



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510050907.X

[43] 公开日 2005 年 8 月 24 日

[11] 公开号 CN 1657803A

[22] 申请日 2005.2.18

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任

[21] 申请号 200510050907.X

公司

[30] 优先权

代理人 陆弋 顾红霞

[32] 2004.2.18 [33] JP [31] 2004-041756

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县丰田市

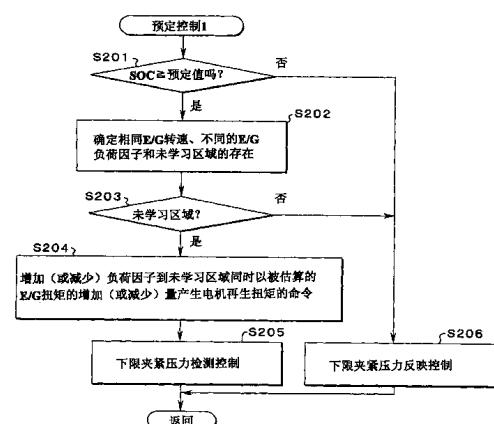
[72] 发明人 鸳海恭弘 岩月邦裕 天谷隆之

权利要求书 4 页 说明书 20 页 附图 11 页

[54] 发明名称 用于车辆无级变速器的控制系统

[57] 摘要

一种用于车辆的无级变速器的控制系统，其中旋转件夹紧传动件的夹紧压力在原动机的每个运转状态下被学习并被设定，该原动机连接到无级变速器的输入端，该无级变速器具有这些旋转件和传动件。该控制系统包括：一个运转状态改变机构，响应夹紧压力的学习执行条件的满足，用于原动机的运转状态；一个扭矩变化抑制机构，抑制由于原动机运转状态的改变导致的扭矩的变化；和一个夹紧压力学习装置，当原动机的运转状态正在改变并且由于原动机运转状态的改变引起的扭矩变化正在被扭矩变化抑制装置所抑制时，在变化后学习原动机运转状态中的夹紧压力。



1. 一种用于车辆的无级变速器的控制系统，其中旋转件（12，14）夹紧传动件（15）的夹紧压力在原动机（2）的每个运转状态下被学习并被设定，该原动机（2）连接到无级变速器（1）的输入端，该无级变速器（1）具有这些旋转件（12，14）和传动件（15），其特征在于，包括：

一个运转状态改变装置（22），响应夹紧压力的学习执行条件的满足，改变原动机（2）的运转状态；

一个扭矩变化抑制装置（3，21），抑制由于原动机（2）运转状态的变化引起的扭矩的变化；和

一个夹紧压力学习装置（20），当原动机（2）的运转状态正在变化并且由于原动机（2）运转状态的改变引起的扭矩变化正在被扭矩变化抑制装置所抑制时，学习在变化后原动机（2）运转状态中的夹紧压力。

2. 如权利要求1所述的控制系统，其特征在于：

扭矩变化抑制装置（3，21）包括一个装置，当原动机的运转状态被改变时，该装置抑制从原动机（2）输入到无级变速器的扭矩的变化。

3. 如权利要求1所述的控制系统，其特征在于：

原动机（2）包括内燃机；并且

扭矩变化抑制装置（3，21）包括至少一个下列装置：

电机发电机（3），由内燃机（2）驱动，或将扭矩作用到从内燃机（2）输出的扭矩上，和

连接到内燃机（2）的辅助机器。

4. 如权利要求3所述的控制系统，其特征在于：

还包括行星齿轮机构（6），它具有能够彼此差速转动的三个旋转

件；

所述内燃机（2）连接到第一旋转件（6），电机发电机（3）连接到第二旋转件（9）；无级变速器（1）连接到第三旋转件（8）。

5 5. 如权利要求 4 所述的控制系统，其特征在于：

所述行星齿轮机构（6）包括一个双小齿轮型的行星齿轮机构，该行星齿轮机构包括：

作为第一旋转件的太阳齿轮（6）；

与太阳齿轮（6）同心布置的、作为第三旋转件的齿圈（8）；

10 作为第二旋转件的托架（9），它以可转动并能旋转的方式保持着与太阳齿轮（6）相啮合的第一小齿轮以及与第一小齿轮和齿圈（8）相啮合的第二小齿轮。

6. 如权利要求 5 所述的控制系统，其特征在于，还包括：

15 离合机构（C1， C2），选择性地将托架（9）和齿圈（8）连接到无级变速器（1）；和

制动器（B1），选择性地固定齿圈（8）。

7. 如权利要求 1 所述的控制系统，其特征在于：

20 扭矩变化抑制装置（3， 21）包括一个装置，当原动机（2）的运转状态被改变时，该装置抑制车辆驱动扭矩的变化。

8. 如权利要求 7 所述的控制系统，其特征在于：

扭矩变化抑制装置（3， 21）包括至少一个下列装置：

25 另一个原动机（3），连接到车轮，而不是扭矩从原动机（3）通过无级变速器（1）传递到的车轮，和
制动器，用于制动所述任一车轮。

9. 如权利要求 8 所述的控制系统，其特征在于：

30 所述另一个原动机（3）包括电机发电机（3），该电机发电机（3）

- 被控制在动力方式或再生方式。
10. 如权利要求 1 到 9 中任一条所述的控制系统，其特征在于：
5 运转状态改变装置（22）包括一个装置，该装置通过选择经常使
用的运转状态来改变原动机（2）的运转状态。
11. 如权利要求 1 到 10 中任一条所述的控制系统，其特征在于：
10 夹紧压力学习装置（20）包括一个装置，响应由于降低夹紧压力
而引起的无级变速器（1）的性能变化而学习夹紧压力，并禁止在很
少使用的运转状态中学习。
12. 如权利要求 1 到 11 中任一条所述的控制系统，其特征在于，
15 还包括：
变速比控制装置（20），当原动机（2）的运转状态被改变并且扭
矩的改变由扭矩变化抑制装置（3，21）抑制时，控制无级变速器（1）
的变速比。
13. 如权利要求 1 到 12 中任一条所述的控制系统，其特征在于，
20 还包括一个夹紧压力降低装置（20），在原动机（2）的运转装置
由运转状态改变装置（22）被改变，并且由于原动机（2）的运转状
态的变化引起的扭矩变化被扭矩变化抑制装置（3，21）抑制的情
况下，用于将夹紧压力降低到传动件（15）不发生打滑的下限，以及
25 夹紧压力学习装置（20）包括：
计算装置，根据下限压力和由扭矩变化抑制装置（3，21）输出
或吸收的扭矩，得到变化后原动机（2）在运转状态下的输出扭矩；
估算装置，根据变化后的运转状态估计原动机（2）的输出扭矩；
30 和
学习值计算装置，得到由计算装置获得的输出扭矩和由估算装置
估计的估算输出扭矩之间的差，作为学习值。

14. 如权利要求 13 所述的控制系统，其特征在于：

还包括一个用于检测运行状态的运行状态检测装置，其中即使当设定夹紧压力的液压降低到可控制范围内的下限时，也不发生传动件（15）的打滑；并且

5 夹紧压力降低装置（20）包括一个装置，在由运行状态检测装置检测出所述运行状态的情况下，该装置降低夹紧压力。

15. 如权利要求 13 所述的控制系统，其特征在于：

10 夹紧压力降低装置（20）包括一个装置，该装置将夹紧压力降低到恰在传动件（15）开始打滑之前的压力，并且将恰在打滑发生之前的压力设定为下限压力。

16. 如权利要求 1 到 15 中任一条所述的控制系统，其特征在于：

15 运转状态改变装置（22）包括一个装置，将原动机（2）的运转状态变化到学习没有完成的状态。

用于车辆无级变速器的控制系统

5 技术领域

本发明涉及一种控制系统，该控制系统用于通过学习车辆或原动机的每个运转状态的夹紧压力和反应在夹紧压力控制中的被学习结果来设定安装在车辆上的无级变速器的夹紧压力，既不太多也不太少。

10 背景技术

带式无级变速器或者牵引式无级变速器通过使用在带和皮带轮之间的摩擦力或者盘和滚子之间牵引油的剪切力来传递扭矩。因此，那些种类的无级变速器的扭矩容量根据作用在扭矩传递发生地方的压力被设定。

15

在无级变速器中的前面所述压力被叫做“夹紧压力”。当夹紧压力被增加，扭矩容量也能被增加来避免打滑。相反的，这里产生一个缺点是用于建立高压时超出必要的动力被消耗或者动力传递的效率被降低。因此，夹紧压力或者应用压力在通常不趋于打滑的区域内被设定的尽可能的低。

25

在带有无级变速器的车辆中，例如，通过控制带有无级变速器的发动机转速可以提高英里数。为了不降低这种优势，因此，夹紧压力在不打滑的区域内被控制到尽可能低的水平以至于无级变速器的动力传递效率可以被尽可能的提高。理论上说，无级变速器的要求夹紧压力可以通过使用结构参数被决定，例如，摩擦系数或者被皮带轮夹紧带的角度作为变量，和通过使用例如输入扭矩或者带的运转半径的代表运行状态的参数作为常量。然而，例如输入扭矩的变量和例如摩擦系数的常量由于个体差别、寿命或估算偏差并不是恒定的。因此，预先去决定夹紧压力的精确值是非常困难的。由于这个原因，关于打滑

30

发生时的压力或实际输入扭矩的夹紧压力基于无级变速器的实际运行状态或运行调节被测量或学习，而且被测量和学习的结果在随后的控制中被反应。

5 一个实例被发布在 JP-A-2001-12593 上，它发布了一个带有
一对锥形盘和驱动件的变速器。在这个变速器中，在锥形盘之间的夹
紧驱动件的接触力被改变去决定打滑限制，而且被调整以至于不会超
过打滑限制，如果力被传递，速度、传动比或它们的组合是基本上恒
定的。

10 在被发布在 JP-A-2001-12593 中的发明里，通过控制基于被
检测的打滑限制的接触力，接触力被降低到非打滑区域中。关于速度、
扭矩、变速比和温度以及表示用于特定打滑必须的接触力的特征域被
存储，以便于调节接触力到相应于被存储的特征域。

15 在无级变速器中的夹紧压力或者前面所述的接触力是设定使得传
递既不过大又不过小的输入扭矩的扭矩容量的压力。因此，夹紧压力
或接触力的学习根据例如扭矩或速度的运行状态被执行，而且在和学
习被执行的一样的运行状态或者相似的运行状态下，被学习值被反应
在夹紧压力的控制。而且，在被发布在 JP-A-2001-12593 中的发
明里，在预定运行条件被满足的运行状态下，通过改变接触力确定打
滑限制。因此，运行状态的各种类型的打滑限制或夹紧压力不能在大
区域内被决定或学习，除非无级变速器或具有无级变速器的车辆的运
行状态广泛的变化。换句话说，根据被发布在 JP-A-2001-12593
20 中的发明，打滑限制的检测或者夹紧压力的学习可能被限制。
25

发明内容

因为注意到以上描述的技术问题，本发明被构思，它的目的是提
供一种用于车辆无级变速器的控制系统，它能够完成大范围运行状态
30 上的各自夹紧压力的学习。

5

根据本发明，这里提供了一种用于车辆的无级变速器的控制系统，其中，无级变速器具有传动件和旋转件，在连接到无级变速器输入侧的原动机的每个运行状态中，夹紧传动件的旋转件的夹紧压力被学习和设定。在本发明的控制系统中：根据夹紧压力的学习执行条件的满足，原动机的运行状态被改变；由于原动机运行状态改变导致的扭矩的变化被抑制；而且在前面所述变化之后的原动机的运行状态中的夹紧压力在原动机运行状态被改变时的状态下被学习，而且在原动机运行状态中的变化导致了扭矩的改变被抑制。

10

当原动机的运行状态被改变时，通过抑制从原动机输入到无级变速器的扭矩的变化，扭矩中的变化的抑制被执行。

15

否则，当原动机的运行状态被改变时，通过抑制车辆中驱动扭矩的变化，扭矩中的变化的抑制被执行。

20

此外，根据本发明，通过选择经常使用的运行状态，原动机的运行状态被改变。

25

而且，根据本发明，如果原动机的运行状态被改变而且扭矩的变化被抑制，无级变速器的变速比被控制以抑制原动机速度的变化。

30

根据本发明，此外，夹紧压力的学习是一种获得扭矩的被计算值和被估算值之间的比例或差异作为被学习值的控制。在这个学习中，基于夹紧压力被降低到例如带的传动件的非打滑区域的下限压力，计算相应于下限夹紧压力的原动机的扭矩，而且估算在被改变运行状态

中的原动机的扭矩。

根据本发明，因此：无级变速器的扭矩容量通过夹紧传动件的旋转件的夹紧压力被设定；夹紧压力在连接到无级变速器输入侧的原动机的各种运行状态中被学习；而且如果学习条件被满足，原动机的运行状态被改变。作为原动机运行状态中变化的结果，输出扭矩变化，然而，由于输出扭矩中变化导致的扭矩的这种变化被抑制。特别的，无级变速器的输入扭矩的变化和车辆的驱动扭转中的变化被抑制。在这种情况下，夹紧压力的学习被执行。因此，在车辆运行状态改变时的夹紧压力的学习和即使车辆整体运行状态不改变时扩大夹紧压力的学习范围是可能的。
5
10

根据本发明，即使车辆运行状态被改变时，输入到无级变速器的输入扭矩的变化也被抑制。因此，夹紧压力的学习能够被执行而不用改变无级变速器的输入扭矩，或者说，保持无级变速器运行状态或它的输出侧。作为结果，夹紧压力的学习区域被扩大了。
15

根据本发明，此外，即使原动机的运行状态被改变时，车辆的整个驱动扭矩的变化也被阻止或抑制。因此，夹紧压力的学习区域被执行而不管车辆的实际运行状态。作为结果，夹紧压力的学习区域能被扩大。
20

根据本发明，此外，经常使用运行状态的原动机的夹紧压力被学习。因此，反应学习结果的机会，或者说，用于设定适合于运行状态的夹紧压力的机会将被增加。这对提高车辆的燃油经济性和无级变速器的耐久性有利。
25

根据本发明，此外，尽管通过降低夹紧压力执行夹紧压力的学习，但是夹紧压力的学习在不经常使用运行状态下被禁止。作为结果，阻止无级变速器由于降低夹紧压力而倾向于打滑生成成为了可能。
30

根据本发明，而且，如果扭矩中的改变依照原动机运行状态的变化被抑制，原动机的速度是可以被控制的，以至于通过控制无级变速器的变速比，建立夹紧压力被学习的运行状态下的速度。作为结果，
5 阻止或抑制从学习的目标区域的原动机运行状态的偏离成为了可能。

从下面结合附图的详细描述中，本发明上述和其他目标以及新颖特征将被更加完全的展现。它可以被清楚的理解，然而，这些附图是仅仅用于阐述的目的而不作为本发明限制的定义。

10

附图说明

图 1 是一张流程图，说明本发明的控制系统的一个控制实例。

图 2 是表示了一个运行区域实例的图表。

15

图 3 是用于解释流程图 1 中包括的预先设定控制 1 的一个实例的流程图。

图 4 是关于图 1、3 和 5 所示的控制实例的时间图。

图 5 是用于解释流程图 1 中包括的预先设定控制 2 的一个实例的流程图。

20

图 6 是表示了包括应用了本发明的无级变速器的传动线路的一个实例的示意框图。

图 7 是表示了应用了本发明的另一辆车的动力传输的示意框图。

图 8 是通过图 7 中所示的用于车辆的本发明的控制系统来解释一个控制实例的流程图。

25

图 9 是用于解释流程图 8 包括的预先设定控制 3 的一个实例的流程图。

图 10 是用于解释流程图 9 包括的预先设定控制 4 的一个实例的流程图。

图 11 是关于图 8 到 10 中的控制实例的时间图。

30

具体实施方式

本发明连同它的详细实例将被描述。首先，这里将被描述的是应用了本发明的车辆的无级变速器。本发明被应用于：一种带式无级变速器，其中作为传动件的带被应用在作为旋转件的皮带轮上，并被皮带轮的槽轮夹紧；或者环式（牵引式）的无级变速器，其中作为传动件的动力滚子被作为旋转件的输入和输出侧的圆盘通过机油（例如，牵引油）夹紧，其中力矩通过牵引油的剪切力传递。包括带式无级变速器 1 的驱动机构的一个实例在图 6 中被阐释。作为原动机的发动机 2 和具有动力产生功能的电机发电机 3 被布置在无级变速器 1 的输入侧，电机发电机 3 用于增加和减少额外扭矩到发动机 2 的输出轴上，
5 并用于控制发动机 2 的转速。
10

简而言之，发动机 2 是通过燃油输出动力的动力单元。特别的，它是一种内燃机，例如汽油发动机，柴油发动机，或者天然气发动机。另一方面，电机发电机 3 是一种被提供电流可以作为电机的动力单元，
15 而且当它被迫旋转时作为发电机使用。永久磁铁类型的同步电机可以被采用作为电机发电机 3。因此，一种储能装置，如蓄电池 5，通过转换器 4 被连接到电机发电机 3。

发动机 2 和电机发电机 3 通过双小齿轮类型的行星齿轮机构 6 被
20 连接到一起。双小齿轮类型的行星齿轮机构是动力切换机构，用于改变无级变速器 1 的动力输入的模式，而且发动机 2 被连接到太阳齿轮 7 上。齿圈 8 或内齿轮与太阳齿轮 7 同心布置。在太阳齿轮 7 和齿圈 8 之间，被布置了互相啮合的一对小齿轮 8。小齿轮 8 被托架 9 支撑，以便于它可以在托架上旋转和绕着托架 9 旋转。电动发电机 3 被连接到托架 9 上。此外，那里提供了制动器 B1，可选择性使齿圈 8 停止旋转。
25 合适的制动器，例如多盘式制动器或者带式制动器能够作为制动器 B1 使用。

无级变速器 1 具有和相关文献中所知的带式无级变速器相同的结构。在无级变速器 1 中，驱动皮带轮 12（或者初级皮带轮）被布置在
30

输入轴 11 上（或者初级轴），从动皮带轮 14（或者次级个皮带轮）被布置在输出轴 13 上（或者次级轴）。带 15 被应用在这些皮带轮 12 和 14 上。皮带轮 12 和 14 包括固定槽轮和可移动槽轮，因此应用带 15 的皮带轮的槽宽和运转半径是连续可变的。同时用于轴向移动从动皮带轮的执行器 16 和 17 被分别提供给驱动皮带轮 12 和从动皮带轮 14。
5

这些执行器 16 和 17 通过油压轴向移动可移动槽轮。驱动皮带轮 12 的槽宽通过供给或排出工作油到皮带轮 12 侧的执行器 16 来改变，随后从动皮带轮 14 的槽宽也被改变。作为结果，在皮带轮 12 和 14 上的带 15 的运转半径被改变来实现变速。另一方面，从动皮带轮 14 侧的执行器 17 建立了皮带轮 12 和 14 的夹紧压力去夹紧带 15，关于到无级变速器 1 的输入扭矩的油压也被供给。另外，从动皮带轮 14 的执行器 17 装有用于通过工作油在压力方向上推动执行器 17 活塞的弹簧（未示出）。因此，当工作油未供给时，建立最小的夹紧压力。
10
15

在无级变速器 1 中，提供有两个离合器 C1 和 C2，用于选择性的联结输入轴 11 和行星齿轮机构 6。那些离合器 C1 和 C2 能够以多盘离合器作为例子，它被油压操纵。离合器 C1 被布置在输入轴 11 和托架 9 之间，然而离合器 C2 被布置在输入轴 11 和齿圈 8 之间。也就是说，不同的工作模式可以被设置通过任意的施加或者释放那些离合器 C1，C2 和制动器 B1。这里输出轴 13 通过齿轮对 18 被连接到车轴 19。
20

例如，假设应用离合器 C1 和 C2，下面的工作模式被设置：一种前进行驶模式，其中，通过传递发动机 2 的输出扭矩到无级变速器 1，或者通过电机发电机 3 产生电能，车辆被开动；或者一种前进行驶模式，其中电机发电机 3 的扭矩被加到发动机 2 的输出扭矩上。另一方面，假设仅仅应用第一离合器 C1，电机发电机 3 被直接连接到输入轴 11 上，使得一种车辆仅仅通过电机发电机 3 被启动的行驶模式被设定。在这个例子中，另外的，前进行驶和倒退行驶都是可能的。此外，假设应用制动器 B1 和第一离合器 C1，仅仅通过发动机 2 车辆被启动的
25
30

倒退行驶模式被设置。

这里提供了一个液压控制单元 20，用于完成施加/释放先前所述的制动手器 B1、离合器 C1 和 C2 的控制，变速控制，和夹紧压力的控制。
5 这个液压控制单元 20 通过电子信号被操纵完成供给，排出和调节油压。来自于混合电子控制单元（HV-ECU）21 和发动机电子控制单元（E/G-ECU）22 的命令信号被输入到液压控制单元 20。这里混合电子控制单元（HV-ECU）21 主要控制电机发电机 3，并和转换器 4 交换信号。另一方面，发动机电子控制单元 22 控制燃油喷射速度和发动机 2 的点火正时，节气门开度等等。
10

此外，为了检测用于那些控制单元 20，21 和 22 的数据以执行控制，这里提供了用于检测输入轴 11 的速度的输入速度传感器 23，用于检测输出轴 13 的速度的输入速度传感器 24，和用于检测从动皮带轮 14 侧的执行器 17 的油压的油压传感器 25，等等。
15

因为无级变速器 1 的扭矩容量对应于夹紧压力，夹紧压力被设置为和输入轴一致。输入扭矩基于发动机 2 的负荷因子被估算；而且，估算偏差是无法避免的。因为考虑到偏差时输入扭矩被估计，输入扭矩要比实际输入扭矩大。因此夹紧压力也要比对应于实际输入扭矩的压力要高。由于这个原因，夹紧压力在每种运行状态被学习，学习值被反映在夹紧压力的设定控制中。下面控制例子被描述。
20

图 1 是流程图，用于解释本发明控制单元 20，21，22 执行控制的实例。首先，判断减少来自于通常控制中的压力的夹紧压力的开始控制的条件是否被满足（步骤 101）。这种条件被实例化如下：应用在无级变速器 1 上的扭矩不会过大，控制信号和装置是正常的，等等。
25 特别的，这种条件被实例化如下：加速踏板开度的变化处于预先设定的范围内；路面等级处于预先设定的范围内；路面状态良好，即路面是平整和被铺设的；每个传感器正常工作；无级变速器 1 和发动机 2
30

的控制能够被正常的执行；等等。如果所有的条件被满足，步骤 S101 的回答是”是”。

如果控制开始条件被满足以至于步骤 S101 的回答是”是”，那么
5 判断运行状态（或者运行范围）是否在下限夹紧压力的检测范围内。
这里，下限夹紧压力是当夹紧压力的油压命令值低于最小值时机械建立
10 起的夹紧压力，它不会导致无级变速器 1 的打滑。而且，运行状态是由无级变速器 1 的输入扭矩和输入转速代表的区域。如果由于发动机 2 的输出动力车辆被启动，例如，这个区域能通过发动机速度和负
荷因子代表。

图 2 表示了运行区域的示意图。在图 2 中，发动机速度和负荷因子以合适间隔被独立分隔，被发动机速度和负荷因子分隔的独立区域
15 是运行区域。路面负荷线在图 2 中被阐述，被虚线环绕的这个区域相应于下限夹紧压力检测区域。在这个运行区域中，特别的，加速和减速不被执行，驱动力矩和行驶阻力相互平衡。因此，由离心油压、弹簧的弹性力和液压控制单元 20 结构建立的最小油压而建立起的夹紧
20 压力，高于与无级变速器 1 的输入扭矩相应的夹紧压力。因此，尽管夹紧压力低于下限时，在无级变速器 1 中也不会有滑移发生。

假如运行状态处于下限夹紧压力检测区域使得步骤 S102 的回答
25 是”是”，则判断夹紧压力的学习在这个当前运行状态属于的区域内是否被停止，换句话说，判断运行区域是否是已学习区域。如果运行区域属于学习还没被执行的区域，以至于步骤 S103 的回答是”否”，
下限夹紧压力的检测控制被执行（在 S104）。在这种检测控制中，当
S101 的条件被满足时，设定夹紧压力的油压的命令值被降低，即车辆的行驶状态是稳定行驶状态或者是准稳定行驶状态，而且当无级变速器 1 的打滑没有被检测出时，夹紧压力在实际油压达到关于最小命令
30 值的压力的状态下被检测出来。于是作为以这样的方式获得下限夹紧压力的结果，在运行区域中被学习值能被从当前运行状态下的输入扭

5

矩得到的理论夹紧压力和被检测的下限夹紧压力中获得。因此，这种运行区域成为了已学习区域。例如，被学习值是通过反推计算从下限夹紧压力获得的输入扭转和类似基于负荷因子估算的输入扭矩之间的一个比例系数。否则，被学习值可能是理论夹紧压力和下限夹紧压力之间的一个比例系数或者偏差。

10

相反的，如果步骤 S103 的回答是”是”，特别的，如果当前运行状态位于已学习区域，预设控制 1 或者预设控制 2 被执行（在 S105）。尽管那些预设控制 1 和 2 将在后文中被详细描述，它的主要内容示下限夹紧压力的检测。根据那些预设控制，根据关于运行状态是否在学习区域中的判断，在不同运行区域中执行学习。

15

另一方面，如果步骤 S101 的回答是”否”，特别的，如果学习控制的开始条件没有被满足，通常的夹紧压力控制被执行（在步骤 S106）。通常夹紧压力控制主要针对在无级变速器 1 中传递力矩而不会导致打滑，它是一种提供者液压控制单元 20 的线性压力或初始压力到从动皮带轮 14 侧的执行器 17 上的控制。换句话说，通常的夹紧压力控制是一种设定夹紧压力的控制，即下列压力的总和：基于输入扭矩（估算值）决定的理论夹紧压力，估算变化的补偿压力，用于处理在颠簸路面上估算出的由于路面波动导致的作用在无级变速器 1 上的扭矩波动的压力，等等。因此，被设定的夹紧压力要高于前面所述的下限压力或者打滑限制压力。

20

如果运行状态位于下限夹紧压力检测区域之外，使得步骤 S102 的回答是”否”，则判断当前的运行状态是否是已学习区域（在步骤 S107）。这个步骤是类似于前面提及步骤 S103 的一个判断步骤。如果，被学习值已经被获得使得步骤 S107 的回答是”是”，下限夹紧压力反应控制被执行（在步骤 S108）。正如上面所描述的，被学习值是一个被称作额外压力的值，例如被加到实际所需夹紧压力的补偿压力，一种在控制中变化和估算偏差的考虑。被学习值基于实际运行状态被估

30

5

算。因此，在步骤 S108，从基于当前负荷因子和其它因子获得的输入扭矩（或者估算的输入扭矩）计算得到的理论压力根据学习值被修正，而且油压被控制以至于设定到修正的油压。其结果是，估算被估算偏差的额外扭矩或者类似值从夹紧压力中被消除。因此，夹紧压力可以被设定很低而不会导致打滑。

10

如果当前的运行状态属于的区域的被学习值还没有被获得以至于步骤 S107 的回答是“否”，通常的控制作为前面所述的步骤 S106 被执行（在步骤 S109）。

15

下面，这里将被描述预设控制 1，它在前面所述的步骤 S105 被执行。图 3 是用于解释预设控制 1 的控制实例的流程图。首先，判断蓄电池 5 的充电状态（下文中简称为 SOC）是否是预设值或小于预设值。这个预设值小于蓄电池 5 的全充电状态的值。换句话来说，在步骤 S201，判断电机发电机 3 是否能完成再生行为。

20

如果步骤 S201 的回答是“是”，运行区域的存在被决定（在步骤 S202），其中速度和当前发动机速度（或者叫 E/G 速度）一样，但是负荷因子和当前发动机速度不一样，而且它的被学习值还不能被获得。通过参考图 2 这种情况被解释。特别的，这是区域存在的检测或者判断，它在预先决定的已学习区域的上部或者下部区域，预先决定的已学习区域在图 2 中由虚线包围的下限夹紧压力检测区域内。那么，基于步骤 S202 的决定结果确定未学习区域的存在（在 S203）。

25

如果未学习区域存在以至于步骤 S203 的回答是“是”，获得未学习区域的被学习值的控制被执行。首先，输出增加或者减少负荷因子到未学习区域的命令，然后再生扭矩或者驱动力矩以来自于负荷因子变化的结果估算发动机扭矩（或者估算 E/G 扭矩）的增加或变化数量被输出（在步骤 S204）。特别的，抑制来自于因为电机发电机 3 使得发动机 2 运行状态变化的输出扭矩变化的控制被执行。因此，原则上

30

说，输入到无级变速器 1 上的扭矩没有变化发生。

在这种情况下，下限夹紧压力的检测控制被执行（在步骤 S205）。这是类似于前面所述步骤 S104 的一种控制，而且这种控制将会减少
5 夹紧压力到下限，通过按照预设的斜率逐渐减少油压命令值到由结构上被决定的最小值并且在预先设定的时间段里保持被减少的命令值，或者在逐步减少它之后逐渐减少油压命令值到最小值并在预先设定的时间段里保持被减少的命令值。作为结果，当前的夹紧压力被检测。被学习值通过使用因此获得的下限夹紧压力被获得。

10

这里将解释被学习值的计算实例。夹紧压力 Psccal 由下式决定：

$$Psccal = (Tin \cdot \cos\theta) / 2 \cdot \mu \cdot Aout \cdot Rin$$

这里符号 θ 代表皮带轮 12 和 14 夹紧皮带 15 的夹紧角， μ 是摩擦系数（估计值），Aout 项代表从动皮带轮 14 侧的执行器 17 的活塞的接受区域的压力，Rin 项代表在驱动皮带轮 12 上带 15 的运转半径。另外，输入扭矩 Tin 是发动机扭矩 Te 加电机发电机 3 的扭矩 Tm 之和。因此，计算示可以用下列公式表达：

$$Tin = Te + Tm$$

20

夹紧压力是从动皮带轮 14 侧的执行器 17 的实际油压 Pd 加由机械因子建立的压力 Psch 之和，例如离心油压，弹簧的弹性力等等。因此，实际油压 Pd 使用前面所述的关于输入压力的夹紧压力 Psccal，被下列公式表达：

25

$$Pd = Psccal - Psch$$

发动机扭矩 Te 能使用那些公式被解答，而且它被下列公式表达：

$$Te = \{(Pd + Psch) \cdot (2\mu \cdot Aout \cdot Rin) / \cos\theta\} - Tm$$

30

在公式中实际油压 Pd 被油压传感器 25 检测，当压力被下限夹紧

压力的命令值设定，而且电机发电机 3 的扭矩 T_m 从例如电机发电机 3 的电流值的数据中被获得。另一些参数在机械或者结构上被决定。因此，关于下限夹紧压力的发动机扭矩通过先前所述的公式被计算出来。

5

另一方面，通过改变负荷因子到未学习区域估算出的被估算发动机扭矩能被预先获得作为发动机 2 的特征数据，再生扭矩 T_m 或者驱动扭矩 T_m 能够从控制数据中容易的获得，而它们和发动机负荷因子的变化同步。因此，被估算的发动机扭矩相关值（即被估算的输入扭矩） T_{pre} ，它在改变负荷因子之后被估算，能够从发动机 2 的负荷因子或类似参数获得的被估算扭矩值和电机发电机 3 的扭矩 T_m 中容易的获得。
10

10

因此，未学习区域的被学习值 α 能够作为那些扭转之间的比例系数被获得，即：
15

$$\alpha = T_e / T_{pre}$$

也就是说，这个已学习值 α 和发动机扭矩或者关于发动机扭矩的夹紧压力（或者理论夹紧压力）的修正系数相应。

20

25

因此获得被学习值 α 的结果中，未学习区域变成了已学习区域。这里，如果先前所述步骤 S201 的回答是“否”，而且如果运行状态处于已学习区域以至于步骤 S203 的回答是“否”，那么反映在夹紧压力设定上的下限夹紧压力的控制被执行。在前面所述的被学习值 α 的实例中，输入扭矩通过从发动机 2 或类似的负荷因子获得的被估算的发动机扭矩与被学习值 α 相乘得到，而且夹紧压力基于被计算的输入扭矩被获得。因此，包括在被估算的发动机扭矩中的关于额外压力（或者额外压力的某个百分数）的夹紧压力被消除。因此，有可能优化夹紧压力。

30

5

图 4 示意性的表示出扭矩、油压和变速比的变化，其中先前所述的控制被执行。作为控制开始的结果，发动机扭矩 T_e 增加。然而，在另一方面，电机发电机 3 的再生扭矩 T_m 依照发动机扭矩 T_e 的增加被产生。输入到无级变速器 1 的输入扭矩从而被充分的保持稳定。同时，油压命令值被逐渐的减少以至于实际油压 P_d 被逐渐的减少到下限夹紧压力。而且，变速比被保持在恒定值上。因此，在传动皮带轮上的带 15 的运转半径 R_{in} 将不被改变。

10

在夹紧压力达到下限之后，油压命令值被逐步的增加到大于初始值的值，然后使用被学习值的夹紧压力控制（即反应控制）被执行。作为结果，夹紧压力被设定到低于通常控制的压力。

15

20

根据前面所述的控制，通过甚至当夹紧压力被减少到下限时在不会导致打滑的运行状态中改变发动机负荷因子，并通过偏移由于电机发电机 3 使得发动机负荷因子变化导致的发动机扭矩的变化，在到无级变速器 1 输入扭矩保持恒定不改变的状态下执行学习。因此，可能获得未学习区域的被学习值而不用改变发动机的运行状态和输入到无级变速器 1 的输入扭矩。此外，如果运行状态进入未学习区域时，夹紧压力能够通过使用被学习值被优化。由于这个原因，可能在大范围运行区域中执行学习，而不用等待车辆运行状态中的变化。

25

根据本发明的控制系统，属于不同于在实际行驶中当前发动机 2 的运行状态的运行区域的学习，通过改变发动机 2 的运行状态被执行。这能够在运行区域的广大区域中执行学习，另一方面，学习也在实际工作中极少使用的运行区域内被执行。因此，为了避免执行这种无用的学习，学习的执行和不执行通过对运行频率的评价被决定。一个实例如图 5 所示。这里，在图 5 所示的控制实例中，评价或者决定运行频率的步骤被加入到图 3 所示的控制实例中。因此，通过分配共同附图标记到图 5 中，图 3 所示控制实例的通用步骤的深入描述将被省略。

30

在图 5 中，如果发动机速度和在已学习区域中的一样而且负荷因子不同于已学习区域中的数据的运行区域是未学习区域，以至于步骤 S203 的回答是“是”，则属于未学习区域的运行状态使用中的频率被评价（在步骤 S207）。关于车辆的行驶模式，在典型的行驶模式中，
5 例如，车辆被加速，然后以恒定速度行驶，然后通过制动器制动。这意味着用于使用强的发动机制动不是那么经常的。关于发动机 2 的运行区域，因此，图 2 中阴影区域的运行频率是经常的是可以得到的。由于这个原因，通过预先存储这些经常使用的运行区域，前面所述步骤 S207 的评价也可以参考这些经常使用运行状态的数据被执行。除此之外，或者对其补充，通过计算实际行驶中每个运行区域的使用次数，
10 前面所述 S207 的评价也可以参考独立运行区域的被分类的运行频率的数据被执行。

那么，随后评价在前面所述的步骤 S207 的未学习区域的运行频率，
15 判断未学习区域是否被经常使用（在步骤 S208）。如果步骤 S208 的回答是“否”，特别的，未学习区域的运行频率是中等或高时，从而程序前进到前面所述的 S204 和 S205，夹紧压力的学习被执行。相反的，如果未学习区域的运行频率是低的而且步骤 S208 的回答是“是”，当前的运行区域属于已学习区域（参考 S103）以至于下限夹紧
20 压力反应控制在当前运行区域被执行（在步骤 S206）。特别的，低频率使用运行区域的学习被禁止。

由于图 5 所示控制执行的原因，因此，包括用于减少夹紧压力的操作的学习控制的执行次数被减少。其结果是，在无级变速器 1 中，
25 由于减少夹紧压力导致打滑的可能性和机会能够被减少。

另外，在图 1, 3 和 5 中的前面所述的控制中，通过减少到无级变速器 1 的输入扭矩到下限夹紧压力侦侧区域执行学习，在这个区域中尽管油压命令值被减少到最小，打滑的可能性也是微乎其微。作为选择，，在打滑可能发生的运行区域中，通过减少夹紧压力直到打滑
30

开始发生时从而学习打滑极限夹紧压力，而且通过由电机发电机 3 控制发动机 2 的输出扭矩到已学习区域的输入扭矩，在未学习区域的夹紧压力可以执行学习。

5

因此在被深入描述的控制实例中，输入到无级变速器 1 的输入扭矩不发生变化。然而，根据本发明，夹紧压力的学习可以通过改变发动机 2 的负荷因子和保持车辆的整个驱动力矩基本恒定被执行。这样能够设定不仅是输入扭矩的被估算偏差而且是摩擦系数的被估算偏差被修正的夹紧压力。

10

15

图 7 示意性的表示了四轮驱动混合动力车辆的动力传动系。在这种结构中，前面所述的行星齿轮机构 6 被提供作为一种前进/后退的切换机构。特别的，太阳齿轮 7 和行星齿轮机构 6 通过带有锁止离合器的扭矩转换器 26 相连。而且，这里提供的锁住离合器 Co 用于选择性的连接太阳齿轮 7 和托架 9。此外，无级变速器 1 上的托架 9 和输入轴 11 被互相连接。另外，扭矩从无级变速器 1 的输出轴 13 被输出到前轴 19 上。另一方面，电机发电机 3 被安装在后轮侧，被连接到后轴 28 上。其余的结构和图 6 中的结构类似，所以通过分配共同附图标记到图 7 中深入的描述被省略。

20

25

参考图 8 到 11，这里将被描述的是施加到四轮驱动车辆上的夹紧压力的控制实例。在图 8 中，首先，判断控制开始条件是否被满足（在步骤 S401）。这个判断类似于前面所述步骤 S101 的步骤 S101。如果步骤 S401 的回答是“是”，则判断发动机 2 的运行状态是否在限制夹紧压力的检测区域。这里，限制夹紧压力是夹紧压力，其中过大的打滑（即大量的打滑）在无级变速器 1 中开始发生，或者说恰在大量的打滑前的夹紧压力。因此，限制夹紧压力的区域在图 2 的阴影区域的外面。另外，也可能检测到前面所述的下限夹紧压力，而不是限制夹紧压力。因此，图 8 所示的控制的流程图和图 1 所示的图类似。

30

5

如果步骤 S402 的回答是”是”，则判断被学习值是否已经在当前运行状态属于的区域中被获得。这个判断类似于前面所述步骤 S103 中所做的。如果步骤 S403 的回答是”否”，限制夹紧压力的检测控制被执行（在步骤 S404）。特别的，通过当设定夹紧压力在通常控制中时逐渐减少油压命令值，和监视变速比和减少过程中变速率，打滑的发生和发生时的夹紧压力被检测。另外，如果当前运行状态在下限夹紧压力检测区域中时，检测下限夹紧压力，而不是打滑限制夹紧压力。相反的，如果步骤 S403 的回答是”是”，之后描述的预设控制 3 被执行（在步骤 S405）。

10

15

如果步骤 S401 的回答是”否”，减少夹紧压力的条件不满足，因此，通常夹紧压力被执行（在步骤 S406）。这个控制类似于图 1 中前面所述的步骤 S106 执行的控制。此外，如果步骤 S402 回答是”否”，则判断当前运行状态是否在已学习区域（在步骤 S407）。如果当前运行状态在已学习区域中，基于被学习值的反应限制夹紧压力的夹紧压力控制被执行（在步骤 S408）。相反的，如果步骤 S407 的回答是”否”，通常的夹紧压力控制被执行（在步骤 S409）。

20

25

下面，参考图 9 和 10，在步骤 S405 的预设控制 3 被描述。也在预先控制 3 中，电机发电机 3 被驱动和运行以完成再生行为。电机发电机 3 被驱动或运行以完成在预设控制 3 中的再生行为。因此，判断蓄电池 5 的状态是否能够完成再生行为，即 SOC 是预设值或更小。这种判断类似于前面所述的步骤 S201 所做的判断。如果步骤 S501 的回答是”是”，未学习区域的存在被决定（在步骤 S502），其中发动机速度一样而负荷因子不同，然后，判断未学习运行区域的存在（在步骤 S503）。作为步骤 S502 和 S503 那些控制和图 3 所示的步骤 S202 和 S203 是类似的。

30

如果未学习区域存在以至于步骤 S503 的回答是”是”，当前的驱动命令 F_tgt 基于当前加速踏板开度和车辆速度被计算。这个计算在

现有技术中已经作出，例如，通过使用映射值或依照运算表达式。然后在研究区域中的估算的发动机扭矩 Te_{pre} 被计算（在步骤 S505）。正如已经被描述的，运行区域被负荷因子和速度决定，以至于被估算的发动机扭矩 Te_{pre} 能够基于那些数据被计算。

5

在图 7 所示的动力系统中，发动机 2 的输出扭矩被传递到前轴 19。因此，被估算驱动命令 Ff_{pre} 使用下列公式被计算（在步骤 S506）：

$$Ff_{pre} = Te_{pre} \cdot \gamma \cdot \eta f_{pre}$$

10

这里， γ 项代表前侧的变速比， η 项代表前侧的动力传递效率。

此外，后轮侧（即后侧）的扭矩 Tm_{pre} ，它被需要保持或者不改变车辆的整个驱动力（或者驱动扭矩），使用下面的公式被计算（在步骤 S507）：

15

$$Tm_{pre} = (F_{tgt} - Ff_{pre}) \cdot Rr / (gr \cdot \eta f_{pre})$$

这里， Rr 项代表后轮的有效半径， gr 项代表后侧的变速比，而且 ηf_{pre} 项代表后侧的动力传递效率。

20

在随后的步骤 S508，当保持驱动力时，用于改变发动机 2 的运行区域的预设控制 4 基于那些被计算的数据被执行。控制实例在图 10 中被表示，而且相关的时间图在图 11 中被表示。在图 10 中，发动机 2 的负荷因子被改变到未学习区域，同时后侧的扭矩被改变到在步骤 S507 获得的 Tm_{pre} （在步骤 601）。它通过发动机扭矩的增加和被电机发电机 3 完成的再生被实例化。那些在图 11 中被表示出来。

25

既然这样，如果被估算的发动机扭矩 Te_{pre} 小于实际的发动机扭矩，电机发电机 3 的扭矩的减少量可能非常大。因此，在车辆驱动力的减少量可以被减少，而且车辆速度也可以被降低。此外，如果车辆速度下降，发动机速度被减少以至于运行区域被改变。为了避免这

30

5

种情况，因此，发动机速度（即无级变速器 1 的输入速度）通过无级变速器 1 的变速控制（即降档命令）被保持在恒定的速度（在步骤 S602）。另外，因为在这个过程中作用在无级变速器 1 上的扭矩被增加，供给到从动皮带轮侧 14 的执行器 17 以设定夹紧压力的油压（即第二油压）被增加。

10

此外，由于前面所述的变速控制（即降档命令），前侧的驱动力被改变。因此，为了补偿前侧驱动力中的变化，后侧的扭矩被电机发电机 3 控制（在步骤 S603）。作为结果，当保持车辆的整个驱动力几乎没有变化时，发动机 2 的运行状态，即到无级变速器 1 的输入扭矩，被改变。因此被设定的发动机 2 的运行状态是未学习区域，因此，限制夹紧压力的检测控制被执行（在步骤 S509）。

15

20

一种情况在图 11 中被示意性的表示。第二油压的命令值如虚线表示的被逐步减少，而且以预先设定的斜率逐渐减少。实际油压响应命令值的减少被逐渐减少。在这个过程中，当无级变速器 1 中的打滑发生时，由于输入速度的增加，变速比被增加。因此，在此行为的这种变化下无级变速器 1 的打滑被检测，而且在打滑开始时刻的油压作为限制夹紧压力被检测。这里，如图 11 所示，由于打滑被检测的原因，第二油压被逐步增加，以便向打滑会聚。

25

基于步骤 S509 被检测的限制压力，被学习值被计算。基于下限夹紧压力的前面所述的计算，被学习值的计算可以完成。而且，正如反应基于夹紧压力控制的下限夹紧压力的被学习值的前面所述的控制，在夹紧压力控制上的反应学习值的控制能够被执行。

30

这里，如果前面所述步骤 S501 是“否”，或者如果前面所述步骤 S503 是“否”，当前运行状态处于已学习区域，以至于限制夹紧压力反应控制使用每个运行区域的被学习值被执行（在步骤 S510）。

根据用于执行前面所述控制的本发明的控制系统，当改变负荷因子或者发动机的输出扭矩 2 到负荷因子或者在未学习区域的输出扭矩，和抑制由于电机发电机 3 使得发动机 2 的运行状态中的变化导致的驱动力的变化时，夹紧压力的学习被执行。因此，在未学习区域中的被学习值能通过改变发动机 2 的运行区域而不改变车辆的运行区域 5 被获得。特别的，在图 8 到 10 所示的控制实例中，通过改变输入到无级变速器 1 的扭矩，学习被执行。因此，发动机扭矩和摩擦系数的被估算的偏差反映在要获得的被学习值。根据使用被学习值的夹紧压 10 力控制，因此，设定修正输入扭矩和摩擦系数的被估算偏差的夹紧压 力是可能的。这更加正确的优化了夹紧压力。此外，如果运行状态处 于未学习区域，夹紧压力能够使用被学习值被优化。作为结果，学习 15 能够在大范围内被执行，而不用等待车辆运行状态的变化。

前面所述特殊实例和本发明的关系将被简单的描述。用于执行步 15 骤 S204 和 S601 的装置和本发明的运行状态改变装置和扭矩变化抑制装置一致，用于执行步骤 S205 和 S509 和本发明的夹紧压力学习装置一致，用于执行步骤 S207 的装置和本发明中用于改变运行状态到经常使用的运行状态的装置一致，用于执行步骤 S208 的装置和本发明中用于在不经常使用运行区域中禁止学习的装置一致，而且用于执行 20 步骤 S602 和本发明中变速比控制装置一致。

这里，本发明不应该被限制在详细描述的具体实例中。用于由于发动机运行状态变化导致的无级变速器中输入扭矩或者驱动力的变化的抑制装置可以是适合的装置而不仅仅是前面所述的电机发电机。举 25 个例子，用于改变发动机辅助驱动的负荷的装置，用于改变车辆制动器的制动力或者类似的装置可以被使用。因此，本发明应用的车辆不应该仅仅限制在混合动力车。本发明也可以被应用到具有一种原动机的普通车辆上，例如内燃机或者电机。而且，本发明可以被应用到不仅仅是带式无级变速器而且是环式无级变速器上。

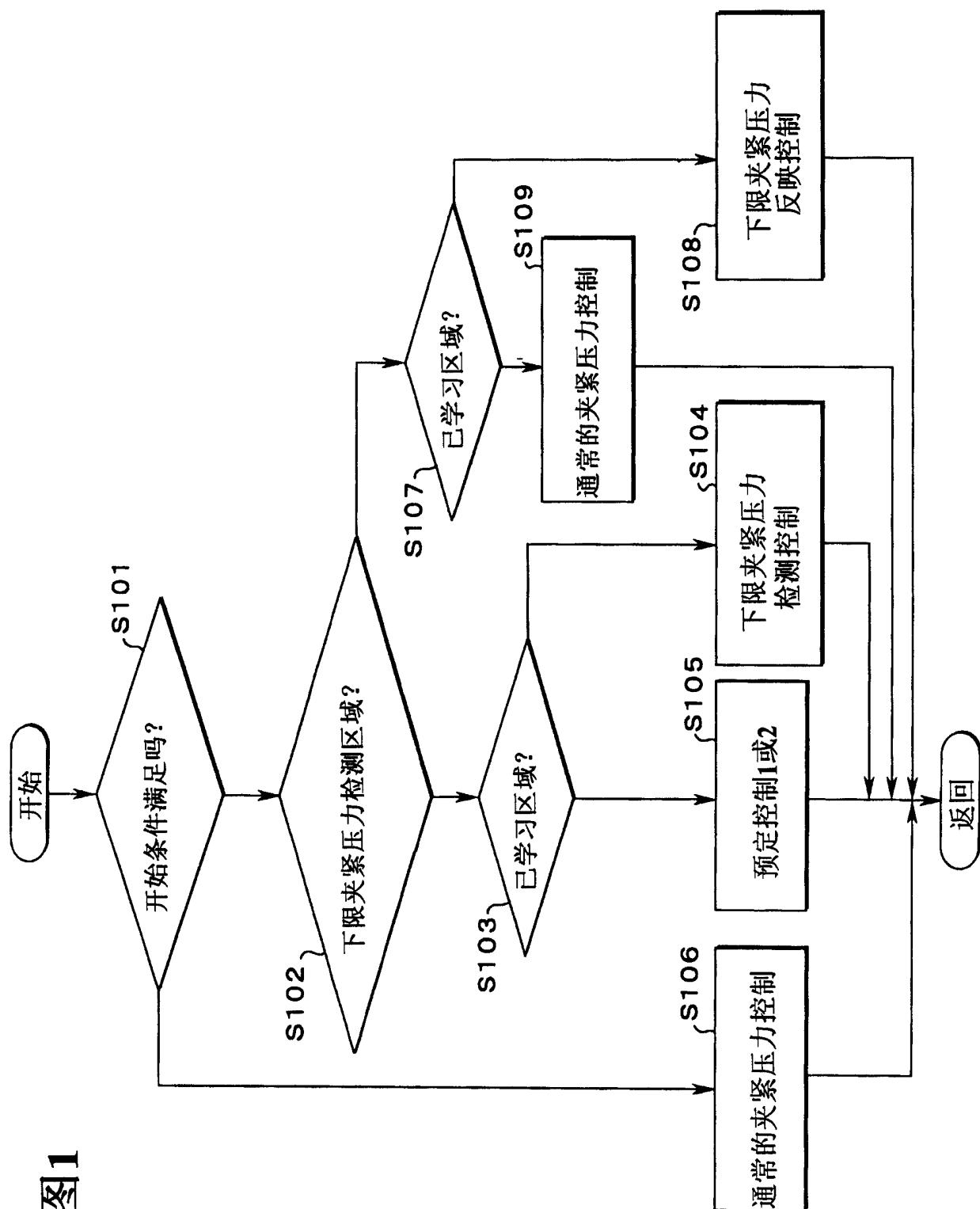


图1

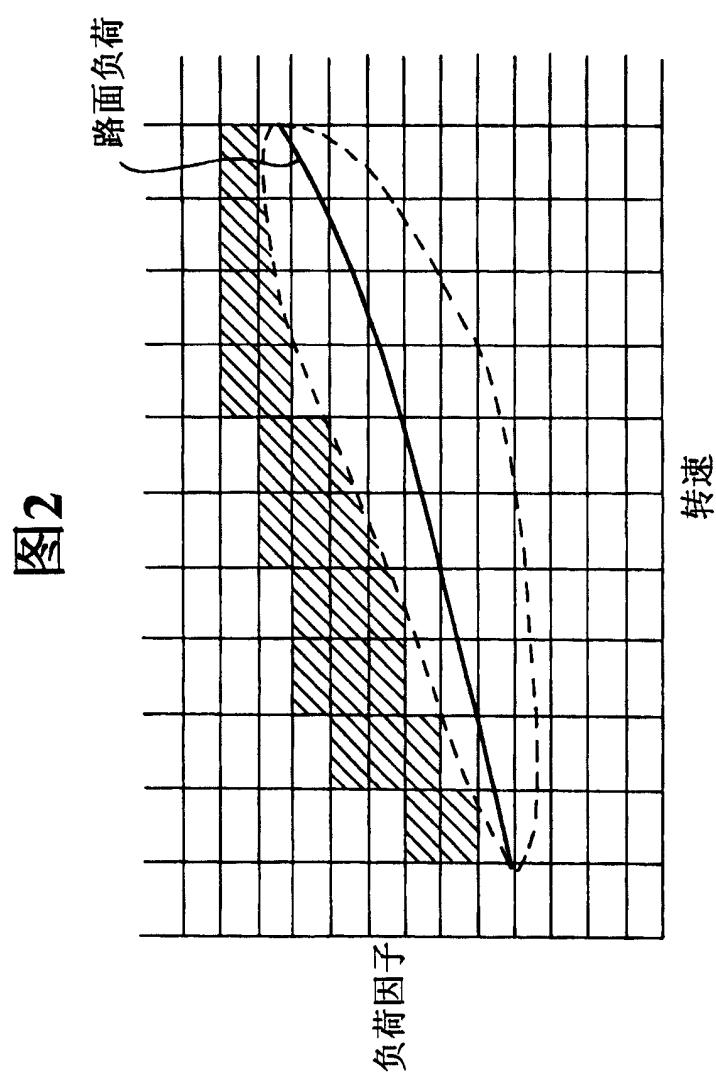


图3

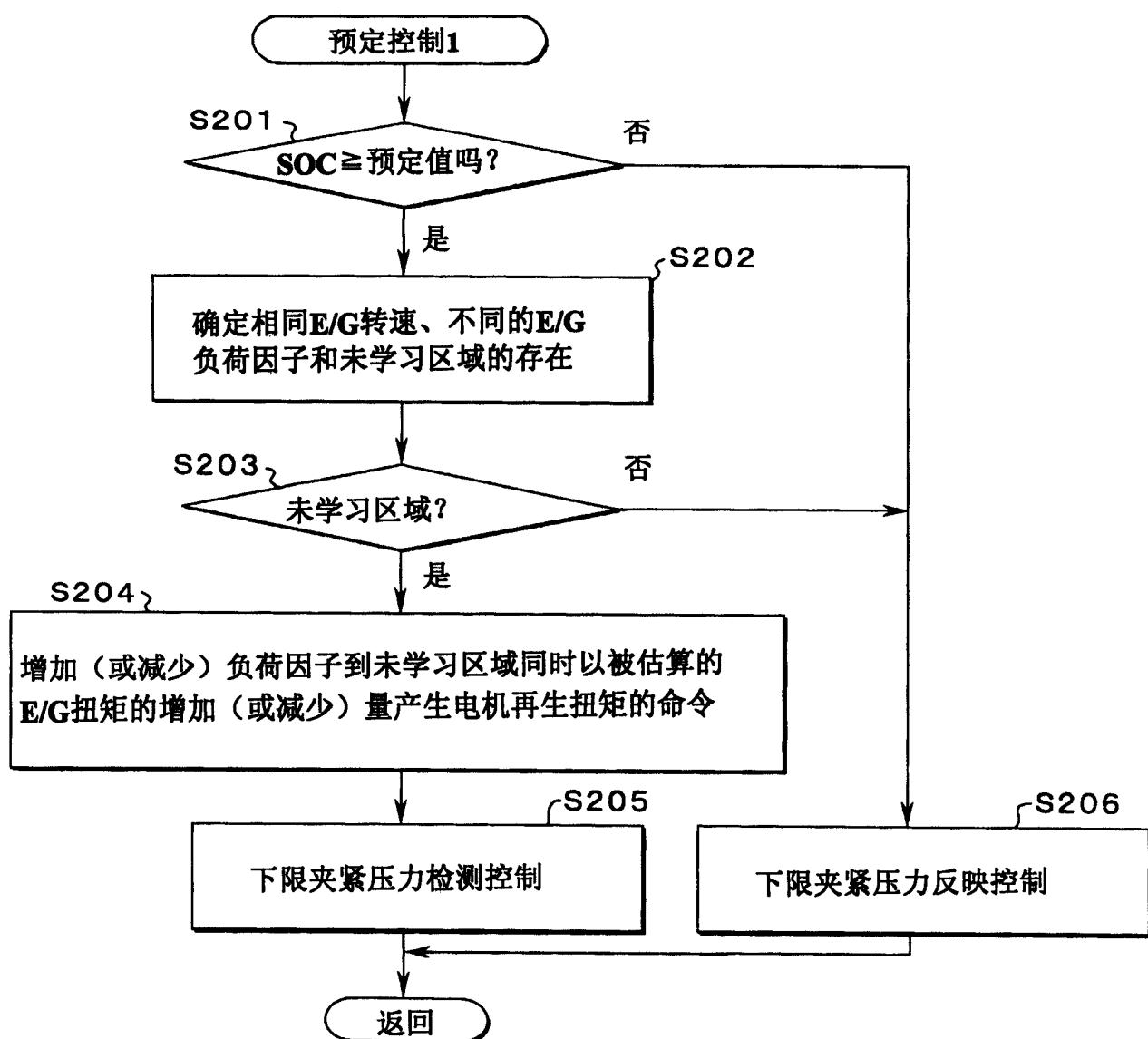


图4

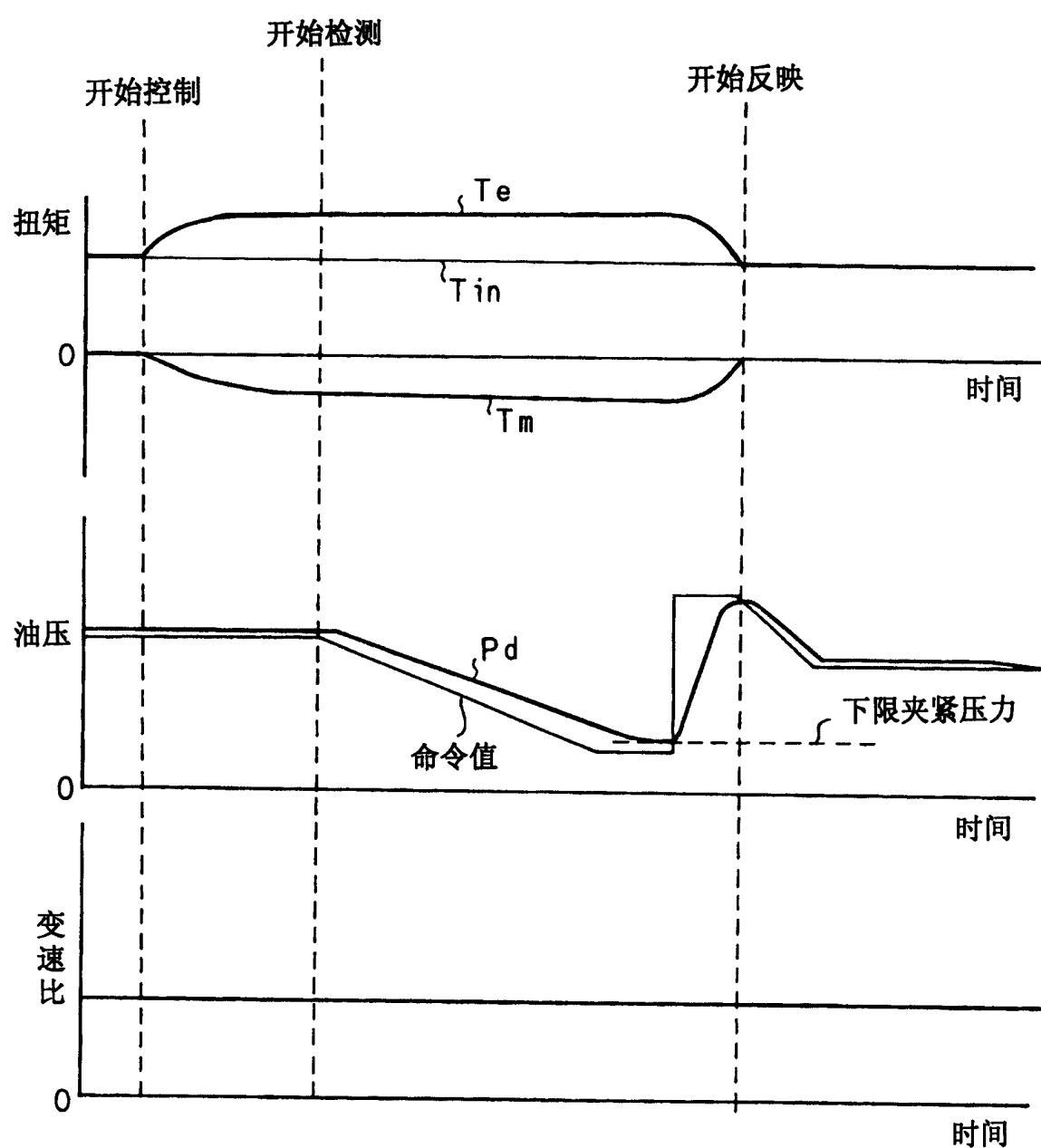


图5

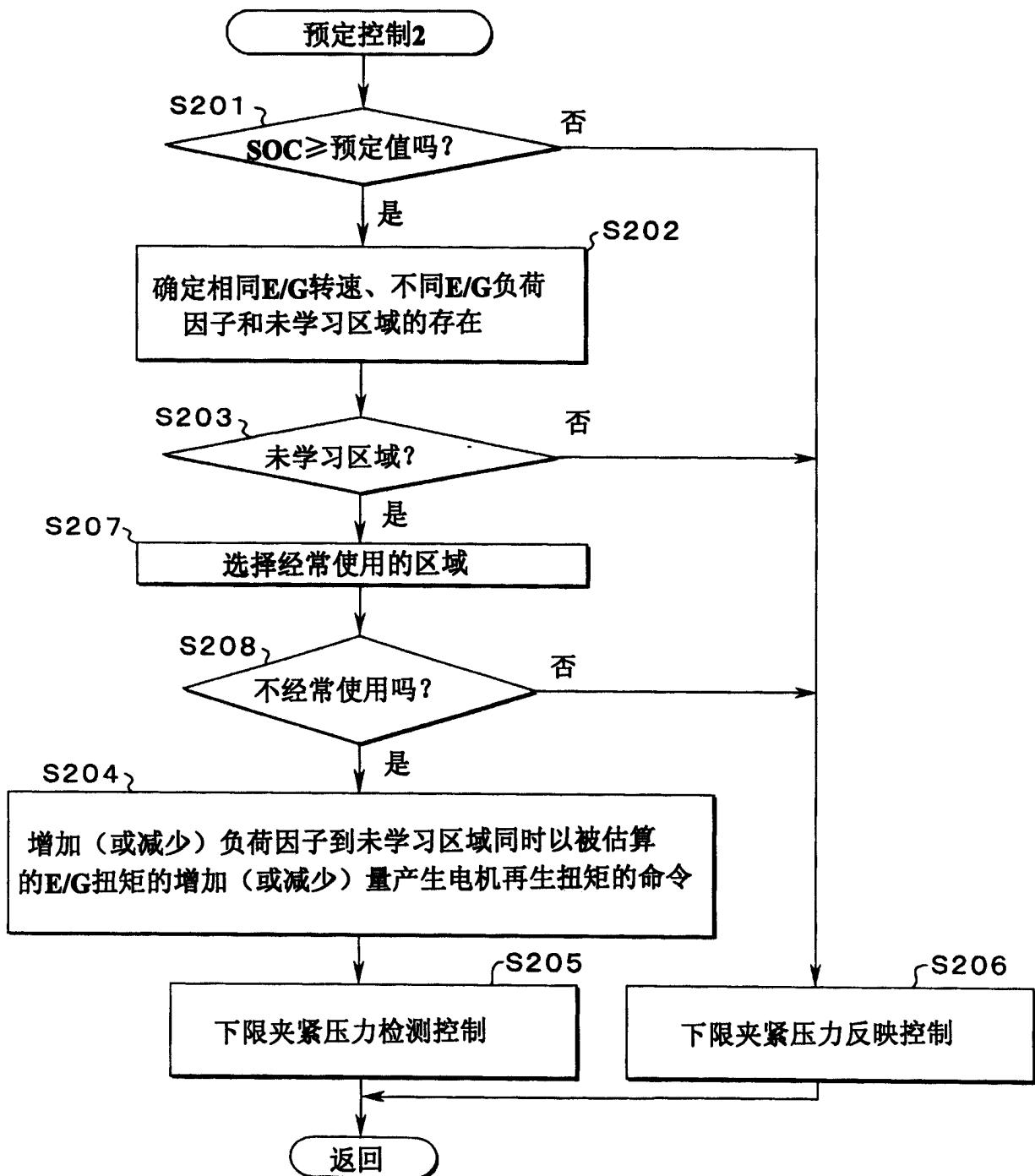


图6

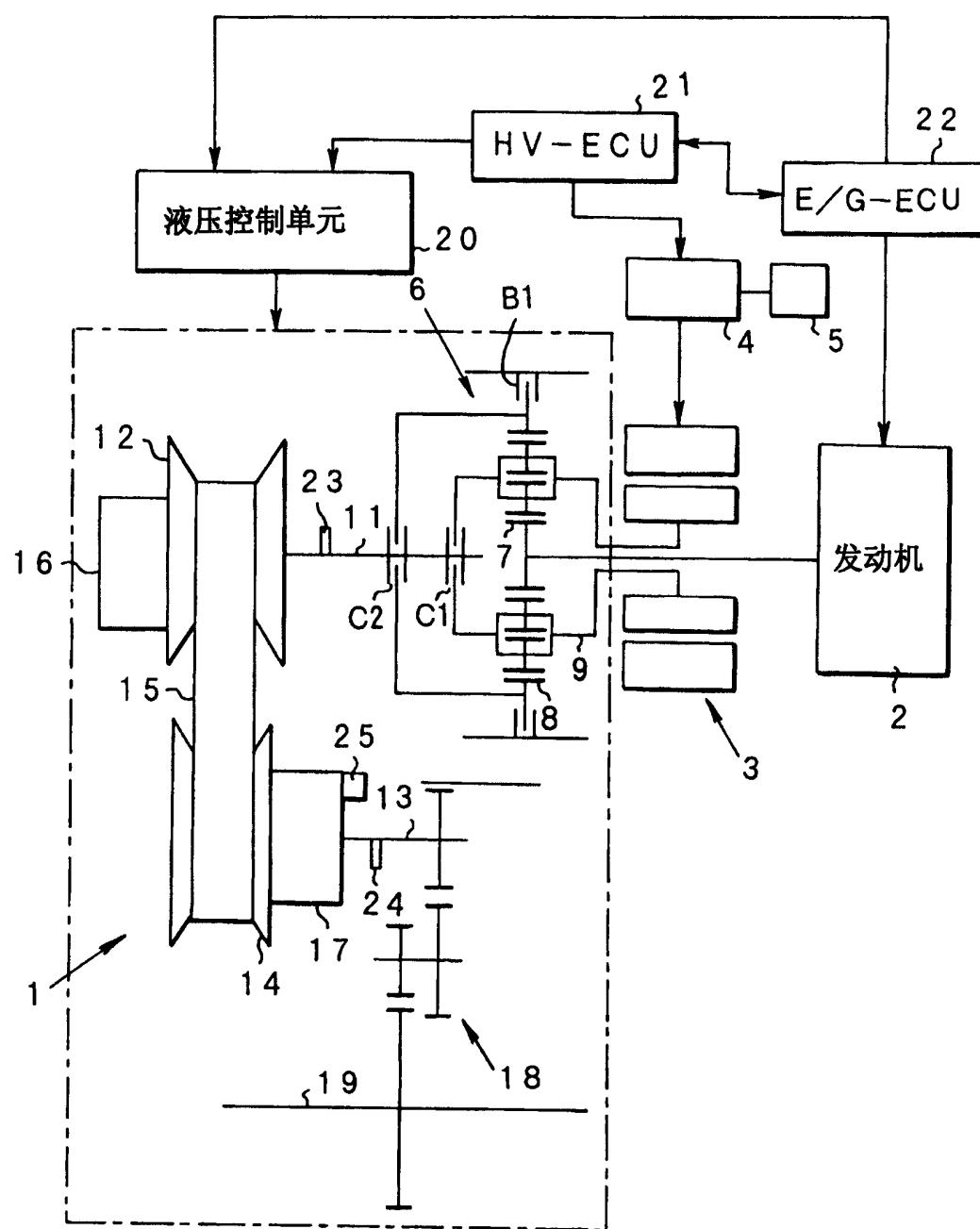
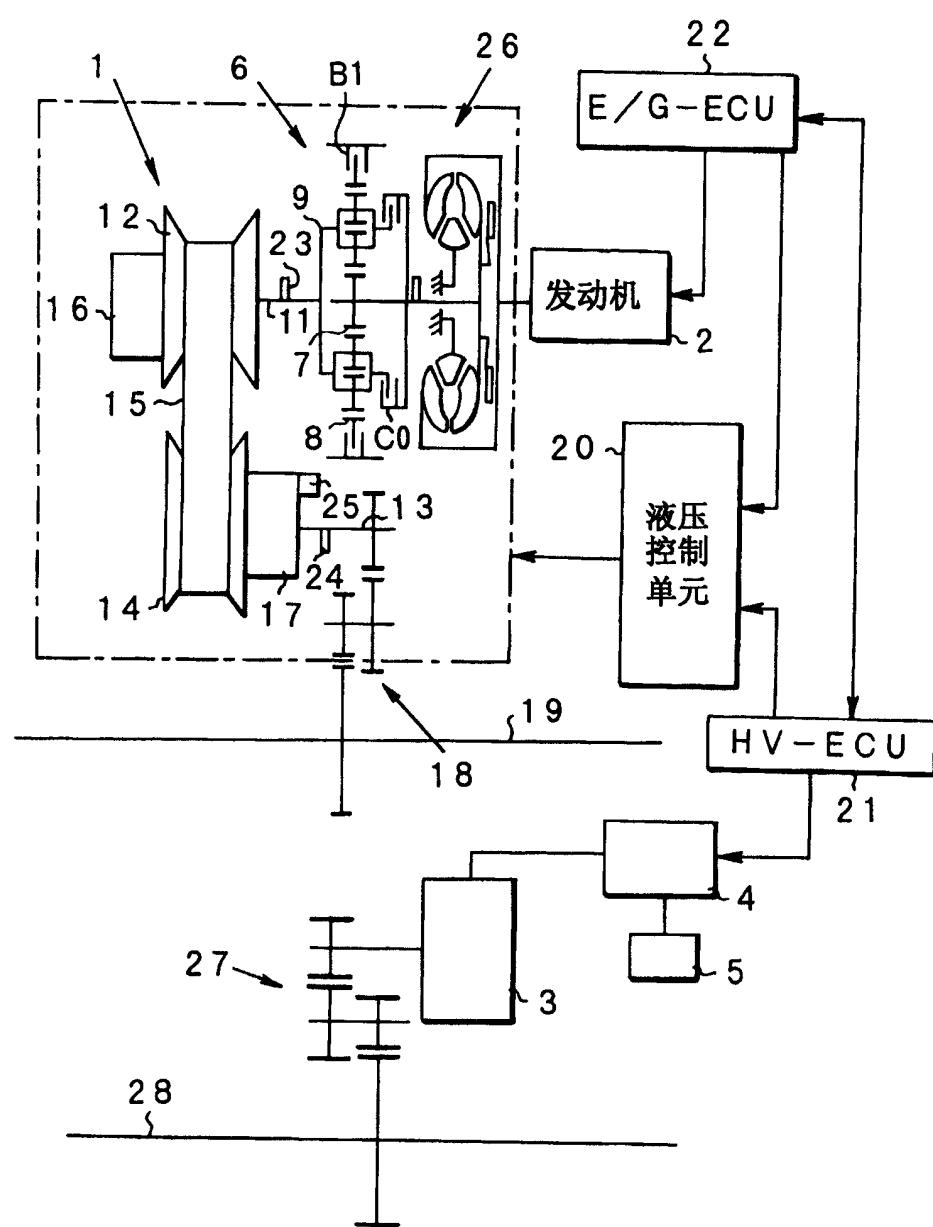


图7



8

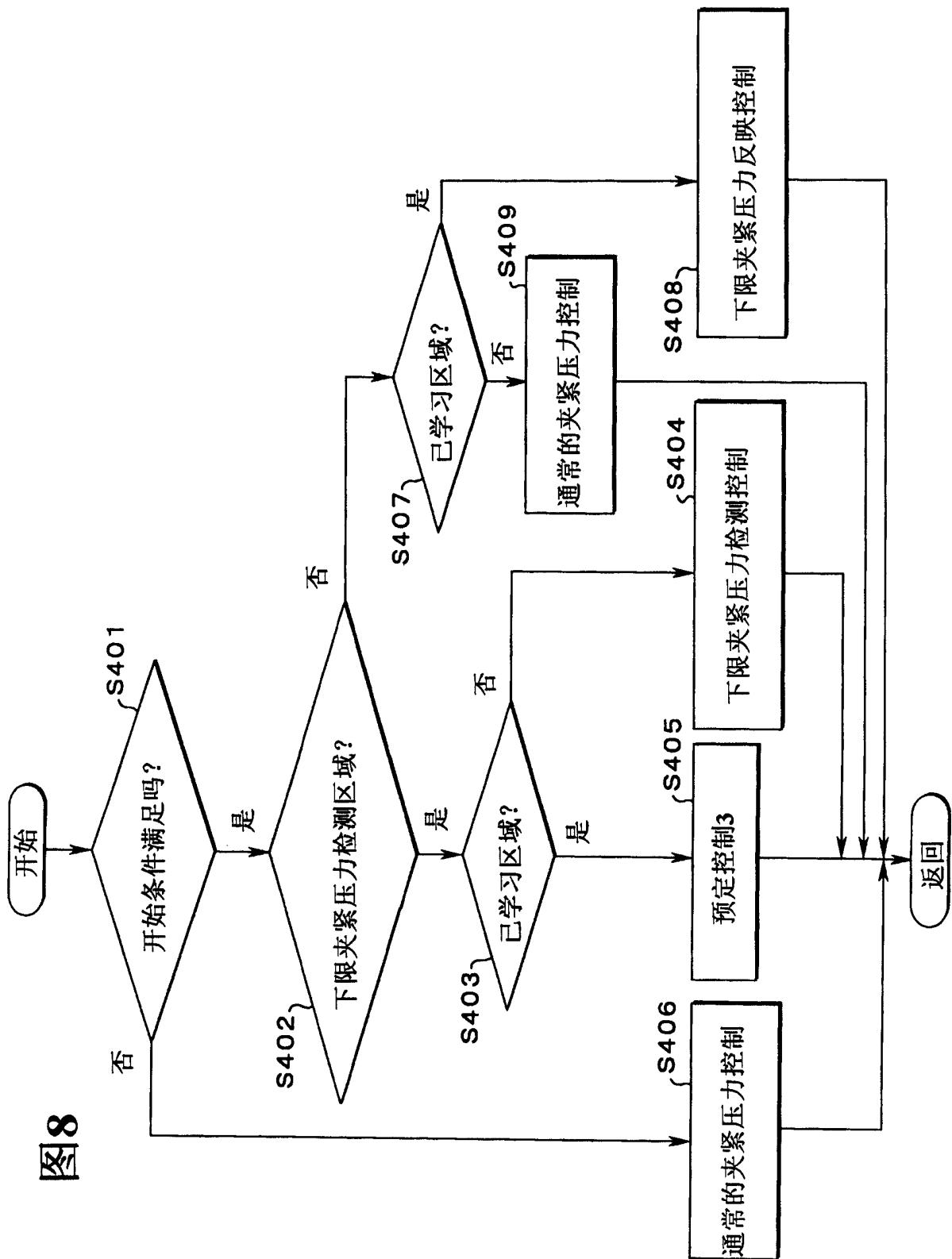


图9

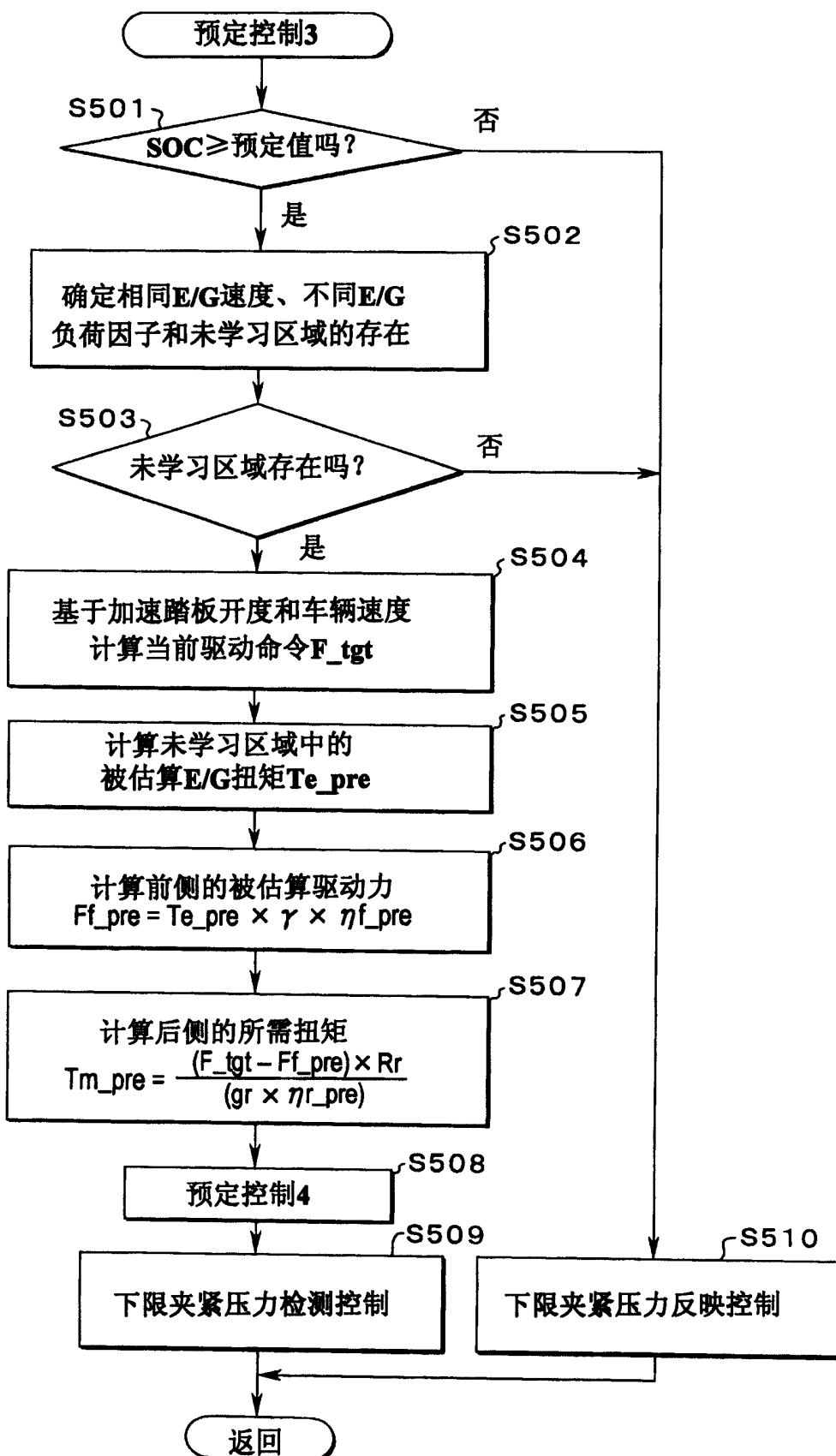


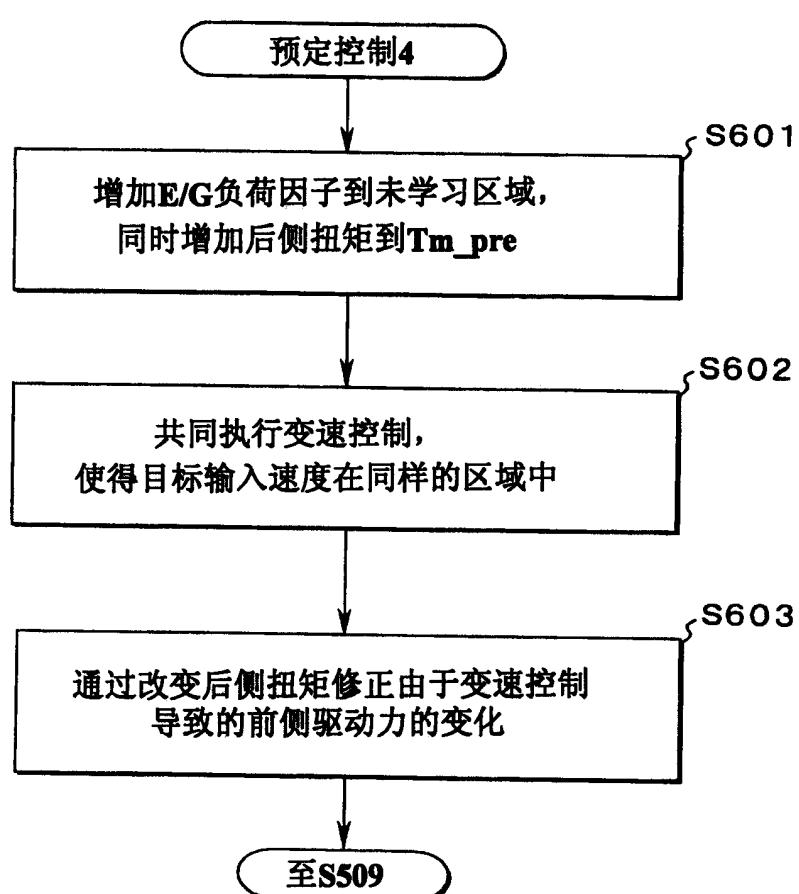
图10

图11

