



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102273058 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201080003875. 7

(22) 申请日 2010. 11. 18

(30) 优先权数据

2009-268776 2009. 11. 26 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 06. 30

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2010/006775 2010. 11. 18

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/064970 JA 2011. 06. 03

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 风间俊 北畠真 田米正树

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 曲宝壮 王忠忠

(51) Int. Cl.

H02M 7/48(2007. 01)

H02M 1/12(2006. 01)

H02M 7/493(2007. 01)

H02P 27/06(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1897455 A, 2007. 01. 17, 图 1-3, 8.

JP 特开 2006-14483 A, 2006. 01. 12, 全文.

JP 特开 2008-109727 A, 2008. 05. 08, 全文.

JP 特开 2008-228399 A, 2008. 09. 25, 全文.

审查员 汤场

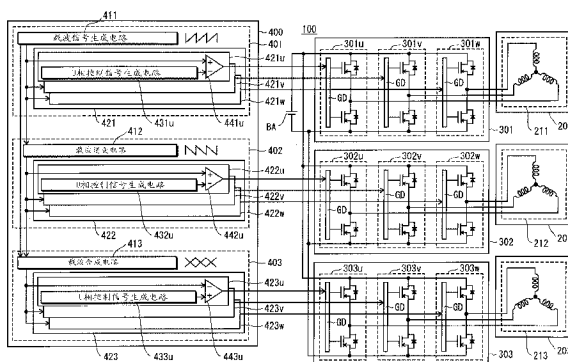
权利要求书3页 说明书21页 附图20页

(54) 发明名称

负载驱动系统、电动机驱动系统以及车辆控制系统

(57) 摘要

本发明提供了一种小尺寸负载驱动系统,其在甚至具有三个三相逆变器的情况下显著减小噪声而不管控制占空比。该负载驱动系统包括三相逆变器 301 至 303,以及第一、第二和第三控制单元 401 至 403。该逆变器 301 至 303 被分别连接到负载 211 至 213。第一控制单元 401 生成锯齿波电压并且根据该锯齿波电压控制逆变器 301。第二控制单元 402 生成逆锯齿波电压并且根据逆锯齿波电压来控制逆变器 302。第三控制单元 403 生成三角波电压,其具有分别等于锯齿/逆锯齿波电压的斜面并且具有相同相位或相对于锯齿/逆锯齿波电压异相半个周期,并且还根据三角波电压控制逆变器 303。



1. 一种用于驱动第一、第二和第三负载的负载驱动系统,包括:

第一、第二和第三三相逆变器,所述第一、第二和第三三相逆变器中的每一个都具有输入端子和输出端子,所述第一、第二和第三三相逆变器的输入端子被连接到直流电源,所述第一、第二和第三三相逆变器的输出端子被分别连接到第一、第二和第三负载;

第一控制单元,所述第一控制单元能够操作用来(i)生成锯齿波形的第一载波信号并且(ii)根据所生成的第一载波信号来控制第一三相逆变器;

第二控制单元,所述第二控制单元能够操作用来(i)生成锯齿波形的第二载波信号,其相对于第一载波信号被反相并且具有与第一载波信号相同的频率和相同的相位,并且(ii)根据所生成的第二载波信号来控制第二三相逆变器;以及

第三控制单元,所述第三控制单元能够操作用来(i)生成三角波形的第三载波信号,其具有分别等于第一载波信号的锯齿波形和第二载波信号的锯齿波形的斜面,该三角波形具有与第一和第二载波信号相同的相位或者相对于所述第一和第二载波信号异相半个周期,并且(ii)根据所生成的第三载波信号控制第三三相逆变器。

2. 根据权利要求1所述的负载驱动系统,其中:

第二控制单元通过反相由第一控制单元生成的第一载波信号来生成第二载波信号;以及

第三控制单元通过合成由第一控制单元生成的第一载波信号和由第二控制单元生成的第二载波信号来生成第三载波信号。

3. 根据权利要求1所述的负载驱动系统,其中:

第一、第二和第三负载分别是以相同方向缠绕的第一、第二和第三电动机线圈,

第一控制单元通过向第一三相逆变器供应第一驱动信号来控制第一三相逆变器,第一驱动信号指示第一载波信号与第一控制信号的比较结果,

第二控制单元通过向第二三相逆变器供应第二驱动信号来控制第二三相逆变器,第二驱动信号指示第二载波信号与第二控制信号的比较结果,以及

第三控制单元(i)生成相对于第一和第二载波信号异相半个周期的第三载波信号并且(ii)通过向第三三相逆变器供应第三驱动信号来控制第三三相逆变器,第三驱动信号指示第三载波信号与第三控制信号的比较结果。

4. 根据权利要求1所述的负载驱动系统,其中

第一、第二和第三负载分别是第一、第二和第三电动机线圈,第三电动机线圈以与第一和第二电动机线圈相反的方向缠绕,

第一控制单元通过向第一三相逆变器供应第一驱动信号来控制第一三相逆变器,第一驱动信号指示第一载波信号与第一控制信号的比较结果,

第二控制单元通过向第二三相逆变器供应第二驱动信号来控制第二三相逆变器,第二驱动信号指示第二载波信号与第二控制信号的比较结果,以及

第三控制单元(i)生成具有与第一和第二载波信号相同的相位和相同的频率的第三载波信号并且(ii)通过向第三三相逆变器供应第三驱动信号来控制第三三相逆变器,第三驱动信号是第三载波信号与第三控制信号的比较结果的逆反。

5. 根据权利要求1所述的负载驱动系统,其中

第一、第二和第三负载分别是第一、第二和第三电动机线圈,第三电动机线圈以与第一

和第二电动机线圈相反的方向缠绕，

第一控制单元通过向第一三相逆变器供应第一驱动信号来控制第一三相逆变器，第一驱动信号指示第一载波信号与第一控制信号的比较结果，

第二控制单元通过向第二三相逆变器供应第二驱动信号来控制第二三相逆变器，第二驱动信号指示第二载波信号与第二控制信号的比较结果，以及

第三控制单元(i)生成具有与第一和第二载波信号相同的相位并且具有相对于第一和第二载波信号的一半频率的第三载波信号并且(ii)通过向第三三相逆变器供应第三驱动信号来控制第三三相逆变器，第三驱动信号是第三载波信号与第三控制信号的比较结果的逆反。

6. 根据权利要求 5 所述的负载驱动系统，其中

在负载驱动系统中进一步驱动第四负载，第四负载是第四电动机线圈，第四电动机线圈以与第一和第二电动机线圈相反的方向缠绕，以及

负载驱动系统还包括：

第四三相逆变器，其具有连接到直流电源的输入端子和连接到第四负载的输出端子；以及

第四控制单元，其能够操作用来(i)生成相对于第三载波信号反相并且具有与第三载波信号相同的频率的三角波形的第四载波信号，并且(ii)通过向第四三相逆变器供应第四驱动信号来控制第四三相逆变器，第四驱动信号是第四载波信号与第四控制信号的比较结果的逆反。

7. 根据权利要求 3 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三控制信号每一个都包括 U 相信号、V 相信号和 W 相信号，并且相对于每个相具有相等的相位和相等的振幅。

8. 根据权利要求 3 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三三相逆变器中的每一个都包括 U 相臂、V 相臂和 W 相臂，以及

第一、第二和第三驱动信号被供应给第一、第二和第三三相逆变器的相应臂，并且在相同相的所有臂中提供有相等的死区时间。

9. 根据权利要求 3 所述的负载驱动系统，其中

用于分别生成第一、第二和第三控制信号的第一、第二和第三控制信号生成电路被设置成具有彼此相等的控制增益。

10. 根据权利要求 3 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三电动机线圈具有彼此连接的中性点。

11. 根据权利要求 3 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三电动机线圈被容纳在单个电动机中或者分别容纳在第一、第二和第三电动机中。

12. 根据权利要求 1 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三三相逆变器中的每一个与相应直流电源之间的布线距离被设置成彼此相等。

13. 根据权利要求 1 所述的负载驱动系统，其中

第一、第二和第三负载中每一个都具有相同数量的到地的寄生电容。

14. 根据权利要求 1 所述的负载驱动系统,其中  
第一、第二和第三三相逆变器中的每一个都包括切换装置,以及  
每一个切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态所需的时间等于每个切换装置从 OFF 状态  
转变到 ON 状态所需的时间。
15. 根据权利要求 1 所述的负载驱动系统,其中  
第一、第二和第三三相逆变器的输入端子被连接到共同直流电源。
16. 一种包括根据权利要求 1 所述的负载驱动系统的车辆控制系统,其中  
第一和第二三相逆变器的输出端子被分别连接到第一和第二主电动机;以及  
第三三相逆变器的输出端子被连接到电气压缩电动机。

## 负载驱动系统、电动机驱动系统以及车辆控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及在负载驱动系统中使用的噪声减小技术,特别地涉及在用于驱动负载(例如电动机)的使用 PWM 控制的负载驱动系统中使用的噪声减小技术。

### 背景技术

[0002] 在负载驱动系统中,电动机驱动系统被用在广阔范围的领域中。电动机驱动系统包括三相交流电动机(在下文中可以被简单地称为电动机)、用于将直流电转换成交流电以将经过转换的电流供应给电动机的三相逆变器、以及控制该三相逆变器的控制单元。例如,采用内部永磁电动机(换句话说无刷的 DC 电动机),作为在电气车辆和混合车辆中使用的主电动机。

[0003] 对于一种用于从三相逆变器获得正弦波输出电压的方法,通常使用 PWM(脉冲宽度调制)控制。在 PWM 控制中,通过切换在每一个 U 相、V 相和 W 相臂中串联连接的装置来以高速执行切换操作。这大大地助于高频切换噪声的生成。此外,电动机具有在电动机自身和机架接地之间的到地的寄生电容。因此,当经由到地的寄生电容流动时,切换噪声可能对附件的故障和电动机的承载造成损坏。

[0004] 作为一种解决上述问题的方法,专利文献 1 公开了一种在用于通过例如两个三相逆变器来驱动具有两个三相线圈组的一个电动机的系统中使用的噪声减小的方法。在专利文献 1 的结构中,在第一三相逆变器中使用第一载波信号。该第一载波信号是锯齿波(例如,通过电压从第一电平逐渐增加达到第二电平并且然后立即下降到第一电平的重复循环形成的波形)。另一方面,在第二三相逆变器中使用第二载波信号。该第二载波信号是相对于锯齿波反相的逆锯齿波。因此,通过使用一对锯齿波的第一载波信号和逆锯齿波的第二载波信号,因为下面两个原因噪声被减小。描述在此处聚焦于第一和第二三相逆变器中构成同一相的相同的臂的一对切换装置。注意,“构成同一相的相同的臂的一对切换装置”在此处指的是例如在第一三相逆变器中构成 U 相的上臂的切换装置以及在第二三相逆变器中构成 U 相的上臂的切换装置。

[0005] (1) 假设第一三相逆变器的切换装置在锯齿波中的电压立即下降时的时间点处(也就是说,在逆锯齿波中的电压立即增加的时间点处)从接通(ON)状态转变为断开(OFF)状态。在这种情况下,与第一三相逆变器中的切换装置的转变同时地,第二三相逆变器的切换装置从断开状态反向地转变为接通状态。以这种方式,两个三相逆变器的切换装置以相反的状态转变方向同时转变。因此,通过这些切换装置操作生成的切换噪声具有相反的方向,由此互相抵消噪声。

[0006] (2) 在不同于上述时间点的任何时间点处,使用锯齿波和逆锯齿波阻止包括在两个三相逆变器中的该对切换装置以相同的状态转变方向同时转变。因此,甚至在因为每一个切换装置的操作而生成切换噪声的时候,都会阻止噪声之间的重叠。

[0007] 上述现象同样发生在第一和第二三相逆变器之间彼此对应的每一对切换装置中。结果,噪声被减小。

- [0008] 引用列表
- [0009] 专利文献
- [0010] [专利文献 1] 日本专利申请公布 No. 2008-228399
- [0011] [专利文献 2] 日本专利申请公布 No. 2008-109727。

## 发明内容

### [0012] 技术问题

[0013] 根据在专利文献 1 中公开的结构,在使用两对三相逆变器和三相交流电动机的情况下实现噪声减小效果。然而,在使用三对三相逆变器和三相交流电动机的情况下(例如在三个三相逆变器将总共九个相的电压输出给三个三相交流电动机的负载驱动系统中),出现下面的问题。例如,设想第一载波信号是锯齿波电压,第二载波信号是逆锯齿波电压,并且第三载波信号是锯齿波电压。如在上面的条目(1)中描述的那样,在锯齿/逆锯齿波中的电压立即下降和立即增加时的时间点处,控制信号与相应的载波信号之间的幅值关系被相对于每一个锯齿波而反转。在该时间点处,在第一和第二三相逆变器中以相反的状态转变方向进行切换,由此彼此抵消噪声,正如上文所述那样。然而,在第三三相逆变器中生成的噪声保留没有被抵消。此外,在电压立即下降和立即增加的时间点处,控制信号与相应的载波信号之间的幅值关系被相对于所有 U 相、V 相和 W 相而同时反转。因此,在第三三相逆变器中,在所有 U 相、V 相和 W 相中以相同的状态转变方向同时进行切换。这意味着第三三相逆变器生成由三种类型的切换噪声的重叠形成的噪声。

[0014] 鉴于上述问题想出了本发明,并且本发明的目的是提供一种噪声减小的方法,该方法显著减小在用于通过例如三个三相逆变器来驱动三相交流电动机的负载驱动系统中的噪声。

### [0015] 问题的解决方案

[0016] 为了实现上述目的,本发明的一个方面提供了一种用于驱动第一、第二和第三负载的负载驱动系统,其包括:第一、第二和第三三相逆变器,它们中的每一个都具有输入端子和输出端子,该第一、第二和第三三相逆变器的输入端子被连接到直流电源,该第一、第二和第三三相逆变器的输出端子被分别连接到第一、第二和第三负载;第一控制单元,其能够操作用于(i)生成锯齿波形的第一载波信号以及(ii)根据所生成的第一载波信号控制第一三相逆变器;第二控制单元,其能够操作用于(i)生成锯齿波形的第二载波信号,该第二载波信号相对于所述第一载波信号被反相并且具有与所述第一载波信号相同的频率和相同的相位,以及(ii)根据所生成的第二载波信号控制第二三相逆变器;以及第三控制单元,其能够操作用于(i)生成三角波形的第三载波信号,其具有分别等于第一载波信号的锯齿波形和第二载波信号的锯齿波形的斜面,该三角波形具有与第一和第二载波信号相同的相位或者相对于所述第一和第二载波信号异相半个周期,以及(ii)根据所生成的第三载波信号控制第三三相逆变器。

## 发明内容

[0017] 根据本发明,在第一和第二三相逆变器中以相反状态转变方向进行切换,由此彼此抵消噪声。此外,关于被用作第三载波信号的三角波形,不存在在锯齿波形中能够看到的

电压立即下降或立即增加时的时间点。因此,在三角波形中,控制信号与载波信号之间的幅值关系不能相对所有 U 相、V 相和 W 相而同时反转。这阻止了在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相中同时以相同状态转变方向进行切换的情况。结果,阻止了三种类型的切换噪声的重叠。因此,与锯齿波电压被用作第三载波信号的情形相比,噪声被减小。

[0018] 此外,第三载波信号是三角波形,该三角波形具有与第一载波信号的锯齿波形以及第二载波信号的逆锯齿波形相同的斜面,并且或者具有与第一和第二载波信号相同的相位或者相对于该第一和第二载波信号异相半个周期。利用上述结构,在第一和第三三相逆变器之间或者第二和第三三相逆变器之间的同一定时处进行切换。在此处,当在第三三相逆变器中以与第一三相逆变器或第二三相逆变器相反的状态转变方向进行切换时,在第一和第二三相逆变器之间或者第二和第三三相逆变器之间以相反的状态转变方向进行切换。这意味着由切换生成的切换噪声彼此抵消。结果,该噪声被进一步减小。

### 附图说明

[0019] 图 1 示出根据第一实施例的负载驱动系统的整体结构;

[0020] 图 2A、2B 和 2C 是示出根据第一实施例的 U 相控制信号和第一、第二以及第三载波信号的波形图;

[0021] 图 3 示出根据第一实施例的 U 相、V 相以及 W 相控制信号和第一、第二和第三载波信号的波形的放大图;

[0022] 图 4A、4B 和 4C 示出根据第一实施例和比较示例的共同模式噪声模拟的结果;

[0023] 图 5 示出根据第二实施例的负载驱动系统的整体结构;

[0024] 图 6A、6B 和 6C 是示出根据第二实施例的 U 相控制信号和第一、第二以及第三载波信号的波形图;

[0025] 图 7A 和 7B 示出根据第二实施例和比较示例的共同模式噪声模拟的结果;

[0026] 图 8 示出根据第三实施例的负载驱动系统的整体结构;

[0027] 图 9A、9B 和 9C 是示出根据第三实施例的 U 相控制信号和第一、第二以及第三载波信号的波形图;

[0028] 图 10A 和 10B 示出根据第三实施例和比较示例的共同模式噪声模拟的结果;

[0029] 图 11 示出根据修改(1)的负载驱动系统的整体结构;

[0030] 图 12A、12B、12C 和 12D 是示出根据修改(1)的 U 相控制信号和第一、第二和第三载波信号的波形图;

[0031] 图 13 示出根据修改(2)的负载驱动系统的整体结构;

[0032] 图 14A 和 14B 是根据修改(2)的 U 相控制信号和第一载波信号的波形图;

[0033] 图 15 示出根据修改(3)的负载驱动系统的整体结构;

[0034] 图 16 示出根据修改(4)的负载驱动系统的整体结构;

[0035] 图 17 示出根据修改(5)的负载驱动系统的整体结构;

[0036] 图 18 示出根据修改(6)的负载驱动系统的整体结构;

[0037] 图 19 是具有根据修改(12)的具有车辆控制系统的车辆的结构的示意图。

### 具体实施方式

[0038] 下面参考附图来描述本发明的优选实施例。

[0039] [ 第一实施例 ]

[0040] < 结构 >

[0041] (负载驱动系统 100)

[0042] 图 1 示出根据本发明第一实施例的负载驱动系统的整体结构。

[0043] 负载驱动系统 100 包括直流电池 BA, 三相交流电动机 201、202 和 203, 三相逆变器 301、302 和 303 以及控制电路 400。

[0044] 直流电池 BA 是通过整流商业电源或电池类型(例如镍氢化合物次级电池和锂离子次级电池)的直流源来获得的直流电源。

[0045] 三相交流电动机 201 包括三相线圈 211, 向三相线圈 211 供应三相电流。三相交流电动机 202 包括三相线圈 212, 向三相线圈 212 供应三相电流。就三相交流电动机 203 来说, 与三相交流电动机 201 的差异在于三相线圈 213 以与三相线圈 211 相反的方向缠绕(这在下一个条目之后的条目里详细描述)。除该点之外, 三相交流电动机 203 与三相交流电动机 201 相同。

[0046] 三相逆变器 301 具有输入端子和输出端子。输入端子被连接到直流电池 BA, 并且输出端子被连接到三相交流电动机 201。三相逆变器 301 包括 U 相臂 301u、V 相臂 301v 和 W 相臂 301w。每个臂包括串联连接的切换装置、与该切换装置并联连接的二极管以及用于驱动该切换装置的栅极驱动电路 GD。作为切换装置, 使用了功率半导体装置(例如 IGBT 和 MOSFET)。在 MOSFET 被用作切换装置的情况下, 本征体二极管可以被用作二极管。

[0047] 三相逆变器 302 和 303 具有与三相逆变器 301 相同的结构。然而, 要注意, 三相逆变器 302 和 303 的输出端子被分别连接到三相交流电动机 202 和 203, 尽管三相逆变器 302 和 303 的输入端子二者都被连接到直流电池 BA。

[0048] 控制电路 400 控制三相逆变器 301、302 和 303 的操作。下面给出控制电路 400 的细节的描述。

[0049] (控制电路 400)

[0050] 控制电路 400 包括: 控制三相逆变器 301 的操作的第一控制单元 401, 控制三相逆变器 302 的操作的第二控制单元 402, 以及控制三相逆变器 303 的操作的第三控制单元 403。

[0051] 第一控制单元 401 包括第一载波信号生成电路 411 和第一 PWM 信号生成电路族 421。第一载波信号生成电路 411 生成如在图 2A 中由参考数字 601 示出的锯齿波形的第一载波信号。第一 PWM 信号生成电路族 421 生成与第一载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0052] 第二控制单元 402 包括载波逆变电路 412 和第二 PWM 信号生成电路族 422。该载波逆变电路 412 例如是具有控制增益 1 的反相放大器电路并且输出输出信号, 在该输出信号中, 输入电压被关于参考电压反相。这生成相对于第一载波信号反相的锯齿波形的第二载波信号 602, 并且具有与第一载波信号相同的频率和相同的相位, 如图 2B 所示。因为控制增益被设置成 1, 所以第一载波信号的振幅等于第二载波信号的振幅。第二 PWM 信号生成电路族 422 生成与第二载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0053] 第三控制单元 403 包括载波合成电路 413 和第三 PWM 信号生成电路族 423。载波



合成电路 413 例如是在第一载波信号的每个半周期处选择性地输出第一和第二载波信号之一的电路。这生成三角波形的第三载波信号 603, 其具有第一载波信号的锯齿波的斜面和第二载波信号的锯齿波的斜面。第三 PWM 信号生成电路族 433 生成与第三载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0054] 如在图 2C 中示出的那样, 第三载波信号 603 的波形看起来像两个三角波的组合。然而, 实际上, 载波合成电路 413 不同时输出两个信号。当控制信号为正时, 载波合成电路 413 选择第一半周期中的第二载波信号和后面的半周期中的第一载波信号。当控制信号为负时, 载波合成电路 413 选择第一半周期中的第一载波信号和后面的半周期中的第二载波信号。上面的结构使得有可能在控制信号为正时仅输出正信号, 并且在控制信号为负时仅输出负信号。在图 2C 中, 实线指示实际上由载波合成电路 413 输出的部分, 而虚线指示实际上不是由载波合成电路 413 输出的部分。同时, 载波合成电路 413 包括用于合成 U 相的第三载波信号的电路、用于合成 V 相的第三载波信号的电路、和用于合成 W 相的第三载波信号的电路。这三个电路中的每一个都从控制信号生成电路或另一控制电路输入指示相应相位的控制信号是正还是负的信息。基于指示正或者负的信息, 三个电路中的每一个合成对应相位的第三载波信号。

[0055] 下一条目包含第一 PWM 信号生成电路族 421、第二 PWM 信号生成电路族 422 和第三 PWM 信号生成电路族 423 的详细描述。

[0056] (PWM 信号生成电路族 421、422 和 423)

[0057] 第一 PWM 信号生成电路族 421 包括第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u、第一 V 相 PWM 信号生成电路 421v 以及第一 W 相 PWM 信号生成电路 421w。

[0058] 第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 包括 U 相控制信号生成电路 431u 和比较器 441u。U 相控制信号生成电路 431u 生成 U 相控制信号。由 U 相控制信号生成电路 431u 生成的 U 相控制信号被输入到比较器 441u 的反相输入端子。另一方面, 第一载波信号被输入到比较器 441u 的非反相输入端子。比较器 441u 输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号, 并且驱动信号被作为第一 U 相 PWM 信号经由栅极驱动电路 GD 供应给三相逆变器 301 的 U 相臂 301u。

[0059] 第一 V 相 PWM 信号生成电路 421v 相对于 V 相执行类似于第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 的操作。第一 W 相 PWM 信号生成电路 421w 也相对于 W 相执行类似于第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 的操作。

[0060] 第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 包括 U 相控制信号生成电路 432u 和比较器 442u。像 U 相控制信号生成电路 431u 那样, U 相控制信号生成电路 432u 向比较器 442u 输出 U 相控制信号。由 U 相控制信号生成电路 432u 生成的 U 相控制信号被输入到比较器 442u 的反相输入端子。另一方面, 第二载波信号被输入到比较器 442u 的非反相输入端子。比较器 442u 输出作为比较结果的具有脉冲波形的驱动信号, 并且该驱动信号被作为第二 U 相 PWM 信号经由栅极驱动电路 GD 供应给三相逆变器 302 的 U 相臂 302u。

[0061] 第二 V 相 PWM 信号生成电路 422v 相对于 V 相执行类似于第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 的操作。第二 W 相 PWM 信号生成电路 422w 也相对于 W 相执行类似于第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 的操作。

[0062] 第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 包括 U 相控制信号生成电路 433u 和比较器 443u。

像 U 相控制信号生成电路 431u 那样, U 相控制信号生成电路 433u 向比较器 443u 输出 U 相控制信号。第三载波信号被输入到比较器 443u 的反相输入端子。另一方面, 由 U 相控制信号生成电路 433u 生成的 U 相控制信号被输入到比较器 443u 的非反相输入端子。比较器 443u 输出作为比较结果的具有脉冲波形的驱动信号, 并且该驱动信号被作为第三 U 相 PWM 信号经由栅极驱动电路 GD 供应给三相逆变器 303 的 U 相臂 303u。

[0063] 第三 V 相 PWM 信号生成电路 423v 相对于 V 相执行类似于第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 的操作。第三 W 相 PWM 信号生成电路 423w 也相对于 W 相执行类似于第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 的操作。

[0064] 确保 U 相控制信号生成电路 431u、432u 和 433u 输出具有相同的相位和相同的振幅的 U 相控制信号。换句话说, U 相控制信号 501u、502u 和 503u 具有相同的相位和相同的振幅。这确保包括在三相逆变器的相应臂中的切换装置同时转变到 ON 状态和 OFF 状态。为了提供具有相同相位的 U 相控制信号 501u、502u 和 503u, 只需要同步操作 U 相控制信号生成电路 431u、432u 和 433u。具体来说, 这通过输出例如 U 相控制信号生成电路 431u、432u 和 433u 的同步信号来实现。类似地, 为了提供具有相同振幅的 U 相控制信号 501u、502u 和 503u, 只需要在 U 相控制信号生成电路 431u、432u 和 433u 中设置相同的控制增益。具体来说, 这通过在例如 U 相控制信号生成电路 431u、432u 和 433u 级之前提供自动增益控制电路来实现。这也应用于 V 相控制信号和 W 相控制信号。

[0065] 在当前实施例中, 当控制信号大于载波信号时, 比较器 441 和 442 中的每一个都将包括在相应臂的上部中的切换装置(即上臂切换装置)切换成 ON。相反地, 当控制信号大于载波信号时, 比较器 443 将包括在相应臂的上部中的切换装置(即上臂切换装置)切换成 OFF。应该注意, 倘若三相交流电动机 201、202 和 203 都具有相同的结构, 三相交流电动机 203 的旋转方向被认为是与三相交流电动机 201 和 202 相反。然而, 归因于三相线圈 213 以及与三相线圈 211 和 212 相反的方向缠绕的事实, 三相交流电动机 201、202 和 203 的旋转方向成为相同的。

[0066] 确保三相交流电动机 201、202 和 203 中的每一个都具有相同数量的到地的寄生电容。这是因为, 利用相同数量的到地的寄生电容, 三相交流电动机中每一个都使相同数量的噪声电流流经到地的寄生电容, 并且噪声抵消效应被增加。这可以通过均衡三相交流电动机 201 的中性点与地面之间的距离、三相交流电动机 202 的中性点与地面之间的距离、三相交流电动机 203 的中性点与地面之间的距离来实现。此外, 如图 16 所示, 三相交流电动机的中性点优选地彼此连接以便确保所有的中性点都处于相同的电势。利用上述结构, 每一个中性点的确被构造造成处于相同的电势, 由此噪声抵消效应被进一步增加。

[0067] 此外, 确保在构成每一个三相逆变器的相应臂的切换装置的任一个中, 用于从 ON 状态到 OFF 状态的转变所需的时间等于从 OFF 状态到 ON 状态的转变所需的时间。这确保包括在相应臂中的切换装置同时转变到 ON 状态和转变到 OFF 状态。

[0068] 而且, 一般来说, 为了防止包括在三相逆变器中的相同相的上臂和下臂切换装置二者都切换成 ON 引起的短路, 为每一个要被经由栅极驱动电路 GD 输入到相应臂的 PWM 信号提供死区时间。在这里, 确保为 PWM 信号提供的死区时间被设置成在三相逆变器中的相同相的所有臂中彼此相等。原因是有必要防止将会由死区时间段中的差异引起的噪声减小效应的降低。在存在切换装置之间的特性(例如温度)变化的情况下, 死区时间被设置成可

调节的。通过这样做,噪声减小效应仍被增加。

[0069] < 噪声减小的原理 >

[0070] 图 2A、2B 和 2C 是示出根据第一实施例的 U 相控制信号和载波信号的波形图。图 2A 示出被输入到比较器 441u 的 U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601。图 2B 示出被输入到比较器 442u 的 U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602。图 2C 示出被输入到比较器 443u 的 U 相控制信号 503u 和第三载波信号 603。

[0071] 图 3 是图 2A、2B 和 2C 的放大图,其中另外描绘了 V 相控制信号 501v、502v 和 503v 以及 W 相控制信号 501w、502w 和 503w。参考图 3,具体给出了噪声减小的原理的描述。为了能够理解起见,该描述仅仅将 U 相的上臂切换装置作为一个示例。要注意,相同的原理还应用于 V 相和 W 相。

[0072] 在图 3 中示出的时间点(1)处,在第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 中,U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第一三相逆变器中的 U 相臂 301u 的上臂切换装置从 ON 状态转变成 OFF 状态。在第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 中,没有切换装置进行状态转变。在第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 中,U 相控制信号 503u 和第三载波信号 603 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第三三相逆变器中的 U 相臂 303u 的上臂切换装置从 OFF 状态转变成 ON 状态。因此,在时间点(1)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的反向转变同时在第一和第三三相逆变器中进行。

[0073] 然后,在时间点(2)处,在第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 中,U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第一三相逆变器中的 U 相臂 301u 的上臂切换装置从 OFF 状态转变成 ON 状态。在第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 中,U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第二三相逆变器中的 U 相臂 302u 的上臂切换装置从 ON 状态转变成 OFF 状态。在第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(2)处,从 OFF 状态到 ON 状态的转变以及从 ON 状态到 OFF 状态的反向转变同时在第一和第二三相逆变器中进行。

[0074] 随后,在时间点(3)处,没有切换装置在第一 U 相 PWM 信号生成电路 421u 中进行状态转变。在第二 U 相 PWM 信号生成电路 422u 中,U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第二三相逆变器中的 U 相臂 302u 的上臂切换装置从 OFF 状态转变成 ON 状态。在第三 U 相 PWM 信号生成电路 423u 中,U 相控制信号 503u 和第三载波信号 603 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第三三相逆变器中的 U 相臂 303u 的上臂切换装置从 ON 状态转变成 OFF 状态。因此,在时间点(3)处,从 OFF 状态到 ON 状态的转变以及从 ON 状态到 OFF 状态的反向转变同时在第二和第三三相逆变器中进行。

[0075] 注意,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的转变都不需要在上述时间点(1)至(3)同时进行,并且可以在任何定时进行。

[0076] 在此处,切换使得共同模式噪声在三相逆变器 301 中的 U 相臂 301u、V 相臂 301v 和 W 相臂 301w 中流动。在图 3 中,共同模式噪声波形由参考数字 511u、511v 和 511w 指示。类似地,使得在三相逆变器 302 中的相应臂中流动的共同模式噪声的波形由参考数字 512u、512v 和 512w 指示。此外,使得在三相逆变器 303 中的相应臂中流动的共同模式噪声的波形由参考数字 513u、513v 和 513w 指示。

[0077] 使得在三相逆变器 301 中流动的共同模式噪声的波形作为整体通过将所有波形 511u、511v 和 511w 加起来而表示,其由参考数字 521 指示。使得在三相逆变器 302 中流动的共同模式噪声的波形作为整体也通过将所有波形 512u、512v 和 512w 加起来而获得,其由参考数字 522 指示。使得在三相逆变器 303 中流动的共同模式噪声的波形作为整体也通过将所有波形 513u、513v 和 513w 加起来来表示,其由参考数字 523 指示。

[0078] 使得在负载驱动系统 100 中流动的共同模式噪声的波形作为整体通过将所有波形 521、522 和 523 加起来而表示,其由参考数字 520 指示。例如,在时间点(1)处,包括在第一三相逆变器中的 U 相臂 301u 的上臂切换装置被转为 OFF,而包括在第三三相逆变器中的 U 相臂 303u 的上臂切换装置被反向地转为 OFF。通过这样做,彼此抵消共同模式噪声。在本实施例中,两个三相逆变器中的对应两个切换装置(即两个上臂切换装置或两个下臂切换装置)不需要在时间点(1)处以相反的状态转变方向同时转变,可以在任何定时以相反的状态转变方向同时转变。结果,在任何定时彼此抵消共同模式噪声。因此,使得在负载驱动系统 100 中流动的共同模式噪声作为整体被完全抵消。

[0079] < 噪声模拟的结果 >

[0080] 图 4A、4B 和 4C 示出已被执行以表明本实施例中的噪声减小效应的噪声模拟的结果。图 4A 是比较示例,并且示出本实施例的第一载波信号 601 被用作第一载波信号、第二载波信号和第三载波信号中的每一个的共同模式噪声模拟的结果。图 4B 的波形 530b 是另一比较示例,并且表示本实施例的第一载波信号 601 被用作第一载波信号和第三载波信号并且本实施例的第二载波信号 602 被用作第二载波信号的共同模式噪声模拟的结果。图 4C 的波形 530c 表示本实施例中的共同模式噪声模拟的结果。如可以从噪声模拟的结果中清楚看到的那样,本实施例的结构完全抵消噪声。

[0081] 如已经描述的那样,本发明防止在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中同时以相同的状态转变方向进行切换的情况。此外,本发明允许两个切换装置在任何定时同时从 ON 状态转变到 OFF 状态并且从 OFF 状态反向地转变到 ON 状态。结果,噪声被抵消,由此提供改进的噪声减小效应。此外,归因于使得两个切换装置同时转变到 ON 状态和 OFF 状态的事实,在直流电源和三相逆变器之间生成的浪涌电流也被彼此抵消。因此,本发明不仅对减小上述共同模式噪声有用而且还对减小正常模式噪声有用。

[0082] 此外,根据本发明的噪声减小方法不使用各种噪声减小部件,例如 EMI 滤波器和屏蔽。因此,各种噪声减小部件的使用限于作为整体的系统并且提供了具有低成本和小尺寸的负载驱动系统。

[0083] [ 第二实施例 ]

[0084] < 结构 >

[0085] (负载驱动系统 110)

[0086] 图 5 示出根据本发明第二实施例的负载驱动系统的整体结构。在图 5 中示出的负载驱动系统 110 包括三相交流电动机 204、三相逆变器 304 以及控制电路 410,作为对包括在图 1 中示出的负载驱动系统 100 的三相交流电动机 203、三相逆变器 303 和控制电路 400 的替代。下面描述不同于根据第一实施例的负载驱动系统 100 的负载驱动系统 110 的结构。

[0087] 三相交流电动机 204 包括三相线圈 214,向三相线圈 214 供应三相电流。与三相交流电动机 203 的差别在于三相线圈 214 以与根据第一实施例的三相线圈 213 相反的方向缠

绕。也就是说,在本实施例中,三相线圈 211、212 和 214 以相同的方向缠绕。

[0088] 三相逆变器 304 具有与第一实施例的三相逆变器 303 相同的结构。然而,注意,三相逆变器 304 的输入端子被连接到直流电池 BA,并且三相逆变器 304 的输出端子被连接到三相交流电动机 204。

[0089] 控制电路 410 控制三相逆变器 301、302 和 304 的操作。下面给出控制电路 410 的细节的描述。

[0090] (控制电路 410)

[0091] 控制电路 410 包括第三控制单元 404,以作为对包括在图 1 中示出的控制电路 400 的第三控制单元 403 的替代。

[0092] 第三控制单元 404 包括 180 度相移电路 480、载波合成电路 414 和第三 PWM 信号生成电路族 424。

[0093] 第一载波信号和第二载波信号被输入到 180 度相移电路 480 的输入端子。180 度相移电路 480 将输入的第一载波信号和第二载波信号分别提前或延迟第一载波信号和第二载波信号的半个周期。换句话说,180 度相移电路 480 输出新的第一载波信号和新的第二载波信号,它们分别具有相对于输入的第一载波信号和输入的第二载波信号的 180 度相移。

[0094] 载波合成电路 414 执行类似于第一实施例的载波合成电路 413 的操作。然而,注意,本实施例的第三载波信号具有相对于第一实施例的第三载波信号的 180 度相移,并且具有由图 6C 中的参考数字 604 示出的三角波形。第三 PWM 信号生成电路族 424 生成与第三载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0095] 下面的条目包含第三 PWM 信号生成电路族 424 的详细描述。

[0096] (PWM 信号生成电路族 424)

[0097] 第三 PWM 信号生成电路族 424 包括控制信号生成电路 434 和比较器 444。图 5 是整体示出 U 相、V 相和 W 相的相应部件(即 PWM 信号生成电路族 421、422 和 424,控制信号生成电路 431、432 和 434,以及比较器 441、442 和 444)的框图。控制信号生成电路 434 生成控制信号。所生成的控制信号被输入到比较器 444 的反相输入端子。另一方面,由载波合成电路 414 生成的第三载波信号被输入到比较器 444 的非反相输入端子。比较器 444 输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号,并且该驱动信号被作为第三 PWM 信号供应给三相逆变器 304 的相应臂。

[0098] 在本实施例中,当控制信号大于载波信号时,所有比较器 441、442 和 444 将三相逆变器的上臂切换装置切换成 ON。

[0099] < 噪声减小的原理 >

[0100] 图 6A、6B 和 6C 是示出根据第二实施例的载波信号和控制信号的波形图。图 6A 示出被输入到比较器 441 的 U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601。图 6B 示出被输入到比较器 442 的 U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602。图 6C 示出被输入到比较器 444 的 U 相控制信号 504u 和第三载波信号 604。参考图 6A、6B 和 6C,具体给出噪声减小的原理的描述。尽管此处的描述仅将 U 相的上臂切换装置作为示例,但是相同的原理还可以应用于 V 相和 W 相。

[0101] 在图 6A、6B 和 6C 中示出的时间点(1)处,在第一 PWM 信号生成电路族 421 中,U 相

控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 301 中的 U 相臂 301u 的上臂切换装置从 ON 状态转变成 OFF 状态。在第二 PWM 信号生成电路族 422 和第三 PWM 信号生成电路族 424 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(1)处,相同状态转变方向的切换不会同时在三个三相逆变器中进行。

[0102] 然后,在时间点(2)处,在第一 PWM 信号生成电路族 421 中,U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 301 中的 U 相臂 301u 的上臂切换装置从 OFF 状态转变成 ON 状态。在第二 PWM 信号生成电路族 422 中,U 相控制信号 502u 和载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 302 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变成 OFF 状态。在第三 PWM 信号生成电路族 424 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(2)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的转变同时在两个三相逆变器中进行。

[0103] 随后,在时间点(3)处,没有切换装置在第一 PWM 信号生成电路族 421 中进行状态转变。在第二 PWM 信号生成电路族 422 中,U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 302 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变成 ON 状态。在第三 PWM 信号生成电路族 424 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(3)处,相同状态转变方向的切换不会同时在三个三相逆变器中进行。

[0104] 本实施例不限于上述时间点(1)至(3),并且类似的效应可以在任何定时实现。

[0105] < 噪声模拟的结果 >

[0106] 图 7A 和 4B 示出已被执行以表明本实施例中的噪声减小效应的噪声模拟的结果。图 7A 是比较示例,并且示出本实施例的第一载波信号 601 被用作第一载波信号和第三载波信号中的每一个并且本实施例的第二载波信号 602 被用作第二载波信号的共同模式噪声模拟的结果。图 7B 的波形 531b 表示本实施例中的共同模式噪声模拟的结果。如可以从噪声模拟的结果中清楚看到的那样,本实施例的结构也减小了噪声。

[0107] 如已经描述的那样,本发明防止在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中同时以相同的状态转变方向进行切换的情况。此外,本发明允许两个切换装置例如在时间点(2)处同时从 ON 状态转变到 OFF 状态和从 OFF 状态转变到 ON 状态。因此,尽管没有如在第一实施例中那样噪声被完全抵消,但是本发明提供了与传统技术相比改进的噪声减小效应。此外,不与第三三相交流电动机 203 的结构必须与三相交流电动机 201 和 202 有区别的第一实施例相同,在本实施例中,相同的三相交流电动机可以被用作三相交流电动机 201、202 和 204。

[0108] [ 第三实施例 ]

[0109] < 结构 >

[0110] (负载驱动系统 120)

[0111] 图 8 示出根据本发明第三实施例的负载驱动系统的整体结构。在图 8 中示出的负载驱动系统 120 包括三相交流电动机 205、三相逆变器 305 以及控制电路 420,作为对包括在图 1 中示出的负载驱动系统 100 的三相交流电动机 203、三相逆变器 303 和控制电路 400 的替代。下面描述不同于根据第一实施例的负载驱动系统 100 的负载驱动系统 120 的结构。

[0112] 三相交流电动机 205 包括三相线圈 215,向三相线圈 215 供应三相电流。该三相线圈 215 具有与第一实施例的三相线圈 213 相同的结构。换句话说,三相线圈以与三相线圈

211 和 212 相反的方向缠绕。

[0113] 三相逆变器 305 具有与第一实施例的三相逆变器 303 相同的结构。然而,要注意,三相逆变器 305 的输入端子被连接到直流电池 BA,并且三相逆变器 305 的输出端子被连接到三相交流电动机 205。

[0114] 控制电路 420 控制三相逆变器 301、302 和 305 的操作。下面给出控制电路 420 的细节的描述。

[0115] (控制电路 420)

[0116] 控制电路 420 包括第三控制单元 405,以作为对包括在图 1 中示出的控制电路 400 的第三控制单元 403 的替代,并且另外包括同步信号生成电路 460。

[0117] 第一控制单元 405 包括第三载波信号生成电路 415 和第三 PWM 信号生成电路族 425。

[0118] 第三载波信号生成电路 415 生成具有分别等于第一载波信号的锯齿波和第二载波信号的锯齿波的斜面的三角波。该三角波生成电路通过在两个阈值电压彼此比较时对电容器放电和充电来生成三角波。在该生成中,期望频率的三角波可以通过例如改变电容器的电容来获得。在本实施例中,在第三载波信号生成电路 415 中的电容器的电容等被设置成使得生成具有第一和第二载波信号的一半频率的三角波的第三载波信号 605,如在图 9C 中所示的那样。第三 PWM 信号生成电路族 425 生成与第三载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0119] 在此处,第三载波信号 605 中的电压从第一电平(其对应于第三载波信号 605 中的低谷部分)逐步增加到第二电平(其对应于第三载波信号 605 中的峰值部分)所需的时间等于第一载波信号 601 中的电压从第一电平(其对应于第一载波信号 601 中的低谷部分)逐步增加到第二电平(其对应于第一载波信号 601 中的峰值部分)所需的时间。而且,第三载波信号 605 中的电压从第二电平逐步增加到第一电平所需的时间等于第二载波信号 602 中的电压从第二电平逐步增加到第一电平所需的时间。换句话说,第三载波信号 605 具有相对于第一载波信号 601 和第二载波信号 602 的相同相位。

[0120] 同步信号生成电路 460 向包括在第一控制单元 401 中的第一载波信号生成电路和第三载波信号生成电路 415 输出同步信号以便提供具有相同相位的第一载波信号和第三载波信号。

[0121] 下一条目包含第三 PWM 信号生成电路族 425 的详细描述。

[0122] (PWM 信号生成电路族 425)

[0123] 第三 PWM 信号生成电路族 425 包括控制信号生成电路 435 和比较器 445。控制信号生成电路 435 向比较器 445 输出控制信号。由第三载波信号生成电路 415 生成的第三载波信号被输入到比较器 445 的反相输入端子。另一方面,由控制信号生成电路 435 生成的控制信号被输入到比较器 445 的非反相输入端子。比较器 445 输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号,并且驱动信号被作为第三 PWM 信号供应给三相逆变器 305 的相应臂。

[0124] 在本实施例中,当控制信号大于载波信号时,第一控制单元 401 和第二控制单元 402 将上臂切换装置切换成 ON。相反地,当控制信号大于载波信号时,包括在第三控制单元 405 中的比较器 445 将上臂切换装置切换成 OFF。应该注意,倘若三相交流电动机 201、202 和 205 都具有相同的结构,则三相交流电动机 205 的旋转方向被认为是与三相交流电动机

201 和 202 相反。然而,类似于第一实施例,归因于三相线圈 215 以与三相线圈 211 和 212 相反的方向缠绕的事实,三相交流电动机 201、202 和 205 的旋转方向成为相同的。

[0125] < 噪声减小的原理 >

[0126] 图 9A、9B 和 9C 是示出根据第三实施例的 U 相控制信号和载波信号的波形图。图 9A 示出被输入到包括在第一控制单元 401 中的比较器的 U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601。图 9B 示出被输入到包括在第二控制单元 402 中的比较器的 U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602。图 9C 示出被输入到比较器 445 的 U 相控制信号 505u 和第三载波信号 605。与第一实施例的第三载波信号 603 相比,本实施例的第三载波信号 605 具有相同的相位和一半的频率。因此,在本实施例中,取消噪声的定时被延迟以使得与第一实施例相比仅一半的噪声被抵消。也即,与第一实施例相比噪声减小效应近似减半。同时,在第一和第二实施例中,第三三相逆变器的控制占空比不同于第一和第二三相逆变器的控制占空比。相反,本实施例能够向所有三个三相逆变器提供相同的控制占空比。

[0127] < 噪声模拟的结果 >

[0128] 图 10A 和 10B 示出已被执行以表明本发明中的噪声减小效应的噪声模拟的结果。图 10A 的波形 532a 表示比较示例,并且示出本实施例的第一载波信号 601 被用作第一载波信号和第三载波信号中的每一个并且本实施例的第二载波信号 602 被用作第二载波信号的共同模式噪声模拟的结果。图 10B 的波形 532b 表示本实施例中的共同模式噪声模拟的结果。在此处,归因于切换的噪声电流 I、寄生电容 C 和电位变化  $dv/dt$  具有由关系公式  $I=C \times dv/dt$  表示的关系。也就是说,噪声电流 I 与电位变化  $dv/dt$  成比例。在该图中,现在相对于共同模式电位从最高点变化到最低点的过程而进行比较。可以看出共同模式电位在图 10A 中的一个步骤中改变,而共同模式电位在图 10B 中的三个步骤中改变。这意味着图 10B 中的  $dv/dt$  是图 10A 中的  $dv/dt$  的三分之一。根据上面的关系公式,在本实施例中,在共同模式电位从最高点变化到最低点的过程期间,噪声电流被减小到比较示例中的噪声电流的三分之一。因此,本实施例的结构也减小噪声。

[0129] 如已描述的那样,本实施例防止在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中同时以相同的状态转变方向进行切换的情况。此外,本发明还允许两个切换装置同时转变到 ON 状态和转变到 OFF 状态。因此,尽管不如第一实施例那样高效,但是本实施例不仅减小了上述共同模式噪声而且还减小了正常模式噪声。

[0130] [ 其他修改 ]

[0131] 上面基于实施例描述了本发明的负载驱动系统。然而,本发明不限于实施例。例如下面的修改是可能的。

[0132] (1) 在所有修改中,给出包括三相逆变器的负载驱动系统的描述。然而,本修改提出在包括四个三相逆变器的负载驱动系统中的噪声减小方法。

[0133] < 结构 >

[0134] (负载驱动系统 130)

[0135] 图 11 示出根据修改(1)的负载驱动系统的整体结构。

[0136] 与图 8 中示出的负载驱动系统 120 相比,在图 11 中示出的负载驱动系统 130 另外包括三相交流电动机 206 和三相逆变器 306,并且包括控制电路 430 以作为对控制电路 420 的替代。下面描述不同于根据第三实施例的负载驱动系统 120 的负载驱动系统 130 的结



构。

[0137] 三相交流电动机 206 包括三相线圈 216, 向三相线圈 216 供应三相电流。该三相线圈 216 以与第三实施例的三相线圈 214 相同的方向缠绕。换句话说, 在本实施例中, 三相线圈 215 和 216 以与三相线圈 211 和 212 相反的方向缠绕。

[0138] 三相逆变器 306 具有与第三实施例的三相逆变器 305 相同的结构。然而, 要注意, 三相逆变器 306 的输入端子被连接到直流电池 BA, 并且三相逆变器 306 的输出端子被连接到三相交流电动机 206。

[0139] 控制电路 430 控制三相逆变器 301、302、305 和 306 的操作。下面给出控制电路 430 的细节的描述。

[0140] (控制电路 430)

[0141] 与在图 8 中示出的控制电路 420 相比, 控制电路 430 另外包括第四控制单元 406。

[0142] 第四控制单元 406 包括载波逆变电路 416 和第四 PWM 信号生成电路族 426。载波逆变电路 416 执行类似于第一实施例的载波逆变电路 412 的操作。这生成相对于第三载波信号反相并且具有与第三载波信号相同的频率的三角波形的第四载波信号 606, 如在图 12D 中所示的那样。第四 PWM 信号生成电路族 426 生成与第四载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0143] 下一条目包含第四 PWM 信号生成电路族 426 的详细描述。

[0144] (PWM 信号生成电路族 426)

[0145] 第四 PWM 信号生成电路族 426 包括控制信号生成电路 436 和比较器 446。该控制信号生成电路 436 向比较器 446 输出控制信号。由载波逆变电路 416 生成的第四载波信号被输入到比较器 446 的反相输入端子。另一方面, 由控制信号生成电路 436 生成的控制信号被输入到比较器 446 的非反相输入端子。比较器 446 输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号, 并且驱动信号被作为第四 PWM 信号供应给三相逆变器 306 的相应臂。

[0146] 在本实施例中, 当控制信号大于载波信号时, 第一控制电路 401 和第二控制电路 402 将上臂切换装置切换成 ON。相反地, 当控制信号大于载波信号时, 包括在第三控制单元 405 中的比较器 445 和包括在第四控制单元 406 中的比较器 446 将上臂切换装置切换成 OFF。此外, 与第三实施例的三相线圈 215 类似, 归因于三相线圈 216 以与三相线圈 211 和 212 相反的方向缠绕的事实, 三相交流电动机 201、202、205 和 206 的旋转方向成为相同的。

[0147] < 噪声减小的原理 >

[0148] 图 12A、12B、12C 和 12D 是示出根据本发明修改(1)的 U 相控制信号和载波信号的波形图。图 12A 示出了输入到包括在第一控制单元 401 的比较器的 U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601。图 12B 示出了输入到包括在第二控制单元 402 的比较器的 U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602。图 12C 示出了输入到比较器 445 的 U 相控制信号 505u 和第三载波信号 605。图 12D 示出了输入到比较器 446 的 U 相控制信号 506u 和第四载波信号 606。参考图 12A、12B、12C 和 12D, 具体给出了噪声减小的原理的描述。尽管此处仅以 U 相的上部切换装置进行了描述, 但是相同的原理还应用于 V 相和 W 相。

[0149] 在图 12A、12B、12C 和 12D 中示出的时间点(1)处, 在第一控制单元 401 中, U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此, 包括在三相逆变器 301 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。在第二控制单元 402 中, 没有切换装

置进行状态转变。在第三 PWM 信号生成电路族 425 中,U 相控制信号 505u 和第三载波信号 605 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第三三相逆变器 305 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。在第四 PWM 信号生成电路族 426 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(1)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的反向转变同时在第一和第三三相逆变器中进行。

[0150] 然后,在时间点(2)处,在第一控制单元 401 中,U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 301 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。在第二控制单元 402 中,U 相控制信号 505u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第二三相逆变器 302 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。在第三 PWM 信号生成电路族 425 和第四 PWM 信号生成电路族 426 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(2)处,从 OFF 状态到 ON 状态的转变以及从 ON 状态到 OFF 状态的反向转变同时在第一和第二三相逆变器中进行。

[0151] 随后,在时间点(3)处,没有切换装置在第一控制单元 401 中进行状态转变。在第二控制单元 402 中,U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第二三相逆变器 302 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。在第三 PWM 信号生成电路族 425 中,U 相控制信号 505u 和第三载波信号 605 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第三三相逆变器 305 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。在第四 PWM 信号生成电路族 426 中,没有切换装置进行状态转变。因此,在时间点(3)处,从 OFF 状态到 ON 状态的转变以及从 ON 状态到 OFF 状态的反向转变同时在第二和第三三相逆变器中进行。

[0152] 然后,在时间点(4)处,在第一控制单元 401 中,U 相控制信号 501u 和第一载波信号 601 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 301 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。在第二控制单元 402 和第三 PWM 信号生成电路族 425 中,没有切换装置进行状态转变。在第四 PWM 信号生成电路 426 中,U 相控制信号 506u 和第四载波信号 606 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第四三相逆变器 306 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。因此,在时间点(4)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的反向转变同时在第一和第四三相逆变器中进行。

[0153] 随后,在时间点(5)处,没有切换装置在第一控制单元 401 中进行状态转变。在第二控制单元 402 中,U 相控制信号 502u 和第二载波信号 602 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第二三相逆变器 302 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。在第三 PWM 信号生成电路族 425 中,没有切换装置进行状态转变。在第四 PWM 信号生成电路族 426 中,U 相控制信号 506u 和第四载波信号 606 之间的幅值关系被反转。因此,包括在第四三相逆变器 306 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。因此,在时间点(5)处,从 OFF 状态到 ON 状态的转变以及从 ON 状态到 OFF 状态的反向转变同时在第二和第四三相逆变器中进行。

[0154] 如已经描述的那样,本发明防止在第三和第四三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中同时以相同的状态转变方向进行切换的情况。此外,本发明允许两个切换装置在任何定时同时从 ON 状态转变到 OFF 状态并且从 OFF 状态反向地转变到 ON 状态。结果,噪声被抵消,由此提供改进的噪声减小效应。此外,归因于使得两个切换装置同时转变到 ON 状

态和 OFF 状态的事实,在直流电源和三相逆变器之间生成的浪涌电流也被彼此抵消。因此,本发明还对减小正常模式噪声有用。

[0155] (2)与专利文献 1 相似,专利文献 2 也公开了一种电动机驱动系统中的噪声减小方法。专利文献 2 中的噪声减小方法在三角波电压被用作第一载波信号并且相对于第一载波信号反相的逆三角波电压被用作第二载波信号这一点上与专利文献 1 不同。使用该对具有相同频率的三角和逆三角波,允许两个切换装置同时转变到 ON 状态和转变到 OFF 状态。因此,实现了噪声消除效应。然而,专利文献 2 的结构具有噪声消除效应被限制成当控制占空比大约为 50% 时的定时的的问题。因此本修改提出一种在包括两个三相逆变器的电动机驱动系统中的噪声减小方法,其是高效的而不管定时。

[0156] < 结构 >

[0157] (负载驱动系统 140)

[0158] 图 13 示出根据修改(2)的负载驱动系统的整体结构。

[0159] 负载驱动系统 140 包括直流电池 BA、三相交流电动机 207 和 208、三相逆变器 307 和 308、以及控制电路 440。

[0160] 三相交流电动机 207 包括三相线圈 217,向三相线圈 217 供应三相电流。三相交流电动机 208 与三相交流电动机 207 不同在于三相线圈 218 以与三相线圈 217 相反的方向缠绕。

[0161] 三相交流电动机 207 包括三相线圈 217,向三相线圈 217 供应三相电流。三相交流电动机 208 包括三相线圈 218(向三相线圈 218 供应三相电流),并且与三相交流电动机 207 不同在于三相线圈 218 以与三相线圈 217 相反的方向缠绕。

[0162] 三相逆变器 307 和 308 具有与第一实施例的三相逆变器 301 相同的结构。然而,要注意,三相逆变器 307 和 308 的输出端子被分别连接到三相交流电动机 207 和 208,尽管三相逆变器 307 和 308 的输入端子二者都被连接到直流电池 BA。

[0163] 控制电路 440 控制三相逆变器 307 和 308 的操作。下面给出控制电路 440 的细节的描述。

[0164] (控制电路 440)

[0165] 控制电路 407 包括控制三相逆变器 307 的操作的第一控制单元 407 和控制三相逆变器 308 的操作的第二控制单元 408。

[0166] 第一控制单元 401 包括第一载波信号生成电路 417 和第一 PWM 信号生成电路族 427。第一载波信号生成电路 417 生成第一载波信号。尽管在本修改中给出了以三角波作为第一载波信号的示例的描述,但是使用锯齿波也提供了与三角波相同的效应。第一 PWM 信号生成电路族 427 生成与第一载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0167] 第二控制单元 408 包括第二 PWM 信号生成电路族 428。第二 PWM 信号生成电路族 428 生成与由第一载波信号生成电路 417 生成的第一载波信号一起使用的 U 相、V 相和 W 相的 PWM 信号。

[0168] 下一条目包含第一 PWM 信号生成电路族 427 和第二 PWM 信号生成电路族 428 的详细描述。

[0169] (PWM 信号生成电路族 427 和 428)

[0170] 第一 PWM 信号生成电路族 427 包括控制信号生成电路 437 和比较器 447。该控制

信号生成电路 437 向比较器 447 输出控制信号。由控制信号生成电路 437 生成的控制信号被输入到比较器 447 的反相输入端子。另一方面,由第一载波信号生成电路 417 生成的第一载波信号被输入到比较器 447 的非反相输入端子。比较器 447 输出根据比较结果产生的脉冲波形的驱动信号,并且驱动信号被作为第一 PWM 信号供应给三相逆变器 307 的相应臂。

[0171] 第二 PWM 信号生成电路族 428 包括控制信号生成电路 438 和比较器 448。该控制信号生成电路 438 向比较器 448 输出控制信号。由第一载波信号生成电路 417 生成的第一载波信号被输入到比较器 448 的反相输入端子。另一方面,由控制信号生成电路 438 生成的控制信号被输入到比较器 448 的非反相输入端子。比较器 448 输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号,并且驱动信号被作为第二 PWM 信号供应给三相逆变器 308 的相应臂。

[0172] 同时,控制信号生成电路 437 和 438 同步操作,并且输出具有相同相位的控制信号。

[0173] 在本实施例中,当控制信号大于载波信号时,比较器 447 将上臂切换装置切换成 ON。相反地,当控制信号大于载波信号时,比较器 448 将上臂切换装置切换成 OFF。在此处,与其他实施例和修改类似,三相线圈 218 以与三相线圈 217 相反的方向缠绕以便提供具有相同旋转方向的三相交流电动机 207 和 208。

[0174] < 噪声减小的原理 >

[0175] 图 14A 和 14B 是示出根据本发明的修改(2)的 U 相控制信号和载波信号的波形图。图 14A 是比较器 447 中的波形图并且图 14B 是比较器 448 中的波形图。

[0176] 图 14A 和 14B 是示出根据本发明的修改(2)的 U 相控制信号和载波信号的波形图。图 14A 示出被输入到比较器 447 的 U 相控制信号 507u 和第一载波信号 607。图 14A 示出被输入到比较器 448 的 U 相控制信号 508u 和第二载波信号 608。参考图 14A 和 14B,具体给出噪声减小的原理的描述。尽管此处仅以 U 相的上部切换装置作为示例进行了描述,但是相同的原理还应用于 V 相和 W 相。

[0177] 在图 14A 和 14B 中示出的时间点(1)处,在第一 PWM 信号生成电路族 427 中,U 相控制信号 507u 和第一载波信号 607 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 307 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。在第二 PWM 信号生成电路族 428 中,U 相控制信号 508u 和第二载波信号 608 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 308 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。因此,在时间点(1)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的反向转变同时在两个三相逆变器中进行。

[0178] 然后,在时间点(2)处,在第一 PWM 信号生成电路族 427 中,U 相控制信号 507u 和第一载波信号 607 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 307 中的 U 相臂的上臂切换装置从 OFF 状态转变到 ON 状态。在第二 PWM 信号生成电路族 428 中,U 相控制信号 508u 和第二载波信号 608 之间的幅值关系被反转。因此,包括在三相逆变器 308 中的 U 相臂的上臂切换装置从 ON 状态转变到 OFF 状态。因此,在时间点(2)处,从 ON 状态到 OFF 状态的转变以及从 OFF 状态到 ON 状态的反向转变同时在两个三相逆变器中进行。

[0179] 如上文已经描述的那样,受限于专利文献 2 中的当占空比是 50%时的定时的噪声消除效应可以在本修改中的任何定时处获得。结果,本修改能够提供改进的噪声减小效应。

[0180] (3) 如在技术问题段落中提到的那样,在利用包括三个三相逆变器的负载驱动系

统中的仅两种类型的载波信号来生成 PWM 信号的情况下,在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中以相同的状态转变方向同时进行切换。所以,上述实施例通过选择能够阻止在三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中以相同的状态转变方向同时进行切换的情况的这种波形作为第三载波信号来降低噪声。本修改提出传统锯齿波电压被用作第三载波信号的噪声减小的方法。此外,在该方法中,U 相、V 相和 W 相的第三载波信号被提供有锯齿波形,所述锯齿波形彼此异相以使得相应波形在移位定时处立即下降或增加。

[0181] < 结构 >

[0182] (负载驱动系统 150)

[0183] 图 15 示出根据本发明修改(3)的负载驱动系统的整体结构。

[0184] 负载驱动系统 150 包括直流电池 BA、三相交流电动机 209、2010 和 2011,三相逆变器 309、3010 和 3011 以及控制电路 450。

[0185] 三相交流电动机 209 包括三相线圈 219,向三相线圈 219 供应三相电流。三相交流电动机 2010 包括三相线圈 2110,向三相线圈 2110 供应三相电流。三相交流电动机 2011 包括三相线圈 2111,向三相线圈 2111 供应三相电流。

[0186] 三相逆变器 309、3010 和 3011 的输入端子被连接到直流电池 BA,并且三相逆变器 309、3010 和 3011 的输出端子被分别连接到三相交流电动机 209、2010 和 2011。三相逆变器 309、3010 和 3011 具有与第一实施例的三相逆变器 301 相同的结构。

[0187] 控制电路 450 控制三相逆变器 309、3010 和 3011 的操作。下面给出控制电路 450 的细节的描述。

[0188] (控制电路 450)

[0189] 控制电路 450 包括:控制三相逆变器 309 的操作的第一控制单元 409,控制三相逆变器 3010 的操作的第二控制单元 4010,以及控制三相逆变器 3011 的操作的第三控制单元 4011。

[0190] 第一控制单元 409 包括第一载波信号生成电路 419、相移电路 479v 和 479w,以及第一 PWM 信号生成电路族 429。第一载波信号生成电路 419 执行与第一实施例的第一载波信号生成电路 411 类似的操作。然而,要注意,第一载波信号生成电路 419 向第一 PWM 信号生成电路族 429、相移电路 479v 和 479w 以及第二控制单元 4010 输出第一载波信号。

[0191] 第二控制单元 4010 包括载波逆变电路 4110、相移电路 4710v 和 4710w,以及第二 PWM 信号生成电路族 4210。载波逆变电路 4110 执行与第一实施例的载波逆变电路 412 类似的操作。然而,要注意,载波逆变电路 4110 向第二 PWM 信号生成电路族 4210 以及相移电路 4710v 和 4710w 输出第二载波信号。

[0192] 第三控制单元 4011 包括相移电路 4711v 和 4711w,以及第三 PWM 信号生成电路族 4211。第一载波信号也被输入到第三控制单元 4011 并且然后被输出到第三 PWM 信号生成电路族 4211 以及相移电路 4711v 和 4711w。下一条目包含相应相的相移电路的操作的描述。

[0193] (V 相相移电路 479v 到 4711v, W 相相移电路 479w 到 4711w)

[0194] V 相相移电路 479v 进行操作以便将已经从第一载波信号生成电路 419 输入到 V 相相移电路 479v 的 V 相载波信号的相位移  $\theta$ 。V 相相移电路 4710v 进行操作以便将已经从载波逆变电路 4110 输入到 V 相相移电路 4710v 的 V 相载波信号的相位移  $\theta$ 。V 相相移电

路 4711v 还进行操作以便将已经从第一载波信号生成电路 419 输入到 V 相相移电路 4711v 的 V 相载波信号的相位移位  $\theta$ 。类似地, W 相相移电路 479w、4710w 和 4711w 进行操作以便将已经被输入到电路 479w、4710w 和 4711w 的 W 相载波信号的相位分别移位  $\phi$  ( $\neq \theta$ )。

[0195] 本修改旨在阻止在三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相臂中以相同状态转变方向同时进行切换的情况。为此目的, U 相、V 相和 W 相锯齿波电压的相位被构造成彼此异相, 以使得相应波形在不同时间处立即下降或立即增加。这也应用于第二载波信号。要注意, 只需要使输入到相应 PWM 信号生成电路的 U 相、V 相和 W 相锯齿波电压的波形在相应波形立即下降或立即增加时的定时处仅彼此稍微异相。因此, 只要效应不降级, 由相应相移电路移位所产生的相移量不会特别受到限制。

[0196] 下一条目包含第一 PWM 信号生成电路族 429、第二 PWM 信号生成电路族 4210 以及第三 PWM 信号生成电路族 4211 的详细描述。

[0197] (PWM 信号生成电路族 429、4210 和 4211)

[0198] 第一 PWM 信号生成电路族 429 包括第一 U 相 PWM 信号生成电路 429u、第一 V 相 PWM 信号生成电路 429v 以及第一 W 相 PWM 信号生成电路 429w。

[0199] 第一 U 相 PWM 信号生成电路 429u 包括 U 相控制信号生成电路和 U 相比较器。由 U 相控制信号生成电路生成的 U 相载波信号被输入到 U 相比较器的反相输入端子。另一方面, 第一 U 相载波信号被输入到 U 相比较器的非反相输入端子。U 相比较器输出作为比较结果的脉冲波形的驱动信号, 并且驱动信号被作为第一 PWM 信号供应给三相逆变器 309 的 U 相臂 309u。

[0200] 第一 V 相 PWM 信号生成电路 429v 相对于 V 相执行类似于第一 U 相 PWM 信号生成电路 429u 的操作。第一 W 相 PWM 信号生成电路 429w 也相对于 W 相执行类似于第一 U 相 PWM 信号生成电路 429u 的操作。

[0201] 第二 PWM 信号生成电路族 4210 相对于第二载波信号执行类似于第一 PWM 信号生成电路族 429 的操作。第三 PWM 信号生成电路族 4211 也相对于第一载波信号执行类似于第一 PWM 信号生成电路族 429 的操作。此外, 所有相同相位的控制信号生成电路同步操作并且输出具有相同相位的控制信号。在本修改中, 当控制信号大于载波信号时, 所有比较器将相应三相逆变器的上臂切换装置切换成 ON。

[0202] 如已经描述的那样, 本发明阻止在第三三相逆变器中的所有 U 相、V 相和 W 相中以相同的状态转变方向同时进行切换的情况。此外, 可以仅仅通过操作至少第三 V 相相移电路 4711v 和第三 W 相相移电路 4711w 来实现该效应(效应不被降级的范围内所需要的还有可能操作相移电路 479v、479w 和 4710v 和 4710w)。

[0203] 同时, 尽管图 15 示出使用相移电路以便生成彼此异相的 U 相、V 相和 W 相载波信号的示例, 但是本发明不限于该示例。因此, 其它逻辑电路可被用于配置这种电路。

[0204] (4) 尽管利用使用多个三相交流电动机的示例描述了修改和上述实施例, 但是本发明不限于该示例。可以代替地仅使用包括多个三相线圈的单个三相交流电动机。图 17 示出使用具有第一线圈、第二线圈和第三线圈的多线圈三相交流电动机 200 的整体结构。在也具有多个线圈的这样的单个三相交流电动机中, 本发明的控制方法提供相同的噪声减小效应。

[0205] (5) 在本发明的第一和第二实施例中, 载波逆变电路和载波合成电路被用于合成

第三载波信号。然而，第三载波信号不需要通过上述方法来生成，并且其它逻辑电路可以被用来配置该电路。例如，如图 18 所示，与第一和第二实施例相同的载波信号可以由单独的第三载波信号生成电路生成。

[0206] (6) 在本发明的第一至第三实施例中，优选地均衡直流电池 BA 和第一三相逆变器之间的布线距离、直流电池 BA 和第二三相逆变器之间的布线距离、以及直流电池 BA 和第三三相逆变器之间的布线距离。这实现提供每一个布线距离都具有相同数量的寄生电感的布局。在本文中，在直流电池 BA 和三相逆变器 301、302 和 303 之间并联连接电容器的情况下，例如到电容器的波纹电流也被减小。因此，电容器数目也被减小，并且系统的尺寸被减小。

[0207] (7) 根据上述实施例的结构以及上述修改。甚至在相同相位的控制信号彼此异相的时候也实现噪声减小效应。将第一实施例作为示例，在图 3 的时间点(2)处，两个切换装置确定被同时转变到 ON 状态和转变到 OFF 状态，并且在图 3 的时间点(1)和(3)处，不能以相同的状态转变方向进行切换。因此，甚至在相同相位的控制信号彼此异相的时候，与常规技术相比，仍实现改进的噪声减小效应，尽管共同模式噪声没有被完全抵消。这不限于第一实施例。与常规技术相比，上述任何实施例以及上述任何修改能够提供改进的噪声减小效应。

[0208] (8) 尽管附图说明了三相逆变器被供应有来自共同直流电源的电流，但是三相逆变器可以供应有来自单独的直流电源的电流。

[0209] (9) 附图仅仅示意性地示出仅使得本发明能够理解的布局配置，并且本发明不限于在附图中示出的示例。此外，为了能够理解起见，附图中的一些部分被省略。

[0210] (10) 上述实施例以及上述修改仅仅是优选示例，并且本发明根本不限于这些示例。例如，尽管附图说明作为负载的示例的三相交流电动机，但负载根本不限于三相交流电动机。此外，在实施例中描述的结构和修改可以被适当地组合。

[0211] (11) 要注意，甚至在每个部件都具有相同的特征的情况下(例如在三相交流电动机中的每一个都具有相同数量的到地的寄生电容的情况下)，制造公差范围内的任何公差当然是可接受的。

[0212] 此外，在第一实施例中参考图 3 来描述噪声减小的原理，通过使得两个切换装置同时从 ON 状态转变到 OFF 状态并且从 OFF 状态转变到 ON 状态(也就是说，通过控制切换的定时来使得同时进行转变)来减小噪声。在本文中，“同时从 ON 状态转变到 OFF 状态并且从 OFF 状态转变到 ON 状态”指的是从 ON 状态转变到 OFF 状态的时间(其对应于在锯齿波中电压突然地下降的时间)与从 OFF 状态转变到 ON 状态的时间(其对应于在锯齿波中电压突然增加的时间)重叠的情况。要注意，从 ON 状态转变到 OFF 状态的时间不需要与从 OFF 状态转变到 ON 状态的时间完全重叠，并且转变时间之间的仅部分重叠也在本发明的范围内。

[0213] (12) 给出其中将第一实施例的负载驱动系统 100 应用于车辆的另一修改的描述。

[0214] 图 19 是示出具有根据本修改的车辆控制系统 1200 的车辆 1300 的结构的示意图。如图 19 所示，车辆 1300 包括车辆控制系统 1200 以及车轮 1310 和 1311。

[0215] 负载驱动系统 1200 包括直流电池 BA、控制电路 400、三相逆变器 301 和 302、三相交流电动机 201 和 202 以及空调 1400。直流电池 BA、控制电路 400、三相逆变器 301 和 302、以及三相交流电动机 201 和 202 具有与第一实施例类似的结构。空调 1400 调节车辆 1300

内部的空气,并且包括三相逆变器 303 和三相交流电动机 203。

[0216] 三相交流电动机 201 和 202 每一个都被用作用于驱动车轮 1310 和 1311 的主电动机。另一方面,包括在空调 1400 中的三相交流电动机 203 被用作用于驱动空调 1400 的电压缩电动机。

[0217] 在本文中,足以将三相交流电动机 201、202 和 203 中的任何两个选择为主电动机。然而,用作主电动机的两个三相交流电动机优选地同步操作。为此,本修改将三相交流电动机 201 和 202 分配为主电动机,因为根据每一个都使用具有相同频率的载波信号的 PWM 信号来控制电动机 201 和 202。然而,要注意,这样的一对三相交流电动机不是必须被分配为主电动机,并且这可以适当地根据车辆控制系统的结构而改变。

[0218] 本发明不限于图 19 中所示的修改,并且三相交流电动机 201、202 和 203 的分配可以被适当地改变。例如,三相交流电动机 201、202 和 203 可以被分别分配为主电动机、电压缩电动机和发电电动机。还会考虑其它结构。

[0219] 尽管已利用根据应用于作为示例的车辆的第一实施例的负载驱动系统描述了本修改,但是还有可能应用具有根据不同于第一实施例和修改的实施例的结构的负载驱动系统。

[0220] 工业实用性

[0221] 本发明被适当地应用于电动机驱动系统以便为混合车辆、电气车辆、燃料电池车辆等等供电,因为这些车辆特别需要减小的噪声特性。

[0222] [参考符号列表]

[0223] 201 至 209、2010、2011 三相交流电动机

[0224] 211 至 219、2110、2111 三相线圈

[0225] 301 至 309、3010、3011 三相逆变器

[0226] 401、407、409 第一控制单元

[0227] 402、408、4010 第二控制单元

[0228] 403、404、405、4011 第三控制单元

[0229] 406 第四控制单元

[0230] 411、417、419 第一载波信号生成电路

[0231] 415 第三载波信号生成电路

[0232] 412、416、4110 载波逆变电路

[0233] 413、414 载波合成电路

[0234] 421、427、429 第一 PWM 信号生成电路族

[0235] 422、428、4210 第二 PWM 信号生成电路族

[0236] 423、424、425、4211 第三 PWM 信号生成电路族

[0237] 426 第四 PWM 信号生成电路族

[0238] 431 至 438 控制信号生成电路

[0239] 431u 至 433u 控制信号生成电路

[0240] 441 至 448 比较器

[0241] 441u 至 443u U 相比较器

[0242] 501u 至 508u U 相控制信号



[0243] 501v 至 503v V 相控制信号

[0244] 501w 至 503w W 相控制信号

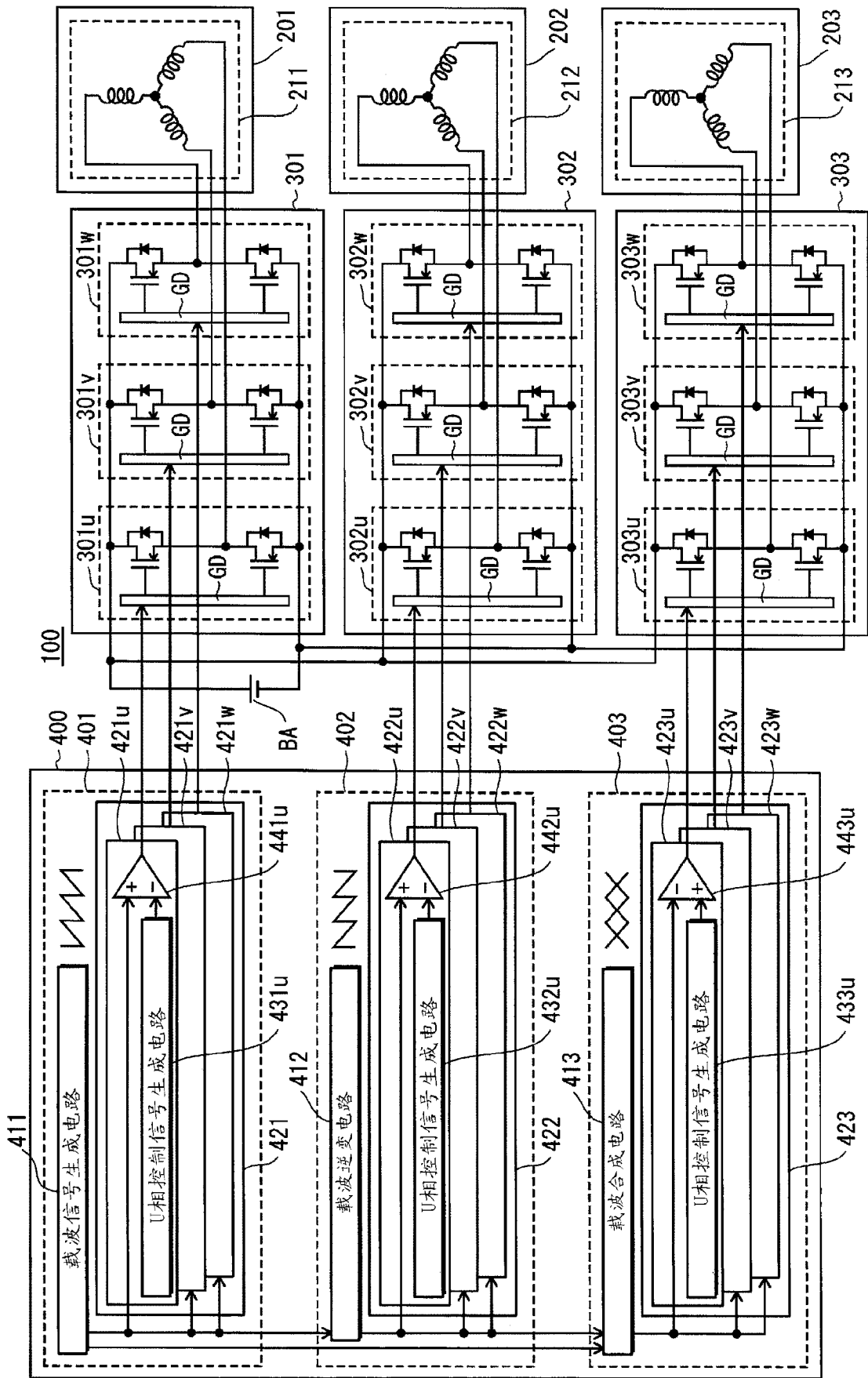


图 1

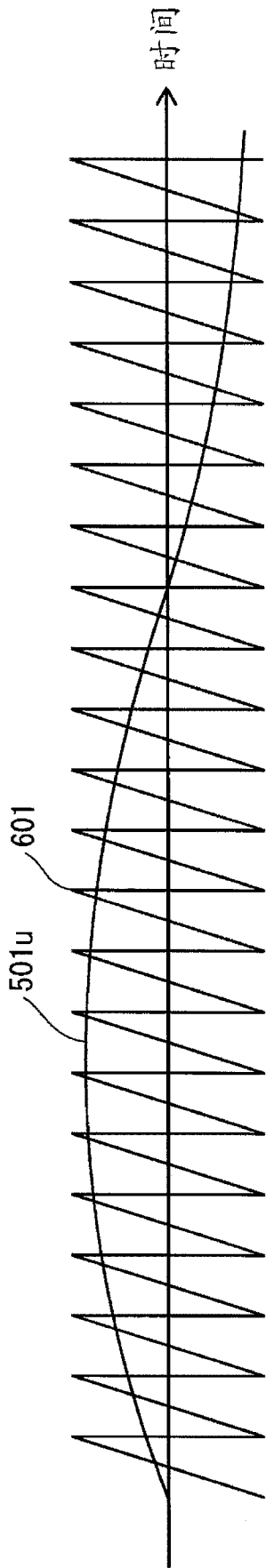


图 2A

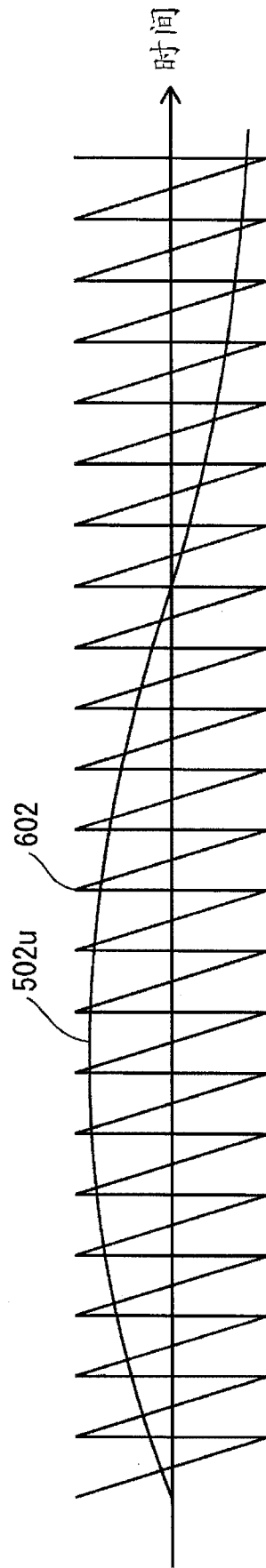


图 2B

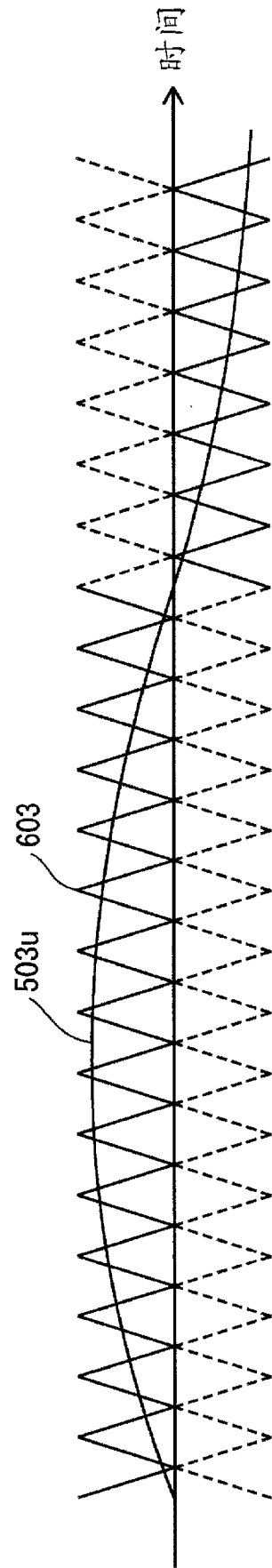


图 2C

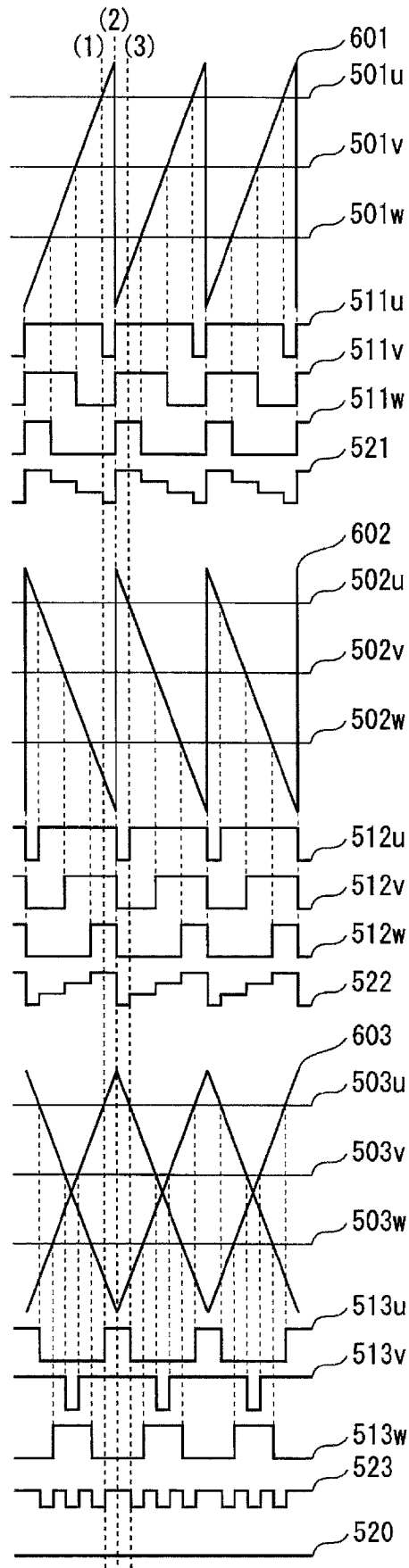


图 3

共同模式电压 [V]

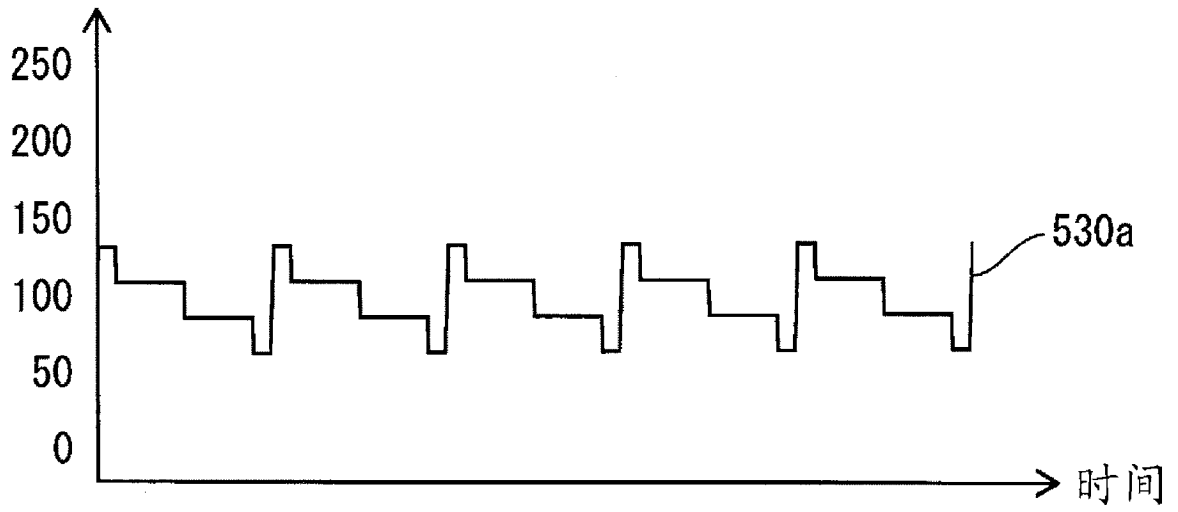


图 4A

共同模式电压 [V]

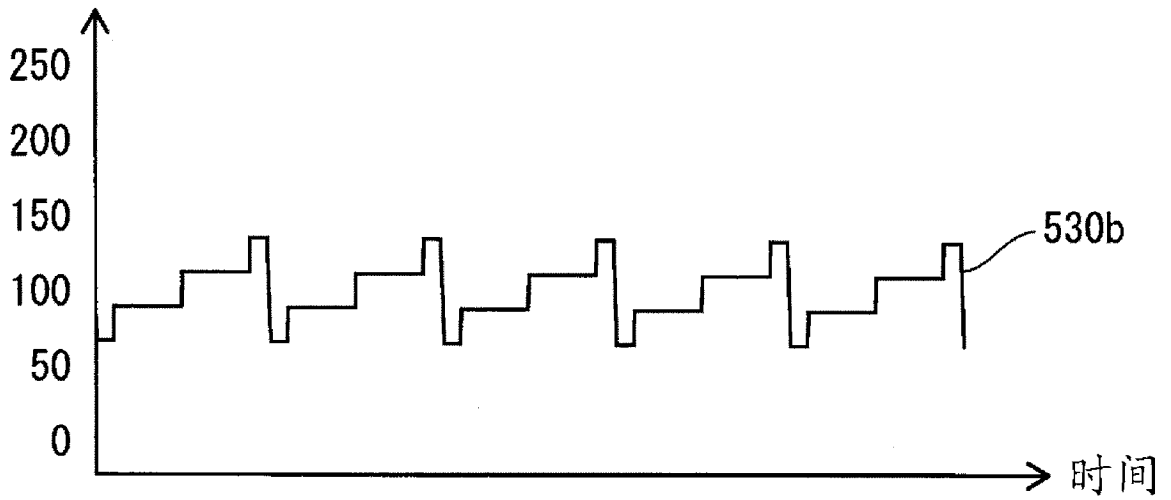


图 4B

共同模式电压 [V]

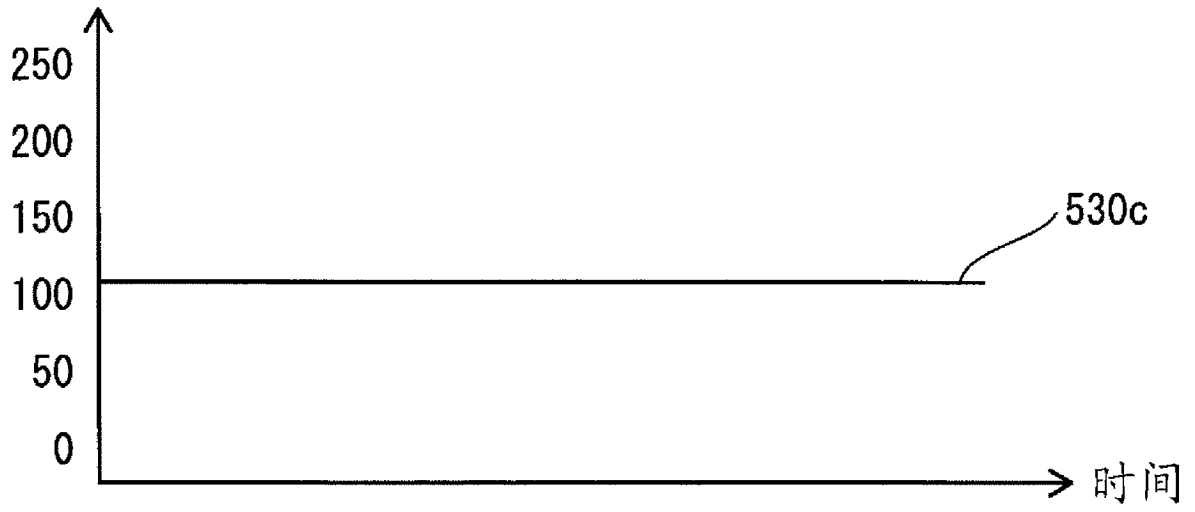


图 4C

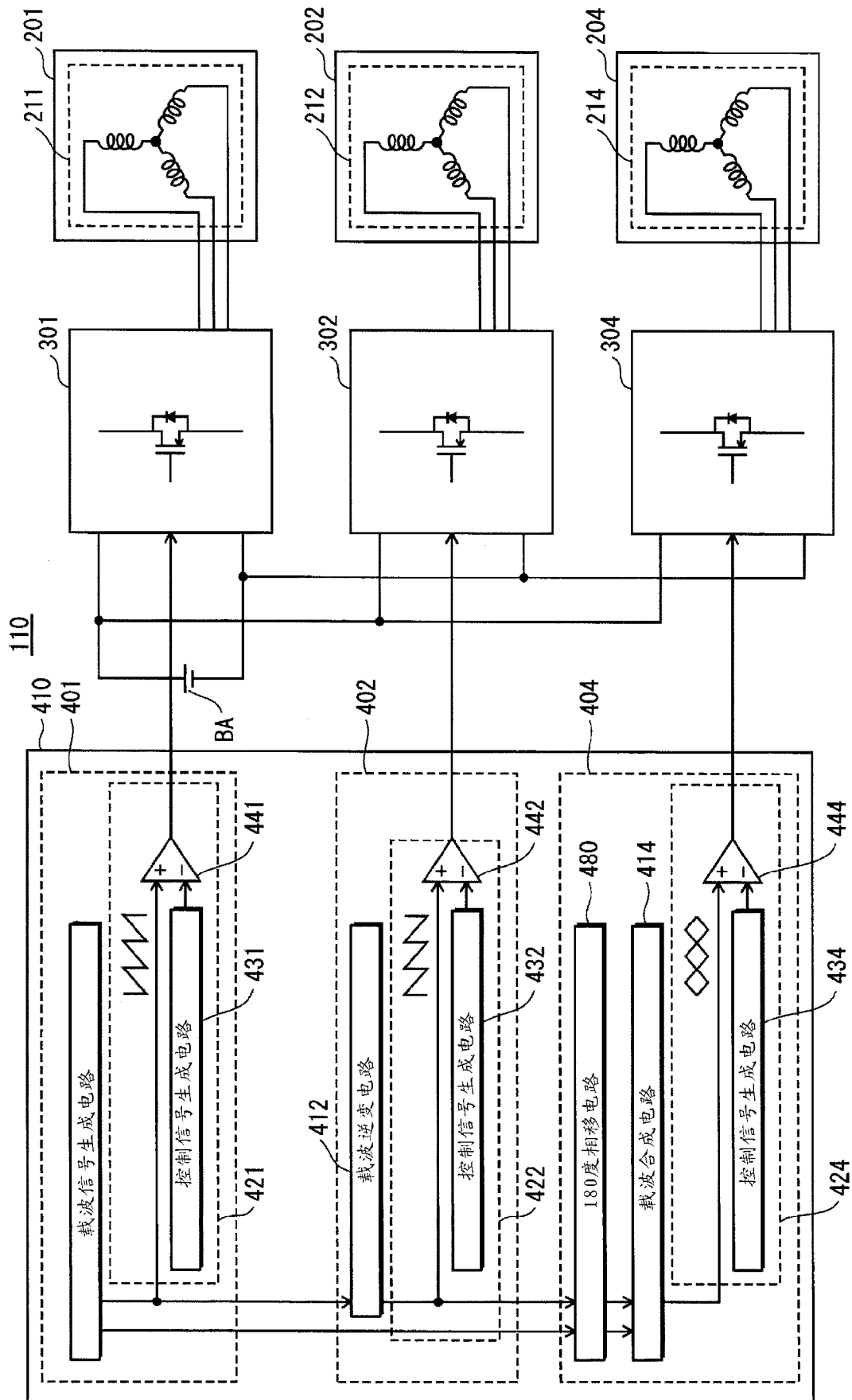


图 5

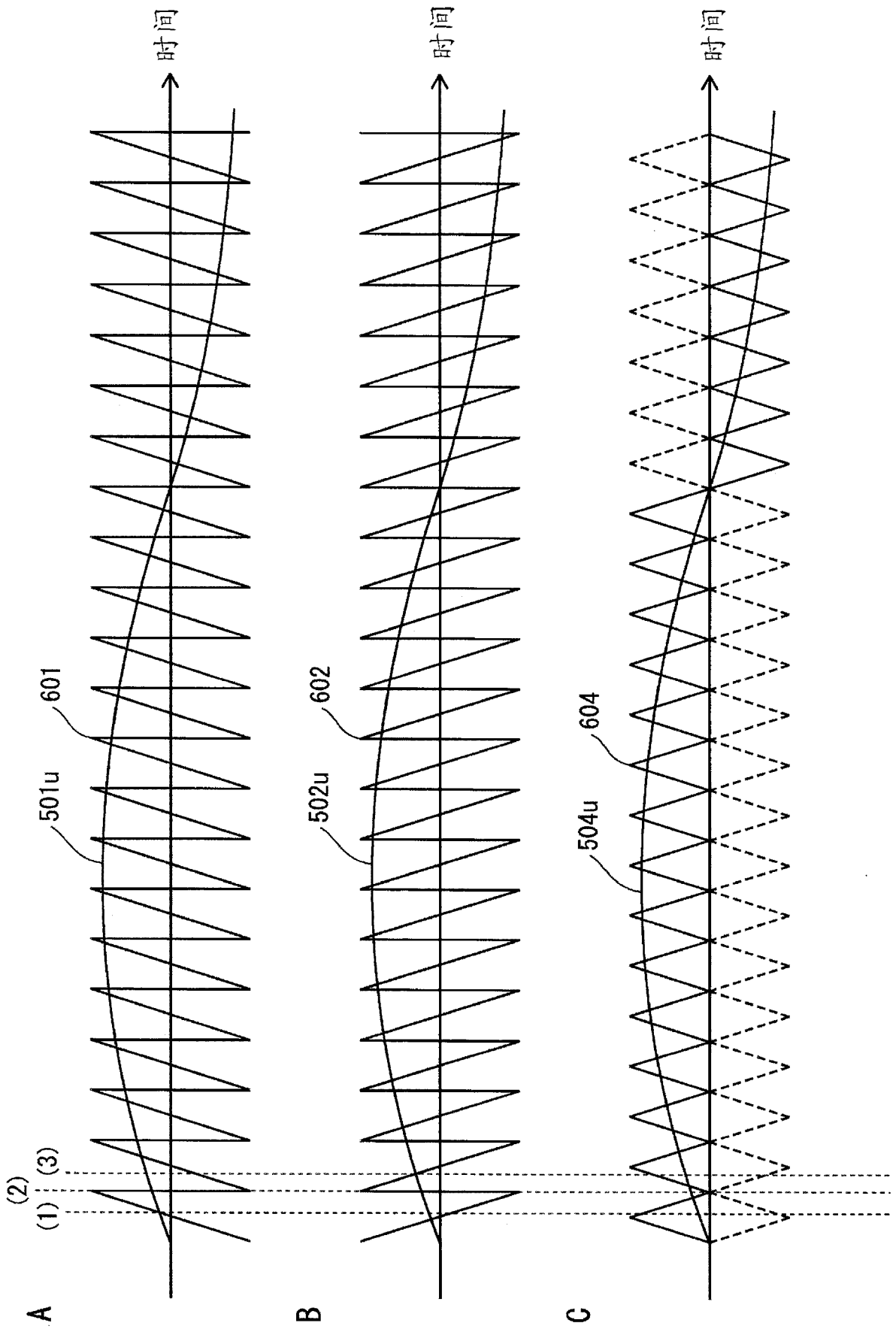


图 6



共同模式电压 [V]

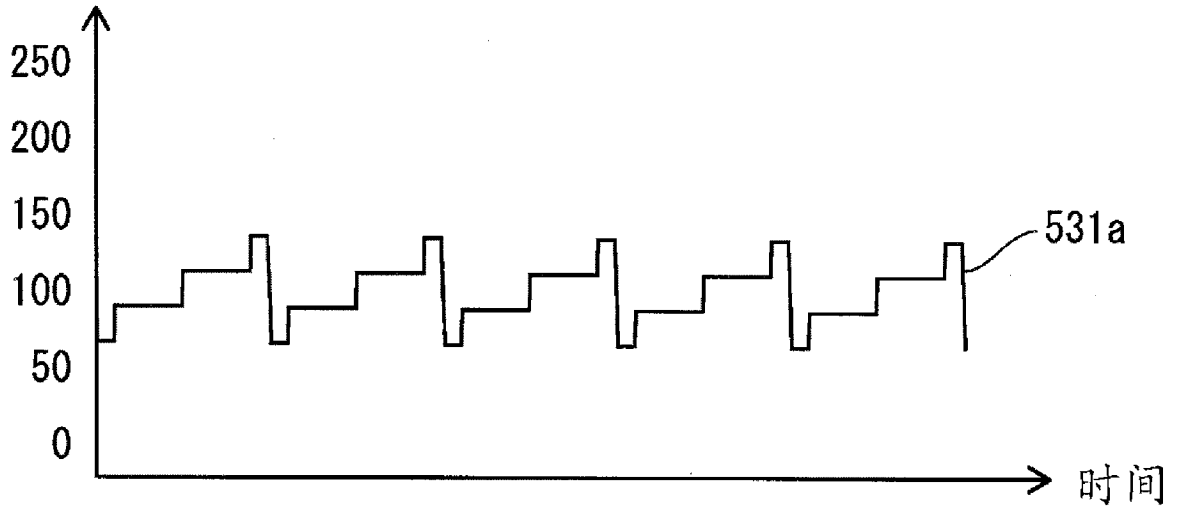


图 7A

共同模式电压 [V]

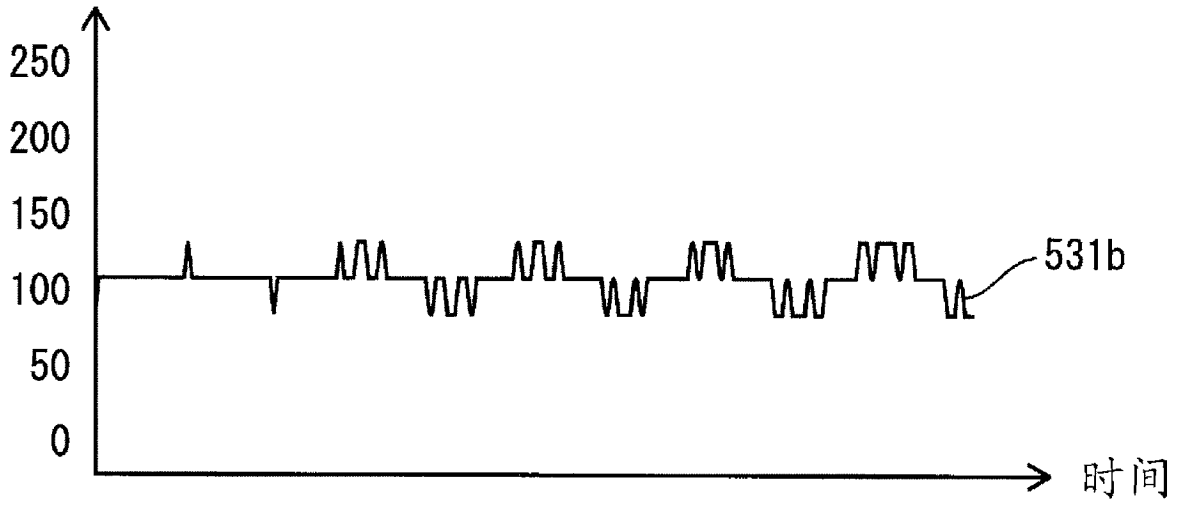


图 7B

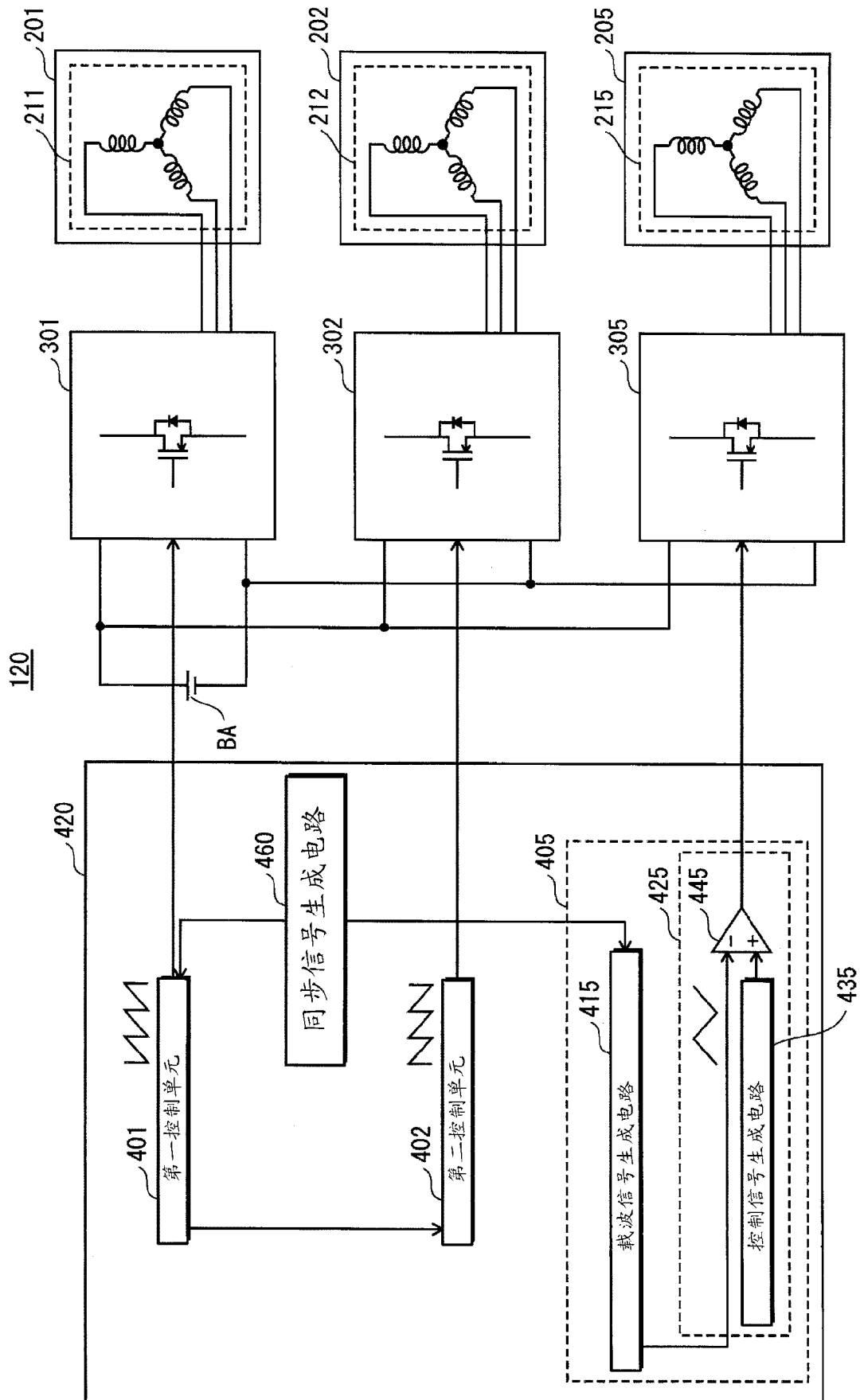


图 8

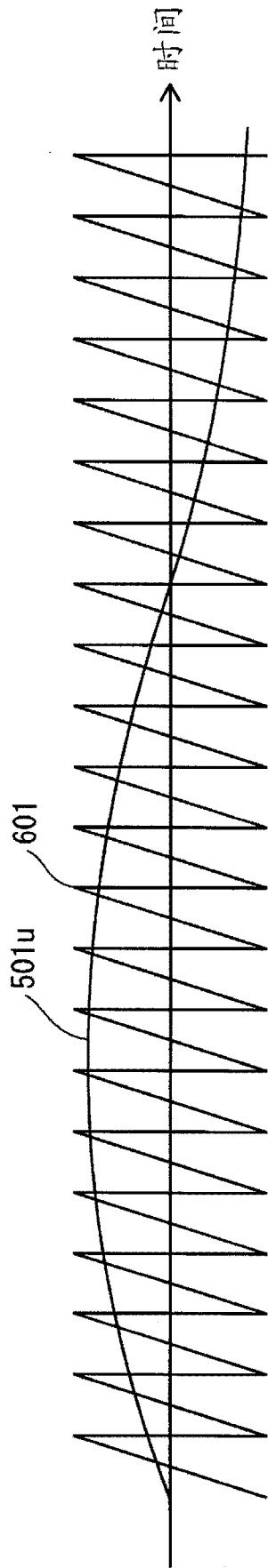


图 9A

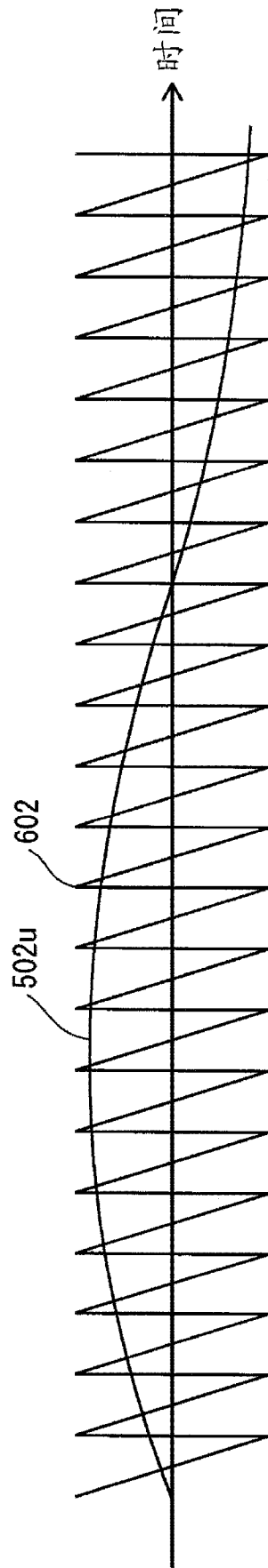


图 9B

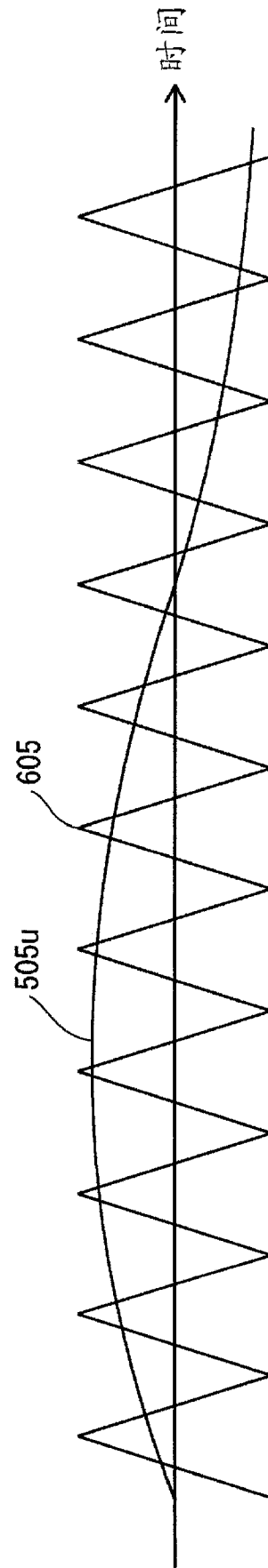


图 9C

共同模式电压 [V]

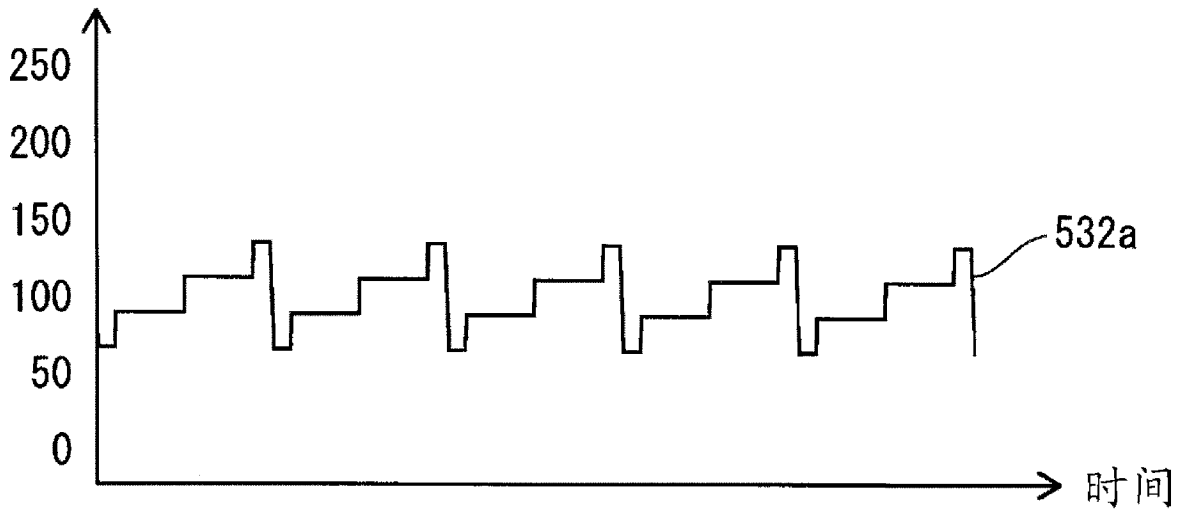


图 10A

共同模式电压 [V]

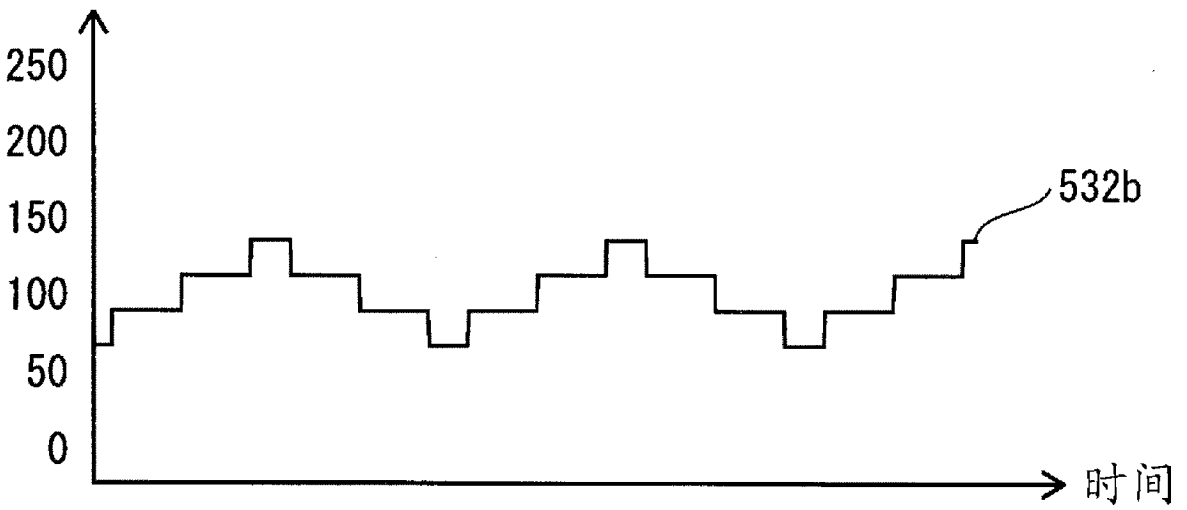


图 10B

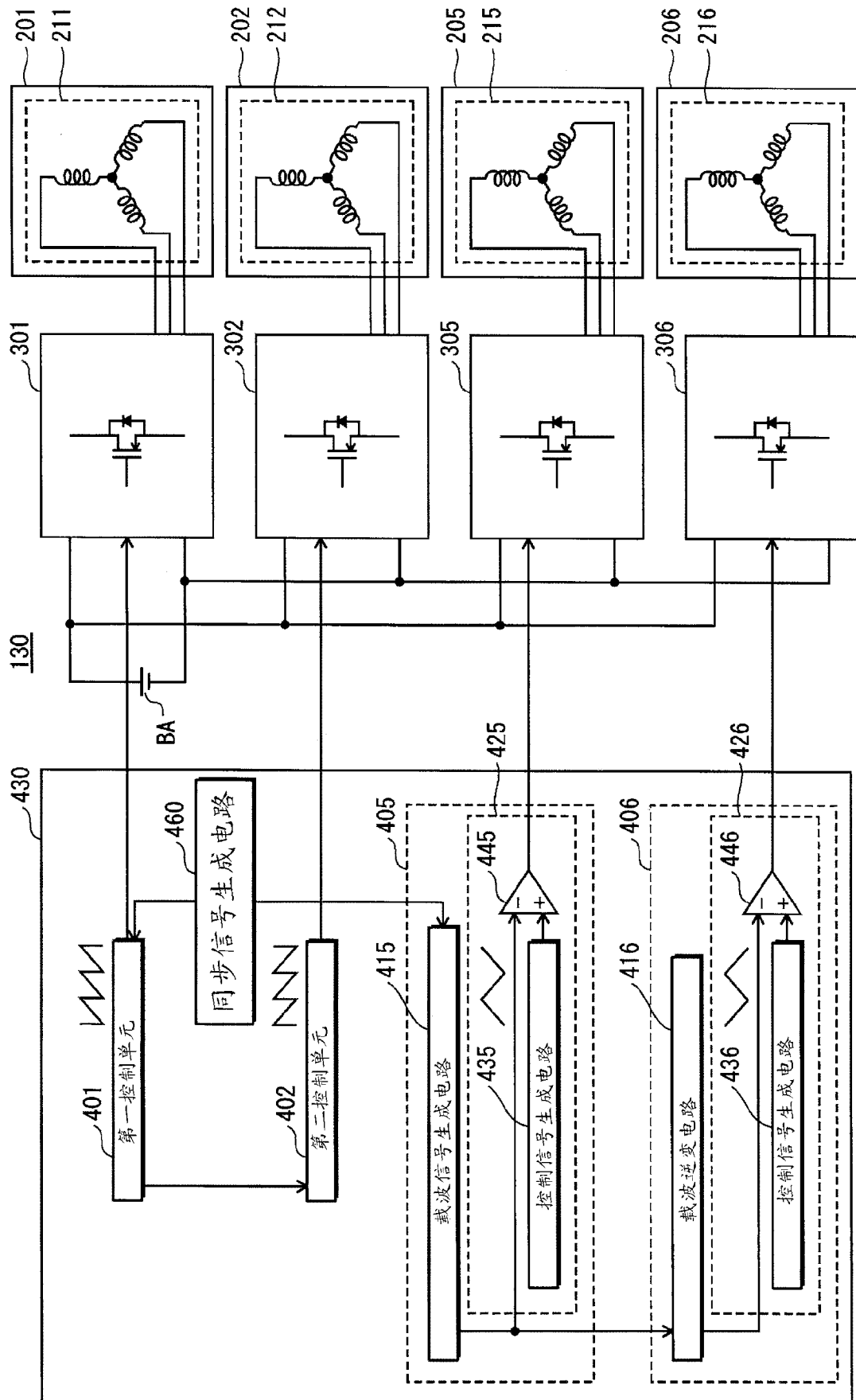


图 11

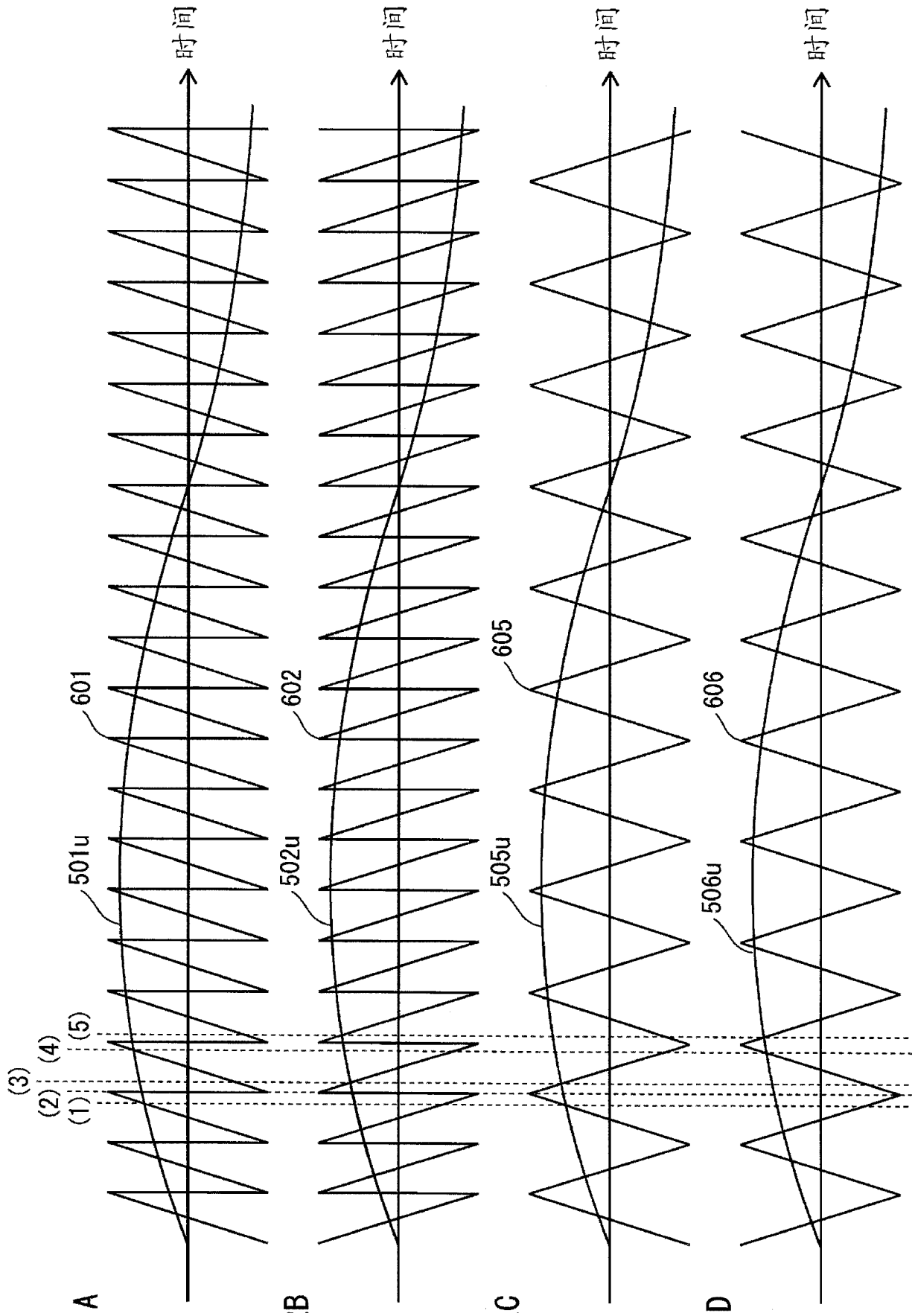


图 12

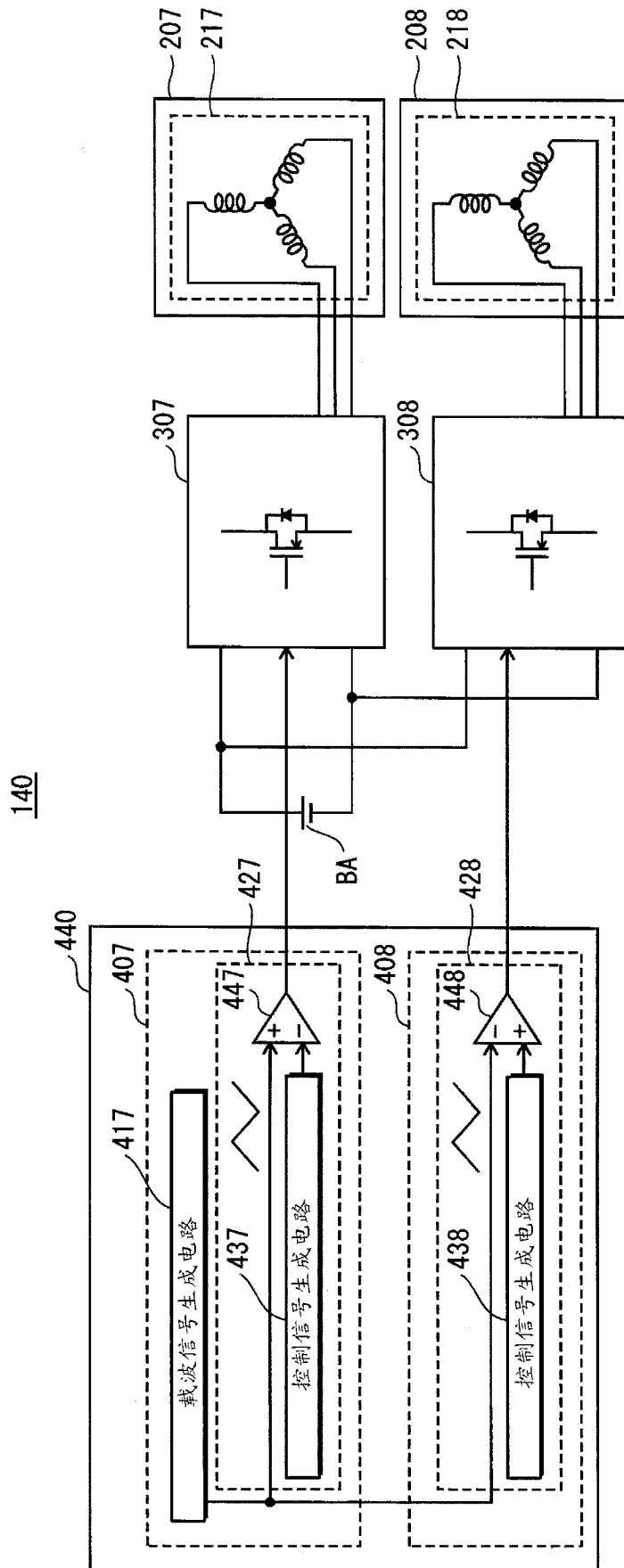


图 13

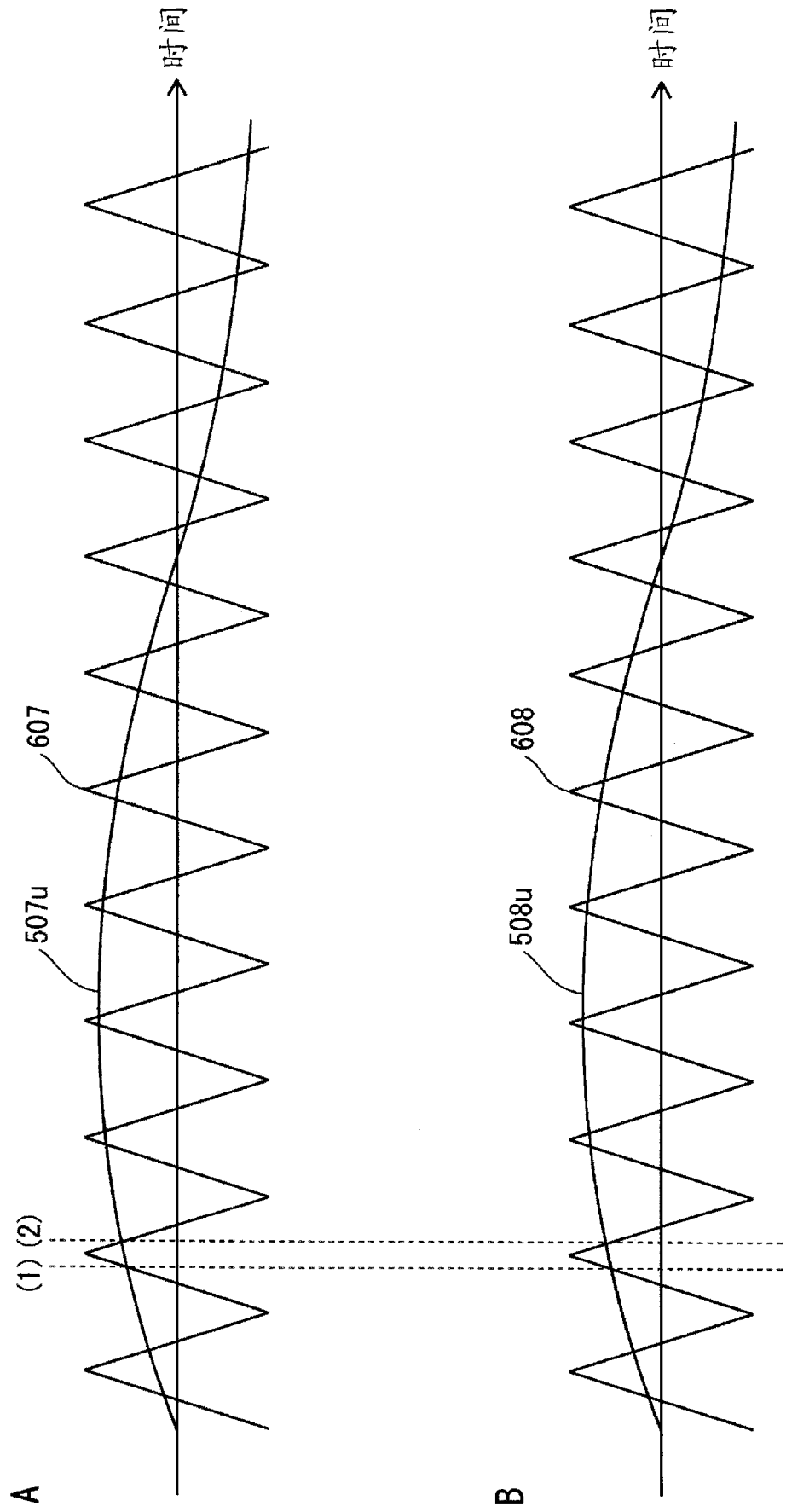


图 14



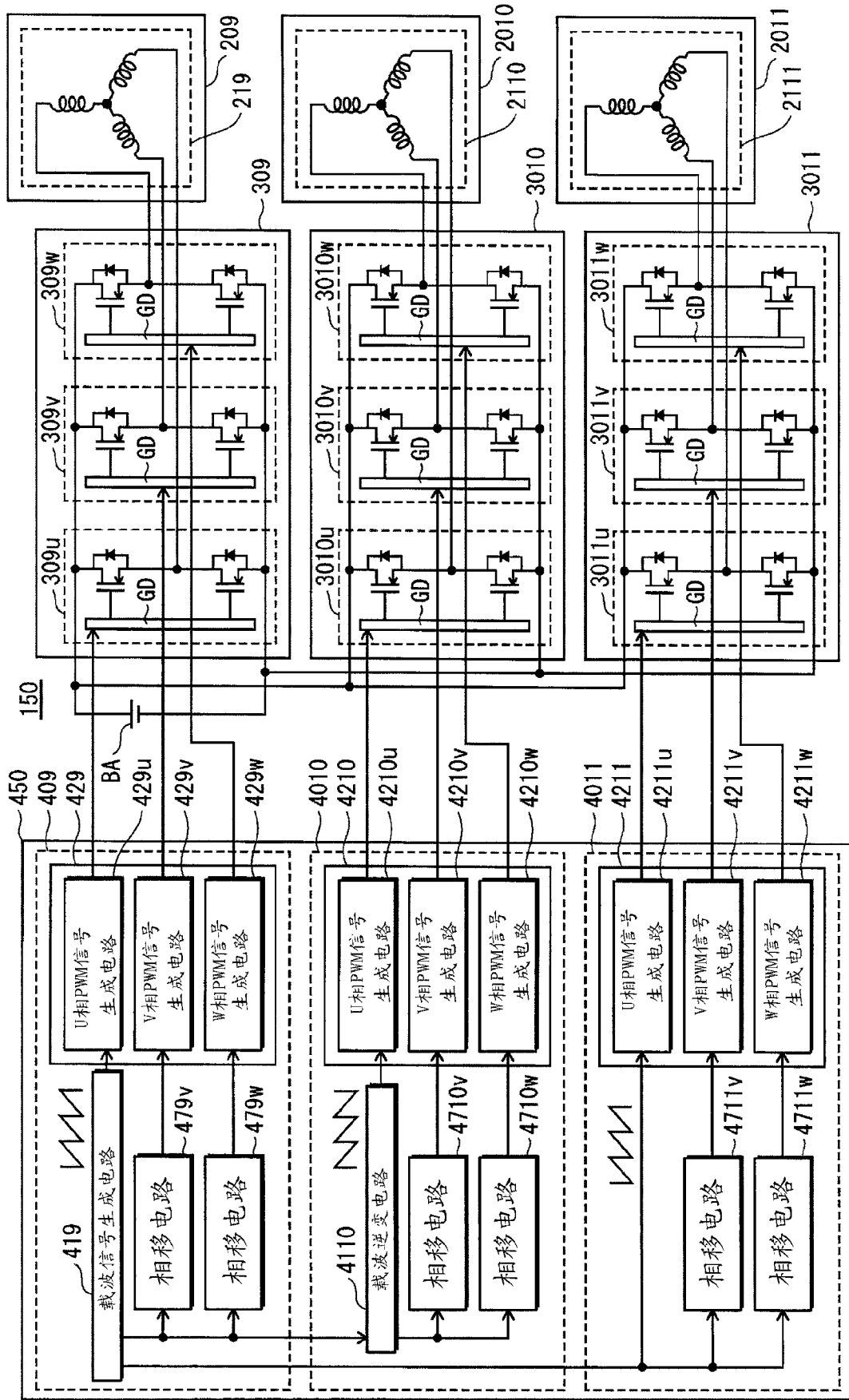


图 15

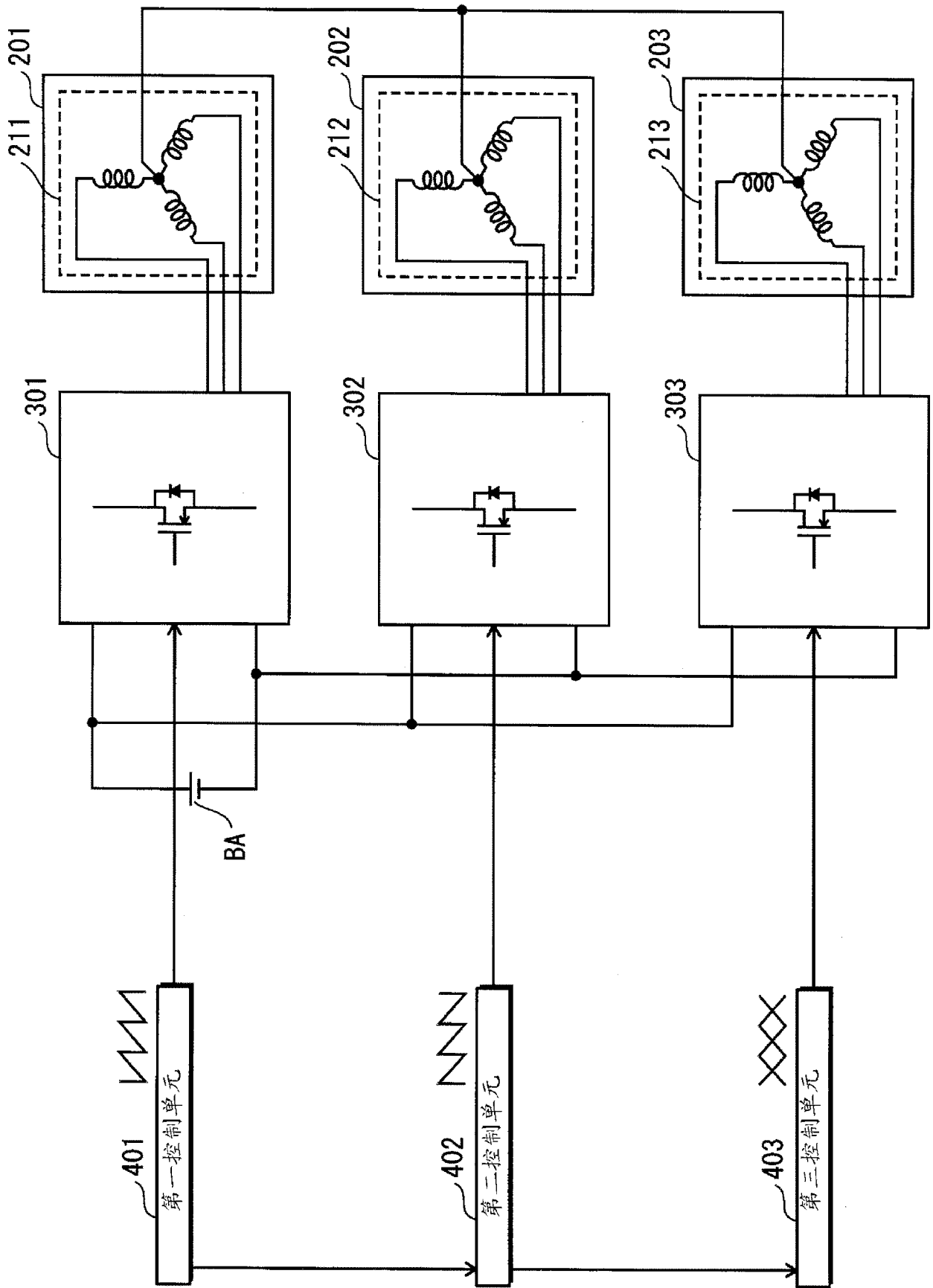


图 16

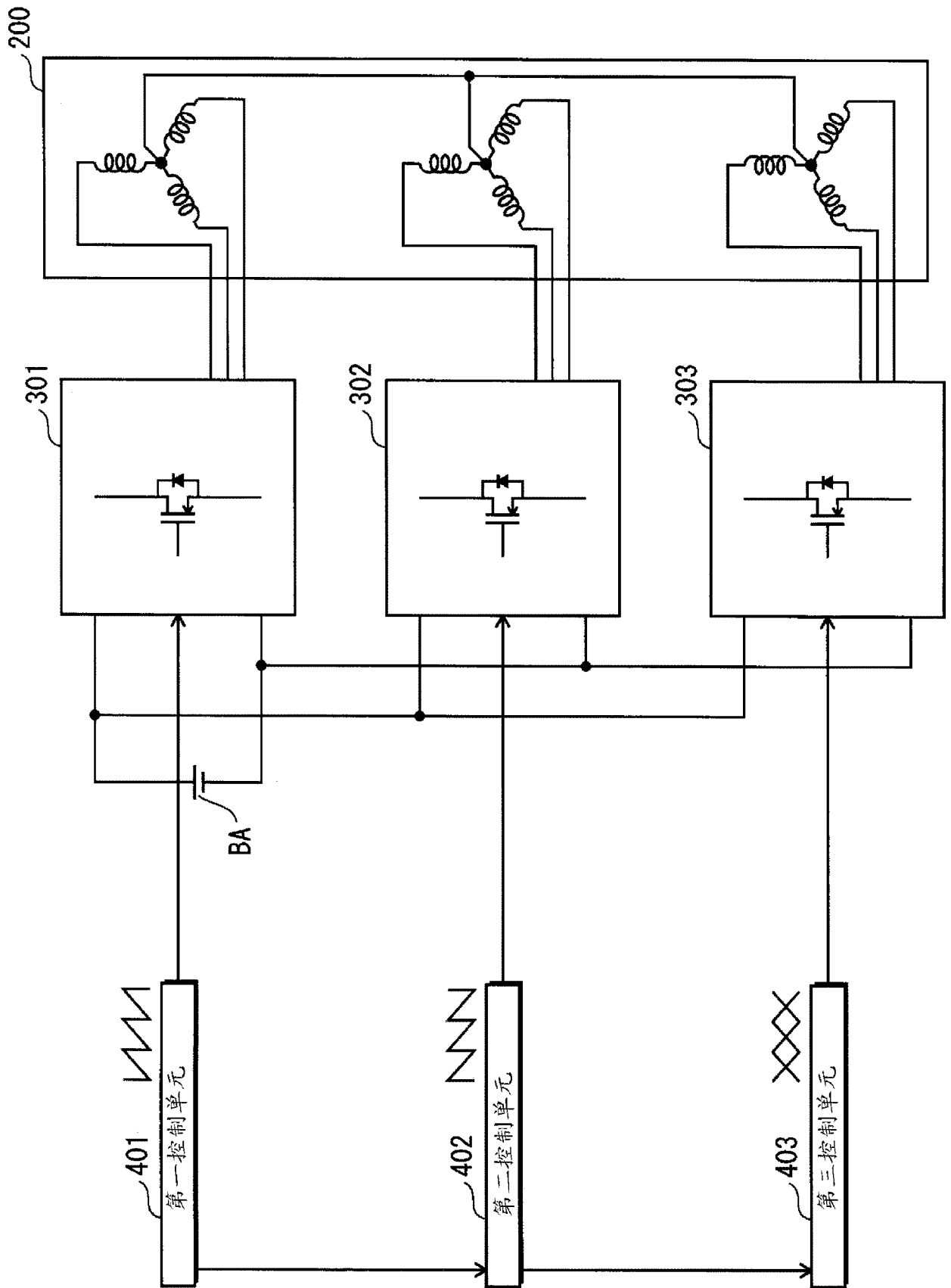


图 17

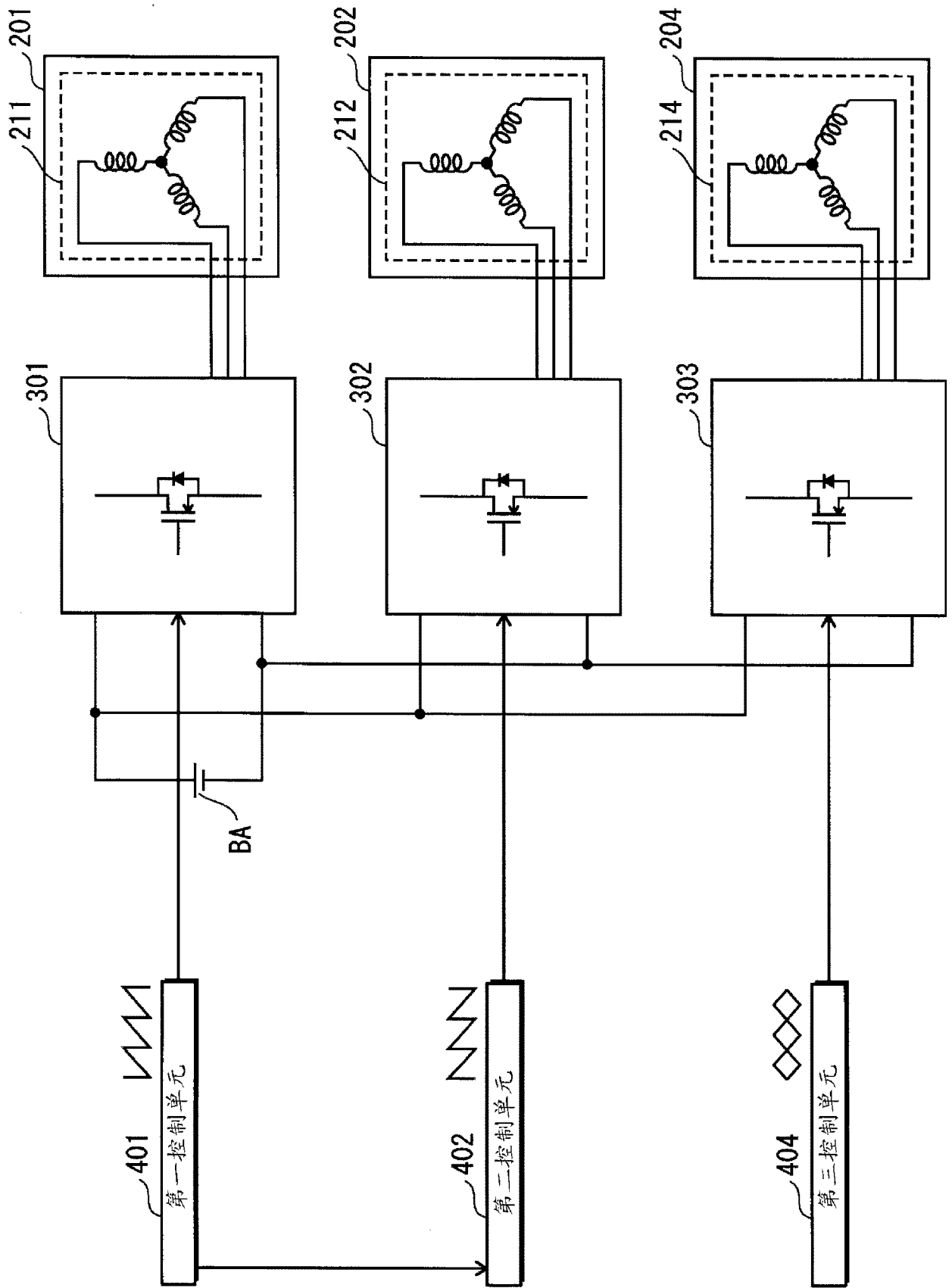


图 18

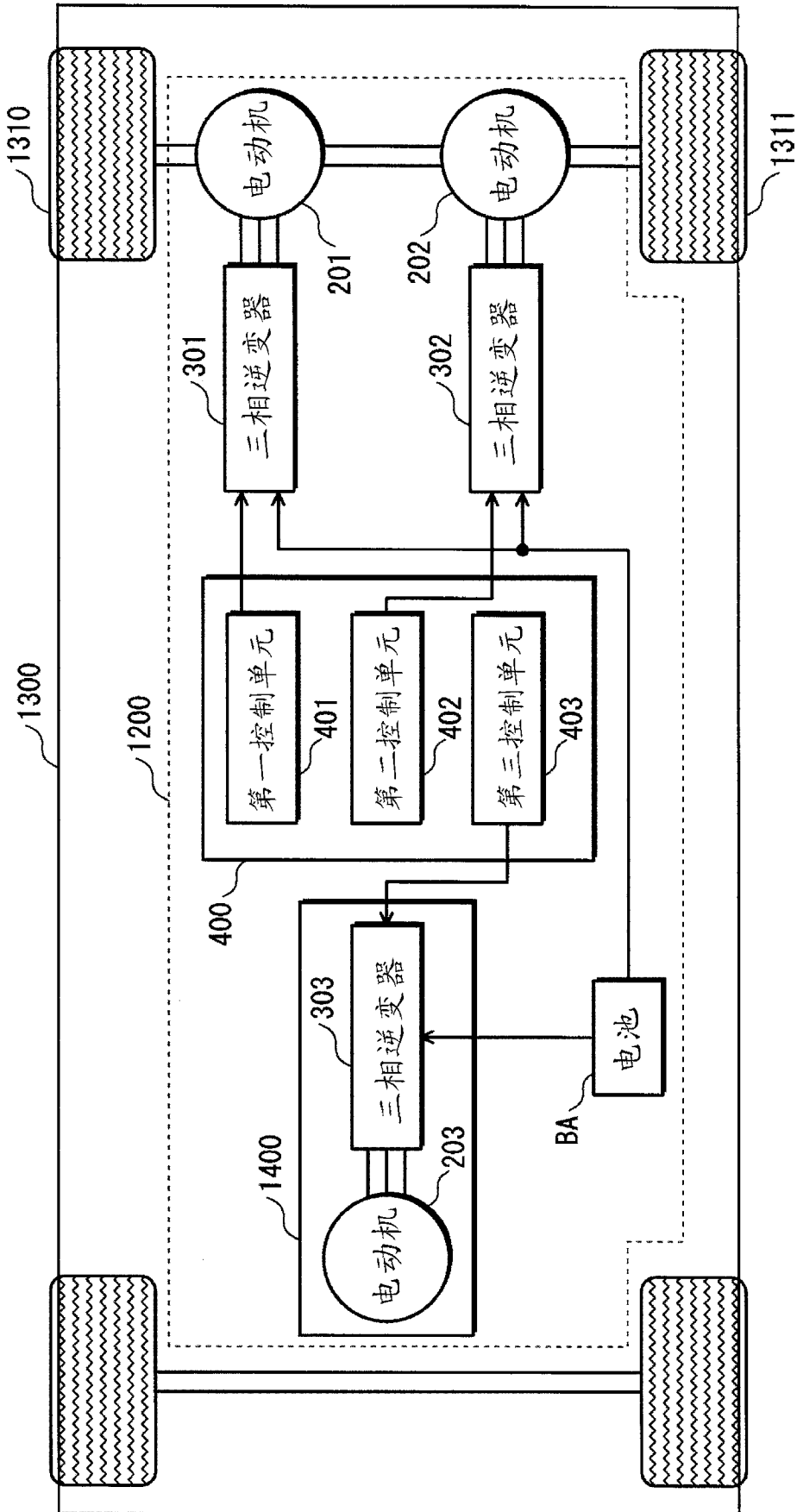


图 19