



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103968064 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201410043647. 2

(22) 申请日 2014. 01. 29

(30) 优先权数据

2013-017261 2013. 01. 31 JP

(71) 申请人 爱信精机株式会社

地址 日本爱知县

(72) 发明人 甲村雅彦 太田有希 森匡辅

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 金鹏 陈昌柏

(51) Int. Cl.

F16H 61/04 (2006. 01)

F16H 61/28 (2006. 01)

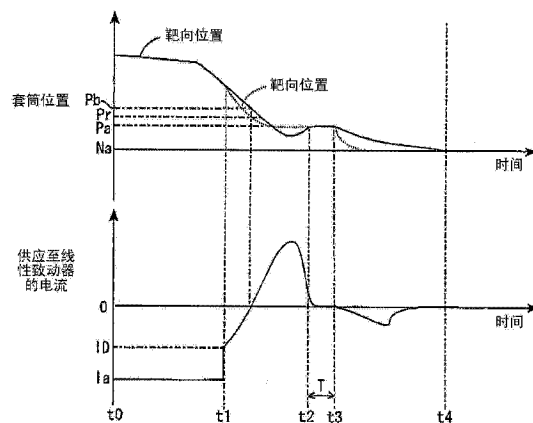
权利要求书2页 说明书13页 附图17页

(54) 发明名称

自动换挡装置

(57) 摘要

本发明公开了一种自动换挡装置(13), 其包括旋转轴(23,24)、爪形离合器齿轮换挡机构(252)和控制单元(26)。在将处于与第一离合器环(281)和第二离合器环(282)中的一个啮合的啮合状态的套筒(312)移动到限定在第一离合器环(281)与第二离合器环(282)之间的位置处的空档位置(Na)时, 控制单元(26)控制第一移动速度(Va)快于第二移动速度(Vb), 其中第一移动速度(Va)是将处于啮合状态的套筒(312)移动到目标位置(Pa)的速度, 所述目标位置(Pa)限定在空档位置(Na)与套筒(312)相啮合的第一离合器环(281)和第二离合器环(282)中的所述一个之间, 其中第二移动速度(Vb)是将套筒(312)从目标位置(Pa)移动到空档位置(Na)的速度。



1. 一种自动换挡装置(13),包括:

旋转轴(23,24),被轴向支撑以围绕所述旋转轴(23,24)的轴线可旋转,所述旋转轴(23,24)被配置为与所述自动换挡装置(13)的输入轴和输出轴中的一个旋转啮合;

爪形离合器齿轮换挡机构(252),包括:

第一离合器环(281)和第二离合器环(282),支撑在所述旋转轴(23,24)上以围绕所述旋转轴(23,24)可旋转,所述第一离合器环(281)提供第一齿轮比,所述第一离合器环(281)被配置为与所述输入轴和所述输出轴中的另一个旋转啮合,所述第二离合器环(282)提供第二齿轮比,所述第二离合器环(282)被配置为与所述输入轴和所述输出轴中的所述另一个旋转啮合;

轮毂(311),固定在所述旋转轴(23,24)上的、处于所述第一离合器环(281)与所述第二离合器环(282)之间的位置处,所述位置邻近于所述第一离合器环(281)和所述第二离合器环(282);

套筒(312),适配于所述轮毂(311),所述套筒(312)被抑制相对于所述轮毂(311)旋转,所述套筒(312)被允许沿所述旋转轴(23,24)的轴线方向移动;

第一爪形离合器部(281a)和第二爪形离合器部(282a),所述第一爪形离合器部(281a)突出地布置于所述第一离合器环(281)在所述套筒(312)的方向上的一侧,以及所述第二爪形离合器部(282a)突出地布置于所述第二离合器环(282)在所述套筒(312)的方向上的一侧,所述第一爪形离合器部(281a)和所述第二爪形离合器部(282a)响应于所述套筒(312)的轴向移动而选择性地与形成在所述套筒(312)上的花键(312a)咬合;

移轴装置(313),沿所述旋转轴(23,24)的轴线方向移动所述套筒(312);以及

传感器(314),根据所述套筒(312)在所述旋转轴(23,24)的轴线方向上的移动来检测所述套筒(312)的位置;以及

控制单元(26),基于由所述传感器(314)检测到的所述套筒(312)的检测位置来控制所述移轴装置(313)的操作,其中

在将处于与所述第一离合器环(281)和所述第二离合器环(282)中的一个啮合的啮合状态的所述套筒(312)移动到限定在所述第一离合器环(281)与所述第二离合器环(282)之间的位置处的空档位置(Na)时,所述控制单元(26)控制第一移动速度(Va)快于第二移动速度(Vb),其中所述第一移动速度(Va)是将处于啮合状态的所述套筒(312)移动到目标位置(Pa)的速度,所述目标位置(Pa)限定在所述空档位置(Na)以及与所述套筒(312)相啮合的所述第一离合器环(281)和所述第二离合器环(282)中的所述一个之间,其中所述第二移动速度(Vb)是将所述套筒(312)从所述目标位置(Pa)移动到所述空档位置(Na)的速度。

2. 根据权利要求1所述的自动换挡装置(13),其中,在从所述套筒(312)到达所述目标位置(Pa)的时间点起经过预定时间段(T)之后,所述控制单元(26)控制所述套筒(312)开始从所述目标位置(Pa)移动到所述空档位置(Na)。

3. 根据权利要求1或2所述的自动换挡装置(13),其中,当与所述第一离合器环(281)和所述第二离合器环(282)中的一个处于啮合状态的所述套筒(312)开始朝向所述目标位置(Pa)移动时,所述控制单元(26)执行控制以在所述套筒(312)上施加指向所述套筒(312)的移动方向的预定力。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的自动换挡装置(13),还包括:

单独的爪形离合器齿轮换挡机构(251,253,254),包括单独的离合器环(285,28R,293,294,296)、单独的轮毂(321)、单独的套筒(322)、单独的爪形离合器部(293a)、单独的移轴装置(323)以及单独的传感器(324),其中

当所述爪形离合器齿轮换挡机构(252)的套筒(312)到达所述目标位置(Pa)时,所述控制单元(26)控制位于单独的空档位置(Nb)处的所述单独的爪形离合器齿轮换挡机构(251,253,254)的所述单独的套筒(322)开始从所述单独的空档位置(Nb)移动到所述单独的离合器环(285,28R,293,294,296)。

自动换挡装置

技术领域

[0001] 本公开一般地涉及一种自动换挡装置。

背景技术

[0002] JP2012-225436A (在下文中例如称为参考文献 1) 中公开了一种自动换挡装置, 包括: 第一离合器环, 第二离合器环, 布置在第一离合器环与第二离合器环之间以沿轴向可移动的套筒(sleeve), 用于沿轴向移动该套筒的移轴装置, 以及驱动该移轴装置的控制单元。第一离合器环和第二离合器环是固定齿轮。套筒是可移动齿轮。控制单元控制套筒朝向限定在第一离合器环与第二离合器环之间的位置处的空档位置移动, 其中通过该套筒的爪形离合器部与该第一离合器环的爪形离合器部相啮合而使该套筒与该第一离合器环处于啮合状态。更具体而言, 在该套筒的爪形离合器部与该第一离合器环的爪形离合器部脱离之后, 通过沿与套筒的移动方向相反的方向施加力, 使套筒停止在空档位置。

[0003] 近年来, 开发出了减小了第一离合器环与第二离合器环之间的分离距离的自动换挡装置。在参考文献 1 所公开的自动换挡装置中, 在机构包含有松动(looseness) 的状态下, 在使得套筒的移动停止在空档位置时, 套筒可能由于沿轴向的摆动而接触第二离合器环。在第二离合器环的转速高的状态下, 由于套筒接触第二离合器环而产生换挡撞击(shift shock) 和接触噪声, 这被认为是缺点。通过低速移动套筒而可以避免套筒接触第二离合器环, 但是, 换挡时间变长, 这被认为是缺点。

[0004] 因而, 需要这样一种自动换挡装置, 其中在使得套筒的移动停止在空档位置时, 抑制套筒与处于套筒移动方向上的位置处的离合器环相接触。此外, 存在对于换挡时间缩短的自动换挡装置的需要。

发明内容

[0005] 一种自动换挡装置包括: 旋转轴, 被轴向支撑以围绕所述旋转轴的轴线可旋转, 所述旋转轴被配置为与所述自动换挡装置的输入轴和输出轴中的一个旋转啮合; 爪形离合器齿轮换挡机构, 包括: 支撑在所述旋转轴上以围绕所述旋转轴可旋转的第一离合器环和第二离合器环, 所述第一离合器环提供第一齿轮比, 所述第一离合器环被配置为与所述输入轴和所述输出轴中的另一个旋转啮合, 所述第二离合器环提供第二齿轮比, 所述第二离合器环被配置为与所述输入轴和所述输出轴之另一旋转啮合; 固定在所述旋转轴上处于所述第一离合器环与所述第二离合器环之间的位置处的轮毂, 该位置邻近于所述第一离合器环和所述第二离合器环; 适配于所述轮毂的套筒, 所述套筒被抑制相对于所述轮毂旋转, 所述套筒被允许沿所述旋转轴的轴线方向移动; 第一爪形离合器部, 突出地布置于所述第一离合器环在所述套筒的方向上的一侧, 以及第二爪形离合器部, 突出地布置于所述第二离合器环在所述套筒的方向上的一侧, 所述第一爪形离合器部和所述第二爪形离合器部响应于所述套筒的轴向移动而选择性地与形成在所述套筒上的花键咬合; 移轴装置, 沿所述旋转轴的轴线方向移动所述套筒; 以及传感器, 根据所述套筒在所述旋转轴的轴线方向上的移

动来检测所述套筒的位置；以及控制单元，基于由所述传感器检测到的所述套筒的检测位置来控制所述移轴装置的操作。在将处于与所述第一离合器环和所述第二离合器环中的一个啮合的啮合状态的所述套筒移动到限定在所述第一离合器环与所述第二离合器环之间的位置处的空档位置时，所述控制单元控制第一移动速度快于第二移动速度，其中所述第一移动速度是将处于啮合状态的所述套筒移动到目标位置的速度，该目标位置限定在所述空档位置与所述套筒相啮合的所述第一离合器环和所述第二离合器环中的所述一个之间，其中所述第二移动速度是将所述套筒从所述目标位置移动到所述空档位置的速度。

[0006] 在通过增大套筒的移动速度而使套筒移动到空档位置以便缩短换挡时间的状态下，套筒沿旋转轴的轴线方向的摆动变大，并且可能导致套筒接触位于套筒移动方向上的位置处的离合器环。因此，将目标位置限定在空档位置与处于和套筒啮合的啮合状态的离合器环之间的位置处，在该位置处，套筒不会由于套筒沿旋转轴的轴线方向的摆动而与位于套筒移动方向上的位置处的离合器环接触。结果是，可以增大用于将套筒移动到目标位置的套筒的第一移动速度。此外，从目标位置到空档位置，使套筒以第二移动速度移动，该第二移动速度不会导致套筒由于沿旋转轴的轴线方向的摆动而与位于套筒移动方向上的位置处的离合器环接触。结果是，可缩短换挡时间。

[0007] 根据本公开的另一方案，在从所述套筒到达所述目标位置的时间点起经过预定时间段之后，所述自动换挡装置的控制单元控制所述套筒开始从所述目标位置移动到所述空档位置。

[0008] 因此，可以减缓已经移动到目标位置的套筒沿旋转轴的轴线方向的摆动。结果是，可以增大套筒从目标位置到空档位置的移动速度。

[0009] 根据本公开的再一方案，当与所述第一离合器环和所述第二离合器环中的一个处于啮合状态的所述套筒开始朝向所述目标位置移动时，所述自动换挡装置的控制单元执行控制以在所述套筒上施加指向所述套筒的移动方向的预定力。

[0010] 按照这里描述的配置，形成在套筒上的花键与离合器环的爪形离合器部可以迅速脱离，使得可以进一步缩短换挡时间。

[0011] 根据本公开的又一方案，所述自动换挡装置还包括：单独的(separate)爪形离合器齿轮换挡机构，其包括单独的离合器环、单独的轮毂、单独的套筒、单独的爪形离合器部、单独的移轴装置以及单独的传感器。当所述爪形离合器齿轮换挡机构的套筒到达所述目标位置时，所述控制单元控制位于单独的空档位置处的所述单独的爪形离合器齿轮换挡机构的单独的套筒开始从所述单独的空档位置移动到所述单独的离合器环。

[0012] 因此，可以在较早的时间点开始控制单独套筒的单独花键与单独离合器环的单独爪形离合器部的啮合。结果是，可以缩短单独的爪形离合器机构处的换挡时间。

附图说明

[0013] 通过参照附图考虑以下详细描述，本公开的前述以及其它特征和特性将变得更为明显，其中：

[0014] 图 1 是示出包括根据实施例的自动换挡装置的车辆的部件的示意图；

[0015] 图 2 是示出图 1 所示的自动换挡装置的部件的概要图；

[0016] 图 3 是详细地部分示出图 2 所示的自动换挡装置的部件的示意图；

[0017] 图 4 是示出形成图 2 所示的爪形离合器齿轮换挡机构的第一齿轮、离合器轮毂及套筒的立体图；

[0018] 图 5A 是示出图 4 所示的第一齿轮的平面图；

[0019] 图 5B 是示出图 4 所示的第一齿轮的侧视图；

[0020] 图 6 是示出图 4 所示的离合器轮毂的平面图；

[0021] 图 7 是示出图 4 所示的套筒的平面图；

[0022] 图 8A 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在爪形离合器齿轮换挡机构换挡前的状态下的截面图；

[0023] 图 8B 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在高齿已经与离合器前齿接触的状态下的截面图；

[0024] 图 8C 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在每个高齿和低齿均已与离合器后齿接触的状态下的截面图；

[0025] 图 8D 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在每个高齿和低齿均已与离合器后齿咬合的状态下的截面图；

[0026] 图 9A 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在高齿已经与离合器前齿接触的状态下的展开图；

[0027] 图 9B 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在高齿已经与离合器前齿的斜面接触的状态下的展开图；

[0028] 图 9C 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在每个高齿和低齿均已与离合器后齿的接触面接触的状态下的展开图；

[0029] 图 9D 是示出图 4 所示的爪形离合器齿轮换挡机构在每个高齿和低齿均已与离合器后齿咬合的状态下的展开图；

[0030] 图 10A 是示出在由换挡控制单元控制的从第二速度到第三速度的齿轮换挡时第二齿轮处的操作的图；

[0031] 图 10B 是示出在由换挡控制单元控制的从第二速度到第三速度的齿轮换挡时第三副齿轮处的操作的图；

[0032] 图 11 是示出由换挡控制单元控制的套筒脱离操作的图；

[0033] 图 12 是示出换挡控制单元的功能部的框图；

[0034] 图 13 是示出由换挡控制单元控制的移动套筒的总体过程的主流程图；

[0035] 图 14 是示出由换挡控制单元控制的脱离套筒的过程的流程图,该过程称为脱离控制；

[0036] 图 15 是示出由换挡控制单元控制的初始移动套筒的过程的流程图,该过程称为初始反馈控制；

[0037] 图 16 是示出由换挡控制单元控制的最终移动套筒的过程的流程图,该过程称为最终反馈控制；

[0038] 图 17 是示出由换挡控制单元控制的将套筒保持为空转状态的过程的流程图,该过程称为空转控制；

[0039] 图 18 是示出由换挡控制单元控制的脱离单独套筒的过程的流程图；以及

[0040] 图 19 是示出由换挡控制单元控制的套筒移动的时间段期间随着时间推移的套筒

位置和供应至线性致动器的电流变化的图。

具体实施方式

[0041] 将描述根据实施例的自动换挡装置 13。首先,参照图 1 描述包括根据实施例的自动换挡装置 13 的车辆 M 的部件。车辆 M 包括部件,例如:引擎 11,离合器 12,自动换挡装置 13,差动装置 14,控制系统 15,以及驱动轮 Wf1、Wfr (其为左前轮和右前轮)。

[0042] 引擎 11 是通过燃料的燃烧产生驱动力的装置。来自引擎 11 的驱动力经由离合器 12、自动换挡装置 13 和差动装置 14 被传送到驱动轮 Wf1、Wfr。换言之,车辆 M 是通称为 FF 车的车辆。离合器 12 被布置为响应于来自控制系统 15 的命令而自动地连接和断开。自动换挡装置 13 例如从用于向前移动的六个位置和用于向后移动的一个位置中自动选择齿轮位置。差动装置 14 包括末端齿轮(final gear)和差动齿轮的每一个作为部件。差动装置 14 与自动换挡装置 13 一体化形成。

[0043] 其次,将描述自动换挡装置 13 的部件。如图 2 所示,自动换挡装置 13 例如包括:壳体 21,驱动轴 22,主轴 23,副轴 24,爪形离合器齿轮换挡机构 251、252、253、254,以及换挡控制单元 26。换挡控制单元 26 被包括于控制系统 15 中。换挡控制单元 26 用作控制单元。壳体 21 的示例性部件是形成为基本是空心筒形的主体 21a、第一壁 21b 以及第二壁 21c。第一壁 21b 和第二壁 21c 中的每一个将主体 21a 内部的空间分隔成相对于第一壁 21b 和第二壁 21c 的左向-右向空间,其中左向和右向指的是图 2 中的左向和右向。

[0044] 驱动轴 22 和主轴 23 是共轴布置的。副轴 24 被布置为平行于驱动轴 22 和主轴 23。驱动轴 22、主轴 23 和副轴 24 被支撑在壳体 21 上从而可旋转。更具体而言,驱动轴 22 的一端(其为图 2 中的左向端)经由离合器 12 与引擎 11 的输出轴旋转啮合。驱动轴 22 的另一端(其为图 2 中的右向端)由第一壁 21b 上的轴承(bearing) 271 支撑。结果是,来自引擎 11 的输出被输入至驱动轴 22,同时离合器 12 被连接。

[0045] 主轴 23 的一端(其为图 2 中的左向端)被轴向支撑在驱动轴 22 的所述另一端(其为图 2 中的右向端)上,从而在主轴 23 的所述一端可与驱动轴 22 的所述另一端处于旋转啮合的状态下经由爪形离合器齿轮换挡机构 251 可旋转。爪形离合器齿轮换挡机构 251 将在后文描述。主轴 23 的另一端(其为图 2 中的右向端)由第二壁 21c 上的轴承 272 支撑。主轴 23 用作旋转轴。副轴 24 可以用作旋转轴。副轴 24 的一端(其为图 2 中的左向端)由第一壁 21b 上的轴承 273 支撑。副轴 24 的另一端(其为图 2 中的右向端)由第二壁 21c 上的轴承 274 支撑。

[0046] 按照从离合器 12 所处的方向起的顺序,主轴 23 布置有爪形离合器齿轮换挡机构 251 (其将齿轮换挡到第五速度或倒档)和爪形离合器齿轮换挡机构 252 (其将齿轮换挡到第二速度或第一速度)。按照从离合器 12 所处的方向起的顺序,副轴 24 布置有爪形离合器齿轮换挡机构 253 (其将齿轮换挡到第四速度或第三速度)和爪形离合器齿轮换挡机构 254 (其将齿轮换挡到第六速度)。爪形离合器齿轮换挡机构 251、252、253、254 设置有用于换挡到不同速度的齿轮 281、282、283、284、285、286、28R,它们中的每一个将在后文描述。

[0047] 第五齿轮 285 的旋转中心例如通过花键配合而固定在驱动轴 22 的所述另一端(其为图 2 中的右向端)上。按照从离合器 12 所处的方向起的顺序,主轴 23 布置有倒档齿轮 28R、第四齿轮 284、第三齿轮 283、第二齿轮 282、第一齿轮 281 和第六齿轮 286。倒档齿轮

28R 可旋转地支撑在主轴 23 上。第四齿轮 284 例如通过花键配合而在第四齿轮 284 的旋转中心处固定在主轴 23 上。第三齿轮 283 例如通过花键配合而在第三齿轮 283 的旋转中心处固定在主轴 23 上。第二齿轮 282 可旋转地支撑在主轴 23 上。第一齿轮 281 可旋转地支撑在主轴 23 上。第六齿轮 286 例如通过花键配合而在第六齿轮 286 的旋转中心处固定在主轴 23 上。

[0048] 按照从离合器 12 所处的方向起的顺序,副轴 24 布置有第五副齿轮 295、倒档副齿轮 29R、第四副齿轮 294、第三副齿轮 293、第二副齿轮 292、第一副齿轮 291 和第六副齿轮 296。第五副齿轮 295 是与第五齿轮 285 咬合的齿轮。第五副齿轮 295 例如通过花键配合而在第五副齿轮 295 的旋转中心处固定在副轴 24 上。倒档副齿轮 29R 是经由齿轮 29r 与倒档齿轮 28R 咬合的齿轮。倒档副齿轮 29R 例如通过花键配合而在倒档副齿轮 29R 的旋转中心处固定在副轴 24 上。第四副齿轮 294 是与第四齿轮 284 咬合的齿轮。第四副齿轮 294 可旋转地支撑在副轴 24 上。第三副齿轮 293 是与第三齿轮 283 咬合的齿轮。第三副齿轮 293 可旋转地支撑在副轴 24 上。第二副齿轮 292 是与第二齿轮 282 咬合的齿轮。第二副齿轮 292 例如通过花键配合而在第二副齿轮 292 的旋转中心处固定在副轴 24 上。第一副齿轮 291 是与第一齿轮 281 咬合的齿轮。第一副齿轮 291 例如通过花键配合而在第一副齿轮 291 的旋转中心处固定在副轴 24 上。第六副齿轮 296 是与第六齿轮 286 咬合的齿轮。第六副齿轮 296 可旋转地支撑在副轴 24 上。在第一齿轮 281 的外周面上以及在第一副齿轮 291 的外周面上,形成相互咬合的齿轮,更具体而言是螺旋齿轮。在相互咬合的其它齿轮之间以类似方式形成齿轮。

[0049] 如图 3 所示,爪形离合器齿轮换挡机构 252 作为示例性部件包括:第一齿轮 281,其用作第一离合器环;第二齿轮 282,其用作第二离合器环;离合器轮毂 311,其用作轮毂;套筒 312;移轴装置 313;以及位置检测传感器 314,其用作传感器。用作单独的爪形离合器齿轮换挡机构的爪形离合器齿轮换挡机构 253 作为示例性部件包括:第三副齿轮 293 和第四副齿轮 294,它们中的每一个用作单独的离合器环;离合器轮毂 321,其用作单独的轮毂;套筒 322,其用作单独的套筒;移轴装置 323,其用作单独的移轴装置;以及位置检测传感器 324,其用作单独的传感器。用作单独的爪形离合器齿轮换挡机构的爪形离合器齿轮换挡机构 251 与爪形离合器齿轮换挡机构 253 相类似地构成。爪形离合器齿轮换挡机构 251 中的倒档齿轮 28R 和第五齿轮 285 中的每一个用作单独的离合器环。用作单独的爪形离合器齿轮换挡机构的爪形离合器齿轮换挡机构 254 只包括第六副齿轮 296,第六副齿轮 296 用作单独的离合器环,其与爪形离合器齿轮换挡机构 252 中的第一离合器环相类似地起作用。爪形离合器齿轮换挡机构 254 不包括与爪形离合器齿轮换挡机构 252 中的第二离合器环相类似地起作用的部件。爪形离合器齿轮换挡机构 252 的布置将在下面详细描述。

[0050] 离合器轮毂 311 例如通过花键配合而在第一齿轮 281 与第二齿轮 282 之间的位置处固定在主轴 23 上,该位置相邻于第一齿轮 281 和第二齿轮 282。在第一齿轮 281 的侧表面(在离合器轮毂 311 的方向上的表面)上,形成第一爪形离合器部 281a。第一爪形离合器部 281a 与套筒 312 上形成的花键 312a 啮合,如图 4 所示。类似地,在第二齿轮 282 的侧表面(在离合器轮毂 311 的方向上的表面)上,形成第二爪形离合器部 282a。第二爪形离合器部 282a 与套筒 312 上形成的花键 312a 啮合。第一齿轮 281 的第一爪形离合器部 281a 和第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 以相同方式形成。因而,选择第一齿轮 281、离合器

轮毂 311 和套筒 312 来参照图 4 至图 7 进行详细描述。

[0051] 如图 4、图 5A 和图 5B 所示,第一爪形离合器部 281a 包括突出部 281a1、两个离合器前齿 281b1 和多个离合器后齿 281c1。突出部 281a1 形成为环形。离合器前齿 281b1 以 180 度间隔布置在突出部 281a1 的外周部上。多个离合器后齿 281c1 在两个离合器前齿 281b1 之间布置在突出部 281a1 的外周部上。更具体而言,在各圆周方向上,在两个离合器前齿 281b1 之间以均等距离的间隔布置五个离合器后齿 281c1。离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 形成在突出部 281a1 的外周部上,由各离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 之间的离合器齿槽 281d1 分隔开。每个离合器齿槽 281d1 在圆周方向上设置有唯一宽度。

[0052] 突出部 281a1 形成为使得突出部 281a1 的外径小于花键 312a 的高齿 312a1 的内径。离合器前齿 281b1 形成为使得离合器前齿 281b1 的外径大于花键 312a 的高齿 312a1 的内径且小于花键 312a 的低齿 312b1 的内径。离合器后齿 281c1 形成为与花键 312a 的花键齿槽 312c1 可啮合。换言之,离合器前齿 281b1 形成为不与低齿 312b1 咬合,而形成能够与高齿 312a1 咬合。离合器后齿 281c1 形成为能够与高齿 312a1 和低齿 312b1 咬合。

[0053] 所形成的离合器前齿 281b1 的数量等于所形成的高齿 312a1 的数量。在根据实施例的自动换挡装置 13 中,形成两个离合器前齿 281b1,并且相等地形成两个高齿 312a1。离合器前齿 281b1 形成得较短,使得即使在套筒 312 与第一齿轮 281 之间的转速差较大的状态下,两个高齿 312a1 也可以容易地进入两个离合器前齿 281b1 之间的空间。每个离合器前齿 281b1 形成为从突出部 281a1 的前端面 281a2 延伸到第一爪形离合器部 281a 的后端位置 Pe。每个离合器前齿 281b1 在对应于高齿 312a1 的位置处延伸。每个离合器后齿 281c1 形成为从由突出部 281a1 的前端面 281a2 凹陷第一预定量 d1 的位置延伸到第一爪形离合器部 281a 的后端位置 Pe。

[0054] 可与高齿 312a1 接触的接触面 281b4 形成在每个离合器前齿 281b1 的前端部,该前端部面向高齿 312a1。此外,从接触面 281b4 沿圆周方向的每侧,形成有朝向第一爪形离合器部 281a 的后端位置 Pe 倾斜的斜面 281b2。离合器前齿 281b1 的接触面 281b4 形成在与突出部 281a1 的前端面 281a2 相同的平面上,或者可替代地,形成在与突出部 281a1 的前端面 281a2 平行的平面上。

[0055] 可与高齿 312a1 和低齿 312b1 接触的接触面 281c2 形成在每个离合器后齿 281c1 上。此外,侧斜面 281c4 形成为从接触面 281c2 沿圆周方向的每侧延伸到离合器后齿 281c1 的每个侧面 281c3。离合器前齿 281b1 的斜面 281b2 和离合器前齿 281b1 的侧面 281b3 相交于位置 Pc 处。离合器前齿 281b1 的斜面 281b2 形成为使得位置 Pc 被限定在沿突出部 281a1 的前端面 281a2 的方向相对于离合器后齿 281c1 的接触面 281c2 的位置处。离合器前齿 281b1 的前端部处的接触面 281b4 与斜面 281b2 相交的部位被以典型的 R 形倒角和圆滑。

[0056] 如图 4 和图 6 所示,花键 311a 形成在离合器轮毂 311 的外周面上。花键 312a 形成在套筒 312 的内周面上。花键 311a 与花键 312a 啮合以便沿主轴 23 的轴向可滑动。花键 311a 形成有凹陷得比其余凹槽深的多个凹槽 311a1,例如,两个凹槽 311a1。所述多个凹槽 311a1 是对应于多个高齿 312a1 的凹槽。

[0057] 如图 4 和图 7 所示,套筒 312 形成为环形。套筒 312 与离合器轮毂 311 整体旋转。此外,套筒 312 被布置为相对于离合器轮毂 311 沿轴向可滑动。花键 312a 形成在套筒 312

的内周面上。花键 312a 与形成在离合器轮毂 311 的外周面上的花键 311a 啮合,以沿轴向可滑动。

[0058] 花键 312a 形成有多个高齿 312a1,例如两个高齿 312a1,其突出得比其余低齿 312b1 高。每个高齿 312a1 和每个低齿 312b1 的边缘部(其是在第一齿轮 281 的方向上位于前端面处的边缘部)被倒角为 45 度角以形成典型的 C 形,以便在高齿 312a1 和低齿 312b1 与离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 接触时保护高齿 312a1 和低齿 312b1 不被撞击损坏。此外,在套筒 312 的外周面上,沿着与套筒 312 的圆周方向相一致的方向形成外周凹槽 312d。叉状件(fork) 313a 的端部处的弧形部与外周凹槽 312d 啮合,以便沿圆周方向可滑动。

[0059] 如图 3 所示,移轴装置 313 是使套筒 312 沿与套筒 312 的轴向相一致的方向前后移动的装置。移轴装置 313 被布置为使得移轴装置 313 在套筒 312 被推上第一齿轮 281 或第二齿轮 282 时,允许套筒 312 通过从第一齿轮 281 或第二齿轮 282 施加的反作用力而移动。移轴装置 323 被以类似方式布置。

[0060] 移轴装置 313 作为示例性部件包括:叉状件 313a、叉轴 313b、定位机构(detent mechanism)313c 及线性致动器 313d。类似地,移轴装置 323 作为示例性部件包括:叉状件 323a、叉轴 323b、定位机构 323c 及线性致动器 323d。移轴装置 313 将在下面详细描述。

[0061] 叉状件 313a 的端部形成为适配于套筒 312 的外周凹槽 312d 的外周形状。叉状件 313a 的基端部固定在叉轴 313b 上。叉轴 313b 支撑在壳体 21 上,以便沿与叉轴 313b 的轴向相一致的方向可滑动。更具体而言,叉轴 313b 的一端(其为图 3 中的右向端)由第二壁 21c 上的轴承 313e 支撑。叉轴 313b 的另一端(其为图 3 中的左向端)固定在托架 313f 上。托架 313f 被布置为在沿叉轴 313b 的轴向突出于第一壁 21b 的导引件 313g 上可滑动。导引件 313g 是抑制托架 313f 旋转的构件。同时,在抑制托架 313f 相对于螺母件 313h 旋转的状态下,托架 313f 被固定在螺母件 313h 上。螺母件 313h 螺纹安装于驱动轴 313i 上以便可移动,驱动轴 313i 包括线性致动器 313d。驱动轴 313i 由第一壁 21b 上的轴承 313j 支撑。

[0062] 定位机构 313c 是通过控制叉轴 313b 沿轴向的滑动位置来控制套筒 312 的位置的机构。定位机构 313c 包括止动件(stopper) 313c1,该止动件 313c1 通过弹簧在相对于叉轴 313b 的轴线的垂直方向上被加以偏压。止动件 313c1 通过弹簧力适配入叉轴 313b 上形成的三角形沟槽 s1、sn、s2,使得定位机构 313c 可以控制叉轴 313b 沿轴向的滑动位置。

[0063] 更具体而言,当套筒 312 的花键 312a 与第一齿轮 281 的第一爪形离合器部 281a 啮合时,止动件 313c1 适配入三角形沟槽 s1。当套筒 312 位于空档位置 Na 时,止动件 313c1 适配入三角形沟槽 sn。图 10A 中所示的空档位置 Na 被限定在第一齿轮 281 和第二齿轮 282 之间的中间部分中的位置处。当套筒 312 的花键 312a 与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 啮合时,止动件 313c1 适配入三角形沟槽 s2。

[0064] 示例类型的线性致动器 313d 是滚珠螺旋型线性致动器。线性致动器 313d 作为示例性部件包括:壳体、转子、驱动轴 313i 和螺母件 313h。壳体形成为空心筒形;并且包括用作定子的多个线圈,布置在壳体的内周方向上。转子相对于定子布置为可旋转的。转子包括多个 N 极磁体和多个 S 极磁体,交替布置在转子的外周上。磁体被布置为面对定子,且在磁体与定子之间限定有磁间隙。驱动轴 313i 是滚珠螺旋轴,其以定子的旋转轴作为旋转中

心与转子整体旋转。螺母件 313h 包括球状螺母,以被螺纹安装于驱动轴 313i 上。

[0065] 驱动轴 313i 被旋入螺母件 313h,以经由多个滚珠相对于螺母件 313h 可旋转。通过控制对定子的每个线圈的电力供应,驱动轴 313i 沿所选择的正向或负向旋转。因此,螺母件 313h 和叉轴 313b 在驱动轴 313i 上前后移动,并且被保持在所选择的位置。此外,在线性致动器 313d 中,长丝杠(long lead)形成在驱动轴 313i 上,使得套筒 312 被允许通过来自第一齿轮 281 或第二齿轮 282 的反作用力而移动。结果是,例如,套筒 312 的花键 312a 和第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 可以可靠地被置于啮合状态中。

[0066] 在根据实施例的自动换挡装置 13 中,线性致动器 313d 是滚珠螺旋型线性致动器。然而,线性致动器 313d 可以被其它类型的致动器所取代,例如,螺线管型致动器或油压型致动器,其条件是致动器被布置为使得在套筒 312 被推上第一齿轮 281 或第二齿轮 282 时,该致动器允许套筒 312 通过来自第一齿轮 281 或第二齿轮 282 的反作用力而移动。位置检测传感器 314 是在套筒 312 被操作以移动时用于检测套筒 312 的位置的传感器。位置检测传感器 314 使用各种类型的位置传感器,例如,光学位置传感器和线性编码器。

[0067] 第三,将描述爪形离合器齿轮换挡机构 252 的操作。更具体而言,将参照图 8A 至图 8D 和图 9A 至图 9D 描述套筒 312 的高齿 312a1 和低齿 312b1 以及第一齿轮 281 的离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 的操作。例如在套筒 312 与第二齿轮 282 咬合且以高速旋转,并且第一齿轮以低速旋转的情况下,当套筒 312 被换挡以与第一齿轮 281 咬合时,套筒 312 的速度降低。另一方面,在套筒 312 与第一齿轮咬合且以低速旋转,并且第二齿轮 282 以高速旋转的情况下,当套筒 312 被换挡以与第二齿轮 282 咬合时,套筒 312 的速度增大。将描述套筒 312 的速度降低时的操作。

[0068] 如图 8A 所示,在自动换挡装置 13 启动换挡操作之前,套筒 312 离开第一齿轮 281 一距离,在套筒 312 与第一齿轮 281 之间存在间隙。当移轴装置 313 将套筒 312 沿轴向移向第一齿轮 281 时,高齿 312a1 的前端面 312a2 与离合器前齿 281b1 的接触面 281b4 接触。此时,没有部件与低齿 312b1 接触。结果是,套筒 312 的速度略微降低。

[0069] 当移轴装置 313 沿轴向进一步移动套筒 312 时,如图 9B 所示,高齿 312a1 的前端面 312a2 (其是倒角部)与离合器前齿 281b1 的斜面 281b2 接触。此时,没有部件与低齿 312b1 接触。结果是,套筒 312 的速度显著降低。

[0070] 当移轴装置 313 沿轴向更多地移动套筒 312 时,如图 8C 和图 9C 所示,高齿 312a1 的前端面 312a2 和低齿 312b1 的前端面 312b2 与离合器后齿 281c1 的接触面 281c2 接触。结果是,套筒 312 的速度略微降低。

[0071] 当移轴装置 313 沿轴向进一步移动套筒 312 时,高齿 312a1 的前端面 312a2 (其是倒角部)和低齿 312b1 的前端面 312b2 (其是倒角部)与离合器后齿 281c1 的侧斜面 281c4 接触。每个高齿 312a1 和低齿 312b1 可以在短时间段内进入离合器齿槽 281d1 附近,因为离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 在突出部 281a1 的外周部上形成为以离合器齿槽 281d1 间隔开,该离合器齿槽 281d1 形成在每个离合器前齿 281b1 和离合器后齿 281c1 之间且具有唯一宽度。结果是,套筒 312 的速度显著降低。

[0072] 当移轴装置 313 沿轴向更进一步地移动套筒 312 时,如图 8D 和图 9D 所示,高齿 312a1 和低齿 312b1 完全与离合器后齿 281c1 咬合。结果是,套筒 312 和第一齿轮 281 同步旋转,并且换挡操作结束。

[0073] 第四,将描述换挡控制单元 26 的控制操作。更具体而言,将描述从第二速度换挡到第三速度时换挡控制单元 26 的控制操作。如图 10A 所示,换挡控制单元 26 控制移轴装置 313 以将处于与第二齿轮 282 啮合的啮合状态的套筒 312 移动到空档位置 Na(该空档位置 Na 限定在第一齿轮 281 与第二齿轮 282 之间的位置),并使套筒 312 停止在空档位置 Na 处。此外,如图 10B 所示,换挡控制单元 26 控制移轴装置 323 以将处于空档位置 Nb(该空档位置 Nb 限定在第三副齿轮 293 与第四副齿轮 294 之间的位置)处的停止状态的套筒 322 朝向第三副齿轮 293 移动,并使套筒 322 与第三副齿轮 293 啮合。空档位置 Nb 用作单独的空档位置。

[0074] 在根据实施例的自动换挡装置 13 中,第一齿轮 281 与第二齿轮 282 之间以及第三副齿轮 293 与第四副齿轮 294 之间的各个分离距离形成为短距离,以使换挡时间短。然而,例如在用于使齿轮换挡的机构包含有松动的状态下,在使得套筒 312 的移动停止在空档位置 Na 处时,套筒 312 可能通过沿轴向的摆动而接触第一齿轮 281。在第一齿轮 281 的转速高的状态下,由于套筒 312 与第一齿轮 281 接触而产生换挡撞击和接触噪声,这被认为是缺点。

[0075] 因此,如图 11 所示,在根据实施例的自动换挡装置 13 的换挡控制单元 26 中,目标位置 Pa 限定在空档位置 Na 与处于和套筒 312 啮合的第二齿轮 282 之间的位置处。目标位置 Pa 限定在套筒 312 和第二齿轮 282 脱离的位置处,在该位置处,在使得套筒 312 的移动停止在目标位置 Pa 处时,套筒 312 不会由于套筒 312 沿轴向的摆动而接触第一齿轮 281,该位置靠近空档位置 Na。结果是,将套筒 312 移动到目标位置 Pa 的速度可以增大。从目标位置 Pa 到空档位置 Na,套筒 312 以这样一速度移动,该速度即使在第一齿轮 281 沿轴向摆动的状态下,也不会导致套筒 312 接触第一齿轮 281。换言之,换挡控制单元 26 控制套筒 312 的移动速度 Va 快于套筒 312 的移动速度 Vb,其中该移动速度 Va 用于将处于啮合状态的套筒 312 移动到目标位置 Pa,该移动速度 Vb 用于将套筒 312 从目标位置 Pa 移动到空档位置 Na。结果是,换挡时间可被缩短。移动速度 Va 用作第一移动速度,移动速度 Vb 用作第二移动速度。

[0076] 第五,将描述换挡控制单元 26 的配置。如图 12 所示,换挡控制单元 26 包括位置设定部 261、低通滤波部 262、I 控制部 263、FF 控制部 264、PD 控制部 265、P 控制部 266 和 PI 控制部 267。换挡控制单元 26 执行已知的比例 - 积分 - 微分控制(PID 控制)和前馈控制,以基于套筒 312 的位置信息产生控制电流,并将控制电流供应至线性致动器 313d。更具体而言,位置设定部 261 在目标位置 Pa 和空档位置 Na 之间进行选择,并将目标位置 Pa 和空档位置 Na 限定为套筒 312 将移动到的位置。低通滤波部 262 限定并指令(command)套筒 312 的靶向位置,以便在套筒 312 移动到目标位置 Pa 和移动到空档位置 Na 期间平滑地(smoothly)移动,无论位置设定部 261 中限定的是目标位置 Pa 和空档位置 Na 中的哪一个。

[0077] I 控制部 263 计算用于执行控制的控制命令值 IA,其与从低通滤波部 262 获得的靶向位置信息和从位置检测传感器 314 获得的检测位置信息之间的偏差的积分成比例。FF 控制部 264 输出前馈命令值 ID,用于使套筒 312 快速移动,以便基于位置设定部 261 处限定的目标位置 Pa 的信息将套筒 312 迅速地安放在目标位置 Pa。FF 控制部 264 在图 19 所示的时间点 t1 和时间点 t3 之间执行的初始反馈控制期间输出前馈命令值 ID。前馈命令值 ID 被加入到 I 控制部 263 中计算的控制命令值 IA 中。

[0078] PD控制部 265 基于从由位置检测传感器 314 获得的检测位置信息的偏差的时间微分计算的套筒 312 的移动速度, 计算用于执行控制的控制命令值 IB、IC。在 PD 控制部 265 处计算的控制命令值 IB、IC 被从在 I 控制部 263 处计算的控制命令值 IA 中减去。P 控制部 266 计算用于执行控制的目标电流, 以便防止发散 (divergence), 该目标电流与从位置检测传感器 314 获得的检测位置信息和来自 I 控制部、FF 控制部 264 和 PD 控制部 265 的控制命令值 IA、IB、IC、ID 之间的偏差成比例。PI 控制部 267 根据来自 P 控制部 266 的目标电流与来自线性致动器 313d 的检测电流之间的偏差, 并且根据来自 P 控制部 266 的目标电流与来自线性致动器 313d 的检测电流之间的偏差的积分, 使得实际电流与目标电流相匹配。

[0079] 第六, 将参照图 13 至图 18 示出的流程图和图 19 示出的时序图来描述换挡控制单元 26 中的处理过程。如图 13 所示, 在步骤 S1 中, 换挡控制单元 26 确定是否存在将套筒 312 移动到空档位置 Na 的请求。在存在将套筒 312 移动到空档位置 Na 的请求的情况下, 换挡控制单元 26 在步骤 S2 中执行脱离控制, 以使套筒 312 的花键 312a 与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 脱离。更具体而言, 如图 14 所示, 在步骤 S21 中, 换挡控制单元 26 将预定电流 Ia 供应至线性致动器 313d。另一方面, 在没有将套筒 312 移动到空档位置 Na 的请求的情况下, 换挡控制单元 26 等待执行脱离控制, 直到存在将套筒 312 移动到空档位置 Na 的请求为止。

[0080] 在套筒 312 的花键 312a 与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 啮合的状态下, 套筒 312 可能不容易移动, 因为套筒 312 的花键 312a 与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 之间的静摩擦系数大, 然而, 当换挡控制单元 26 从时间点 t0 起开始供应预定电流 Ia 时, 套筒 312 被沿移动方向施以推力, 推力的量对应于预定电流 Ia, 并且套筒 312 逐渐移动使得套筒 312 的花键 312a 开始脱离第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a, 如图 19 所示。

[0081] 下面, 如图 13 所示, 换挡控制单元 26 在步骤 S3 中确定套筒 312 是否已开始移动。在换挡控制单元 26 确定套筒 312 已开始移动的情况下, 在步骤 S4 中, 换挡控制单元 26 执行初始反馈控制。更具体而言, 如图 15 所示, 换挡控制单元 26 在步骤 S41 中限定目标位置 Pa, 并且在步骤 S42 中进行低通滤波处理。进行低通滤波处理以限定并指令套筒 312 的靶向位置, 以便在套筒 312 移动到目标位置 Pa 期间平滑地移动。另一方面, 在换挡控制单元 26 确定套筒 312 尚未开始移动的情况下, 换挡控制单元 26 返回至步骤 S2。

[0082] 步骤 S42 之后, 在步骤 S43 中, 计算套筒 312 的靶向位置与套筒 312 的检测位置之间的偏差, 并且在步骤 S44 中, 计算该偏差的积分值。在步骤 S44 之后, 在步骤 S45 中, 通过在 I 控制部 263 处将偏差的积分值乘以积分增益来计算控制命令值 IA。在 PD 控制部 265, 在步骤 S46 中通过将偏差乘以比例增益来计算控制命令值 IB, 在步骤 S47 中通过将偏差的时间微分乘以微分增益来计算控制命令值 IC。

[0083] 在步骤 S47 之后的步骤 S48 中, 在 FF 控制部 264, 通过将目标位置 Pa 乘以比例增益来计算用于使套筒 312 快速移动并迅速安放在目标位置 Pa 处的前馈命令值 ID。在步骤 S49 中, 通过将步骤 S48 中计算的前馈命令值 ID 加入到步骤 S45 中计算的控制命令值 IA, 然后减去步骤 S46 中计算的控制命令值 IB 和步骤 S47 中计算的控制命令值 IC, 来计算将被最终供应至线性致动器 313d 的电流, 用于控制线性致动器 313d 以便移动套筒 312。这里, 将被供应至线性致动器 313d 的、用于控制线性致动器 313d 的电流可写作 $IA-IB-IC+ID$ 。在步

骤 S49 之后的步骤 S50 中,计算将被供应至线性致动器 313d 的、用于防止线性致动器 313d 损坏的电流的上限防护和下限防护。

[0084] 因此,如图 19 所示,在反馈控制开始的时间点 t_1 与时间点 t_3 之间,作为描述前馈命令值 ID 的另一种方式的前馈电流被供应至线性致动器 313d。从时间点 t_1 起供应电流 $IA-IB-IC+ID$,其立刻减小供应至线性致动器 313d 的电流然后朝向零增大,使得套筒 312 相对快地朝向目标位置 Pa 移动。此时,换挡控制单元 26 控制线性致动器 313d 以控制套筒 312 处于图 19 中虚线所示的靶向位置,以便平滑地移动套筒 312,如图 19 中的实线所示。

[0085] 如图 19 所示,换挡控制单元 26 执行一控制,该控制在与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 啮合的套筒 312 的花键 312a 从第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 脱离之前,施加制动力于套筒 312 上,该制动力定向为相对于套筒 312 移动方向的相反方向。更具体而言,在套筒 312 到达位置 Pr 之前,套筒 312 被施以制动力,该位置 Pr 是被限定在相对于目标位置 Pa 更靠近第二齿轮 282 的位置处的一位置。有利的是,紧邻于套筒 312 到达位置 Pr 之前,将制动力施加于套筒 312 上。结果是,通过将套筒 312 的靶向位置限定在使套筒 312 大量移位的位置处,即使在套筒 312 的移动速度增大的状态下,也可以将套筒 312 安放在目标位置 Pa 处。

[0086] 将制动力施加于套筒 312 上开始于供应至线性致动器 313d 的电流达到零并且穿过零的点。换言之,当套筒 312 的位置到达位置 Pb 并且相对于位置 Pb 沿套筒 312 的移动方向进一步移动时,将制动力施加于套筒 312 上。从时间点 t_1 (其是反馈控制开始的时间点)起直到供应至线性致动器 313d 的电流达到穿过零的点为止,电流被供应至线性致动器 313d 以便将套筒 312 的花键 312a 快速拉离第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a。结果是,套筒 312 不被施加制动力。注意,单独的 PID 控制可以控制套筒 312 被施以制动力,该制动力定向为相对于套筒 312 移动方向的相反方向。

[0087] 前述的前馈控制可以控制套筒 312 更快移动并且迅速安放在目标位置 Pa 。此外,前述 PID 控制在与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 啮合的套筒 312 的花键 312a 从第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 脱离之前,允许施加制动力于套筒 312 上。结果是,套筒 312 可以迅速停止在目标位置 Pa 。

[0088] 在步骤 S4 之后的步骤 S5 中,如图 13 所示,换挡控制单元 26 确定套筒是否已安放在目标位置 Pa 。在换挡控制单元 26 确定套筒尚未安放在目标位置 Pa 的情况下,换挡控制单元 26 返回到前一步骤 S4。在步骤 S5 中套筒 312 已安放在目标位置 Pa 的情况下,如图 19 所示,换挡控制单元 26 在时间点 t_3 确定套筒 312 已安放在目标位置 Pa ,该时间点 t_3 是这样一个时间点,在该时间点处,套筒 312 的靶向位置与套筒 312 的实际位置之间的差别在时间点 t_2 变得小于预定值,并且从时间点 t_2 起经过了预定时间 T 。注意,在图 19 中,虚线示出套筒 312 的靶向位置,实线示出套筒 312 的实际位置。作为等待经过预定时间 T 的结果,可以减缓已经移动至目标位置 Pa 的套筒 312 沿轴向的摆动。因此,可以增大套筒 312 从目标点 Pa 到空档点 Na 的移动速度。

[0089] 当换挡控制单元 26 确定套筒 312 已安放在目标位置 Pa 处时,换挡控制单元 26 开始用于将套筒 322 的花键与第三副齿轮 293 的第三爪形离合器部 293a 相啮合的控制。图 18 中示出的处理过程是在出现预定情况时单独执行的、从图 13 的处理过程中分离的中断处理程序。更具体而言,如图 18 所示,在套筒 312 已经安放在目标位置 Pa 处并且在步骤 S91

中换挡控制单元 26 确定套筒 312 的花键 312a 与第二齿轮 282 的第二爪形离合器部 282a 脱离的状态下,换挡控制单元 26 在步骤 S92 中控制在空档位置 Nb 处处于停止状态的套筒 322 开始朝向第三副齿轮 293 移动,以将套筒 322 的花键与第三副齿轮 293 的第三爪形离合器部 293a 相啮合。

[0090] 同时,如图 13 所示,在步骤 S6 中,当换挡控制单元 26 确定套筒 312 已经安放在目标位置 Pa 处时,换挡控制单元 26 执行终期反馈控制。更具体而言,如图 16 所示,换挡控制单元 26 在步骤 S61 中限定空档位置 Na,接下来是从步骤 S62 到步骤 S69 的处理过程。从步骤 S62 到步骤 S69 的处理过程类似于图 15 所示的从步骤 S42 到步骤 S51 的处理过程,然而,不包括计算和添加前馈电流的处理过程。换言之,不包括类似于步骤 S48 和步骤 S49 的处理过程,其中,步骤 S48 是计算前馈命令值 ID 的处理过程,步骤 S49 是添加前馈命令值 ID 的处理过程。

[0091] 因此,如图 19 所示,从时间点 t3 起,暂时增大然后降向零的电流 IA-IB-IC 被供应,使得套筒 312 相对慢地朝向空档位置 Na 移动。换言之,套筒 312 移向空档位置 Na 的移动速度或速率比套筒 312 移动以到达目标位置 Pa 的移动速度慢。此时,换挡控制单元 26 控制线性致动器 313d 以控制套筒 312 处于图 19 中虚线所示的靶向位置,以便如图 19 中实线所示那样平滑地移动套筒 312。

[0092] 在步骤 S6 之后的步骤 S7 中,如图 13 所示,换挡控制单元 26 确定套筒是否已安放在空档位置 Na。在换挡控制单元 26 确定套筒尚未安放在空档位置 Na 的情况下,换挡控制单元 26 返回至前一步骤 S6。步骤 S7 中在套筒 312 已安放在空档位置 Na 的情况下,如图 19 所示,换挡控制单元 26 在时间点 t4 确定套筒 312 已安放在空档位置 Na 处,该时间点 t4 是这样一个时间点,在该时间点处,套筒 312 的靶向位置与套筒 312 的实际位置之间的差别变得小于预定值。注意,在图 19 中,虚线示出套筒 312 的靶向位置,实线示出套筒 312 的实际位置。

[0093] 如图 13 所示,在步骤 S8 中,在换挡控制单元 26 已确定套筒 312 已安放在空档位置 Na 处的状态下,换挡控制单元 26 执行空转控制。更具体而言,如图 17 所示,换挡控制单元 26 在步骤 S81 中将供应至线性致动器 313d 的电流设定为零。

[0094] 第七,将描述换挡控制单元 26 中的可选处理过程。在根据实施例的自动换挡装置 13 中的换挡控制单元 26 中,换挡控制单元 26 在时间点 t3 确定套筒 312 是否已安放在目标位置 Pa,该时间点 t3 是这样一个时间点,在该时间点处,套筒 312 的靶向位置与套筒 312 的实际位置之间的差别在时间点 t2 变得小于预定值,并且从时间点 t2 起经过了预定时间 T。然而,换挡控制单元 26 可被布置为使得换挡控制单元 26 在如下时间点确定套筒 312 已安放在目标位置 Pa 并行进至启动终期反馈控制,在该时间点处,套筒 312 的靶向位置与套筒 312 的实际位置之间的差别变得小于预定值,而没有等待经过预定时间 T。类似地,在这种情况下,套筒 312 被控制为使得套筒 312 移动到目标位置 Pa 的移动速度快于套筒 312 从目标位置 Pa 移动到空档位置 Na 期间的移动速度。

[0095] 在根据实施例的自动换挡装置 13 中的换挡控制单元 26 中,在时间点 t1 执行前馈控制以将作为描述前馈命令值 ID 的另一种方式的前馈电流供应至线性致动器 313d。结果是,可使从时间点 t1 到时间点 t2 期间用于低通滤波处理的时间常数成为较大值。可替代地,可使从时间点 t1 到时间点 t2 期间用于低通滤波处理的时间常数成为较小值,从而使换

挡控制单元 26 进行仅由反馈控制(而没有前馈控制)所执行的控制,虽然换挡时间可能变得稍长。

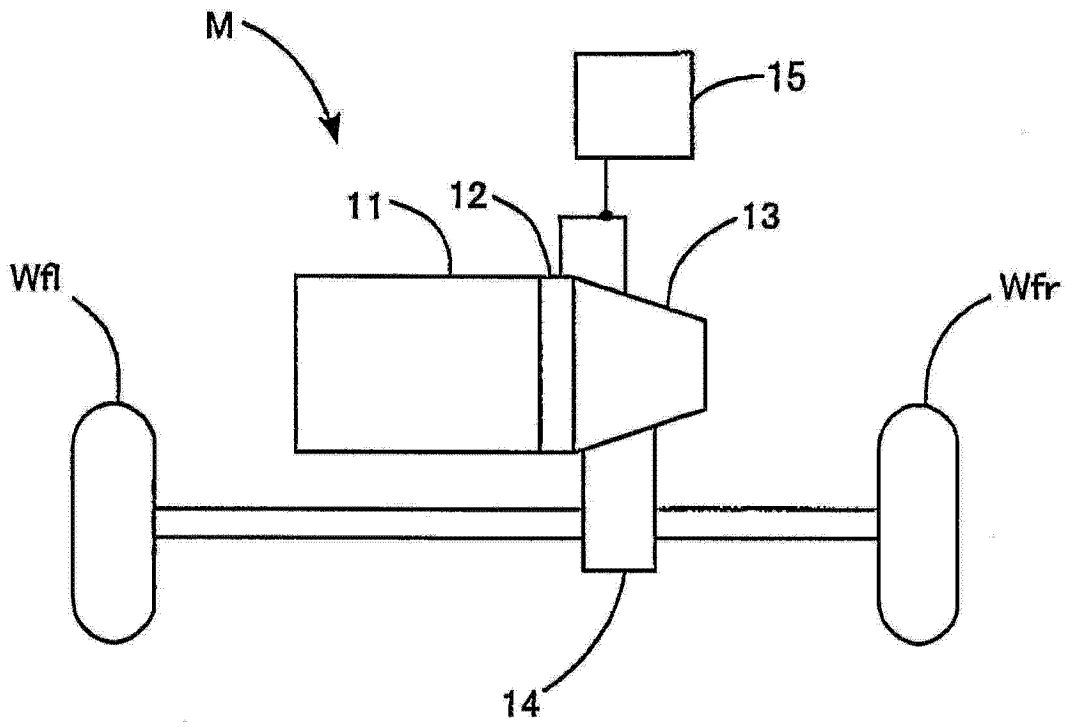


图 1

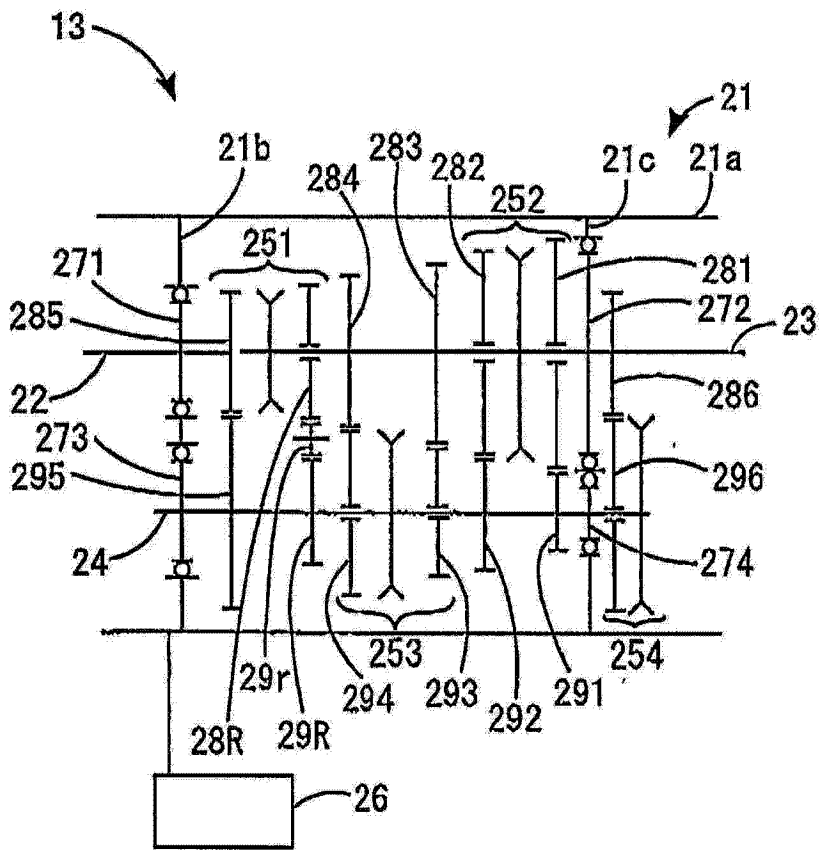


图 2

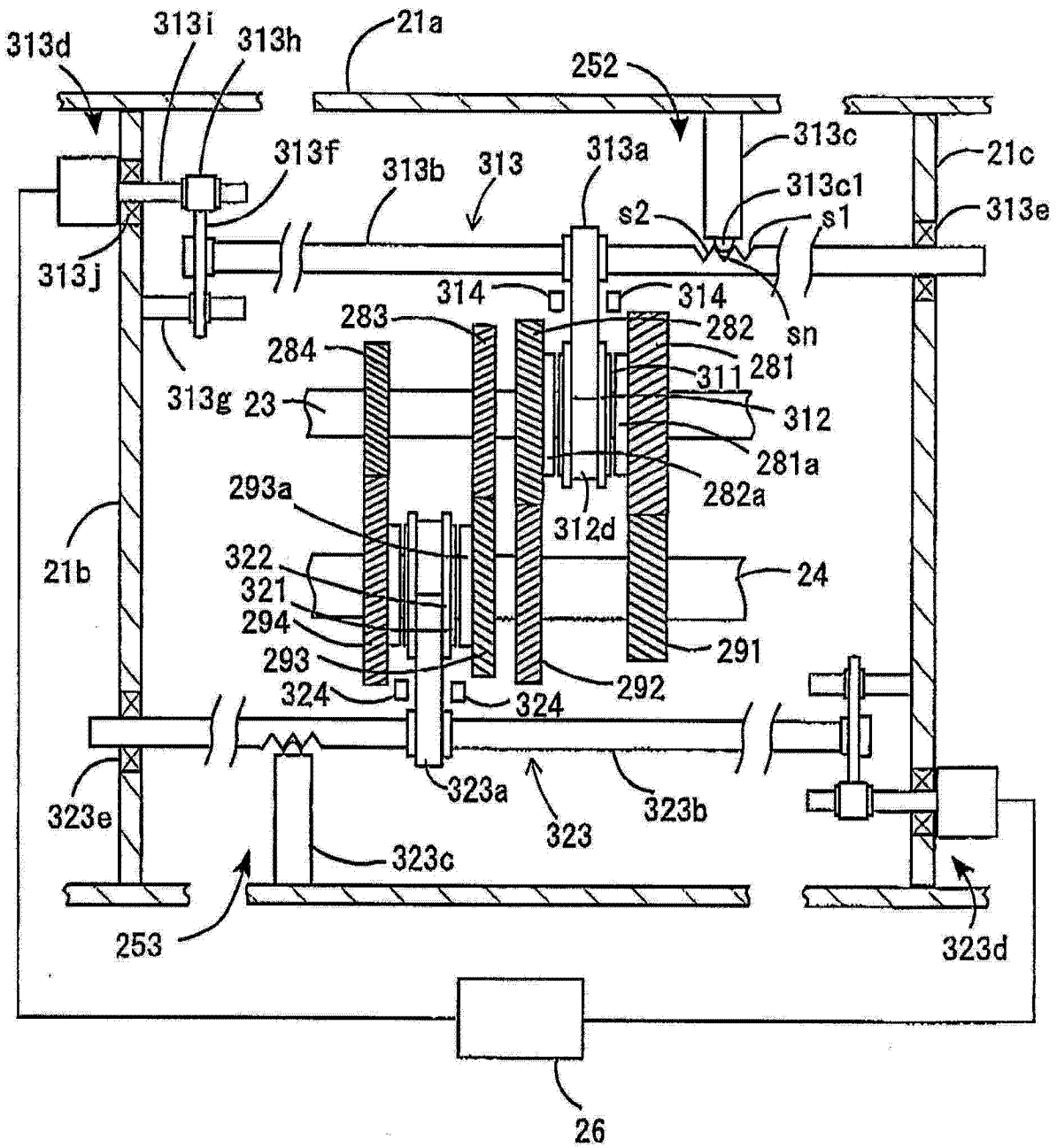


图 3

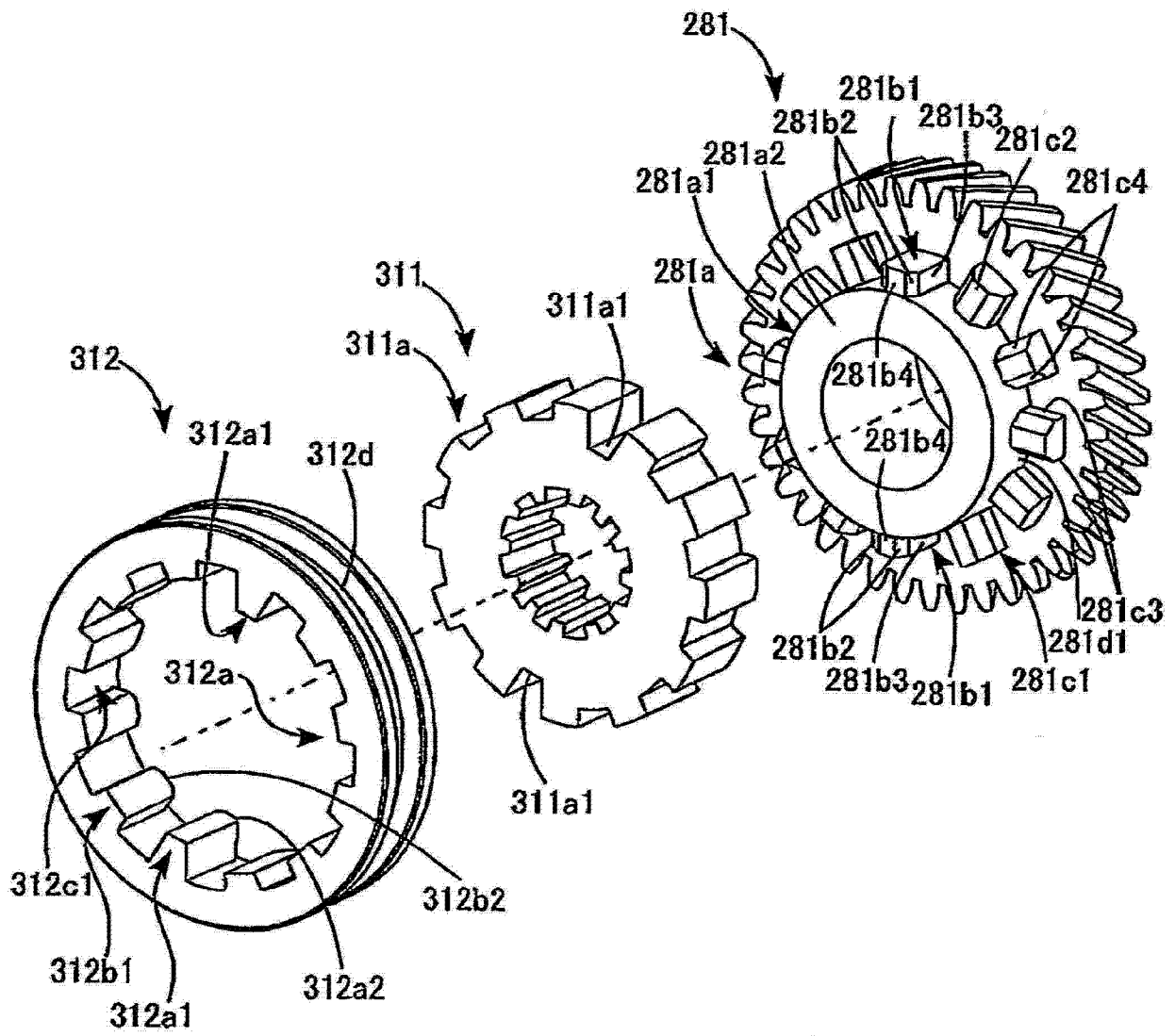


图 4

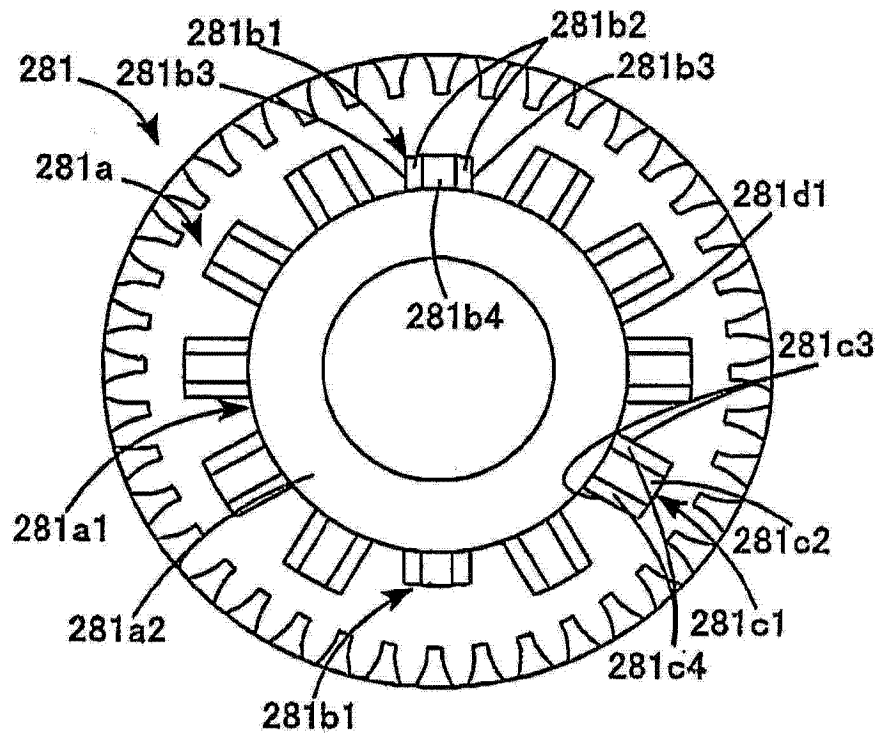


图 5A

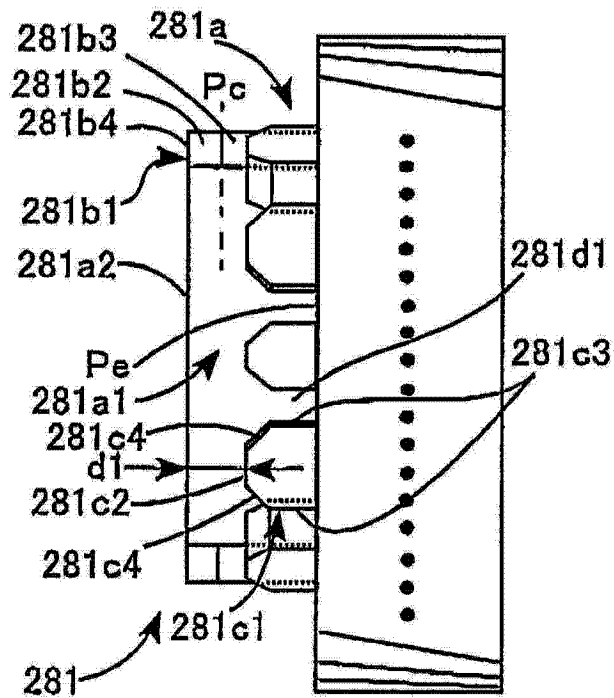


图 5B

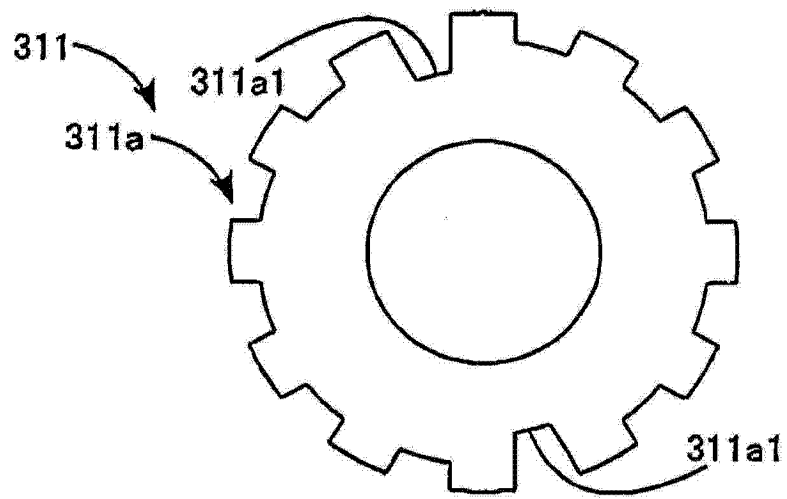


图 6

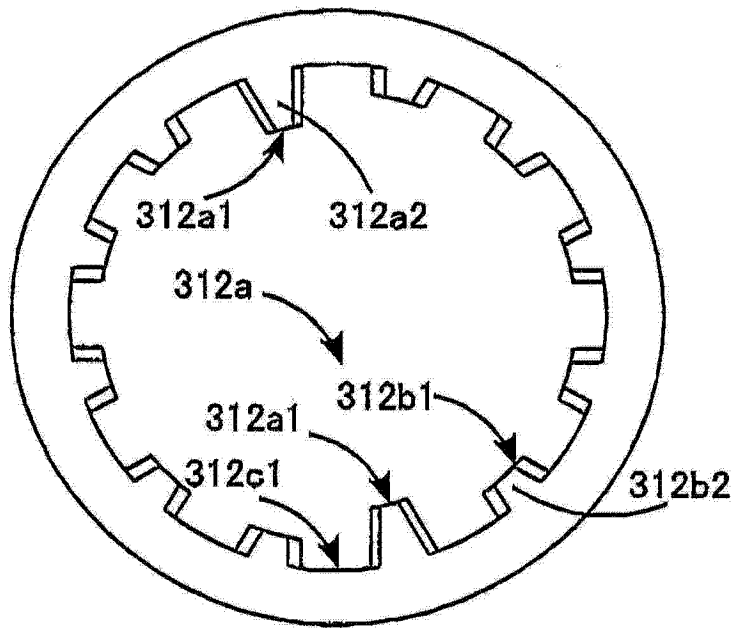


图 7

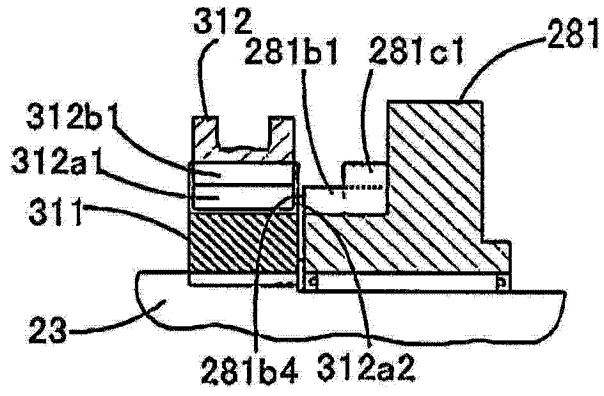


图 8A

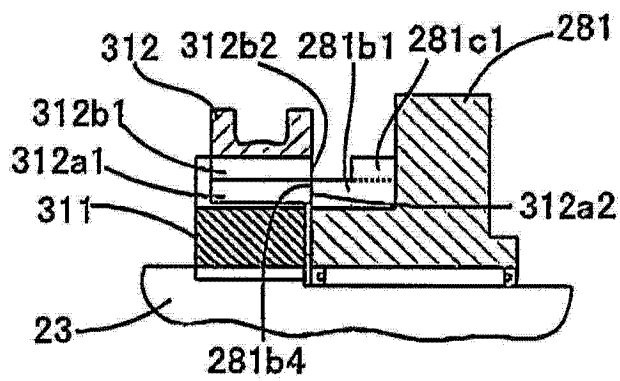


图 8B

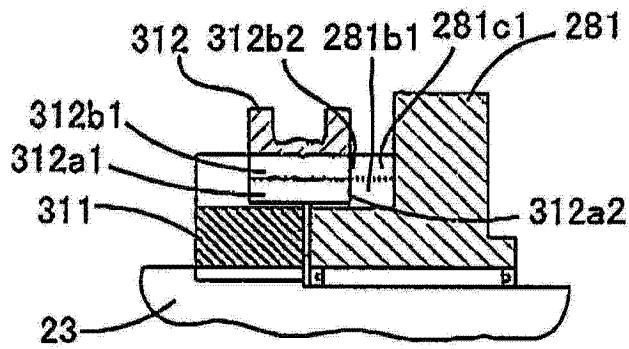


图 8C

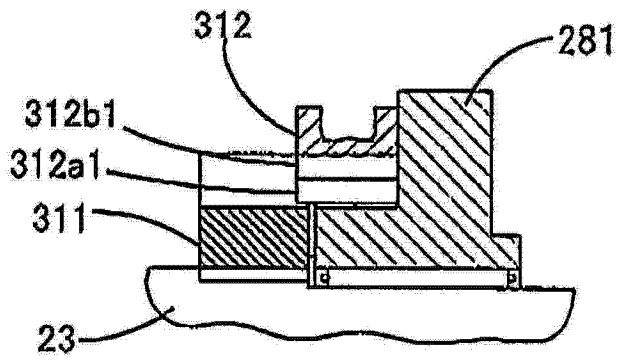


图 8D

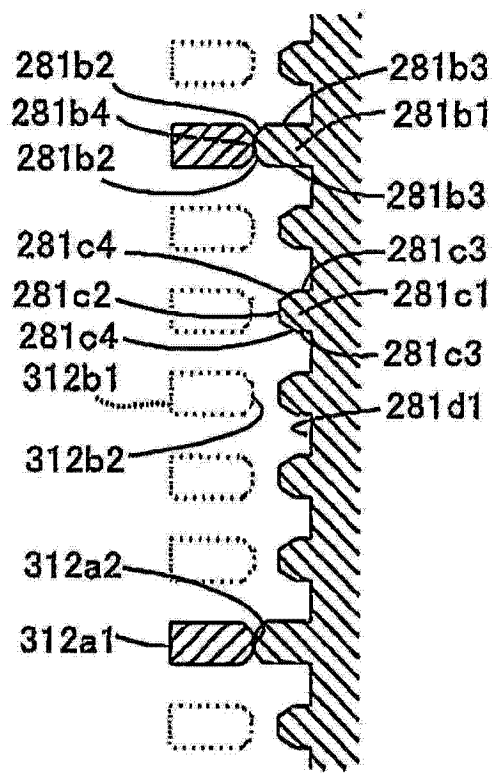


图 9A

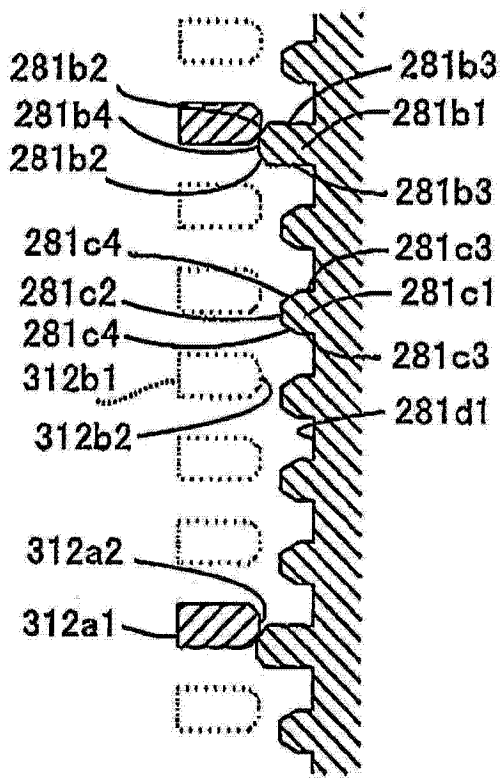


图 9B

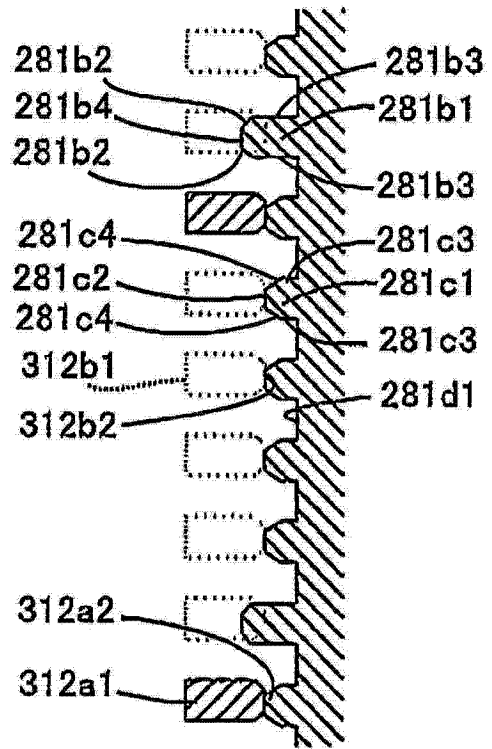


图 9C

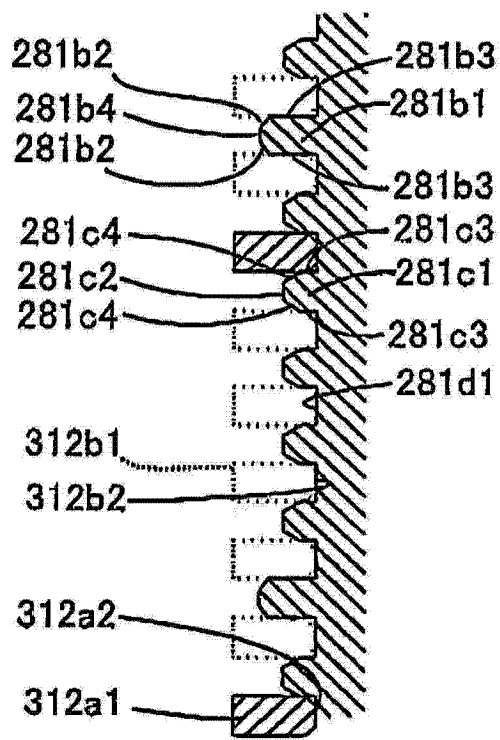


图 9D

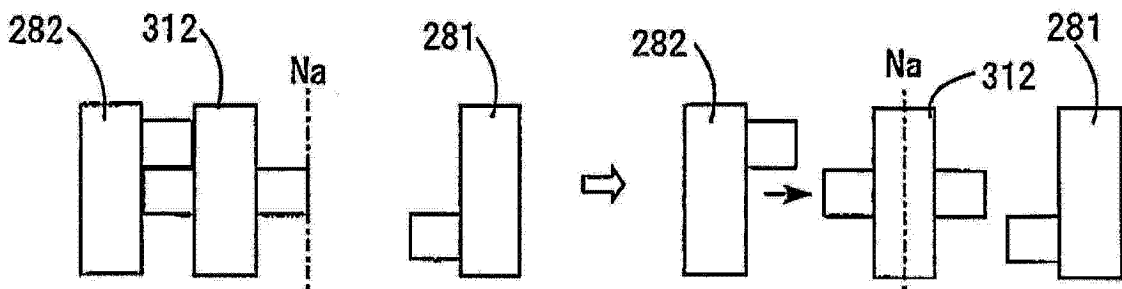


图 10A

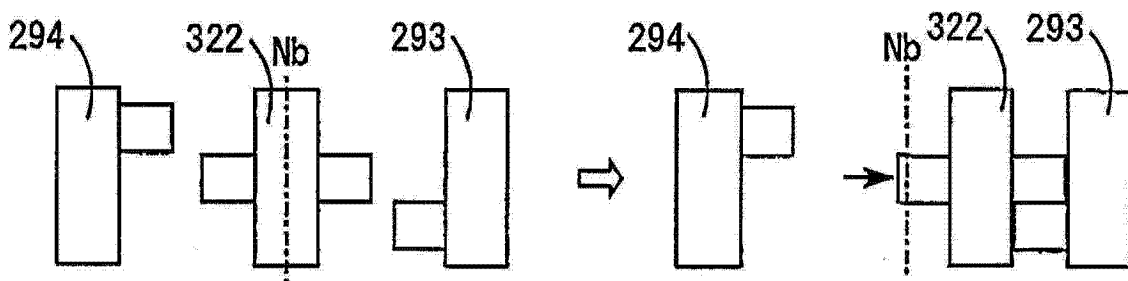


图 10B

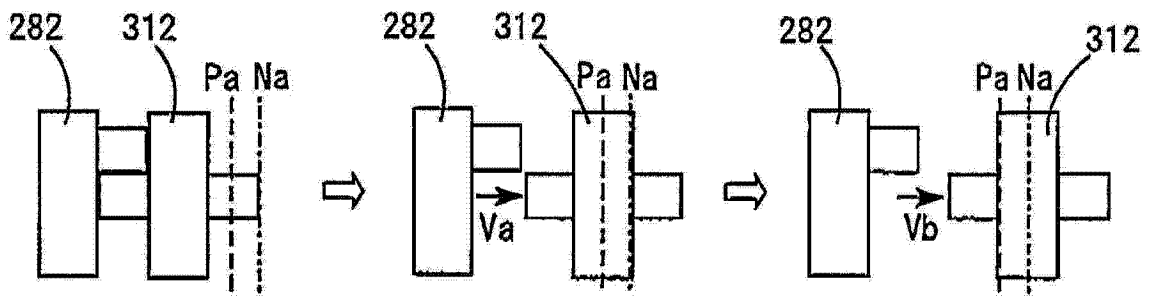


图 11

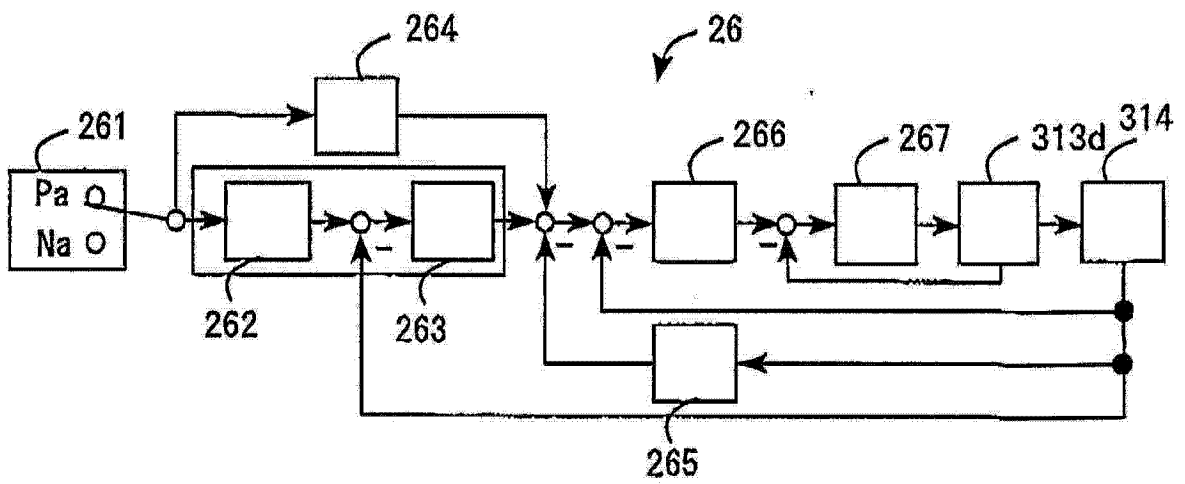


图 12

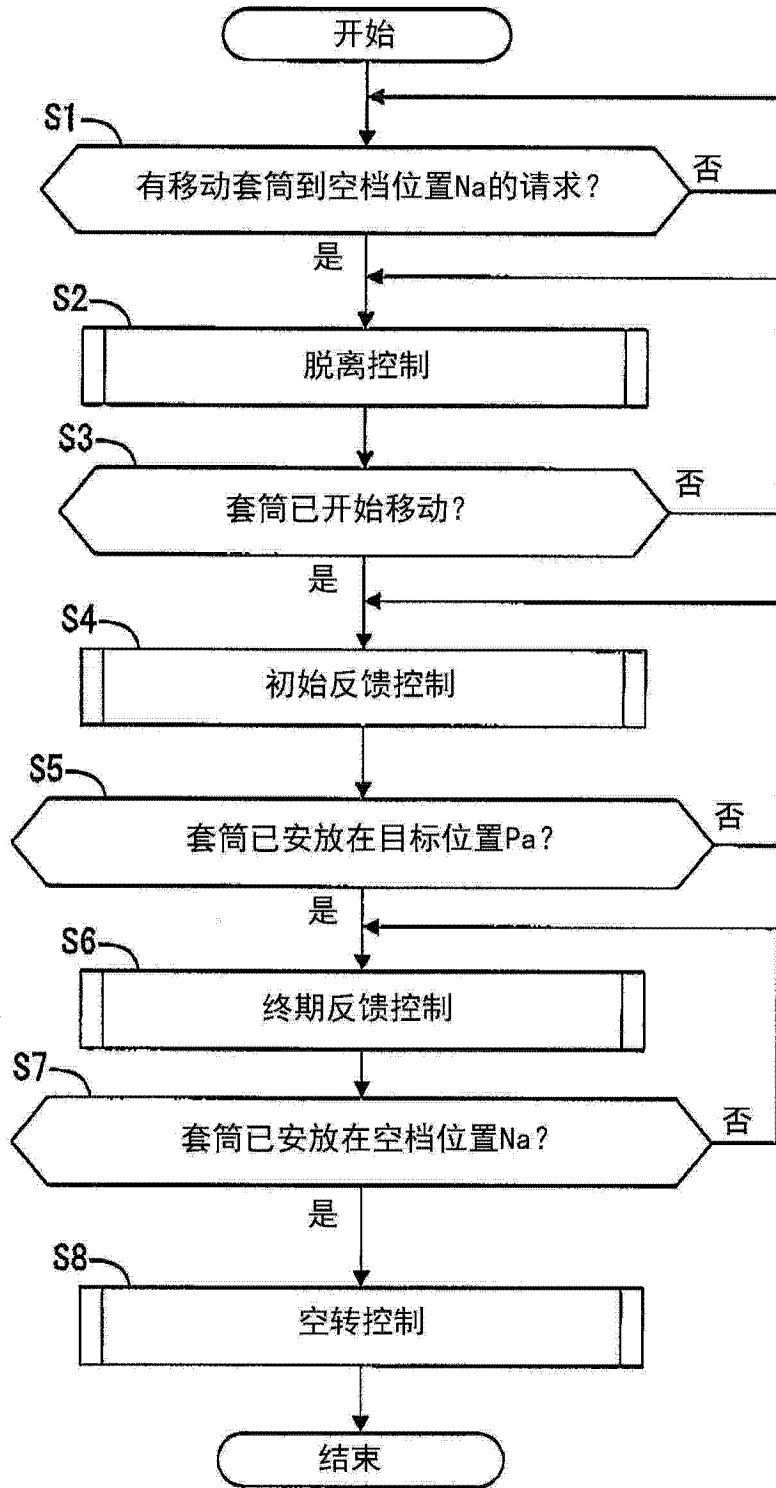


图 13

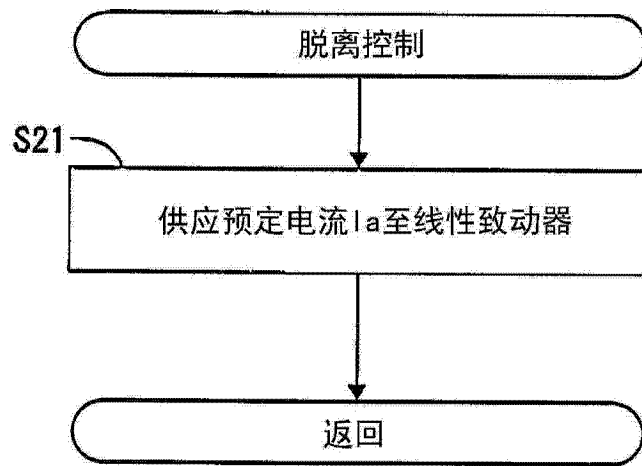


图 14

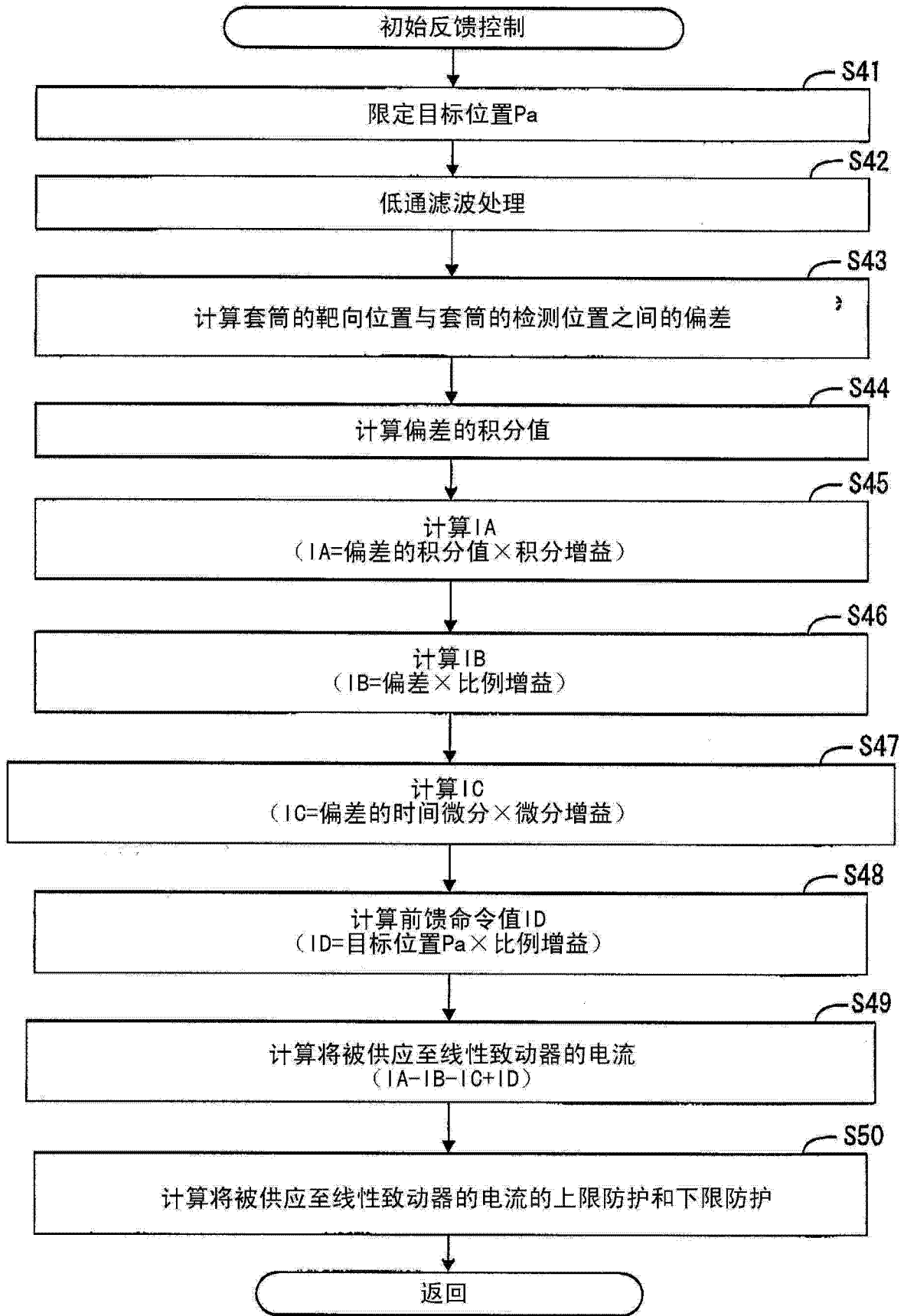


图 15

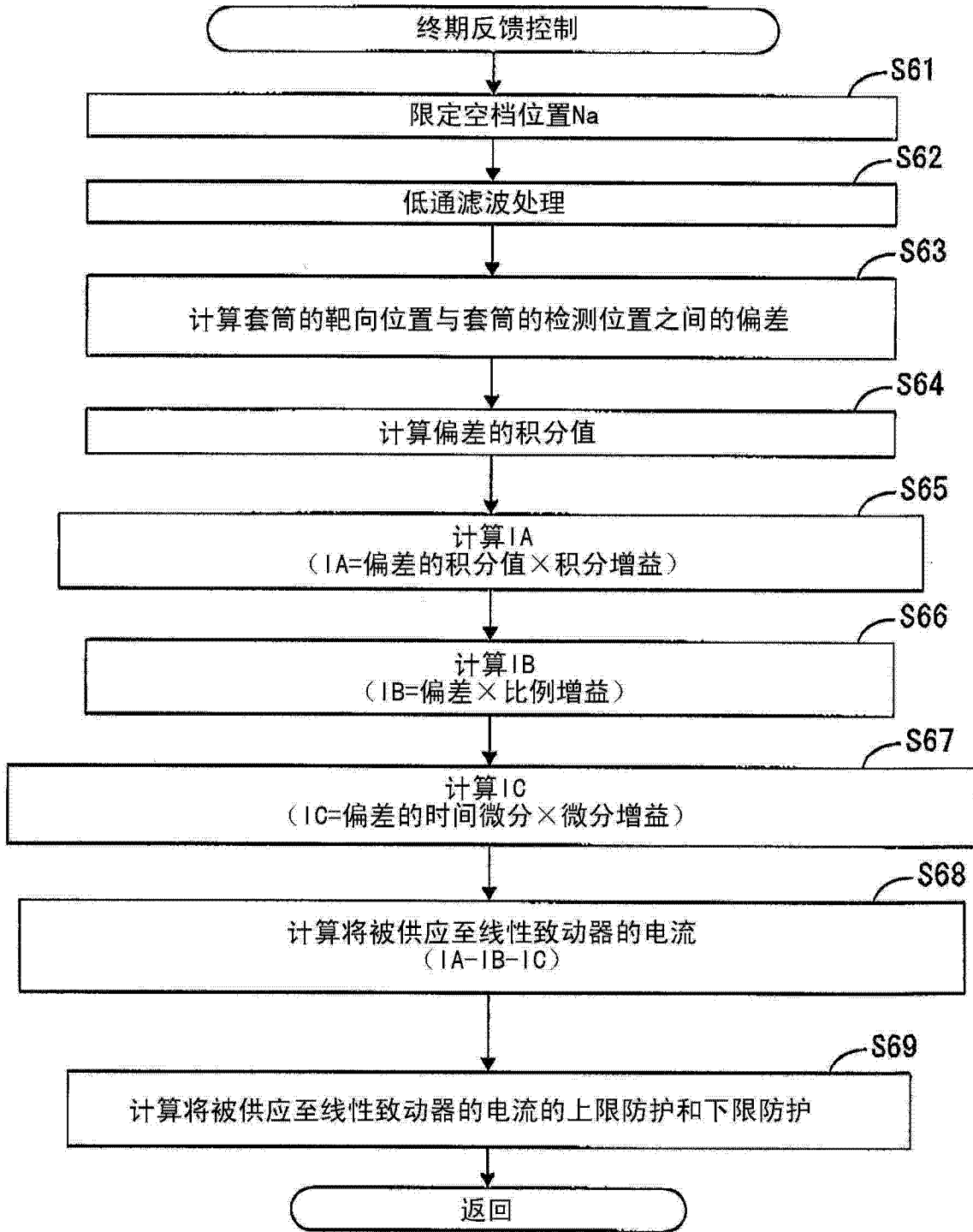


图 16

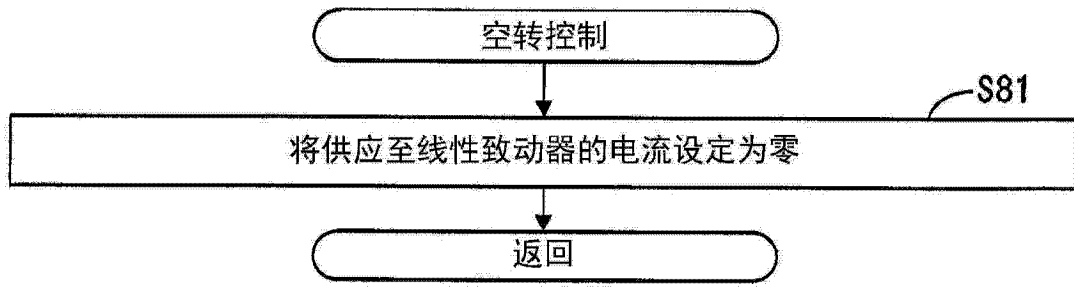


图 17

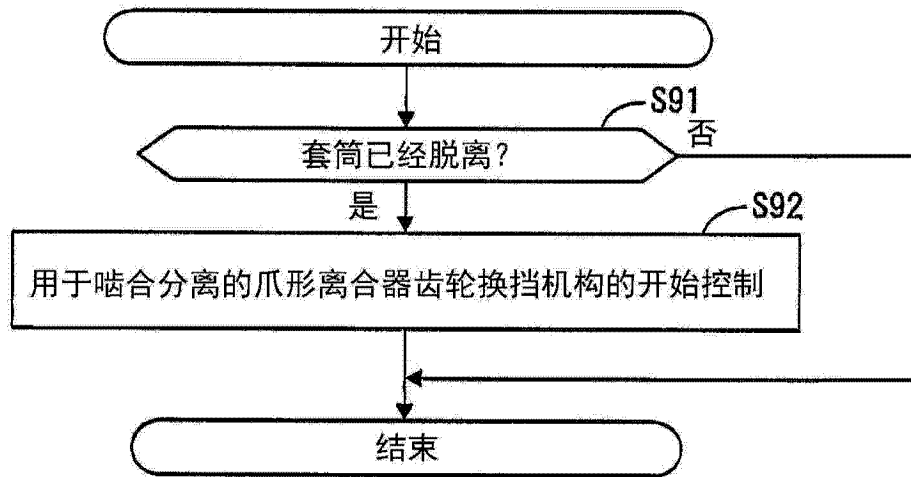


图 18

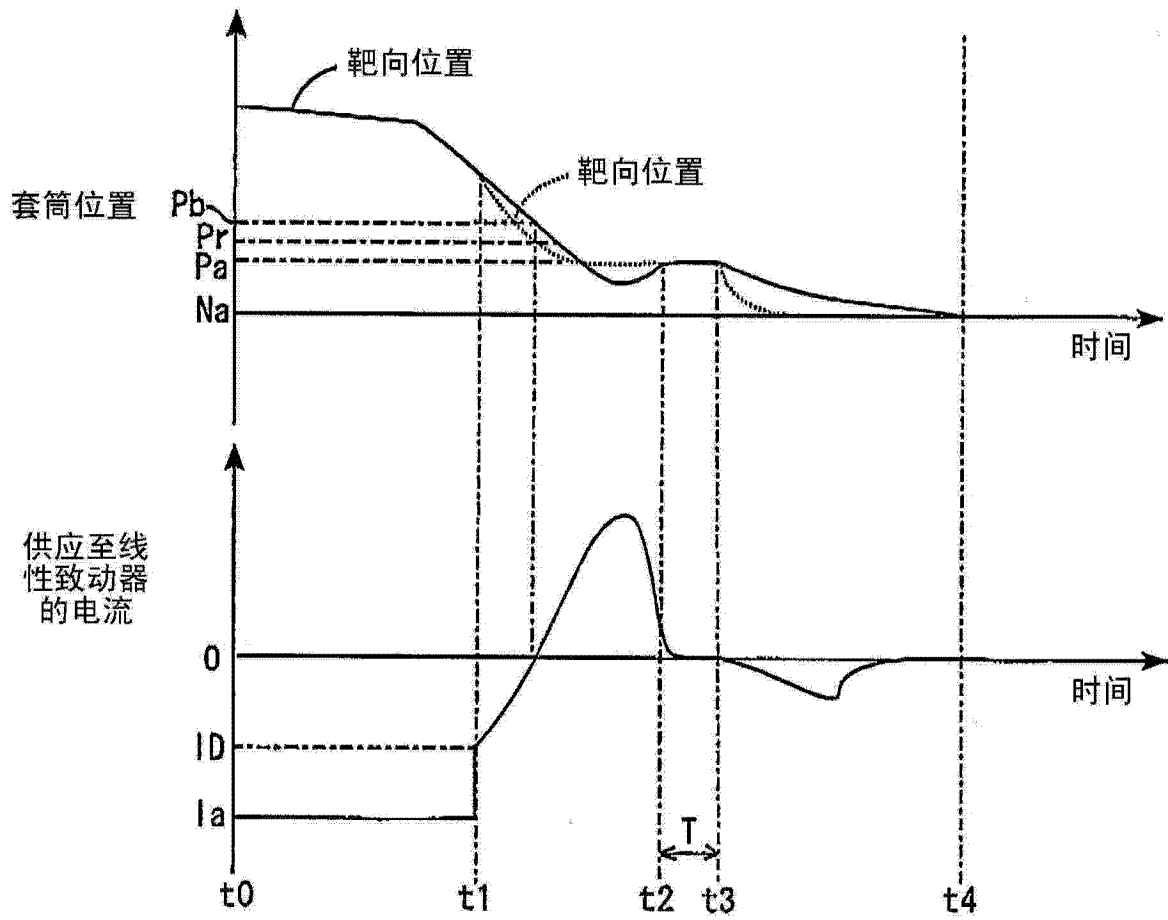


图 19