



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101634668 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 14

(21) 申请号 200910164546. X

CN 101145755 A, 2008. 03. 19, 全文.

(22) 申请日 2009. 07. 20

CN 1674423 A, 2005. 09. 28, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 邓泽微

12/176842 2008. 07. 21 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 S·J·杨 C·C·斯坦库

G·R·伍迪

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 张雪梅 蒋骏

(51) Int. Cl.

G01R 19/00(2006. 01)

H02M 3/28(2006. 01)

H02P 27/06(2006. 01)

(56) 对比文件

TW 200414660 A, 2004. 08. 01, 说明书第 1 页
第 8 行到 5 页第 8 行, 附图 1.

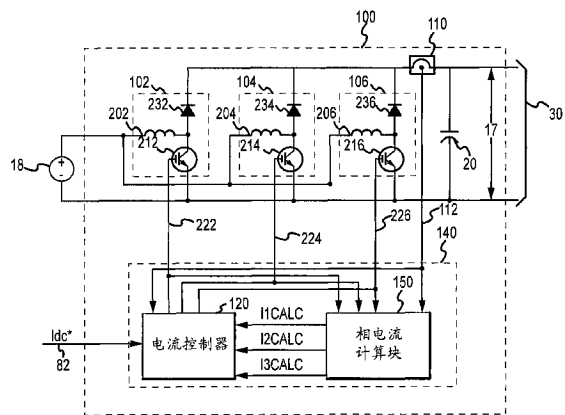
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 7 页

(54) 发明名称

多相直流 / 直流升压转换器的电流感测

(57) 摘要

本发明涉及多相直流 / 直流升压转换器的电流感测。提供了感测多个相上的电流并且由其确定电流信息的方法和装置。该多相升压转换器包括耦合到所有该多个相的单个传感器和耦合到传感器且用于响应于由该传感器感测的该多个相的每一个上的电流来确定电流信息的控制器。该感测方法利用栅极驱动信号和 DC 电流传感器输出来计算由该传感器感测的该多个相的每一个上的电流。



1. 一种 DC/DC 升压转换器,包括:

多个相似的相,用于对在该 DC/DC 升压转换器的输入处提供的直流电压进行升压,该多个相似的相的每一个具有与其相关的电流,并且该多个相似的相的每一个包括多个开关设备中的对应的一个;

单个电流传感器,其耦合到该多个相似的相的输出,用于感测该多个相似的相的总电流;和

升压转换器控制器,其耦合到该多个开关设备,用于产生并向其提供栅极驱动信号,以在该多个相似的相之间平均地分担电流负载,该升压转换器控制器进一步耦合到该单个电流传感器,用于响应于所述总电流和栅极驱动信号计算该多个相似的相的每一个的电流信息,其中该升压转换器控制器响应于为该多个相似的相的每一个计算的电流信息而产生栅极驱动信号。

2. 根据权利要求 1 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该升压转换器控制器通过响应于该栅极驱动信号对该多个相似的相进行电流采样来确定该多个相似的相的每一个的电流。

3. 根据权利要求 2 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该升压转换器控制器包括:

相电流计算器,其耦合到该单个电流传感器并且响应于该多个相似的相的总电流和栅极驱动信号来计算该多个相似的相的每一个的电流信息;以及

电流控制器,其耦合到该相电流计算器,用于接收由该相电流计算器计算的该多个相似的相的每一个的电流并且响应于其产生栅极驱动信号。

4. 根据权利要求 3 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该电流控制器进一步接收由该单个电流传感器产生并且从该单个电流传感器提供的该多个相的总电流作为总电流信息信号,该电流控制器响应于该总电流信息信号和由该相电流控制器计算的该多个相似的相的每一个的电流产生该栅极驱动信号。

5. 根据权利要求 3 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该电流控制器包括:

DC 电流控制模块,用于控制在其输出处的 DC 电流值,该 DC 电流值对应于该多个相似的相的每一个的电流的总和;以及

多个电流平衡控制模块,该多个电流平衡控制模块的每一个对应于该多个相似的相的一个并且计算所有该多个相似的相的平均电流与该多个相似的相中的对应一个的电流之间的差,用于提供附加的控制到该 DC 电流控制模块的输出,从而平衡该多个相似的相之间的电流。

6. 根据权利要求 5 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该 DC 电流控制模块从该单个电流传感器接收总电流信息值,该 DC 电流控制模块响应于该总电流信息值和参考 DC 电流值控制 DC 电流值。

7. 根据权利要求 1 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该多个开关设备的每一个包括绝缘栅双极晶体管 (IGBT),其栅极耦合到该升压转换器控制器,用于从其接收栅极驱动信号。

8. 根据权利要求 1 所述的 DC/DC 升压转换器,其中所有的电流信息包括该多个相似的相的每一个的相电流信息,以及其中该升压转换器控制器响应于参考 DC 电流值和由该升压转换器控制器产生并且提供给该多个开关设备的栅极驱动信号来确定该多个相的每一个的相电流。

9. 根据权利要求 8 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该单个电流传感器将总电流感测为

从该多个相似的相输出的 DC 链路上的总电流信息值。

10. 根据权利要求 9 所述的 DC/DC 升压转换器,其中该升压转换器控制器响应于由单个电流传感器感测的总电流信息值、该参考 DC 电流值和栅极驱动信号来确定该多个相的每一个的相电流信息。

11. 一种电动机系统,包括:

电动机;

逆变器,耦合到该电动机并且为其提供电控制;

逆变器控制器,其耦合到该逆变器,用于产生操作控制信号并且将这样的操作控制信号提供给该逆变器;

直流 (DC) 电压源,用于产生第一电压和第一电流;

直流总线,其耦合到该逆变器,用于将第二电压和第二电流提供给该逆变器,以由该逆变器对该电动机进行电控制;和

DC/DC 升压转换器,其耦合到所述直流电压源,用于响应于所述第一电压和第一电流产生所述第二电压和第二电流并且将所述第二电压和第二电流提供给该直流总线,该 DC/DC 升压转换器包括:

多个相似的相,用于将所述第一电压升压到所述第二电压,该多个相似的相的每一个具有与其相关的电流,以及该多个相似的相的每一个包括多个开关设备中的对应的一个;

单个电流传感器,用于感测所述第二电流;和

升压转换器控制器,耦合到该多个开关设备,用于产生并向其提供栅极驱动信号,以在该多个相似的相之间平均地分担电流负载,该升压转换器控制器进一步耦合到该单个电流传感器,用于响应于所述第二电流和栅极驱动信号计算该多个相似的相的每一个的电流信息,其中该升压转换器控制器响应于为该多个相似的相的每一个计算的电流信息产生所述栅极驱动信号。

12. 根据权利要求 11 所述的电动机系统,其中该升压转换器控制器包括:

相电流计算器,其耦合到该单个电流传感器并且响应于该第二电流和栅极驱动信号计算该多个相似的相的每一个的电流信息;以及

电流控制器,其耦合到该相电流计算器,用于接收由相电流计算器计算的该多个相似的相的每一个的电流并且响应于其产生栅极驱动信号。

13. 根据权利要求 12 所述的电动机系统,其中该电流控制器进一步接收参考电流,该电流控制器响应于该参考电流、第二电流和由相电流计算器计算的该多个相似的相的每一个的电流产生该栅极驱动信号。

14. 根据权利要求 12 所述的电动机系统,其中该电流控制器包括:

DC 电流控制模块,用于控制对应于该多个相似的相的每一个的电流的总和的电流值;和

多个电流平衡控制模块,该多个电流平衡控制模块的每一个对应于该多个相似的相的一个并且计算所有该多个相似的相的平均电流与该多个相似的相中的对应一个的电流之间的差,用于提供附加的控制到 DC 电流控制模块的输出,以平衡该多个相似的相之间的电流。

15. 根据权利要求 11 所述的电动机系统,其中该 DC/DC 升压转换器的该多个相似的相

的该多个开关设备的每一个包括绝缘栅双极晶体管 (IGBT), 其栅极耦合到该升压转换器控制器, 用于从其接收栅极驱动信号, 以及其中该逆变器包括多个 IGBT, 每个 IGBT 的栅极耦合到该逆变器控制器, 用于从其接收操作控制信号。

16. 根据权利要求 11 所述的电动机系统, 其中该电动机包括永磁体电动机。

多相直流 / 直流升压转换器的电流感测

技术领域

[0001] 本发明一般涉及多相直流到直流 (DC/DC) 升压转换器 (boost converter), 更具体地涉及用于多相 DC/DC 升压转换器的电流感测的方法和装置。

背景技术

[0002] 在现有技术中, 诸如升压转换器的直流到直流 (DC/DC) 转换器测量升压电感器的电流以控制升压转换器电流。对于传统的多相 DC/DC 转换器, 其控制器需要来自于每个相的电流信息来控制升压转换器电流。通过增加 DC/DC 转换器的相数, 可以减小 DC 输入和输出滤波电容器的纹波电流。因此, 增加相数降低了需要的输出滤波电容器的尺寸。但是, 传统地, 为每个相的升压电感器提供分开的电流传感器以向控制器提供每个相的电流信息。因而, 对于多个 DC/DC 升压转换器相需要多个电流传感器抵销了电容器尺寸缩减带来的任何益处。

[0003] 因此, 期望提供一种用于感测每个相的电流的方法和装置, 其在不减少相数的情况下减少了电流传感器的数目。另外, 期望提供一种用数目减少的电流传感器测量和控制 DC/DC 转换器电流的方法和装置。此外, 通过结合附图和上述技术领域和背景技术, 根据下面的详细说明和随附的权利要求书, 本发明的其他期望特征和特性将变得显而易见。

发明内容

[0004] 提供一种直流到直流 (DC/DC) 升压转换器, 用于对在该 DC/DC 升压转换器的输入处提供的直流电压进行升压。电流感测电路包括耦合到多个相似的相中的每一个的单电流传感器 (singular current sensor) 以及升压转换器控制器中的相电流计算块。该多个相似的相将该输入处提供的直流电压升压到输出电压, 该多个相似的相的每一个具有与其相关的电流, 并且该多个相似的相的每一个包括多个开关设备中的对应的一个。单电流传感器耦合到所有该多个相似的相的输出并且感测该多个相似的相的总电流。升压转换器控制器耦合到该多个开关设备, 用于产生并向其提供栅极驱动信号, 以便在将输入电压升压到输出电压的时候在该多个相似的相之间平均地分担电流负载。升压转换器控制器还耦合到单电流传感器, 用于响应于该总电流和栅极驱动信号来计算该多个相似的相的每一个的电流信息, 升压转换器控制器响应于对该多个相似的相的每一个计算的电流信息而产生所述栅极驱动信号。

[0005] 另外, 提供一种用于感测多个相上的电流的方法。该方法包括响应于 DC 链路电流和多个栅极驱动信号中的一个来确定该多个相的每一个的电流的步骤, 其中多个开关晶体管的每一个与该多个相中的一个有关, 并且该多个栅极驱动信号的每一个被提供到该多个开关晶体管中的一个的栅极。

[0006] 还提供一种电动机系统, 该电动机系统包括电动机、逆变器、逆变器控制器、直流电压源、直流总线和 DC/DC 升压转换器。该逆变器耦合到电动机并且为电动机提供电控制。该逆变器控制器耦合到该逆变器并且产生用于控制逆变器的操作控制信号。直流电压源产

生第一电压和第一电流。直流总线将第二电压和第二电流提供到逆变器,以通过逆变器对电动机进行电控制。并且 DC/DC 升压转换器耦合到直流电压源并且响应于所述第一电压和第一电流产生所述第二电压和第二电流, DC/DC 升压转换器将所述第二电压和第二电流提供到直流总线。DC/DC 升压转换器包括多个相似的相、单电流传感器和升压转换器控制器。该多个相似的相将第一电压升压到第二电压,该多个相似的相的每一个具有与其相关的电流,以及该多个相似的相的每一个包括多个开关设备中的对应的一个。单电流传感器感测所述第二电流。并且升压转换器控制器耦合到该多个开关设备,用于产生并向该多个开关设备提供栅极驱动信号,以便在控制该多个相的总电流并且将第一电压升压到第二电压时在该多个相似的相之间平均地分担电流负载。升压转换器控制器还耦合到单电流传感器,用于响应于所述第二电流和栅极驱动信号来计算该多个相似的相的每一个的电流信息,其中升压转换器控制器响应于对该多个相似的相的每一个计算的电流信息而产生所述栅极驱动信号。

附图说明

- [0007] 以下将结合附图来描述本发明,其中相同的数字表示相同的元件,以及
- [0008] 图 1 示出了传统的直流到直流 (DC/DC) 升压转换器的图;
- [0009] 图 2 示出了根据本发明的实施例的 DC/DC 升压转换器的图;
- [0010] 图 3 示出了根据本发明的实施例的图 2 的 DC/DC 升压转换器的电流控制器的框图;
- [0011] 图 4 示出了根据本发明的实施例的图 2 的相电流计算块的栅极驱动信号和电流的时序图;
- [0012] 图 5 包括图 5A 和 5B,示出了图 1 的现有技术多相电流感测电路的 DC/DC 升压转换器的电流波形图 (图 5A) 和根据本发明的实施例的图 2 的电流感测电路的 DC/DC 升压转换器的电流波形的图 (图 5B);和
- [0013] 图 6 示出了根据本发明的实施例的利用图 2 的 DC/DC 升压转换器的电动机和它的控制系统的框图。

具体实施方式

[0014] 以下详细描述本质上仅仅是示范性的,并且不打算限制本发明或本发明的应用和用途。此外,不打算受前面的技术领域、背景技术、发明内容或以下的详细描述中给出的任何明示或暗示的理论的限制。

[0015] 在现有技术中,测量升压电感器的电流以控制升压转换器电流。在多相应用中,为每一相的每个升压电感器提供电流传感器。参考图 1,传统的多相直流到直流 (DC/DC) 升压转换器 10 的图包括三相 12、14、16,以减小从诸如电功率存储设备 (例如电池) 或电功率产生设备 (例如燃料电池) 的直流电压源 18 输入的直流电的电流波纹,以及减小输出滤波电容器 20 的尺寸,输出滤波电容器 20 位于三相升压转换器 10 的输出处的直流总线 17 的支路 (leg) 之间。

[0016] 相 12、14 和 16 并联耦合,并且每个相 12、14、16 为 DC 链路 19 的一个支路提供从三相升压转换器 10 的输入到其输出的可切换的路径。晶体管 42、44、46 为每个相 12、14、16

提供切换,晶体管 42、44、46 与二极管 52、54、56 串联连接到 DC 链路 17 的输出支路。

[0017] 直流电压在相 12、14 和 16 的每一个中被升压,相 12、14 和 16 将升压后的直流电压提供到 DC 升压转换器 10 的输出。另外,分别连接在晶体管 42、44 和 46 以及二极管 52、54 和 56 之间的电感器 62、64 和 66 将直流电流提供到相应的电流传感器 72、74、76,用于对其进行测量。

[0018] 这三个电流传感器 72、74 和 76 将电流值 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 提供到升压转换器控制器 80,用于控制三相升压转换器 10。在三相升压转换器 10 的输入 82 处提供的电流参考 I_{dc*} 被提供给升压转换器控制器 80 的电流控制器 85,电流控制器 85 也接收电流值 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 并且通过将栅极驱动信号提供给晶体管 42、44 和 46 来控制相 12、14 和 16 的切换,栅极驱动信号响应于电流参考 I_{dc*} 以及这三个电流值 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 而产生。

[0019] 因而,可见虽然传统的多相升压转换器 10 通过增加相 12、14、16 的数目可以减小输出滤波电容器 20 的尺寸,但是每个相 12、14、16 需要分开的电流传感器 72、74、76,因此多个电流传感器 72、74、76 的尺寸抵销了减小电容器 20 的尺寸带来的益处。

[0020] 根据本发明的实施例的直流到直流 (DC/DC) 升压转换器 100 克服了现有技术的升压转换器 10 的不足,其在图 2 的图中示出。DC/DC 升压转换器 100 是多相升压转换器的例子,并且具有三个相似的相 102、104、106 用于对直流电压进行升压。虽然下文描述了三相 DC/DC 升压转换器 100,但是本领域技术人员将认识到,该原理还可以被应用于具有任意数目的相的多相 DC/DC 升压电路。

[0021] 电流感测电路包括单电流传感器 110 和升压转换器控制器 140 中的相电流计算块 150,用于感测来自于该多个相 102、104、106 的总电流,并且将感测的在 DC 链路 17 的输出处的所有支路的总电流信息作为总电流信息信号 112 提供给升压转换器控制器 140。升压转换器控制器 140 耦合到电流传感器 110,以提供栅极驱动信号,用于实现根据本实施例的 DC/DC 升压转换器 100 的升压功能和电流控制功能。

[0022] 响应于从电流传感器 110 接收到的总电流信息信号 112,升压转换器控制器 140 确定电流信息并且响应于该电流信息产生栅极驱动信号 222、224、226。升压转换器控制器 140 将栅极驱动信号提供给相 102、104、106 的每一个,以便响应于栅极驱动信号 222、224、226 在相 102、104、106 之间平均地分担电流负载,同时对直流输入电压 18 进行升压,以在 DC 链路 17 的输出处提供升压后的直流电压 30。

[0023] 根据本实施例,由升压电感器 202、204、206 在相 102、104、106 的每一个处对直流输入电压 18 进行升压,升压电感器 202、204、206 的每一个耦合在开关设备,即晶体管 212、214、216 和二极管 232、234、236 之间。晶体管 212、214、216 是合适的开关设备,诸如绝缘栅双极晶体管 (IGBT)。晶体管 212、214、216 和二极管 232、234、236 耦合在 DC 链路 17 的支路之间。

[0024] 当晶体管 212 接收到用于流过二极管 232 的电流的停用 (deactivating) 栅极驱动信号 222 时,电流传感器 110 感测第一相 102 上的相电流。同样地,当晶体管 214 接收到用于流过二极管 234 的电流的停用栅极驱动信号 224 时,电流传感器 110 感测第二相 104 上的相电流,并且当晶体管 216 接收到用于流过二极管 236 的电流的停用栅极驱动信号 226 时,电流传感器 110 感测第三相 106 上的相电流。升压转换器控制器 140 将激活和停用栅

极信号 222、224、226 提供给晶体管 212、214、216，分别用于激活和停用它们，并且升压转换器控制器 140 耦合到电流传感器 110，以从其接收感测的总电流作为总电流信息信号 112。

[0025] 根据本实施例，升压转换器控制器 140 包括电流控制器 120 和相电流计算块 150。相电流计算块接收栅极驱动信号 222、224、226 和总电流信息信号 112 并且由此计算每一相 102、104、106 的相电流信息 I_{1calc} 、 I_{2calc} 、 I_{3calc} 。根据本实施例，相电流计算块 150 结合由电流控制器 120 产生的激活和停用栅极驱动信号 222、224、226，响应于相 102、104、106 的电流采样，计算相 102、104、106 的每一个的相电流信息 I_{1calc} 、 I_{2calc} 、 I_{3calc} 。

[0026] 参考图 3，根据本发明的实施例的用于稳定相电流的升压转换器控制器 140 的电流控制器 120 的框图包括 DC 电流控制模块 310（诸如普通的 PI 控制器）和多个电流平衡控制模块 312、314、316（诸如操纵 (steering) P 控制器）。参考电流 I_{dc*82} （即，DC 链路 17 上的 DC 电流的设定点）在加法器 320 处与来自于 DC 链路 17 的总电流信息信号 I_{dc} 112 组合，并且其差被提供到 DC 电流控制模块 310 的输入。利用参考电流 I_{dc*82} 和总电流信息信号 I_{dc} 112 的差，DC 电流控制模块 310 在计算电流信息期间补偿 DC 链路电流的误差。

[0027] 电流信息包括相 102、104、106 的每一个的相电流信息，以及相模块 312、314、316 根据从电流感测电路 110 接收到的感测的电流计算相电流。例如，可以计算相 102、104、106 的相对电流值，并且这些相对电流值可用于平衡相 102、104、106 间的相电流，其中相对电流值是可以包括偏移量但是仍然指示一个相电流高于或低于其他相电流的电流信息。关于相模块 312、314、316 的输入，当来自于电流控制器 120 的栅极驱动信号分别停用晶体管 212、214 和 216 时， I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 是平均电流值，而 I_{calc_avg} 是 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 的平均值。响应于总电流信息信号 112 确定在相电流计算块 150 中计算的相对电流值 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} ，其中电流值 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 是其对应的晶体管 212、214、216 被停用的相 102、104、106 中的那些相的电流的总和。

[0028] 在加法器 322 中， I_{calc_avg} 与 I_{1calc} 组合，并且其差被提供给相模块 312 的输入。同样地，在加法器 324 中， I_{calc_avg} 与 I_{2calc} 组合，并且其差被提供给相模块 314 的输入，以及在加法器 326 中， I_{calc_avg} 与 I_{3calc} 组合，并且其差被提供给相模块 316 的输入。因而，总电流信息信号 I_{dc} 112 被测量以确定这些相之间的相电流差。如下所述，响应于通过对相 102、104、106 电流采样而得到的多个感测的电流，相电流差被用来计算相 102、104、106 的每一个的相电流信息。

[0029] 除了计算相对电流值之外，可以计算绝对电流信息。例如，如果当晶体管 212 和 214 被停用时总电流信息信号 I_{dc} 112 为 100A，当晶体管 214 和 216 被停用时总电流信息信号 I_{dc} 112 为 110A，当晶体管 216 和 212 被停用时总电流信息信号 I_{dc} 112 为 120A，则由等式

$$[0030] \quad I_1 + I_2 = 100 \quad (1)$$

$$[0031] \quad I_2 + I_3 = 110 \quad (2)$$

$$[0032] \quad I_3 + I_1 = 120 \quad (3)$$

[0033] 相 102、104、106 的相电流 I_1 、 I_2 、 I_3 可以分别被确定为

$$[0034] \quad I_1 = 55A \quad (4)$$

$$[0035] \quad I_2 = 45A \quad (5)$$

$$[0036] \quad I_3 = 65A \quad (6)$$

[0037] 因而,可以由单电流传感器 110 计算该多个相 102、104、106 的每一个的电流。为了控制多相 DC/DC 转换器 100,控制器 140 需要该多个相 102、104、106 的每一个的绝对或相对电流信息。在典型地需要和相的数目一样多的电流传感器的情况下,本实施例提供了单个电流传感器 110,用于响应于来自于电流控制器 120 的栅极驱动信号对该多个相 102、104、106 进行电流采样,使得升压转换器控制器 140 能够响应于栅极驱动信号和 DC 链路电流而计算该多个相 102、104、106 的每一个的电流信息。

[0038] 电流控制器 120 利用从相模块 312、314、316 提供的电流信息作为电流平衡信号来修改栅极驱动信号的脉宽调制 (PWM) 的占空比 (被示出为分别对应于晶体管 212、214、216 的激活时间的 PWM 占空比 1 (PWMduty 1)、PWM 占空比 2 和 PWM 占空比 3)。为了导出 PWM 占空比 1 信号,从相模块 312 的输出提供的电流平衡信号与来自于 DC 电流控制模块 310 的输出信号在加法器 332 中组合,其总和是晶体管 212 的激活时间 (PWM 占空比 1)。

[0039] 同样地,PWM 占空比 2 信号在加法器 334 中被导出为 DC 电流控制模块 310 的输出和相模块 314 的输出的总和,并且 PWM 占空比 3 信号在加法器 336 中被导出为 DC 电流控制模块 310 的输出和相模块 316 的输出的总和。

[0040] 通过这样的方式,控制器 120 稳定和平衡相 102、104、106 的电流,以提供经调节的稳定电流,用于对相 102、104、106 的每一个处的电压进行升压。例如,如果所有相 102、104、106 被很好地平衡,则 I_{1calc} 、 I_{2calc} 和 I_{3calc} 具有相同的值,从而为相模块 312、314、316 的每一个的输入提供零值。但是,如果相 102 的电流值低于相 104 和 106 的电流值,则相模块 312 的输出变为正值,其在加法器 332 中被加到来自于 DC 电流控制模块 310 的误差信号,以增加晶体管 212 的占空比, PWM 占空比 1。通过增加 PWM 占空比 1,增加相 102 的电流值以将它稳定到与相 104 和 106 相同的值。

[0041] 参考图 4,放大的时序图 400 描绘了根据本实施例的用于相应相 102、104、106 的栅极驱动信号 222、224、226 和电流波形 412、414、416。当栅极驱动信号 222、224 或 226 为高时,相应的晶体管 212、214 或 216 被激活 (例如,被“导通”)。轨迹 420 表示总电流信息信号 112,并且是流过其对应晶体管 212、214、216 被停用 (例如,“关断”) 的相 102、104、106 的相电流的总和。如上所述,当对相 102、104、106 进行电流采样时,可以响应于总电流信息信号 112 和栅极驱动信号 222、224、226 来确定相 102、104、106 的每一个的电流。

[0042] 图 5 包括图 5A 和 5B,示出了现有技术的多相升压转换器 10 (图 1) 的电流感测的波形的曲线图 500 (图 5A) 和根据本实施例的多相升压转换器 100 的电流感测的波形的曲线图 550 (图 5B)。

[0043] 参考图 5A,DC/DC 升压转换器 10 具有三个电流传感器 72、74、76,用于分开检测三相 12、14、16 的电流以对其进行控制,当电流控制器 85 的 DC 设定点 510 具有如图所示的阶跃响应时,该 DC/DC 升压转换器 10 产生 DC 电流响应信号 505。

[0044] 参考图 5B,DC 电流设定点 555 和 DC 电流响应波形 560 被描绘在曲线图 550 上。由图 5A 和 5B 的比较可以看出,根据本实施例的使用单个电流传感器 110 反馈结构的多相升压转换器 100 的操作产生类似于传统多相升压转换器的结果,并且可以被用于大多数的多相升压转换器。

[0045] 参考图 6,利用根据本实施例的 DC/DC 升压转换器 100 的电动机系统 600 包括三相电动机 610,诸如感应式电机或永磁体电动机,其响应于来自电机控制电路 620 (诸如逆变

器)的信号而工作。直流电压源 18 产生第一电压和第一电流,将第一电压和第一电流提供给 DC/DC 升压转换器 100。DC/DC 升压转换器 100 是多相 DC/DC 升压转换器,诸如图 2 中所描绘的三相 DC/DC 升压转换器 100,并且如上所述地响应于第一电压和第一电流产生第二电压和第二电流。第二电压在直流总线 17 上被提供给逆变器 620。第二电流是每一个相似的相 102、104、106 的电流的总电流,其被单电流传感器 110(图 2)感测为直流总线 17 上的 DC 链路电流。

[0046] 逆变器 620 包括开关 622 到 627,并且响应于来自于逆变器控制器 670 的操作控制信号而工作,以将电压提供给电机 610 的每个相或电机绕组 615,开关对 622/625、623/626 和 624/627 的每一个形成逆变器 620 的相支路。除逆变器 620 中描绘的开关电路之外,开关 622 到 627 可以可替换地由晶体管实现,诸如绝缘栅双极晶体管 (IGBT)。

[0047] 分解器 660(或相似的感测设备或等效虚拟软件)耦合到电机 610,用于测量转子位置并且检测其速度。分解器到数字转换器(resolver-to-digital converter)665 将来自于分解器 660 的信号转换为数字信号,并且将电机 610 的转子的角位置和检测的速度的那些数字表示提供给控制器 670。

[0048] 控制器 670 从分解器到数字转换器 665 接收角位置和检测的转子速度的数字表示以及从电机 610 的每个相 615 接收电流信号(I_a 、 I_b 、 I_c),并且响应于扭矩控制信号(扭矩命令 T^*)修改相电流(I_a 、 I_b 、 I_c),以产生操作控制信号来提供给逆变器 620,从而控制开关 622、623、624、625、626、627。扭矩控制信号 T^* 是从较高等级的控制器接收到的,并且响应于其产生的操作控制信号是高频脉冲宽度调制(PWM)信号,用于控制逆变器 620 的每循环平均值(per-cycle average)、输出电压幅度、相位、和频率。典型地,逆变器 620 的开关 622、623、624、625、626、627 工作在恒定的切换频率下,同时调制开关占空比以产生具有期望的幅度、相位和频率的三相电压,从而提供给电机 610 的电机绕组 615。

[0049] 根据本实施例的 DC/DC 升压转换器 100 在电动机系统 600 中的使用减少了来自于直流电压源 18 的第一电流的电流波纹,并且使得能够使用尺寸减小的输出滤波电容器 20(图 2)。因而,可见根据本实施例的多相 DC/DC 升压转换器 100 提供了一种用于感测多相的每一个的电流同时将电流感测电路的数目减少到一个的方法和装置。虽然为实现根据本实施例的电流传感方法所需的电流采样的频率的增加以及附加的计算时间可能引起减小的控制响应,但是 DC/DC 升压转换器 100 和输出滤波电容器 20 的尺寸减小在产品尺寸和产品成本两方面都提供显著的优势,其比任何这样的控制响应减小更重要。

[0050] 虽然在上述详细说明中已经给出了至少一个示范性实施例,但是应当理解,存在许多变化。还应该理解,一个或多个示范性实施例仅仅是示例,不意欲以任何方式限制本发明的范围、应用性或配置。相反,上述详细说明将为本领域技术人员提供实现一个或多个示范性实施例的便利指导。应当理解,在不脱离由所附权利要求书及其法律等价物所限定的本发明的范围的情况下,可以对元件的功能和布置进行各种变化。

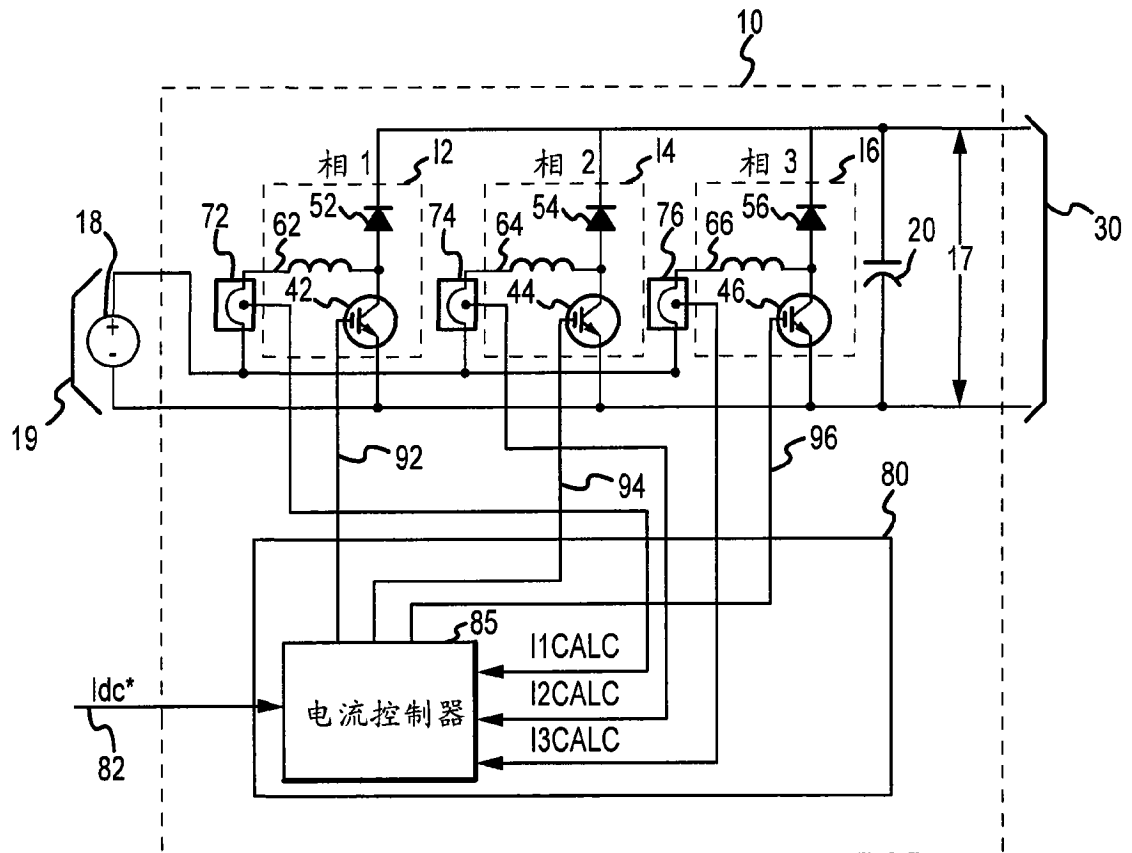


图 1

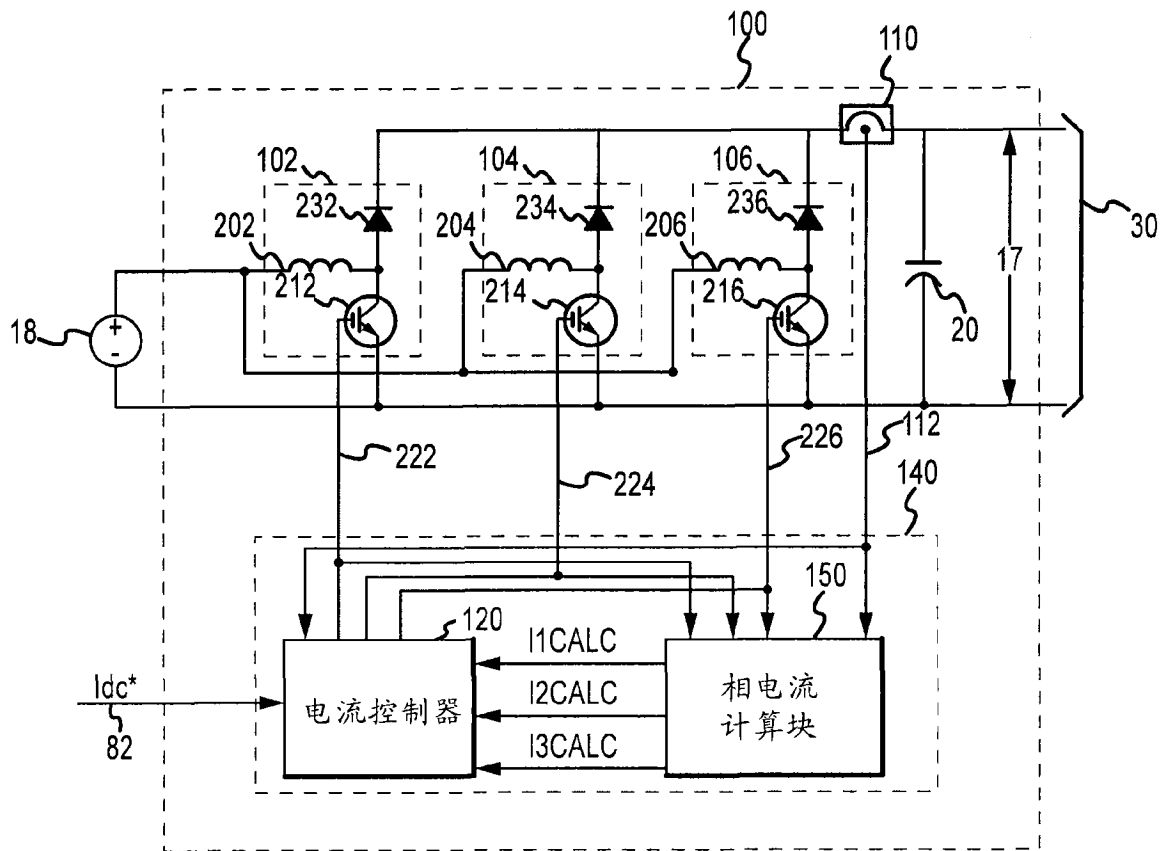


图 2

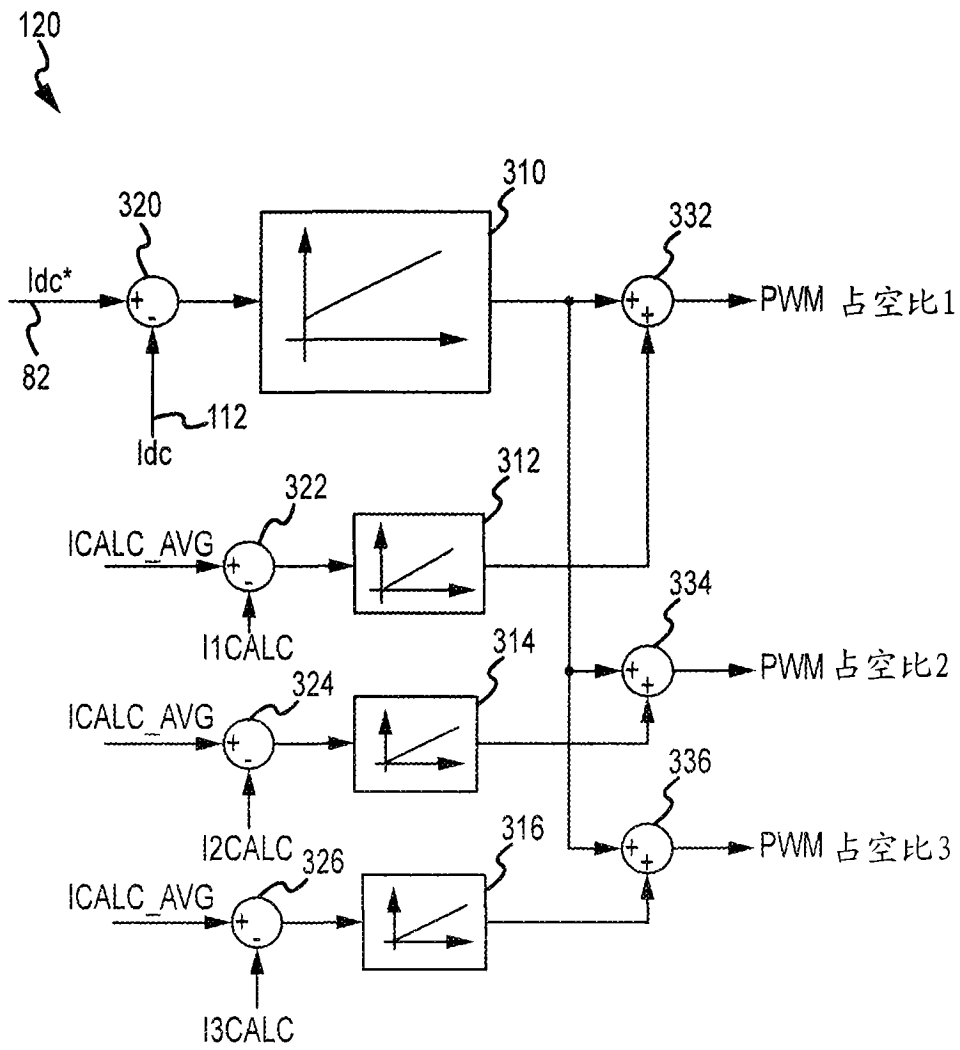


图 3

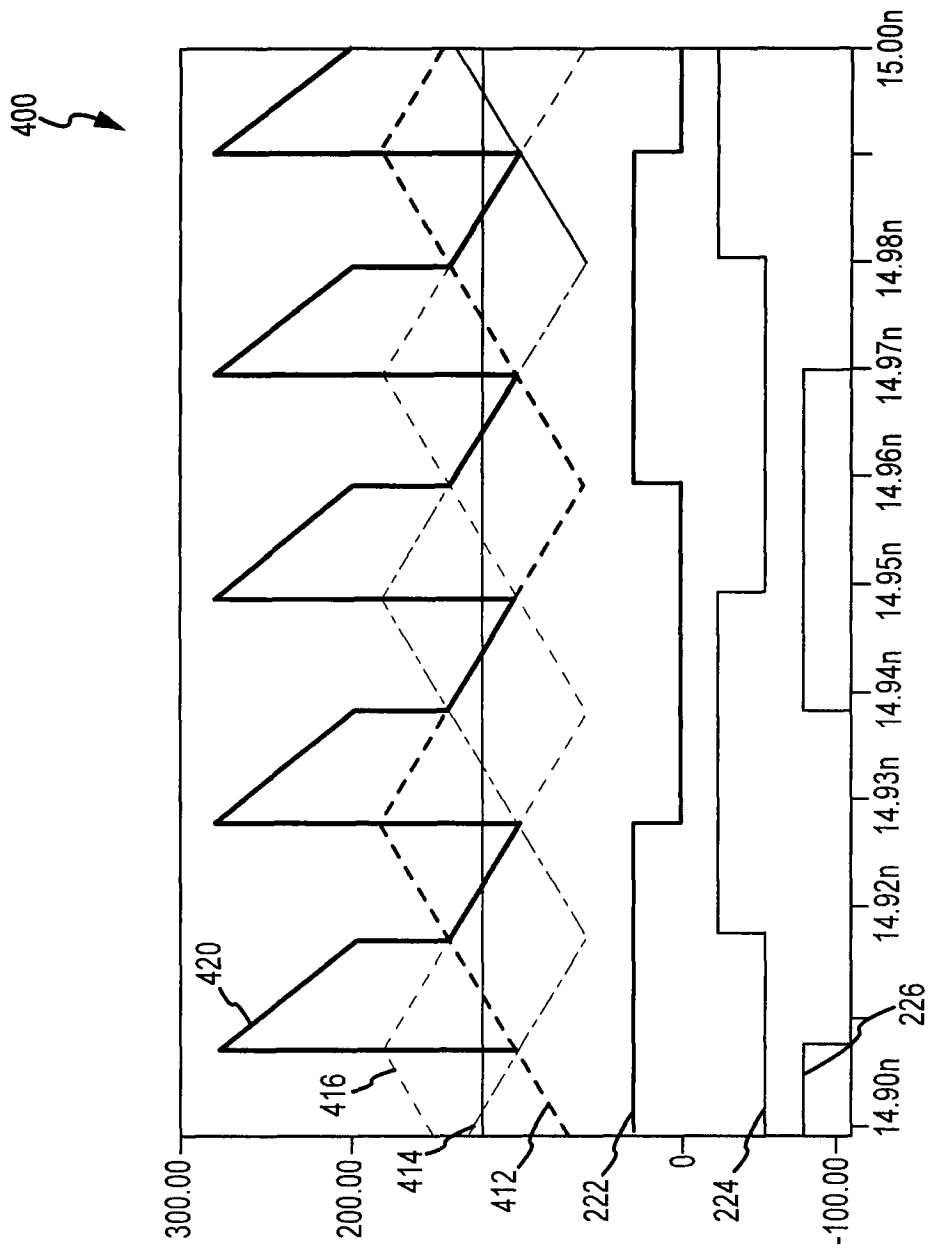


图 4

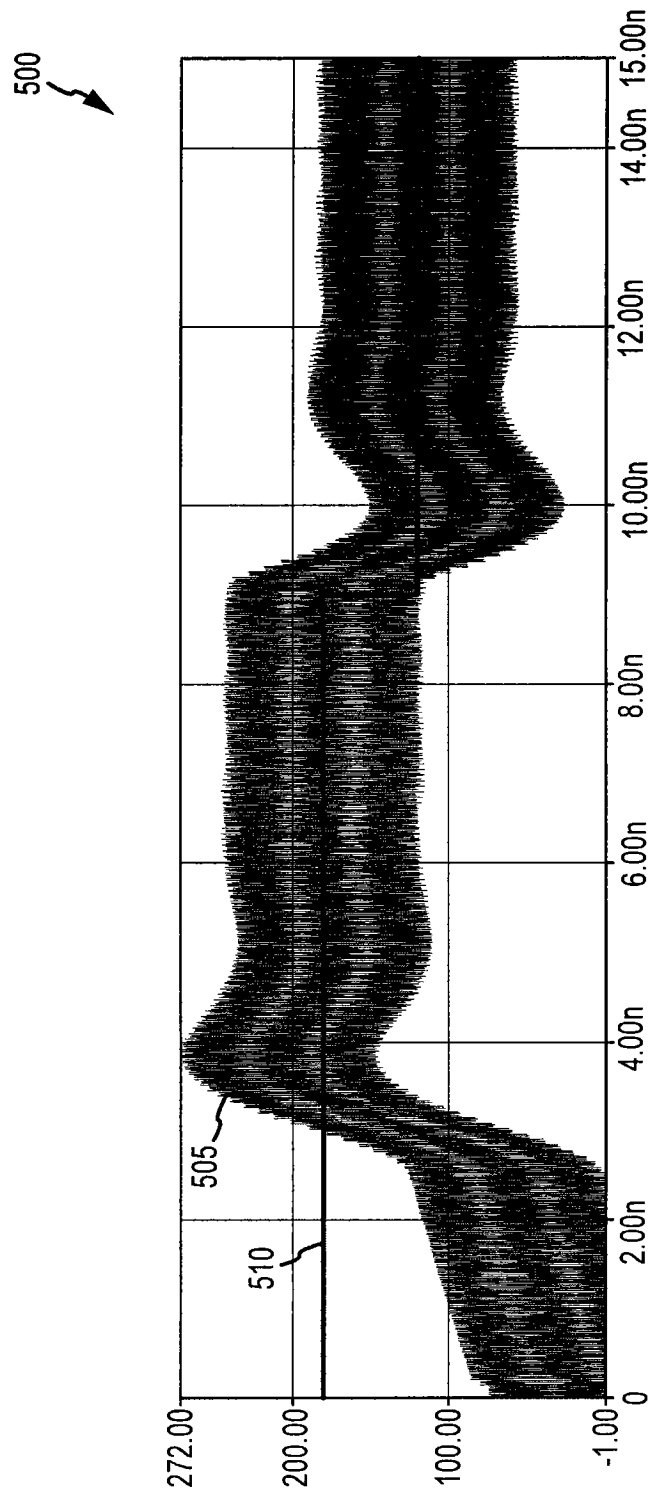


图 5A

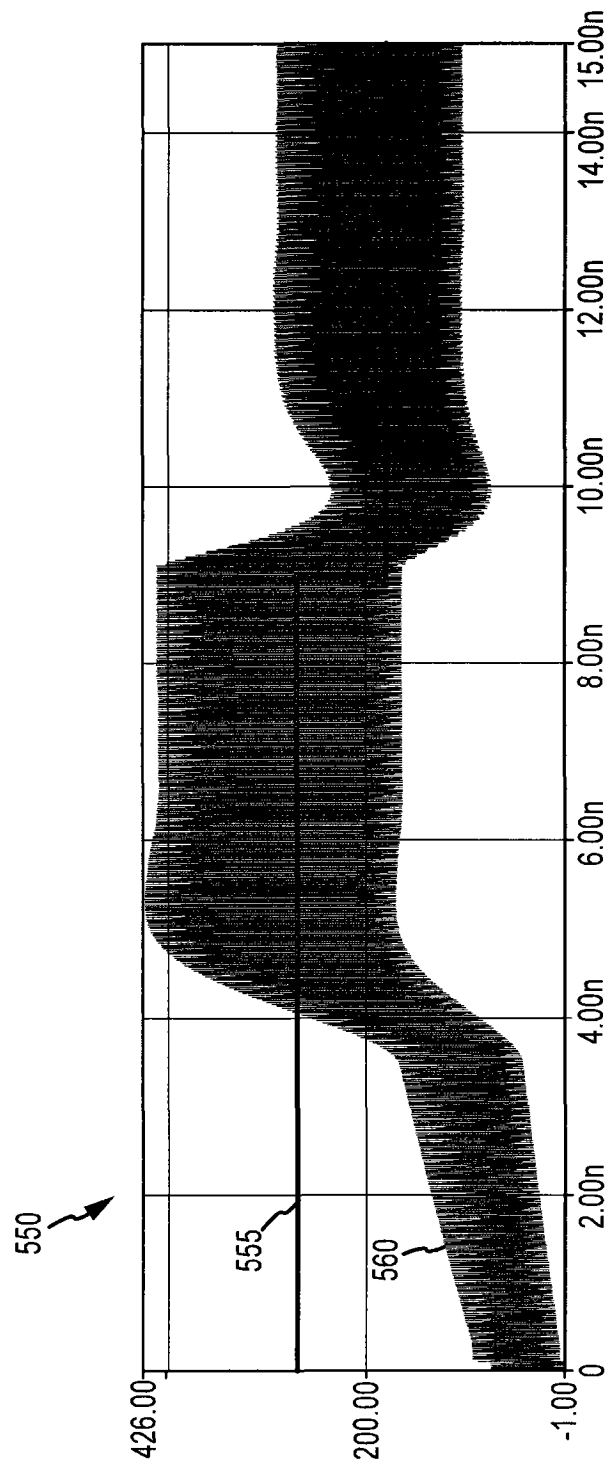


图 5B

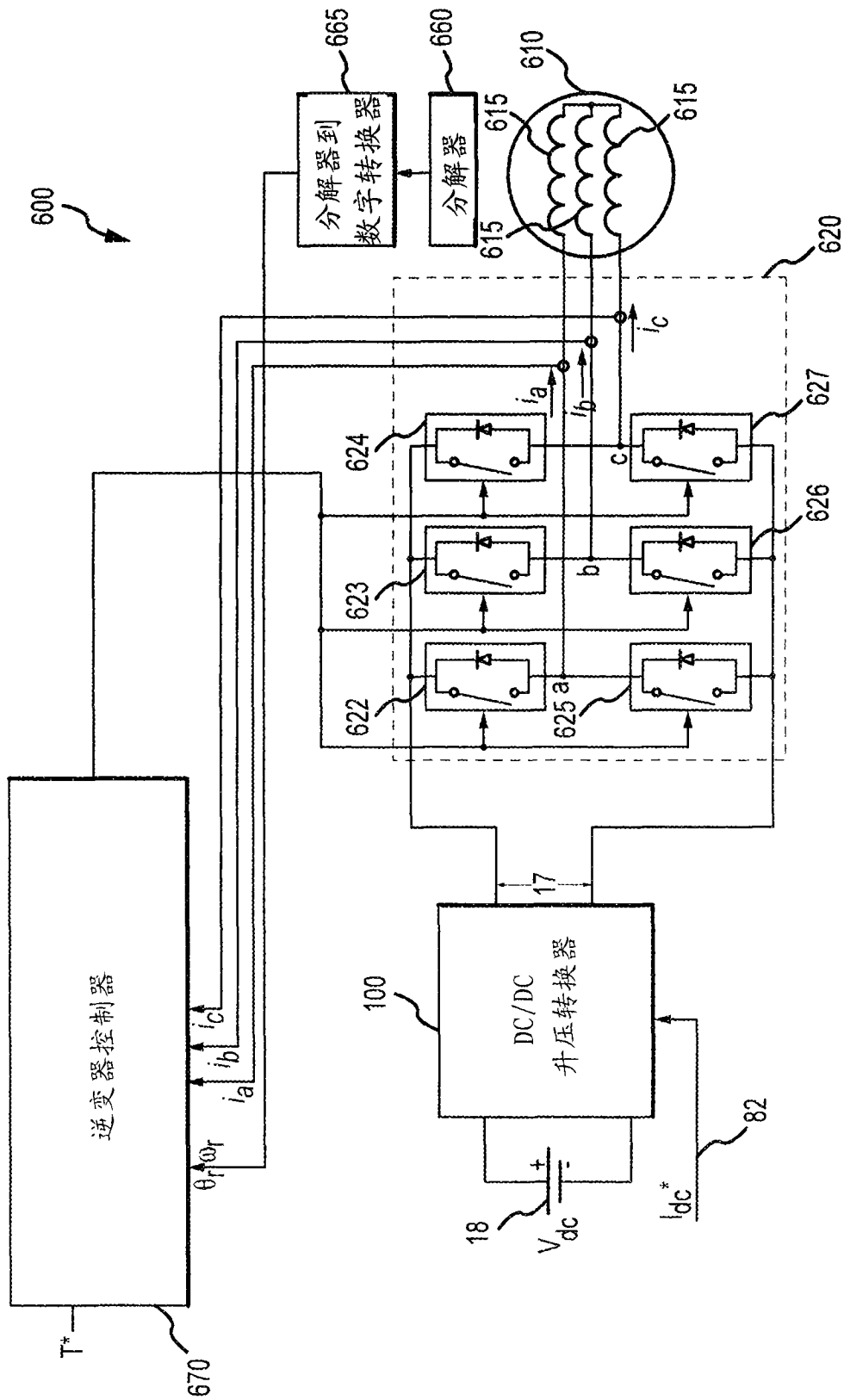


图 6