

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B60G 17/015 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410104725.1

[45] 授权公告日 2008年7月23日

[11] 授权公告号 CN 100404293C

[22] 申请日 2004.11.26

[21] 申请号 200410104725.1

[30] 优先权

[32] 2003.11.26 [33] KR [31] 10-2003-0084378

[73] 专利权人 株式会社万都

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 金完镒

[56] 参考文献

US5199737A 1993.4.6

US2003/0160369A1 2003.8.28

US5324069A 1994.6.28

CN2255379Y 1997.6.4

US5979885A 1999.11.9

US4953089A 1990.8.28

审查员 轩云龙

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
代理人 王 英

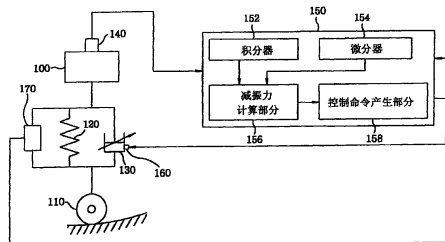
权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

电控悬架装置以及减振力控制方法

[57] 摘要

一种电控悬架装置，包括：一个第一传感装置，用于检测车身的垂直加速度；一个第二传感装置，用于检测车身相对于轮轴的垂直移动；和一个控制器，用于通过使用该第一传感装置检测的垂直加速度来获得该车身的垂直速度，通过使用该第二传感装置检测的垂直移动来获得一个可变减振器的减振器速度，通过使用该车身的垂直速度和该减振器速度计算一个目标减振力，以及通过使用该目标减振力确定一个控制命令值。该控制命令值从该控制器发送到该可变减振器的执行器，以改变该可变减振器的减振力特性。



1、一种电控悬架装置，其具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，该可变减振器具有一个执行器，该装置包括：

一个第一传感装置，用于检测该车身的垂直加速度；

一个第二传感装置，用于检测该车身相对于该轮轴的垂直移动；以及

一个控制器，用于通过使用该第一传感装置检测的垂直加速度来获得该车身的垂直速度，通过使用该第二传感装置检测的垂直移动来获得该可变减振器的减振器速度，通过使用该车身的垂直速度和该减振器速度计算一个目标减振力，以及通过使用该目标减振力确定一个控制命令值，

其中，该控制命令值从该控制器发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性。

2、根据权利要求1的装置，其中，所述控制器存储所述可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，并且通过使用下列公式确定所述控制命令值：

$$U = (F_{\text{desired}} - F_{\text{soft}}) / (F_{\text{max}} - F_{\text{soft}})$$

其中U表示所述控制命令值； $F_{\text{desired}}$ 表示所述目标减振力； $F_{\text{max}}$ 表示该最大减振力值；以及 $F_{\text{soft}}$ 表示该软减振力值。

3、根据权利要求1的装置，其中，所述控制器确定所述控制命令值为一个与所述可变减振器的一个减振力特性曲线相应的预定值，该一个减振力特性曲线经过减振器速度—减振力坐标系中连接一个水平线和一个垂直线的一个交叉点，该水平线表示所述目标减振力，该垂直线表示所述可变减振器的当前减振器速度。

4、一种电控悬架装置，其具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减

振器，该可变减振器具有一个执行器，该装置包括：

一个垂直加速度传感装置，用于检测该车身的垂直加速度；

一个轮轴加速度传感装置，用于检测该轮轴的垂直加速度；以及

一个控制器，用于通过积分该车身的垂直加速度和该轮轴的垂直加速度来获得该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度，通过使用该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度计算该可变减振器的减振器速度，通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力，以及通过使用该目标减振力确定一个控制命令值，

其中，该控制命令值被发送到该可变减振器的该执行器以改变该可变减振器的减振力特性。

5、根据权利要求4的装置，其中，所述控制器存储所述可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，并且通过使用下列公式确定所述控制命令值：

$$U = (F_{\text{desired}} - F_{\text{soft}}) / (F_{\text{max}} - F_{\text{soft}})$$

其中U表示所述控制命令值； $F_{\text{desired}}$ 表示所述目标减振力； $F_{\text{max}}$ 表示该最大减振力值；以及 $F_{\text{soft}}$ 表示该软减振力值。

6、根据权利要求4的装置，其中，所述控制器确定所述控制命令值为一个与所述可变减振器的一个减振力特性曲线相应的预定值，该一个减振力特性曲线经过减振器速度—减振力坐标系中连接一个水平线和一个垂直线的一个交叉点，该水平线表示所述目标减振力，该垂直线表示所述可变减振器的当前减振器速度。

7、一种电控悬架装置的减振力控制方法，该电控悬架装置具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，且存储该可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，该可变减振器具有一个执行器，一个第一传感装置，用于检测该车身的垂直加速度，一个第二传感装置，用于检测该车身相对于该轮轴的垂直移动，该方法包括步骤：

通过使用该第一传感装置检测的垂直加速度计算该车身的垂直速度，通过使用该第二检测装置检测的垂直移动计算该可变减振器的减振器速度；

通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力；

判断该目标减振力和该减振器速度的乘积是否大于 0；

如果该目标减振力和该减振器速度的乘积大于 0，则确定一个与该目标减振力成比例的第一控制命令值，并将该确定的第一控制命令值发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性；以及

如果该目标减振力和该减振器速度的乘积等于或小于 0，则确定一个第二控制命令值，用于将该可变减振器控制在软模式下，并将该第二控制命令值发送到该可变减振器的该执行器。

8、根据权利要求 7 的方法，其中，通过下列公式计算所述目标减振力：

$$F_{\text{desired}} = K1 \times Zs + K2 \times Zu$$

其中  $F_{\text{desired}}$  表示所述目标减振力；K1 和 K2 表示预定的增益值；Zs 表示所述车身的垂直速度；以及 Zu 表示所述可变减振器的减振器速度。

9、根据权利要求 7 的方法，其中，通过使用下列公式确定所述第一控制命令值：

$$U = (F_{\text{desired}} - F_{\text{soft}}) / (F_{\text{max}} - F_{\text{soft}})$$

其中 U 表示所述第一控制命令值； $F_{\text{desired}}$  表示所述目标减振力； $F_{\text{max}}$  表示所述最大减振力值；以及  $F_{\text{soft}}$  表示所述软减振力值。

10、根据权利要求 7 的方法，其中，所述第一控制命令值被确定为一个与所述可变减振器的一个减振力特性曲线相应的预定值，该一个减振力特性曲线经过减振器速度—减振力坐标系中连接一个水平线和一个垂直线的一个交叉点，该水平线表示所述目标减振力，该垂直线表示所述可变减振器的当前减振器速度。

11、一种电控悬架装置的减振力控制方法，该电控悬架装置具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，且存储该可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，该可变减振器具有一个执行器，一个垂直加速度传感装置，用于检测该车身的垂直加速度，和一个轮轴加速度传感装置，用于检测该轮轴的垂直加速度，该方法包括步骤：

通过使用该车身的垂直加速度和该轮轴的垂直加速度计算该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度；

通过使用该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度计算该可变减振器的减振器速度；

通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力；

判断该目标减振力和该减振器速度的乘积是否大于 0；

如果该目标减振力和该减振器速度的乘积大于 0，则确定一个与该目标减振力成比例的第一控制命令值，并将该确定的第一控制命令值发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性；以及

如果该目标减振力和该减振器速度的乘积等于或小于 0，则确定一个第二控制命令值，用于将该可变减振器控制在软模式下，并将该第二控制命令值发送到该执行器。

12、根据权利要求 11 的方法，其中，通过下列公式计算所述目标减振力  $F_{\text{desired}}$ ：

$$F_{\text{desired}} = K1 \times Zs + K2 \times Zu$$

其中  $F_{\text{desired}}$  表示所述目标减振力；K1 和 K2 表示预定的增益值；Zs 表示所述车身的垂直速度；以及 Zu 表示所述可变减振器的减振器速度。

13、根据权利要求 11 的方法，其中，通过使用下列公式确定所述第一控制命令值：

$$U = (F_{\text{desired}} - F_{\text{soft}}) / (F_{\text{max}} - F_{\text{soft}})$$

其中 U 表示所述第一控制命令值； $F_{\text{desired}}$  表示所述目标减振力； $F_{\text{max}}$

表示所述最大减振力值；以及  $F_{\text{soft}}$  表示所述软减振力值。

14、根据权利要求 11 的方法，其中，所述第一控制命令值被确定为一个与所述可变减振器的一个减振力特性曲线相应的预定值，该一个减振力特性曲线经过减振器速度—减振力坐标系中连接一个水平线和一个垂直线的一个交叉点，该水平线表示所述目标减振力，该垂直线表示所述可变减振器的当前减振器速度。

## 电控悬架装置以及减振力控制方法

### 技术领域

本发明涉及一种电控悬架装置以及减振力控制方法；更具体地，涉及一种电控悬架装置以及减振力控制方法，其通过使用车身的垂直速度和可变减振器的减振速度来控制可变减振器的减振力，能够改善车辆的乘坐舒适性和驾驶稳定性。

### 背景技术

参见图 1，其表示传统电控悬架装置的结构图。图 2 是分别表示车身垂直速度和减振速度随时间变化的图表。

如图 1 所示，传统的电控悬架装置包括一个可变减振器 4，其安装在车身 1 和车轮 2（或轮轴）之间。一个平行于可变减振器 4 的弹簧 3，其连接在车身 1 和车轮 2 之间，这样弹簧 3 和可变减振器 4 都支撑车身 1。传统电控悬架装置包括一个安装在车身 1 上的路面状况检测器 5，用于向一个控制器 6 提供有关路面状况判断的信息。路面状况检测器 5 通常由一个垂直加速度传感器构成，该垂直加速度传感器用于检测车身 1 的垂直加速度以及产生一个垂直加速度信号  $\alpha$ 。可以通过使用垂直加速度传感器产生的垂直加速度信号  $\alpha$  的振幅和频率获得用于判断路面状况的信息，例如路面的不规则或粗糙度。路面状况检测器 5 产生的垂直加速度信号  $\alpha$  被发送给一个控制器 6 并应用于控制器 6 的内部控制算法，这样其转化为车身垂直速度信号，通过使用该车身垂直速度信号，控制器 6 产生一个适应车辆当前驾驶状况的减振力控制信号。虽然对应于四个车轮 2 需要在车辆上安装四个可变减振器 4 和四个弹簧 3，但是为了方便说明，在图 1 中仅仅示出一个可变减振器 4、一个弹簧 3 和一个车轮 2。

可变减振器 4 具有一个执行器 7（一个用于响应减振力控制信号而改

变可变减振器 4 的减振特性的转换机构)，例如一个电磁阀或一个步进马达，且减振器 4 具有不止一个减振力特性曲线。通过操作执行器 7，减振器 4 的减振力特性曲线可以在多级中转换或持续地转换。根据来自控制器 6 的减振力控制信号来操作执行器 7。因此，可变减振器 4 根据减振力控制信号产生减振力，这样可以抑制车身的振动以改善乘坐舒适性，还可以抑制车辆牵引力的波动以改善车辆的驾驶稳定性。

如上所述，传统的电控悬架装置基于车身垂直速度的（或与其成比例）控制可变减振器 4 的减振力，该车身垂直速度通过使用垂直加速度传感器产生的垂直加速度信号  $\alpha$  计算得出，该垂直加速度传感器构成路面状况检测器 5。

可变减振器 4 的减振力特性（或减振力特性曲线的选择）根据垂直加速度信号  $\alpha$ （例如，车身的垂直速度）而改变，但是可变减振器 4 的减振力由选择的可变减振器 4 的减振力特性曲线和可变减振器的当前减振器速度来确定。而且，传统电控悬架装置，其控制与车身垂直速度成比例的减振力，如图 2 所示，传统的电控悬架装置甚至在减振器速度接近于 0 时可能具有一个较高的车身垂直速度。在这种情况下，其产生一个减振力控制信号用于获得一较高减振力。并且，如果减振器速度的幅值（或绝对值）增加，则减振力会突然变化，导致乘坐舒适性恶化。

而且，如果减振器速度的相位与目标减振力的相位相反，则需要一个负（-）减振系数，由于在信号处理期间产生的时间延迟或者执行器的迟缓响应时间，减振力可能变得非常硬，导致乘车舒适性恶化。

## 发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种电控悬架装置和减振力控制方法，其通过使用车身的垂直速度和可变减振器的减振器速度，能够改善车辆的乘坐舒适性和驾驶稳定性。

根据本发明的一个方面，提出了一种电控悬架装置，其具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，该可变减振器具有一执行器，该装置包括：一个第一传感装置，用于检测该车身的垂直加速度；一个第二



传感装置，用于检测该车身相对于该轮轴的垂直移动；和一个控制器，用于通过使用该第一传感装置检测的垂直加速度来获得该车身的垂直速度，通过使用该第二传感装置检测的垂直移动来获得该可变减振器的减振器速度，通过使用该车身的垂直速度和该减振器速度计算一个目标减振力，以及通过使用该目标减振力确定一个控制命令值，其中该控制命令值从该控制器发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性。

根据本发明的另一个方面，提出了一种电控悬架装置，其具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，该可变减振器具有一个执行器，该装置包括：一个垂直加速度传感装置，用于检测该车身的垂直加速度；一个轮轴加速度传感装置，用于检测该轮轴的垂直加速度；和一个控制器，用于通过积分该车身的垂直加速度和该轮轴的垂直加速度来获得该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度，通过使用该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度计算该可变减振器的减振器速度，通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力，以及通过使用该目标减振力确定一个控制命令值，其中该控制命令值被传递到该可变减振器的该执行器以改变该可变减振器的减振力特性。

根据本发明的另一方面，提出一种电控悬架装置的减振力控制方法，该电控悬架装置具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，且该存储可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，该可变减振器具有一个执行器，一个第一传感装置，用于检测该车身的垂直加速度，一个第二传感装置，用于检测该车身相对于该轮轴的垂直移动，该方法包括步骤：通过使用该第一传感装置检测的垂直加速度计算该车身的垂直速度，通过使用该第二检测装置检测的垂直移动计算该可变减振器的减振器速度；通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力；判断该目标减振力和该减振器速度的乘积是否大于0；如果该目标减振力和该减振器速度的乘积大于0，则确定一个与该目标减振力成比例的第一控制命令值，并将该确定的第一控制命令值发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性；如果该目标减振力和

该减振器速度的乘积等于或小于 0，则确定一个第二控制命令值，用于将该可变减振器控制在软模式下，并将该第二控制命令值发送到该可变减振器的该执行器。

根据本发明的另一个方面，提出一种电控悬架装置的减振力控制方法，该电控悬架装置具有一个安装在车身和轮轴之间的可变减振器，且存储该可变减振器的一个软减振力值和一个最大减振力值，该可变减振器具有一个执行器，一个垂直加速度传感装置，用于检测该车身的垂直加速度，和一个轮轴加速度传感装置，用于检测该轮轴的垂直加速度，该方法包括步骤：通过使用该车身的垂直加速度和该轮轴的垂直加速度计算该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度；通过使用该车身的垂直速度和该轮轴的垂直速度计算该可变减振器的减振器速度；通过使用该减振器速度和该车身的垂直速度计算一个目标减振力；判断该目标减振力和该减振器速度的乘积是否大于 0；如果该目标减振力和该减振器速度的乘积大于 0，则确定一个与该目标减振力成比例的第一控制命令值，并将该确定的第一控制命令值发送到该可变减振器的该执行器，以改变该可变减振器的减振力特性；如果该目标减振力和该减振器速度的乘积等于或小于 0，则确定一个第二控制命令值，用于将该可变减振器控制在软模式下，并将该第二控制命令值发送到该执行器。

## 附图说明

通过下面结合附图的优选实施例的描述，本发明的上述目的和其他特征将变得显而易见，其中：

图 1 是一个传统电控悬架装置的结构图；

图 2 是表示车身垂直速度和减振器速度随时间变化的曲线图；

图 3 是根据本发明第一优选实施例的电控悬架装置的结构图；

图 4 表示在减振器速度—减振力坐标中的可变减振器的多个减振力特性曲线；以及

图 5 是根据本发明第二优选实施例的电控悬架装置的结构图。

## 具体实施方式

下面，参考附图详细描述本发明的优选实施例。

图3是根据本发明第一优选实施例的电控悬架装置的结构图。

如图3所示，本发明的电控悬架装置包括一个可变减振器130，其安装在车身100和车轮110（或轮轴）之间；以及一个第二传感装置170，用于检测车身100相对于车轮110的上下方向的垂直移动，以及产生一个指示检测的垂直移动的车辆高度信号。一个平行于可变减振器130和第二传感装置170的弹簧120连接在车身100和车轮110之间的一个位置，这样，弹簧120和可变减振器130都支撑车身100。虽然对应于四个车轮2需要在车辆上安装四个可变减振器130、四个第二传感装置170和四个弹簧120，但是为了描述方便，在图3中仅仅显示出一个可变减振器130、一个第二传感装置170、一个弹簧120和一个车轮110。

此外，本发明的电控悬架装置包括一个安装在车身100上的第一传感装置140和一个控制器150。该第一传感装置140检测车身100的垂直加速度，且产生一个车身垂直加速度信号，用于指示检测的车身100的垂直加速度。通过使用第一传感装置140产生的车身垂直加速度信号和第二传感装置170产生的车辆高度信号，控制器150产生一个控制命令值U，用于控制可变减振器130的减振力。

可变减振器130包括一个执行器160，其响应控制器150产生的控制命令值U进行操作，并且通过执行器160的操作来改变可变减振器130的减振力特性。如图4所示，可变减振器130具有多个减振力特性曲线。这些减振力特性曲线可以是在两个曲线 $F_{\text{soft}}$ 和 $F_{\text{hard}}$ 之间连续存在的曲线，或者是多个预定的不同曲线，例如 $F_{\text{soft}}$ 、 $F_{\text{medium}}$ 和 $F_{\text{hard}}$ 。如果控制命令值U从控制器150发送到可变减振器130的执行器160，则执行器160根据控制命令值U进行操作，以便将该减振力特性曲线的一个与该控制命令值U相应的特性曲线设置给可变减振器130。

第一传感装置140由一个垂直加速度传感器构成，该传感器检测车身100的垂直加速度并且产生车身垂直加速度信号，该信号指示检测的车身100的垂直加速度。车身垂直加速度信号被提供给控制器150。安装在车身100和车轮110之间的第二传感装置170由一个车辆高度传感器

构成，该传感器用于检测车身 100 相对于车轮 110（或轮轴）的垂直移动并产生车辆高度信号，该信号指示检测的车身 100 相对于车轮 110 的垂直移动。第二传感装置 170 产生的垂直高度信号被提供给控制器 150。

控制器 150 包括一个积分器 152，用于对来自第一传感装置 140 的车身垂直加速度信号进行积分，以计算车身垂直速度  $Z_s$ ；一个微分器 154，用于对来自第二传感装置 170 的车辆高度信号进行微分，以计算车辆高度速度；一个减振力计算部分 156，用于通过使用来自积分器 152 的车身垂直速度  $Z_s$  和来自微分器 154 的车辆高度速度（例如，可变减振器 130 的减振速度  $Z_u$ ）计算目标减振力  $F_{\text{desired}}$ ；和一个控制命令产生部分 158，用于确定与目标减振力  $F_{\text{desired}}$  相应的控制命令值  $U$ ，且将该确定的控制命令值  $U$  发送到可变减振器 130 的执行器 160。如上所述，控制器 150 使车辆高度速度作为减振器速度  $Z_u$ ，且存储一个软减振力值  $F_{\text{soft}}$  和一个最大减振力值  $F_{\text{max}}$ ，这两个值需要用来计算控制命令值  $U$ 。在这种情况下，当可变减振器 130 被控制在软模式时，则使用该软减振力值  $F_{\text{soft}}$ 。

该减振力计算部分 156 使用下面的公式计算目标减振力  $F_{\text{desired}}$ ：

$$F_{\text{desired}} = K1 \times Z_s + K2 \times Z_u \quad \text{公式 1}$$

其中  $K1$  和  $K2$  为预定的增益值且存储在减振力计算部分 156 中。

在减振力计算部分 156 计算出目标减振力  $F_{\text{desired}}$  后，包括在控制器 150 中的控制命令产生部分 158 判断该目标减振力  $F_{\text{desired}}$  是否可以由可变减振器 130 的反作用力产生。换句话说，该控制命令产生部分 158 判断目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积是否大于 0。如果目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积大于 0，则控制命令产生部分 158 通过使用下面的公式确定控制命令值  $U$ ：

$$U = (F_{\text{desired}} - F_{\text{soft}}) / (F_{\text{max}} - F_{\text{soft}}) \quad \text{公式 2}$$

然而，如果目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积等于或小于 0，则控制命令产生部分 158 确定该控制命令值  $U$  为 0。

如果控制命令值  $U$  被确定为 0，则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{soft}}$  被设置给可变减振器 130。如果控制命令值  $U$  被确定

为在 0 到 1 范围内,则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{medium}}$  被设置给可变减振器 130。另外,如果控制命令值  $U$  被确定为 1,则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{hard}}$  被设置给可变减振器 130。

图 5 是根据本发明第二优选实施例的电控悬架装置的结构图。

如图 5 所示,根据本发明第二优选实施例的电控悬架装置,通过使用一个轮轴加速度传感装置 270 而不是上述图 3 所示电控悬架装置的第二传感装置 170 (即车高传感器) 来获取可变减振器 130 的减振器速度,该轮轴加速度传感器装置 270 安装在车轮 210 的轮轴上,以检测轮轴的垂直加速度。

控制器 250 包括一个积分器 252,用于对由一个垂直加速度传感器构成的垂直加速度传感装置 240 产生的车身 200 的垂直加速度进行积分,以获得车身 200 的垂直速度  $Z_s$ ,以及对轮轴加速度传感装置 270 检测的轮轴垂直加速度进行积分,以获得轮轴垂直速度  $Z_g$ ; 一个减振器速度计算部分 254,用于通过使用来自积分器 252 的轮轴垂直速度  $Z_g$  和车身垂直速度  $Z_s$  计算减振器速度  $Z_u$ ; 一个减振力计算部分 256,用于通过使用减振器速度  $Z_u$  和车身垂直速度  $Z_s$  计算目标减振力  $F_{\text{desired}}$ ; 和一个控制命令产生部分 258,用于通过使用该目标减振力  $F_{\text{desired}}$  确定一个控制命令值  $U$ ,且将该确定的控制命令值  $U$  传递到可变减振器 130 的执行器 160。

减振器速度计算部分 254 通过使用车身 200 的垂直速度  $Z_s$  和轮轴的垂直速度  $Z_g$  之间的差值来计算减振器速度  $Z_u$ 。减振力计算部分 256 通过使用下列公式计算目标减振力  $F_{\text{desired}}$ :

$$\begin{aligned} F_{\text{desired}} &= K1 \times Z_s + K2 \times (Z_s - Z_g) \\ &= K1 \times Z_s + K2 \times Z_u \end{aligned} \quad \text{公式 3}$$

其中  $K1$  和  $K2$  为预定的增益值且存储在减振力计算部分 256 中。

在减振力计算部分 256 计算出目标减振力  $F_{\text{desired}}$  后,包括在控制器 250 中的控制命令产生部分 258 确定该目标减振力  $F_{\text{desired}}$  是否可以由可变减振器 130 的反作用力产生。换句话说,该控制命令产生部分 258 确定目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积是否大于 0。如果目标减振力

$F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积大于 0, 则控制命令产生部分 258 通过使用上述公式 2 确定控制命令值  $U$ , 其中通过上述公式 3 计算的结果值被用作目标减振力  $F_{\text{desired}}$ 。然而, 如果目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积等于或小于 0, 则控制命令产生部分 258 确定控制命令值  $U$  为 0。

如果控制命令值  $U$  被确定为 0, 则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{soft}}$  被设置给可变减振器 130。如果该控制命令值  $U$  被确定在 0 到 1 范围内, 则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{medium}}$  被设置给可变减振器 130。另外, 如果控制命令值  $U$  被确定为 1, 则控制执行器 160 以使图 4 中的减振力特性曲线  $F_{\text{hard}}$  被设置给可变减振器 130。

根据本发明的上述优选实施例, 如果目标减振力  $F_{\text{desired}}$  和减振器速度  $Z_u$  的乘积大于 0, 则通过公式 2 确定该控制命令值  $U$ 。还提出了另一种确定控制命令值  $U$  的方法, 其中, 该控制命令值  $U$  被确定为一个与一个减振力特性曲线相应的预定值, 该一个减振力特性曲线经过减振器速度—减振力坐标系中一个连接一个水平线和一个垂直线的交叉点  $A$  (参见图 4), 该水平线表示该目标减振力  $F_{\text{desired}}$ , 该垂直线表示可变减振器 130 的当前减振速度。这种确定控制命令值  $U$  的方法能提供给执行器 160 更适合车辆的当前驾驶状况的控制命令值  $U$ 。

如上所述, 在根据本发明的电控悬架装置和减振力控制方法中, 由于不但使用车身的垂直速度还使用可变减振器的减振器速度来控制可变减振器的减振力, 所以可以根据车辆驾驶状况更好地控制可变减振器的减振力, 从而改善乘坐舒适性和车辆的驾驶稳定性。

虽然通过优选实施例描述本发明, 但是, 本领域技术人员应该理解不同的改进和变形没有超出如下面权利要求书限定的本发明的精神和范围。

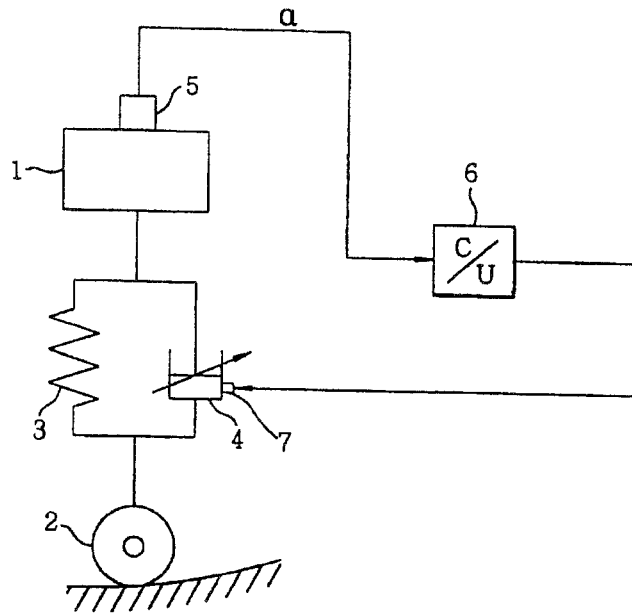


图1

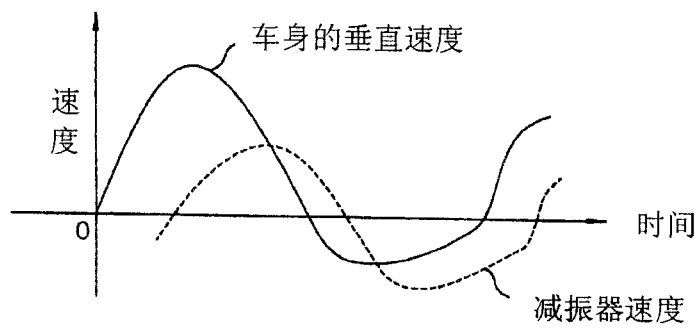


图2

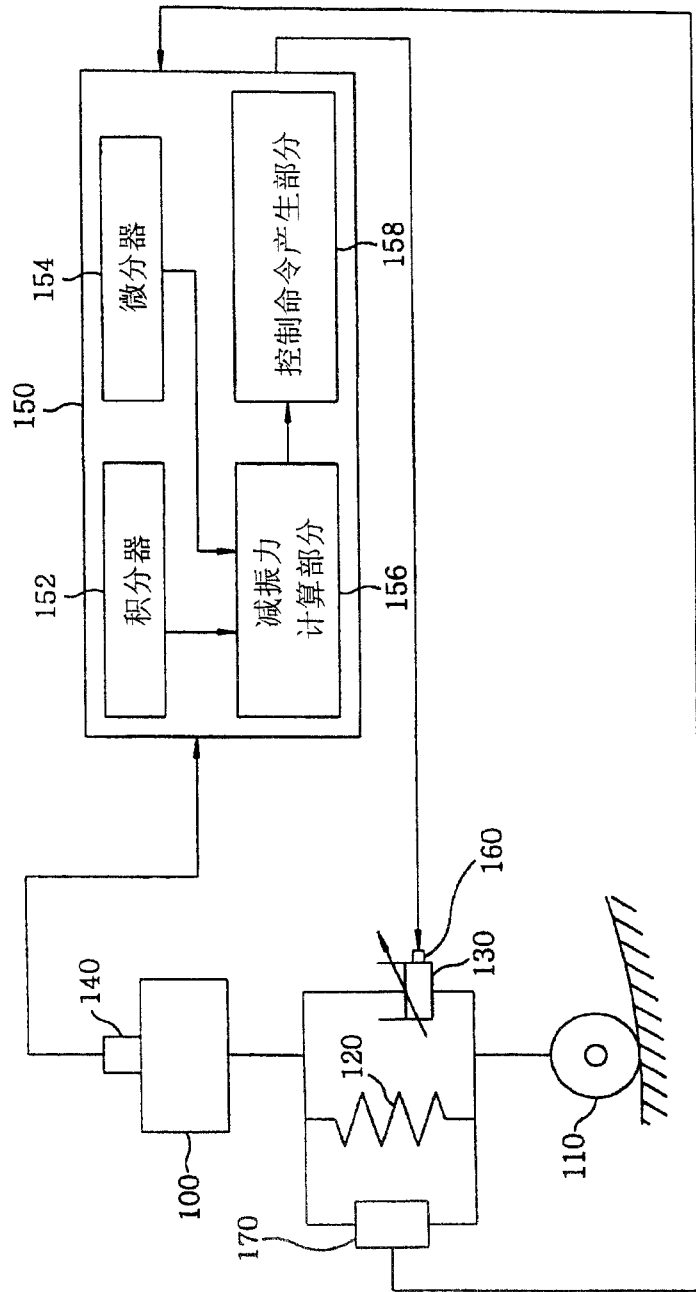


图3



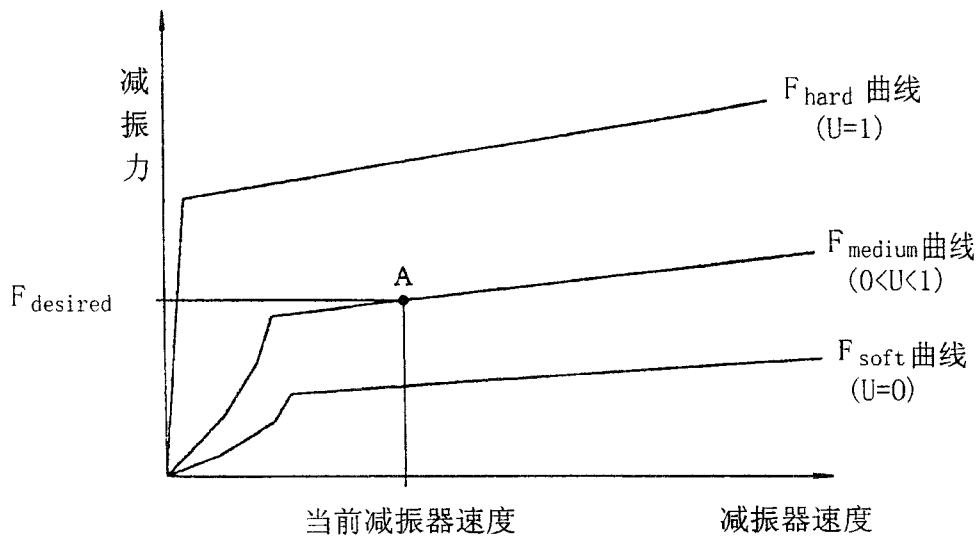


图4

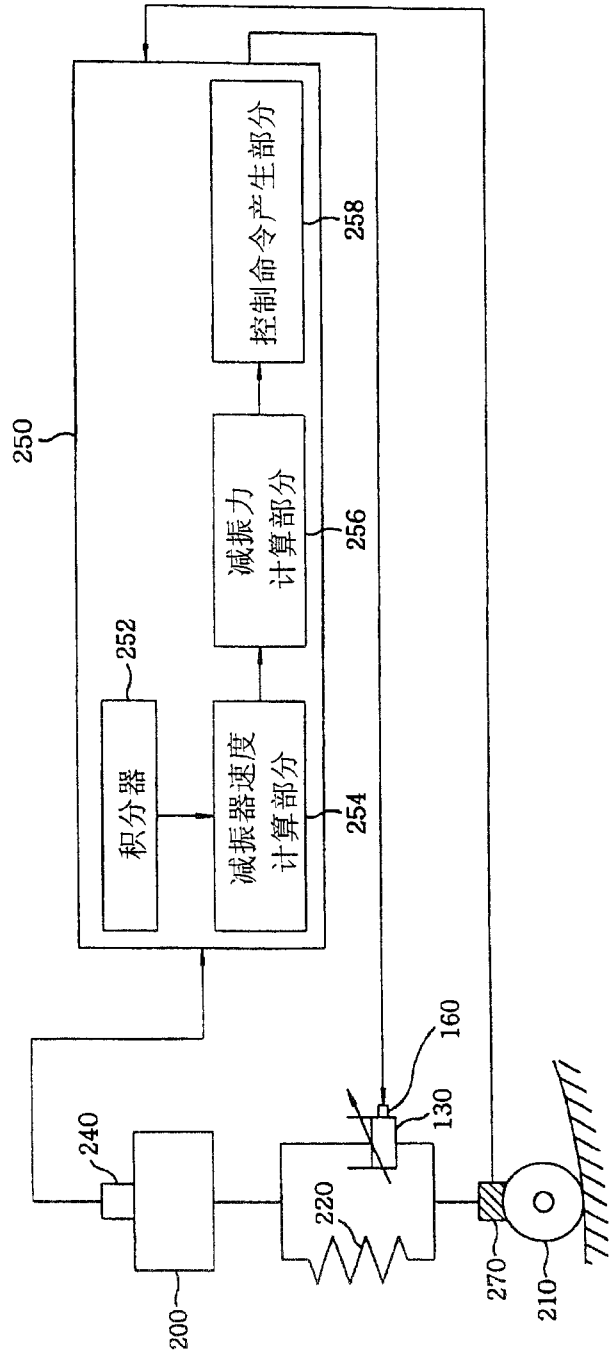


图5