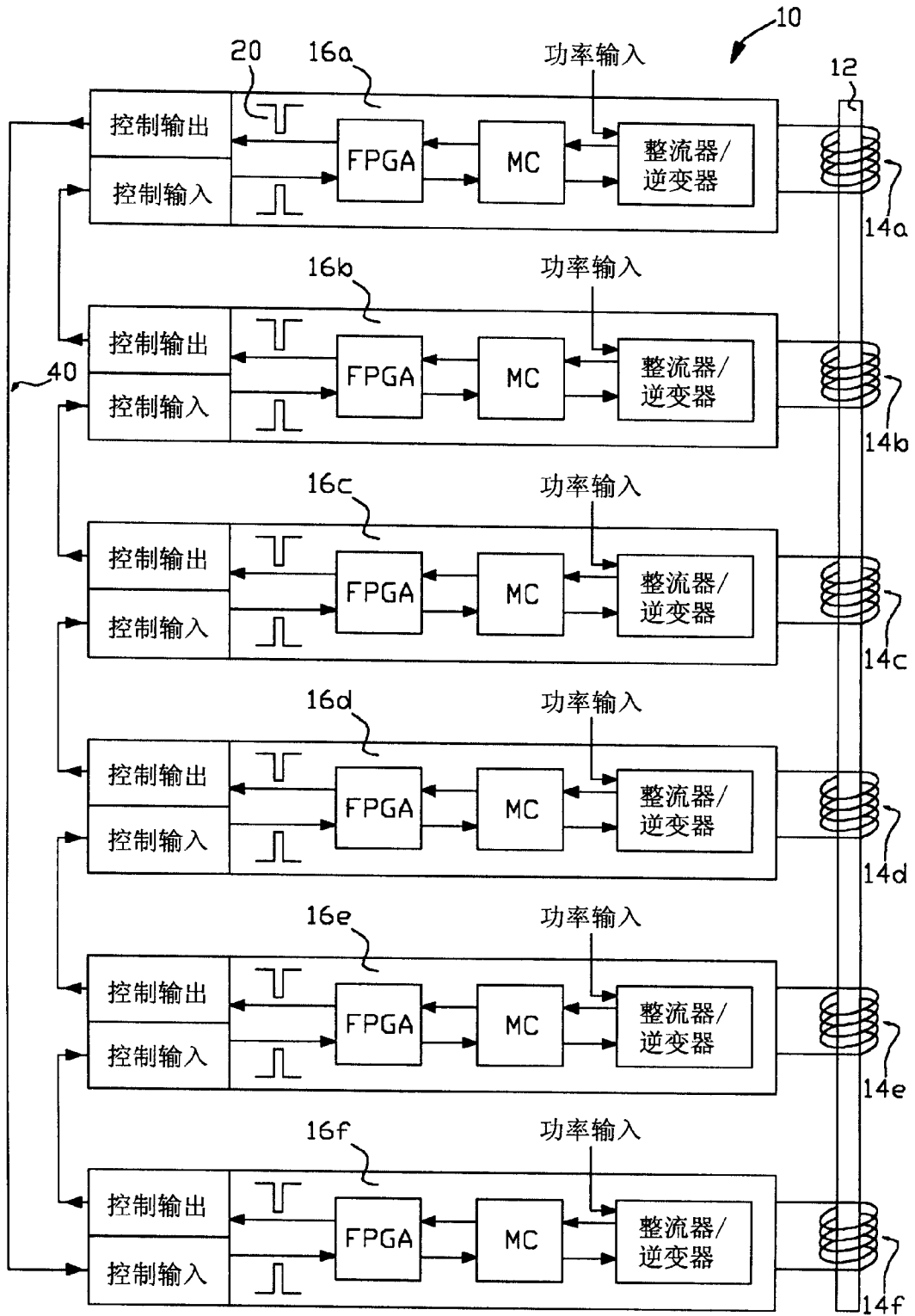


图 1

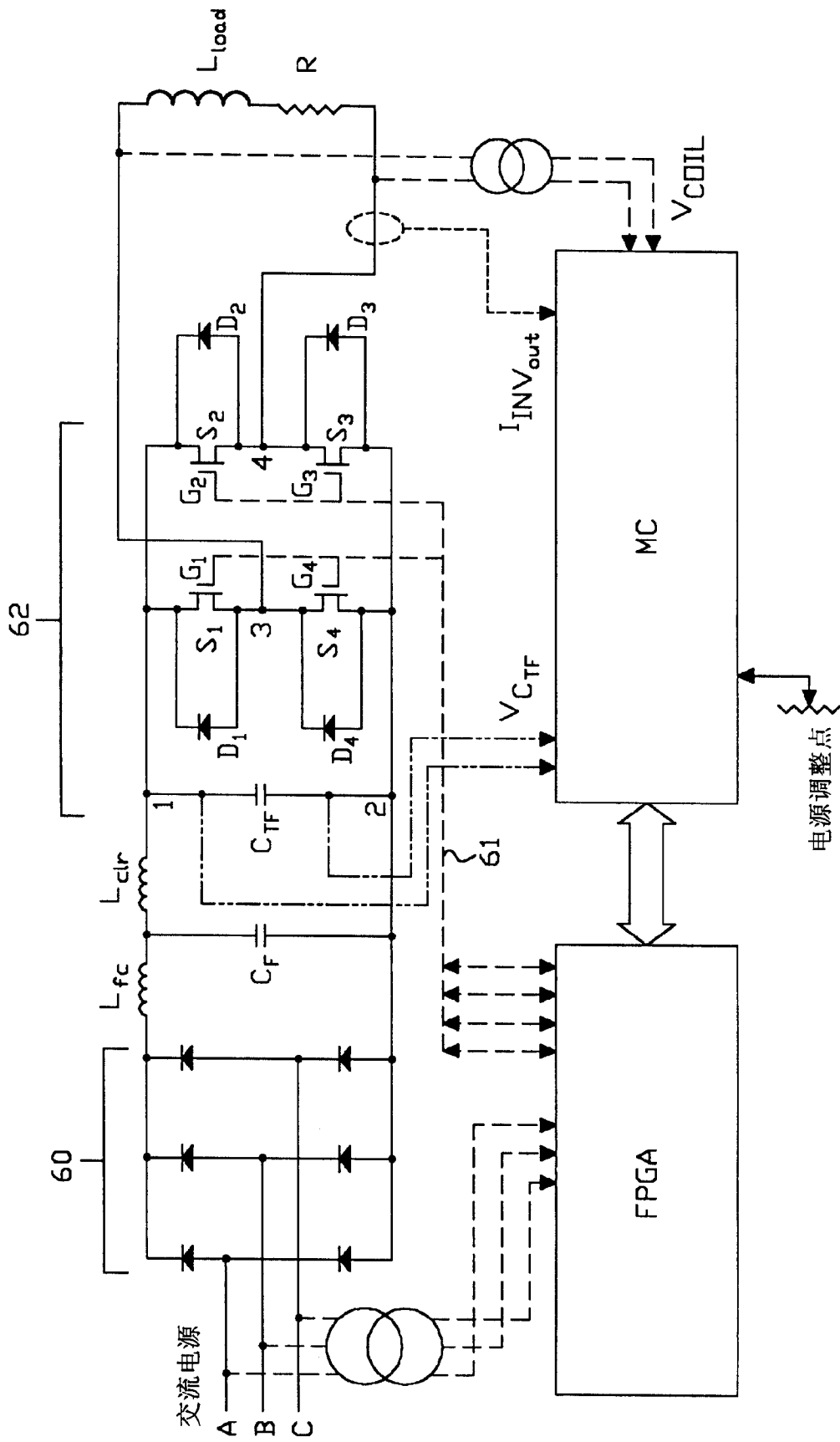


图 2

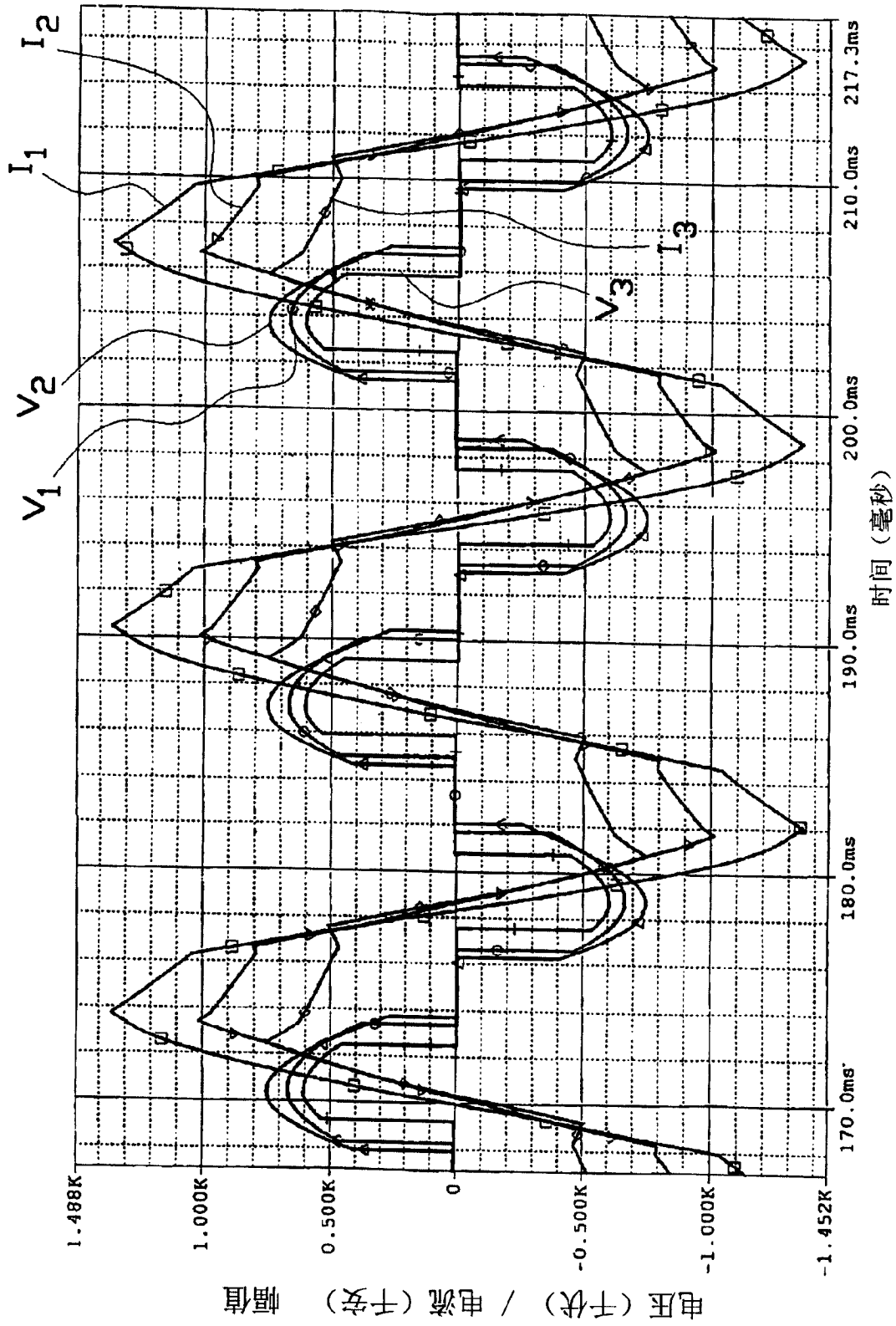


图 3