

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01L 17/00 (2006.01)

B60C 23/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510091537.4

[45] 授权公告日 2008年7月23日

[11] 授权公告号 CN 100405034C

[22] 申请日 2005.8.10

[21] 申请号 200510091537.4

[30] 优先权

[32] 2004.8.11 [33] JP [31] 2004-234486

[73] 专利权人 住友橡胶工业株式会社

地址 日本国兵库县

[72] 发明人 松浦真一

[56] 参考文献

US6439045B1 2002.8.27

US6420966B2 2002.7.16

US2003/0128110A1 2003.7.10

CN1177319A 1998.3.25

CN1033693A 1989.7.5

审查员 郑大磊

[74] 专利代理机构 上海市华诚律师事务所

代理人 徐申民 董红曼

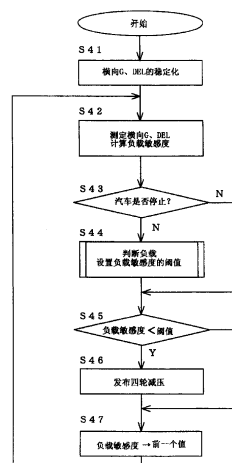
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 8 页

[54] 发明名称

车辆负载状态的判断方法

[57] 摘要

提供了一种车辆负载状况的判断方法，以及一种轮胎漏气报警系统，其能够在重负载的情况下防止四轮减压的误报。所述车辆负载状态的判断方法包含的步骤有：探测安装在车辆上的轮子的转速，基于位于车辆对角的两个轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值，以及探测车辆的横向加速度，当车辆停止前后横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，车辆通过一次系数的改变判断车辆的负载状态。所述轮胎漏气报警系统包含探测安装在车辆上的轮子转速的装置，基于位于车辆对角的两个轮子的转速和之差计算轮胎压力判定值的装置，探测车辆的横向加速度的装置，以及探测车辆停止的装置，其中所述系统包括探测车辆停止的装置，当车辆停止前后车辆负载状况改变一个定值或更大时，测得四个轮子的气压没有下降。



1. 一种车辆负载状态的判断方法，包含以下步骤：

探测安装在车辆上的轮子的转速；

基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值；

探测车辆的横向加速度；以及

探测车辆的停止；

其中当在车辆停止前后的横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，车辆通过一次系数的变化判断车辆的负载状态。

2. 如权利要求1所述的车辆负载状态的判断方法，其特征在于，所述探测车辆的横向加速度的步骤是基于左右轮的轮子转速差计算得出。

3. 如权利要求1所述的车辆负载状态的判断方法，其特征在于，所述探测车辆停止的步骤是通过探测轮子转速在一定时间内持续为零进行的。

4. 如权利要求1所述的车辆负载状态的判断方法，其特征在于，所述探测车辆停止的步骤是通过探测车辆的点火开关关闭进行的。

5. 一种车辆负载状态的判断装置，其特征在于，包含：

探测安装在车辆上的轮子转速的装置；

基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力判定值的装置；

探测车辆的横向加速度的装置；以及

探测车辆停止的装置；

其中当在车辆停止前后横向加速度和轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，通过车辆一次系数的变化判断车辆的负载状态。

6. 如权利要求5所述的车辆负载状态的判断装置，其特征在于，所述探测车辆的横向加速度的装置包括基于左右轮的轮子转速差进行计算的装置。

7. 如权利要求 5 所述的车辆负载状态的判断装置, 其特征在于, 所述探测车辆停止的装置包括探测轮子转速在一定时间内持续为零的装置。

8. 如权利要求 5 所述的车辆负载状态的判断装置, 其特征在于, 所述探测车辆停止的装置包括探测车辆点火开关关闭的装置。

9. 一种轮胎压力下降的探测方法, 包含以下步骤:

探测安装在车辆上的轮子的转速;

基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值; 以及

探测车辆的横向加速度;

其中当横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时, 通过一次系数探测四轮减压;

其中当车辆停止前后一次系数变化一个定值或更大时, 判定车辆四个轮子的气压没有下降。

10. 一种轮胎漏气报警系统, 其特征在于, 包含:

探测安装在车辆上的轮子转速的装置;

基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力判定值的装置; 以及

探测车辆的横向加速度的装置;

探测车辆停止的装置;

其中当横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时, 通过一次系数探测四轮减压;

当车辆停止前后一次系数变化一个定值或更大时, 判定车辆四个轮子的气压没有下降。

车辆负载状态的判断方法

技术领域

本发明涉及一种四轮车辆负载状态的判断方法，并且，本发明还涉及一种用于检测四轮车辆中四个轮子的压力是否同步减小的装置。更特别的，本发明涉及一种在车辆负载较大的情况下判断四轮减压的装置。

背景技术

为了探测轮胎压力的减小，有一种使用基于位于车辆对角的两个轮胎的转速和之的轮胎压力判定值的方法。虽然位于对角的单个或一对轮子的减压可以通过轮胎压力判定值测得，但却无法探测出四个轮子的压力同步下降。

即使在轮胎没有损坏的情况下，轮胎压力也会逐渐降低。发生压力同步下降偶尔是由于空气渗过轮胎橡胶，此外新轮胎的尺寸增大也会导致压力同步下降。在这种情况下，四个轮子的压力常常会同步下降而难以被察觉。当车辆在四个轮胎的气压同步下降时行驶，在高速行驶时会有造成爆胎的危险，并且汽油里程降低，同时还涉及到对环境的影响的问题。

为了预警四轮减压，有一种利用四轮压力下降时的转动特性（转动差=负载波动差）判断减压的“负载敏感度方法”。其原理利用的是车辆横向加速度（以下称横向G）相对于轮胎压力判定值（以下称DEL值）的斜率在正常情况下和在四轮减压时具有差异。

图1的例子是轮胎在正常气压下和四轮压力同时降低40%的情况下横向G对DEL值所作的图。将横向G和DEL值相结合计算得到一条回归直线，其一次系数（斜率）则对应于负载敏感度。如图1所示，在正常气压情况下和四轮压力下降情况下的负载敏感度（横向G相对于DEL值的斜率）是不同的。因此，当负载敏感度与正常气压下的斜率相比改变一个定值或更大时，就可以测得四轮压力的下降。

但是，负载敏感度方法顾名思义对负载较为敏感，并且上述程序被限于在负载几乎恒定的情况下。

此外，还有一种通过提供负载感应器测定负载并根据负载修正负载敏感度以探测四轮减压的方法（日本未审查专利公报第145654/1996号）。

发明内容

根据负载敏感度方法，同步四轮减压可以在相同的负载条件下测得。当然，当车辆负载不同时，除非修正测得的车辆负载，轻负载（载 2 人）状态下和标准负载（车辆总重）状态下的斜率差异相当大，因为负载敏感度（横向 G 对 DEL 值的一次近似系数）会根据车辆的负载而变化；因此，与四轮减压时一样，当测得斜率改变了一个定值或更大时，即便轮胎的气压正常，也会将负重较重误判为四轮减压。

因此，为了精确判断四轮减压，就有必要区别横向 G-DEL 值的一次近似系数的差异是由于压力下降导致的还是由于负载导致的。

本发明的目的在于提供一种与负载感应器无关的判断车辆负载状况的方法。

在本发明中，将车辆可能的最大负载的类别分为例如轻负载、中负载和重负载之后，判断车辆此刻属于哪一个负载类别。

此外，本发明的目的在于提供一种通过负载敏感度方法利用上述负载状态的判断结果探测四轮压力下降的轮胎漏气报警系统，其中在重负载状态下四个轮子的气压没有下降，并且能够防止四轮压力下降的误报。

本发明的车辆负载状态的判断方法包含以下步骤：

探测安装在车辆上的轮子的转速；

基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值；

探测车辆的横向加速度；以及

探测车辆的停止；

其中当在车辆停止前后的横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，车辆通过一次系数的改变判断车辆的负载状态。

此外，本发明的轮胎漏气报警系统包含通过计算基于左右轮的轮子转速的差异来探测横向加速度的装置。

探测车辆停止的装置优选为探测轮子转速在一定时间内持续为零。

此外，探测车辆停止的方法可以探测车辆的点火开关关闭。

本发明的轮胎压力下降的判断方法包含以下步骤：探测安装在车辆上的轮子的转速；基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值；以及探测车辆的横向加速度，其中当横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，通过一次系数探测四轮减压，其中当车辆停止前后一次系数改变一个定值或更大时，判定四个轮子的气压没有下降。

本发明的轮胎漏气报警系统包含：探测安装在车辆上的轮子转速的装置；基于位于车辆

对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力判定值的装置；以及探测车辆的横向加速度的装置，其中当横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，通过一次系数探测四轮减压，其中系统包含探测车辆停止的装置，以及当车辆停止前后一次系数改变一个定值或更大时，判定四个轮子的气压没有下降。

本发明的轮胎压力下降的探测程序包含以下步骤：探测安装在车辆上的轮子的转速；基于位于车辆对角的两对轮子的转速和之差计算轮胎压力的判定值；以及探测车辆的横向加速度，其中当横向加速度与轮胎压力判定值之间成一次近似关系时，通过一次系数探测四轮减压，其中探测车辆的停止，以及当车辆停止前后一次系数改变一个定值或更大时，判定四个轮子的气压没有下降。

本发明探测四轮车辆的四轮压力是否同步下降，而不探测四个轮子中的一个、两个或三个轮子是否存在压力下降。

本发明将车辆可能的最大负载的类别分为例如轻负载（例如，最大负载的 0~30%）、中负载（例如，最大负载的 30~70%）或重负载（例如，最大负载的 70~100%），并且可以判断车辆此刻属于哪一个负载类别（即，车辆负载状态）。

此外，基于负载导致的变化大于气压（压力下降）导致的变化变化的原理，本发明的车辆负载状态判断方法能够判断在车辆停止前后负载敏感度的变化较大时负载的变化，并且能够判断负载状态。例如，在如后文所述实施方式的一个例子中，当客车（雪佛兰 IMPALA）的负载状态由载 2 人变为载 5 人+100 kg 的行李的负载时，可以判断轻负载变为重负载。

此外，在通过利用负载状态的判断结果的负载敏感度方法探测四轮压力下降的轮胎漏气报警系统中，可以提供一种轮胎漏气报警系统，其中在车辆的负载状态被判断为“重负载”的情况下，判定四个轮子的气压没有下降，并且可以防止误报四轮压力下降。然而，当车辆的负载状态被判定为“轻负载”或“中负载”时，本发明的轮胎漏气报警系统不能防止误报四轮减压。

根据本发明，无论负载是轻负载或重负载，可不必使用车辆负载感应器而通过轮子转速判断。

根据本发明，当车辆的轮胎压力正常并且负载为重负载时，可以防止误报四轮减压。

附图说明

图 1 是表示横向加速度与轮胎压力下降判定值之间的关系图；

图 2(a)~2(d)中分别表示的是横向加速度与轮胎压力下降的判定值之间的关系一次系数

在正常压力、压力降低 20%和压力降低 40%下变化，其中图 2(a)表示的是轻负载和直线行驶的情况，图 2(b)表示的是轻负载和变道行驶的情况，图 2(c)表示的是轻负载和雨中直线行驶的情况，以及图 2(d)表示的是轻负载和雨中变道行驶的情况；

图 3(a)~3(d)中分别表示的是横向加速度与轮胎压力下降的判定值之间的关系一次系数在正常压力、压力降低 20%和压力降低 40%中变化，其中图 3(a)表示的是轻负载和在国道 21 上变道行驶的情况，图 3(b)表示的是轻负载和雨中在国道 21 上变道行驶的情况，图 3(c)表示的是标准负载（标准装备）和直线行驶的情况，以及图 3(d)表示的是标准负载（标准装备）和变道行驶的情况；

图 4 是本发明实施方式中的探测轮胎压力下降的流程图；

图 5 是本发明实施方式中的负载判断和负载敏感度阈值设置的流程图；

图 6(a)是本发明实施方式中的车辆停止的处理流程图，以及图 6(b)是本发明实施方式中的点火开关关闭的处理流程图；以及

图 7 是表示本发明实施方式中的轮胎漏气报警系统组成的块状结构图。

具体实施方式

在本发明的实施方式中，轮胎压力的判定值（以下称 DEL 值）和横向加速度（以下称横向 G）的值如下式所示：

$$DEL = ((V1 + V4) - (V2 + V3)) / V_{\text{平均}}$$

$$\text{横向 } G = V^2 / R$$

其中的 V1 指的是左前轮的转速，V2 指的是右前轮的转速，V3 指的是左后轮的转速，以及 V4 指的是右后轮的转速。转速是轮子角速度×轮胎半径。V_{平均}是四轮转速的平均值。横向 G 中的 V 是车辆行驶速度，R 是转弯半径，并且例如，可以由下述轮胎旋转速度的差异和胎面宽度计算得出。例如，在 FR 车辆中，在计算得出下述 FL 和 FR 轮胎的速度 V1 和 V2 后，可以通过下式计算得出转弯半径 R：

$$R = \{(V2 + V1) / (V2 - V1)\} \times Tw / 2$$

其中的 Tw 是中心主轴之间的距离（胎面宽度）(m)。

此外，横向加速度可以由横向加速度感应器进行测定。可以在车辆上使用偏离率感应器通过其输出测量横向 G。

图 1 是轮胎压力分别为正常和四轮压力同时下降 40%的车辆在行驶 30 分钟后测得的横向 G 和 DEL 值的结果。在图 1 中，◆表示轮胎压力为正常（N.P.）时的行驶数据，而■（图 1

中网状分布的灰色点)表示车辆在四轮压力同时下降 40%的状态下的行驶数据。在图 1 中,横轴为横向 G,而纵轴为 DEL 值。当斜率是在行驶 30 分钟后测得时,可以获得较高的相关系数。一次近似直线的一次系数在正常气压情况下和压力下降 40%情况下分别为 0.5387 和 0.2776。

实施方式 1

在图 2(a)~2(d)和图 3(a)~3(d)中,对车辆在多种行驶条件下的横向加速度(以下称横向 G)和轮胎压力的判定值(以下称 DEL 值)之间的关系,分别进行一次近似得到的一次系数(斜率=负载敏感度),分别代表正常轮胎压力、减压 20%和减压 40%的情况。使用的车辆是雪佛兰车辆有限公司生产的雪佛兰 IMPALA。

图 2(a)表示的是轻负载和直线行驶的情况,图 2(b)表示的是轻负载和变道行驶的情况,图 2(c)表示的是轻负载和雨中直线行驶的情况,以及图 2(d)表示的是轻负载和雨中变道行驶的情况。

图 3(a)表示的是轻负载和在国道 21 上变道行驶的情况,图 3(b)表示的是轻负载和雨中在国道 21 上变道行驶的情况,图 3(c)表示的是标准负载(标准装备)和直线行驶的情况,以及图 3(d)表示的是标准负载(标准装备)和变道行驶的情况。

在图 2(a)~2(d)和图 3(a)~3(d)中,轻负载的情况是载 2 人,而标准负载的情况是载 5 人+100 kg 的行李。

对比图 2(a)或 2(b)与图 3(c)或 3(d)的负载敏感度可以看出,负载导致的变化大于气压(减压)导致的变化。可以看出负载对于负载敏感度的影响很大,并且在标准负载条件下当减压 40%或更大时负载敏感度发生变化(对比图 2(a)或 2(b)与图 3(c)或 3(d))。这里,在标准负载条件下比较的重点与类似于正常→减压 20%→减压 40%的减压率成正比变化。因此,如果已知当前的负载状态,即使通过标准负载也能探测到四轮减压。

所谓的同步四轮减压是一种很慢的空气泄漏,其几个月内下降几个百分点,负载敏感度逐渐变化。相反的,负载变化造成的负载敏感度变化在车辆停止前后会突然波动。因为乘客/行李的负载和卸载不会在行驶中进行,所以在很多情况下在点火开关关闭前和点火开关打开后负载会变化。可以知道负载和卸载行李不会在行驶中进行,而是发生在开/关点火开关时(或 10 分钟以后 30 分钟以前,甚至在发动引擎的过程中)。

作为结果,对比在车辆停止前后包括车辆停止时的负载敏感度,并且当负载敏感度波动较大时(例如,斜率差为 0.1 或更大),能够推断出不是空气波动而是负重波动。由于在标准

负载状态时的负载敏感度的变化比轮胎有一定减压率（例如 30%，此时应发出四轮减压报警）时的负载敏感度的变化更大，因此负载敏感度变化一个定值或更大时可以推断是负载造成的变化，并且不判定为四轮减压。因此在重负载的情况下可以防止做出减压判断的错误。

可以通过测定轮子转速为零的时间来判断车辆是否停止。轮子转速保持为零一段时间的情况可以判定为车辆停止。可以利用车辆的速度计的输出，也可以通过探测停车刹车的操作以及探测自动变速被设为 P 档来判断停车。

可将车辆停止前后的负载敏感度的变化进行比较，但由于包括了较为棘手的在红灯时停下时间较长的可能，所以负载敏感度的测定是在特定的时间间隔内进行，而当负载敏感度变化较大时，就可以推定时负载变化。也就是说，四轮减压和负载变化可以根据负载敏感度的时间变化程度来加以区分。

负载敏感度在特定时间间隔内进行计算和记录（例如，每两小时记录 30 分钟的数据），但当负载的差异被检测出时，点火开关关闭前的值被保留并与点火开关打开后的值进行比对（由于四轮减压时的斜率变化缓慢，该值需要保留更长的时间）。

根据图 2(a)~2(d)的试验，全负荷时的负载敏感度几乎为零，并且也存在一个斜率为负的区域（图 3(c)）。

轮胎压力下降可能影响的负载敏感度范围（图 1 情况的 0.15 或以上）已被确定，当负载敏感度超出该范围时（小于上述情况时的 0.15），则可以判定负载敏感度变化是由于负载的影响。

如图 2(a)~2(d)和 3(a)~3(d)所示，当负载为轻负载并且恒定时，负载敏感度通常在每个减压率设定的范围内。另一方面，由于负载敏感度在标准负载的情况下在-0.1 和 0.1 之间，当从轻负载时的正常气压情况下的负载敏感度判定压力下降值为减压 40%时的负载敏感度时（例如，当偏离正常气压 0.2 时发出警报=减压 40%时发出警报），标准负载时的负载敏感度（-0.1~0.1）会变化 0.4 或更大；因此判定为气压下降。

观察斜率的趋势可以推得，正常气压（0.5）→减压 40%（0.3）→减压 80%（0.1）。因此，只要减压不大于 80%就可以区分出减压和标准负载。当四轮减压 80%或更大时，驾驶者会在上车前察觉，而且事实上在行驶时不可能发生四轮压力下降 80%或更大的情况。

这样，当在车辆停止前后的负载敏感度变化太大时，就可以判断出负载变化并对负载状况做出判定。根据图 2(a)~2(d)和 3(a)~3(d)的例子，当客车（雪佛兰 IMPALA）的负载状态由载 2 人变为载 5 人+100 kg 的行李时，就可以判断出重负载由轻负载变化而来。

此外，虽然实施方式 1 以客车（雪佛兰 IMPALA）为对象，尽管数值不同，但本发明的

车辆负载状态判断方法也可以用于判断四轮车辆如轻型车辆、小型货车、卡车和公共车辆的负载状况。

实施方式 2

图 7 所示是本发明的轮胎漏气报警系统的一个实施例的块状结构图。

实施方式 2 中的轮胎漏气报警系统 1 与探测各轮子转速的装置 2 相连，并且与轮胎漏气报警系统显示装置相连接。轮胎漏气报警系统 1 的配备包括计算装置、用于存储程序和计算数据的存储器、输入由轮子转速探测装置测得的轮子转速的输入装置、以及向轮胎漏气报警系统的显示装置发出警报的输出装置。车辆的速度以及轮子转速都可以探测并输入。此外，轮胎压力下降的警报可输出给其他车辆控制装置或相关装置。

在实施方式 2 中已说明轮胎压力下降的判断程序及数据都存储在同一存储器中，但轮胎压力下降判断程序也可存储在 ROM（只读存储器）而数据则被存储在 RAM（随机存取存储器）中。

此外，也可以通过由输出装置 6 输出车辆负载状态判定值（轻负载，重负载及其他）使其具有作为车辆负载状况判定装置的功能。

图 4 是根据本发明的轮胎漏气报警系统的一个实施例的流程图。图 5 是在根据本发明的轮胎漏气报警系统的实施例中，通过区别负载敏感度探测轮胎压力下降来设定负载敏感度阈值的流程图。图 5 与图 4 中的步骤 S44 相对应。

本实施方式中不受车辆负载影响的通过负载敏感度变化车辆判断轮胎压力下降的方法在图 4 和 5 中得以说明。

轮胎压力下降的判断流程参考图 4 所示。由于点火开关打开后的特定时间或特定行驶距离中轮胎状态不稳定，DEL 值和横向 G 的数据被舍弃（步骤 S41）。在轮胎状态稳定后，采集 DEL 值和横向 G 的数据，并且每隔特定间隔计算其回归直线（步骤 S42）。此外，回归直线的一次系数即是负载敏感度。每隔特定的间隔计算负载敏感度（例如，每两小时处理 30 分钟的数据）。例如，可以通过 DEL 值和横向 G 的斜率的稳定（例如，相关系数是一个定值或更大，或者回归直线的一次系数的偏离是一个定值或更少）来判定轮胎状态的稳定。

然后，判断车辆是否停止（步骤 S43）。首先，由于车辆停止是通过下文所述的点火开关关闭的操作决定的，所以可以判断车辆是否停止。当车辆停止时，如图 5 所示开始进行负载敏感度阈值的设定（步骤 S44）。

然后，将负载敏感度与负载敏感度的阈值进行比对（步骤 S45），并且当负载敏感度比阈

值更小时，可以判定四轮减压并发出警报（步骤 S46）。当负载敏感度等于或大于阈值时，不会发出警报。

将该负载敏感度存储为前一个值，并且循环重复回到数据采集。

在步骤 43 中当车辆停止时，如图 5 所示，进行负载和负载敏感度的阈值设定的判定。首先，将回归直线的一次系数（负载敏感度）与前一个值（步骤 S51）进行比较。当负载敏感度比前一个值小一个定值或更大时，可以判定车辆负载变为重负载。例如，在本实施方式中，阈值被设为 0.1。当负载敏感度比上一次降低 0.1 或更大时，判断四轮减压的负载敏感度阈值变为标准负载的阈值（步骤 S52）。例如，在减压 40% 的情况下，判定为四轮减压，并且将标准负载情况下判定四轮减压的负载敏感度的阈值被设为 0.02（参考图 3(d)）。当负载敏感度比上一次（步骤 S53）增大 0.1 或更大时，可以判定负载由标准负载变为轻负载（步骤 S54），并且负载敏感度的阈值被设为轻负载，例如 0.35（见图 2）。然后，车辆停止被重置（步骤 S54）。

当负载敏感度的变化为一个定值或更少时，负载敏感度的阈值不变（在步骤 S51 和步骤 S53 处分支至 N）。

通过独立的程序判定车辆停止。图 6(a)和 6(b)是本实施方式中表示车辆停止和关闭点火开关过程的流程图。例如，当轮子转速为零时，判定车辆停止的程序被激活，并且当速度持续为零并保持 3 分钟和以上时，设定车辆停止（图 6(a)）。如上所述，条件可以是速度计输出、自动变速的 P 档、或停车刹车在特定时间内持续为一个定值或更大。

此外，当点火开关关闭时，最后一个负载敏感度被存储，并且设定车辆停止（图 6(b)）。

负载状态可能在上述步骤 S52 和步骤 S54 或步骤 S47 中同时输出。通过输出负载状态，负载可以被应用于除轮胎漏气报警系统以外的其他地方。

这样，可以判断负载是轻负载或是重负载，并且根据负载通过负载敏感度的阈值判断减压，因此可以不受负载影响地判断四轮减压。结果是，在重负载的情况下，能够防止误报四轮减压。参考图 2(a)~2(d)和图 3(a)~3(d)的例子，当客车（雪佛兰 IMPALA）的负载状态由载 2 人变为载 5 人+100 kg 的行李时，不会误报为四轮压力下降。

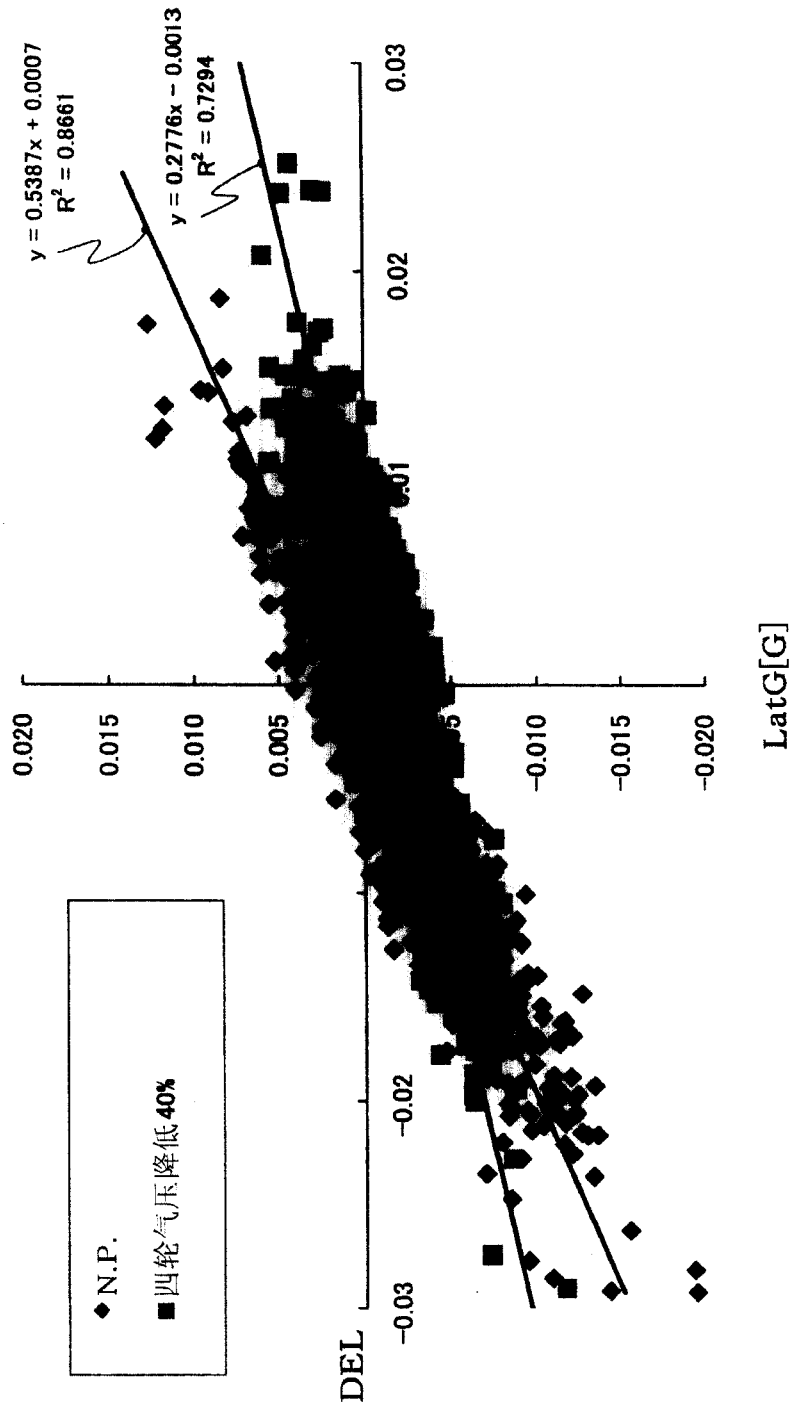


图 1

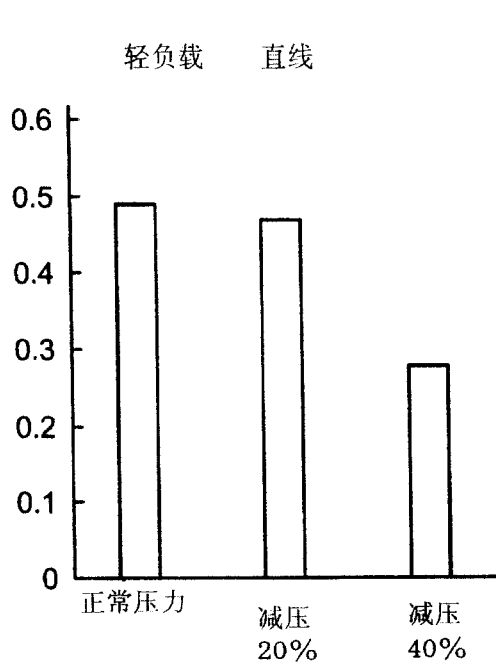


图 2(a)

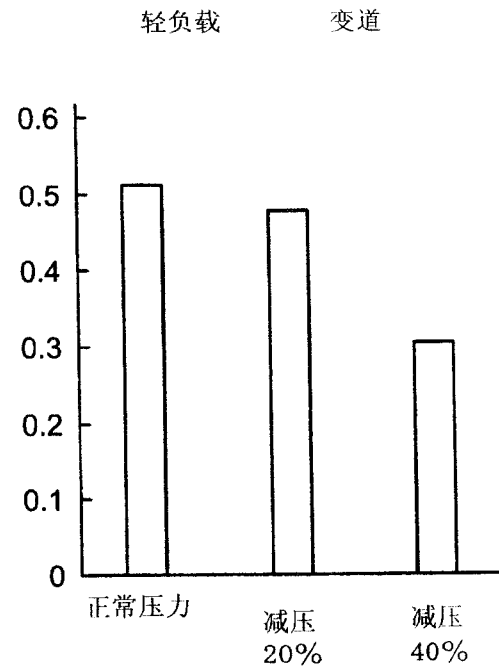


图 2(b)

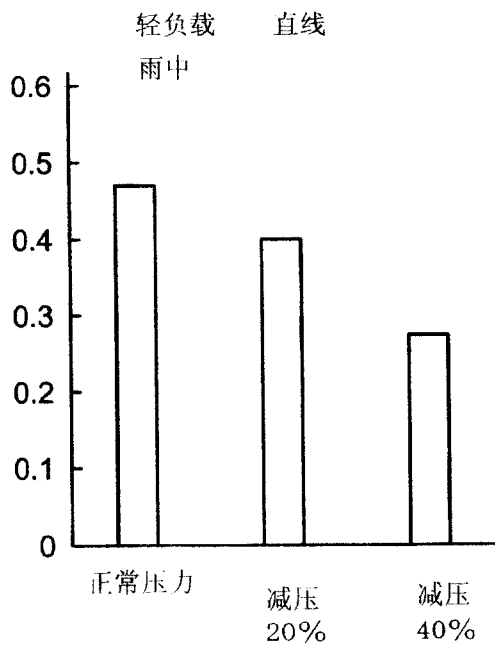


图 2(c)

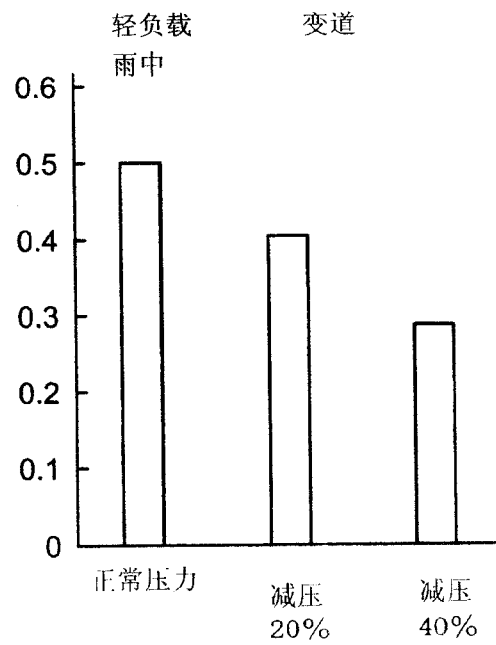


图 2(d)

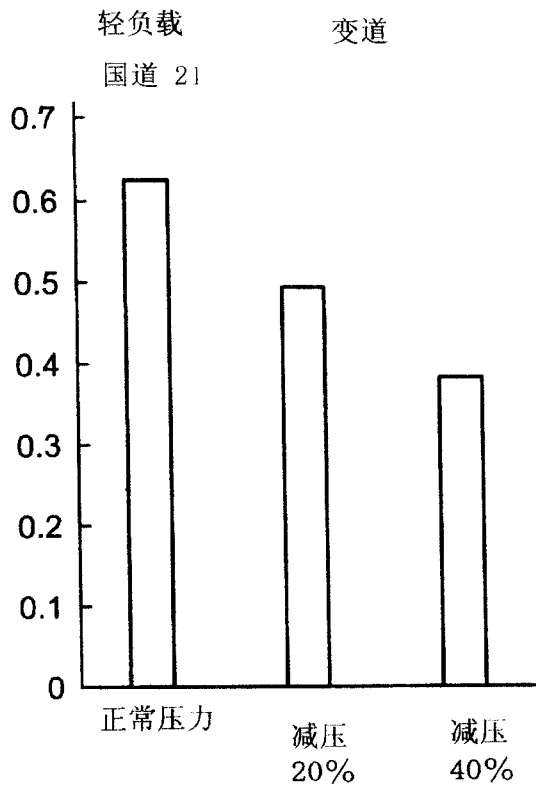


图 3(a)

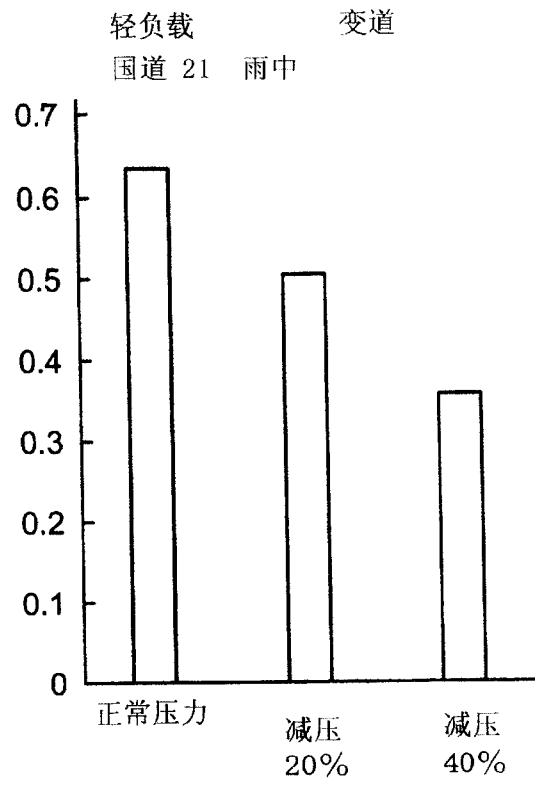


图 3(b)

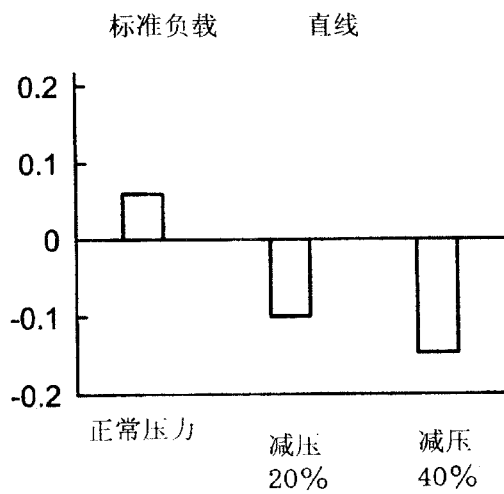


图 3(c)

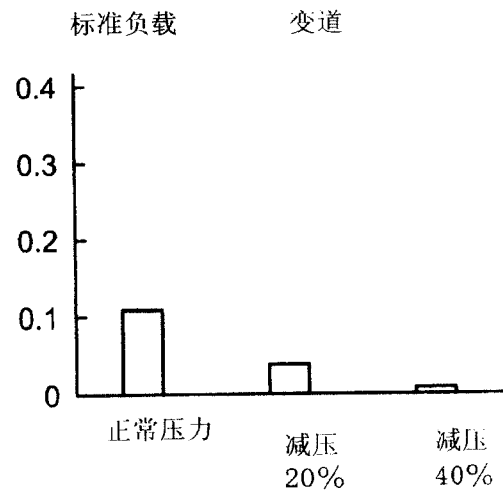


图 3(d)

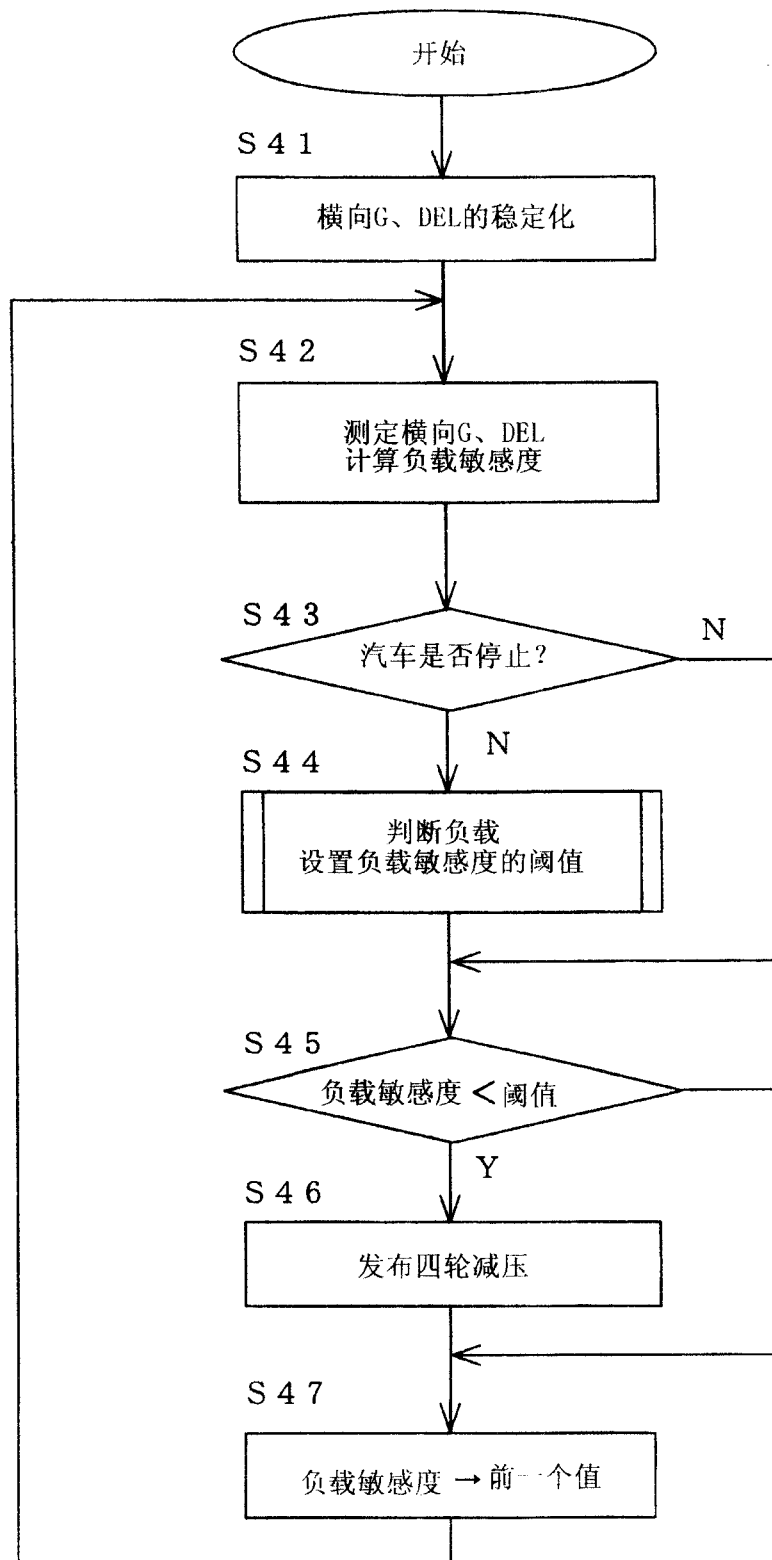


图 4

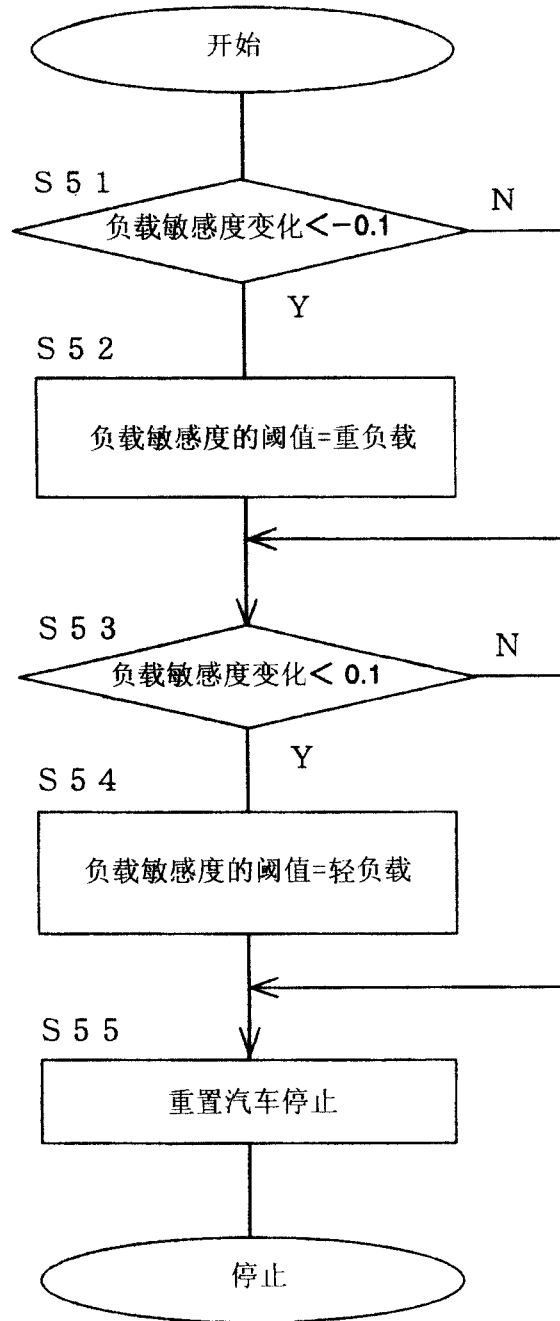


图 5

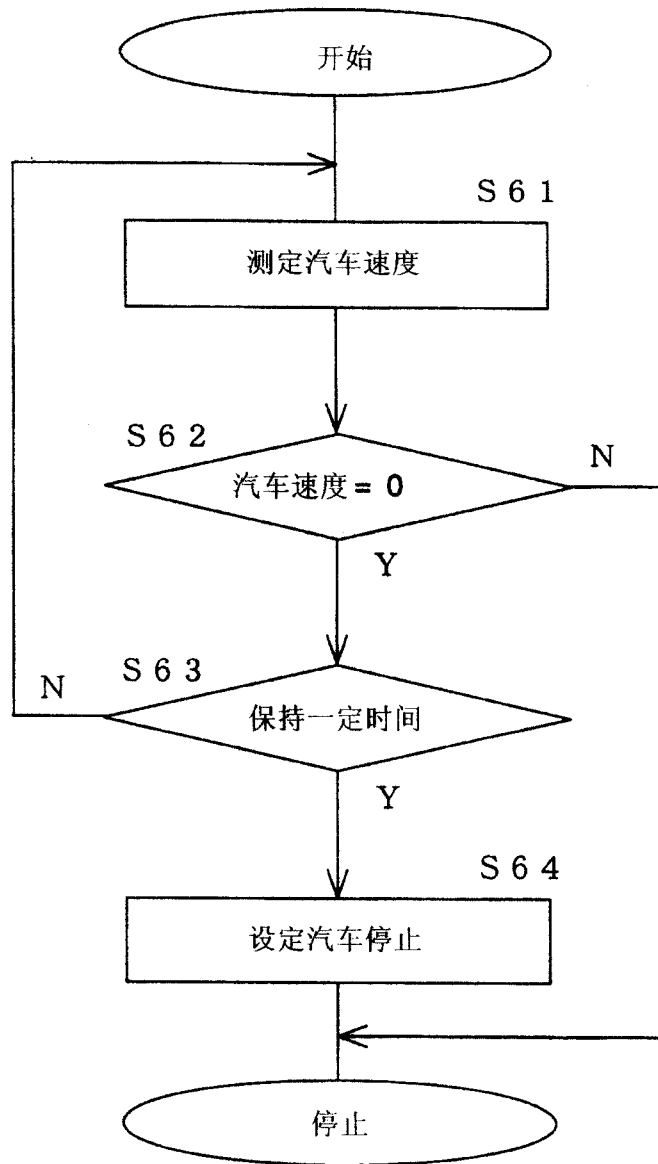


图 6(a)

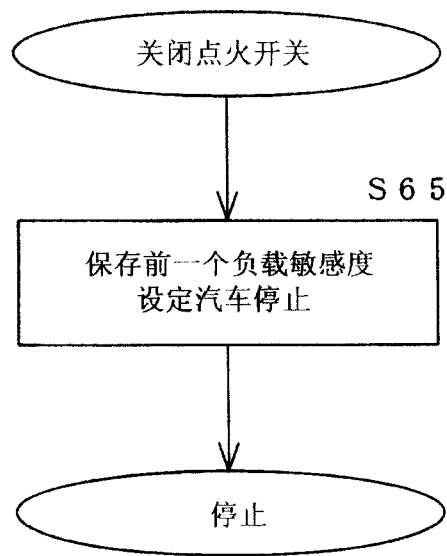


图 6(b)

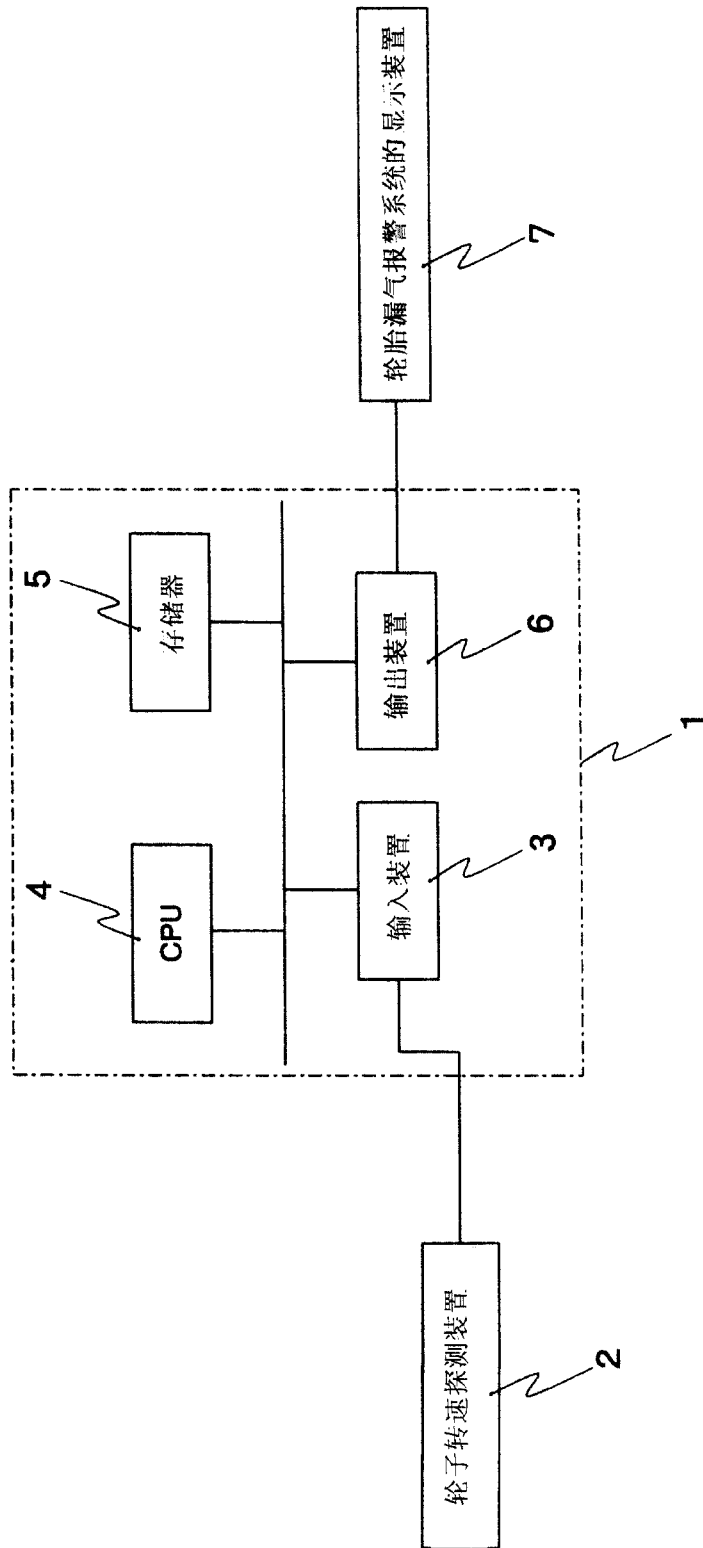


图7