



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102763201 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201180009496. 3

(22) 申请日 2011. 02. 18

(30) 优先权数据

12/708, 648 2010. 02. 19 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2012. 08. 14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2011/025391 2011. 02. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/103391 EN 2011. 08. 25

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 亚历山大·戈尔丁

欧勒格·V·塞雷布里安诺夫

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 徐金国

(51) Int. Cl.

H01L 21/324(2006. 01)

(56) 对比文件

TW 545083 B, 2003. 08. 01,

US 2008/0019679 A1, 2008. 01. 24,

US 2003/0029859 A1, 2003. 02. 13,

EP 1100114 A2, 2001. 05. 16,

审查员 刘辉

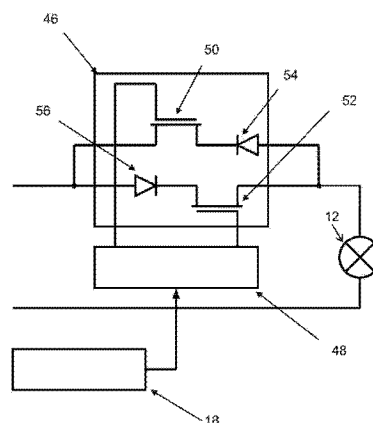
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

高效率高精度加热器驱动器

(57) 摘要

本发明揭示了一种快速热处理腔室,所述快速热处理腔室具有灯具驱动电路,灯具驱动电路包含两个晶体管和两个二极管。快速热处理腔室包含多个卤素灯具、灯具驱动器、测量晶片温度的温度传感器以及连接至温度传感器和灯具驱动器的温度控制器,温度控制器提供控制信号给灯具驱动器,控制信号为晶片温度与期望温度的函数。灯具驱动器包含由控制信号控制的两个晶体管,使得供应给多个卤素灯具的功率的功率因数(power factor)在0.9到1之间的范围。



1. 一种处理晶片的快速热处理腔室,所述快速热处理腔室被供应交流功率,所述快速热处理腔室包含:

多个灯具;

灯具驱动器,包含串联的第一二极管和第一晶体管与串联的第二二极管和第二晶体管的并联连接,所述灯具驱动器连接至交流功率源和所述多个灯具,以供应功率给所述多个灯具;

温度传感器,所述温度传感器测量晶片温度;以及

温度控制器,所述温度控制器连接至所述温度传感器和所述灯具驱动器,所述温度控制器提供第一控制信号给所述第一晶体管,所述第一控制信号是所述晶片温度和期望温度的函数,并且所述温度控制器提供第二控制信号给所述第二晶体管,所述第二控制信号是所述晶片温度和所述期望温度的函数;以及

其中所述第一晶体管与所述第二晶体管在不同的时间开启。

2. 如权利要求 1 所述的快速热处理腔室,其中所述第一晶体管和所述第二晶体管均为 MOSFET 晶体管。

3. 如权利要求 1 所述的快速热处理腔室,其中所述第一晶体管和所述第二晶体管均为双极性晶体管。

4. 如权利要求 1 所述的快速热处理腔室,其中所述第一晶体管和所述第二晶体管均为绝缘栅双极性晶体管。

5. 如权利要求 1 所述的快速热处理腔室,其中所述第一晶体管和所述第二晶体管在所供应的交流电压的每半个周期中开启和关闭两次或更多次。

6. 如权利要求 5 所述的快速热处理腔室,其中供应给所述多个灯具的所述功率的功率因数介于 0.9 到 1 之间。

高效率高精度加热器驱动器

技术领域

[0001] 本发明涉及加热器驱动器,所述加热器驱动器可用于快速热处理腔室,以在处理晶片(wafer)时提供更有效率的操作方式。

背景技术

[0002] 当处理半导体晶片时,快速热处理(RTP)腔室需要控制供给灯具的功率以控制灯具所产生的热量。现有的快速热处理腔室利用包含有相位角度控制的硅控整流器(silicon controlled rectifier,SCR)的灯具驱动电路来控制提供给灯具的功率,以控制晶片处理。这些基于硅控整流器的灯具驱动电路具有许多限制晶片处理的效率的缺点。基于硅控整流器途径的一系列缺点在于电流的功率因数较低。在低功率水平时特别如此,其中功率因数(power factor)可小于 50%。因此造成半导体处理的能量没有效率。

[0003] 除此之外,基于硅控整流器的灯具驱动电路在电压跨零点的点附近时不能被开启。这是因为硅控整流器需要一最小电压来开启。因此,受控的输出电流的最小值具有阈值。这也同样造成处理没有效率。

[0004] 另一个问题是,因为硅控整流器的特性,只能在每一个周期中开启和关闭硅控整流器两次。这是由于只有当流经装置的电流为零的时候,硅控整流器才会关闭。若能对于灯具驱动器电路实现更精确的控制,则可以改善高速的温度处理。

[0005] 因此,鉴于快速热处理腔室中与基于硅控整流器的灯具驱动电路相关的这些缺点,需要新的且改良的灯具驱动电路。

[0006] 发明概述

[0007] 本发明的一个方式提供了一种处理晶片的快速热处理腔室。所述快速热处理腔室被供应交流功率并且可包含多个卤素灯具、灯具驱动器、测量晶片温度的温度传感器;以及连接至温度传感器和灯具驱动器的温度控制器,所述温度控制器提供控制信号给第一晶体管的控制输入端和第二晶体管的控制输入端,所述控制信号为晶片温度与期望温度的函数。所述灯具驱动器包含负极连接至第一晶体管的第一端的第一二极管,所述第一二极管与负极连接至第二晶体管的第一端的第二二极管相并联,其中第一二极管的正极与第二晶体管的第二端连接至上述多个卤素灯具中的一个或多个,而第二二极管的正极与第一晶体管的第二端连接至交流功率供应器(power supply)。

[0008] 根据本发明的另一方式,一种处理晶片的快速热处理腔室包括:多个卤素灯具、功率源、测量晶片温度的温度传感器以及温度控制器。所述功率源包含具有第一开关与第二开关的交流功率源(power source),所述功率源连接至多个卤素灯具以供应功率至所述多个卤素灯具。所述温度控制器连接至温度传感器以及功率源中的第一开关和第二开关,所述温度控制器提供第一控制信号至第一开关,并且提供第二控制信号至第二开关,第一控制信号与第二控制信号为晶片温度与期望温度的函数。第一控制信号在交流功率的每半个周期中开启和关闭第一开关多次,而第二控制信号在交流功率的每半个周期中开启和关闭第二开关多次。

[0009] 根据本发明的另一方式,当第二开关关闭时,第一开关开启。同样,当第二开关开启时,第一开关关闭。

[0010] 根据本发明的另一方式,温度控制器形成第一控制信号和第二控制信号,作为交流功率的脉冲形式。

[0011] 根据本发明的另一方式,供应给多个卤素灯具的功率的功率因数大约为 1。通常,功率因数介于 0.9 到 1 之间。

[0012] 根据本发明的另一方式,第一开关和第二开关为晶体管。所述晶体管可为 MOSFET 晶体管、双极性晶体管或绝缘栅双极性晶体管。

[0013] 根据本发明的另一方式,提供了一种控制处理晶片的快速热处理腔室的方法。所述方法可包含下列步骤:感测晶片的温度;确定期望温度;温度控制器根据晶片的温度和期望温度产生第一控制信号和第二控制信号;第一控制信号在供应给温度控制器的交流功率的每半个周期中开启和关闭第一开关多次;第二控制信号在供应给温度控制器的交流功率的每半个周期中开启和关闭第二开关多次;以及第一开关和第二开关供应功率给多个卤素灯具。

[0014] 根据本发明的另一方式,第一开关与第二开关在不同时间开启。当第二开关关闭时,第一开关开启,而当第二开关开启时,第一开关关闭。

[0015] 根据本发明的另一方式,温度控制器形成第一控制信号和第二控制信号,作为交流功率的脉冲形式。

[0016] 根据本发明的另一方式,供应多个卤素灯具的功率的功率因数大约为 1。

[0017] 如上所述,第一开关及第二开关可为晶体管。晶体管可选自由 MOSFET 晶体管、双极性晶体管和绝缘栅双极性晶体管组成的组。

[0018] 根据本发明的另一方式,一种处理晶片的快速热处理腔室。所述快速热处理腔室被供应交流功率,且包括:多个卤素灯具、灯具驱动器、测量晶片温度的温度传感器以及温度控制器。所述灯具驱动器包含与第二二极管和第二晶体管并联连接的第一二极管和第一晶体管,所述灯具驱动器连接至交流功率源并连接至所述多个卤素灯具,以供应功率给多个卤素灯具。所述温度控制器连接至温度传感器和灯具驱动器,所述温度控制器给第一晶体管提供作为晶片温度和期望温度的函数的第一控制信号,并给第二晶体管提供作为晶片温度与期望温度的函数的第二控制信号。第一晶体管与第二晶体管在不同的时间开启。

[0019] 晶体管可以都为 MOSFET 晶体管,也可以都为双极性晶体管,或者都为绝缘栅双极性晶体管。如上所述,第一晶体管和第二晶体管可在所供应的交流电压的每半个周期中开启和关闭两次或更多次。供应给多个卤素灯具的功率的功率因数介于 0.9 到 1 之间。

附图说明

[0020] 图 1 表示具有卤素灯具、灯具驱动器、晶片温度控制器、温度传感器以及温度控制器的快速热处理腔室。

[0021] 图 2 表示根据本发明的一种方式的灯具驱动器。

[0022] 图 3 表示根据本发明的一种方式的来自功率源的电压和驱动器输出电压。

[0023] 图 4 表示根据本发明的一种方式的驱动器电路。

[0024] 图 5 表示根据本发明的一种方式的与本发明电路相关的波形。

[0025] 图 6 表示根据本发明的一种方式的本发明操作方式。

[0026] 发明描述

[0027] 图 1 表示快速热处理腔室(Rapid Temperature Process(RTP)chamber)10。该 RTP 腔室 10 包含多组卤素灯具 12,多个灯具驱动器 14 以及正被处理的晶片 16。灯具驱动器 14 连接至卤素灯具 12,并控制提供给卤素灯具 12 的功率。卤素灯具 12 供应热量给晶片 16,以使得晶片 16 以已知的方式来处理。

[0028] 晶片温度控制器 18 具有输入端与输出端,输入端连接至温度传感器 20,输出端连接至灯具驱动器 14。根据本发明的一种方式,所述温度传感器 20 为非接触式温度传感器,所述温度传感器测量晶片 16 的温度。所述温度从温度传感器 20 提供给温度控制器 18。晶片 16 所需的温度也会提供给温度控制器 18。温度控制器 18 便依据所量测的温度与所需的温度来发送控制信号给灯具驱动器 14,以控制卤素灯具 12。灯具驱动器 14 维持卤素灯具 12 必需的灯具功率来产生红外线发射,以加热晶片 16。

[0029] 一种现有技术的灯具驱动器 14 表示于图 2 中。灯具驱动器 14 连接至功率源 30。功率源 30 可以为功率分配线。灯具驱动器 14 由功率控制元件组成。例如,在现有技术中,提供双极性硅控整流器(silicon controlled rectifier, SCR)34 以及硅控整流器控制器 36。最初,硅控整流器并不导通电流。但基于来自控制器 18 的外部指令,硅控整流器控制器 36 会开启或关闭硅控整流器 34,导致电流流经灯具 12。当所提供硅控整流器 34 的控制信号的极性反转时,硅控整流器 34 停止电流导通,灯具 12 关闭。

[0030] 图 3 的左图表示来自功率源 30 的电压 40。右图表示当使用硅控整流器 34 时,来自硅控整流器 34 的驱动器输出电压 42。值得注意的是,硅控整流器 34 典型地是在功率源 30 的交流周期的每半个周期中开启和关闭一次。

[0031] 图 4 表示根据本发明的一种方式的灯具驱动器。该灯具驱动器具有电子开关 46 和控制器 48。依据本发明的一种方式,电子开关 44 包含第一晶体管 50、第二晶体管 52、第一二极管 54 和第二二极管 56。如图 4 所示,第一二极管 54 的负极连接至第一晶体管 50 的第一端。第二晶体管 56 的负极连接至第二晶体管 52 的第一端。串联的第一二极管 54 和第一晶体管 50 与串联的第二二极管 56 和第二晶体管 52 并联。

[0032] 第一二极管 54 的正极与第二晶体管 52 的第二端连接至多个卤素灯具 12 中的一个或多个。第二二极管 56 的正极与第一晶体管 50 的第二端连接至交流功率供应器。

[0033] 晶体管 50 和 52 可以由大多数类型的晶体管来实现。例如,根据本发明的一种方式中,晶体管 50 及 52 可利用 MOSFET 晶体管来实现。根据本发明的其他方式,晶体管 50 及 52 也可利用双极性晶体管来实现。进一步,晶体管 50 和 52 也可以利用绝缘栅双极性晶体管(insulated gate bipolar transistor, IGBT)来实现。在图 4 中,晶体管 50 和 52 表示为 MOSFET 晶体管。在输入正弦波的正部份期间,二极管 56 与晶体管 52 导通,而在输入正弦波的负部份期间,二极管 54 与晶体管 50 导通。

[0034] 参考图 4,控制器 48 接收来自温度控制器 18 的指令。温度控制器 18 接受期望温度与来自温度传感器 20 所感测的温度。控制器 48 分析所感测温度和期望温度并发出控制信号到晶体管 50 和 52 的控制输入端,由此开启和关闭晶体管 50 和 52,以维持跨灯具 12 的所需电压,使期望温度得以维持。

[0035] 如图 5 所示,控制器 48 能够在输入交流电压的每半个周期中开启和关闭晶体管 50

和 52 多次。这是通过将输入电压 60 的正弦波形式切截 (chop) 成脉冲电压 62 来实现。温度控制器 18 因而可通过在输入交流电压供应器的每个周期中开启和关闭晶体管 50 和 52 两次或更多次的方式,来在输入交流电压的周期中精确地调整跨灯具 12 的电压。

[0036] 图 6 表示根据本发明的一种方式的灯具加热器电路,所述灯具加热器电路包含两个驱动电路 90 和 92。驱动器电路 90 和 92 的每一个控制一组或多组灯具。根据本发明的另一方式,在交流电压的周期中,控制器 94 交错 (stagger) 驱动器 90 的切换相位来展开导通相位。50%工作周期中的输出电压 96 和 98 如图所示。在主动式负载的情况下,如电阻器或灯具,输入电流 99 和 100 具有与输出电压 96 和 98 相同的形式。输入加热器电流 27 是多个驱动器的输出电流的迭加。因此,输入电流为多个驱动器的输出电流的迭加。在此例中,输入电流的结果形式是正弦波。加热器输入电压 26 与输入电流 27 彼此间并不具有相位偏移,而功率因数近似为 1。

[0037] 相较于先前使用硅控整流器的灯具电路而言,本发明灯具驱动器可以更快速地被控制。这是因为相对于具有较慢反应时间的硅控整流器来说,晶体管可以较快速地被开启和关闭。于是,利用本发明可以更精准得多地控制卤素灯具 12。

[0038] 本发明还提供一种控制处理晶片的快速热处理腔室的方法。快速热处理腔室被供应交流功率,并如前所述具有多个卤素灯具,所述卤素灯具的功率输出受灯具驱动器所控制。如前所述,灯具驱动器包含负极连接至第一晶体管的第一端的第一二极管,所述第一二极管与负极连接至第二晶体管的第一端的第二二极管并联,其中第一二极管的正极与第二晶体管的第二端连接至所述多个卤素灯具中的一个或多个,而第二二极管的正极与第一晶体管的第二端连接至交流功率供应器。

[0039] 根据本发明的一种方式,所述处理包括:用温度传感器感测晶片的温度;传送感测的晶片温度与所需要的温度至温度控制器;温度控制器产生传送至第一晶体管的控制输入端和第二晶体管的控制输入端的控制信号,以开启和关闭第一晶体管和第二晶体管;并且所述温度控制器供应信号给所述多个卤素灯具,以控制所发出的热量。

[0040] 在每一个灯具驱动器中的第一晶体管和第二晶体管均为 MOSFET 晶体管的情况下,第一晶体管和第二晶体管的控制输入端为 MOSFET 晶体管的栅极。在使用双极性晶体管的情况下,第一晶体管和第二晶体管的控制输入端为基极端。

[0041] 根据本发明的另一方式,温度控制器会切截所供应的交流电压来产生控制信号至第一和第二晶体管,由此第一和第二晶体管在所供应的交流电压的每半个周期中开启和关闭二次或更多次。

[0042] 本发明的驱动器电路具有三个优点。该驱动器电路允许输出电压更快速的设定时间,允许处理温度控制中更好的动态精确度。根据本发明的实施方式的驱动器具有最大的可实现速度,因为驱动器在开路模式下工作。开路模式消除了所有与内部封闭回路有关的负面影响:增加设定时间和过调节 (overshooting)。驱动器的静态误差通过外部晶片温度控制闭路而得到补偿。

[0043] 本发明的驱动器电路还允许在低温时处理控制的精确度增加:不像常规使用相位角度控制方法的基于硅控整流器的驱动器,本发明的驱动器在所有实际目的上,并不具有最小输出电压,而现有技术的基于硅控整流器的驱动器的最小可控制输出电压为 5%。另外,在低输出电压时,本发明的实施方式的驱动器具有更好的精确度。因此,新驱动器具有

更好的功率因数,并因而在中等和低功率范围具有更低的能量消耗。由于快速热处理期间的平均功率在 27% -35% 范围内,故这是一个优势。使用硅控整流器驱动器的现有快速热处理系统的典型功率因数是 0.4。而新驱动器在任何控制的功率水平都具有优于 0.9 的功率因数。在多数情况下,功率因数接近于 1。

[0044] 虽然这里已示出、描述和提出如所应用于优选实施方式的本发明的基本新颖特征,但应当理解,本领域技术人员在不脱离本发明的精神的情况下,可以对所说明的装置的类型式与细节及其操作上作出各种省略、取代与改变。因此,本发明的保护范围意在仅受到后附的权利要求所界定的范围的限制。

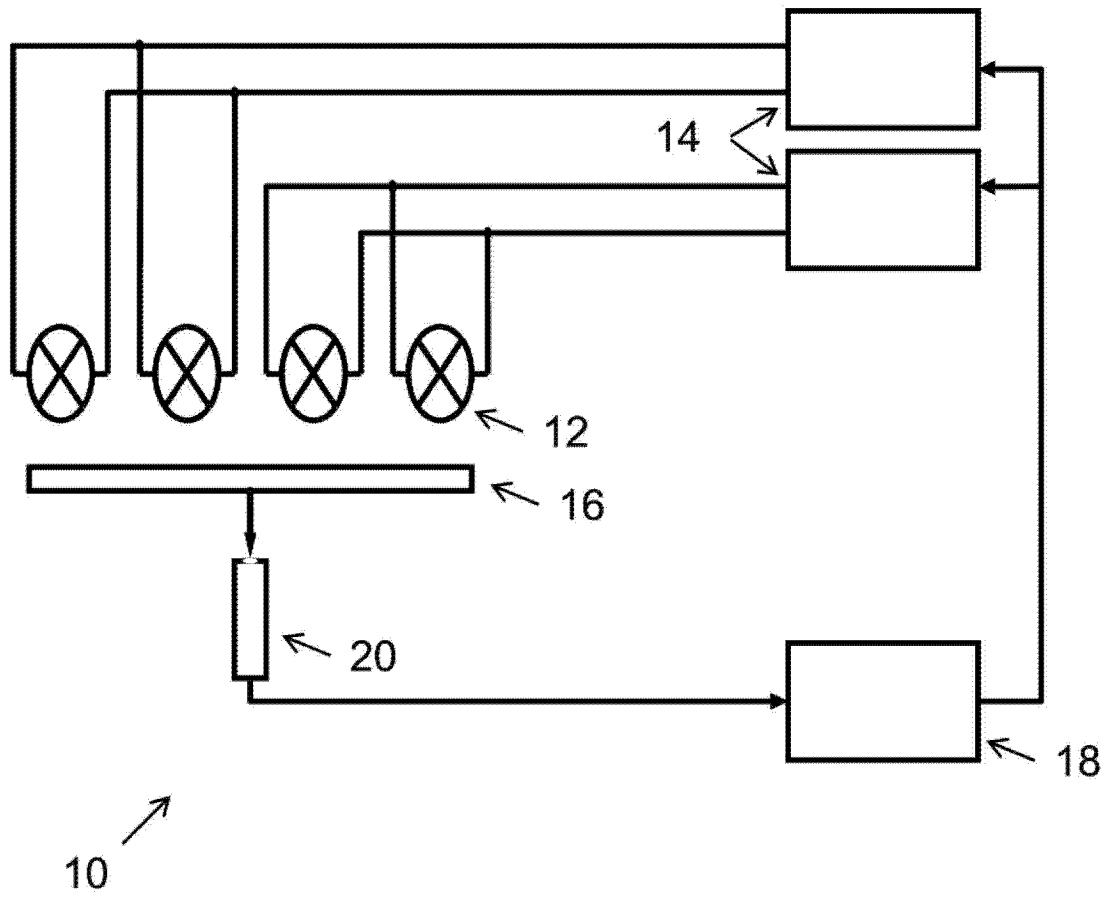
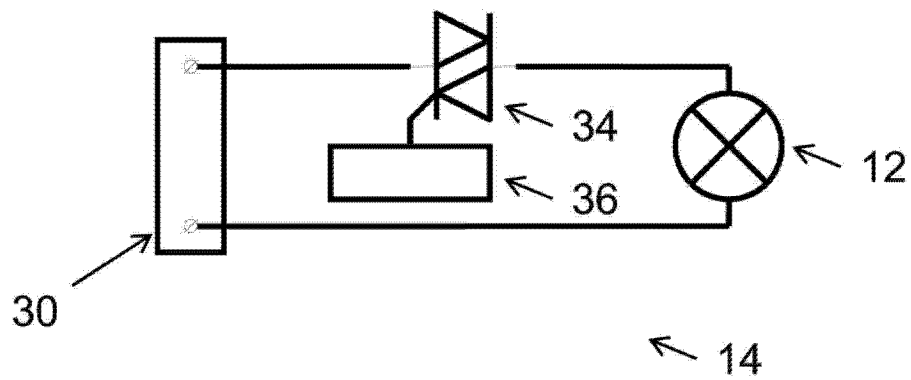


图 1



现有技术

图 2

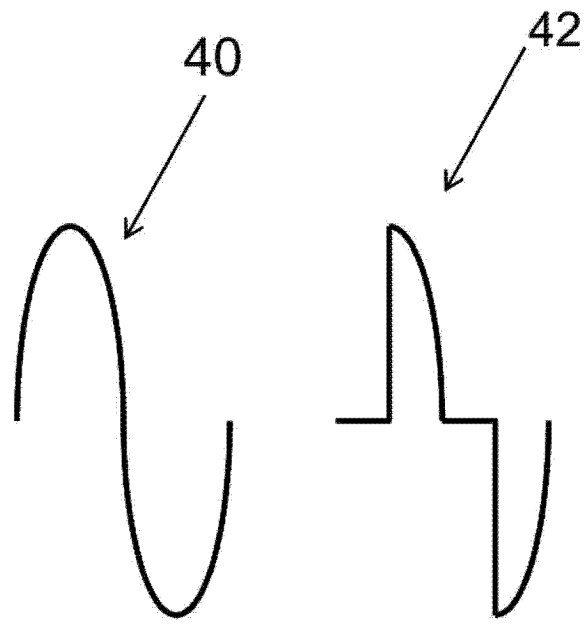


图 3

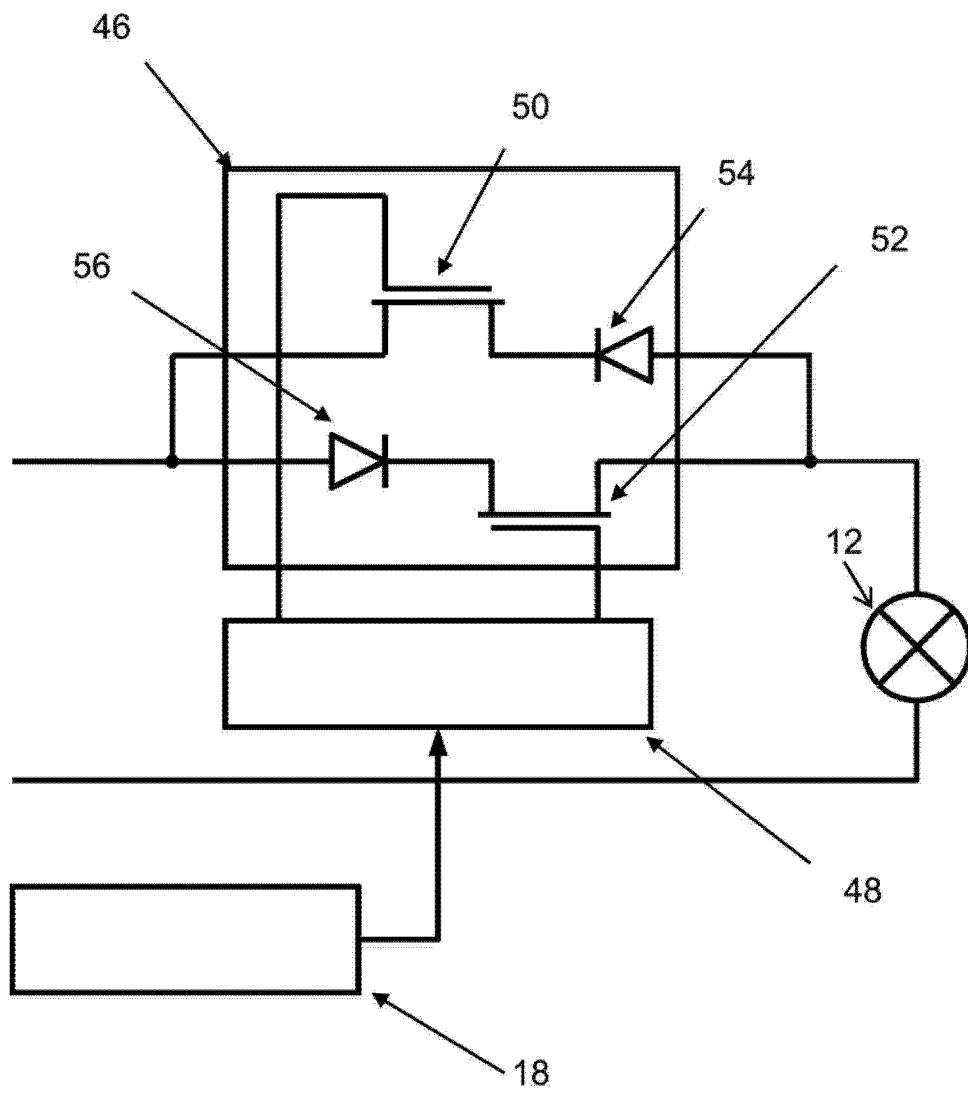


图 4

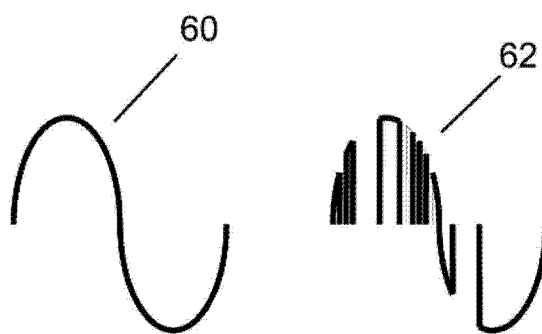


图 5

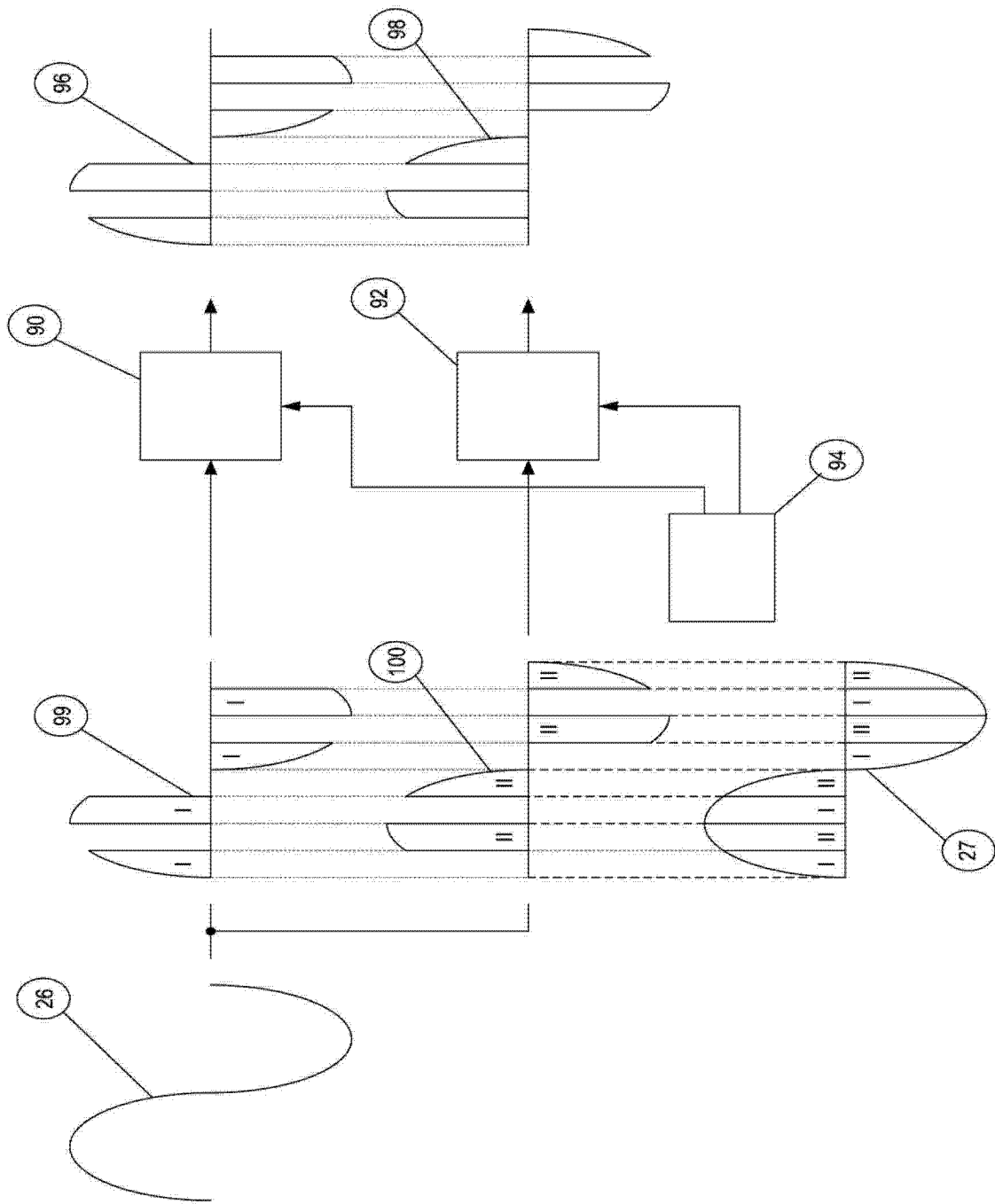


图 6