



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111441891 B

(45) 授权公告日 2023. 01. 31

(21) 申请号 202010049696.2

(22) 申请日 2020.01.16

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111441891 A

(43) 申请公布日 2020.07.24

(30) 优先权数据  
16/249,781 2019.01.16 US

(73) 专利权人 IP传输控股公司  
地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 S·班纳吉 R·R·维玛

(74) 专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有  
限公司 11415  
专利代理师 韩果

(51) Int.Cl.

F02N 11/08 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 205154480 U, 2016.04.13
- CN 104024630 A, 2014.09.03
- CN 101910614 A, 2010.12.08
- CN 102661224 A, 2012.09.12
- US 2008283012 A1, 2008.11.20
- WO 2010105902 A1, 2010.09.23
- CN 102356231 A, 2012.02.15

审查员 范海琳

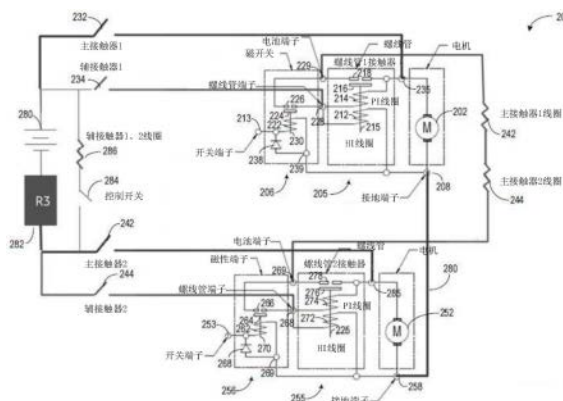
权利要求书3页 说明书13页 附图9页

(54) 发明名称

用于车辆的起动电动机系统

(57) 摘要

提供了用于起动发动机的起动电动机系统的方法和系统以及发动机起动电路。在一个示例中,起动电动机系统包括电池、串联布置的两个电动机、两个主接触器、两个辅接触器和两个电磁接触器。在两个电动机的小齿轮都耦接至发动机的齿圈之后,两个电动机的每个电动机可被同时通电以协同起动发动机。



1. 一种发动机起动电路,包括:

电池;

第一起动电动机组件,包括第一电动机、第一小齿轮和具有第一吸引线圈和第一保持线圈的第一螺线管,所述第一吸引线圈与所述第一电动机串联布置,使得当所述第一吸引线圈通电时,流向所述第一电动机的电流被限制;

第二起动电动机组件,包括第二电动机、第二小齿轮和具有第二吸引线圈和第二保持线圈的第二螺线管,所述第二吸引线圈与所述第二电动机串联布置,使得当所述第二吸引线圈通电时,流向所述第二电动机的电流被限制;所述第二起动电动机组件与所述第一起动电动机组件串联布置;

第一主接触器和第二主接触器,分别将所述电池串联电耦接至所述第一电动机和所述第二电动机;

第一辅接触器和第二辅接触器,分别将所述电池串联电耦接至所述第一吸引线圈和所述第二吸引线圈,所述第一辅接触器与所述第一主接触器并联布置,所述第二辅接触器与所述第二主接触器并联布置;和

第一电磁接触器和第二电磁接触器,彼此串联且与所述第一起动电动机组件和所述第二起动电动机组件并联,

其中,所述第一主接触器以串联方式布置在所述电池的正极端子与所述第一电动机之间,所述第二主接触器以串联方式布置在所述电池的负极端子与所述第二电动机之间。

2. 根据权利要求1所述的电路,其中,所述第一电磁接触器和所述第二电磁接触器在闭合时串联电耦接至所述第一主接触器和所述第二主接触器。

3. 根据权利要求1所述的电路,还包括辅接触器开关,所述辅接触器开关将所述第一辅接触器和所述第二辅接触器彼此电耦接。

4. 根据权利要求3所述的电路,其中,闭合所述辅接触器开关选择性地使所述第一辅接触器和所述第二辅接触器中的每一个通电闭合。

5. 根据权利要求1所述的电路,其中,所述第一辅接触器的闭合由于电流流过选择性地使所述第一吸引线圈和所述第一保持线圈通电,并且,所述第二辅接触器的闭合由于电流流过选择性地使第二吸引线圈和所述第二保持线圈通电。

6. 根据权利要求5所述的电路,其中,所述第一吸引线圈的通电使所述第一小齿轮沿轴向方向朝向发动机齿圈移动,并且,所述第二吸引线圈的通电使所述第二小齿轮沿轴向方向朝向所述发动机齿圈移动。

7. 根据权利要求5所述的电路,其中,所述第一吸引线圈的通电使所述第一电动机的所述第一小齿轮与发动机齿圈接合,并且,所述第二吸引线圈的通电使所述第二电动机的所述第二小齿轮与所述发动机齿圈接合,所述第一小齿轮和所述第二小齿轮分别通过所述第一保持线圈和所述第二保持线圈的通电而保持与所述发动机齿圈接合。

8. 根据权利要求7所述的电路,其中,所述第一电磁接触器响应于所述第一小齿轮的机械接合而闭合,并且所述第二电磁接触器响应于所述第二小齿轮的选择性接合而闭合,所述第一小齿轮的接合正时与所述第二小齿轮的接合正时不同步。

9. 根据权利要求8所述的电路,其中,所述第一主接触器和所述第二主接触器响应于所述第一电磁接触器和所述第二电磁接触器中的每一个的闭合而磁闭合,并且,所述第一主

接触器和第二主接触器的闭合使得电流从所述电池流经所述第一电动机和所述第二电动机,而不流经所述第一吸引线圈和所述第二吸引线圈。

10. 根据权利要求9所述的电路,还包括发动机,其中,当电流流经所述第一电动机和所述第二电动机时,所述发动机通过所述第一电动机和所述第二电动机中的每一个被起动。

11. 根据权利要求1所述的电路,其中,所述电池是64V电池,并且,所述第一起动电动机和所述第二起动电动机中的每一个都是与电阻器串联的24V电动机。

12. 一种发动机起动系统,包括:

发动机;

起动电路,包括电池以及第一起动电动机和第二起动电动机;

一对串联布置的螺线管开关,所述一对螺线管开关与所述起动电路并联布置;

第一主接触器和第二主接触器,分别将所述电池串联电耦接至所述第一起动电动机和所述第二起动电动机;和

控制器,配置有计算机可读指令,所述计算机可读指令在被执行时使所述控制器:响应于发动机起动请求,延迟从所述电池流经所述第一起动电动机和所述第二起动电动机中的每一个的同时电流,直到所述一对螺线管开关中的每一个闭合;并且响应于所述同时电流开始发动机起动,

其中,所述第一起动电动机和所述第二起动电动机串联布置;以及

其中,所述第一主接触器以串联方式布置在所述电池的正极端子与所述第一起动电动机之间,所述第二主接触器以串联方式布置在所述电池的负极端子与所述第二起动电动机之间。

13. 根据权利要求12所述的发动机起动系统,其中,沿所述起动电路的主回路,所述第一起动电动机和所述第二起动电动机通过第一辅接触器和第二辅接触器彼此串联并与所述电池串联布置,并且,所述起动电路还包括通过所述第一辅接触器串联耦接在所述第一起动电动机和所述电池之间的第一吸引线圈,通过所述第二辅接触器串联耦接在所述第二起动电动机和所述电池之间的第二吸引线圈,以及沿并联于所述主回路的、所述起动电路的外回路彼此串联耦接并串联耦接至所述第一起动电动机和所述第二起动电动机的第一螺线管开关和第二螺线管开关。

14. 根据权利要求13所述的发动机起动系统,其中,响应于所述起动请求,所述控制器致动闭合耦接至所述主回路的辅助控制开关,以使电流从所述电池流至所述第一辅接触器和所述第二辅接触器,其中,流经所述第一辅接触器的电流使所述一对串联布置的螺线管开关中的第一个闭合,并且流经所述第二辅接触器的电流使所述一对串联布置的螺线管开关中的另一个闭合,并且所述一对螺线管开关异步闭合。

15. 根据权利要求13所述的发动机起动系统,其中,流经所述第一辅接触器和所述第二辅接触器中的每一个的电流随即流经所述第一吸引线圈和所述第二吸引线圈,拉动所述第一起动电动机的第一小齿轮和所述第二起动电动机的第二小齿轮与所述发动机的齿圈机械接合。

16. 根据权利要求15所述的发动机起动系统,其中,当所述第一小齿轮和所述第二小齿轮与所述发动机接合时,所述第一螺线管开关和所述第二螺线管开关异步闭合,其中,响应于所述同时电流开始发动机起动包括仅在所述一对螺线管开关中的每一个都闭合后,使电

流流经所述第一起动电动机和所述第二起动电动机中的每一个,同时绕过所述第一吸引线圈和第二吸引线圈。

17. 一种起动发动机的方法,包括:

同时使电流从电池流经所述第一起动电动机和所述第二起动电动机中的每一个,以起动所述发动机,所述同时的电流流动被延迟,直到一对串联布置的螺线管开关中的每一个闭合,所述一对螺线管开关与包括所述电池以及所述第一起动电动机和所述第二起动电动机的起动电路并联布置,第一主接触器和第二主接触器分别将所述电池串联电耦接至所述第一起动电动机和所述第二起动电动机,

其中,所述第一起动电动机和所述第二起动电动机串联布置,以及

其中,所述第一主接触器以串联方式布置在所述电池的正极端子与所述第一起动电动机之间,所述第二主接触器以串联方式布置在所述电池的负极端子与所述第二起动电动机之间。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述一对螺线管开关包括响应于所述第一起动电动机与所述发动机的接合而闭合的第一螺线管开关,以及响应于所述第二起动电动机与所述发动机的接合而闭合的第二螺线管开关,所述第一起动电动机的接合与所述第二起动电动机的接合异步。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中,第一吸引线圈串联耦接至所述第一起动电动机,第二吸引线圈串联布置于所述第二起动电动机,其中,所述第一起动电动机的接合包括使电流流过所述第一吸引线圈,所述第二起动电动机的接合包括使电流流过所述第二吸引线圈,并且,同时使电流从所述电池流过所述第一起动电动机和所述第二起动电动机中的每一个以起动所述发动机包括使电流流过所述第一起动电动机和所述第二起动电动机,同时绕过所述第一吸引线圈和所述第二吸引线圈。

20. 根据权利要求17所述的方法,其中,所述电池是64V电池。

## 用于车辆的起动电动机系统

### 技术领域

[0001] 各实施例涉及用于发动机的起动电动机系统。

### 背景技术

[0002] 起动电动机组件用于起动车辆发动机，例如机车和其他重型车辆中的发动机。机车的传统起动电动机组件可以基本包括用于起动单个发动机的多个电动机（例如，两个电动机）。该组件可以进一步包括耦接至每个电动机的螺线管和驱动机构。当用户闭合车辆上的点火开关并给相应的螺线管通电时，起动电动机便会处于工作状态。特别是，螺线管的吸引线圈被通电。螺线管通电还使耦接至每个起动电动机的驱动机构的小齿轮与发动机齿圈接合。电动机的接合引起电触点的闭合，从而使得满功率 (full power) 输送至电动机。此后，电动机将扭矩传递至相应的小齿轮，小齿轮又促使齿圈旋转，从而起动车辆发动机。

[0003] 但是，电动机组件中每个电动机的小齿轮可能难以同时与发动机的齿圈接合。例如，可能存在0.25秒或更大的时差。因此，可能存在一种情况，即一个电动机的电触点先于另一个电动机闭合。这种异步通电会导致一个螺线管的吸引线圈相对于另一个螺线管被施加更高的电压。过电压会损坏吸引线圈绕组。在电池电压较高（例如64V）的机车应用中，这可能特别令人担忧。此外，如果其中一个电动机的电触点卡住而无法接合，则另一电动机两端出现的较高电压会导致电动机超速。

### 发明内容

[0004] 提供了用于能够使起动机车发动机的起动电动机同步通电的方法和系统。在一实施例中，发动机起动电路包括：电池；第一起动电动机组件，包括第一电动机、第一小齿轮和具有第一吸引线圈和第一保持线圈的第一螺线管，该第一吸引线圈与该第一电动机串联布置，使得当该第一吸引线圈通电时流向该第一电动机的电流被限制；第二起动电动机组件，包括第二电动机、第二小齿轮和具有第二吸引线圈和第二保持线圈的第二螺线管，该第二吸引线圈与该第二电动机串联布置，使得当该第二吸引线圈通电时流向该第二电动机的电流被限制，该第二起动电动机组件与该第一起动电动机组件串联布置；第一主接触器和第二主接触器，分别将该电池串联电耦接至该第一电动机和该第二电动机；第一辅接触器和第二辅接触器，分别将该电池串联电耦接至该第一吸引线圈和该第二吸引线圈，该第一辅接触器与该第一主接触器并联布置，该第二辅接触器与该第二主接触器并联布置；和第一电磁接触器和第二电磁接触器，彼此串联且与该第一起动电动机组件和该第二起动电动机组件并联。

[0005] 在一实施例中，用于机车发动机的起动系统包括两个起动电动机，该两个起动电动机通过各自的主接触器耦接至电气起动电路中的高电压电池。每个电动机可以包括小齿轮，该小齿轮在吸引 (PI) 线圈通电时可机械啮合至发动机齿圈，从而使电动机与发动机接合。然后，通过起动电路的保持 (HI) 线圈通电，使电机保持接合。手动或通过其中存储有指令的控制器使辅接触器控制开关闭合，使得每个电动机的辅接触器线圈通电，从而闭合相

应的辅接触器,并使相应电动机的PI和HI线圈通电。通电使得电动机的小齿轮与发动机的齿圈接合。电动机的接合导致耦接至电动机的电磁接触器的闭合。然而,由于电磁接触器的串联布置,仅当两个电动机都接合并且两个电磁接触器都闭合时,电池电压才可以同时被引导至两个电动机。换句话说,如果一个电动机先于另一个电动机接合,导致相应的电磁接触器闭合,则将两个电动机耦接至电池电压的电路将保持断开。这样,电池电压可以同时输送至两个电动机。通过仅在两个电动机都接合之后通过闭合电路使电动机通电,即使电动机异步通电,也可以避免将电池的高电压引导至其中一个电动机的PI线圈。因此,避免了由于施加过电压而烧毁PI线圈,并避免了起动电动机系统中的一个电动机超速。这提高了机车发动机的起动性能。

[0006] 应当理解的是,提供以上概述是为了以简化的形式介绍在具体实施方式中进一步描述的一些概念。这并不意味着确定所要求保护的的主题的关键或必要特征,所要求保护的的主题的范围由具体实施方式后的权利要求唯一地限定。此外,所要求保护的的主题不限于解决以上或在本公开的任何部分中提出的任何缺点的实施方式。

### 附图说明

[0007] 参考附图,通过阅读以下非限制性实施例的描述,将更好地理解本发明,其中:

[0008] 图1示出了柴油电力机车的示例性实施例。

[0009] 图2示出了用于起动机车的发动机的起动电动机系统的电气结构的示例图。

[0010] 图3A-3E示出了在发动机起动期间可以实施的起动电动机系统的电路中接触器开关位置的示例性顺序图。

[0011] 图4示出了根据本发明的使用起动电动机组件通过一系列接触器起动机车发动机的高级流程图。

[0012] 图5示出了使用起动电动机组件起动机车发动机的示例性时间线。

### 具体实施方式

[0013] 图1是被配置为在轨道104上行驶的示例性机车车辆系统100(以下称为“机车100”)的框图。如本文所述,在一示例中,机车是运行位于主发动机壳体102内的柴油发动机106的柴油电力车辆。然而,在机车100的可选实施例中,可以采用可选的发动机配置,例如汽油发动机、或生物柴油或天然气发动机。机车操作人员和涉及机车系统控制及管理的电气部件可以容纳在机车驾驶室103内。

[0014] 柴油发动机产生扭矩,该扭矩沿驱动轴(未示出)传递至交流发电机108。所产生的扭矩由交流发电机108用来发电,电力用于车辆的后续推进(propagation)。机车发动机106可以恒定转速运行,从而产生恒定马力(hp)输出。应当理解的是,机车发动机还可以根据运行需求以可变转速和可变马力运行。例如,在一个实施例中,发动机106可以被配置为产生高达4400hp的输出。这样产生的电功率可以被称为原动机功率(prime mover power)。电功率可以沿电气总线109被传输至各种下游电气部件。基于所产生的电输出的性质,电气总线可以是直流(DC)总线(如图所示)或交流(AC)总线。在机车100的可选实施例中,可以可选地设置辅助交流发电机,其为例如空调、暖气等辅助部件产生较小量的电力(辅助电力)。辅助电力可以沿辅助总线传输。可选地,原动机功率和辅助功率可以使用同一电气总线。

[0015] 交流发电机108可以串联至一个或多个整流器,该一个或多个整流器在沿DC总线109传输之前将交流发电机的电输出转换为直流电。基于从DC总线接收功率的下游电气部件的配置,逆变器可以被用于将DC电功率转换为AC电功率。单个逆变器110可以从DC电气总线向多个部件提供AC电功率。可选地,多个不同的逆变器中的每一个都可以向不同的部件提供电功率。应当理解的是,在可选实施例中,机车可以包括连接至开关的一个或多个逆变器,该逆变器可以被控制以选择性地向连接至开关的不同部件提供电功率。

[0016] 安装在主发动机壳体102下方的货车111上的牵引电动机112可以通过DC总线109从交流发电机108接收电功率,以提供牵引动力来推进机车。如本文所述,牵引电动机112可以是AC电动机。因此,与牵引电动机配对的逆变器可以将DC输入转换为适当的AC输入,例如三相AC输入,以供牵引电动机随后使用。在可选实施例中,牵引电动机112可以是DC电动机,其直接采用经整流并沿DC总线传输之后的交流发电机的输出。一示例性机车的配置包括每个轮轴114配一对逆变器/牵引电动机。如本文所述,六个逆变器-牵引电动机对被示出,用于机车的六个车轴对中的每一个。在可选实施例中,机车100可以被配置有例如四个逆变器/牵引电动机对。

[0017] 牵引电动机112还可以被配置为充当发电机,提供动态制动以使机车100制动。特别地,在动态制动期间,牵引电动机可以在与滚动方向相反的方向上提供扭矩,从而产生电能,该电能通过连接至电气总线的电阻器网格(grid of resistor) 126作为热量被耗散。在一示例中,网格包括直接串联至电气总线的电阻元件的堆叠。电阻元件的堆叠可以设置得靠近主发动机壳体102的顶板,以便于空气冷却和从网格散热。

[0018] 利用压缩空气的空气制动器(未示出)可以被机车100用作车辆制动系统的一部分。压缩空气可以由压缩机116从进气产生。

[0019] 多个电机(electric machine)驱动的气流装置(airflow device)可以被运行以用于机车部件的温度控制。气流装置可以包括但不限于通风机、散热器和风扇。每个气流装置可以耦接至例如电动机的电机,当起动时,该电机可以将接收到的电输入转换为气流装置的旋转运动,从而通过气流装置产生活动气流。本文所述的通风机118可以被设置用于多个电气部件的强制空气冷却。通风机118可以包括牵引电动机通风机,其在繁重工作期间在牵引电动机112上方吹送冷空气,以调节牵引电动机的温度;交流发电机通风机,其吹送空气以冷却交流发电机108;以及网格通风机,其吹送空气以冷却电阻器网格126。

[0020] 发动机温度部分由散热器124保持。水可以在发动机106周围循环,以吸收多余的热量并将温度控制在使发动机有效运行的期望范围内。然后,热水可以经过散热器124,其中通过散热器风扇吹出的空气冷却热水。通过散热器风扇的空气流可以借助于百叶窗122、通风孔(未示出)、空气管道(未示出)或其组合被进一步调节。散热器风扇可以以水平构型位于靠近机车100的后部顶板(rear ceiling)的位置,使得在叶片旋转时,空气可以从下方被抽吸并排出。散热器风扇电动机可以被配置为通过专用逆变器从DC总线109接收电功率。包括水基冷却剂的冷却系统可以可选地与散热器124结合使用,以提供发动机的额外冷却。

[0021] 在本示例中被描绘为电池(并且也称为“系统电池120”)的系统电能存储装置120也可以链接至DC总线109。DC-DC转换器(未示出)可以被配置在DC总线109和电池120之间,以使得DC总线的高电压(例如,在1000V的范围内)被适当地降低以供电池使用(例如在12-75V范围内)。在混合动力机车的情况下,车载电能存储装置可以是高电压电池的形式,从而

可以不需要放置中间DC-DC转换器。电池可以由运行发动机106充电。存储在电池中的电能可以在发动机运行的待机模式期间或者在发动机关闭时使用,以运行各种电气部件,例如灯、车载监控系统、微处理器、处理器显示器、气候控制等。电池120还可用于提供初始充电以将发动机106从关闭状态起动。在可选实施例中,例如,电能存储装置120可以是超级电容器。

[0022] 发动机106可以通过包括多个起动电动机的起动电动机组件136被起动。在所示的示例中,两个起动电动机130a、130b被串联设置。每个起动电动机130a、130b具有相应的小齿轮(pinion) 132a、132b,该小齿轮132a、132b可以与发动机齿圈134啮合,以接合电动机。如参考图2和3A-3E所阐述的,起动电动机组件136中可以包含一系列接触器开关,以确保电动机仅在已经被接合至发动机之后才被供电。这减轻了由于电动机的异步通电而引起的施加过电压对任何小齿轮的损坏。

[0023] 图2示出了用于起动机车的发动机的起动电动机系统200的电气结构的示例性示意图。起动电动机系统200包括车辆电池或电池组280、第一起动电动机组件205、第二起动电动机组件255、跨接电缆280、第一磁开关206和第二磁开关256。第一起动电动机组件205和第二起动电动机组件255可以是图1中的起动电动机130a、130b。电池280可以是包括正极端子和负极端子的64V电池。

[0024] 第一电动机组件205包括第一电池端子229、第一螺线管端子228和第一接地端子208。第二电动机组件255包括第二电池端子269、第二螺线管端子268和第二接地端子258。电池280的正极端子可以经由第一辅接触器234被耦接至第一电动机组件205的第一螺线管端子228并经由第一主接触器232被耦接至第一电动机组件205的电动机端子235。电池280的负极端子可以串联耦接至电阻器282。电阻器282可以经由第二辅接触器244耦接至第二电动机组件255的第二螺线管端子268并经由第二主接触器242耦接至第二电动机组件255的第二电动机端子285。第一电动机组件205的第一电池端子229可以经由第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244中的每一个被耦接至第二电动机组件255的第二电池端子269。

[0025] 跨接电缆280可将第一电动机组件205的第一接地端子208连接至第二电动机组件255的第二接地端子258。如此,跨接电缆280可以以串联方式将第一电动机组件205联接至第二电动机组件255。跨接电缆280可以包括铜线或任何提供相对较低损耗的导体。

[0026] 第一电动机组件205可以包括第一电动机202,第二电动机组件255可以包括第二电动机252。两个电动机202和252可以通过电阻器282串联耦接。在该示例中,两个电动机202和252中的每一个可以是24V电动机。通过使用电阻器282,两个24V电动机可以与64V电池串联连接,而无需额外的转换器。在另一示例中,两个电动机202和253中的每一个可以是32V电动机,并且每一个电动机可以在没有电阻器282的情况下直接耦接至64V电池280。在又一示例中,可以使用单独的DC-DC转换器将电池的64V降压至48V,然后施加48V电压过两个串联的24V电动机(无需电阻器282)。

[0027] 第一起动电动机组件205包括吸引(pull-in,PI)线圈214、保持(hold-in,HI)线圈212以及电磁接触器(solenoid contactor),该电磁接触器包括固定触点218和设置在活塞(plunger) 215上的活塞触点216。PI线圈214、HI线圈212以及触点218、216通常位于用于起动电动机的螺线管组件上,并且可以设置于多个实施例中。



[0028] 第一起动电动机组件205的第一电池端子229可以被耦接至两个固定触点218中的第一个。第一螺线管端子228通向PI线圈214和HI线圈212两者的结点,并且通向HI线圈212的远离PI线圈214的一端。第一接地端子208可以耦接至第一电动机202和跨接电缆280。

[0029] 第二起动电动机组件255通常包括与第一起动电动机组件205相同的内部部件和端子。第二起动电动机组件255包括吸引(PI)线圈274、保持(HI)线圈272以及电磁接触器,该电磁接触器包括固定触点278和设置在活塞225上的活塞触点276。

[0030] 第二起动电动机组件255的第二电池端子269可以被耦接至两个固定触点278中的第一个。第二螺线管端子268通向PI线圈274和HI线圈272两者的结点,并且通向HI线圈272的远离PI线圈274的一端。第二接地端子258可以被耦接至第二电动机252并且被耦接至跨接电缆280。

[0031] 在起动电动机起动发动机的开始期间,两个起动电动机中的每一个的小齿轮可同时与发动机的齿圈啮合。然而,在一种情况下,任何一个电动机的小齿轮可能在另一电动机接合之前与发动机齿圈啮合。换句话说,两个电动机与发动机的接合之间可能存在延迟。这可能会导致较高的电压流过先接合的起动电动机的PI线圈(因为PI线圈的电阻远大于电动机的电阻)。在具有64V电池的系统,流经PI线圈的较高电压可能会导致PI线圈劣化。为了解决这个问题,第一电池端子229可以通过额外的一对接触器,即第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244,耦接至第二电池端子269。第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244可以闭合(beclosed),以同时绕过(bypass)两个起动电动机组件的PI线圈。第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244可以仅在确认两个电动机都已经接合至发动机的齿圈时才被通电。这样,通过使用额外的接触器对来绕过两个起动电动机的PI线圈,避免了将64V电池280的高电压引导至仅一个电动机的PI线圈的可能性。此外,在双电动机组件中使用的PI线圈的绕组可以不需要根据增加的电流可能流经线圈的情况被修改。

[0032] 电池280可以具有中点接地,而非负极或正极接地。因此,电动机可以反向连接,例如按照第一电动机202的电枢绕组(AA)-第一电动机202的励磁绕组(FF)-第一电动机202的电动机接地至机架(motorground to frame,GND)-第二电动机252的GND-第二电动机252的FF-第二电动机252的AA的顺序。该连接顺序会使得电动机的中点接地,从而使电路保持平衡。这样,电动机框架接地(motorgrounds)可以与电池280保持分开。由于每个电动机的AA和FF中的电流方向保持相同,因此每个电动机中产生的扭矩方向相同。

[0033] 第一磁开关206耦接至第一起动电动机组件205,第一磁开关206包括螺线管组件,该螺线管组件包括线圈222、活塞230、活塞触点224、固定触点226和二极管238。第一磁开关206还包括四个端子,该四个端子包括电池端子、螺线管端子、开关端子213和接地端子239。第一磁开关206的螺线管端子可以耦接至第一螺线管端子228,而第一磁开关206的电池端子可以耦接至第一电池端子229。在一示例中,控制开关284可以由车辆的操作者控制。一旦闭合控制开关284,辅接触器1、2线圈286可以被通电,这启动了在发动机起动期间为电动机202和252通电的机构(mechanism)。图3A-3E示出了在发动机起动期间在起动电动机系统200的电路中可能发生的事件的示例性顺序。

[0034] 第二磁开关256可以包括与第一磁开关206相同的内部组件和端子。第二磁开关256耦接至第二起动电动机组件255,第二磁开关256包括螺线管组件,该螺线管组件包括线圈262、活塞270、活塞触点264、固定触点266和二极管268。第二磁开关256还包括四个端子,

包括电池端子、螺线管端子、开关端子253和接地端子269。第二磁开关256的螺线管端子可以耦接至第二螺线管端子268,而第二磁开关256的电池端子可以耦接至第二电池端子269。通过使用辅接触器234和244,可以绕开螺线管开关,并且开关端子213和253可以不被连接至车辆中的控制开关284。双起动电动机装置的运行在图3A-3E和图4中详细描述。

[0035] 图3A-3E示出了使用包括两个串联的起动电动机的起动电动机系统来起动机车发动机的一系列步骤。图3A示出了用于起动机车发动机的起动电动机系统301的电气结构的第一状态300。起动电动机系统301可以是图2中的起动电动机系统200。在图2中描述的部件编号相似,不再赘述。在该电路中,电池的内阻表示为 $R_{batt\_int}$  281,与电阻器282串联。

[0036] 当发动机没有被起动电动机系统301起动时,起动电动机系统301电路的所有接触器可以保持断开。这包括保持控制开关284,辅接触器234、244,主接触器232、242和用于两个起动电动机的每个电动机的电磁接触器352、358中的每一个断开。在这种配置中,电流可以不流过电动机202和252中的任何一个。电动机202和252的小齿轮可以不与发动机的齿圈接合。

[0037] 图3B示出了用于起动发动机的起动电动机系统301的电气结构的第二状态310。在确认已经接收到通过起动电动机系统起动发动机的请求时,第二状态可以从第一状态启动。在一示例中,当点火开关闭合时,例如通过插入钥匙或通过起动按钮,操作者可以请求机车发动机中的发动机启动。

[0038] 在一示例中,控制开关284可以手动闭合。在另一示例中,控制开关可以电子闭合。机车发动机系统的控制器可以向耦接至控制开关284的致动器发送信号以闭合开关。一旦控制开关284闭合,则连接辅助线圈286和64V电池280的电路可以闭合(complete)。当电流流过辅助线圈286时,辅接触器线圈286可以被通电。

[0039] 图3C示出了用于起动发动机的起动电动机系统301的电气结构的第三状态320。一旦辅助线圈286通电,第一辅接触器234和第二辅接触器244中的每一个可以闭合。一旦第一辅接触器234闭合,则电流可以流过第一螺线管端子228。电流可以流过第一PI线圈214和第一HI线圈212中的每一个。类似地,一旦第二辅接触器244闭合,则电流可以流过第二螺线管端子268,并且电流可以流过第二PI线圈274和第二HI线圈272中的每一个。在可选实施例中,第一辅接触器234和第二辅接触器244可以被配置为磁开关或继电器。

[0040] 流过PI线圈214和274的电流也可以作为软起动电流被引导至电动机202和252。该软起动电流的振幅可以与PI线圈214和274的电阻成反比,从而限制了施加在电动机202和252的小齿轮上的扭矩。此时,电动机202和252的操作可以彼此独立。

[0041] 流过PI线圈214和274的电流产生磁场,该磁场引起活塞(例如图2中的活塞215和225)朝向它们各自的固定触点(例如图2中的固定触点218和278)移动并接合固定触点。在接合固定触点时,每个电动机202和252的小齿轮可以与发动机的齿圈接合(啮合)。施加在电动机小齿轮上的旋转扭矩(来自软起动电流)可有助于小齿轮与发动机飞轮的齿圈接合。一旦两个电动机的小齿轮与齿圈接合,则流过HI线圈的电流可以将各自的接合保持在适当的位置。

[0042] 图3D示出了用于起动发动机的起动电动机系统301的电气结构的第四状态330。在电动机202和252的小齿轮与发动机齿圈接合之后,第一电磁接触器352和第二电磁接触器356可以闭合。在一示例中,第一电磁接触器352和第二电磁接触器356可以同时闭合。在另

一示例中,由于螺线管和活塞的机械部件的结构差异,一个电磁接触器可能在另一电磁接触器之前闭合。一旦电磁接触器352和356都闭合,则用于第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244的电路闭合。

[0043] 图3E示出了用于起动发动机的起动电动机系统301的电气结构的第五状态340。由于用于第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244的电路闭合,第一主接触器线圈242和第二主接触器线圈244可以被通电。由于主接触器线圈的通电,第一主接触器232和第二主接触器242可以闭合,从而闭合电路并同时为电动机202和252供电。

[0044] 通过增加额外一对接触器(主接触器232和242),可以避免由于流过PI线圈的过大电流而导致的PI线圈214、274中的一个或两个的劣化。例如,在电动机的小齿轮与发动机的齿圈接合期间,如果一个电动机(例如第一电动机202)在另一个电动机(例如第二电动机252)之前接合,则用于第一电动机202的第一电磁接触器352可能在第二电磁接触器356闭合之前闭合。由于PI线圈的电阻大于电动机的电阻,因此第一电磁接触器353的闭合可能会导致64V电池电压的大部分出现在第一PI线圈214两端,从而损坏PI线圈绕组。然而,在该电路中,主接触器可以绕过PI线圈,从而保护PI线圈免受更高的电压。通过仅在两个电动机都与发动机接合之后闭合主接触器,可以在两个电动机上同时施加全电池电压。

[0045] 这样,图1-2的部件实现了起动系统,其包括:机车发动机,该机车发动机包括齿圈、电池和起动电路,该起动电路包括:通过第一辅接触器和第二辅接触器沿起动电路的主回路彼此串联并与电池串联布置的第一起动电动机和第二起动电动机;通过第一辅接触器串联耦接于第一电动机和电池之间的第一吸引线圈,以及通过第二辅接触器串联耦接于第二电动机和电池之间的第二吸引线圈,以及沿平行于主回路的外回路、彼此串联耦接并串联耦接至第一电动机和第二电动机的第一螺线管开关和第二螺线管开关。

[0046] 现在转到图4,描述了用于操作起动电动机电路以起动机车发动机的示例性方法400。用于执行方法400的指令可以由控制器基于存储在控制器的存储器中的指令并结合从车辆系统的传感器接收的信号来执行。根据下面描述的方法,控制器可以采用车辆系统的致动器,例如图2-3E的电路的电接触器来调整发动机运行。应当理解的是,虽然图4的方法是参考用于两个起动电动机起动给定的机车发动机的电路来描述的,但是对于具有用于起动机车发动机的两个以上的起动电动机的发动机起动系统,可以类似地扩展同样的方法。

[0047] 在402处,该方法包括确认发动机起动状态。在一示例中,响应于机车操作者通过插入点火钥匙、致动起动按钮或改变机车油门控制的位置来请求发动机起动对发动机起动进行确认。如果发动机起动未被确认,则在404处,发动机起动电路的所有接触器可以保持断开。这包括保持辅接触器、主接触器和用于两个起动电动机中每个电动机的电磁接触器中的每一个断开。

[0048] 如果发动机起动状态被确认,则在406处,该方法包括闭合发动机起动系统电路的辅接触器控制开关。在一示例中,控制开关可以手动闭合。在另一示例中,控制开关可以通过从车辆发动机控制器发送至致动器的命令信号以电子方式闭合。辅接触器开关可以将第一辅接触器和第二辅接触器彼此电耦接,并且闭合辅接触器开关可以选择性地使闭合的第一辅接触器和第二辅接触器中的每一个通电。辅接触器控制开关的闭合将辅接触器线圈电耦接至起动系统电池。来自电池的电能通过辅接触器线圈,使线圈被通电。辅接触器线圈的通电进而自动闭合耦接至起动系统的第一电动机的第一辅接触器,以及耦接至起动系统的

第二电动机的第二辅接触器。换句话说,单个线圈(辅接触器线圈)的通电导致两个辅接触器的闭合。

[0049] 第一辅接触器的闭合将第一电动机的第一吸引线圈和第一保持线圈电耦接至启动电动机系统电池。类似地,第二辅接触器的闭合将第二电动机的第二吸引线圈和第二保持线圈电耦接至启动电动机系统电池。在408处,来自电池的电能通过第一吸引线圈、第二吸引线圈、第一保持线圈、第二保持线圈中的每一个,使每个线圈被通电。

[0050] 流过两个PI线圈的电能可以产生磁场,该磁场可以使得耦接至两个PI线圈的每一个的活塞朝向其各自的固定触点移动并与固定触点接合。这样,第一吸引线圈的通电可以使第一小齿轮在轴向方向上朝向发动机齿圈移动,并且第二吸引线圈的通电可以使第二小齿轮在轴向方向上朝向发动机齿圈移动。一旦接合固定触点,两个电动机的每一个的小齿轮可以与耦接至发动机飞轮的齿圈接合。

[0051] 流过每个第一PI线圈和第二PI线圈的电流还可以作为软启动电流被引导至电动机。该软电流产生旋转扭矩,该扭矩有助于将小齿轮接合到发动机齿圈。一旦电动机的小齿轮与发动机的齿圈接合,则流过电动机的HI线圈的电流可以将接合保持在适当的位置。这样,两个HI线圈可以保持两个电动机与发动机飞轮的接合。

[0052] 在410处,确定电动机是否已经接合。在一示例中,电动机可以同时接合。在另一示例中,由于电动机的小齿轮与发动机的齿圈接合所引起的延迟,电动机可能异步接合。在412处,当电动机未接合或部分接合时,耦接至该电动机的电磁接触器保持断开。在414处,电动机与发动机的接合导致相应的电磁接触器闭合。

[0053] 在416处,确定耦接至第一电动机的第一电磁接触器和耦接至第二电动机的第二电磁接触器是否都已经闭合。在一示例中,电磁接触器可以同时闭合。在另一示例中,由于各电动机、螺线管线圈和耦接至电路的螺线管线圈的机械活塞之间的差异,电磁接触器可能异步闭合。由于电磁接触器串联的特定耦接,两个电磁接触器均未电耦接至启动系统电池直到两个电磁接触器都闭合。因此,在418处,用于将电动机耦接至系统电池的、相应主接触器的电路保持断开,并且两个电动机均未通电直到两个电磁接触器都闭合。

[0054] 在420处,一旦两个电磁接触器都闭合,则用于将第一电动机耦接至系统电池的第一主接触器线圈的电路和将第二电动机耦接至系统电池的第二主接触器线圈的电路被闭合,闭合(complete)该电路,并且使得相应的主接触器线圈被通电。线圈的同时通电会导致相应的主接触器同时闭合。在闭合时,第一电磁接触器和第二电磁接触器串联电耦接至第一主接触器和第二主接触器。此时,电路的所有接触器都闭合,包括两个电动机的主接触器、电磁接触器和辅接触器。在422处,由于主接触器同时闭合,第一电动机和第二电动机同时被供电。然后,两个电动机能够协同运行以使发动机启动。

[0055] 这样,通过使用一组额外的接触器,可以避免在两个电动机都接合之前过大的电流通过单个PI线圈,从而降低了PI线圈损坏的可能性。此外,由于电动机在确认两个电动机都已经接合时被供电,因此可以避免由于流过单个电动机的过大电流引起的单个电动机的超速。如果两个电动机的接合之间存在时间差,并且首先接合的电动机在第二个电动机供电之前被供电,则发动机通过单个电动机被起动的同时另一个电动机正与发动机齿圈啮合可能会导致不期望的噪音。通过同时给两个电动机供电,可以避免由单个电动机启动发动机引起的不期望的噪音。这提高了机车发动机的整体启动性能。

[0056] 在424处,确定发动机的起动是否完成。例如,可以确定发动机转速是否高于阈值转速,例如高于400rpm,或者是否高于怠速。如果发动机转速不高于阈值转速,则在426处,所有接触器保持闭合。一旦发动机转速高于阈值转速,并且起动完成,则发动机可以恢复接收燃料和火花,并且此后可以使用通过汽缸燃烧产生的扭矩来保持发动机旋转。此时,起动电动机可以与发动机脱离,使得电动机不会由于发动机转速的上升而超速。

[0057] 在发动机起动后将电动机与电池断开连接包括,在428处,断开发动机起动电动机系统电路的辅接触器控制开关。在一示例中,发动机控制器可以向控制开关的致动器发送信号以断开开关。辅接触器控制开关的断开使辅接触器线圈与起动系统电池断开电连接,从而使辅接触器线圈断电。辅接触器线圈的断电进而可以自动断开耦接至起动电动机系统的第一电动机的第一辅接触器和耦接至起动电动机系统的第二电动机的第二辅接触器中的每一个。

[0058] 第一辅接触器的断开使第一电动机的第一吸引线圈和第一保持线圈与起动系统电池断开电连接。类似地,第二辅接触器的断开使第二电动机的第二PI线圈和第二HI线圈与起动系统电池断开电连接。在430处,用于PI线圈和HI线圈的电路的断开使来自电池的电流停止通过第一PI线圈、第二PI线圈、第一HI线圈、第二HI线圈中的每一个的流动,使得每个线圈被断电。PI线圈和HI线圈的断电导致活塞与固定触点脱离,从而使两个电动机各自的小齿轮与发动机的齿圈脱离。

[0059] 在432处,电动机与发动机的脱离导致相应的电磁接触器断开。在434处,一旦两个电磁接触器都断开,则用于第一主接触器线圈将第一电动机耦接至系统电池和用于第二主接触器线圈将第二电动机耦接至系统电池的电路可能断开。一旦电路断开,相应的主接触器线圈可能被断电。线圈的断电导致相应的主接触器同时断开。此时,电路的所有接触器均断开,包括用于两个电动机的主接触器、电磁接触器和辅接触器。因此,用于电动机的电路是断路,并且电力可能不再被输送至任何起动电动机。

[0060] 这样,可以同时使电流从电池通过第一起动电动机和第二起动电动机中的每一个被循环,以起动发动机,同时的电流流动被延迟(delayed),直到一对串联布置的螺线管开关中的每一个闭合。该对螺线管开关与包括电池以及第一起动电动机和第二起动电动机的起动电路并联布置。

[0061] 图5示出了起动电动机系统(例如图3A-3E中的起动电动机系统301)在机车发动机起动期间的运行的示例性时间线500。起动电动机系统可以包括两个电动机和一个用于在机车发动机起动期间同时运行两个电动机的电气组件。水平(x轴)表示时间,垂直标记t1-t8表示起动电动机系统运行程序中的重要时间。

[0062] 第一个图表,线502,示出了起动机车发动机的请求。第二个图表,线504示出了辅接触器线圈的辅接触器控制开关(例如图3A-3E中的控制开关284)的位置。第三个图表,线506,示出了耦接至起动电动机系统的第一电动机的第一辅接触器(例如图3A-3E中的第一辅接触器234)的位置。第四个图表,线508,示出了耦接至起动电动机系统的第二电动机的第二辅接触器(例如图3A-3E中的第二辅接触器244)的位置。第五个图表,线508,示出了第一电磁接触器(例如图3A-3E中的第一电磁接触器252)的位置。第六个图表,线512示出了第二电磁接触器(例如图3A-3E中的第二电磁接触器256)的位置。第七个图表,线514,示出了第一主接触器(例如图3A-3E中的第一主接触器242)的位置。第八个图表,线516,示出了第

二主接触器(例如图3A-3E中的第二主接触器244)的位置。第九个图表,线518,示出了通过曲轴位置传感器估计的机车发动机的转速。虚线520表示发动机转速阈值,超过该阈值发动机不再起动。发动机转速阈值是发动机怠速。

[0063] 在时间 $t_1$ 之前,发动机处于静止状态,起动电动机组件中的每个开关均处于各自的打开位置。在时间 $t_1$ ,机车操作者通过插入点火钥匙请求发动机起动。响应于发动机起动请求,控制器开始起动电动机系统的运行。参照图4,方法400的步骤406至422中描述了起动电动机系统的启动。控制开关闭合,以将辅接触器线圈连接至起动电动机系统电池。

[0064] 在时间 $t_2$ ,在辅接触器线圈通电时,第一辅接触器和第二辅接触器闭合。辅接触器的闭合导致每个电动机的小齿轮与发动机的齿圈接合。一旦电动机与发动机齿圈接合,则在时间 $t_3$ ,第一电磁接触器和第二电磁接触器闭合。

[0065] 两个电磁接触器的闭合导致电路中的主接触器线圈同时通电。在时间 $t_4$ ,一旦确认主接触器线圈已通电,第一主接触器和第二主接触器闭合,从而将两个电动机与系统电池耦接。因此,在时间 $t_4$ ,电路的所有接触器都闭合,包括两个电动机的主接触器、电磁接触器和辅接触器。由于主接触器同时闭合,因此两个电动机同时被通电。在时间 $t_4$ 和 $t_5$ 之间,两个电动机可以协同运行以起动发动机。

[0066] 当发动机由起动电动机系统起动时,发动机转速逐渐增加。在时间 $t_5$ ,发动机转速增加到阈值转速520以上,并且不再需要发动机起动。因此起动电动机系统的停用在此时刻 $t_5$ 开始。参照图4,在方法400的步骤428至434中描述了起动电动机系统的停用。控制开关被断开以断开辅接触器线圈与起动系统电池的连接。

[0067] 在时间 $t_6$ ,由于辅接触器线圈的断电,第一辅接触器和第二辅接触器断开。辅接触器的断开导致每个电动机的小齿轮与发动机的齿圈脱离。一旦电动机与发动机脱离,在时间 $t_7$ ,第一电磁接触器和第二电磁接触器断开。

[0068] 在电磁接触器断开时,用于将第一电动机耦接至系统电池的第一主接触器线圈和用于将第二电动机耦接至系统电池的第二主接触器线圈的电路断开,从而使主接触器线圈断电。在时间 $t_8$ ,线圈的断电导致第一主接触器和第二主接触器同时断开。这样,在时间 $t_8$ ,电路的所有接触器都断开,包括用于电动机的主接触器、电磁接触器和辅接触器,并且电力不再传输至任何起动电动机。在时间 $t_8$ 之后,当发动机通过燃烧运行时,起动电动机系统保持不活动。

[0069] 这样,通过在起动电动机电路包括额外的接触器,可以提供继电器(relay),更好地确保电力被同时传输至两个起动电动机。通过串联布置附加的接触器,避免了与起动电动机异步接合相关的问题。特别地,即使一个电动机的小齿轮与起动系统的另一电动机的小齿轮在不同的时间与发动机接合,由于串联布置,向两个电动机中的任何一个供电都被禁止,直到两个电动机都已接合。如此,避免了任何给定的起动电动机的过载和超速。通过减少电功率过度输送,减少了PI线圈的烧损,延长了升程(lift)并提高了起动电动机系统的性能。

[0070] 示例性起动机车发动机的起动电路包括:电池;第一起动电动机组件,包括第一电动机、第一小齿轮和具有第一吸引线圈和第一保持线圈的第一螺线管,该第一吸引线圈与该第一电动机串联布置,使得当该第一吸引线圈通电时限制流向该第一电动机的电流;第二起动电动机组件,包括第二电动机、第二小齿轮和具有第二吸引线圈和第二保持线圈的

第二螺线管,该第二吸引线圈与该第二电动机串联布置,使得当该第二吸引线圈通电时限制流向该第二电动机的电流,该第二起动电动机组件与该第一起动电动机组件串联布置;第一主接触器和第二主接触器,分别将该电池串联电耦接至该第一电动机和该第二电动机;第一辅接触器和第二辅接触器,分别将该电池串联电耦接至该第一吸引线圈和该第二吸引线圈,该第一辅接触器与该第一主接触器并联布置,该第二辅接触器与该第二主接触器并联布置;和第一电磁接触器和第二电磁接触器,彼此串联且与该第一起动电动机组件和该第二起动电动机组件并联。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该电路还包括将该第一辅接触器和该第二辅接触器彼此电耦接的辅接触器开关。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,闭合该辅接触器开关选择性地使闭合的该第一辅接触器和该第二辅接触器中的每一个通电。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该第一辅接触器的闭合由于电流流过选择性地使该第一吸引线圈和该第一保持线圈通电,并且其中,该第二辅接触器的闭合由于电流流过选择性地使第二吸引线圈和该第二保持线圈通电。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该第一吸引线圈的通电使该第一小齿轮沿轴向方向朝向该发动机齿圈移动,并且其中,该第二吸引线圈的通电使该第二小齿轮沿轴向方向朝向该发动机齿圈移动。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该第一吸引线圈的通电使该第一电动机的该第一小齿轮与该发动机齿圈接合,并且其中,该第二吸引线圈的通电使该第二电动机的该第二小齿轮与该发动机齿圈接合,该第一小齿轮和该第二小齿轮分别通过该第一保持线圈和该第二保持线圈的通电而保持与该发动机齿圈接合。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该第一电磁接触器响应于该第一小齿轮的机械接合而闭合,并且该第二电磁接触器响应于该第二小齿轮的选择性机械接合而闭合,该第一小齿轮的接合正时(timing)与该第二小齿轮的接合正时不同步。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该第一主接触器和该第二主接触器响应于该第一电磁接触器和该第二电磁接触器中的每一个的闭合而磁闭合,并且其中,该第一主接触器和第二主接触器的闭合使得电流从该电池流经该第一电动机和该第二电动机,而不流经该第一吸引线圈和该第二吸引线圈。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该电路还包括机车发动机,其中,当电流流经该第一电动机和该第二电动机时,该发动机通过该第一电动机和该第二电动机中的每一个被起动。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,该电池是64V电池,并且其中,该第一起动电动机和该第二起动电动机中的每一个都是24V电动机且与电阻器串联。

[0071] 另一示例性机车系统包括:发动机;起动电路,包括电池以及第一起动电动机和第二起动电动机;一对串联布置的螺线管开关,该一对螺线管开关与该起动电路并联布置;和配置有计算机可读指令的控制器,该指令被执行时促使控制器:响应于发动机起动请求,延迟流经该第一起动电动机和该第二起动电动机中的每一个的来自该电池的同时电流,直到该一对螺线管开关中的每一个闭合;并且响应于同时的电流开始发动机起动。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,沿该起动电路的主回路,该第一电动机和该第二电动机通过第一辅接触器和第二辅接触器彼此串联并与该电池串联布置,并且其中,该起动电路还包括通过该第一辅接触器串联耦接在该第一电动机和该电池之间的第一吸引线圈、通过该第二辅接触器串联耦接在该第二电动机和该电池之间的第二吸引线圈,以及沿平行于该主回路的外回路、彼此串联耦接并串联耦接至该第一电动机和该第二电动机的第一螺线

管开关和第二螺线管开关。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,响应于该起动请求,该控制器致动闭合耦接至该主回路的辅助控制开关,以使电流从该电池流至该第一辅接触器和该第二辅接触器,其中,流经该第一辅接触器的电流闭合该一对串联布置的螺线管开关中的第一个,并且流经该第二辅接触器的电流闭合该一对串联布置的螺线管开关中的另一个,并且该一对螺线管开关异步闭合。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,流经该第一辅接触器和该第二辅接触器中的每一个的电流随即流经该第一吸引线圈和该第二吸引线圈,拉动该第一电动机的第一小齿轮和该第二电动机的第二小齿轮与该发动机的齿圈机械接合。在任何或所有的前述实施例中,附加的或可选的,当该第一小齿轮和该第二小齿轮与该发动机接合时,该第一螺线管开关和该第二螺线管开关异步闭合,其中,响应于同时的电流开始发动机起动包括仅在一对螺线管开关中的每一个都闭合后,使电流流经该第一电动机和该第二电动机中的每一个,同时绕过该第一吸引线圈和第二吸引线圈。

[0072] 在又一示例中,用于起动机车发动机的方法包括:同时使电流从电池流经第一起动电动机和第二起动电动机中的每一个,以起动发动机,该同时的电流流动被延迟,直到一对串联布置的螺线管开关中的每一个闭合,该一对螺线管开关与包括电池以及第一起动电动机和第二起动电动机的起动电路并联布置。在任何前述示例中,附加地或可选地,该一对螺线管开关包括响应于该第一电动机与该发动机的接合而闭合的第一螺线管开关,以及响应于该第二电动机与该发动机的接合而闭合的第二螺线管开关,该第一电动机的接合与该第二电动机的接合异步。在任何前述示例中,附加地或可选地,该第一吸引线圈串联耦接至该第一电动机,该第二吸引线圈串联于该第二电动机,其中,该第一电动机的接合包括使电流流过该第一吸引线圈,该第二电动机的接合包括使电流流过该第二吸引线圈,并且其中,同时使电流从电池流过第一起动电动机和第二起动电动机中的每一个以起动发动机包括使电流流过该第一起动电动机和该第二起动电动机,同时绕过该第一吸引线圈和该第二吸引线圈。在任何前述示例中,附加地或可选地,该电池是64V电池。

[0073] 本文描述的每个电动机可以包括例如定子、转子、轴承、输出轴和电端子的部件。例如,电动机可包括固定定子、配置为相对于定子旋转的(例如,如由轴承支撑)定子内部的转子、附接到转子的输出轴,以及取决于电动机的类型(例如,DC或AC)的一个或多个电端子。电动机部件(例如,转子和定子)被磁性和/或电磁地配置为当将指定的电功率波形被施加到电动机的端子时,转子旋转以使输出轴旋转来驱动负载。一些电动机可以被配置为作为发电机以“反向”运行,因此当轴被机械驱动时,由电动机产生电力并通过端子输出。

[0074] 在进一步的实施例中,示例性起动系统包括:包括齿圈的机车发动机;电池;和起动电路,该起动电路包括:沿该起动电路的主回路通过第一辅接触器和第二辅接触器彼此串联并与该电池串联布置的第一电动机和第二电动机;通过该第一辅接触器串联耦接在该第一电动机和该电池之间的第一吸引线圈、通过该第二辅接触器串联耦接在该第二电动机和该电池之间的第二吸引线圈,以及沿并联于该主回路的外回路、彼此串联耦接并串联耦接至该第一电动机和该第二电动机的第一螺线管开关和第二螺线管开关。在任何前述示例中,附加地或可选地,系统进一步包括耦接至该主回路的辅助控制开关,用于选择性的控制从电池到第一辅接触器和第二辅接触器的电流。在任何前述示例中,附加地或可选地,系统进一步包括配置有存储在非暂时性存储器上的计算机可读指令的控制器,该计算机可读指



令在被执行时使该控制器响应于发动机起动请求而致动控制开关闭合,控制开关的闭合使电流流过并闭合第一辅接触器和第二辅接触器中的每一个。在任何前述示例中,附加地或可选地,流经该第一辅接触器和该第二辅接触器中的每一个的电流随即流经该第一吸引线圈和该第二吸引线圈,拉动该第一电动机的第一小齿轮和该第二电动机的第二小齿轮与该发动机的齿圈机械接合。在任何前述示例中,附加地或可选地,当该第一小齿轮和该第二小齿轮与该发动机接合时,该第一螺线管开关和该第二螺线管开关移动至闭合位置,电流仅在第一小齿轮和第二小齿轮都与发动机完全接合之后流经第一螺线管开关和第二螺线管开关中的每一个,仅在第一螺线管开关和第二螺线管开关都闭合之后电流进一步流经第一电动机和第二电动机中的每一个。

[0075] 本书面描述使用示例来公开本发明,并且使相关领域的普通技术人员能够实践本发明的实施例,包括制造和使用设备或系统以及执行方法。本发明的专利保护范围由权利要求限定,并且可以包括相关领域的普通技术人员想到的其他示例。如果这些其他示例具有与权利要求的字面语言没有不同的结构元件,或者如果它们包括与权利要求的语言无实质差异的等效结构元件,则这些其他示例旨在落入权利要求的范围内。



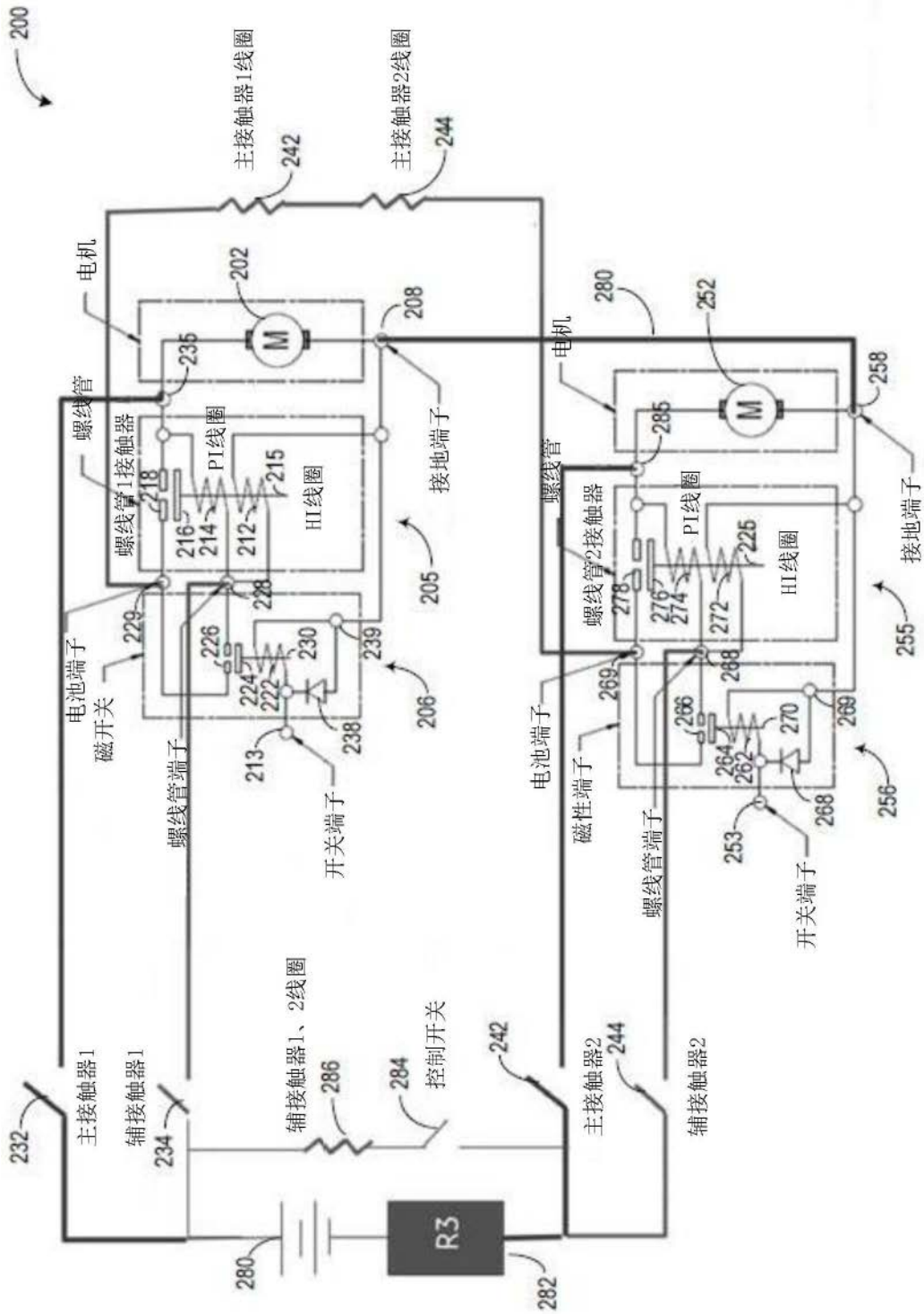


图2

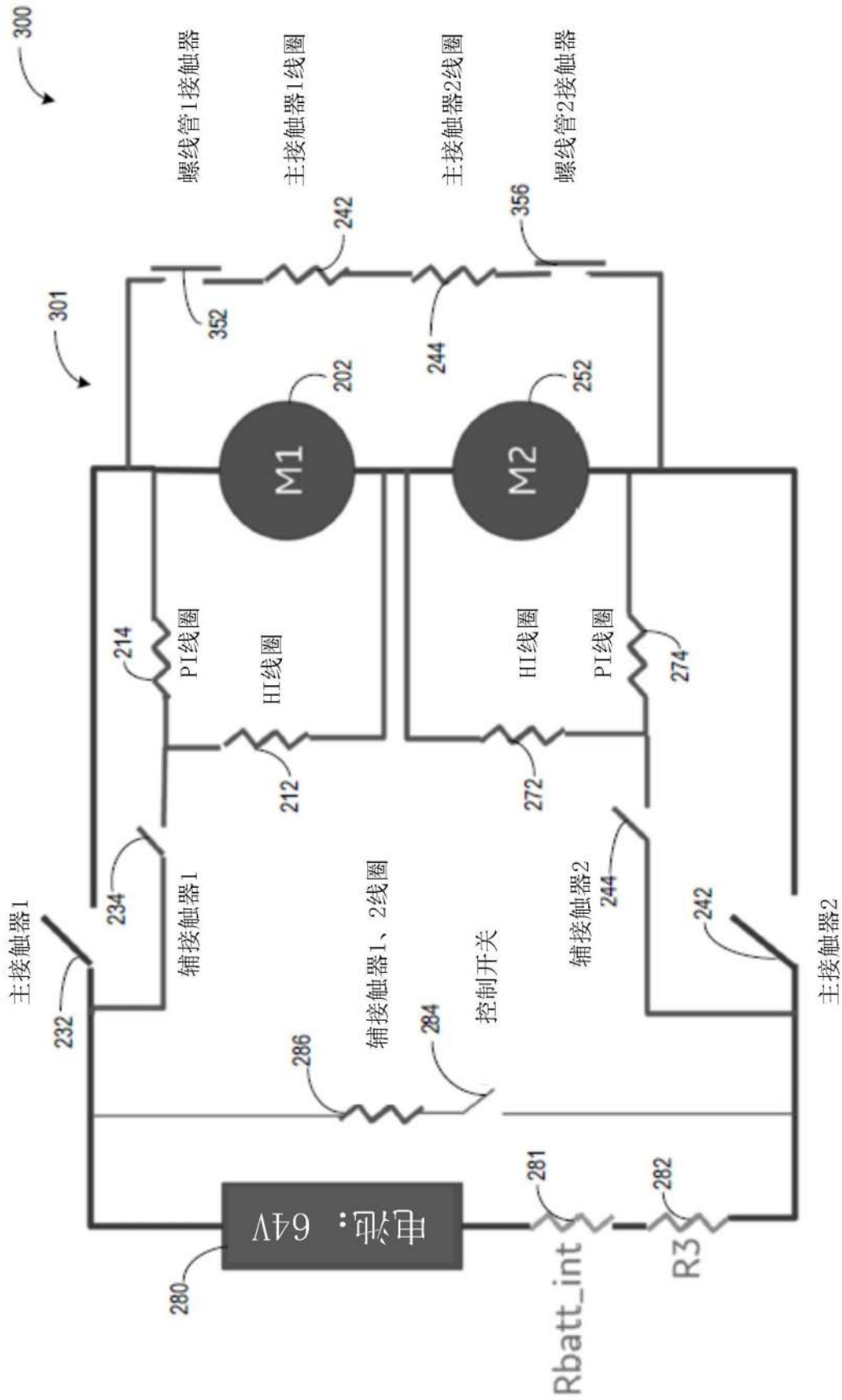


图3A

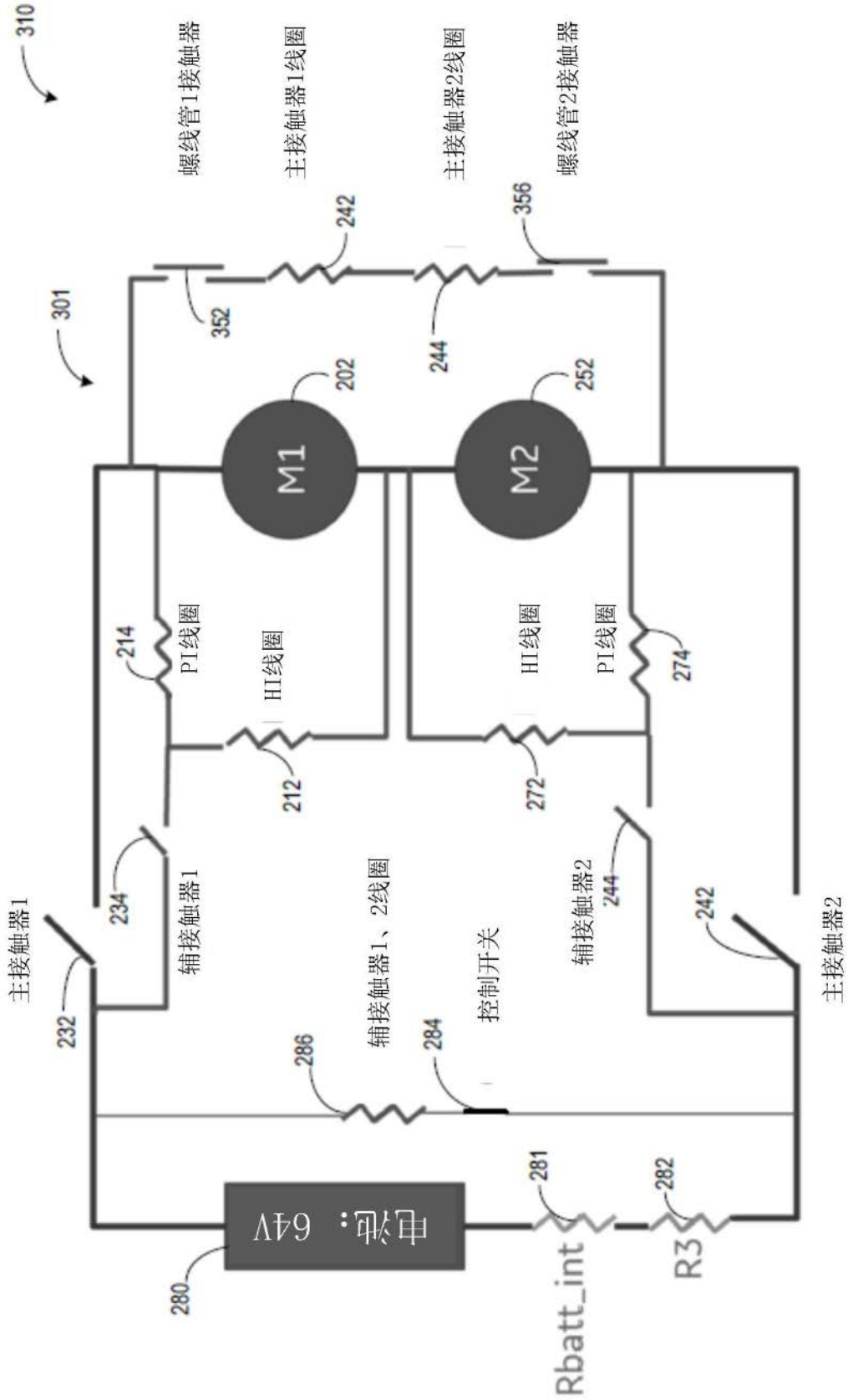


图3B

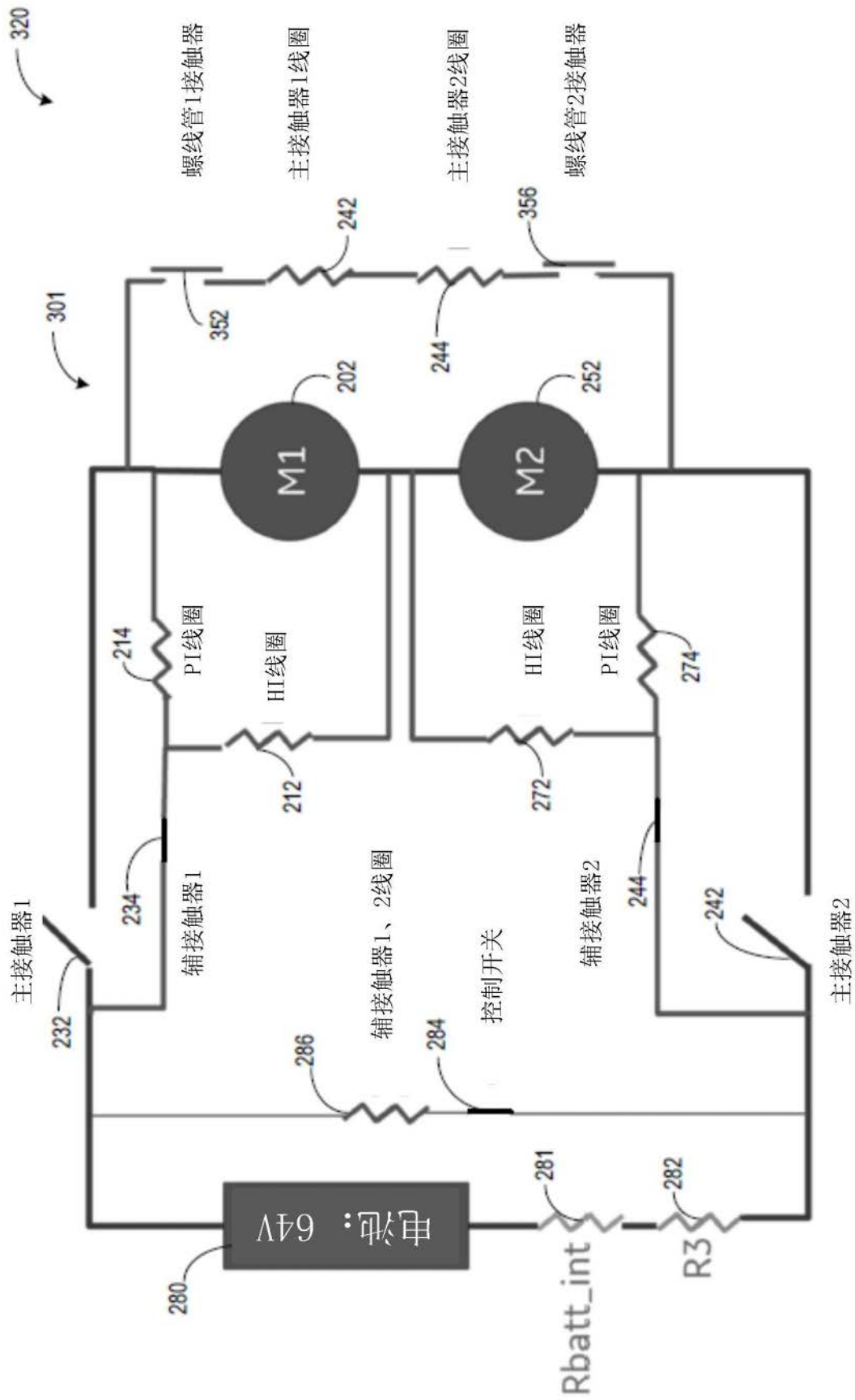


图3C

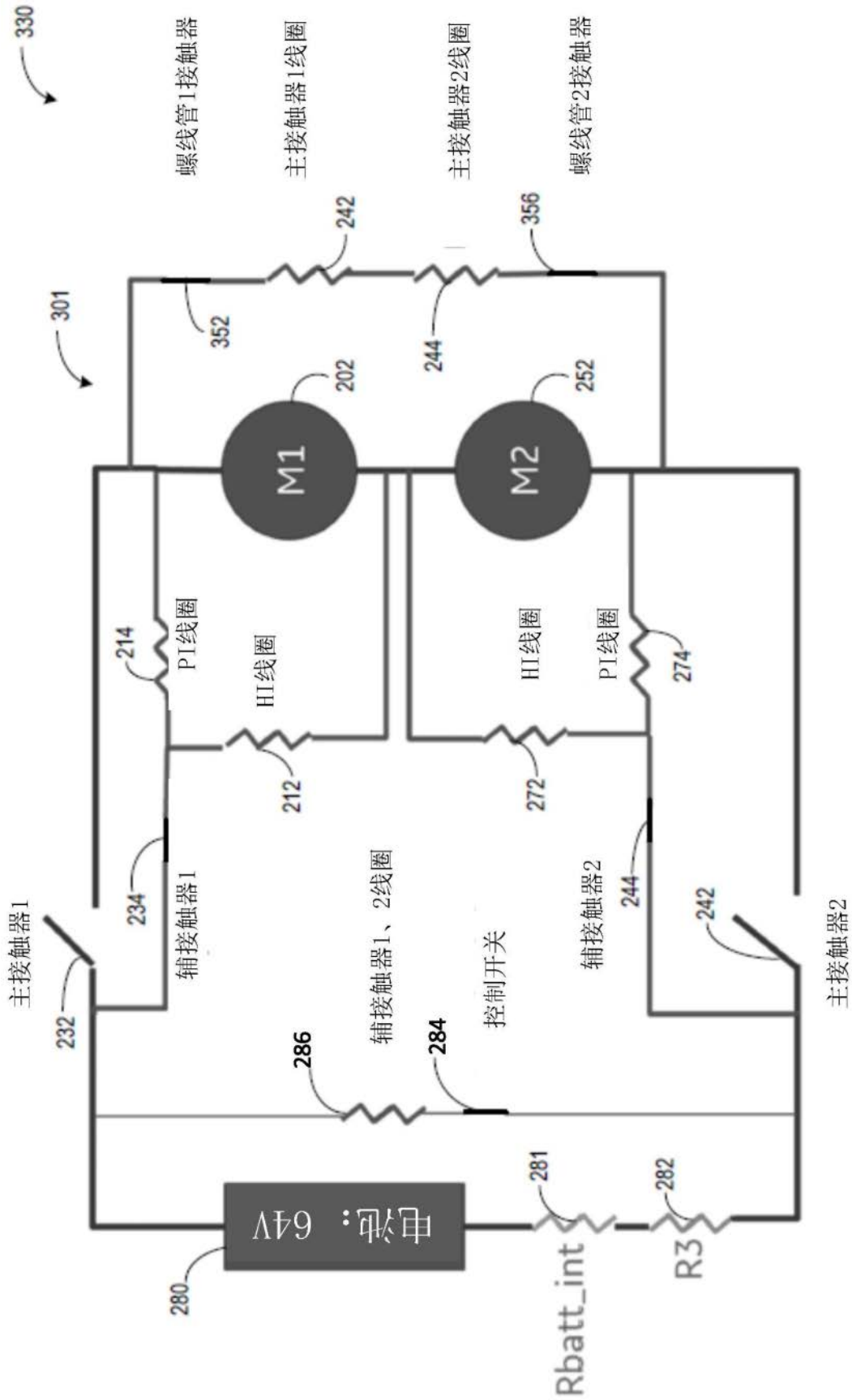


图3D

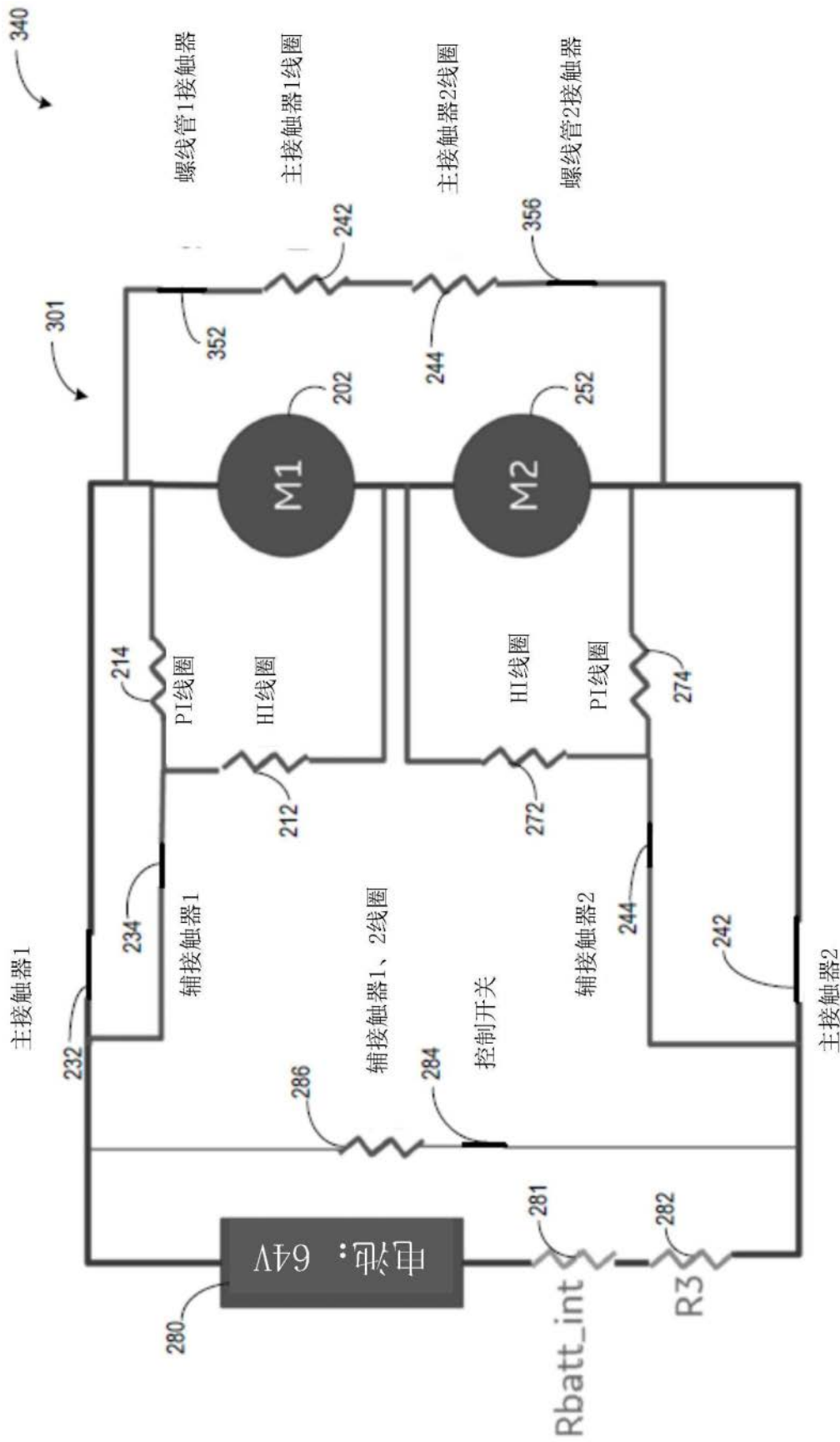


图3E



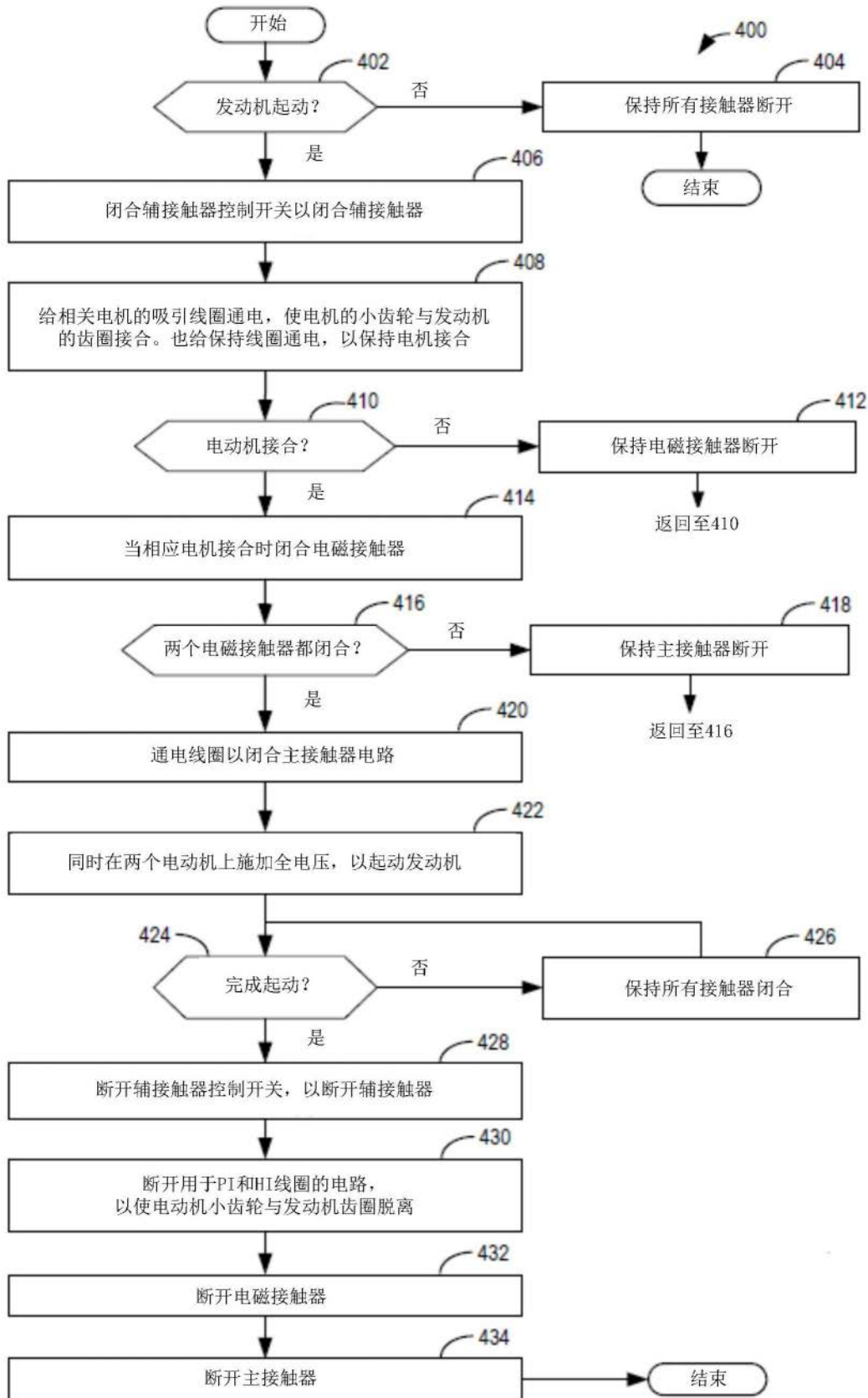


图4

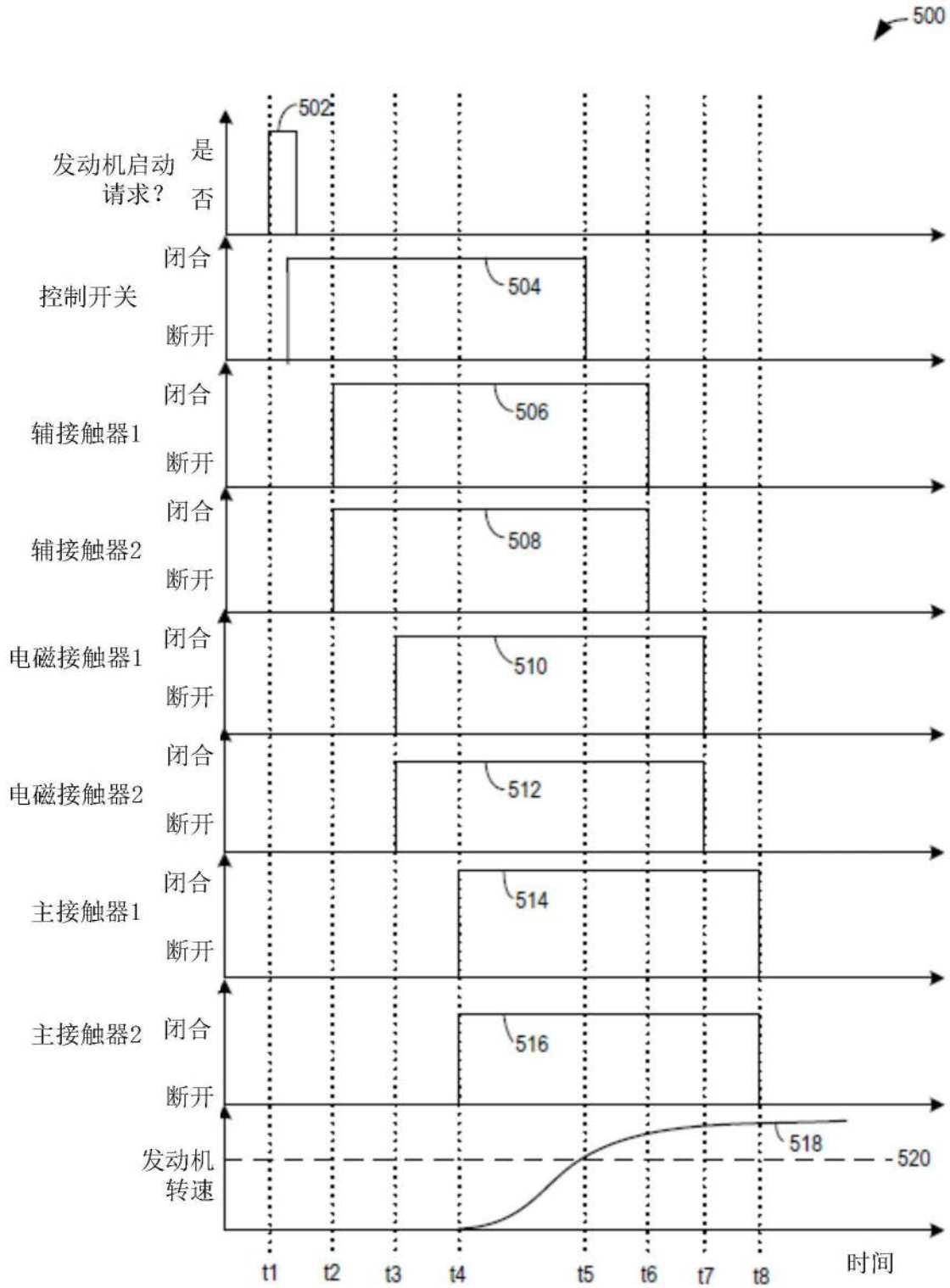


图5