(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102642203 B
(45)授权公告日 2015.04.22

(21)申请号 201210038672.2
(22)申请日 2012.02.17
(30)优先权数据
2011-035860 2011.02.22 JP
(73)专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都
(72)发明人 五十岚克司 元吉正树
(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 舒艳君 李洋
(51)Int.Cl.
B25J 9/08(2006.01)
B25J 13/00(2006.01)

(56)对比文件
JP 2011-20188 A,2011.02.03, 说明书第[0021]段至[0047]段以及附图1-4.
US 2005/246061 A1,2005.11.03, 说明书第[0021]段至[0039]段以及附图1-4.
CN 101180789 A,2008.05.14, 说明书第4页第13行至第12页第3行以及附图1-4.
JP 1-173116 A,1989.07.07, 全文.
JP 3-118618 A,1991.05.21, 全文.
JP 4-255007 A,1992.09.10, 全文.

审查员 徐河杭

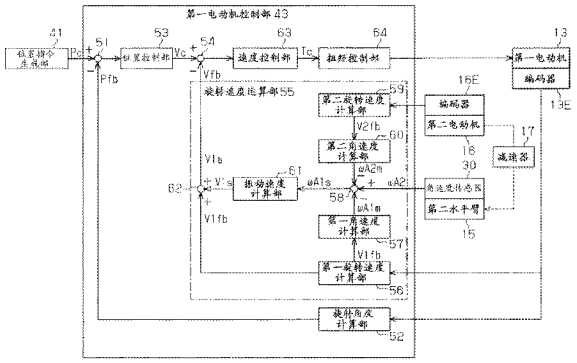
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

水平多关节机器人以及水平多关节机器人的控制方法

(57)摘要

本发明提供水平多关节机器人以及水平多关节机器人的控制方法。机器人具备：与基台连结的第一水平臂；经由第一水平臂与所述基台连结的第二水平臂；使各臂旋转的第一及第二电动机；以及用于计算出各电动机的旋转角度及旋转速度的第一及第二编码器。第一电动机控制部从角速度传感器检测出的传感器角速度减去基于第一及第二编码器的第一及第二角速度，并以使基于运算结果亦即振动角速度的振动速度与第一旋转速度相加所得的速度测量值成为速度指令的方式对第一电动机进行控制。



CN 102642203 B

1. 一种水平多关节机器人，其特征在于，具备：

第一臂，该第一臂具有至少经由关节连结于基台的基端，并借助第一电动机的驱动而旋转；

第一速度测量部，该第一速度测量部测量所述第一电动机的旋转速度；以及

控制部，该控制部对所述第一电动机进行反馈控制，以使基于所述第一速度测量部的测量值的速度测量值达到速度指令值，

所述水平多关节机器人具备：

第二臂，该第二臂连结于所述第一臂的末端，并借助第二电动机的驱动而旋转；

第二速度测量部，该第二速度测量部测量所述第二电动机的旋转速度；

角速度计算部，该角速度计算部根据所述第一电动机的旋转速度计算出所述第一臂的角速度，并根据所述第二电动机的旋转速度计算出所述第二臂的角速度；以及

角速度传感器，该角速度传感器不配置于所述第一臂，而是配置于所述第二臂并检测角速度，

所述控制部从所述角速度传感器的检测值减去所述第一臂的角速度和所述第二臂的角速度，根据减法运算的结果亦即振动角速度计算出与该振动角速度相应的所述第一电动机的旋转速度亦即振动速度，将对所述第一速度测量部的测量值与所述振动速度进行加法运算所得的值作为所述速度测量值。

2. 根据权利要求 1 所述的水平多关节机器人，其特征在于，

所述水平多关节机器人具备第一位置检测部，该第一位置检测部检测所述第一电动机的旋转角度，

所述控制部根据所述第一位置检测部的检测值与位置指令值之间的偏差计算出所述速度指令值。

3. 根据权利要求 2 所述的水平多关节机器人，其特征在于，

所述水平多关节机器人具备第二位置检测部，该第二位置检测部检测所述第二电动机的旋转角度，

所述第一速度测量部根据所述第一位置检测部的检测值计算出所述第一电动机的旋转速度，

所述第二速度测量部根据所述第二位置检测部的检测值计算出所述第二电动机的旋转速度。

4. 根据权利要求 1 ～ 3 中的任一项所述的水平多关节机器人，其特征在于，

所述第一臂是经由关节连结于基台的臂。

5. 一种水平多关节机器人的控制方法，其特征在于，

测量使第一臂旋转的第一电动机的旋转速度，并对所述第一电动机进行反馈控制，以使基于测量到的旋转速度的速度测量值达到速度指令值，上述第一臂具有至少经由关节连结于基台的基端，

所述水平多关节机器人的控制方法具备：

测量使连结于所述第一臂的末端的第二臂旋转的第二电动机的旋转速度的步骤；

根据所述测量得出的第一电动机的旋转速度计算出所述第一臂的角速度的步骤；

根据所述测量得出的第二电动机的旋转速度计算出所述第二臂的角速度的步骤；以及

获取未配置于所述第一臂而是配置于所述第二臂的角速度传感器的检测值的步骤，

从所述角速度传感器的检测值减去所述第一臂的角速度和所述第二臂的角速度，根据减法运算的结果亦即振动角速度计算出与该振动角速度相应的所述第一电动机的旋转速度亦即振动速度，将对所述测量得出的第一电动机的旋转速度与所述振动速度进行加法运算所得的值作为所述速度测量值。

水平多关节机器人以及水平多关节机器人的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及具备角速度传感器的水平多关节机器人、以及水平多关节机器人的控制方法。

背景技术

[0002] 以往，如专利文献 1 所记载，公知有利用对臂的角速度进行检测的角速度传感器，对该臂进行减振控制的水平多关节机器人。在专利文献 1 所记载的水平多关节机器人的基台以能够相对于基台旋转的方式连结有第一臂，并且，在该第一臂的末端，以能够相对于第一臂旋转的方式连结有第二臂。

[0003] 进而，当上述第一臂受到第一驱动源的驱动力而旋转时，利用对第一驱动源的旋转角进行检测的第一角度传感器检测出第一臂的旋转角度，并且，利用搭载于第一臂的第一角速度传感器检测出第一臂相对于基台的角速度。此时，利用对第一驱动源的驱动方式进行控制的机器人控制器，基于第一角度传感器以及第一角速度传感器所检测出的数据执行对第一驱动源的反馈控制，以使该检测出的数据成为规定的值。

[0004] 并且，当上述第二臂受到第二驱动源的驱动力而旋转时，利用对第二驱动源的旋转角进行检测的第二角度传感器检测出第二臂的旋转角度，并且，利用搭载于第二臂的第二角速度传感器检测出第二臂相对于基台的角速度。此时，利用上述的机器人控制器，与对第一驱动源的控制的方式同样地、基于第二角度传感器以及第二角速度传感器所检测出的数据执行对第二驱动源的反馈控制，以使该检测出的数据成为规定的值。由此，进行第一臂及第二臂的减振控制。

[0005] 专利文献 1 ：日本特开 2005-242794 号公报

[0006] 然而，为了驱动上述的各角速度传感器，需要在角速度传感器与控制器之间连接有向角速度传感器供给电源的配线、以及发送角速度传感器的检测信号的配线等各种电气配线。除了在角速度传感器需要这种电 气配线以外，在驱动源也需要这种电气配线，这种电气配线通常穿过中空的基台而与外部的控制器连接。因此，在像上述的水平多关节机器人那样地在第一臂及第二臂分别配置有角速度传感器的情况下，需要数量与角速度传感器的数量相同的电气配线。结果，对角速度传感器用的电气配线进行布线的作业变得繁琐。

[0007] 另一方面，在第一臂所产生的振动通常被连结于第一臂的其它臂放大，然后向水平多关节机器人的末端执行器传递。因此，通过放弃上述的第二角度传感器以及第二角速度传感器，仅进行基于第一角速度传感器的检测结果的、对第一驱动源的减振控制，也能够抑制末端执行器的振动。然而，第一臂相对于基台所描绘的轨道中通常包括很多曲率比其它臂相对于基台所描绘的轨道的曲率小的轨道。因此，与从其它臂引出的电气配线相比，从第一臂引出的电气配线的折曲的机会多，并且折曲部位的曲率也小。正因如此，要求与第一角速度传感器连接的电气配线具有比与第二角速度传感器连接的电气配线更高的耐久性，结果，关于这样的电气配线的配置的限制以及对这些电气配线进行布线的繁琐性依然存在。

发明内容

[0008] 本发明是鉴于上述情形而完成的，其目的在于提供一种水平多关节机器人以及水平多关节机器人的控制方法，能够减少用于减振控制的角速度传感器的数量，并能够降低对连接于该角速度传感器的电气配线所要求的耐久性。

[0009] 本发明的水平多关节机器人具备：第一臂，该第一臂具有至少经由关节连结于基台的基端，并借助第一电动机的驱动而旋转；第一速度测量部，该第一速度测量部测量所述第一电动机的旋转速度；以及控制部，该控制部对所述第一电动机进行反馈控制，以使基于所述第一速度测量部的测量值的速度测量值成为速度指令值，水平多关节机器人具备：第二臂，该第二臂连结于所述第一臂的末端，并借助第二电动机的驱动而旋转；第二速度测量部，该第二速度测量部测量所述第二电动机的旋转速度；角速度计算部，该角速度计算部根据所述第一电动机的旋转速度计算出所述第一臂的角速度，并根据所述第二电动机的旋转速度计算出所述第二臂的角速度；以及角速度传感器，该角速度传感器配置于所述 第二臂，并检测角速度，所述控制部从所述角速度传感器的检测值减去所述第一臂的角速度和所述第二臂的角速度，根据减法运算的结果亦即振动角速度计算出与该振动角速度相应的所述第一电动机的旋转速度亦即振动速度，将对所述第一速度测量部的测量值与所述振动速度进行加法运算所得的值作为所述速度测量值。

[0010] 对于上述发明的水平多关节机器人，利用角速度传感器检测出的角速度，是包括基于所对应的电动机的旋转速度的各臂的角速度、与基于振动的各臂的角速度在内的角速度。因此，通过针对每个臂求出基于所对应的电动机的旋转速度的臂的角速度，进而从角速度传感器检测出的角速度减去上述求出的角速度，能够求出基于振动的臂的角速度亦即振动角速度。在具有上述结构的水平多关节机器人中，基于第一及第二速度测量部的测量值计算出第一及第二臂的角速度，进而从角速度传感器的检测值减去这些角速度，由此来计算出振动角速度。进而，对第一电动机进行控制，以使对与该振动角速度相应的第一电动机的旋转速度亦即振动速度和第一速度测量部的速度测量值进行加法运算所得的值亦即速度测量值成为速度指令值。即，由于以使得包括与臂的振动相应的量在内的第一电动机的旋转速度成为速度指令值的方式对第一电动机进行控制，因此能够抑制第一臂的振动。

[0011] 即，由于无需在第一臂配置角速度传感器，因此能够减少所配置的角速度传感器的数量，并能够减少与该角速度传感器连接的电气配线的数量。结果，能够抑制对角速度传感器相关的电气配线所进行的布线作业变得繁琐的情况。进而，由于角速度传感器配置于第二臂，因此与连接于配置在第一臂的角速度传感器的电气配线相比，折曲的机会变少，且折曲部位的曲率也增大。结果，还能够降低对与角速度传感器连接的电气配线所要求的耐久性。

[0012] 该水平多关节机器人具备第一位置检测部，该第一位置检测部检测所述第一电动机的旋转角度，所述控制部根据所述第一位置检测部的检测值与位置指令值之间的偏差计算出所述速度指令值。

[0013] 根据该水平多关节机器人，由于速度指令值为第一位置检测部的检测值与位置指令值之间的偏差，因此能够抑制第一臂的振动，并能够将该第一臂的位置控制在位置指令值所示的位置。

[0014] 该水平多关节机器人具备第二位置检测部，该第二位置检测部检测所述第二电动机的旋转角度，所述第一速度测量部根据所述第一位置检测部的检测值计算出所述第一电动机的旋转速度，所述第二速度测量部根据所述第二位置检测部的检测值计算出所述第二电动机的旋转速度。

[0015] 像该水平多关节机器人这样地，第一速度测量部能够根据第一位置检测部的检测值计算出第一电动机的旋转速度。并且，第二速度测量部能够根据第二位置检测部的检测值计算出第二电动机的旋转速度。

[0016] 在该水平多关节机器人中，所述第一臂是经由关节连结于基台的臂。

[0017] 根据该水平多关节机器人，能够对连结于基台的臂进行减振控制。

[0018] 在本发明的水平多关节机器人的控制方法中，测量使第一臂旋转的第一电动机的旋转速度，并对所述第一电动机进行反馈控制，以使基于测量到的旋转速度的速度测量值成为速度指令值，上述第一臂具有至少经由关节连结于基台的基端，所述水平多关节机器人的控制方法具备：测量使连结于所述第一臂的末端的第二臂旋转的第二电动机的旋转速度的步骤；根据所述测量得出的第一电动机的旋转速度计算出所述第一臂的角速度的步骤；根据所述测量得出的第二电动机的旋转速度计算出所述第二臂的角速度的步骤；以及获取配置于所述第二臂的角速度传感器的检测值的步骤，从所述角速度传感器的检测值减去所述第一臂的角速度和所述第二臂的角速度，根据减法运算的结果亦即振动角速度计算出与该振动角速度相应的所述第一电动机的旋转速度亦即振动速度，将对所述测量所得的第一电动机的旋转速度与所述振动速度进行加法运算所得的值作为所述速度测量值。

[0019] 根据本发明的水平多关节机器人的控制方法，由于能够基于配置在第二臂的角速度传感器的检测值对第一臂进行减振控制，因此能够减少所配置的角速度传感器的数量，并能够减少与该角速度传感器连接的电气配线的数量。结果，能够抑制对角速度传感器相关的电气配线所进行的布线作业变得繁琐的情况。进而，由于角速度传感器配置于第二臂，因此与连接于配置在第一臂的角速度传感器的电气配线相比，折曲的机会变少，且折曲部位的曲率也增大。结果，还能够降低对与角速度传感 器连接的电气配线所要求的耐久性。

附图说明

[0020] 图 1 是示出本发明的一实施方式所涉及的机器人的正面构造的主视图。

[0021] 图 2 是示出机器人的电气结构的电路框图。

[0022] 图 3 是示出第一电动机控制部的功能结构的功能框图。

具体实施方式

[0023] 以下，参照图 1 ～图 3 对本发明所涉及的水平多关节机器人的一实施方式进行说明。

[0024] 如图 1 所示，在机器人 10 的基台 11 的上端部连结有作为第一臂的第一水平臂 12 的基端部，该第一水平臂 12 以沿着铅垂方向的轴心 C1 为中心相对于基台 11 旋转。在基台 11 内设置有：使第一水平臂 12 旋转的第一电动机 13；以及第一减速器 14，该第一减速器 14 与该第一电动机的旋转轴 13a 连结，且其输出轴 14a 连结固定于第一水平臂 12。进而，当第一电动机 13 的驱动力经由第一减速器 14 传到第一水平臂 12 时，第一水平臂 12 相对于基

台 11 在水平面内旋转。并且，在第一电动机 13 设置有作为第一位置检测部的第一编码器 13E，该第一编码器 13E 输出与该第一电动机 13 的旋转量相应的脉冲信号。

[0025] 在第一水平臂 12 的末端部连结有作为第二臂的第二水平臂 15，该第二水平臂 15 以沿着铅垂方向的轴心 C2 为中心相对于第一水平臂 12 旋转。在构成第二水平臂 15 的臂主体 15a 的内部设置有：使第二水平臂 15 旋转的第二电动机 16；以及第二减速器 17，该第二减速器 17 与该第二电动机 16 的旋转轴 16a 连结，且其输出轴 17a 连结固定于第一水平臂 12。进而，当第二电动机 16 的驱动力经由第二减速器 17 传到第二水平臂 15 时，第二水平臂 15 以轴心 C2 为中心相对于第一水平臂 12 在水平面内旋转。并且，在第二电动机 16 设置有作为第二位置检测部的第二编码器 16E，该第二编码器 16E 输出与该第二电动机 16 的旋转量相应的脉冲信号。这样的臂主体 15a 的上侧的整体由臂罩 18 覆盖。

[0026] 在第二水平臂 15 的末端部设置有花键轴 19，该花键轴 19 贯通臂主体 15a 和臂罩 18，并相对于第二水平臂 15 变位。花键轴 19 以与配置在第二水平臂 15 的末端部的花键螺母 19S 嵌合的方式插通于花键螺母 19S，该花键轴 19 被支承为能够相对于第二水平臂 15 旋转、且能够在上下方向移动。

[0027] 在第二水平臂 15 内设置有旋转电动机 20，旋转电动机 20 的驱动力经由未图示的带传到花键螺母 19S。当旋转电动机 20 使花键螺母 19S 正反旋转时，花键轴 19 以沿着铅垂方向的轴心 C3 为中心正反旋转。在旋转电动机 20 设置有第三编码器 20E，该第三编码器 20E 输出与该旋转电动机 20 的旋转量相应的脉冲信号。

[0028] 在第二水平臂 15 内设置有使滚珠丝杠螺母 19B 正反旋转的升降电动机 21。当升降电动机 21 使滚珠丝杠螺母 19B 正反旋转时，花键轴 19 在铅垂方向升降。在升降电动机 21 设置有第四编码器 21E，该第四编码器 21E 输出与该升降电动机 21 的旋转量相应的脉冲信号。在与花键轴 19 的下端连结的工作部 25，例如能够安装对被输送物进行把持的部件或对被加工物进行加工的部件等。

[0029] 并且，在第二水平臂 15 内配设有角速度传感器 30，该角速度传感器 30 测定第二水平臂 15 相对于基台 11 的角速度。在本实施方式中，角速度传感器 30 采用使用了晶体振子的振动式的陀螺仪。在第二水平臂 15 的上侧，作为另一端连结于基台 11 的配管部件，连结有具有挠性的配线管道 33 的一端。与第二电动机 16、第二编码器 16E、旋转电动机 20、升降电动机 21 等设置于第二水平臂 15 内的各设备连接的电气配线穿过配线管道 33 内而被从第二水平臂 15 内布线至基台 11 内。

[0030] 进而，被从第二水平臂 15 内布线至基台 11 内的各电气配线在基台 11 内被汇总，并与连接于上述第一电动机 13 以及第一编码器 13E 的电气配线一起，被布线至设置在基台 11 的外部的对机器人 10 进行统一控制的控制装置 40。控制装置 40 基于从角速度传感器 30 等输入的各种信号来运算第一水平臂 12 的角速度，并对第一电动机 13 进行控制以抑制该第一水平臂 12 的振动。

[0031] 接下来，参照图 2 对控制装置 40 的电气结构进行说明。

[0032] 如图 2 所示，控制装置 40 的位置指令生成部 41 基于机器人 10 所进行的处理的内容来运算工作部 25 的目标位置，并生成用于使工作部 25 移动到该目标位置的轨道。并且，位置指令生成部 41 每隔规定的控制周期运算各电动机 13、16、20、21 的旋转角度，并将该运算的结果亦即目标旋转角度作为第一位置指令 Pc、第二位置指令 Pc2、第三位置指令 Pc3、

第四位置指令 Pc4 而向电动机控制部 42 输出，以使工作部 25 沿上述轨道移动。

[0033] 电动机控制部 42 由第一电动机控制部 43、第二电动机控制部 44、旋转电动机控制部 45 以及升降电动机控制部 46 构成。

[0034] 在第一电动机控制部 43 除了输入有位置指令值亦即第一位置指令 Pc 以外，还输入有分别来自于第一编码器 13E、第二编码器 16E 以及角速度传感器 30 的检测信号。第一电动机控制部 43 借助使用了各检测信号的反馈控制来驱动第一电动机 13，以使根据第一编码器 13E 的检测信号计算出的旋转角度成为第一位置指令 Pc。

[0035] 在第二电动机控制部 44 除了输入有第二位置指令 Pc2 以外，还输入有来自于第二编码器 16E 的检测信号。第二电动机控制部 44 借助使用了这些信号的反馈控制来驱动第二电动机 16，以使根据第二编码器 16E 的检测信号计算出的旋转角度成为第二位置指令 Pc2。

[0036] 在旋转电动机控制部 45 除了输入有第三位置指令 Pc3 以外，还输入有来自于第三编码器 20E 的检测信号。旋转电动机控制部 45 借助使用了这些信号的反馈控制来驱动旋转电动机 20，以使根据第三编码器 20E 的检测信号计算出的旋转角度成为第三位置指令 Pc3。

[0037] 在升降电动机控制部 46 除了输入有第四位置指令 Pc4 以外，还输入有来自于第四编码器 21E 的检测信号。升降电动机控制部 46 借助使用了这些信号的反馈控制来驱动升降电动机 21，以使根据第四编码器 21E 的检测信号计算出的旋转角度成为第四位置指令 Pc4。

[0038] 接下来，参照图 3 对第一电动机控制部 43 的结构进行说明。

[0039] 如图 3 所示，从位置指令生成部 41 向第一电动机控制部 43 的第一减法器 51 输入有第一位置指令 Pc，并且，从旋转角度计算部 52 向第 一电动机控制部 43 的第一减法器 51 输入有位置反馈值 Pfb。在旋转角度计算部 52 中，对从第一编码器 13E 输入的脉冲数进行计数，并将与计数值相应的第一电动机 13 的旋转角度作为位置反馈值 Pfb 而向第一减法器 51 输出。第一减法器 51 向位置控制部 53 输出该第一位置指令 Pc 与位置反馈值 Pfb 之间的偏差。

[0040] 位置控制部 53 通过对从第一减法器 51 输入的偏差乘以预先规定的系数亦即位置比例增益 Kp，来运算与该偏差相应的第一电动机 13 的旋转速度。位置控制部 53 将表示上述第一电动机 13 的旋转速度亦即速度指令值的信号作为速度指令 Vc 而向第二减法器 54 输出。

[0041] 在第二减法器 54，除了输入有上述速度指令 Vc 以外，还从旋转速度运算部 55 输入有作为速度测量值的速度反馈值 Vfb。第二减法器 54 将该速度指令 Vc 与速度反馈值 Vfb 之间的偏差向速度控制部 63 输出。

[0042] 速度控制部 63 通过对从第二减法器 54 输入的偏差进行使用了预先规定的系数亦即速度比例增益 Kv 等的规定的运算处理，而将与该偏差相应的第一电动机 13 的扭矩指令 Tc 向扭矩控制部 64 输出。扭矩控制部 64 生成与扭矩指令 Tc 相应的电流并向第一电动机 13 供给。

[0043] 接下来，对旋转速度运算部 55 的结构进行详细说明。

[0044] 旋转速度运算部 55 由第一旋转速度计算部 56、第一角速度计算部 57、加减法器 58、第二旋转速度计算部 59、第二角速度计算部 60、振动速度计算部 61、以及加法器 62 构成。

[0045] 在作为第一速度测量部的第一旋转速度计算部 56 中，从第一编码器 13E 输入有

脉冲信号，并基于该脉冲信号的频率计算出第一电动机 13 的旋转速度亦即第一旋转速度 V1fb。进而，第一旋转速度计算部 56 将该第一旋转速度 V1fb 向第一角速度计算部 57 与加法器 62 输出。

[0046] 在构成角速度计算部的第一角速度计算部 57 中，通过对第一减速器 14 的减速比 N1 与第一旋转速度 V1fb 进行乘法运算，基于第一电动机 13 的旋转速度计算出第一水平臂 12 的角速度亦即第一角速度 ωA1m。进而，第一角速度计算部 57 将该第一角速度 ωA1m 向加减法器 58 输出。

[0047] 在构成角速度计算部的作为第二速度测量部的第二旋转速度计算部 59 中，从第二编码器 16E 输入有脉冲信号，并基于该脉冲信号的频率计算出第二电动机 16 的第二旋转速度 V2fb。进而，第二旋转速度计算部 59 将该第二旋转速度 V2fb 向第二角速度计算部 60 输出。

[0048] 在第二角速度计算部 60 中，通过对第二减速器 17 的减速比 N2 与第二旋转速度 V2fb 进行乘法运算，基于第二电动机 16 的旋转速度计算出第二水平臂 15 的角速度亦即第二角速度 ωA2m。进而，第二角速度计算部 60 将该第二角速度 ωA2m 向加减法器 58 输出。

[0049] 在加减法器 58，除了输入有第一角速度 ωA1m、第二角速度 ωA2m 以外，还输入有角速度传感器 30 的检测信号亦即传感器角速度 ωA2。此处，在以上述结构构成的机器人 10 中，配置有角速度传感器 30 的第二水平臂 15 以将下述 (a)(b)(c) 的角速度合成而得的角速度进行旋转。

[0050] (a) 与第一电动机 13 的旋转速度相应的第一角速度 ωA1m

[0051] (b) 与第二电动机 16 的旋转速度相应的第二角速度 ωA2m

[0052] (c) 基于经由第一水平臂 12 传到第二水平臂 15 的振动的振动角速度 ωA1s

[0053] 正因如此，在角速度传感器 30 输出的传感器角速度 ωA2 中包括第一角速度 ωA1m、第二角速度 ωA2m、以及振动角速度 ωA1s。在加减法器 58 中，从上述传感器角速度 ωA2 中减去上述 (a) 第一角速度 ωA1m 与上述 (b) 第二角速度 ωA2m。进而，加减法器 58 将该减法运算结果亦即振动角速度 ωA1s 向振动速度计算部 61 输出。

[0054] 在振动速度计算部 61 中，通过对振动角速度 ωA1s 乘以规定的比例增益 Kgp，作为振动速度 V1s 计算出与振动角速度 ωA1s 抵消这样的第一电动机 13 的旋转速度。进而，振动速度计算部 61 将该计算结果亦即振动速度 V1s 向加法器 62 输出。

[0055] 在加法器 62 中，对第一旋转速度 V1fb 与振动速度 V1s 进行加法运算。加法器 62 将该加法运算结果亦即修正旋转速度 V1a 作为速度反馈 值 Vfb 向第二减法器 54 输出。

[0056] 接下来，对由上述结构构成的机器人 10 的作用中的、主要基于第一电动机控制部 43 的第一电动机 13 的控制方式进行说明。

[0057] 当从位置指令生成部 41 向第一电动机控制部 43 输入有第一位置指令 Pc 时，向位置控制部 53 输出第一位置指令 Pc 与位置反馈值 Pfb 之间的偏差。接下来，从位置控制部 53 输出与该偏差相应的速度指令 Vc，并向速度控制部 63 输出速度指令 Vc 与速度反馈值 Vfb 之间的偏差。

[0058] 此时，由于速度反馈值 Vfb 为对第一旋转速度 V1fb 与振动速度 V1s 进行加法运算所得的值，因此向速度控制部 63 输入的偏差成为将这样的振动速度 V1s 部分被除去后的值，即将振动速度 V1s 抵消的值。进而，从速度控制部 63 输出与上述偏差相应的扭矩指令

Tc，接下来，从扭矩控制部 64 向第一电动机 13 供给与该扭矩指令 Tc 相应的电流。

[0059] 根据这样的结构，例如在第一水平臂 12 因振动而以比速度指令 Vc 大的角速度进行旋转的情况下，修正旋转速度 V1a 比第一旋转速度 V1fb 小与振动速度 V1s 相应的量。基于这样的速度偏差的扭矩指令 Tc 为如下所述的扭矩指令：使第一水平臂 12 向第一位置指令 Pc 所示的位置移动，并且将第一电动机 13 的旋转速度抑制与上述振动相应的量。正因如此，利用将振动消除这样的扭矩指令驱动第一电动机 13，结果能对第一水平臂 12 进行减振。

[0060] 并且，例如在第一水平臂 12 因振动而以比速度指令 Vc 小的角速度进行旋转的情况下，修正旋转速度 V1a 比第一旋转度 V1fb 大与振动速度 V1s 相应的量。基于这样的速度偏差的扭矩指令 Tc 为如下所述的扭矩指令：使第一水平臂 12 向第一位置指令 Pc 所示的位置移动，并且将第一电动机 13 的旋转速度增大与上述振动相应的量。正因如此，这也是利用将振动消除这样的扭矩指令驱动第一电动机 13，结果能够对第一水平臂 12 进行减振。

[0061] 如上述所说明了的那样，根据本实施方式所涉及的机器人 10，能够获得以下所列举的效果。

[0062] (1) 根据上述实施方式，能够基于配置于第二水平臂 15 的角速度 传感器 30 的检测信号亦即传感器角速度 ωA2 对第一水平臂 12 进行减振控制。即，由于无需在第一水平臂 12 配置角速度传感器 30，因此，与在第一臂及第二臂分别配置角速度传感器的结构相比，能够减少与角速度传感器连接的电气配线的数量，并能够抑制电气配线的布线作业变得繁琐的情况。

[0063] (2) 此外，由于角速度传感器 30 配置于第二水平臂 15，因此，与配置于第一水平臂 12 的角速度传感器相比，关于与该角速度传感器 30 连接的电气配线，能够减少折曲的机会，还能够增大折曲部位的曲率。结果，能够降低对与角速度传感器 30 连接的电气配线所要求的耐久性。

[0064] (3) 根据上述实施方式，由于速度指令 Vc 为基于来自旋转角度计算部 52 的位置反馈值 Pfb 与第一位置指令 Pc 之间的偏差的值，因此能够抑制第一水平臂 12 的振动，并能够将该第一水平臂 12 的位置控制在第一位置指令 Pc 所示的位置。

[0065] 另外，上述的实施方式能够以下述方式进行适当变更而实施。

[0066] 在上述实施方式中，从获得第一电动机 13 的修正旋转速度 V1a 的方面出发，可以形成为省略第一旋转速度计算部 56 以及第一角速度计算部 57 的结构。在这样的结构中的加减法器 58 中，关于第一水平臂 12，来自角速度传感器 30 的传感器角速度 ωA2 与基于第二电动机 16 的旋转的第二角速度 ωA2m 之间的差分作为运算结果而向振动速度计算部 61 输出。进而，在振动速度计算部 61 中，通过乘以规定的比例增益 Kgp 来计算修正旋转速度 V1a。结果，不仅能够获得上述 (1) ～ (3) 所记载的效果，还能够简化第一电动机控制部 43 的结构。

[0067] 上述实施方式的机器人 10 具有与基台 11 连结的第一水平臂 12、以及经由第一水平臂 12 与基台 11 连结的第二水平臂 15。并非局限于此，机器人例如还可以具有经由第一及第二水平臂 12、15 而与基台连结的第三水平臂。并且，例如第一水平臂 12 可以与连结于基台 11 的第三水平臂连结。

[0068] 在上述实施方式中，第一旋转速度计算部 56 基于从第一编码器 13E 输入的脉冲信

号的频率而检测出第一电动机 13 的旋转速度。并非局限 于此，从计算第一电动机 13 的旋转速度方面出发，例如可以另外设置速度传感器而根据该速度传感器的检测值计算第一电动机 13 的旋转速度。另外，对第二旋转速度计算部 59 也能够进行同样的说明。

[0069] 在上述实施方式的机器人 10 中，在位置控制部 53 计算与来自于位置指令生成部 41 的第一位置指令 Pc、和旋转速度计算部 52 计算出的位置反馈值 Pfb 之间的偏差相应的速度指令 Vc。并非局限于此，例如通过形成为如下结构可以省略第一减法器 51、旋转速度计算部 52、位置控制部 53 ：位置指令生成部 41 根据工作部 25 的目标位置预先运算每个控制周期的速度指令 Vc，并向第二减法器 54 输出该速度指令 Vc。

[0070] 在上述实施方式的第一电动机控制部 43 设置有第一旋转速度计算部 56，该第一旋转速度计算部 56 基于从第一编码器 13E 输入的信号而获取第一电动机 13 的第一旋转速度 V1fb，并将该第一旋转速度 V1fb 向第一角速度计算部 57 输出。

[0071] 并非局限于此，通过构成为如下结构可以省略第一旋转速度计算部 56 ：能够从第一电动机控制部 43 的外部向第一角速度计算部 57 输入第一旋转速度 V1fb，或者，第一角速度计算部 57 能够根据来自第一编码器 13E 的信号而获取第一旋转速度 V1fb。另外，对第二旋转速度计算部 59 以及第二角速度计算部 60 也能够进行同样的说明。

[0072] 标号说明 ：

[0073] C1、C2、C3... 轴心 ；Kp... 位置比例增益 ；Kv... 速度比例增益 ；Kgp... 比例增益 ；N1、N2... 减速比 ；Tc... 扭矩指令 ；Vc... 速度指令 ；Pc... 第一位置指令 ；Pc2... 第二位置指令 ；Pc3... 第三位置指令 ；Pc4... 第四位置指令 ；Pfb... 位置反馈值 ；ωA1m... 第一角速度 ；ωA1s... 振动角速度 ；ωA2... 传感器角速度 ；ωA2m... 第二角速度 ；V1a... 修正旋转速度 ；V1s... 振动速度 ；Vfb... 速度反馈值 ；V1fb... 第一旋转速度 ；V2fb... 第二旋转速度 ；10... 机器人 ；11... 基台 ；12... 第一水平臂 ；13... 第一电动机 ；13a... 旋转轴 ；13E... 第一编码器 ；14... 第一减速器 ；14a... 输出轴 ；15... 第二水平臂 ；15a... 臂主体 ；16... 第二电动机 ；16a... 旋转轴 ；16E... 第二编码器 ；17... 第二减速器 ；17a... 输出轴 ；18... 臂罩 ；19... 花键轴 ；19B... 滚珠丝杠螺母 ；19S... 花键螺母 ；20... 旋转电动机 ；20E... 第三编码器 ；21... 升降电动机 ；21E... 第四编码器 ；25... 工作部 ；30... 角速度传感器 ；33... 配线管道 ；40... 控制装置 ；41... 位置指令生成部 ；42... 电动机控制部 ；43... 第一电动机控制部 ；44... 第二电动机控制部 ；45... 旋转电动机控制部 ；46... 升降电动机控制部 ；51... 第一减法器 ；52... 旋转角度计算部 ；53... 位置控制部 ；54... 第二减法器 ；55... 旋转速度运算部 ；56... 第一旋转速度计算部 ；57... 第一角速度计算部 ；58... 加减法器 ；59... 第二旋转速度计算部 ；60... 第二角速度计算部 ；61... 振动速度计算部 ；62... 加法器 ；63... 速度控制部 ；64... 扭矩控制部。

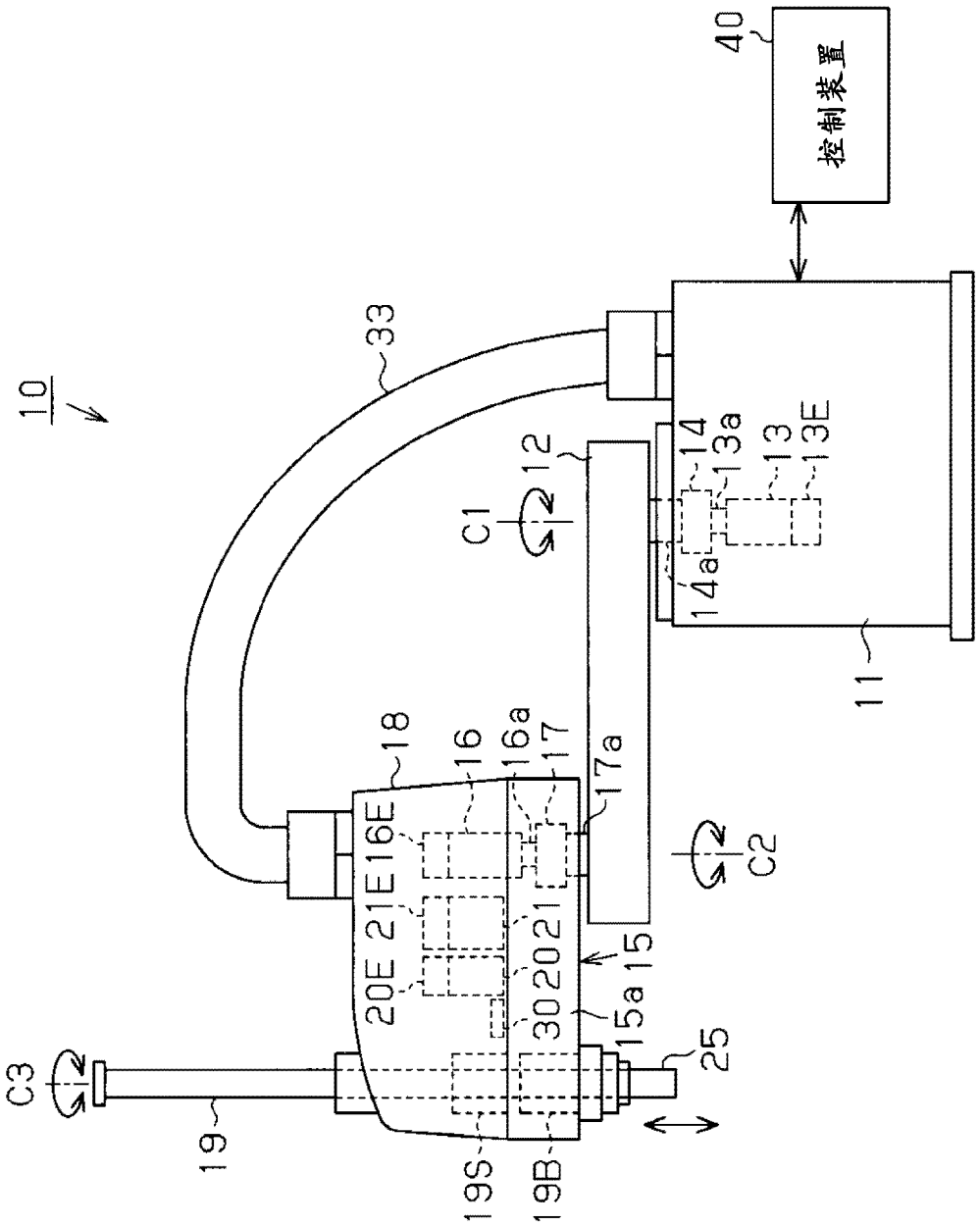

40
控制装置
10
33
12
C1
14
13a
13
13E
14a
11
18
16
16a
17
17a
C2
16E
21E
20E
21
20
30
15
15a
25
C3
19
19S
19B

图 1

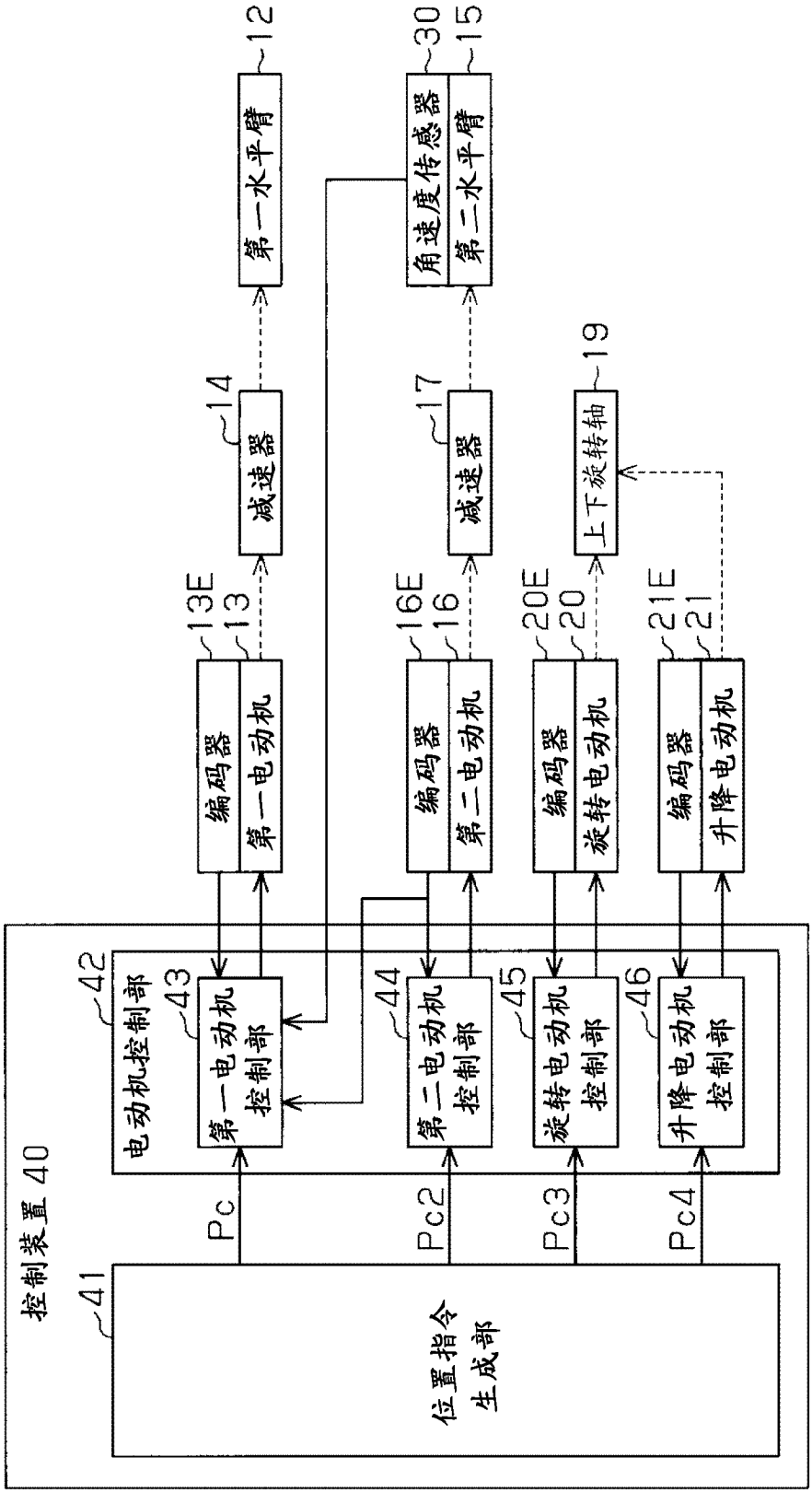

控制装置 40
41
位置指令生成部
电动机控制部
42
43
第一电动机控制部
44
第二电动机控制部
45
旋转电动机控制部
46
升降电动机控制部
Pc
Pc2
Pc3
Pc4
13E
13
编码器
第一电动机
16E
16
编码器
第二电动机
20E
20
编码器
旋转电动机
21E
21
编码器
升降电动机
14
减速器
17
减速器
19
上下旋转轴
12
第一水平臂
30
15
角速度传感器
第二水平臂

图 2

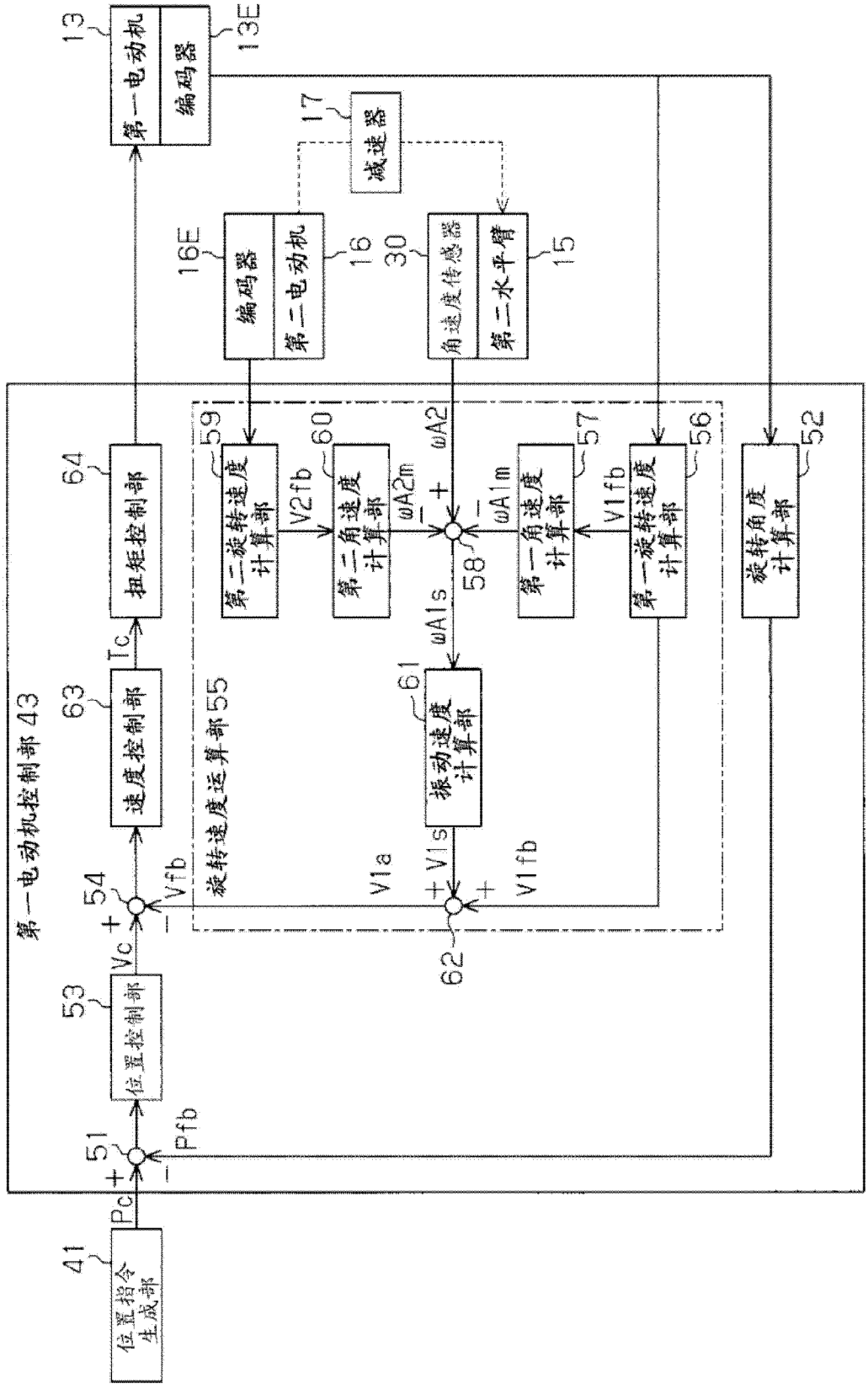

第一电动机
编码器
减速器
编码器
第二电动机
角速度传感器
第二水平臂
扭矩控制部
速度控制部
位置控制部
位置指令生成部
第一电动机控制部 43
旋转速度运算部 55
第二旋转速度计算部
第二角速度计算部
第一角速度计算部
第一旋转速度计算部
旋转角度计算部
振动速度计算部
Tc
Vc
Vfb
Pc
Pfb
V2fb
ωA2m
ωA2
ωA1m
V1fb
ωA1s
V1a
V1s
V1fb
13
13E
17
16E
16
30
15
64
63
53
41
51
54
59
60
57
56
52
58
61
62

图 3