



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104470732 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201380039394.5

(22)申请日 2013.07.18

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104470732 A

(43)申请公布日 2015.03.25

(30)优先权数据

102012212934.0 2012.07.24 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.01.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/065165 2013.07.18

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/016195 DE 2014.01.30

(73)专利权人 大陆汽车有限公司

地址 德国汉诺威

(72)发明人 M.克雷奇曼 T.哈斯

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 周志明 宣力伟

(51)Int.Cl.

B60C 11/24(2006.01)

(56)对比文件

US 2009/0210111 A1,2009.08.20,

US 2009/0210111 A1,2009.08.20,

JP 特开2007-153034 A,2007.06.21,

WO 2012/091719 A1,2012.07.05,

US 5749984 A,1998.05.12,

审查员 李红梅

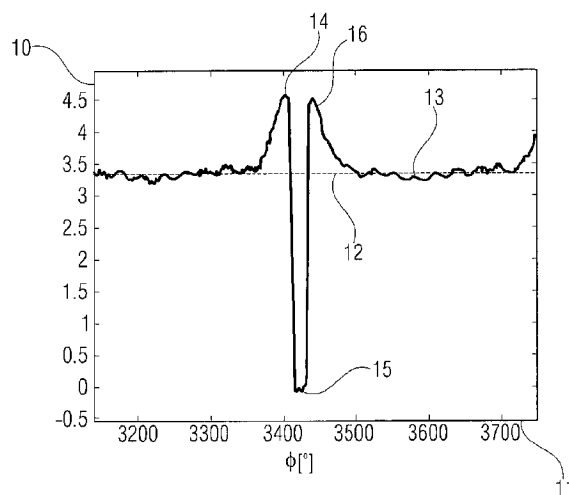
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

用于估计轮胎的胎纹深度的方法和装置

(57)摘要

本发明涉及用于在车辆工作期间估计车辆的轮胎(1)的胎纹深度的方法和装置。本发明的方法测量压电元件的信号(S1、S6、S13、S18),该压电元件在轮胎内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中。把所述信号或者由所述信号导出的实际数据与参比数据比较(S3、S10、S15、S20),其中,参比数据含有分别表示对于胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组。然后根据所述信号或所述实际数据与所述参比数据的比较来估计胎纹深度(S5、S12、S17、S22)。



1. 一种用于在车辆工作期间估计车辆的轮胎(1)的胎纹深度的方法,具有如下步骤:
 - 测量压电元件的信号(S1、S6、S13、S18),该压电元件在轮胎内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中;
 - 由测得的信号(S2、S7、S8、S9、S14、S19)导出实际数据;
 - 把所述信号或者由所述信号导出的所述实际数据与参比数据比较(S3、S10、S15、S20),其中,参比数据含有分别表示对于胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组;
 - 根据所述信号或所述实际数据与所述参比数据的比较来估计胎纹深度(S5、S12、S17、S22),其特征在于,
由测得的所述信号导出所述实际数据的步骤包括如下步骤:
 - 通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较小的曲率的信号的累加来求取第一累加值(S7);和/或
 - 通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较大的曲率的信号的累加来求取第二累加值(S8)。
2. 如权利要求1所述的方法,具有如下步骤:
 - 求取参比数据的数据组(S4、S11、S16、S21),该数据组与所述信号或所述实际数据具有最大的相似性;
 - 通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度(S5、S12、S17、S22)。
3. 如权利要求1或2所述的方法,其中,测量压电元件(8)的电压值作为所述信号,由测得的信号导出实际数据的步骤包括以至少一个影响因数来补偿测得的电压值的步骤(S2),所述影响因数取决于轮胎压力、轮胎温度、轮胎硬度、车辆载荷和/或因测量电压值而产生的电荷损耗。
4. 如权利要求1所述的方法,其中,每个数据组都相应于一条特征曲线,该特征曲线针对指配于该数据组的胎纹深度表示对于压电元件的相应转角(Φ)所期望的信号或所期望的实际数据,其中,压电元件的转角系指介于边腿与指针之间的转角,边腿从轮胎中点延伸经过压电元件,指针从轮胎中点沿预定的方向伸展。
5. 如权利要求4所述的方法,其中,把信号或者实际数据与特征曲线在压电元件的转角范围内相比较,在该转角范围内,压电元件进入接触区(5)和/或压电元件从接触区出来(6)。
6. 如权利要求1所述的方法,其中,由测得的信号导出实际数据的步骤包括如下步骤:
 - 求取在第一与第二累加值之间的比例(S9)。
7. 如权利要求1或6所述的方法,其中,参比数据表示对于不同的胎纹深度所期望的第一累加值或者所期望的在第一与第二累加值之间的比例。
8. 如权利要求1所述的方法,其中,由测得的信号导出实际数据的步骤包括求取在轮胎滚动时压电元件的几何造型的步骤(S14),其中,参比数据表示取决于胎纹深度的压电元件的所期望的几何造型。
9. 如权利要求1所述的方法,其中,由测得的信号导出实际数据的步骤包括对测得的信号进行频谱分析的步骤(S19),以便求取信号中含有的频率及其幅度,其中,参比数据表示

对于不同的胎纹深度所期望的频率及其幅度。

10. 如权利要求9所述的方法,其中,仅对在压电元件(8)的转角范围内产生的测量信号进行频谱分析,该转角范围在轮胎的旋转方向(2)上介于当压电元件从接触区出来(6)时所在的转角与当压电元件进入接触区(5)时所在的转角之间。

11. 一种用于警告车辆驾驶员的方法,具有根据前述权利要求中任一项的方法的步骤和如下附加的步骤:

- 将所估计的胎纹深度与阈值相比较;和
- 当所估计的胎纹深度低于阈值时把报警信号输出给驾驶员。

12. 一种用于在车辆工作期间估计车辆的轮胎(1)的胎纹深度的装置(41),具有:

- 用于测量压电元件(8)的信号的测量机构(42),该压电元件在轮胎的内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中;

- 用于由测得的信号导出实际数据的设备;

- 比较机构(43),用于对信号或者由所述信号导出的实际数据与参比数据相比较,其中,参比数据含有分别表示对于胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组;和

- 估计机构(44),用于根据所述信号或所述实际数据与参比数据的比较来估计胎纹深度,

其特征在于,

用于由测得的所述信号导出所述实际数据的设备包括:

- 用于通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较小的曲率的信号的累加来求取第一累加值的设备;和/或

- 用于通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较大的曲率的信号的累加来求取第二累加值的设备。

用于估计轮胎的胎纹深度的方法和装置

[0001] 本发明涉及用于在车辆工作期间估计车辆轮胎的胎纹深度的方法以及装置。

[0002] 轮胎的胎纹深度对机动车特性有显著影响。在危急的行驶状况下尤为如此。一方面,轮胎与路面之间的最大力配合明显取决于相应的路况。另一方面,可以利用各种不同的轮胎特性针对相应的状况优化力配合。这包括与季节性温度状况相适应的橡胶混合物、优化地调节的轮胎压力和针对天气状况优化的轮胎胎纹。轮胎胎纹的有效性主要由胎纹深度来决定。

[0003] 最终,仅仅足够的胎纹深度就能保证特别是在危急的行驶状况下轮胎与公路之间的尽可能好的力配合。出于这个原因,很多立法者都规定了最小胎纹深度。该最小胎纹深度随国家而不同,而且还随季节变化。最小值为1.0mm;该值通常为1.6mm;该值最大在乌克兰,为6.0mm。有些国家既用夏季轮胎行驶又用冬季轮胎行驶,在这些国家要检查相应的最小胎纹深度是否存在,通常是在季节性更换轮胎时每年检查两次,在这种情况下要由相应的厂方进行检查。这种测量通常利用机械的胎纹深度仪表在每个车轮的多个部位进行。然而在利用全年轮胎行驶的国家中,根本就不检查轮胎。因此,在日常的测量工作中,人们疏于系统性的胎纹深度检查。这会导致危急的行驶状况,最终酿成无法避免的事故。

[0004] DE 10 2008 002 722 A1记载了一种用于估计轮胎的胎纹深度的可以在车辆工作期间实施的方法。其基于对设置在轮胎内的加速度传感器的数据予以分析。

[0005] EP 1 225 066 A2也公开了一种用于在轮胎滚动期间估计胎纹深度的方法。其基于对轮胎或底盘部件或车身部件的由胎纹产生的固体振动或固体声振动予以探测。这例如可以利用车身部件或底盘部件上的振动传感器来进行,或者利用设置在轮胎附近的麦克风来进行。

[0006] 按照EP 1 314 580 A1的胎纹深度估计方法基于能磁性传导的特别是铁磁性的部件,这些部件在轮胎的胎面上安置在不同的位置。由于胎纹磨损,胎面丧失了这些能磁性传导的部件。轮胎附近的分析单元可以探测能磁性传导的部件的数量,进而推断出胎纹深度。

[0007] DE 10 2008 057 542 A1公开了一种胎纹深度估计方法,其能在车辆工作期间实施,且基于激光发送单元和发光二极管形式的接收单元。

[0008] 基于所述现有技术,本发明的一个目的是,提出另一种用于估计车辆轮胎的胎纹深度的方法,其能在车辆工作期间实施。本发明的目的还在于,提出用于实施该方法的相应的装置。

[0009] 所述目的通过独立权利要求的主题得以实现。从属权利要求给出了本发明的实施方式。

[0010] 相应地,本发明涵盖一种用于在车辆工作期间估计车辆轮胎的胎纹深度的方法。本发明的方法使用压电元件,压电元件在轮胎内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中。轮胎内侧在此应作广义理解。例如可以是这样:压电元件粘接到轮胎内侧面上,或者也可以硫化到轮胎中。特别有利的是,把压电元件设置在所谓的中央纤维的附近。中央纤维可以理解为埋入到橡胶混合物中的织物,其可以变形,但并不伸长或缩短。本发明的方法测量压电元件的信号,并把这些信号或者由这些信号导出的实际数据与参比数据比较。参比数

据优选包括分别表示对于轮胎的胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组。根据这些信号或实际数据与参比数据的比较来估计轮胎的胎纹深度。

[0011] 本发明的基本构思是,压电元件的信号在经过接触区时根据轮胎的胎纹深度而变化。借助于压电元件能够可靠地且成本低廉地估计轮胎的胎纹深度。

[0012] 按照一种实施方式,本发明的方法求取参比数据的数据组,该数据组与所述信号或所述实际数据具有最大的相似性。然后通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度。通过这种方式可以简单地求取胎纹深度。

[0013] 视实施方式而定,可以由测得的信号导出实际数据。在一种实施方式中,测量压电元件的电压值作为所述信号,由测得的信号导出实际数据的步骤包括以至少一个影响因数来补偿测得的电压值。例如,利用测量电路相对快速地获取压电元件上的电压。可以相应地补偿因测量电压值而产生的电荷损耗,以便提供尽可能精确的信号。位于轮胎中的气压、温度、轮胎硬度或车辆载荷也会对由压电元件提供的电压值产生影响,从而这里也可以规定相应的补偿。通过附加的补偿步骤可以实现精确的测量结果。

[0014] 在一种实施方式中,每个数据组都相应于一条特征曲线,该特征曲线针对指配于该数据组的胎纹深度表示对于压电元件的相应转角所期望的信号或所期望的实际数据。压电元件的转角在此系指介于边腿与指针之间的转角,边腿从轮胎中点延伸经过压电元件,指针从轮胎中点沿预定的方向伸展。该预定的方向例如可以是从轮胎中点竖直向上或者竖直向下指向的方向。

[0015] 按照该实施方式,把信号或者实际数据与特征曲线特别是在压电元件的转角范围内相比较,在该转角范围内,压电元件进入接触区和/或压电元件从接触区出来。该实施方式特别有利,因为压电元件的信号或者由其导出的实际数据允许特别简单地估计轮胎的胎纹深度。

[0016] 在一种实施方式中,由测得的信号导出实际数据的步骤包括通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较小的曲率的信号的累加来求取第一累加值的步骤,和/或通过对与压电元件的正常曲率相比相应于压电元件的较大的曲率的信号的累加来求取第二累加值的步骤。通常,当压电元件位于接触区时,压电元件受到的曲率小于正常曲率。而在进入接触区和从接触区出来时,压电元件受到的曲率通常较大。在此,可以求取在第一与第二累加值之间的比例。

[0017] 为了分析如此导出的实际数据,参比数据可以表示对于不同的胎纹深度所期望的第一累加值或者所期望的在第一与第二累加值之间的比例。

[0018] 通过形成累加值,该方法相对于离散的测量误差特别耐用,这是因为,在指配给相应的参比数据之前,可以把在车轮旋转多次期间的测量值累加起来。

[0019] 由测得的信号导出实际数据的步骤也可以包括求取在轮胎滚动时压电元件的几何造型的步骤。在这种情况下,参比数据优选表示取决于胎纹深度的压电元件的所期望的几何造型。于是可以把压电元件的所求取的几何造型与相应的参比数据相比较,由此来估计胎纹深度。

[0020] 在一种实施方式中,由测得的信号导出实际数据的步骤包括对测得的信号进行频谱分析的步骤,以便求取信号中含有的频率及其幅度。在这种情况下,参比数据优选表示对于不同的胎纹深度所期望的频率及其幅度。于是可以把测得的频率及其幅度与参比数据相

比较,由此来估计胎纹深度。

[0021] 这里优选仅对在压电元件的转角范围内产生的测量信号进行频谱分析,该转角范围在轮胎的旋转方向上介于当压电元件从接触区出来时所在的转角与当压电元件进入接触区时所在的转角之间。压电元件的相应于轮胎接触区的转角范围因而未被包括在内,这是因为在该转角范围内由于直接与路面接触而仅仅出现小的振动。实际上,在经过接触区期间产生的振动与其余的振动会出现褶合。为了滤出所希望的振动,可以使用同态滤波器。

[0022] 本发明还涵盖一种用于警告车辆驾驶员的方法,其具有本发明的用于在车辆工作期间估计车辆轮胎的胎纹深度的方法的步骤以及将所估计的胎纹深度与阈值相比较并在所估计的胎纹深度低于阈值时把报警信号输出给驾驶员的步骤。通过这种方式可以实现不仅估计轮胎的胎纹深度,而且在胎纹深度过小时相应地警告车辆驾驶员。

[0023] 本发明还涵盖一种用于在车辆工作期间估计车辆轮胎的胎纹深度的相应的装置。在此,本发明的装置包括用于测量压电元件的信号的测量机构,其中,压电元件在轮胎的内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中。本发明的装置还具有比较机构以及估计机构,比较机构用于对信号或者由这些信号导出的实际数据与参比数据相比较,估计机构用于根据所述信号或实际数据与参比数据的比较来估计胎纹深度。参比数据在此可以含有分别表示对于胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组。

[0024] 在一种实施方式中,该装置包括用于由测得的信号导出实际数据的设备。这些设备又可以包括用于通过对相比于压电元件的正常曲率相应于压电元件的较小的曲率的信号的累加来求取第一累加值的设备和/或通过对相比于压电元件的正常曲率相应于压电元件的较大的曲率的信号的累加来求取第二累加值的设备。

[0025] 本发明的特征已参照方法和/或装置介绍过了。只要未明确地做出其它说明,就可以把方法特征与装置特征相组合,及把装置特征与方法特征相组合。本发明的装置特别是包括用于实施相应的方法步骤的相应的设备。该方法的其它特征也在装置的相应实施方式中得到体现。为了不会不必要地增大本发明的说明书篇幅,对装置特征形式的方法特征不予赘述。然而,本领域技术人员直接得出的这些装置特征却视为公开。

[0026] 下面参照附图阐述本发明的实施方式的其它优点和细节。

[0027] 其中:

[0028] 图1示出配备有压电元件的车轮的实施方式;

[0029] 图2a示出新轮胎的压电元件的不同转角;

[0030] 图2b示出用过的轮胎的压电元件的不同转角;

[0031] 图3示出在车轮转动期间压电元件的曲率;

[0032] 图4示出在用过的轮胎与新轮胎相比较情况下压电元件的信号曲线的实施方式;

[0033] 图5示出本发明的用于估计轮胎的胎纹深度的方法的第一实施方式;

[0034] 图6在未补偿形式和已补偿形式下压电元件的可能的电压曲线;

[0035] 图7示出本发明的用于估计轮胎的胎纹深度的方法的第二实施方式;

[0036] 图8示出压电元件的可能的信号曲线;

[0037] 图9示出新轮胎和用过的轮胎的第一与第二累加值的比例的范例;

[0038] 图10示出本发明的用于估计轮胎的胎纹深度的方法的第三实施方式;

[0039] 图11示出在车轮转动时压电元件与车轮中点的可能的间距;

[0040] 图12示出在轮胎滚动时压电元件的几何造型的范例;

[0041] 图13示出本发明的用于估计轮胎的胎纹深度的方法的第四实施方式;

[0042] 图14示出与新轮胎的频率和幅度相比情况下用过的轮胎的测量信号的频率和幅度;和

[0043] 图15示出本发明的用于估计车辆轮胎的胎纹深度的装置的实施方式。

[0044] 在参照附图所做的介绍中,相同的和作用相同的特征标有相同的附图标记,只要未做其它说明。

[0045] 图1示出带有轮胎1的配备有压电元件的车轮,该轮胎沿旋转方向2滚动。这里以理想的形式在平整的地面3上示出滚动特性。产生了压平的称为接触区(Latsch)4的支撑面。接触区的长度L在此从接触区入口5到接触区出口6测得。接触区4的形状尤其取决于轮胎特征数据、车轮载重、轮胎压力和车辆速度。在轮胎1中设置有车轮单元7。该车轮单元尤其包括压电元件,压电元件设置在轮胎的内侧,从而它在经过接触区时变形。特别是在接触区入口5和接触区出口6,压电元件由于弯曲而明显变形。除了压电元件外,车轮单元7还包括电池、处理器、各种不同的传感器比如气压传感器、温度传感器和加速度传感器、处理单元以及发送机构。

[0046] 如果压电元件因机械力而变形,它就会产生电压,电压是压电元件变形的量度。图2a和2b示出处于轮胎1的不同位置的压电元件8。图2a中所示的轮胎1是新的,而图2b中所示的轮胎1是用过的。压电元件8布置在轮胎的中央纤维(Faser)9上。该中央纤维9的特点是,它虽然变形,却既不伸长也不缩短。在此,轮胎磨损在中央纤维之外发生,从而中央纤维9的半径 r_0 无论对于新轮胎还是对于用过的轮胎来说都是相同的。

[0047] 如由图2a和2b可见,压电元件8在其位于轮胎上方时具有正常的曲率。相比于正常曲率,压电元件8在接触区入口5以及在接触区出口6更明显地弯曲,而在接触区4的中间则弯曲较小。

[0048] 两幅图2a和2b表明,与图2a中所示的新轮胎相比,图2b中所示的用过的轮胎在接触区入口5和接触区出口6处的弯角更尖锐,这是因为在中央纤维9之外,新轮胎的丰富的橡胶抑制了弯曲作用。这种效应可以被考虑用于估计胎纹深度。

[0049] 图3示出了在车轮转动期间压电元件8的曲率。在纵坐标轴10上绘出了压电元件的单位为1/米的曲率。在此假定半径 r_0 为30cm。在横坐标轴11上绘出了压电元件8的转角 Φ 。因此,压电元件的第十圈系从3240度累进到3600度。接触区4位于3420度,从而压电元件8的曲率为0。因而由图3也可看出,指针(Bezugsschenkel)从轮胎中点竖直向上延伸。在接触区前面不远处,即在接触区入口,且在接触区后面不远处,即在接触区出口,出现了高于正常曲率的曲率值。该正常曲率可以用 $1/r_0$ 表示,它用线12标出。在曲线13上,点14相应于接触区入口5,点15相应于接触区4,点16相应于接触区出口6。

[0050] 图4再次示出新轮胎的压电元件8的曲率17,并与用过的轮胎的压电元件曲率曲线18相对比。由图4可明显看出,曲率曲线17在接触区入口和出口处是圆的。这种效应可以用于估计胎纹深度。

[0051] 图5示出本发明的用于估计车辆轮胎的胎纹深度的方法的第一实施方式。在步骤S1中首先测量压电元件的信号。如已述,该压电元件8在轮胎1的内侧设置在当经过接触区时发生变形的区域中。然后在步骤S2中由以压电元件的电压值为形式的测量信号导出实际

数据。为此对测得的电压值加以补偿。例如考虑通过测量电压值产生的电荷损失。这在图6中示出。在纵坐标轴19上绘出单位为伏特的电压值,而在横坐标轴20上绘出压电元件的转角 Φ 。曲线21相应于未补偿的电压值,曲线22相应于已补偿的电压值。如由曲线21可见,电压值的量值在接触区迅速下降。但由于这并不相应于压电元件的曲线无变化,而是归因于测量所致的电荷损失,所以,对这种电压减小予以补偿。

[0052] 损耗电压 U_{Loss} 与测得的压电电压 U_p 之间的关系可以用如下差分方程来描述:

$$[0053] \quad \frac{d}{dt} U_{Loss}(t) = C_L * U_p(t).$$

[0054] 常数 C_L 可以通过压电元件的电容 C 和总损耗电阻 R 来计算: $C_L = \left(\frac{1}{RC} \right)$ 。

[0055] 然后在图5所示的步骤S3中,把在步骤S2中导出的实际数据与参比数据比较。在当前范例中,参比数据相应于特征曲线,这些特征曲线指配于各胎纹深度,且表示对于压电元件的相应转角所期望的实际数据。

[0056] 在步骤S4中求取参比数据的数据组即特征曲线,其与实际数据具有最大类似性。然后在步骤S5中通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度。特征曲线的一个例子是在图4中用17标出的曲线。

[0057] 图7示出本发明的用于估计车辆轮胎的胎纹深度的方法的第二实施方式。在步骤S6中首先测量压电元件的信号。在步骤S7~S9中由测量信号导出实际数据。首先在步骤S7中通过对信号的累加来求取第一累加值,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的较小的曲率。然后在步骤S8中通过对信号的累加来求取第二累加值,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的较大的曲率。在步骤S9中将第一与第二累加值设成彼此成比例。

[0058] 这些关系还将参照图8再次予以介绍。图8所示为压电元件曲率与压电元件转角的关系曲线。在纵坐标轴10上绘出压电元件的曲率,在横坐标轴11上绘出其转角 Φ 。正常曲率用线12表示。面积23相应于第一累加值,这是因为在该区域存在压电元件的相比于正常曲率有所减小的曲率。面积24和25相应于第二累加值。这是因为在这里存在压电元件的相比于正常曲率有所增大的曲率。然后将面积23与总面积24和25设成比例。

[0059] 在步骤S10中把如此得到的实际数据与参比数据相比较。图9示出了这种关系。在纵坐标轴26上绘出了第一与第二累加值之间的比例。压电元件的转角 Φ 同样位于横坐标轴27上。在下面的曲线28上的点相应于新轮胎的在第一与第二累加值之间的比例,在上面的曲线29上的点相应于用过的轮胎的所述比例。因而可明显地看出,第一与第二累加值之间的比例对于新轮胎和用过的轮胎来说明显不同。

[0060] 在图7所示的步骤S11中求取参比数据的数据组,该数据组与实际数据具有最大的类似性。然后在步骤S12中通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度。

[0061] 图10示出本发明的用于估计车辆轮胎的胎纹深度的方法的第三实施方式。在步骤S13中测量压电元件的信号,在步骤S14中由所述信号导出实际数据。在当前求取在轮胎滚动时压电元件的几何造型。这例如可以通过如下差分方程来进行:

$$[0062] \quad K(\phi) = \frac{r^2 + 2rr' - r''}{(r'^2 + r''^2)^{1/2}}.$$

[0063] 在此, $K(\Phi)$ 是取决于压电元件转角的曲率。 r 表示半径, 即压电元件与车轮中点之间的距离。 r' 是 r 对角度 Φ 的第一阶导数, r'' 是 r 对角度 Φ 的第二阶导数。借助于测得的信号可以求取曲率 $K(\Phi)$ 。通过求解上述差分方程可以根据转角 Φ 来确定半径。由此产生了描述压电元件几何造型的坐标。

[0064] 图11示出了这种关系。在纵坐标轴30上示出了单位为cm的半径 r , 在横坐标轴31上示出了压电元件的转角 Φ 。如由图11可见, 在接触区的范围内, 压电元件与轮胎中点之间的距离减小。

[0065] 在图12中以另一种方式再次示出了这种关系。在纵坐标轴32和横坐标轴33上分别绘出了单位为cm的长度量。曲线34表示具有半径 r_0 的完好的圆。曲线35示出了压电元件的几何造型。曲率曲线族用曲线36表示。

[0066] 在图10所示的步骤S15中, 把如此得到的实际数据即压电元件的几何造型与参比数据比较。在步骤S16中求取参比数据的数据组, 该数据组与实际数据具有最大的相似性。然后在步骤S17中通过求取指配于所求取的数据组的胎纹深度来估计胎纹深度。

[0067] 图13示出本发明的用于估计车辆轮胎的胎纹深度的方法的第四实施方式。在步骤S18中测量压电元件的信号, 在步骤S19中由所述信号导出实际数据。在本例中, 这通过对测得的信号的频谱分析来进行, 以便求取信号中含有的频率及其幅度。在步骤S20中把如此导出的实际数据与参比数据比较。

[0068] 该过程在图14中被再一次示出。在纵坐标轴37上绘出单位为分贝的幅度, 在横坐标轴38上绘出单位为赫兹的频率。曲线39相应于用过的轮胎的实际数据, 而曲线40表示新轮胎的参比数据。如由图14可见, 曲线39和40差别明显, 从而也可以根据频谱分析将用过的轮胎与新轮胎区分开。

[0069] 优选在频谱分析时只考虑在压电元件的转角范围内产生的测量信号, 该转角范围在轮胎的旋转方向上处于在压电元件从接触区出来时所在的转角与在压电元件进入接触区时所在的转角之间。实际上, 与经过接触区相关的振动同余下的振动出现褶合 (Konvolution)。在压电元件位于接触区中期间产生的信号要予以滤除。借助于同态滤波器就可以把各个振动分开, 并随后予以分析。

[0070] 然后在图13所示的步骤S21中求取参数数据的数据组, 该数据组与实际数据具有最大的相似性。然后在步骤S22中通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度。

[0071] 图15示出本发明的用于在车辆工作期间估计车辆轮胎的胎纹深度的装置的实施方式。所示的实施方式41包括用于测量压电元件信号的测量机构42, 该压电元件在轮胎内侧布置在当经过接触区时发生变形的区域内。此外, 装置41包括比较机构43和估计机构44, 比较机构用于对信号或者由这些信号导出的实际数据与参比数据比较, 估计机构用于根据所述信号或实际数据与参比数据的比较来估计胎纹深度。参比数据可以含有分别表示对于胎纹深度所要期望的信号或者所要期望的实际数据的数据组。

[0072] 参照附图所述的介绍纯粹是阐述性的, 而不应做局限性理解。针对所述的各实施方式, 在不偏离如在所附的权利要求书中规定的保护范围的情况下, 可以进行多种改动。特别是可以把各实施方式的特征相互组合起来, 以便通过这种方式来提供对于应用目的来说最佳的其它实施方式。

[0073] 附图标记清单

[0074]	1	轮胎
[0075]	2	旋转方向
[0076]	3	地面
[0077]	4	接触区
[0078]	5	接触区入口
[0079]	6	接触区出口
[0080]	7	车轮单元
[0081]	8	压电元件
[0082]	9	中央纤维
[0083]	10	纵坐标轴,在其上绘出了单位为1/米的曲率
[0084]	11	横坐标轴,在其上绘出了压电元件的转角 Φ
[0085]	12	正常曲率 $\left(\frac{1}{r_0}\right)$
[0086]	13	曲率曲线
[0087]	14	接触区入口
[0088]	15	接触区
[0089]	16	接触区出口
[0090]	17	新轮胎的曲率曲线
[0091]	18	用过的轮胎的曲率曲线
[0092]	19	纵坐标轴,在其上绘出了单位为伏特的电压
[0093]	20	横坐标轴,在其上绘出了压电元件的转角 Φ
[0094]	21	未补偿的电压曲线
[0095]	22	已补偿的电压曲线
[0096]	23	相应于第一累加值的面积,该第一累加值通过信号累加而求取,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的有所减小的曲率
[0097]	24、25	相应于第二累加值的面积,该第二累加值通过信号累加而求取,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的有所增大的曲率
[0098]	26	纵坐标轴,在其上绘出了第一与第二累加值之间的比例
[0099]	27	横坐标轴,在其上绘出了压电元件的转角 Φ
[0100]	28	新轮胎的在第一与第二累加值之间的比例
[0101]	29	用过的轮胎的在第一与第二累加值之间的比例
[0102]	30	纵坐标轴,在其上绘出了单位为cm的半径
[0103]	31	横坐标轴,在其上绘出了压电元件的转角 Φ
[0104]	32	带有单位为cm的长度量的纵坐标轴
[0105]	33	带有单位为cm的长度量的横坐标轴
[0106]	34	具有半径 r_0 的完好的圆
[0107]	35	压电元件的几何造型
[0108]	36	曲率曲线族
[0109]	37	纵坐标轴,在其上绘出了单位为分贝的幅度

- [0110] 38 横坐标轴,在其上绘出了单位为赫兹的频率
- [0111] 39 对用过的轮胎的频谱分析
- [0112] 40 对新轮胎的频谱分析
- [0113] 41 本发明的装置的实施方式
- [0114] 42 测量机构
- [0115] 43 比较机构
- [0116] 44 估计机构
- [0117] L 接触区的长度
- [0118] S1 测量压电元件的信号
- [0119] S2 通过补偿测得的电压值由测量信号导出实际数据
- [0120] S3 把实际数据与参比数据相比较
- [0121] S4 求取参比数据的数据组,该数据组与实际数据具有最大的类似性
- [0122] S5 通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度
- [0123] S6 测量压电元件的信号
- [0124] S7 通过对信号的累加来求取第一累加值,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的较小的曲率
- [0125] S8 通过对信号的累加来求取第二累加值,相比于压电元件的正常曲率,这些信号相应于压电元件的较大的曲率
- [0126] S9 求取第一与第二累加值之间的比例
- [0127] S10 把实际数据与参比数据相比较
- [0128] S11 求取参比数据的数据组,该数据组与实际数据具有最大的类似性
- [0129] S12 通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度
- [0130] S13 测量压电元件的信号
- [0131] S14 通过求取压电元件的几何造型由测得的信号导出实际数据
- [0132] S15 把实际数据与参比数据相比较
- [0133] S16 求取参比数据的数据组,该数据组与实际数据具有最大的相似性
- [0134] S17 通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度
- [0135] S18 测量压电元件的信号
- [0136] S19 通过对测得的信号的频谱分析由测得的信号导出实际数据,以便求取信号中含有的频率及其幅度
- [0137] S20 把实际数据与参比数据相比较
- [0138] S21 求取参数数据的数据组,该数据组与实际数据具有最大的相似性
- [0139] S22 通过求取指配于该数据组的胎纹深度来估计胎纹深度

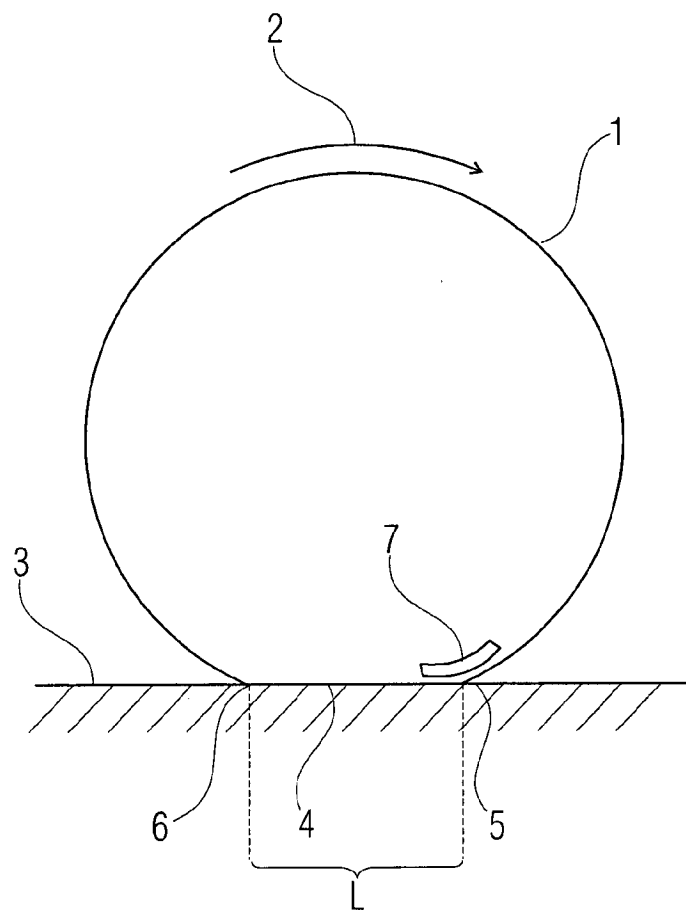


图 1

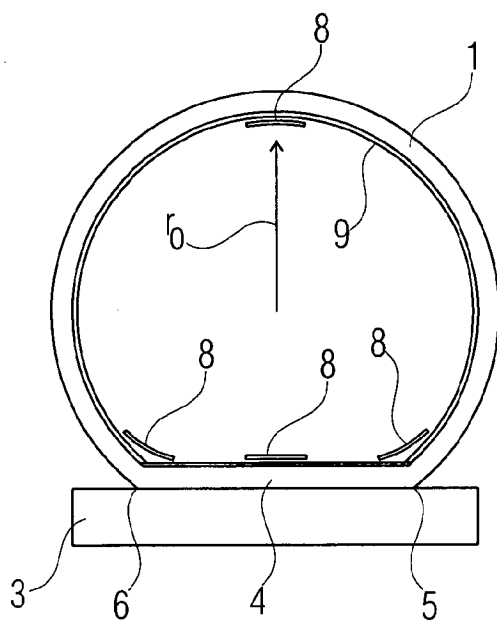


图 2a

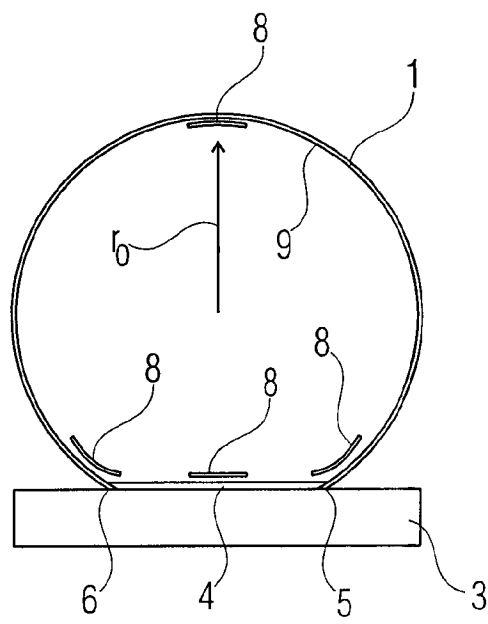


图 2b

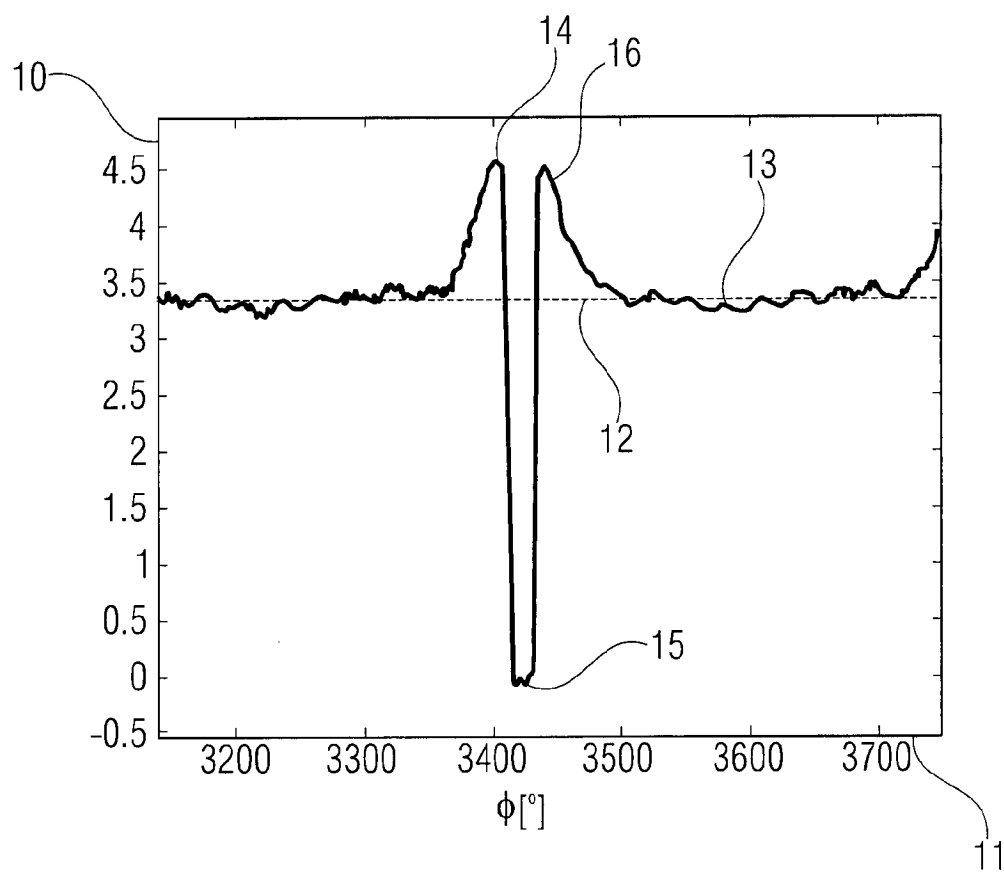


图 3

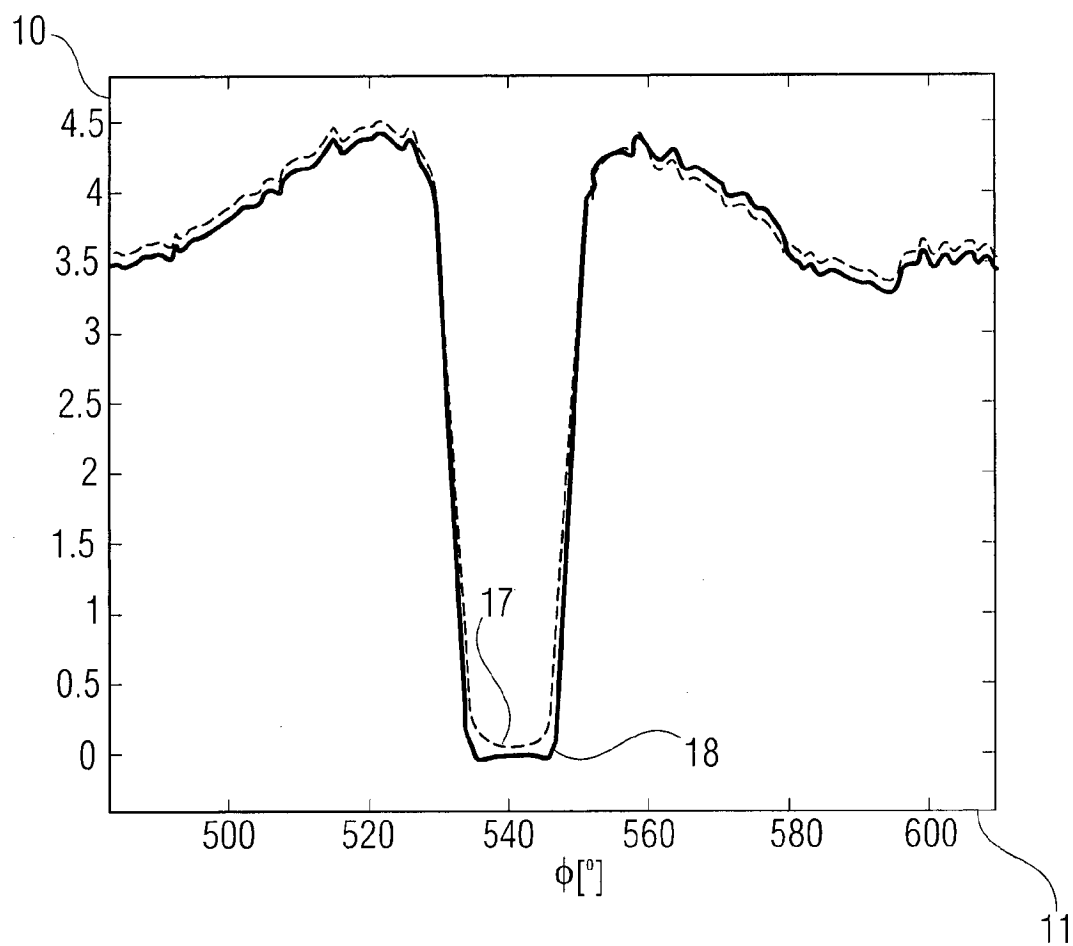


图 4

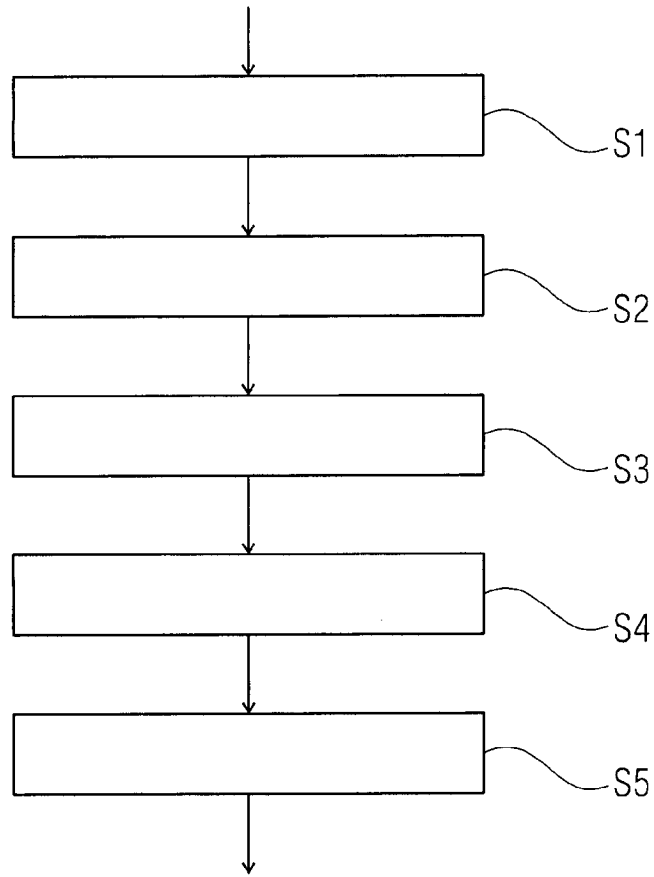


图 5

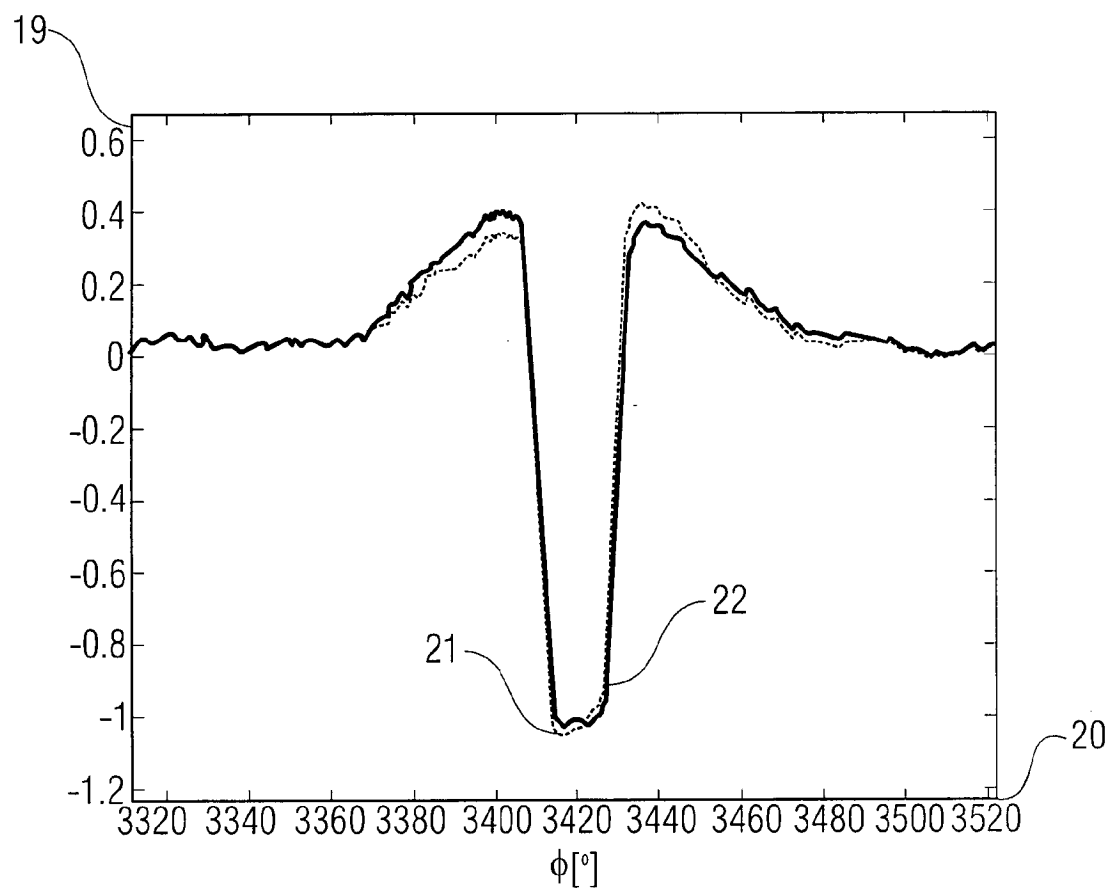


图 6

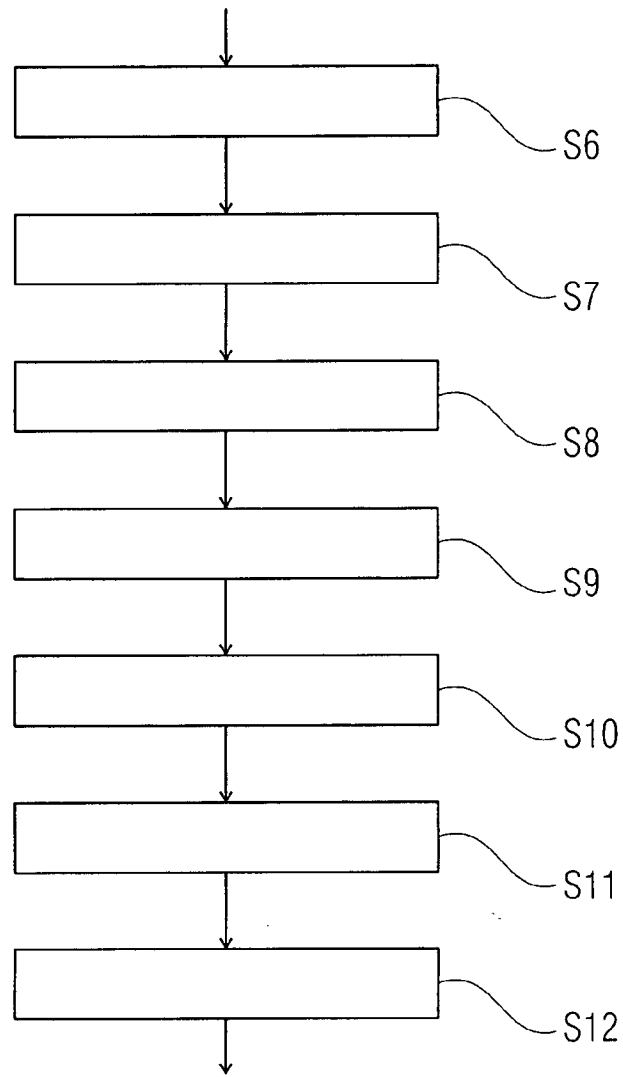


图 7

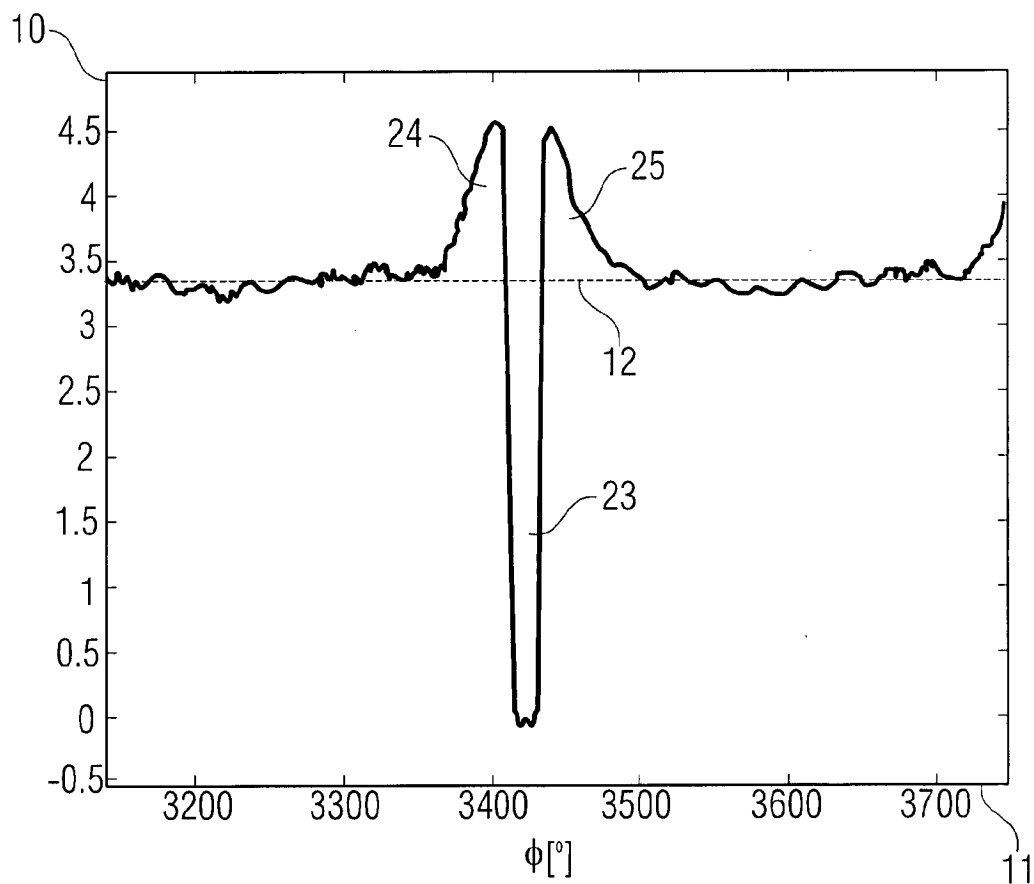


图 8

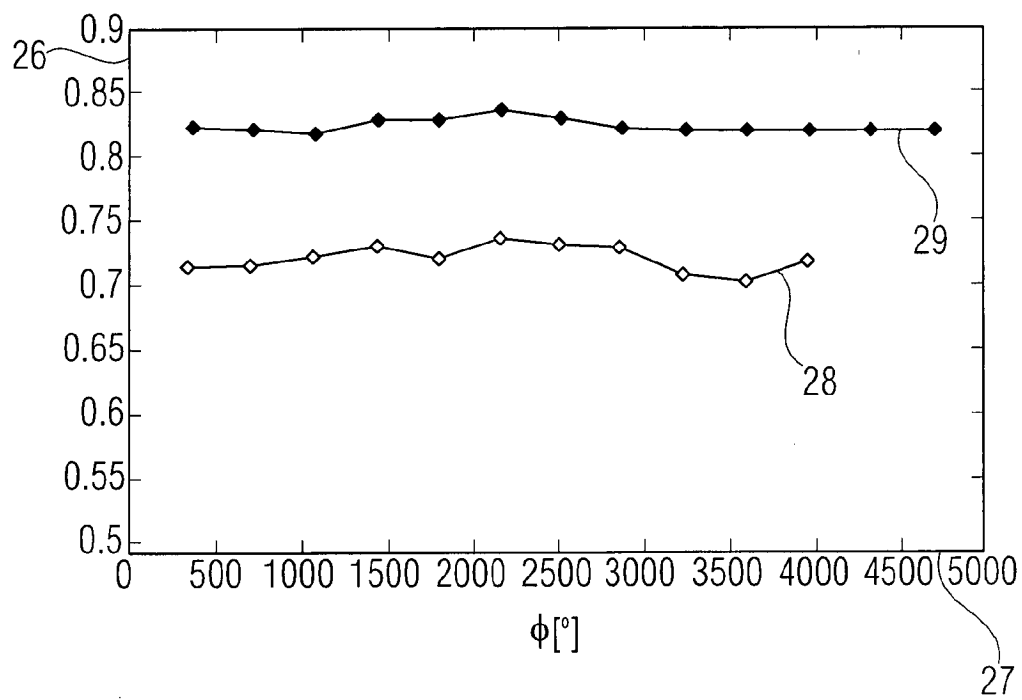


图 9

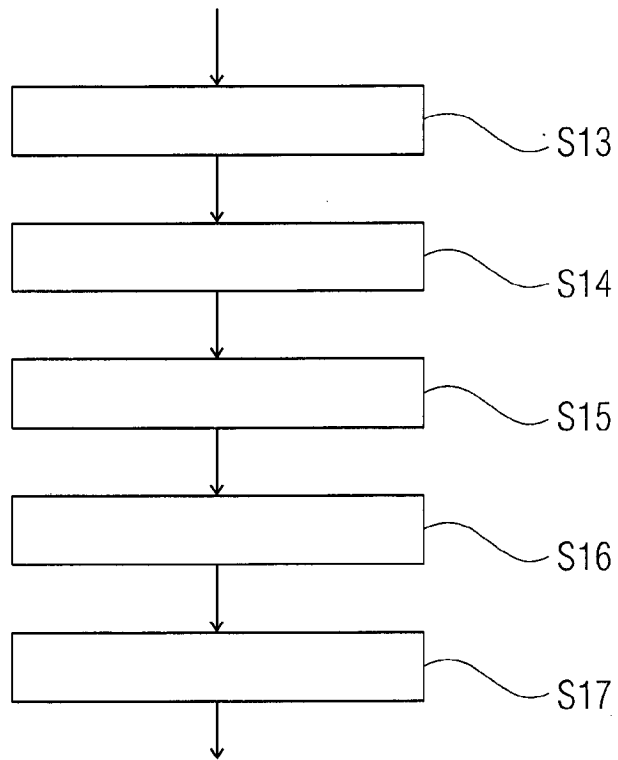


图 10

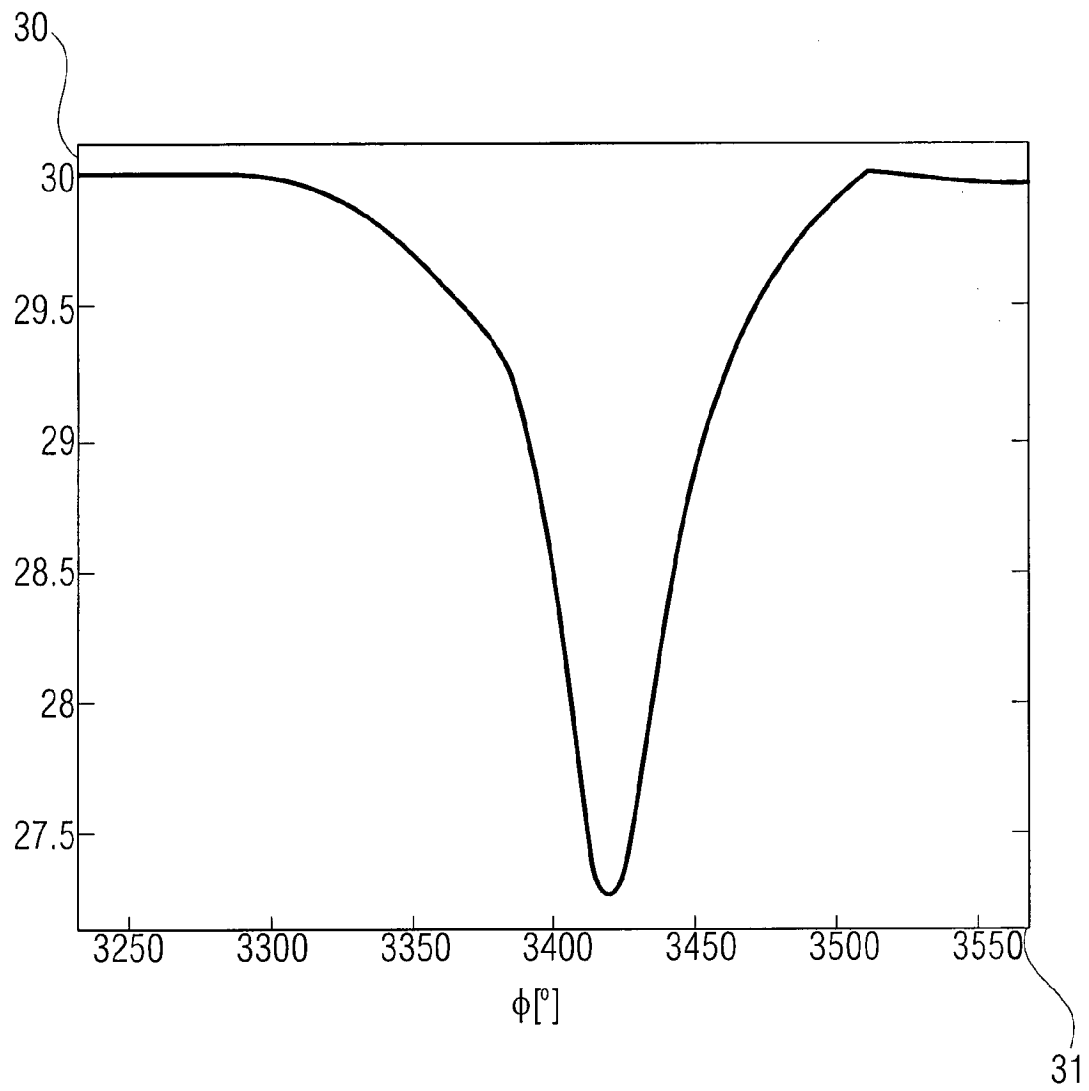


图 11

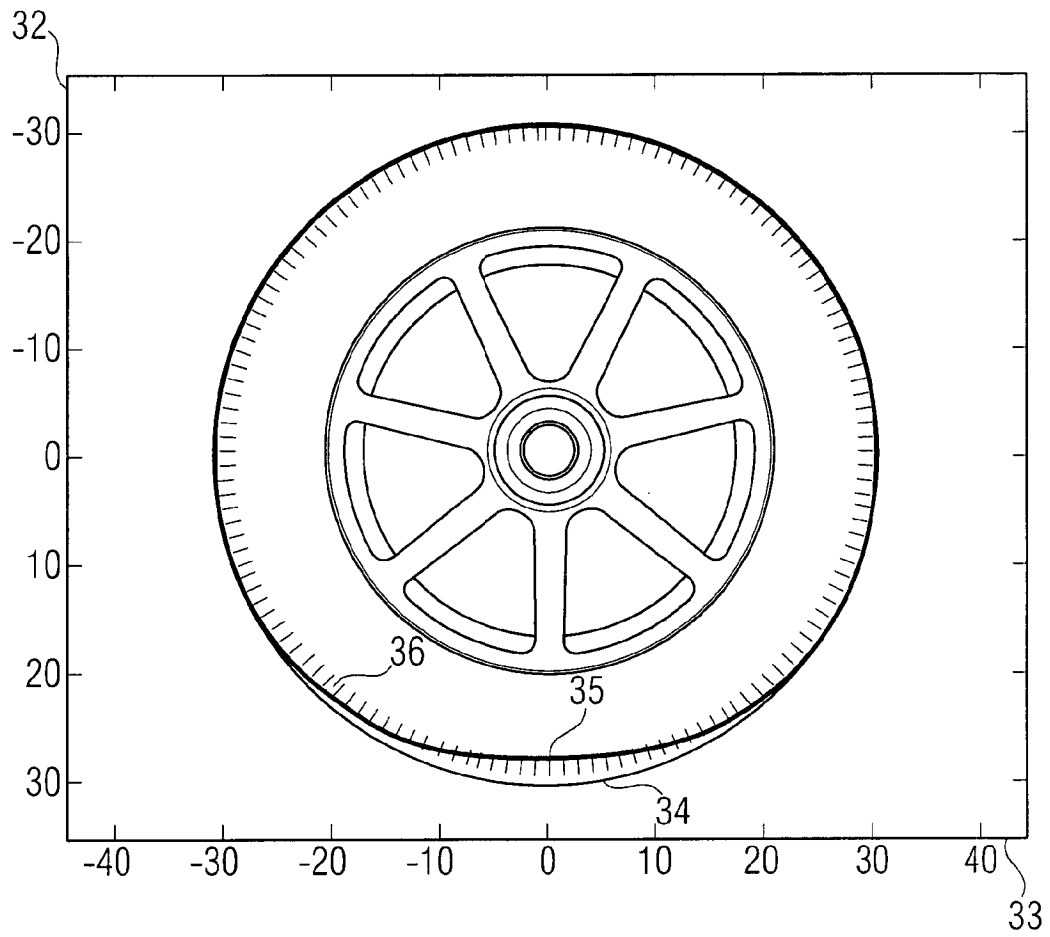


图 12

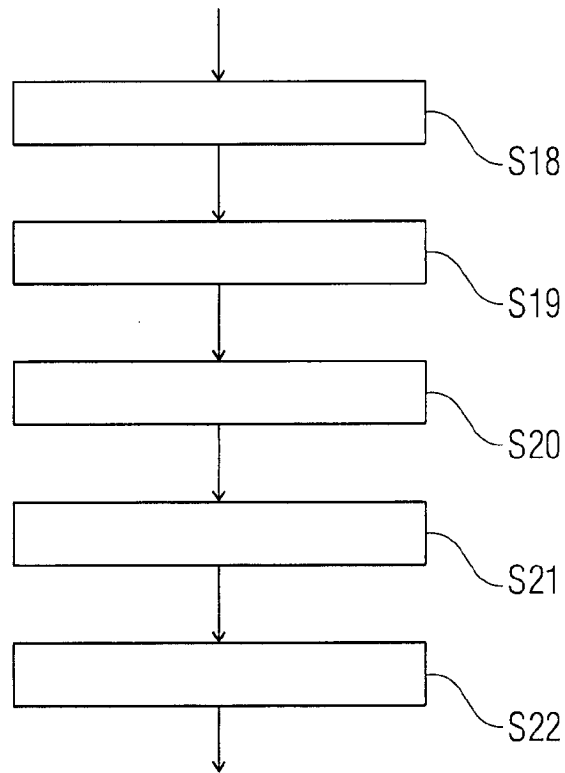


图 13

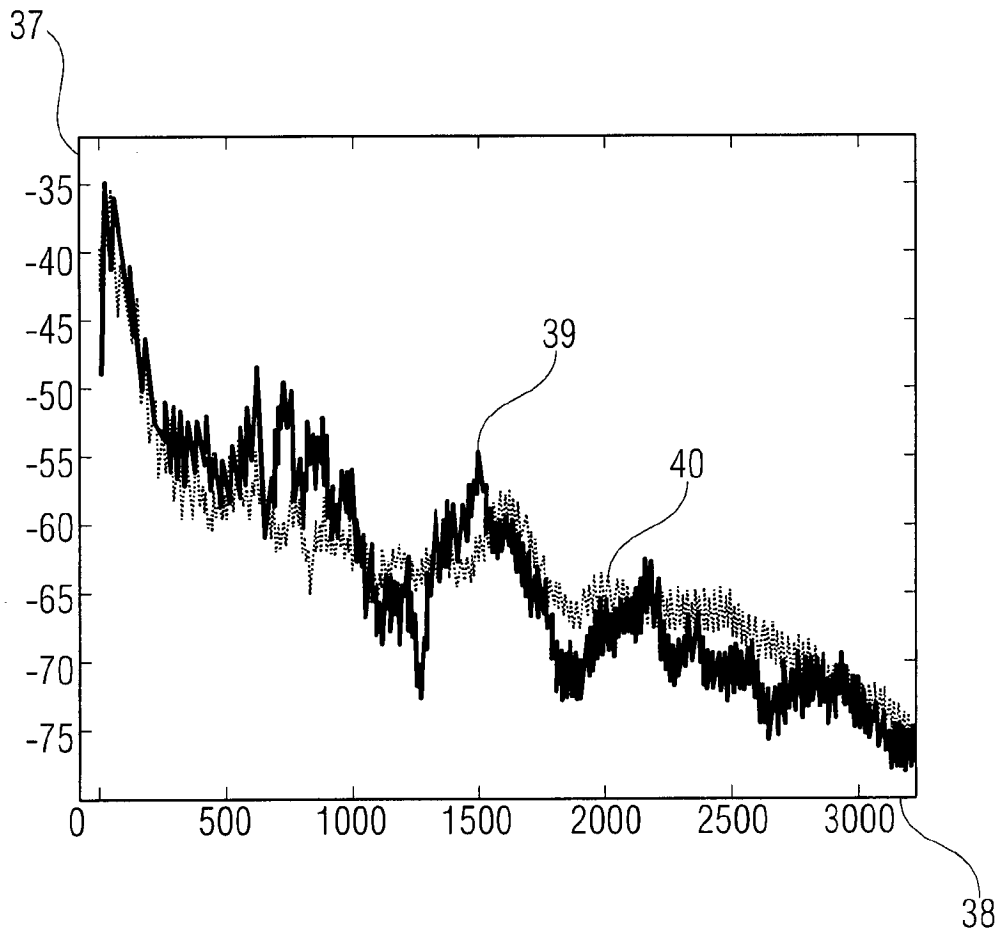


图 14

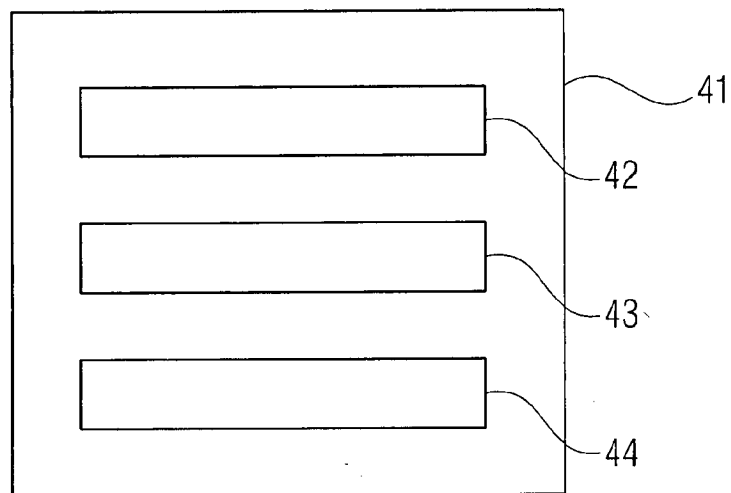


图 15