



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108519624 A

(43)申请公布日 2018.09.11

(21)申请号 201810189339.9

(22)申请日 2018.03.08

(71)申请人 中国石油大学(北京)

地址 102249 北京市昌平区府学路18号

(72)发明人 肖立志 廖广志 刘伟

(74)专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理

有限公司 11205

代理人 刘丹 黄健

(51)Int.Cl.

G01V 3/32(2006.01)

H01Q 23/00(2006.01)

H01Q 21/00(2006.01)

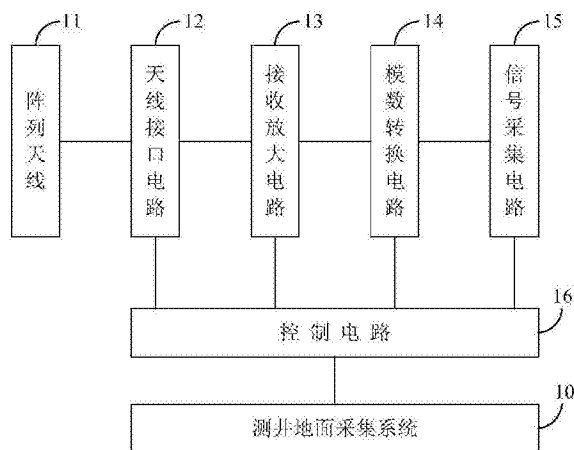
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

## (54)发明名称

井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置

## (57)摘要

本发明提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置。该装置包括：接收回波信号的阵列天线、天线接口电路、对回波信号进行放大的接收放大电路、模数转换电路、信号采集电路和控制电路；阵列天线包括N个天线单元， $N \geq 4$ ，N个天线单元对应不同的周向敏感区域；阵列天线、天线接口电路、接收放大电路、模数转换电路和信号采集电路依次连接；控制电路的四个端口分别与天线接口电路、接收放大电路、模数转换电路和信号采集电路连接，对其进行控制，控制电路与测井地面采集系统连接；天线接口电路根据控制电路的控制指令选择阵列天线中的一个天线单元。本发明的方法及装置能够进行周向多方位敏感区域的信号检测。



1. 一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置,其特征在于,包括:

接收核磁共振回波信号的阵列天线、天线接口电路、对所述回波信号进行放大的接收放大电路、将模拟信号转换为数字信号的模数转换电路、信号采集电路和控制电路;

所述阵列天线包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,所述N个天线单元对应不同的周向敏感区域;

所述阵列天线、所述天线接口电路、所述接收放大电路、所述模数转换电路和所述信号采集电路依次连接;

所述控制电路的四个端口分别与所述天线接口电路、所述接收放大电路、所述模数转换电路和所述信号采集电路连接,用于对所述天线接口电路、所述接收放大电路、所述模数转换电路和所述信号采集电路进行控制,所述控制电路与测井地面采集系统连接;

所述天线接口电路用于根据所述控制电路的控制指令选择所述阵列天线中的一个天线单元。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括隔离电路,所述隔离电路串联接入所述天线接口电路与所述接收放大电路之间,所述隔离电路与所述控制电路连接;

所述隔离电路用于在所述阵列天线发射信号时,断开所述天线接口电路与所述接收放大电路之间的连接。

3. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括用于存储所述信号采集电路采集的信号的存储器,所述存储器分别与所述信号采集电路和所述控制电路连接。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,还包括滤波电路,所述滤波电路串联接入所述接收放大电路与所述模数转换电路之间。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述天线接口电路包括:用于对所述阵列天线中的天线单元进行选择的选择开关电路、用于产生不同谐振频率的调谐电路和用于进行阻抗匹配的耦合电路;

所述选择开关电路、所述调谐电路和所述耦合电路依次连接;

所述选择开关电路分别与所述阵列天线和所述控制电路连接;

所述调谐电路与所述控制电路连接;

所述耦合电路与所述接收放大电路连接。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述调谐电路包括多个并联的电容,所述调谐电路根据所述控制电路的控制指令控制所述电容连通或者断开。

7. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述天线接口电路还包括限幅电路,所述限幅电路包括两个二极管,所述两个二极管一正一反并联后,串联接入所述调谐电路和所述耦合电路之间。

8. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述接收放大电路包括:依次连接的前置放大电路和程控放大电路,所述前置放大电路与所述天线接口电路连接,所述程控放大电路分别与所述模数转换电路和所述控制电路连接;

所述前置放大电路用于对所述回波信号进行固定倍数的放大;

所述程控放大电路用于根据所述控制电路的控制指令和所述回波信号的幅度确定放大倍数,按照所确定的放大倍数对所述回波信号进行放大。

9. 一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法,应用于如权利要求1-8任一项所述的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置中,其特征在于,包括以下

步骤:

选择阵列天线中的一个天线单元,所述阵列天线包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,所述N个天线单元对应不同的周向敏感区域;

接收所述一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,在所述接收所述一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号之前,还包括:

向所述一个天线单元对应的周向敏感区域中发射信号。

## 井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及核磁共振测井技术,尤其涉及一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置。

### 背景技术

[0002] 核磁共振(Nuclear Magnetic Resonance, NMR)现象在1946年被发现,之后很快应用在物理、化学、材料科学、生命科学和医学等领域。20世纪50年代,核磁共振开始在石油天然气工业中应用,最初应用于油藏岩石物理领域。核磁共振测井仪可以利用核磁共振原理对井眼周围的地层信息进行探测,具有独特的储层流体的定性识别和定量评价能力。

[0003] 核磁共振测井仪通过磁体形成用于极化自旋氢质子的静磁场,通过天线发射用于扳转自旋氢质子的射频场,在撤去射频场后,自旋氢质子开始沿着静磁场发生进动,进而产生核磁共振感应信号,通过探测核磁共振感应信号,便可以对地层情况进行分析。现有的核磁共振测井仪多采用柱状体磁体,磁体的圆面两边分别为N极和S极,磁场分布由N极指向S极的闭合磁力线形成,天线环绕在磁体周围,能向井眼四周 $360^{\circ}$ 激发极化的地层区域,使得在井眼周围没有探测盲区,可以进行多频多切片测量,但测量得到的信号只能是 $360^{\circ}$ 地层中信号的平均信号。

[0004] 综上所述,现有技术中的核磁共振成像仪器射频天线接收装置只能进行径向深度维、轴向深度维的信号检测,不具有周向多方位敏感区域的信号检测能力。

### 发明内容

[0005] 本发明实施例提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置,用以解决现有核磁共振成像仪器射频天线接收装置不具有周向多方位敏感区域的信号检测能力问题。

[0006] 第一方面,本发明实施例提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置,包括:

[0007] 接收核磁共振回波信号的阵列天线、天线接口电路、对回波信号进行放大的接收放大电路、将模拟信号转换为数字信号的模数转换电路、信号采集电路和控制电路;

[0008] 阵列天线包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,N个天线单元对应不同的周向敏感区域;

[0009] 阵列天线、天线接口电路、接收放大电路、模数转换电路和信号采集电路依次连接;

[0010] 控制电路的四个端口分别与天线接口电路、接收放大电路、模数转换电路和信号采集电路连接,用于对天线接口电路、接收放大电路、模数转换电路和信号采集电路进行控制,控制电路与测井地面采集系统连接;

[0011] 天线接口电路用于根据控制电路的控制指令选择阵列天线中的一个天线单元。

[0012] 在一种可能的实现方式中,还包括隔离电路,隔离电路串联接入天线接口电路与接收放大电路之间,隔离电路与控制电路连接;

[0013] 隔离电路用于在阵列天线发射信号时,断开天线接口电路与接收放大电路之间的连接。

[0014] 在一种可能的实现方式中,还包括用于存储信号采集电路采集的信号存储器,存储器分别与采集电路和控制电路连接。

[0015] 在一种可能的实现方式中,还包括滤波电路,滤波电路串联接入接收放大电路与模数转换电路之间。

[0016] 在一种可能的实现方式中,天线接口电路包括:用于对阵列天线中的天线单元进行选择的选择开关电路、用于产生不同谐振频率的调谐电路和用于进行阻抗匹配的耦合电路;

[0017] 选择开关电路、调谐电路和耦合电路依次连接;

[0018] 选择开关电路分别与阵列天线和控制电路连接;

[0019] 调谐电路与控制电路连接;

[0020] 耦合电路与接收放大电路连接。

[0021] 在一种可能的实现方式中,调谐电路包括多个并联的电容,调谐电路根据控制电路的控制指令控制电容连通或者断开。

[0022] 在一种可能的实现方式中,天线接口电路还包括限幅电路,所述限幅电路包括两个二极管,两个二极管一正一反并联后,串联接入调谐电路和耦合电路之间。

[0023] 在一种可能的实现方式中,接收放大电路包括:依次连接的前置放大电路和程控放大电路,前置放大电路与天线接口电路连接,程控放大电路分别与模数转换电路和控制电路连接;

[0024] 前置放大电路用于对回波信号进行固定倍数的放大;

[0025] 程控放大电路用于根据控制电路的控制指令和回波信号的幅度确定放大倍数,按照所确定的放大倍数对回波信号进行放大。

[0026] 第二方面,本发明实施例提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法,应用于上述任一项所述的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置中,包括以下步骤:

[0027] 选择阵列天线中的一个天线单元,阵列天线包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,N个天线单元对应不同的周向敏感区域;

[0028] 接收一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号。

[0029] 在一种可能的实现方式中,在接收一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号之前,还包括:

[0030] 向一个天线单元对应的周向敏感区域中发射信号。

[0031] 第三方面,本发明实施例提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置,包括存储器和处理器;

[0032] 其中,存储器用于存储计算机指令,处理器用于运行所述存储器存储的计算机指令实现第二方面任一实现方式提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法。

[0033] 第四方面,本发明实施例提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,所述计算机指令用于实现第二方面任一实现方式提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法。

[0034] 本发明实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法及装置,通过选择阵列天线中的一个天线单元,用于接收该天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号,通过切换阵列天线中的不同天线单元,接收周向多方位敏感区域中的回波信号,实现了周向多方位敏感区域的信号检测,解决了现有核磁共振成像仪器射频天线接收装置不具有周向多方位敏感区域的信号检测能力的问题。

### 附图说明

[0035] 此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分,示出了符合本发明的实施例,并与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0036] 图1为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置一实施例的结构示意图;

[0037] 图2为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置又一实施例的结构示意图;

[0038] 图3为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置另一实施例的结构示意图;

[0039] 图4为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法一实施例的流程图;

[0040] 图5为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置又一实施例的结构示意图。

[0041] 通过上述附图,已示出本发明明确的实施例,后文中将有更详细的描述。这些附图和文字描述并不是为了通过任何方式限制本发明构思的范围,而是通过参考特定实施例为本领域技术人员说明本发明的概念。

### 具体实施方式

[0042] 这里将详细地对示例性实施例进行说明,其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本发明相一致的所有实施方式。相反,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本发明的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0043] 本发明的说明书和权利要求书中的术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0044] 本发明的说明书中通篇提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此,在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0045] 图1为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置一实施例的结构示意图,如图1所示,该装置可以包括:阵列天线11、天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14、信号采集电路15和控制电路16。

[0046] 其中,阵列天线11、天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14和信号采集电路15依次连接,控制电路16的四个端口分别与天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14和信号采集电路15连接,用于对天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14和信号采集电路15进行控制,控制电路16与测井地面采集系统10连接。

[0047] 核磁共振成像仪器是通过接收到的反射回来的核磁共振回波信号进行分析,完成核磁共振测井的。本实施例中采用阵列天线11接收核磁共振回波信号。本实施例中的阵列天线11包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,N个天线单元对应不同的周向敏感区域,因此便可以利用天线单元的周向敏感性,采集不同的周向敏感区域中的回波信号。

[0048] 通常来说,阵列天线包含的天线单元数量越多,具有的周向敏感度越高。对于均匀分布的阵列天线来说,即各个天线单元对应的周向区域大小相同,其周向敏感度可以表示为 $360^\circ/N$ 。以包括4个天线单元的阵列天线为例来说,1号天线单元可以与周向 $0 \sim 90^\circ$ 区域对应,2号天线单元可以与周向 $90 \sim 180^\circ$ 区域对应,3号天线单元可以与周向 $180 \sim 270^\circ$ 区域对应,4号天线单元可以与周向 $270 \sim 360^\circ$ 区域对应。当然,各天线单元也可以采用不均匀的方式分布,即各个天线单元对应的周向区域大小不相同。阵列天线包括的天线单元的数量、布局方式以及与磁体之间的具体的位置关系,可以根据实际需要进行设置,本实施例对此不做特殊限定。

[0049] 本实施例中的天线接口电路12根据控制电路16的控制指令选择阵列天线11中的一个天线单元,用于接收该天线单元对应的周向敏感区域中的核磁共振回波信号。例如,当控制电路16的控制指令指示要接收周向 $90 \sim 180^\circ$ 区域中的信号时,天线接口电路12根据该指令可以选择阵列天线11中的2号天线单元,用于接收信号。本实施例对于天线接口电路的具体实现方式不做限制,如可以采用具有N选1功能的开关选择电路。

[0050] 通过阵列天线11中的天线单元接收到的回波信号通常很微弱,不能满足接收装置中后续电路对于信号幅度的要求,因此,本实施例中采用接收放大电路13对接收到的微弱回波信号进行放大,实现信号与数字电路的幅度匹配,以满足后续对信号进行相关处理的需要。不同径向深度维的回波信号幅度差异较大,本实施例中的接收放大电路13可以根据控制电路16的控制指令针对不同幅度或者不同频率的信号采取不同的放大策略。例如,对于小信号进行较大倍数的放大,对于大信号进行较小倍数的放大。通常对于不同径向深度的探测采用不同的谐振频率,因此还可以根据频率的不同采用不同的放大策略。

[0051] 由于数字信号具有许多模拟信号无法媲美的优点,因此,本实施例中采用模数转换电路14根据控制电路16的控制指令将模拟信号转换为数字信号,便于后续采用数字信号处理的方法处理该信号。本实施例对于模数转换电路14的具体实现方式不做限制。

[0052] 信号采集电路15对模数转换电路14输出的数字信号进行处理,提取有用信号并传递给控制电路16,控制电路16将采集到的信号传递给与其连接的测井地面采集系统10进行分析。

[0053] 需要说明的是,测井地面采集系统10,亦称上位机,并非本实施例提供的接收装置的一部分,其可以采用具有控制功能和数据分析能力的计算机实现,也可以选用其他专用设备实现,本实施例对其具体实现方式不做限制。测井地面采集系统10可以采用串行通信总线,如CAN总线,与控制电路16连接,也可以采用无线的方式与控制电路16连接,向控制电路16发送控制指令,并从控制电路16获取采集到的信号进行分析。

[0054] 本实施例中的控制电路16承担着上传下达的桥梁作用,接收测井地面采集系统10的指令,并将其转化为相应的控制指令,分别对天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14和信号采集电路15进行控制。控制电路16还将信号采集电路15提取的有用信号传递给测井地面采集系统10。

[0055] 下面采用一个具体的例子来说明本实施例提供的接收装置如何接收信号。其中的具体数据只是为了举例,并不对本发明形成限制。

[0056] 例如,要探测轴向深度1000米,径向深度50厘米,周向0~90°的地层信息。首先需要将本实施例提供的接收装置置于井下1000米处,在接收信号之前,先要发射相应的信号。将发射信号的频率调整到与径向深度50厘米相匹配,可以采用全向天线向周向360°区域中发射信号,也可以采用分时复用的方式共用本实施例装置中的阵列天线发射信号,本实施例对于发射部分不做限定。

[0057] 测井地面采集系统10向控制电路16发送接收周向0~90°信号的指令,控制电路16根据该指令生成相应的控制信息,控制天线接口电路12选择与周向0~90°相对应的1号天线单元用于接收信号。接收放大电路13对于接收到的微弱的回波信号进行与其幅度相匹配的放大,以实现信号与数字电路的幅度匹配。模数转换电路14将放大后的模拟回波信号转换成数字信号,以便信号采集电路15对其进行数字信号处理,完成信号采集。控制电路16将信号采集电路15采集到的接收信号传递给测井地面采集系统10,测井地面采集系统10对接收信号进行分析,获取相应位置的地层信息。

[0058] 本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置,通过天线接口电路根据控制电路的控制指令选择阵列天线中的一个天线单元,通过该天线单元接收与其对应的周向敏感区域中的回波信号,通过切换不同的天线单元,接收不同周向方位的回波信号,实现了周向多方位敏感区域的信号检测,使得本实施例提供的接收装置具有轴向深度维、径向深度维和周向深度维三维的信号检测能力。本实施例提供的接收装置,同一时刻只有一个天线单元用于接收信号,通过采用单组接收通道,可以有效地减少装置的内部空间,缩短装置的轴向尺寸,便于装置在实际环境中使用。

[0059] 采用核磁共振测井时,装置需要置于井下进行工作,因此对于装置在体积、重量以及能耗等方面的要求较为严苛。可选的,核磁共振成像仪器的发射与接收会采用分时复用的方式共用阵列天线与天线接口电路,以满足体积、重量以及能耗等方面的要求。在发射信号时,产生的高压脉冲信号可能会对接收装置中的接收放大电路造成损害。因此,在上述实施例的基础上,本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置还包括隔离电路,隔离电路串联接入天线接口电路与接收放大电路之间,隔离电路还与控制电路连接,接收控制电路的控制指令,只有在接收装置接收信号时,才让天线接口电路与接收放大电路保持连接,在其他情况下,例如发射信号时,断开天线接口电路与接收放大电路之间的连接,避免发射信号时产生的高压脉冲信号进入接收放大电路,损坏电路,对接收装置形成保护。本实施例对于隔离电路的具体实现形式不作限制,例如,可以采用开关电路实现。

[0060] 核磁共振成像仪器射频天线接收装置工作时置于井下,受到空间及连线资源的限制,其与上位机之间可能会采用串行通信总线进行通信,虽然核磁共振测井对于实时性的要求不高,但是为了避免信号传输速率与信号采集速率不匹配而造成采集到的信号的丢失,在上述实施例的基础上,本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接

收装置还可以包括与信号采集电路连接的,用于存储信号采集电路采集的信号存储器。当有充足的通信资源用于传输信号时,控制电路从存储器读取存储的信号,传递给位于井上的上位机。在一种可能的实现方式中,也可以等所有的信号探测工作完成后,将接收装置从井下取至井上后,使上位机直接从存储器中读取采集到的信号。

[0061] 在上述实施例的基础上,本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置还可以包括滤波电路,滤波电路串联接入接收放大电路与模数转换电路之间,用于对放大后的回波信号进行滤波处理,滤除噪声等可能影响后续信号分析的杂波。

[0062] 在上述实施例的基础上,本实施例对上述实施例进行结合,本实施例仅仅是一种可能的结合方式,还可以有其他方式的结合。图2为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置又一实施例的结构示意图,如图2所示,该装置包括:阵列天线11、天线接口电路12、接收放大电路13、模数转换电路14、信号采集电路15、控制电路16、隔离电路17、滤波电路18和存储器19。

[0063] 其中,阵列天线11、天线接口电路12、隔离电路17、接收放大电路13、滤波电路18、模数转换电路14、信号采集电路15和存储器19依次连接,控制电路16的六个端口分别与天线接口电路12、隔离电路17、接收放大电路13、模数转换电路14、信号采集电路15和存储器19连接,用于对天线接口电路12、隔离电路17、接收放大电路13、模数转换电路14、信号采集电路15和存储器19进行控制,控制电路16与测井地面采集系统10连接。

[0064] 本实施例中各电路的具体实施方式,可以参考上述实施例,此处不再赘述。

[0065] 下面采用一个具体的实施例对本发明提供的接收装置进行详细的说明。图3为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置另一实施例的结构示意图,如图3所示,该装置包括:阵列天线301、选择开关电路302、调谐电路303、限幅电路304、耦合电路305、隔离电路306、前置放大电路307、程控放大电路308、滤波电路309、模数转换电路310、信号采集电路311、存储器312和控制电路313。

[0066] 本实施例中的天线接口电路可以包括:用于对阵列天线中的天线单元进行选择的选择开关电路302、用于产生不同谐振频率的调谐电路303和用于进行阻抗匹配的耦合电路305。

[0067] 其中,选择开关电路302、调谐电路303和耦合电路305依次连接,选择开关电路302分别与阵列天线301和控制电路313连接,调谐电路303与控制电路313连接,耦合电路305与接收放大电路连接。

[0068] 在一种可能的实现方式中,本实施例中的天线接口电路还可以包括限幅电路304,所述限幅电路304包括两个二极管,两个二极管一正一反并联后,串联接入调谐电路303和耦合电路305之间,用于对输入前置放大电路307的电压幅值进行限制,对放大电路进行保护。

[0069] 本实施例中的接收放大电路可以包括:依次连接的前置放大电路307和程控放大电路308,前置放大电路307与天线接口电路连接,程控放大电路308分别与滤波电路309和控制电路313连接。

[0070] 其中,前置放大电路307用于识别小信号,对回波信号进行固定倍数的放大。程控放大电路308用于根据控制电路313的控制指令和回波信号的幅度确定放大倍数,按照所确定的放大倍数对回波信号进行放大。

[0071] 本实施例中的调谐电路303可以包括多个并联的电容,调谐电路303根据控制电路313的控制指令控制电容连通或者断开,以改变接入电路中的电容值,用于改变谐振频率,进行不同径向深度维的信号探测。本实施例对于电容的数量以及大小不做特殊限制。在多个并联的电容后还可以串联接入一个电容。

[0072] 本实施例中的阵列天线301包括4个均匀分布的天线单元,通过选择开关电路302进行选择,使得同一时刻只有一个天线单元接入电路中,用于接收90°周向敏感区域中的信号。如图3所示,发射电路315与本实施例提供的接收装置以分时复用的方式共享天线接口电路和阵列天线。由于发射信号时,会产生高压脉冲信号,因此要求本实施例中的选择开关电路能够耐高电压,耐大电流。本实施例中的耦合电路305在发射电路315发射信号时,对发射电压进行放大,在接收信号时,进行阻抗匹配。

[0073] 本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置,具有90°周向敏感区域的信号检测能力,通过切换不同的天线单元,可以实现周向多方位敏感区域的信号检测。

[0074] 本发明实施例还提供一种井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法,该方法可以应用于上述任一实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置中,也可以独立于上述装置使用。图4为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法一实施例的流程图,如图4所示,该方法包括以下步骤:

[0075] 步骤401:选择阵列天线中的一个天线单元。

[0076] 本实施例中的阵列天线包括N个天线单元, $N \geq 4$ ,N个天线单元对应不同的周向敏感区域。通过对天线单元的选择,便选定了周向方位。

[0077] 步骤402:接收一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号。

[0078] 本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法,通过选择阵列天线中的一个天线单元,使用该天线单元接收该天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号,实现了周向多方位敏感区域的信号检测。

[0079] 在一种可能的实现方式中,在接收一个天线单元对应的周向敏感区域中的回波信号之前,还包括:

[0080] 向一个天线单元对应的周向敏感区域中发射信号。

[0081] 本实施例提供的井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法,通过定向发射信号,能够节省发射信号的功耗,通过采用天线单元定向接收信号,实现了周向多方位敏感区域的信号检测。

[0082] 图5为本发明井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收装置又一实施例的结构示意图。如图5所示,该装置50包括:存储器501、处理器502和总线503。

[0083] 其中,存储器501用于存储计算机指令,处理器502用于运行所述存储器501存储的计算机指令实现图4所示方法实施例的技术方案,总线503用于实现各元器件之间的连接。

[0084] 本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机指令,所述计算机指令用于实现上述井下三维扫描核磁共振成像仪器射频天线接收方法实施例的技术方案。

[0085] 本领域普通技术人员可以理解:实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程

序在执行时,执行包括上述各方法实施例的步骤;而前述的存储介质包括:ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0086] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

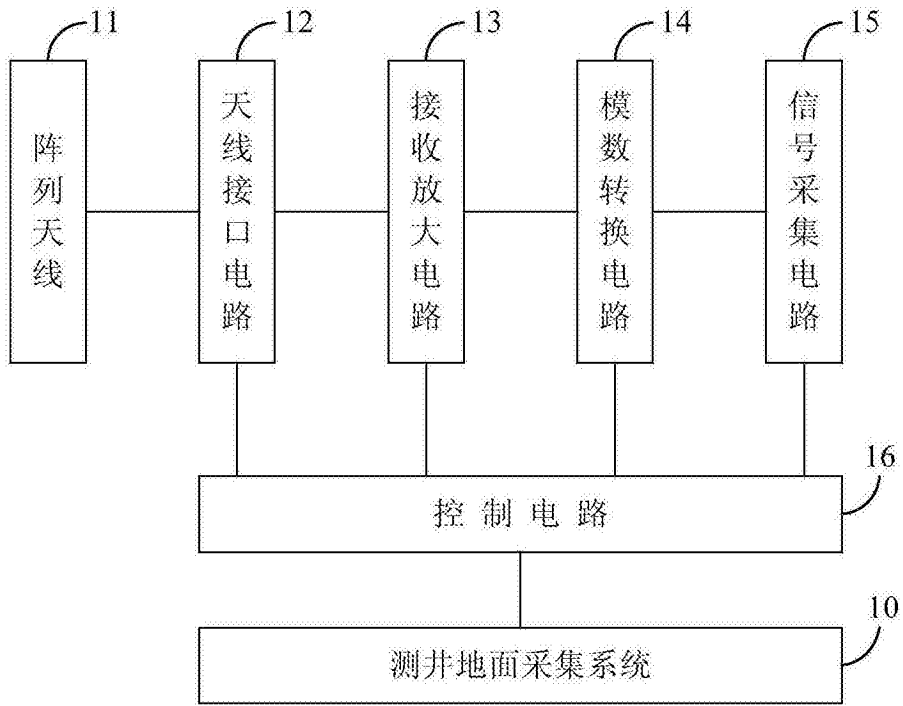


图1

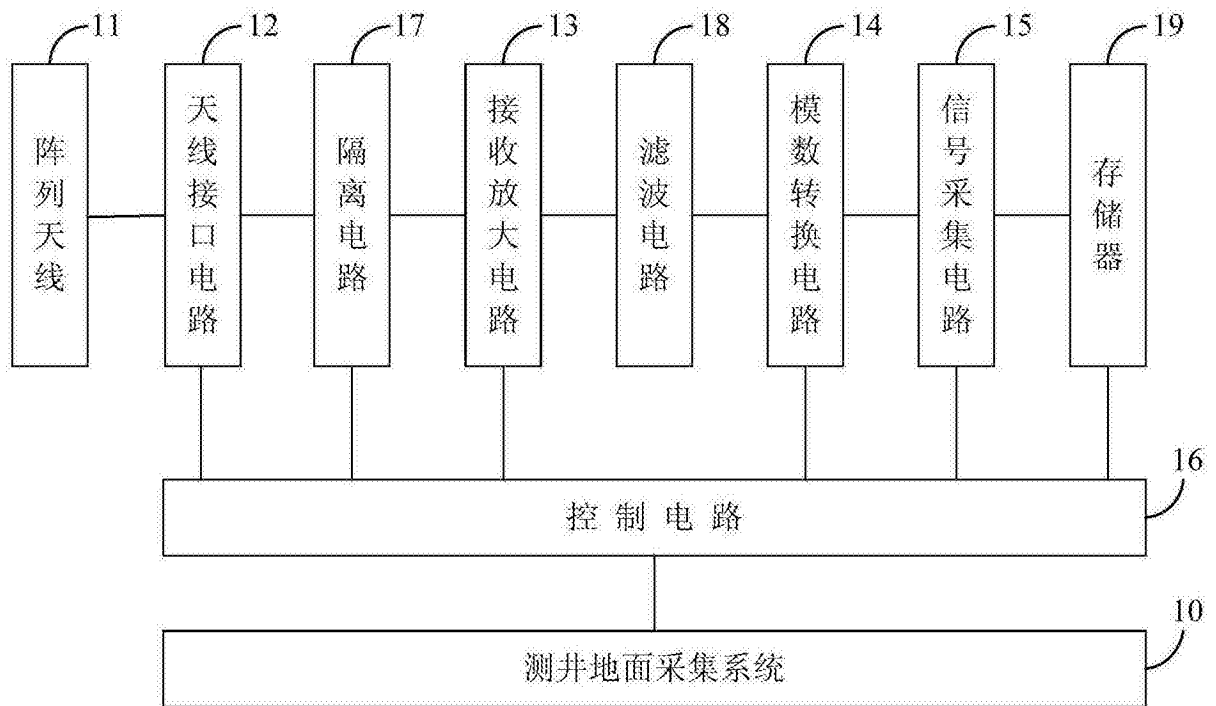


图2

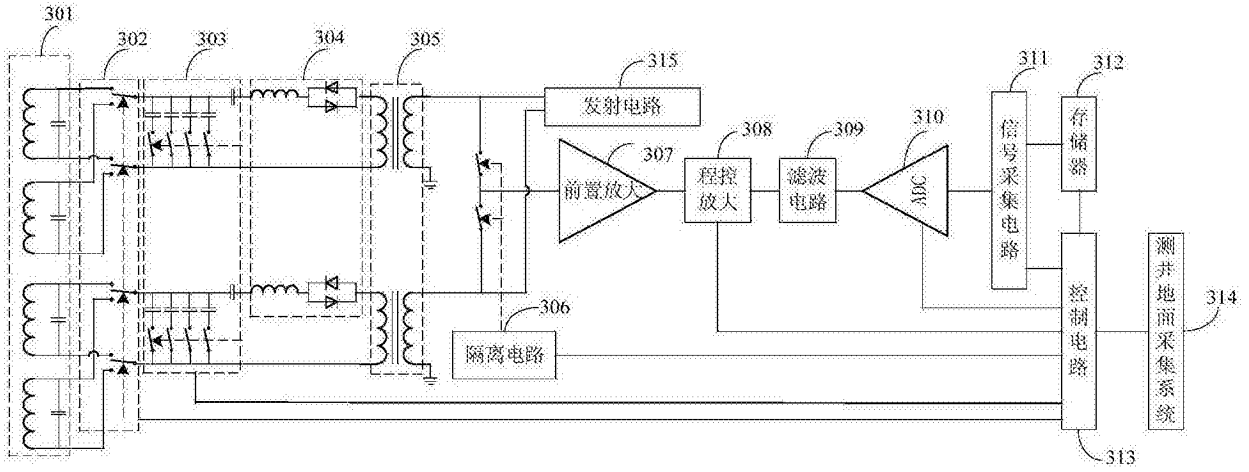


图3

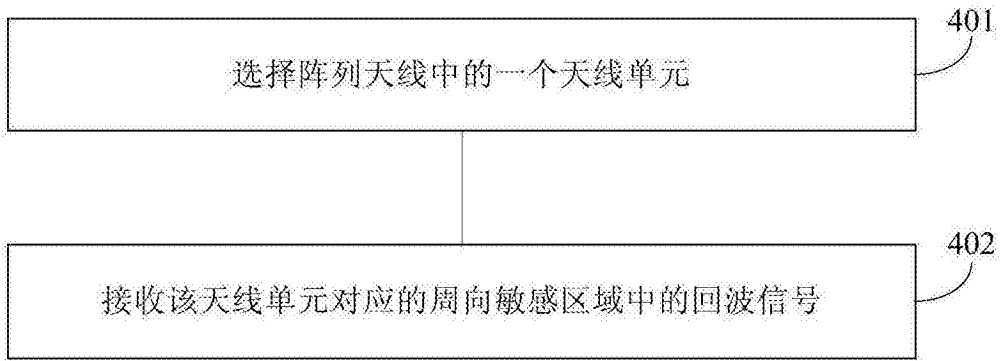


图4

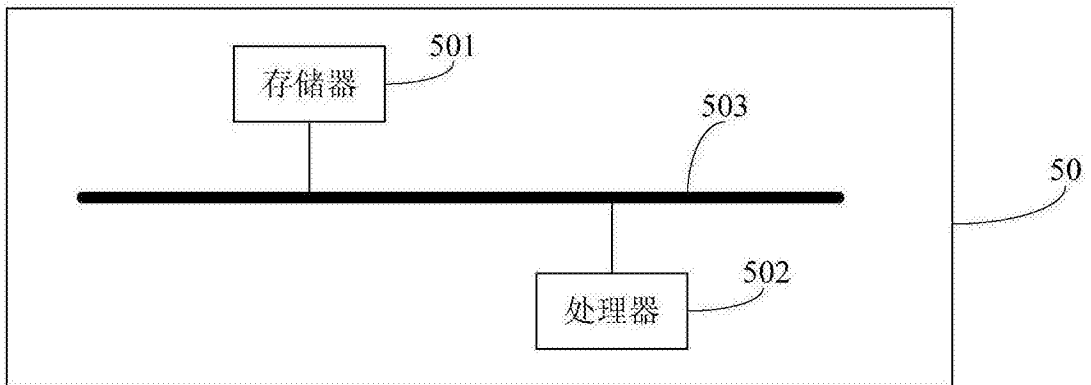


图5