



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104101845 B

(45)授权公告日 2017. 10. 10

(21)申请号 201410142705.7

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.04.10

G01R 33/32(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G01R 33/3415(2006.01)

申请公布号 CN 104101845 A

审查员 张烨

(43)申请公布日 2014.10.15

(30)优先权数据

102013206570.1 2013.04.12 DE

(73)专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 H.阿多尔夫 T.本纳 H-P.福兹

J.U.方迪厄斯 R.古姆布莱克特

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 熊雪梅

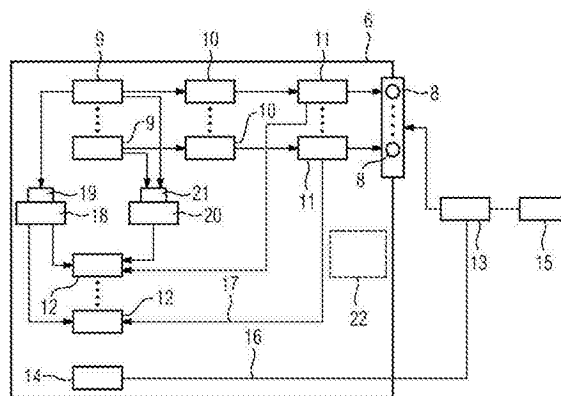
权利要求书2页 说明书10页 附图1页

(54)发明名称

为独立控制多个线圈元件而构造的发送装置及其运行方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于运行磁共振装置(1)的为了通过不同的发送路径来独立地控制高频线圈(3)的多个线圈元件(4)而构造的发送装置(6)的方法,其中,为了以不同相位控制线圈元件(4),考虑在参考平面(7)内、尤其在用于所述线圈元件(4)的插接位置(8)处的相位差,其中,在单次待实施的第一校准测量中,针对每个发送路径,通过在发送装置(6)中与所述参考平面(7)隔开地固定安装的内部测量装置来测量发送出的高频信号的第一相位,并且通过为了校准测量而要连接至该参考平面(7)、尤其要连接至所述插接位置(8)处的第二外部测量装置来测量发送出的高频信号的第二相位,其中,在所述线圈元件(4)的相位准确的控制中和/或为了校正借助所述内部测量装置的进一步的测量,考虑所述第一和第二相位中的至少一个。



1. 一种用于运行磁共振装置(1)的为了通过不同的发送路径来独立地控制高频线圈(3)的多个线圈元件(4)而构造的发送装置(6)的方法,其中,为了以不同相位控制线圈元件(4),考虑在参考平面(7)内的相位差,所述参考平面由用于线圈元件的插接位置提供,

其特征在于,

在单次待实施的第一校准测量中,针对每个发送路径,通过在发送装置(6)中与所述参考平面(7)隔开地固定安装的内部测量装置来测量发送出的高频信号的第一相位,并且通过为了校准测量而要连接至视为参考平面(7)的所述插接位置(8)处的外部测量装置来测量发送出的高频信号的第二相位,其中,在所述线圈元件(4)的相位准确的控制中和/或为了校正借助所述内部测量装置的进一步的测量,考虑所述第一和第二相位中的至少一个。

2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,针对每个发送路径,根据所述第一相位和所述第二相位的差来确定校正值,并且从借助所述内部测量装置的后续测量中减去所述校正值,以便确定在所述参考平面(7)上的当前相位,和/或从用于确定控制相位的目标相位中减去所述第二相位,以便获得在所述参考平面(7)上的目标相位,其中借助所述控制相位生成高频信号。

3. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,分别使用与具有模拟数字转换器的接收器(12,14)相连接的定向耦合器(11,13),作为所述内部和外部测量装置。

4. 按照权利要求3所述的方法,其特征在于,与所述外部测量装置相关联的接收器(14)仅仅用于该外部测量装置。

5. 按照权利要求3所述的方法,其特征在于,也应用用于所述内部测量装置的接收器(12)以便借助所述高频线圈(3)来接收磁共振信号。

6. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述第一校准测量的范围内,在每个发送路径上发送出清楚定义的测试信号,并且针对每个测试信号借助所述内部测量装置测量向前的和返回的测试信号的幅值和相位并且存储为检验值,其中,在相同的配置的情况下,对于检验测量中的至少一个较晚的时刻,针对每个发送路径重新地发送出所述测试信号,并且针对每个测试信号借助所述内部测量装置测量所述向前的和返回的测试信号的幅值和相位,其中,在偏离用于发送路径的检验值的情况下,确定并且输出线缆故障。

7. 按照权利要求3所述的方法,其特征在于,为了在所述发送路径上生成信号而分别应用调制器,并且所述内部测量装置分别包含所述接收器(12),其中,在所述第一校准测量期间,

a) 将所有接收器(12)的相位与所述调制器的预先确定的参考调制器的相位相比较,并且将偏差保存为接收器参考相位,和/或

b) 将所有调制器的相位与所述接收器的预先确定的参考接收器的相位相比较,并且将偏差保存为调制器参考相位,

其中,在重新启动发送装置(6)之后的第二校准测量期间,

a) 将所有接收器的相位与预先确定的参考调制器的相位相比较,并且将偏差保存为当前的接收器相位,和/或

b) 将所有调制器的相位与预先确定的参考接收器的相位相比较,并且将偏差保存为当前的调制器相位,

并且其中,在每次第二校准测量之后在相位准确的控制和/或校正的情况下针对每个

发送路径,也至少考虑在所述当前的接收器相位和所述接收器参考相位之间以及在所述当前的调制器相位和所述调制器参考相位之间的差值中的至少一个,特别地将在该当前的接收器相位和该接收器参考相位之间的差值叠加至作为所述第一相位和所述第二相位之间的差值所确定的校正值,和/或在每次第二校准测量之后还从用于确定控制相位的目标相位上减去在该当前的调制器相位和该调制器参考相位之间的差值。

8.按照权利要求7所述的方法,其特征在于,在每次重新启动所述发送装置(6)的情况下,自动地实施所述第二校准测量。

9.按照权利要求7或8所述的方法,其特征在于,为了确定所述接收器参考相位和所述当前的接收器相位,借助分离器(18)将特定的参考调制器的比较信号分布在所述接收器(12)上。

10.按照权利要求7或8所述的方法,其特征在于,为了确定所述调制器参考相位和所述当前的调制器相位,通过合并器(20)将所述调制器(9)的比较信号传输至特定的参考接收器。

11.一种用于磁共振装置(1)的发送装置(6),其被构造为独立地控制高频线圈(3)的多个线圈元件(4),为此,所述发送装置(6)包含多个发送路径,所述发送路径分别包含调制器(9)、放大器装置(10)、后置连接于所述放大器装置(10)的用于对所发送出的高频信号的第一相位进行测量的内部测量装置和用于所述高频线圈(3)的线圈元件(4)的被视作参考平面(7)的插接位置(8),具有能够连接于插接位置(8)的、用于对所发送出的高频信号的第二相位进行测量的外部测量装置和为了实施按照上述权利要求中任一项所述的方法而构造的控制装置(22)。

为独立控制多个线圈元件而构造的发送装置及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于运行磁共振装置的为了通过不同的发送路径独立地控制高频线圈的多个线圈元件而构造的发送装置的方法,其中,为了以不同相位控制线圈元件,考虑在参考平面内、尤其在用于线圈元件的插接位置处的相位差。此外,本发明涉及一种用于磁共振装置的发送装置。

背景技术

[0002] 在磁共振成像中建议这样构造发送线圈、即高频线圈,使得其包含不同的可以彼此独立地控制的线圈元件。如果已知通过哪些线圈元件生成哪些磁场,则可以在成像区域内生成不同的激励模式,例如体积选择的激励等。为此目的,也为了补偿由于反射形成的图像中较亮或较暗的位置等,可以设置,在各个由发送路径定义的通道之间生成定义的相位差,以便实现干涉。

[0003] 为了实现这样的多通道高频发送系统,提出了一种相应的发送装置,其允许独立地控制线圈元件。总的多通道高频发送系统在此通常被称为pTX或Tx阵列系统,其中“pTX”是指“parallel transmit”,即并行发送。总体上,然后通过改变各个通道或发送相位之间的相位差或幅值比例,来控制对于激励待拍摄对象内的核自旋所需的B1场的分布,以及控制对于对象的SAR负荷而言重要的电场。

[0004] 为了清楚地定义相位差,需要用于所有发送路径的参考点,因此总体上形成参考平面,其在磁共振装置的情况下一般通过用于各个线圈元件的插接位置来提供。在此注意到,既然这样的高频线圈和线圈元件的制造商基本上供应在控制的情况下所考虑的线圈元件的模型,则可以另外地考虑对于线圈元件的不同线缆长度和线圈元件的不同特性。

[0005] 用于多通道高频发送系统的发送装置在此通常首先在每个发送路径中具有调制器,其生成期望的高频信号作为小信号,分别为所述调制器后置连接高频放大器,所述高频放大器将高频信号放大至期望的幅值。如此放大的信号被传输至线圈的插接位置。为了正确地控制,尤其在磁共振成像的范围内,现在极其相关的是,已经在调制器处设置了正确的输入相位差,以便获得在参考平面内的正确的期望的目标相位差;此外,必须可以通过测量来可靠地检验,是否存在正确的相位差。然而在此存在一些问题。

[0006] 对高频多通道发送系统存在下列期望,所述期望尤其在磁共振中应用于患者上时对于提高安全性是值得向往的:

[0007] 1) 各个发送路径的控制必须这样进行,使得在发送路径的参考平面内存在通道之间的定义的相位差。只有通过这样的相位准确的控制才可以借助发送阵列、也就是借助具有可独立控制的线圈元件的高频线圈来生成预先确定的干涉模式。在此,首先存在这样的问题,即,各个发送路径的不同调制器并不生成必然相位相同的高频信号。此外,可能出现这样的问题,即,调制器之间的相位差在系统重新启动的情况下改变,其中尽管调制器的同步是可能的,但是在技术上却极其昂贵。由于不同的线缆长度或线缆特性以及由于高频放大器装置的变化,可以形成其他的在发送路径之间的涉及参考平面的相移。

[0008] 2) 应当相位准确地关于发送路径的参考平面来检测针对每个发送路径所发送的高频信号(脉冲)。这例如在考虑到发送脉冲的实时监控时是值得向往的,以便在发送系统的部件故障的情况下可以实施断开,所述断开例如避免患者中过高的局部或全局的SAR输入等。

[0009] 在此,还公知不同的问题。例如可以包含定向耦合器(DICO)的高频探测器、即测量装置,不能直接布置在参考平面内,针对所述参考平面应当测量相位。这尤其在考虑磁共振应用的情况下是有问题的,因为定向耦合器不能集成在用于线圈的插接位置而是大多布置在磁共振装置的患者拍摄区域之外,在那儿存在在插接位置和定向耦合器之间的非常长的线缆。此外,通常还在定向耦合器和接收器之间布置线缆,所述接收器通常具有解调器和模拟数字转换器(ADC)。结果是,除了差地校准的定向耦合器之外,在定向耦合器和接收器之间的线缆以及接收器自身对不同的发送路径也会引起不同的相移。最后,在接收器重新启动的情况下,类似于调制器,可以带来相位跳跃(Phasensprünge),这意味着,在相同输入信号的情况下,检测的在两个任意发送路径之间的相位差发生变化。在此,还可以考虑的是,强制进行接收器的同步,这却反过来带来高的构造性和花费上的开销。

[0010] 3) 最后,值得向往的是,检测在各个通道的发送路径内的缺陷、例如线缆中断,尤其在位于测量装置和线圈元件自身之间的部分中。这是因为在高频多通道发送系统的情况下线圈元件或通道的故障会带来有关的场改变。在此,在测量装置(高频探测器)和线圈元件之间的线缆区域是关键的,因为在该位置处的中断间接地带来测量装置上的信号衰减,所述测量装置又可以尤其包含定向耦合器。

发明内容

[0011] 因此,本发明要解决的技术问题是,提供一种用于运行发送装置的方法和一种发送装置,所述发送装置使得可以以简单的方式实现相位准确的发送和对相位差的检验。

[0012] 为了解决所述技术问题,在开头所述类型的方法中按照本发明设置,在单次待实施的第一校准测量中,针对每个发送路径,通过在发送装置中与参考平面隔开地固定安装的内部测量装置来测量发送出的高频信号的第一相位,并且通过第二个为了校准测量而要连接至参考平面、尤其要连接至插接位置(8)处的外部测量装置来测量发送出的高频信号的第二相位,其中在相位准确地控制线圈元件的情况下和/或为了校正借助内部测量装置的进一步测量,考虑第一和第二相位中的至少一个。

[0013] 在本发明的范围内已知,尽管如果发送装置在其通常运行状态中,测量装置不能被置于参考平面内,也就是尤其不能被置于用于线圈元件的插接位置处,但是在针对发送装置的校准测量期间,在所述校准测试中应用附加的、与自身固定的接收器相对应的外部测量装置,则一定可以在参考平面内布置测量装置。由于所述外部测量装置不依赖于其连接于哪个发送路径、因此连接于哪个插接位置,都相同地表现,所以该外部测量装置提供不变的参考,所有发送路径可以与该参考相比较。因此,第一校准测量的测量流程根据本发明是这样的,即,首先外部测量装置连接至针对其应当进行测量的发送路径。然后在该发送路径中生成尤其预先确定的高频信号(测试脉冲),并且既通过内部测量装置又通过外部测量装置来进行相位测量,由此来测量第一相位和第二相位。存储针对所述发送路径的第一和第二相位,并且测量下一个发送路径直到存在针对每个发送路径的元组(Tupel)。第一和第

二相位的差说明在内部测量装置上测量的相位如何一般地偏离在参考平面上的相位,也就是描述线缆长度等。

[0014] 因此,可以在本发明的具体构造中设置,针对每个发送路径从第一相位和第二相位的差中确定校正值,并且从借助内部测量装置进行的后续测量(分别所采集的测量值)中减去所述校正值,以便确定在参考平面上的当前相位。以这种方式,也就可以确定在参考平面内的相位,并且由此总是确定在参考平面内的正确的相位差。

[0015] 此外,外部测量装置(其针对每个通道(发送路径)是相同的)却提供这样的可能性,即,平衡在参考平面内的相位,因为在每个发送路径中生成具有相同控制相位的高频信号并且由此第二相位表明由于发送路径中的差别而在参考平面内形成的差别。

[0016] 因此,可以以本发明有利的构造来具体地设置,使得从用于确定控制相位的目标相位中减去第二相位,以便获得在参考平面处的目标相位,其中借助所述控制相位来生成高频信号。这也就意味着,若已知在参考平面内的目标相位以便获得特定的干涉,则第二相位表明必须如何控制调制器以便获得相应的目标相位。在此,再次补充说明,最后在参考平面也存在相位差,因为没有一般地定义清晰的“零相位。因此,大多最后在考虑参考发送路径、例如第一发送路径的情况下确定目标相位。然而,在考虑第二相位的情况下,总是获得期望的在参考平面内的相位差。

[0017] 在此,还注意到,如果没有设置昂贵的电子设备以对内部测量装置的调制器或接收器进行同步,则至少在总发送路径的测量期间,发送装置的系统重新启动应当被排除,以便避免调制器和接收器的相位跳跃,对此下文中还将更详细地讨论。

[0018] 除了连接外部测量装置之外,按照本发明的方法的全部步骤显然可以自动地实施。例如,可以引导用户通过第一校准测量,方法是,向其通知要在哪个插接位置上连接外部测量装置,其中用户可以在连接外部测量装置之后对此进行确认。然后自动地进行测量,并且接着输出用于下一个发送路径的新命令。此外,要指出的是,可以合适地为外部测量设备后置连接视在负载(Scheinlast),例如50 Ω 终端,其对理想的线圈元件进行模拟并且能够避免用于校准的高频信号的反射部分。

[0019] 总体上,本发明因此提出校准、监视和控制方法,借此使得可以在多通道高频发送系统中相位准确地发送和检测高频脉冲/高频信号。这对于在磁共振装置中控制高频多通道发送系统以及监视在患者中生成的局部SAR是具有特别意义的。所描述的过程不依赖于所应用的高频线圈或所应用的线圈元件。对于任意数目的发送路径,这是可以实现的。此外,可以简单地并且成本低廉地实现。

[0020] 在本发明的另一有利的构造中可以设置,分别应用与具有模拟数字变换器的接收器相连接的定向耦合器,作为内部和外部测量装置。除了模拟数字变换器之外,接收器还可以容纳解调器。通过接收器所接收的测量值、具体地即相位,然后作为数字信号传输至发送装置的控制装置,所述控制装置如所描述地相应地对所述数字信号进行分析和继续使用。这种用于高频信号的相位(和需要时附加的幅值)的测量装置在现有技术中已经是很大程度已知的,并且在此不必更详细地说明。

[0021] 在本发明的合适构造中,与外部测量装置相关联的、尤其固定安装在发送装置内的接收器仅仅用于外部测量装置。为了外部测量装置尽可能独立并且对于每个发送通道是相同的,针对外部测量装置应用具体的、与该外部测量装置固定对应的、也能固定安装在发

送装置中的接收器,从而可以将测量结果直接传输至发送装置的控制装置,并且能够减少要手动连接的部分。

[0022] 尽管在本发明的变形中内部测量装置的接收器只能固定地与所述内部测量装置相关联,但是用于内部测量装置的接收器也可以被用于借助高频线圈接收磁共振信号。因此,如在现有技术中基本公知的那样,对于每个发送路径也可以实现接收路径,其中能够通过切换设备在发送和接收之间切换。然后发送的信号如通常一样经过定向耦合器,在接收的情况下接收信号经过开关矩阵并且传输至接收器。

[0023] 所述方法的特别优选的实施方式提供,在第一校准测量的范围内,尤其在连接高频线圈的情况下,清楚定义的测试信号在每个发送路径上被发送,并且针对每个测试信号借助内部测量装置来测量向前的和返回的测试信号的幅值和相位并且保存为检验值,其中在相同的配置的情况下、也就是尤其还是在连接高频线圈的情况下,在检验测量中对于至少一个较晚的时刻,针对每个发送路径重新发送测试信号并且针对每个测试信号借助内部测量装置测量向前的和返回的测试信号的幅值和相位,其中在偏离用于发送路径的检验值的情况下确定并且输出线缆故障。以这种方式,借助按照本发明的方法也可以识别例如在内部测量装置和线圈元件之间的线缆中断,因此在第一校准测量的范围内附加地实施参考测量。此外,在每个通道上、也就是每个发送通道上按照顺序发送预定义的测试信号。发送路径的向前的和返回的波的相位和幅值被检测并且被保存(在此可以在内部测量装置的每个定向耦合器上连接两个接收器,从而可以检测前向的和返回的波)。这样描述的参考测量可以借助连接的高频线圈、但是也可以借助断开的发送线缆终端来进行。作为对触发信号的反应、例如对重新启动发送装置的反应,可以全自动地进行检验测量,对此,类似于在第一校准测量范围内的参考测量,按顺序通过所有发送路径来发出预定义的测试信号。重新测量幅值和相位,其中已经显示出,尤其相位在此对由中断等引起的线缆长度变化非常灵敏。如果在内部测量装置(尤其定向耦合器)和线圈元件之间的发送路径损坏,则返回波的幅值和相位发生变化;如果在放大器装置和定向耦合器之间的线缆损坏,则甚至向前波的幅值和相位发生变化。由此,可以通过将相位和/或幅值与在参考测量中所采集的检验值进行比较来确定,是否存在以及在哪里存在线缆故障。在此重要的是,测量布置与参考测量是一样的,由此又可以连接相同的高频线圈或者又存在断开的线缆端(未插接的线圈)。要指出的是,检验测量(比较测量)的自动化触发所涉及的,明显也能够被检测出是否有线圈以及哪个线圈连接到发送装置上,这在很大程度上在现有技术中是公知的。如果以发送路径的断开的端运行,则合适的可以是,直接在启动发送装置之后,在连接高频线圈之前,实施检验测量。还要指出的是,明显地在相位和幅值的这样测量的情况下已经基于第一和第二相位进行了校正,如上文所述。仍要指出的是,如果在连接高频线圈的情况下运行,线圈负载必须和用于参考测量的一样,这在磁共振装置中可以通过无负载的(unbeladen)线圈来确保。

[0024] 如已经提到的那样,在重新启动发送装置的情况下,可能带来调制器和内部测量装置的接收器的不同相位。对此,可以通过极其复杂的并且很难实现的同步装置来克服,其中在对此进行设计的情况下,可以持久不改变地继续利用第一校准测量的结果。但是,这不是优选的,因为对此需要大的开销。此外不期望的是,在每次重新启动发送装置之后都必须重新实施第一校准测量,因为这样每次会要求针对每个发送路径连接外部测量装置。

[0025] 为了解决这样的难题,本发明的极其有利的扩展形式提出,为了在发送路径上生成信号而分别应用调制器,并且内部测量装置分别包含一个或所述接收器,其中在第一校准测量期间,

[0026] a) 将所有接收器的相位与调制器的预先确定的参考调制器的相位相比较,并且将偏差保存为接收器参考相位,和/或

[0027] b) 将所有调制器的相位与预先确定的参考接收器的相位相比较,并且将偏差保存为调制器参考相位,

[0028] 其中,在重新启动发送装置之后的第二校准测量期间,

[0029] a) 将所有接收器的相位与调制器的预先确定的参考调制器的相位相比较,并且将偏差保存为当前的接收器相位,和/或

[0030] b) 将所有调制器的相位与预先确定的参考接收器的相位相比较,并且将偏差保存为当前的调制器相位,

[0031] 并且其中在每次第二校准测量之后在相位准确的控制和/或矫正的情况下针对每个发送路径,也至少考虑在当前接收器相位和接收器参考相位之间以及在当前调制器相位和调制器参考相位之间的差值中的至少一个,特别地将在当前接收器相位和接收器参考相位之间的差值叠加至作为第一相位和第二相位之间的差值所确定的校正值,和/或还从用于确定控制相位的目标相位上减去在当前调制器相位和调制器参考相位之间的差值。

[0032] 以这种方式,本发明实现,当在第一校准测量期间采集了参考值,由此已知,对于调制器和/或接收器的哪些有关相位来采集第一和第二相位时,通过随着每次重新启动发送装置自动发生的第二校准测量也考虑在重新启动发送装置的情况下调制器或接收器的相位跳跃。然后由此使得在已知可能发生的另一偏移(Verschiebung)的情况下能够合适地修改校正过程或控制过程,而无需极其昂贵的同步装置。在此建议,为了确定在调制器中的相位差,分别使用固定的接收器作为比较;以及为了确定在接收器中的相位差别,分别应用固定的调制器以用于比较。由此提供了固定的参考,其使得能够对调制器参考相位和当前的调制器相位进行比较或对接收器参考相位和当前的接收器相位进行比较。也就是最后在每次重新启动发送装置之后,可以重复第一校准测量的步骤a)和b),以便这样确定当前的相位,所述第一校准测量也被称为单次待实施的“调准(tune-up)”测量。

[0033] 在此,如已经描述的那样,如果在重新启动发送装置的情况下自动地实施第二校准测量,则是合适的,其中要指出的是,对于在发送装置内部的相应的“测量路径”,明显可以设置合适的开关设备,所述开关设备也可以由发送装置的控制装置自动地控制以便实现测量。

[0034] 合适的是,如果为了确定接收器参考相位和当前的接收器相位而借助分离器将特定参考调制器的比较信号分布在接收器上。类似地,合适的是,如果为了确定调制器参考相位和当前的调制器相位而通过合并器将调制器的比较信号传输至特定的参考接收器。然后,在相应的路径中,如已经表明的那样,附加地设置合适的开关设备,以便能够无需手动干预而自动地实施第二校准测量。

[0035] 除了所述方法之外,本发明还涉及用于磁共振装置的发送装置,其被构造用于独立地控制高频线圈的多个线圈元件,为此发送装置包含多个发送路径,所述发送路径分别包含调制器、放大器装置、后置连接于放大器装置的用于对发送出的高频信号的第一相位

进行测量的内部测量装置、和用于参考线圈的线圈元件的被视作参考平面的插接位置,具有可以连接在插接位置处的用于对发送出的高频信号的第二相位进行测量的外部测量装置和为了实施按照本发明的方法而构造的控制装置。关于按照本发明的全部实施能够类似地转移到按照本发明的发送装置,使得所述发送装置也获得所描述的优点。特别地,所描述的设计构造、例如合并器和/或分离器的应用,能够无问题地转移到按照本发明的发送装置。发送装置可以是具有高频多通道发送系统的磁共振装置的组成部分,所述高频多通道发送系统具有包含多个独立可控制线圈元件的高频线圈。可以针对第一校准测量来构造控制装置,以便引导用户通过第一校准测量,这涉及该要进行的动作、例如连接/重新插接外部测量装置,对此例如可以设置合适的输出装置或合适的开关,用户可以在连接外部测量装置之后操作所述开关等。自动地触发和启动或实施所述方法的所有测量步骤和需要时要实施的第二校准测量。

[0036] 在此位置还要注意的,关于对线缆中断或其他线缆损坏的检测,也可以考虑实施参考测量和检验测量的甚至两个实例 (Instanz),也就是一次具有负载而一次没有负载,从而提供两个比较可能性。

附图说明

[0037] 下文中描述实施例中结合附图给出了本发明的其他优点和细节。其中,

[0038] 图1示出具有按照本发明的发送装置的磁共振装置的原理图,和

[0039] 图2示出按照本发明的发送装置。

具体实施方式

[0040] 图1示出了磁共振装置1的原理图,出于清晰性起见没有更详细地图示所述磁共振装置,在现有技术中其通常包含组件,例如具有超导主磁体的主磁体单元,所述主磁体单元定义患者拍摄区域,患者卧榻可以驶入到患者拍摄区域中。在患者拍摄区域周围通常还设置梯度线圈装置。

[0041] 在磁共振装置1中通过高频多通道发送系统2来生成用于激励核自旋的高频信号,所述高频多通道发送系统包含高频线圈3、例如身体线圈,其由多个可独立控制的线圈元件4组成。以这种方式,可以在已知由单个线圈元件4生成的、经常作为所谓B1图 (B1-Maps) 被测量和保存的磁场的情况下,建立任意的激励,这也可以意味着,以不同相位对线圈元件4进行控制,使得形成相位差,其例如在特定区域内带来希望的干涉。既然线圈元件4和其线缆5的相位响应是一般已知的并且以模型的形式通常由线圈元件4的制造商所提供,那么这种情况对于提供通过线圈元件4要发送出的高频信号的发送装置而言不是必须的。为了实现相位准确的控制和对正确相位差的检验,必须已知在参考平面7上的相位差,在此通过发送装置6的插接位置8来定义所述参考平面。本发明致力于,在发送和在检验测量所发送的高频信号的情况下,以及在发送装置的通常运行中使用校准信息的情况下,关于可能的相位区别,对发送装置6进行校准,

[0042] 对此,首先参考图2更详细地示出发送装置6的结构。图2是原理图,其示出不同部件的基本相互关系,却没有反映精确的电路图,但是其具体实现对于专业人员而言可以是没有问题的。

[0043] 对于每个通道、也就是每个线圈元件4,在发送装置6中如基本公知的那样设置发送路径,其中首先通过调制器9生成高频信号作为小信号。小信号传输至高频放大器装置10并且在此被放大至期望的幅值。此后,如此放大的高频信号被传输至插接位置8。在本情况下,并没有针对所有n个发送路径中的每一个示出部件,而是出于清晰性的原因仅针对第一发送路径 $i=1$ 和针对最后发送路径 $i=n$ 示出,其中通过相应的省略号表示其余的部件。

[0044] 基于空间的和电磁的场特性,在磁共振装置1中通常不可能直接在插接位置8处、也就是参考平面7上布置采集高频信号的相位和幅值的内部测量装置。因此,在内部测量装置和插接位置8之间存在可能对于不同的发送通道不同的线缆长度,此外需要时在内部测量装置自身之间形成区别。在本情况下,后置连接于放大器装置10的内部测量装置分别通过定向耦合器11和接收器12来实现,其中所述接收器12包含解调器和模拟数字转换器。

[0045] 通过控制装置22来控制发送装置6的运行,所述控制装置也实施按照本发明的方法。

[0046] 借助按照本发明的方法,可以运行发送装置6,所述发送装置使得能够在具有n个线圈元件4的高频线圈3中相位准确地发送并且检测高频脉冲(高频信号),对此实施一系列校准测量。这可以区分为单次待实施的第一校准测量(调准)和在每次重新启动发送装置6之后要实施的第二校准测量,这些总体上在下文中将更详细地描述。

[0047] 在第一连接发送装置6的情况下,在在发送装置6的组件之间铺设线缆之后,单次实施下面的测量。在此首先要注意到,直到测量结束都不实施发送装置6的系统重新启动,以便避免调制器9和接收器12的相位跳跃。

[0048] 对于在开始时实施的第一校准测量的第一部分测量,应用外部测量装置,其又具有定向耦合器13和接收器14,所述接收器在该情况下固定地安装在发送装置6中。具有定向耦合器13的组成部分可以直接连接在插接位置8处,从而可以测量实际上在参考平面7内的相位。在此应用50 Ω 终端15(“dummy load”,虚负载),其定义理想的线圈。通过外部测量装置,因为其能够相继连接到所有的插接位置8处,可以测量在参考平面7上对于所有发送路径的相位。因为所述测量总是借助相同的外部测量装置来进行,所以相位是可以比较的,其中明显地对于每个测量都使用相同的相位、也就是预先确定的高频信号(测试脉冲)来控制调制器9。

[0049] 测量流程如下:外部定向耦合器连接于第i个发送路径的插接位置8处。然后发送预先确定的高频信号并且通过接收器14、因此通过信号路径16来测量在外部定向耦合器13处的相位 α_i 。相位 α_i 在下文中应当被称为第二相位。第二相位 α_i 被保存并且能够在后面使用,以便计算修正的控制相位 $\Phi_{c,i}$,必须借助其来控制第i个调制器9,以便在参考平面7内获得从期望的相位差中所得到的目标相位 $\Phi_{t,i}$ 。这意味着,如果已知目标相位 $\Phi_{t,i}$,则只要还没有实施系统重新启动,如下文中所讨论地,控制装置22就可以首先计算用于每个发送路径i的控制相位

$$[0050] \quad \Phi_{c,i} = \Phi_{t,i} - \alpha_i$$

[0051] 然而,在第一部分测量中,针对也可以称为测试脉冲的预先确定的高频信号,也在内部测量装置的内部定向耦合器11处测量第一相位 β_i 。针对所有n个发送通道测量第一和第二相位。在此,可以通过借助控制装置22来控制输出设备从而实现对用户的支持,所述控制装置例如可以提供命令,将外部测量装置、也就是定向耦合器13连接至特定的插接位置

并且然后运行操纵元件,以便通知准备好用于测量。

[0052] 如果已知第一和第二相位,则也可以这样换算其他在定向耦合器11处的测量(至少直到系统重新启动),使得获得在参考平面7处的相位。如果借助 $\psi_{m,i}$ 来表示在i个定向耦合器11处测量的相位,则如下所示必须通过控制装置22来修正,以便获得在相关的插接位置8的相位 $\psi_{s,i}$:

$$[0053] \quad \psi_{s,i} = \alpha_i - (\beta_i - \psi_{m,i}) = \psi_{m,i} - (\beta_i - \alpha_i)。$$

[0054] 值 $(\beta_i - \alpha_i)$ 因此是校正值,其同样保存在控制装置22内。

[0055] 然而,按照本发明的运行方法也考虑其他效应,也就是,一方面考虑这样的事实,即,在不同的调制器9和不同的接收器12之间的相位响应在重新启动发送装置6之后不必和在第一校准测量的情况下是一样的,但是另一方面也考虑线缆中断的可能性,使得在第一校准测量的范围内进行其他部分测量。因此,既然已测量了在信号路径17上的第一相位 β_i 和在信号路径16上的第二相位 α_i ,那么又从线圈插接位置8处去除外部测量装置,并且作为第二部分测量,将所有接收器12的相位与总是来自相同调制器9的统一参考信号进行比较,其中将偏差保存为接收器参考相位 γ_i 。对此,发送装置6具有分离器18,其通过相应的开关设备19为了第二部分测量的目的能够通过控制装置22来被接通。所述分离器18将固定的预先确定的参考调制器9的信号分布于接收器12上,从而可以发生对 γ_i 的确定。接收器参考相位 γ_i 被保存。

[0056] 在第三部分测量中,现在将所有调制器9的相位与固定的、预先确定的参考接收器12的相位进行比较,其中,将偏差保存为调制器参考相位 δ_i 。为此,应用合并器20,同样地为所述合并器分配相应的、可以通过控制装置22控制的开关设备21。然后在参考接收器12中发生实际的测量。此后,在重新启动发送装置6之后和在第二校准测量之后,应用所保存的值 γ_i 和 δ_i ,以便可以确定各个调制器9或接收器12的相位跳跃。

[0057] 最后,还进行第四部分测量,借助内部测量装置、也就是在定向耦合器11上进行所述第四部分测量。在此,已经应用上文中描述的校正值 $(\beta_i - \alpha_i)$ 。为了可以确定此后的线缆中断或其他线缆损坏,在每个发送路径上发送出清楚定义的测试信号,其中但是也根据插接位置8提供清楚定义的负载情形,其是断开的端还是高频线圈3的已连接的线圈元件4。针对该测试信号,借助内部测量装置来测量向前的和返回的测试信号的幅值和相位,其中接收器12相应地表示用于向前的和返回的波的装置。对于每个发送路径,向前的和返回的测试信号的幅值和相位被保存为检验值。

[0058] 因此,在调准期间第一校准测量结束,并且发送装置6的运行能够继续进行,其中根据上面两个公式能够获得控制相位和修正的、涉及参考平面7的测量值。

[0059] 在重新启动发送装置6之后,进行第二校准测量。因为在重新启动之后,调制器9的相位 δ_i 和接收器12的相位 γ_i 可能改变。因此,在第二校准测量中现在自动地、也就是无需操作人员的干预来重复第一校准测量的第二和第三部分测量,从而得到值 δ^*_i 和 γ^*_i 。通过应用可控制的或可编程的开关设备19、21得到测量的自动实施。此外,明显地,也可以设置这样的开关部件以用于信号路径17。

[0060] 如果首先已知了当前的接收器相位 γ^*_i 和当前的调制器相位 δ^*_i ,则也可以考虑在调制器9和接收器12处可能存在的相位跳跃,并且得到正确的控制相位 $\varphi_{c,i}$:

$$[0061] \quad \varphi_{c,i} = \varphi_{t,i} - \alpha_i - (\delta^*_i - \delta_i)。$$

[0062] 相应地,借助其能够从在定向耦合器11处的相位中确定在参考平面7内的相位的该公式被更新为:

$$[0063] \quad \Psi_{s,i} = \Psi_{m,i} - (\beta_i - \alpha_i) - (\gamma_i - \gamma_i)。$$

[0064] 附加地,在重新启动发送装置6之后,针对中断的发送线缆来对系统2进行检查,其中,在建立如第一校准测量的第四部分测量那样的、也就是类似于调准测量的相同环境的情况下,清楚定义的测试信号在检验测量中按照顺序发送至所有发送路径。在应用于所有发送路径的校正之后,重新测量向前的和返回的测试信号的相位和幅值,并且与检验值相比较。如果在放大器装置10和定向耦合器11之间存在线缆中断或线缆损坏,则向前的波的幅值和相位发生变化;如果在断开的端的情况下或在连接的高频线圈3的线圈元件4的情况下,在定向耦合器11和线圈插接位置8之间存在线缆中断或线缆损坏,则返回的波的幅值或相位发生变化,其中总体上要注意的是,线缆长度改变尤其明显地在相位上可以识别。如果故障被确定,则中断发送装置6的运行并且由此中断整个高频多通道发送系统2的运行。

[0065] 要指出的是,通过现有技术中基本公知的探测器装置可以简单地确定这样的事实,即,是否有或者哪一个高频线圈3连接在插接位置。通常也可以考虑,针对不同的负载状态或连接状态,多次实施两种校准测量的与检验值有关的部分测量。由此,可以例如区分:是在从插接位置至线圈元件4的线缆中还是在发送装置4内存在问题。

[0066] 尽管通过优选的实施例详细地示例和描述了本发明,但是并不通过所公开的示例来限制本发明,并且专业人员能够从中导出其他变形,而不脱离本发明的保护范围。

[0067] 参考标记列表

- [0068] 1 磁共振装置
- [0069] 2 高频多通道发送系统
- [0070] 3 高频线圈
- [0071] 4 线圈元件
- [0072] 5 通道
- [0073] 6 发送装置
- [0074] 7 参考平面
- [0075] 8 插接位置
- [0076] 9 调制器
- [0077] 10 放大器装置
- [0078] 11 定向耦合器
- [0079] 12 接收器
- [0080] 13 定向耦合器
- [0081] 14 接收器
- [0082] 15 终端
- [0083] 16 信号路径
- [0084] 17 信号路径
- [0085] 18 分离器
- [0086] 19 开关设备
- [0087] 20 合并器

-
- [0088] 21 开关设备
[0089] 22 控制装置

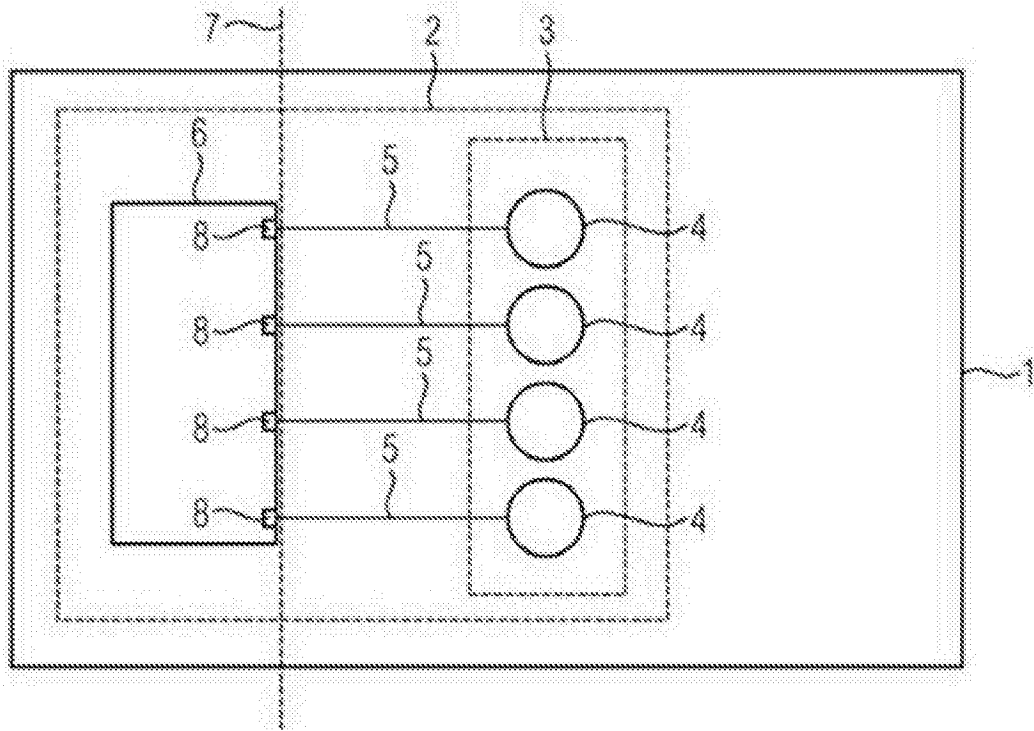


图1

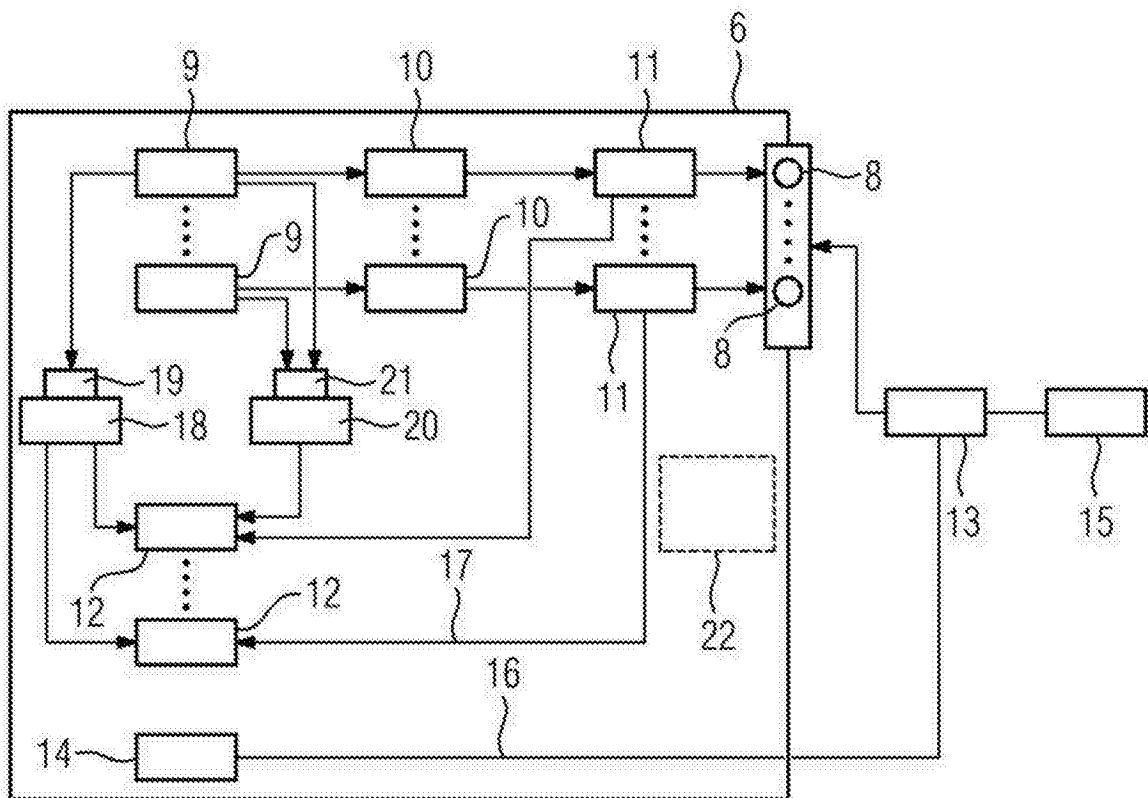


图2