



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103711697 B

(45)授权公告日 2017. 11. 10

(21)申请号 201310460434.5

(22)申请日 2013.09.30

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103711697 A

(43)申请公布日 2014.04.09

(30)优先权数据

2012-222878 2012.10.05 JP

(73)专利权人 株式会社荏原制作所

地址 日本东京都

(72)发明人 岩崎弘一 中泽敏治 吉田真也

大山敦

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈伟 李文屿

(51)Int.Cl.

F04C 25/02(2006.01)

F04C 28/08(2006.01)

(56)对比文件

US 2005/0052146 A1, 2005.03.10,

CN 1514133 A, 2004.07.21,

JP 特开平6-346892 A, 1994.12.20,

JP 特开平5-202888 A, 1993.08.10,

JP 特开2011-69293 A, 2011.04.07,

审查员 胡春妍

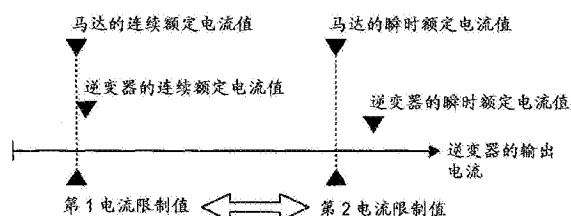
权利要求书1页 说明书12页 附图16页

(54)发明名称

干式真空泵装置和在该干式真空泵所使用的控制装置

(57)摘要

本发明提供干式真空泵装置和在该干式真空泵所使用的控制装置,在负载增大时能够不使马达及逆变器发生故障地稳定运转。一种具有至少1个泵单元和控制泵单元的控制装置(5)的干式真空泵装置(1),泵单元具有干式真空泵(2)、驱动干式真空泵(2)的马达(3)、和控制马达(3)的转速的逆变器(4),控制装置(5)具有将逆变器(4)的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值的功能,第1电流限制值是逆变器(4)能够连续流向马达(3)的电流的最大值即连续额定电流值,第2电流限制值是超过连续额定电流值的值。



1. 一种干式真空泵装置,具有至少一个泵单元和控制所述泵单元的控制装置、以及测定所述泵单元的温度的至少一个温度传感器,其特征在于,

所述泵单元具有:

干式真空泵;

驱动所述干式真空泵的马达;和

控制所述马达的转速的逆变器,

所述控制装置具有将所述逆变器的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值的功能,所述第1电流限制值是所述逆变器能够连续流向所述马达的电流的最大值即连续额定电流值,所述第2电流限制值是超过所述连续额定电流值的值,

所述控制装置在由所述温度传感器测定的所述温度超过预定的阈值时,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

2. 根据权利要求1所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述控制装置在所述逆变器输出与所述第1电流限制值相当的电流时,在所述干式真空泵的转速低于预定的目标转速的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

3. 根据权利要求2所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述控制装置在检测到所述泵的转速恢复为所述目标转速时,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

4. 根据权利要求2所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述控制装置在与所述第2电流限制值相当的电流的输出时间超过了预定的阈值的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

5. 根据权利要求1所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述至少一个温度传感器选自测定所述干式真空泵的泵壳体的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的轴承的温度的温度传感器、测定所述马达的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的泵转子的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的吸入气体的温度的温度传感器、以及测定所述干式真空泵的排出气体的温度的温度传感器。

6. 根据权利要求1所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述控制装置按照来自设置于所述干式真空泵装置外部的的外部指令装置的指令,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的干式真空泵装置,其特征在于,

所述至少一个泵单元是将大气压的气体排出的主泵单元和将真空压的气体排出的增压泵单元,

以使供给到所述干式真空泵装置的电力不超过预先设定的值的方式运转所述主泵和所述增压泵。

干式真空泵装置和在该干式真空泵所使用的控制装置

技术领域

[0001] 本发明涉及干式真空泵装置和在该干式真空泵所使用的控制装置。

背景技术

[0002] 通常而言,干式真空泵装置具有干式真空泵、驱动干式真空泵的马达、控制马达转速(旋转频率)的逆变器、和控制逆变器动作的控制装置。干式真空泵有时为了将半导体制造装置的真空室内的气体排出而使用,但根据气体种类不同有时因化学反应而生成生成物(反应生成物)。当排出这样的气体时,有时在泵内生成生成物,生成物进入泵转子。另外,附着于真空室的内壁的生成物有时会剥落而进入泵转子。其结果,泵的转速降低。

[0003] 存在在真空室与泵之间设置有加载互锁真空室(load lock chamber)的所谓的加载互锁方式的真空排气系统。加载互锁真空室是用于在对保持真空的真空室进出晶片时进行从大气压向真空的降压和从真空向大气压的升压的小空间。真空室原则上始终处于真空状态。能够在该真空室内的真空空间与大气压空间之间进行晶片输送的是加载互锁真空室。晶片在真空室内被处理,缩短对真空室进出晶片的时间关系到整体的生产量提高。因此,需要将加载互锁真空室内的气体快速排出,在该加载互锁真空室内形成真空。然而,在将加载互锁真空室内从大气压排气成真空时,有时会对马达施加过负载而使马达转速降低,泵的排气速度降低。

[0004] 为了在如此对马达施加了过负载时维持泵的转速,需要使用大容量的马达。因此,在半导体制造装置等中,选择并使用了与通常运转时需要的马达相比大容量的马达。

发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述的以往的问题点而完成的发明,其目的在于提供一种即使在负载增大时也能够使用较小容量的马达来进行稳定运转的干式真空泵装置。另外,本发明的目的在于提供一种在这样的干式真空泵装置所使用的控制装置。

[0006] 为了达到上述的目的,本发明的一个方式是具有至少一个泵单元和控制所述泵单元的控制装置的干式真空泵装置,其特征在于,所述泵单元具有:干式真空泵;驱动所述干式真空泵的马达;和控制所述马达转速的逆变器,所述控制装置具有将所述逆变器的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值的功能,所述第1电流限制值是所述逆变器能够连续流向所述马达的电流的最大值即连续额定电流值,所述第2电流限制值是超过所述连续额定电流值的值。

[0007] 本发明的优选方式的特征在于,按照来自设置于所述干式真空泵装置外部的外部指令装置的指令,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

[0008] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在所述逆变器输出与所述第1电流限制值相当的电流时,在所述干式真空泵的转速低于预定的目标转速的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

[0009] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在检测到所述泵的转速恢复为所述目标转速时,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

[0010] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在与所述第2电流限制值相当的电流的输出时间超过了预定的阈值的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

[0011] 本发明的优选方式的特征在于,还具有测定所述泵单元的温度的至少一个温度传感器,所述控制装置在由所述温度传感器测定的所述温度超过预定的阈值时,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

[0012] 本发明的优选方式的特征在于,所述至少一个温度传感器选自测定所述干式真空泵的泵壳体的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的轴承的温度的温度传感器、测定所述马达的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的泵转子的温度的温度传感器、测定所述干式真空泵的吸入气体的温度的温度传感器、以及测定所述干式真空泵的排气的温度的温度传感器。

[0013] 本发明的优选方式的特征在于,所述至少一个泵单元是排出大气压的气体的主泵单元和排出真空压的气体的增压泵单元,以使供给到所述干式真空泵装置的电力不超过预先设定的值的方式运转所述主泵和所述增压泵。

[0014] 本发明的另一方式是在具有干式真空泵、驱动所述干式真空泵的马达、和控制所述马达转速的逆变器的干式真空泵装置中所使用的控制装置,其特征在于,所述控制装置具有将所述逆变器的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值的功能,所述第1电流限制值是所述逆变器能够连续流向所述马达的电流的最大值即连续额定电流值,所述第2电流限制值是超过所述连续额定电流值的值。

[0015] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置按照来自设置于所述干式真空泵装置外部的外部指令装置的指令,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

[0016] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在所述逆变器输出与所述第1电流限制值相当的电流时,在所述干式真空泵的转速低于预定的目标转速的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第1电流限制值切换为所述第2电流限制值。

[0017] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在检测到所述泵的转速恢复为所述目标转速时,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

[0018] 本发明的优选方式的特征在于,所述控制装置在与所述第2电流限制值相当的电流的输出时间超过了预定的阈值的情况下,将所述逆变器的输出电流限制值从所述第2电流限制值切换为所述第1电流限制值。

[0019] 根据本发明,在负载大时,将逆变器的输出电流限制值暂时切换为第2电流限制值,由此能够在维持转速的状态下稳定地运转干式真空泵。

附图说明

[0020] 图1是表示具有本发明的第1实施方式的干式真空泵装置的真空排气系统的图。

- [0021] 图2是干式真空泵及马达的剖视图。
- [0022] 图3是图2的III-III线剖视图。
- [0023] 图4是图2的IV-IV线剖视图。
- [0024] 图5是表示干式真空泵装置的控制顺序的图。
- [0025] 图6是表示泵单元内的温度传感器的配置部位的图。
- [0026] 图7是表示第1电流限制值和第2电流限制值的切换的图。
- [0027] 图8是表示干式真空泵的运转控制的一例的图。
- [0028] 图9是用于说明输出电流限制值的切换的判断的图。
- [0029] 图10的(a)是表示在将逆变器的输出电流限制值设定为第1电流限制值的情况下的逆变器的输出电力与马达转速的关系的曲线图,图10的(b)是表示逆变器的输出电流与马达转速的关系的曲线图,图10的(c)是表示逆变器的输出电压与马达转速的关系的曲线图。
- [0030] 图11的(a)是表示在将逆变器的输出电流限制值设定为第2电流限制值的情况下的逆变器的输出电力与马达转速的关系的曲线图,图11的(b)是表示逆变器的输出电流与马达转速的关系的曲线图,图11的(c)是表示逆变器的输出电压与马达转速的关系的曲线图。
- [0031] 图12是表示具有干式真空泵装置的真空排气系统的另一例的图。
- [0032] 图13是本发明的第2实施方式的泵装置的示意图。
- [0033] 图14是表示作为外部指令装置取代操作面板而将上位控制器与控制装置连接的状态的示意图。
- [0034] 图15是示意表示图13及图14所示的泵装置的系统的图。
- [0035] 图16是表示增压泵及主泵的运转控制的一例的图。
- [0036] 图17的(a)是表示增压泵优先运转时的主泵单元的逆变器的输出电力与马达转速的关系的曲线图,图17的(b)是表示主泵单元的逆变器的输出电流与马达转速的关系的曲线图,图17的(c)是表示主泵单元的逆变器的输出电压与马达转速的关系的曲线图。
- [0037] 图18的(a)是表示增压泵优先运转时的增压泵单元的逆变器的输出电力与马达转速的关系的曲线图,图18的(b)是表示增压泵单元的逆变器的输出电流与马达转速的关系的曲线图,图18的(c)是表示增压泵单元的逆变器的输出电压与马达转速的关系的曲线图。
- [0038] 附图标记说明
- | | | |
|--------|-----------|------|
| [0039] | 1、90 | 泵装置 |
| [0040] | 2 | 泵 |
| [0041] | 3、103、107 | 马达 |
| [0042] | 4、104、108 | 逆变器 |
| [0043] | 5 | 控制装置 |
| [0044] | 7 | 商用电源 |
| [0045] | 8、130 | 进气管 |
| [0046] | 9、131 | 排气管 |
| [0047] | 11 | 真空室 |
| [0048] | 12 | 连结配管 |

[0049]	13	流量传感器
[0050]	14、120	泵温度传感器
[0051]	20、121	泵壳体
[0052]	21	泵转子
[0053]	22	转子壳体
[0054]	23	旋转轴
[0055]	24、25、123	轴承
[0056]	27	定时齿轮
[0057]	28	齿轮箱
[0058]	30	马达壳体
[0059]	35	马达转子
[0060]	36	永磁体
[0061]	37	定子芯
[0062]	39	磁极齿
[0063]	40、126	线圈
[0064]	41	上位控制器
[0065]	42、122	轴承温度传感器
[0066]	43、124	转子温度传感器
[0067]	44、125	马达温度传感器
[0068]	45、127	进气温度传感器
[0069]	46、128	排气温度传感器
[0070]	50	加载互锁真空室
[0071]	51	连通管
[0072]	52	闸式阀
[0073]	53	吸入阀
[0074]	92	增压泵单元
[0075]	93	主泵单元
[0076]	102	增压泵
[0077]	106	主泵
[0078]	110	控制装置
[0079]	111	进气管
[0080]	115	操作面板

具体实施方式

[0081] 以下,参照附图对本发明的实施方式进行说明。图1是表示具有本发明的第1实施方式的干式真空泵装置的真空排气系统的图。该真空排气系统具有干式真空泵装置1和与干式真空泵装置1连接的真空室11。如图1所示,干式真空泵装置1具有泵2、驱动泵2的马达3、控制马达3的转速的逆变器4、和控制逆变器4的动作的控制装置5。泵2是在气体的流路内不使用油的干式真空泵。由泵2、马达3和逆变器4构成1个泵单元。控制装置5在其内部内置

有中央运算处理装置(CPU),通过通信信号传输单元或接点与逆变器4连接。干式真空泵装置1与商用电源7连接。泵2的进气管8和真空室11由连结配管12连接,通过泵2的运转,真空室11内的气体经过连结配管12从泵2的排气管9排出。

[0082] 在进气管8安装有测定向泵2流入的气体的流量的流量传感器13。所测定出的气体的流量通过流量传感器13转换成流量信号,并发送给控制装置5。在泵2安装有测定泵2的温度的泵温度传感器14。所测定出的泵2的温度通过泵温度传感器14转换成温度信号,并发送给控制装置5。进而,由泵温度传感器14取得的温度信号从控制装置5发送给后述的上位控制器41。

[0083] 图2是泵2及马达3的剖视图。本实施方式中说明的泵是罗茨型真空泵,但除了罗茨型真空泵以外也可以选择螺旋型等其他型的真空泵。如图2所示,在泵壳体20内配置有多个泵转子(罗茨转子)21。泵转子21收容在转子壳体22内,在泵转子21与转子壳体22之间形成有微小的间隙。泵转子21固定于旋转轴23。虽然未图示,但与泵转子21平行地配置有另外的泵转子,该泵转子也固定于旋转轴(未图示)。旋转轴23由轴承24、25支承为自由旋转。在旋转轴23的一端部设置有相互啮合的一对定时齿轮27,并收容在齿轮箱28内。在旋转轴23的另一端部设置有马达3。

[0084] 参照图3及图4对马达3的具体结构进行说明。图3是图2的III-III线剖视图。如图3所示,在马达壳体30内收容有一对马达转子35、35。马达转子35、35的外周面由永磁体36、36形成,定子芯37设置成包围马达转子35、35的周围。

[0085] 图4是图2的IV-IV线剖视图。如图4所示,马达壳体30内的定子芯37具有以包围马达转子35、35的方式排列的磁极齿39。在各磁极齿39卷绕有线圈40。通过在线圈40中流动电流而在磁极齿39形成磁场,马达转子35、35通过该磁场而旋转。

[0086] 通过马达3的驱动,泵转子向彼此相反方向旋转,真空室11内的气体被堵塞在泵转子与转子壳体22之间而移送到排气管9。通过连续进行这样的气体移送,对真空室11内的气体进行真空排气。

[0087] 接着,参照图5对泵装置1的控制顺序进行说明。图5是表示泵装置1的控制顺序的图。在泵装置1的外部作为外部指令装置而设有上位控制器41。泵装置1和上位控制器41经由通信信号传输单元或接点而连接。当上位控制器41生成泵2的启动指令信号时,启动指令信号被传递到控制装置5,泵2启动。上位控制器41例如是控制半导体制造装置的动作的控制装置。也可以作为外部指令装置而在泵装置1的外部设置操作面板,通过工作人员的操作将泵2的启动指令信号从操作面板发送到控制装置5。

[0088] 当控制装置5接收到泵2的启动指令信号时,控制装置5对逆变器4发出指令以使其以预先设定的目标转速来驱动马达3。逆变器4在接收到来自控制装置5的指令时将目标转速对应的电力供给到马达3。对马达3施加的电压的最佳值由线圈40的规格来决定。例如,在永磁体型DC马达的情况下,马达3的转速与供给电压大致成比例,因此与转速成比例的电压被施加到马达3。马达3的转矩通过供给到马达3的电流的大小来控制。控制装置5控制逆变器4的输出电力以使马达3以目标转速进行旋转。马达3的转速可以由未图示的旋转传感器来检测,或者也可以将流经马达3的电流反馈给控制装置5,根据该电流算出马达3的转速。或者,也可以将流经马达3的电流反馈给逆变器4,逆变器4根据该电流算出马达3的转速。

[0089] 在泵装置1中,除了泵温度传感器14以外还安装有多个温度传感器。参照图6对这些温度传感器进行说明。图6是表示泵装置1内的温度传感器的配置部位的图。泵温度传感器14安装于泵壳体20,测定泵壳体20。轴承温度传感器42配置于泵2的轴承25附近,测定轴承25的温度。转子温度传感器43配置于泵2的内部,测定泵转子21的温度。马达温度传感器44安装于马达3的线圈40,测定马达3的温度。进气温度传感器45安装于进气管8,测定向泵2流入的气体的温度。排气温度传感器46安装于排气管9,测定从泵2排出的气体的温度。由这些温度传感器检测到的温度通过各温度传感器转换成温度信号,并发送给控制装置5。进而,由各温度传感器取得的温度信号从控制装置5发送给上位控制器41。在难以将温度传感器安装于线圈40的情况下,控制装置5也可以根据逆变器4的输出电流来推定线圈40的温度。

[0090] 将超过连续额定电流值的电流供给到马达3的结果是,当马达3及逆变器4的热超过泵装置1自身的冷却能力时,马达3及逆变器4会过热。然而,如果在逆变器4及马达3过热之前降低电流值,则能够暂时流动比连续额定电流值大的电流。在本说明书中,将该能够暂时流动的最大电流值称为瞬时额定电流值。

[0091] 控制装置5具有在马达3的驱动中将逆变器4输出的电流的限制值在第1电流限制值和第2电流限制值之间进行切换的功能。第1电流限制值是上述的连续额定电流值,第2电流限制值是上述的瞬时额定电流值。这些第1电流限制值及第2电流限制值预先存储在控制装置5中。参照图7对具体的切换进行说明。

[0092] 图7是表示第1电流限制值与第2电流限制值的切换的图。如图7所示,控制装置5能够切换第1电流限制值和第2电流限制值。为了防止马达3及逆变器4的故障,第1电流限制值被设定成马达3的连续额定电流值和逆变器4的连续额定电流值中的较小一方。同样,第2电流限制值被设定成马达3的瞬时额定电流值和逆变器4的瞬时额定电流值中的较小一方。在图7中,由于马达3的连续额定电流值比逆变器4的连续额定电流值小,所以马达3的连续额定电流值被设定成第1电流限制值。由于马达3的瞬时额定电流值比逆变器4的瞬时额定电流值小,所以马达3的瞬时额定电流值被设定成第2电流限制值。

[0093] 瞬时额定电流值的大小由流动电流的时间来决定。因此,在流动电流的时间短的情况下,与流动电流的时间长的情况相比,能够流动更大的电流。第2电流限制值被设定成连续额定电流值的数倍~数十倍。

[0094] 控制装置5优选对从第1电流限制值切换为第2电流限制值的次数的累计值进行计数,在该累计值超过了预定的阈值的情况下,控制装置5降低第2电流限制值本身。或者,控制装置5也可以对从第1电流限制值向第2电流限制值切换的频度进行计数,在该频度比预定的阈值高的情况下,控制装置5降低第2电流限制值本身。

[0095] 参照图8对切换第1电流限制值和第2电流限制值的条件进行说明。图8是表示泵2的运转控制的一例的图。在图8中,将与15kW的电力对应的电流限制值设为第1电流限制值,将与20kW的电力对应的电流限制值设为第2电流限制值。在图8所示的例子中,由泵温度传感器14、马达温度传感器44以及轴承温度传感器42测定泵温度、马达温度以及轴承温度。各自的温度的上限值被设定为100℃。此外,图8所示的运转条件并不限于此,也可以任意地设定运转条件。例如,由于温度传感器检测的温度根据设置的部位不同而不同,因此各温度的上限值并不限于此。另外,由于第1电流限制值及第2电流限制值都根据所采用的逆变器及

马达不同而不同,因此并不限定于图示的例子。

[0096] 在连续运转泵2的情况(条件1)下,逆变器4的输出电流限制值被设定成第1电流限制值。在启动泵2的情况(条件2)下,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。由此,马达3的转矩增大,能够使泵2快速增大到额定速度。在从泵2的启动经过了预定时间(图8中为30秒)之后,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。由此,能够不使泵3及逆变器4发生故障而稳定地运转泵2。

[0097] 当生成物进入泵2时,对马达3的负载增大,妨碍了泵2的运转。在将进入的生成物除去的情况(条件3)下,控制装置5根据来自上位控制器41的指令,将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。当泵2的温度超过作为其上限值的100℃而变为120℃时,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。当泵2的温度变为100℃以下时,根据来自上位控制器41的指令,控制装置5再次将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。

[0098] 在将真空室11内的大气压的气体排出的情况(条件4)下,控制装置5在与条件3所示的运转条件相同的条件下进行逆变器4的控制。在泵2启动时,为了防止泵2的转速的降低,根据来自上位控制器41的指令,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值切换为第2电流限制值。当马达3的温度变为120℃且马达温度传感器44检测到这一情况时,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。当马达3的温度变为100℃以下时,根据来自上位控制器41的指令,控制装置5再次将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。

[0099] 上述的从第1电流限制值向第2电流限制值的切换,按照来自上位控制器41的指示来进行,但也可以使控制装置5进行逆变器4的输出电流限制值的切换的判断。参照图9对具体的输出电流限制值的切换的判断进行说明。图9是用于说明输出电流限制值的切换的判断的图。图9所示的横轴表示逆变器4的输出电流,纵轴表示泵2的转速。在泵2的负载足够小的情况下,逆变器4输出比第1限制电流值小的电流,使泵2以额定速度运转(P1)。控制装置5根据泵2的负载来调整逆变器4的输出电流,以使泵2的转速恒定。当泵2的负载增大时,逆变器4输出与第1电流限制值相当的电流,使泵2以额定速度运转(P2)。

[0100] 当泵2的负载进一步增大时,泵2的转速降低(P3)。在逆变器4输出与第1电流限制值相当的电流时,若控制装置5检测到泵2的转速的降低,则控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。由此,逆变器4的输出电流上升到第2电流限制值(P4)。逆变器4将与第2电流限制值相当的电流供给到马达3,由此马达3的转矩增大,泵2的转速恢复到额定速度(P5)。如果负载减小,则控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1限制电流值(P2)。在负载仍然大的情况下,以与第2电流限制值对应的电力来驱动马达3。为了防止马达3及逆变器4的过热,在马达3以第2电流限制值的运转时间超过了预定的时间的情况下,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。

[0101] 在泵2的待机运转中,控制装置5控制逆变器4以使马达3的转速下降到必要最低限度的转速(P6)。通过来自上位控制器41的信号或操作面板的操作,泵2立即恢复到额定速度。

[0102] 为了防止因泵单元的过热导致的故障,控制装置5具有故障避免功能。例如,在由温度传感器14、42、43、44、45以及46中至少1个温度传感器测定出的温度超过了预定的阈值的情况下,控制装置5的故障避免功能发挥作用,将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。在上述温度传感器的检测温度超过了预定的阈值的情况下,控制装置5也可以降低第2电流限制值本身。

[0103] 在上述的例子中,在与第2电流限制值相当的电流的输出时间超过了预定的时间的情况下,控制装置5从第2电流限制值切换为第1电流限制值。取而代之,控制装置5也可以根据由流量传感器13检测到的气体的流量将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。例如,在排出大量气体的情况下,控制装置5接收来自上位控制器41或操作面板的信号,将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值,在由流量传感器13测定出的流量降低到预定的值时,将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。

[0104] 在尽管由流量传感器13测定的流量少但逆变器4的输出电流大的情况下,认为在泵转子21附着有生成物。因此,在这样的情况下,优选通过将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值来除去生成物。具体而言,优选是,在由流量传感器13测定出的流量为预定的阈值以下、且逆变器4的输出电流为预定的阈值以上的情况下,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。在由流量传感器13测定的流量大、且逆变器4的输出电流也大的情况下,认为这是通常的运转状态,因此逆变器4的输出电流限制值维持为第1电流限制值。

[0105] 另外,在逆变器4的输出电力的累计值超过了预定的阈值的情况下,控制装置5可以将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。具体而言,控制装置5可以按每预定的单位时间(例如0.1秒)存储逆变器4的输出电力,算出在预定的期间(例如数秒)的每上述预定的单位时间的输出电力的累计值,在该累计值超过了预定的阈值的情况下,将逆变器4的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。

[0106] 在从第1电流限制值向第2电流限制值的切换频繁发生的情况下,认为由于异物的进入等外部原因导致泵2停止的危险高。因此控制装置5优选在从第1电流限制值向第2电流限制值切换的频度高于预定的阈值的情况下发出警告。另外,优选通过通信信号传输单元或接点接触,将警告通知给上位控制器41或操作面板。

[0107] 如上所述,控制装置5暂时增大逆变器4的输出电流限制值,由此能够防止泵单元的过热,同时稳定地运转泵单元。

[0108] 图10的(a)是表示在将逆变器4的输出电流限制值设定为第1电流限制值的情况下的逆变器4的输出电力与马达3的转速的关系的曲线图,图10的(b)是表示逆变器4的输出电流与马达3的转速的关系的曲线图,图10的(c)是表示逆变器4的输出电压与马达3的转速的关系的曲线图。在图10的(a)中,当启动马达3时,马达3的转速上升到额定速度。逆变器4以使马达3的转速保持恒定的方式输出电力。当施加于泵2的负载增大时,如图10(b)所示,逆变器4的输出电流到达第1电流限制值。当施加于泵2的负载进一步增大,负载转矩大于马达3的旋转转矩时,在逆变器4的输出电流值维持为第1电流限制值的状态下,马达3的转速降低。当马达3的转速降低时,如图10(c)所示,逆变器4的输出电压降低,随之如图10的(a)所示,逆变器4的输出电力降低。

[0109] 图11的(a)是表示在将逆变器4的输出电流限制值设定为第2电流限制值的情况下的逆变器4的输出电力与马达3的转速的关系的曲线图,图11的(b)是表示逆变器4的输出电流与马达3的转速的关系的曲线图,图11的(c)是表示逆变器4的输出电压与马达3的转速的关系的曲线图。图11的(a)所示的虚线与图10的(a)的曲线图相同,图11的(b)所示的虚线与图10的(b)所示的曲线图相同。逆变器4的电力被控制以使马达3的转速维持为额定速度。当泵2的负载增大时,如图11的(b)所示,逆变器4的输出电力到达第2电流限制值。当施加于泵2的负载进一步增大,负载转矩大于马达3的旋转转矩时,在逆变器4的输出电流值维持为第2电流限制值的状态下,马达3的转速降低。当马达3的转速降低时,如图11的(c)所示,逆变器4的输出电压降低,随之如图11的(a)所示,逆变器4的输出电力降低。

[0110] 如图11的(a)所示,在将逆变器4的输出电流限制值设定为第2电流限制值来驱动马达3的情况下,与图10的(a)所示驱动马达的情况相比,该电力增加了与长度L相当的量。因此,马达3的转矩增大,即使负载增大转速也难以降低。

[0111] 图12是表示具有干式真空泵装置的真空排气系统的另一例的图。该真空排气系统具有泵装置1、与泵装置1连接的加载互锁真空室50、和与加载互锁真空室50连接的真空室11。在真空室11与泵装置1之间配置有加载互锁真空室50。加载互锁真空室50和真空室11通过连通管51连接,在连通管51安装有能够开闭的闸式阀52。通过关闭闸式阀52,切断真空室11与加载互锁真空室50之间的气体的连通。加载互锁真空室50是在例如半导体制造装置中使用的装置,能够在将真空室11内维持真空状态的状态下对真空室11进出基板。

[0112] 真空室11内总是被维持真空。向加载互锁真空室50放入晶片,通过泵2将加载互锁真空室50内排气。在加载互锁真空室50内变成真空之后,打开闸式阀52,将晶片从加载互锁真空室50送入真空室11。在真空室11中处理了晶片之后,将晶片从真空室11移送到加载互锁真空室50,在关闭闸式阀52后,将加载互锁真空室50内的气压恢复到大气压,将晶片从加载互锁真空室50取出。

[0113] 加载互锁真空室50内的排气如下述这样来进行。使泵2以额定速度运转,在该状态下,打开加载互锁真空室50与泵2之间的吸入阀53。于是,加载互锁真空室50内的大气压的气体被一口气吸进泵2中,加载互锁真空室50内被从大气压排气成真空。在该真空排气工序中,当打开吸入阀53时,加载互锁真空室50内的气体一口气流入泵2中,因此对泵2施加了过大的负载。因此,有时马达3的转速会降低,泵2的排气速度会降低。

[0114] 为了解决该问题,在本实施方式中,在从打开吸入阀53起经过预定时间之前,在逆变器4的输出电流限制值被设定为第2电流限制值的条件下驱动马达3。以打开吸入阀53为契机,控制装置5将逆变器4的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。在打开吸入阀53之后,可以在预先设定的时间内使泵2的转速比额定速度高百分之几到百分之十几。能够通过提高泵2的转速来提高泵2的排气速度。由此,可缩短加载互锁真空室50内的排气时间,生产性提高。

[0115] 图13是本发明的第2实施方式的干式真空泵装置90的示意图。对与第1实施方式相同或相当的构成要素标注相同的附图标记,省略重复的说明。如图13所示,干式真空泵装置90具有经由连结配管12与真空室11连接的增压泵单元92和与增压泵单元92连接的主泵单元93。增压泵单元92具有增压泵102、马达103和逆变器104。主泵单元93具有主泵106、马达107和逆变器108。主泵106是将真空室11内的气体从大气压排出的泵,增压泵102是将真空

室11内的气体进一步排出而提高真空度的泵。可以在启动主泵106后启动增压泵102,也可以同时启动这些泵102、106。

[0116] 本实施方式中的主泵106具有与图2所示的泵2相同的构造。主泵106的进气管111与增压泵102的排气口连接。增压泵102由比主泵106少的级数的泵转子构成。增压泵102具有比主泵106大的排气速度。

[0117] 增压泵102与马达103连接,马达103与逆变器104连接。主泵106与马达107连接,马达107与逆变器108连接。在逆变器104及逆变器108的附近配置有控制逆变器104及逆变器108的动作的控制装置110。控制装置110与设置在泵装置90外部的操作面板(外部指令装置)115连接,工作人员对操作面板115进行操作,由此将在第1电流限制值和第2电流限制值之间切换逆变器104及/或逆变器108的输出电流限制值的指令信号发送到控制装置110。没有特别说明的控制装置110的结构及动作与上述的控制装置5相同,因此省略其重复的说明。

[0118] 在增压泵单元92及主泵单元93安装有测定这些泵单元92、93内的温度的多个温度传感器。虽然未图示,但在主泵单元93安装有与增压泵单元92相同的温度传感器。以下,对安装于增压泵单元92的温度传感器进行说明,省略重复的温度传感器的说明。

[0119] 泵温度传感器120安装于增压泵102的泵壳体121,测定泵壳体121的温度。轴承温度传感器122配置于增压泵102的轴承123的附近,测定轴承123的温度。转子温度传感器124配置于增压泵102的内部,测定未图示的泵转子的温度。马达温度传感器125安装于马达103的线圈126,测定马达103的温度。进气温度传感器127安装于增压泵102的进气管130,测定向增压泵102流入的气体的温度。排气温度传感器128安装于主泵106的排气管131,测定从主泵106排出的气体的温度。

[0120] 为了防止因泵单元的过热导致的故障,控制装置110具有故障避免功能。例如在安装于增压泵单元92及主泵单元93的温度传感器中的至少1个温度传感器检测到的温度超过了预定的阈值的情况下,控制装置110的故障避免功能发挥作用,将逆变器104或逆变器108的输出电流限制值从第2电流限制值切换为第1电流限制值。在上述温度传感器的检测温度超过了预定的阈值的情况下,控制装置110也可以降低第2电流限制值本身。

[0121] 图14是表示作为外部指令装置取代操作面板115而将上位控制器41与控制装置110连接的状态的示意图。控制装置110根据从上位控制器41送来的切换指令信号,将逆变器104及/或逆变器108的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值。

[0122] 图15是示意表示图13、图14所示的泵装置90的系统的图。图15所示的温度传感器包括性地表示温度传感器120、122、124、125、127以及128。如图15所示,安装于增压泵单元92及主泵单元93的温度传感器,经由通信信号传输单元或接点与控制装置110连接。由各温度传感器取得的温度信号从控制装置110发送给上位控制器41或操作面板115。控制装置110也连接于逆变器104及逆变器108,根据来自操作面板115或上位控制器41的信号控制逆变器104及逆变器108的动作。

[0123] 图16是表示增压泵102及主泵106的运转控制的一例的图。在图16中,将与15kW的电力对应的电流限制值设为第1电流限制值,将与20kW的电力对应的电流限制值设为第2电流限制值,将与10kW的电力对应的电流限制值设为第3电流限制值。如图16所示,在将供给到泵装置90的总电力设为30kW时,使泵装置90通常运转的情况(条件1)下,逆变器104、108

的输出电流限制值被设定为第1电流限制值。因此,向增压泵单元92及主泵单元93最大各供给15kW的电力。

[0124] 对启动泵装置90的情况(条件2)进行说明。在泵装置90启动时,使主泵106优先运转的情况下,逆变器108的输出电流限制值被切换为第2电流限制值,逆变器104的输出电流限制值被设定为比第1电流限制值低的第3电流限制值。因此,逆变器108最大将20kW的电力供给到马达107,逆变器104最大将10kW的电力供给到马达103。接着,使增压泵102优先运转。在该情况下,逆变器108的输出电流限制值被切换为第3电流限制值,逆变器104的输出电流限制值被切换为第2电流限制值。因此,逆变器104最大将20kW的电力供给到马达103,逆变器108最大将10kW的电力供给到马达107。然后,泵装置90在通常运转模式下运转。在该通常运转中,逆变器104、108的输出电流限制值被切换为第1电流限制值。因此,逆变器104、108向马达103、107最大各供给15kW的电力。

[0125] 在除去生成物的情况(条件3)下,进行增压泵优先运转。也就是说,逆变器104的输出电流限制值被切换为第2电流限制值,逆变器108的输出电流限制值被切换为第3电流限制值。因此,逆变器104最大将20kW的电力供给到马达103,逆变器108最大将10kW的电力供给到马达107。由于逆变器104最大将20kW的电力供给到马达103,因此马达103的转矩增大,生成物被除去。

[0126] 在将真空室11内的气体从大气压排出的情况(条件4)下,首先进行主泵优先运转。也就是说,逆变器108的输出电流限制值被切换为第2电流限制值,逆变器104的输出电流限制值被切换为第3电流限制值。因此,逆变器108最大将20kW的电力供给到马达107,逆变器104最大将10kW的电力供给到马达103。在真空室11内的气体排出一定程度之后,接着进行增压泵优先运转。也就是说,逆变器104的输出电流限制值被切换为第2电流限制值,逆变器108的输出电流限制值被切换为第3电流限制值。因此,逆变器104最大将20kW的电力供给到马达103,逆变器108最大将10kW的电力供给到马达107。通过在这样的运转条件下运转增压泵102及主泵106,能够将真空室11内的气体高速排出。作为结果,能够缩短直到形成目标真空之前的时间。此外,图16所示的运转条件并不限于此,可以任意地设定运转条件。

[0127] 图17的(a)是表示增压泵优先运转时的主泵单元93的逆变器108的输出电力与马达107的转速的关系的曲线图,图17的(b)是表示逆变器108的输出电流与马达107的转速的关系的曲线图,图17的(c)是表示逆变器108的输出电压与马达107的转速的关系的曲线图。图17的(a)的虚线表示在将逆变器108的输出电流限制值设定为第1电流限制值时的马达107的转速与逆变器108的输出电力的关系,图17的(a)的实线表示在将逆变器108的输出电流限制值设定为第3电流限制值时的马达107的转速与逆变器108的输出电力的关系。

[0128] 当启动马达107时,马达107的转速上升到额定速度。逆变器108以使马达107的转速保持恒定的方式输出电力。当施加于主泵106的负载增大时,如图17的(b)所示,逆变器108的输出电流到达第3电流限制值。当施加于主泵106的负载进一步增大时,在逆变器108的输出电流维持为第3电流限制值的状态下,马达107的转速降低。当马达107的转速降低时,如图17的(c)所示,逆变器108的输出电压降低,随之如图17的(a)所示,逆变器108的输出电力降低。

[0129] 在使增压泵102优先运转的情况下,由于供给到马达107的电力比与第1电流限制值对应的电力小,所以如图17的(a)及图17的(b)的实线所示,比通常运转时的电流小的电

流被供给到马达107。

[0130] 图18的(a)是表示增压泵优先运转时的增压泵单元92的逆变器104的输出电力与马达103的转速的关系的曲线图,图18的(b)是表示增压泵优先运转时的逆变器104的输出电流与马达103的转速的关系的曲线图,图18的(c)是表示增压泵优先运转时的逆变器104的输出电压与马达103的转速的关系的曲线图。

[0131] 图18的(a)的虚线表示在将逆变器104的输出电流限制值设定为第1电流限制值时的马达103的转速与逆变器104的输出电力的关系,图18的(a)的实线表示在将逆变器104的输出电流限制值设定为第2电流限制值时的马达103的转速与逆变器104的输出电力的关系。如图18的(a)所示,将逆变器104的输出电流限制值从第1电流限制值切换为第2电流限制值的情况下的电力值,增加了与长度L相当的量。由此,马达103的转矩增大,即使负载增大增压泵102的转速也维持恒定。图18的(a)至图18的(c)所示的曲线图与图11的(a)至图11的(c)所示的曲线图相同。

[0132] 至此对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限定于上述的实施方式,当然可以在其技术思想的范围内以各种不同的方式来实施。

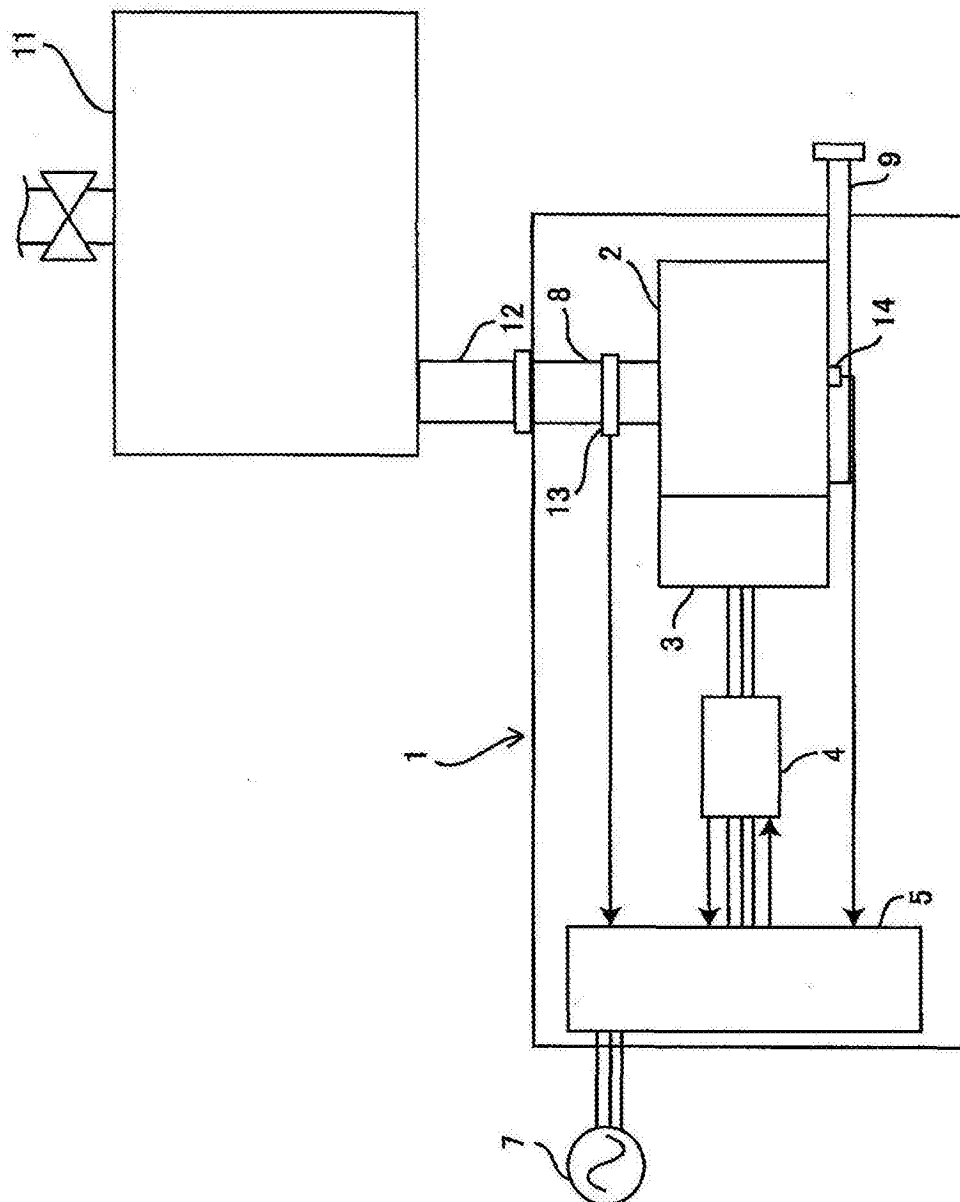


图1

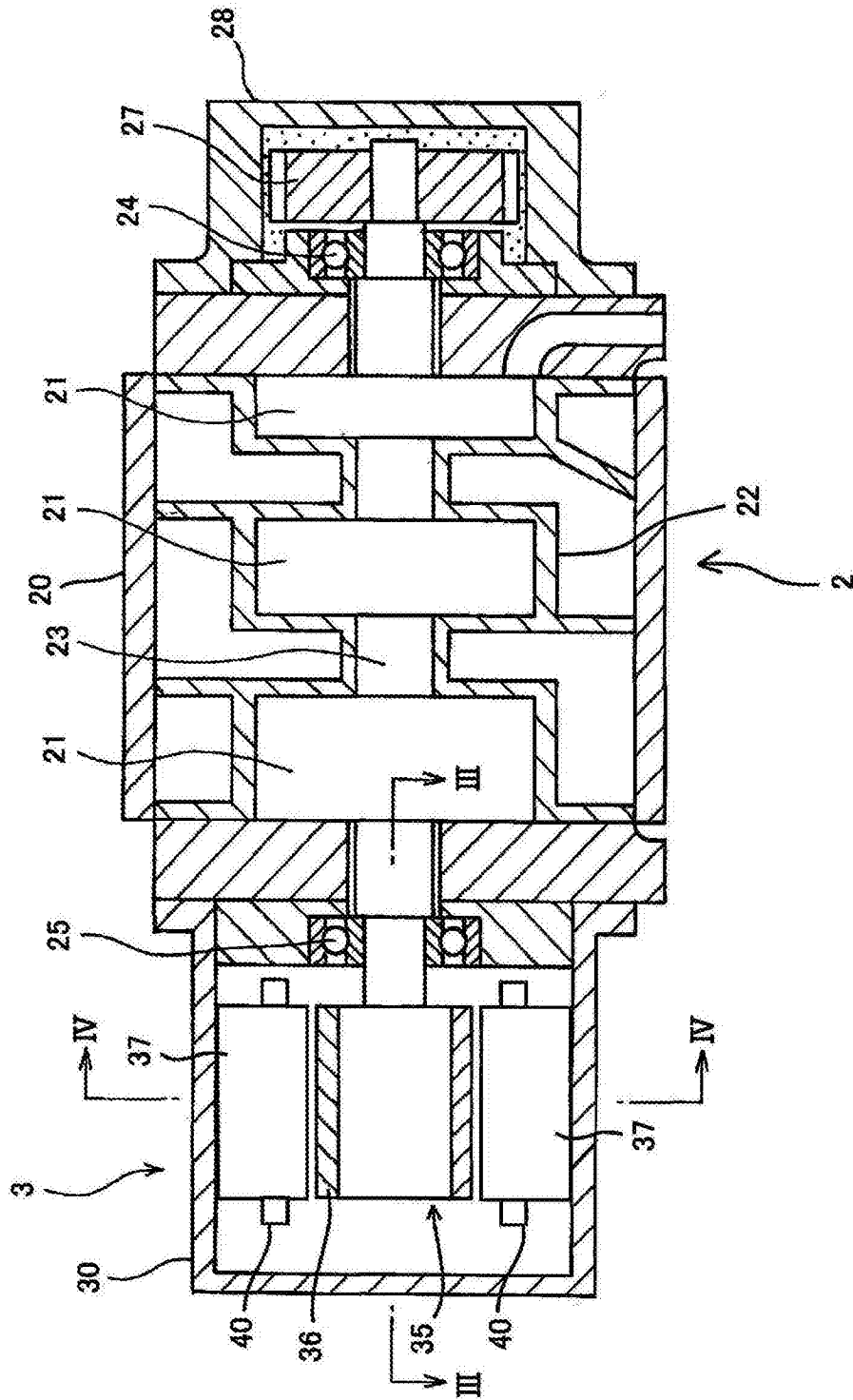


图2

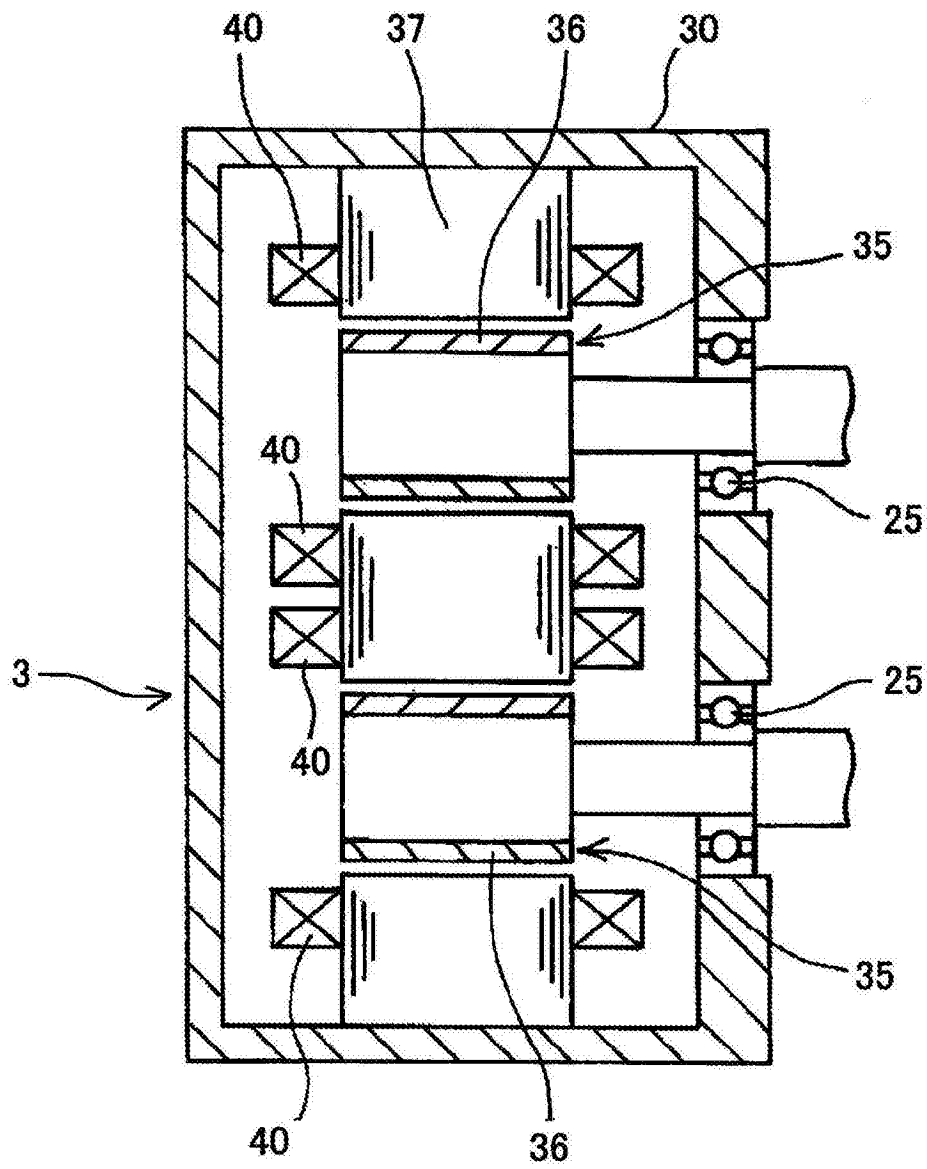


图3

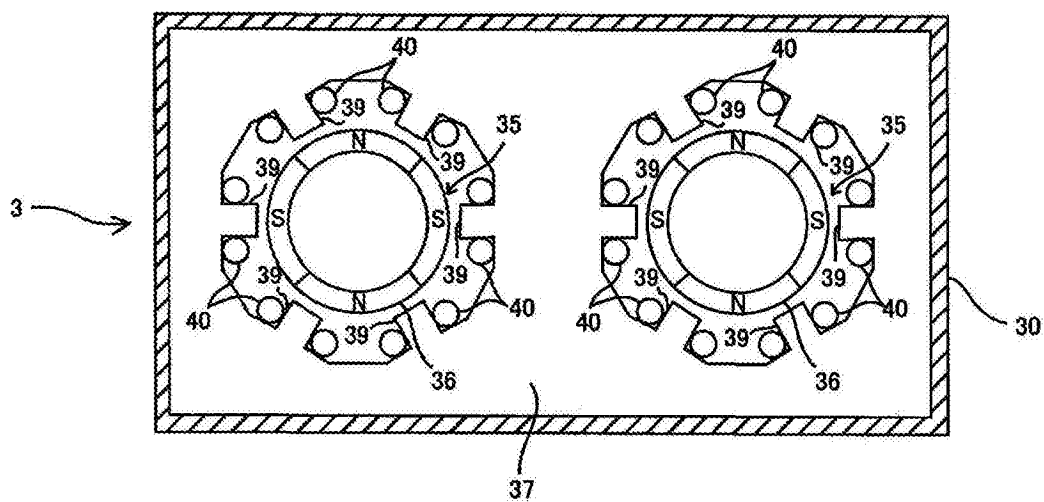


图4

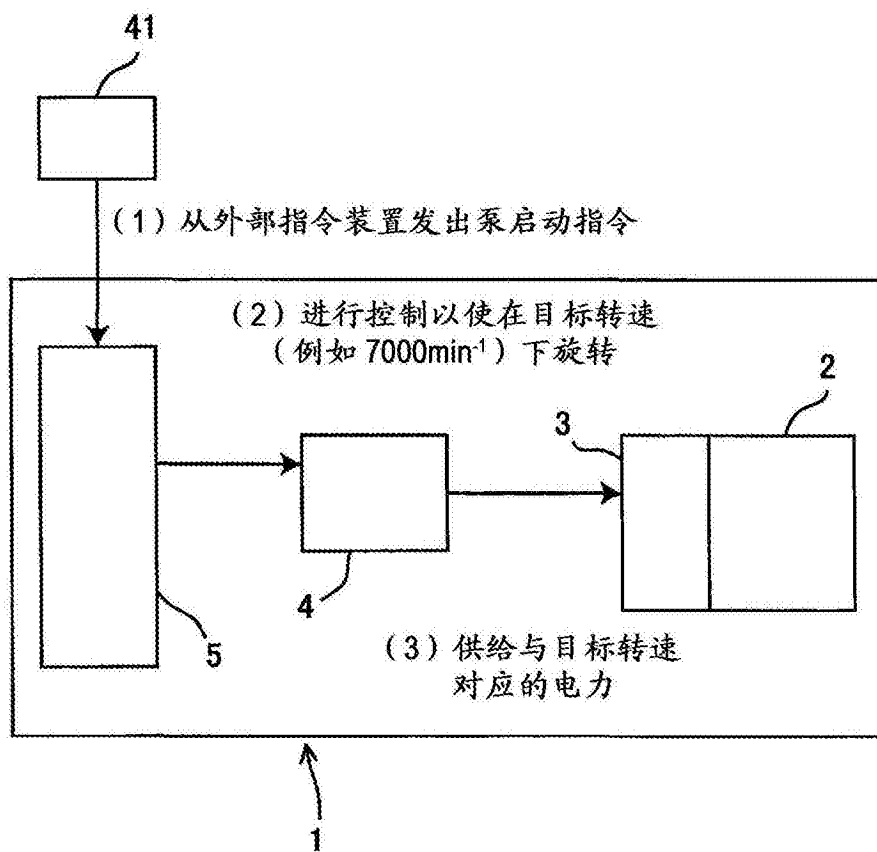


图5

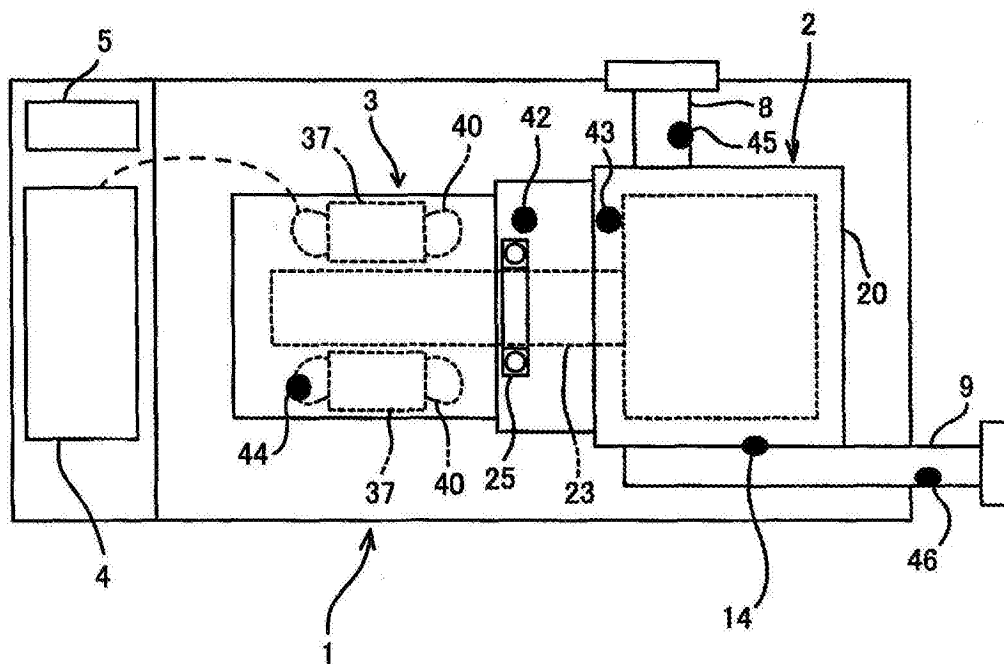


图6

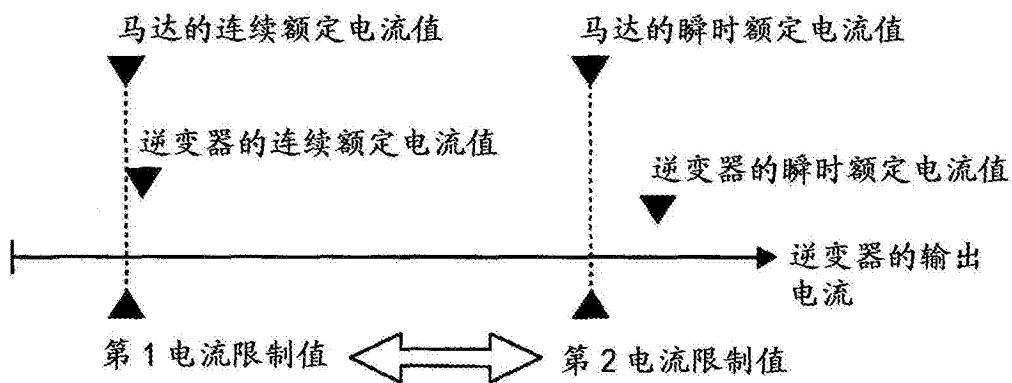


图7

	供给电力和运转条件		温度传感器			控制内容
	电力	运转	泵温度	马达温度	轴承温度	
条件 1	15kW	连续运转	—	—	—	—
条件 2	20kW → 15kW	启动	—	—	—	泵启动后, 维持 30 秒 第 2 电流限制值
条件 3	20kW	生成物的 除去运转	100°C以下	100°C以下	100°C以下	将各温度的上限值设为 100°C
	15kW		120°C	100°C以下	100°C以下	由于泵温度变为 120°C, 切换为第 1 电流限制值
	20kW		100°C以下	100°C以下	100°C以下	由于各温度变为 100°C以下, 切换为第 2 电流限制值
条件 4	20kW	从大气压的 运转	100°C以下	100°C以下	100°C以下	将各温度的上限值设为 100°C
	15kW		100°C以下	120°C	100°C以下	由于马达温度变为 120°C, 切换为第 1 电流限制值
	20kW		100°C以下	100°C以下	100°C以下	由于各温度变为 100°C以下, 切换为第 2 电流限制值

图 8

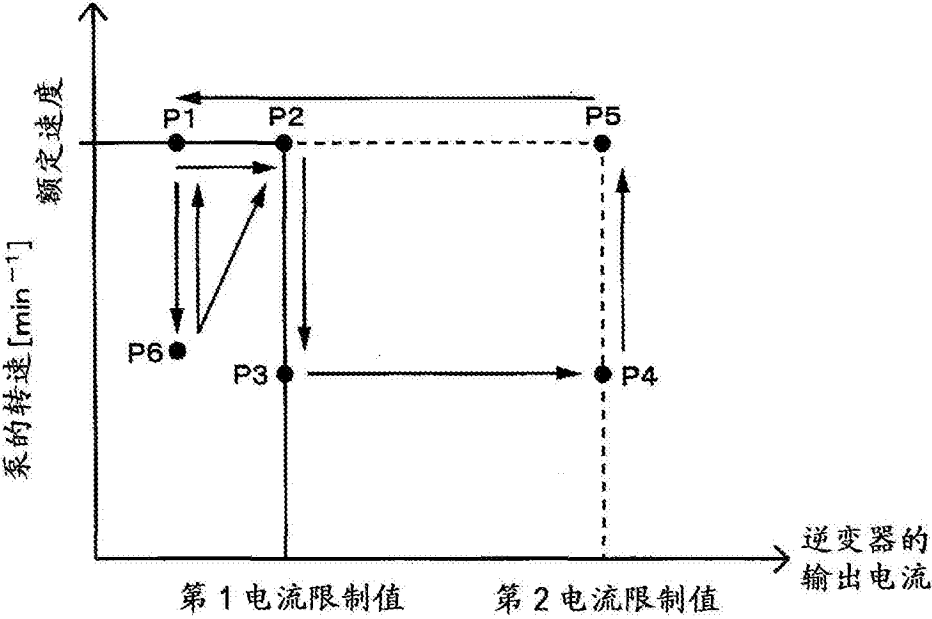


图9

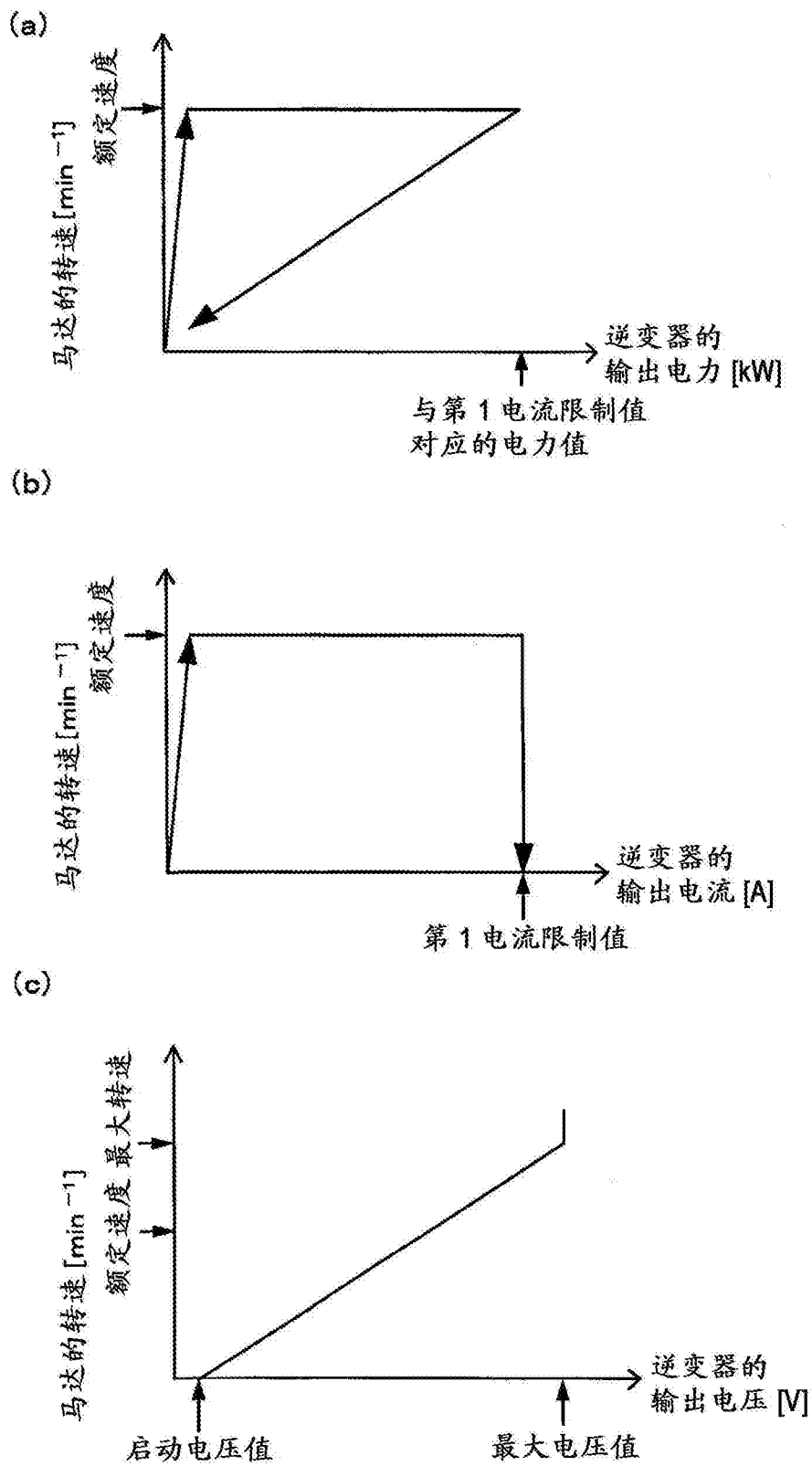


图10

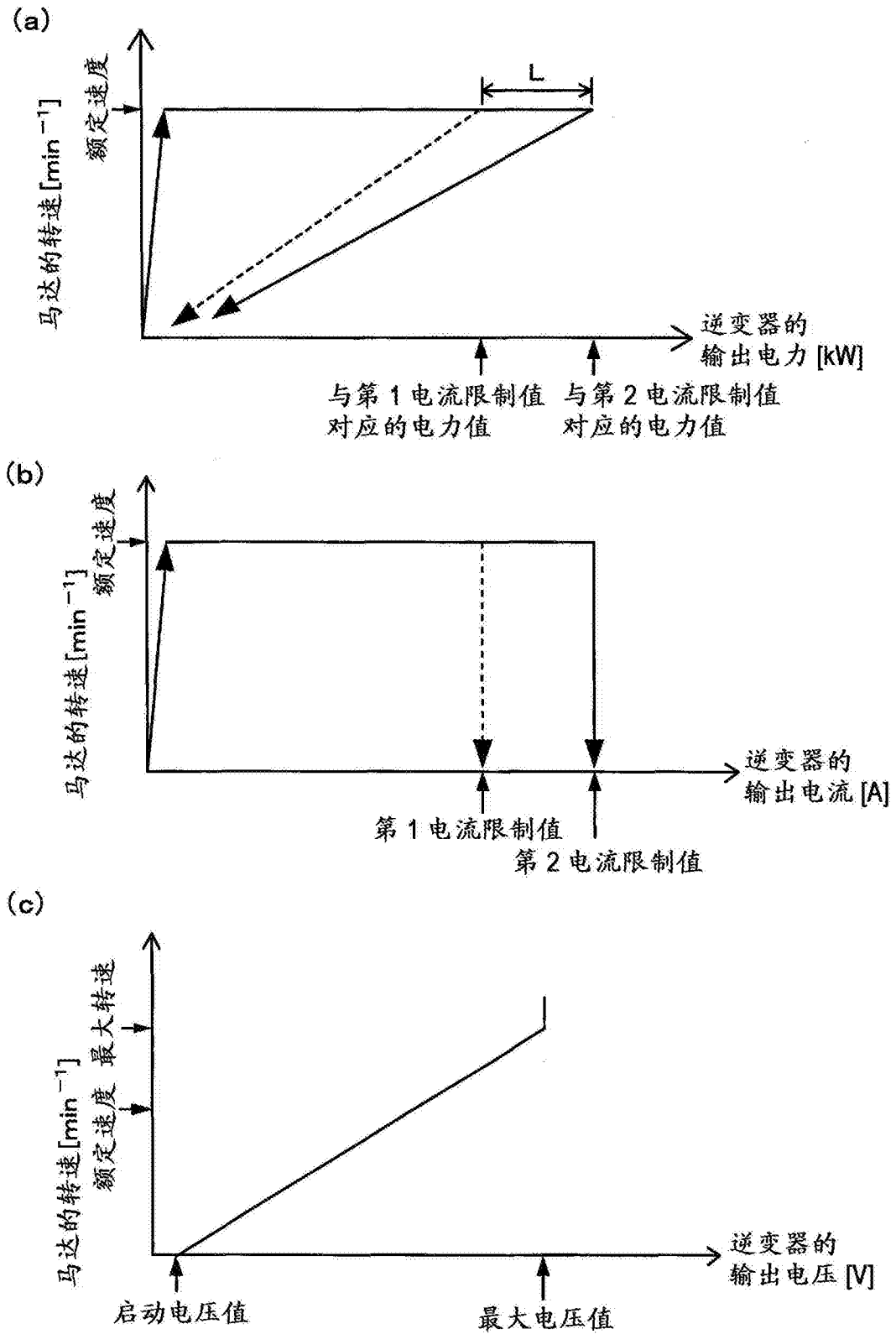


图11

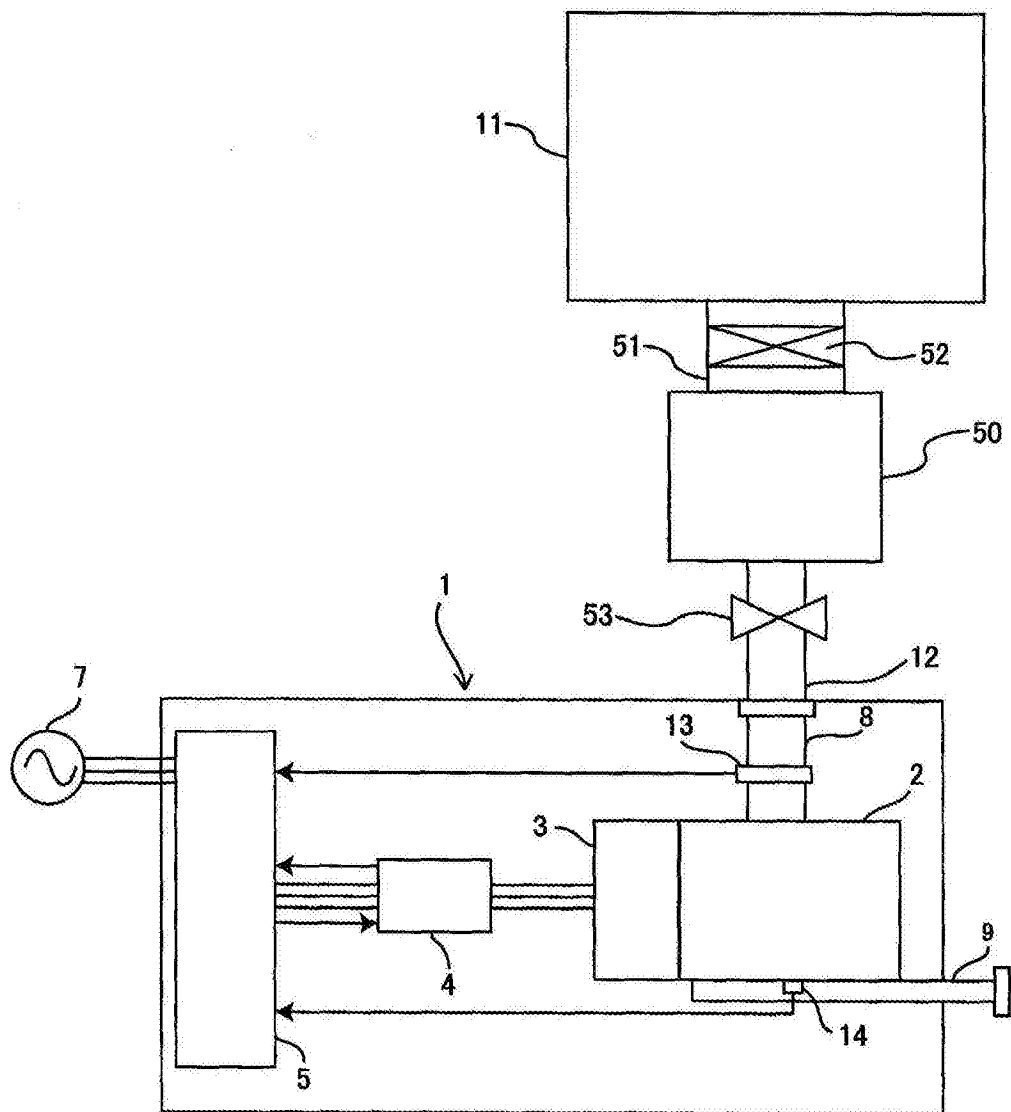


图12

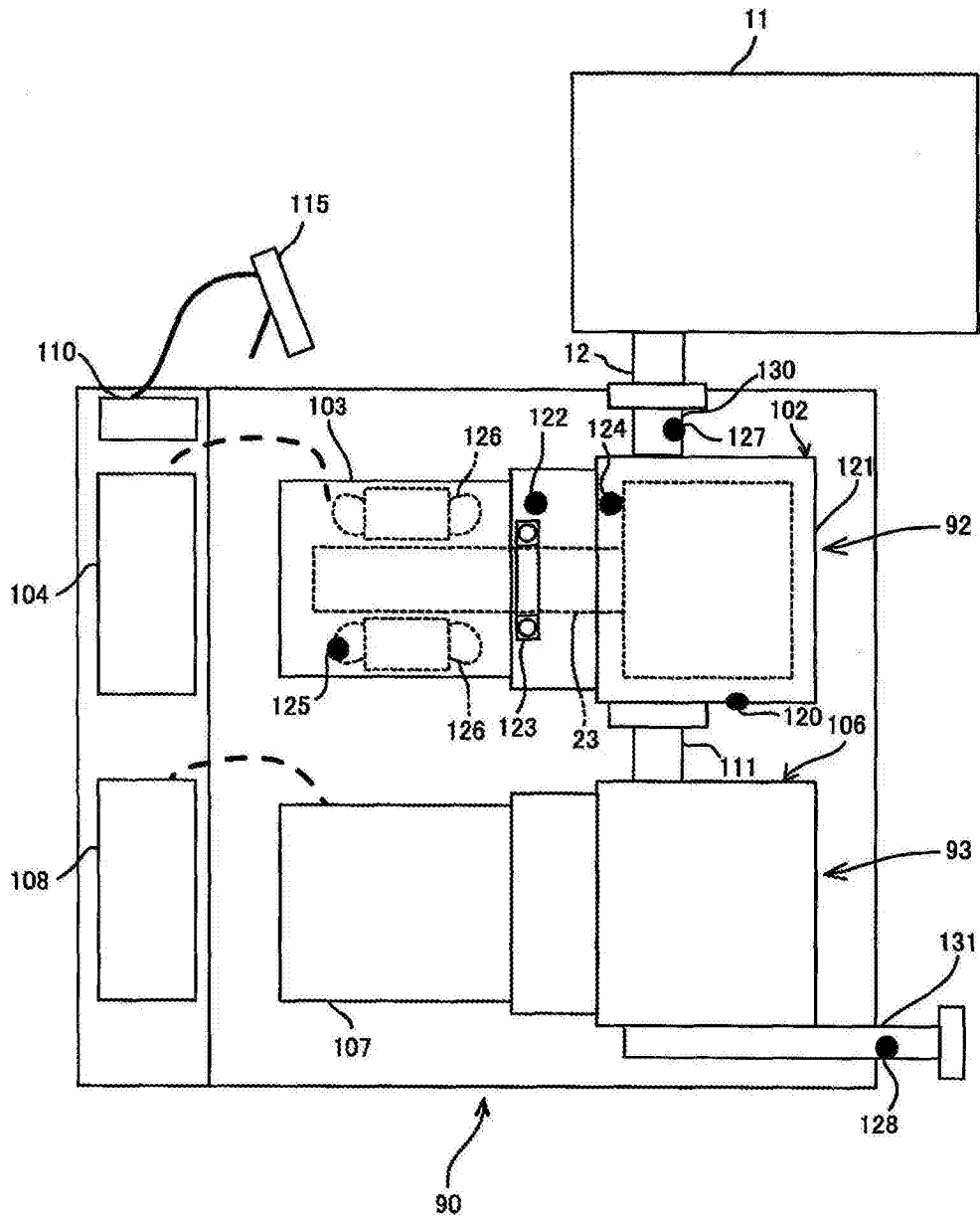


图13

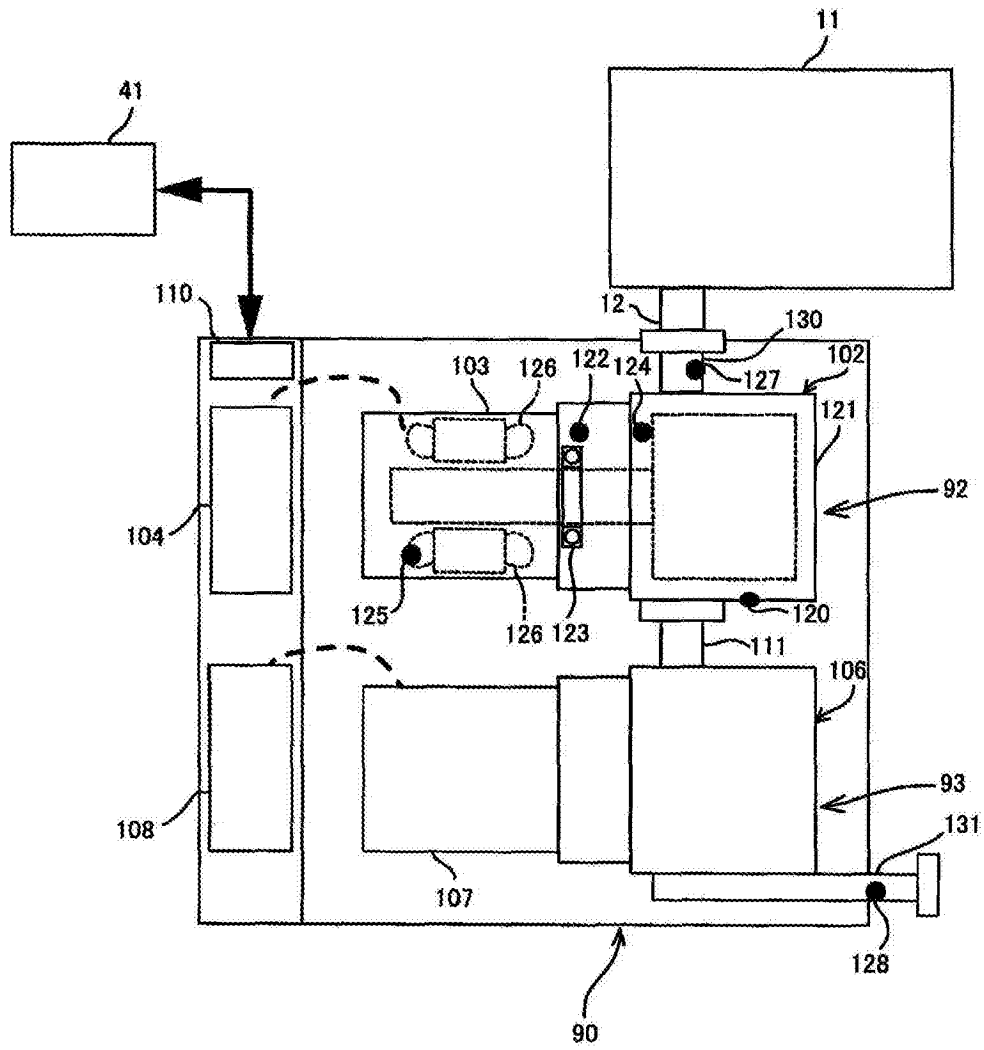


图14

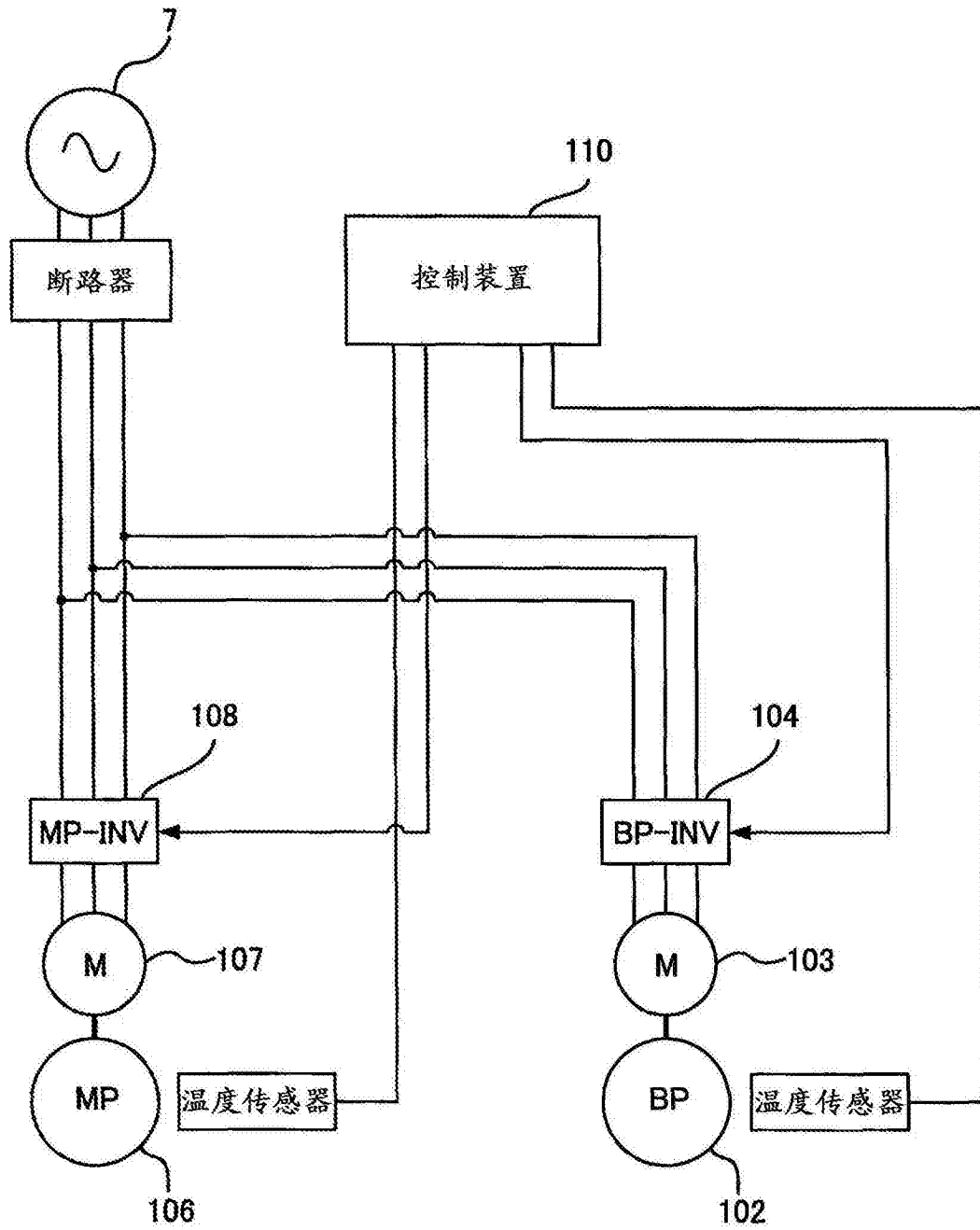


图15

	供给总电力和运转条件		向主泵的供给电力和运转条件		向增压泵的供给电力和运转条件	
	电力	运转	电力	运转	电力	运转
条件 1	30kW	通常运转	15kW	通常运转	15kW	通常运转
条件 2	30kW	启动	20kW → 10kW → 15kW	主泵优先运转 → 增压泵优先运转 → 通常运转	10kW → 20kW → 15kW	主泵优先运转 → 增压泵优先运转 → 通常运转
条件 3	30kW	生成物的 除去运转	10kW	增压泵优先运转	20kW	切换为第 2 电流 限制值
条件 4	30kW	从大气压 的运转	20kW → 10kW	主泵优先运转 → 增压泵优先运转	10kW → 20kW	主泵优先运转 → 增压泵优先运转

图16

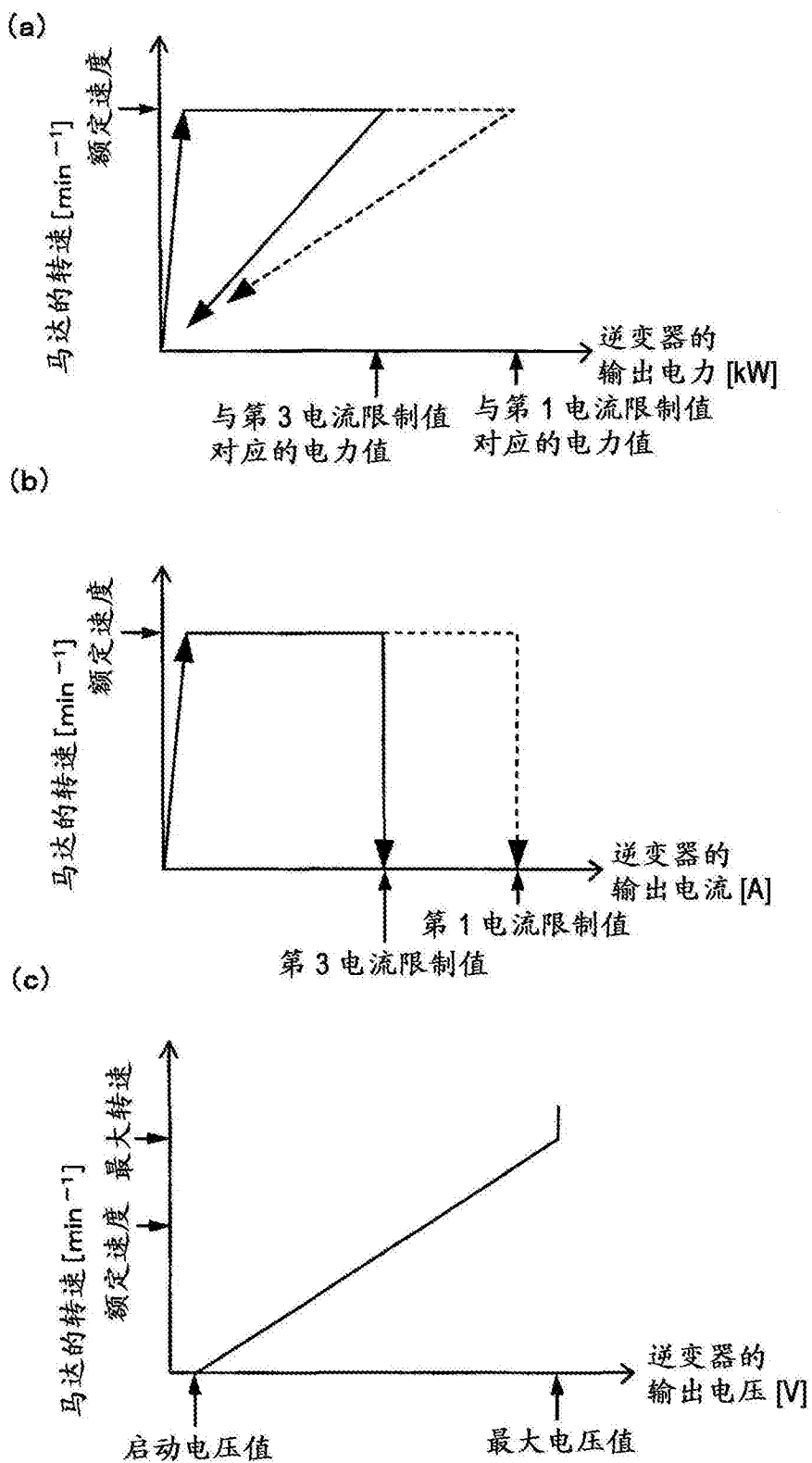


图17

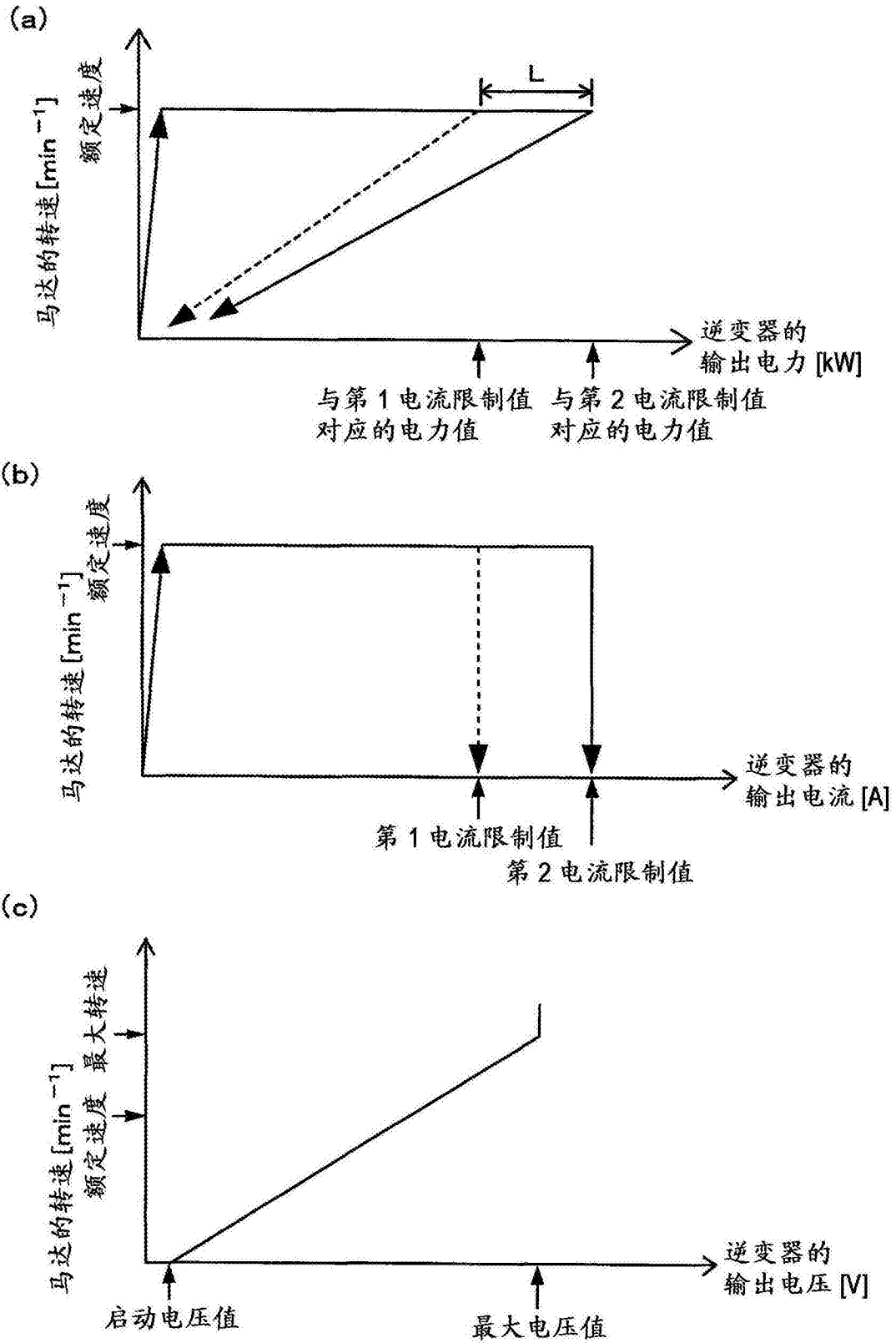


图18