

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103038072 A

(43) 申请公布日 2013.04.10

(21) 申请号 201180024122.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011.04.07

B60C 23/04 (2006.01)

(30) 优先权数据

H01Q 1/22 (2006.01)

MI2010A000606 2010.04.09 IT

B60T 8/172 (2006.01)

61/359,715 2010.06.29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012.11.15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/055410 2011.04.07

(87) PCT申请的公布数据

W02011/124636 EN 2011.10.13

(71) 申请人 倍耐力轮胎股份公司

地址 意大利米兰

(72) 发明人 G·达萨诺 L·马特科维奇

M·欧瑞菲斯 G·维埃提

(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 侯海燕

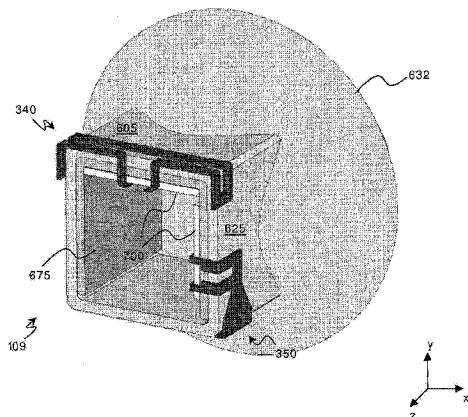
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 14 页

(54) 发明名称

轮胎传感器装置

(57) 摘要

提供一种适于与车辆车轮(104)相关联的传感器装置(109)。传感器装置包括：包装体(600)，包围至少一个传感器和电子数据处理设备；和至少一根天线(340、350)，布置在包装体上，用于由电子设备产生的数据的无线发射和要提供给电子设备的数据的无线接收中的至少一个。至少一根天线成形为粘附到包装体的表面。



1. 一种适于与车辆车轮(104)相关联的传感器装置(109),传感器装置包括：
 - 包装体(600),包围至少一个传感器和电子数据处理设备；
 - 至少一根天线(340、350),布置在包装体上,用于由电子设备产生的数据的无线发射和要提供给电子设备的数据的无线接收中的至少一个,
其特征在于
所述至少一根天线成形为粘附到包装体的表面。
2. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,所述至少一根天线包括：
 - 发射天线,配置成按UWB信号的形式发射所述数据;以及
 - 接收天线,配置成按窄带信号的形式接收数据。
3. 根据权利要求2所述的传感器装置,其中：
 - 包装体具有大体多面体形状,以及
 - 发射天线和接收天线基本上布置在包装体的相对面(605、610)上。
4. 根据权利要求2或3所述的传感器装置,其中：
 - 发射天线是折叠偶极天线,以及
 - 接收天线是带状单极天线。
5. 根据权利要求4所述的传感器装置,其中,所述发射天线包括沿包装体的正面(605)纵向延伸的上部辐射元件(644、645)和下部辐射元件(646)。
6. 根据权利要求5所述的传感器装置,其中：
 - 上部辐射元件和下部辐射元件都绕包装体的边缘(647、648)折叠,以便沿包装体的侧面(625、630)部分地延伸,以及
 - 上部辐射元件和下部辐射元件借助于对应链接元件(650)彼此连接。
7. 根据权利要求5或6所述的传感器装置,其中,发射天线包括第一(635)和第二(640)馈电终端,所述第一和第二馈电终端位于包装体的顶面(615)上并耦接到电子设备,上部辐射元件包括连接到第一馈电终端的第一上部元件(644)和连接到第二馈电终端的第二上部元件(645)。
8. 根据权利要求4-7任一项所述的传感器装置,其中,所述接收天线是带状天线,该带状天线包括位于包装体的侧面上的第一段(655)和位于包装体的背面上的第二段(660)。
9. 根据权利要求8所述的传感器装置,其中,接收天线的第二段具有矩形形状,在包装体的背面上纵向延伸。
10. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,接收天线包括第三(664)和第四(666)馈电终端,所述第三和第四馈电终端位于包装体的顶面上并耦接到电子设备,接收天线的第一段连接到所述第三和第四馈电终端。
11. 根据以上权利要求任一项所述的传感器装置,其中,发射天线配置成发射UWB信号,所述UWB信号绕包括在4.2与4.8GHz之间的中心频率具有500MHz或更小的带宽。
12. 根据以上权利要求任一项所述的传感器装置,其中,接收天线配置成发射窄带信号,所述窄带信号绕包括在2.4与2.5GHz之间的中心频率具有100MHz或更小的带宽。
13. 根据以上权利要求中的任一项所述的传感器装置,其中,屏蔽板(675)位于包装体内部,用来将发射和接收天线与位于包装体内的金属零件隔绝。
14. 根据权利要求13所述的传感器装置,其中,屏蔽板包括磁性加载的介电材料。

15. 根据权利要求 7、和权利要求 8-14 任一顶当引用权利要求 7 时所述的传感器装置，其中，发射天线按平衡方式由电子设备通过第一和第二馈电终端馈电。

16. 根据权利要求 10、和权利要求 11-15 任一顶当引用权利要求 10 时所述的传感器装置，其中，接收天线按不平衡方式由电子设备通过第三和第四馈电终端馈电。

17. 一种车辆车轮(104)，包括：

- 轮辋(108)，以及

- 轮胎(107)，装配在所述轮辋上，

其特征在于

所述车轮还包括根据以上权利要求任一项所述的至少一个传感器装置(109)，该至少一个传感器装置(109)与所述轮辋和所述轮胎中的至少一个相关联。

18. 一种车辆轮胎(107)，包括内表面，其特征在于，其还包括根据权利要求 1-16 任一项所述的至少一个传感器装置(109)，该至少一个传感器装置(109)放置在所述内表面上。

轮胎传感器装置

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆轮胎传感器的领域。

背景技术

[0002] 电子装置在充气轮胎内的包括正越来越重要,以便提高车辆的安全性。轮胎电子器件可以包括适于用来得到关于轮胎的工况、以及其各种物理参数,像例如温度、压力、轮胎转数、车辆速度等等,的信息的传感器和其它元件。

[0003] 这样的信息在轮胎监视和 / 或警报系统中可以成为有用的。

[0004] 此外,车辆的主动控制 / 安全系统可以基于从传感器装置发送的信息,这些传感器装置包括在轮胎内。

[0005] 主动安全系统使用关于车辆的外部环境的信息,以在碰撞前时间段中或在碰撞事件期间改变车辆的工况,最终目标是完全避免碰撞。最初,主动安全系统主要集中在改进车辆纵向运动动态特性上,具体地说,集中在更有效制动防抱死制动系统(ABS)和牵引力控制(TC)系统上。TC系统防止车轮打滑,同时通过使在车辆的轮胎与道路之间的牵引和横向力最大,改进车辆稳定性和可操纵性。这些系统随后有更强大的车辆稳定性控制系统,例如电子稳定性程序(ESP)、车辆稳定性控制(VSC)、及动态稳定性控制(DSC)。这些后来系统使用制动器和发动机转矩通过控制偏航运动,使车辆在极端处置情形下稳定。主动悬挂系统也是在车辆主动安全系统中的重要部分。它们在传统上已经通过权衡如下三个冲突标准而设计:抓地性、承载能力、及乘客舒适性。悬挂系统必须支撑车辆,在处置操纵期间提供定向控制,及提供乘客 / 有效负载与道路干扰的有效隔离。

[0006] 以上描述的主动安全控制系统基于车辆动态变量的估计,如力、负载转移、轮胎道路摩擦力的估计。参数估计越精确和“实时”,控制系统的整体性能越好。当前,使用车载传感器间接地估计这些变量中的大多数,并且不是非常精确。使用由装配在车辆轮胎上的传感器进行的测量会提供与车辆动态特性相关的参数的精确得多的估计。

[0007] 然而,基于在车辆轮胎上装配的传感器建立系统,由于几个原因是挑战性任务。

[0008] 轮胎内部是经历高加速度的恶劣环境(在 200Km/hr 的速度下,在轮胎内衬里内部经历等于约 3g 的加速度),并且在不将轮胎从车轮取下的情况下不能到达。这种情形造成非常困难的问题:高离心加速度意味着,传感器是轻重量的,例如不会使轮胎不平衡,是稳健和很小的。

[0009] 轮胎相对于车体连续运动的事实迫使,对于来自 / 到传感器的通信挑选无线通信链路。然而,传感器装置和接收器所位于的通信环境非常恶劣:在传感器装置附近,轮辋和车体的车轮拱板形成两个巨大信号反射器。这些零件都典型地是金属的,并且按这样一种方式弯曲,从而它们往往将入射波反射回约束波的区域中。此外,这两个车辆零件的曲率半径,具有对于无线传输使用的波长的量级,使反射更加复杂。而且,传感器装置在轮胎内部,并且必须按某种方式穿过轮胎传输:不能实现真实视线通信通道,因为包括金属网和橡胶的轮胎使信号急剧衰减。

[0010] 另一个问题与传感器的电源相联系；更换传感器的电池是不实际的，因为难以到达轮胎内部。因此，至关重要的是，传感器装置功率消耗尽可能低。

[0011] 如在 2009 年 12 月 29 日提交的和授予本申请人的美国专利申请 No. 12/654,705 中公开的那样（该申请通过参考包括在这里），以上问题的一些可通过采纳在传感器节点与传感器协调（coordinator）装置之间的通信而解决，这些传感器节点装配在车辆的轮胎上，该传感器协调装置装配在车体中，该通信对于上行链路（从传感器节点到协调器）采用超宽带（UWB）传输，并且对于下行链路（从协调器到传感器节点）采用窄带传输，如所谓的工业科学和医学（ISM）无线电频带之一。这样的通信方案的采纳是有利的，因为它允许采用用于上行链路的 UWB 传输的优点，并同时采用用于下行链路的 ISM 传输的优点。明确地说，UWB 是适用于低成本、低功率、短距离及高通过量无线数据传输的技术，该技术相对于由多路径干扰造成的符号间干扰是稳健的，并且没有视线通信。此外，ISM 传输允许强烈地降低对于下行链路在接收器侧（传感器节点）处的功率消耗，同时保证足够的通过量（这在下行链路情况下比较低）。

[0012] 因而，通过采用在这样的专利申请中提出的解决方案，每个传感器节点以及传感器协调装置，需要装有适当天线系统，这些天线系统能够在 UWB 带中和在 ISM 带中发射和接收。

[0013] 要在传感器节点上安装的天线系统的设计，由于以前提到的全部问题，是非常复杂的任务，该传感器节点注定要装配到车辆轮胎中。的确，这样的天线系统也必须在非常恶劣的环境中操作，这样的天线系统经受高加速度并且布置在金属体的附近，这些金属体起信号反射器的作用。此外，由于传感器节点必须是轻重量和很小的，所以待安装在其上的天线就其大小而论必须满足非常严格的约束条件。这种大小约束条件迫使采用小型化天线，这些小型化天线的尺寸显著地比在发射中和在接收中使用的波长小；然而，这样类型的天线从带宽观点看，典型地具有非常差的性能。另一个问题与在传感器节点本身中金属元件的存在有关，金属元件的这种存在强烈地降低天线的性能。的确，由于每个传感器节点包括发射和接收电路、传感器电路及至少一个电源，所以在这样的电子电路中包括的全部金属元件都与天线近场相干扰，改变阻抗匹配和辐射图案。更进一步的问题与在传感器节点上的最好位置的挑选有关，在该处要安装天线；的确，为了改进它们的机械稳健性，传感器节点的一定部分，如顶部和底部端部，优选地留成空的。

[0014] 在技术中已经面临将无线电信号发射到装配在车辆轮胎上的装置 / 由其接收无线电信号的问题。例如，目前可得到轮胎压力监视系统（TPMS）的大多数使用射频识别（RFID）装置，这些射频识别装置适于通过射频（RF）信号通信；然而，这样的 RF 信号在比较低频率（例如，几百 MHz）下振荡，这些频率具有比较窄的频带，并因而，它们不符合 UWB/ISM 型的传输。

[0015] 例如，在 Brzeska、Pontes、Chakam 及 Wiesbeck 的“RF-Design Characterization and Modelling of Tyre Pressure Sensors”，The 2nd European Conference on Antennas and Propagations, 2007, EuCAP2007 中，公开了一种用于 TPMS 用途的天线，该天线包括在 430MHz 下操作的负载单极。

[0016] 美国专利 No. 6,781,561 公开了一种用于轮胎压力探测器的天线，该轮胎压力探测器构造成线圈。

[0017] 在Genovesi、Monorchio 及 Saponara 的“Double loop antenna for wireless tyre pressure monitoring”, Electronics Letters, Vol. 44, Issue24, Nov. 202008 中, 天线是印刷双环型的。

[0018] 美国专利 No. 7, 250, 914 公开了一种用于轮胎的复合天线, 该天线构造成巨大环路, 并且布置在轮胎本身的边缘附近。

[0019] 适于在轮胎中装配的装置中采用的其它已知天线设计成, 在甚至更低的频率(几百 KHz 或 几 MHz) 下操作, 如在“Design and development of a miniaturized embedded UHF RFID Tag for Automotive Tire Applications”, Ant. Tech. Small Ant. s and Novel Metam., 2006 International Workshop March 2006 中、在欧洲专利申请 No. EP1713021 中、及在 PCT 专利申请 WO/1999/029522 中公开的天线。

[0020] 最近已经研究了适于正确地在较高频率下操作、同时具有很小尺寸的天线。然而, 这样的天线已经主要设计成, 在移动通信手机或类似用途中采用, 如它在例如 Morishita、Kim、Koyanagi 及 Fujimoto 的“A folded loop antenna system for handsets”, 2001 IEEE Antennas Propag. Symp., vol. 3 中、在 Evans 和 Ammann 的“Planar trapezoidal and pentagonal monopoles with impedance bandwidths in excess of 10:1”, Proc. IEEE Int. Symp. Antennas Propagation, 1999、及在 Chen 的“Broadband roll monopole”, IEEE Trans. Antenna Propag. vol. 51, no. 11 中公开的那样。

发明内容

[0021] 本申请人已经发现, 尽管这些后来类型的天线具有可以遵守希望 UWB/ISM 传输能力的中心操作频率, 并且同时具有足够小以安装在传感器节点上的尺寸, 该传感器节点适于装配在轮胎中, 但这些天线的特性就带宽和相对于环境和周围金属元件的不敏感性而论不令人满意。

[0022] 一般地讲, 本申请人已经发现, 目前已知的天线都不能同时满足全部如下要求:

[0023] - 就中心频率和带宽两者而论符合 USB 和 ISM 传输;

[0024] - 具有对于安装在传感器节点上足够小的尺寸, 该传感器节点要装配在车辆轮胎中;

[0025] - 在车辆轮胎的恶劣环境条件下能够正确地操作;

[0026] - 具有足够的阻抗, 以不受封闭和 / 或周围金属元件的存在的不利影响, 及

[0027] - 具有与准全向天线等效的辐射图案。

[0028] 本申请人已经发现, 通过提供保形天线可满足上述要求, 该保形天线成形为粘附到包装体的表面上, 该包装体包围传感器节点本身。

[0029] 绕包装体表面的成形允许达到高阻抗, 并因而较好地隔绝从金属元件产生的干扰, 这些金属元件包括在传感器装置中。况且, 可实现具有显著尺寸的天线, 符合在稳健轮胎车辆无线通信系统中涉及的频率, 甚至使传感器装置包装体具有很小尺寸。此外, 绕包装体表面成形允许达到天线的高机械强度, 因为后者大体与包装体本身形成单一整体。

[0030] 具体地说, 根据本发明的一个方面, 提供有一种适于与车辆车轮相关联的传感器装置。传感器装置包括包装体, 该包装体包围至少一个传感器和电子数据处理设备。传感器装置还包括至少一根天线, 该至少一根天线布置在包装体上, 用于在由电子设备产生的

数据的无线发射和要提供给电子设备的数据的无线接收中的至少一个。所述至少一根天线成形为粘附到包装体的表面。

[0031] 所述天线包括：发射天线，配置成按 UWB 信号的形式发射所述数据；和接收天线，配置成按窄带信号的形式接收数据。

[0032] 优选地，包装体具有大体多面体形状。

[0033] 发射天线和接收天线可以基本上布置在包装体的相对面上。

[0034] 根据本发明的实施例，发射天线是折叠偶极天线。

[0035] 根据本发明的实施例，接收天线是带状单极天线。

[0036] 发射天线包括沿包装体的正面纵向延伸的上部辐射元件和下部辐射元件。

[0037] 根据本发明的实施例，上部辐射元件和下部辐射元件都绕包装体的边缘折叠，从而沿包装体的侧面部分地延伸。

[0038] 发射天线包括第一和第二馈电终端，该第一和第二馈电终端优选地位于包装体的顶面上。优选地，包装体的顶面是敞开面。

[0039] 所述馈电终端连接到电子设备。

[0040] 上部辐射元件具体地包括：第一上部元件，连接到第一馈电终端；和第二上部元件，连接到第二馈电终端。

[0041] 上部辐射元件和下部辐射元件借助于对应链接元件彼此连接。

[0042] 根据本发明的实施例，所述接收天线是带状天线，该带状天线包括：第一段，位于包装体的侧面上；和第二段，位于包装体的背面上。

[0043] 优选地，接收天线的第二段具有矩形形状，该矩形形状在包装体的背面上纵向延伸。

[0044] 接收天线包括第三和第四馈电终端，该第三和第四馈电终端位于包装体的顶面上，并且耦接到电子设备。

[0045] 接收天线的第一段可以优选地连接到所述第三和第四馈电终端。

[0046] 根据本发明的实施例，发射天线配置成发射 UWB 信号，这些 UWB 信号绕在 4.2 与 4.8GHz 之间包括的中心频率，具有 500MHz 或更小的带宽。

[0047] 根据本发明的进一步实施例，接收天线配置成发射窄带信号，这些窄带信号绕在 2.4 与 2.5GHz 之间包括的中心频率，具有 100MHz 或更小的带宽。

[0048] 优选地，屏蔽板位于包装体内部，用来将发射和接收天线与位于包装体内的金属零件隔绝。

[0049] 屏蔽板可以包括磁性加载的介电材料。

[0050] 发射天线优选地按平衡方式由电子设备通过第一和第二馈电终端馈电。

[0051] 接收天线优选地按不平衡方式由电子设备通过第三和第四馈电终端馈电。

[0052] 本发明的另一个方面涉及一种车辆车轮，这种车辆车轮包括根据上文的传感器装置。

[0053] 本发明的更进一步方面涉及一种车辆轮胎，这种车辆轮胎包括放置在其内表面上根据上文的传感器装置。

附图说明

[0054] 通过本发明的某些示范和非限制性实施例的如下描述,将使本发明的这些和其它特征和优点是显然的,这些实施例要联系附图阅读,在附图中:

[0055] 图 1 示意地表示轮胎传感器系统的体系结构;

[0056] 图 2 示意表示轮胎的赤道截面,该轮胎具有布置在衬里内部表面上的三个传感器装置;

[0057] 图 3 是根据本发明实施例的轮胎传感器装置的体系结构的功能方块图;

[0058] 图 4 是轮胎传感器装置的获取子系统的功能方块图;

[0059] 图 5 描绘在 IR UWB 发射方案中可用的矩形正弦脉冲的和三角形正弦脉冲的比较时域和频域图;

[0060] 图 6 是根据本发明实施例的传感器节点的立体图,该传感器节点装有发射天线和接收天线;

[0061] 图 7、8 及 9 是在图 6 中表明的传感器节点的侧视图;

[0062] 图 10 是图 6-9 的传感器节点的进一步立体图;

[0063] 图 11 表明在图 6-10 中表明的发射天线的和接收天线的散射参数的数值;

[0064] 图 12 是三维图,表明在图 6-10 中表明的发射天线当在 4.5GHz 的频率下发射时的方向性;

[0065] 图 13 是三维图,表明在图 6-10 中表明的接收天线当在 2.44GHz 的频率下接收时的方向性;

[0066] 图 14A 和 14B 示出在图 6-10 中表明的发射天线产生的电磁场分布,该电磁场分布在靠近车轮的平面上测量,该车轮容纳传感器节点;

[0067] 图 15A 和 15B 示出在图 6-10 中表明的接收天线的电磁场分布,该电磁场分布在靠近车轮的平面上测量,该车轮容纳传感器节点。

具体实施方式

[0068] 对附图进行参考,在图 1 中,示意地表示轮胎传感器系统的体系结构 100,该轮胎传感器系统的传感器节点可装有根据本发明实施例的天线系统。例如,在图 1 中表明的轮胎传感器系统可以是在已经引用的美国专利申请 No. 12/654,705 中公开的系统。图 1 示意地表示用附图标记 102 标识的普通车辆,该普通车辆装有车轮 104,每个车轮 104 具有在相应轮辋 108 上安装的轮胎 107。

[0069] 系统的主要元件在个人局域网(PAN)中按层级方式组织,该个人局域网定义为相关联和合作装置的集合。

[0070] 在最低层级水平处,轮胎传感器装置形成传感器节点 109,这些传感器节点 109 位于车轮 104 内,例如在轮胎 107 内部,这些传感器节点 109 负责数据获取、处理及到车辆内设备的发射。传感器装置可以是加速度仪、和 / 或应变仪、和 / 或压力传感器、和 / 或温度传感器。

[0071] 典型地,车辆轮胎包括内部空心环形结构,该内部空心环形结构由多个元件形成,主要由胎体形成,该胎体在两个胎圈中终止,两个胎圈每个沿胎体的内圆周边缘形成,用来将轮胎固定到对应支撑轮辋上。至少一对环形加强芯,叫做胎圈芯,插入在所述胎圈中。胎体是支撑结构,该支撑结构由至少一个加强帘布层形成,该至少一个加强帘布层包括纺织

或金属帘线，这些纺织或金属帘线根据环形轮廓从一个胎圈到另一个胎圈轴向延伸，这些纺织或金属帘线的端部与对应胎圈芯相关联。在径向轮胎中，上述帘线基本上位于包含轮胎的转动轴线的平面中。在对于胎体的径向外位置中，放置环形结构，该环形结构称作带状结构，典型地包括涂橡胶织物的一个或多个带条，这些织物包括金属帘线，这些带条彼此上下缠绕。也添加由弹性材料制成的胎面，该胎面绕带状结构缠绕，并且通常模压有用于轮胎与道路滚动接触的凹凸图案。两个侧壁也放置在胎体上，在轴向相对位置中，这两个侧壁由弹性材料制成，每个在径向方向上从对应胎圈的外边缘向外延伸。在无内胎轮胎中，胎体的内表面通常覆盖有至少一个衬里层，即覆盖有一个或多个气密弹性材料层。轮胎还可以根据轮胎的具体设计，包括其它已知元件，如边缘、带条及填充物。

[0072] 传感器节点 109 优选地放置在轮胎 107 的内部表面上，例如在其内衬里表面上。作为替代，传感器节点 109 可以放置在轮胎 107 的不同部分上，或者甚至在轮辋 108 的表面上，该表面与轮胎 107 相接触。

[0073] 一个或多个传感器节点可以放置在每个轮胎内部，以提高进行的测量的精度和可靠性。例如，三个传感器节点 109a、109b、109c 可以相对于彼此按 120° 的角布置，如在图 2 中描绘的那样。这种配置允许改进轮胎 / 道路相互作用参数的空间变化的认识。典型地，传感器节点 109a、109b、109c 大体布置在轮胎的赤道平面上。作为替代或组合地，在图中未表示的实施例中，多个传感器节点可大体布置在轮胎的同一子午(或径向)平面上，使至少一个传感器节点布置在轮胎的赤道平面之外。这种配置允许改进沿轮胎轮迹(footprint)的(即，在轮胎与道路之间的接触区域的)整个宽度的轮胎 / 道路相互作用的认识、以及进行由大体在同一子午平面上布置的不同传感器进行的测量之间的比较，以便导出在由车辆进行的具体操纵期间的信息(例如，在弯曲期间的负载转移、漂移角等等)。

[0074] 再参照图 1，在PAN 层级的较高水平处，一个或多个 PAN 协调器 110 安装在车体中。PAN 协调器 110 由车辆主电源供电；每个 PAN 协调器 110 与相应车辆轮胎 107 相关联，并且优选地安装在其附近，且管理与在相关联轮胎中的传感器节点 109 的通信，从这些传感器节点 109 接收数据，并且掌控传感器节点的传输的同步。具有与每个轮胎相关联的一个 PAN 协调器 110，而不是单个、共用 PAN 协调器用于全部轮胎，允许为了在这些装置之间的更稳健的通信，通过限制由每个协调器控制的传感器的数量和使在传感器节点 109 与 PAN 协调器 110 之间的距离最小，增大总通过量。

[0075] PAN 协调器 110 可经有线网络彼此连接，该有线网络可能利用车辆系统总线，如 CAN (控域网) 和 FlexRay。

[0076] 在PAN 层级的最高水平处是系统控制主机 115，一种负责协调全部 PAN 协调器 110、将它们与车辆主控制对接及提供到车辆系统总线的桥接的装置。系统控制主机 115 负责经车辆系统总线，将命令从车辆主控制系统传送到传感器节点，并且将由 PAN 协调器 110 获得的信息传送到车辆主控制系统。系统控制主机 115 可以实施成 PAN 协调器 110 之一，具有相对于其它 PAN 协调器的增强功能。

[0077] PAN 层级具有群集树形结构。群集树形结构是适当的，因为传感器节点 109 不必彼此通信，而是仅与相应 PAN 协调器 110 通信。

[0078] 为了遵守在上文中提到的几个不同的和有时冲突的要求，轮胎传感器系统保证，对于在上行链路(即，从传感器节点 109 到 PAN 协调器 110) 和下行链路(即，从 PAN 协调器

110 到传感器节点 109) 中在普通传感器节点 109 与相应 PAN 协调器 110 之间的通信,采用不同的无线电技术,如在如下将详细讨论的那样。

[0079] 在图 3 中描绘轮胎传感器装置或传感器节点 109 的体系结构的方块图。

[0080] 普通传感器节点 109 是轮胎中装置,具有从轮胎获取数据、对它们进行初步 DSP(数字信号处理器)处理(如信号调节和补偿)及将数据在 RF(射频)链路上发送到相应 PAN 协调器 110 的任务。传感器节点 109 应该具有实际上无限制的寿命(从而对于轮胎的整个寿命是可操作的,因为由例如故障造成的更换传感器节点或其一部分可能是不实际的甚至是不可能的)、很小的尺寸及质量,能够在宽温度范围(从在冬季的 -40° C 至在夏季的高达 100° C)中操作,对于高加速度是稳健的(在轮胎内衬里上安装的物体在 200km/h 的车辆速度下,经受高达 3g 的径向加速度)。

[0081] 传感器节点 109 包括几个子系统,即:电源子系统 305、传感器和获取路径子系统 310、控制和数据处理子系统 315、无线电子系统 320。

[0082] 电源子系统 305 可以包括电池,然而,当前可用的电池技术可能不允许满足对于传感器节点的长寿命要求。替代电源子系统 305 可以保证在节点处清除可用功率,例如从轮胎在使用期间经受的机械变形(例如,震动、在轮胎轮迹处的挠曲等等)清除功率;电磁、静电、及压电方法可以用来将机械运动转换成电能,由能量清除器产生的功率量取决于挑选的技术,取决于能量清除器的大小,及取决于环境条件,如震动、伸长应力、及温度梯度。用来产生电力的另一种方法可以基于电磁耦合;提供电磁无线电力传送的可能方法包括经在两个线圈之间的感应作用的磁场耦合、和经自谐振线圈的磁场耦合,通过将照射器(illuminator)(经 RF 链路将电磁功率传送到远程装置的主供电天线,其中,电力借助于适当接收天线收集)放置在车轮上。

[0083] 在传感器节点 109 中的传感器 313 是例如三轴加速度仪,定向成三个轴测量在径向、周向(切向)及横向的信号;传感器产生三个数据流(在图 3 中的 X、Y 及 Z)。用于由传感器 313 产生的三个数据流之一的传感器和获取路径子系统 310 的示范功能方块图描绘在图 4 中。在图中,传感器(例如,加速度仪)指示为 415。数据获取路径包括模拟前端段 405 和数字段 410。获取路径子系统负责由传感器 400 获得的信号到数字信号的变换。模拟段 405 放大和滤波来自传感器 400 的获得信号;模拟段包括例如电荷放大器 420、滤波器 425、可变增益放大器(VGA)430(实施自动增益控制,以保持信噪比 SNR 恒定,即使在信号动态特性的低水平下也如此)、及模数变换器(ADC)435。然后,数字变换的模拟数据被传递到数字段 410。可以使用过取样技术,因而信号可以在比其最终取样速率高的取样频率下获得。数字段负责信号调节,以便校正可能的加速度仪缺陷,如偏移和偏置。在数字段 410 中,将数据滤波和抽取到最终取样速率。

[0084] 返回图 3,控制和数据处理子系统 315 可以包括单芯 DSP,该单芯 DSP 负责管理:通信协议;控制传感器节点的活动的全部功能,如命令执行、系统监视、及诊断;及 DSP 功能,像信号非线性的估计和补偿、在不同加速度仪信号中的串扰的估计和补偿、偏置和偏移的估计、用来减小输入通过量的数据压缩、由通信协议要求的算法。

[0085] 无线电子系统 320 负责将待发送到 PAN 协调器 110(在上行链路信道上)的数字数据变换成为希望的传输信道上调制的模拟信号,并且负责在传输信道上(在下行链路信道上)从 PAN 协调器 110 接收模拟数据、和将接收的数据变换成基带数字数据。无线电子系统

320 对于上行链路信道包括软件驱动器 325u 和硬件无线电发射器 330u, 后者耦接到发射天线 340。对于下行链路信道, 无线电子系统 320 包括硬件无线电接收器 330d、和软件驱动器 325d, 该硬件无线电接收器 330d 耦接到接收天线 350。发射器 330u 实施数物理层元件, 这些物理层元件与信道编码 / 译码、在模拟信号到 / 来自数字数据之间的调制和转换、同步、及在细粒时标(比特或芯片水平)上事件的产生相关。软件驱动器 325u 和 325d 实施 MAC (媒体访问控制) 层和较高网络层元件, 并且管理在粗粒时标(帧水平)处的全部事件和同步要求。放大器包括在无线电发射或接收信道中, 以在发射之前或在处理之前增大信号的功率。

[0086] 如在上文中提到的那样, 对于在上行链路和下行链路中在普通传感器节点 109 与相应 PAN 协调器 110 之间的通信, 使用不同的无线电技术;这种挑选反映在 PAN 协调器 110 的对应无线电子系统、和传感器节点 109 的无线电子系统 320 的体系结构上。

[0087] 如在上文中讨论的那样, 在图 1 的 PAN 中, 具体地说在传感器节点 109 与 PAN 协调器 110 之间, 的通信环境非常恶劣。另一方面, 在上行链路中需要传输大量数据, 因而在大于 1Mbit/s 的相当高数据速率下的传输应该是可能的;同时, 由于在传感器节点处的电源限制, 特别是当使用能量清除时, 功率消耗应该尽可能小。

[0088] 因而, 对于上行链路传输, 即对于从传感器节点 109 至 PAN 协调器 110 的传输, 采纳超宽带(UWB) 传输。

[0089] UWB 是适用于低成本、低功率、短距离无线数据传输的技术。UWB 传输相对于由多路径干扰造成的码间干扰、甚至严重的符号间干扰, 是稳健的, 并且没有视线通信。除此之外, UWB 传输将信号隐藏在本底噪声下面, 引起很小或不引起对于现有系统的干扰, 并且减轻由窄带干扰造成的性能降低。由于发射高功率脉冲(功率需要足够高, 以使脉冲从本底噪声中显现)、但使用低工作循环的事实, 实现低功率消耗, 从而平均发射功率保持很低。

[0090] 两种主要种类的 UWB 无线电系统在技术方面是已知的:脉冲无线电(IR)和多带正交频分复用(MB-OFDM)。IR 系统经超短脉冲直接产生 UWB 频谱, 而 MB-OFDM 是传统窄带 OFDM 技术的修改, 该传统窄带 OFDM 技术形成至少 500MHz 的聚合等效带宽。

[0091] 美国联邦通信委员会(FCC)和国际电信联盟 - 电信标准化部(IITU-T)将 UWB 定义为任何无线电技术, 对于该无线电技术, 发射的信号的带宽超过 500MHz 和中心频率的 20% 之中的较小者, 该中心频率在 IR 的情况下是形成脉冲的调制信号的, 或者在 OFDM 的情况下是载波的。在 2002 年, FCC 已经对于 UWB 用途的无执照使用分配 3.1-10.6GHz 频带;然而, 这些无执照 UWB 系统必须将能量发射限制成遵循 FCC 定义频谱掩模, 从而不引起对于在频带中的其它现有技术的干扰;具体地说, 对于利用 UWB 技术的大多数装置, 设置对于整个 3.1-10.6GHz 频带的 -41dBm/MHz 的限制。在欧洲和在世界的其它国家, 已经采纳在定义的频谱掩模中的概念相似的能量发射限制, 尽管在频谱掩模的形状方面和在发射限制的值的方面存在差别;例如, 在欧盟, 在 3.4-4.8GHz 频带中允许 -41.3dBm/MHz 的最大平均 e. i. r. p (等效各向同性辐射功率)密度, 条件是满足低工作循环限制。在日本, 允许的频带是 3.4-4.8GHz 和 7.25-10.25GHz。

[0092] 挑选成在频带 4.2-4.8GHz 中操作是有利的, 因为按这种方式, 有可能遵守当前不同规则。

[0093] IR UWB 技术由于上行链路发射器(驻留在传感器节点 109 上的零件)的简单体系结构, 较好地适用于在传感器节点 109 与 PAN 协调器 110 之间的上行链路通信, 这种简单体

系结构能够实现从传感器节点 109 到在车辆上的 PAN 协调器 110 的低功率高数据速率上行链路传输。

[0094] 在 IR UWB 中,首先产生主脉冲,该主脉冲的频率响应同与 FCC 频谱掩模(或在不同国家由其它法规管理机构定义的对应掩模)等效的基带相适应。脉冲然后向上转换到希望的载波频率,得到调幅 RF 信号,该调幅 RF 信号的包络是脉冲的形状。

[0095] 对于 UWB 系统在原理上可使用任何脉冲形状,条件是频率响应满足能量发射限制。用于 IR UWB 系统的可能脉冲形状是高斯脉冲和它们的(1 阶或 2 阶)导数:

$$[0096] x(t) = \frac{A}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{t^2}{2\sigma^2}\right)$$

[0097] 其中, A 是振幅,并且 σ 控制脉冲长度。

[0098] 这些脉冲的频谱与其它脉冲形状相比,具有良好特性。然而,这样的脉冲很难产生和 / 或控制,并且会要求成熟的基于传输线的设计;高斯脉冲的中心频率也难以控制,因为即使皮秒量级的、脉冲形状的最轻微变化,也可将中心频率移动几百 MHz。另外,产生与 FCC (或等效) 频谱掩模相适应的高斯脉冲不是无足轻重的;对于脉冲会需要某种滤波,但这会增加发射器复杂性,而为了降低功率消耗和尺寸,在传感器节点 109 上的上行链路发射器应该尽可能简单。

[0099] 其它可能脉冲形状是矩形的和三角形的。可产生具有矩形和三角形形状的脉冲,而不需要滤波器或其它硬件,并且它们的中心频率容易控制。此外,具有三角形形状的脉冲较好地与 FCC 频谱掩模相适应,并且在频率响应的主瓣中供给较大带宽,如在图 5 中描绘的那样,其中,提供在矩形包络脉冲(在图中的上部图)和三角形包络脉冲(在图中的下部图)的时域和频域之间的比较。

[0100] 对于在 PAN 协调器 110 与传感器节点 109 之间的下行链路通信,只需要维持低数据速率(通过量),因为从 PAN 协调器 110 到传感器节点 109 的下行链路传输主要用来发射用来协调传感器节点的活动(例如,数据获得和 / 或传输计划、包重新传输、同步等等)的最小信息,从而减少在来自多个节点的传输之间的碰撞,或者更一般地,增加在上行链路上的信噪比。例如,对于这些目的,高达 100–200Kbit/sec 的通过量可能是足够的。因而,采纳窄带传输,该窄带传输与在传感器节点 109 上的超低功率接收器相组合(为了在传感器节点处节省能量)。为了本描述的目的,所谓“窄带”传输,是指具有显著较低 UWB 带宽的带宽的传输,具有例如 80–100MHz 或更小的量级,优选地在几个 GHz (例如 2.4–2.5GHz) 的载波上;这个频率范围落在无执照频谱带中,这些无执照频谱带,根据最普通规则(例如, ITU-R) 称作工业、科学和医学 (ISM) 带。

[0101] 用于上行链路通信的 UWB 传输技术和用于下行链路通信的非 UWB 窄带传输的结合,允许克服在恶劣环境中在传感器节点与 PAN 协调器之间的稳健通信的问题,并且特别是在传感器节点处具有非常有限功率消耗。

[0102] 图 6 是根据本发明实施例的传感器节点 109 的立体图,该传感器节点 109 装有发射天线 340 和接收天线 350,该发射天线 340 用于上行链路传输,该接收天线 350 用于下行链路传输。

[0103] 在图 6 中表明的实施例中,传感器节点 109 的全部电子电路包括在包装体 600 中,该包装体 600 具有大体立方体形状,具有发射天线 340 和接收天线 350,该发射天线 340 和

接收天线 350 布置在这样的立方体包装体 600 的外部面上。包装体 600 优选地用适当绝缘和稳健材料制成,如由热塑性聚合物(例如,聚醚醚酮)制成。

[0104] 对在图 6 中称作 x、y 及 z 的三个正交方向进行参考,包装体 600 具有正面 605 和背面 610,该正面 605 和背面 610 与由方向 x 和 z 限定的平面相平行(背面 610 在图中是不可见的)。此外,包装体 600 的敞开顶面 615 和底面 620(在图中不可见)与由方向 x 和 y 限定的平面相平行,而第一侧面 625 和第二侧面 630(在图中不可见)与由方向 y 和 z 限定的平面相平行。例如,包装体 600 的正面可以具有 1-2cm 量级的边长。

[0105] 图 7、8 及 9 是在图 6 中表明的传感器节点 109 的侧视图。具体地说,图 7 是来自由方向 y 和 z 限定的平面的侧视图,表示第一侧面 625;图 8 是来自由方向 x 和 z 限定的平面的侧视图,表示正面 605;及图 9 是来自由方向 x 和 z 限定的平面的侧视图,表示背面 610。不像在图 6 中表示的传感器节点,在图 7、8 及 9 中表示的传感器节点 109 配合在适当支架 632 上,该支架 632 当插入在车辆轮胎中时适于支撑节点本身。

[0106] 根据本发明的实施例,在发射天线 340 和接收天线 350 中的至少一个是保形天线,该保形天线成形为粘附到包装体 600 的表面。

[0107] 具体地说,在图 6-9 中表明的本发明的实施例中,发射天线 340 是折叠偶极,该折叠偶极位于正面 605 的上部部分上,并且具有横向端部,这些横向端部按这样一种方式折叠,以位于两个侧面 625、630 上。仍然根据表示的示范发明实施例,接收天线 350 是带状单极,该带状单极折叠成位于侧面 625 和背面 610 两者的上部部分上。

[0108] 具体地说,发射天线 340 从厚折叠偶极天线导出,具有两个馈电终端 635 和 640,这两个馈电终端 635 和 640 布置在包装体 600 的敞开顶面 615 上,用来由传感器节点 109 的硬件无线电发射器(即,在图 3 中由功能方块 330u 示意表明的、但未表示在图 6-9 中的电路)馈电,该硬件无线电发射器布置在传感器节点 109 本身的包装体 600 内。

[0109] 根据在图 6-9 中表明的本发明的实施例,发射天线 340 包括两个主辐射元件,这两个主辐射元件由导电带条形成,这些导电带条与边缘 642 平行地(即,与方向 x 平行地)纵向延伸,并且具有相同宽度 w(沿 z 方向),该边缘 642 将敞开顶面 615 与包装体 600 的正面 605 相接合。明确地说,这样两个主辐射元件包括:上部辐射元件,它在中心分开,以形成第一上部元件 644 和第二上部元件 645,该第一上部元件 644 连接到馈电终端 635 上,该第二上部元件 645 连接到馈电终端 640 上;和下部辐射元件 646。第一和第二上部元件 644、645 布置在边缘 642 上,从而沿方向 z 从包装体 600 的敞开顶面 615 突出与它们的宽度 w 大体相等的量。下部辐射元件 646 布置在包装体 600 的正面 605 上在上部辐射元件下面与其隔开,与第一和第二上部元件 644、645 间隔开距离 s(沿 z 方向)。下部辐射元件 646 的和第一和第二上部元件 644、645 的侧端部彼此连接,以由馈电终端 635、640 形成连续环路。根据本发明的实施例,天线的辐射器绕包装体 600 的边缘 647、648 折叠以跟随包装体 600 的结构,并且借助于链接元件彼此连接,这些边缘 647、648 将正面 605 分别与侧面 625 和 630 相接合,这些链接元件布置在包装体 600 的侧面 625、630 上。具体地说,在图 6-9 中表示的坐标系中,下部辐射元件 646 的第一端部、和第一上部元件 644 的没有与馈电终端 635 相连接的端部,都沿与方向 y 相反的方向折叠,并且借助于链接元件 650 彼此连接,该链接元件 650 由导电带条形成,该导电带条沿方向 z 竖直地延伸;类似地,下部辐射元件 646 的另一个端部、和第二上部元件 645 的没有与馈电终端 640 相连接的端部,都沿与方向 y 相反的方

向折叠，并且借助于链接元件(在图中不可见)彼此连接，该链接元件与链接元件 650 相似地由导电带条形成，该导电带条沿方向 z 竖直地延伸。

[0110] 发射天线 340 的独特形状(即，在其端部处的折叠)允许其在非常小的支撑体(像包装体 600)上的安装，而不必呈现突出元件，这些突出元件会使传感器节点的结构不适于安装在车辆轮胎内部。根据本发明的实施例，利用发射天线 340 来发射 UWB 信号，这些 UWB 信号绕 4.5GHz 的中心频率具有 500MHz 的带宽。从折叠偶极天线导出，发射天线 340 不要求任何接地板，并且具有非常高的阻抗(在理论上，是等效、非折叠偶极的阻抗的四倍)。此外，这样的发射天线 340 向在宽带上具有高阻抗的平衡馈电线呈现良好的匹配能力，具有比 -10dB 好的返回损失。由于其高输入阻抗，发射天线 340 不受在天线本身附近的金属元件(如在包装体 600 中包括的电子电路的金属部分)的存在的不利影响。此外，在发射天线 340 的端部处的折叠改进辐射图案，特别是填充沿其轴线(即，沿方向 x)的零点。

[0111] 如果发射天线 340 具有与在以上图中表明的结构不同的结构，则类似考虑适用，条件是，天线的辐射器绕包装体的边缘折叠，以跟随包装体 600 的结构。例如，两个主辐射元件可以具有不同宽度(引起进一步阻抗变化)。此外，上部主辐射元件可以布置在正面上，从而不从包装体的敞开顶面突出；在这种后一情况下，包装体 600 的正面 605 可以设有适当切口，用于馈电终端的通过。

[0112] 根据本发明的实施例，接收天线 350 是带状单极，该带状单极按这样一种方式折叠，以具有第一主段 655 和第二主段 660，该第一主段 655 布置在侧面 625 的上部部分上，该第二主段 660 布置在背面 610 的上部部分上；在这样的第一段 655 和第二段 660 之间的接合是沿包装体 600 的边缘 662，该边缘 662 将侧面 625 与包装体 600 的背面 610 相接合。接收天线 350 设有两个馈电终端 664 和 666，这两个馈电终端 664 和 666 布置在包装体 600 的敞开顶面 615 上，用来将接收的信号提供给传感器节点 109 的硬件无线电接收器(即，在图 3 中由功能方块 330d 示意表明的、但未表示在图 6-9 中的电路)，该硬件无线电接收器布置在传感器节点 109 本身的包装体 600 内。两个导电带条 668 和 670 在侧面 625 上沿方向 z 竖直地延伸，用来分别将馈电终端 664 和 666 与接收天线 350 的第一段 655 的端部相连接。接收天线 350 的第一段 655 是锥形的，沿方向 z 具有的宽度在其连接到带条 668、670 的端部处较低，并且增大，直到到达其在边缘 662 上的最大延伸 wi，该边缘 662 将侧面 625 与背面 610 相接合。接收天线 350 的第二段 660 具有矩形形状，在背面 610 上从边缘 662 沿与方向 x 相反的方向延伸，沿方向 z 具有与 wi 相等的恒定宽度。

[0113] 根据本发明的实施例，利用接收天线 350 来接收 ISM 信号，这些 ISM 信号绕 2.44GHz 的中心频率具有 80MHz 的带宽。由于折叠的存在，接收天线 350 可安装在非常小的支撑体上，像包装体 600，而不必呈现突出元件，这些突出元件会使传感器节点的结构不适于安装在车辆轮胎内部。作为单极类型的天线，接收天线 350 要求按不平衡方式馈电(通过馈电终端 664 和 666)；此外，这样类型的天线会要求适当接地平面的存在。为了这些目的，在将馈电终端 664 直接连接到在传感器节点 109 内包括的硬件无线电接收器上，用来提供接收的信号时，将馈电终端 666 连接到提供硬件无线电接收器本身的接地(基准)电压的终端(在图中未表示)。按这种方式，接收天线 350 按不平衡方式馈电，并且同时硬件无线电接收器的全部导电元件都作为整体起接地板的作用，因而避免在传感器节点 109 中安装专用接地板，这些导电元件连接到提供接地电压的终端上，该终端又连接到馈电终端 666 上。必

须认识到,提出的接收天线 350 向在宽带上具有高阻抗的不平衡馈电线(如连接到馈电终端 664 和 666 上的不平衡馈电线)呈现良好匹配能力,具有比 -10dB 好的返回损失。接收天线 350 的主要辐射部分(即其第二段 660)和发射天线 340 布置在包装体 600 的相对面上,从而有利地减小在两根天线之间的任何电磁耦合。

[0114] 如果接收天线 350 具有与在以上图中表明的结构不同的结构,则类似考虑适用,条件是,天线的表面绕包装体的边缘折叠,以跟随包装体 600 的结构。例如,第二主段 660 可以沿整个背面 610 的长度(沿方向 x)延伸,从而接收天线 350 包括沿侧面 630 延伸的另外段。此外,代之以沿方向 z 具有恒定宽度,第二主段 660 可以具有渐小宽度,或者可以跟随不同轮廓(如正弦形或锯齿形轮廓)。

[0115] 根据本发明的实施例,为了将天线 340 和 350 与在传感器节点 109 内的金属元件的存在隔绝,将屏蔽板 675 插入在包装体 600 本身内部。具体地说,如可在图 10 中看到的那样,屏蔽板 675 按这样一种方式布置,以从包装体 600 的内部覆盖正面 605 和侧面 625 和 630。屏蔽板 675 由磁性加载的介电板制成,如由铁氧体或具有等效电磁屏蔽性质的任何其它材料制成。

[0116] 再对图 10 进行参考,根据本发明的实施例,传感器节点 109 的全部电子电路,都用附图标记 700 标识,布置在屏蔽板 675 的内表面上。为了保护电子电路 700 免受机械和环境应力,并且增大传感器节点 109 的整体结构抵抗力,包装体 600 的内部可以有利地借助于适当保护树脂的浇铸而填充。

[0117] 在车辆轮胎 104 内提出的传感器节点 109 的优选定位包括,将包装体 600 的正面 605 布置成与由轮胎 140 的圆周方向限定的平面相平行。在这种情况下,优选的是,向车辆的外侧定向正面 605(并因而,发射天线 340),使背面 610(并因而,接收天线 350)面向车辆。

[0118] 作为替代,传感器节点 109 可以布置成使得包装体 600 的正面 605 与由轮胎 140 的圆周方向限定的平面相垂直。

[0119] 然而,没有任何东西妨碍根据不同方位布置传感器节点 109,因为提出的发射天线 340 和接收天线 350 具有准全向辐射图案。

[0120] 图 11 表明示范天线系统的散射参数 S_{ij} ($i=1, 2, j=1, 2$) 的数值(按分贝),该示范天线系统包括提出的发射天线 340 和接收天线 350;具体地说,角标“1”与接收天线 350 的端口相对应,并且角标“2”与发射天线 340 的端口相对应。

[0121] 图 12 是三维图,表明根据本发明实施例的示范发射天线 340 当在 UWB 带的中心频率(4.5GHz)处发射时的方向性(dBi 刻度)。可观察到,这样的发射天线 340 的方向性通过接近大体与方向 z 相对应的方向而降低。

[0122] 而图 13 是三维图,表明根据本发明实施例的示范接收天线 350 当在 ISM 带的中心频率(2.44GHz)处接收时的方向性(dBi 刻度)。在这种情况下,可观察到,接收天线 350 的方向性通过接近大体与方向 x 相对应的方向而降低。

[0123] 已经广泛地试验了提出的天线系统,表明即使当传感器节点 109 安装在车辆轮胎内时,发射天线 340 和接收天线 350 的辐射图案也都非常令人满意。必须认识到,轮胎传感器系统保证在非常短距离处(典型地小于一米)信号的发射和接收,在该轮胎传感器系统中,指示采用提出的天线。因此,作为检查在所谓远场条件下的辐射图案的替代,更有用的

是,分析在离传感器节点本身的短距离(例如,几十 cm)处在给定表面(如平坦平面)上的辐射图案的特性。

[0124] 例如,图 14A 和 14B 表明由发射天线 340 在 4.5GHz 的频率处产生的、在与其中装配传感器节点 109 的轮胎的侧面相平行的并且在离轮胎的这个侧面约 20cm 的距离处的平面上取得的测量的电磁场分布(dB 刻度);尽管在图 14A 中,已经除去了轮胎的影响,但在图 14B 中表示的电磁场分布呈现由轮胎的存在造成的影响。

[0125] 类似地,图 15A 和 15B 表明分别在没有和有轮胎的情况下在 2.44GHz 的频率处接收天线 350 的测量的电磁场分布。

[0126] 由以上可观察到,在轮胎存在的情况下和在轮胎不存在的情况下在最大辐射功率之间的平均差值,在 4.5GHz 的发射频率下等于 6.5dB,而它在 2.44GHz 的接收频率下等于 4.4dB。

[0127] 以前描述详细呈现和讨论了本发明的几个实施例;尽管如此,对于描述实施例的几种变化、以及不同发明实施例是可能的,而不脱离由附属权利要求书限定的范围。

[0128] 例如,尽管参照在具有立方体形状的包装体中包括的传感器节点,已经详细描述了提出的天线系统,但本发明的概念可应用于不同的传感器节点结构,这些传感器节点结构具有按不同方式成形的包装体,像例如按平行六面体、普通棱柱、截头棱锥、普通多面体或圆柱的形式,条件是,天线(一根或多根)在所述包装体的表面上成形,以跟随其结构。

[0129] 此外,即使在描述中,已经对位于包装体的外部表面上的天线进行参考,但如果天线布置在包装体内,位于其内部表面上,则类似考虑也适用。

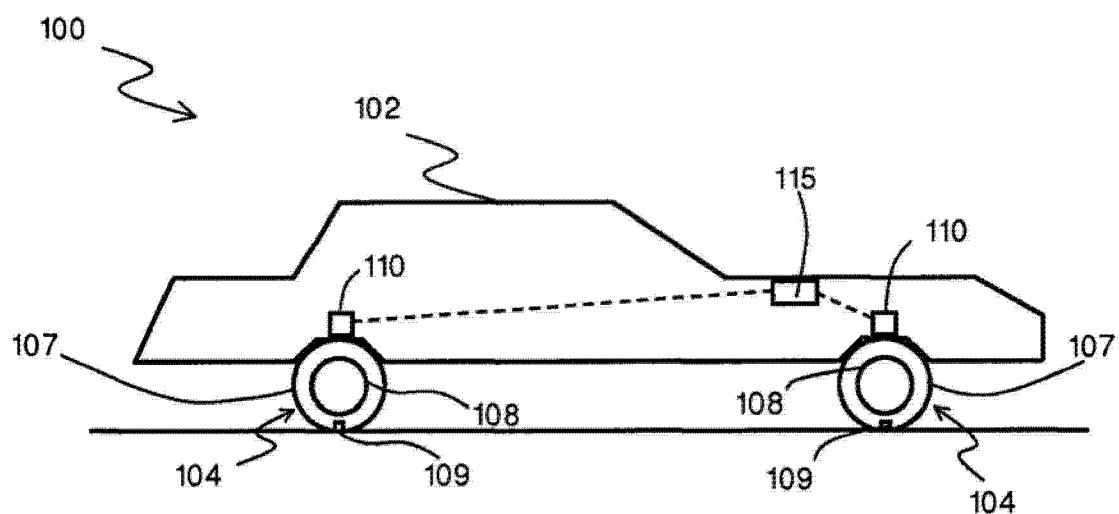


图 1

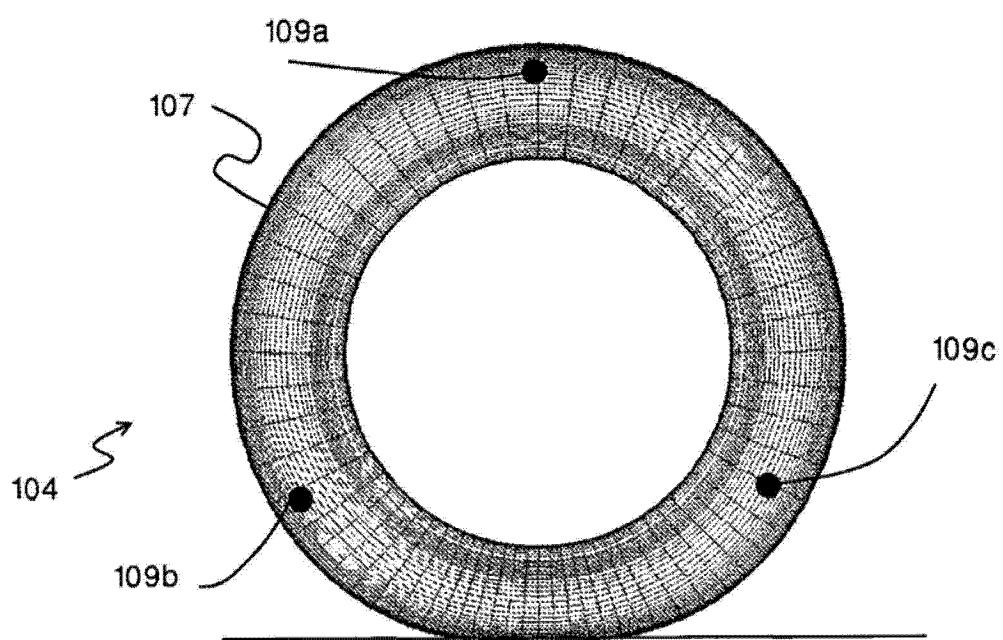
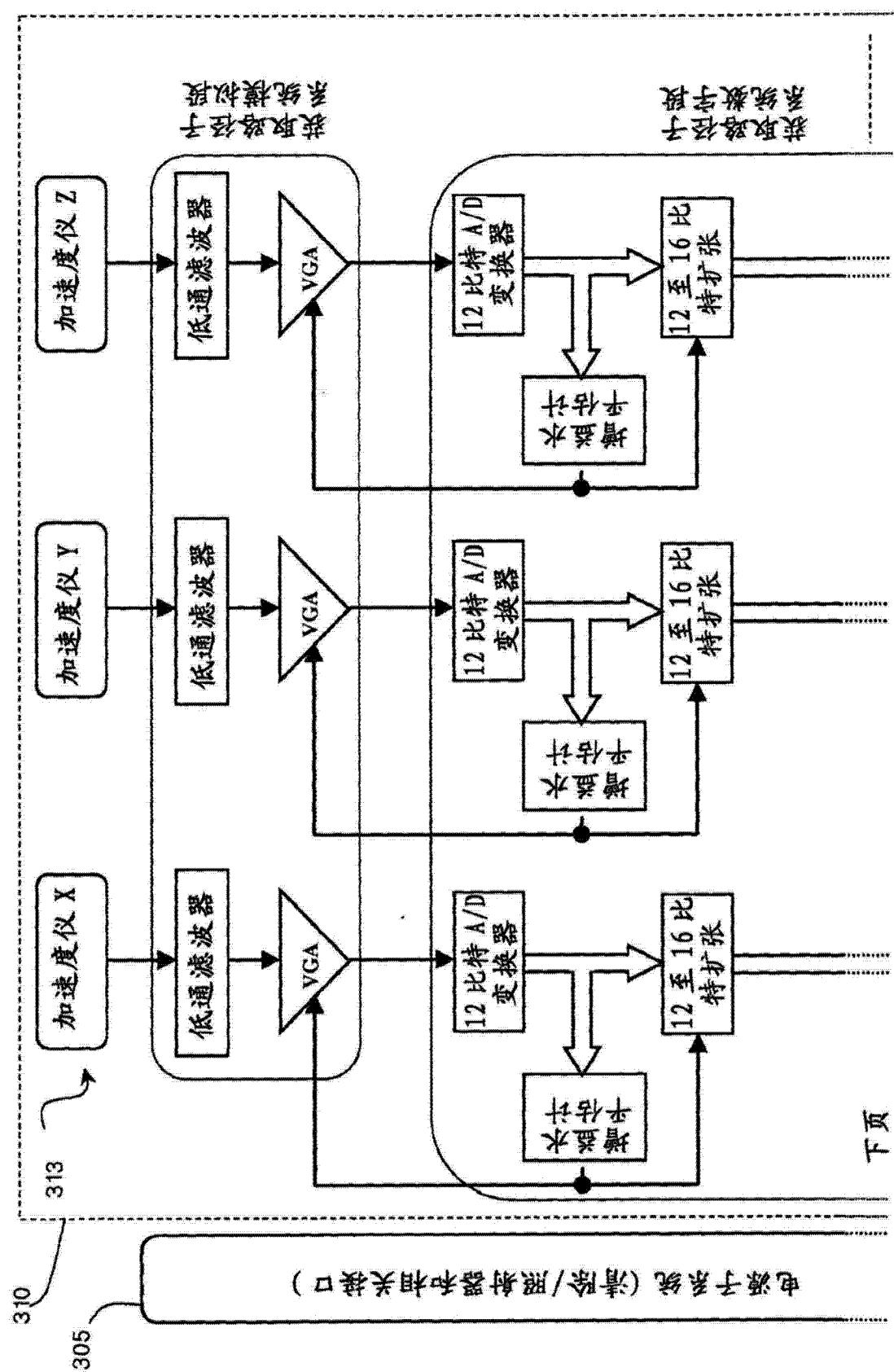
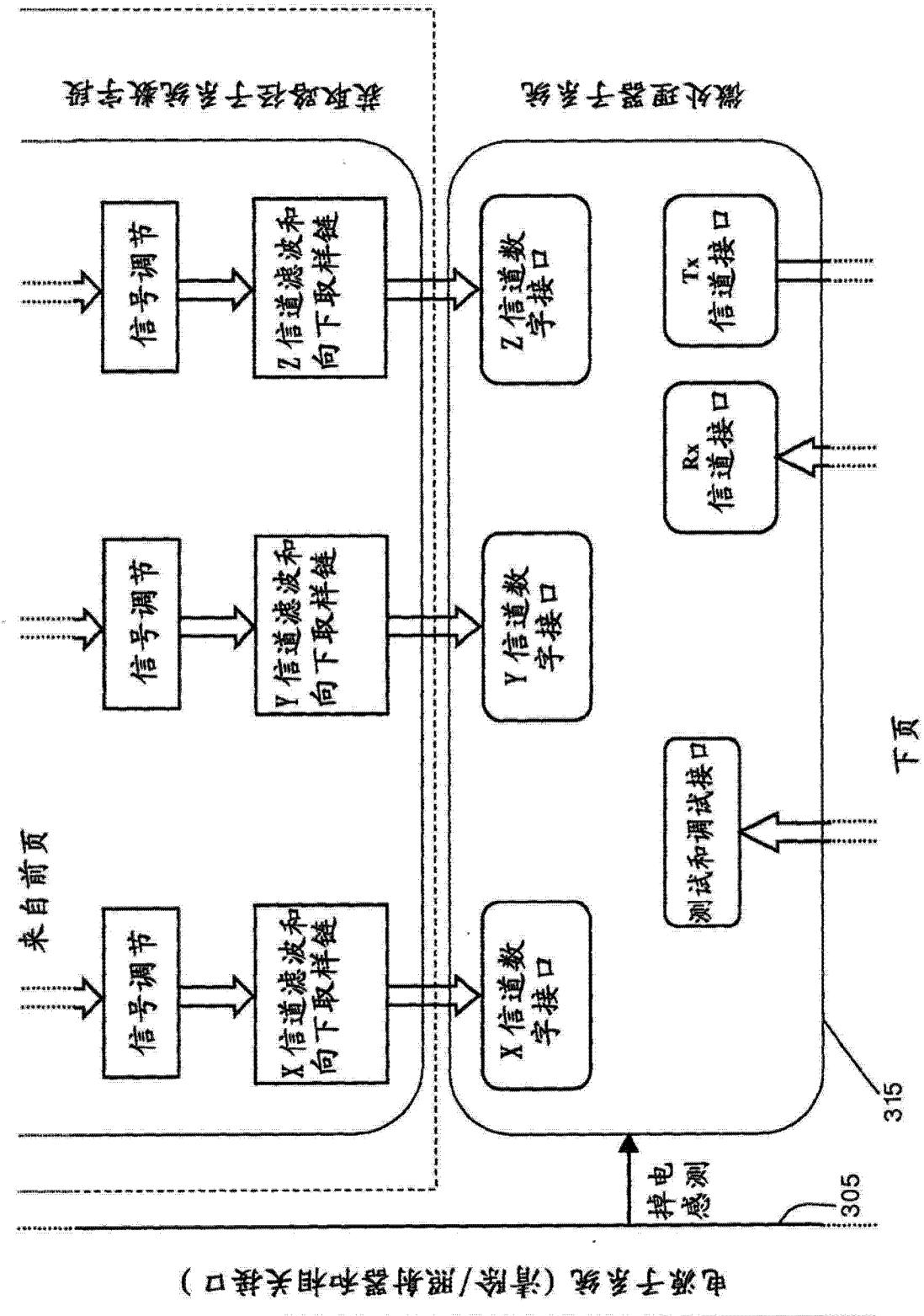
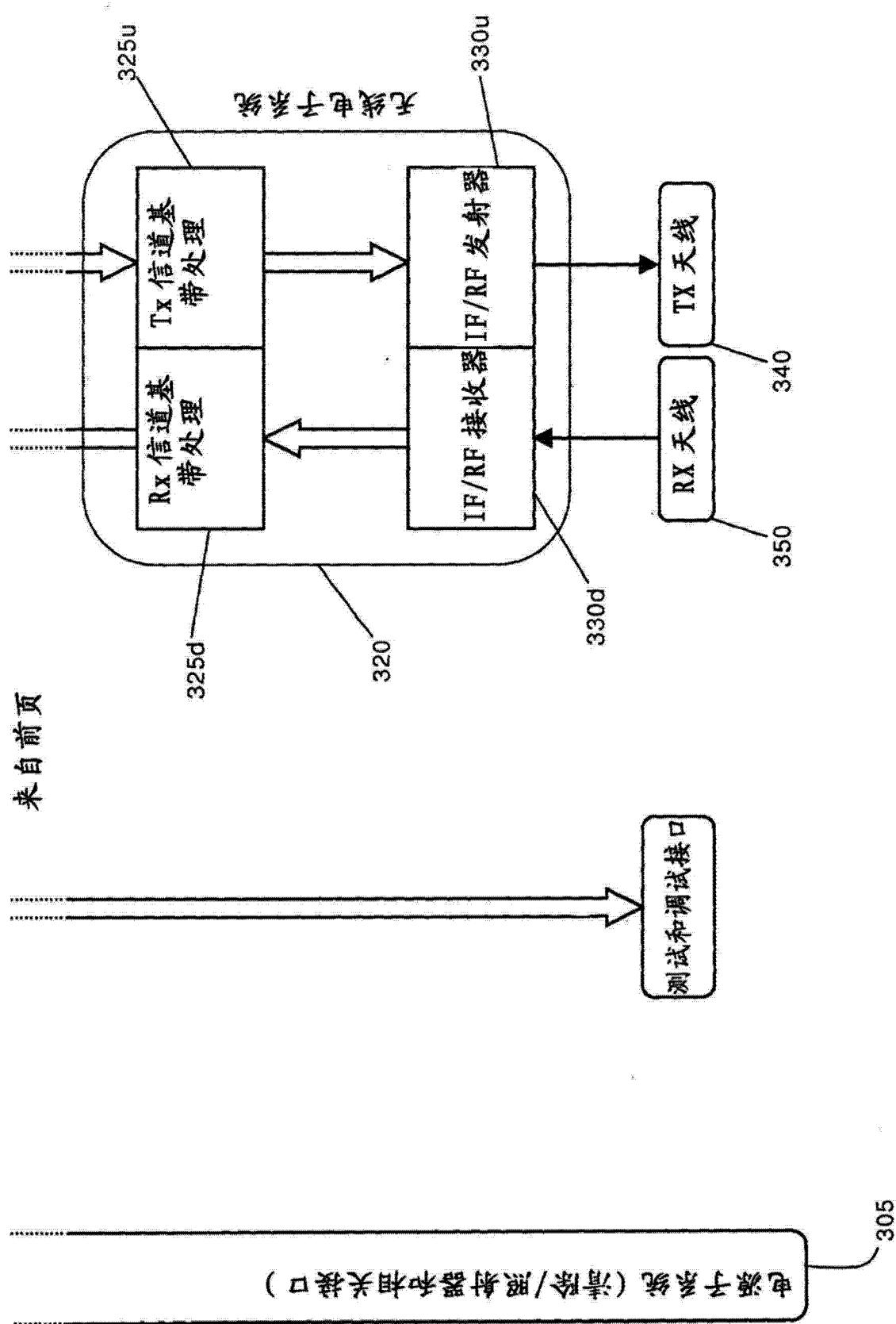


图 2







来自前页

图 3

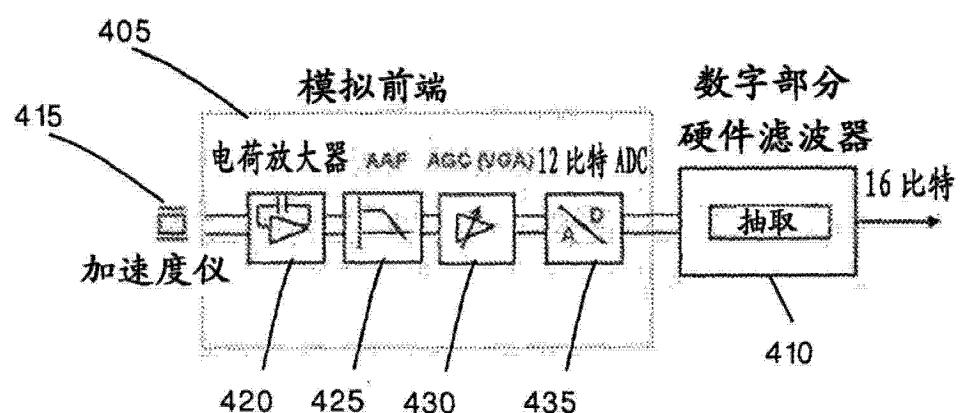


图 4

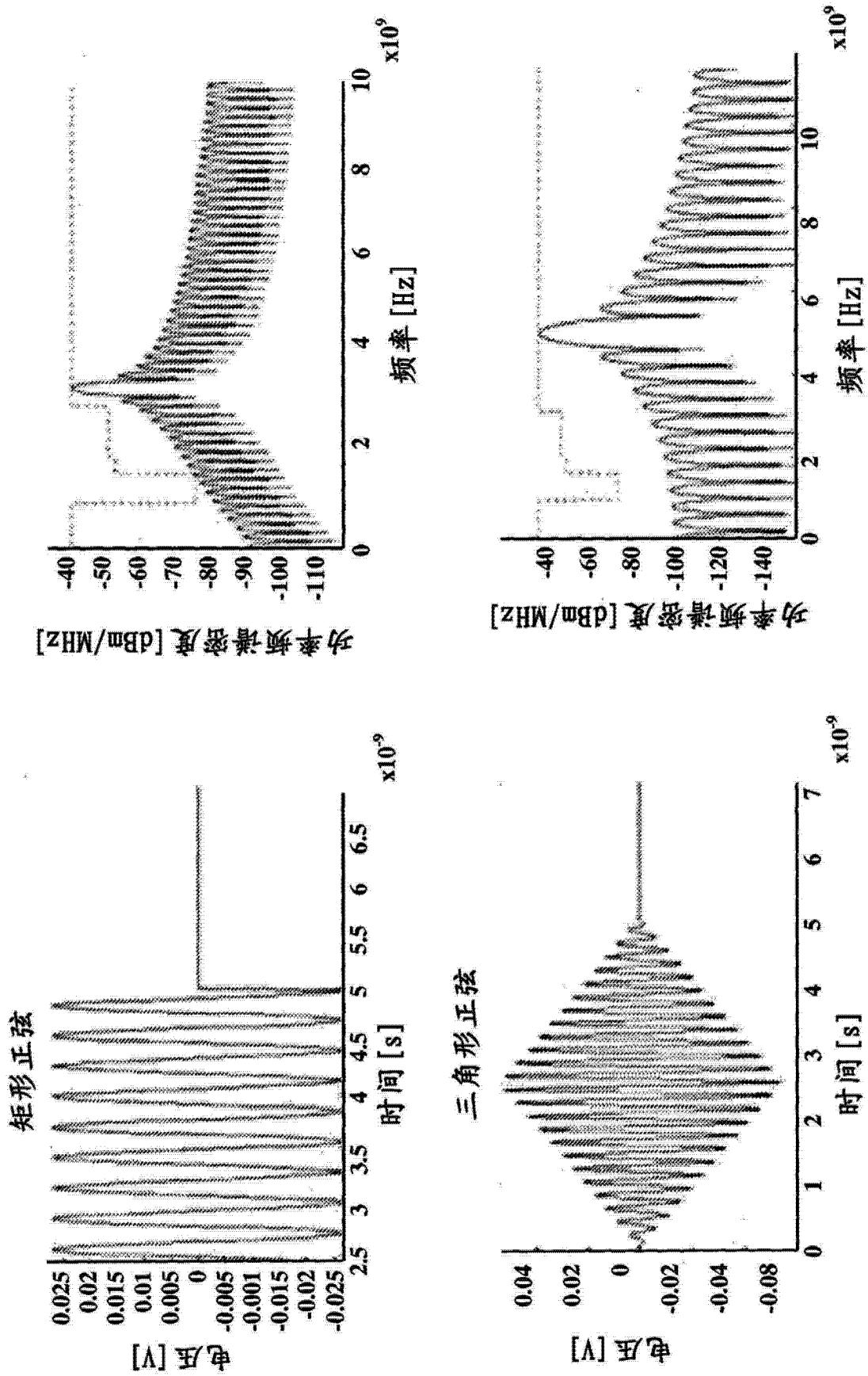


图 5

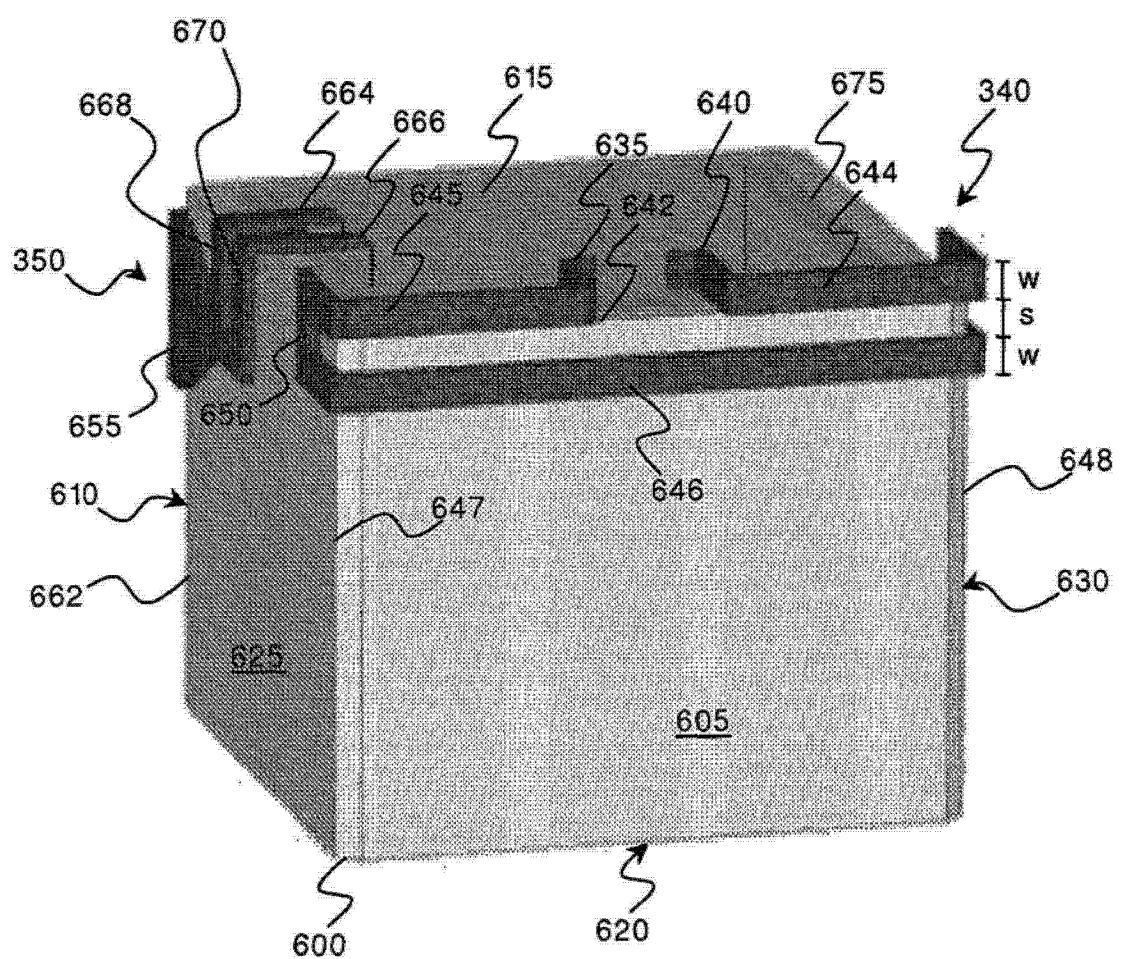


图 6

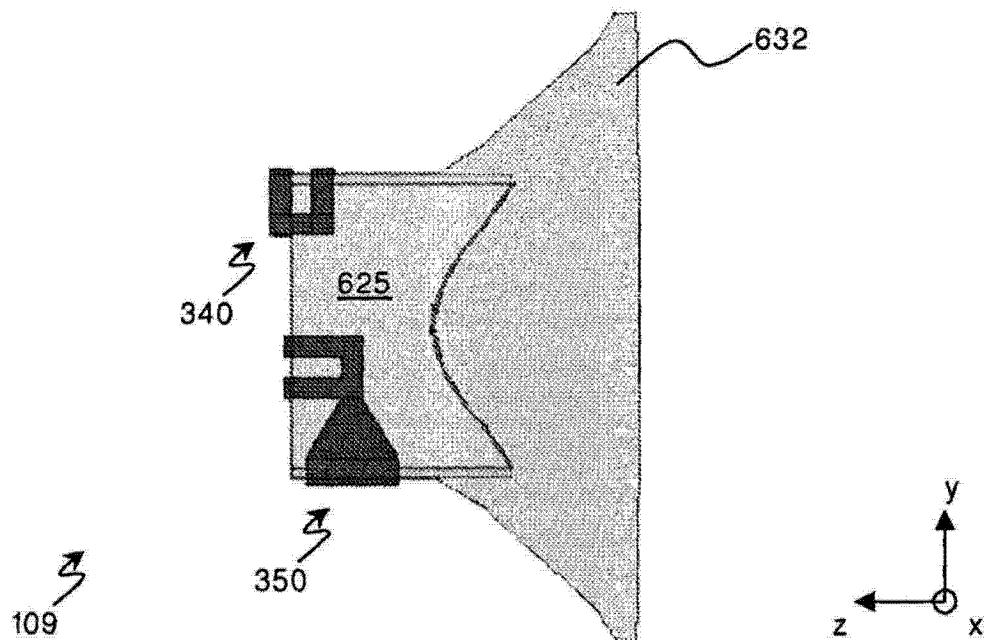


图 7

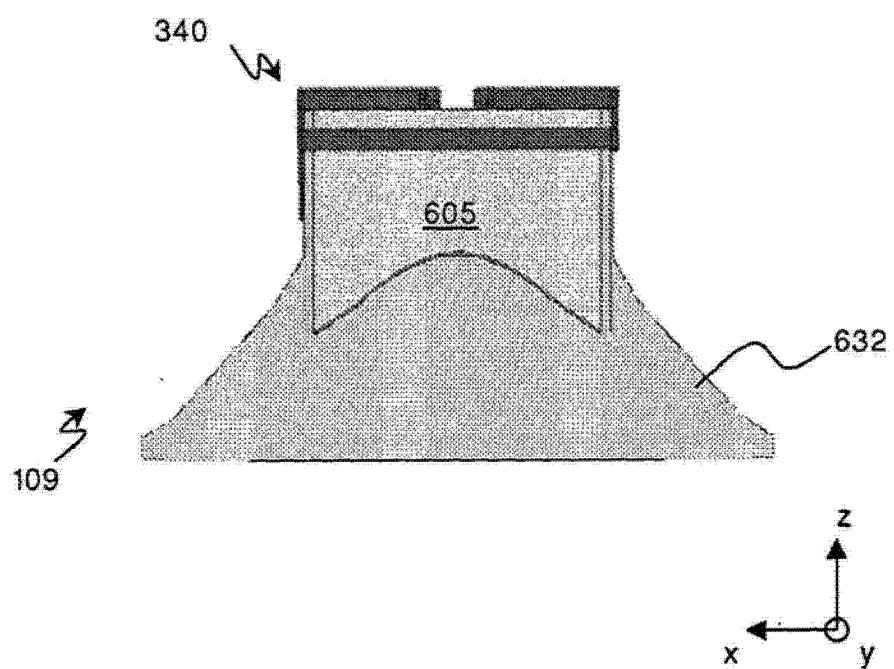


图 8

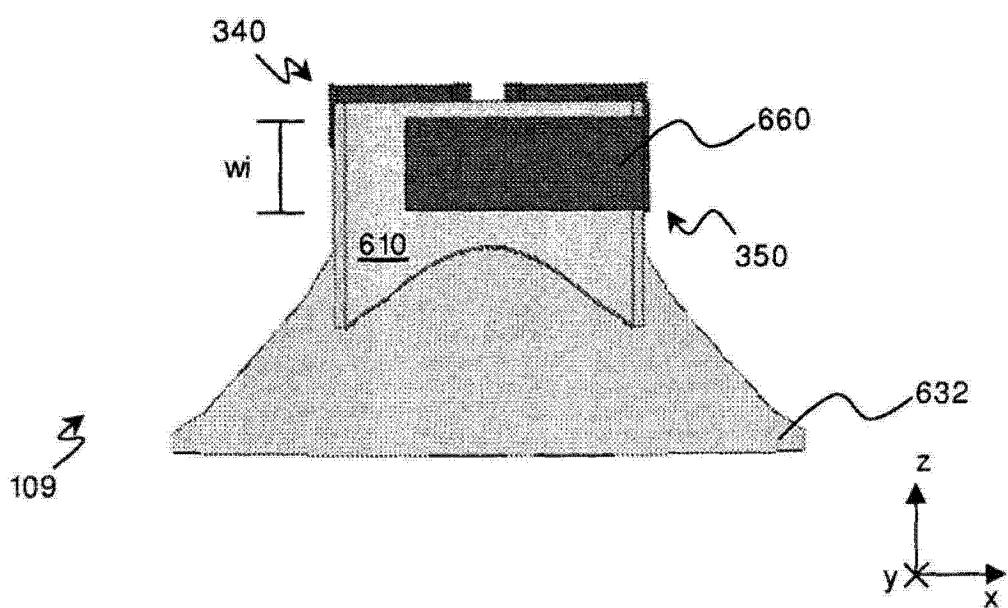


图 9

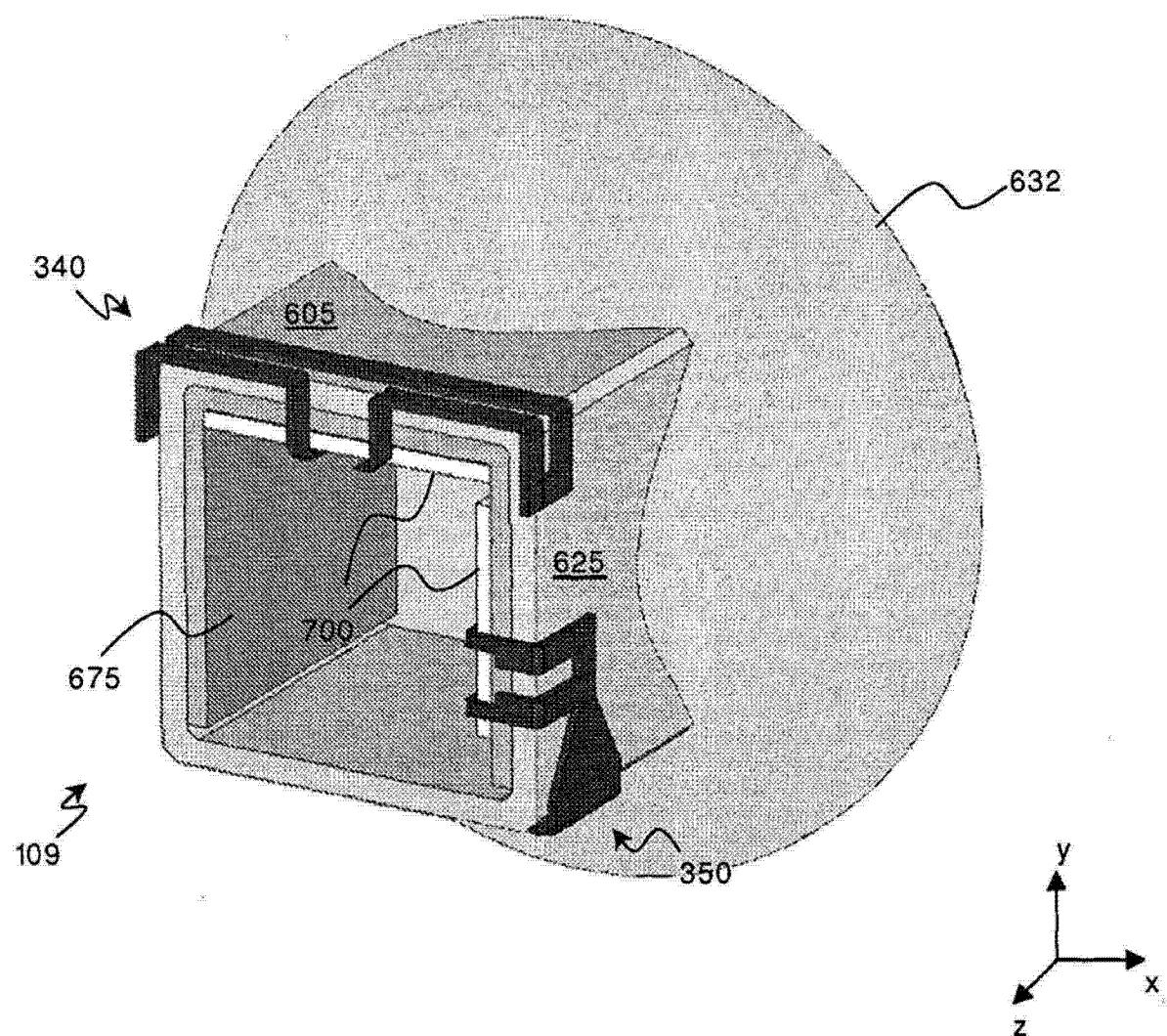


图 10

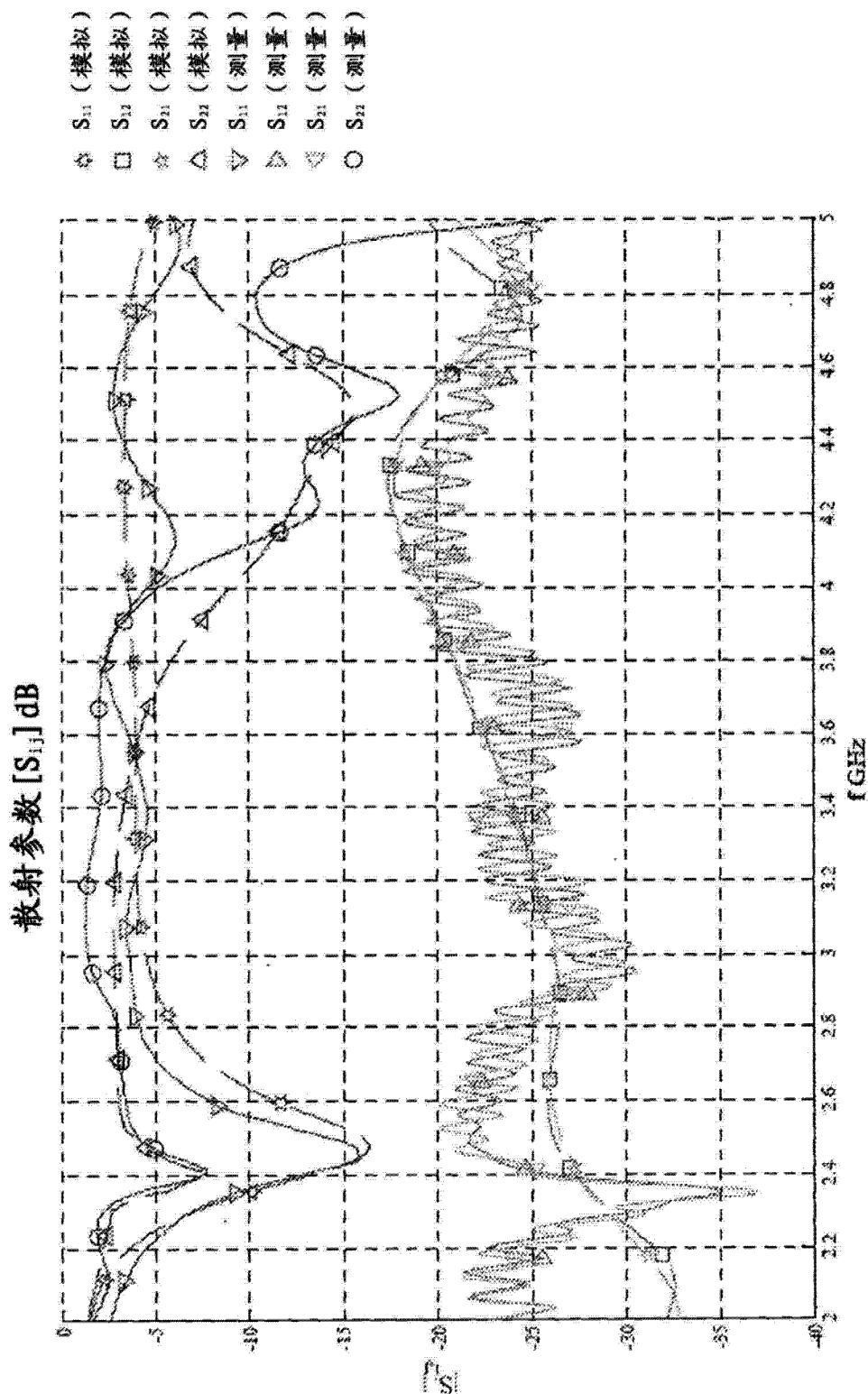


图 11

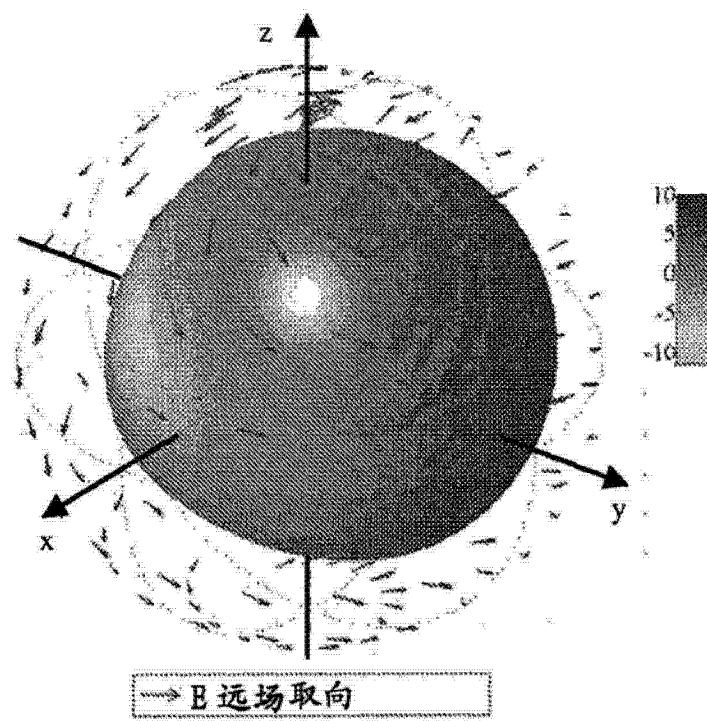


图 12

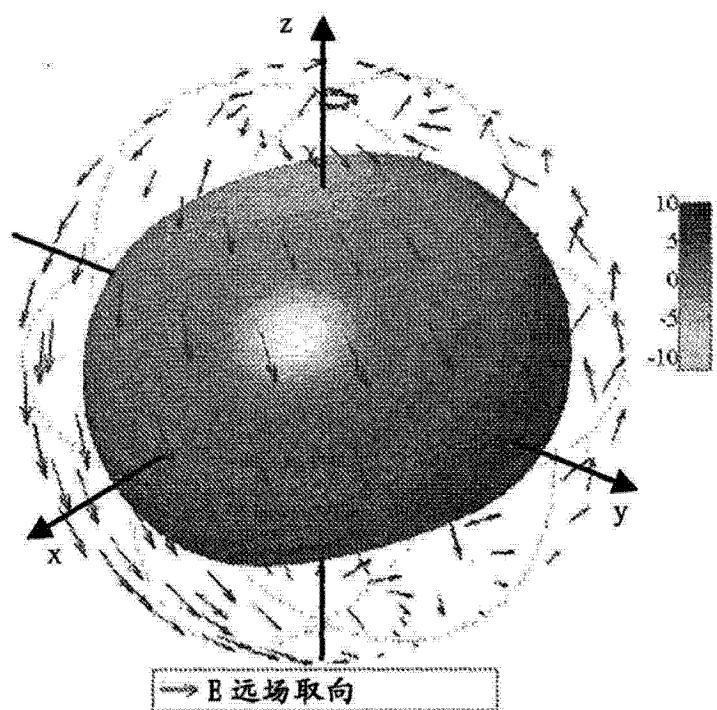


图 13

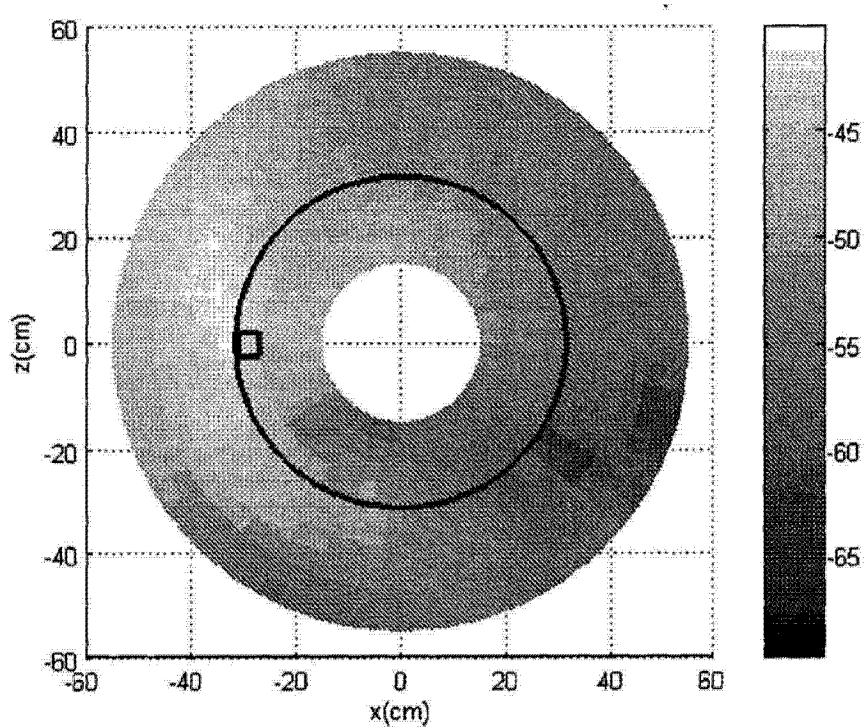


图 14A

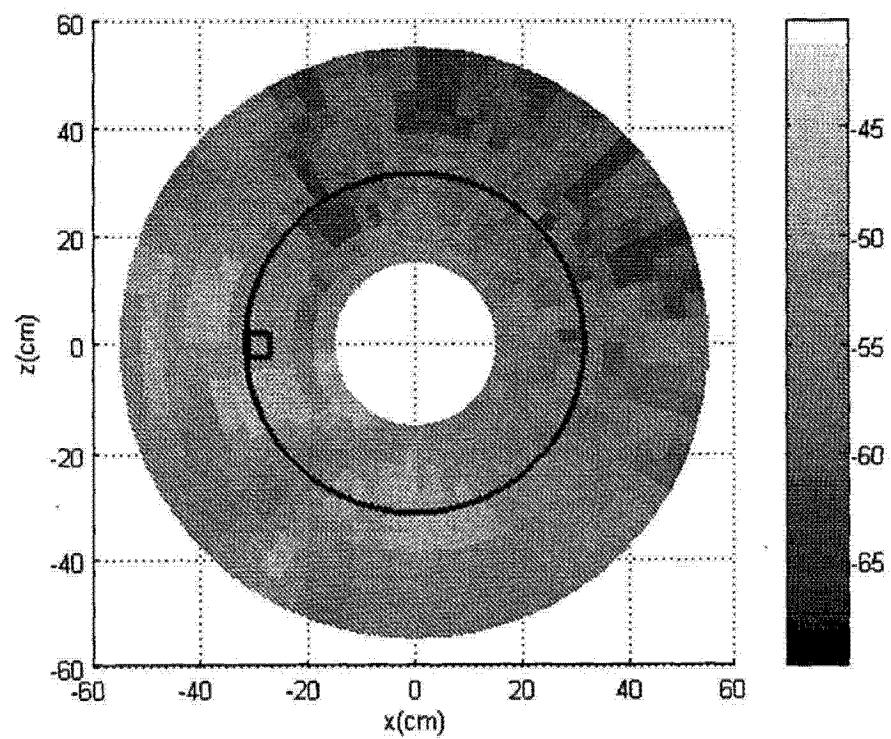


图 14B

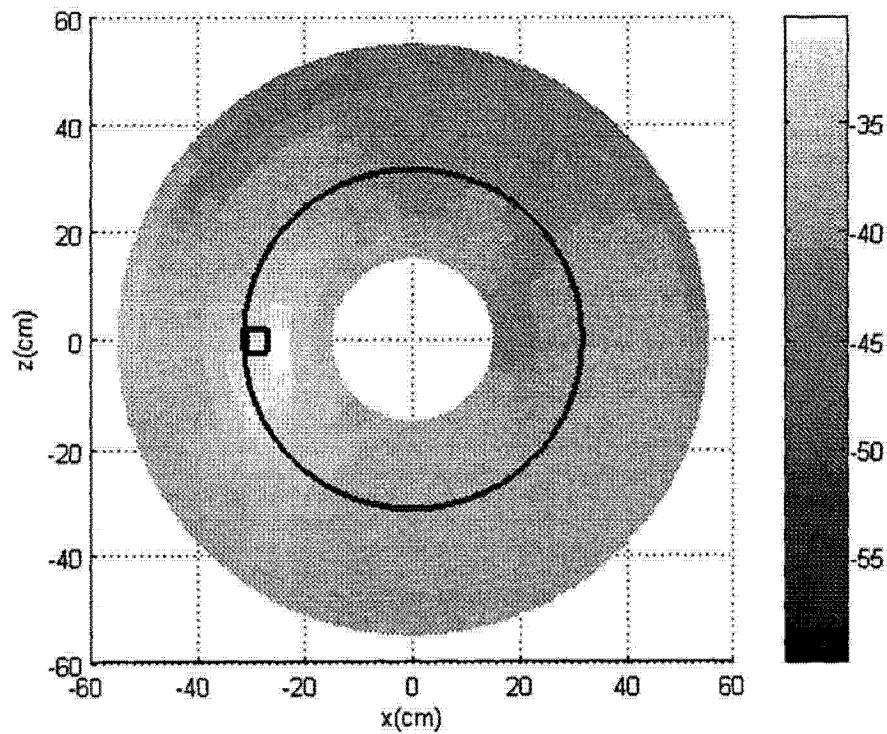


图 15A

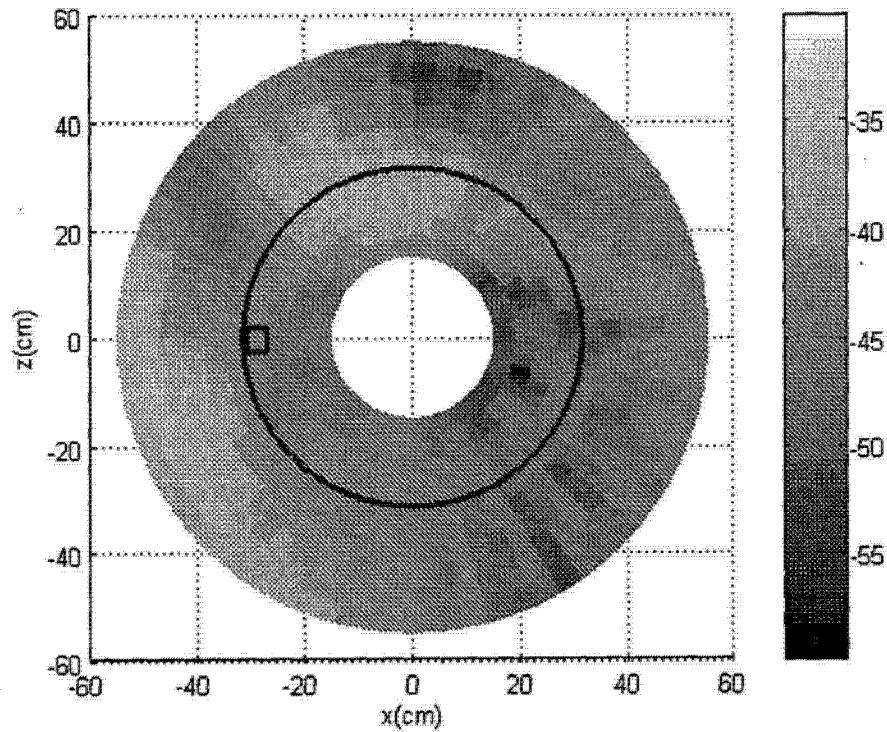


图 15B