

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101754874 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200780053822. 4

H01L 41/113(2006. 01)

(22) 申请日 2007. 07. 18

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 01. 18

CN 1799894 A, 2006. 07. 12, 全文.

CN 1886842 A, 2006. 12. 27, 说明书第7~17

页及附图1~12.

(86) PCT申请的申请数据
PCT/EP2007/006386 2007. 07. 18

审查员 李敏兰

(87) PCT申请的公布数据
W02009/010082 EN 2009. 01. 22

(73) 专利权人 倍耐力轮胎股份公司
地址 意大利米兰

(72) 发明人 M·布鲁萨罗斯科 F·曼科苏

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 杜娟

(51) Int. Cl.
B60C 23/04(2006. 01)

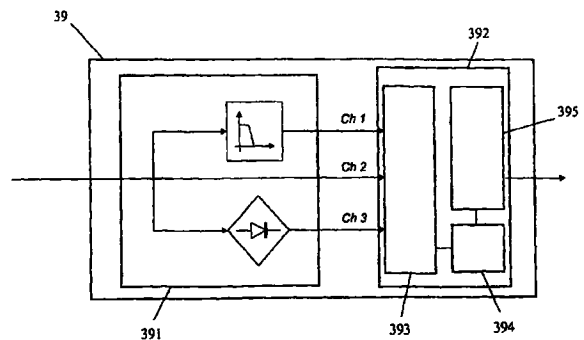
权利要求书 4 页 说明书 14 页 附图 12 页

(54) 发明名称

用于确定车辆运行期间轮胎工作参数的方法和系统

(57) 摘要

一种振荡结构,被耦合到轮胎的胎冠部分。所述振荡结构包含外壳和耦合到所述外壳的压电元件。所述压电元件能够沿振荡方向振荡,所述振荡方向可以和轮胎的纵向或者径向匹配。由所述压电元件产生的电信号被处理,以便确定轮胎的至少一个工作参数。所述处理包含确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度,若为否,则从低通滤波的信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息。通过至少去除具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率的所述电信号的频率分量来获取这种低通滤波的信号。



1. 一种用于确定安装在车辆上的轮胎的至少一个工作参数的方法,所述方法包含:
 - 提供振荡结构,所述振荡结构包含外壳和耦合到所述外壳并且能够沿振荡方向振荡的压电元件;
 - 把所述振荡结构耦合到所述轮胎的胎冠部分;
 - 在滚动表面上转动所述轮胎以便导致所述振荡结构的振荡,从而导致所述压电元件产生电信号;
 - 处理所述电信号以便确定轮胎的所述至少一个工作参数;其中,所述电信号的所述处理包含:
 - 确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度;
 - 若为否,则从低通滤波的信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息,所述低通滤波的信号是通过至少去除所述电信号的具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率的频率的频率分量而获取的。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述压电元件耦合到所述外壳,以便使第一端实质上固定于所述外壳,并且第二端固定于载荷体。
3. 如权利要求 2 所述的方法,其中,在所述外壳的至少一个内壁和所述载荷体的外表面之间形成了间隙。
4. 如前面权利要求中的任何一项所述的方法,其中,所述轮胎的所述胎冠部分是轮胎的内表面的一部分。
5. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,执行所述的把所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便把所述压电元件的长边基本上根据轮胎的轴向设置。
6. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,执行所述的把所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便使所述振荡方向基本上和轮胎的纵向匹配。
7. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,执行所述的把所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便使所述振荡方向基本上和轮胎的径向匹配。
8. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,还包含在所述转动速度高于所述阈值速度的情况下从所述电信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息。
9. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,执行所述低通滤波的电信号或者所述电信号的所述处理,以便提取与所述低通滤波的电信号或者所述电信号的至少一个特征峰值相关的信息,所述至少一个特征峰值与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分进入轮胎和滚动表面之间的接触区域相关,并与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分从所述接触区域离开相关。
10. 如权利要求 6 所述的方法,其中,执行所述低通滤波的电信号或者所述电信号的所述处理,以便提取与所述低通滤波的电信号或者所述电信号的至少一个特征峰值相关的信息,所述至少一个特征峰值与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分进入轮胎和滚动表面之间的接触区域相关,并与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分从所述接触区域离开相关。
11. 如权利要求 9 所述的方法,其中,与所述至少一个特征峰值相关的所述信息包含所述至少一个特征峰值的预定点之间的距离。
12. 如权利要求 11 所述的方法,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含轮胎和滚动

表面之间的所述接触区域的长度,并且其中,基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的所提取的距离确定所述接触区域的所述长度。

13. 如权利要求 10 所述的方法,其中,所述至少一个特征峰值包含正特征峰值和负特征峰值,其中,执行所述低通滤波的电信号或者所述电信号的所述处理,以便提取和所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的信息,并且其中,和所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的所述信息包含所述正特征峰值及所述负特征峰值的符号序列。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含轮胎在车辆上的安装位置,并且其中,基于所提取的符号序列确定轮胎的所述安装位置。

15. 如权利要求 9 所述的方法,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含由所述轮胎在给定时间段内滚动期间所完成的轮胎转数,并且其中,通过在所述给定时间段期间对所述至少一个特征峰值的出现进行计数来确定所述轮胎转数。

16. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,还包含测量所述轮胎的充气压力。

17. 如权利要求 11 所述的方法,还包含测量所述轮胎的充气压力。

18. 如权利要求 17 所述的方法,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含所述轮胎经受的载荷,并且其中,基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的所述距离和所测量的充气压力来确定所述载荷。

19. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,通过去除具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率一半的频率的频率分量来获取所述低通滤波的信号。

20. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,所述振荡结构的谐振峰值频率高于 150Hz。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其中,通过去除具有高于 120Hz 的频率的频率分量来获取所述低通滤波的信号。

22. 如权利要求 1 到 3 中的任何一项所述的方法,其中,所述确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度包含检测所述振荡结构的最大允许振荡的条件。

23. 一种用于确定安装在车辆上的轮胎的至少一个工作参数的系统,包含:

- 耦合到所述轮胎的胎冠部分的振荡结构,所述振荡结构包含外壳和耦合到所述外壳并且能够沿振荡方向振荡的压电元件;

- 适于处理由所述压电元件产生的电信号以便确定轮胎的所述至少一个工作参数的处理器件;

其中,所述处理器件包含分析电路,适于:

- 确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度;

- 若为否,则从低通滤波的信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息,所述低通滤波的信号是通过至少去除所述电信号的具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率的频率的频率分量来获取的。

24. 如权利要求 23 所述的系统,其中,所述可挠曲压电元件耦合到所述外壳,以便使第一端实质上固定于所述外壳,并且第二端固定于载荷体。

25. 如权利要求 24 所述的系统,其中,在所述外壳的至少一个内壁和所述载荷体的外表面之间形成了间隙。

26. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述轮胎的所述胎冠部分是

轮胎的内表面的一部分。

27. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便把所述压电元件的长边基本上根据轮胎的轴向设置。

28. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便使所述振荡方向基本上和轮胎的纵向匹配。

29. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述振荡结构耦合到轮胎的所述胎冠部分,以便使所述振荡方向基本上和轮胎的径向匹配。

30. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述分析电路还适于在所述转动速度高于所述阈值速度的情况下从所述电信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息。

31. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述分析电路还适于提取与所述低通滤波的信号或者所述电信号的至少一个特征峰值相关的信息,所述至少一个特征峰值与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分进入轮胎和滚动表面之间的接触区域相关,并与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分从所述接触区域离开相关。

32. 如权利要求 28 所述的系统,其中,所述分析电路还适于提取与所述低通滤波的信号或者所述电信号的至少一个特征峰值相关的信息,所述至少一个特征峰值与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分进入轮胎和滚动表面之间的接触区域相关,并与耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分从所述接触区域离开相关。

33. 如权利要求 31 所述的系统,其中,与所述至少一个特征峰值相关的所述信息包含所述至少一个特征峰值的预定点之间的距离。

34. 如权利要求 33 所述的系统,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含轮胎和滚动表面之间的所述接触区域的长度,并且其中,所述处理器件适于基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的所提取的距离确定所述接触区域的所述长度。

35. 如权利要求 32 所述的系统,其中,所述至少一个特征峰值包含正特征峰值和负特征峰值,其中,所述分析电路适于提取与所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的信息,并且其中,与所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的所述信息包含所述正特征峰值及所述负特征峰值的符号序列。

36. 如权利要求 35 所述的系统,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含轮胎在车辆上的安装位置,并且其中,所述处理器件适于基于所提取的符号序列确定轮胎的所述安装位置。

37. 如权利要求 31 所述的系统,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含由所述轮胎在给定时间段内滚动期间所完成的轮胎转数,并且其中所述处理器件适于通过在所述给定时间段期间对所述至少一个特征峰值的出现进行计数来确定所述轮胎转数。

38. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,还包含耦合到所述处理器件的测量器件,其中,所述测量器件包含至少一个压力传感器。

39. 如权利要求 33 所述的系统,还包含耦合到所述处理器件的测量器件,其中,所述测量器件包含至少一个压力传感器。

40. 如权利要求 39 所述的系统,其中,轮胎的所述至少一个工作参数包含所述轮胎经受的载荷,并且其中,所述处理器件适于基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的所述

距离和由所述压力传感器测量的充气压力来确定所述载荷。

41. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,通过去除具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率一半的的频率的频率分量来获取所述低通滤波的信号。

42. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述振荡结构的谐振峰值频率高于 150Hz。

43. 如权利要求 42 所述的系统,其中,所述谐振峰值频率高于 200Hz。

44. 如权利要求 43 所述的系统,其中,所述谐振峰值频率高于 300Hz。

45. 如权利要求 42 所述的系统,其中,通过去除具有高于 120Hz 的的频率的频率分量来获取所述低通滤波的信号。

46. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述分析电路适于基于检测所述振荡结构的最大允许振荡的条件来确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度。

47. 如权利要求 24 或权利要求 25 所述的系统,其中,所述载荷体小于 4 克。

48. 如权利要求 24 或权利要求 25 所述的系统,其中,所述载荷体是 U 形。

49. 如权利要求 25 所述的系统,其中,所述间隙具有 400 μm 的最大宽度。

50. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述压电元件是双晶元件。

51. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,其中,所述压电元件是平坦元件。

52. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,还包含:

- 耦合到所述处理器件的发射器件,适于传送由所述处理器件确定的轮胎的至少一个工作参数;

- 接收器件,适于接收被传送的轮胎的至少一个工作参数。

53. 如权利要求 38 所述的系统,其中,所述测量器件包括温度传感器。

54. 如权利要求 38 所述的系统,其中,所述测量器件包括加速度传感器。

55. 如权利要求 53 所述的系统,其中,所述测量器件包括加速度传感器。

56. 如权利要求 23 到 25 中的任何一项所述的系统,还包含电压准备电路,耦合到所述振荡结构并耦合到所述处理器件,适于存储与所述电信号相关联的电能。

57. 如权利要求 56 所述的系统,其中,所述电压准备电路包含电容器。

用于确定车辆运行期间轮胎工作参数的方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定安装在车辆上的轮胎的至少一个工作参数的方法和系统。所述至少一个工作参数可以是例如在车辆运行期间轮胎和该轮胎在其上滚动的滚动表面之间的接触区域（或者接触印痕（contact patch））的长度，和 / 或安装在车辆上的轮胎经受的载荷。

背景技术

[0002] 为了提高车辆的安全性，在充气轮胎内包含电子器件正愈加重要。轮胎电子线路可以包括传感器和适于获取有关轮胎的行为及其各种物理参数的信息的其他部件，所述信息例如温度、压力、轮胎转数、车辆速度，等等。这些信息可能在轮胎监测和 / 或报警系统中变得有用。此外，车辆的主动控制系统可以基于从轮胎中所包括的传感器器件发送的信息。典型地，采用无线传输以便把轮胎性能信息发送到轮胎外部，到达设置在车辆上的接收器，因此，设置在轮胎内的这些电子器件通常包括和天线相连的发射器。通常也采用微处理器，以便在传输之前收集和来自性能传感器的信号。

[0003] 为了妥当使用轮胎而要监测的一个重要参数是轮胎安装在车辆上时经受的载荷。为了正确地设置轮胎的充气压力，以及为了正确地调整车辆的主动控制系统，轮胎的这个工作参数非常重要。另一个重要参数是接触印痕（即轮胎和路面之间的接触区域）的长度。

[0004] W0 05/005950 公开了一种通过测量当轮胎胎面区域的一部分经过对应于轮胎和路之间的接触区域时该部分经受的径向的变形（“径向变形”）的幅度，并通过把这个幅度和轮胎的转动速度以及充气压力相关来确定施加于安装在车辆上的轮胎上的载荷的方法。在 W005/005950 中公开的实施例中，利用固定于轮胎的内部衬垫的径向加速度计检测所述径向变形。

[0005] W0 05/042281 公开了用于确定当车辆在滚动表面上运行期间施加于安装在所述车辆上的轮胎上的载荷的方法，包含提供所述轮胎载荷相对于所述轮胎和所述滚动表面之间的接触区域的长度 (PL_c) 的上凹函数 $F_z = F_z(PL_c)$ ；估计大致位于赤道平面的所述长度；并从所述函数导出对应于所述估计长度的轮胎载荷。在 W0 05/042281 中公开的实施例中，通过从切向加速度计获取切向加速度信号，并测量所述切向加速度信号的最大值和最小值之间的距离来估计接触长度。

[0006] 常规上，集成的轮胎电子线路系统由各种技术和不同的功率产生系统供电。

[0007] 用于给轮胎电子线路系统供电的典型解决方案是使用不可再充电电池，这可能给轮胎用户带来不便，因为正常的电子线路系统运转取决于周期性的电池更换。实际上，当给以复杂的功能层级为特点的电子应用供电时，电池往往迅速地将其能量存储耗尽。此外，常规电池通常包含不环保并带来处置问题的重金属。而且，常规电池的性能经常受温度影响；具体来说，这些电池的工作在低温不可靠。

[0008] 另一种已知的给轮胎监测系统供电的方法是在安装在车辆上的天线和邻近的设置在轮胎中的电子器件内所包括的另一个天线之间耦合射频 (RF) 功率。这通常要求设置

在车辆部分中的天线经常暴露于来自道路险情的破坏,因此可能导致很多缺点。

[0009] 也已提出了使用压电元件来给轮胎监测系统供电。压电性是某些材料,例如石英、罗谢尔盐,以及某些固溶液陶瓷材料,例如锆钛酸铅(PZT)在机械受力时产生电荷的特性。

[0010] WO 2005/067073 公开了包含与能量存储器件(例如电容)相关联的压电挠曲元件的轮胎。压电挠曲元件以悬臂方式安装在外壳中,以便大致沿着和所述轮胎的径向正交的平面定位,因此,所述压电元件的第一端固定于外壳。载荷体被耦合到压电挠曲元件的第二端。在外壳的内壁和载荷体(loading mass)的外表面之间形成了小的间隙,以便允许压电元件的有限挠曲。包括压电元件的外壳被安装在对应于轮胎的胎面区域的轮胎部分中,最好在轮胎的内表面上。当轮胎转动时,压电元件在径向加速度的作用下弯曲。选择载荷体和间隙以获得:a)当轮胎以低速转动时,基本上在轮胎转动一整圈期间,挠曲元件的较小的本体(entity)振荡;b)基本上只有在包括压电元件的轮胎部分在接触印痕中通过期间挠曲元件较大的本体振荡。

[0011] WO 2006/072539 公开了如杆弹簧、扭力弹簧或片弹簧的弹簧元件的结构,其中,弹簧元件的自由端携带震动体,通过轮胎的转动向所述震动体施加冲击。震动体和弹簧元件的组合产生了弹簧体振荡器。通过运动产生振荡,藉此,在轮胎转动期间,轮胎模块在其通过接触区域时描绘出直线,并且在其移动到接触区域外面时描绘出圆形路径。在圆形路径中,离心力作用在震动体上,而在理想条件下,在接触区域中,将没有力作用在震动体上。离心力将使弹簧体振荡器位移,然后,弹簧体振荡器将在其通过接触区域时返回其息止位置。根据 WO2006/072539,为了产生用于记录轮胎状态变量的完整模块,用于评估来自转换单元的电输出信号或者其他传感器数据的分析单元可以被连接到所述转换单元。于是能够例如根据两个加速度脉冲之间的时间间隔来确定接触区域的长度,即轮胎接触表面的大小。根据 WO2006/072539,也有可能确定轮子转动的速度,或者轮子载荷。

发明内容

[0012] 申请人已经证实,把包含压电元件的振荡结构耦合到轮胎可以有益地导致提供一种适于确定轮胎的工作参数的工作良好的自供电传感器系统,所述工作参数例如是轮胎和路面之间的接触区域的长度,和/或轮胎在安装于车辆上时经受的载荷。

[0013] 具体来说,压电元件耦合到轮胎的胎冠区域(例如耦合到轮胎的内表面,大致对应于轮胎的赤道平面)可以引起压电元件的振荡,导致产生电信号。所产生的电信号携带电能,所述电能可以被存储,以便用于激励电子电路和/或器件(例如无线发射器和/或压力传感器)。而且,所产生的电信号携带与轮胎和路面之间的交互作用相关的信息,使得分析所产生的电信号可以导致确定轮胎的工作参数。

[0014] 因此,可挠曲压电元件耦合到轮胎看起来是用于提供自供电的轮胎传感系统的非常有前景的解决方案。

[0015] 然而,申请人已发现因使用振荡压电元件来既提供激励电子电路的电能也提供要被分析的电信号(以便确定与轮胎和路面之间的交互作用相关的信息)所致的某些特性必须被恰当地考虑以便对所产生的电信号执行正确的分析。申请人已发现包含压电元件的振荡结构的谐振可能在轮胎的较低转动速度时出现。出现谐振显著地影响了在低速时由振荡的压电元件产生的电信号,使得只与轮胎和路面之间的交互作用相关的所产生信号的分量

可能被湮没或者干扰。换句话说,当轮胎以低速转动时,出现谐振如果不被恰当考虑,可能导致不正确地确定期望的工作参数。

[0016] 在第一方面,本发明涉及确定安装在车辆上的轮胎的至少一个工作参数的方法。所述方法包含:

[0017] - 提供振荡结构,所述振荡结构包含外壳和耦合到所述外壳并且能够沿振荡方向振荡的压电元件;

[0018] - 把所述振荡结构耦合到所述轮胎的胎冠部分;

[0019] - 在滚动表面上转动所述轮胎以便导致所述振荡结构的振荡,从而导致所述压电元件产生电信号;

[0020] - 处理所述电信号以便确定轮胎的所述至少一个工作参数;

[0021] 其中,所述处理所述电信号包含:

[0022] - 确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度;

[0023] - 若为否,则从低通滤波的信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息,所述低通滤波的信号是通过至少去除所述电信号的具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率的信号的频率分量来获取的。

[0024] 在第二方面,本发明涉及用于确定安装在车辆上的轮胎的至少一个工作参数的系统,包含:

[0025] - 耦合到所述轮胎的胎冠部分的振荡结构,所述振荡结构包含外壳和耦合到所述外壳并且能够沿振荡方向振荡的压电元件;

[0026] - 适于处理由所述压电元件产生的电信号以便确定轮胎的所述至少一个工作参数的处理器件;

[0027] 其中,所述处理器件包含分析电路,适于:

[0028] - 确定所述轮胎的转动速度是否大于阈值速度;

[0029] - 若为否,则从低通滤波的信号提取用于确定轮胎的所述至少一个工作参数的信息,所述低通滤波的信号是通过至少去除所述电信号的具有高于或等于所述振荡结构的谐振峰值频率的信号的频率分量来获取的。

[0030] 在上述方面中的至少一个中,本发明可以示出一个或多个下文描述的优选特性。

[0031] 所述压电元件可以耦合到所述外壳,以便使第一端实质上固定于所述外壳,并且第二端固定于载荷体。在这种配置中,振荡结构的质心可以被向着压电元件的可自由振荡的第二端有益地移动,有效地产生电荷。

[0032] 在所述外壳的至少一个内壁和所述载荷体的外表面之间可以形成间隙。在这种配置中,压电元件的振荡可以被有益地限于最大程度,以便获取可靠的结构。

[0033] 振荡结构耦合到的轮胎的所述胎冠部分可以是轮胎的内表面的一部分。这有益地帮助把振荡结构耦合到轮胎。

[0034] 可以执行把所述振荡结构耦合到轮胎的胎冠部分,以便把所述压电元件的长边基本上根据轮胎的轴向设置。这种配置使压电元件在轮胎转动期间可能经受的应力最小,就可靠性来说具有有益结果。

[0035] 可以执行把所述振荡结构耦合到轮胎的胎冠部分,以便使所述振荡结构的振荡方向大体上和轮胎的纵向匹配。在这种配置中,所产生的电信号强烈地依赖于轮胎的转动方

向 (versus) (顺时针或逆时针), 使得基于电信号的处理可以简单地执行包含振荡结构的轮胎的自动定位。

[0036] 或者, 可以执行把所述振荡结构耦合到轮胎的胎冠部分, 以便使所述振荡结构的振荡方向大体上和轮胎的径向匹配。在这种配置中, 所产生的电信号呈现轮廓分明的峰值, 所述峰值可以被很容易地检测和分析。

[0037] 在转动速度高于阈值速度的情况下, 可以直接在所产生的电信号 (不需要任何滤波) 上执行提取对确定轮胎的至少一个工作参数有用的信息。当振荡结构的谐振影响不那么显著时这有益地简化了信号的处理。

[0038] 通常执行所述低通滤波的电信号或者 (未滤波) 电信号的处理, 以便提取和所述低通滤波的电信号或者 (未滤波) 电信号的至少一个特征峰值相关的信息。所述至少一个特征峰值和耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分进入轮胎和滚动表面之间的接触区域相关, 并和耦合到振荡结构的所述轮胎的胎冠部分从所述接触区域离开相关。

[0039] 例如, 和所述至少一个特征峰值相关的信息可以包含所述至少一个特征峰值的预定点之间的距离。

[0040] 例如, 基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的所提取的距离, 可以确定轮胎和滚动表面之间的接触区域的长度。

[0041] 在振荡结构被耦合到轮胎的胎冠部分以使振荡方向大体上和纵向匹配的情况下, 所产生的电信号 (或低通滤波的信号) 包含正特征峰值和负特征峰值, 并且, 可以执行所述电信号 (或者所述低通滤波的信号) 的处理, 以便提取与所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的信息。例如, 与所述正特征峰值及所述负特征峰值相关的信息可以包含所述正特征峰值及所述负特征峰值的符号序列。

[0042] 例如, 基于所提取的所述正特征峰值及所述负特征峰值的符号序列, 可以简单并且有效地确定轮胎在车辆上的安装位置 (右手侧或左手侧)。

[0043] 又例如, 通过在给定时间段期间对所述至少一个特征峰值的出现进行计数, 可以确定由所述轮胎在给定时间段内滚动期间所完成的轮胎转数。

[0044] 在本发明的方法和 / 或系统中, 也可以测量轮胎的充气压力。

[0045] 基于所述至少一个特征峰值的预定点之间的距离和所测量的充气压力, 还可以确定所述轮胎经受的载荷。

[0046] 用于对电信号滤波的低通滤波器的调谐频率可以由本领域技术人员根据需要适当地选择。例如, 通过去除具有高于或等于振荡结构的谐振峰值频率一半的的频率的频率分量, 可以获取所述低通滤波的信号。

[0047] 在优选实施例中, 振荡结构可以被设计成具有高于 150Hz 的谐振峰值频率, 更优选高于 200Hz, 高于 300Hz 更加优选。

[0048] 例如, 利用上面提到的谐振峰值频率的值, 通过去除具有高于 120Hz 的的频率的频率分量, 可以获取低通滤波的信号。

[0049] 通过检测所述振荡结构的最大允许振荡的条件 (因存在间隙所致), 可以确定轮胎的转动速度是否大于阈值速度。这有益地允许包含振荡结构和处理器件的每一个组件 “自调谐”, 以便减小 (或者甚至避免) 对每一个组件的制造过程中的差异性的相关性和每一个组件的复杂表征。

[0050] 为了避免压电元件上过量的应力,可以选择耦合到其第二端的载荷体小于 4 克。载荷体可以是 U 形,以便使振荡结构的质心向着压电元件的第二端的移动最大化。

[0051] 所述间隙可以具有 400 μm 的总的最大宽度,以便减小压电元件中裂缝形成的概率。间隙的“总的最大宽度”预期是当振荡结构处于平衡位置时载荷体侧面和外壳的内壁之间(沿振荡方向)的所有距离的和。

[0052] 压电元件可以示范性地是双压电晶片元件。在优选实施例中,压电元件是平坦元件。

[0053] 发射器器件通常耦合到处理器件,用于把由处理器件确定的轮胎的至少一个工作参数传送到接收器件(轮胎外部)。

[0054] 可以确定轮胎的其他工作参数。例如,包括温度传感器可以提供轮胎滚动期间的温度测量。又例如,还可以包括加速度传感器。

[0055] 在优选实施例中,适于存储与压电元件产生的电信号相关联的电能的电压准备电路被耦合到振荡结构,并耦合到处理器件。电压准备电路通常包含电容器。

附图说明

[0056] 通过下面仅通过参考附图进行的非限制性例子的描述提供的本发明的一些示范性实施例的详细描述,将使本发明进一步的特征和益处清晰,在附图中:

[0057] 图 1 示出了根据本发明的包含自供电传感器器件的示范性轮胎的剖面图;

[0058] 图 2 示出了被包括在图 1 的轮胎中的自供电传感器器件的示范性方案;

[0059] 图 3a 和图 3b 示出了根据第一结构被包括在图 2 的传感器器件中用于电源的示范性可挠曲压电元件;

[0060] 图 4a 和图 4b 示出了根据替代第一结构的第二结构被包括在图 2 的传感器器件中用于电源的示范性可挠曲压电元件;

[0061] 图 5 示出了在路面上滚动期间轮胎的胎冠部分经受的径向加速度的示范性分布;

[0062] 图 6 示出了在路面上滚动期间轮胎的胎冠部分经受的纵向加速度的示范性分布;

[0063] 图 7 示出了包含耦合到载荷体的可挠曲压电元件的示范性振荡结构的频率响应;

[0064] 图 8 和图 9 示出了跨过包含根据图 3a、图 3b 的结构设置的可挠曲压电元件的电源获取的两个示范性电压信号;

[0065] 图 10 和图 11 示出了跨过包含根据图 4a、图 4b 的结构设置的可挠曲压电元件的电源获取的两个示范性电压信号;

[0066] 图 12 示出了可被用于处理由包含可挠曲压电元件和载荷体的电源获取的信号的示范性分析电路。

具体实施方式

[0067] 图 1 示出了包含轮胎 11 和支撑轮缘 12 的轮子的剖面图。图 1 中所示的轮胎 11 是通常称为“无内胎”的类型,即其不包括内胎。可以利用安装在所述轮缘 12 上的充气阀门 13 对这种轮胎充气。

[0068] 轮胎 11 包括骨架 16,终止于两个胎圈 (bead) 14 和 14',每一个均沿着骨架 16 的内周边缘形成,用于把轮胎 11 固定于支撑轮缘 12。胎圈 14 和 14' 包含称为胎圈芯 (bead

core) 的相应的加强环形芯 15 和 15'。骨架 16 由至少一个加强层形成,包括织物或金属线,沿轴向以环形轮廓从一个胎圈 14 延伸到另一个 14',并使其末端和相应的胎圈芯 15 和 15' 相关联。在称为径向类型的轮胎中,前述的线基本上位于包含轮胎的转动轴线的平面内。称为带结构的环形结构 17 被置于相对于骨架 16 的径向外侧位置。通常,带结构 17 包括一条或更多条弹性材料,所述弹性材料包含彼此重叠的金属和 / 或织物线。胎面带 (tread band) 18 缠绕带结构 17,用于轮胎和地面的滚动接触。胎面带通常印有凸纹图案。两个侧壁 19 和 19',每一个均径向地从对应胎圈 14 和 14' 的外边缘向外延伸,也被置于骨架 16 上,位于轴向相对的横向位置。在无内胎轮胎中,骨架 16 的内表面通常覆盖以衬垫 111,即覆盖以一层或更多层气密弹性材料。根据轮胎 11 的具体设计,可以提供其他已知的元件,例如胎圈填胶层 (bead filler)。

[0069] 在轮胎 11 内包括自供电传感器器件 3。传感器器件 3 耦合到轮胎 11 的胎冠部分,即轮胎 11 沿轴向在轮胎 11 的侧壁之间延伸的部分。优选地,传感器器件 3 被大体上对应于轮胎 11 的赤道平面设置。在图 1 中所示的优选实施例中,传感器器件 3 被固定到轮胎 11 的内衬垫 111。固定元件 332 粘附到传感器器件 3 和内衬垫 111 这两者。固定元件 332 把传感器器件 3 固定到轮胎的内衬垫 111,并适于顺从轮胎结构在滚动期间经历的变形,以便稳定地保持传感器的固定。

[0070] 以本申请人名义提交的 PCT 专利申请 no. 2006W0-EP003844 中描述了适于保持传感器器件 3 稳定固定到轮胎的固定元件 332 的优选实施例,通过引用将该申请并入本文。在这个实施例中,固定元件 (在 PCT 专利申请 no. 2006W0-EP003844 中叫做“锚定体”) 包含至少两个由弹性材料制成的部分。每一个部分具有要被固定到轮胎 11 的内表面的紧固表面和保持子部分 (retaining sub-portion)。传感器 3 被排列在两个保持部分之间。具有环形形状并和传感器 (见下面) 相关联的天线可以被设置在紧固表面和每一部分的保持子部分之间形成的凹槽中,所以天线的内周边缘和每一个部分中形成的凹槽之间的接合在传感器 3 和固定元件 332 之间保持约束。

[0071] 在替换的实施例中,传感器器件 3 可被包含在胎面区域中的轮胎结构内,例如,在胎面带内,或者在外部带条和胎面带之间。

[0072] 图 2 中示出了示范性自供电传感器器件 3 的方案。传感器器件 3 包含电源 31、微控制器 33、测量器件 34、射频发射器 36、天线 37。

[0073] 电源 31 包含下面将详细地描述的可挠曲压电元件,所述压电元件在轮胎在路上滚动期间传送给它的力下变形。由于压电效应所致,这种变形产生了电信号,所述电信号可以被适当的电极收集,并馈送到电压准备电路 32,所述电压准备电路 32 通常包括二极管整流器电桥 (未示出),适于把交流电流变换为直流电流。电压准备电路 32 也包括电容器 (未示出),适于存储由压电效应产生并由电极携带的电荷。电压准备电路 32 也可以包含电压控制器 (未示出),适于验证跨过电容器的电压高于预定的最小电压 (例如 2.7 伏特)。

[0074] 由电源 31 产生并存储在电压准备电路 32 中的电能被馈送到微控制器 33、测量器件 34 (通过开关 35) 和射频发射器 36。

[0075] 此外,由可挠曲压电元件的变形产生的电信号也被直接向微控制器 33 馈送,以便允许该电信号的分析用来提取与轮胎和路面之间的交互作用以及轮胎的某些工作参数相关的信息,所述参数例如是接触印痕的长度和 / 或轮胎经受的载荷。

[0076] 测量器件 34 包含至少一个适于测量要被监测的其他工作轮胎参数（例如压力和 / 或温度）的传感器。测量器件 34 也包括适于把感测到的参数变换为电信号的控制电路。

[0077] 射频器件 36 适于通过天线 37 把包含所测量的参数的信息帧传送到轮胎外部的接收器（未示出），接收器通常位于安装所述轮胎的车辆上。

[0078] 微控制器 33 通常包含控制传感器器件 3 的工作的 CPU。在图 2 中所示的优选实施例中，微控制器 33 通过第一定时 / 使能电路 38 使能开关 35 以朝向测量器件 34 闭合电路，以便激励其用于进行要被监测的特征参数的测量。此外，微控制器 33 通过第二定时 / 使能电路 40 使能把帧传输到外部接收器。而且，微控制器 33 收集来自电源 31 和来自测量器件 34 的信号，并通过分析电路 39 处理这些信号，以便提取要通过射频发射器 36 发送到轮胎外部的信息。为了本发明的目的，指代第一定时 / 使能电路 38、分析电路 39、第二定时 / 使能电路 40 的术语“电路”不应以限制性方式理解：为了执行相关联的功能，电路 38、39 和 40 可以用硬件（通过适当的电子线路）或者用软件（通过适当的程序例程）实现，或者用硬件和软件的组合实现。

[0079] 使能开关 35 的闭合，以及使能发射器 36 的帧传输，可以以预定时间间隔执行。例如，第一定时 / 使能电路 38 可以每两分钟驱动开关 35 的闭合，而第二定时 / 使能电路 40 可以每七分钟使能把收集的数据传输到外部，因为相对于参数测量，射频传输通常要求更多的功率。

[0080] 又例如，开关 35 的闭合和 / 或收集的数据的传输可以在跨过电压准备电路 32 中的电容器的电压高于预定的阈值电压时被使能。第一和 / 或第二定时 / 使能电路 38、40 可以用任何常规方式实现为和微控制器 33 分离的硬件电路或者实现为集成在微控制器 33 的存储器内的固件对象。

[0081] 图 3a 和图 4a 示出了根据本发明的一个实施例的电源 31 的剖面图。电源 31 包含外壳 311、可挠曲压电元件 313 和联结到压电元件的载荷体 312。图 3b 和 4b 分别示出了电源 31 的沿着在图 3a 和图 4a 中被指示为 A-A 的剖面的视图。

[0082] 参考图 3a、图 4a，压电元件 313 以悬臂梁方式设置在外壳内。换句话说，压电元件 313 在其第一端 315 固定于外壳 311，而第二端 316 则联结到载荷体 312。压电元件 313 最好被形成为平坦元件。或者，它可以被形成为棒元件。在优选实施例中，平坦压电元件包含至少两个平坦压电晶体，由平坦的导电（例如金属的）板分开（双晶结构）。电极常规地设置在压电元件的外表面上。

[0083] 在图 3a、3b 中示出的结构中，电源 31 耦合到轮胎，以便使可挠曲压电元件 313 的振荡方向大体上和轮胎的径向（在图 1、3a、3b 中被指示为“E”），即和轮胎的旋转轴正交的方向匹配。以这种方式，压电元件 313 和相关联的载荷体 312 在轮胎转动期间经受径向加速度。为了均匀地分布压电元件 313 承受的压力，压电元件 313 的长边可以优选地大体上根据轮胎的轴向（在图 1、3a、3b 中被指示为“F”），即平行于轮胎的转动轴的方向设置。

[0084] 在图 4a、4b 中所示的替代结构中，电源 31 耦合到轮胎，以使可挠曲压电元件 313 的振荡方向大体上和轮胎的纵向（或切向）（在图 1、4a、4b 中被指示为“L”）匹配。以这种方式，压电元件 313 和关联的载荷体 312 在轮胎滚动期间经受纵向加速度。为了均匀地分布压电元件 313 承受的应力，压电元件 313 的长边可以优选地大体上根据轮胎的轴向（在图 1、4a、4b 中被指示为“F”），即平行于轮胎的转动轴的方向设置。

[0085] 选择可挠曲压电元件 313、载荷体 312 和外壳 311 的几何尺寸以便在载荷体 312 的外表面和外壳 311 的至少一个内壁之间留下空隙 314, 在本说明书的剩余部分中也叫做“间隙”。间隙定义了可挠曲压电元件 313 被允许的最大挠曲。为了限制电源 31 的尺寸并移动包含压电元件 313 和大体上位于压电元件 313 的自由端的载荷体 312 的结构的质量, 载荷体 312 最好可以是 U 形, 如图 3a、4a 中所示。

[0086] 在工作中, 电源 31 经受因轮胎转动而出现的力 / 加速度。离心加速度尤其高, 但是其也与来自转动期间轮胎和路面之间的交互作用的其他加速度贡献混和, 所述其他加速度贡献相对于离心加速度贡献一般具有较低的强度 (特别是在高速时)。具体来说, 因为在任何轮胎转动下与电源 31 相关联的轮胎部分进入和离开接触印痕, 在轮胎纵向中 (即切向) 的加速度贡献也被传递到电源 31。

[0087] 图 5 示出了与电源 31 相关联的轮胎部分在一整圈轮胎转动期间可能经受的作为结果的径向加速度随着时间变化的示例性分布。

[0088] 在一整圈轮胎转动的第一部分期间 (在此期间, 与电源 31 相关联的胎冠部分不和地面接触), 加速度除了图 5 中可见的波纹以外大体上恒定 (下文将说明波纹的存在), 并取依赖于轮胎转动速度的平方的值。

[0089] 在一整圈轮胎转动的第二部分期间 (在此期间, 与电源 31 相关联的胎冠部分和地面接触), 在轮胎和地面之间的接触区域的最开始处因轮胎在从切向向平坦结构通过期间经受的变形所致的初始增加之后, 加速度水平下降大致为 0, 这可以在图 5 的中央部分看出。在离开接触区域处, 胎面区域遭遇加速度水平的进一步增加。

[0090] 在上面提到的轮胎转动的第一部分期间, 电源 31 经受巨大的径向加速度, 在高速时该加速度可以达到数百 g 的值 (例如在 120km/h 时 360 个 g, g 是重力加速度)。

[0091] 在图 3a、3b 的结构中, 经受大致沿方向 E 取向的这个加速度的载荷体 312 被向着外壳 311 的内壁推离第一平衡位置, 在所述第一平衡位置, 压电元件 313 实际上和轮胎的径向正交。具体来说, 载荷体 312 被推离到某一程度, 该程度取决于可挠曲压电元件 313 的柔顺特性并取决于载荷体 312 的尺寸。无论如何, 最大程度由间隙 314 的尺寸限定。

[0092] 载荷体 312 的运动导致压电元件 313 的对应挠曲, 即因压电效应产生电荷。但是, 在这个“静态”加速度下, 只要载荷体到达第二平衡位置, 电荷的产生就被突然中断, 所述第二平衡位置可以在间隙 314 内, 或者靠着外壳 311 的内壁, 取决于加速度值, 即取决于轮胎转动速度。转动速度越大, 第二平衡位置离第一平衡位置越远, 直到由间隙 314 限定的最大值。

[0093] 另一方面, 在上面提到的一整圈轮胎转动的第二部分期间, 即在与电源 31 相关联的胎冠部分和地面接触期间, 因为径向加速度下降大致为 0 的事实所致, 载荷体 312 可自由振荡, 所以不再有力作用以保持载荷体 312 处于第二平衡位置中。载荷体 312 的振荡导致可挠曲压电元件 313 的对应挠曲, 即因压电效应产生电荷。这些振荡可以供给大量的电荷, 取决于振荡和由可挠曲压电元件 313 的阻尼特性施加的阻尼效应的程度。但是, 只要在轮胎和地面之间的接触区域中的通过终止, 径向加速度就突然增加, 则导致振荡的强迫停止和电荷产生的对应停止, 而载荷体定位于第二平衡位置。

[0094] 上面针对图 3a、3b 的结构说明的与载荷体 312 相关联的压电元件 313 的行为涉及电源 31 经受的径向加速度的所谓“一次谐波”贡献, 即每圈轮胎转动出现一次的贡献。与这

种贡献相关联的频率可以在从 0Hz 到几十 Hz 的低频范围中变化,取决于轮胎转动速度(例如对于处于大约 150km/h 速度的轿车轮胎大约 20-25Hz),对应于与电源 31 相关联的轮胎部分每秒钟在接触印痕下通过的次数。由于这种低频贡献所致,作为可挠曲压电元件 313 的“脉冲式”振荡行为的结果可以获取“脉冲式”的电荷产生,“脉冲频率”取决于轮胎转动速度。

[0095] 但是,电源 31 在径向经受的实际加速度也具有在高于上面提到那些频率的频率范围内的分量,这从图 5 中所示的径向加速度分布所表现出来的波纹的存在可以看出。这些高频分量是因高阶的谐波贡献所致,即因每圈轮胎转动出现多于一次的事件所致。例如,高阶谐波贡献可以是因形成轮胎胎面的块和地面交互作用所致。其他的高阶谐波贡献可以来自由于在接触印痕下轮胎经受的变形传输到接触印痕外部的轮胎部分所致的整个轮胎结构的各种振动模式。进一步的高频贡献可以由较小的胎面部分和地面的交互作用导致,其可取决于轮胎在其上滚动的表面(例如沥青)的粒度。

[0096] 在图 3a、图 3b 的结构中,压电元件 313 由具有高于一次谐波分量的频率的频率的径向加速度的这种分量激发。申请人已经证实当轮胎以低速滚动时,与可挠曲压电元件 313 相关联的载荷体 312 在上面提到的第二平衡位置(即载荷体被离心加速度推动时到达的位置)附近振荡。因高频分量(即因高阶谐波所致的分量和/或因轮胎胎面和路之间的交互作用所致的分量)所致的这种振荡对于通过压电效应产生电荷非常有益。实际上,因这种振荡所致,在上面提到的一整圈轮胎转动的第一部分期间(即接触印痕外面的部分)产生了连续的电荷流动,这些电荷被加到在上面提到的一整圈轮胎转动的第二部分(即接触印痕)期间产生的电荷,对在整圈轮胎转动期间形成“连续”的电荷产生有贡献。

[0097] 如所述那样,这些行为在低速出现。在更高的速度,所产生的离心加速度变得如此之强(相对于形成径向加速度的其他分量),以至于载荷体 312 被推靠着外壳 313 的内壁,并且载荷体 312 的任何运动几乎都被抑制。在这种情况下,总之,电荷在一整圈轮胎转动的第二部分中产生。

[0098] 在另一方面,图 6 示出了描述与电源 31 相关联的轮胎部分在轮胎转动期间可能经受的纵向加速度的信号的示范性分布。

[0099] 参考图 6,在一整圈轮胎转动的第一部分中(在此部分期间与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分不和地面接触),除了在图 6 中可见的高频振荡以外,纵向加速度基本上为零(如果考虑的是恒定的轮胎转动速度),高频振荡的存在是因轮胎和地面的交互作用所致的传递到轮胎结构的高阶谐波贡献和/或振动引起,和参考图 5 已经说明过的那些类似。

[0100] 在一整圈轮胎转动的第二部分中(在此部分期间与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分和地面接触)纵向加速度水平显示出两个轮廓分明的具有相反符号的峰值,大体上对应于与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分进入/离开接触印痕。两个峰值的精确排列(正峰值在先并且负峰值在后,或者相反)取决于轮胎的转动方向。

[0101] 在图 4a、图 4b 的结构中,包含可挠曲压电元件 313 和载荷体 312 的结构经受图 6 中所示的“冲击”纵向加速度的作用。在实践中,每当与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分进入和离开接触印痕,包含可挠曲压电元件 313 和载荷体 312 的结构均接收加速度冲击(对应于图 6 中所示的正和负峰值),导致载荷体 312 的振荡。在直线性的驱动条件下以及在恒定速度下,基本上没有具有和图 6 中所示的峰值可比拟的强度的其他纵向加速度贡献将干

扰或者停止包含可挠曲压电元件 313 和载荷体 312 的结构振荡,所以在接触印痕外面的轮胎转动的剩余部分中,该结构基本上可以自由振荡。换句话说,包含压电元件 313 和载荷体 312 的结构表现得像受迫振荡器一样,使得能够沿轮胎的纵向振荡,并接收与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分在接触印痕下的任何通过的冲击力。

[0102] 由于图 6 中所示的纵向加速度峰值相对于沿径向可达到的值具有较低强度(在相同的转速),载荷体 312 被纵向加速度从其平衡位置推离到相对于以离心加速度可获得的较小位移,所以包含可挠曲压电元件 313 和载荷体 312 的结构振荡的总体偏移相应地较小(在相同的转速)。但是,由于当与电源 31 相关联的轮胎胎冠部分在接触印痕外时包含可挠曲压电元件 313 和载荷体 312 的结构基本上表现得像自由振荡器一样,所以可挠曲压电元件 313 的变形在整个轮胎转动期间可以继续,连续地产生电荷。载荷体 312 从平衡位置可达到的位移的程度随着轮胎的转动速度增长,直到间隙 314 所允许的最大值。

[0103] 在某些速度范围中和/或因纵向加速度的高阶谐波分量的贡献所致,也可能出现谐振现象:在这种情况下,受迫振荡的偏移可能出现增长到间隙 314 所允许的最大值,即使在低速,也具有最大的电荷产生。

[0104] 图 7 示出了包含与载荷体 312 相关联的可挠曲压电元件 313 的示范性振荡结构的频率响应,所述结构适于获取足以向适于在轮胎内使用的电子电路供电的产生的电能量。选择压电元件 313 的尺寸和材料以获取其刚度 k 大约 4800N/m。取载荷体 312m 的大小为大约 0.6 克。为了获取频率响应,包含与载荷体相关联的压电元件的外壳被设置在由控制电子线路驱动的振动器设备上,所述控制电子线路向振动器施加在 0Hz 到 2000Hz 的频率范围中的脉冲激振力。振动器的运动导致载荷体和压电元件的振荡,随后产生电荷。图 7 报告了振荡结构的传输函数,相对于频率的激振力。从图 5 可以看出,由压电元件和载荷体形成的振荡结构的谐振峰值是大约 450Hz。申请人已经证实,由可挠曲压电元件和载荷体形成的、具有 150Hz 和 600Hz 之间的频率范围内的谐振峰值,并耦合到轮胎的胎冠部分的振荡结构,允许获取最优的电产生以及振荡结构良好的强度和可靠性,这对于其在耦合到轮胎的传感器器件内采用来说是期望的特征。

[0105] 图 8 和图 9 示出了跨过耦合到如图 3a、图 3b 中公开的轮胎的内衬垫(即经受径向加速度)的电源测量的电压信号相对时间变化的两个例子,而图 10 和图 11 示出了跨过耦合到如图 4a、图 4b 中公开的轮胎的内衬垫(即经受纵向加速度)的电源产生的电压信号相对时间变化。具体来说,图 8 和图 10 指示在 15rad/s 的轮胎转动速度执行的测量,而图 9 和图 11 指示在 60rad/s 的轮胎转动速度执行的测量。

[0106] 在图 8 到图 11 的测量中使用的示范性电源通过包括压电材料(PZT)的双晶板形成,具有 4.5mm 宽度、11mm 长度和 0.46mm 的总厚度,在具有 7mm 宽度、12mm 长度、6.2mm 高度和 1mm 厚度的塑料外壳中。0.6 克的载荷体被固定到压电板的自由端。在外壳的内壁和载荷体的外表面之间留出了 200 μ m 的总间隙(100 μ m+100 μ m)。

[0107] 从图 8 到图 11 可以看出,使用包含与载荷体 312 相关联的压电元件 313 的振荡结构获取的相对时间变化的信号的较高的峰值(术语“较高”要按绝对值理解)基本上再现了图 5 和图 6 的加速度分布中的峰值,它们对应于和地面(或接触印痕)接触的轮胎部分经历的变形。必须注意,在图 8 和图 9 中,对应于在与振荡结构相关联的胎冠部分的接触印痕下通过的峰值被相对于图 5 中的峰值倒置。

[0108] 因此,跨过包含上面的振荡结构的电源可获取的信号可以被用于提取(通过适当的处理)和轮胎与路面之间的交互作用相关的数据。

[0109] 所提取的数据可以包含例如轮胎和路面之间的接触区域的长度,可以基于较高峰值的位置估计所述长度。通过估计轮胎和地面之间的接触区域的长度,轮胎经受的载荷也可以被评估,例如通过考虑使轮胎的充气压力、载荷和接触区域的长度相关的已知关系。以申请人名义提交的专利申请 no. W005/042281(其内容通过引用包含于此)描述了一旦轮胎和路面之间的接触区域的长度已被估计,也可以使用的用于确定载荷的更准确的方法。

[0110] 通过简单处理由上面的振荡结构获取的信号,也可以导出其他的数据。例如,轮胎转数可以被计数,每一次信号到达其最大值(绝对值)增加一转。此外,通过每单位时间的转数,和/或转动速度(轮胎半径已知),也可以导出轮胎的角速度。又例如,如图 4a、4b 中那样,在振荡结构耦合到轮胎的胎冠部分(即经受纵向加速度)的情况下,检测较高峰值的序列负-正或者正-负可以提供简单并且有效的对包括所述振荡结构的电源在车辆中的位置的指示(即电源被包括在左侧轮胎还是右侧轮胎),因为如上面参考图 6 说明的那样,上面的序列取决于轮胎的转动方向。

[0111] 换句话说,包含可挠曲压电元件和载荷体的振荡结构可以被有益地用于不仅提供电源,而且也用于提供轮胎和路面之间的交互作用以及轮胎动力学的有效的传感器。为此目的,如图 2 中所示,由包括如在图 3a、图 3b 或者图 4a、图 4b 中那样排列的振荡结构的电源 31 获取的信号被馈送到微控制器 33,并被分析电路 39 处理。信号处理通常致力于检测与耦合到电源/传感器器件的胎冠部分进入和离开接触印痕相关的主峰值。

[0112] 如在图 8 和图 10 分别与图 9 和图 11 相比时可见的那样,主峰值的强度(绝对值)随着轮胎的转动速度增加。在高转动速度,因一次谐波贡献所致的这些峰值可以与高阶谐波贡献(振动,因路面粒度所致的交互作用等)导致的“噪声”很好地区分,例如图 9 和图 11 清晰地所示。

[0113] 另一方面,在低转动速度,因一次谐波贡献所致的峰值具有较低的强度(绝对值),所以高阶谐波贡献的存在可能妨碍其检测。这些高阶谐波实际上可能导致在振荡结构中激发谐振模式,即激发耦合到载荷体的可挠曲压电元件的振荡的程度可能变得和在轮胎低速转动时由耦合到振荡结构的胎冠部分在接触印痕下通过所导致的振荡可比拟。

[0114] 为了去除高阶谐波的贡献,以便增加因一次谐波贡献所致的峰值的信号部分中的信噪比,当轮胎低速转动时,对该信号施加低通滤波。低通滤波应该至少去除因谐振模式所致的贡献,所以低通滤波器的调谐频率可以被设置成等于振荡结构的谐振峰值(见图 7)的频率,或者,最好等于更低的频率,例如等于对应于谐振峰值的一半处的宽度的较低频率,或者,作为进一步的例子,等于谐振峰值频率的一半。在实践中,至少对于在轿车轮胎中采用,可以施加固定的滤波用于去除 120 到 150Hz 以上的所有频率贡献:在轿车轮胎低速转动期间,一次谐波贡献达不到这些频率。在需要非常准确的测量的情况下,也可以应用具有根据轮胎的转动速度可变的调谐频率的低通滤波器。

[0115] 在另一方面,在更高速度,即当较高阶谐波贡献实际上不能激发导致振荡结构的与由一次谐波贡献导致的振荡可比拟程度的振荡的谐振模式时,低通滤波不再是必要的,或者甚至是不期望的。实际上,在高转动速度,由所有谐波贡献形成的频率包络的峰值可能至少部分地叠加到振荡结构的谐振峰值,所以低通滤波可能导致被滤波信号的失真,导致

不正确的确定主峰值的位置。

[0116] 可以通过反复试验适当地设置转动速度的阈值,以便当达到阈值速度时切换低通滤波。在实践中,申请人已经证实,对于载荷体和内壁之间的间隙尺寸处于和获取用于供电的高电能产生以及振荡结构的高可靠性的需要兼容的范围内,适当的阈值速度可以被设置为在振荡期间载荷体开始触及容纳振荡结构的外壳的内壁的速度。

[0117] 图 12 用对本发明的目的足够的功能块示出了示范性分析电路 39,该电路可被用于处理由包含可挠曲压电元件和载荷体的电源获取的信号。分析电路 39 包含调节块 391 和处理块 392。处理块 392 包含模数转换器 393、存储器 394、处理器 395。

[0118] 在工作中,在轮胎转动期间由电源 31 产生的信号(见图 2)被馈送到分析电路 39。具体来说,所产生的信号进入分析电路的调节块 391,该电路把信号分配到在图 12 中被标识为 Ch1、Ch2、Ch3 的三个输出通道上。

[0119] 在第一通道 Ch1 上,信号被低通滤波,而在第二通道 Ch2 上,信号未被更改。在第三通道 Ch3 上,信号被整流,例如使其通过整流器二极管电桥。如果整流操作在处理块 392 中通过软件执行,则第三通道可以被省略。

[0120] Ch1 的低通滤波的信号、Ch2 的未被更改的信号和 Ch3 上被整流的信号(如果存在)在处理块 392 中被处理。更具体地说,这三个信号在模数转换器 393 中被采样并转换为数字格式。然后,被采样的数字信号部分被存储在存储器 394 中,要根据由处理器 395 执行的过程分析和处理,用于提取和耦合到电源 31 的轮胎胎冠部分进入/离开接触印痕对应的特征峰值的位置相关的数据。

[0121] 在低速(即低于阈值速度的转动速度),在低通滤波的信号样本上执行读取,而在高速(即高于阈值速度的转动速度),在未被更改的信号样本上执行读取。

[0122] 更具体地,当包含电源的轮胎开始转动时,只要由电源产生的电能足以给传感器器件上电,则缺省地对第一通道 Ch1 处获取的低通滤波的信号样本执行读取。这是因为合理地假设了轮胎在自供电传感器器件上电时正低速转动。

[0123] 对存储在存储器 394 中的低通滤波的信号样本施加的第一个处理是同步操作。利用同步,处理器 395 能够识别每一圈轮胎转动。通常,这可以通过连续地找到被采样的低通滤波信号的最大值来执行,所述最大值缺省地标识了与电源相关联的轮胎部分在接触印痕下的通过。为此目的,可以使用自适应阈值方案。具体来说,在开始使用第一固定阈值。第一固定阈值应该被设置得高于在特别低的速度下由高阶谐波贡献导致的正常“噪声”水平。每一个样本和第一固定阈值比较:当给定样本 V_1 达到第一固定阈值时,用于比较的新的阈值被设置为 V_1 的预先定义的百分比 $a\%$ (例如 80%)(或者第一固定阈值和 $a\%$ 乘以 V_1 之间的最大值)。这些步骤被针对每一个样本重复,每一次存储所获取的最大值,以及在分析的信号部分中相关的位置,直到到达静态条件,在所述静态条件中找到良好“隔离”(即非连续,可能具有预先定义的最小时间间隔)的最大值,对应于识别每一圈轮胎转动。这个简单的处理允许以良好的精度对轮胎转动计数,并且也能够被用于后续的处理。在最小值也应该被标识的情况下(特别是在可挠曲压电元件在纵向加速度的作用下挠曲的情况下,如图 4a、图 4b 中所示,也参见图 10 和图 11,所以“负”峰值也应被检测),可以从相对于第一固定阈值具有相反符号的第二固定阈值开始执行类似的操作。

[0124] 一旦执行同步和峰值检测,则通过把两个连续的最大(或最小)位置之间的以时

间为单位的距离取倒数,所存储的最大和 / 或最小值位置可以被用于估计轮胎的角速度和 / 或转动速度 (在最后一情况中,轮胎半径已知)。轮胎和路面之间的接触区域的长度也可以获取。具体来说,在可挠曲压电元件在径向加速度的作用下弯曲的情况下,接触区域的长度可以和对应于最大值 (见图 5) 的峰值的宽度相关,而在可挠曲压电元件在纵向加速度的作用下弯曲的情况下,接触区域的长度可以与最大和最小信号值的位置之间以时间为单位的距离 (见图 6) 相关。一旦轮胎和路面之间的接触区域的长度已经被估计,则如上面说明的那样,施加在轮胎上的载荷也可以被评估。

[0125] 在可挠曲压电元件在纵向加速度作用下弯曲的情况下,对所存储的用于估计轮胎和路面之间的接触区域的长度的连续最大和最小值的出现顺序 (首先最大,并且后面是最小,或者相反) 的进一步的简单分析可以允许识别自供电传感器器件是被包含在安装在车辆左侧还是右侧的轮胎内。

[0126] 换句话说,通过简单分析由电源 31 产生的电信号,传感器 3 能够“自动定位”其自身在车辆中被安装在右手侧还是左手侧。为了提取这个信息,检测上面提到的特征峰值的符号序列。实际上,如前面参考图 6 所述,代表进入或者离开接触印痕的纵向加速度峰值的正 - 负或者负 - 正序列取决于 (因而可以被用来指示) 轮胎的转动方向。以车辆的外部作为参考,右手侧轮胎顺时针转动,而左手侧轮胎逆时针转动。当电源 31 对纵向加速度敏感时,可以基于代表进入或者离开接触印痕的正和负特征峰值的符号序列的检测 (假设电源 31 以相同的预定方式被应用于右手侧和左手侧轮胎中,例如使可挠曲压电元件的振荡端指向轮胎的内部侧壁),找出包含该电源 31 的轮胎的顺时针或者逆时针转动 (即其在车辆上的安装位置)。例如,检测到正峰值 (可通过提取最大信号值的符号导出) 在负峰值 (可通过提取最小信号值的符号导出) 之前的事实可以对应于顺时针转动。

[0127] 回到图 12,当转动速度变高 (在某个阈值速度以上) 时,由处理器 395 对从第二通道 Ch2 获取并被存储在存储器 394 中的未被更改的信号样本执行上面公开的相同的处理步骤。

[0128] 在达到阈值速度与耦合到可挠曲压电元件的载荷体在振荡期间开始触及外壳的内壁的条件相关联的情况下,对被整流的信号样本 (要么通过图 12 的配置中的第三通道 Ch3 获得,要么通过软件获得) 的读取可以被处理器 395 有益地使用,以便了解当前的轮胎转动速度是低于还是高于阈值速度。在这种条件下,所产生的信号的最大值所达到的电压值基本上保持不变,因为达到了最大振荡程度。因此,例如,可以通过分析被整流信号的最大值的变化来识别达到阈值速度,在使用和上面公开的类似的自适应阈值的最大识别过程之后存储 (或者对应于在已经执行的第一或第二通道上读取的低通滤波信号或未更改信号样本的最大值的位置) 所述被整流信号。在另一个方法中,可以使用对和每一圈轮胎转动所产生的电能相关的函数的监测。当达到间隙所允许的振荡结构的最大振荡时,每圈轮胎转动所产生的电能实际上不再增长。对于“动态”确定 (不需要具有固定的速度阈值) 达到最大振荡条件有用的与每圈轮胎转动的归一化电能相关的适当函数可以是以下这些:

$$[0129] \quad IW_{cr}(n) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (V(i))^2}{m}}$$

$$[0130] \quad IW_{cr}(n) = \frac{\sum_{i=1}^m |V(i)|}{m}$$

$$[0131] \quad IW_{cr}(n) = \frac{\sum_{i=1}^m |V(i)|}{\max(n)}$$

[0132] 其中, n 代表被分析的轮胎转动, $V(i)$ 代表在被分析的轮胎转动中被整流信号的每一个样本的电压, m 代表在被分析的轮胎转动的开始和结束之间包含的样本数量, $\max(n)$ 代表在被分析的轮胎转动中被整流信号所达到的最大值。和振荡结构的确切几何形状无关, 所有上面的函数在相对轮胎角速度变化被画出时, 达到某种稳定水平, 对应于达到最大被允许振荡条件。因此, 这种稳定水平的检测可以被处理器 395 有益地用于识别任何振荡结构几何形状的最大被允许振荡条件 (即用于从第一通道 Ch1 上读取切换到第二通道 Ch2 的阈值速度, 反之亦然), 而无需每一个传感器器件的复杂的表征以找到正确的阈值速度。

[0133] 使用双晶 PZT 可挠曲压电板用于获取上面说明的性能的自供电传感器器件的示范性优选范围可以如下:

[0134] -PZT 板长度: 从 7 到 20mm;

[0135] -PZT 板宽度: 从 3 到 18mm;

[0136] -双晶板的总厚度: 从 0.15 到 1.20mm;

[0137] -载荷体: 从 0.05gr 到 4gr

[0138] -间隙: 从 50 到 400 μ m。

[0139] 具体参考载荷体尺寸, 必须注意小的载荷体尺寸允许增大压电元件 + 载荷体结构的谐振频率。此外, 小的载荷体尺寸允许减小因存在电源所致的轮胎转动的不平衡。而且, 小的载荷体尺寸允许减小在振荡期间对内壁的撞击引起的电源供应器外壳中出现的裂缝和破碎。在另一方面, 太小的载荷体尺寸不允许可挠曲压电元件的充分弯曲, 随之发生不充分的电荷产生。用于设定电源供应器尺寸的指导方针可以是选择足以基本避免转动期间轮胎的不平衡的载荷体尺寸 m (例如低于 4 克的载荷体), 选择压电元件 + 载荷体结构的谐振频率 f_r (例如高于 150Hz), 然后从通过转化下列公知的关系式计算的其刚度 k 导出压电元件的尺寸:

$$[0140] \quad f_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \circ$$

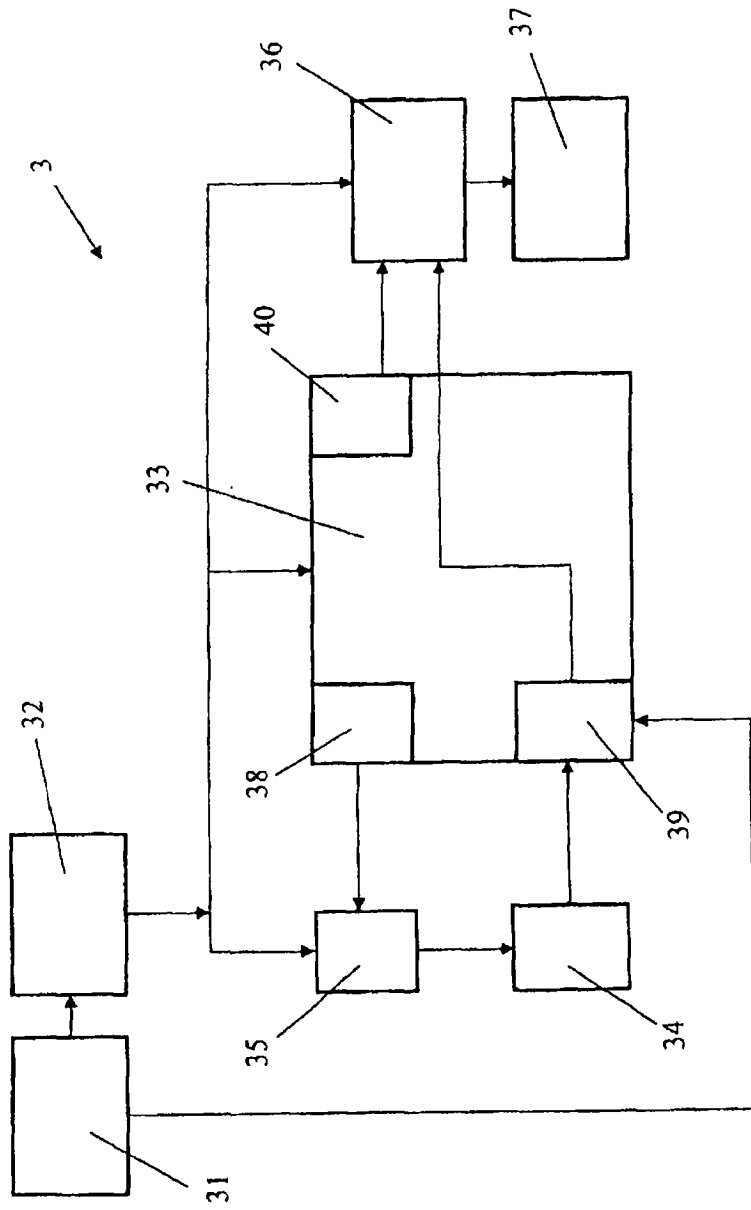
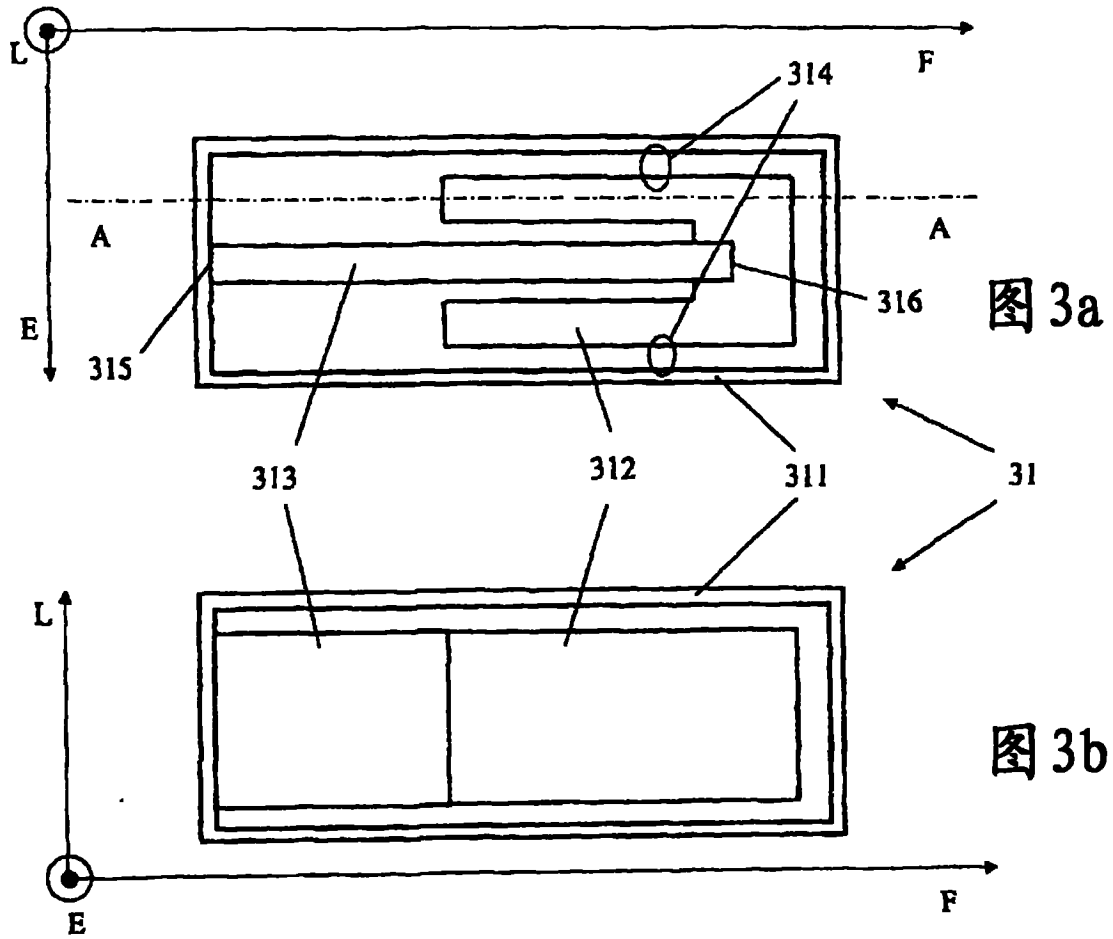
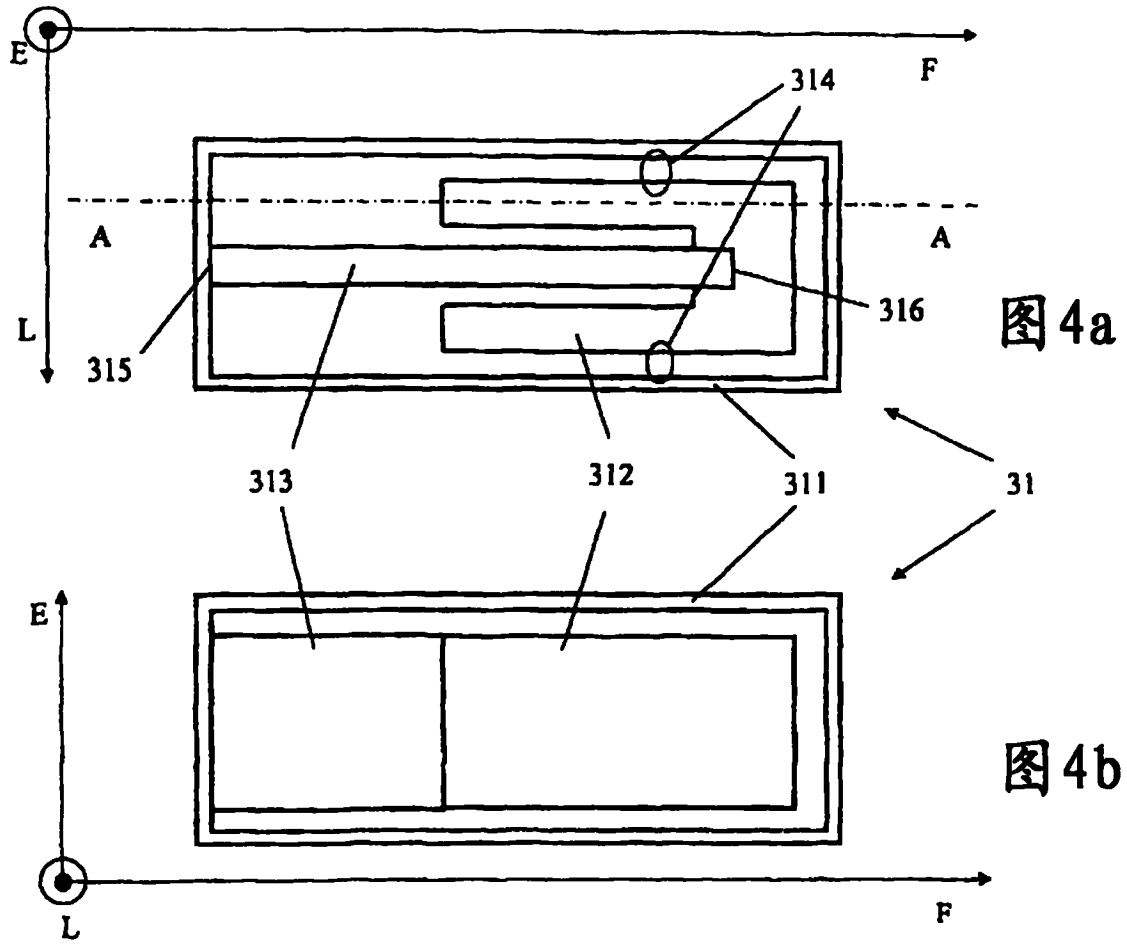


图 2





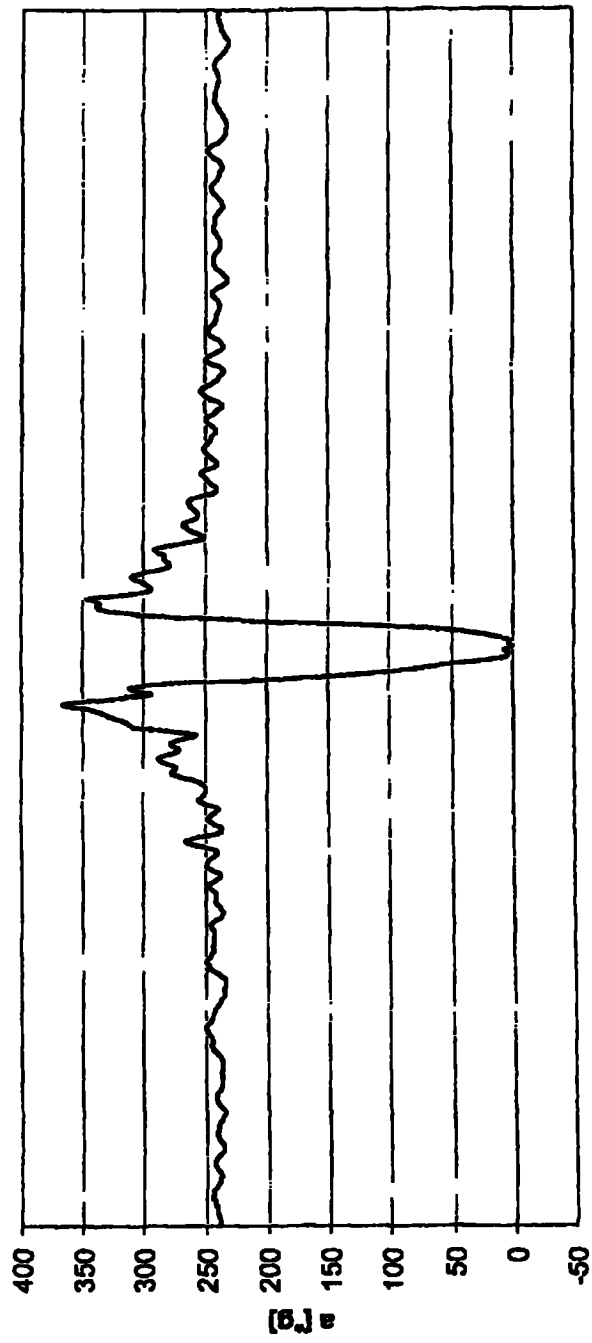


图 5

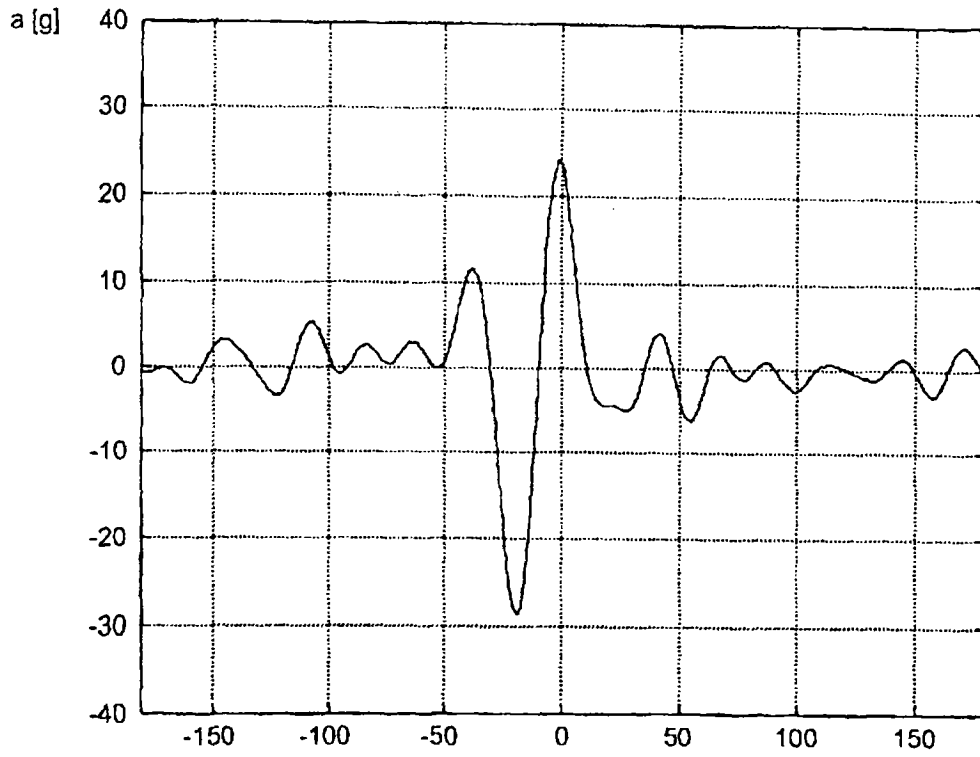


图 6

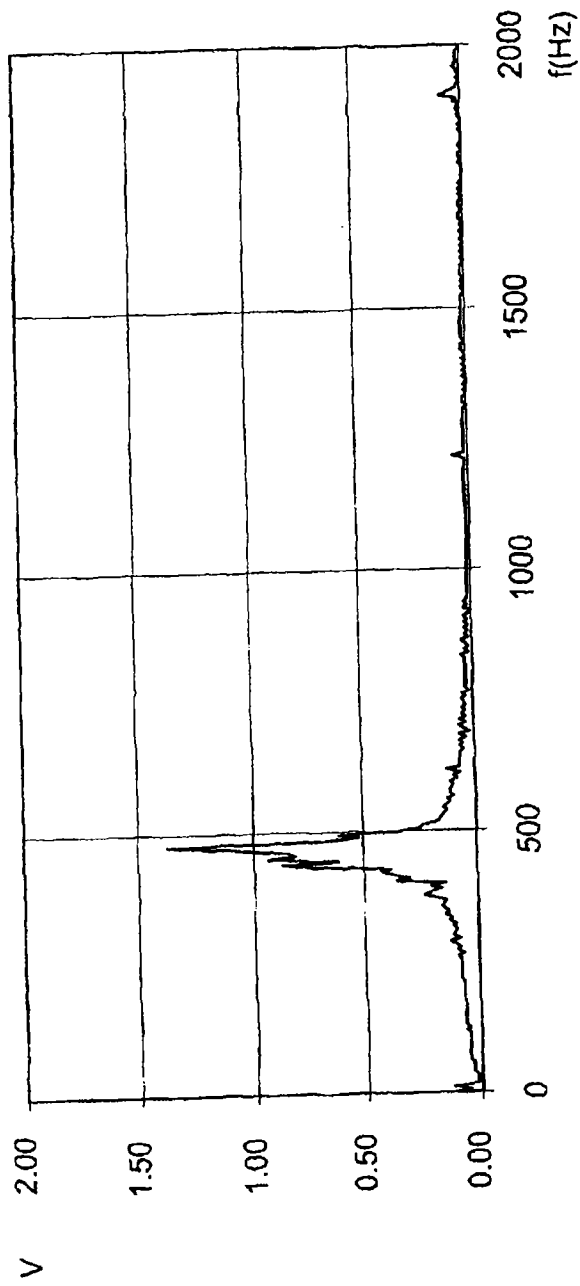


图 7

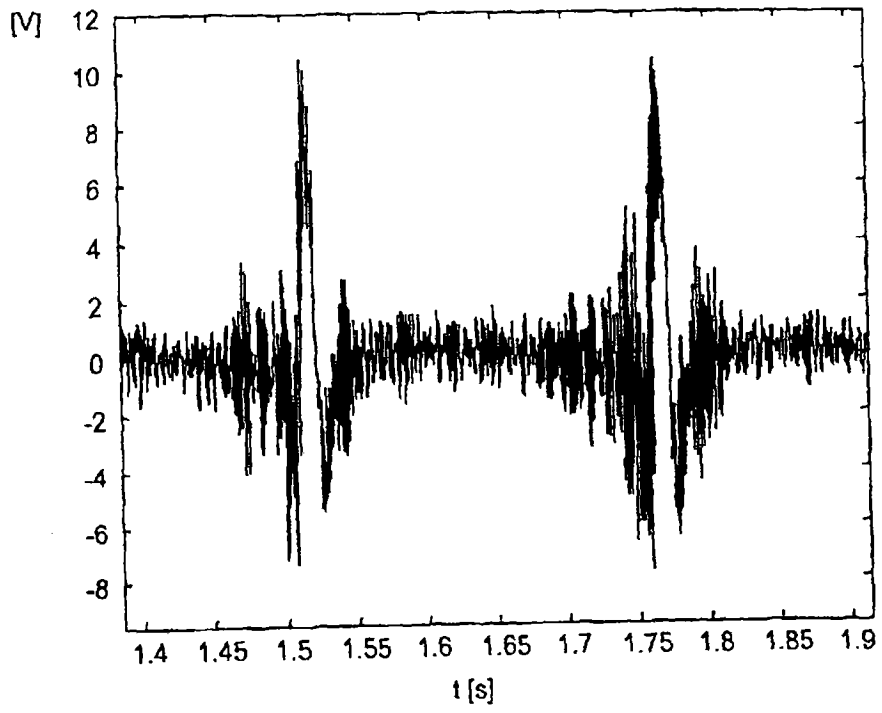


图 8

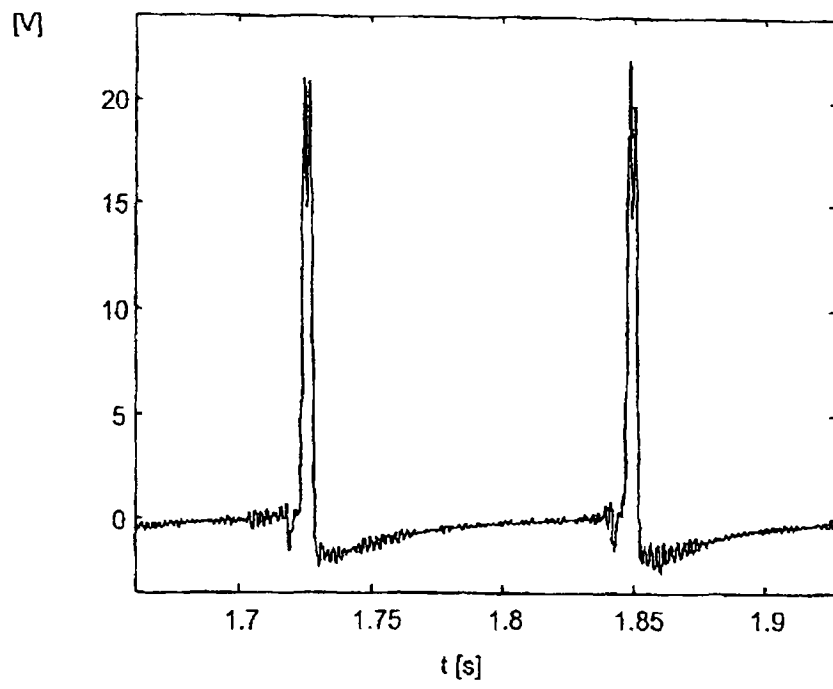


图 9

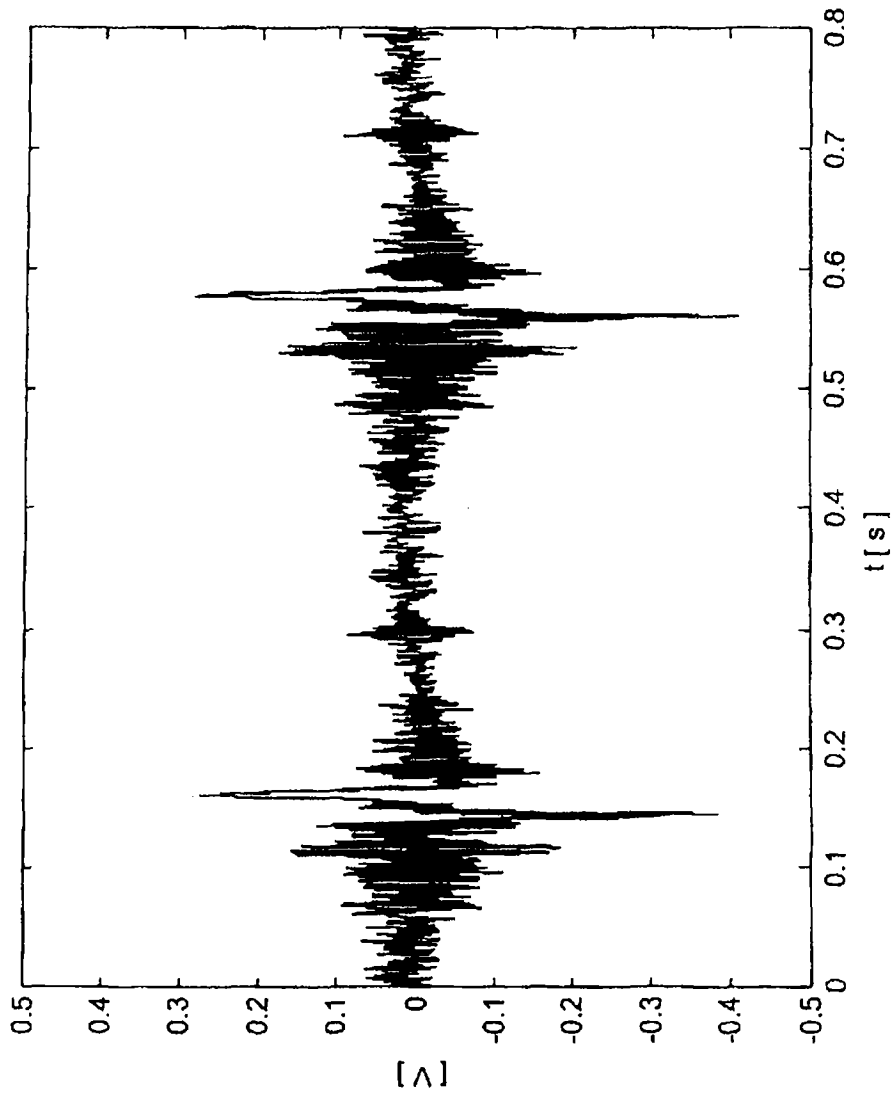


图 10

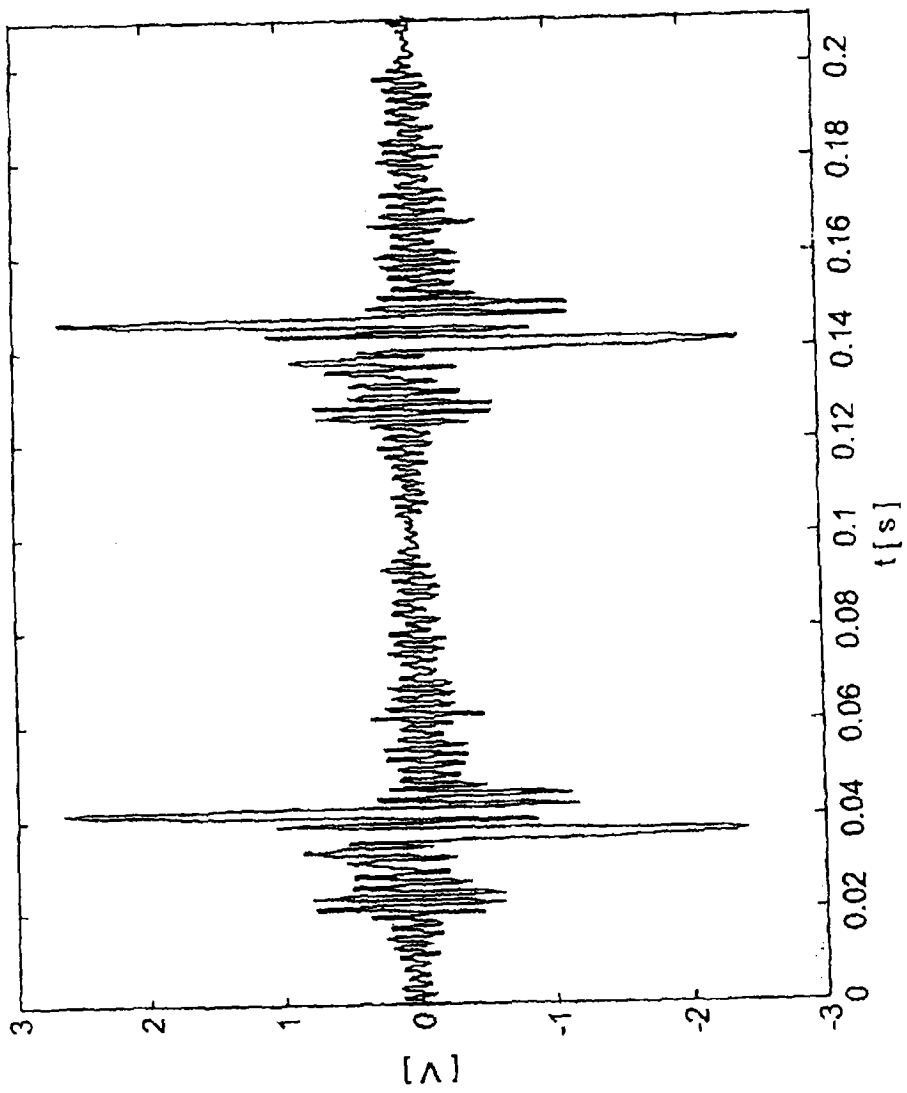


图 11

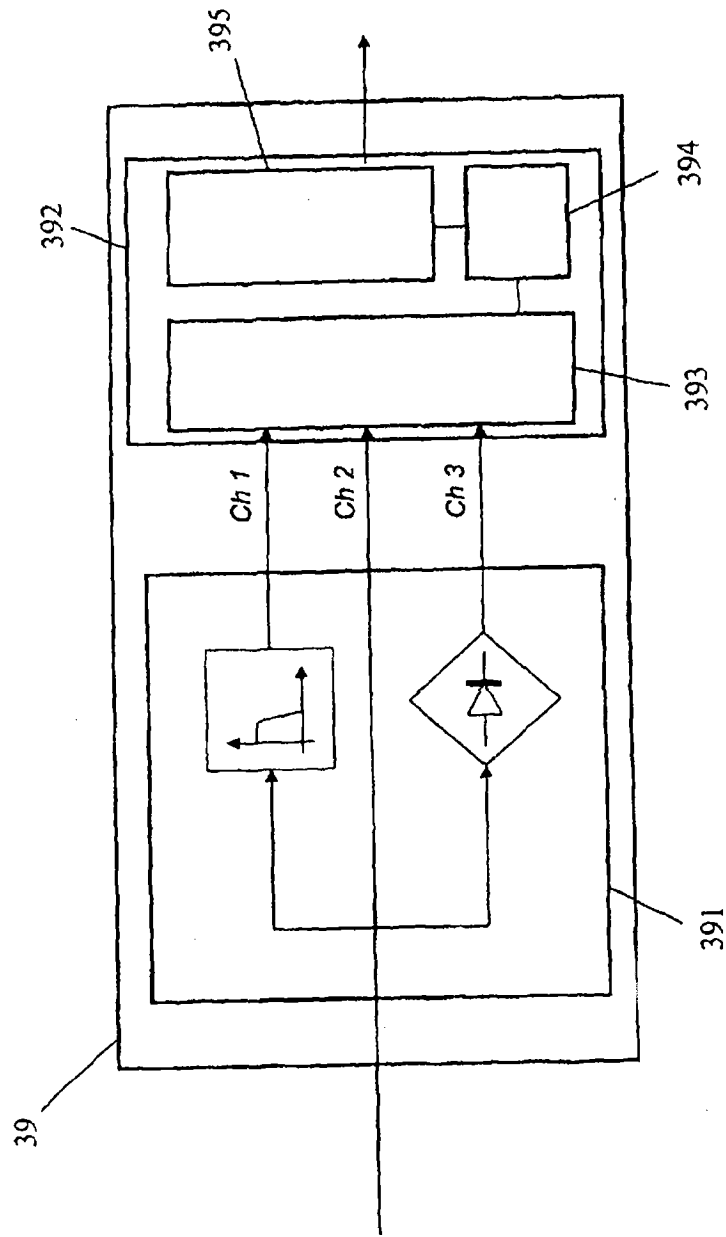


图 12