(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102407847 B
(45)授权公告日 2016.03.09

(21)申请号 201110248536.1

(22)申请日 2011.08.26

(30)优先权数据
102010037417.2 2010.09.09 DE

(73)专利权人 福特环球技术公司
地址 美国密歇根州

(72)发明人 O·内勒斯 L·维基佛斯
S·考德纳苏 P·W·A·泽格拉阿

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有限公司 11278
代理人 贺小明

(51)Int.Cl.
B60W 10/18(2012.01)
B60W 10/20(2006.01)
B60W 30/045(2012.01)
B62D 6/00(2006.01)
B60T 8/1755(2006.01)

(56)对比文件
US 2004046447 A1,2004.03.11,
US 6580995 B1,2003.06.17,
US 5341297 A,1994.08.23,
CN 1948066 A,2007.04.18,
CN 101423063 A,2009.05.06,
WO 2009022014 A1,2009.02.19,
JP H10287146 A,1998.10.27,

审查员 黄振山

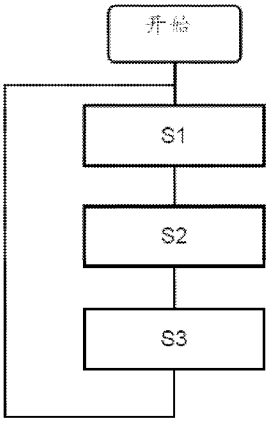
权利要求书1页 说明书5页 附图8页

(54)发明名称

形成表示驾驶中过转过程严重程度的严重度指数的方法

(57)摘要

本发明公开了一种形成表示驾驶操作中过转严重程度的严重度指数(S)的方法。所述方法包括步骤:至少探测转向角速度(ω_L);判定所探测的转向角速度(ω_L)与常数(F)的差;以及通过求所述差在时间上的积分形成所述严重度指数(S)。



CN 102407847 B

1. 一种形成表示车辆操作中过转过程严重程度的严重度指数 (S) 的方法，包括以下步骤：

至少探测转向角速度（ω_L）；

判定所探测的转向角速度（ω_L）与常数 (F) 的差；以及

通过求所述差在时间上的积分形成所述严重度指数 (S)，

其中所述常数代表单位时间的速度降低。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述严重度指数 (S) 的值的范围受限于下限值。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其中所述下限值为零。

4. 如权利要求 1 至 3 中任意一项所述的方法，其中车辆速度为所述严重度指数 (S) 的一部分。

5. 一种当过转发生时回稳车辆的方法，其中判定如权利要求 1 至 4 中任一项所述的严重度指数 (S)，以及基于所判定的所述严重度指数 (S) 执行回稳措施。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中基于所判定的所述严重度指数 (S) 影响所述回稳措施的参数。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的方法，其中所述回稳措施包括对所述车辆转向进行受控干预和 / 或对所述车辆进行受控刹车。

8. 如权利要求 7 所述的方法，其中，对所述车辆转向的受控干预或对所述车辆的受控刹车作为所述回稳措施发生时，基于所判定的所述严重度指数 (S) 选择所述回稳措施。

9. 如权利要求 7 所述的方法，其中，对所述车辆转向的受控干预和对所述车辆的受控刹车作为所述回稳措施都发生时，基于所判定的所述严重度指数 (S) 协调所述对所述转向的所述受控干预和所述受控刹车。

形成表示驾驶中过转过程严重程度的严重度指数的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种形成表示驾驶操作中过转过程严重程度的严重度指数的方法，以及当过转发生时回稳车辆的方法。

背景技术

[0002] 在动态驱动的条件下，车辆底盘的稳定性通常对车辆驾驶者的要求很高。极端的速度、天气影响（通过下雨或冻结而使路面湿滑），以及遇险时需要的紧急干预，都使一般驾驶人员或疲劳驾驶者超负荷工作。因此除了防抱死刹车系统外，已开发出了车辆动力学控制系统，其可以在车辆转向不足或过转的情况下，通过对个别车轮的特定的选择性刹车来对抗转向。更进一步地，系统可以主动干预车辆转向，即在驾驶者的转向动作上叠加额外的修正转向动作。因为液压或气压伺服器需要增加技术经费，因此为达此目的，车辆具有至少一个电驱动的转向伺服器。此外，车辆也可处理所谓的主动转向。此系统能在驾驶者的转向角度上叠加额外的角度。

[0003] 过转（oversteer）是车辆转向曲线的趋势比驾驶者预期更陡急的情况，因而车辆尾部可能甩出曲线外侧，从而在后轮失去其侧向摩擦力时发生车辆尾部旋转。

[0004] DE 19832484A 涉及一种探测侧向过转偏差的方法及装置以及一种在过转的转弯操作期间回稳车辆的方法及装置。所述方法包括：根据若干个车轮的轮速信号值判定其轮速，判定这若干个车轮的滑动值，以及在考虑这若干个所判定的滑动值的同时探测转弯，这些轮速信号值和滑动值中的至少一个在一段最小时程（250 至 500ms）上取平均或求积分。因此，通过考虑车轮滑动值和／或侧向加速度值可探测出过转状态。可通过对刹车系统的适当干预进行回稳操作。

[0005] DE 4123235C 公开了一种防止车辆行为失稳的方法及装置，根据测量值（即车辆速度和转向轮转角度）形成理想的车辆横摆角速率值，并根据至少一个传感器信号所测判定实际的车辆横摆角速率值。若是过转行为，则位于曲线外侧的车辆前轮的刹车压力增加；若是转向不足行为，则位于曲线内侧的车辆后轮的刹车压力增加。

[0006] DE 60213215T2 公开了一种车辆转向系统，包括：用于判定车辆是否正在经历过转状况的过转预估装置；用于判定补偿转矩的转向控制装置，其用以协助驾驶者将车辆横摆速度降低至零从而减少过转状态；以及过转状态一旦确定就会被触发的激活装置，其用以执行补偿转矩的渐入和渐出从而使施加于驾驶者转向请求之上的附加扭矩请求得以平滑过渡。还提供了一种算法，可以利用对汽车动力学状况的测量结果，以确定过转时回稳车辆适宜的转向修正，此转向修正将通过标准动力转向系统运用至车辆。过转预估装置适于根据所测量到的或推算出的横摆速度和／或侧向加速度和／或转向轮转角度和／或侧向加速度和／或滑动角度，算出车辆发生过转倾向的预估。探测转向轮转角度或转向轮位置只为执行将车辆有关动态参数（如侧向加速度或车辆横摆速度）用作初始变量的转向操作。

[0007] 然而，根据车辆相关动态参数探测过转或转向不足所导致的稳定性失常并作出相应的反应，常常已经为时已晚。由此，错误参数的偏差和初始用的对抗措施相对较大，且越

阶 (overstepping) 通常不可避免，从而使得车辆可能在对抗措施发挥作用之前就已经脱离轨道，而此时动力驾驶状况已经发生实质性改变，必须要对此新的改变采取适当反应。为此，期望能尽早探测出过转。

发明内容

[0008] 本发明的目的是实现一种可以对车辆过转进行早期探测和预估的装置。本发明的另一个目的是实现一种用于在过转发生时回稳车辆的有利方法。

[0009] 通过形成表示驾驶操作中过转过程严重程度的严重度指数的方法达成第一个目的，如权利要求 1 所述；通过在过转发生时回稳车辆的方法达成第二个目的，如权利要求 6 所述。从属权利要求包括了本发明的各种有利构设。

[0010] 根据本发明，形成表示驾驶操作中过转过程严重程度的严重度指数 (S) 的方法包括以下步骤：

[0011] 至少探测转向角速度（ω_L）；

[0012] 判定所探测的转向角速度（ω_L）与常数 (F) 的差；以及

[0013] 通过求所述差在时间上的积分形成所述严重度指数 (S)。

[0014] 根据本发明的创造性方法所形成的严重度指数，可为表示过转过程严重程度（重力程度）的较合适的度量。由于其基于探测提供过转过程早期表征的转向角速度，因此在底盘控制系统中，可以启动与所判定的过转严重度相适宜的早期对抗措施。因此，借助于严重度指数，可以于早期减少严重过转事件的程度，从而增加紧急驾驶状态下的驾驶安全。

[0015] 有利的是，严重度指数的值的范围受限于下限值，从而可避免严重度指数出现临界值甚至负值。具体地，该下限值可以是零，此情形下对严重度指数只禁止负值。然而，该下限值也可以是大于零的值，此情形下，还要禁止代表了无需干预底盘控制系统的临界严重程度的严重度指数值。此外，下限值使得严重度指数的快速判定成为可能。

[0016] 具体地，所述常数可以代表单位时间的速度降低（渐变常数）。由此，其可以用作调节严重度指数的灵敏性的调节参数。高常数值只有在极端的车辆操作情况下才能产生较大的严重度指数值，而低常数值即使在车辆的正常操作下也能产生较高的严重度指数值。

[0017] 除了转向角速度外，严重度指数还可考虑车辆速度，因为转向操作的危险性也取决于车辆速度。

[0018] 根据本发明还可以实现一种当过转发生时回稳车辆的方法。此方法中，根据本发明的形成严重度指数的创造性方法来判定严重度指数。继而基于所判定的严重度指数执行回稳措施。尤其，可基于所判定的严重度指数影响回稳措施的参数。

[0019] 回稳措施可包括对车辆转向进行受控干预和 / 或对车辆进行受控刹车。如果作为回稳措施，发生了对车辆转向的受控干预或对车辆的受控刹车，则可基于所判定的严重度指数选择回稳措施。如果作为回稳措施，对车辆转向的受控干预和对车辆的受控刹车都发生了，则可基于所判定的严重度指数协调对转向的受控干预和受控刹车。

附图说明

[0020] 以下参照附图对示例性实施例进行具体描述，从而可使本发明的其他特征、特点和优点更清晰易懂。

[0021] 图 1 所示为高度示意性的车辆动态底盘控制系统；

[0022] 图 2 所示为本发明的方法的流程图；

[0023] 图 3A 至图 3C 所示分别为轮胎附着力良好时所探测的、所判定的和所希望的参数的曲线趋势；

[0024] 图 4A 至图 4D 所示分别为轮胎附着力较差时所探测的、所判定的和所希望的参数的曲线趋势。

具体实施方式

[0025] 本示例性实施例始于车辆的动态底盘控制系统，其包括至少一个过转探测装置 10 和一个转向助力装置 11（例如可产生推力的转向助力装置或主动转向装置），如图 1 所示，其中转向联杆 12 作用于可转向的车轮 13。设置过转探测装置 10 以至少探测转向速度。转向速度（是车辆驾驶者将车辆转向入弯角时所用力度的直接度量）被直接探测为车辆过转行为的源头，没有通过探测诸如侧向加速度或横摆速度等车辆参数而产生的偏差。从而可对过转中出现的失误实现更早且技术上更容易的探测。转向速度的探测可以在转向联杆的某一个可移动部件上进行。转向联杆 12 的这个可移动部件可为例如转向管柱、转向齿轮、横拉杆或连结转向联杆的部件，或直接为转向车轮。由于所有的转向联杆部件都彼此连结，因此对不同转向联杆部件的探测的差别仅为一个因数，该因数应纳入考虑。

[0026] 例如，可以用旋转角度传感器探测出驾驶者实施的转向动作的转向速度（即为角速度）。作为替代或补充，可以用平移运动传感器探测出驾驶者实施的转向动作的转向速度（即为平移速度）。旋转角度传感器和／或平移运动传感器可以通过非积极性 (nonpositive) 机械连接部或非接触连结部与转向联杆的一个部件连结。

[0027] 产生推力的转向助力装置 11 的形式可以是包括电和／或液压和／或气压系统部件的系统。

[0028] 根据本发明，提出了一种根据过转的严重程度（重力程度）量化过转的方法。为达此目的，在底盘控制系统 14 或专为判定严重程度而设的附加模块中判定严重度指数，继而可用此严重度指数产生对应于该过转的对抗效果。例如，所判定的严重度指数，用在底盘控制系统 14 中可用于调整梯度量级和／或加速车辆，或者用在转向助力装置 11 中用于对转向进行受控干预。

[0029] 图 2 所示为本发明的判定严重度指数的方法的优选构设的流程图。

[0030] 在开始后的第一程序步骤 S1 中，例如通过旋转角度传感器判定车辆驾驶者的转向动作，作为转向车轮关于时间的角速度 ω_L。

[0031] 在下一程序步骤 S2 中，将严重度指数 S 作为转向动作（即所探测到的转向车轮角速度 ω_L）的函数依据以下数学关系计算出严重度指数 S：

[0032] $S(t) = \int (\omega_L - F)dt$，

[0033] 其中

[0034] S(t) 表示严重度指数，

[0035] ω_L表示转向车轮关于时间的角速度，

[0036] F 是渐变常数。

[0037] 例如，渐变常数 F 用于在将严重度指数 S 应用于底盘或转向控制系统的步骤 S3 之

前调节其灵敏性。

[0038] 此外，为了避免负的严重度指数，本示例性实施例中使用了严重度指数 (S) 下限值。其值为零，故而实际严重度指数由以下公式得出：

[0039] $S(t) = \max(S(t),0)$

[0040] 图 3A 至 3C 所示分别为轮胎附着力良好（例如在干燥沥青上，此时摩擦系数 μ 较高）时所探测的、所判定的和所希望的参数的曲线趋势 1、2、3、4、5 以及计算得到的严重度指数 6。

[0041] 图 3A 至 3C 分别图示了沿时间轴 t（采用横坐标）的两次连续的过转事件 I 和 II。每次事件中，相关值在纵坐标上绘出的是理想横摆速率 1 和测量的横摆速率 2，单位是每秒 / 角度，测量的横摆速率的偏差大于理想横摆速率，因为后者是已经达成本发明关于探测过转的抵消的目标的结果。同时，图示了时间相关的测量的侧向加速度 3，该侧向加速度使用加速度的单位 m/s^2。以此程度而言，其希望值的绝对偏差如图所示不太明显。不过图示了各参数的时间趋势，是为了评估各参数之间的相对提前或滞后。

[0042] 为了展示得更加清晰，除了上曲线趋势外，每个附图还示出了下曲线趋势，下曲线趋势中使用同样的时间相关性进一步图示了一些参数。其中首先是判定过转 4、测量侧向加速度 5 和根据本发明判定的过转严重度指数 6（或 S）。

[0043] 两次连续过转事件 I 和 II 分别与两种转向方向相关；即如果第一过转事件 I 与左手曲线相关，那么第二过转事件 II 则与右手曲线相关。

[0044] 图 4A 至图 4D 所示分别为轮胎附着力较差（例如在打滑的压实积雪上，此时摩擦系数 μ 较低）时所探测是、所判定是和所希望的参数的曲线趋势 1、2、3、4、5、6。

[0045] 这些参数的图示类似上文参照图 3A 至图 3C 所述。不过与之不同的是，判定过转 4 为零。但是，即使轮胎附着力较差，理论上要探测和表示过转也是可能的，因此即使是判定过转 4 也是可以表示出来的。

[0046] 不过，从所有这些图示的曲线趋势中得出一个重要发现，即根据本发明判定的严重度指数 6 反应了过转的严重程度这一事实，且这一事实即使在轮胎附着力不同的情况下也将一直保持。

[0047] 相较而言，侧向加速度 5 在时间上或多或少与每次转弯操作重合。因此，本发明的优点在于，根据本发明判定的严重度指数 6 或 S 的探测在时间上早于用诸如侧向加速度或横摆速率等车辆参数进行的过转探测。因此，可以在更早的时期，底盘控制系统使用根据本发明与严重度指数 6 相关的信号，以启动适宜的（逆转向力形式的）对抗措施，从而在极端状况下提供更高的驾驶安全。此外，可根据本发明量化严重度指数 6，以便依据过转事件的难度计算逆转向的力。

[0048] 判定的严重度指数 S 对于实际驾驶操作严重程度是适当的措施。该指数可用于不同目的。例如，其可用于影响参数，例如具有过转控制系统的底盘控制系统 14 中的参数。因此，在这样的控制系统中，其可以例如调整放大系数。如果存在两个并列的用于抵消过转的过转控制系统，例如 ESP(Electronic Stability Program：电子稳定性程序）或 EPAS(Electronic Power Assisted Steering：电子助力转向），那么严重度指数 S 可用于协调这两个系统的转向干预，从而在两个系统的干预协助下，达成预期的回稳车辆的目标。然而，可选地，如果而存在从一个控制系统到另一个的转换以回稳车辆，例如从 EPAS 过渡

到ESP系统，则还可能存在根据严重度指数S从一个系统到另一个的转换。为此目的，可能存在一个预定的例如用于严重度指数的对比值，其作为下阈值，一旦高于此阈值将发生从一个系统到另一个系统的转换。

[0049] 附图标记一览表

[0050] I，II过转事件，左与右

[0051] 1理想横摆速率

[0052] 2测量的横摆速率

[0053] 3测量的侧向加速度

[0054] 4测量的横摆加速度

[0055] 5过转严重程度

[0056] 6判定的过转

[0057] 10过转探测装置

[0058] 11转向助力装置

[0059] 12转向联杆

[0060] 13可转向车轮

[0061] 14底盘控制系统

[0062] F渐变常数

[0063] μ 摩擦系数

[0064] S严重程度

[0065] S1...S3程序步骤

[0066] t时间轴

[0067] ω_L转向车轮的角速度

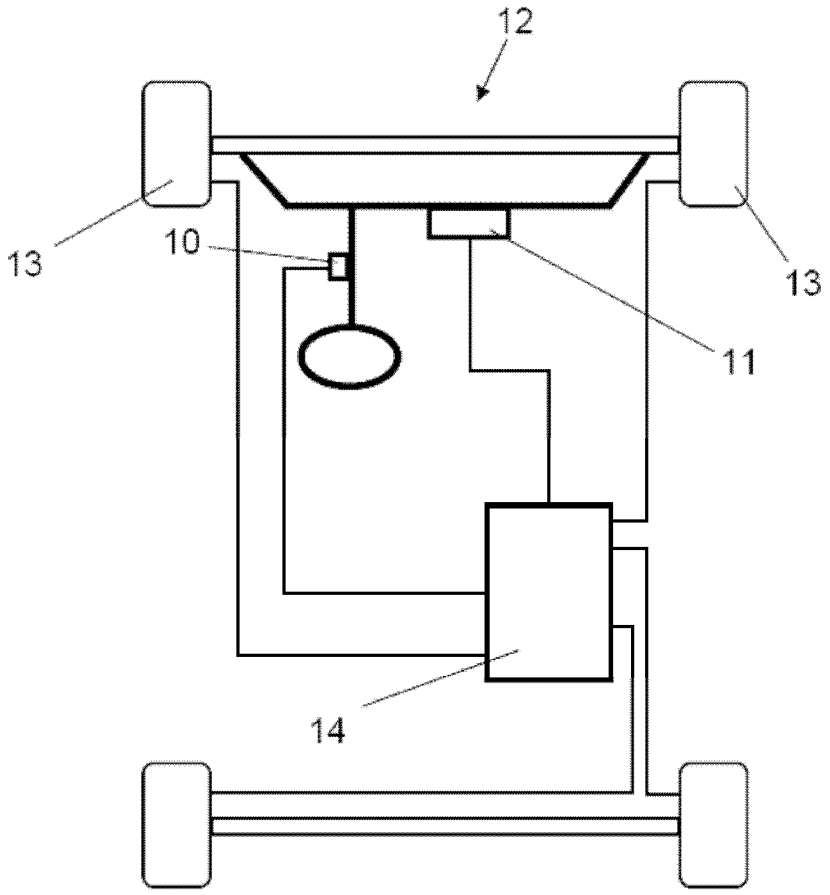


图 1

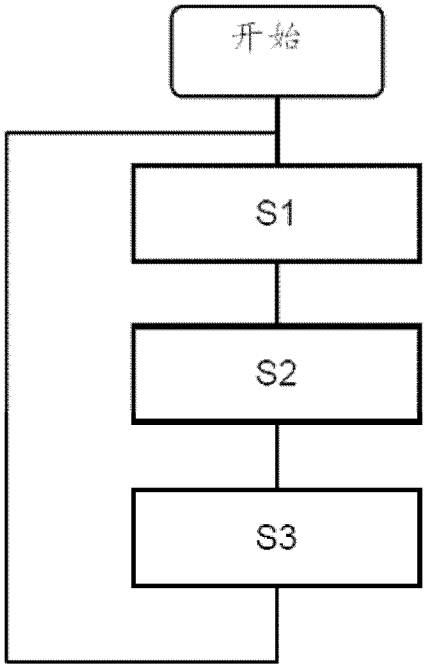


图 2

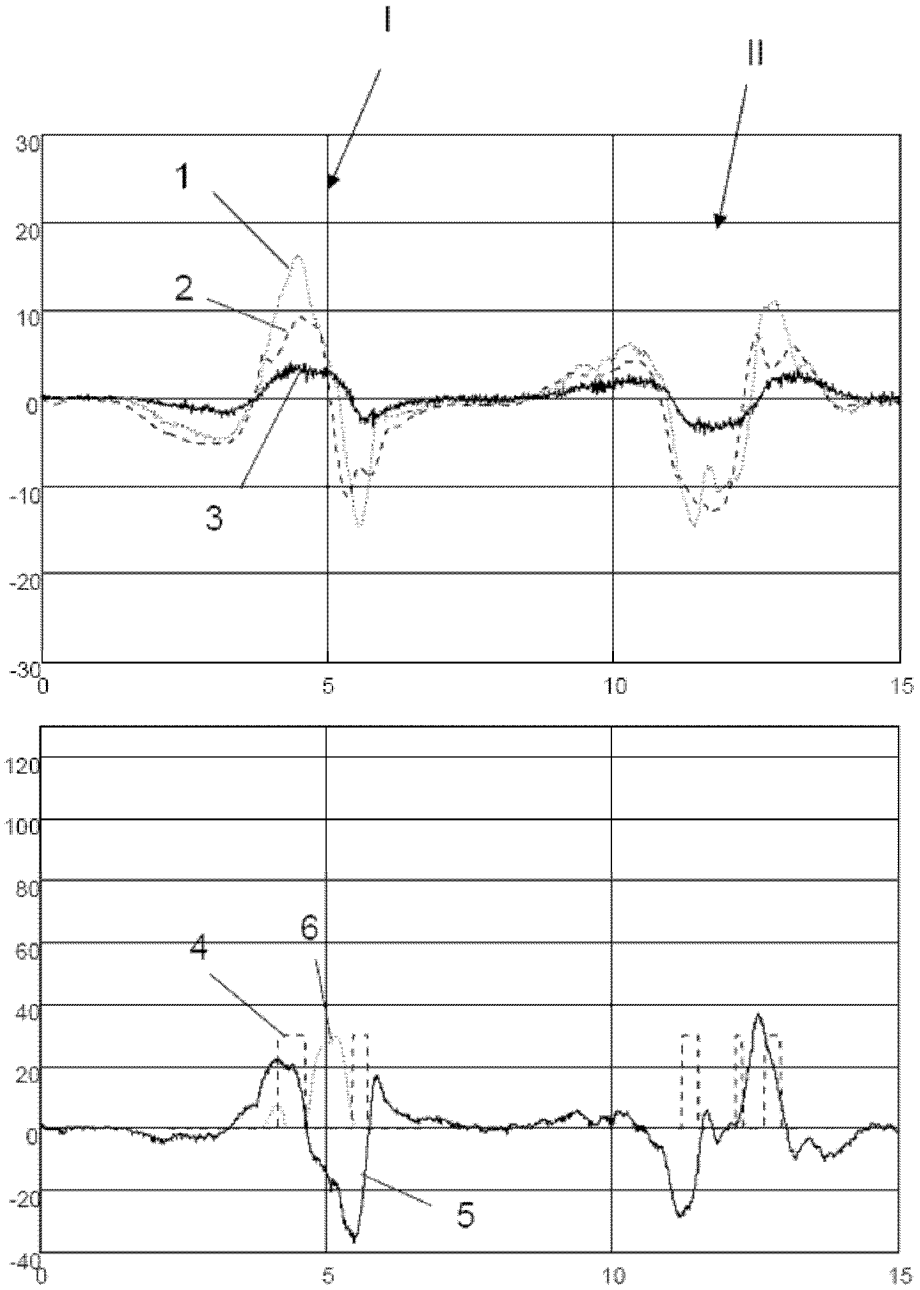

I
II
1
2
3
30
20
10
0
-10
-20
-30
0
5
10
15
4
6
5
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
0
5
10
15

图 3A

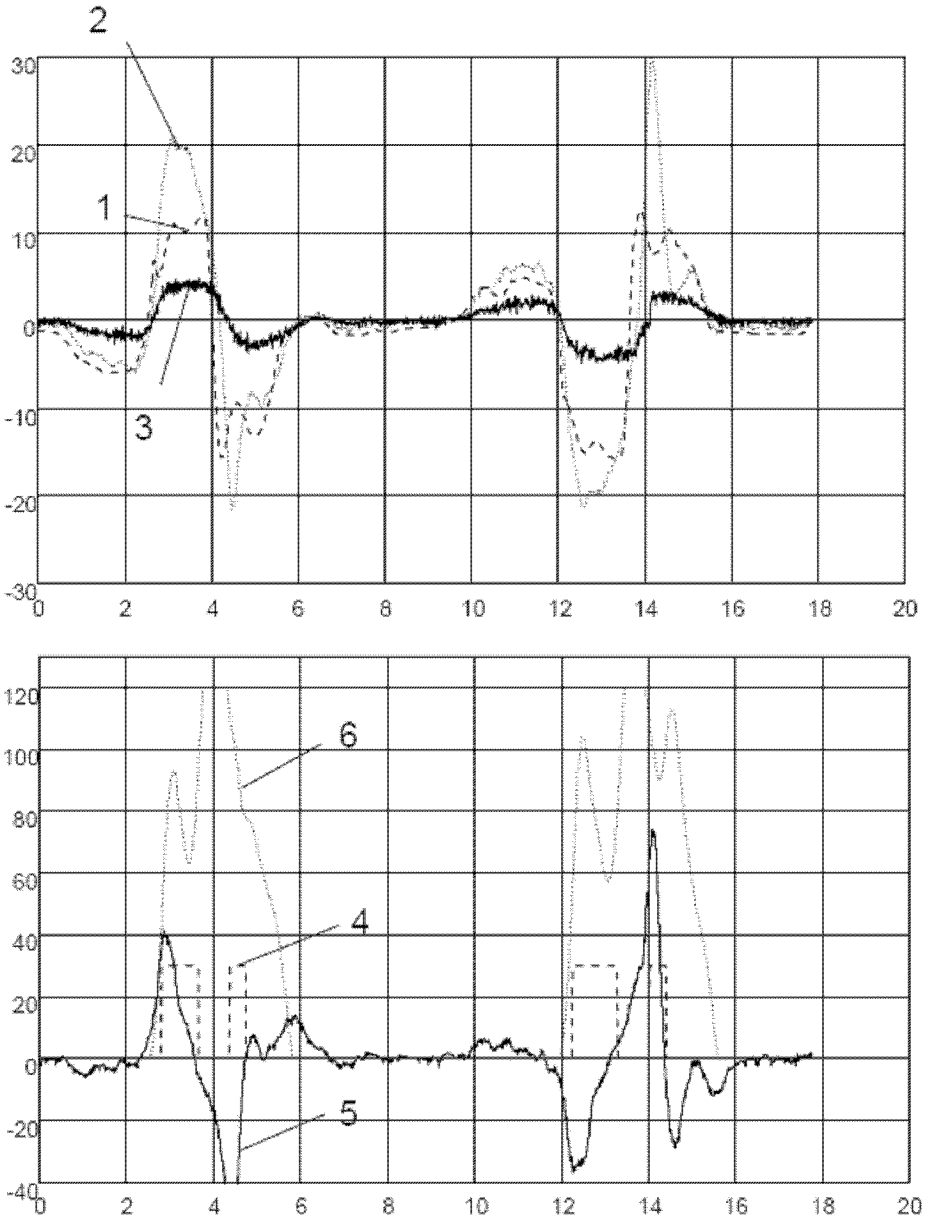

2
1
3
30
20
10
0
-10
-20
-30
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
6
4
5
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40

图 3B

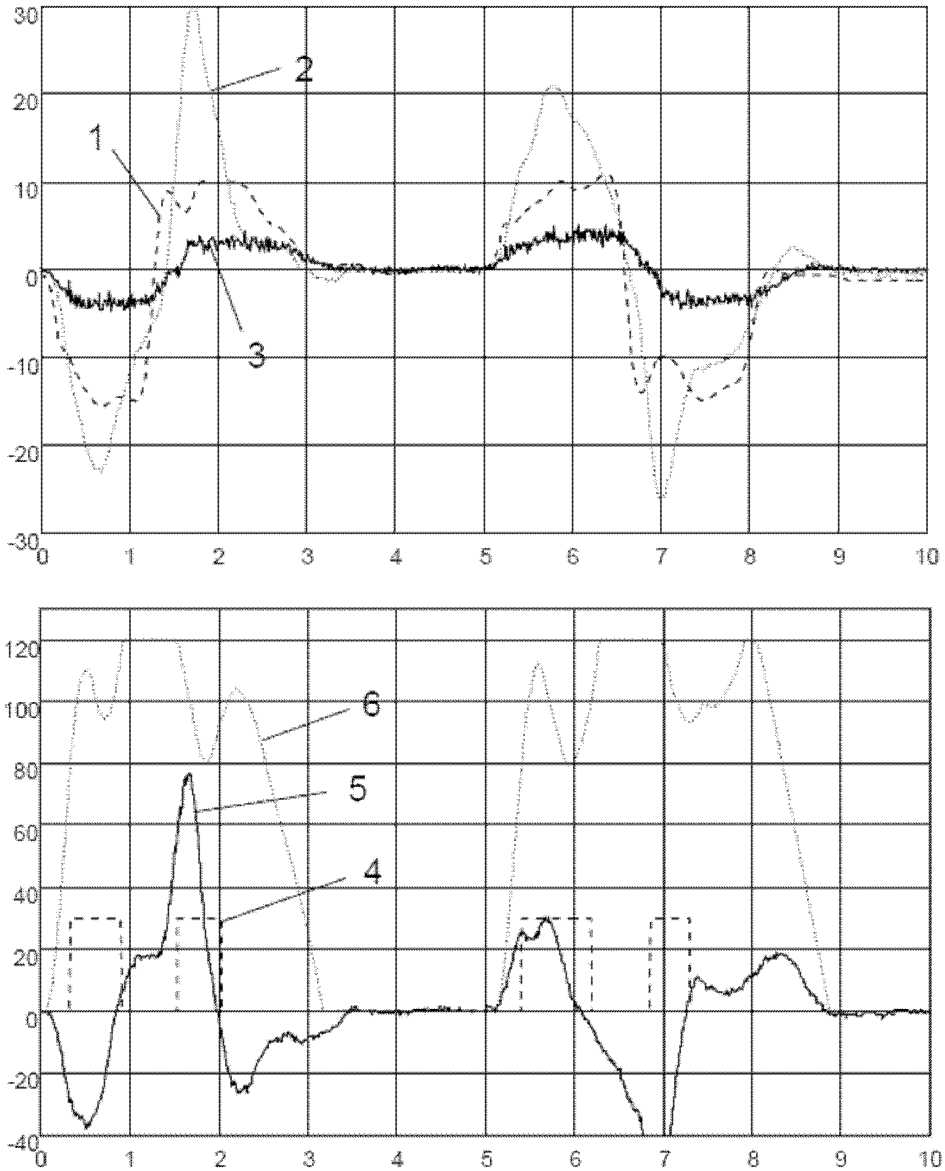

30
20
10
0
-10
-20
-30
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
1
2
3
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
6
5
4

图 3C

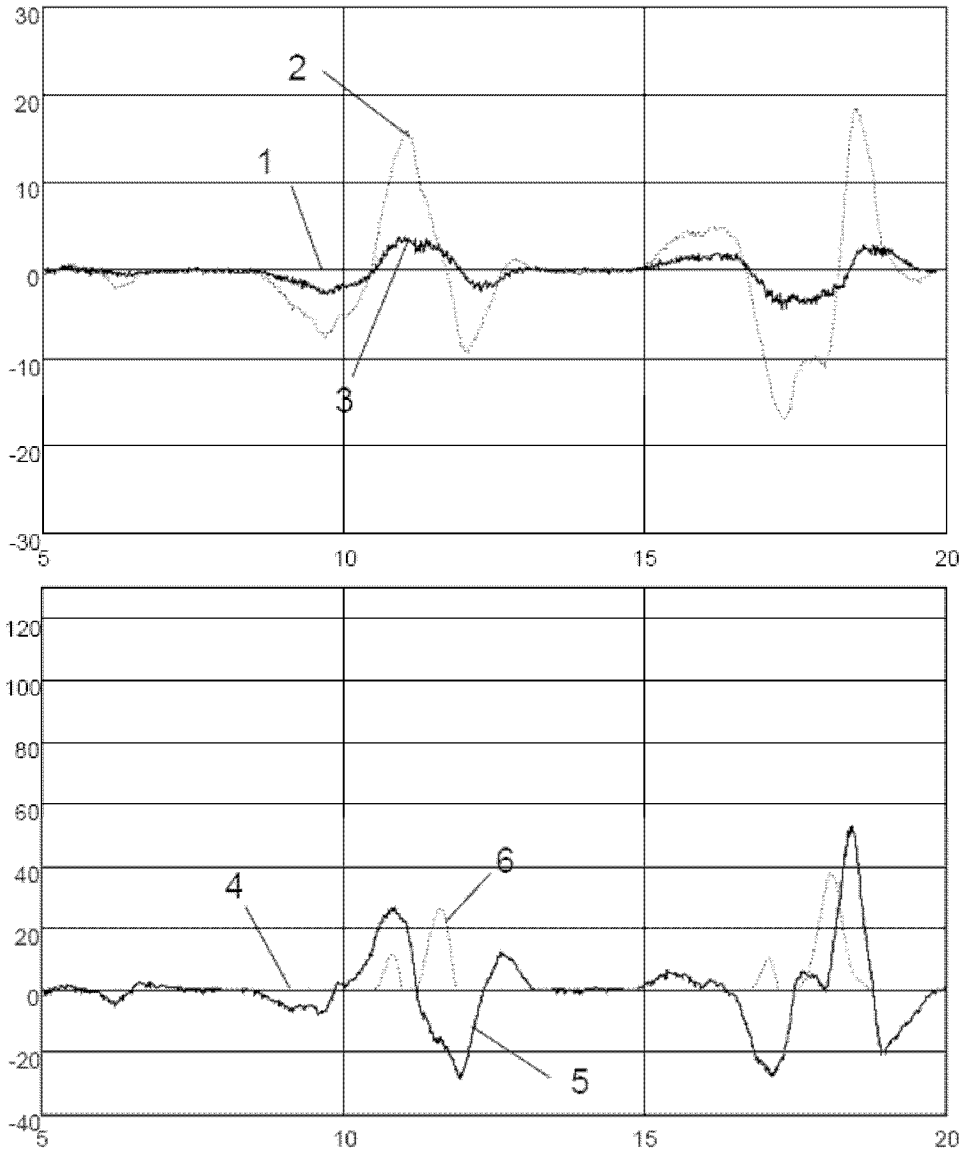


图 4A

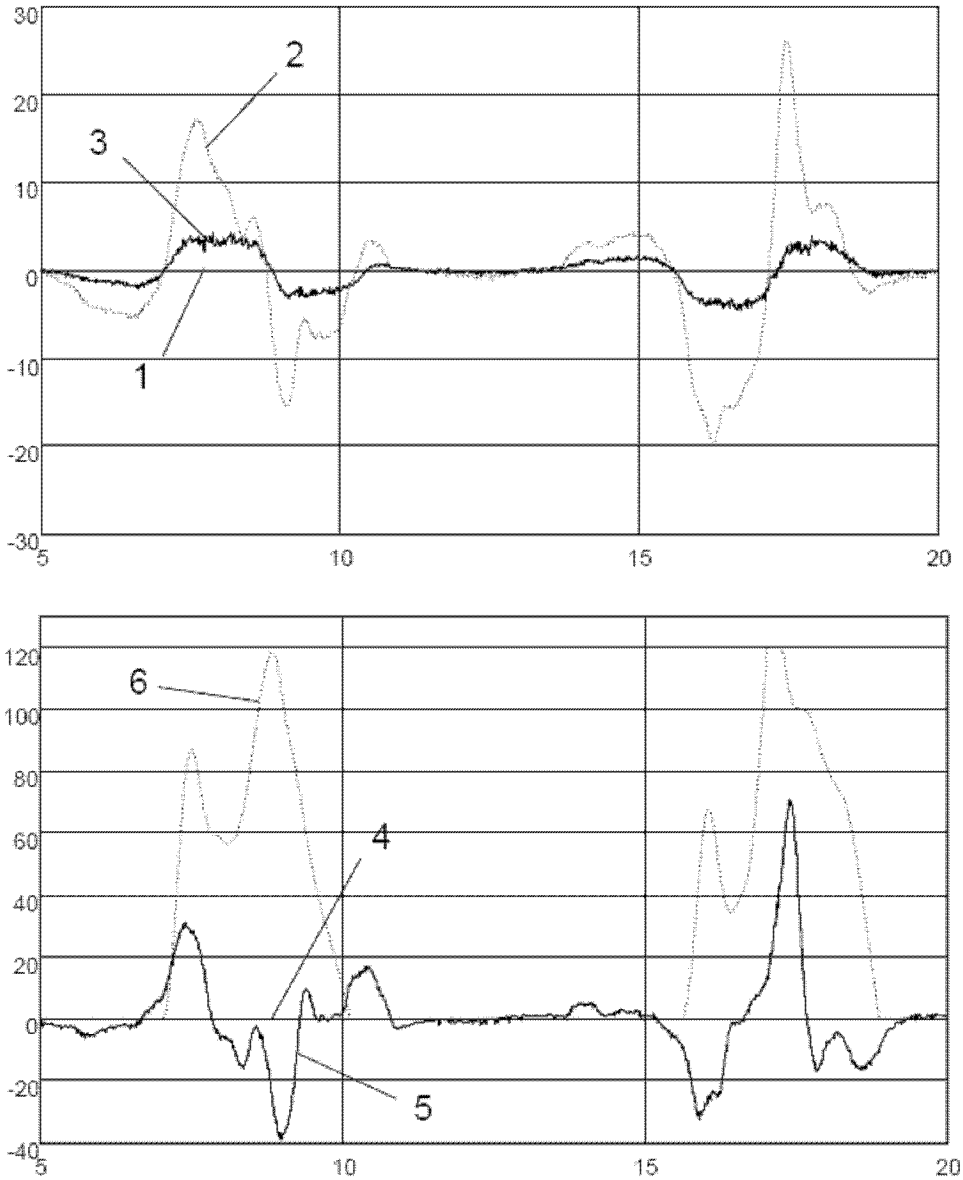

30
20
10
0
-10
-20
-30
5
10
15
20
1
2
3
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
5
10
15
20
4
5
6

图 4B

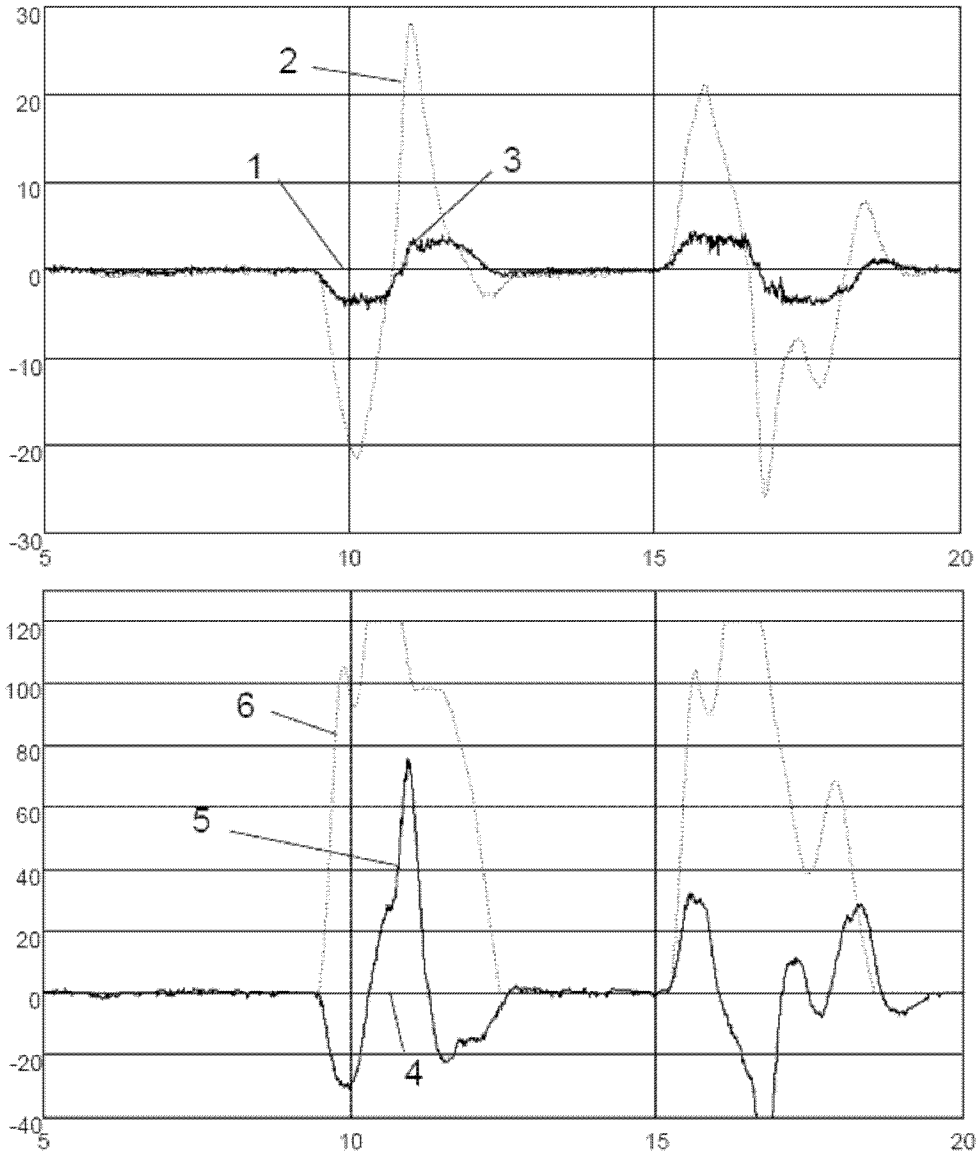

30
20
10
0
-10
-20
-30
5
10
15
20
1
2
3
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
5
10
15
20
4
5
6

图 4C

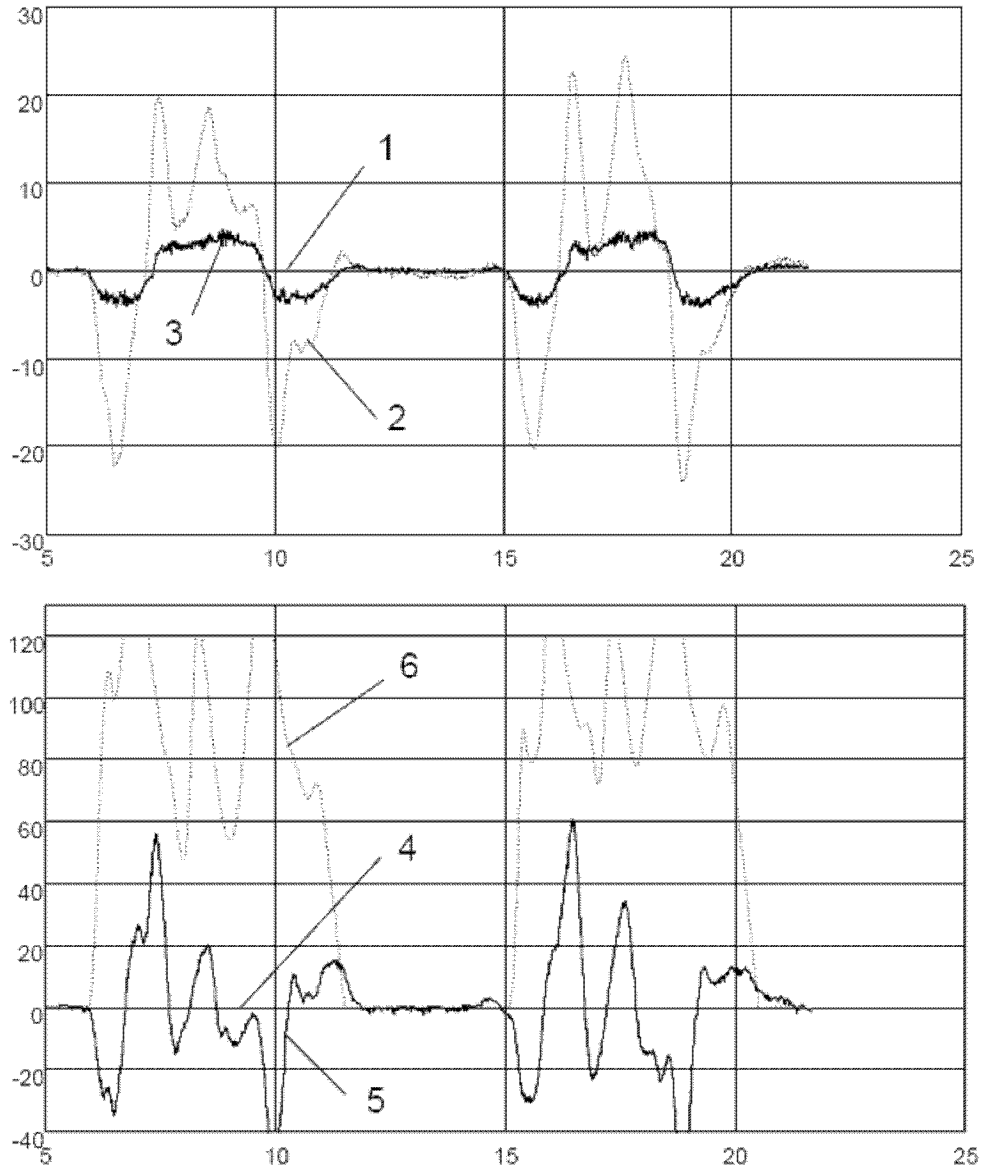

30
20
10
0
-10
-20
-30
5
10
15
20
25
1
2
3
120
100
80
60
40
20
0
-20
-40
5
10
15
20
25
4
5
6

图 4D