

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1593963 B

(45) 授权公告日 2010.04.21

(21) 申请号 200410076871.8

(22) 申请日 2004.09.08

(30) 优先权数据

10/657,496 2003.09.08 US

(73) 专利权人 伯斯有限公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 保罗·T·本德

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

B60G 17/015(2006.01)

(56) 对比文件

US 7087342 B2, 2006.08.08, 说明书第2栏
第15行—第5栏第37行、图1-3.

审查员 徐春华

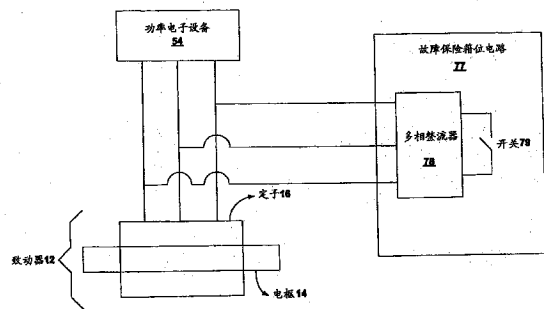
权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于有源车辆悬架的故障保险操作的系统和
方法

(57) 摘要

一种具有致动器的车辆悬架中的系统,包括
通过该致动器的运动供电以产生该致动器的无源
阻尼特性的箝位电路。



1. 一种车辆悬架系统,包括:

电磁致动器和箝位电路,该箝位电路包括常开固态开关,

其中,所述电磁致动器包括电枢和定子,在控制所述电磁致动器的功率电子设备发生故障时,作为所述电磁致动器内所述电枢相对于所述定子运动的结果,所述电磁致动器的运动产生反电动势,该反电动势被施加到箝位电路以启动该常开固态开关,从而产生所述电磁致动器的无源阻尼特性。

2. 如权利要求 1 所述的车辆悬架系统,其中,所述电磁致动器具有线圈组,所述常开固态开关用于电连接该线圈组。

3. 如权利要求 2 所述的车辆悬架系统,其中,所述线圈组是多相线圈组,所述常开固态开关电连接一个或多个线圈端,以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

4. 如权利要求 2 所述的车辆悬架系统,其中,所述常开固态开关是硅器件。

5. 如权利要求 4 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路包括整流器,而所述常开固态开关是单个单向开关。

6. 如权利要求 1 所述的车辆悬架系统,其中,所述反电动势被附加电路升高。

7. 如权利要求 6 所述的车辆悬架系统,其中,所述附加电路包括能够在 0.5 伏特的输入电压下运行的双极型 Royer 振荡器。

8. 如权利要求 1 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路在车辆起动和停车期间启动。

9. 如权利要求 1 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路在检测到所述故障时启动。

10. 如权利要求 1 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路被脉冲调制以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

11. 一种车辆悬架系统,包括:

在具有电磁致动器的车辆悬架系统中,由电源开关器件提供给所述电磁致动器的有源箝位功能;以及

箝位电路,该箝位电路具有常开固态开关,

其中,所述电磁致动器包括电枢和定子,在控制所述电磁致动器的功率电子设备发生故障时,作为所述电磁致动器内所述电枢相对于所述定子运动的结果,所述电磁致动器的运动产生反电动势,该反电动势被施加到箝位电路以启动该常开固态开关,从而产生所述电磁致动器的无源阻尼特性。

12. 如权利要求 11 所述的车辆悬架系统,其中,所述电磁致动器具有多相线圈组,所述常开固态开关用于电连接一个或多个线圈端以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

13. 如权利要求 12 所述的车辆悬架系统,其中,所述常开固态开关是硅器件。

14. 如权利要求 13 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路包括整流器,而所述常开固态开关是单个单向开关。

15. 如权利要求 11 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路在车辆起动和停车期间启动。

16. 如权利要求 11 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路在检测到所述故障时启动。

17. 如权利要求 11 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路被脉冲调制以改变所述

电磁致动器的无源阻尼特性。

18. 一种车辆悬架系统,包括:

电子控制器,适配为产生电磁致动器控制信号;以及

电磁致动器,适配为从外部电源接收电力并响应于由所述电子控制器产生的所述电磁致动器控制信号而产生受控力,该电磁致动器包括箝位电路,该箝位电路具有常开固态开关,

其中,所述电磁致动器包括电枢和定子,在控制所述电磁致动器的功率电子设备发生故障时,作为所述电磁致动器内所述电枢相对于所述定子运动的结果,所述电磁致动器的运动产生反电动势,该反电动势被施加到箝位电路以启动该常开固态开关,从而产生所述电磁致动器的无源阻尼特性。

19. 如权利要求 18 所述的系统,其中,所述电磁致动器具有线圈组,所述常开固态开关用于电连接所述线圈组。

20. 如权利要求 19 所述的系统,其中,所述线圈组是多相线圈组,所述常开固态开关电连接一个或多个线圈端以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

21. 如权利要求 19 所述的系统,其中,所述电磁致动器的运动产生反电动势来操纵适配为接收该反电动势的常开固态开关以便保持线圈组的电连接。

22. 如权利要求 19 所述的系统,其中,所述常开固态开关是硅器件。

23. 如权利要求 22 所述的系统,其中,所述箝位电路包括整流器,而所述常开固态开关是单个单向开关。

24. 如权利要求 18 所述的系统,其中,所述箝位电路被脉冲调制以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

25. 一种操作车辆悬架系统的方法,包括:

在具有电磁致动器的车辆悬架中,所述电磁致动器包括电枢和定子,

在正常使用时通过功率电子设备向所述电磁致动器供电,以及

在控制所述电磁致动器的功率电子设备发生故障时,作为所述电磁致动器内所述电枢相对于所述定子运动的结果,通过所述电磁致动器的运动产生反电动势,并将该反电动势施加到箝位电路以启动该常开固态开关,来产生该电磁致动器的无源阻尼特性。

26. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述电磁致动器具有线圈组,所述常开固态开关用于电连接该线圈组。

27. 如权利要求 26 所述的方法,其中,所述线圈组是多相线圈组,所述常开固态开关电连接一个或多个线圈端以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

28. 如权利要求 26 所述的方法,其中,所述常开固态开关是硅器件。

29. 如权利要求 28 所述的方法,其中,所述箝位电路包括整流器,而所述常开固态开关是单个单向开关。

30. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述反电动势被附加电路升高。

31. 如权利要求 30 所述的方法,其中,所述附加电路包括能够在 0.5 伏特的输入电压下运行的双极型 Royer 振荡器。

32. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述箝位电路在车辆起动和停车期间启动。

33. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述箝位电路在检测到所述故障时启动。

34. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述电磁致动器由还向该电磁致动器提供有源箝位的所述功率电子设备来供电。

35. 如权利要求 34 所述的方法,其中,所述有源箝位和箝位电路在检测到所述故障时或者在车辆停车期间同时启动。

36. 如权利要求 34 所述的方法,其中,在车辆起动期间启动所述有源箝位继而禁止所述箝位电路。

37. 如权利要求 34 所述的方法,其中,在所述功率电子设备从所述故障切换回所述正常使用时依次禁止所述箝位电路和有源箝位。

38. 如权利要求 34 所述的方法,其中,将箝位电路状态信号馈送给所述功率电子设备,以便在启动所述箝位电路时禁止所述功率电子设备切换。

39. 如权利要求 25 所述的方法,其中,所述箝位电路被脉冲调制以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

40. 一种车辆悬架系统,包括:

电磁致动器,该电磁致动器包括电枢和定子,且该电磁致动器包括箝位电路,该箝位电路包括常开固态开关,其中,在控制所述电磁致动器的功率电子设备发生故障时,作为所述电磁致动器内所述电枢相对于所述定子运动的结果,所述电磁致动器的运动产生反电动势,该反电动势被施加到箝位电路以启动该常开固态开关,从而对该电磁致动器的线圈组进行箝位。

41. 如权利要求 40 所述的车辆悬架系统,其中,所述常开固态开关用于电连接所述线圈组。

42. 如权利要求 41 所述的车辆悬架系统,其中,所述线圈组是多相线圈组,所述常开固态开关电连接一个或多个线圈以改变所述电磁致动器的阻尼特性。

43. 如权利要求 40 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路被脉冲调制以改变所述电磁致动器的无源阻尼特性。

44. 如权利要求 41 所述的车辆悬架系统,其中,所述常开固态开关是硅器件。

45. 如权利要求 44 所述的车辆悬架系统,其中,所述箝位电路包括整流器,而所述常开固态开关是单个单向开关。

46. 如权利要求 40 所述的车辆悬架系统,其中,所述反电动势被附加电路升高。

47. 如权利要求 40 所述的车辆悬架系统,其中,所述电磁致动器是线性马达。

48. 如权利要求 40 所述的车辆悬架系统,其中,所述电磁致动器是回转马达。

用于有源车辆悬架的故障保险操作的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及有源 (active) 车辆悬架的故障保险操作。

背景技术

[0002] 车辆悬架执行很多重要的功能,例如支撑车体的重量、在进行操纵期间提供方向控制、以及将乘客与道路颠簸舒适地隔离开。有源悬架系统如电或液压致动系统可以在车体与其车轮组之间产生力和运动以控制车辆的行驶质量。

发明内容

[0003] 一方面,本发明的特征在于一种系统,包括:在具有电磁致动器的车辆悬架中的箝位电路,该箝位电路包括固态开关,在控制致动器的功率电子设备发生故障时,通过致动器的运动而致动该开关,以使得该致动器产生无源阻尼特性。

[0004] 也可以包括下列特征中的一个或多个。箝位电路可包括用于电连接致动器线圈组的开关。致动器线圈组可以是多相线圈组,开关电连接一个或多个线圈端以改变致动器的无源阻尼特性。该开关可以是硅器件,箝位电路可包括整流器,而开关可以是单个单向开关。作为致动器中电枢相对于定子运动的结果,致动器的运动可产生反电动势 (EMF),该反 EMF 给箝位电路供电。反 EMF 可以被附加电路升高。该附加电路可包括能够在大约 0.5 伏特的输入电压下工作的双极型 Royer 振荡器。

[0005] 在实施例中,箝位电路可以在车辆起动和停车期间和 / 或检测到故障时启动。致动器的无源阻尼特性也可通过脉冲调制箝位电路而改变。

[0006] 另一方面,本发明的特征在于一种系统,包括:在具有电磁致动器的车辆悬架系统中,由电源开关器件提供给致动器的有源箝位功能;以及箝位电路,该箝位电路具有固态开关,在控制致动器的功率电子设备发生故障时通过电磁致动器的运动供电给所述开关。

[0007] 也可以包括下列特征中的一个或多个。致动器线圈组可以是多相线圈组,箝位电路可包括用于电连接一个或多个线圈端以改变致动器的无源阻尼特性的开关。该开关可以是硅器件,箝位电路可包括整流器,而开关可以是单个单向开关。箝位电路可以在车辆起动和停车期间和 / 或在检测到故障时启动。致动器的无源阻尼特性也可以通过脉冲调制箝位电路而改变。

[0008] 另一方面,本发明的特征在于一种车辆悬架系统,包括:电子控制器,适配为产生致动器控制信号;以及电磁致动器,适配为从外部电源接收电力并响应于由电子控制器产生的所述致动器控制信号而产生受控力,该电磁致动器包括箝位电路,该箝位电路具有固态开关,在控制致动器的功率电子设备发生故障时,由在致动器内通过致动器自身的运动产生的电力接入该开关,以产生致动器的无源阻尼特性。

[0009] 也可以包括下列特征中的一个或多个。箝位电路可包括用于电连接致动器线圈组的开关。致动器线圈组可以是多相线圈组,而开关可以电连接一个或多个线圈端以改变致动器的无源阻尼特性。致动器的运动可以产生电动势来操纵适配为接收该电动势的开关,

以便保持绕组之间的电连接。开关可以是硅器件, 箝位电路可包括整流器, 而开关可以是单个单向开关。致动器的无源阻尼特性也可以通过脉冲调制箝位电路而改变。

[0010] 另一方面, 本发明的特征在于一种方法, 包括: 在具有电磁致动器的车辆悬架中, 在正常使用时通过功率电子设备向致动器供电, 以及在控制致动器的功率电子设备发生故障时, 通过致动器的运动而致动箝位电路中的固态开关, 来产生该致动器的无源阻尼特性。

[0011] 也可以包括下列特征中的一个或多个。箝位电路可包括用于电连接致动器线圈组的开关。致动器线圈组可以是多相线圈组, 开关电连接一个或多个线圈端以改变致动器的无源阻尼特性。开关可以是硅器件, 箝位电路可包括整流器, 而开关可以是单个单向开关。作为致动器中电枢相对于定子运动的结果, 致动器的运动可产生反电动势 (EMF), 其给箝位电路供电。反 EMF 可以被附加电路升高。附加电路可包括能够在大约 0.5 伏特的输入电压下工作的双极型 Royer 振荡器。箝位电路可以在车辆起动和停车期间、和 / 或检测到故障时启动。致动器可以由还向致动器马达提供有源箝位的功率电子模块供电。在检测到故障时或在车辆停车期间, 可以同时启动该有源箝位和箝位电路。在车辆起动期间, 可以启动有源箝位, 接着禁止箝位电路。当从故障切换回正常运行模式时, 可以依次禁止箝位电路和有源箝位。当箝位电路启动时, 可将箝位电路状态信号馈送给功率电子设备模块, 以禁止该功率电子模块切换。致动器的无源阻尼特性也可以通过脉冲调制箝位电路而改变。

[0012] 另一方面, 本发明的特征在于一种系统, 包括: 在具有致动器的车辆悬架系统中, 由电源开关器件提供给致动器的有源箝位功能, 以及由箝位电路, 该箝位电路包括固态开关, 在控制致动器的功率电子设备发生故障时, 由电源对该开关供电。

[0013] 也可以包括下列特征中的一个或多个。致动器线圈组可以是多相线圈组, 箝位电路可包括用于电连接一个或多个致动器的线圈端以改变该致动器的无源阻尼特性的开关。电源可以是电池。电源可以是大容量电容器。致动器的无源阻尼特性也可以通过脉冲调制箝位电路而改变。

[0014] 另一方面, 本发明的特征在于一种系统, 包括: 电磁致动器, 该电磁致动器包括箝位电路, 该箝位电路包括固态开关, 在控制致动器的功率电子设备发生故障时, 响应于致动器的运动而致动所述开关, 以对该致动器的线圈组进行箝位。

[0015] 也可以包括下列特征中的一个或多个。箝位电路可包括用于电连接致动器线圈组的开关。致动器线圈组可以是多相线圈组, 开关电连接一个或多个线圈端以改变致动器的无源阻尼特性。致动器的无源阻尼特性也可以通过脉冲调制箝位电路而改变。开关可以是硅器件, 箝位电路可包括整流器, 而开关可以是单个单向开关。作为致动器中电枢相对于定子运动的结果, 致动器的运动可产生反电动势 (EMF), 该反 EMF 给箝位电路供电。该反 EMF 可以被附加电路升高。致动器马达可以是线性马达或者回转马达。

[0016] 本发明可包括下列优点中的一个或多个。

[0017] 车辆悬架系统具有线性或回转马达致动器, 一旦出现电力损失, 该马达致动器就提供所期望的车轮组相对于车体的运动的无源阻尼的级别 (level)。致动器配置为其无源阻尼特性与为正常条件下的有效悬挂操作而选择的其它无源悬架组件一致地动作, 以便提供安全操纵和相对舒适的行驶, 直到可以维修车辆为止。

[0018] 车辆悬架系统使用由致动器自身衍生的电力来激活电路, 以便提供期望的无源阻尼特性。

[0019] 该系统给车辆悬架系统提供了强大的故障模式,该故障模式可以通过适当地选择机械和电子组件参数来进行修整,以合理地模拟传统的机械悬架的无源响应。

[0020] 通过使用在致动器自身内产生的电力,例如从由致动器的负载和运动产生的反电动势 (EMF),而保持期望的无源阻尼特性,导致了稳定的停车模式,并且通过避免对在正常运行期间必须主动 (actively) 保持断开的常闭开关的需要而提高了整个系统的效率。

[0021] 在自箝位的、受控的停车模式中,致动器不需要任何来自外部源例如电池或电容器的电力。

[0022] 在附图和下面的描述中对本发明的一个或多个实施例的细节进行阐述。本发明的其它特征、目的和优点从该描述和附图以及从权利要求将变得显而易见。

附图说明

[0023] 图 1 是有源车辆悬架系统的方框图。

[0024] 图 2 是系统的方框图。

[0025] 图 3 示出了由反 EMF 供电的故障保险箝位电路。

[0026] 图 4 示出了由大容量电容器供电的故障保险箝位电路。

[0027] 图 5 示出了由电池供电的故障保险箝位电路。

[0028] 不同附图中相同的标号表示相同的元件。

具体实施方式

[0029] 如图 1 所示,示例系统 10 包括有源车辆悬架致动器 12。致动器 12 包括可相对于定子 16 运动的电枢 14。电枢 14 可包括永久磁铁,而定子 16 可包括多相线圈 (未示出)。通过用电流激励定子 16 的线圈,将电能转换成机械功。通过适当地控制进入每个线圈的电流,致动器 12 可以产生所期望的力的变化。在此示例中,使用了线性电磁马达结构,但应当理解的是,其它类型的马达结构如回转马达或可动线圈设计也适用。同样,在这个示例中,假定为三相线圈组,但应当理解的是,其它数目和布置的线圈也适用。本发明不应限于该示范有源车辆悬架系统,因为其可适用于其它应用,例如传统的无源车辆悬架系统和任何结合了致动器的系统,例如机器人。

[0030] 定子 16 可以连接到顶盖 18 的一端,顶盖 18 其是限定内腔的金属机壳。顶盖 18 进一步附到车体 20 上,而电枢 14 附到车轮组 22 上并沿顶盖 18 的内腔移动。根据封装考虑,用来控制致动器 12 的电子设备可以放置在顶盖 18 内以便电枢的运动不干扰该电子设备。也可以将控制电子设备封装在致动器 12 的外部。

[0031] 致动器 12 的实现有多种可能,例如美国专利 5,574,445 (Maresca 等) 中对线性电磁马达描述的实现方式,通过引用而将其全部合并于此。

[0032] 如图 2 所示,在致动器 12 正常运行期间,开关功率电子设备 54 控制定子 16 的线圈中的电流以在车体 20 和车轮组 22 之间产生所期望的力。定子 16 的线圈可以组织成相,并且每个相可以由固态半桥开关驱动。

[0033] 单相马达具有双端线圈组或绕组。多相马达具有多端线圈组或绕组。如果通过连接或箝位电磁致动器的一些或全部线圈端而将线圈组电连接到一起或箝住,那么就产生阻尼力。特别地,当电枢 14 中的磁铁相对于定子 16 中的线圈运动时,产生反电动势 (EMF)。

通过对线圈进行箝位,这个反 EMF 消耗在线圈的电阻中并且产生阻尼力。所产生的阻尼力与定子 16 和电枢 14 的相对速度有关。作为结果,被箝位的致动器以类似于传统减震器的方式产生阻尼力。

[0034] 对定子 16 的线圈进行箝位的一种方式功率电子设备 54 停止切换并命令其一些或全部半桥在持续接通状态下保持其低端或者高端开关。这具有将所有线圈引线 (lead) 连接到一起的效果。当功率电子设备 54 以此模式运行时,其被称为有源箝位。

[0035] 除了产生力以便给车辆的乘客提供舒适的乘坐以外,由致动器 12 产生的力通过阻尼整车运动并阻尼过度的车辆振动而发挥保险功能。万一在功率电子设备 54 中发生故障,或者在起动和停车期间,必须仍然产生这些与安全相关的力。因为在这些情况下,不能依赖功率电子设备 54 来提供有源箝位,所以也将单独的故障保险箝位电路 77 连接到定子 16 的线圈上。

[0036] 有几种方法来提供故障保险箝位功能。可以使用机械继电器来将线圈的引线物理地连接起来。但是当遭受到在车辆悬架系统中所遇到的振动或者温度极限时,机械继电器容易失效。因此,固态“继电器”解决方案比机械解决方案更可靠。

[0037] 因为故障保险箝位电路 77 提供故障保险功能,所以期望“继电器”具有常闭的特性 (behavior)。换句话说,在缺省情况下(即没有施加电力),故障保险箝位电路 77 应当运行以便对线圈进行箝位并提供阻尼。常闭固态器件的一个示例是耗尽型结型场效应晶体管 (JFET)。常闭固态器件如 JFET 通常被评价为 (rate for) 低电流(即几百毫安)、低电压(即几十伏)和低功率(即几瓦)。结合了电磁致动器的车辆悬架系统通常需要高功率。这样,不能使用常闭固态解决方案。

[0038] 另一可替换的设计是使用常开固态解决方案。常开器件的示例包括增强型器件如金属氧化物半导体场效应晶体管 (MOSFET)、双极型结型晶体管 (BJT)、绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 以及可控硅整流器 (SCR)。为了操作故障保险箝位功能,必须提供电力以启动这些类型的器件。因为 MOSFET 和 IGBT 都需要非常小的功率来使其导通并保持其导通,所以它们是很好的选择。使用 IGBT 来对故障保险箝位电路 77 进行描述,但应当理解的是其它常开器件也可以使用。

[0039] 当电枢 14 相对于定子 16 运动时,在定子 16 的线圈中正向和负向电流都可能产生。因此,固态开关应当允许双向电流。大多数固态开关要么是单向的要么难以在双向模式下导通。因此,故障保险箝位电路 77 包括多相全波整流器电桥 78,以便将多个相的双向电压和电流调整为单个单向电压和电流。这样,只使用一个单向开关 79。

[0040] 为了提供故障保险箝位功能,电路 77 应当提供电力以通过闭合而启动常开开关 79。这个电力可以由存储器件例如电池或电容器提供。然而,如果存储器件失效,则使用存储器件的解决方案容易失效。

[0041] 另一种供电以启动常开开关 79 的方式是使用与反 EMF 相关的电力。如果电枢 14 不相对于定子 16 运动,那么不需要提供阻尼力,并且常开开关 79 可以保持断开。然而,当电枢 14 开始相对于定子 16 运动时,开关 79 必须闭合。

[0042] 如图 3 所示,电路 100 实现了一个启动开关 79 以适于接收反 EMF 的故障保险箝位电路的示例。通过三相全波整流器 102,将三个线圈连接起来。作为示例示出了三相结构,但是应当理解也可以对其它数目的相和线圈布置进行箝位。整流器 102 产生两个输出,标记

为 BACKEMF_HIGH 和 BACKEMF_LOW。在本示例中使用的常开开关是 IGBT 124。当 IGBT 栅极导通（即 5-15 伏特的电压加到 IGBT_GATE 上）时，IGBT 124 将全波整流器 102 的两个输出短路到一起。这有效地对线圈进行了箝位，并提供所期望的阻尼功能。当启动了 IGBT 124 并且对致动器线圈组进行了箝位时，跨 IGBT124 的电压（即 BACKEMF_HIGH 减去 BACKEMF_LOW，其对应于全波整流器的输出）大约为 1 伏特。

[0043] 可以通过在 IGBT 124 和整流器 102 的输出之间连接固定的或者可变的电阻（未示出）来控制阻尼量。也可以通过只将具有多相线圈组的致动器的线圈或绕组的子集电连接来控制阻尼量。还可以通过脉冲调制开关 79 导通或关断来控制阻尼量。通过脉冲调制开关 79，阻尼量可以在 0 和某个最大值之间动态变化。脉冲调制开关 79 的一个示例是以固定的频率对 IGBT_GATE 信号进行脉宽调制并在 0 到 100% 之间改变占空比。

[0044] 使用通过定子 16 和电枢 14 的相对运动而产生的反 EMF 来产生电压以启动 IGBT 124。当电枢 14 最初开始运动时，产生一些小的反 EMF 电压。因为 IGBT 124 直到栅电压达到至少 5 伏特才完全启动，所以在驱动栅极之前升高反 EMF 电压。因为启动 IGBT 的栅极需要至少 5 伏特，并且因为所启动的 IGBT 面临大约 1 伏特的电压，所以期望大大超过 5 比 1 的增压比。实际上，期望更高的增压比，以便可以以极小的反 EMF 电平启动 IGBT 的栅极。

[0045] 一种升高电压的方法是使用变压器。在小于 20Hz（对应于反 EMF 的主要频率成分）下工作的磁导（permeable）铁芯变压器很大并且有点不切实际。作为替代，使用 Royer 振荡器电路 104。当反 EMF 达到大约 0.5 伏特时，振荡器 104 开始运行，并以大约几千赫兹的频率振荡。然后将振荡器 104 的输出传给高频升压变压器 106。对于示例电路，提供了 60 的升压比（使用 900 比 15 的匝数比）。对变压器 106 的输出进行整流，并存储在电路 108 中。然后使用电路 108 的输出来驱动 IGBT 124 的栅极。通过使用 Royer 振荡器电路 104，只需要大约 0.5 伏特的反 EMF 来启动 IGBT 124 并对定子 16 的线圈进行箝位。一旦启动了 IGBT 124，即使在电枢 14 减速之后，电路 108 中的电容器也将保持 IGBT 124 启动。不需要外部电力来对线圈进行箝位；只使用了反 EMF 来启动 IGBT 124。

[0046] 因为故障保险箝位电路 100 提供故障保险功能，其缺省状态是已启动（即它对马达引线进行箝位）。因此，在系统起动时，在功率电子设备 54 准备好控制线圈前，任意反 EMF 均自动使线圈端被箝位。功率电子设备 54 在给故障保险箝位电路 77 发信号之前，将使用 CLAMP_DISABLE 信号 90 首先进入有源箝位模式来禁止（disable）箝位电路 100。然后，一旦故障保险箝位电路 100 已经使用信号 CLAMPDISABLESTAT 91 确认了禁止请求，功率电子设备 54 可以开始切换。在此条件中，功率电子设备 54 可以控制流入线圈的电流，并因此通过电子控制器控制由致动器 12 产生的力。这一情形被认为是致动器 12 的“正常运行模式”。在系统停车时，功率电子设备 54 进入有源箝位模式，然后给故障保险箝位电路 100 发信号以通过改变 CLAMP_DISABLE 信号 90 的状态而启动。故障保险箝位电路 100 和有源箝位模式两者可同时启动，因为其提供冗余的功能。当从系统中最终消除外部电力时，功率电子设备 54 完全释放对线圈的控制，而无论何时产生足够的反 EMF，故障保险箝位电路 100 都继续运行并对线圈端进行箝位。

[0047] 功率电子设备 54 可具有一系列内部诊断校验，无论何时检测到故障，均可启动故障保险箝位电路 100。功率电子设备 54 的故障可以包括超范围电压条件、电源开关故障、超出 / 低于温度限制、与电子控制器的通信丢失以及过电流检测。如果当功率电子设备 54 正

在切换时（即在致动器 12 的“正常运行模式”期间）出现故障，功率电子设备 54 给故障保险箝位电路 100 发信号以通过改变 CLAMP_DISABLE 信号 90 的状态而启动。同时，功率电子设备 54 停止切换并且可尝试使用有源箝位模式提供冗余的阻尼功能。

[0048] 使用光隔离器 110 用来自功率电子设备 54 的 CLAMP_DISABLE 信号 90 来禁止故障保险箝位电路 100。然后电路 112 使用 CLAMPDISABLESIAT 信号 91 确认这一动作。通过与功率电子设备 54 共享故障保险箝位电路的状态，保护系统免受功率电子设备 54 与故障保险箝位电路 100 之间的电缆断开的危害。如果发生电缆断开，功率电子设备 54 停止切换，故障保险箝位电路 100 开始工作。这保证了当故障保险箝位电路 100 启动时，功率电子设备 54 从不试图切换其半桥。当从故障切换回正常运行模式时，依次禁止故障保险箝位电路 100 和有源箝位。

[0049] 无论何时宣称 (assert) CLAMP_DISABLE 信号 90，电路 114 都禁止 Royer 振荡器电路 104 运行，并且保护电路 104 免于暴露于高切换电压下。

[0050] 在其它示例中，故障保险箝位电路 100 可由其它电源如大容量电容器或电池供电。

[0051] 图 4 示出了由大容量电容器供电的故障保险箝位电路 200，包括具有两个标记为 BACKEMF_HIGH 和 BACKEMF-LOW 的输出的三相全波整流器 102，以及常开硅开关 IGBT 124。使用大容量电容器 212 作为存储元件。其输出还用来驱动 IGBT 124 的栅极。当车辆正常运行时，独立电源 210 保持电容器 212 被充电。如图 3，使用光隔离器 110 来禁止故障保险箝位电路 200。

[0052] 图 5 示出了由电池 252 供电的故障保险箝位电路 300。使用电池 252 作为存储元件，并且其输出用来驱动 IGBT 124 的栅极。电池 252 可以是原电池或者蓄电池，并且当车辆正常运行时，独立的电源 250 可以保持电池 252 被充电。光隔离器 110 用来禁止故障保险箝位电路 300。

[0053] 对本发明已经根据具体的实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求的范围内。

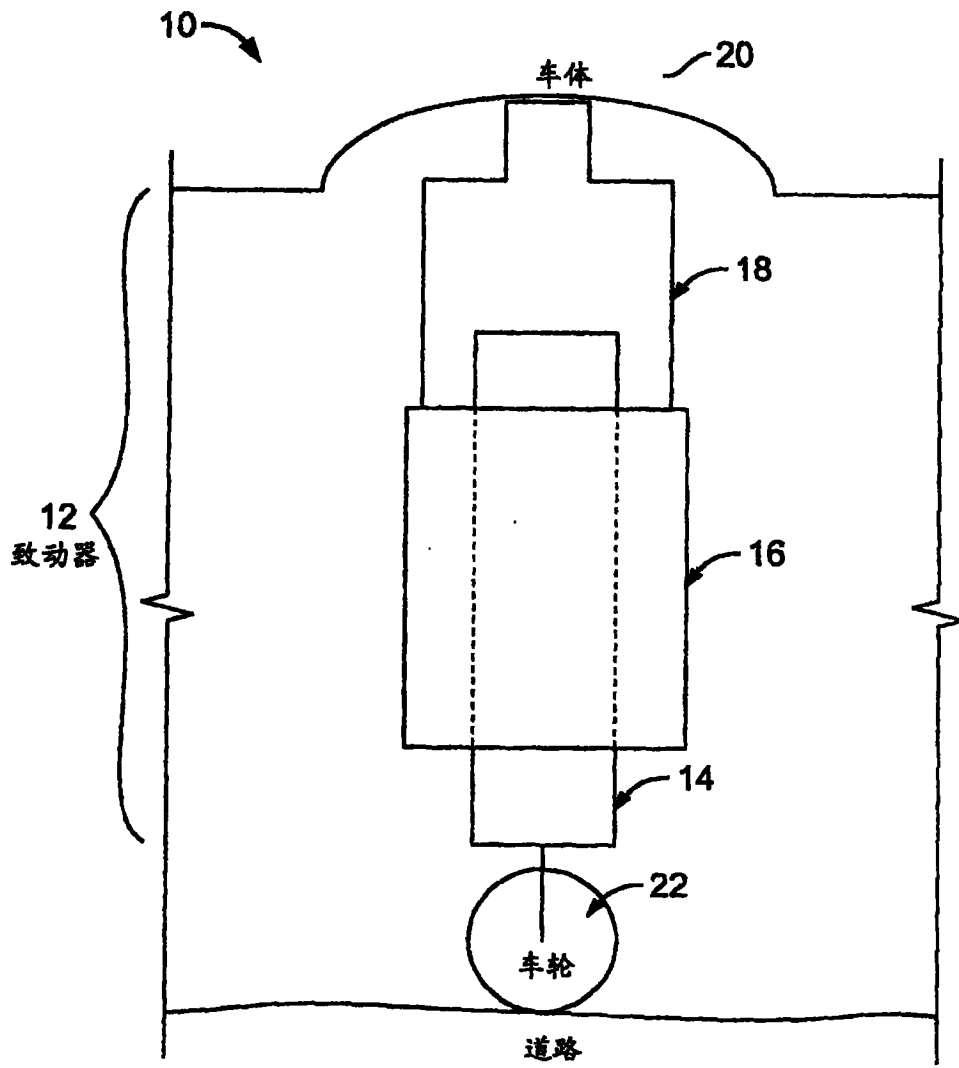


图 1

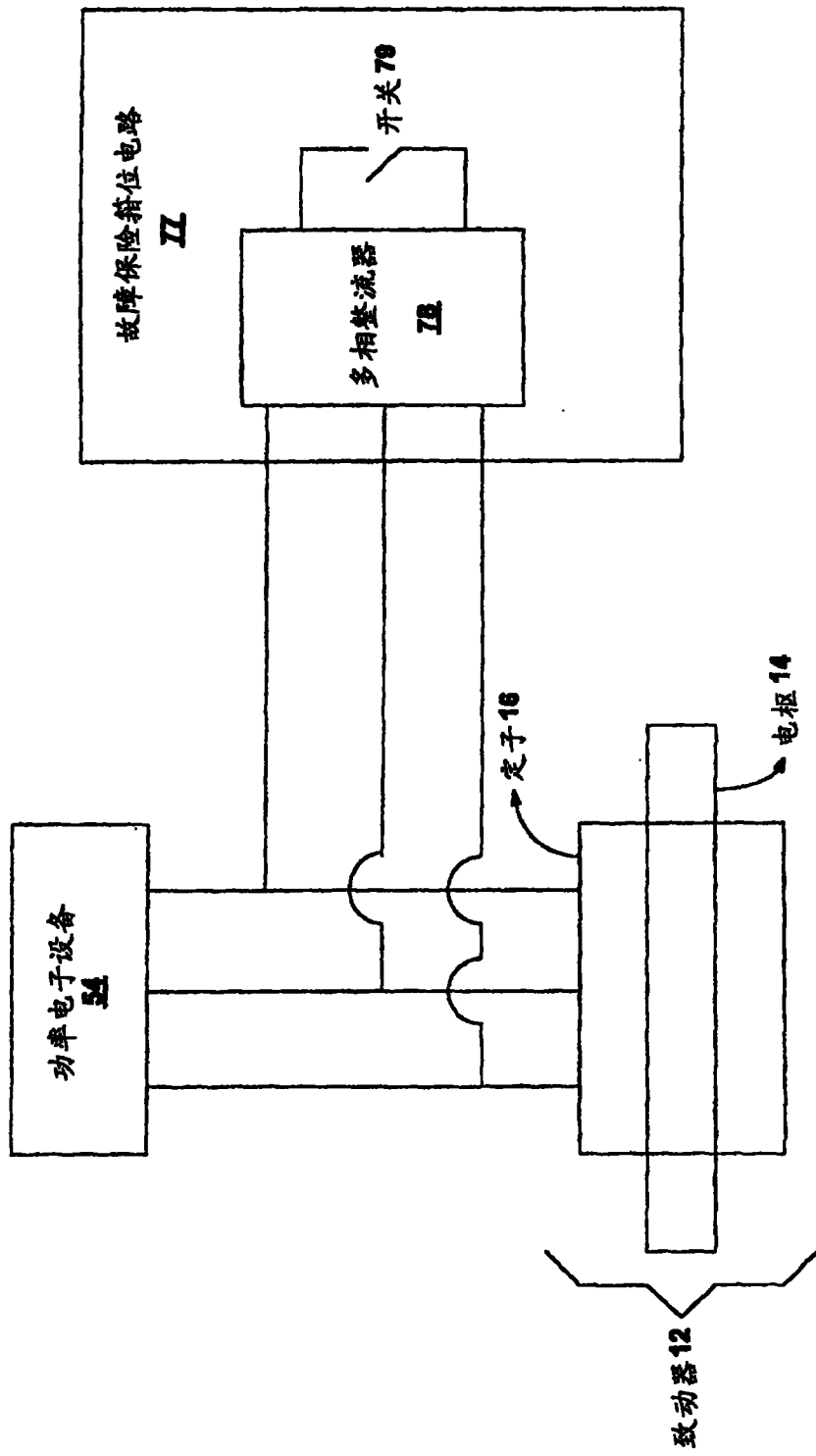


图 2

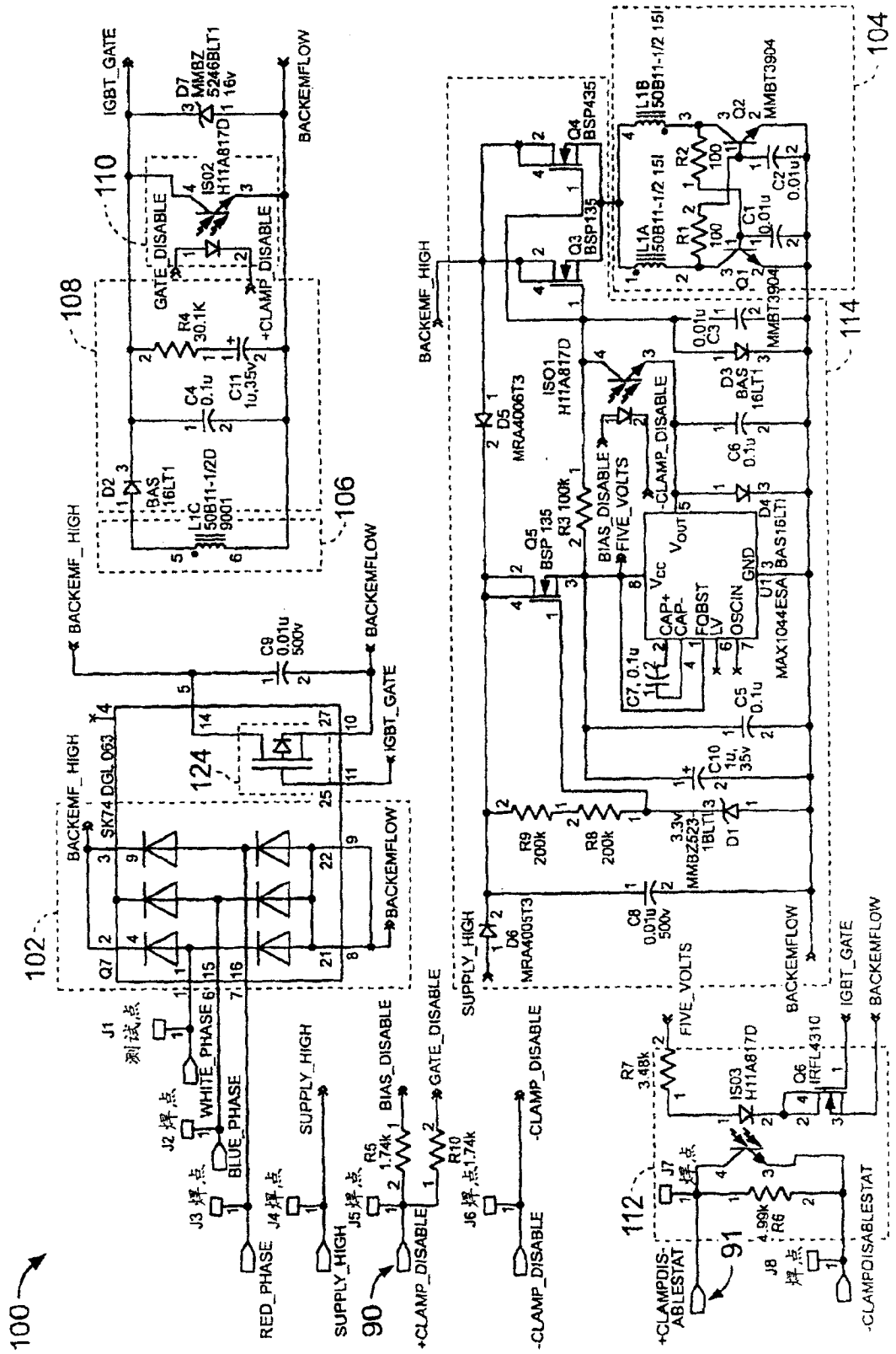


图 3

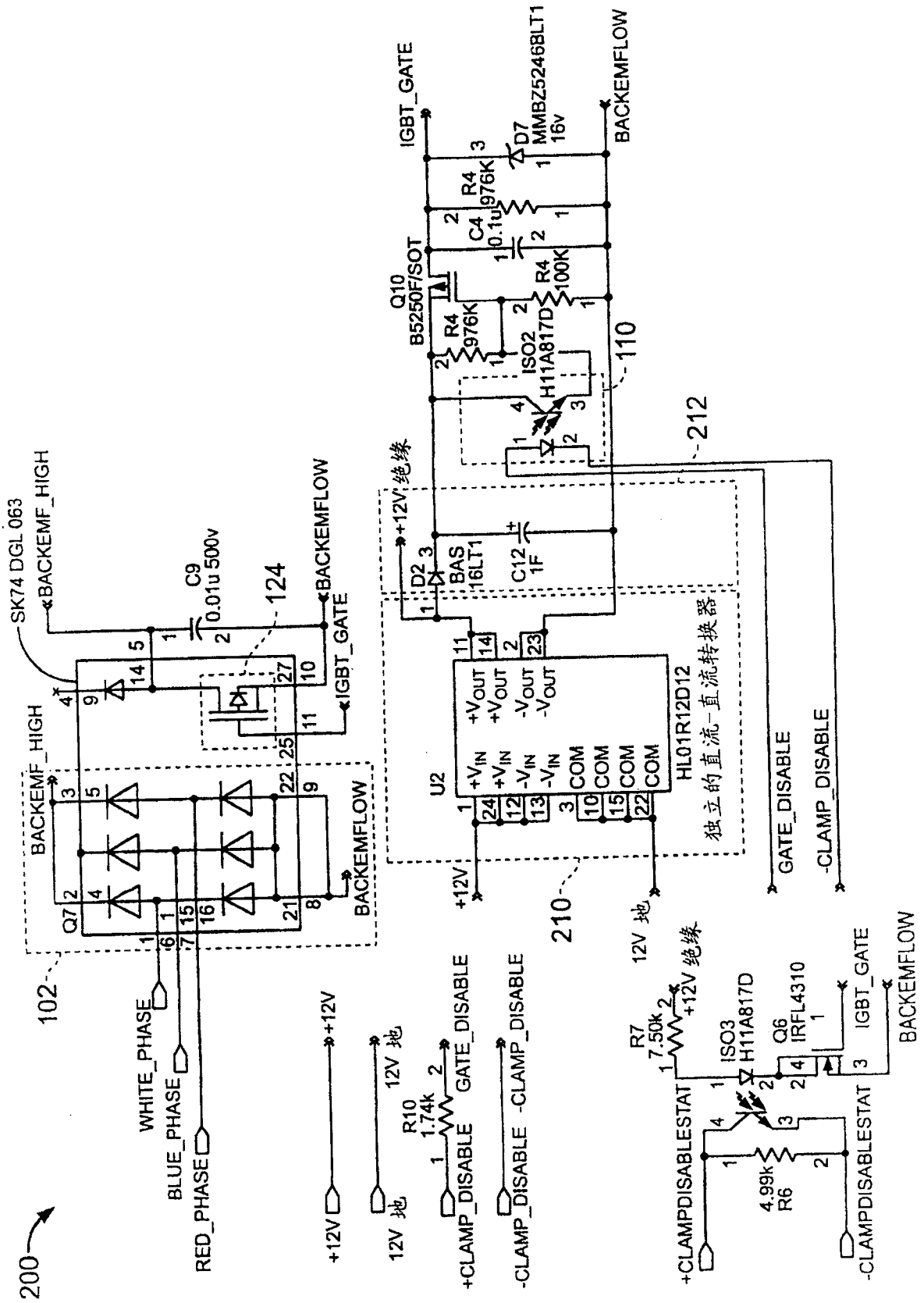


图 4

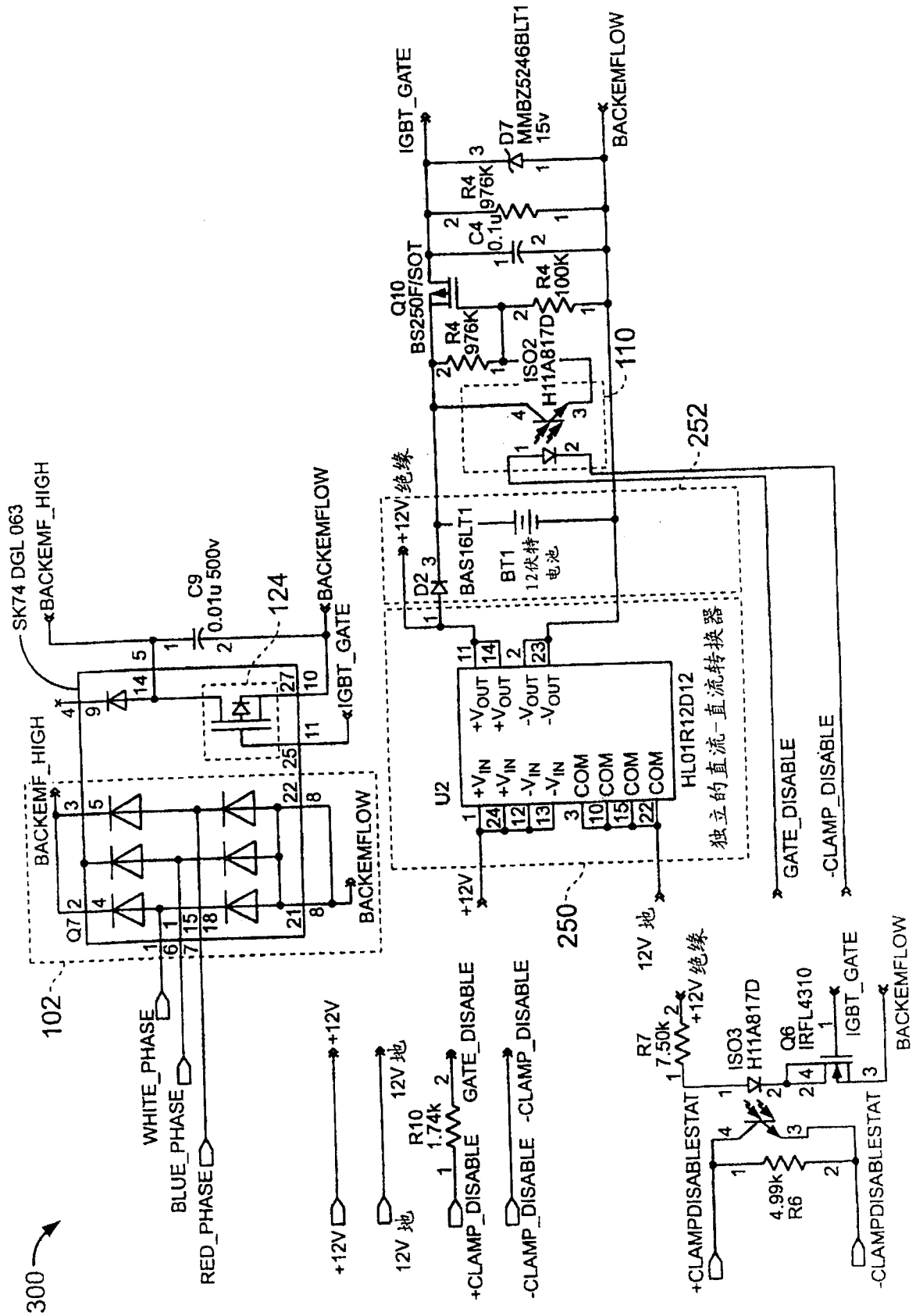


图 5