



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118525257 A

(43) 申请公布日 2024. 08. 20

(21) 申请号 202280083607.3

(22) 申请日 2022.12.08

(30) 优先权数据

2021-207404 2021.12.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.06.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/045358 2022.12.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/120223 JA 2023.06.29

(71) 申请人 株式会社电装

地址 日本

(72) 发明人 青木崇

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 王秀辉

(51) Int.Cl.

G05D 1/43 (2024.01)

G05D 1/243 (2024.01)

G05D 1/242 (2024.01)

G05D 1/246 (2024.01)

G05D 1/248 (2024.01)

G05D 1/247 (2024.01)

G05D 105/20 (2024.01)

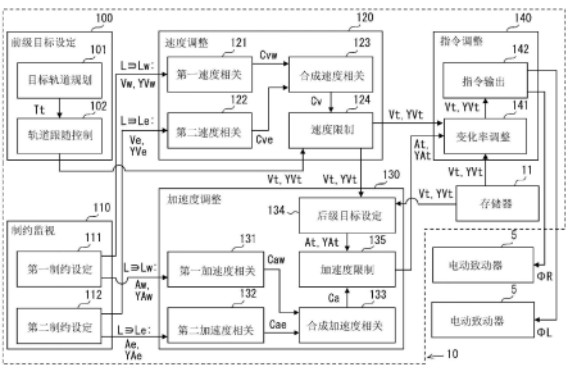
权利要求书3页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

控制系统、控制装置、控制方法、控制程序

(57) 摘要

本发明涉及控制系统、控制装置、控制方法、控制程序。沿着目标轨道(T_t)控制根据由从电池供给电力的独立的电动致动器(5)驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的自主行驶机器人的控制系统(10)的处理器构成为执行:监视包含电池的电力制约(L_w)的行驶制约(L);以及根据行驶制约(L)的条件成立,将转弯最大速度(V_m)限制得比直行最大速度(V_{me})小,其中,上述转弯最大速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度,上述直行最大速度是直行行驶时的最大速度。



1. 一种控制系统,具有处理器(12),并沿着目标轨道(T_t)控制自主行驶机器人(1),上述自主行驶机器人是根据由从电池(4)供给电力的独立的电动致动器(5)驱动的一对驱动轮(30)间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人,其中,

上述处理器构成为执行:

监视包含上述电池的电力制约(L_w)的行驶制约(L);以及

根据上述行驶制约的条件成立,将转弯最大速度(V_m)限制得比直行最大速度(V_{me} 、 V_{mw})小,其中,上述转弯最大速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大速度,上述直行最大速度是上述直行行驶时的最大速度。

2. 根据权利要求1所述的控制系统,其中,

限制上述转弯最大速度包含:

作为上述行驶制约的条件不成立的速度以及偏航率的相关范围,在上述转弯最大速度比上述直行最大速度小的速度相关范围(C_v 、 C_{vw})内控制上述自主行驶机器人的实际速度以及实际偏航率。

3. 根据权利要求2所述的控制系统,其中,

上述处理器构成为还执行:

对上述自主行驶机器人设定用于跟随上述目标轨道的目标速度(V_t)以及目标偏航率(YV_t),

限制上述转弯最大速度包含:

通过共同的限制比率(R_v)将偏离到上述行驶制约的条件成立的上述速度相关范围外的相关点的上述目标速度以及上述目标偏航率调整为给出上述速度相关范围内的极限点(P_v)的值(V_1 、 AV_1)。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的控制系统,其中,

上述处理器构成为还执行:

根据上述行驶制约的条件成立,将转弯最大加速度(A_m)限制得比直行最大加速度(A_{me} 、 A_{mw})小,其中,上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大加速度,上述直行最大加速度是上述直行行驶时的最大加速度。

5. 一种控制系统,具有处理器(12),并沿着目标轨道(T_t)控制自主行驶机器人(1),上述自主行驶机器人是根据由从电池(4)供给电力的独立的电动致动器(5)驱动的一对驱动轮(30)间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人,其中,

上述处理器构成为执行:

监视包含上述电池的电力制约(L_w)的行驶制约(L);以及

根据上述行驶制约的条件成立,将转弯最大加速度(A_m)限制得比直行最大加速度(A_{me} 、 A_{mw})小,其中,上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大加速度,上述直行最大加速度是上述直行行驶时的最大加速度。

6. 根据权利要求4或5所述的控制系统,其中,

限制上述转弯最大加速度包含:

作为上述行驶制约的条件不成立的加速度以及偏航率变化率的相关范围,在上述转弯最大加速度比上述直行最大加速度小的加速度相关范围(C_a 、 C_{aw})内控制上述自主行驶机器人的实际加速度以及实际偏航率变化率。

7. 根据权利要求6所述的控制系统, 其中,

上述处理器构成为还执行:

对上述自主行驶机器人设定用于跟随上述目标轨道的目标加速度 (A_t) 以及目标偏航率变化率 (YA_t),

限制上述转弯最大加速度包含:

通过共同的限制比率 (R_a) 将偏离到上述行驶制约的条件成立的上述加速度相关范围外的相关点的上述目标加速度以及上述目标偏航率变化率调整为给出上述加速度相关范围内的极限点 (Pa) 的值 (A_1 、 YA_1)。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的控制系统, 其中,

监视上述行驶制约的条件成立包含:

监视包含上述电力制约和取决于上述自主行驶机器人的行驶环境的环境制约 (Le) 的上述行驶制约的条件成立。

9. 一种控制装置, 具有处理器 (12), 构成为能够搭载于自主行驶机器人 (1), 并沿着目标轨道 (T_t) 控制上述自主行驶机器人, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中,

上述处理器构成为执行:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L); 以及

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大速度 (V_m) 限制得比直行最大速度 (V_{me} 、 V_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大速度, 上述直行最大速度是上述直行行驶时的最大速度。

10. 一种控制装置, 具有处理器 (12), 构成为能够搭载于主行驶机器人 (1), 并沿着目标轨道 (T_t) 控制上述自主行驶机器人, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中,

上述处理器构成为执行:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L); 以及

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大加速度 (A_m) 限制得比直行最大加速度 (A_{me} 、 A_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大加速度, 上述直行最大加速度是上述直行行驶时的最大加速度。

11. 一种控制方法, 是为了沿着目标轨道 (T_t) 控制自主行驶机器人 (1), 而由处理器 (12) 执行的控制方法, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中, 包含:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L); 以及

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大速度 (V_m) 限制得比直行最大速度 (V_{me} 、 V_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大速度, 上述直行最大速度是上述直行行驶时的最大速度。

12. 一种控制方法, 是为了沿着目标轨道 (T_t) 控制自主行驶机器人 (1), 而由处理器

(12) 执行的控制方法, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中, 包含:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L);

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大加速度 (A_m) 限制得比直行最大加速度 (A_{me} 、 A_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大加速度, 上述直行最大加速度是上述直行行驶时的最大加速度。

13. 一种控制程序, 包含为了沿着目标轨道 (T_t) 控制自主行驶机器人 (1), 而存储于存储介质 (11) 并由处理器 (12) 执行的命令, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中,

上述命令包含:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L); 以及

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大速度 (V_m) 限制得比直行最大速度 (V_{me} 、 V_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大速度, 上述直行最大速度是上述直行行驶时的最大速度。

14. 一种控制程序, 包含为了沿着目标轨道 (T_t) 控制自主行驶机器人 (1), 而存储于存储介质 (11) 并由处理器 (12) 执行的命令, 上述自主行驶机器人是根据由从电池 (4) 供给电力的独立的电动致动器 (5) 驱动的一对驱动轮 (30) 间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人, 其中,

上述命令包含:

监视包含上述电池的电力制约 (L_w) 的行驶制约 (L); 以及

根据上述行驶制约的条件成立, 将转弯最大加速度 (A_m) 限制得比直行最大加速度 (A_{me} 、 A_{mw}) 小, 其中, 上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的上述转弯行驶时的最大加速度, 上述直行最大加速度是上述直行行驶时的最大加速度。

控制系统、控制装置、控制方法、控制程序

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请以2021年12月21日在日本申请的日本专利申请第2021—207404号为基础，将基础申请的内容整体上通过参照引用至本申请。

技术领域

[0003] 本公开涉及控制自主行驶机器人的控制技术。

背景技术

[0004] 在专利文献1中公开了一种技术，其中，沿着作为目标轨道的路径控制自主行驶机器人，该自主行驶机器人根据由独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶。

[0005] 专利文献1：日本特开2008—129695号公报

[0006] 专利文献1的公开技术那样的电动式的自主行驶机器人需要通过来自电池的电力供给来使驱动各驱动轮的独立的电动致动器工作。然而，在搭载于自主行驶机器人的电池中，根据充电量而在可供给的电力上产生制约，从而在各驱动轮的旋转速度上也产生制约。其结果是，特别是在转弯行驶时，存在由于使旋转速度增大的一侧的驱动轮受到制约，从而自主行驶机器人实际前进的实际轨道从作为目标轨道的路径偏移的担忧。

发明内容

[0007] 本公开的课题在于提供抑制自主行驶机器人的轨道偏移的控制系统。本公开的另一课题在于提供抑制自主行驶机器人的轨道偏移的控制装置。本公开的又一课题在于提供抑制自主行驶机器人的轨道偏移的控制方法。本公开的再一课题在于提供抑制自主行驶机器人的轨道偏移的控制程序。

[0008] 以下，对用于解决课题的本公开的技术手段进行说明。

[0009] 本公开的第一方式是具有处理器，并沿着目标轨道控制自主行驶机器人的控制系统，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，

[0010] 处理器构成为执行：

[0011] 监视包含电池的电力制约的行驶制约；以及

[0012] 根据行驶制约的条件成立，将转弯最大速度限制得比直行最大速度小，其中，上述转弯最大速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度，上述直行最大速度是直行行驶时的最大速度。

[0013] 本公开的第二方式是具有处理器，构成为能够搭载于自主行驶机器人，并沿着目标轨道控制自主行驶机器人的控制装置，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，

[0014] 处理器构成为执行：

[0015] 监视包含电池的电力制约的行驶制约；以及

[0016] 根据行驶制约的条件成立，将转弯最大速度限制得比直行最大速度小，其中，上述转弯最大速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度，上述直行最大速度是直行行驶时的最大速度。

[0017] 本公开的第三方式是为了沿着目标轨道控制自主行驶机器人，而由处理器执行的控制方法，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，包含：

[0018] 监视包含电池的电力制约的行驶制约；以及

[0019] 根据行驶制约的条件成立，将转弯最大速度限制得比直行最大速度小，上述转弯最大速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度，上述直行最大速度是直行行驶时的最大速度。

[0020] 本公开的第四方式是包含为了沿着目标轨道控制自主行驶机器人，而存储于存储介质并由处理器执行的命令的控制程序，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，

[0021] 命令包含：

[0022] 监视包含电池的电力制约的行驶制约；以及

[0023] 根据行驶制约的条件成立，将转弯最大速度限制得比直行最大速度小，上述转弯最大速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度，上述直行最大速度是直行行驶时的最大速度。

[0024] 根据这些第一～第四方式，通过监视包含电池的电力制约的行驶制约，从而根据该行驶制约的条件成立而将最小转弯半径下的转弯最大速度限制得比直行最大速度小。由此，即使产生电力制约，也能够使各驱动轮产生旋转速度差以便自主行驶机器人的实际轨道沿着目标轨道，并且在转弯行驶时输出被限制的速度。因此，能够与电池的电力供给状态无关地，抑制自主行驶机器人的轨道偏移。

[0025] 本公开的第五方式是具有处理器，并沿着目标轨道控制自主行驶机器人的控制系统，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，

[0026] 处理器构成为执行：

[0027] 监视包含电池的电力制约的行驶制约；以及

[0028] 根据行驶制约的条件成立，将转弯最大加速度限制得比直行最大加速度小，其中，上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大加速度，上述直行最大加速度是直行行驶时的最大加速度。

[0029] 本公开的第六方式是具有处理器，构成为能够搭载于自主行驶机器人，并沿着目标轨道控制自主行驶机器人的控制装置，上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人，其中，

[0030] 处理器构成为执行：

[0031] 监视包含电池的电力制约的行驶制约;以及

[0032] 根据行驶制约的条件成立,将转弯最大加速度限制得比直行最大加速度小,其中,上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大加速度,上述直行最大加速度是直行行驶时的最大加速度。

[0033] 本公开的第七方式是为了沿着目标轨道控制自主行驶机器人,而由处理器执行的控制方法,上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人,其中,包含:

[0034] 监视包含电池的电力制约的行驶制约;以及

[0035] 根据行驶制约的条件成立,将转弯最大加速度限制得比直行最大加速度小,其中,上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大加速度,上述直行最大加速度是直行行驶时的最大加速度。

[0036] 本公开的第八方式是包含为了沿着目标轨道控制自主行驶机器人,而存储于存储介质并由处理器执行的命令的控制程序,上述自主行驶机器人是根据由从电池供给电力的独立的电动致动器驱动的一对驱动轮间的旋转速度差来切换直行行驶与转弯行驶的机器人,其中,

[0037] 命令包含:

[0038] 监视包含电池的电力制约的行驶制约;以及

[0039] 根据行驶制约的条件成立,将转弯最大加速度限制得比直行最大加速度小,其中,上述转弯最大加速度是最小转弯半径下的转弯行驶时的最大加速度,上述直行最大加速度是直行行驶时的最大加速度。

[0040] 根据这些第五~第八方式,通过监视包含电池的电力制约的行驶制约,从而根据该行驶制约的条件成立而将最小转弯半径下的转弯最大加速度限制得比直行最大加速度小。由此,即使产生电力制约,也能够使各驱动轮产生旋转速度差以便自主行驶机器人的实际轨道沿着目标轨道,并且在转弯行驶时输出被限制的加速度。因此,能够与电池的电力供给状态无关地,抑制自主行驶机器人的轨道偏移。

附图说明

[0041] 图1是表示一实施方式的控制系统的整体结构的框图。

[0042] 图2是表示应用一实施方式的自动行驶机器人的结构的框图。

[0043] 图3是表示一实施方式的控制系统的功能结构的框图。

[0044] 图4是用于对一实施方式的第一速度相关块进行说明的图表。

[0045] 图5是用于对一实施方式的第二速度相关块进行说明的图表。

[0046] 图6是用于对一实施方式的合成速度相关块进行说明的图表。

[0047] 图7是用于对一实施方式的速度限制块进行说明的图表。

[0048] 图8是用于对一实施方式的速度限制块进行说明的图表。

[0049] 图9是用于对一实施方式的第一加速度相关块进行说明的图表。

[0050] 图10是用于对一实施方式的第二加速度相关块进行说明的图表。

[0051] 图11是用于对一实施方式的合成加速度相关块进行说明的图表。

[0052] 图12是用于对一实施方式的加速度限制块进行说明的图表。

- [0053] 图13是用于对一实施方式的加速度限制块进行说明的图表。
- [0054] 图14是表示一实施方式的控制流程的流程图。
- [0055] 图15是表示变形例的控制系统的功能结构的框图。
- [0056] 图16是表示变形例的控制系统的功能结构的框图。
- [0057] 图17是表示变形例的控制系统的功能结构的框图。

具体实施方式

[0058] 以下,基于附图,对本公开的一实施方式进行说明。

[0059] 图1所示的一实施方式的控制系统10控制图2所示的自主行驶机器人1。自主行驶机器人1在前后左右的任意方向上自主行驶。自主行驶机器人1也可以是在道路上自主行驶并递送货物的递送机器人。自主行驶机器人1也可以是在仓库内外自主行驶并搬运货物的物流机器人。自主行驶机器人1也可以是在灾区自主行驶并搬运物资或者收集信息的灾害支援机器人。自主行驶机器人1当然也可以是这些以外的机器人。进一步,也可以无论是哪种自主行驶机器人1,都通过外界传感器接受远程的行驶辅助或者行驶控制。

[0060] 自主行驶机器人1具备车体2、车轮3、电池4、电动致动器5、传感器系统6、地图数据库7、以及信息提示系统8。车体2例如由金属等形成成为中空状。

[0061] 由车体2支承多个车轮3。各车轮3构成为能够分别独立地旋转。多个车轮3中的在车体2的左右各为一个的一对驱动轮30分别由独立的电动致动器5独立驱动。根据这些各驱动轮30间的旋转速度差(即,每单位时间的转数差),自主行驶机器人1的行驶状态切换至直行行驶与转弯行驶的任一个。具体而言,在各驱动轮30间的旋转速度差为零值或可视为零值的范围内,自主行驶机器人1直行行驶。另一方面,在各驱动轮30间的旋转速度差增大的范围内,自主行驶机器人1转弯行驶的转弯半径根据该旋转速度差的增大而缩小。这里,转弯半径意味着车体2的垂直中心线与转弯行驶的转弯中心的距离。另外,在多个车轮3中,也可以包含从动于驱动轮30而旋转的至少一个从动轮。

[0062] 电池4搭载于车体2内。电池4例如以锂离子电池等蓄电池为主体构成。电池4通过来自外部的充电来积蓄利用放电向车体2内的电气部件供给的电力。电池4也可以积蓄来自电动致动器5的再生电力。电池4经由线束连接为能够对成为电力的供给目的地的电动致动器5、传感器系统6、地图数据库7、以及信息提示系统8供给电力。

[0063] 在车体2内搭载有一对电动致动器5。各电动致动器5分别以电动马达50以及马达驱动器52的组为主体构成。在各电动致动器5中,电动马达50独立地旋转驱动各自对应的驱动轮30。在各电动致动器5中,马达驱动器52通过根据来自控制系统10的电流指令值控制对同一组的电动马达50施加的电流,从而使各自对应的驱动轮30产生根据该电流指令值的旋转速度(即,每单位时间的转数)。各电动致动器5也可以具备在各自对应的驱动轮30的旋转中施加制动的制动单元。各电动致动器5也可以具备将各自对应的驱动轮30在停止中锁定的锁定单元。

[0064] 传感器系统6通过自主行驶机器人1中的外界以及内界的传感检测获取可由控制系统10利用的传感检测信息。为此,传感器系统6的构成要素搭载于车体2的多处。具体而言,传感器系统6构成为包含外界传感器60和内界传感器61。

[0065] 外界传感器60从成为自主行驶机器人1的周边环境的外界获取作为传感检测信息

的外界信息。外界传感器60通过检测存在于自主行驶机器人1的外界的物标来获取外界信息。物标检测型的外界传感器60例如是照相机、LiDAR (Light Detection and Ranging/Laser Imaging Detection and Ranging:光探测和测距/激光成像探测和测距)、雷达、以及声呐等中的至少一种。

[0066] 外界传感器60也可以通过从存在于自主行驶机器人1的外界的GNSS (Global Navigation Satellite System:全球导航卫星系统)的人工卫星接收定位信号,来获取外界信息。定位型的外界传感器60例如为GNSS接收机等。外界传感器60也可以通过与存在于自主行驶机器人1的外界的V2X系统之间收发通信信号,来获取外界信息。通信型的外界传感器60例如是DSRC (Dedicated Short Range Communications:专用短程通信)通信机、蜂窝V2X (C-V2X)通信机、蓝牙 (Bluetooth:注册商标)设备、Wi-Fi (注册商标)设备、以及红外线通信设备等中的至少一种。

[0067] 内界传感器61从成为自主行驶机器人1的内部环境的内界获取作为传感检测信息的内界信息。内界传感器61通过在自主行驶机器人1的内界检测特定的运动物理量,来获取内界信息。物理量检测型的内界传感器61例如为至少包含速度传感器、加速度传感器、以及偏航率传感器的多个种类。

[0068] 地图数据库7存储可由控制系统10利用的地图信息。地图数据库7例如构成为包含半导体存储器、磁介质、以及光学介质等中的至少一种非迁移性实体存储介质 (non-transitory tangible storage medium)。地图数据库7也可以是估计包含自主行驶机器人1的自身位置的自身状态量的定位器的数据库。地图数据库7也可以是规划自主行驶机器人1的行驶的计划单元的数据库。地图数据库7也可以由这些数据库等中的多个种类的组合构成。

[0069] 地图数据库7例如通过与外部中心的通信等来获取并存储最新的地图信息。这里地图信息作为表示自主行驶机器人1的行驶环境的信息而被二维或者三维地数据化。特别是作为三维的地图数据,可以采用高精度地图的数字数据。地图信息例如也可以包含表示道路本身的位置、形状、以及路面状态等中的至少一种的道路信息。地图信息例如也可以包含表示附属于道路的交通标志以及划分线的位置及形状等中的至少一种的标识信息。地图信息例如也可以包含表示面向道路建筑物以及信号灯的位置及形状等中的至少一种的构造物信息。

[0070] 信息提示系统8向自主行驶机器人1的周边者提示报告信息。信息提示系统8也可以通过刺激周边者的视觉来提示报告信息。视觉刺激型的信息提示系统8例如为监视器单元、以及发光单元等中的至少一种。信息提示系统8也可以通过刺激周边者的听觉来提示报告信息。听觉刺激型的信息提示系统8例如为扬声器、蜂鸣器、以及振动单元等中的至少一种。

[0071] 图1所示的控制系统10构成为包含以搭载于车体2的计算机为主体的至少一个专用计算机。因此,构成控制系统10的专用计算机例如经由LAN (Local Area Network:局域网)线路、线束、内部总线、以及无线通信线路等中的至少一种,连接于图2所示的电池4、电动致动器5、传感器系统6、地图数据库7、以及信息提示系统8。

[0072] 构成图1的控制系统10的专用计算机也可以是规划自主行驶机器人1所行驶的目标轨道的计划ECU (Electronic Control Unit:电子控制单元)。构成控制系统10的专用计

算机也可以是使实际轨道跟随自主行驶机器人1的目标轨道的轨道控制ECU。构成控制系统10的专用计算机也可以是控制自主行驶机器人1的电动致动器5的致动器ECU。构成控制系统10的专用计算机也可以是控制自主行驶机器人1的传感器系统6的传感检测ECU。构成控制系统10的专用计算机也可以是基于地图数据库7估计包含自主行驶机器人1的自身位置的自身状态量的定位器ECU。构成控制系统10的专用计算机也可以是控制自主行驶机器人1的信息提示系统8的显示ECU。构成控制系统10的专用计算机例如也可以是构成能够经由通信型的外界传感器60进行通信的外部中心或者移动终端等的车体2外的计算机。

[0073] 构成控制系统10的专用计算机至少具有存储器11以及处理器12各一个。存储器11是非暂时地存储计算机可读取的程序以及数据等的例如半导体存储器、磁介质、以及光学介质等中的至少一种非迁移性实体存储介质(non-transitory tangible storage medium)。处理器12例如包含CPU(Central Processing Unit:中央处理器)、GPU(Graphics Processing Unit:图形处理器)、RISC(Reduced Instruction Set Computer:精简指令集计算机)—CPU、DFP(Data Flow Processor:数据流处理器)、以及GSP(Graph Streaming Processor:图形流处理器)等中的至少一种作为核心。

[0074] 在控制系统10中,处理器12为了控制自主行驶机器人1而执行存储于存储器11的控制程序中包含的多个命令。由此,控制系统10构建多个用于控制自主行驶机器人1的功能模块。如图3所示,在控制系统10中构建的多个功能模块中包含前级目标设定块100、制约监视块110、速度调整块120、加速度调整块130、以及指令调整块140。

[0075] 前级目标设定块100具有目标轨道规划块101、以及轨道跟随控制块102作为多个子功能模块。

[0076] 目标轨道规划块101为了沿着目标轨道 T_t 控制自主行驶机器人1而规划该目标轨道 T_t 。此时,目标轨道规划块101通过基于来自传感器系统6的各种获取信息,来估计自主行驶机器人1的自身状态量。这里,自身状态量包含自主行驶机器人1的自身位置。自身状态量也可以除此以外还包含自主行驶机器人1的例如速度以及偏航角等中的至少一种。目标轨道 T_t 意味着对自主行驶机器人1规定这样的自身状态量的时间序列变化的目标的行驶轨道。

[0077] 轨道跟随控制块102从目标轨道规划块101接管最新的目标轨道 T_t 。同时,轨道跟随控制块102基于来自传感器系统6的各种获取信息获取表示自主行驶机器人1的实际轨道的最新的自身状态量。因此,轨道跟随控制块102执行轨道跟随控制,以使得自主行驶机器人1的实际轨道跟随目标轨道 T_t 。通过这样的轨道跟随控制,轨道跟随控制块102通过利用反馈控制来转换实际轨道以及目标轨道 T_t 各自规定的自身状态量间的偏差,从而设定用于跟随目标轨道 T_t 的目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 。

[0078] 制约监视块110具有第一制约设定块111以及第二制约设定块112作为多个子功能模块。

[0079] 第一制约设定块111通过监视电池4中的蓄电状态(即,充电状态),来估计可从电池4供给的最新的最大功率。因此,第一制约设定块111将根据最大功率而被制约的行驶制约 L 设定为电力制约 L_w 并监视。这里,第一制约设定块111决定针对自主行驶机器人1的最大速度 V_w 、最大偏航率 YV_w 、最大加速度 A_w 、以及最大偏航率变化率 YAw 作为电力制约 L_w 。此时成为电力制约 L_w 的各运动物理量 V_w 、 YV_w 、 A_w 、 YAw 可以分别基于存储于存储器11以便规定与

最大功率的相关性的例如映射、表格、以及函数式等中的至少一种来获取。另外,针对作为偏航角速度的偏航率,作为偏航角加速度的偏航率变化率被定义为该偏航率的时间变化率。

[0080] 第二制约设定块112将取决于自主行驶机器人1的行驶环境的行驶制约L设定为环境制约 L_e 并监视。这里,环境制约 L_e 被定义为对应于与运用自主行驶机器人1的行驶环境相关的例如宽窄信息、交通量信息、天气信息、障碍物信息、时间段信息、以及明暗信息等环境因素的制约。因此,第二制约设定块112决定针对自主行驶机器人1的最大速度 V_e 、最大偏航率 YV_e 、最大加速度 A_e 、以及最大偏航率变化率 $Y A_e$ 作为环境制约 L_e ,以便与电力制约 L_w 的各运动物理量分别对应。此时,成为环境制约 L_e 的各运动物理量 V_e 、 YV_e 、 A_e 、 $Y A_e$ 可以分别基于存储于存储器11以便规定与环境因素的相关性的例如映射、表格、以及函数式等中的至少一种来获取。

[0081] 速度调整块120具有第一速度相关块121、第二速度相关块122、合成速度相关块123、以及速度限制块124作为多个子功能模块。

[0082] 第一速度相关块121从第一制约设定块111接管最大速度 V_w 和最大偏航率 YV_w 作为最新的电力制约 L_w 。因此,如图4中标记右上斜阴影线所示,第一速度相关块121将电力制约 L_w 的条件不成立的速度以及偏航率的相关范围设定为第一速度相关范围 C_{vw} 。此时,速度的正负定义为夹着意味着行驶停止的零值,将向前方的直行行驶以及转弯行驶均设为正,将向后方的直行行驶以及转弯行驶均设为负,但也可以相反地定义。另一方面,偏航率的正负定义为夹着意味着直行行驶以及行驶停止的任一个的零值,将向右方的转弯行驶设为正,将向左方的转弯行驶设为负,但也可以相反地定义。

[0083] 在这样的定义下,第一速度相关块121将作为直行行驶时的最大速度的直行最大速度 V_{mw} 设定为正负的最大速度 V_w 。同时,第一速度相关块121将作为转弯行驶时的最大偏航率的转弯最大偏航率 YV_{mw} 设定为正负的最大偏航率 YV_w 。以这些设定为前提,第一速度相关块121获取速度的绝对值为直行最大速度 V_{mw} 以下且偏航率的绝对值为转弯最大偏航率 YV_{mw} 以下的范围作为第一速度相关范围 C_{vw} 。此时,第一速度相关范围 C_{vw} 内的速度以及偏航率的相关点群中的构成针对电力制约 L_w 的条件成立的第一速度相关范围 C_{vw} 外的分界线(参照图4的轮廓线)的相关点群意味着第一速度相关范围 C_{vw} 的极限点群。因此,在图4的例子中,构成第一速度相关范围 C_{vw} 的边界的极限点群被假定为速度的绝对值从直行最大速度 V_{mw} 逐渐减少,则偏航率的绝对值逐渐增大至转弯最大偏航率 YV_{mw} 。

[0084] 图3所示的第二速度相关块122从第二制约设定块112接管最大速度 V_e 和最大偏航率 YV_e 作为最新的环境制约 L_e 。因此,如图5中标记左上斜阴影线所示,第二速度相关块122将环境制约 L_e 的条件不成立的速度以及偏航率的相关范围设定为第二速度相关范围 C_{ve} 。此时速度的正负与第一速度相关范围 C_{vw} 的情况相同地定义。

[0085] 在这样的定义下,第二速度相关块122将作为直行行驶时的最大速度的直行最大速度 V_{me} 设定为正负的最大速度 V_e 。同时,第二速度相关块122将作为转弯行驶时的最大偏航率的转弯最大偏航率 YV_{me} 设定为正负的最大偏航率 YV_e 。以这些设定为前提,第二速度相关块122获取速度的绝对值为直行最大速度 V_{me} 以下且偏航率的绝对值为转弯最大偏航率 YV_{me} 以下的范围作为第二速度相关范围 C_{ve} 。此时,第二速度相关范围 C_{ve} 内的速度以及偏航率的相关点群中的构成针对环境制约 L_e 的条件成立的第二速度相关范围 C_{ve} 外的分界线

(参照图5的轮廓线)的相关点群意味着第二速度相关范围 C_{ve} 的极限点群。因此,在图5的例子中,构成第二速度相关范围 C_{ve} 的边界的极限点群被假定为速度的绝对值保持直行最大速度 V_{me} ,并且偏航率的绝对值保持转弯最大偏航率 YV_{me} 。

[0086] 图3所示的合成速度相关块123从第一速度相关块121接管最新的第一速度相关范围 C_{vw} 。同时,合成速度相关块123从第二速度相关块122接管最新的第二速度相关范围 C_{ve} 。因此,如图6中标记交叉阴影线所示,合成速度相关块123将成为第一速度相关范围 C_{vw} 与第二速度相关范围 C_{ve} 的相关点的积集合(即,交集 $C_{vw} \cap C_{ve}$)的范围设定为将这些相关范围 C_{vw} 、 C_{ve} 合成后的合成速度相关范围 C_v 。此时特别是本实施方式的合成速度相关范围 C_v 被调整为将作为最小转弯半径下的转弯行驶时的最大速度的转弯最大速度 V_m 限制得比第二速度相关范围 C_{ve} 中的直行最大速度 V_{me} 小的范围。这样决定的合成速度相关范围 C_v 针对包含电力制约 L_w 和环境制约 L_e 的行驶制约 L ,将内部的相关点设为条件不成立的允许对象,另一方面,将外部的相关点设为条件成立的限制对象。

[0087] 图3所示的速度限制块124从合成速度相关块123接管最新的合成速度相关范围 C_v 。同时,速度限制块124从轨道跟随控制块102接管目标速度 V_t 和目标偏航率 YV_t 作为最新的目标值。因此,速度限制块124调整目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t ,以便将自主行驶机器人1的实际速度以及实际偏航率控制在合成速度相关范围 C_v 内。

[0088] 具体而言,如图7所示,在通过目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 的相关点存在于合成速度相关范围 C_v 内从而行驶制约 L 条件不成立的情况下,速度限制块124将这些目标值 V_t 、 YV_t 的每一个保持原样地维持。另一方面,如图8所示,在通过目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 的相关点存在于合成速度相关范围 C_v 外从而行驶制约 L 条件成立的情况下,速度限制块124对这些目标值 V_t 、 YV_t 的每一个进行减少调整。此时,通过减少调整,目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 被乘以相互共同的低于1的限制比率 R_v ,从而分别被限制为给出合成速度相关范围 C_v 内的极限点 P_v 的值 V_1 、 YV_1 。通过这样的限制而得到的各目标值 V_t 、 YV_t 的限制值 V_1 、 YV_1 在合成速度相关范围 C_v 的与外部的分界线和从该限制前的各目标值 V_t 、 YV_t 的相关点向零点延伸而成的虚拟线的交点构成极限点 P_v 。

[0089] 图3所示的加速度调整块130具有第一加速度相关块131、第二加速度相关块132、合成加速度相关块133、后级目标设定块134、以及加速度限制块135作为多个子功能模块。

[0090] 第一加速度相关块131从第一制约设定块111接管最大加速度 A_w 和最大偏航率变化率 YAw 作为最新的电力制约 L_w 。因此,如图9中标记右上斜阴影线所示,第一加速度相关块131将电力制约 L_w 的条件不成立的加速度以及偏航率变化率的相关范围设定为第一加速度相关范围 C_{aw} 。此时,加速度的正负定义为夹着意味着行驶停止的零值,将向前方的直行行驶以及转弯行驶均设为正,将向后方的直行行驶以及转弯行驶均设为负,但也可以相反地定义。另一方面,偏航率变化率的正负定义为夹着意味着直行行驶以及行驶停止的任一个的零值,将向右方的转弯行驶设为正而将向左方的转弯行驶设为负,但也可以相反地定义。

[0091] 在这样的定义下,第一加速度相关块131将作为直行行驶时的最大加速度的直行最大加速度 A_{mw} 设定为正负的最大加速度 A_w 。同时,第一加速度相关块131将作为转弯行驶时的最大偏航率变化率的转弯最大偏航率变化率 $YAmw$ 设定为正负的最大偏航率变化率 YAw 。以这些设定为前提,第一加速度相关块131获取加速度的绝对值为直行最大加速度 A_{mw} 以下且偏航率变化率的绝对值为转弯最大偏航率变化率 $YAmw$ 以下的范围作为第一加速度

相关范围 Caw 。此时,第一加速度相关范围 Caw 内的加速度以及偏航率变化率的相关点群中的构成针对电力制约 Lw 的条件成立的第一加速度相关范围 Caw 外的分界线(参照图9的轮廓线)的相关点群意味着第一加速度相关范围 Caw 的极限点群。因此,在图9的例子中,构成第一加速度相关范围 Caw 的边界的极限点群被假定为加速度的绝对值从直行最大加速度 Amw 逐渐减少,则偏航率变化率的绝对值逐渐增大至转弯最大偏航率变化率 $YAmw$ 。

[0092] 图3所示的第二加速度相关块132从第二制约设定块112接管最大加速度 Ae 和最大偏航率变化率 $Y Ae$ 作为最新的环境制约 Le 。因此,如图10中标记左上斜阴影线所示,第二加速度相关块132将环境制约 Le 的条件不成立的加速度以及偏航率变化率的相关范围设定为第二加速度相关范围 Cae 。此时加速度的正负与第一加速度相关范围 Caw 的情况相同地定义。

[0093] 在这样的定义下,第二加速度相关块132将作为直行行驶时的最大加速度的直行最大加速度 Ame 设定为正负的最大加速度 Ae 。同时,第二加速度相关块132将作为转弯行驶时的最大偏航率变化率的转弯最大偏航率变化率 $Y Ame$ 设定为正负的最大偏航率变化率 $Y Ae$ 。以这些设定为前提,第二加速度相关块132获取加速度的绝对值为直行最大加速度 Ame 以下且偏航率变化率的绝对值为转弯最大偏航率变化率 $Y Ame$ 以下的范围作为第二加速度相关范围 Cae 。此时,第二加速度相关范围 Cae 内的加速度以及偏航率变化率的相关点群中的构成针对环境制约 Le 的条件成立的第二加速度相关范围 Cae 外的分界线(参照图10的轮廓线)的相关点群意味着第二加速度相关范围 Cae 的极限点群。因此,在图10的例子中,构成第二加速度相关范围 Cae 的边界的极限点群被假定为加速度的绝对值保持直行最大加速度 Ame ,并且偏航率变化率的绝对值保持转弯最大偏航率变化率 $Y Ame$ 。

[0094] 图3所示的合成加速度相关块133从第一加速度相关块131接管最新的第一加速度相关范围 Caw 。同时,合成加速度相关块133从第二加速度相关块132接管最新的第二加速度相关范围 Cae 。因此,如图11中标记交叉阴影线所示,合成加速度相关块133将成为第一加速度相关范围 Caw 与第二加速度相关范围 Cae 的相关点的积集合(即,交集 $Caw \cap Cae$)的范围设定为将这些相关范围 Caw 、 Cae 合成后的合成加速度相关范围 Ca 。此时,特别是本实施方式的合成加速度相关范围 Ca 被调整为将作为最小转弯半径下的转弯行驶时的最大加速度的转弯最大加速度 Am 限制得比第二加速度相关范围 Cae 中的直行最大加速度 Ame 小的范围。这样决定的合成加速度相关范围 Ca 针对包含电力制约 Lw 和环境制约 Le 的行驶制约 L ,将内部的相关点设为条件不成立的允许对象,另一方面,将外部的相关点设为条件成立的限制对象。

[0095] 图3所示的后级目标设定块134从速度限制块124接管目标速度 Vt 和目标偏航率 YVt 作为最新的目标值。同时,后级目标设定块134从存储器11获取在相对于最新的这次控制周期为过去的上次控制周期中通过指令调整块140进行如后述那样的变化率调整后的目标速度 Vt 以及目标偏航率 YVt 。因此,后级目标设定块134通过对最新以及过去的各目标值 Vt 、 YVt 按值的每个种类取差值并进行时间微分,从而设定目标加速度 At 以及目标偏航率变化率 YAt 作为用于跟随目标轨道 Tt 的最新的目标值。

[0096] 加速度限制块135从合成加速度相关块133接管最新的合成加速度相关范围 Ca 。同时,加速度限制块135从后级目标设定块134接管目标加速度 At 和目标偏航率变化率 YAt 作为最新的目标值。因此,加速度限制块135进一步调整上述的目标加速度 At 以及目标偏航率变化率 YAt ,以便将自主行驶机器人1的实际加速度以及实际偏航率变化率控制在合成加速

度相关范围Ca内。

[0097] 具体而言,如图12所示,在通过目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 的相关点存在于合成加速度相关范围Ca内从而行驶制约L条件不成立的情况下,加速度限制块135将这些目标值 A_t 、 Y_{At} 的每一个保持原样地维持。另一方面,如图13所示,在通过目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 的相关点存在于合成加速度相关范围Ca外从而行驶制约L条件成立的情况下,加速度限制块135对这些目标值 A_t 、 Y_{At} 的每一个进行减少调整。此时,通过减少调整,目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 被乘以相互共同的低于1的限制比率 R_a ,从而分别被限制为给出合成加速度相关范围Ca内的极限点Pa的值 A_1 、 Y_{A1} 。通过这样的限制而得到的各目标值 A_t 、 Y_{At} 的限制值 A_1 、 Y_{A1} 在合成加速度相关范围Ca的与外部的分界线和从该限制前的各目标值 A_t 、 Y_{At} 的相关点向零点延伸而成的虚拟线的交点构成极限点Pa。

[0098] 图3所示的指令调整块140具有变化率调整块141以及指令输出块142作为多个子功能模块。

[0099] 变化率调整块141从速度限制块124接管最新的目标速度 V_t 以及目标偏航率 Y_{Vt} 。同时,变化率调整块141从加速度限制块135接管最新的目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 。进一步,变化率调整块141从存储器11获取在相对于最新的这次控制周期为过去的上次控制周期中通过该变化率调整块141进行变化率调整后的目标速度 V_t 以及目标偏航率 Y_{Vt} 。因此,如图3所示,变化率调整块141对目标速度 V_t 以及目标偏航率 Y_{Vt} 进行再调整,以使得各自的最新以及过去间的时间变化率与最新的目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 一致,并存储于存储器11。

[0100] 这里,变化率调整块141也可以代替从存储器11获取过去目标值 V_t 、 Y_{Vt} ,而从加速度限制块135接管最新的限制比率 R_a 。此时,在加速度限制块135中对目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 进行了减少调整的情况下,变化率调整块141接管值低于1的限制比率 R_a 。并且,另一方面,在加速度限制块135中保持原样地维持目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 的情况下,变化率调整块141可以接管值为1的限制比率 R_a 。这样接管了限制比率 R_a 的变化率调整块141能够通过基于该限制比率 R_a 和最新的目标值 A_t 、 Y_{At} ,从而对最新的目标值 V_t 、 Y_{Vt} 分别进行再调整。

[0101] 指令输出块142从变化率调整块141接管变化率调整后的最新的目标速度 V_t 以及目标偏航率 Y_{Vt} 。因此,指令输出块142分别设定右侧驱动轮30的目标旋转速度 Φ_R 和左侧驱动轮30的目标旋转速度 Φ_L ,以便满足基于目标速度 V_t 以及目标偏航率 Y_{Vt} 的下式1、2。这里,在式1、2中,d是从车体2的垂直中心线至各驱动轮30的距离,r是各驱动轮30的半径。根据以上内容,指令输出块142将各驱动轮30的目标旋转速度 Φ_R 、 Φ_L 转换为针对各自对应的一侧的电动致动器5的电流指令值后,输出该电流指令值。

[0102] [式1]

$$[0103] \quad \Phi_R = (V_t + d \cdot Y_{Vt}) / r$$

[0104] [式2]

$$[0105] \quad \Phi_L = (V_t + d \cdot Y_{Vt}) / r$$

[0106] 通过此前说明的块100、110、120、130、140的协作,控制系统10控制自主行驶机器人1的控制方法根据图14所示的控制流程来执行。在自主行驶机器人1的启动中根据控制周

期重复执行本控制流程。另外,本控制流程中的各“S”分别意味着通过控制程序中包含的多个命令执行的多个步骤。

[0107] 在S101中,前级目标设定块100通过目标轨道规划块101规划自主行驶机器人1的目标轨道 T_t ,并通过轨道跟随控制块102设定用于控制为沿着该目标轨道 T_t 的实际轨道的目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 。在与S101并行的S102中,制约监视块110分别通过第一以及第二制约设定块111、112监视作为行驶制约L的电力制约 L_w 以及环境制约 L_e 。

[0108] 在接着S101、S102的S103中,速度调整块120将分别通过第一以及第二速度相关块121、122获取的第一以及第二速度相关范围 C_{vw} 、 C_{ve} 通过合成速度相关块123合成为合成速度相关范围 C_v 。在接着S103的S104中,速度调整块120通过速度限制块124调整这些目标值 V_t 、 YV_t ,以便将目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 的相关点控制在合成速度相关范围 C_v 内。

[0109] 在接着S104的S105中,加速度调整块130将分别通过第一以及第二加速度相关块131、132获取的第一以及第二加速度相关范围 C_{aw} 、 C_{ae} 通过合成加速度相关块133合成为合成加速度相关范围 C_a 。在接着S105的S106中,加速度调整块130通过后续目标设定块134设定目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 YA_t 。在接着S106的S107中,加速度调整块130通过加速度限制块135调整这些目标值 A_t 、 YA_t ,以便将目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 YA_t 的相关点控制在合成加速度相关范围 C_a 内。

[0110] 在接着S107的S108中,指令调整块140通过变化率调整块141基于目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 YA_t 对目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 进行再调整。在接着S108的S109中,指令调整块140将通过指令输出块142根据目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 而设定的各驱动轮30的目标旋转速度 Φ_R 、 Φ_L 通过该指令输出块142转换为针对各电动致动器5的电流指令值后,输出该电流指令值。

[0111] (作用效果)

[0112] 以下,对以上说明的本实施方式的作用效果进行说明。

[0113] 根据本实施方式,通过监视包含电池4的电力制约 L_w 的行驶制约L,从而根据该行驶制约L的条件成立而将最小转弯半径下的转弯最大速度 V_m 限制得比直行最大速度 V_{me} 小。由此,即使产生电力制约 L_w ,也能够使各驱动轮30产生旋转速度差以使自主行驶机器人1的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且在转弯行驶时输出被限制的速度。因此,能够与电池4的电力供给状态无关地抑制自主行驶机器人1的轨道偏移。

[0114] 根据本实施方式,作为行驶制约L的条件不成立的速度以及偏航率的相关范围,在最小转弯半径下的转弯最大速度 V_m 比直行最大速度 V_{me} 小的合成速度相关范围 C_v 内,控制自主行驶机器人1的实际速度以及实际偏航率。由此,能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便基于合成速度相关范围 C_v 内的实际速度以及实际偏航率的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且在转弯行驶时输出被限制的速度。因此,能够确保抑制自主行驶机器人1的轨道偏移的效果的可靠性。

[0115] 在本实施方式中,对自主行驶机器人1设定用于跟随目标轨道 T_t 的目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 。因此,根据本实施方式,通过共同的限制比率 R_v 将偏离到行驶制约L的条件成立的合成速度相关范围 C_v 外的相关点的目标速度 V_t 以及目标偏航率 YV_t 调整为给出合成速度相关范围 C_v 内的极限点 P_v 的值 V_1 、 YV_1 。由此,通过目标速度 V_t 与目标偏航率 YV_t 的相对比 V_t/YV_t 在调整前后实质上被维持,从而基于合成速度相关范围 C_v 内的实际速度以及实

际偏航率的自主行驶机器人1的到达位置可以与目标轨道 T_t 重叠。因此,在转弯行驶时,能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便基于这样的实际速度以及实际偏航率的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且输出被限制的速度。因此,能够提高抑制自主行驶机器人1的轨道偏移的效果的可靠性。

[0116] 根据本实施方式,通过监视包含电池4的电力制约 L_w 的行驶制约 L ,从而根据该行驶制约 L 的条件成立而将最小转弯半径下的转弯最大加速度 A_m 限制得比直行最大加速度 A_{me} 小。由此,即使产生电力制约 L_w ,也能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便自主行驶机器人1的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且在转弯行驶时输出被限制的加速度。因此,能够与电池4的电力供给状态无关地,抑制自主行驶机器人1的轨道偏移。

[0117] 根据本实施方式,作为行驶制约 L 的条件不成立的加速度以及偏航率变化率的相关范围,在最小转弯半径下的转弯最大加速度 A_m 比直行最大加速度 A_{me} 小的合成加速度相关范围 C_a 内,控制自主行驶机器人1的实际加速度以及实际偏航率变化率。由此,能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便基于合成加速度相关范围 C_a 内的实际加速度以及实际偏航率变化率的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且在转弯行驶时输出被限制的加速度。因此,能够确保抑制自主行驶机器人1的轨道偏移的效果的可靠性。

[0118] 在本实施方式中,对自主行驶机器人1设定用于跟随目标轨道 T_t 的目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 。因此,根据本实施方式,通过共同的限制比率 R_a 将偏离到行驶制约 L 的条件成立的合成加速度相关范围 C_a 外的相关点的目标加速度 A_t 以及目标偏航率变化率 Y_{At} 调整为给出合成加速度相关范围 C_a 内的极限点 P_a 的值 A_1 、 Y_{A1} 。由此,通过目标加速度 A_t 与目标偏航率变化率 Y_{At} 的相对比 A_t/Y_{At} 在调整前后实质上被维持,从而基于合成加速度相关范围 C_a 内的实际加速度以及实际偏航率变化率的自主行驶机器人1的到达位置可以与目标轨道 T_t 重叠。因此,在转弯行驶时,能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便基于这样的实际加速度以及实际偏航率变化率的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且输出被限制的加速度。因此,能够提高抑制自主行驶机器人1的轨道偏移的效果的可靠性。

[0119] 根据本实施方式,监视不仅包含电池4的电力制约 L_w ,还包含取决于自主行驶机器人1的行驶环境的环境制约 L_e 的行驶制约 L 。由此,即使在产生环境制约 L_e 的条件成立的情况下,也能够使各驱动轮30产生旋转速度差以便自主行驶机器人1的实际轨道沿着目标轨道 T_t ,并且在转弯行驶时输出被限制的速度以及加速度。因此,也能够与行驶环境无关地,抑制自主行驶机器人1的轨道偏移。

[0120] (其它的实施方式)

[0121] 以上,对一实施方式进行了说明,但本公开不被限定地解释为该说明的实施方式,而能够在不脱离本公开的主旨的范围内应用于各种实施方式。

[0122] 在变形例中,构成控制系统10的专用计算机也可以具有数字电路以及模拟电路中的至少一方作为处理器。这里,数字电路例如为ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)、FPGA(Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列)、SOC(System on a Chip:片上系统)、PGA(Programmable Gate Array:可编程门阵列)、以及CPLD(Complex Programmable Logic Device:复杂可编程逻辑器件)等中的至少一种。另外,这样的数字电路也可以具有存储有程序的存储器。

[0123] 如图15所示,在变形例中,也可以不构建第二制约设定块112。在该情况下的调整

块120、130中,可以也不构建相关块122、123、132、133,而在限制块124、135中在代替相关范围Cv、Ca的相关范围Cvw、Caw内调整目标值Vt、YVt、At、YAt。另外,在该情况下,相关范围Cvw、Caw可以被调整为将最小转弯半径下的转弯最大速度Vm以及转弯最大加速度Am分别限制得比直行最大速度Vmw以及直行最大加速度Amw小的范围。这里,在最小转弯半径下的转弯行驶时,通过向正负一方以最大旋转速度控制一侧的驱动轮30,与此相对,向正负另一方以最大旋转速度控制另一侧的驱动轮30,从而实质上保持自主行驶机器人1的重心位置,而该最小转弯半径、转弯最大速度Vm、以及转弯最大加速度Am均成为实质零值。进一步,可以根据这些变形点来变更控制流程。

[0124] 如图16所示,在变形例中,也可以不构建速度调整块120。在该情况下的加速度调整块130中,可以在后级目标设定块134中通过使用了来自轨道跟随控制块102的目标值Vt、YVt的时间微分,来设定最新的目标加速度At以及目标偏航率变化率YAt。另外,在该情况下的指令调整块140中,可以在变化率调整块141中对来自轨道跟随控制块102的目标值Vt、YVt进行再调整。进一步,可以根据这些变形点来变更控制流程。

[0125] 如图17所示,在变形例中,也可以不构建加速度调整块130。在该情况下的指令调整块140中,可以也不构建变化率调整块141,而在指令输出块142中根据来自速度限制块124的目标值Vt、YVt来设定目标旋转速度 ΦR 、 ΦL 。另外,可以根据这些变形点来变更控制流程。

[0126] 除了到此的说明方式之外,上述的实施方式以及变形例也可以作为构成为能够搭载于自主行驶机器人1并具有处理器12以及存储器11各至少一个的控制装置,而以处理电路(例如处理ECU等)或者半导体装置(例如半导体晶片等)的方式实施。

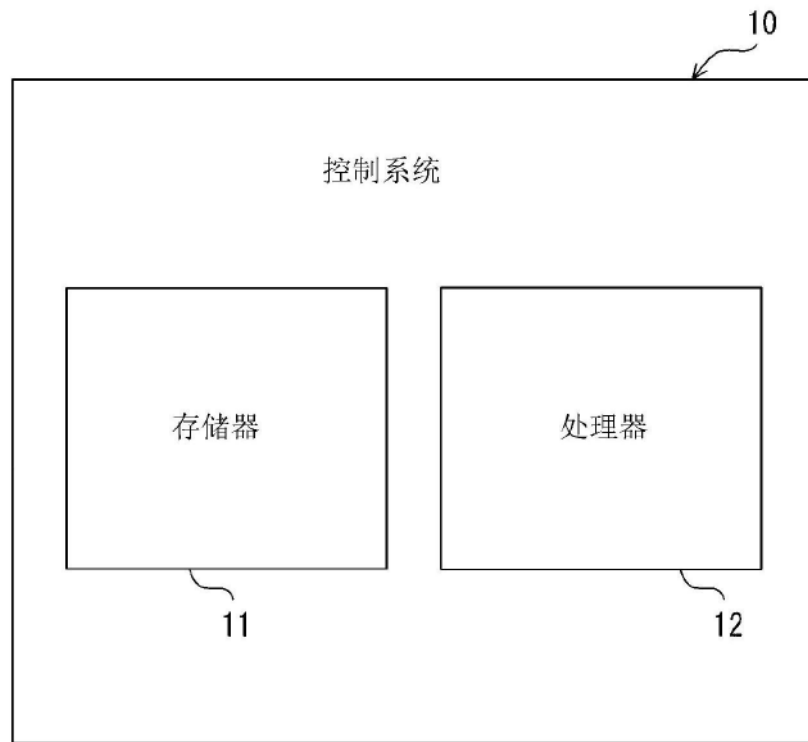


图1

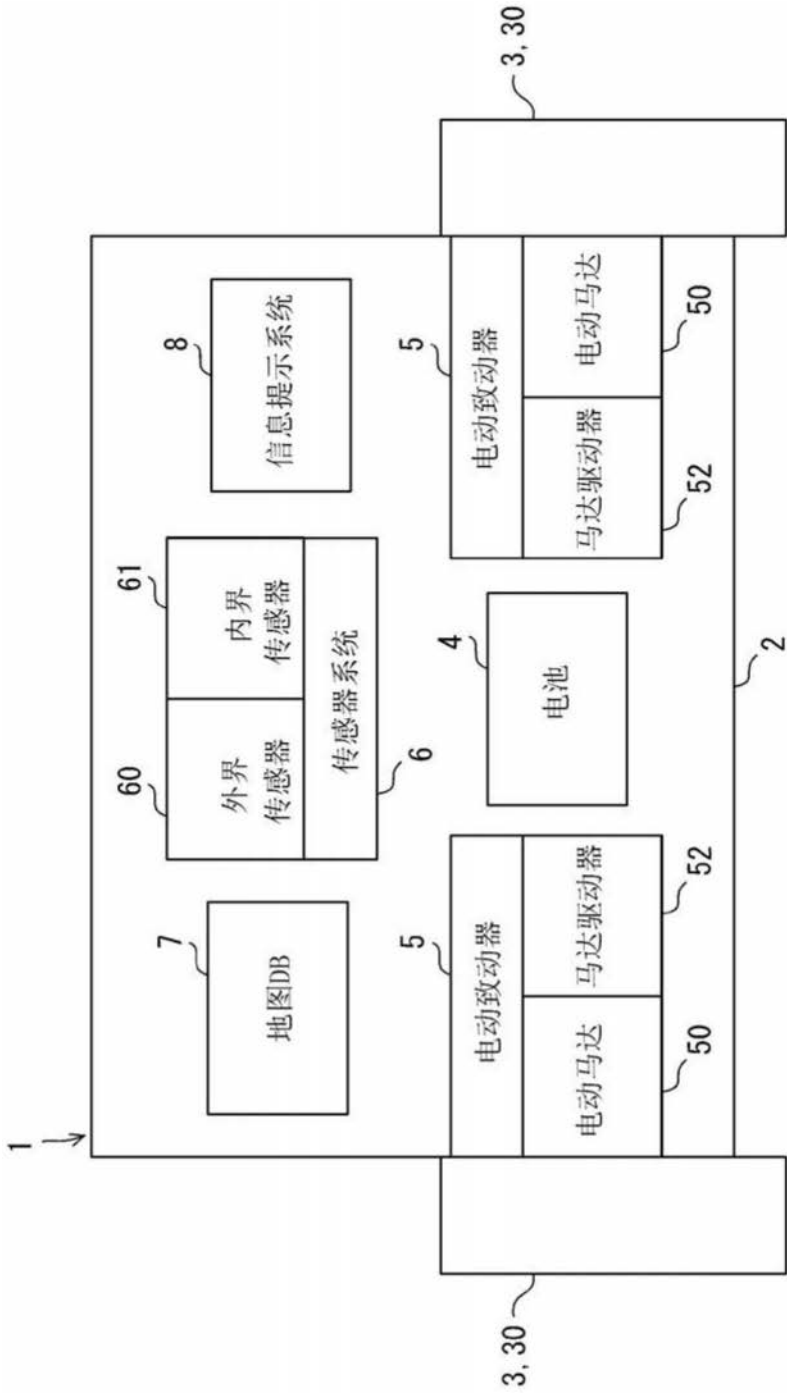


图2

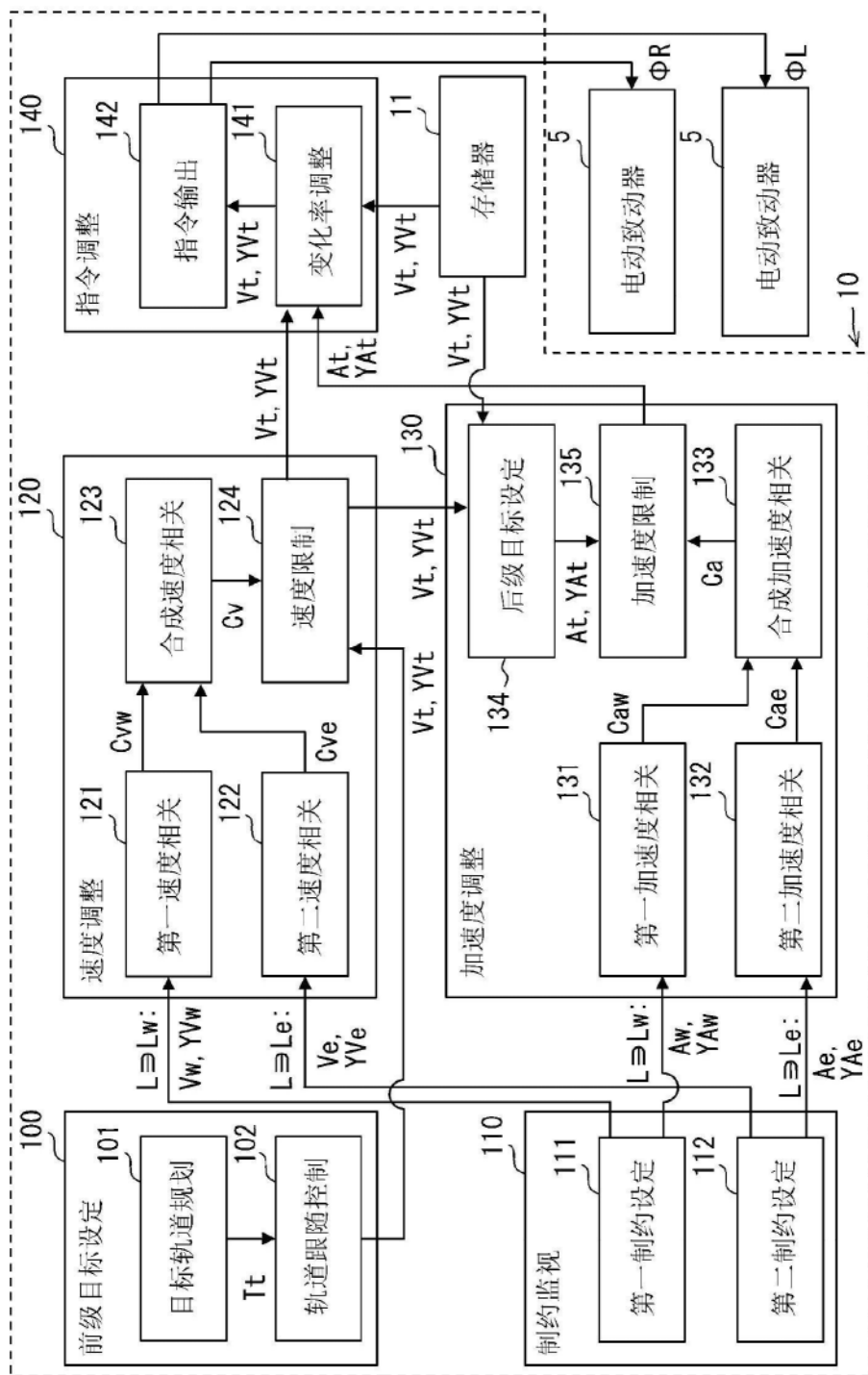


图3

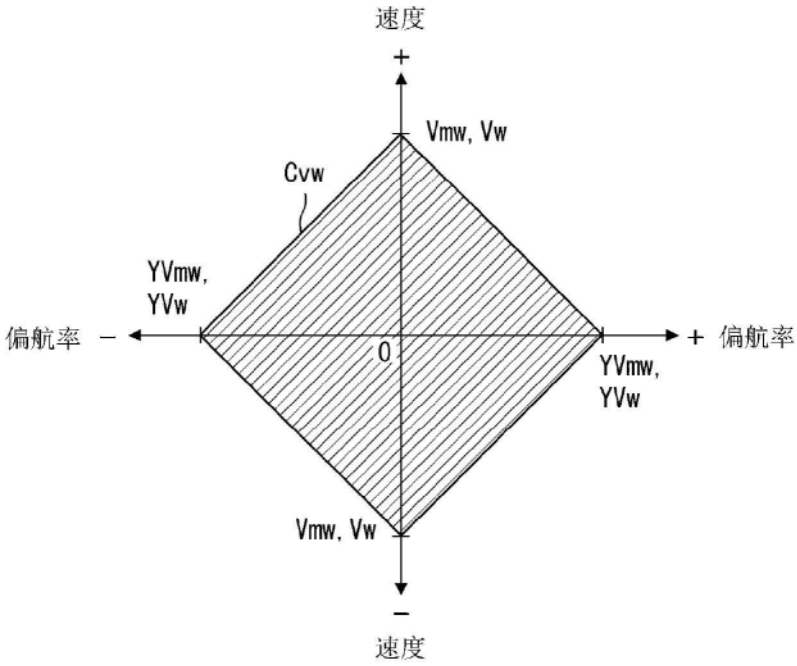


图4

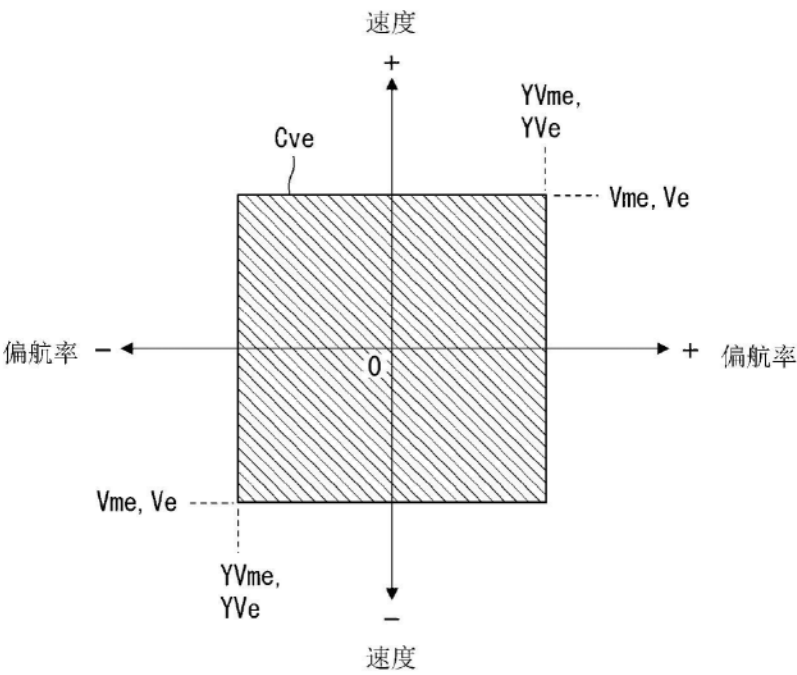


图5

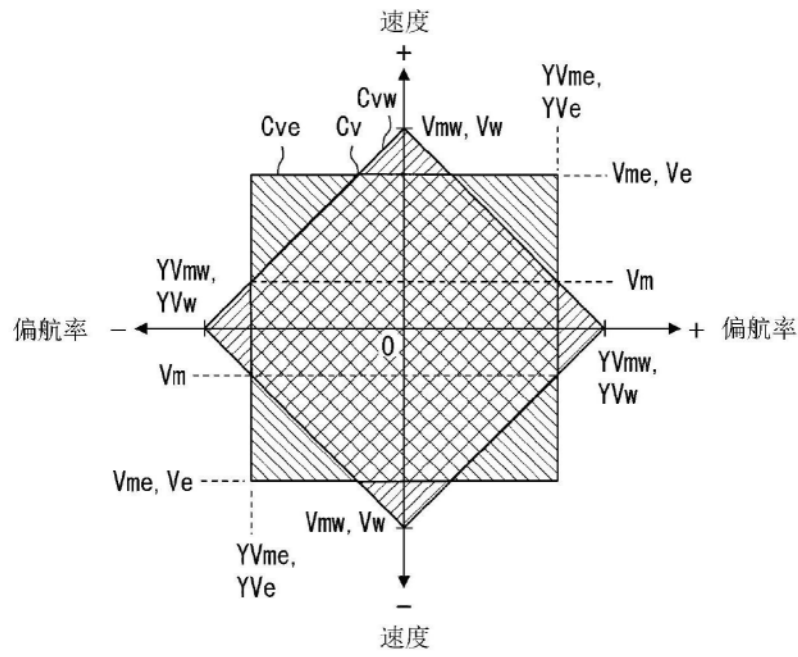


图6

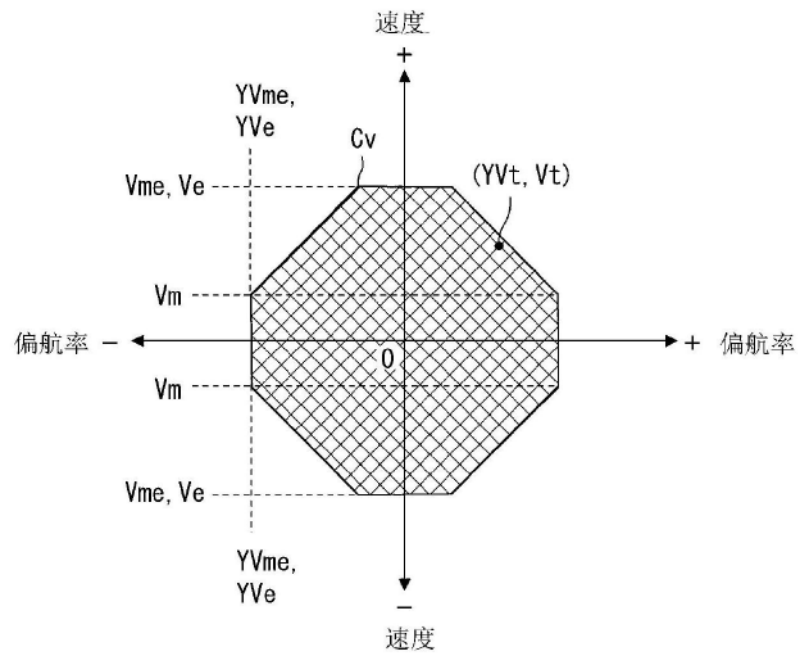


图7

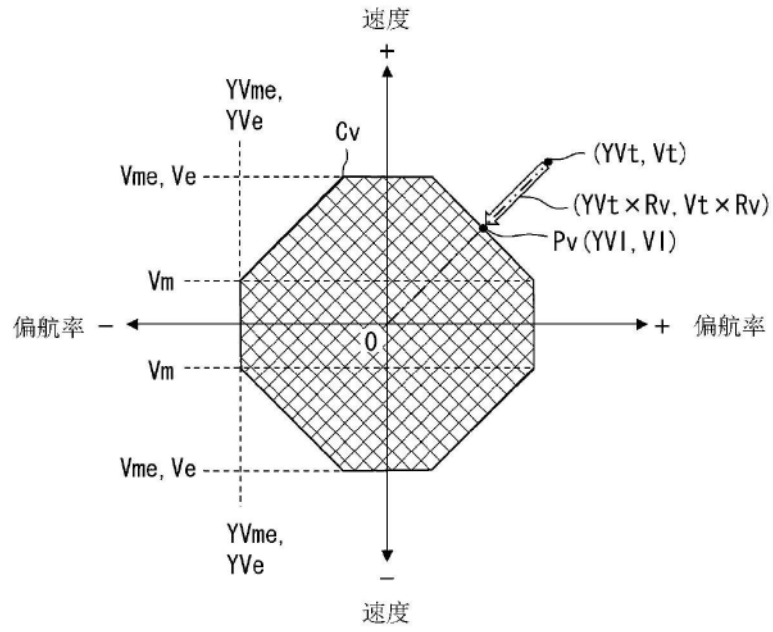


图8

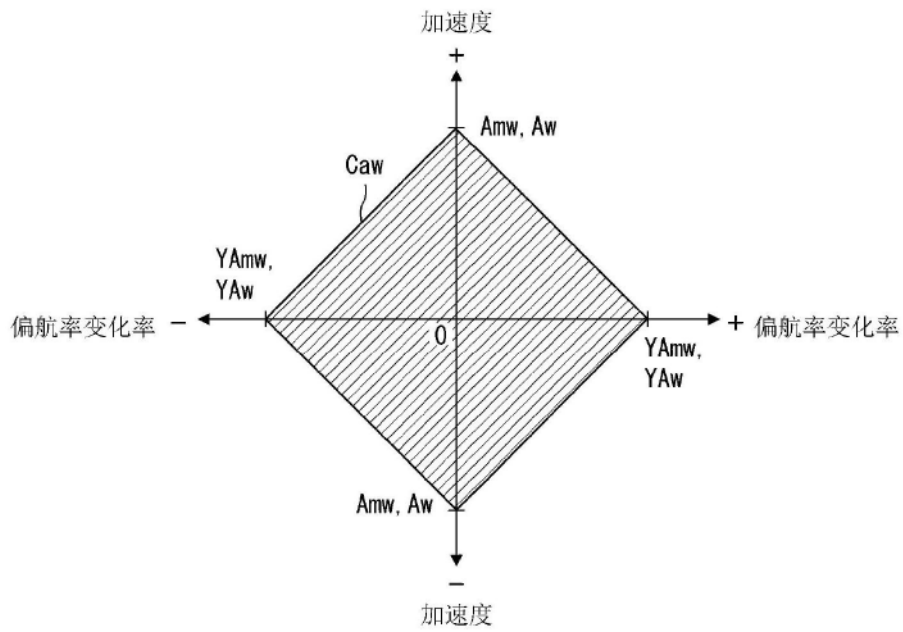


图9

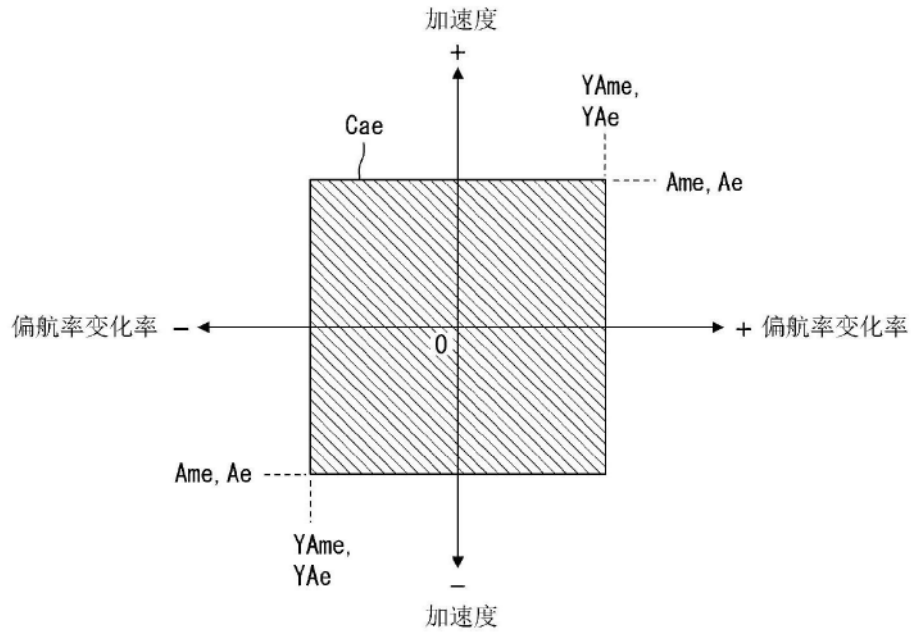


图10

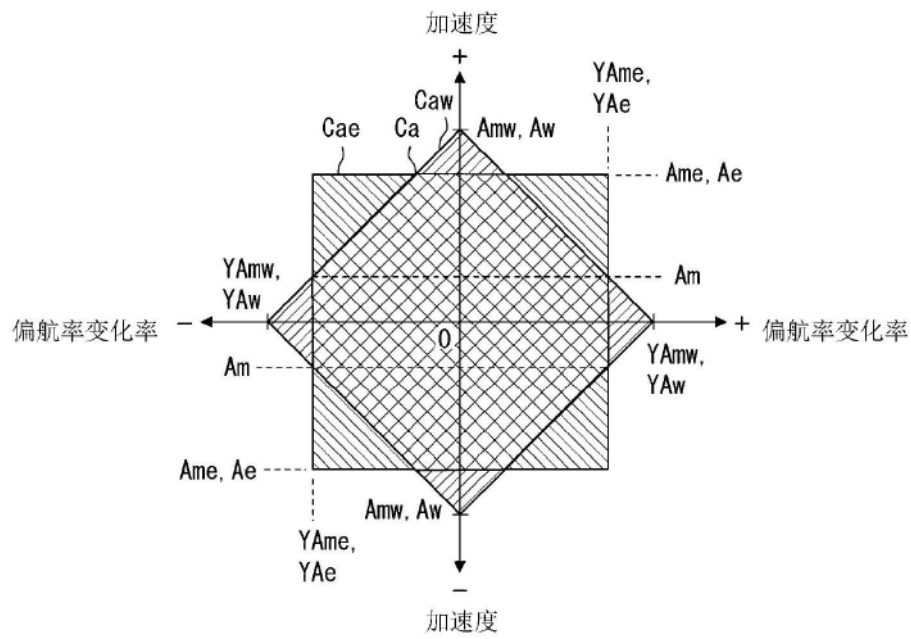


图11

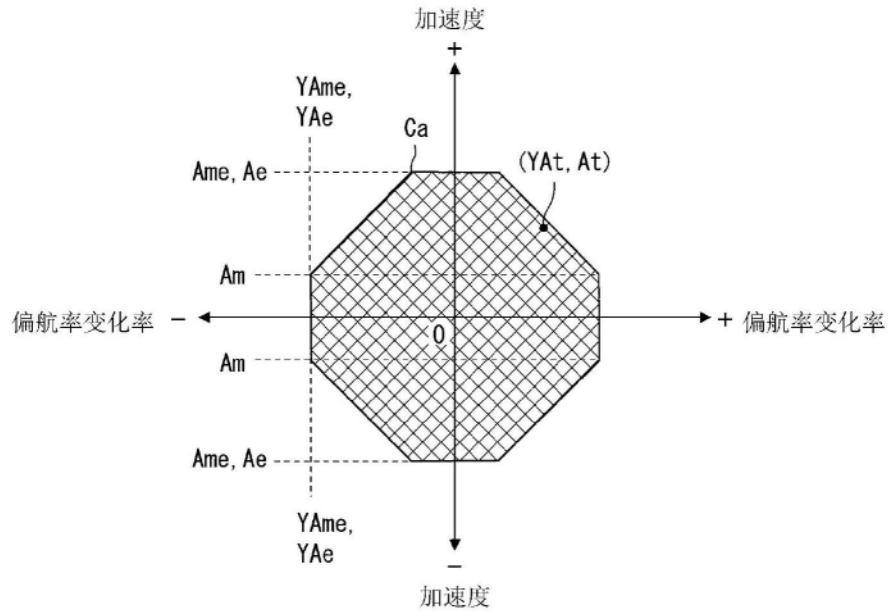


图12

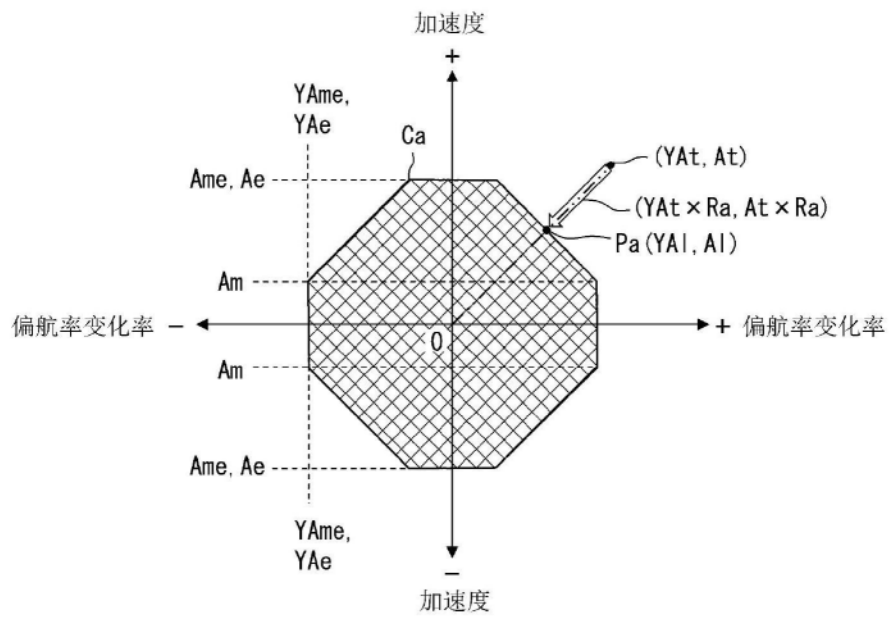


图13

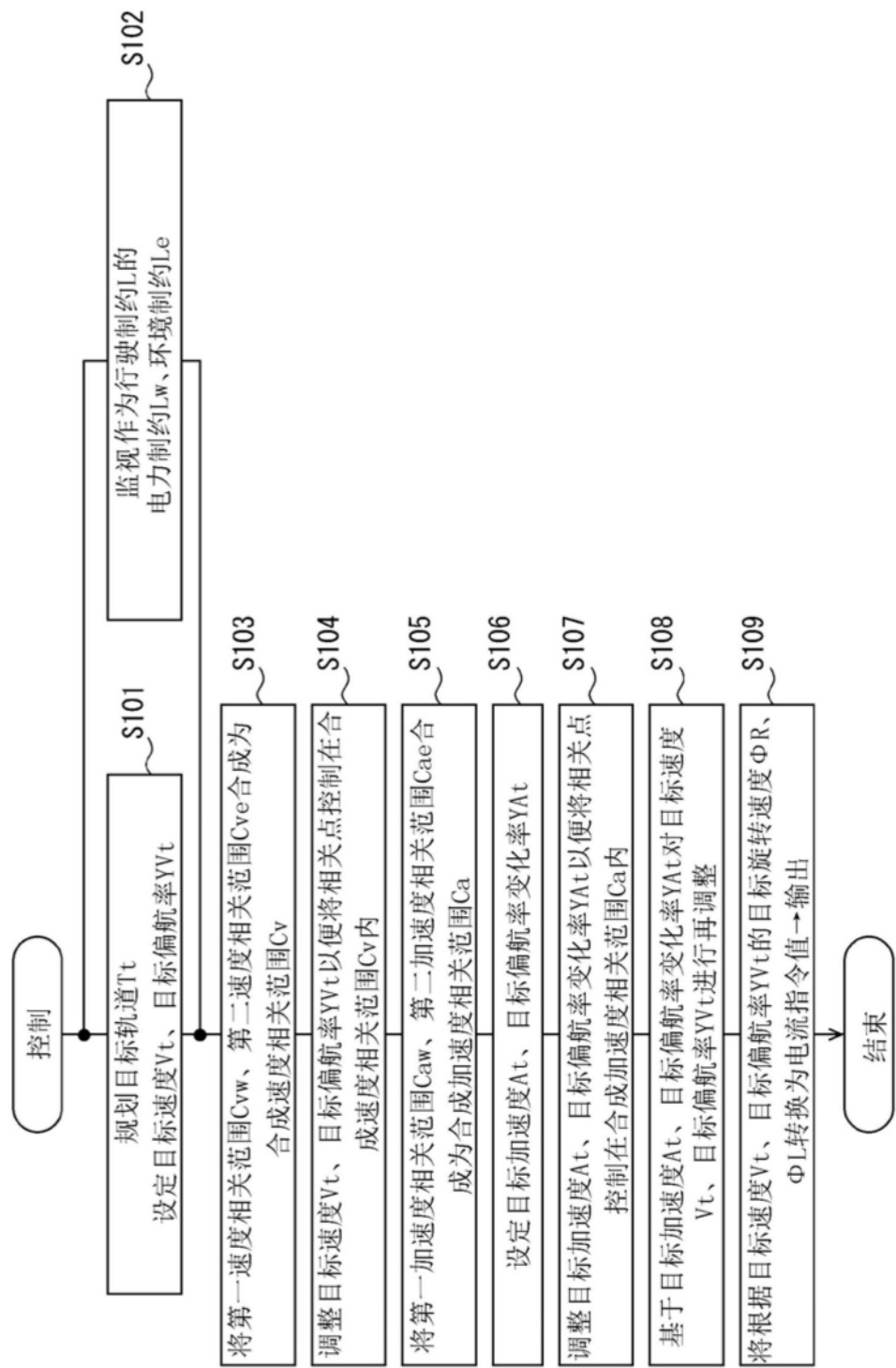


图14

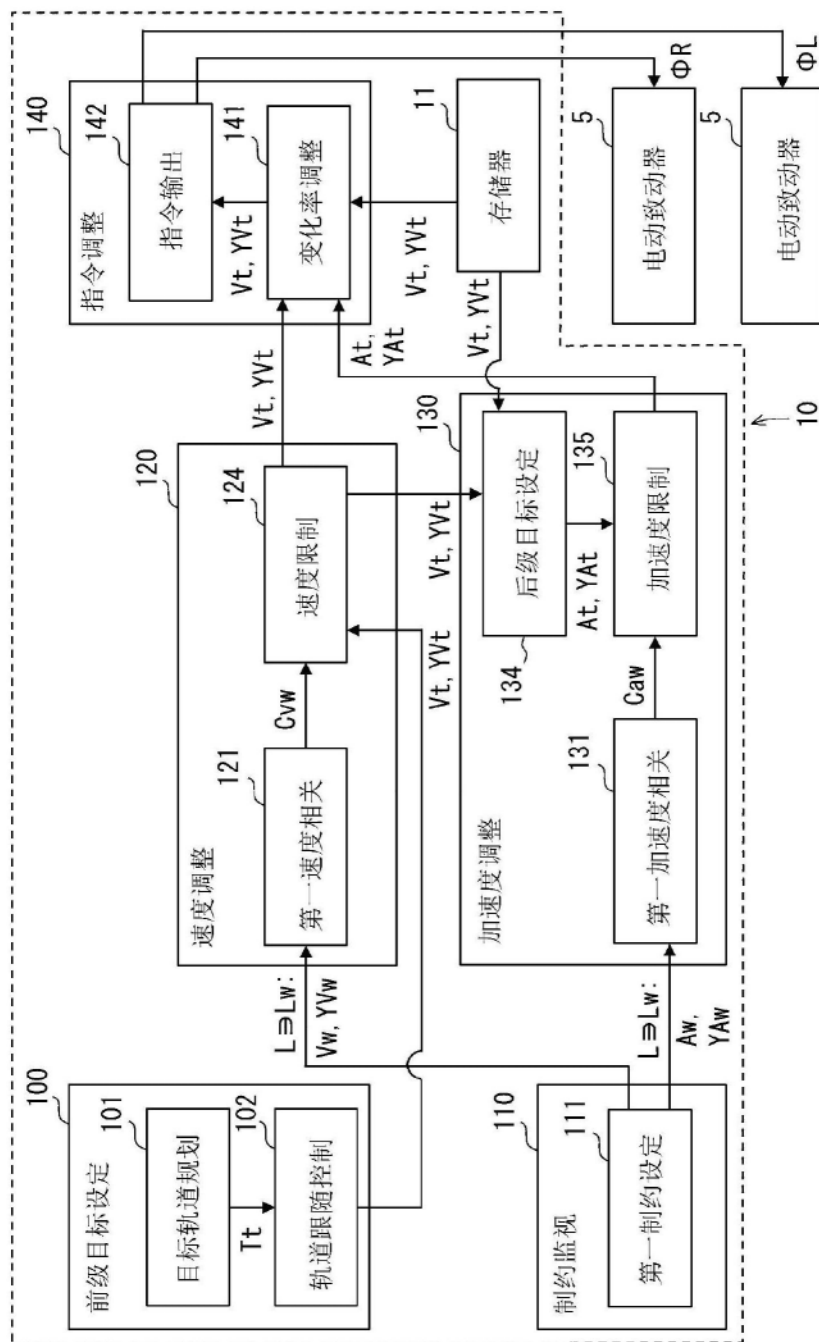


图15

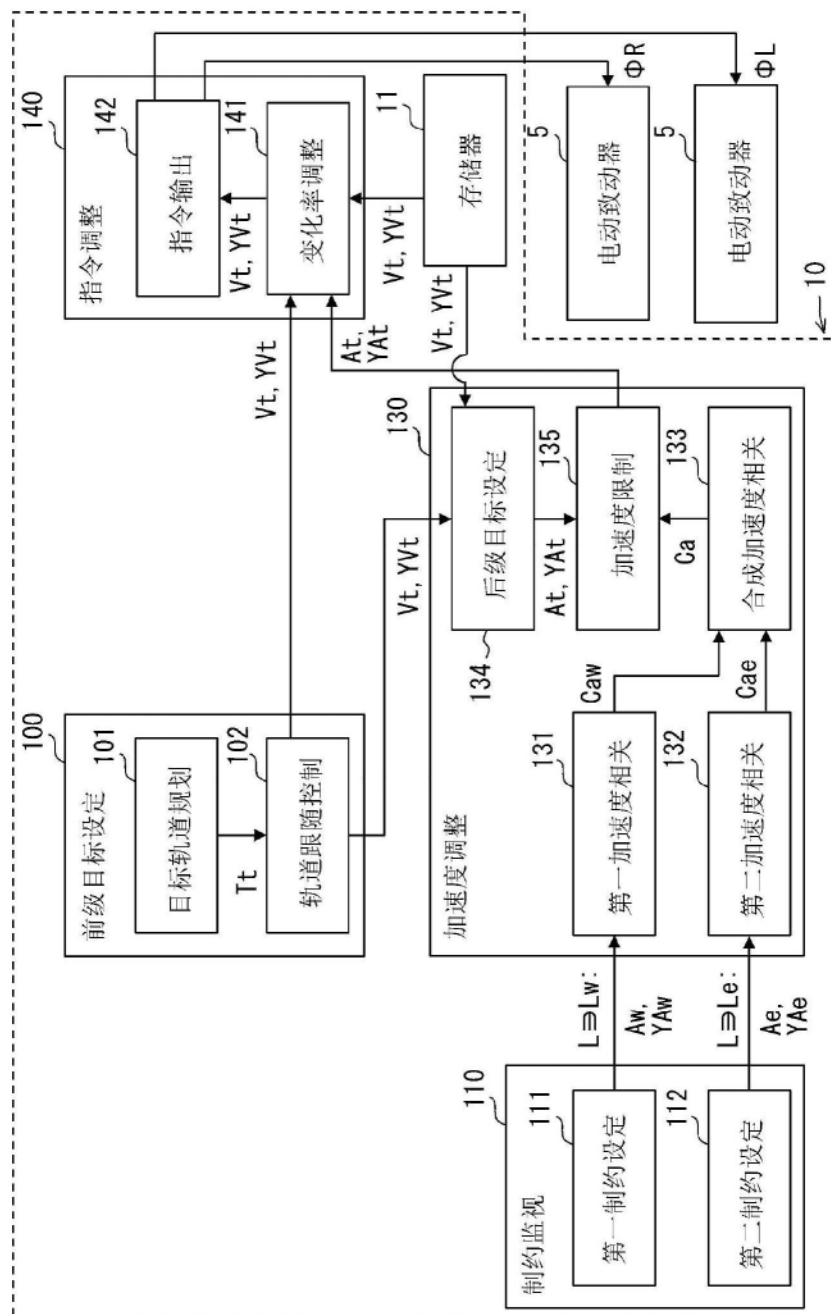


图16

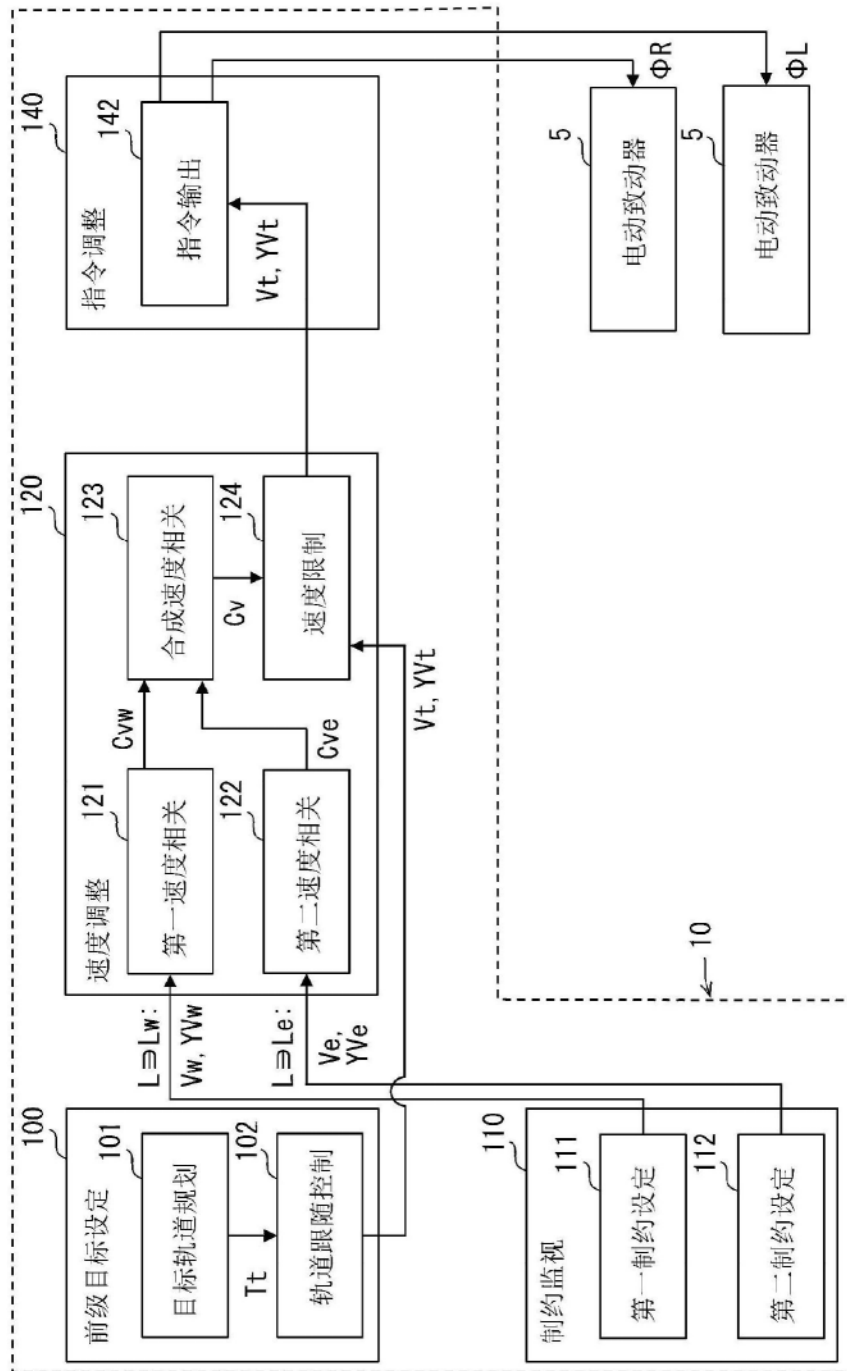


图17