



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101927765 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201010242578. X

(22) 申请日 2010. 06. 17

(30) 优先权数据

61/218054 2009. 06. 17 US

12/794835 2010. 06. 07 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 R·K·古普塔 C·E·博罗尼-伯德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 崔幼平 曹若

(51) Int. Cl.

B60W 30/18(2012. 01)

B60K 17/30(2006. 01)

B62D 7/15(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0261214 A1, 2006. 11. 23,

US 2006/0261214 A1, 2006. 11. 23,

DE 102005004727 A1, 2006. 08. 10,

US 7028791 B2, 2006. 04. 18,

EP 1902926 A1, 2008. 03. 26,

US 6161071 A, 2000. 12. 12,

US 2006/0090438 A1, 2006. 05. 04,

US 2009/0319095 A1, 2009. 12. 24,

JP 特开平 7-52817 A, 1995. 02. 28,

CN 1931649 A, 2007. 03. 21,

CN 1315277 A, 2001. 10. 03,

审查员 孟建民

权利要求书2页 说明书11页 附图9页

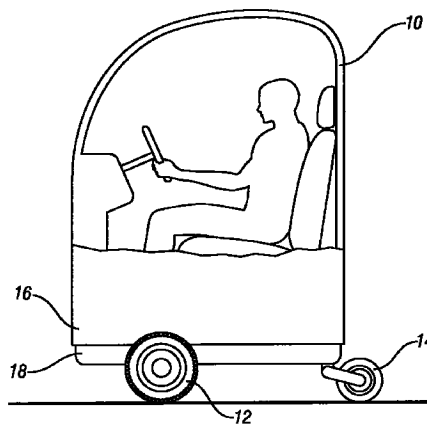
(54) 发明名称

用于改善低速操控性的车辆构造

(57) 摘要

本发明涉及用于改善低速操控性的车辆构造。一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的设备,包括车身和具有多个车轮及电力推进系统的车辆底盘,其中所述底盘的每个车轮都是可转向的。所述设备还包括低速转弯动作模块,其监测期望低速零滑移转弯动作、基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心、确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向、以及根据确定的相应车轮定向来控制各车轮。

CN 101927765 B



1. 一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的设备,包括:
车身;
车辆底盘,包括:
多个车轮,其中所述底盘的每个车轮是可转向的;和
电力推进系统;以及
低速转弯动作模块:
监测期望低速零滑移转弯动作,包括:
监测所述车辆附近的道路几何形状;
基于所述道路几何形状确定投影的行驶路径;以及
基于所述投影的行驶路径确定所述期望低速零滑移转弯动作;
基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心;
确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向;以及
根据确定的相应车轮定向控制各车轮。
2. 如权利要求 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作包括:
监测转向指令;
将所述转向指令与阈值转向指令作比较;以及
基于所述比较确定所述期望低速零滑移转弯动作。
3. 如权利要求 2 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作还包括:
监测所述车辆附近的被感测物体;
监测所述车辆附近的车道几何形状;以及
还基于所述被感测物体和所述车道几何形状确定所述期望低速零滑移转弯动作。
4. 如权利要求 1 的设备,其中所述底盘和所述车身形成实质上平面分界面,各底盘和车身的部件实质上不干扰所述平面分界面。
5. 如权利要求 1 的设备,其中所述底盘和所述车身形成多个实质上平面分界面,各底盘和车身的部件实质上不干扰所述平面分界面。
6. 如权利要求 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括:在整个所述期望低速零滑移转弯动作中动态地确定所述车辆的期望瞬时旋转中心。
7. 如权利要求 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作包括所述低速转弯动作模块监测所述车辆的期望稳定旋转;并且
其中所述低速转弯动作模块确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括所述低速转弯动作模块确定所述期望瞬时旋转中心位于所述车辆的几何中心。
8. 如权利要求 1 的设备,其中所述多个车轮中的至少一个连接到轮边马达。
9. 一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的方法,包括:
监测所述车辆附近的道路几何形状;
基于所述道路几何形状确定投影的行驶路径;
基于所述投影的行驶路径确定所述车辆的期望瞬时旋转中心;

确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向 ;以及
根据确定的相应车轮定向控制各车轮。

10. 如权利要求 9 的方法,其中确定投影的行驶路径包括 :

监测 GPS 数据 ;

基于所述 GPS 数据确定 3D 地图数据库内的近似车辆位置 ;

监测所述车辆附近的定位特征 ;

基于所述定位特征定位精确车辆位置 ;以及

基于定位的精确车辆位置确定投影的行驶路径。

11. 如权利要求 9 的方法,其中基于所述投影的行驶路径确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括 :

基于所述投影的行驶路径和所述车辆的几何形状确定期望车辆行驶包络 ;以及

基于所述期望车辆行驶包络对于所述车辆前方的一定距离确定所述车辆的期望瞬时旋转中心。

12. 一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的方法,包括 :

监测转向指令 ;

监测低速零滑移转弯动作模式的启动 ;

将所述转向指令与阈值转向指令作比较 ;

基于所述比较及所述低速零滑移转弯动作模式的启动确定期望低速零滑移转弯动作 ;

基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心 ;

确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向 ;以及

根据确定的相应车轮定向控制各车轮。

13. 如权利要求 12 的方法,还包括 :

监测所述车辆附近的被感测物体 ;

监测所述车辆附近的车道几何形状 ;以及

还基于所述被感测物体和所述车道几何形状确定所述期望低速零滑移转弯动作。

14. 如权利要求 12 的方法,其中监测转向指令包括 :

监测包括来自停车设施的自动指令的车辆 - 基础设施通信。

用于改善低速操控性的车辆构造

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 6 月 17 日提交的美国临时申请 No. 61/218,054 的权益,其内容通过引用的方式包含于本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及车辆在道路上的控制。

背景技术

[0004] 这一部分的内容仅仅是提供与本公开相关的背景技术,并不构成现有技术。

[0005] 为城市交通而最优设计的小型车辆是已知的。在动力、能源、小型化、计算机控制及其它领域内的进步,持续允许开发越来越小的车辆。小型车辆构造有利于增加对城市化地区的利用。

[0006] 与一般的车辆相比,小型车辆构造为具有更强的操控性。由于车辆更小的尺寸和提高的操控性,停车场可增大车辆密度。与一般交通的交通流模式相比,小型车辆专用的交通流模式可包括更多的车道和更紧密的弯道。

发明内容

[0007] 一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的设备,包括车身和具有多个车轮及电力推进系统的车辆底盘,其中所述底盘的每个车轮都是可转向的。所述设备还包括低速转弯动作模块,其监测期望低速零滑移转弯动作;基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心;确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向以及根据确定的相应车轮定向来控制各车轮。

[0008] 本发明还提供下列方案。

[0009] 方案 1、一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的设备,包括:

[0010] 车身;

[0011] 车辆底盘,包括:

[0012] 多个车轮,其中所述底盘的每个车轮是可转向的;和

[0013] 电力推进系统;以及

[0014] 低速转弯动作模块:

[0015] 监测期望低速零滑移转弯动作;

[0016] 基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心;

[0017] 确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向;以及

[0018] 根据确定的相应车轮定向来控制各车轮。

[0019] 方案 2、如方案 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作包括:

[0020] 监测所述车辆附近的道路几何形状;

- [0021] 基于所述道路几何形状确定投影的行驶路径 ;以及
- [0022] 基于所述投影的行驶路径确定所述期望低速零滑移转弯动作。
- [0023] 方案 3、如方案 1 的设备,其中所述低速零滑移转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作包括 :
- [0024] 监测转向指令 ;
- [0025] 将所述转向指令与阈值转向指令作比较 ;以及
- [0026] 基于所述比较确定所述期望低速零滑移转弯动作。
- [0027] 方案 4、如方案 3 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作还包括 :
- [0028] 监测所述车辆附近的被感测物体 ;
- [0029] 监测所述车辆附近的车道几何形状 ;以及
- [0030] 还基于所述被感测物体和所述车道几何形状确定所述期望低速零滑移转弯动作。
- [0031] 方案 5、如方案 1 的设备,其中所述底盘和所述车身形成实质上平面分界面,各底盘和车身的部件实质上不干扰所述平面分界面。
- [0032] 方案 6、如方案 1 的设备,其中所述底盘和所述车身形成多个实质上平面分界面,各底盘和车身的部件实质上不干扰所述平面分界面。
- [0033] 方案 7、如方案 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括 :在整个所述期望低速零滑移转弯动作中动态地确定所述车辆的期望瞬时旋转中心。
- [0034] 方案 8、如方案 1 的设备,其中所述低速转弯动作模块监测所述期望低速零滑移转弯动作包括所述低速转弯动作模块监测所述车辆的期望稳定旋转 ;并且其中所述低速转弯动作模块确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括所述低速转弯动作模块确定所述期望瞬时旋转中心位于所述车辆的几何中心。
- [0035] 方案 9、如方案 1 的设备,其中所述多个车轮中的至少一个连接到轮边马达(at-wheel motor)。
- [0036] 方案 10、一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的方法,包括 :
- [0037] 监测所述车辆附近的道路几何形状 ;
- [0038] 基于所述道路几何形状确定投影的行驶路径 ;
- [0039] 基于所述投影的行驶路径确定所述车辆的期望瞬时旋转中心 ;
- [0040] 确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向 ;以及
- [0041] 根据确定的相应车轮定向控制各车轮。
- [0042] 方案 11、如方案 10 的方法,其中确定投影的行驶路径包括 :监测 GPS 数据 ;基于所述 GPS 数据确定 3D 地图数据库内的近似车辆位置 ;监测所述车辆附近的定位特征 ;基于所述定位特征定位精确车辆位置 ;以及,基于定位的精确车辆位置确定投影的行驶路径。
- [0043] 方案 12、如方案 10 的方法,其中基于所述投影的行驶路径确定所述车辆的期望瞬时旋转中心包括 :基于所述投影的行驶路径和所述车辆的几何形状确定期望车辆行驶包络 ;以及,基于所述期望车辆行驶包络对于所述车辆前方的一定距离确定所述车辆的期望瞬时旋转中心。
- [0044] 方案 13、一种以低速零滑移转弯动作转动车辆的方法,包括 :

- [0045] 监测转向指令；
- [0046] 监测低速零滑移转弯动作模式的启动；
- [0047] 将所述转向指令与阈值转向指令作比较；
- [0048] 基于所述比较及所述低速零滑移转弯动作模式的启动确定期望低速零滑移转弯动作；
- [0049] 基于所述期望低速零滑移转弯动作确定所述车辆的期望瞬时旋转中心；
- [0050] 确定各车轮垂直于所述期望瞬时旋转中心的车轮定向；以及
- [0051] 根据确定的相应车轮定向控制各车轮。
- [0052] 方案 14、如方案 13 的方法，还包括：监测所述车辆附近的被感测物体；监测所述车辆附近的车道几何形状；以及还基于所述被感测物体和所述车道几何形状确定所述期望低速零滑移转弯动作。
- [0053] 方案 15、如方案 13 的方法，其中监测转向指令包括：监测包括来自停车设施的自动指令的车辆 - 基础设施通信。

附图说明

- [0054] 现在参考附图，通过实例描述一个或多个实施例，其中：
- [0055] 图 1 示出了根据本公开的用于城市交通的示例性主车辆；
- [0056] 图 2 示出了根据本公开的包括用于控制主车辆的多个装置的示例性主车辆；
- [0057] 图 3 示出了根据本公开的在一段道路上的示例性主车辆，其利用用来定位车辆的多个不同输入；
- [0058] 图 4 示出了根据本公开的示例性底盘构造；
- [0059] 图 5 示出了根据本公开的具有三个车轮的示例性车辆的顶视图；
- [0060] 图 6 示出了根据本公开的具有四个车轮的示例性车辆的顶视图；
- [0061] 图 7 示出了根据本公开的示例性车辆绕着与前排车轮中心重合的瞬时旋转中心的旋转；
- [0062] 图 8 示出了根据本公开的示例性车辆绕着与车辆几何中心重合的瞬时旋转中心的旋转；
- [0063] 图 9 示出了根据本公开的示例性车辆绕着在横向和纵向上都调整的瞬时旋转中心的旋转；
- [0064] 图 10 示出了根据本公开的基于位于车辆轮廓外侧的瞬时旋转中心进行转弯的示例性车辆；
- [0065] 图 11 示出了根据本公开的示例性车辆的门构造的实施例，所述门构造具有通过车辆前部的入口和出口；
- [0066] 图 12 示意性地示出了根据本公开的用于控制低速转弯动作的示例性系统；以及
- [0067] 图 13 示出了根据本公开的用于激活低速转弯动作的示例性程序。

具体实施方式

- [0068] 现在参考附图，其中这些附图只是为了示出某些示例性实施例，而不是为了限制该实施例，图 1 示出了根据本公开的为城市交通最优设计的示例性主车辆。车辆 10 包括连

接至底盘 18 的车身 16。底盘 18 包括多个车轮,包括车轮 12 和第二车轮 14。在车辆 10 的示例性构造中,车轮 12 包括的车轮的直径大于车轮 14 的直径。在车辆 10 的示例性构造中,车轮 14 在车辆的后方延伸,并可根据车辆 10 的转向控制被转动。车轮 12 位于底盘 18 的前部。车轮 12 和车轮 14 相对于底盘基于本领域内已知的因素:包括制动性能、加速性能、转弯性能、操纵性能或影响操作员对车辆性能感知的因素以及其它类似的因素而纵向地定位。车身 16 显示为位于底盘 18 上方,包括用于至少一个乘客的车舱。车身 16 以剖面图的形式图示,示出了下侧外表面以及上方剖切为示出乘坐的并且正在操作车辆 10 的的操作员的剖面。车身 16 的轮廓优选构造成包括在人体工程学上舒适的乘客车舱,但是具有很小的多余结构以最大化本文所述的城市效用。乘坐两个乘客的示例性车身构造已被设计成安装在由柱体限定的封装空间内。例如,这种示例性设计构造有外部车身直径,该直径依照具有 1736mm 直径的柱体,另一设计的直径依照具有 1609mm 直径的柱体,再一设计的直径依照具有 1565mm 的柱体。

[0069] 图 2 示出了根据本公开的示例性主车辆,包括用于控制该主车辆的多个装置。主车辆 10 包括示例性传感器装置:包括雷达系统 30 和摄像机系统 40。另外,主车辆 10 通过通信装置 45 从远程无线通信系统 50 和远程卫星系统 60 接收信号。主车辆 10 监测和处理来自前述系统的可用信息,包括关于目标车辆 20、驾驶所在的道路表面的信息以及可从远程系统获得便于主车辆 10 的控制的其它信息。

[0070] 传感器数据和其它信息可用在执行车辆的自动或半自动控制的多种应用中。例如,自适应巡航控制 (ACC) 是已知的,其中车辆监测至目标车辆的范围并控制车辆速度,以保持到目标车辆的最小范围。车道保持方法利用可获得的信息预测和响应突然穿过车道边界的车辆。物体跟踪方法监测车辆操作环境内的物体,并且便于对物体跟踪的反应。横向车辆控制是已知的,其中使用涉及投影无障碍路径、车道保持边界或碰撞可能性的信息来转动车辆。横向车辆控制可用于执行车道变道,传感器数据可用于检查相邻车道的可用性。防撞系统或碰撞预备系统是已知的,其中信息被监测并用于预测碰撞的可能性。在预测的碰撞可能性超过阈值时采取动作。多种方法允许通过自动或半自动控制来操作车辆,例如,在共同未决和共同转让的美国专利申请 No. 12/417,077 中公开了多种方法,该专利申请通过引用包含于本文。已知很多形式的自动和半自动控制,本公开内容不旨在受限于本文描述的具体示例性实施例。

[0071] 可利用多种信息来源来协同控制主车辆。图 3 示出了根据本公开的在一段道路上的示例性主车辆,其利用可用来定位车辆的多个不同输入。主车辆 10 行驶在由车道标记 115 和 116 限定的车道 110 内的道路表面 100 上。主车辆 10 监测各种传感器的输入,所述输入可包括雷达系统 30 的数据、摄像机系统 40 的视觉数据以及通信装置 45 的 GPS 和网络可用信息。从这种发射塔通过无线网络传递的信息可用作主车辆 10 的信息,例如中继交通流量、天气、定位信号、GPS 偏移信号或车辆的其它信息。在一种称作车辆-基础设施 (vehicle to infrastructure) 或 V2I 通信的特定形式的通信中,通过无线连接的信息可在车辆与基础设施装置之间交换,使得与行驶有关的信息能够在特定的区域或车辆的控制中根据基础设施指令来进行通信。这种 V2I 通信适用于在密集区域中协调车辆交通、适用于停车场,用于有效行驶的队形 (formation) 中,用在协调交通信号策略中或其它类似的应用中。类似地, GPS 信号可用于给车辆提供位置、方向或其它有用信息。雷达回波可提供关于车辆位置

和车辆周围区域中目标物体的存在的有用信息,例如允许跟踪在附近行驶车道中的目标车辆。在另一实例中,示出了路标 120。这种联合地图上已知标记位置使用的,或者与历史上行驶通过标记的历史数据协调的回波可用于在道路表面 100 上定位车辆位置。摄像机图像的摄像机视图或分析可类似地用于定位车辆位置。例如,路标 120 的摄像机图像、车道标记 115 和 116、或者匝道 130 的出现与有关相对于道路表面 100 的这些特征的位置的信息相结合,允许改善对道路表面 100 上的车辆位置的估计。摄像机数据可类似地用于估计其它车辆的存在、行人交通、车道内的障碍、车辆前方有或没有无障碍路径、或者其它类似的应用。

[0072] 图 4 示出了根据本公开的示例性底盘构造。该示例性构造描述了可用于实现根据本公开的底盘的几何关系。但是,应当理解,底盘构造中可存在大量的变形,本公开不意图限制为本文所述的该特定实施例。如图 1 中所示,示例性底盘 18 为车辆 10 的平面部分,其上设有车身 16。根据一个示例性实施例,底盘和车身可保持为模块化封装容积,例如,具有平面、多个平面表面,或者分隔车身和底盘的定义平面。这种示例性构造允许可用于乘客车舱的空间最大化,同时保持车辆总体尺寸较小,使得能够进行本文所述的紧凑转弯方法。示出了车轮 12 和 22,其包括第一排车轮。示例性轮胎尺寸假定为 P140/70R12。替代的车轮构造可预想利用 10 英寸轮胎。类似地示出了车轮 14,其包括一个示例性可能构造。针对后轮示出了示例性的 8 英寸轮胎(具有 2.8 英寸的宽度)。部件组 13 图示为连接至车轮 12,包括本领域内已知的根据本文所述的方法实现轮边马达推进、车辆制动、车轮悬架功能、和潜在的前轮转向的装置和系统。类似地,部件组 23 图示为连接至车轮 22。示出了后轮转向机构 17,其连接至车轮 14 并且控制车轮 14 的旋转方位。另外,示出了区域 15,电池、电子设备及其它车辆系统可位于其中。例如,区域 15 中可利用具有 $400\text{mm} \times 980\text{mm} \times (2 \times 100\text{mm})$ 的尺寸的示例性电池盒。

[0073] 对于与由车轮 12 和 22 限定的前排车轮中心重合的瞬时旋转中心,可针对从瞬时旋转中心至底盘最远边缘的图示结构描述 1068mm 的旋转包络半径 24 或全部/壁-壁转弯半径(wall to wall turn radius)。应当理解,将瞬时旋转中心改变至不同的位置会改变车辆的全部转弯半径。示出了另一瞬时旋转中心,描述了距底盘后方的一角和距底盘最远的前缘等距离的位置。产生的全部转弯半径 26 比 1068mm 短,描述了改进的车辆转弯半径。

[0074] 在构造底盘 18 时,对于底盘的整体尺寸必须有其它考虑。例如,底盘的高度会影响车辆的最终高度,这会影响车辆的操作特性。另外,底盘高度会影响乘客在进入车辆时必须攀爬进入车辆的高度。车轮的宽度和车辆的轮距(轴距)是车辆操作特性的要素。车轮提供的离地间隙和车辆悬架给车辆操作提供了一个特性。底盘的宽度和长度影响乘客室和货舱容量。必须根据本领域内已知的车辆标准考虑类似的底盘尺寸。

[0075] 关于区域 15 的位置和构造,应当理解,车辆重量的分配和产生的车辆质心影响多个车辆操作特性。例如,重心影响转向、制动、稳定性及其它类似的特性。电池和电子设备在底盘 18 中的区域 15 中的放置会帮助降低车辆的重心,因此提高了车辆沿竖直方向的稳定性。但是,该竖直稳定性必须与其它操作关注点相平衡,以实施期望的车辆操作。车轮 14 及其相连接的机构包括类似于部件组 13 和 23 中存在的那些装置和系统,从而执行例如本领域内已知的制动、转向和悬架功能。

[0076] 图 5 示出了根据本公开的具有三个车轮的示例性车辆的顶视图。车辆 10 包括车轮 12、22 和 14。示出了理想的旋转包络 27,描述了如果车辆旋转通过车辆的理想几何中心

则车身和底盘可旋转通过的圆形区域。应当注意,在某些构造中,车轮可从由车身限定的理想旋转包络 27 向外延伸,用于引导车辆的任意控制方法将需要考虑车轮的位置。

[0077] 图 6 示出了根据本公开的具有四个车轮的示例性车辆。在该实施例中,车辆 10 包括车轮 12、22、14 和 19。应当理解,车轮 14 和 19 被共同控制以实施车辆的控制,例如,使每个后轮成为由单独转向模块控制的分开后轮转向机构。这种四车轮构造可获得超过上述三车轮设计的稳定性。

[0078] 图 6 的示例构造可根据理想旋转包络 27 来转变,车轮 12 和 22 被纵向地定向。但是,当转弯的车辆环绕着旋转包络的定向径向拉动车轮时,这种定向必须包括车轮与其下面道路之间的滑移,并且会包括与提供纵向定向原动力的车轮 12 和 22 相关联的操纵性问题。操作没有轮胎滑移或者轮胎与道路之间实质上没有相对运动的车辆要求车轮沿着车辆在车轮位置处的运动方向被定向。当车轮沿着直线向前行驶时,在运动方向定向的车轮沿着车辆的纵向轴线定向。当车辆处于零滑移转弯时,车轮优先转成垂直于车辆的瞬时旋转中心或者垂直于表示车辆转弯半径的点。距该垂直定向的小偏差例如在一般车辆的后轮中是可允许的,其中轮胎与道路之间的相对运动最小。但是,在如本文所述的车辆实质上绕着瞬时旋转中心旋转的情形下,车辆控制所期望的是车轮定向为车辆在车轮位置处的运动方向。但是,这里所引用的零滑移转弯动作理解为如下方法:将车辆车轮相对于瞬时旋转中心定向,关于车辆车轮与道路之间的少量相对运动则并不以任何方式限制这种转弯动作。

[0079] 图 7 示出了根据本公开的示例性车辆绕着与前轮中心重合的瞬时旋转中心的旋转。如上所述,车辆优先旋转,使得瞬时旋转中心垂直于车辆的所有车轮。所示的车辆的示例性构造描述了沿着车辆纵向轴线定向的前轮,导致瞬时旋转中心 31 直接在前轮之间。车轮的定向可以是车轮被固定在该定向上、或者前轮转向机构在各车轮处被控制为该定向的结果。另外,后轮被图示为定向成垂直于瞬时旋转中心 31。车辆的旋转包络 28 可由从瞬时旋转中心 31 到车身或底盘上的最远点的半径确定。如图 7 中所示,在瞬时旋转中心 31 并不实质上位于车辆几何中心 32 的构造中,产生的旋转包络 28 包括比车辆几何轮廓大的区域。另外,示出了车辆的重心 33,表示整个车辆的净质量分布结果。重心 33 的位置和重心 33 对瞬时旋转中心 31 的相对位置是对车辆操作很重要的特征。

[0080] 图 8 示出了根据本公开的示例性车辆绕着与车辆几何中心重合的瞬时旋转中心的旋转。所示示例性车辆构造描述了前轮,其中车轮的前侧部分以“内八字”的结构朝向外侧。以这种非平行的内八字构造操作车辆车轮允许车辆绕着可动瞬时旋转中心 31 旋转。与图 7 中所示瞬时旋转中心 31 相比,该内八字构造允许优先垂直于车轮方向的车辆瞬时旋转中心 31 位于车辆后方。依赖于产生的瞬时旋转中心 31 的位置,可控制产生的更小旋转包络 28,以允许车辆在更小的面积中旋转。这种小旋转包络 28 允许车辆在拥挤的或者都市化环境中以已知车辆构造无法进行的方式动作。通过将瞬时旋转中心 31 设于车辆的几何中心 32,可利用仅由车辆尺寸限制的旋转包络 28。这种动作可选择为车辆的期望稳定旋转。通过使车辆车身和底盘构造有受控柱形封装尺寸,或者构造为横向和纵向的尺寸广泛地布于水平圆内,并且将车辆车轮构造成使得车辆可绕着柱体或圆的中心旋转,从而实现产生的旋转包络 28 使车辆的水平横截面容积最大化,同时保持对应于柱形或圆形的最小转弯轨迹。

[0081] 对应于柱形封装尺寸的这种车身和底盘设计可通过图 8 中所示车辆来描述。从所

选的车辆几何中心 32 看,车辆的顶视图示出了,车身 16 和底盘 18 的尺寸使得可通过称为所示旋转包络 28 的共同半径来描述距几何中心的极端半径点。在设计该构造的一种方法中,可确定车辆乘客所需的封装空间,产生环绕乘客所需封装空间的最小尺寸的乘客车舱,这包括本领域内已知的结构性和功能性考虑,并产生通常定位成安装在车身下方的或具有更小轮廓、并且包括用于推进力、能量存储、车辆控制及其它车辆功能的装置和系统的底盘。

[0082] 如上所述,瞬时旋转中心 31 可被控制成改变车辆的旋转和产生的旋转包络 28。图 8 示出了如何在车辆纵向调整瞬时旋转中心 31。图 9 示出了根据本公开的示例性车辆绕着在横向和纵向上都调整的瞬时旋转中心的旋转。如上所述,车轮定向可调整为控制产生的车辆的瞬时旋转中心 31,使瞬时旋转中心 31 位于垂直于车轮方向的点。图 9 中所示车辆车轮定向成使得产生的瞬时旋转中心 31 位于车辆所示几何中心 32 的左后方。另外示出了重心 33。这种瞬时旋转中心 31 可选择用于所产生的车辆进行转弯的转弯动作。例如,如果已知车辆在一边靠近物体,那么瞬时旋转中心 31 可选择为确保车辆的旋转将通过所述旋转获得距离该物体的间隙。图 9 示出了点 35、36、37 和 38,并示出了表示基于所示瞬时旋转中心通过旋转的点的运动的箭头。如图中显见,所有点都绕着瞬时旋转中心 31 径向运动。知道该行为后,确定要避免的物体或要跟随的路径的车辆的驾驶员或者控制程序可选择期望的瞬时旋转中心位置,并控制车轮的定向,以匹配期望的瞬时旋转中心位置。

[0083] 除了基于要避免的物体或要跟随的路径设定瞬时旋转中心 31 之外,还可根据车辆的重心 33 进行确定,并且可相应地调整瞬时旋转中心 31。这种车辆绕重心 33 旋转的调整可具有多个益处。例如,本领域的技术人员会认识到,通过绕着重心 33 旋转车辆可实现能量效率。重心 33 可为基于空载车辆估计的车辆中的静态坐标。在替代方案中,重心 33 可基于乘客来估计,例如,利用描述一个或两个操作员的存在的座椅传感器来估计。在替代方案中,车辆的重心 33 可动态地确定,例如,通过测量车辆运动中的操作特性,并根据测量的操作特性调整初始估计的重心 33。在替代方案中,车辆的瞬时旋转中心 31 可基于车辆乘客的舒适度来调节,例如,将瞬时旋转中心 31 尽可能地设置成靠近乘客的中心,以减少车辆旋转时驾驶员经历的感知加速力。例如,如果在车辆中检测到有乘客,那么若瞬时旋转中心 31 位于远离乘客的某一点,则车辆可设定为绕着乘客座椅的中心旋转,从而减少或消除乘客被推向车辆一侧的感觉。

[0084] 图 9 示出了沿车辆中的横向和纵向运动以控制车辆的期望运动的瞬时旋转中心 31。根据车辆中各车轮可被定向的角度,车辆中的瞬时旋转中心 31 可控制成位于车辆的外侧,以实施传统车轮构造不可能进行的非传统转弯动作。图 10 示出了根据本公开的基于位于车辆轮廓外侧的瞬时旋转中心进行转弯的示例性车辆。该车辆图示为使车轮定向成使得产生的瞬时旋转中心 31 位于车辆的左前方。具有这种瞬时旋转中心 31 的车辆的旋转将车辆的后部向右摆。结果,通过所示非传统转弯动作,车辆可对准期望的行驶车道,例如,利用车辆右侧的可用空间,同时保持物体距车辆左侧的间隙。与根据例如图 8 中所示旋转包络进入十字路口和旋转的车辆相比,依赖于车辆尺寸的这种转弯动作可通过所述动作给车道的十字路口额外提供更薄轮廓的车辆。

[0085] 上述实例描述了车辆通过旋转或转弯动作保持期望的瞬时旋转中心位置。但是,应当理解,瞬时旋转中心的位置可通过转弯动作动态地变化。例如,车辆可处于存在多个转

弯和障碍的情形下,基于需要导航的不同转弯和障碍,可期望通过总体动作的不同部分的不同的转弯动作。另外,在车辆动作期间,障碍物的情况和位置可以是动态的。通过总体动作,车辆的车轮可基于需要的当前转弯动作被动态地定向。

[0086] 与其它车辆构造相比,本文所公开的方法通过显著减小最小的转弯圆半径而改善车辆的低速操控性。这些方法允许车辆获得连续的转弯圆直至几何上确定的最小转弯圆。通过提高与车辆纵向速度无关的转弯速度或横摆速率来改进车辆的操控性。其独立地允许独特的车辆路径跟随能力。例如,根据本公开配备的车辆可转弯一百八十度而不具有任何向前或向后的运动。另一实例涉及碰撞期间的车辆路径管理,其通过将纵向运动转化为沿着最小阻力路径的旋转运动来使总的吸收能量最小化。

[0087] 在车辆操作期间,期望的低速零滑移转弯动作可被监测,并用来根据本文所述方法控制车辆。这种期望的低速零滑移转弯动作可根据多种方法来确定。例如,当车辆速度低于阈值时,期望的低速零滑移转弯动作可基于表示车辆操作员进行急转弯时的急切期望的手动转弯指令来起动。这种基于手动指示的低速零滑移动作可包括低速零滑移转弯动作模式,其可被操作员有选择地启动或禁用。根据另一实例,期望的低速零滑移转弯动作可确定为车辆投影行驶路径的一部分。如上所述,车辆的自动或半自动控制的方法是已知的。这种方法可产生车辆通过一定预期时间或行驶距离的投影路径。随着车辆行进通过投影行驶路径,可开始图绘和动态地更新转弯半径和要避免的障碍物。期望的低速零滑移转弯动作可选择为产生投影行驶路径的一部分,例如,如果需要特别急的转弯或者如果仅有紧凑的空间可用于车辆穿过。作为确定投影行驶路径的一部分,期望车辆行驶包络可被投影成表示车辆通过投影行驶路径时将占据的轨迹,例如,考虑车辆的几何形状和通过投影行驶路径的预期转弯动作。在替代方案中,可确定和选择多个候选车辆行驶包络来描述投影行驶路径的期望车辆行驶包络。通过期望车辆行驶包络,沿着投影行驶路径的相应的期望瞬时旋转中心可被图绘,并且相应的期望低速零滑移转弯动作可沿着投影行驶路径被图绘。可预见确定期望低速零滑移转弯动作的多个实施例,本公开不意图限制为本文所述的特定示例性实施例。

[0088] 车辆根据期望瞬时旋转中心位置的运动可适用于优化城市环境中的空间。例如,在城市环境中可期望将车辆紧密地停在停车设施中。通过控制车辆中的瞬时旋转中心,停车场内的转弯动作可在停车结构中进行,大大地降低了对结构中宽行车道的需要。另外,在结构内车辆的自动或半自动控制可有益地导航车辆通过停车设施内的密集停车队形。V2I 通信可允许车辆在结构内的自动移位,即便是操作员远离车辆时也是如此,以适应在停车设施中的紧凑停车队形。在这种动作下,结构中的控制程序可根据车辆的瞬时旋转中心来移动车辆,例如,以允许最初被阻挡在队形中某一位置的车辆的移出。

[0089] 关于图 4 描述的底盘的利用允许车辆有多个入口和出口选择。例如,可利用典型的门结构,门的形状选择为避免与车轮 12 和 22 接触,其中门铰链沿着车辆的前竖直边缘定位。在替代实施例中,门铰链可沿着车辆侧面的上缘定位,门向上打开并离开车辆。图 11 示出了根据本公开的示例性车辆的门构造的实施例,其具有通过车辆前部的入口和出口。所示门结构包括位于门顶部的铰链,该门连接至车辆车身的顶部和后部。用于车辆乘客观察车辆前方区域的挡风玻璃包含在所示门中。与标准门结构相比,这种构造可允许乘客更加容易地进入车辆座椅。另外,上述旋转车辆的方法允许车辆易于面向路边或面向离车乘客

意图行驶方向的方向来停车。

[0090] 本文所述方法可由操作员手动地操作或者由车辆内的程序或作为基础系统的一部分的程序来自动地控制。操作员的手动执行可采取多种形式。例如,车辆可默认使用固定的前轮转弯,但是操作员可具有可选择的“急转弯模式”,以进行车辆在停车或停车转弯时的方向调整。在替代方案中,可视显示可允许操作员配置默认旋转包络。在替代方案中,车辆可利用程序和车辆传感器定位车辆周围最近的状况和物体,从而建议转弯动作和车轮构造以供操作员选择。自动停车和起动程序可操作为基于感测的车辆位置和车辆周围最近的状况和物体来为操作员选择转弯动作。V2I 通信可以在多种情形中使用,以允许远程控制器装置协调车辆绕着已知障碍物或交通模式或各种车辆相对于彼此的运动。

[0091] 根据所述车辆的特定需求和性能,上述车辆可利用多个人机交互装置构造。例如,可使用标准方向盘和双踏板构造,其中从车辆的低速或零速度及方向盘的转角可推断使车辆旋转或急转弯的意图。可使用按钮、可视触摸屏、声音识别或其它类似的方法来根据本文所述方法采取或确认车辆的操作。本文所使用的方法可用在自动车辆应用中,例如,操作员根据本领域内已知的方法,简单地选择目的地和车辆中或基本系统中的程序来控制车辆到达目的地。

[0092] 图 12 示意性地示出了根据本公开的用于控制低速转弯动作的示例性系统。系统 100 包括转弯执行控制模块 110、车轮定向控制模块 120 和车轮马达控制模块 130。转弯执行控制模块 110 监测纵向车速 101、转弯指令 102 和旋转包络要求 103。旋转包络要求 103 可包括诸如车道几何形状、被检测物体或被跟踪车辆的存在的信息,或者旋转包络要求 103 可以是处理这种信息并基于所述处理确定转弯执行控制模块 110 的具体指令的单独模块的输出。转弯执行控制模块 110 向车轮定向控制模块 120 发布指令,包括期望车轮构造 111,车轮定向控制模块 120 产生车轮定向指令 121,以控制机构转向或控制各个可独立转向车轮的定向。另外,转弯执行控制模块 110 向马达控制模块 130 发布包括期望转弯动作 112 的指令,车轮定向控制模块 120 向车轮马达控制模块 130 报告车轮定向状态。通过接收表示车辆构造为执行期望转弯动作的状态,车轮马达控制模块 130 根据期望转弯动作发布示例性轮边马达指令 131 给提供原动力至从动轮的机构。这样,可监测和处理输入,以控制期望转弯动作。应当理解,上面的步骤可在示例性低速转弯动作模块中被执行,其中这种模块可存在为单独的装置、可存在为具有其它处理功能的装置的子功能、或者可存在于多个物理装置中。

[0093] 图 13 示出了根据本公开的用于激活低速转弯动作的示例性过程。这种低速转弯动作可包括本文所述的低速零滑移转弯动作。过程 200 开始于步骤 202。在步骤 204,监测车辆的纵向速度。在步骤 206,将监测的速度与阈值车辆速度作比较。如果车辆速度超过阈值车辆速度,那么过程返回步骤 204,继续监测车辆速度。如果车辆速度低于阈值车辆速度,那么程序继续至步骤 208,在步骤 208 监测转向指令。在步骤 210,将转向指令与阈值转向指令作比较,确定通过根据传统转向方法的微小调整是否可实现指令的转弯,或者指令的转弯是否保证包括根据本文所述方法的急旋转包络的低速转弯动作。如果转弯指令并未达到保证低速转弯动作的阈值,那么系统返回至步骤 204。如果转弯指令达到保证低速转弯动作的阈值,那么过程前进至步骤 212,在步骤 212 将车辆的操作变为启动根据本文所述方法的内八字构造,以实现车辆瞬时旋转中心的期望改变。在步骤 214,监测车辆外部的状

况,包括车辆附近感测的物体和车道几何形状。在步骤 216,基于转向指令及监测的感测物体和车道几何形状指令车轮定向构造的改变。

[0094] 利用本文所述方法的车辆可在其它车辆不类似地使用本方法的标准行驶车道中操作。应当理解,如果配备成操作本文所述方法的车辆联合使用在专用车道中,那么可实现上述有益效果,允许比传统交通更加紧凑的转弯半径和更窄的车道。

[0095] 轮边马达是本领域已知的,包括能够利用存储的或产生的电能向连接的车轮提供原动力的电机。在替代方案中,可使用中央电机或电机械,提供本领域内已知的能够提供电机与所要驱动的车轮之间的选择性连接的变速器装置。变速器装置是已知的,包括基于给定的变速器输入扭矩确定的车轮的可选择可逆输出扭矩方向。可预见多种推进构造,本公开不意图限制为本文所述的特定实施例。

[0096] 已知用在如本文所述车轮的构造上的悬架装置的多种构造。在利用固定车轮定向的构造中,可利用板簧设计来提供车辆在不平坦道路状况下的冲击吸收功能和支撑性能。在前排车轮或后排车轮中的车轮可被转向时,可使用包括冲击吸收器的已知构造。可预见多种给车辆的车轮提供悬架的已知构造,本公开不意图限定为本文所述的特定实施例。

[0097] 用在本文所述车辆中的转向机构可预见多种已知构造。例如,转向可根据本文所述方法通过使用液压转向泵或可控地连接至致动各个车轮或车轮组的活塞的泵来完成。在示例性构造中,前轮可通过一个活塞被可连接地控制,活塞驱动两个前轮的共同内八字角。在另一种构造中,可使用电动马达或伺服系统根据本领域已知的方法使一部分或全部车轮转向。可预见多种转向机构,本公开不意图限定为本文所述的特定实施例。

[0098] 本文所述车辆中使用的制动机构可预见多种已知构造。例如,盘式制动器为一种优选方法,其中在已知构造中使用制动转子和垫片向车辆上的车轮施加制动力。鼓式制动器为本领域内已知的另一种形式的制动装置。另外,车辆的电机可反向操作或操作为再生制动器,转换制动中的机械能以向车辆能量存储装置提供能量。另外,可利用这些方法的组合。如本领域内已知的,可利用防抱死制动方法和水平稳定性控制方法。应当理解,在本领域内已知多种最佳制动实践,其可被使用以改善车辆中的制动。可预见多种制动构造,本公开不意图限定为本文所述的特定实施例。

[0099] 本领域的技术人员会认识到已知的全轮转向系统,包括根据车辆速度协调前后轮的方法。在一种示例性构造中,在低速时,前轮和后轮沿相反的方向定向以便于停车。例如,如果两个前轮都指向左侧,那么两个后轮将指向左侧。在相同构造中,高速时,所有车轮都指向相同方向以便于车道改变。在一些示例性方法中,通过应用速度附属增益来控制车轮在这些动作中的定向,其中独立地控制一组车轮,使用所述增益关联地控制其它组车轮。应当理解,依赖于操作员期望的动作或者恰当地基于车辆操作环境及车辆的周围情况,这些方法可与本文所公开的方法互换地使用。

[0100] 控制模块、模块、控制器、控制单元、处理器及其类似的术语意味着专用集成电路(ASIC)、电子电路、执行一种或多种软件或固件程序的中央处理单元(优选为微处理器)及关联的存储器和存储装置(只读、可编程只读、随机存取、硬驱动器等)、组合逻辑电路、输入/输出电路和装置、适当的信号处理和缓冲电路、以及提供期望功能的其它适当部件。控制模块可具有一组控制算法,包括存储在存储器中并被执行以提供期望功能的常驻软件程序指令和校准。所述算法优选在预定循环期间执行。算法通过例如中央处理单元执行,并

可操作以监测来自感测装置及其它联网控制模块的输入,并且执行控制和诊断例程以控制致动器的操作。在当前正在运行的发动机和车辆操作期间,循环可以在规定的时间间隔被执行,例如每 3.125、6.25、12.5、25 和 100 毫秒。替代地,可响应于事件的发生来执行算法。

[0101] 本公开描述了特定的优选实施例及其修改。通过阅读和理解说明书可想到其它更改和变形。因此,本公开不限于作为实施本公开的最佳模式所公开的特定实施例,而是本公开包括落入所附权利要求范围内的所有实施方式。

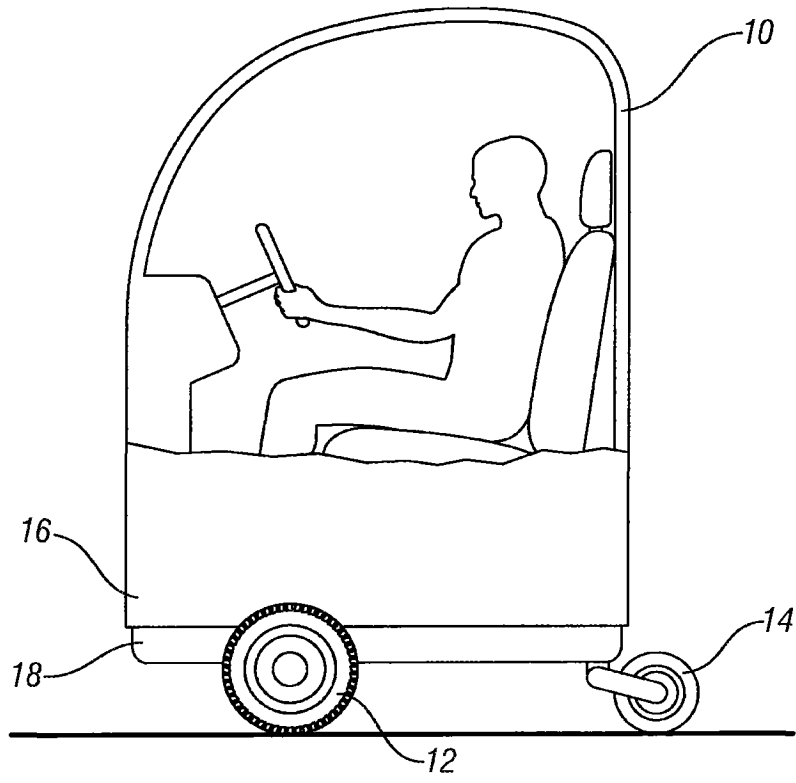


图 1

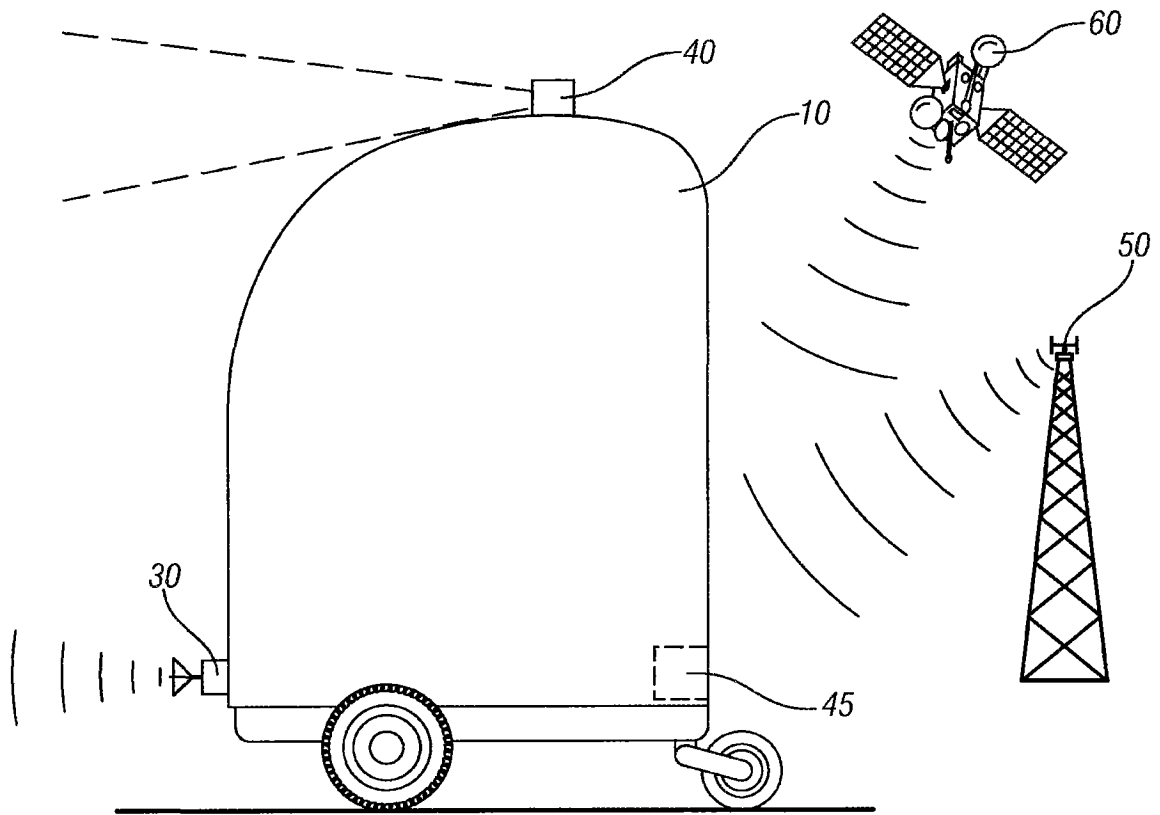


图 2

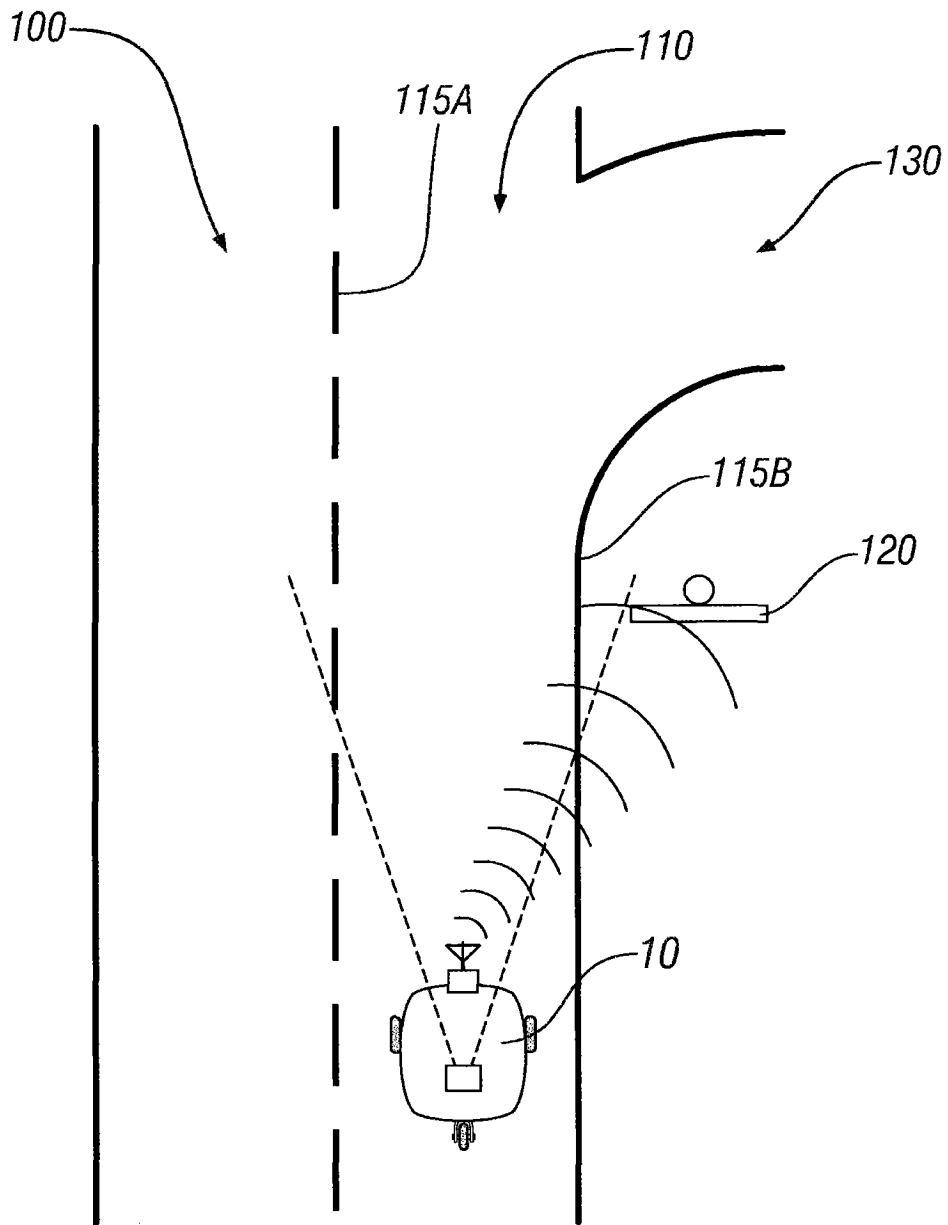


图 3

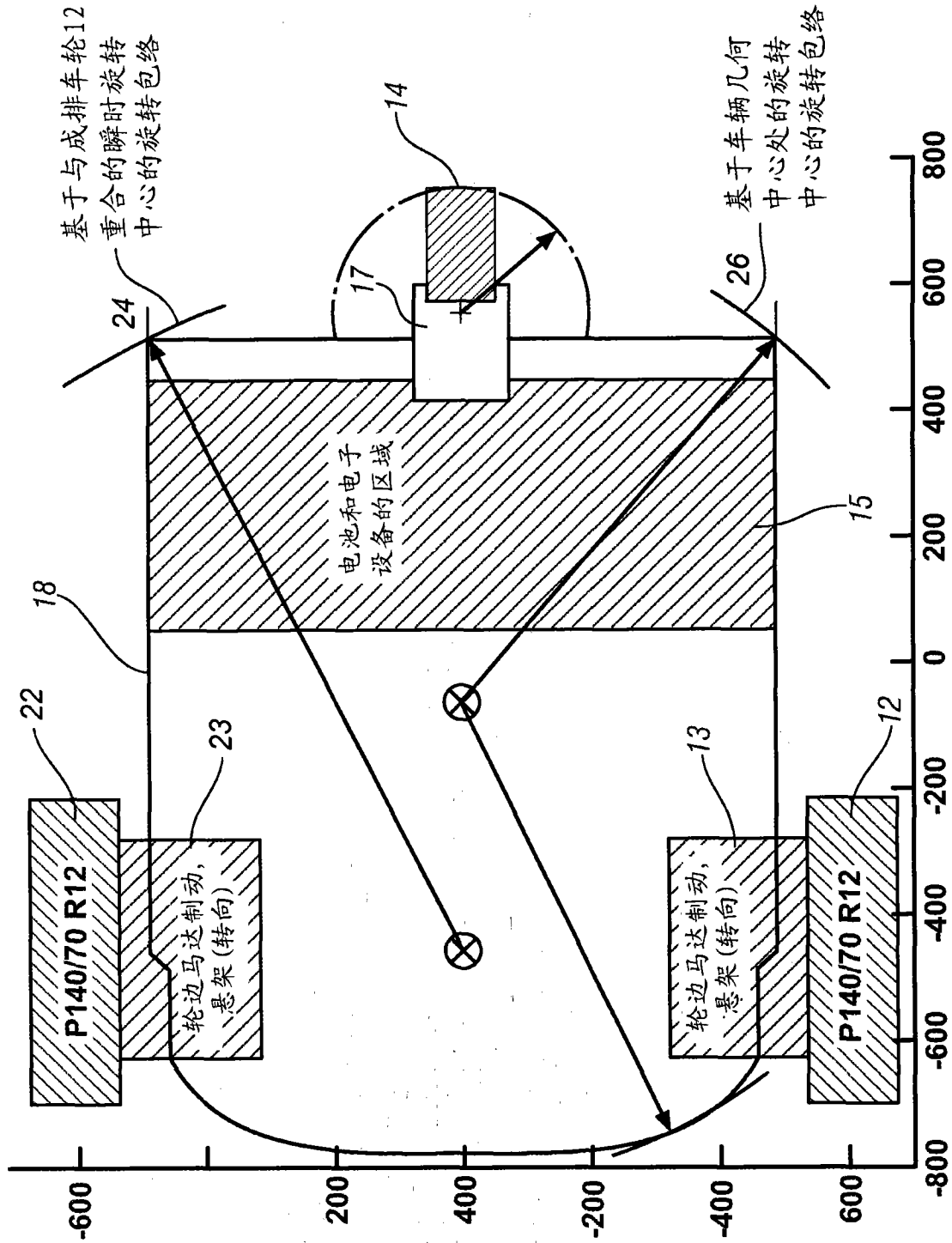


图 4

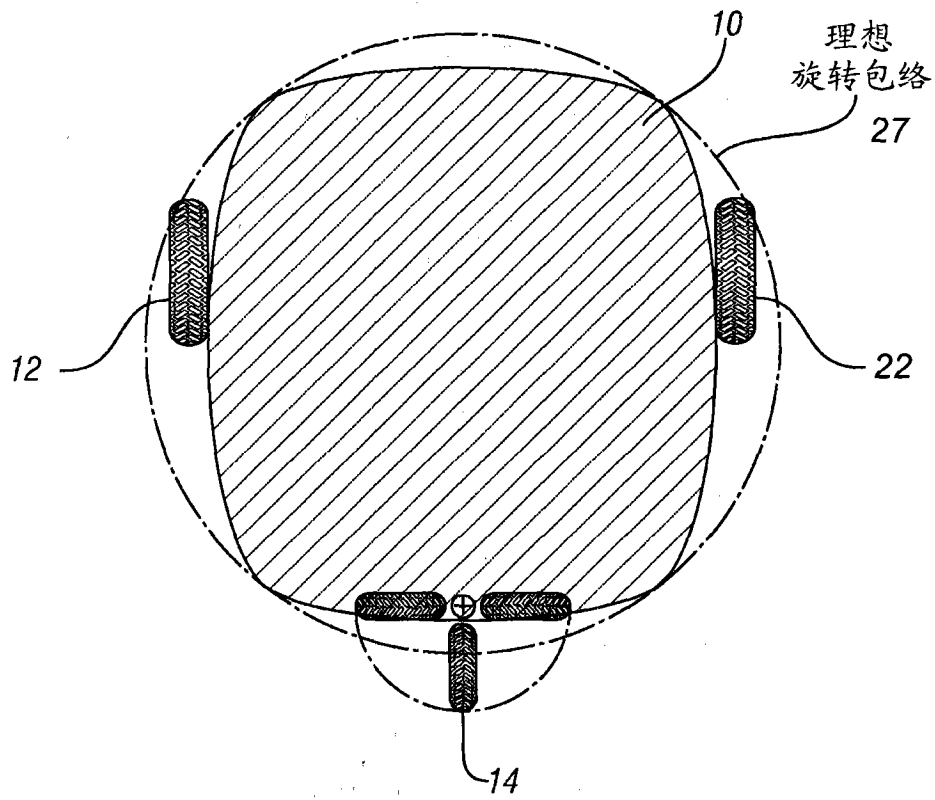


图 5

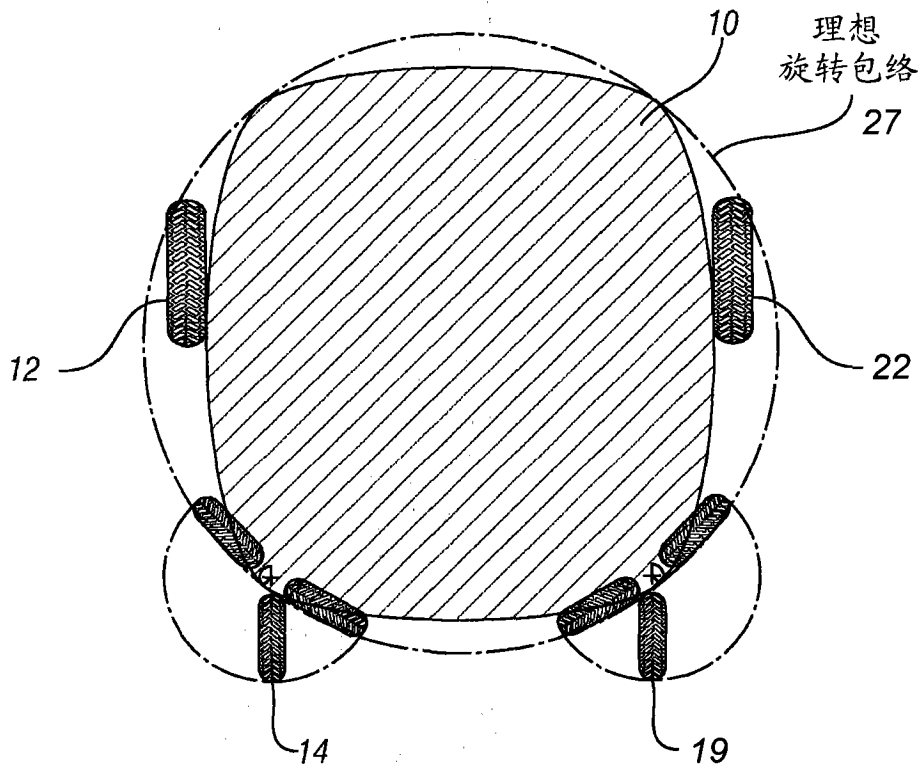


图 6

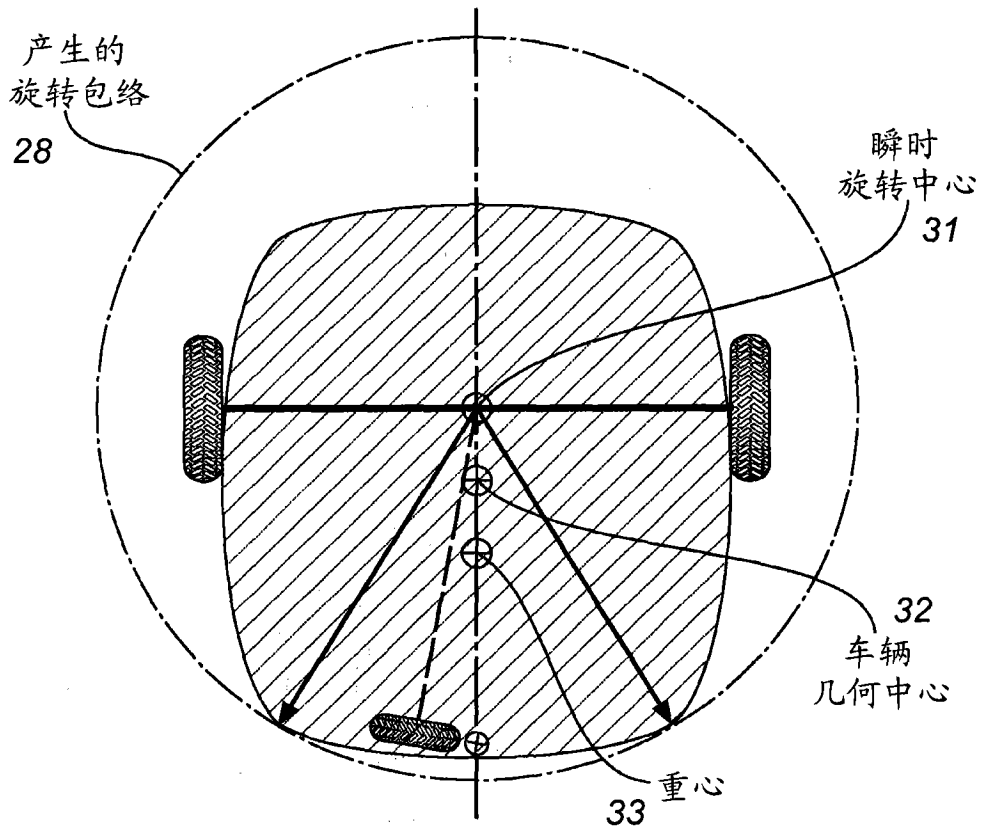


图 7

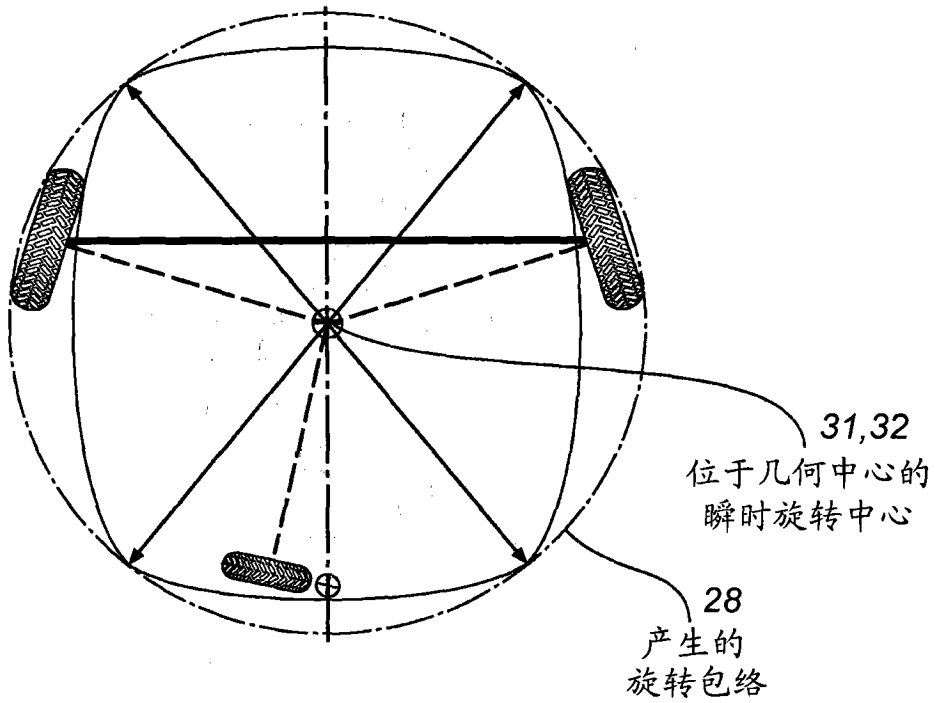


图 8

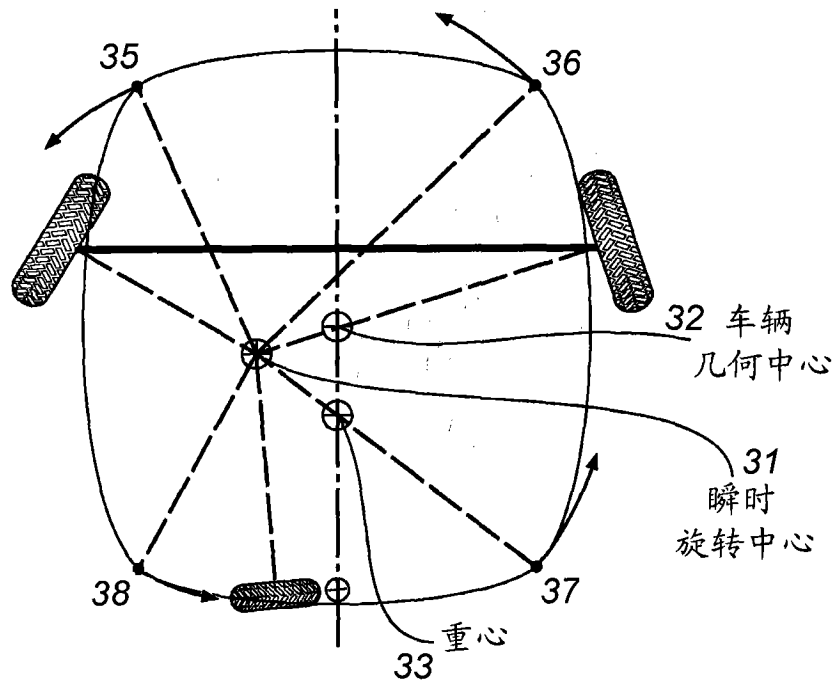


图 9

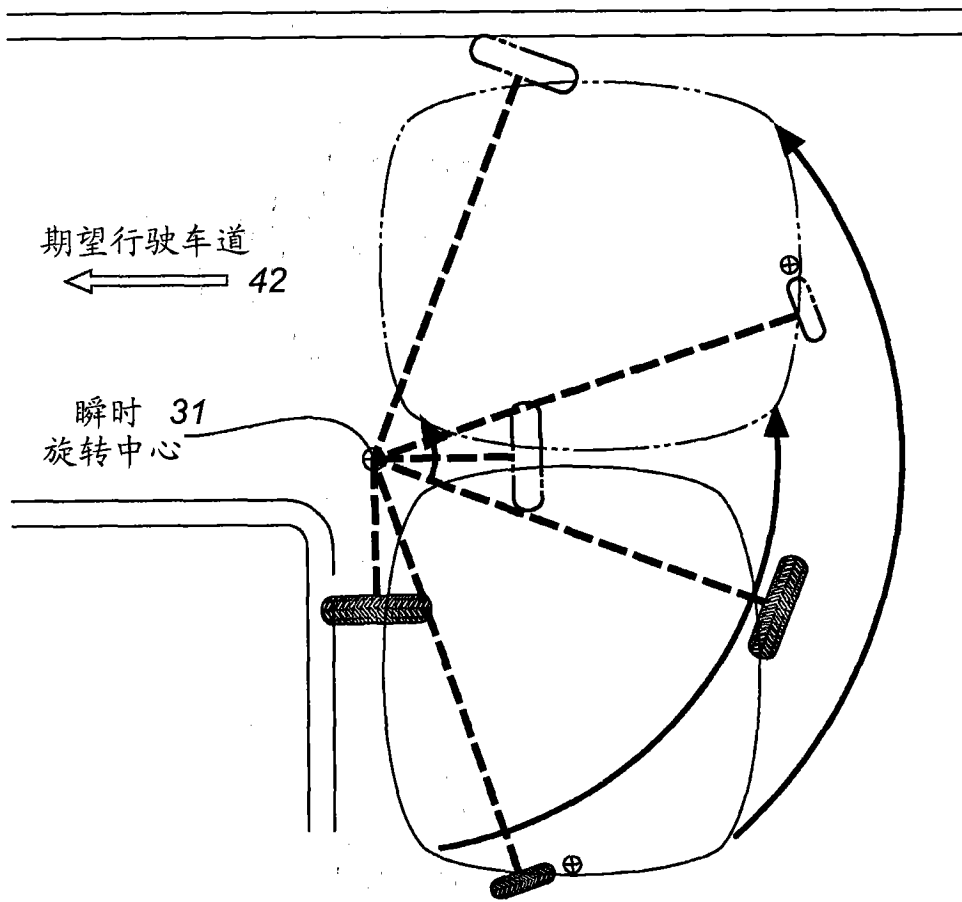


图 10

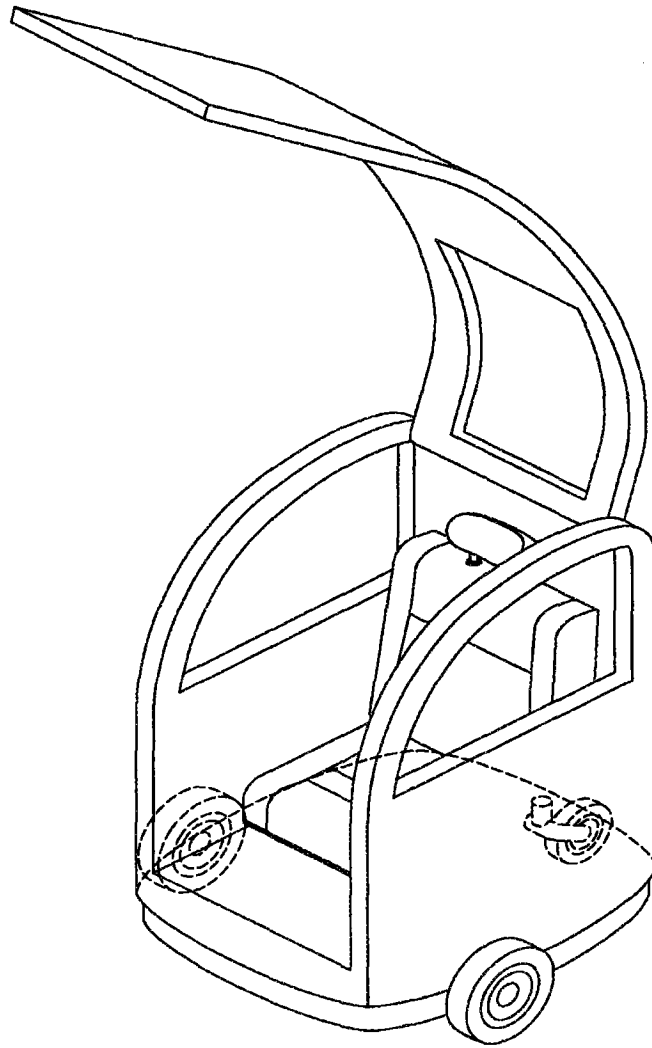


图 11

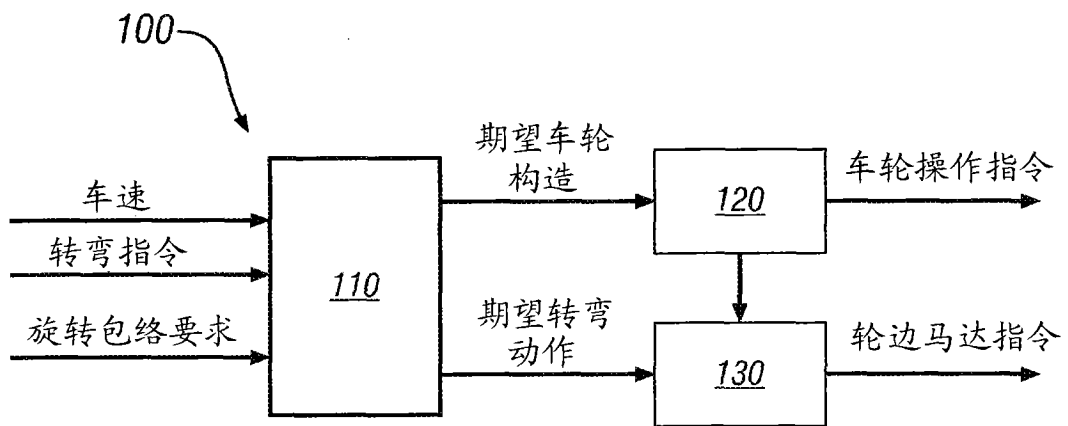


图 12

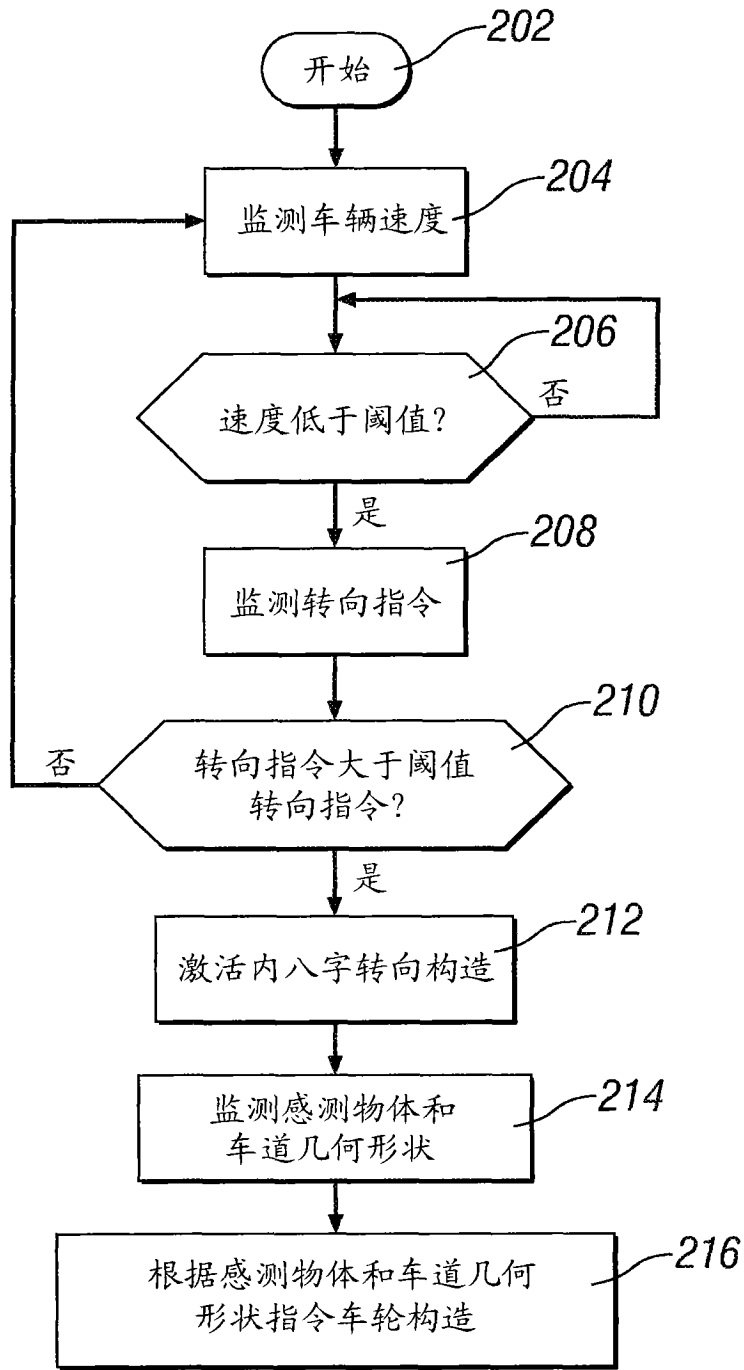


图 13