

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610101303.8

[51] Int. Cl.

F02M 35/10 (2006.01)

F02M 35/112 (2006.01)

F02M 35/116 (2006.01)

F02M 35/16 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 1 月 17 日

[11] 公开号 CN 1896491A

[22] 申请日 2006.7.14

[21] 申请号 200610101303.8

[30] 优先权

[32] 2005.7.15 [33] JP [31] 207194/2005

[71] 申请人 丰田自动车株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 中村喜代治

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 马江立 吴 鹏

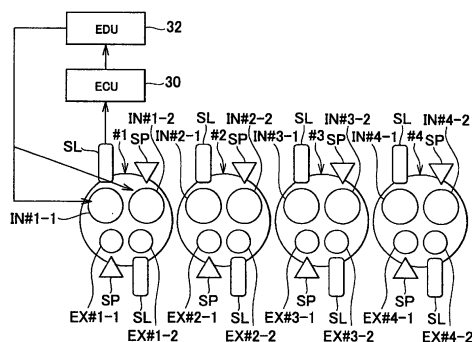
权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 17 页

[54] 发明名称

内燃机控制装置

[57] 摘要

本发明涉及一种内燃机控制装置，所述内燃机配备有包括每个都可以响应于控制装置(30)的指令而升降的主动阀(IN#1-1)和从动阀(IN#1-2)的多个阀，以及检测主动阀(IN#1-1)的提升量的提升传感器(SL)。控制装置(30)根据提升传感器(SL)的输出控制主动阀(IN#1-1)和从动阀(IN#1-2)的升降。内燃机还可包括检测从动阀(IN#1-2)的位置是否在预定范围内的接近传感器(SP)，以及曲柄转角传感器。控制装置(30)监视接近传感器(SP)的输出以检测从动阀(IN#1-2)相对于曲柄转角是否不同步，并在检测到不同步时执行对从动阀(IN#1-2)和对应于从动阀的主动阀(IN#1-1)的位置初始化的初始驱动控制。



1. 一种内燃机控制装置,所述内燃机配备有包括每个都可以升降的主动阀(IN#1-1)和从动阀(IN#1-2, IN#3-1)的多个阀,以及检测所述主动阀(IN#1-1)的提升量的提升传感器(SL),其特征在于:

所述控制装置(30)根据所述提升传感器(SL)的输出控制所述主动阀(IN#1-1)和所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)的升降。

2. 根据权利要求1所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述内燃机(2)还配备有:

检测所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)的位置是否在预定范围内的接近传感器(SP);

检测曲柄转角的曲柄转角传感器(6); 以及

其中,所述控制装置(30)监视所述接近传感器(SP)的输出以判定所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)相对于所述曲柄转角是否不同步,并在检测到所述不同步时执行对所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)和对应于所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)的所述主动阀(IN#1-1)的位置初始化的初始驱动控制。

3. 根据权利要求2所述的内燃机控制装置,其特征在于,当检测到所述不同步时,所述控制装置(30)增大所述主动阀(IN#1-1)和所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)中至少一个的驱动力。

4. 根据权利要求1所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述主动阀(IN#1-1)和所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)设置在所述内燃机(2)的同一气缸内。

5. 根据权利要求1所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述内燃机(2)还包括:

检测曲柄转角的曲柄转角传感器(6),

其中,所述主动阀(IN#1-1)和所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)设置在所述内燃机的多个气缸中不同的气缸内;所述控制装置(30)存储指示配备有所述主动阀(IN#1-1)的气缸的曲柄转角与所述主动阀(IN#1-1)的

提升量变化之间关系的数据,并根据所存储的数据控制所述从动阀(IN#1-2, IN#3-1)。

6. 根据权利要求5所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述多个气缸包括具有连续的点火顺序的第一气缸和第二气缸;所述主动阀(IN#1-1)为所述第一气缸而设置,所述从动阀(IN#3-1)为所述第二气缸而设置。

7. 根据权利要求5所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述多个气缸包括在其中所述多个气缸中的几个熄火的内燃机灭缸操作时继续点火的第一气缸,以及在所述灭缸操作时不点火的第二气缸;所述主动阀(IN#1-1)为所述第一气缸而设置,所述从动阀(IN#3-1)为所述第二气缸而设置。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述主动阀包括主动进气阀(IN#1-1)和主动排气阀(EX#1-2);所述从动阀包括与所述主动进气阀(IN#1-1)对应的从动进气阀(IN#1-2, IN#3-1)和与所述主动排气阀(EX#1-2)对应的从动排气阀(EX#1-1, EX#3-2);所述提升传感器(SL)包括设置在所述主动进气阀(IN#1-1)上的进气阀提升传感器(SL)和设置在所述主动排气阀(EX#1-2)上的排气阀提升传感器(SL);响应于所述进气阀提升传感器(SL)控制所述从动进气阀(IN#1-2, IN#3-1),响应于所述排气阀提升传感器(SL)控制所述从动排气阀(EX#1-1, EX#3-2)。

9. 一种内燃机控制装置,所述内燃机配备有每个都可以升降的多个阀,以及检测气缸的内部压力的压力传感器(SSP),其特征在于:

所述控制装置(30)根据所述压力传感器(SSP)的输出控制所述多个阀中至少一个阀的升降。

10. 根据权利要求9所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述内燃机(2)包括多个气缸,所述多个气缸包括具有连续的点火顺序的第一气缸和第二气缸;所述压力传感器(SSP)检测所述第一气缸的内部压力;所述控制装置(30)根据所述压力传感器(SSP)的输出控制所述多个阀中

为所述第一气缸而设置的阀和为所述第二气缸而设置的阀的升降。

11. 根据权利要求9所述的内燃机控制装置,其特征在于,所述多个阀包括进气阀(IN#1-1)和排气阀(EX#1-1);所述控制装置(30)根据所述压力传感器(SSP)的输出控制所述排气阀(EX#1-1)的升降,并与所述压力传感器(SSP)的输出无关地控制所述进气阀(IN#1-1)的升降。

内燃机控制装置

技术领域

本发明涉及一种内燃机控制装置。更具体地，本发明涉及一种控制进气阀和排气阀中至少一个的内燃机控制装置。

背景技术

对于相关的内燃机电磁驱动阀，例如，公开号为 JP-A-2001-152881 的日本专利申请公开了一种用于电磁驱动阀的异常诊断装置。所述异常诊断装置比较每个气缸中在相同驱动条件下被同时驱动的用于进气阀或排气阀的两个提升传感器的输出，并在两个传感器的输出之间的差异超过最大允许误差时判定存在异常。

然而，在所述结构中，为每个阀设置提升传感器，就成本而言是不利的。

另一方面，如果不使用提升传感器进行阀控制，由于车辆负荷变动等干扰，控制可能不适当地进行。这种干扰尤其显著影响排气阀的最佳开启和关闭。

发明内容

鉴于上述问题，本发明提供一种制造成本较低的内燃机控制装置。

根据本发明的一个方面，提供了一种内燃机控制装置，所述内燃机配备有包括每个都可以升降的主动阀和从动阀的多个阀，以及检测主动阀的提升量的提升传感器，所述控制装置根据提升传感器的输出指示主动阀和从动阀的升降。

根据本发明第一方面的内燃机还可以配备有检测从动阀的位置是否在

预定范围内的接近传感器，和曲柄转角传感器。控制装置监视接近传感器的输出以判定从动阀相对于曲柄转角是否不同步。当检测到不同步时，控制装置执行对从动阀和对应于从动阀的主动阀的位置初始化的初始驱动控制。

当检测到不同步时，控制装置还可以增大主动阀和从动阀中至少一个的驱动力。

主动阀和从动阀可以设置在内燃机的同一气缸内。

在具有多个气缸的内燃机中，主动阀和从动阀可以设置在不同的气缸内。控制装置可以存储指示配备有主动阀的气缸的曲柄转角与主动阀的提升量之间关系的数据，并根据所存储的数据控制从动阀。

所述多个气缸可包括具有连续点火顺序的第一气缸和第二气缸，主动阀为第一气缸而设置，从动阀为第二气缸而设置。

所述多个气缸还可包括在点火气缸数目减少的运转（以下简称“灭缸操作”）时继续点火的第一气缸，以及在灭缸操作时不点火的第二气缸。主动阀为第一气缸而设置，从动阀为第二气缸而设置。

另外，主动阀可以包括主动进气阀和主动排气阀，从动阀可以包括与主动进气阀对应的从动进气阀和与主动排气阀对应的从动排气阀。提升传感器可以包括设置在主动进气阀和主动排气阀上的阀提升传感器。从动进气阀可以响应于进气阀提升传感器而被控制，从动排气阀可以响应于排气阀提升传感器而被控制。

根据上述内燃机控制装置，减少了昂贵的提升传感器的数量，从而降低了制造成本。

另外，根据本发明的另一方面，提供了一种内燃机控制装置，所述内燃机配备有每个都可以升降的多个阀，以及检测气缸的内部压力的压力传感器，所述控制装置根据压力传感器的输出控制所述多个阀中至少一个阀的升降。

内燃机可以包括多个气缸，所述多个气缸包括第一气缸和第二气缸。第二气缸根据点火顺序为在第一气缸之后点火的气缸，并且压力传感器检

测第一气缸的内部压力。控制装置根据压力传感器的输出控制所述多个阀中第一气缸的阀和第二气缸的阀的升降。

所述多个阀可以包括进气阀和排气阀。控制装置可以根据压力传感器的输出指示排气阀的升降，并与压力传感器的输出无关地指示进气阀的升降。

根据上述内燃机控制装置，不必使用昂贵的提升传感器，这降低了制造成本。

附图说明

通过阅读以下结合附图对本发明的示例性实施例的详细说明，可更好地理解本发明的特征、优点以及技术和工业意义，附图中：

图 1 是示意性地示出整个内燃机的结构的视图；

图 2 示出根据本发明的第一示例性实施例为相应的阀而设置的传感器的配置；

图 3 是带有提升传感器的电磁驱动阀的结构的截面图；

图 4 是带有接近传感器的电磁驱动阀的结构的截面图；

图 5 是示出流过下部线圈和上部线圈的电流与阀提升量之间关系的波形图；

图 6 是示出由图 2 中所示的 ECU 执行的程序中的控制结构的流程图；

图 7 是为每个阀设置的电磁力映射图的一示例的视图；

图 8 是示出图 6 中的步骤 S8 的进气阀同步检查程序中的控制结构的流程图；

图 9 是示出当基于图 6 中所示的控制操作阀时提升传感器输出和接近传感器输出的波形图；

图 10 是示出在图 8 中的步骤 S20 执行的电磁驱动阀的初始驱动的视图；

图 11 示出根据本发明的第二示例性实施例的提升传感器的配置；

图 12 是示出根据本发明的第二示例性实施例由 ECU 执行的程序中的

控制结构的第一流程图;

图 13 是示出根据本发明的第二示例性实施例由 ECU 执行的程序中的控制结构的第二流程图;

图 14 是示出在图 13 中的步骤 S116 的同步检查程序的控制结构的流程图;

图 15 示出根据本发明的第三示例性实施例的传感器的配置;

图 16 示出根据本发明的第四示例性实施例的传感器的配置;

图 17 示出根据本发明的第五示例性实施例的传感器的配置。

具体实施方式

在以下的说明和附图中, 参照示例性实施例更详细地说明本发明。相同或相应的部分标以相同的参考标号, 且不再重复说明。

图 1 是示意性地示出整个内燃机的结构的视图。参照该图, 发动机 2, 即内燃机, 包括: 气缸体 8; 气缸盖 10; 在每个气缸中往复运动的活塞 4; 设置在每个气缸的进气口 11 中的电磁驱动进气阀 IN, 以及设置在每个气缸的排气口 12 中的电磁驱动排气阀 EX。例如, 可以为每个气缸设置成组的各两个进气阀 IN 和排气阀 EX。

每个进气阀 IN 和排气阀 EX 分别由电磁致动器 24 和 28 驱动。使用传感器 22 检测进气阀 IN 的驱动状况, 而使用另一传感器 26 检测排气阀 EX 的驱动状况。

在进气口 11 附近设置有喷射燃料的燃料喷射阀 18。在发动机 2 的气缸体 8 上安装有曲柄转角传感器 6。各种传感器的输出被输入到电子控制单元 (ECU) 30。ECU 30 控制燃料喷射阀 18 的燃料喷射正时和燃料喷射量, 以及火花塞 20 的点火正时。ECU 30 还指示电磁驱动单元 (EDU) 32 关于分别驱动进气阀 IN 和排气阀 EX 的电磁致动器 24 和 28 的阀打开正时。

图 2 是示出根据本发明的第一示例性实施例为相应的阀而设置的传感器的配置。

参照该图, 在第一示例性实施例中, 在每个气缸 #1 至 #4 中为每对进气

阀设置一个提升传感器 SL 和一个接近传感器 SP。同样，在每个气缸#1 至 #4 中为每对排气阀设置一个提升传感器 SL 和一个接近传感器 SP。

即，在每个气缸#1，#2，#3，#4 中，为每个进气阀 IN#1-1，#2-1，#3-1 和#4-1 设置提升传感器 SL，为每个进气阀 IN#1-2，#2-2，#3-2 和#4-2 设置接近传感器 SP。另外，为每个排气阀 EX#1-1，#2-1，#3-1 和#4-1 设置接近传感器 SP，为每个排气阀 EX#1-2，#2-2，#3-2 和#4-2 设置提升传感器 SL。

因此，内燃机包括多个阀和提升传感器 SL，所述多个阀包括每个都可以响应于来自 ECU 30 的信号而升降的主动进气阀 IN#1-1 和从动进气阀 IN#1-2，提升传感器 SL 检测主动进气阀 IN#1-1 的提升量。ECU 30 根据提升传感器 SL 的输出控制主动进气阀 IN#1-1 和从动进气阀 IN#1-2 的升降。内燃机优选地还包括检测从动进气阀 IN#1-2 的位置是否在预定范围内的接近传感器 SP，和检测曲柄转角的曲柄转角传感器。ECU 30 监视接近传感器 SP 的输出以判定从动进气阀 IN#1-2 相对于曲柄转角是否不同步，并在检测到不同步时执行对从动进气阀 IN#1-2 和对应于该从动进气阀的主动进气阀 IN#1-1 的位置初始化的初始驱动控制。

在本说明书中，术语“不同步（同步缺失）”是指电磁驱动阀的电枢没有被吸引到定子上以至于在正常的常规控制中控制不能继续进行的状态。例如，如果发生不同步，则电枢可能回到中间位置，从而导致阀不能关闭。

图 3 是带有提升传感器的电磁驱动阀的结构截面图。参照该图，阀 87 通过提升和下降来打开和关闭设置在气缸盖 10 中的进气口或排气口。电枢轴 76 设置在从阀 87 向上延伸的阀轴 89 的上部。

作为提升传感器 SL 一部分的金属杆 66 连接到电枢轴 76 的上部。一柱塞 74 固定到电枢轴 76 的中央部分。该柱塞 74 布置在包括上部磁心 72 的上部电磁线圈 80 与包括下部磁心 78 的下部电磁线圈 82 之间。

上部磁心 72 和下部磁心 78 相对于气缸盖 10 固定。上部电磁线圈 80 和下部电磁线圈 82 的磁力产生的吸引力（电磁力）作用在柱塞 74 上，使

其上下运动。

上部保持架 70 在上部磁心 72 上方被固定在电枢轴 76 上,下部保持架 84 在电枢轴 76 下方被固定在阀轴 89 上。

在上部保持架 70 与传感器壳体凸缘 62 之间设有弹簧 68,在下部保持架 84 与气缸盖 10 之间设有弹簧 86。

弹簧 68 和弹簧 86 都被保持在压缩状态。当弹簧力被平衡时,阀 87 被调节到在完全打开和完全关闭位置之间的中间位置。

当阀打开和处于中间位置时,阀轴 89 和电枢轴 76 彼此邻接。然而,当阀关闭时,它们之间有很小的间隙。

作为弹簧 68 和 86 的合力,当阀 87 完全关闭时,在打开阀的方向上产生一个力,相反地,当阀 87 完全打开时,在关闭阀的方向上产生一个力。当柱塞 74 与电磁线圈 80 和 82 相距较远时,使用弹簧 68 和 86 使得能够使用较小的电磁体,因为来自弹簧 68 和 86 产生的力可以补偿由于使用较小的电磁体而导致的电磁力减小。

设置在电枢轴 76 上端的金属杆 66 插入设置在提升传感器 SL 的壳体中的线圈 64 的中心,以便不与线圈 64 接触。金属杆 66 插入线圈 64 中的量随着电枢轴 76 上下移动而变化。

在如上所述构造的电磁驱动阀中,当电流没有流过上部电磁线圈 80 和下部电磁线圈 82 时,阀 87 处于半开状态。当驱动电流流过上部电磁线圈 80 时,吸引力的合力向上拉动柱塞 74,使阀 87 关闭。相反地,当驱动电流流过下部电磁线圈 82 时,吸引力的合力向下拉动柱塞 74,使阀 87 打开。

金属杆 66 插入线圈 64 中的量随着柱塞 74 上下移动而变化,而且线圈 64 的感应系数根据金属杆 66 插入线圈 64 的量而变化。因此,如果感应系数的变化是已知的,就可以检测出金属杆 66 插入线圈 64 的量,这就意味着可以检测出阀 87 的提升量。

通过提升传感器 SL 检测出的提升量反馈到图 2 中的 ECU 30。ECU 30 确定提供给上部电磁线圈 80 和下部电磁线圈 82 的电流量,然后指示 EDU

32 根据提升量向上部电磁线圈 80 和下部电磁线圈 82 提供确定的电流量。

图 4 是带有接近传感器的电磁驱动阀的结构截面图。参照该图，该电磁驱动阀的结构与图 3 所示的电磁驱动阀的结构不同之处在于用接近传感器 SP 代替了提升传感器 SL。其它部分的结构相同，所以不再重复其说明。

在图 3 中设置在电枢轴 76 上部的金属杆 66 的位置，图 4 所示的电磁驱动阀具有设置在电枢轴 76 顶部的金属杆 102。该金属杆 102 的长度使得金属杆 102 不接触接近传感器 SP 的表面。接近传感器 SP 包括替代了图 3 中线圈 64 的线圈 100。由于金属杆 102 没有插入线圈 100 中，在接近传感器 SP 的表面部分没有设置用于插入金属杆的孔，这与提升传感器 SL 不同。

在图 4 的示例中所示的接近传感器 SP 中，当金属杆 102 接近振荡线圈 100 时，在金属杆 102 的表面会产生涡流电流，电磁感应的影响引起检测线圈 100 的阻抗的变化。正是由于阻抗的变化，才能检测到金属杆 102 的接近。

然而，与提升传感器 SL 不同，接近传感器 SP 不能检测到电枢轴的位移量，只能检测到电枢轴 76 的提升是否等于或大于设定值。但是，接近传感器 SP 比提升传感器 SL 价格低廉。

因此，不是对于所有的阀都设置提升传感器。而是如图 2 所示，对于同时移动的每对阀设置一个提升传感器，对于同时移动的每对阀中没有设置提升传感器的各阀设置接近传感器。接近传感器检测两个阀同步的干扰，如果发生不同步，则执行使两个阀返回到同步运行状态的初始控制。主动阀与从动阀不需要完全同步。即使它们略微不同步，也不会产生问题。

作为示例，现在参照图 4 说明气缸#1 的进气阀。通过提升传感器 SL 检测进气阀 IN#1-1 的提升量，根据检测到的提升量控制同时移动的两个进气阀 IN#1-1 和 IN#1-2。

以同样的方式控制其它气缸#2 至#4 的进气阀，排气阀也一样。

图 5 是示出流过下部线圈和上部线圈的电流与阀提升量之间关系的波形图。

从该图可以看出,通过使电流 $IUL0$ 流过上部线圈,阀保持关闭直到曲柄转角为 $\theta1$ 。此时,没有电流流过下部线圈(即,下部线圈中的电流为 0)。

然后,在曲柄转角 $\theta1$ 和 $\theta2$ 之间,上部线圈的电流从 $IUL0$ 减小到 0,于是在弹簧力的作用下阀回到中间位置。另外,在曲柄转角 $\theta1$ 和 $\theta3$ 之间,下部线圈的电流从 0 升高到 $ILL1$,从而在下部线圈中产生吸引力。这些操作使阀从关闭位置打开。

此时根据通过提升传感器检测到的阀的提升量确定下部线圈的电流值。在阀完全打开后曲柄转角为 $\theta4$ 时,为了节约电力,流过下部线圈的电流是恰好足以保持阀打开的电流 $ILL0$ 。

此外,在曲柄转角 $\theta5$ 和 $\theta6$ 之间,下部线圈的电流从 $ILL0$ 减小到 0,于是在弹簧力的作用下阀从打开位置移动到中间位置。另外,在曲柄转角 $\theta5$ 和 $\theta7$ 之间,上部线圈的电流从 0 升高到 $IUL1$,从而在上部线圈中产生吸引力。结果,阀从打开位置移动到关闭位置。如果在该操作中上部线圈的电流值增加过多,则当阀接触到气缸盖时产生的噪声增加。为了避免这种情况,利用 ECU 在检测阀提升量的同时确定供给上部线圈的电流量。

当曲柄转角达到 $\theta8$ 并且已经充分证明阀已经关闭时,上部线圈的电流值从 $IUL1$ 减小到足以保持阀关闭的电流值 $IUL0$ 。

图 6 是示出由图 2 中所示的 ECU 30 执行的程序中的控制结构的流程图。

图 6 中的流程图是从预定的主程序调用的,并且以固定的时间间隔或每当满足预定条件时执行。

参照该流程图,当程序第一次运行时,在步骤 S1, ECU 30 基于曲柄转角传感器 6 的输出获取曲柄转角。

接着在步骤 S2 中, ECU 30 由提升传感器 SL 获取柱塞位置 X。然后 ECU 30 在步骤 S3 中计算柱塞速度 v 。

在步骤 S4 中, ECU 30 计算吸引柱塞 74 必要的电磁力 F 。

因为每个电磁驱动阀中电磁体的特性以及每个阀中柱塞与电磁体之间

的间隙等是变化的，在接下来的步骤，即步骤 S5 和步骤 S6 中获取为了产生电磁力 F 而供给每个阀的电流。

即，在步骤 S5 中，参照进气阀 IN#1-1 的映射图获取产生电磁力 F 所需的电流 $I1$ 。同样，在步骤 S6 中，参照进气阀 IN#1-2 的映射图获取产生电磁力 F 所需的电流 $I2$ 。

图 7 是为每个阀提供的电磁力映射图的示例的视图。如该图所示，当提升传感器检测到阀位置是中间位置 C 时的电流 I 与当提供电流 I 时产生的电磁力 F 之间的关系被存储到图 1 中所示的存储器 31 中。同样，对于当阀位置从中间位置改变到 $C+\alpha$, $C+2\alpha$, $C-\alpha$, $C-2\alpha$ 时的映射图也被预先存储到存储器 31 中。

在发动机装配完成时即电磁驱动阀成对组合后测定特性之后，这些映射图中的数据可以被输入到存储器 31 中。此外，为每个电磁驱动阀单元预先测定和提供的数据也可以被存储到存储器 31 中。

为每个电磁阀提供如图 7 所示的电磁力映射图使得可以使用由提升传感器获得的提升量控制设置有接近传感器的其它电磁驱动阀。

再参照图 6，在步骤 S5 和 S6 中获得提供给进气阀中的电磁体的线圈的电流 $I1$ 和 $I2$ 之后，ECU 30 在步骤 S7 中指示 EDU 32 将电流 $I1$ 和 $I2$ 提供给各自的进气阀 IN#1-1 和 IN#1-2 的线圈。

在步骤 S8 中，ECU 30 检查进气阀 IN#1-1 和 IN#1-2 是否彼此同步。这是因为，由于没有通过提升传感器测量进气阀 IN#1-2 的提升量，所以优选地在给定时刻检查进气阀 IN#1-2 与进气阀 IN#1-1 是否同步。因为并不是每个控制循环都需要执行步骤 S8 中的处理，所以可独立于步骤 S1 至 S7 的处理执行该步骤。

步骤 S8 以后，程序进行到步骤 S9，在该步骤控制回到主程序。

图 8 是示出图 6 中的步骤 S8 的进气阀同步检查程序中的控制结构的流程图。

图 9 是示出当基于图 6 中所示的控制操作阀时提升传感器的输出和接近传感器的输出的波形图。

如图 9 所示,在曲柄转角在 0° 至 180° 的进气冲程期间,进气阀从关闭到打开然后再次关闭。

如果此时提升量大于阈值 $X1$,则进气阀 IN#1-2 的接近传感器的输出为关。此处,当阀关闭时提升量为 0,作为基准点;随着阀打开,提升量增加。

在进气冲程期间,排气阀关闭,从而检测到提升量为 0,排气阀的接近传感器的输出为开。

在曲柄转角在 180° 至 360° 的压缩冲程期间,进气阀和排气阀都关闭,从而提升传感器的输出为提升量 0,接近传感器的输出为开。

与压缩冲程一样,在曲柄转角在 360° 至 540° 之间的燃烧和膨胀冲程期间,提升传感器输出为提升量 0,接近传感器的输出为开。

在曲柄转角在 540° 至 720° 之间的排气冲程期间,进气阀关闭,从而进气阀的提升量为 0,接近传感器的输出为开。同时,排气阀在从关闭到打开后再次关闭。当排气阀的提升量超过阈值 $X2$ 时,排气阀的接近传感器从开变为关,当排气阀的提升量再次下降到低于阈值 $X2$ 时,接近传感器的输出又从关变为开。

当波形图如图 9 所示那样正常时,进气阀 IN#1-1 和进气阀 IN#1-2 可推测为同步运行。当检测到在该同步中存在干扰时,作为结果根据图 8 的流程图检测到发生不同步。

参照图 8,当在图 6 中的步骤 S8 中的处理开始时,首先在图 8 的步骤 S11 中判断由为进气阀 IN#1-1 设置的提升传感器 SL 观测的提升量是否大于阈值 $X1$ 。

如果提升量大于阈值 $X1$,则执行步骤 S16。否则执行步骤 S12。

在步骤 S12 中判断为进气阀 IN#1-2 设置的接近传感器的输出是否为开。如果在步骤 S12 中判定接近传感器不为开,则意味着,例如在图 9 中的压缩冲程期间,进气阀 IN#1-1 关闭但进气阀 IN#1-2 没有关闭。在这种情况下,则执行步骤 S17。

另一方面,如果,在步骤 S12 中判定接近传感器为开,则意味着,例

如, 当在图 9 中的压缩冲程期间进气阀 IN#1-1 关闭时, 进气阀 IN#1-2 也关闭。因此, 这就判定两个进气阀彼此同步, 从而执行步骤 S23。

当在步骤 S11 中判定提升量大于阈值 X1 时, 则执行步骤 S16, 判断进气阀 IN#1-2 的接近传感器的输出是否为关。如果在步骤 S16 中判定接近传感器不为关, 则意味着在图 9 中的进气冲程期间进气阀 IN#1-1 是打开的, 但是进气阀 IN#1-2 没有打开, 因此执行步骤 S17。

在步骤 S17 中, ECU 30 判定进气阀 IN#1-2 存在同步问题, 并相应地设置一同步问题标记。

然后在步骤 S18 中, 停止对进气阀 IN#1-1 和 IN#1-2 的控制。即, 流过线圈的电流暂时减小到 0, 从而阀暂时返回到中间位置。在继续进行下一个步骤之前, 在步骤 S19 中, ECU 30 监视进气阀 IN#1-1 的提升传感器的输出, 并且等待直到进气阀 IN#1-1 到达中间位置。进气阀 IN#1-1 到达中间位置之后, 执行步骤 S20, 对进气阀 IN#1-1 和 IN#1-2 进行初始化驱动并使之关闭。

图 10 示出在图 8 中的步骤 S20 中执行的电磁驱动阀的初始驱动。

在流过电磁体的电流为 0 的初始状态, 电磁驱动阀的柱塞位于中间位置。在该位置, 电磁体的吸引力较小, 并与距离的平方成比例, 因此, 如果试图仅利用电磁力吸引阀的冲程量, 则必须使用不现实的大的电磁体。

因此, 当电磁体和柱塞分开一段距离时, 图 3 和图 4 所示的电磁驱动阀使用弹簧力以提供足够的驱动力。如果电磁体的尺寸减小到更现实的大小, 则流过上部线圈和下部线圈的电流不足以使阀从中间位置移动到关闭位置或使阀保持在打开位置, 这就是为什么如图 10 所示的初始驱动是必需的。

参照图 10, 在 t_0 时刻, 阀的提升量在中间位置。因此, 在作为初始驱动时期的前半段的起始阶段, 根据电磁驱动阀的弹簧的共振频率, 电流周期交替地供给上部线圈和下部线圈。这逐渐增大阀从中间位置的提升幅度。当柱塞能够被吸引到电磁体上时, 阀关闭, 在作为初始驱动时期的后半段的保持阶段, 阀保持关闭。

在保持阶段的最后部分 Δt_2 ，为了抑制电流消耗，向上部线圈提供使阀保持关闭必需的最小电流。

然后，在 t_1 时刻后的实际驱动时期，通过使上部线圈的电流减小到0并使电流流过下部线圈，使阀从关闭状态变为打开状态，通过使下部线圈的电流减小到0并使电流流过上部线圈，阀从打开状态变为关闭状态。

再参照图8，在步骤S20中对进气阀IN#1-1和IN#1-2进行初始驱动之后，执行判断进气阀IN#1-1和IN#1-2是否都关闭的步骤S21。该判断通过监视由提升传感器检测到的提升量和接近传感器的输出来执行。

如果在步骤S21中确定阀是关闭的，则在步骤S22中使电流值增加到高于由图7中所示的映射图决定的电流值，从而不会再次出现同步问题。步骤S22中的处理不总是需要执行。步骤S22之后，执行使控制回到主程序的步骤S24。

另一方面，如果在步骤S21中判定进气阀IN#1-1和IN#1-2中的一个或两个都没有关闭，则执行步骤S13。

在步骤S13中，设置一故障标记。然后在步骤S14停止判定为出现故障的气缸的控制并在步骤S15中发出关于电磁驱动阀故障的警告。该警告可以例如通过点亮靠近驾驶员座椅的仪表板上的警告灯来发出。

在步骤S15之后，执行使控制回到主程序的步骤S24。

另一方面，如果在步骤S16中判定接近传感器为关，则执行步骤S23。

在步骤S23中，如果设置了同步问题标记，由于进气阀IN#1-1和IN#1-2彼此同步，则需要复位该同步问题标记。然后执行步骤S24，控制回到主程序。

如上所述，第一示例性实施例通过减少使用的昂贵的提升传感器的数量使得降低制造成本变得可能。此外，该示例性实施例使得在降低制造成本减少的同时确保发动机运行的可靠性变得可能。

在第一示例性实施例中，为四个阀仅提供两个提升传感器，即，在每个气缸中，为两个进气阀提供一个提升传感器，为两个排气阀提供一个提升传感器。第二示例性实施例进一步减少了提升传感器的数量。更具体地，

根据第二示例性实施例，为八个阀提供两个提升传感器，即，在每两个气缸中，为四个进气阀提供一个提升传感器，为四个排气阀提供一个提升传感器。

图 11 示出根据本发明的第二示例性实施例的提升传感器的配置。图 11 所示的配置与图 2 所示的配置的不同之处在于，用图 11 中的接近传感器 SP 替代了图 2 中为进气阀 IN#2-1 和 IN#3-1 设置的提升传感器 SL，并且用图 11 中的接近传感器 SP 替代了图 2 中为排气阀 EX#2-2 和 EX#3-2 设置的提升传感器 SL。如图 11 中的箭头所示，ECU 30 响应于为进气阀 IN#1-1 设置的提升传感器 SL 的输出控制四个进气阀 IN#1-1，IN#1-2，IN#3-1 和 IN#3-2 的提升量。

尽管未示出，ECU 30 还响应于为进气阀 IN#4-1 设置的提升传感器 SL 的输出控制四个进气阀 IN#2-1，IN#2-2，IN#4-1 和 IN#4-2。

尽管也未示出，ECU 30 还响应于为排气阀 EX#1-2 设置的提升传感器 SL 的输出控制四个排气阀 EX#1-1，EX#1-2，EX#3-1 和 EX#3-2。同样地，ECU 30 还响应于为排气阀 EX#4-2 设置的提升传感器 SL 的输出控制四个排气阀 EX#2-1，EX#2-2，EX#4-1 和 EX#4-2。

图 11 示出为排气阀 EX#1-2 设置提升传感器并为排气阀 EX#3-2 设置接近传感器的示例。然而，可选地，两个传感器的布置可以相互互换。即，气缸#1 和#3 可配成一对，并且为四个进气阀设置一个提升传感器，为四个排气阀设置一个提升传感器。对气缸#2 和#4 而言同样可以这样。

但是，因为气缸#1 和#3 的点火正时不同，ECU 30 必须存储设有提升传感器的气缸中的阀的提升量，然后根据与设有提升传感器的气缸具有不同点火正时的气缸的曲柄转角来读出和使用那些被存储的提升量。

当气缸的点火顺序为#1→#3→#4→#2 时，为在具有连续点火正时的两个气缸中首先点火的气缸设置提升传感器，并存储在进气冲程和排气冲程期间通过提升传感器检测到的提升量。存储的提升量可以根据下一个点火的气缸的曲柄转角而被读出和使用。因此，因为点火顺序是闭合的，所以可认为如发动机负荷变动的干扰基本相同，从而可将控制精度的降低保持

在最小值。

此外，当提升传感器设置在气缸#1 和#4 中时，气缸#2 和#3 是在如两缸工作的灭缸操作期间没有使用的气缸，从而可能使振动保持在最小值。即，在正常工作期间气缸的点火顺序是#1→#3→#4→#2，所以为了在灭缸操作期间使点火周期均匀，优选地将提升传感器设置在气缸#1 和#4 中。

还使用与图 2 中所示类似的接近传感器检测被同时驱动的阀的同步问题。同步问题出现的时刻到阀回到同步工作之间的处理与第一示例性实施例中描述的相似。然而，为了避免同步问题扩散到其它气缸，例如，当在气缸#1 中发生同步问题时，为了避免气缸#1 和#3 同时停止，优选地增大下一个点火的气缸#3 中的控制电流使之在基准值之上。

图 12 是示出根据第二示例性实施例由 ECU 30 执行的程序中的控制结构的第一流程图。

参照图 11 和图 12，当程序开始时，首先在步骤 S101 获取气缸#1 的曲柄转角。然后在步骤 S102 中，由气缸#1 的提升传感器 SL 获取进气阀 IN#1-1 的提升量。

定期获取该提升量，并在步骤 S103 中，根据柱塞位置 X 和柱塞位置的转换时间计算速度 v。

然后在步骤 S104 中，ECU 30 计算必要的电磁力 F，并根据为每个进气阀提供的电磁力映射图确定气缸#1 的两个进气阀中每一个的电磁体的电流量。然后在步骤 S105 中，将此时对应于曲柄转角的电磁力 F 存储到 ECU 30 的存储器 31 中。

接下来，执行步骤 S106，控制回到主程序。

图 13 是根据第二示例性实施例由 ECU 30 执行的程序中的控制结构的第二流程图。

图 13 涉及气缸#3 的控制。参照图 11 和图 13，当程序开始时，首先在步骤 S111 中获取气缸#1 的曲柄转角。然后在步骤 S112 中将气缸#1 的曲柄转角转换成气缸#3 的曲柄转角。

接下来，在步骤 S113 中，ECU 30 从存储器 31 中读取对应于气缸#3

的曲柄转角的电磁力 F 。

在步骤 S114 中, ECU 30 从用于进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 的电磁力映射图中分别读出对应于电磁力 F 的电流 $I31$ 和 $I32$ 。然后在步骤 S115 中, ECU 30 指令 EDU 32 使电流 $I31$ 和 $I32$ 分别流经进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 的线圈。

在步骤 S116 中, 使用接近传感器检查阀的同步性, 然后执行步骤 S117, 控制回到主程序。

图 14 是示出图 13 中的步骤 S116 的同步检查程序的控制结构的流程图。

参照图 14, 当图 13 中的步骤 S116 中的处理开始时, 首先在图 14 中的步骤 S121 中判断气缸#3 的曲柄转角是否在曲柄转角边界值 $Y1$ 和 $Y2$ 之间。曲柄转角边界值 $Y1$ 和 $Y2$ 对应于当进气阀正常工作时接近传感器的输出变化时的曲柄转角, 如图 9 中的进气冲程所示。

如果在步骤 S121 中判定曲柄转角不在 $Y1$ 和 $Y2$ 之间, 则执行步骤 S122。如果在步骤 S121 中判定曲柄转角在 $Y1$ 和 $Y2$ 之间, 则执行步骤 S126。

如果曲柄转角不在 $Y1$ 和 $Y2$ 之间, 即, 如果处理前进到步骤 S122, 则在进气阀工作正常的情况下为进气阀设置的接近传感器的输出应为开。因此, 在步骤 S122 中, 判断接近传感器的输出是否为开。

如果接近传感器的输出为开, 则认为进气阀工作正常, 因此执行步骤 S132。另一方面, 如果接近传感器的输出不为开, 则执行步骤 S127。

如果在步骤 S121 中判定曲柄转角在 $Y1$ 和 $Y2$ 之间且处理前进到步骤 S126, 则在进气阀工作正常的情况下接近传感器的输出应为关。因此, 在步骤 S126 中, 判断接近传感器的输出是否为关。

如果在步骤 S126 中判定接近传感器为关, 则认为进气阀工作正常, 因此执行步骤 S132。另一方面, 如果在步骤 S126 中判定接近传感器不为关, 则执行步骤 S127。

在步骤 S127 中, 判定进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 存在同步问题, 因此 ECU 30 设置同步问题标记。然后在步骤 S128 中, ECU 30 停止进气阀

IN#3-1 和 IN#3-2 的控制。即, ECU 30 暂时将提供到进气阀的电磁体的电流减小到 0。在步骤 S129 中, 使其它气缸的控制电流增加比由映射图决定的基准值更多的预定量以增大电磁体的吸引力, 使得在其它气缸中不会出现类似的同步问题。

然后在步骤 S130 中, 在可认为进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 已回到中间位置的预定的时间段经过后, 对进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 进行初始驱动并使之关闭。如第一示例性实施例中说明的, 通过使如图 10 所示的电流流经电磁线圈执行初始驱动。

在步骤 S130 之后, 执行步骤 S131, 在该步骤判断两个进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 是否都关闭。通过观测由提升传感器检测到的提升量和接近传感器的输出进行判断。

如果在步骤 S131 中证实两个阀都关闭, 则处理前进到步骤 S133, 在该步骤控制回到主程序。

另一方面, 如果在步骤 S131 中判定进气阀 IN#3-1 和 IN#3-2 中任一个或两个都没有关闭, 则执行步骤 S123。

在步骤 S123 中, 设置故障标记。然后在步骤 S124 中, 停止发生故障的气缸(在该示例中, 气缸#3)的控制, 而其余三个气缸继续工作。在步骤 S125 中, 通过警告灯等告知驾驶员发生故障。然后程序前进到步骤 S133, 在该步骤控制回到主程序。

当在步骤 S126 或步骤 S122 中判定接近传感器的输出为正常后处理前进到步骤 S132 时, ECU 30 复位同步问题标记, 然后程序前进到步骤 S133, 在该步骤控制回到主程序。

如上所述, 第二示例性实施例能够进一步减少提升传感器的数量。

图 15 示出根据本发明的第三示例性实施例的传感器的配置。如该图所示, 第三示例性实施例为每四个气缸中的进气阀侧和排气阀侧提供一个提升传感器。即, 为八个进气阀提供一个提升传感器, 为八个排气阀提供一个提升传感器。

如图 15 所示, 在四缸发动机中, 例如, 在气缸#1 的进气阀 IN#1-1 设

置提升传感器 SL，并在气缸#4 的排气阀 EX#4-2 设置提升传感器 SL。为其它的进气阀和排气阀设置接近传感器 SP。

因为气缸#2 和#3 是在为了使振动保持在最小值而如两缸工作的灭缸操作期间熄火的气缸，所以仅为气缸#1 和#4 设置提升传感器。即，气缸的点火顺序为#1→#3→#4→#2，所以为了在灭缸操作期间使点火周期均匀，为气缸#1 和#4 设置提升传感器。

可选地，可以为气缸#2 和#3 而不是气缸#1 和#4 设置提升传感器。该结构还可以修改为，如图 15 所示为气缸#4 的排气阀 EX#4-2 设置的提升传感器 SL 为气缸#1 的排气阀 EX#1-2 而设置。

示出进气阀的一个示例，如图 15 中的箭头所示，进气阀 IN#1-1 的提升传感器 SL 的输出被输入到 ECU 30 中。然后 ECU 30 根据该输出向 EDU 32 输出指示八个进气阀 IN#1-1, IN#1-2, IN#2-1, IN#2-2, IN#3-1, IN#3-2, IN#4-1 和 IN#4-2 的电流量的信号。

对于气缸#2, #3 和#4，如第二示例性实施例所述，由气缸#1 中的提升传感器检测到的提升量被存储到存储器 31 中，并且可以响应于曲柄转角从存储器中读出而被使用。

在第三示例性实施例中，可以进一步减少提升传感器的数量，因而得到更大的成本收益。

根据本发明的第四示例性实施例，代替使用提升传感器，设置气缸内部压力传感器，通过检测阀控制的干扰进行控制。

图 16 示出根据第四示例性实施例的传感器的配置。如该图所示，为所有气缸中的进气阀和排气阀设置接近传感器 SP。此外，为每个气缸#1 至#4 设置气缸内部压力传感器 SSP。在第四示例性实施例中，使用这些气缸内部压力传感器 SSP 代替提升传感器来控制排气阀。因为进气阀几乎不受气缸内部压力的影响，所以通过规定电流相对于曲柄转角的电磁力特性的映射图的向前反馈控制来控制进气阀。

同样，关于进气阀和排气阀的不同步，如第一到第三示例性实施例中使用接近传感器 SP 进行检测并检测到不同步后，从属控制的阀也暂时回

到中间位置，并重新与不同步的阀同时开始。

根据第四示例性实施例，可以不使用提升传感器控制电磁阀。

图 17 示出根据本发明的第五示例性实施例的传感器的配置。除了没有气缸#2 和#3 的气缸内部压力传感器之外，图 17 中所示的传感器配置与图 16 中所示相同。代替为，响应于气缸#1 的气缸内部压力传感器的输出控制气缸#3 的排气阀，响应于气缸#4 的气缸内部压力传感器的输出控制气缸#2 的排气阀。

即，为每两个气缸设置一个气缸内部压力传感器 SSP。在四缸发动机中，气缸#1 和#3 构成一组，气缸#2 和#4 构成另一组。因此，例如，用气缸#1 的气缸内部压力传感器控制例如气缸#3 的排气阀。即，关于排气冲程期间气缸内部压力和气缸#1 的曲柄转角的信息被存储，然后在气缸#3 的排气冲程期间响应于曲柄转角从存储器中读出并为气缸#3 而使用。按照点火顺序，气缸#3 在气缸#1 之后，因为点火顺序是闭合的，所以认为如发动机负荷变化的任何干扰都基本相同。因此，控制精度的降低可以保持到最小值。

如上述第一至第四示例性实施例，使用接近传感器检测不同步。如第一至第四示例性实施例，在检测到不同步后使阀回到正常工作状态。另外，例如，如果气缸#1 中的阀不同步，则可以增大按照点火顺序下一个点火的气缸#3 中的阀的控制电流，以增大电磁体的吸引力，使得不同步不会扩散到其它气缸。

此外，在如只有两个气缸工作的灭缸操作期间，只有设有气缸内部压力传感器的气缸，即，只有气缸#1 和#4 工作，而气缸#2 和#3 不工作。用这种方式选择工作的气缸能够使在灭缸操作期间的点火周期均匀，从而使振动保持在最小值。

与第四示例性实施例相比，第五示例性实施例能够进一步减少气缸内部压力传感器的数量，从而降低了生产成本。

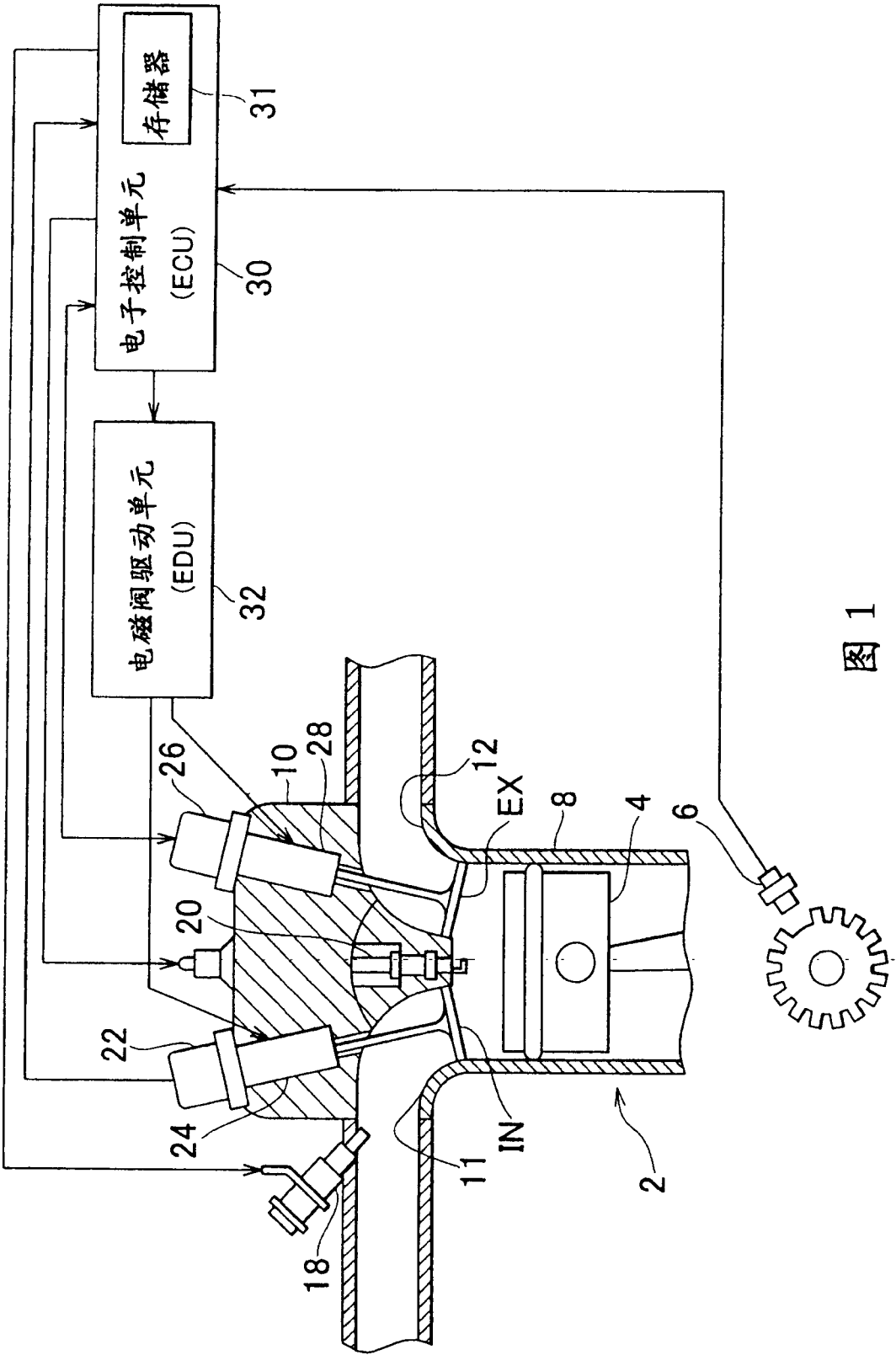
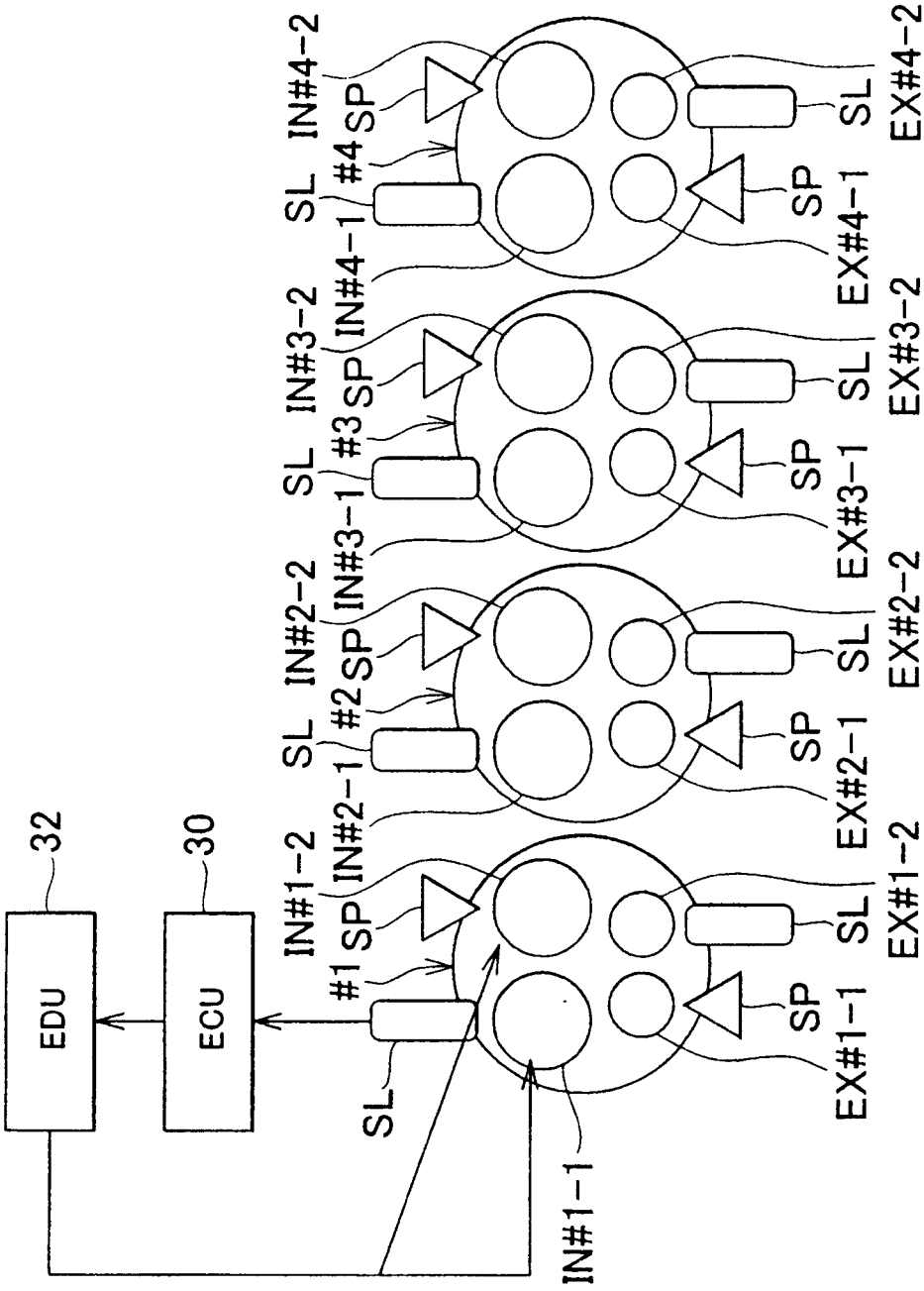


图 1



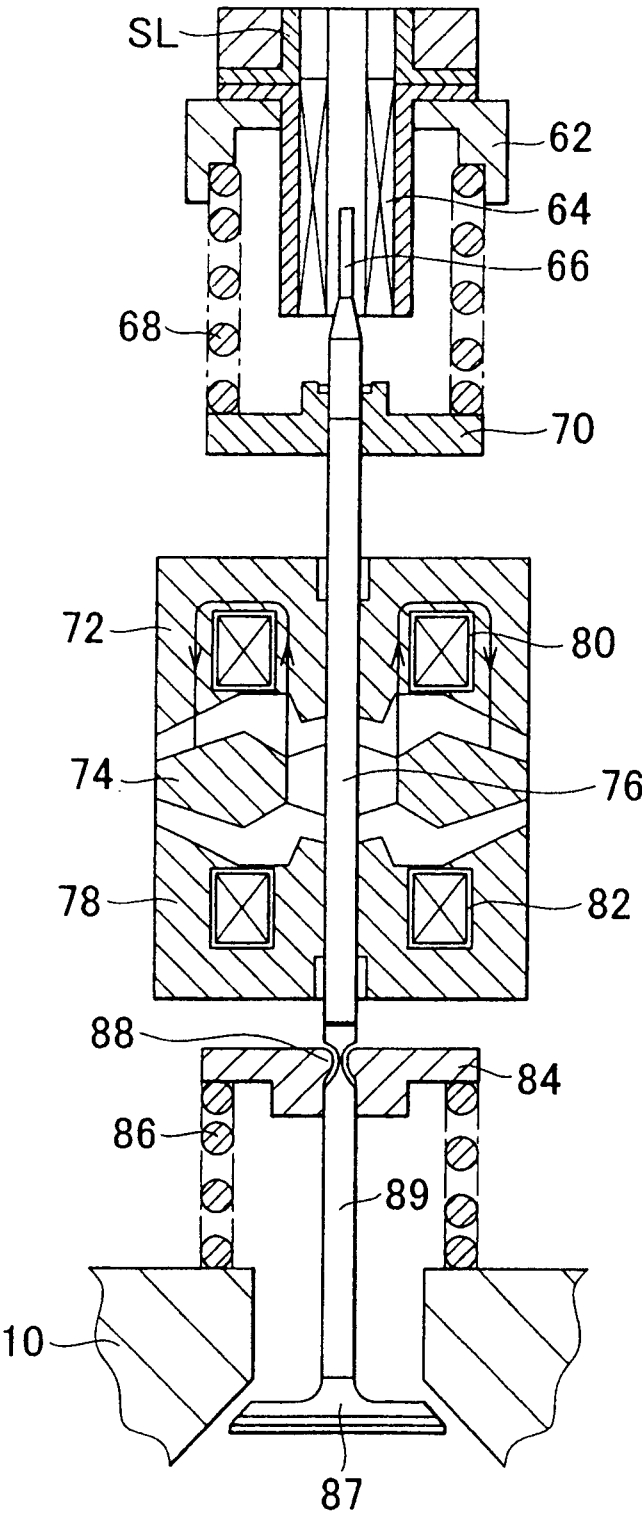


图 3

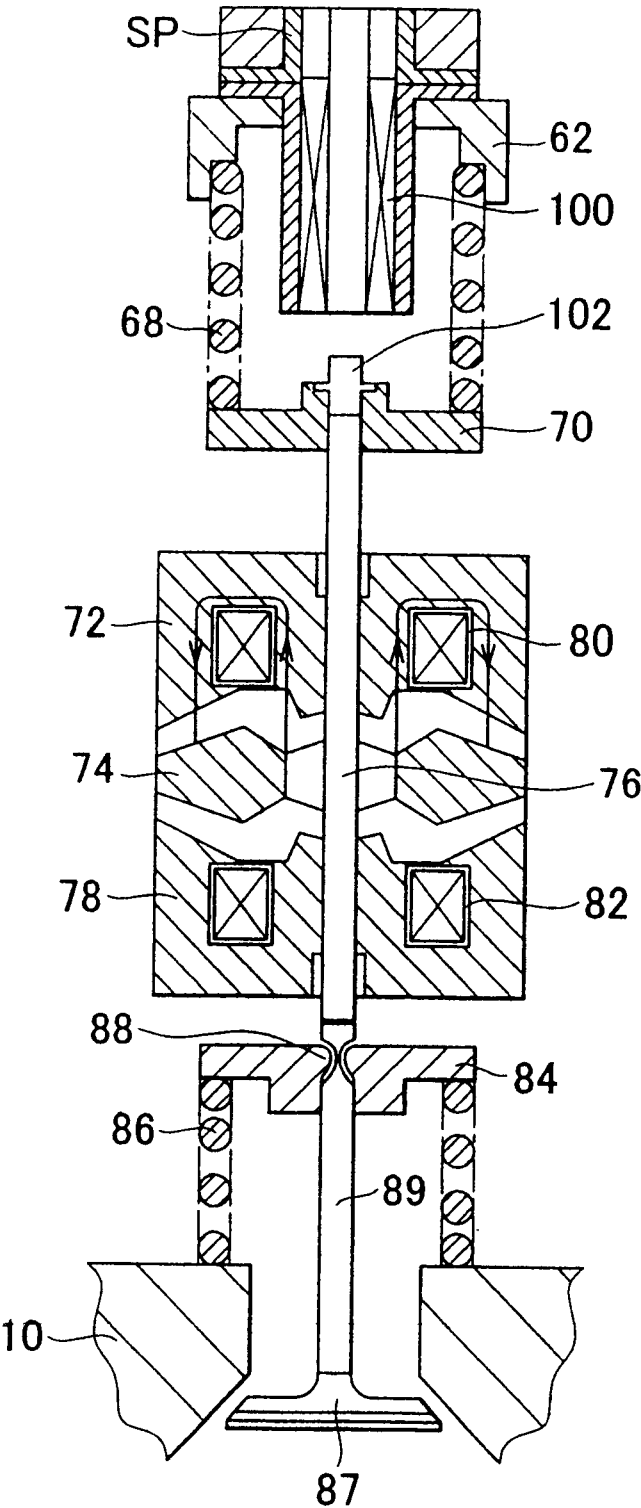


图 4

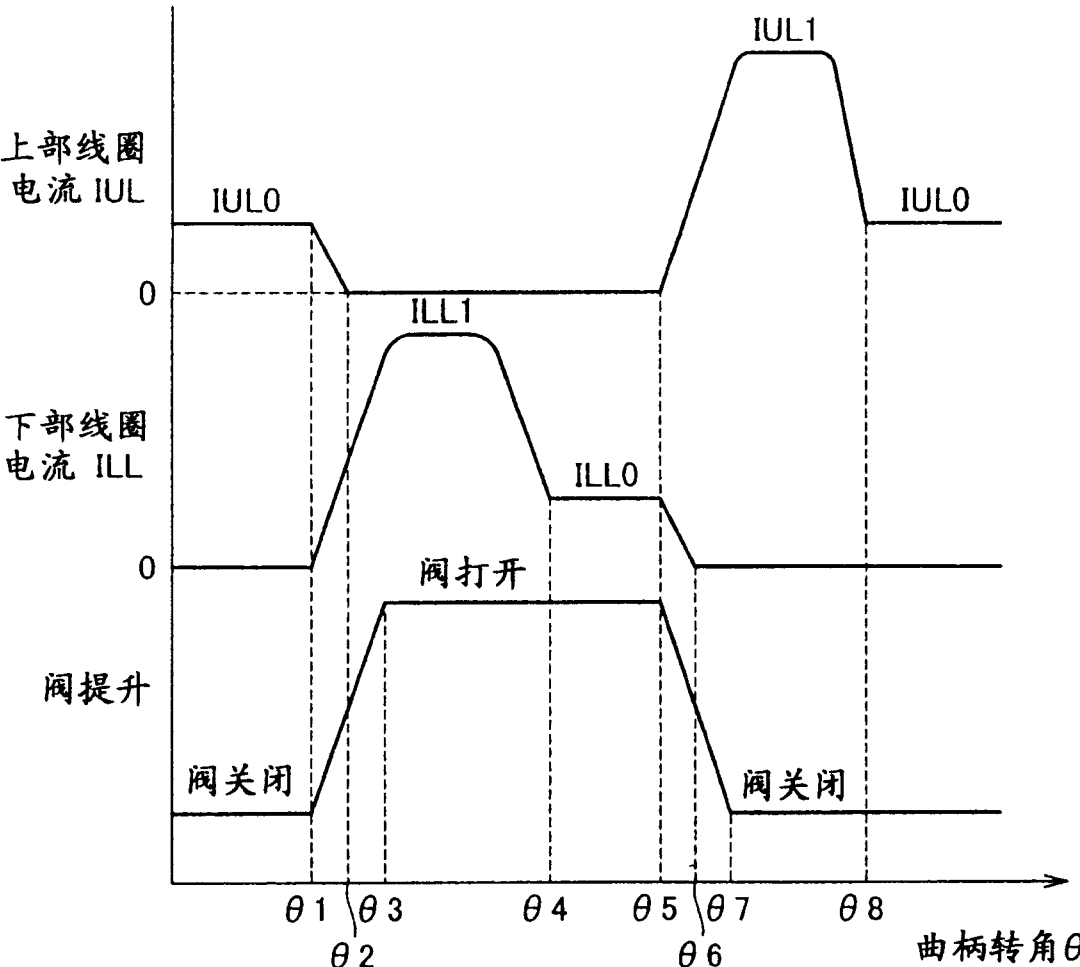


图 5

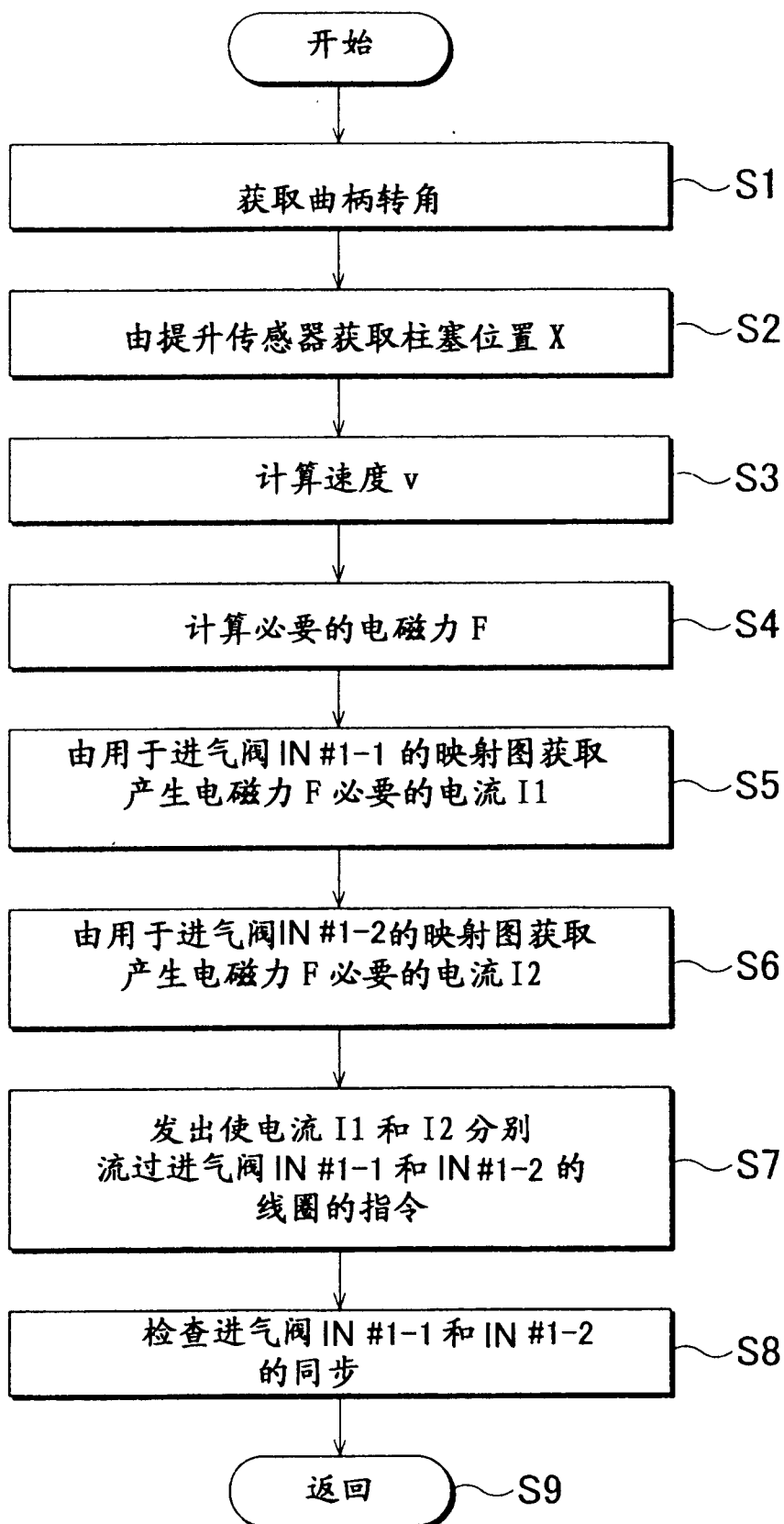


图 6

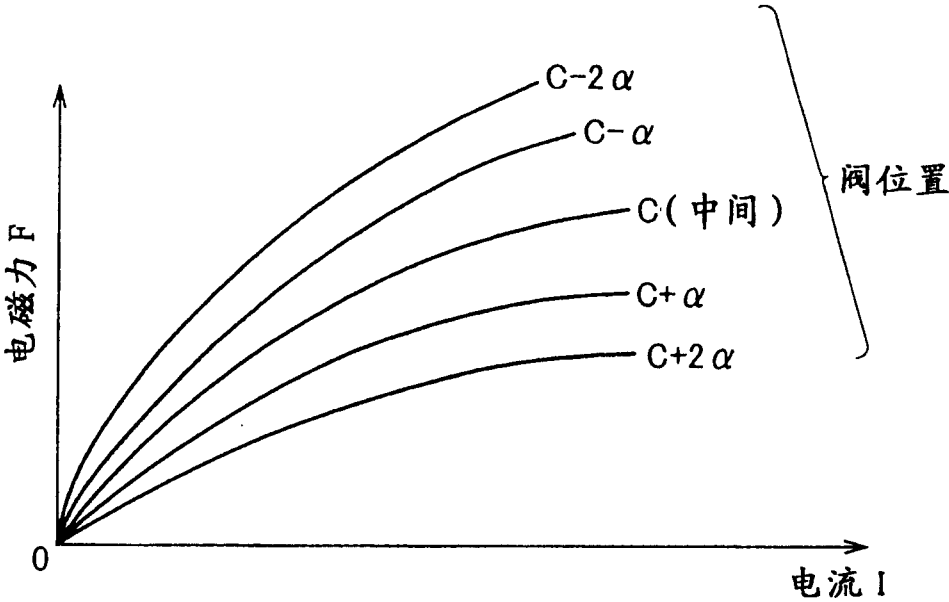


图 7

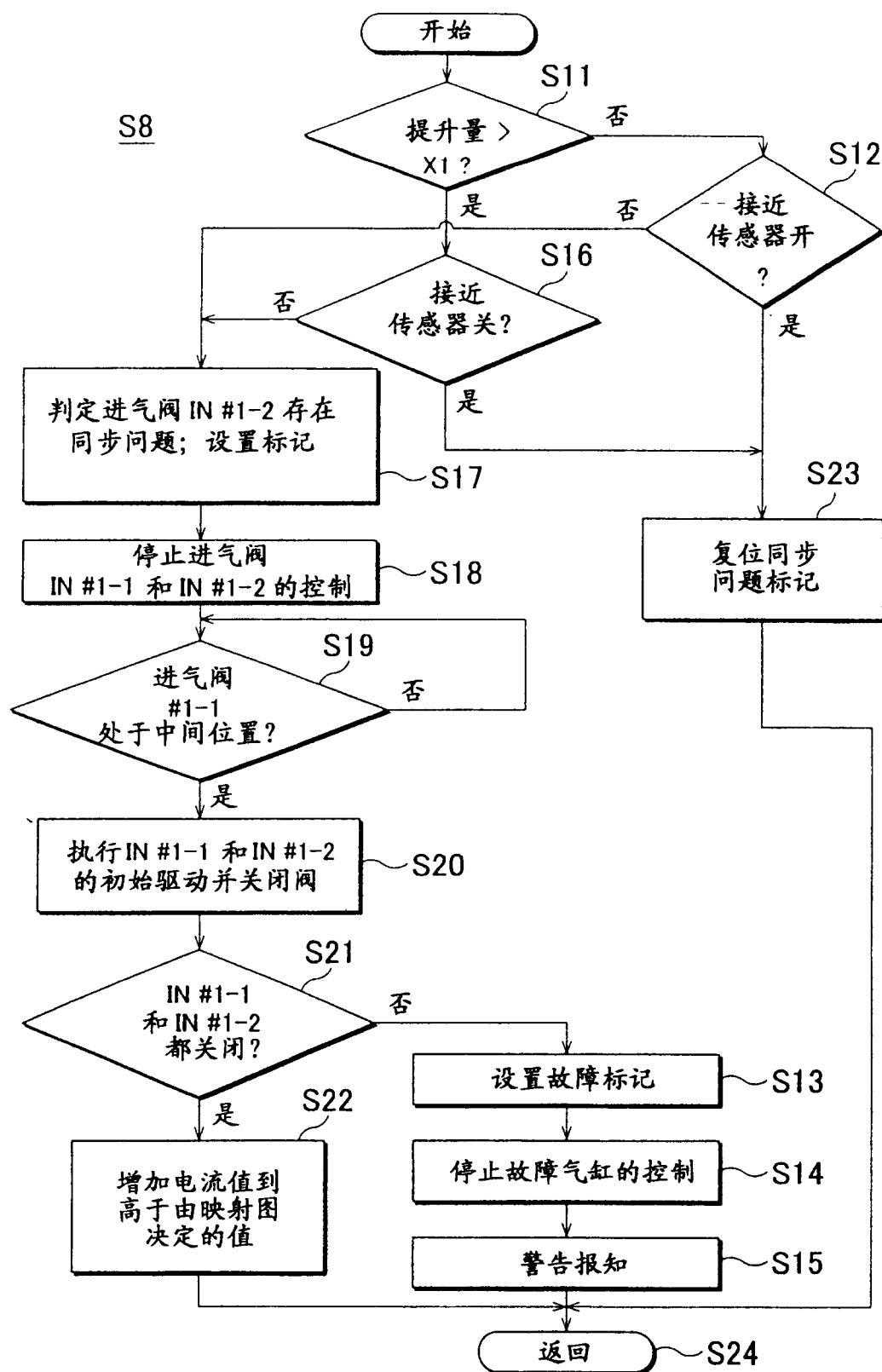


图 8

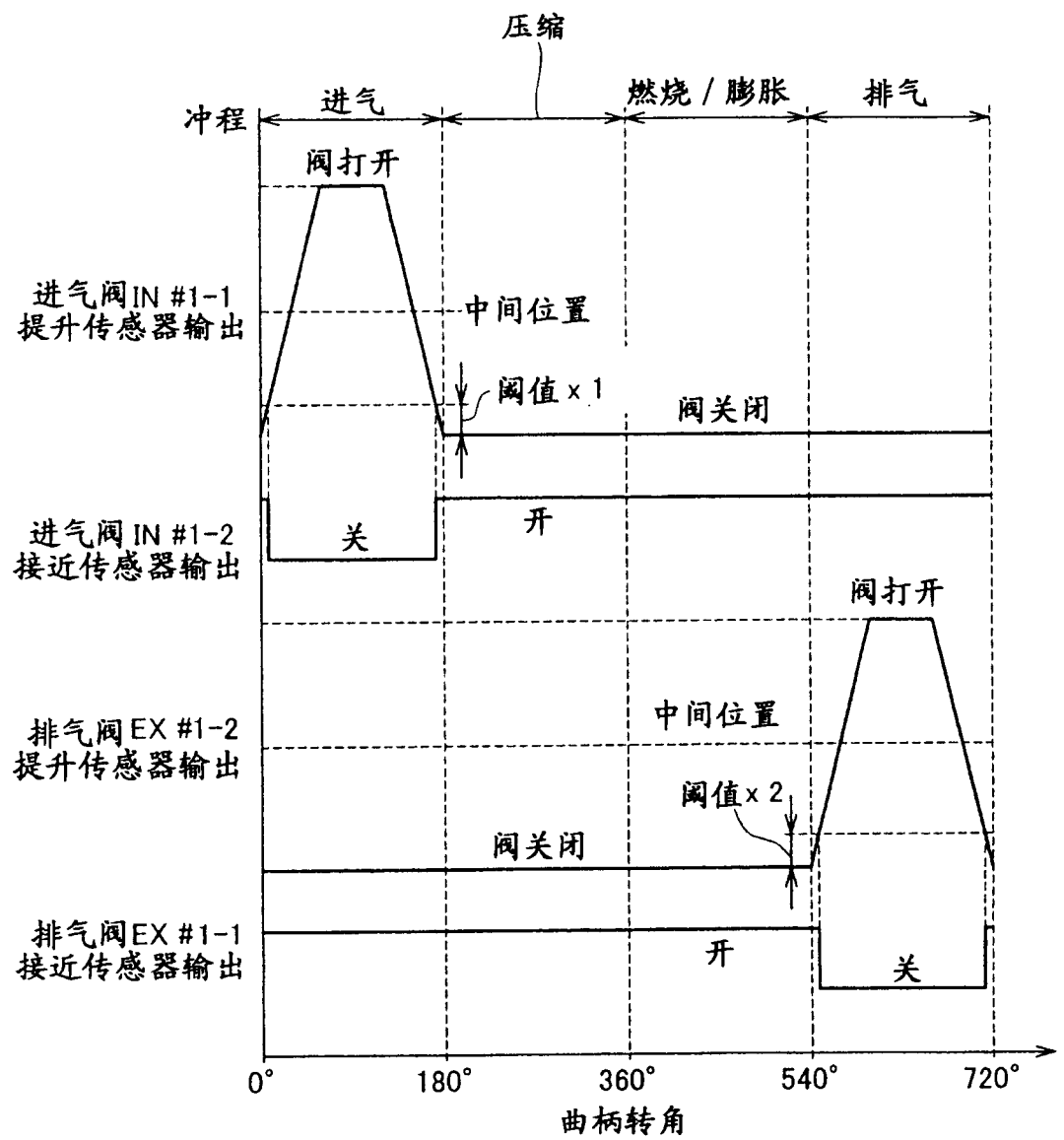


图 9

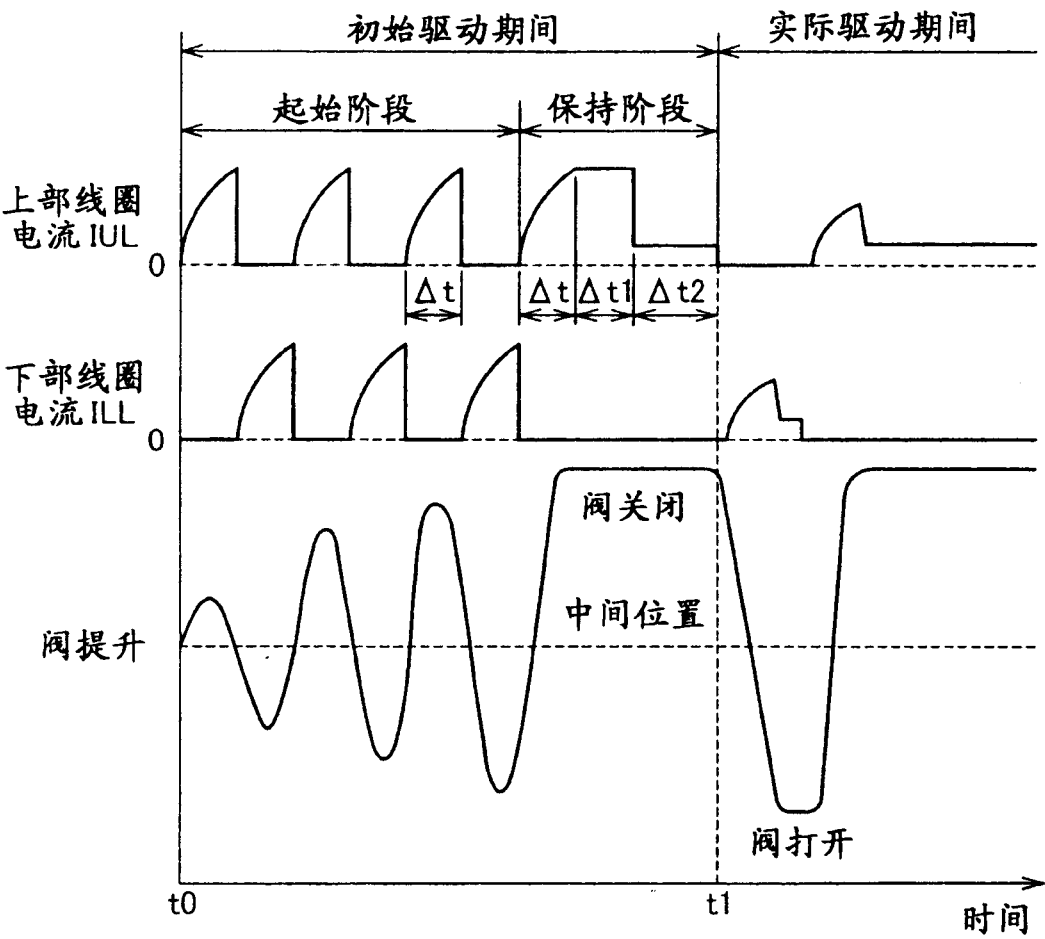


图 10

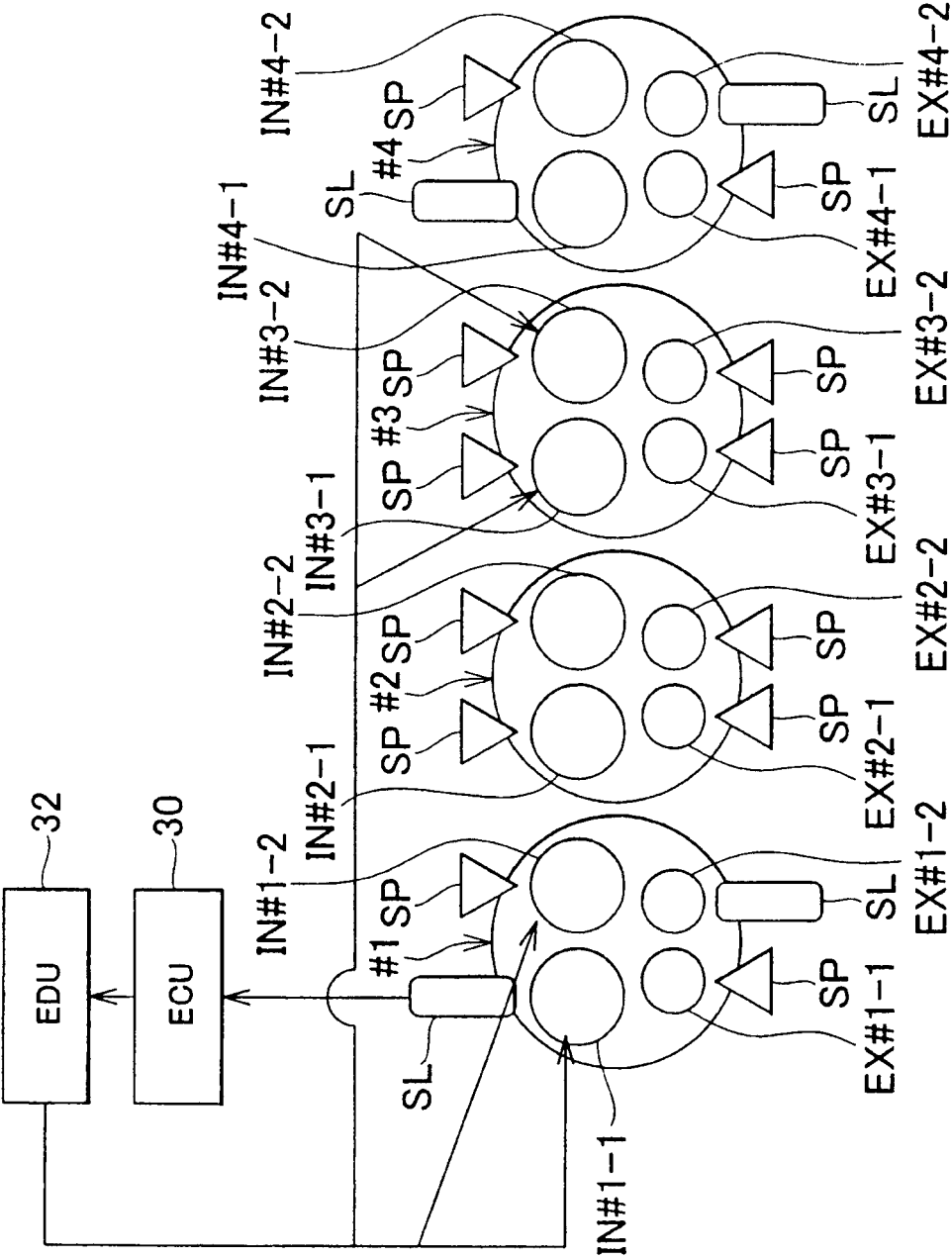


图 11

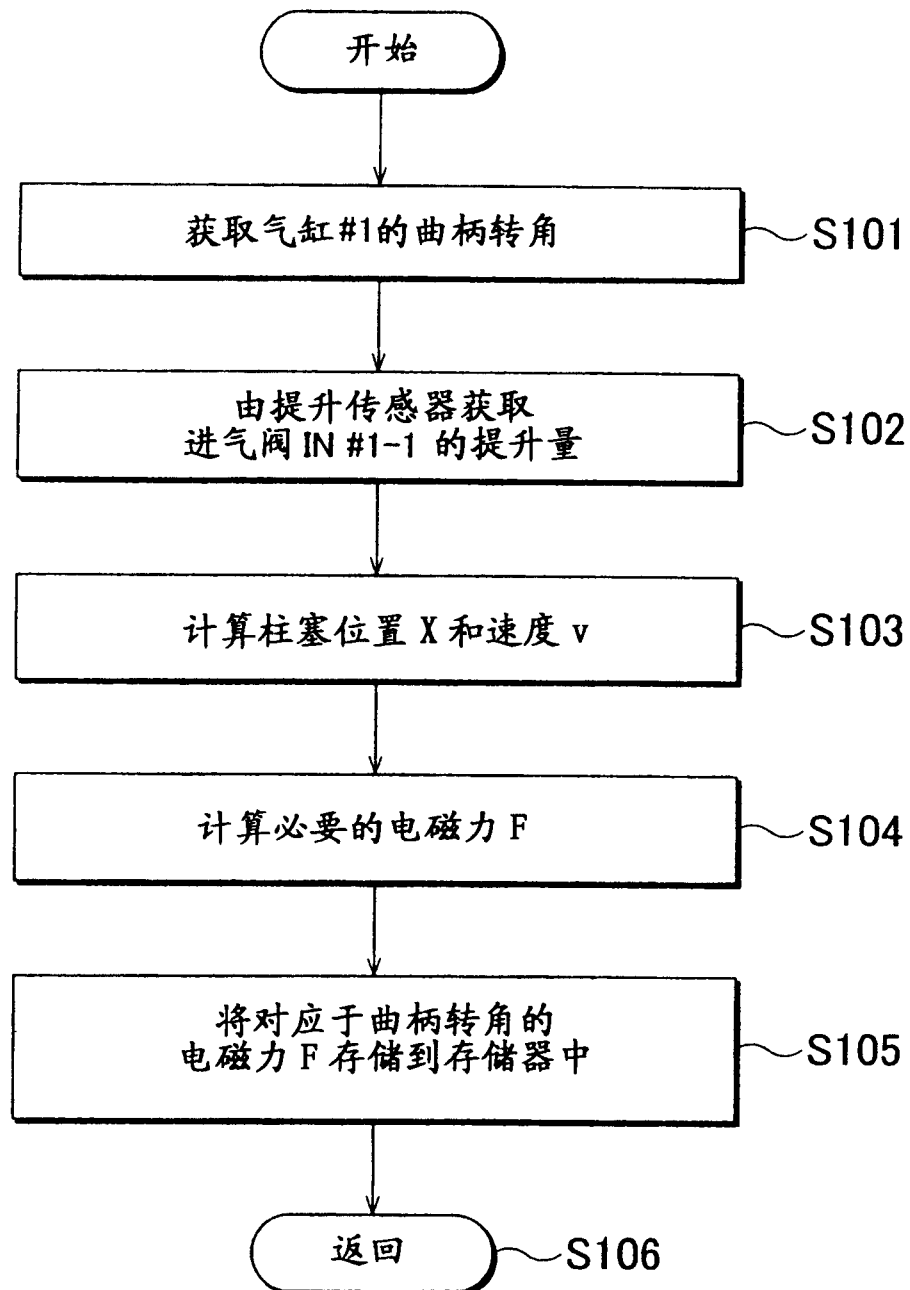


图 12

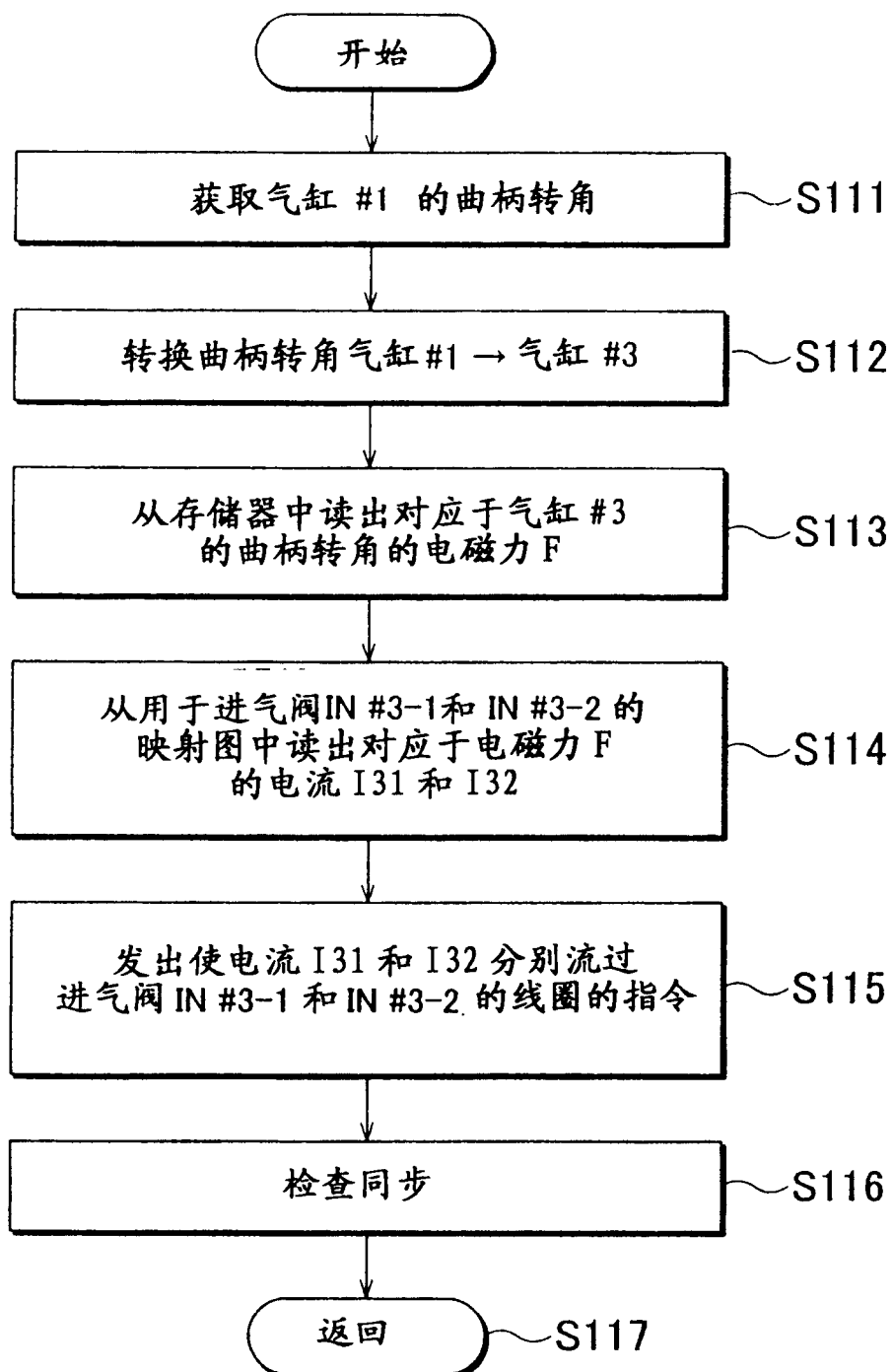


图 13

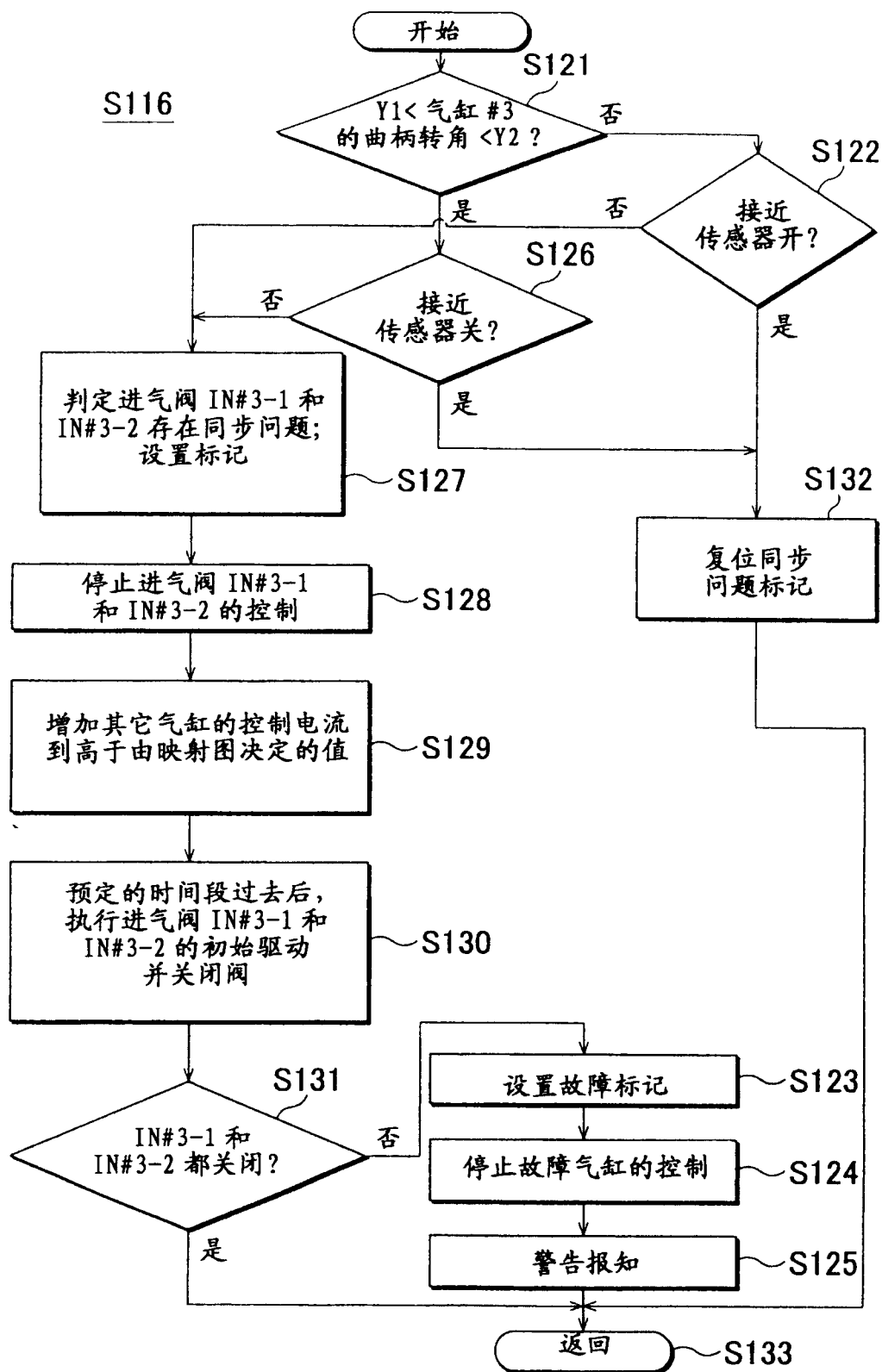


图 14

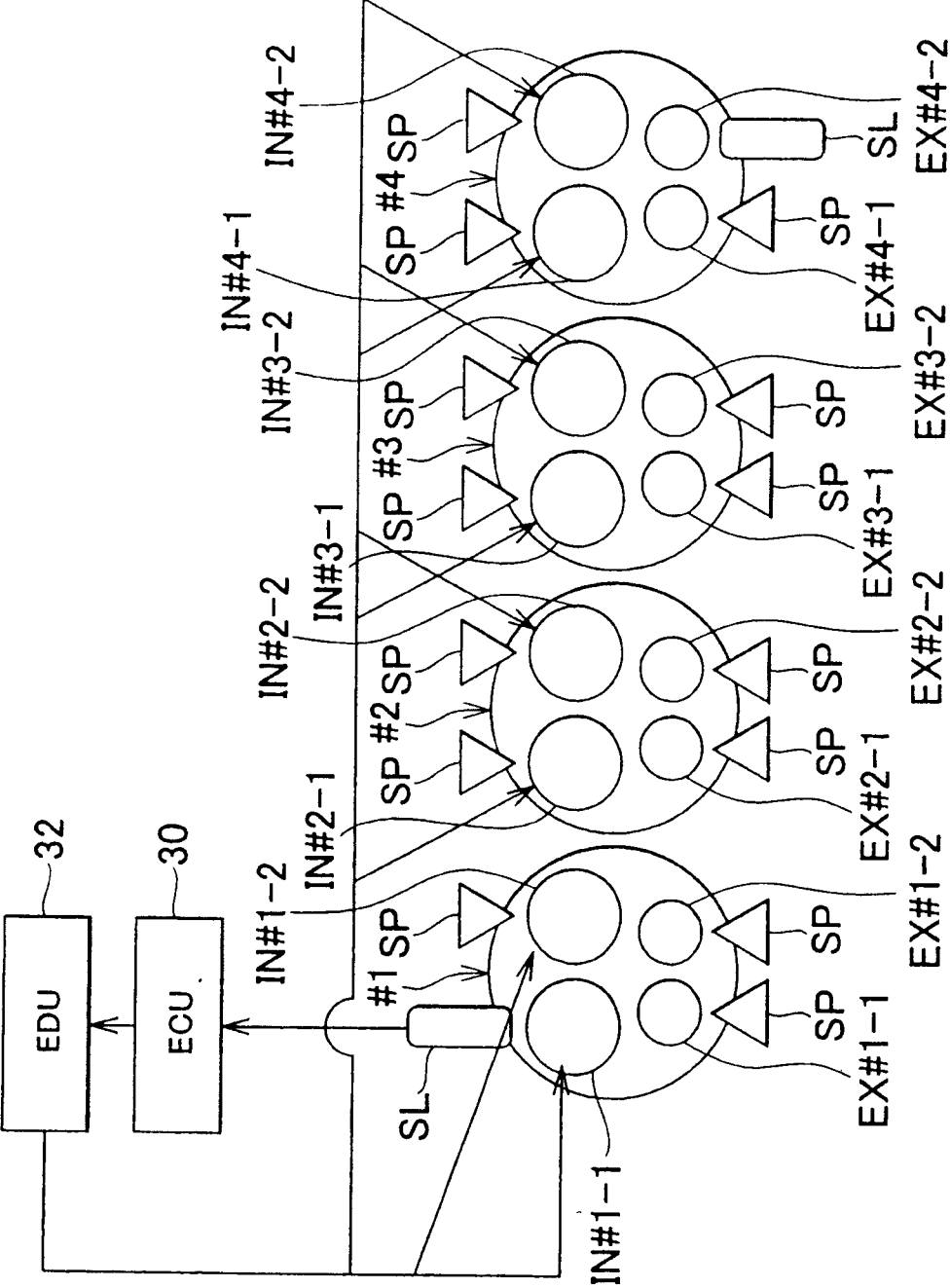


图 15

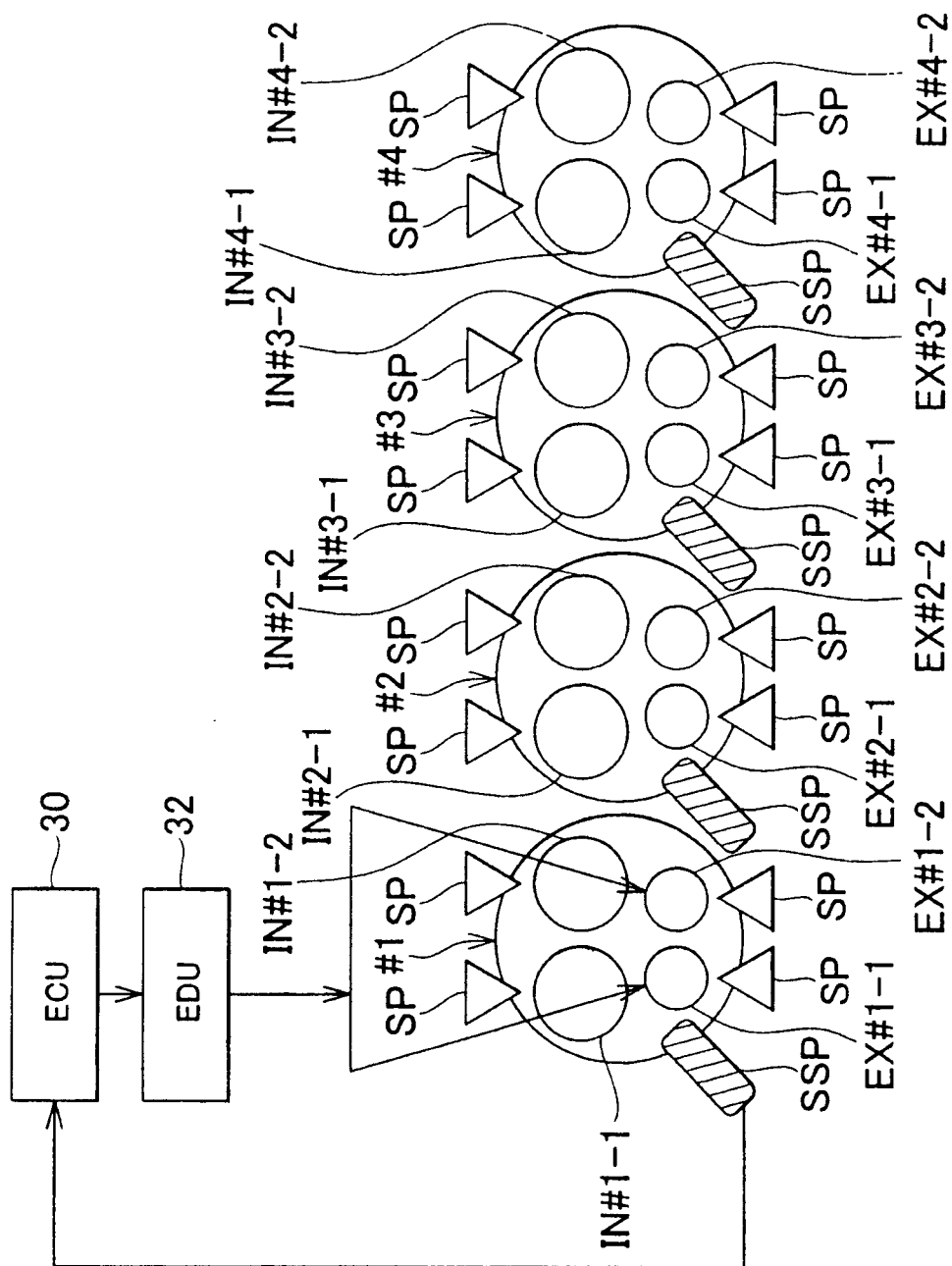


图 16

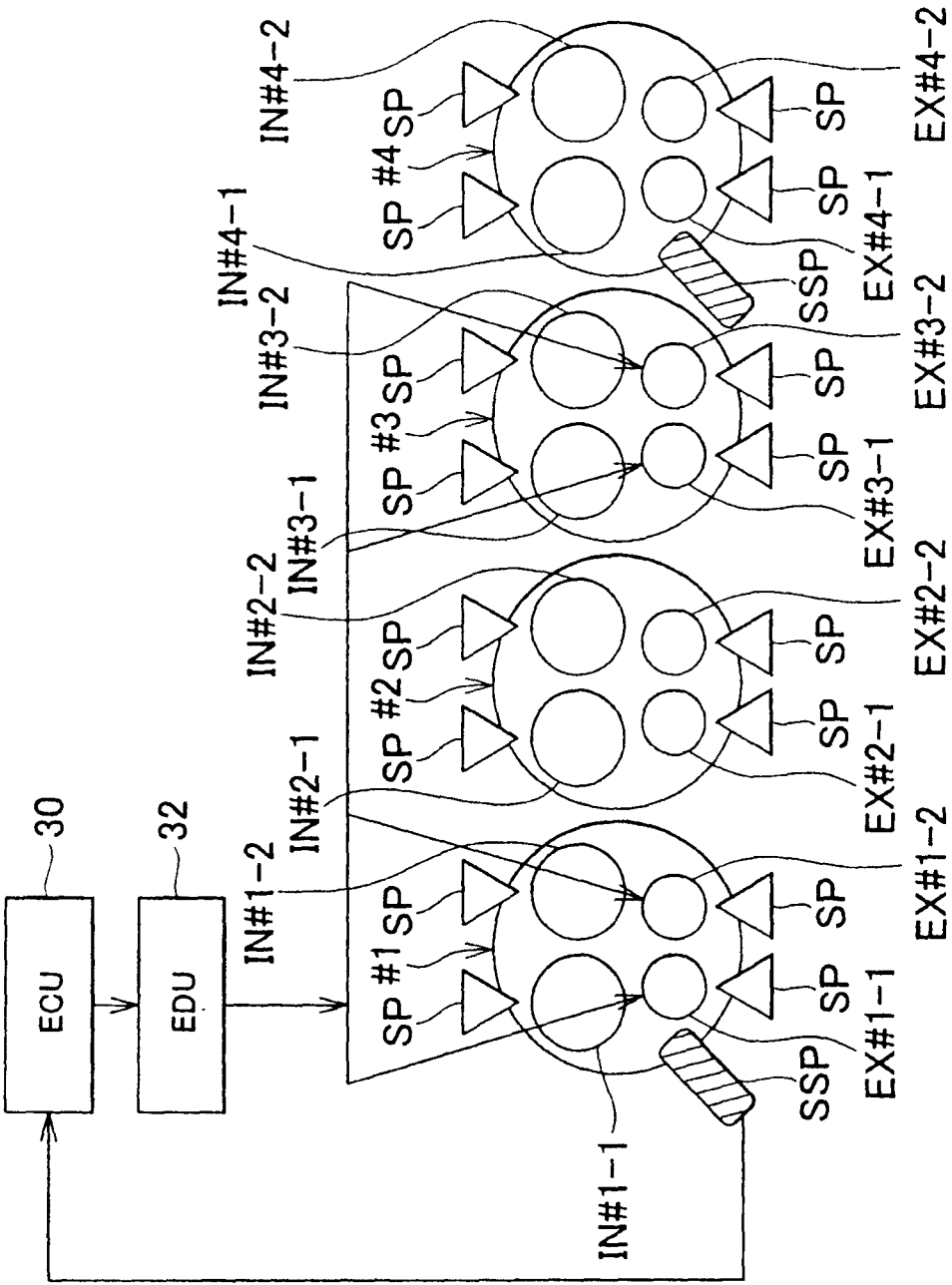


图 17