

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02K 1/06 (2006.01)

H02M 3/00 (2006.01)

H01M 10/14 (2006.01)

B62D 5/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510097087.X

[43] 公开日 2006 年 7 月 5 日

[11] 公开号 CN 1797902A

[22] 申请日 2005.12.28

[21] 申请号 200510097087.X

[30] 优先权

[32] 2004.12.28 [33] JP [31] 2004-378582

[71] 申请人 株式会社日立制作所

地址 日本东京都

[72] 发明人 本棒亨子 酒井政则 印南敏之
美留町光明 佐佐木昭二 北村正司
田岛文男 白川真司

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限公司
代理人 朱 丹

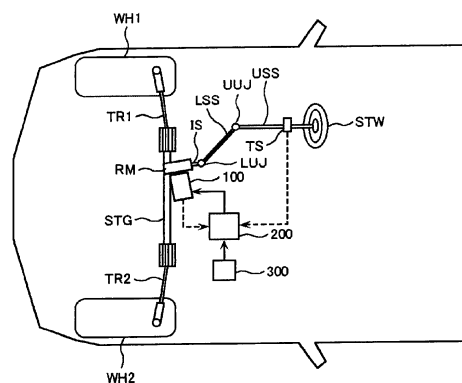
权利要求书 19 页 说明书 36 页 附图 23 页

[54] 发明名称

电动动力转向系统以及其所使用的电动机与
逆变装置

[57] 摘要

一种电动动力转向系统用电动机，以将薄板带状的正极板(21)与薄板带状的负极板(20)之间介有带状隔膜(22)之后对其卷绕所形成的极板组，浸渍在电解液中所形成的卷绕式铅电池作为电动动力转向系统的电源，电连接定子线圈(114)导入多相交流电的电缆(162)与定子线圈(114)的连线环(116)，使用板状导体。从而提供一种高性能且高可靠性的电动动力转向系统。



1. 一种电动动力转向用电动机，在这种以薄板带状的正极板与薄板
5 带状的负极板之间介有带状隔膜之后对其进行卷绕所形成的极板组，浸渍在电解液中的铅电池作为电源，从用来将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

定子；以及
10 与该定子间隔空隙相面对配置的转子，
上述定子具有：
定子铁心；以及
组装在该定子铁心中的多相定子线圈，
上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，
15 上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来；
上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多个相线圈每一相电连接起来的板状导体，
用于将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电
20 连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给上述定子线圈所对应的上述相线圈。

2. 如权利要求1所述的电动动力转向用电动机，其特征在于：

上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

25 3. 一种电动动力转向用电动机，在这种以薄板带状的正极板与薄板带状的负极板之间介有带状隔膜之后卷绕所形成的极板组，浸渍在电解液中的铅电池作为电源，从用来将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

30 定子；以及

与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

定子铁心；以及

组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

5 上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，

由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形
连线电连接起来而构成。

4. 一种电动动力转向用电动机，在这种以铅电池作为电源，该铅电
池中，构成浸渍在电解液中的螺旋状极板组的正极板的面积为1500～

10 15000cm²，将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的正极
板的每单位体积的面积为1700～17000cm²/dm³，自将该电源所得到的直
流电变换成多相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌
舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

定子；以及

15 与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

定子铁心；以及

组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，

20 上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴
向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来，

上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多
个相线圈每一相电连接起来的板状导体，

用来将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电
25 连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给上述定子线圈所对应的上述
相线圈。

5. 如权利要求4所述的电动动力转向用电动机，其特征在于：

上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈
组，通过三角形连线电连接起来而构成。

6. 一种电动动力转向用电动机，在这种以铅电池作为电源，该铅电池中，构成浸渍在电解液中的螺旋状极板组的正极板的面积为 $1500 \sim 15000\text{cm}^2$ ，将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的正极板的每单位体积的面积为 $1700 \sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ ，自将该电源所得到的直流电变换成多相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

定子；以及
与该定子间隔空隙相面对配置的转子，
上述定子具有：
10 定子铁心；以及
组装在该定子铁心中的多相定子线圈，
上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，
由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

- 15 7. 一种电动动力转向用电动机，在这种以具有浸渍在电解液中的螺旋状极板组，同时至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出比12V大的电压的铅电池作为电源，从用来将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

20 定子；以及
与该定子间隔空隙相面对配置的转子，
上述定子具有：
定子铁心；以及
组装在该定子铁心中的多相定子线圈，
25 上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，
上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来；
上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多个相线圈每一相电连接起来的板状导体，

用来将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给到上述定子线圈的对应上述相线圈。

8. 如权利要求7所述的电动动力转向用电动机，其特征在于：

5 上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

9. 一种电动动力转向用电动机，在这种以具有浸渍在电解液中的螺旋状极板组，同时至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出比12v大的电压的铅电池作为电源，从将从该电源所得到的直流电变换成多
10 相交流电的电力变换装置接收多相交流电的供给，输出掌舵用电动力的电动动力转向用电动机中，其特征在于，具有：

定子；以及

与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

15 定子铁心；以及

组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，

由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

20 10. 一种电动动力转向用逆变装置，在以将薄板带状的正极板与薄板带状的负极板之间介有带状隔膜之后卷绕所形成的极板组，浸渍在电解液中的铅电池作为电源，输出掌舵用电动力的电动机中，将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电并输出，驱动该电动机的这种电动动力转向用逆变装置中，其特征在于，具有：

25 具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块，

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

5 上述导体模块具有：

与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件，

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

10 上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

15 11. 一种电动动力转向用逆变装置，在以铅电池作为电源，该铅电池中，构成浸渍在电解液中的螺旋状极板组的正极板的面积为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ ，将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的正极板的每单位体积的面积为 $1700\sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ ，输出掌舵用电动力的电动机中，将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电并输出，驱动该电动机，

20 电动机的这种电动动力转向用逆变装置中，其特征在于，具有：

具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块，

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同

25 时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧，

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

30 上述导体模块具有：

- 与上述变换电路电连接的板状导体；以及
与该板状导体电连接的电路部件；
上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；
- 5 上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；
 包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时
 通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。
- 10 12. 一种电动动力转向用逆变装置，在以具有浸渍在电解液中的螺旋状极板组，同时至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出比12v大的电压的铅电池作为电源，输出掌舵用电动力的电动机中，将从该电源所得到的直流电变换成多相交流电并输出，驱动该电动机的这种电动动力转向用逆变装置中，其特征在于，具有：
- 15 具有半导体开关元件的功率模块；
 与该功率模块电连接的控制模块；以及
 与上述功率模块电连接的导体模块；
 上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，
- 20 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；
 上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；
 上述导体模块具有：
- 25 与上述变换电路电连接的板状导体；以及
 与该板状导体电连接的电路部件，
 上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；
 上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

5 13. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向
装置的电动机；

10 上述电动机具有：

定子；以及

与该定子间隔空隙相面对配置的转子；

上述定子具有：

定子铁心；以及

15 组装在该定子铁心中的多相定子线圈；

上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，

上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴
向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来，

20 上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多
个相线圈每一相电连接起来的板状导体，

用来将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电
连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给到上述定子线圈的对应上述
相线圈；

25 上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池，

上述极板组具有：

形成为薄板带状的正极板；

形成为薄板带状的负极板；以及

设置在上述正极板与上述负极板之间的带状隔膜，同时
卷绕成螺旋状。

30 14. 如权利要求13所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

15. 如权利要求13所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述逆变装置具有：

5 具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

10 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

15 与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

20 包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

16. 如权利要求15所述的电动动力转向系统，其特征在于：

25 上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

17. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及

从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电力输出给转向装置的电动机；

上述电动机具有：

定子；以及

5 与该定子间隔空隙相面对配置的转子；

上述定子具有：

定子铁心；以及

组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，

10 由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成；

上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池，

上述极板组具有：

形成为薄板带状的正极板；

15 形成为薄板带状的负极板；以及

设置在上述正极板与上述负极板之间的带状隔膜，同时卷绕成螺旋状。

18. 如权利要求17所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述逆变装置具有：

20 具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

25 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

30 与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

- 5 包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

19. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
10 直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电力输出给转向装置的电动机，

上述电动机具有：

- 15 定子；以及
与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

定子铁心；以及

组装在该定子铁心中的多相定子线圈；

- 20 上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，

上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来，

上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多个相线圈每一相电连接起来的板状导体，

- 25 用来将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给到上述定子线圈的对应上述相线圈；

上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；

上述极板组卷绕成螺旋状；

- 30 构成上述极板组的正极板的面积为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ ；

将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的上述正极板的每单位体积的面积为 $1700 \sim 17000 \text{cm}^2/\text{dm}^3$ 。

20. 如权利要求19所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

21. 如权利要求19所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述逆变装置具有：

具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

22. 如权利要求21所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来而构成。

23. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有

直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向
装置的电动机；

5 上述电动机具有：

定子；以及

与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

定子铁心；以及

10 组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，

由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形
连线电连接起来而构成；

上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；

15 上述极板组卷绕成螺旋状；

构成上述极板组的正极板的面积为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ ；

将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的上述正极板
的每单位体积的面积为 $1700\sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ 。

24. 如权利要求23所述的电动动力转向系统，其特征在于：

20 上述逆变装置具有：

具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

25 上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同
时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，
输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到
上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

30 上述导体模块具有：

- 与上述变换电路电连接的板状导体；以及
与该板状导体电连接的电路部件；
上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；
- 5 上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；
 包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时
 通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。
- 10 25. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
 直流电源；
 将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
 从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向装置的电动机；
- 15 上述电动机具有：
 定子；以及
 与该定子间隔空隙相面对配置的转子；
 上述定子具有：
 定子铁心；以及
- 20 组装在该定子铁心中的多相定子线圈；
 上述定子线圈，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成，
 上述多个相线圈的线材端部，从上述定子线圈的轴向一侧端部向轴向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来；
 上述连线部件，是与上述多个相线圈的线材端部相接合，将上述多
- 25 个相线圈每一相电连接起来的板状导体，
 用来将多相交流电导入给上述定子线圈的电缆，与上述定子线圈电连接，将上述电缆所供给的多相交流电供给到上述定子线圈的对应上述相线圈；
 上述直流电源是至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出
- 30 比12v大的电压的铅电池；

具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；
上述极板组卷绕成螺旋状。

26. 如权利要求25所述的电动动力转向系统，其特征在于：
上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈
5 组，通过三角形连线电连接起来而构成。

27. 如权利要求25所述的电动动力转向系统，其特征在于：
上述逆变装置具有：

具有半导体开关元件的功率模块；
与该功率模块电连接的控制模块；以及
10 与上述功率模块电连接的导体模块；
上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同
时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，
输出到电动机侧；

15 上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到
上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：
与上述变换电路电连接的板状导体；以及
与该板状导体电连接的电路部件；

20 上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电
路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述
板状导体的端子；同时

25 通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连
接。

28. 如权利要求27所述的电动动力转向系统，其特征在于：
上述定子线圈，由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈
组，通过三角形连线电连接起来而构成。

30 29. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有

直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向
装置的电动机；

5 上述电动机具有：

定子；以及

与该定子间隔空隙相面对配置的转子，

上述定子具有：

定子铁心；以及

10 组装在该定子铁心中的多相定子线圈，

上述定子线圈，是由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成的，

由上述多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形
连线电连接起来而构成；

上述直流电源是至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出
15 比12v大的电压的铅电池；

具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；

上述极板组卷绕成螺旋状。

30. 如权利要求29所述的电动动力转向系统，其特征在于：

上述逆变装置具有：

20 具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同
时，

25 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，
输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到
上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

30 与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

- 5 包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接。

31. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
10 直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向装置的电动机；

上述逆变装置具有：

- 15 具有半导体开关元件的功率模块；
与该功率模块电连接的控制模块；以及
与上述功率模块电连接的导体模块；

上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

- 20 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

- 25 与上述变换电路电连接的板状导体；以及
与该板状导体电连接的电路部件；

上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接；

- 5 上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；
 上述极板组具有：

形成为薄板带状的正极板；

形成为薄板带状的负极板；以及

设置在上述正极板与上述负极板之间的带状隔膜；同时

- 10 卷绕成螺旋状。

32. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有
直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及
从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动力输出给转向

- 15 装置的电动机；

 上述逆变装置具有：

具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

- 20 上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同
 时，

 将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，
 输出到电动机侧；

- 上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到
25 上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

 上述导体模块具有：

与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

- 上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电
30 路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

5 通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接；

上述直流电源是铅电池，具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；

上述极板组卷绕成螺旋状；

构成上述极板组的正极板的面积为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ ；

10 将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的上述正极板的每单位体积的面积为 $1700\sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ 。

33. 一种电动动力转向系统，其特征在于，具有

直流电源；

将该直流电源所供给的直流电变换成多相交流电的逆变装置；以及

15 从该逆变装置接收多相交流电的供给，将掌舵用电动动力输出给转向装置的电动机；

上述逆变装置具有：

具有半导体开关元件的功率模块；

与该功率模块电连接的控制模块；以及

与上述功率模块电连接的导体模块；

20 上述功率模块具有由上述半导体开关元件所构成的变换电路，同时，

将从电源侧所供给的直流电通过上述变换电路变换成多相交流电，输出到电动机侧；

25 上述控制模块，将用来驱动上述半导体开关元件的控制信号供给到上述功率模块，控制上述变换电路的动作；

上述导体模块具有：

与上述变换电路电连接的板状导体；以及

与该板状导体电连接的电路部件；

30 上述板状导体，形成有将电源侧所供给的直流电导入给上述变换电路的电路；

上述电路部件中，至少包含有滤波器以及电容器；

包含有上述滤波器以及电容器的上述电路部件，具有用来连接上述板状导体的端子；同时

5 通过将上述端子焊接接合在上述板状导体上，与上述板状导体电连接；

上述直流电源是至少在瞬时输出100A的电流的情况下，也能够输出比12v大的电压的铅电池；

具有将极板组浸渍在电解液中的单电池；

上述极板组卷绕成螺旋状。

电动动力转向系统以及其所使用的电动机与逆变装置

5

技术领域

本发明涉及一种以卷绕式铅电池为电源的电动动力转向系统以及其所使用的电动机与逆变装置。

10 背景技术

关于电动动力转向系统的背景技术，公知的例如有专利文献1至3中所述的装置。专利文献1以及2中，描述了一种用三相交流电驱动的电动动力转向用电动机。专利文献3中，描述了一种具有由三相交流电所驱动的电动机以及对其进行控制的控制装置的电动动力转向系统。

15 另外，卷绕式铅电池的相关背景技术，公知的例如如专利文献4以及5中所述。

【专利文献1】特开2001—275325号公报；

【专利文献2】特开2003—250254号公报；

【专利文献3】特开2003—267233号公报；

20 【专利文献4】特开2004—178831号公报；

【专利文献5】特开2004—207127号公报。

近年来，电动动力转向系统，将构成14v类车载电源的铅电池作为电源，通过逆变装置将从该电源所得到的直流电能变换成交流电能，通过该交流电能驱动交流电动机，得到掌舵用电动力的交流驱动方式逐渐变
25 成主流。

另一方面，电动动力转向系统中，为了能够广泛应用于轻型车辆与重型车辆，需要高输出化。迄今为止，从电动机直接输出掌舵力这种类型一般应用于较小型的轻型车辆，而较大型的重型车一般使用油压类型。但是，油压类型较为大型且构造复杂，同时比从电动机直接输出掌

舵力的类型价格高。因此，要求电动动力转向系统高输出化，使得能够从电动机直接输出与以前的油压类型相等或相近的掌舵力。

但是，在以一般在汽车中所安装的铅电池，也即构成上述14v类车载电源的铅电池，在将正极板与负极板以及设置在它们中间的隔膜层叠若干层所得到的极板组浸泡在电解液中的铅电池，作为电源的电动动力转向系统中，铅电池的性能上，用来从电动机输出与以前的油压类型相等或与其相近的掌舵力所需要的电功率，无法从电源得到。为了高输出化，需要电源大容量化。

另外，电动动力转向系统中，在车辆停止的状态下进行方向盘操作时或在车辆非常缓慢行驶的状态下操作方向盘时，需要产生比较大的掌舵力。此时，电动动力转向系统中瞬时流通较大的电流。

但是，在所述的以铅电池为电源的电动动力转向系统中，如果瞬时流通的电流过大，由于铅电池的容量比车辆行驶中的铅电池的容量低，因此从电源所获取的电功率下降，从电动机所输出的掌舵力降低到必需的掌舵力以下。即使瞬时流通较大的电流，为了输出必要的掌舵力，也需要电源的大容量化。

另外，电动动力转向系统中，伴随着电源的大容量化，电动机以及逆变装置中所流动的电流，变得比前述的以蓄电池为电源时的电动机以及逆变装置中所流动的电流大。因此，电动动力转向系统中，伴随着电源的大容量化，需要让电动机以及逆变装置采取对应于大电流的构造。

发明内容

本发明能够提供一种即使在从电源侧向执行机构侧瞬时流动较大的电流的情况下，也能够从电源侧向执行机构侧稳定供给驱动电流，抑制系统输出的下降，且能够抑制与从电源侧向执行机构侧的瞬时流动的较大的电流相对应的执行机构侧的可靠性的下降的电动动力转向系统。

另外，本发明提供一种能够实现系统的高输出化，且能够抑制伴随着高输出化的电流增加所对应的执行机构侧的可靠性的下降的电动动力转向系统。

另外，本发明提供一种即使在将能够高输出的卷绕式铅电池作为电动动力转向系统的电源，从电源侧向电动动力转向系统的执行机构侧供给较大的电流的情况下，也能够抑制损耗降低，高效输出较大的舵力的电动动力转向系统用电动机。

- 5 另外，本发明提供一种即使在将能够高输出的卷绕式铅电池作为电动动力转向系统的电源，从电源侧向电动动力转向系统的执行机构侧供给较大的电流的情况下，也能够确保导体之间的电连接部的可靠性的电动动力转向系统用逆变装置。

- 10 本发明的特征在于，将以下所示的卷绕式铅电池作为电动动力转向系统的电源，将以下所示的电动机或逆变装置作为电动动力转向系统用电动机或逆变装置。

- 15 卷绕式铅电池，将薄板带状的正极板与薄板带状的负极板之间介有带状隔膜之后卷绕所形成的极板组，浸渍在电解液中。构成极板组的正极板的面积为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ 。另外，将电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下的正极板的每单位体积的面积为 $1700\sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ 。该卷绕式铅电池中，在电动动力转向系统的执行机构侧（电动机以及逆变装置侧）中瞬时流通至少100A的电流的情况下，也能够输出比12V大的电压。

- 20 电动机中，由线材多次缠绕所形成的多个相线圈构成定子线圈。多个相线圈的线材端部，从定子线圈的轴向一侧端部向轴向外侧突出，每一相分别由连线部件电连接起来。连线部件是与多个相线圈电连接的板状导体，用来将多相交流电导入给定子线圈的电缆，与定子线圈电连接，将电缆所供给的多相交流电供给到定子线圈的对应相线圈。

- 25 另外，另一种电动机中，多个相线圈每一相电连接而成的多个相线圈组，通过三角形连线电连接起来，构成定子线圈。该构成可以与上述电动机组合。

 逆变装置，具有与功率模块电连接的导体模块。导体模块，具有与半导体开关元件所构成的变换电路电连接的板状导体。板状导体形成有将电源侧所供给的直流电能导入给变换电路的电路。板状导体与至少包

含有滤波器以及电容器的电路部件电连接。电路部件具有板状导体连接用端子。电路部件的端子用焊接接合在板状导体中。

根据以上所说明的本发明，即使在从电源侧向执行机构侧瞬时流通大电流的情况下，也能够从电源侧向执行机构侧稳定供给驱动电能，抑制系统输出的降低，且能够抑制对应从电源侧向执行机构侧瞬时流通大电流的执行机构侧可靠性的降低，因此能够提供一种高性能且可靠性高的电动动力转向系统。

另外，根据本发明，能够实现系统的高输出化，且能够抑制伴随着高输出化的电流增加所对应的执行机构侧的可靠性的下降，因此能够提供一种高性能且可靠性高的电动动力转向系统。

另外，根据本发明，即使在将能够高输出的卷绕式铅电池用作电动动力转向系统的电源，从电源侧向电动动力转向系统的执行机构侧供给较大的电流的情况下，也能够抑制损耗降低，高效输出较大的掌舵力，因此能够提供一种适用于高输出的电动动力转向系统且可靠性高的电动机。

另外，根据本发明，即使在将能够高输出的卷绕式铅电池作为电动动力转向系统的电源，从电源侧向电动动力转向系统的执行机构侧供给较大的电流的情况下，也能够确保导体之间的电连接部的可靠性，因此能够提供一种适用于高输出的电动动力转向系统且可靠性高的电动机。

20

附图说明

图1为说明用作本发明的实施例的电动动力转向系统的电源的铅蓄电池的单电池内部结构的部分剖视图。

图2为说明安装有图1的圆柱状单电池的铅蓄电池的外观结构的立体图。

图3为说明安装有方形单电池的铅蓄电池的外观结构的立体图。

图4为说明安装有多个圆柱状单电池的铅蓄电池的外观结构的立体图。

图5为将本发明的实施例的卷绕式铅蓄电池的特性，与比较例的层叠式铅蓄电池的特性进行比较，为说明在周围温度为 -30° 的条件下，使

30

用本发明的实施例的卷绕式铅蓄电池的特性与比较例的层叠式铅蓄电池，驱动电动动力转向用电动机时的电动动力转向用电动机的转数—转矩特性的特性图。

图6为说明本发明的实施例的卷绕式铅蓄电池的端子电压（电池电压），与卷绕式铅蓄电池中所流动的充电电流以及从卷绕式铅蓄电池所流出的放电电流对应时间的变化的特性图。

图7为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的构成的剖视图。

图8为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的构成的剖视图，（A）为图7的A—A处箭头方向剖视图，（B）为（A）的P部放大剖视图。

图9为说明交流电动机中的转子的极数P与定子的槽数S之间的关系的说明图。

图10为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的齿槽转矩的实测值的测定图，（A）为说明对角度（机械角）为 $0\sim 360^\circ$ 范围所测定的齿槽转矩（mNm）的测定图，（B）为说明将（A）中所示的齿槽转矩的高次谐波成分在各个时间次数中分别分离时的幅度值（mNm）的测定图。

图11为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的定子线圈的连线关系的连线图。

图12为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的定子线圈的连线状态的侧视图。

图13为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电动机的另一构成的图，为相当于图7的A—A处箭头方向剖面的剖视图。

图14为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的构成的分解立体图。

图15为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的构成的图，为说明功率模块与导体模块安装在外壳中，且控制模块尚未安装的状态的立体图。

图16为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的导体模块的构成的图，为说明从底面侧所看到的状态的立体图。

图17为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的构成的图，为图15的X1-X1处箭头方向剖视图。

图18为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的构成的图，为说明功率模块与导体模块之间的连接部的详细构造的剖视图。

图19为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的构成的图，为说明功率模块与控制模块之间的基于引线框的连接部的详细构造的剖视图。

图20为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的电路结构的电路图。

图21为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的控制装置的另一构成的立体图。

图22为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统中所使用的电源以及执行机构的电路结构的电路图。

图23为说明作为本发明的实施例的电动动力转向系统的系统构成的俯视图。

图24为说明作为比较例的层叠式铅蓄电池的内部结构的部分剖面立体图。

图25为说明作为比较例的层叠式铅蓄电池的端子电压（电池电压），与层叠式铅蓄电池中所流动的充电电流以及从层叠式铅蓄电池所流出的放电电流对应时间的变化的特性图。

图中：20—负极板，21—正极板，22—隔膜，100—电动动力转向用电动机，110—定子，112—定子铁心，114—定子线圈，116—连线环，200—控制装置，210—功率模块，220—控制模块，230—导体模块，300—电池。

30 具体实施方式

下面对照图1至图23，对本发明的实施例进行说明。

首先，对照图23，对本实施例的电动动力转向系统的概要结构进行说明。

图23示出了本实施例的电动动力转向系统的系统结构。

5 本实施例的电动动力转向系统（以下称作“EPS系统”）是小齿轮（pinion）式EPS系统（以下称作“P—EPS系统”），是一种通过设置在转向齿轮STG附近的电动动力转向用电动机100（以下称作“EPS电动机100”）来辅助小齿轮的方式的转向系统。

另外，EPS系统中，还有通过设置在换向柱（column）附近的EPS电动机来辅助换向柱的换向柱式EPS系统，以及通过设置在转向齿轮附近的EPS电动机来辅助齿条的齿条交叉（cross）式EPS系统。本实施例的P—EPS系统的电源以及执行机构构成，也能够适用于这些EPS系统。

10 驾驶者旋转方向盘STW之后，其主掌舵力（旋转力），经上部转向轴USS、上部万向联轴器UUJ、下部转向轴LSS、以及下部万向联轴器LUJ，传递给转向齿轮STG。另外，转向齿轮STG中，被传递了从EPS电动机100所输出的辅助掌舵力（旋转力）。

转向齿轮STG，是将所输入的主掌舵力（旋转力）与辅助掌舵力（旋转力），变换成直线的往返力，传递给左右拉杆TR1、TR2的机构，由齿条（图示省略）所形成的齿条轴（图示省略），以及小齿轮（图示省略）所形成的小齿轮轴（图示省略）构成。齿条齿轮与小齿轮在动力变换部PT中啮合，这里，旋转力被变换成直线往返力。主掌舵力经动力变换部PT的输入轴IS，传递给小齿轮轴。辅助掌舵力经动力变换部PTM的减速机构（图示省略）传递给小齿轮轴。

25 在转向齿轮STG中被变换成直线往返力的掌舵力，传递给与齿条轴相联结的连杆TR1、TR2，从连杆TR1、TR2传递给左右车轮WH1、WH2。通过这样，控制左右车轮WH1、WH2的方向。

上部转向轴USS中设有转矩传感器TS。转矩传感器TS用来检测出加载给方向盘STW的掌舵力（旋转转矩）。

EPS电动机100由控制装置200进行控制。EPS电动机100与控制装置200构成EPS系统的执行机构。EPS系统将车载用电池300用作电源。控制

装置200是逆变装置，根据转矩传感器TS的输出，为了让EPS电动机100的输出转矩变为目标转矩，而将电池300所供给的直流电变换成多相交流电，供给到EPS电动机100。

5 接下来，对照图22，对本实施例的EPS系统中所使用的电源以及执行机构的电连接关系进行说明。

图22中示出了本实施例的EPS系统中所使用的电源以及执行机构的电路结构。

控制装置200，具有构成逆变器主电路（变换电路）的功率模块210，与控制功率模块210的功率半导体开关元件的导通/断开动作（开关动作）的控制模块220。功率模块210的逆变器主电路，由6个功率半导体开关元件桥接构成的3相桥接电路构成。功率模块210的逆变器主电路的输入侧（直流侧）电连接有电池300，输出侧（交流侧）电连接有EPS电动机100的定子线圈114。功率模块210的6个功率半导体开关元件各自的开关由控制模块220进行控制，通过这样，从电池300输出的直流电，在功率模块210的逆变器主电路中被变换成3相交流电，供给到EPS电动机100的定子线圈114。

控制模块220，构成生成用来控制功率半导体开关元件的导通/断开动作（开关动作）的控制信号，并将该控制信号输出给功率模块210的驱动电路（图示省略）的控制部。控制模块220中，作为输入参数被输入了由转矩传感器TS所检测出的方向盘STW的转矩检测值 T_f 、由编码器E所检测出的转子130的旋转速度检测值 ω_f 以及由旋转变压器156所检测出的转子130的磁极位置检测值 θ_m 。

转矩检测值 T_f 与转矩指令值 T_s 一起输入给转矩控制电路221。转矩控制电路221根据转矩检测值 T_f 与转矩指令值 T_s 计算出转矩目标值 T_e ，通过该所检测出的转矩目标值 T_e 的比例积分等，输出电流指令值 I_s 以及旋转角 θ_1 。旋转角 θ_1 与旋转速度检测值 ω_f 一起输入给移相电路222。移相电路222根据旋转速度检测值 ω_f 计算出转子130的旋转角 θ_a ，根据旋转角 θ_1 对该所检测出的旋转角 θ_a 进行移相并输出。旋转角 θ_a 与磁极位置检测值 θ_m 一起输入给正弦波·余弦波发生电路223。正弦波·余弦波发生电路223，产生根据旋转角 θ_a 以及磁极位置检测值 θ_m ，将定子线圈

114的各个线圈（这里为3相）的激励电压进行移相所得到的正弦波基本波形（驱动电流波形）值 I_{av} 并输出。另外，上述移相量也可以为0。

正弦波基本波形（驱动电流波形）值 I_{av} ，与电流指令值 I_s 一起输入给2相—3相变换电路224。2相—3相变换电路224，根据正弦波基本波形（驱动电流波形）值 I_{av} 以及电流指令 I_s ，输出对应于各相的电流指令 I_{sa} 、 I_{sb} 、 I_{sc} 。控制模块220具有各相独立的电流控制系统225A、225B、225C。各相电流控制系统225A、225B、225C，被输入对应相的电流指令 I_{sa} 、 I_{sb} 、 I_{sc} ，以及对应相的电流检测值 I_{fa} 、 I_{fb} 、 I_{fc} 。电流检测值 I_{fa} 、 I_{fb} 、 I_{fc} 是由电流检测器CT所检测出来的，是从功率模块210的变换电路供给到各相的定子线圈114的相电流。各相的电流控制系统225A、225B、225C，根据对应相的电流指令 I_{sa} 、 I_{sb} 、 I_{sc} ，与对应相的电流检测值 I_{fa} 、 I_{fb} 、 I_{fc} ，输出用来控制对应相的功率半导体开关元件的开关动作的控制信号。各相的控制信号，输入给功率模块210的对应相的驱动电路（图示省略）。

功率模块210的各相的驱动电路（图示省略），根据对应相的控制信号，输出用来控制对应相的功率半导体开关元件的开关动作的驱动信号。各相的驱动信号，输入给对应相的功率半导体开关元件。如果功率半导体开关元件进行开关动作，便将电池300所供给的直流电变换成交流电，供给EPS电动机100的定子线圈114。此时，供给到定子线圈114的各相电流的合成电流，总是形成在与磁场磁通量成直角或移相了的位置上。通过这样，EPS电动机100产生对应于转子130的旋转位置的旋转磁场，让电动机130旋转。

接下来，对照图1至图6，对本实施例的EPS系统中所使用的电源进行详细说明。

图1中示出了用作本实施例的EPS系统的电源的铅蓄电池的单电池的内部结构。图2中示出了安装有单电池的铅蓄电池的外观结构。

本实施例中，使用卷绕式铅蓄电池作为铅蓄电池。本实施例的卷绕式铅蓄电池的单电池如下进行制作。通过这样，能够得到如图1所示结构的单电池40。

将负极板20与正极板21介有厚0.35mm的隔膜22缠绕成圆形螺旋状，在45℃的温度，93%的湿度下放置16小时熟化之后，在110℃的温度下放置1小时进行干燥。之后，将同极性的10根极板边缘23之间通过带子24连接起来，将各个极的带子24焊到负极端子25与正极端子26上制造缠绕组。接下来，将该缠绕组安装在圆柱形电槽27内，在电槽27的上部覆盖盖子28进行焊接，之后从注液孔29注入比重为1.2（20℃）的稀硫酸电解液，制作未化学反应的单电池40。之后，将该单电池40以9A化学反应20小时之后，添加比重为1.4（20℃）的稀硫酸溶液，从而调整为比重1.3（20℃）浓度的硫酸电解液。最后，安装安全阀30得到圆柱形的单电池40。

未化学反应的负极板20，通过制作由厚0.2mm的Pb中含有2.2质量%的Sn的合金箔所形成的负极集电体，在其内外侧涂布负极活性物质膏状物45g，将其成型为0.8mm而得到。

这里，负极集电体，是将Pb中含有2.2质量%的Sn的合金融解之后，进行冷轧所得到的厚0.25mm的轧制薄板。

负极活性物质膏状物，是在将木质素0.3质量%、硫酸钡或硫酸锶0.2质量%、碳粉0.1质量%，剩下的全部为铅粉，在搅拌机中搅拌约10分钟所得到的混合物中，加入12质量%的水，进一步再在该搅拌之后的铅粉中，加入13质量%的比重为1.24的20℃的稀硫酸，进行搅拌所得到的。

未化学反应的正极板21，通过制作由厚0.25mm的Pb—2.2Sn合金的箔所形成的正极集电体，在其内外侧涂布正极活性物质膏状物45g，将其成型为0.8mm而得到。

这里，正极集电体，是将Pb中含有2.2质量%的Sn的合金融解之后，进行冷轧所得到的厚0.25mm的轧制薄板。

正极活性物质膏状物，与负极活性物质膏状物一样，是在将木质素0.3质量%、硫酸钡或硫酸锶0.2质量%、碳粉0.1质量%，剩下的全部为铅粉，在搅拌机中搅拌约10分钟所得到的混合物中，加入12质量%的水，进一步再在该搅拌之后的铅粉中，加入13质量%的比重为1.24的20℃的稀硫酸，进行搅拌所得到的。

圆柱形单电池40，如图2所示，存放在棱柱形或方形（立方体状）的外装容器45内。正极端子26以及负极端子25从外装容器45的上面向上方突出。

单电池40的正极板21的面积，形成为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ 的大小。

- 5 另外，图1以及图2中示出了单电池40成形为圆柱形的例子，但也可以是图3所示的形状。

图3中示出了安装有方形单电池的铅蓄电池的外观结构。

- 图3中所示的单电池50，电槽27为棱柱形或方形（立方体），将负极板与正极板介有隔膜缠绕成矩形（方向）螺旋状，使得电极组遵循电槽
10 27的形状。单电池50存放在棱柱形或方形（立方体）的外装容器55内。正极端子51以及负极端子52从外装容器55的上面向上方突出。

图3中所示的铅蓄电池，与图2中所示的铅蓄电池相比，能够减小单电池与外装容器之间的无效空间，从而更有效率。

单电池50的正极板的面积，形成为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ 的大小。

- 15 另外，图1以及图2中，示出了将1个圆柱形单电池40存放在1个外装容器55中的例子，但也可以如图4所示，将多个单电池60存放在1个外装容器55中。

图4中示出了安装有多个圆柱形单电池的铅蓄电池的外观结构。

图4中所示的单电池60的结构与图1中所示的单电池40的结构相同。

- 20 本实施例中，6个单电池60通过连接端子63串联电连接，存放在棱柱形或方形（立方体）的外装容器65内。位于一方电端部的单电池60的正极端子61，与位于另一方电端部的单电池60的负极端子62从外装容器65的上面向上方突出。

- 25 这样所构成的铅蓄电池中，设计容量为 $24\sim 34\text{Ah}$ ，平均放电电压为12V。

另外，图4中所示的铅蓄电池的最大外形尺寸，在作为立方体进行估算的情况下，电池容积为 5.4dm^3 （与比较例的铅蓄电池的电池型号38B19容积相同）。

- 30 另外，各个单电池60的正极板的面积，形成为 $1500\sim 15000\text{cm}^2$ 的大小。

另外，在图4所示的铅蓄电池的最大外形尺寸作为立方体进行估算的情况下，铅蓄电池的每单位体积的正极面积，为 $1700\sim 17000\text{cm}^2/\text{dm}^3$ 。

图5中将图4所示的本实施例的铅蓄电池的特性，与比较例的铅蓄电池的特性进行比较，示出了在周围温度为 -30°C 的条件下，将使用本实施例的铅蓄电池与比较例的铅蓄电池驱动EPS电动机100时的EPS电动机100的转数—转矩特性。

在使用图5说明铅蓄电池的特性之前，首先对比较例的铅蓄电池进行说明。

图24中示出了比较例的铅蓄电池的构成。

10 比较例的铅蓄电池，是以前作为构成机动车的14v类车载电源的车载电池而安装在机动车中的层叠式铅蓄电池（输出电压12v），通过如下进行制作而得到。

将5张负极板1000与4张正极板1010，介有厚1.5mm的聚乙烯制成的隔膜1020进行层叠，将同极性的极板之间通过带子1030连接起来，制作极板组1100。进而，将6个极板组1100在电槽1060内串联，进行设置之后，注入比重为1.05（ 20°C ）的稀硫酸电解液，制作未化学反应电池。之后，将其以9A化学反应20小时之后，添加比重为1.4（ 20°C ）的稀硫酸溶液，从而调整为比重1.3（ 20°C ）浓度的硫酸电解液。最后，焊接正极端子1050与负极端子1040，通过盖子1070进行密封，得到层叠型电池。

20 未化学反应的负极板1000，通过在厚1mm的负极集电体中填充负极活性物质膏状物45g，在 45°C 的温度，93%的湿度下放置16小时进行熟化之后，在 110°C 的温度下放置1小时进行干燥，将其成型为1.3mm而得到。

25 这里，负极集电体，是将Pb中含有1质量%的Sn、0.2质量%的Ca的合金融解之后，进行冷轧制作轧制薄板，在厚1mm的负极集电体中进行扩张加工所得到的。

负极活性物质膏状物，是在将木质素0.3质量%、硫酸钡或硫酸锶0.2质量%、碳粉0.1质量%，剩下的全部为铅粉，在搅拌机中搅拌约10分钟所得到的混合物中，加入12质量%的水，进一步再在该搅拌之后的铅粉中，加入13质量%的比重为1.24的 20°C 的稀硫酸，进行搅拌所得到的。

正极板1010, 通过在厚1mm的由Pb中含有1质量%的Sn的合金所形成的正极集电体中填充正极活性物质膏状物45g, 在45℃的温度, 93%的湿度下放置16小时进行熟化之后, 在110℃的温度下放置1小时进行干燥, 将其成型为1.6mm而得到。

- 5 这里, 正极集电体, 是将Pb中含有1质量%的Sn、0.7质量%的Ca的合金融解之后, 进行冷轧制作轧制薄板, 在厚1mm的正极集电体中进行扩张加工所得到的。

- 10 正极活性物质膏状物, 是在将木质素0.3质量%、硫酸钡或硫酸锶0.2质量%、碳粉0.1质量%, 剩下的全部为铅粉, 在搅拌机中搅拌约10分钟所得到的混合物中, 加入12质量%的水, 进一步再在该搅拌之后的铅粉中, 加入13质量%的比重为1.24的20℃的稀硫酸, 进行搅拌所得到的。

比较例的铅蓄电池的设计容量为28Ah, 平均放电电压为12V。

另外, 比较例的铅蓄电池的电池型号为38B19, 电池容积为5.4dm³。

- 15 另外, 比较例的铅蓄电池的电池总面积为5400cm², 方形电池的每单位体积的正极面积为1000cm²/dm³, 每个单电池的正极面积为900cm²。

- 图5中, (A)的特性为每个单电池的正极面积为1500cm², 铅蓄电池的每单位体积的正极面积为1700cm²/dm³的本实施例的卷绕式铅蓄电池的实测值。(B)的特性为每个单电池的正极面积为15000cm², 铅蓄电池的每单位体积的正极面积为17000cm²/dm³的本实施例的卷绕式铅蓄电池的实测值。(C)的特性为每个单电池的正极面积为900cm², 铅蓄电池的每单位体积的正极面积为1000cm²/dm³的本实施例的层叠式铅蓄电池的实测值。

- 25 从图5可以得知, (A) (B)的本实施例的卷绕式铅蓄电池, 与(C)的比较例的层叠式铅蓄电池相比, 同转矩中的EPS电动机100的转数, 以及同转数中的EPS电动机100的转矩增大。所以, 通过将本实施例的卷绕式铅蓄电池用作EPS系统的电源, 能够实现EPS系统的高输出化。

进一步, 对照图6以及图25, 将本实施例的铅蓄电池的特性与比较例的铅蓄电池的特性进行比较。

图6以及图25，示出了铅蓄电池的端子电压（电池电压）、流入到铅蓄电池中的充电电流以及从铅蓄电池流出的放电电流对应时间的变化特性。

EPS电动机100，如前所述，由车载电源的供电进行驱动。在将作为
5 以前的铅蓄电池的比较例的层叠式铅蓄电池用作车载电源的情况下，车载电源的输出电压较低的情况较多。车载电源的端子之间，电连接有构成逆变装置200的变换电路的功率半导体开关元件、EPS电动机100、以及其他与电流供给电路的连接机构等价电连接的串联电路，该串联电路的各个电路构成元件的端子电压的合计变为车载电源的端子间电压。因此，用来给EPS电动机100供电的EPS电动机100的端子电压降低。

EPS电动机100中需要较大的转矩。这是为了即使例如在车辆的行驶停止状态或接近行驶停止的运行状态下迅速旋转方向盘（方向盘）的情况下，也能够克服掌舵车轮与地面之间的摩擦阻力，对车轮车辆进行掌舵。在以AC100V作为电源的交流伺服电动机输出必要转矩的情况下，电
15 动机电流可以在5A左右。但是，在使用比较例的层叠式铅蓄电池，以DC14V的直流电直流—交流变换而成的14V的交流电驱动交流电动机的情况下，为了以相同程度的体积，输出相同程度的转矩，电动机电流需要为70A~100A。

这里，在将处于预充电状态（state of charge, SOC）为70%的状态的
20 本实施例的卷绕式铅蓄电池，与处于同样状态的比较例的层叠式铅蓄电池，作为前述的图23所示的EPS系统的电源安装在车辆中的情况下，各个铅蓄电池的端子电压（电池电压）、流入到铅蓄电池中的充电电流以及从铅蓄电池流出的放电电流对应时间的变化特性，如图6以及图25所示。

25 发动机例如由通常所使用的起动电动机起动。在发动机的起动开始时，接通发动机点起动键之后，起动电动机供电，发动机旋转。此时，卷绕式铅蓄电池与层叠式铅蓄电池均向起动电动机瞬时供给大电流，因此电池电压瞬间降低到11V以下。

发动机发动之后，卷绕式铅蓄电池与层叠式铅蓄电池由交流发
30 动机开始充电。此时，卷绕式铅蓄电池的电池电压与层叠式铅蓄电池的电

池电压，均被以例如14V的一定电压进行充电。另外，充电电流因交流发电机的转数而变化。

5 这里，比较例的层叠式铅蓄电池中，与本实施例的卷绕式铅蓄电池相比，充电接纳能力较低，因此在充电开始数秒后电池电压达到14V的上限电压，充电电流衰减。层叠式铅蓄电池中，交流发电机所发的电与其说是对层叠式铅蓄电池进行充电，倒不如说作为热被消耗掉了，因此可以说充电效率（蓄电池的充电量比发电机的发电量的比率）较低。此时，层叠式铅蓄电池中所充的电量，相当于图25中所示的斜线b的面积。

10 另外，本实施例的卷绕式铅蓄电池，与比较例的层叠式铅蓄电池相比，充电接纳能力较高，因此在充电开始后能够以大电流进行充电。卷绕式铅蓄电池中，在电池电压达到14V的上限电压之前，交流发电机的所发的电全部消耗在卷绕式铅蓄电池的充电中，因此可以说充电效率（蓄电池的充电量比发电机的发电量的比率）较高。从充电开始经过
15 了7秒以上的时间后，卷绕式铅蓄电池的电池电压达到14V的上限电压，充电电流开始衰减。此时，卷绕式铅蓄电池中所充的电量，相当于图6中所示的斜线a的面积，比比较例的层叠式铅蓄电池的图25的斜线b的面积大。

在发动机起动后经过10秒之后，进行转向操作。如果在车辆的行驶
20 停止状态下迅速旋转方向盘（方向盘），EPS电动机100便克服掌舵车轮与地面之间的摩擦阻力，输出用来对掌舵车轮进行掌舵的大转矩。此时，从卷绕式铅蓄电池与层叠式铅蓄电池向执行机构侧瞬间供给100A以上的电流。之后，从卷绕式铅蓄电池与层叠式铅蓄电池向执行机构侧所供给的电流，随着车轮的行驶而降低。

25 这里，比较例的层叠式铅蓄电池中，与本实施例的卷绕式铅蓄电池相比其输出性能较低，因此在点Ⅲ的时刻，电池电压大幅下降到11V以下。再次由交流发电机对层叠式铅蓄电池进行充电之后，如果在接近行驶停止的缓慢运行的状态下驱动EPS电动机100，在点Ⅳ的时刻，电池电压与点Ⅲ时的相同，大幅降低到11V以上。所以，比较例的层叠式铅
30 蓄电池无法抑制EPS电动机100的端子电压下降。

另外，本实施例的卷绕式铅蓄电池中，与比较例的层叠式铅蓄电池相比输出性能为其两倍以上，因此即使对大电流放电，点I的时刻（与点III相同时刻的点）中的电池电压也能够维持12V以上的高电压。再次由交流发电机对卷绕式铅蓄电池进行充电之后，如果在接近行驶停止的缓慢运行的状态下驱动EPS电动机100，在点II的时刻（与点IV相同时刻的点）中的电池电压也能够维持12V以上的高电压。所以，本实施例的本发明的卷绕式铅蓄电池能够抑制EPS电动机100的端子电压下降。

另外，安装在机动车中的蓄电池被作用了各种振动。另外，安装在机动车中的蓄电池还受到车轮的冲击。本实施例中，由于蓄电池使用卷绕式铅蓄电池，因此电极面被均等作用缠绕压力。所以即使被施加振动或冲击，活性物质也不会脱落，从而能够抑制电池恶化。作为最能够作用均等缠绕压力的构造，螺旋式圆筒状构造是很理想的。

另外，安装在机动车中的蓄电池在气温变化较大的状态下也能够使用。所以，即使在蓄电池的温度在摄氏负30度以下的状态下，EPS电动机100的正常起动也需要充足的电流与电压。本实施例的卷绕式铅蓄电池，即使在摄氏负30度的状态下，也显示出优秀的输出特性。因此，本实施例的卷绕式铅蓄电池，能够让EPS电动机100的转数—转矩特性，比使用比较例的层叠式铅蓄电池的情况下好。

接下来，对照图7至图13，对本实施例的EPS系统中使用的EPS电动机进行详细说明。

图7中示出了本实施例的EPS系统中所使用的EPS电动机的全体构成。图8中，图8（A）示出了A—A处箭头方向剖面，图8（B）示出了图8（A）的P部放大剖面。

本实施例的EPS电动机100，将车载电池（例如输出电压12V）作为电源，设置在方向盘的附近或转向齿轮的附近。所以，由于安装位置的限制，必须小型化，同时，由于对转向进行动力辅助，因此需要大转矩（例如4.5Nm）的输出。

EPS电动机100，是一种具有定子110与可旋转支持在该定子110的内侧的转子130的表面磁铁型同步电动机。EPS电动机100，由具有本实施例的卷绕式铅蓄电池的14V类电源（卷绕式铅蓄电池的输出电压为12V）

所供给的电进行驱动。另外，车载电源为24V类电源或42V类电源（电池的输出电压为36V）或48V类电源，根据机动车的种类不同，EPS电动机100的驱动电源电压也不同。本实施例的EPS系统，可以对应上述任一种电源。

5 电动机110，具有通过层叠有硅钢板的磁体所形成的定子铁心112，以及保持在定子铁心112的槽内的定子线圈114。定子铁心112，如后面对照图2所述，由圆环状后铁心，以及与该后铁心分离制作的，之后机械固定在后铁心上的多个齿极构成。多个齿极中分别缠绕有定子线圈114。定子线圈以分布缠绕或集中缠绕方式进行缠绕。

10 如果定子线圈114为分布缠绕，则对于弱磁场控制非常有益，另外，对磁阻转矩的产生也很有益。作为EPS电动机来说，电动机的小型化与线圈阻抗的降低非常重要。通过让定子线圈114为集中缠绕，能够缩短定子线圈114的线圈终端部长度。通过这样，能够缩短EPS电动机100的旋转轴方向的长度。另外，由于能够缩短定子线圈114的线圈终端部的长度，
15 因此能够减小定子线圈114的电阻，抑制电动机的温度上升。另外，由于能够降低线圈电阻，因此能够减小线圈的铜损。所以，能够让对电动机的输入能量内，铜损所消耗的比率较小，从而能够提高输出转矩比输入能量的效率。

另外，在EPS电动机设置在驾驶杆附近的情况下，以及设置在齿条&
20 小齿轮的附近等情况下，均要求小型化。另外，小型化了的构造中需要固定定子线圈，让线圈作业较容易也很重要。与分布缠绕相比，集中缠绕的线圈作业、线圈的固定作业较容易。

定子线圈114的线圈终端部被铸模。EPS电动机希望将齿槽转矩等转矩变动控制得非常小，在定子部组装完成之后对定子内部再次进行切削
25 加工。由于这样的机械加工，产生了切削粉。必须防止该切削粉进入定子线圈的线圈终端部，从而优选线圈终端部的铸模。线圈终端部是指，定子线圈114的多个部位中，从定子铁心112的轴向两端部向轴向突出的部位。另外，本实施例中，在覆盖定子线圈114的线圈终端部的铸模树脂，与框架150之间设有空隙，但也可以填充到与框架150、前法兰152F
30 以及后法兰152R相接触的位置。这样一来，定子线圈114的发热，能够

从线圈终端部经铸模树脂直接传递给框架150、前法兰152F以及后法兰152R，释放到外部，因此与经空气进行热传递的情况相比，能够降低定子线圈114的温度上升。

5 定子线圈114由U相、V相、W相这3相构成，分别由多个单位线圈构成。多个单位线圈如后面对照图3所述，3相的各个相通过设置在图示左侧的连线环116连线。

EPS电动机需要有较大的转矩。例如在车辆的行驶停止状态或接近行驶停止的运行状态下迅速旋转方向盘（方向盘），为了克服掌舵车轮与地面之间的摩擦阻力，要求上述电动机提供较大的转矩。此时向定子线圈供给大电流。该电流因条件而不同，但会流动100A以上的电流。为了能够安全供给这样的大电流，另外还降低上述电流引起的发热，使用连线环116非常重要。通过经上述连线环116向定子线圈供电，能够减小连接电阻，还能够抑制铜损所引起的电压下降。通过这样，能够容易地供给大电流。另外，还具有让伴随着逆变器元件的动作的电流上升时间常数变小的效果。

20 定子铁心112与定子线圈114，通过树脂（具有电绝缘性的）铸模为一体，一体形成从而构成定子的子组件（SubAssy）。该一体成形的子组件（SubAssy），在压入到铝等金属所形成的圆筒状框架150的内侧固定起来的状态下，进行铸模成形。另外，一体成形的定子子组件，也可以在定子线圈114组装在定子铁心112中的状态下进行铸模成形，之后再压入到框架150内。

25 安装在机动车中的EPS被作用各种振动。另外，还被施加来自车轮的冲击。另外还在气温变化较大的状态下使用。需要考虑摄氏负40度的状态，另外，还需要考虑因温度上升而变成100度以上。另外，电动机中不能进水。为了在该条件下将定子固定在磁轭150上，最好在筒状框架的至少定子铁心的外周部中不设置螺丝孔以外的孔，将定子部（子组件SubAssy）压入在圆筒金属中。另外，压入之后可以进一步从框架的外周部进行螺丝固定。最好是压入固定。

30 转子130，具有层叠有硅钢板的磁体所构成的转子铁心132、通过粘合剂固定在该转子铁心132的表面的多个作为永久磁铁的磁铁134、以及

由设置在磁铁134的外周的非磁体所构成的磁铁罩136。磁铁134是稀土类磁铁，例如由钕制成。定子铁心132固定在轴138上。转子铁心132的表面上通过粘合剂固定有多个磁铁134，同时，其外周侧被磁铁罩136所覆盖，通过这样来防止磁铁134的飞散。上述磁铁罩136由不锈钢（俗称
5 SUS）构成，但也可以缠绕带子。不锈钢这种方法的制造较容易。如上所述的EPS电动机，适于保持振动以及热变化非常大，易破损的永久磁铁。另外如上所述，即使破损也能够防止飞散。

圆筒状框架150的一方端部，设有前法兰152F。框架150与前法兰152F之间通过螺栓B1固定起来。另外。框架150的另一方端部，压入有
10 后法兰152R。前法兰152F以及后法兰152R中，分别安装有轴承154F、154R。通过这些轴承154F、154R，将轴138以及固定在该轴138上的定子110自由旋转地支持起来。

前法兰152F中形成有圆环状的突出部（或延伸部）。前法兰152F的突出部向轴向突出，从前法兰152F的线圈终端部侧的侧面向线圈终端部
15 侧延伸。在将前法兰152F固定在框架150中时，前法兰152F的突出部的前端部，插入在前法兰152F侧的线圈终端部的铸模材料与框架150之间所形成的空隙内。另外，为了提高线圈终端部的散热，前法兰152F的突出部，最好与前法兰152F侧的线圈终端部的铸模材料紧密接触。

后法兰152R中设有圆筒状的凹孔，后法兰152R的凹孔与轴138的中心轴同心，比框架150的轴向端部深入轴向内侧（定子铁心112侧）。后
20 法兰152R的凹孔的前端部，延伸到后法兰152R侧的线圈终端部的内径侧，在径向上与后法兰152R侧的线圈终端部相面对。后法兰152R的凹孔的前端部中保持有轴承154。轴138的后法兰152R侧的轴向端部，比轴承154更向外方（与转子铁心132相反的一侧）延伸，一直达到后法兰152R
25 的凹孔的开口部附近或比开口部更加在轴向上向外突出的位置。

后法兰152R的凹孔的内周面与轴138的外周面之间所形成的空间中，设有旋转变压器（resolver）156。旋转变压器156具有旋转变压器定子156S与旋转变压器转子156R，位于比轴承154R靠近轴向外侧（与转子
30 铁心132相反的一侧）处。旋转变压器转子156R通过螺母N1固定在轴138的一方端部（图示左侧的端部）上。旋转变压器定子156S，通过由螺丝

SC1将旋转变压器压板156B固定在后法兰152R上，而固定在后法兰152R的凹孔的内周侧，与旋转变压器转子156R介有空隙相面对。由旋转变压器定子156S与旋转变压器转子156R构成旋转变压器156，旋转变压器转子156R的旋转由旋转变压器定子156S检测出来，通过这样，能够检测出多个磁铁134的位置。更具体的说，旋转变压器具有外周表面为凹凸状（例如椭圆形状或花瓣形状）的旋转变压器转子156R，与缠绕有两个输出用线圈（电气错开90°）以及励磁用线圈的旋转变压器定子156S。如果给励磁用线圈加载交流电，两个输出用线圈中，便产生具有与旋转角度成正比的相位差的、对应于旋转变压器转子156R与旋转变压器定子156S之间的空隙的长度变化的交流电压。这样，旋转变压器便能够检测出具有相位差的两个输出电压。转子130的磁极位置，可以通过根据所检测出的两个输出电压的相位差求出相位角来检测出来。后法兰152R的外周安装有后座158，将旋转变压器156覆盖起来。

从外部电池经电缆162，向通过连线环116所连接的U相、V相、W相的各相供电。电缆162通过索环164安装在框架150上。由旋转变压器定子156S所检测出的磁极位置信号，由信号线166取出到外部。信号线166通过索环（grommet）168安装在后座158上。通过铸模材料将连线环116与电缆1的一部分与线圈终端部一起铸模起来。

下面对定子110以及转子130的构成进行更加详细的说明。

定子铁心112，由圆环状后铁心112B，以及与该后铁心112B分离构成的多个齿极112T构成。后铁心112B，通过冲压成形对硅钢板等磁体薄板进行冲压，并层叠起来而构成。

本实施例中，齿极112T由分别独立的12个齿极112T（U1+）、112T（U1-）、112T（U2+）、112T（U2-）、112T（V1+）、112T（V1-）、112T（V2+）、112T（V2-）、112T（W1+）、112T（W1-）、112T（W2+）、112T（W2-）构成。各个齿极112T（U1+），...，112T（W2-）中，通过集中缠绕缠绕有定子线圈114（U1+）、114（U1-）、114（U2+）、114（U2-）、114（V1+）、114（V1-）、114（V2+）、114（V2-）、114（W1+）、114（W1-）、114（W2+）、114（W2-）。

这里，定子线圈114（U1+）与定子线圈114（U1-），缠绕为使线圈中所流动的电流方向相反。定子线圈114（U2+）与定子线圈114（U2-），也缠绕为使线圈中所流动的电流方向相反。另外，定子线圈114（U1+）与定子线圈114（U2+），缠绕为使线圈中所流动的电流方向相同。定子线圈114（U1-）与定子线圈114（U2-），也缠绕为使线圈中所流动的电流方向相同。定子线圈114（V1+）、114（V1-）、114（V2+）、114（V2-）的电流方向的关系，以及定子线圈114（W1+）、114（W1-）、114（W2+）、114（W2-）的电流方向的关系，与U相的情况相同。

12个齿极112T以及定子线圈114通过同样的方法进行制作，因此这里以齿极112T（U1+）以及定子线圈114（U1+）为例，对其装配工序进行说明。定子线圈114（U1+），是预先成形的成形线圈，成为缠绕在齿极112T（U1+）上的形状。成为该成形线圈的定子线圈114（U1+）与线轴112BO一体成形。线轴112BO与所成形的定子线圈114（U1+）的一体物，从齿极112T（U1+）的后端侧嵌入。齿极112T（U1+）的前端部，也即与转子130相面对的侧在圆周方向上扩大，因此线轴112BO与定子线圈114（U1+），在该扩大部做为制动器而被卡定。齿极112T（U1+）的后端侧，形成有与形成在后铁心112B的内周侧的凹部112BK相配合形状的凸部112TT。缠绕有所成形的定子线圈114（U1+）的齿极112T（U1+）的凸部112TT，压入到后铁心112B的凹部112BK中，将齿极112T（U1+）固定在后铁心112B中。对其他的齿极112T（U1-），...，112T（W2-），安装定子线圈114（U1-），...，114（W2-）的工序，以及将齿极112T（U1-），...，112T（W2-）固定在后铁心112B中的工序也一样。

后铁心112B中，固定有安装了定子铁心114的12个齿极112T，在将后铁心112B的外周侧的多处压入到框架150的内周侧的状态下，通过热硬化树脂MR将定子铁心112与定子线圈114一体铸模成形，构成定子子组件（SubAssy）。另外，本实施例中，对在将定子铁心112中装配有定子线圈114之后压入到框架150的状态下，将定子铁心112与定子线圈114一体铸模成形的情况进行了说明，但也可以在将定子线圈114装配到定子铁

心112中的状态下，将定子铁心112与定子线圈114一体铸模，之后再将定子铁心112压入到框架150中。

在通过铸模材料进行铸模成形时，将图示省略的装配架，安装在定子铁心112与框架150所构成的结构体中，使得定子铁心112以及从定子铁心112的轴向端部向轴向突出的定子线圈114的线圈终端部，被图示省略的装配架与框架150所包围，在图示省略的装配架与框架150的包围中注入流体状铸模材料，在线圈终端部、定子铁心112的空隙、定子线圈114的空隙、定子铁心112与定子线圈114之间的空隙、以及定子铁心112与框架150之间的空隙间，填充铸模材料，让铸模材料固化，一旦铸模材料固化，便取下图示省略的装配架。

在铸模成形的定子子组件的内周面，也即齿极112T（U1+），...，112T（W2-）的前端部与转子130在径向上相面对的面侧，实施切削加工。通过这样，降低定子110与转子130之间的间隙的偏差，进一步提高定子110的内径圆度。另外，通过铸模成形进行一体化，与不进行铸模的情况相比，能够提高因给定子线圈114通电所产生的热的散热性能。另外，通过铸模成形，还能够防止定子线圈或齿极的振动。

例如，在转子130的转子铁心的外周，与定子110的齿极的内周之间的间隙为3mm（3000 μ m）时，由于后铁心112B的制作误差、齿极112T的制作误差、定子铁心112B与齿极112T压入组装时的组装误差等，内径圆度产生为 $\pm 30\mu$ m程度。由于该圆度相当于间隙的1%（ $=30\mu$ m/3000 μ m），因此因该内径圆度而产生齿槽转矩。但是，在铸模成形之后，通过对内径进行切削加工，能够降低基于内径圆度的齿槽转矩。通过降低齿槽转矩，能够提高转向的掌舵感。

框架150的内侧形成有凸部150T。后铁心112B的外周部形成有与凸部150T相对应的凹部112BO2。详细的状况如图2（B）所示。凸部150T与凹部112BO2构成具有互不相同的曲率而相卡定的卡定部IP，在轴向上连续形成，且在周向上隔开间隔设有8个。卡定部兼作压入部。也即，在框架150中固定定子铁心112的情况下，将后铁心112B的凹部112BO2压入到框架150的凸部150T中，使得框架150的凸部150T的突端面与凹部112BO2的底面压接起来。这样，本实施例中通过部分压入在框架中固定

定子铁心112。通过该压入，框架150与定子铁心112之间形成细微的空隙。本实施例中，在通过铸模材料MR铸模定子铁心112与定子线圈114时，同时在框架150与定子铁心112之间形成的空隙中填充铸模材料RM。另外，卡定部兼作用来防止定子铁心112在周向上相对框架150旋转的旋转止动部。

这样，本实施例中，由于定子铁心112部分压入在框架150中，因此能够加大框架150与定子铁心112之间的滑动并减小刚性。通过这样，本实施例中，能够提高框架150与定子铁心112之间的噪音衰减效果。另外，本实施例中，由于在框架150与定子铁心112之间的空隙中填充铸模材料，因此能够进一步提高噪音的衰减效果。

另外，也可以让凸部150T与凹部112BO2不接触，二者只用作旋转止动，将定子铁心112B的外周面压入到该凸部150T与凹部112BO2部分以外的框架150的内周面中。

另外，定子线圈114（U1+）、114（U1-）、114（U2+）、114（U2-），相对定子110的中心设置在对称位置上。也即，定子线圈114（U1+）与114（U1-）相邻设置，另外，定子线圈114（U2+）与114（U2-）也相邻设置。另外，定子线圈114（U1+）、114（U1-），与定子线圈114（U2+）、114（U2-）相对定子110的中心线对称设置。也即，定子线圈114（U1+）与定子线圈114（U2+），相对通过轴138的中心的虚线C-C线对称设置，另外，定子线圈114（U1-）与定子线圈114（U2-），也线对称设置。

定子线圈114（V1+）、114（V1-）、114（V2+）、114（V2-）也同样线对称设置，定子线圈114（W1+）、114（W1-）、114（W2+）、114（W2-）也同样线对称设置。

另外，同相的相邻定子线圈114通过1根线连续缠绕。也即，定子线圈114（U1+）与114（U1-），通过1根线连续缠绕构成两个缠绕线圈，分别插入到齿极中，成为缠绕在齿极上的结构。定子线圈114（U2+）与114（U2-）也通过1根线连续缠绕。定子线圈114（V1+）与114（V1-）、定子线圈114（V2+）与114（V2-）、定子线圈114（W1

十)与114(W1-)、定子线圈114(W2+)与114(W2-),也分别通过1根线缠绕。

如果采用这样的线对称配置,用1根线缠绕相邻的两个同相线圈,如后面对照图12所述,各个相之间或异相之间在通过连线环连线时,能够简化连线环的构成。

转子130,具有磁体制成的转子铁心132、通过粘合剂固定在该转子铁心132的表面上的10个磁铁134(134A、134B、134C、134D、134E、134F、134G、134H、134I、134J)、以及设置在磁铁134的外周的磁铁罩136。转子铁心132固定在轴138上。

磁铁134如果使其表面侧(与定子的齿极112T相相对侧)为N极,便在半径方向磁化,使其内面侧(与转子铁心132相接触侧)为S极。另外,磁铁134如果使其表面侧(与定子的齿极112T相相对侧)为S极,便在半径方向磁化,使其内面侧(与转子铁心132相接触侧)为N极。这样,相邻的磁铁134便被磁化为让所磁化的极性在周向上交互。例如,如果磁铁134A的表面侧被磁化为N极,则相邻的磁铁134B、134J的表面侧被磁化为S极。也即,在磁铁134A、134C、134E、134G、134I的表面侧被磁化为N极的情况下,磁铁134B、134D、134F、134H、134J的表面侧被磁化为S极。

另外,磁铁134的剖面形状分别为半圆锥形状。半圆锥形状是指在周向上,左右半径方向的厚度,比中央半径方向的厚度薄的构造。通过采用这样的半圆锥形状,能够让磁通量分布为正弦波状,让因EPS电动机旋转所产生的激励电压波形为正弦波状,降低脉动成分。通过减小脉动成分,能够提高转向的掌舵感。另外,在环状的磁体中磁化构成磁铁时,可以通过控制磁化力,让磁通量分布接近正弦波状。

转子铁心132中,在同心圆上形成有大直径的10个贯通孔132H,与出现在其内侧的小直径的5个凹孔132K。转子铁心132通过压力机成形对SUS等磁体的薄板进行冲压,并将其层叠起来而构成。凹孔132K,通过在冲压成形时卷曲薄板来形成。在层叠多个薄板时,将该凹孔132K互相嵌合进行定位。贯通孔132H用来降低惯性,通过该132H孔能够提高转子的平衡性。磁铁134的外周侧被磁铁罩136所覆盖,防止磁铁134的飞散。

另外，后铁心112B与转子铁心132，由同一个薄板同时进行冲压加工来成形。

如上所述，本实施例的转子130，具有10个磁铁134，为10极。另外，如前所述，齿极112T为12个，相邻的齿极之间所形成的槽数为12个。也即，本实施例的EPS电动机，为10极12槽的表面磁铁型同步电动机。

这里对照图9，对AC电动机中的极数P与槽数S之间的关系进行说明。

图9中，画了横线阴影的组合，是3相AC电动机（无刷电动机）所取的极数P与槽数S的组合。也即，3相AC电动机，成立2极3槽、4极3槽、4极6槽、6极9槽、8极6槽、8极9槽、8极12槽、10极9槽、10极12槽、10极15槽的组合。其中，画了左斜线与右斜线的组合10极12槽为本实施例的电动机的极数与槽数。另外，关于画了左斜线的8极9槽与10极9槽将在后面说明。另外，图1所示的EPS电动机是外径为85φ的小型电动机，这样的小型电动机中，无法实现极数N为12以上的电动机，因此图示省略。

这里，2极3槽、4极3槽、4极6槽、6极9槽、8极6槽、8极12槽、10极15槽的电动机，其特性近似，这里以6极9槽的电动机为代表进行说明。

相对6极9槽的AC电动机，本实施例的10极12槽的电动机，能够提高磁铁磁通量的利用率。也即，6极9槽的AC电动机中的线圈系数（线圈的利用率） k_w 为0.87，倾斜系数（skew） k_s 为0.96，因此磁铁磁通量的利用率（ $k_w \cdot k_s$ ）为‘0.83’。另外，本实施例的10极12槽的电动机中，线圈系数 k_w 为0.93，倾斜系数 k_s 为0.99，因此磁铁磁通量的利用率（ $k_w \cdot k_s$ ）为‘0.92’。所以，本实施例的10极12槽电动机中，能够提高磁铁磁通量的利用率（ $k_w \cdot k_s$ ）。

另外，由于齿槽转矩的周期为极数P与槽数S的最小公倍数，因此6极9槽的AC电动机中的齿槽转矩的周期为‘18’，而本实施例的10极12槽电动机中能够达到‘60’，因此能够降低齿槽转矩。

另外，还能够降低内径圆度的误差所引起的齿槽转矩。也即，如果设6极9槽的AC电动机中的内径圆度的误差所引起的齿槽转矩为‘3.7’，本实施例的10极12槽的电动机中便能够达到‘2.4’，因此能够降低内径

圆度所引起的齿槽转矩。另外，本实施例中，对铸模成形的定子子组件的内径进行切削加工，提高了内径圆度，结果是能够进一步降低内径圆度的误差所引起的齿槽转矩。

5 这里，对照图10对本实施例的电动动力转向用电动机中的齿槽转矩的实测值进行说明。

图10（A）示出了对角度（机械角度）为 $0\sim 360^\circ$ 的范围所实测的齿槽转矩（mNm）。图10（B）示出了将图10（A）中所示的齿槽转矩的高次谐波成分在各个时间次数中分别分离时的幅度值（mNm）的测定图。

10 时间次数‘60’如前所述，是10极12槽的电动机中的齿槽转矩的周期，所产生的齿槽转矩几乎为0。时间次数‘12’是10极的磁铁的磁场力的偏差所引起的。磁铁如上所述使用半圆锥形的磁铁，通过这样磁场力的偏差所引起的齿槽转矩也能够降低到1.4。时间次数‘10’是12槽的定子的各个齿极的偏差所引起的。通过铸模成形后的切削加工提高内径圆度的结果是，能够将齿极的偏差所引起的齿槽转矩也降低到2.6。

15 时间次数‘0’如前所述，为DC成分，是所谓的损耗转矩（转数几乎为0时所产生的摩擦转矩）。由于损耗转矩也能够降低到26.3mNm，因此即使在手离开转向装置的情况下，相对于让转向装置回到直行方向的复原力，损耗转矩这一方也较小，因此提高了转向装置的复原性。

20 如上所述，各个齿槽转矩成分的降低结果如图10（A）所示，能够将齿槽转矩降低到9mNm。由于EPS电动机的最大转矩为4.5mNm，因此能够将齿槽转矩降低到0.2%（ $=9\text{mNm}/4.5\text{Nm}$ ）（额定的3/1000以下）。另外，损耗转矩也能够降低到0.57%（ $=26.3\text{mNm}/4.5\text{Nm}$ ）。

25 相邻的齿极112T中，齿极112T的前端（面对转子130侧）的扩大部的间隔W1（例如齿极112T（U1一）与齿极112T（W1一）的前端扩大部的间隔W1（周向中最接近的部位的周向间隔）），为1mm。这样，通过让齿极的间隔较为狭窄，能够降低齿槽转矩。并且，即使给电动机作用振动，由于定子线圈114的线形比间隔W1粗，因此能够防止定子线圈114从齿极之间脱落到转子侧。相邻齿极的间隔W1，最好为定子线圈114的

线径以下的0.5mm~1.5mm。这样，本实施例中，相邻齿极的间隔W1，被设为定子线圈114的线径以下。

图11中示出了本实施例的电动动力转向用电动机中的定子线圈的连线关系。图12中示出了本实施例的电动动力转向用电动机中的定子线圈的连线状态。

图11中，线圈U1+表示图8中所示的定子线圈112T（U1+）。线圈U1-、U2+、U2-、V1+、V1-、V2+、V2-、W1+、W1-、W2+、W2-，也分别表示图8中所示的定子线圈112T（U1-），...，112T（W2-）。

10 本实施例的定子线圈，将U相、V相、W相连线成三角形（ Δ ）。另外，各个相分别构成并联电路。也即，如果从U相看，线圈U2+与线圈U2-的串联电路，并联在线圈U1+与线圈U1-的串联电路上。这里，线圈U1+与线圈U1-如前所述，由1根线连续缠绕构成线圈。另外，V相与W相也相同。

15 连线方法虽然也可以采用星形连线，但通过采用三角形连线，与星形连线相比，能够降低端子电压。例如，在设U相的串并联电路的两端电压为E时，端子电压为E，而星形连线中为 $\sqrt{3}E$ 。由于能够降低端子电压，因此能够增大线圈的转数，使用线径较细的线。另外，通过采用并联电路，与4线圈串联的情况相比，由于能够减小各个线圈中流动的电流
20 这一点，从而能够使用线径较细的线，因此能够提高占有体积率，另外弯曲容易，制作性良好。

如图11所示，线圈U1-、U2-、V1+、V2+，通过连线环CR（UV）相连接。线圈V1-、V2-、W1+、W2+，通过连线环CR（VW）相连接。线圈U1+、U2+、W1-、W2-，通过连线环CR
25 （UW）相连接。如果如上进行连线，就能够得到3相三角形连线。

这里，如图12所示，使用3个连线环CR（UV）、CR（VW）、CR（UW）。连线环CR（UV）、CR（VW）、CR（UW）为了能够流通大电流，而将母线式的连线板加工成圆弧状进行使用。各个连线环具有同一形状。例如，连线环CR（UV）为小半径的圆弧与大半径的圆弧相连接
30 的形状。其他连线环CR（VW）、CR（UW）也为相同结构。这些连

线环CR(UV)、CR(VW)、CR(UW)，在周向上错开120度的状态下，由固定器所保持。连线环CR与固定器H1、H2、H3，与线圈终端部一起由铸模材料进行铸模。

另外，图12中，定子线圈终端部T(U1+)，为缠绕在齿极112T(U1+)上的定子线圈114(U1+)的一方端部。定子线圈终端部T(U1-)，为缠绕在齿极112T(U1-)上的定子线圈114(U1-)的一方端部。定子线圈114(U1+)与定子线圈114(U1-)如前所述，通过1根线连续形成线圈，因此对应两个线圈114(U1+)、114(U1-)，存在两个端部T(U1+)、T(U1-)。定子线圈终端部T(U2+)、T(U2-)、T(V1+)、T(V1-)、T(V2+)、T(V2-)、T(W1+)、T(W1-)、T(W2+)、T(W2-)，分别为定子线圈(U2+)，...，(W2-)的一方端部。

定子线圈终端部T(U1-)、T(U2-)、T(V1+)、T(V2+)通过连线环CR(UV)相连接，通过这样，进行基于图11所示的线圈U1-、U2-、V1+、V2+的连线环CR(UV)的连接。定子线圈终端部T(V1-)、T(V2-)、T(W1+)、T(W2+)通过连线环CR(VW)相连接，通过这样，进行基于图11所示的线圈V1-、V2-、W1+、W2+的连线环CR(VW)的连接。定子线圈终端部T(W1-)、T(W2-)、T(U1+)、T(U2+)通过连线环CR(UW)相连接，通过这样，进行基于图11所示的线圈U1+、U2+、W1-、W2-的连线环CR(UW)的连接。

图13中示出了本实施例的EPS系统中使用的EPS电动机的定子110的另一构成例。另外，与图8相同的符号表示同一部分。

图8所示的定子110中，定子铁心112由圆环状后铁心112B，以及与该后铁心112B分离构成的多个齿极112T构成。与此相对，本例中由12个T形齿极一体型分割后铁心112B(U1+)、112B(U1-)、112B(U2+)、112B(U2-)、112B(V1+)、112B(V1-)、112B(V2+)、112B(V2-)、112B(W1+)、112B(W1-)、112B(W2+)、112B(W2-)构成。也即，图8中的圆环状后铁心112B为在周向上分成12份的形状。另外，是成为该分割过的后铁心的部分中，分别一

体形成有齿极的形状。齿极一体型分割后铁心112B (U1+), ..., 112B (W2-), 分别通过对硅钢板等磁体的薄板由冲压成形进行冲压, 并将其层叠起来构成。另外, 转子130的构成与图8相同。

齿极一体型分割后铁心112B (U1+), ..., 112B (W2-) 的齿极部中, 与图8一样, 在各个独立的12齿极112T (U1-), ..., 112T (W2-) 中, 通过集中缠绕缠绕有定子线圈114 (U1+)、114 (U1-)、114 (U2+)、114 (U2-)、114 (V1+)、114 (V1-)、114 (V2+)、114 (V2-)、114 (W1+)、114 (W1-)、114 (W2+)、114 (W2-)。定子线圈114 (U1-) , ..., 114 (W2-) 的缠绕方向等与图8相同。

在齿极一体型分割后铁心112B (U1+), ..., 112B (W2-) 中, 分别缠绕定子线圈114 (U1-) , ..., 114 (W2-)。接下来, 压入与形成在齿极一体型分割后铁心112B (U1+), ..., 112B (W2-) 的周向的端面中的凹部嵌合形状的凸部, 完成定子110的组装。接下来, 在将后铁心112B的外周侧的多处压入到框架150的内周侧的状态下, 通过热硬化树脂MR将定子铁心112与定子线圈114一体铸模成形, 构成定子组件。另外, 本实施例中, 对在将定子铁心112中装配有定子线圈114之后压入到框架150的状态下, 将定子铁心112与定子线圈114一体铸模成形的情况进行了说明, 但也可以在将定子线圈114装配到定子铁心112中的状态下, 将定子铁心112与定子线圈114一体铸模, 之后再将定子铁心112压入到框架150中。

在通过铸模材料进行铸模成形时, 将图示省略的装配架, 安装在定子铁心112与框架150所构成的结构体中, 使得定子铁心112以及从定子铁心112的轴向端部向轴向突出的定子线圈114的线圈终端部, 被图示省略的装配架与框架150所包围, 在图示省略的装配架与框架150的包围中注入流体状铸模材料, 在线圈终端部、定子铁心112的空隙、定子线圈114的空隙、定子铁心112与定子线圈114之间的空隙、以及定子铁心112与框架150之间的空隙间, 填充铸模材料, 让铸模材料固化, 一旦铸模材料固化, 便取下图示省略的装配架。

在铸模成形的定子子组件的内周面，也即齿极一体型分割后铁心112B（U1+），...，112W（W2-）的齿极部的前端部与转子130在径向上相相对的面侧，实施切削加工。通过这样，降低定子110与转子130之间的间隙的偏差，进一步提高定子110的内径圆度。另外，通过铸模成形进行一体化，与不进行铸模的情况相比，能够提高因给定子线圈114通电所产生的热的散热性能。另外，通过铸模成形，还能够防止定子线圈或齿极的振动。另外，在铸模成形后切削内径，通过这样能够降低基于内径圆度的齿槽转矩。通过降低齿槽转矩，能够提高转向装置的掌舵感。

10 框架150的内侧形成有凸部150T。后铁心112B的外周部形成有与凸部150T相对应的凹部112BO2。凸部150T与凹部112BO2构成具有互不相同的曲率而相卡定的卡定部IP，在轴向上连续形成，且在周向上隔开间隔设有8个。卡定部兼作压入部。也即，在框架150中固定定子铁心112的情况下，将后铁心112B的凹部112BO2压入到框架150的凸部150T中，使得框架150的凸部150T的突端面与凹部112BO2的底面压接起来。这样，
15 本实施例中通过部分压入在框架中固定定子铁心112。通过该压入，框架150与定子铁心112之间形成细微的空隙。本实施例中，在通过铸模材料MR铸模定子铁心112与定子线圈114时，同时在框架150与定子铁心112之间形成的空隙中填充铸模材料RM。另外，卡定部兼作用来防止定子铁心
20 112在周向上相对框架150旋转的旋转止动部。

这样，本实施例中，由于定子铁心112部分压入在框架150中，因此能够加大框架150与定子铁心112之间的滑动并减小刚性。通过这样，本实施例中，能够提高框架150与定子铁心112之间的噪音的衰减效果。另外，本实施例中，由于在框架150与定子铁心112之间的空隙中填充铸模材料，因此能够进一步提高噪音的衰减效果。

25 另外，也可以让凸部150T与凹部112BO2不接触，二者只用作旋转止动，将后铁心112B的外周面压入到该凸部150T与凹部112BO2部分以外的框架150的内周面中。

另外，以上的说明是关于10极12槽的EPS电动机的，接下来便对图9
30 中所示的画有左斜线的8极9槽与10极9槽的EPS电动机进行说明。

相对6极9槽的AC电动机，8极9槽与10极9槽的电动机，能够提高磁铁磁通量的利用率。也即，6极9槽的AC电动机中的磁铁磁通量的利用率($k_w \cdot k_s$)，如前所述为‘0.83’。另外，8极9槽与10极9槽的电动机中，线圈系数 k_w 为0.95，倾斜系数 k_s 为1.00，因此磁铁磁通量的利用率($k_w \cdot k_s$)为‘0.94’。所以，本实施例的8极9槽与10极9槽电动机中，能够提高磁铁磁通量的利用率($k_w \cdot k_s$)。

另外，由于齿槽转矩的周期为极数 P 与槽数 S 的最小公倍数，因此6极9槽的AC电动机中的齿槽转矩的周期为‘18’，而8极9槽与10极9槽电动机中能够达到‘72’，因此能够降低齿槽转矩。

另外，还能够降低内径圆度的误差所引起的齿槽转矩。也即，如果设6极9槽的AC电动机中的内径圆度的误差所引起的齿槽转矩为‘3.7’，8极9槽与10极9槽的电动机中便能够达到‘1.4’，因此能够降低内径圆度所引起的齿槽转矩。进而，对铸模成形的定子子组件的内径进行切削加工，提高内径圆度的结果是，能够进一步降低内径圆度的误差所引起的齿槽转矩。

另外，8极9槽与10极9槽的电动机中，不能够采用如图11所述的10极12槽的EPS电动机所示，例如，如果从U相看，将线圈U2+与线圈U2-的串联电路，并联在线圈U1+与线圈U1-的串联电路上的构成，而必须将线圈U1+、线圈U1-、线圈U2+、线圈U2-串联起来。

接下来，对照图14至图21，对本实施例的EPS系统中使用的控制装置（逆变装置）进行说明。

图20中示出了本实施例的EPS系统中使用的控制装置（逆变器装置）的电路结构。

电动机控制装置200具有功率模块210、控制模块220以及导体模块230。

导体模块230中，通过铸模一体成形有作为电缆的母线130B。图中，粗实线部分表示母线。导体模块230中，共模滤波器CF、正常滤波器NF、电容器CC1、CC2、继电器RY1，如图所示连接在用来连接作为电源的电池BA与功率模块210的IGBT等半导体开关元件SSW的连接端子的母线上。

另外，图中的双圆点所表示的部分，表示焊接连接部。例如，共模滤波器CF的4个端子，通过焊接连接在母线的端子上。另外，正常滤波器NF的两个端子、电容器CC1、CC2各自的两个端子、以及继电器RY1的两个端子，也分别通过焊接连接在母线（busbar）的端子上。共模滤波器CF以及正常滤波器NF，用来防止射频噪声。

另外，从功率模块210向电动机100供给电动机电流的布线也使用母线。继电器RY2、RY3，分别通过焊接连接在从功率模块210至电动机100的母线布线中。继电器RY1、RY2、RY3，用作在电动机异常时，或控制模块异常时等情况下，切断对电动机的供电的故障保险。

控制模块220具有CPU222以及驱动电路224。CPU222根据转矩传感器TS所检测出的转矩，或旋转变压器156所检测出的电动机100的旋转位置，将对功率模块210的半导体开关元件SSW进行通断控制的控制信号，输出给驱动电路224。驱动电路224根据CPU222所供给的控制信号，对功率模块210的半导体开关元件SSW进行通断驱动。从功率模块210向电动机供给的电动机电流，通过电动机电流检测电阻（并联电阻）DR1、DR2检测出来，由放大器AP1、AP2分别放大之后，输入给CPU222。CPU222进行反馈控制使得电动机电流变为目标值。CPU222通过CAN等与外部发动机控制单元ECU等相连接，进行信息交换。

这里，图中的△标记表示使用引线框通过软钎焊接连接起来的部分。采用通过使用引线框来缓和应力的构造。关于引线框的形状，将在后面对照图15进行说明。控制模块220与功率模块210或导体模块230之间的电连接部，采用使用引线框的软钎焊接连接。

功率模块210，具有IGBT等6个半导体开关元件SSW。半导体开关元件SSW，在3相（U相、V相、W相）的每一个中，分别与上臂与下臂串联。这里，图中×标记表示通过引线键合连接起来的电连接部。也即，虽然从功率模块210经导体模块230的母线向电动机100供电，但该电流例如是100A的大电流。因此，作为能够流通大电流，且能够缓和应力的构造，采用引线键合进行连接。关于其详细内容将在后面对照图16进行说明。另外，对半导体开关元件SSW的电源供给线以及地线，也通过引线键合相连接。

图14、图15为说明本实施例的EPS系统中使用的控制装置（逆变装置）的全体构成的图，示出了使用图20中所示的电路结构的实际物理结构。

如图14所示，电动机控制装置200，具有功率模块210、控制模块220、导体模块230、外壳240、以及密封盖250。

功率模块210，在金属基板上介有绝缘物形成由布线图形，其上安装有对照图22所说明的MOSFET（场效应晶体管）等半导体开关元件SSW。功率模块210中，通过软钎焊接固定有多个引线框210LF的一端。引线框210LF，用来电连接功率模块210与控制模块220。

控制模块220，在PCB基板上安装有CPU以及驱动电路等。图示的状态下，在基板的下侧面中，安装有CPU以及驱动电路等。另外，控制模块220中安装有信号连接器220C。

导体模块230中，通过铸模一体成形有成为电缆的母线230B，同时，还一体成形有作为向电动机供给电动机电流的端子的电动机连接器230SC，或被电池供电的电源连接器230PC。另外，导体模块230中，预先安装有继电器·线圈·电容器等部件230P。部件230P的端子与母线230B之间，通过TIG焊接（电弧焊接）固定起来。

外壳为铝制成。在组装时，将功率模块210与导体模块230，分别通过螺丝固定在外壳240中。接下来，将控制模块220一样通过螺丝固定在功率模块220与导体模块230的上方位位置。之后，将引线框210LF的多端焊接在控制模块220的端子上。最后，通过螺丝固定密封盖250，这样便制造出电动机控制装置200。

导体模块230，如图15所示，铸模成形有多个母线BB1、BB2、BB3、BB4、BB5、BB6、BB7。母线的端子，与图11中所说明的共模滤波器CF、正常滤波器NF、电容器CC1、CC2、继电器RY1、RY2、RY3等电气部件的端子，通过焊接相连接。

功率模块210中，安装有多个半导体开关元件SSW。功率模块210与导体模块230之间，在5处通过引线键合WB1、WB2、WB3、WB4、WB5电连接。对于1个引线键合WB1来说，例如并联有直径500 μ m的铝线。

功率模块210与导体模块230，在同一个平面上相面对配置。也即，功率模块210设置在外壳240的一侧，导体模块230设置在外壳240的另一侧。所以，能够容易地进行引线键合作业。

图16为说明本实施例的EPS系统中所使用的控制装置的导体模块的构成的图，显示了从底面侧所看到的状态。

导体模块230通过铸模成形，预先形成有用来插入共模滤波器CF、正常滤波器NF、电容器CC1、CC2、继电器RY1、RY2、RY3等电气部件的孔。在这些位置中设置电气部件，在图示的底面侧，将电气部件的端子与母线的端子焊接连接起来。

图17示出了图15的X1—X1处箭头方向剖视面。

铝外壳240的内部底面中，分别螺丝固定有功率模块210与导体模块230。导体模块230如图20所示，设置各个电气部件，在与母线焊接在一起的状态下成为一体模块，通过螺丝进行固定。之后，将功率模块210与导体模块230的电连接部，通过引线键合WB连接起来。

功率模块210中，通过软钎焊接固定有引线框LF的下端。在该状态下，在其上放置控制模块220，通过软钎焊接将引线框LF的多端固定在控制模块220的端子上。控制模块220，通过螺丝固定在外壳240上。之后，将密封盖250螺丝固定在外壳240的上端。

图18中示出了功率模块与导体模块之间的连接部的详细结构。

功率模块210，安装有半导体开关元件SSW，为了散热而使用金属基板MP（例如铝（Al）或铜（Cu））。金属基板MP与外壳240之间，介有热传导润滑脂HCG，成为将半导体开关元件SSW中所产生的热，经金属基板MP—热传导润滑脂HCG，从铝制外壳240进行散热的构造。金属基板MP上，经绝缘膜IM形成有布线图形WP。绝缘膜IM使用低弹性绝缘层。布线图形WP，通过蚀刻对厚 $175\mu\text{m}$ 的铜（Cu）箔进行构图。布线图形WP上，形成有与导体模块230之间的电连接所使用的铝焊盘PD。铝焊盘的内侧形成有镀镍膜。

另外，导体模块230中，铸模成形有母线BB。母线BB的端部中，与功率模块210之间的连接部的表面中形成有镀镍膜。

之后，在功率模块210的母线BB与导体模块230的铝焊盘PD之间，由铝引线通过引线键合WB进行连接。

如上所述，由于使用金属基板作为导体模块230的基板，因此线膨胀系数较大，由于伴随着导体模块230的温度变化，反复膨胀收缩，因此与功率模块210之间的电连接部中被作用应力。由于功率模块210与导体模块230之间流通大电流（例如100A以上），使用母线这样的导体进行连接很理想，但这样一来，有可能会发生热应力所引起的接合部的剥离。与此相对，本实施例中通过使用易于进行可逆变化的铝线，导体模块230的热变形被铝线所吸收，能够防止给电连接部作用应力，从而能够得到无应力效果。但是，为了能够流通大电流，铝线例如由直径500 μm 的5根线并联而成。

布线图形，通过蚀刻厚175 μm 的铜（Cu）箔构图而成，例如通过使用厚105 μm ~200 μm 范围者，能够减小阻抗值，即使流通大电流，也能够减小发热量。另外，更为理想的是，布线图形使用厚145 μm ~175 μm 范围。通过采用145 μm 以上的厚度，相对105 μm 的情况，能够减小电阻值，从而减小对大电流的发热量。另外，在通过蚀刻厚200 μm 的铜箔进行构图的情况下，图形间距变大，有时候无法载置小芯片电阻器或芯片电容器，但通过采用175 μm 以下的厚度，即使是小芯片部件也能够使用。

图19中示出了功率模块与控制模块之间的基于引线框的连接部的详细构造。

功率模块210与控制模块220之间，通过引线框LF相连接。引线框LF例如使用厚0.15mm的黄铜板材，其形状如图所示，在中间具有曲折部。如上所述，功率模块210的基板使用金属基板MP，因此为了防止热应力对功率模块210与控制模块220的电连接部作用热应力，使用上述引线框LF。功率模块210与引线框LF的一端软钎焊接在一起，控制模块220的与引线框LF的另一端软钎焊接在一起。通过这样的构造，能够让信号线连接无应力。

图21中示出了本实施例的EPS系统的控制装置（逆变装置）的另一构成例。

本实施例的构造基本与图14、图15中所示的相同。另外，电路结构与图20中所示的相同。

图21中，示出了外壳240中安装了功率模块210与导体模块230A，而未安装控制模块220的状态。

- 5 本例中，导体模块230A的形状，与图16中所示的导体模块230多少有些不同。也即，图16的导体模块230的平面形状为长方形，与此相对，导体模块230A为L形。另外，在符号Y1部中，将电解电容器或陶瓷电容器的端子，通过焊接连接固定在母线上。另一符号Y2部中，与图16一样，将继电器、正常滤波器、共模滤波器的端子，通过TIG焊接（电弧
10 焊接），连接固定在母线上。

- 如上所述，本实施例中，通过焊接进行功率模块210与导体模块230之间的连接，通过软钎焊接进行控制模块220与功率模块210之间的连接。通过这样，在流通大电流的部分中进行焊接，能够防止软钎焊接的情况下的融解，提高可靠性。另外，其他部位进行软钎焊接，通过这样
15 能够提高制造性。

 另外，功率模块210与导体模块230之间的连接，通过引线键合来连接，通过这样，能够缓和对大电流线的应力，另外，通过并联多根引线，还能够流通大电流。

- 另外，功率模块210与导体模块230在同一平面上相面对配置。也
20 即，功率模块210设置的外壳240的一侧，导体模块230设置在外壳的另一侧。所以能够容易地进行引线键合作业。

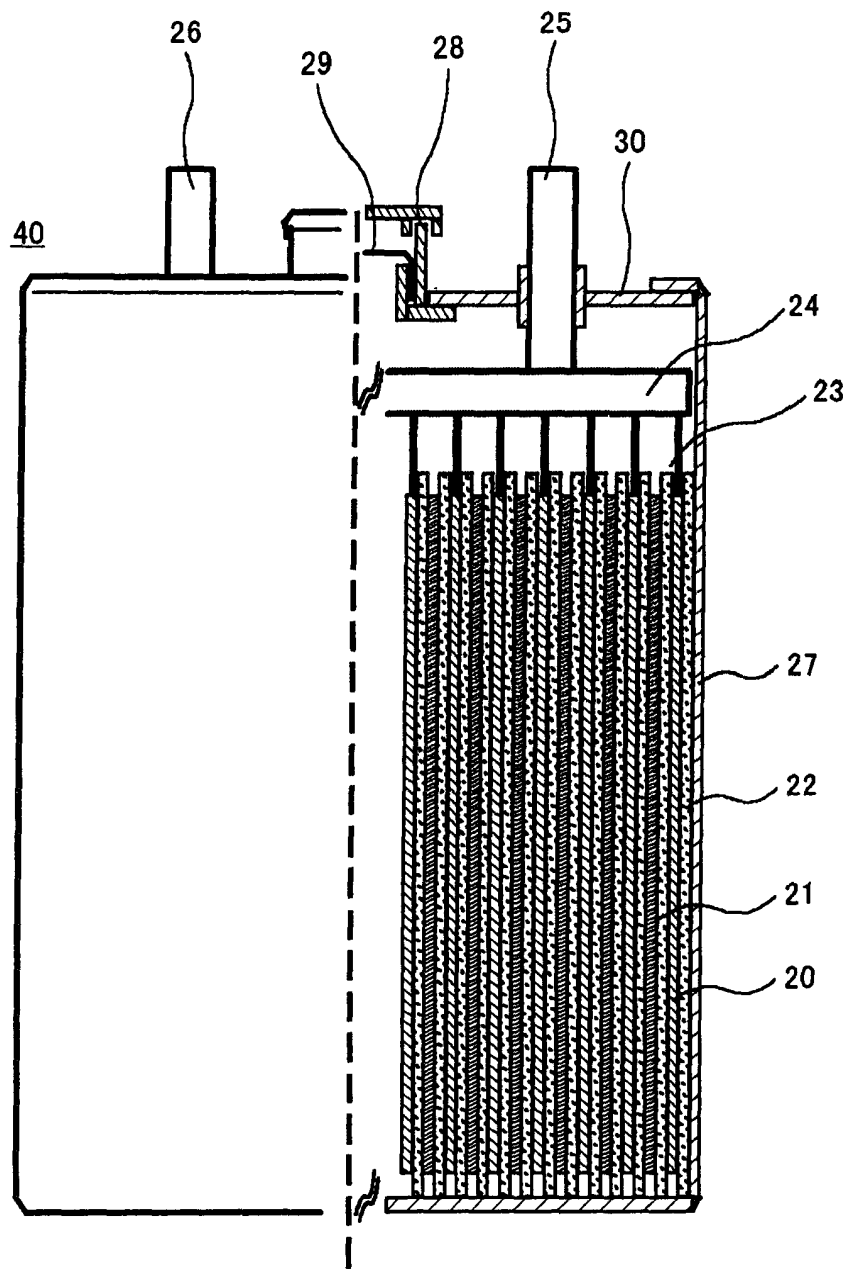


图 1

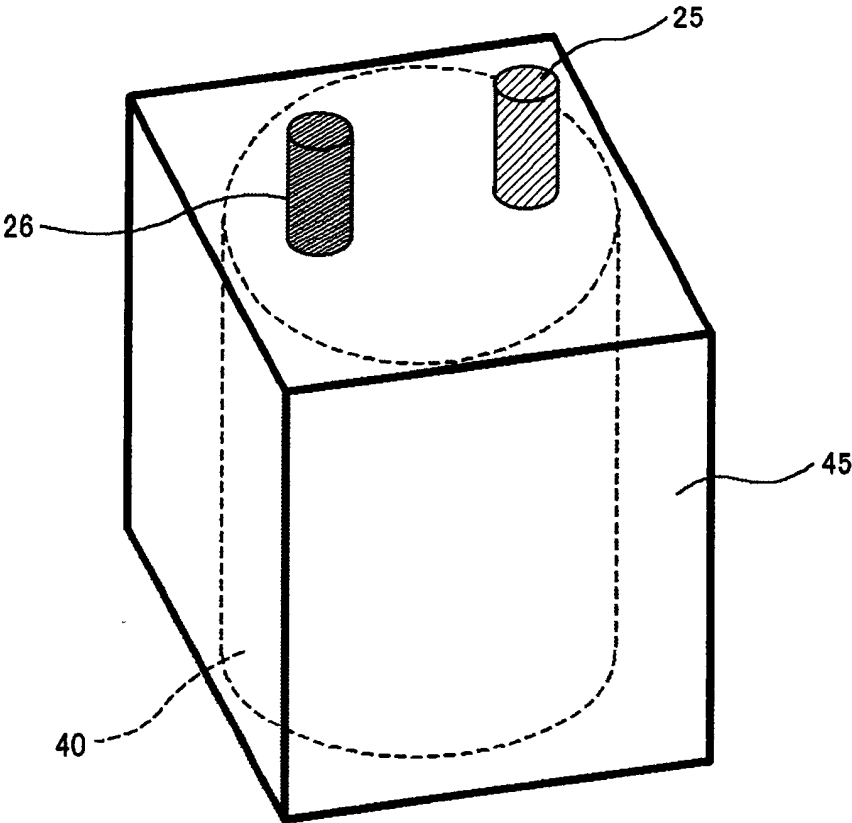


图 2

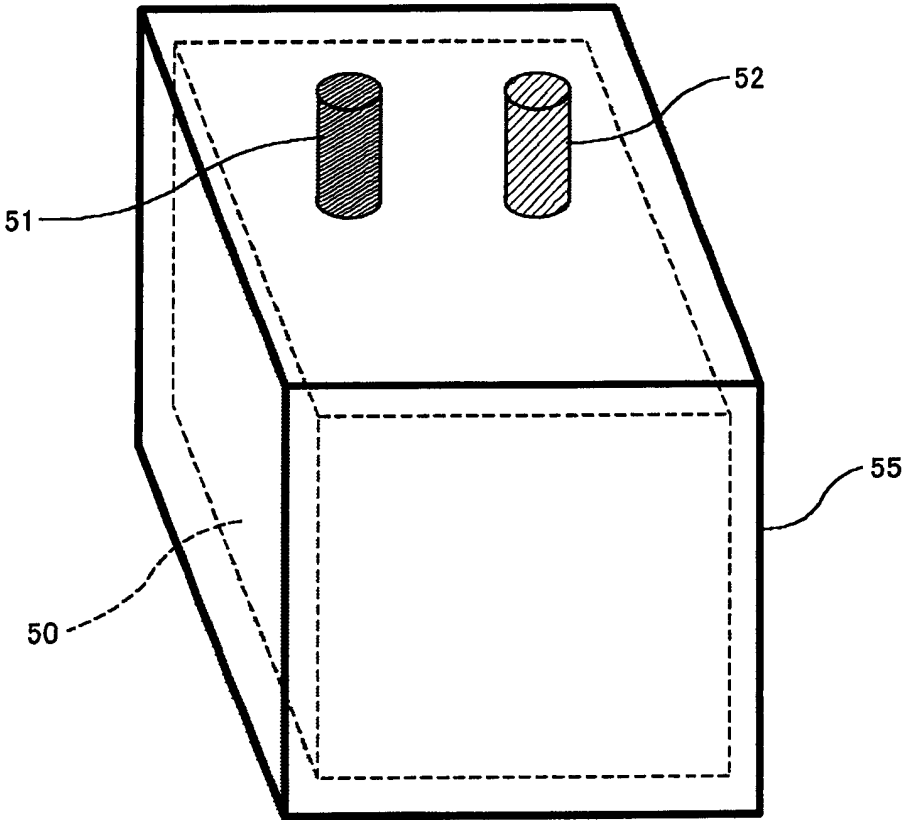


图 3

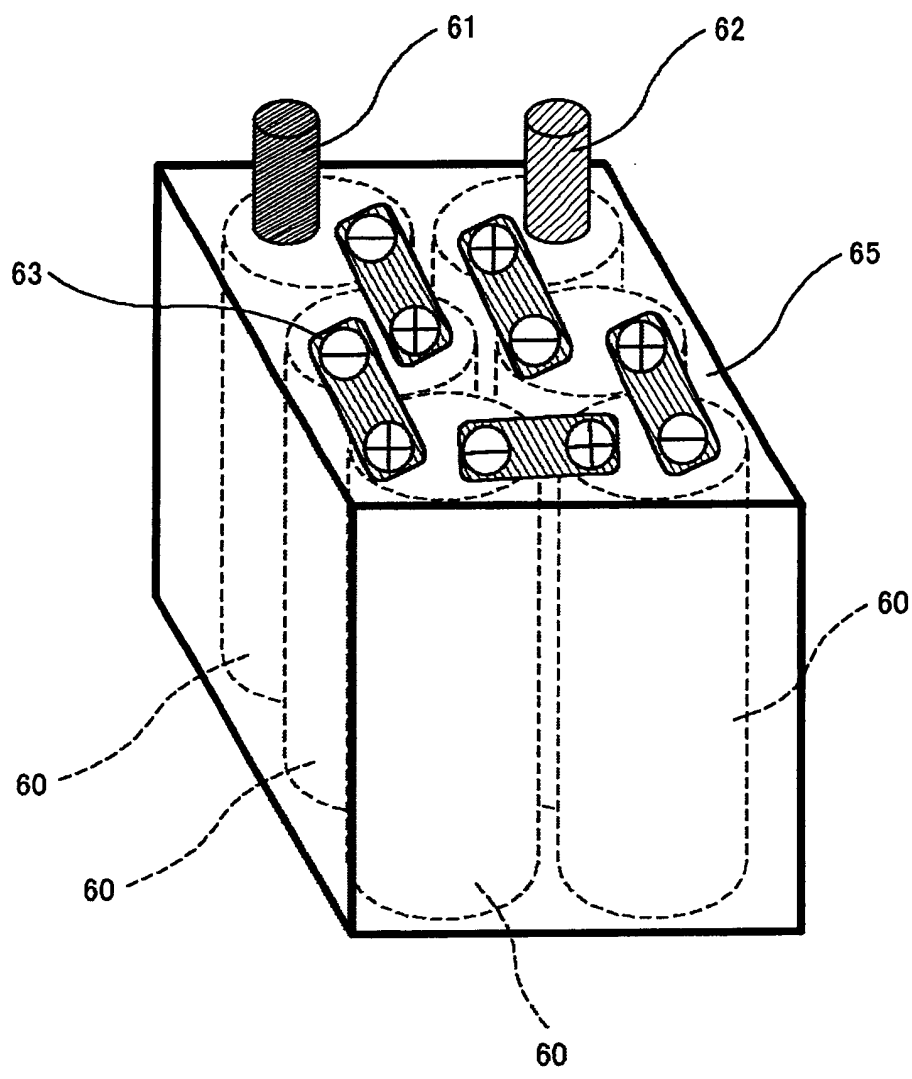


图 4

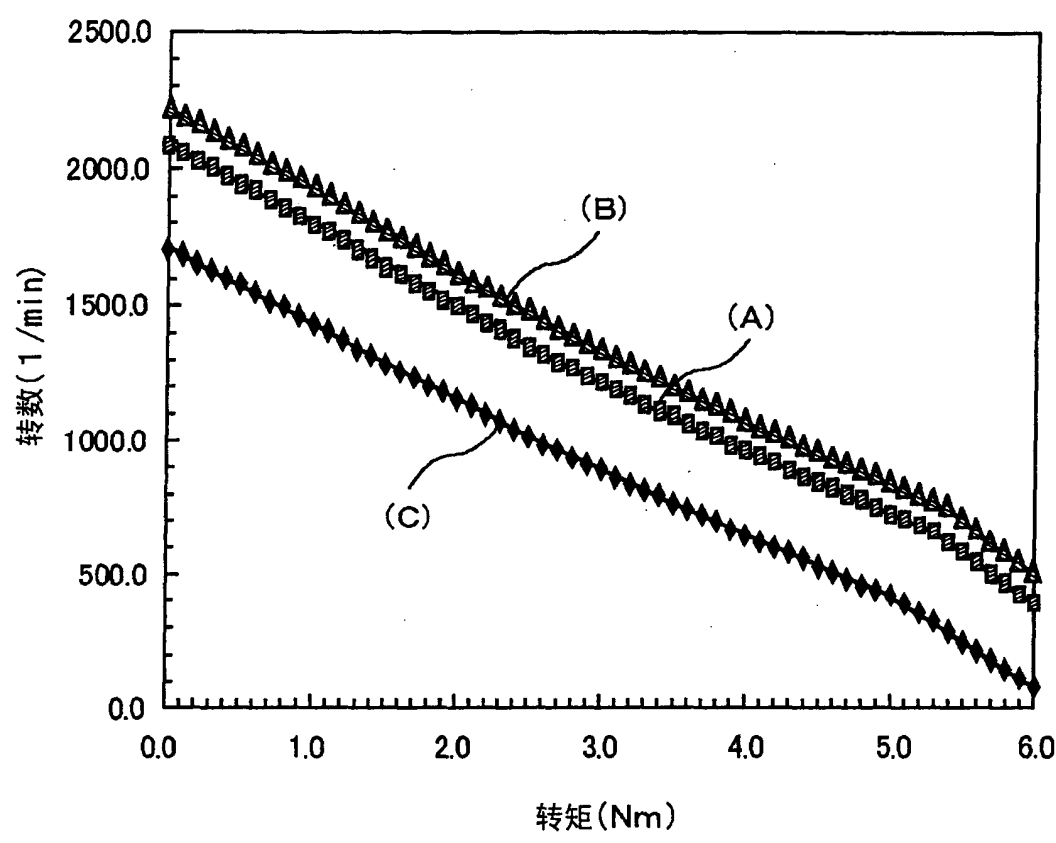


图 5

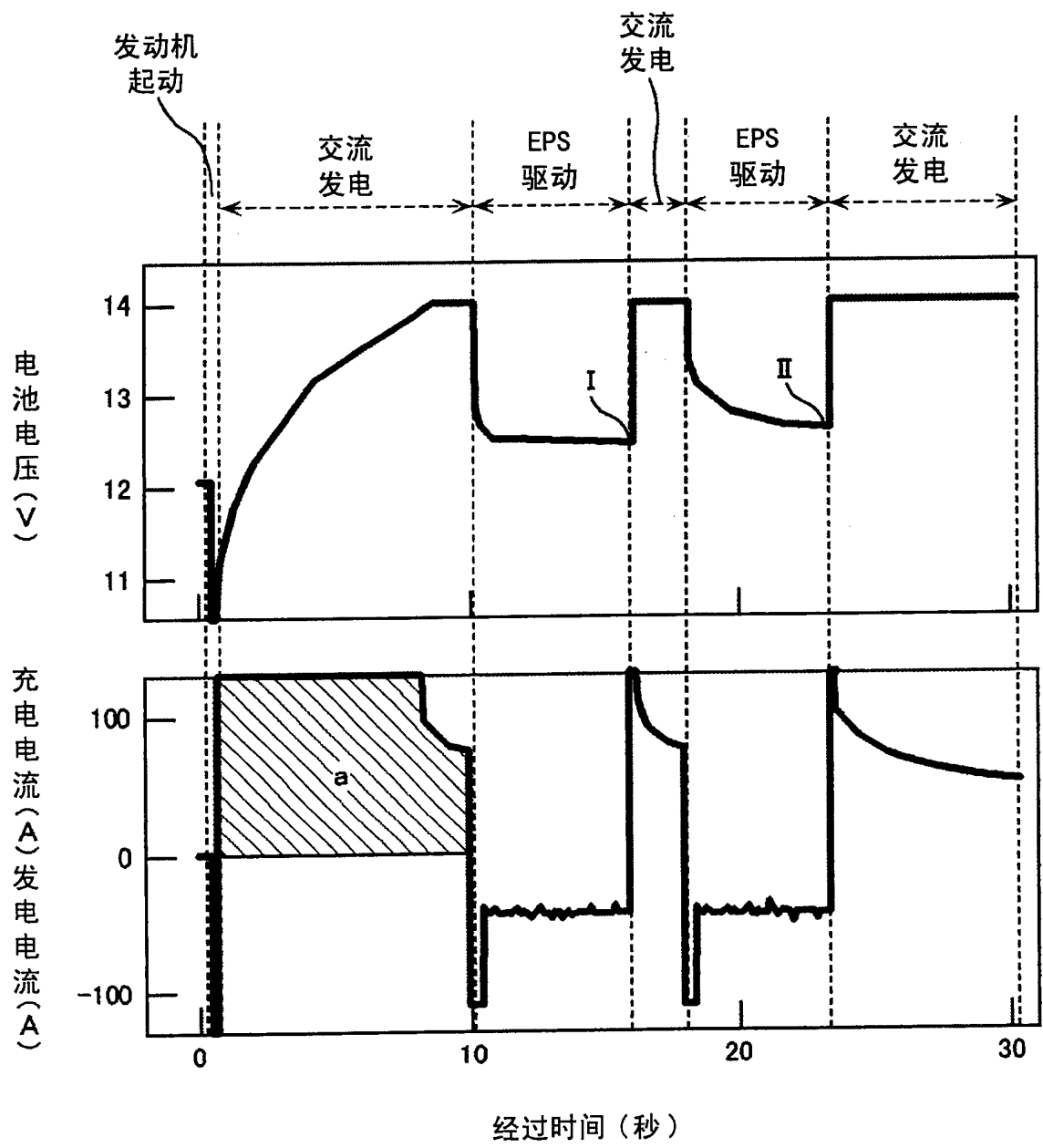


图 6

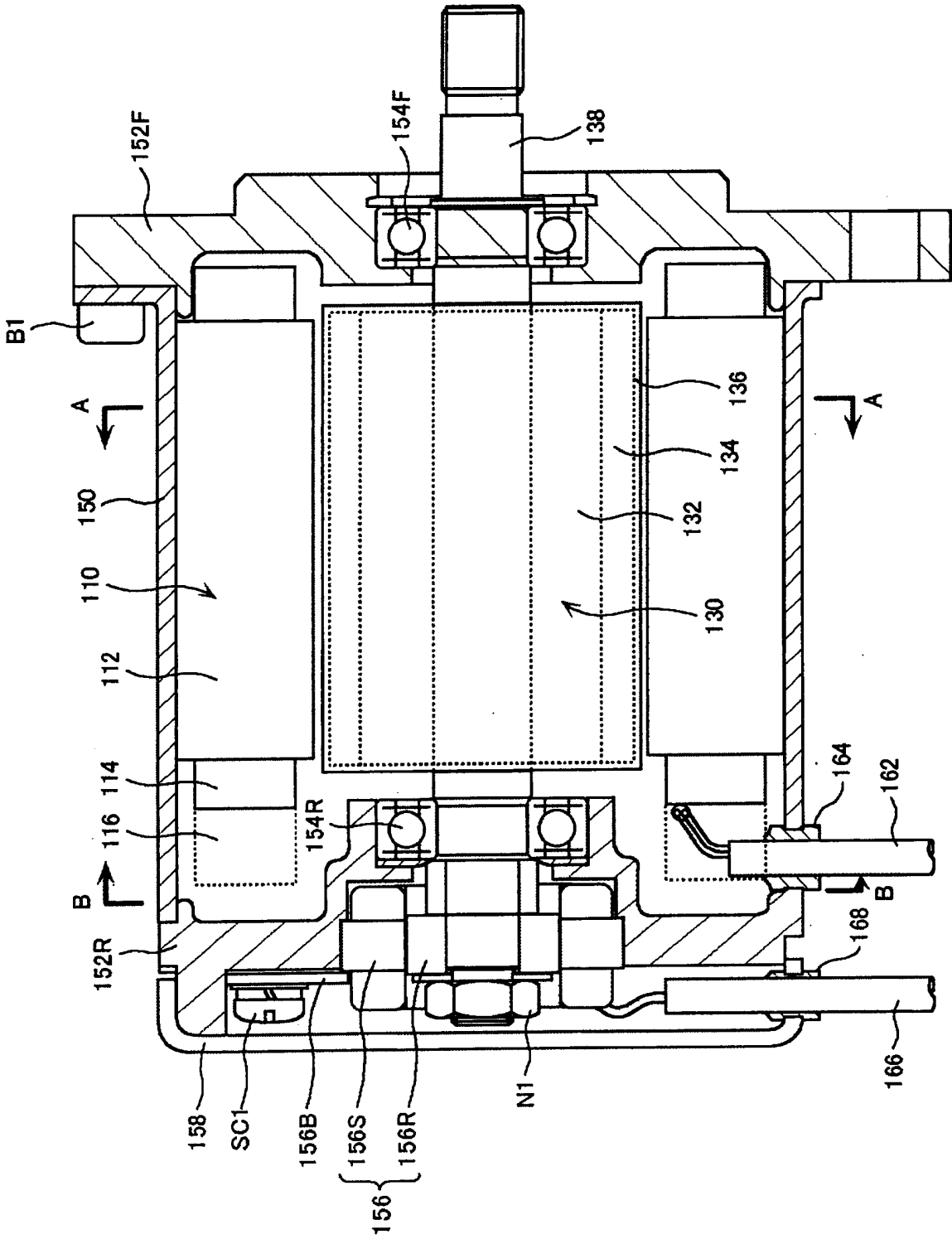


图 7

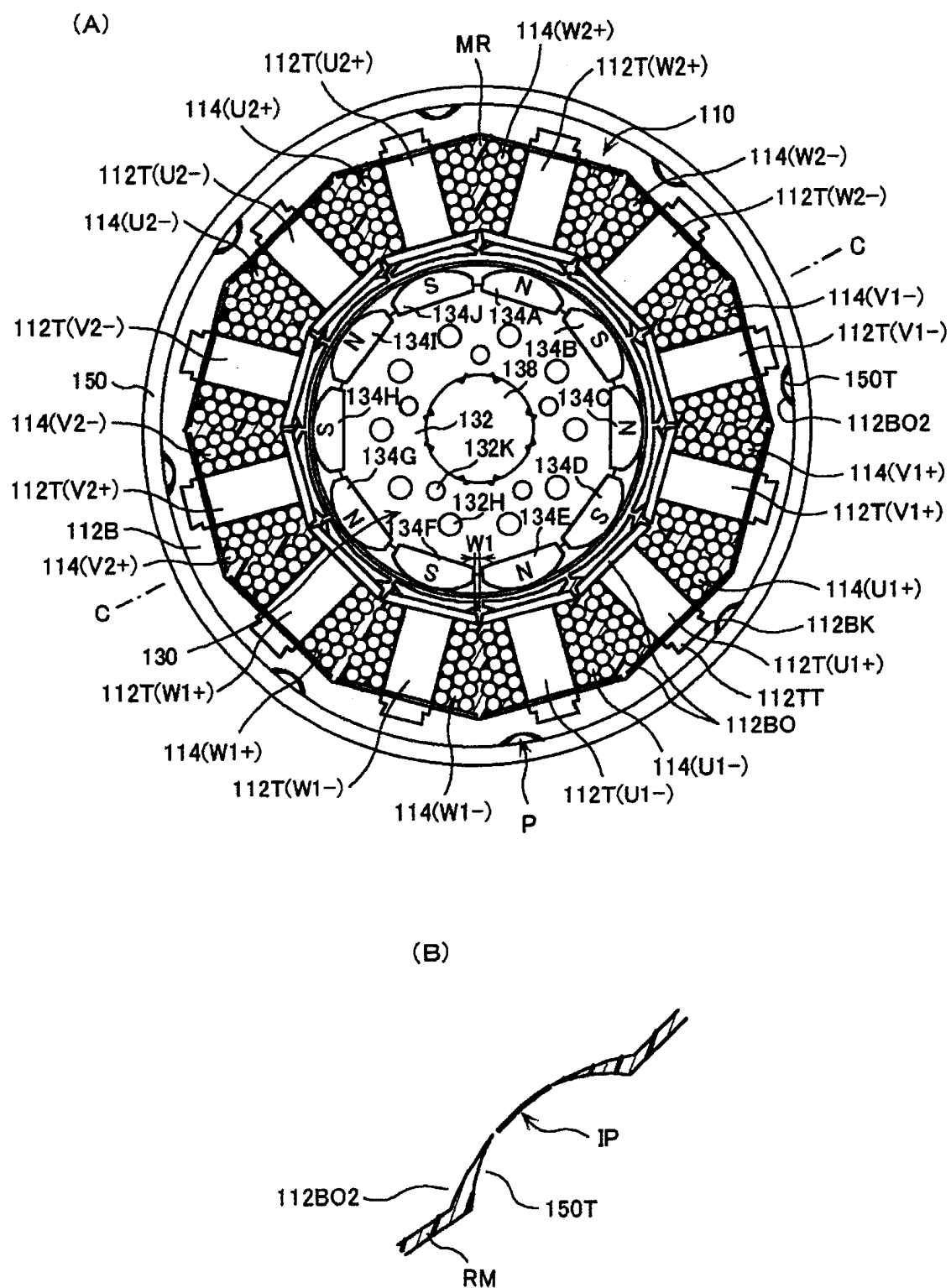


图 8

	槽数 S					
极数 P		3	6	9	12	15
	2					
	4					
	6					
	8					
	10					

图 9

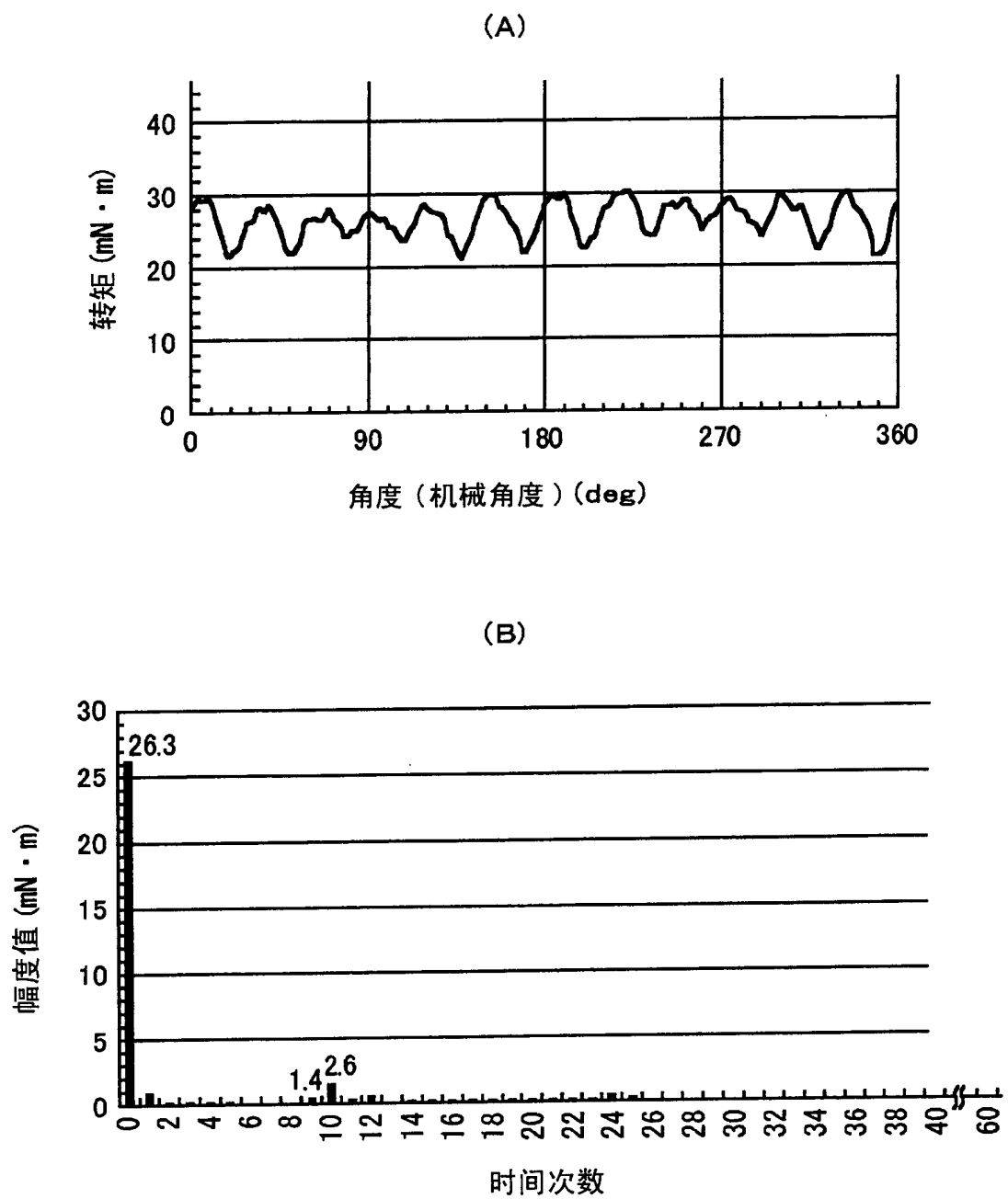


图 10

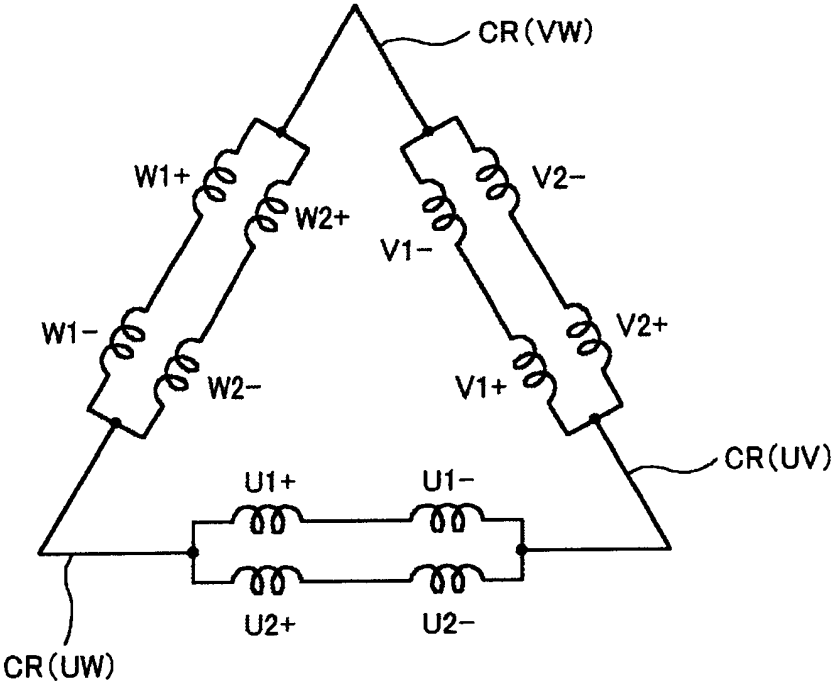


图 11

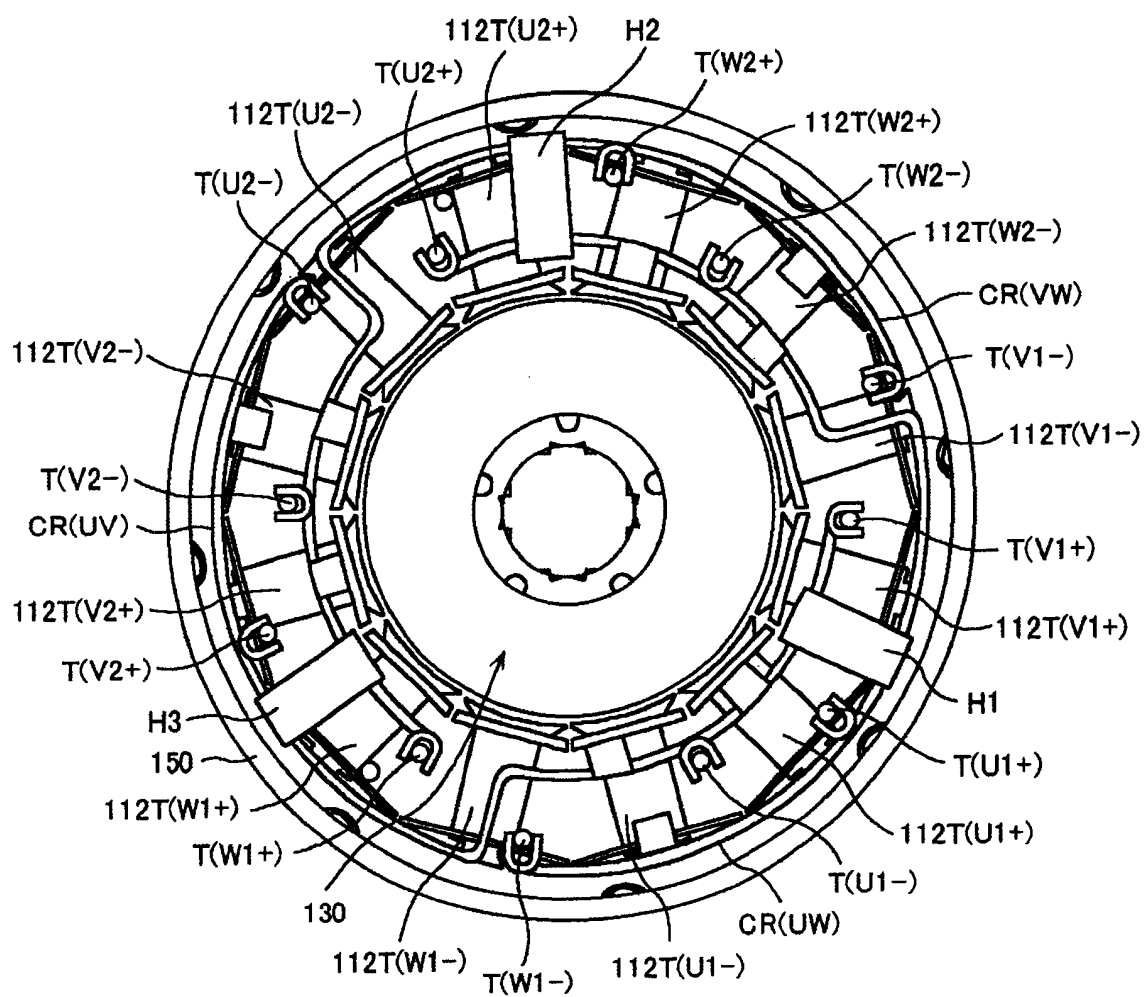


图 12

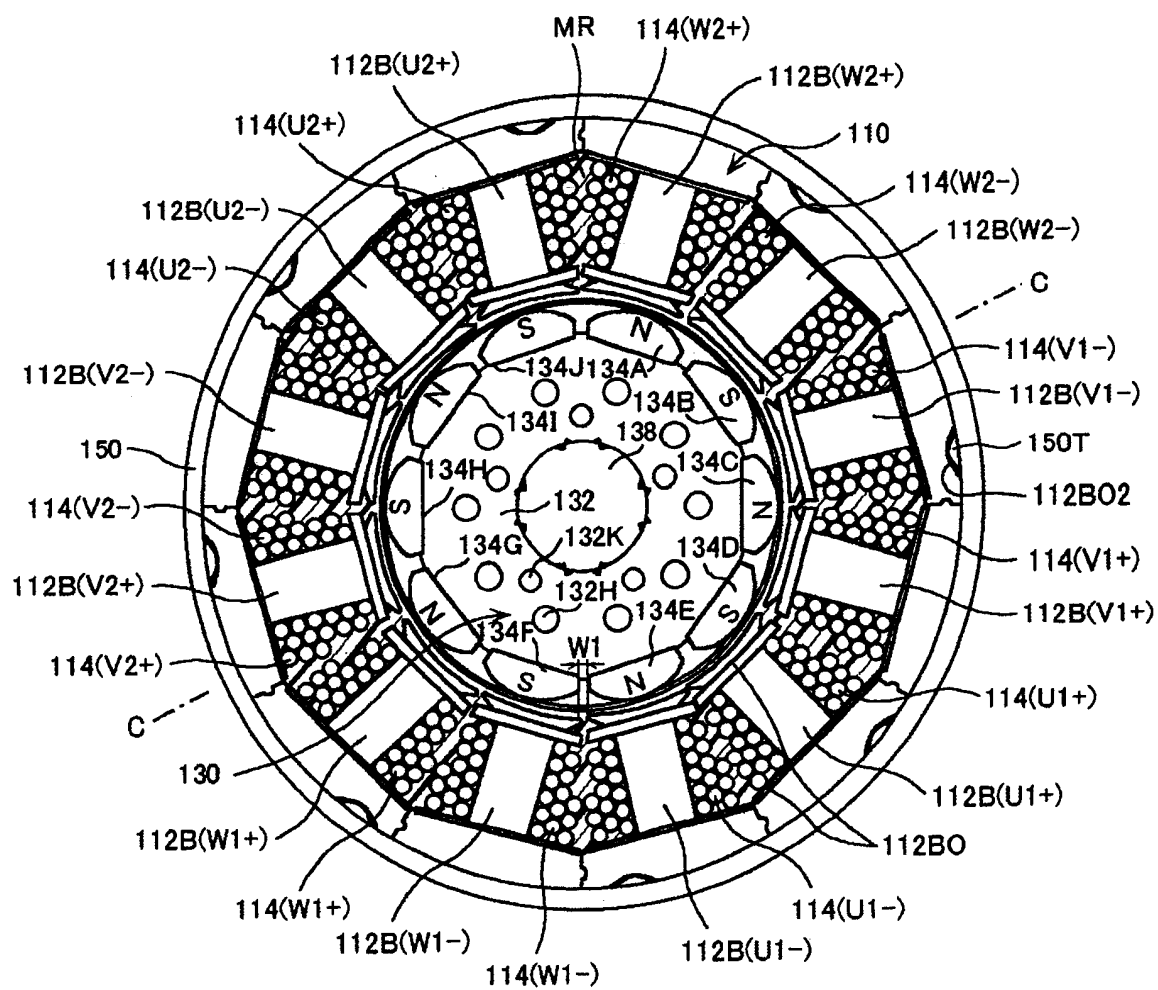


图 13

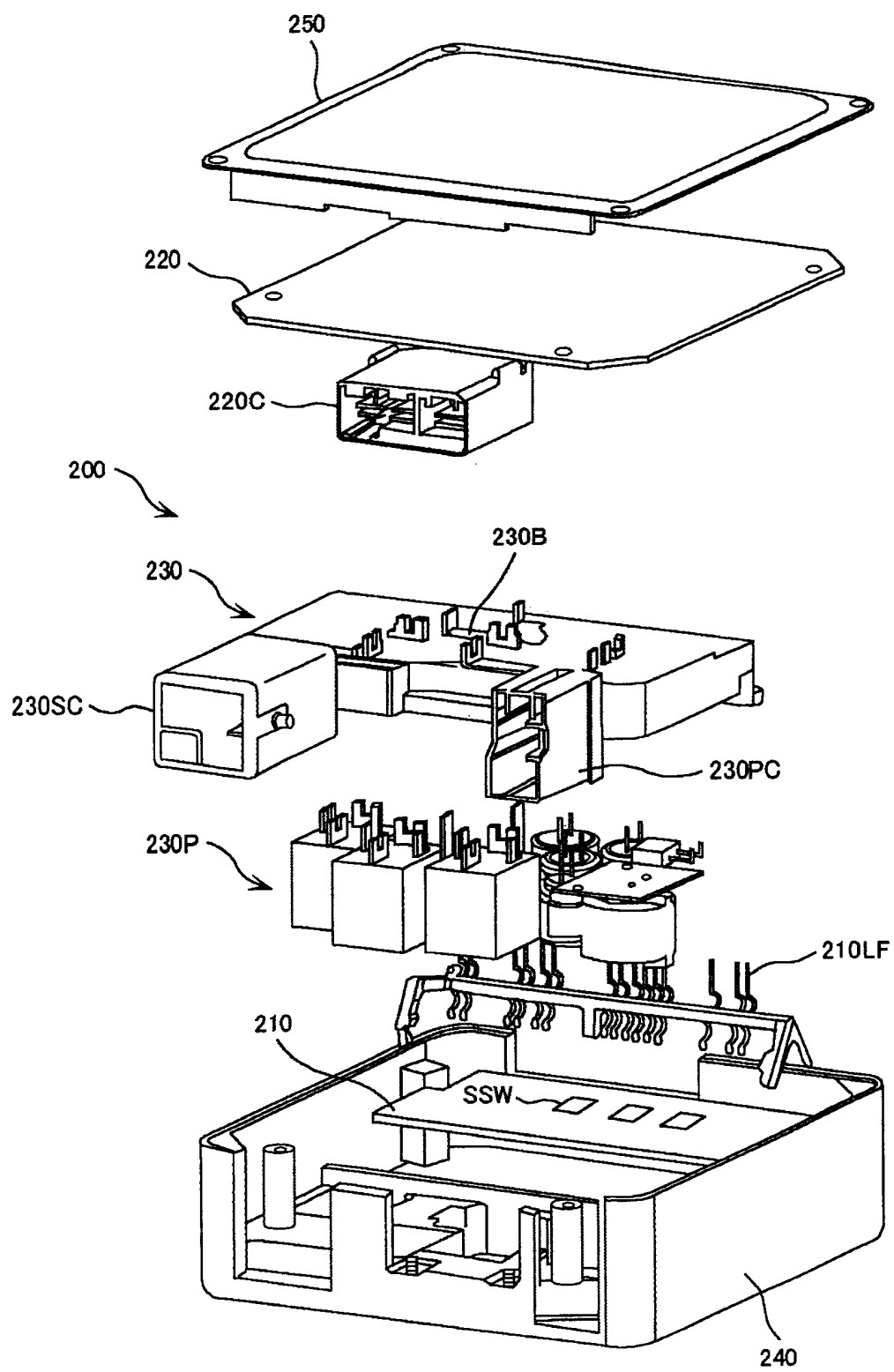


图 14

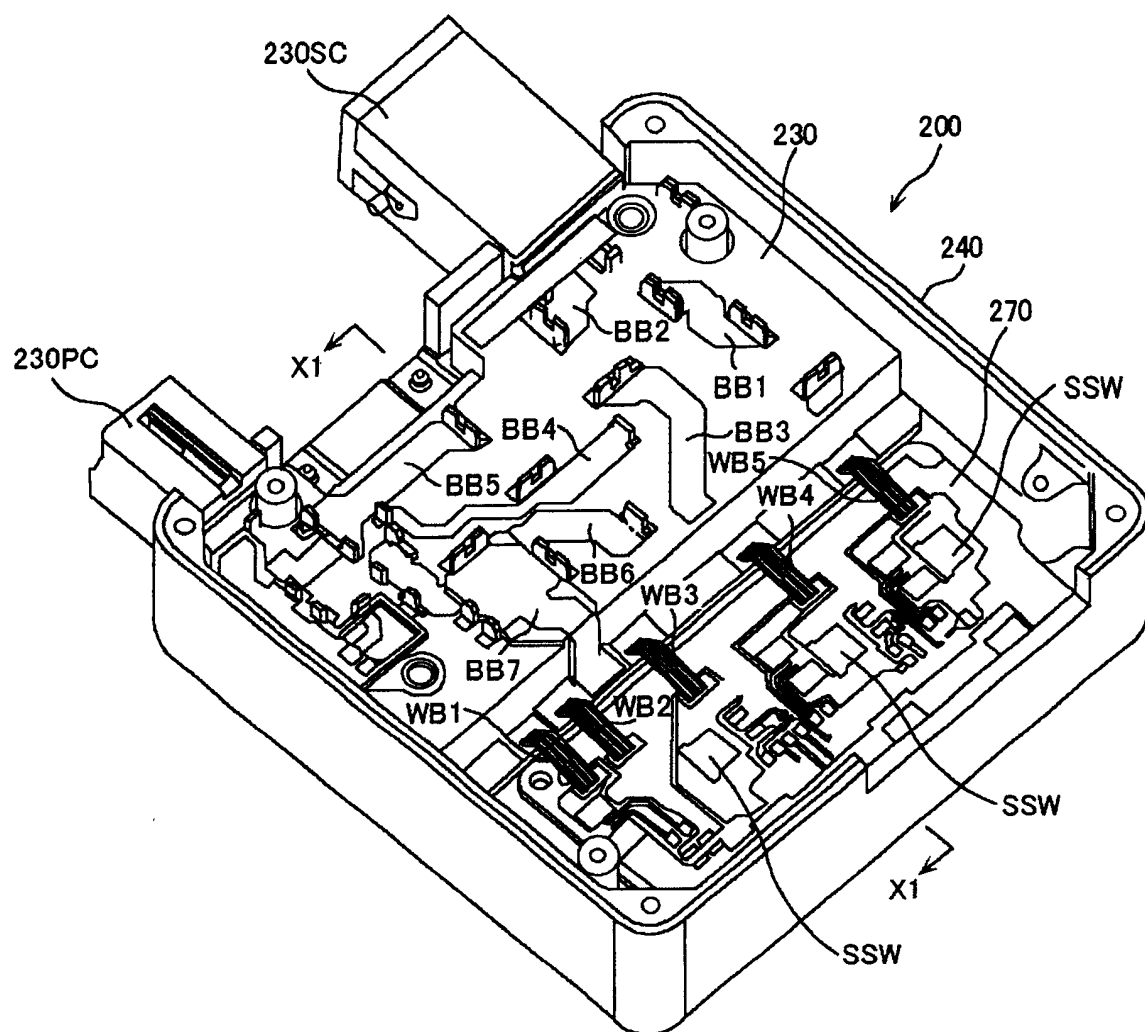


图 15

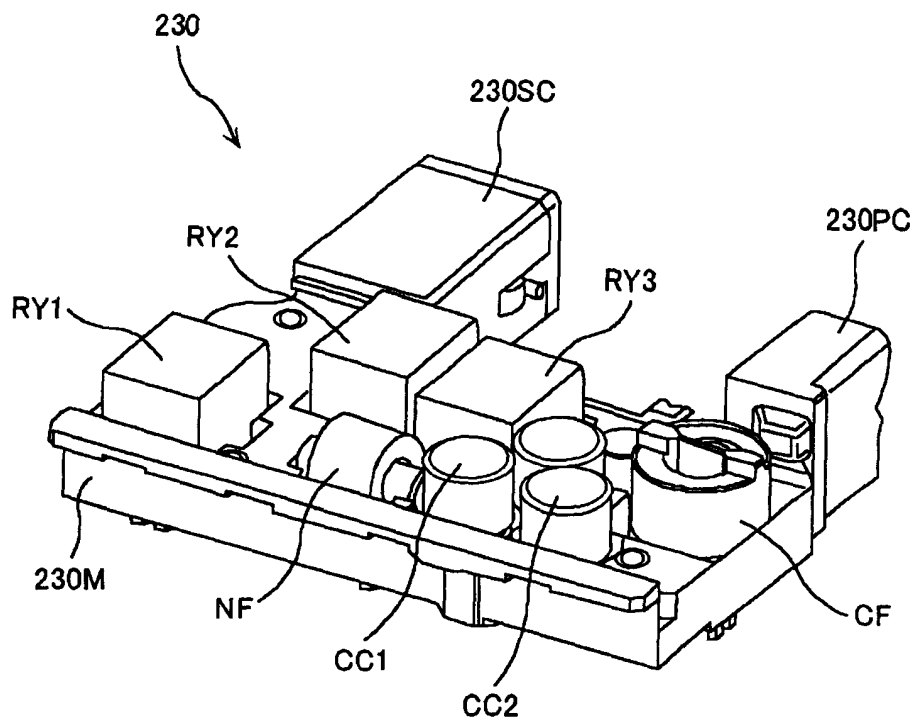


图 16

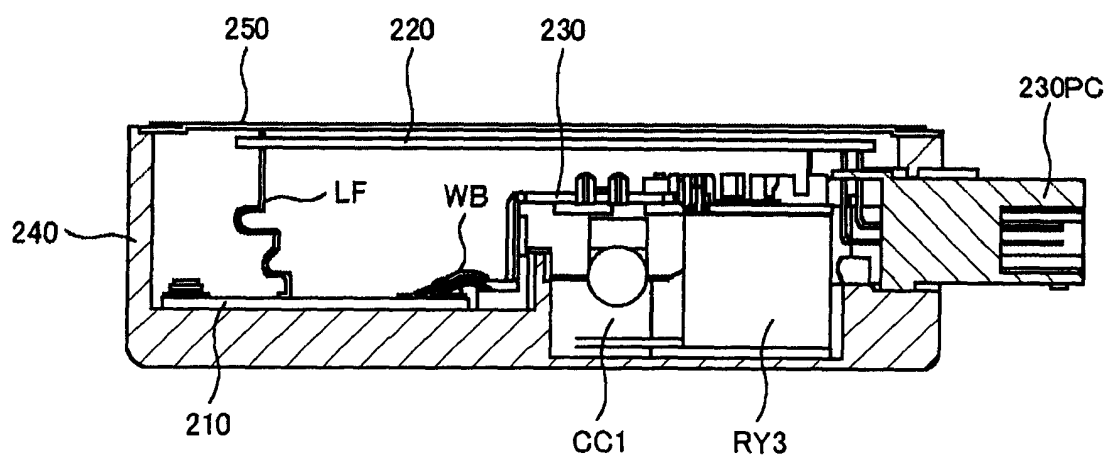


图 17

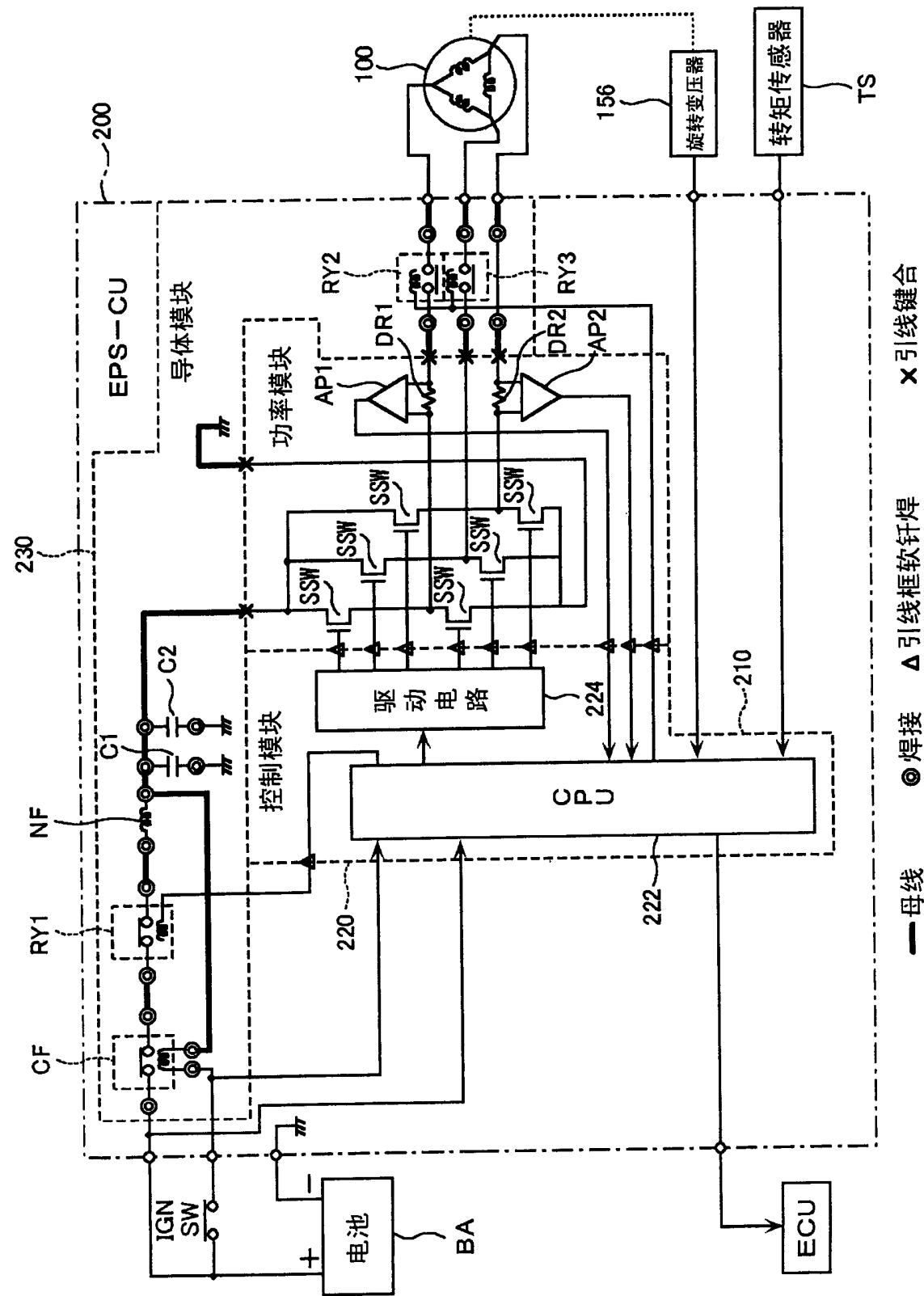


图 20

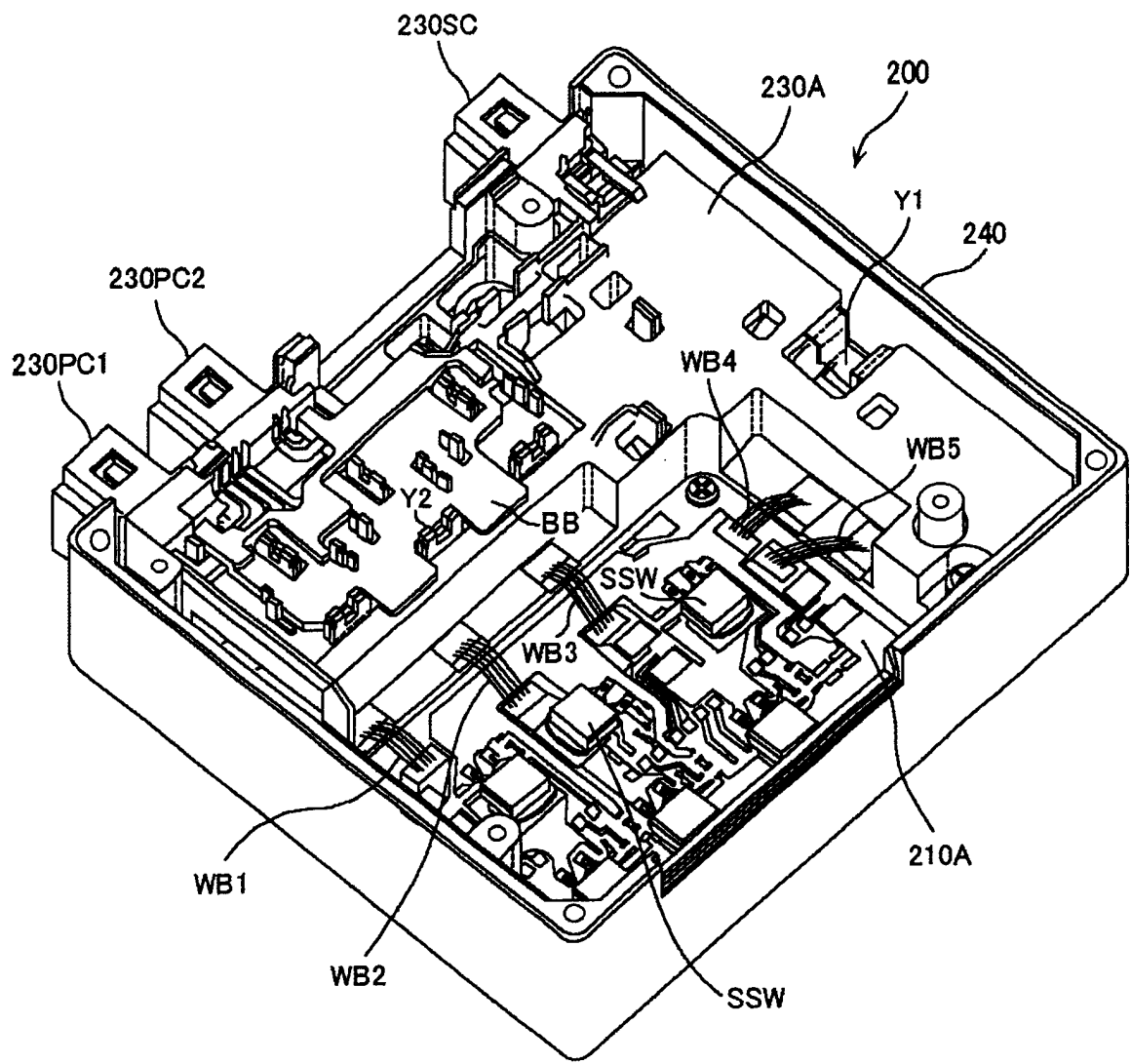


图 21

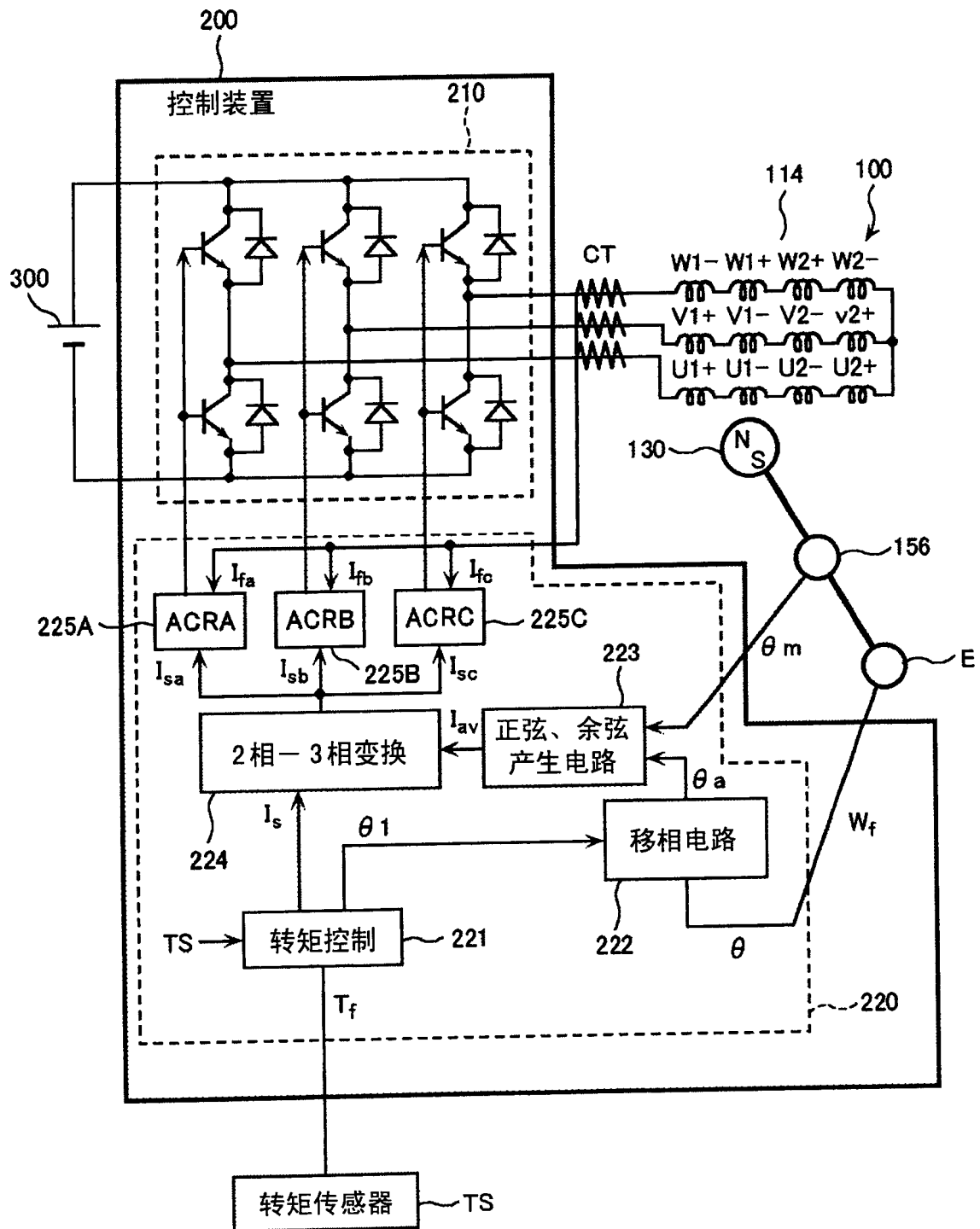


图 22

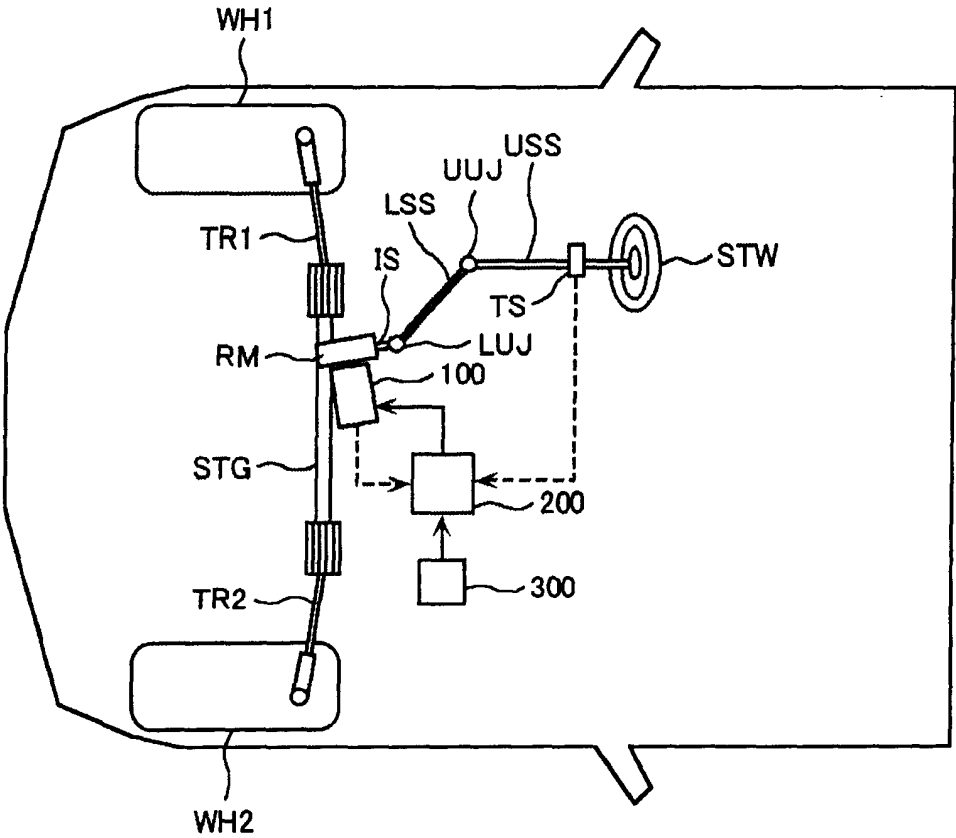


图 23

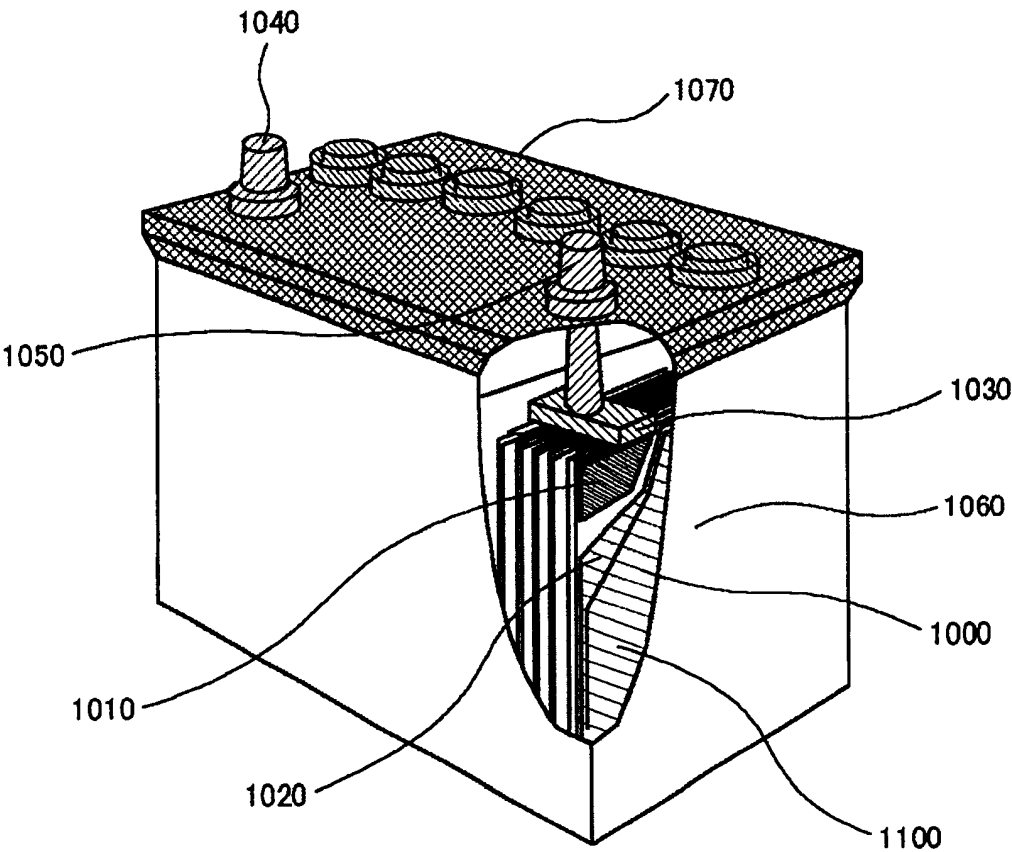


图 24

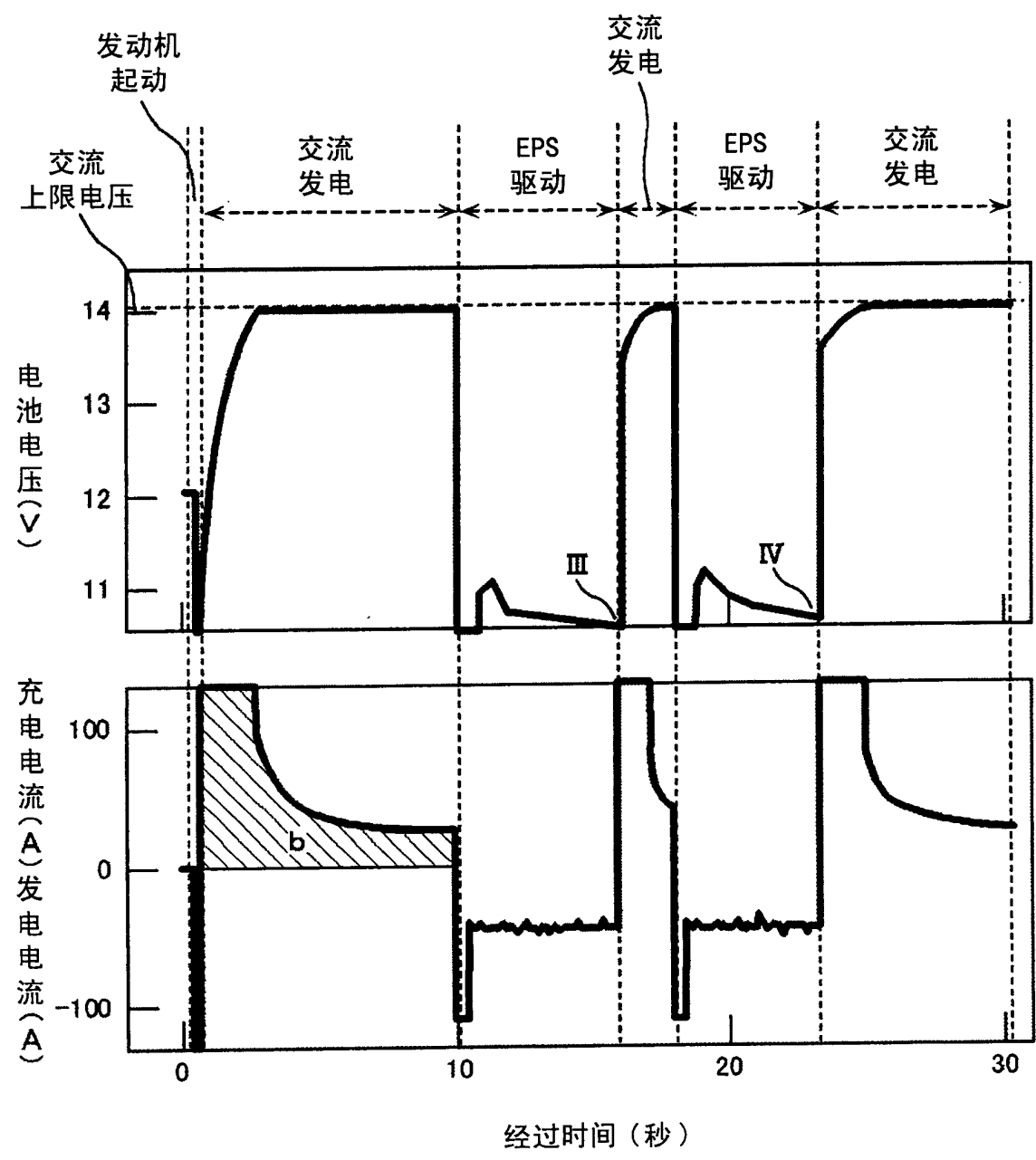


图 25