



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103885001 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410127100.0

(22)申请日 2014.03.31

(73)专利权人 哈尔滨工业大学深圳研究生院
地址 518000 广东省深圳市南山区西丽镇
深圳大学城哈工大校区

(72)发明人 许洪光 张霆廷 张钦宇 林茂六

(74)专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事
务所(普通合伙) 44248

代理人 于标

(51)Int.Cl.

G01R 33/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 101038305 A,2007.09.19,

CN 2566280 Y,2003.08.13,

CN 103492895 A,2014.01.01,

CN 1794003 A,2006.06.28,

CN 203069769 U,2013.07.17,

CN 203310984 U,2013.11.27,

CN 101246203 A,2008.08.20,

US 8283920 B2,2012.10.09,

单晓锋.基于非晶包裹丝巨磁阻抗效应的高
精度磁敏传感器研究.《中国优秀硕士学位论文
全文数据库》.2010,第31-40页.

熊长兵.基于铁基非晶薄带GMI效应的弱磁
传感器研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据
库》.2009,第35-43页.

郝建华等.基于GMI效应的磁传感器研究与
发展现状.《理论与方法》.2011,第30卷(第4期),

审查员 黄素霞

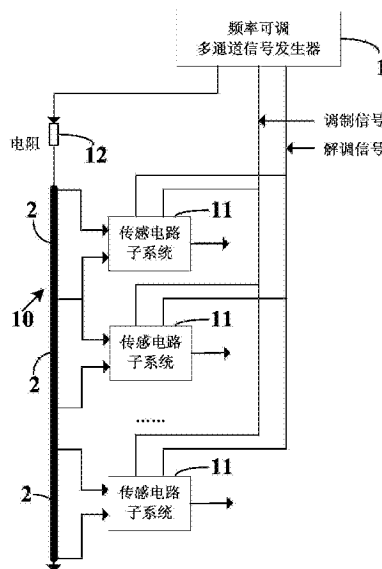
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

串联阵列式交流磁场传感装置

(57)摘要

本发明提供了一种串联阵列式交流磁场传感装置,包括频率可调多通道信号发生器(1)、多个非晶材料部件(2)、多个传感电路子系统(11),所述非晶材料部件(2)与所述传感电路子系统(11)数量相同,且所述非晶材料部件(2)与所述传感电路子系统(11)为一一对应相连,所述频率可调多通道信号发生器(1)分别与多个传感电路子系统(11)相连,多个所述非晶材料部件(2)串联构成探头(10),所述频率可调多通道信号发生器(1)与所述探头(10)相连。本发明的有益效果是本发明的串联阵列式交流磁场传感装置构造简单、性价比高,能够精确地检测水平分布的交流空间磁场。



1. 一种串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:包括频率可调多通道信号发生器(1)、多个非晶材料部件(2)、多个传感电路子系统(11),所述非晶材料部件(2)与所述传感电路子系统(11)数量相同,且所述非晶材料部件(2)与所述传感电路子系统(11)为一一对应相连,所述频率可调多通道信号发生器(1)分别与多个传感电路子系统(11)相连,多个所述非晶材料部件(2)串联构成探头(10),所述频率可调多通道信号发生器(1)与所述探头(10)相连;

所述传感电路子系统(11)包括依次相连的前置放大器(3)、第一变频器(4)、晶体滤波器(5)、第二变频器(6)、带通滤波器(7)、低噪声放大器(8),所述频率可调多通道信号发生器(1)分别与第一变频器(4)、以及第二变频器(6)相连,所述探头(10)与所述前置放大器(3)相连。

2. 根据权利要求1所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:该串联阵列式交流磁场传感装置还包括电阻(12),所述电阻(12)一端与所述频率可调多通道信号发生器(1)相连,所述电阻(12)另一端与所述探头(10)相连;相邻非晶材料部件(2)的相接处使用导体将非晶材料部件(2)的输出信号引出,输出信号被接入传感电路子系统(11)中。

3. 根据权利要求2所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:

所述频率可调多通道信号发生器(1):用于分别提供所述非晶材料部件(2)的高频激励频率信号、第一变频器(4)的调制频率信号、第二变频器(6)的解调频率信号;

所述非晶材料部件(2):用于在高频激励频率信号的作用下,所述非晶材料部件(2)两端的复阻抗随着通过其轴向分量的被检测交流磁场信号的变化而变化,在电路中所述非晶材料部件(2)两端产生反映被检测交流磁场信号幅度变化的交流电压信号;

所述前置放大器(3):用于对非晶材料部件(2)输出的交流电压信号进行初步放大;

所述第一变频器(4):用于将所述频率可调多通道信号发生器(1)输出的调制频率信号与非晶材料部件(2)输出的交流电压信号混频或变频,所述第一变频器(4)输出的信号中含有等于所述晶体滤波器(5)的中心频率的信号;

所述晶体滤波器(5),其中心频率为所述非晶材料部件(2)激励频率、被测交流磁场信号频率、调制信号频率组合频率的一个,经过该晶体滤波器(5)后,其余组合频率的输出信号被滤除;

所述第二变频器(6),用于将所述晶体滤波器(5)输出频率信号和解调频率信号进行混频或变频,经混频或变频后所述第二变频器(6)输出信号中含有被测交流磁场信号和其它组合频率信号;

所述带通滤波器(7),所述第二变频器(6)输出的信号中其它组合频率信号远高于被测交流磁场信号频率,使用所述带通滤波器(7)将其它组合频率滤掉;

低噪声放大器(8),对所述带通滤波器(7)输出信号进行放大。

4. 根据权利要求2所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述非晶材料部件(2)为Co基或Fe基具有巨磁阻抗效应的非晶态合金材料。

5. 根据权利要求4所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述非晶材料部件(2)为非晶丝或非晶带。

6. 根据权利要求1所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述晶体滤波器(5)为窄带晶体滤波器。

7. 根据权利要求6所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述窄带晶体滤波器为固定频率的窄带晶体滤波器。

8. 根据权利要求1所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述第一变频器(4)为具有变频功能的非线性器件。

9. 根据权利要求8所述的串联阵列式交流磁场传感装置,其特征在于:所述非线性器件包括模拟乘法器、混频器。

串联阵列式交流磁场传感装置

技术领域

[0001] 本发明涉及弱磁场测量、交流磁场测量装置技术领域,尤其涉及串联阵列式交流磁场传感装置。

背景技术

[0002] 交流磁场传感器广泛应用于工业、测量和医学等领域,目前的应用中存在很多磁场测量手段和测量技术,常用的有霍尔效应、巨磁电阻效应、巨磁阻抗效应和超导量子干涉效应等多种类型的技术,产生了探测线圈传感器、巨磁电阻传感器、巨磁阻抗传感器、霍尔传感器、磁通门传感器和超导量子干涉仪等相关产品。

[0003] 采用巨磁阻抗效应的传感器与磁通门传感器、巨磁电阻传感器等其它传感技术相比,在机械、力学、化学和电磁性能上都有明显优势,具有较高的灵敏度,尤其是具有微型尺寸和快速响应等优点,在此技术基础上已经研制成大量的新型基于磁场测量的传感器。

[0004] 目前的交流磁场传感装置构造复杂,空间分辨率不高,不能精确检测空间磁场分布。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术中的问题,本发明提供了一种串联阵列式交流磁场传感装置。

[0006] 本发明提供了一种串联阵列式交流磁场传感装置,包括频率可调多通道信号发生器、多个非晶材料部件、多个传感电路子系统,所述非晶材料部件与所述传感电路子系统数量相同,且所述非晶材料部件与所述传感电路子系统为一一对应相连,所述频率可调多通道信号发生器分别与多个传感电路子系统相连,多个所述非晶材料部件串联构成探头,所述频率可调多通道信号发生器与所述探头相连。

[0007] 作为本发明的进一步改进,所述传感电路子系统包括依次相连的前置放大器、第一变频器、晶体滤波器、第二变频器、带通滤波器、低噪声放大器,所述频率可调多通道信号发生器分别第一变频器、以及第二变频器相连,所述探头与所述前置放大器相连。

[0008] 作为本发明的进一步改进,该串联阵列式交流磁场传感装置还包括电阻,所述电阻一端与所述频率可调多通道信号发生器相连,所述电阻一端与所述探头相连;相邻非晶材料部件的相接处使用导体将晶材料部件的输出信号引出,输出信号被接入传感电路子系统中。

[0009] 作为本发明的进一步改进,

[0010] 所述频率可调多通道信号发生器:用于分别提供所述非晶材料部件高频激励频率信号、第一变频器的调制频率信号,第二变频器的解调频率信号;

[0011] 所述非晶材料部件:用于在高频激励频率信号的作用下,所述非晶材料部件两端的复阻抗随着通过其轴向分量的被检测交流磁场信号的变化而变化,在电路中所述非晶材料部件两端产生反映被检测交流磁场信号幅度变化的交流电压信号;

[0012] 所述前置放大器:用于对非晶材料部件输出的交流电压信号进行初步放大;

[0013] 所述第一变频器:用于将所述频率可调多通道信号发生器输出的调制频率信号与非晶材料部件输出的交流电压信号混频或变频,所述第一变频器输出的信号中含有等于所述晶体滤波器的中心频率的信号;

[0014] 所述晶体滤波器,其中心频率为所述非晶材料部件激励频率、被测交流磁场信号频率、调制信号频率组合频率的一个,经过该晶体滤波器后,其余组合频率的输出信号被滤除;

[0015] 所述第二变频器,用于将所述晶体滤波器输出频率信号和解调频率信号进行混频或变频,经混频或变频后所述第二变频器输出信号中含有被测交流磁场信号和其它组合频率信号;

[0016] 所述带通滤波器,所述第二变频器输出的信号中其它组合频率信号远高于被测交流磁场信号频率,使用所述带通滤波器将组合频率滤掉;

[0017] 低噪声放大器,对所述带通滤波器输出信号进行放大。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述非晶材料部件为Co基或Fe基具有巨磁阻抗效应的非晶态合金材料。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述非晶材料部件为非晶丝或非晶带。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述晶体滤波器为窄带晶体滤波器。

[0021] 作为本发明的进一步改进,所述窄带晶体滤波器为固定频率的窄带晶体滤波器。

[0022] 作为本发明的进一步改进,所述第一变频器为具有变频功能的非线性器件。

[0023] 所述非线性器件包括模拟乘法器、混频器。

[0024] 本发明的有益效果是:本发明的串联阵列式交流磁场传感装置构造简单、性价比高,能够精确地检测水平分布的交流空间磁场。

附图说明

[0025] 图1是本发明的原理框图。

[0026] 图2是本发明的传感电路子系统原理框图。

具体实施方式

[0027] 如图1所示,本发明公开了一种串联阵列式交流磁场传感装置,包括频率可调多通道信号发生器、多个非晶材料部件2、多个传感电路子系统11,所述非晶材料部件2与所述传感电路子系统11数量相同,且所述非晶材料部件2与所述传感电路子系统11为一一对应相连,所述频率可调多通道信号发生器1分别与多个传感电路子系统11相连,多个所述非晶材料部件2串联构成探头10,所述频率可调多通道信号发生器1与所述探头10相连。

[0028] 如图2所示,所述传感电路子系统11包括依次相连的前置放大器3、第一变频器4、晶体滤波器5、第二变频器6、带通滤波器7、低噪声放大器8,所述频率可调多通道信号发生器1分别第一变频器4、以及第二变频器6相连,所述探头10与所述前置放大器3相连。

[0029] 该串联阵列式交流磁场传感装置还包括电阻12,所述电阻12一端与所述频率可调多通道信号发生器1相连,所述电阻12一端与所述探头10相连;相邻非晶材料部件2的相接处使用导体将晶材料部件2的输出信号引出,输出信号被接入传感电路子系统11中。导体包括导电胶条或PCB焊盘。

[0030] 所述频率可调多通道信号发生器1:用于分别提供所述非晶材料部件2高频激励频率信号、第一变频器4的调制频率信号、第二变频器6的解调频率信号;

[0031] 所述非晶材料部件2:用于在高频激励频率信号的作用下,所述非晶材料部件2两端的复阻抗随着通过其轴向分量的被检测交流磁场信号的变化而变化,在电路中所述非晶材料部件2两端产生反映被检测交流磁场信号幅度变化的交流电压信号;

[0032] 所述前置放大器3:用于对非晶材料部件2输出的交流电压信号进行初步放大;

[0033] 所述第一变频器4:用于将所述频率可调多通道信号发生器1输出的调制频率信号与非晶材料部件2输出的交流电压信号混频或变频,所述第一变频器4输出的信号中含有等于所述晶体滤波器5的中心频率的信号;

[0034] 所述晶体滤波器5,其中心频率为所述非晶材料部件2激励频率、被测交流磁场信号频率、调制信号频率组合频率的一个,经过该晶体滤波器5后,其余组合频率的输出信号被滤除;

[0035] 所述第二变频器6,用于将所述晶体滤波器5输出频率信号和解调频率信号进行混频或变频,经混频或变频后所述第二变频器6输出信号中含有被测交流磁场信号和其它组合频率信号;

[0036] 所述带通滤波器7,所述第二变频器6输出的信号中其它组合频率信号远高于被测交流磁场信号频率,使用所述带通滤波器7将组合频率滤掉;

[0037] 低噪声放大器8,对所述带通滤波器7输出信号进行放大。

[0038] 所述非晶材料部件2为Co基或Fe基具有巨磁阻抗效应的非晶态合金材料。

[0039] 所述非晶材料部件2为非晶丝或非晶带。

[0040] 所述晶体滤波器5为窄带晶体滤波器,所述窄带晶体滤波器为固定频率的窄带晶体滤波器。

[0041] 所述第一变频器4为具有变频功能的非线性器件,所述非线性器件包括模拟乘法器、混频器。

[0042] 经第一变频器4混频或变频后,非晶材料部件2两端输出信号中的一个组合频率被调制到窄带晶体滤波器的中心频率上。

[0043] 当被检测交流磁场信号频率改变时,可以通过相应改变第一变频器4的调制频率,使调制后的信号频率始终保持在窄带晶体滤波器的中心频率上,因此可使用固定频率的窄带晶体滤波器做为滤波器部件。

[0044] 在测量频率的扫描过程中,系统使用通用的、低成本的及高性能的固定频率的窄带晶体滤波器对第一变频器4输出的信号滤波,具有良好的频率选择性能和简单的系统结构。

[0045] 第二变频器6将窄带晶体滤波器输出的信号和频率可调多通道信号发生器1提供的解调信号进行混频(变频),得到被检测交流磁场信号和其它较高频率的组合频率信号。

[0046] 当被检测交流磁场信号频率改变时,可以通过相应改变第二变频器6的解调频率,使解调后的信号频率包含被检测交流磁场信号和其它较高频率的组合频率信号。

[0047] 第二变频器6输出的较高频率的组合信号频率大于被测交流磁场信号频率的十倍以上。当被检测交流磁场信号频率改变时,窄带晶体滤波器、带通滤波器7等需要设定参数的部件在选定的扫描频率范围内参数保持不变。

[0048] 非晶材料部件2具有GMI效应,对非晶材料部件2施加高频激励电流以及直流偏置磁场,当被测信号交流磁场信号轴向分量通过非晶材料部件2时会使其复阻抗发生变化,使电路中非晶材料部件2两端输出的交流电压幅度也随之变化,通过变频器、滤波器等频率选择部件,本发明可以实现对可变频率的被测交流磁场信号的测量。非晶材料部件2高频激励信号由频率可调多通道信号发生器1提供,线路中串接限流电阻,保证提供合适的驱动电流。

[0049] 为保证后续信号处理电路不影响非晶材料部件2的工作状态,以及对非晶材料部件2两端输出电压信号进行初步放大,非晶材料部件2两端的输出电压首先送入到前置放大器3。前置放大器3具有很高的输入阻抗和很低的输出阻抗,同时对输入信号进行初步放大。前置放大器3的差分输入是非晶材料部件2两端电压信号,前置放大器3输出端连接到第一变频器4输入端。

[0050] 前置放大器3输出电压信号中包含被测交流磁场信号频率和非晶材料部件2高频激励信号频率的组合频率信号,为了能够使用固定频率的窄带晶体滤波器对信号进行滤波需要对信号进行变频(混频),本发明将其称之为调制,调制后的信号频率等于窄带晶体滤波器的中心频率。

[0051] 第一变频器4的一个输入信号是前置放大器3的输出信号,另一个输入信号是由频率可调多通道信号发生器1提供的调制信号。调制后的信号中包含被检测交流磁场信号频率、非晶材料部件2高频交流激励信号频率以及调制信号频率的多个组合频率信号。调制信号的频率可以根据被测交流磁场信号的频率调整,使得调制后的信号中包含被检测交流信号频率的一个组合频率始终等于具有固定频率的窄带晶体滤波器的中心频率。

[0052] 窄带晶体滤波器具有良好的频率选择特性,具有极小的相对带宽,可作为窄带带通滤波器使用。对于涡流金属探伤、医学肿瘤检测等应用场合,被测交流磁场信号频率在几KHz到几百KHz之间,而通用频带的、体积较小、低成较低的单片晶体滤波器的频率范围在1MHz到几十MHz之间,为了使用通用的窄带晶体滤波器,需要对非晶材料部件2输出的含有被检测交流磁场成份的信号进行变频(混频)。窄带晶体滤波器的输入端连接到第一变频器4输出端,窄带晶体滤波器输出端连接到第二变频器6输入端。

[0053] 窄带晶体滤波器的输出信号包含多个组合频率,第二变频器6对窄带晶体滤波器的输出信号进行变频(混频),本发明将其称之为解调,通过调整解调信号频率,使解调后的信号中含有被检测交流信号频率和其它较高组合信号频率。由于被测交流磁场信号频率的与其它组合频率信号频差较大,可利用带通滤波器7将不需要的频率信号滤除。第二变频器6的一个输入信号是晶体滤波器5的输出信号,另一个输入信号是由频率可调多通道信号发生器1提供的调制信号。

[0054] 第二变频器6输出信号的频率中包含频率较低的被测交流磁场信号频率和频率较高的非晶丝交流激励频率、调制信号频率和解调信号频率的组合频率,可使用带通滤波器7将较高频率的部分滤除。带通滤波器7的输入端连接到第二变频器6的输出端,带通滤波器7的输出端连接至低噪声放大器8输入端。

[0055] 带通滤波器7的输出信号只包含被检测交流磁场信号,可对其放大达到检测转置要求的电压。

[0056] 本发明的工作原理是:

[0057] 非晶丝(带)由频率可调多通道输出交流信号发生器提供非晶丝(带)高频交流激励信号,向非晶丝(带)提供驱动。当空间中被测交流磁场信号的轴向分量作用于相应的非晶丝(带)时,非晶丝(带)的阻抗随空间磁场强度变化,非晶丝(带)两端的交流电压幅度也随之变化,检测每一非晶丝(带)相应频率交流信号可以实现空间交流磁场信号的检测。

[0058] 进入非晶材料部件2轴向的磁场不仅包含被检测信号磁场还存干扰磁场和噪声,通常被检测磁场信号非常微弱,淹没在干扰和噪声之中,因此需要对信号进行滤波以及放大。在系统中,被检测磁场信号频率由系统设定,频率为已知参数,因此可使用带宽极窄的晶体滤波器对接收信号进行滤波器,由于低工作频率的晶体滤波器实现比较困难,且体积较大,因此系统使用较高中心频率的晶体滤波器,同时出于成本考虑可以使用用于其它用途的、大量生产的窄带晶体滤波器,比如,用于调频接收机频段的晶体滤波器。

[0059] 为了使被测交流磁场信号的频率发生改变时非晶材料部件2仍然可以使用固定频率的窄带晶体滤波器进行滤波,需要使用第一变频器4对非晶材料部件2输出信号进行变频,即对信号进行调制,通过改变第一变频器4的调制频率,使调制后的信号频率始终保持在窄带晶体滤波器的中心频率上。

[0060] 经过窄带晶体滤波器滤波后,被检测信号的信噪比有了很大的提高。晶体滤波器输出信号中包含了被测交流磁场信号频率、非晶材料部件2激励信号频率、调制信号频率的组合频率,可选择其中一个组合频率,通过变频(混频)提取被测交流磁场信号频率号频率,即对信号进行解调。解调后的信号中其它组合频率信号的频率远大于被检测交流磁场信号频率,可使用带通滤波器7滤除其余部分。

[0061] 经窄带滤波器滤波后的信号仅包含被检测交流磁场信号频率,利用低噪声放大器8进行放大,可获得足够幅度的被检测交流磁场信号的输出信号。

[0062] 频率可调多通道信号发生器1也可称为频率可调多通道输出交流信号发生器。

[0063] 频率可调多通道信号发生器1输出频率计算:

[0064] (1)非晶材料部件2高频激励信号频率为 f_{amo} ,第一变频器4的调制信号频率为 f_{mod} ,第二变频器6的解调信号频率为 f_{dem} ,被检测交流磁场信号频率为 f_{ext} ,频率 f_{amo} 根据非晶丝材料特性以及电路工作点确定。(2)非晶材料部件2两端输出电压信号中包含 $f_{amo} \pm f_{ext}$ 频率信号。(3)第一变频器4将频率为 f_{mod} 的调制信号和非晶材料部件2输出频率为 $f_{amo} \pm f_{ext}$ 的交流信号变频(混频),产生含有 $(f_{amo} \pm f_{ext}) \pm f_{mod}$ 频率成份的交流信号。(4)窄带晶体滤波器的中心频率可设定为 $(f_{amo} \pm f_{ext}) \pm f_{mod}$ 中的一个,假定选择中心频率为 $f_{amo} + f_{ext} + f_{mod}$ 。(5)第二变频器6将窄带晶体滤波器输出频率为 $f_{amo} + f_{ext} + f_{mod}$ 的信号与解调频率信号 f_{dem} 进行变频(混频),如果解调信号频率为 $f_{dem} = f_{amo} + f_{mod}$,第二变频器6输出信号中的频率成份为 f_{ext} 及 $f_{ext} + 2f_{amo} + 2f_{mod}$,只要保证 $f_{dem} = f_{amo} + f_{mod}$ 就可以获得频率为 f_{ext} 的被测交流磁场信号。

[0065] 本发明的有益效果是:

[0066] 1. 使用滤波性能良好的窄带晶体滤波器对被检测交流磁场信号进行滤波,可获得非常高的信噪比。

[0067] 2. 通过改变调制信号和解调信号频率,可以实现在整个频带内对被测交流磁场信号进行频率扫描,可获得精确的磁场信号的频率响应。

[0068] 3. 将连续可变的被检测信号频率调制到固定的频率,可利用市场上通用的、低成本的、性能良好的晶体滤波器5实现窄带滤波,提高了系统的性价比。

[0069] 4. 由于晶体滤波器5具有固定的频率,在解调、低通滤波和低噪声放大电路中可使用固定参数的相关电路,降低了系统的设计和调试的复杂程度。频率可调多通道信号发生器1提供精确的、可变的调制和解调频率,可以保证解调后的输出信号中只包含被检测交流磁场信号频率。

[0070] 5. 第二变频器6输出的信号中被检测交流磁场信号频率和其它组合频率信号的频差较大,经其后的带通滤波器7滤波,被测交流磁场信号之外的频率被大幅度衰减,系统获得良好的信噪比。

[0071] 6. 非晶丝(带)具有非常小的几何尺寸以及很强的磁场方向选择性,利用这一特性制成的传感器可以实现非常高的空间磁场检测分辨率。

[0072] 7. 对非晶丝(带)长度进行适当的划分,串联阵列式交流磁场传感装置可以使沿非晶丝(带)轴向方向上交流磁场的集合的测量,这些测量信号反映了交流磁场的空间分布状况。

[0073] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施只局限于这些说明。对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明的保护范围。

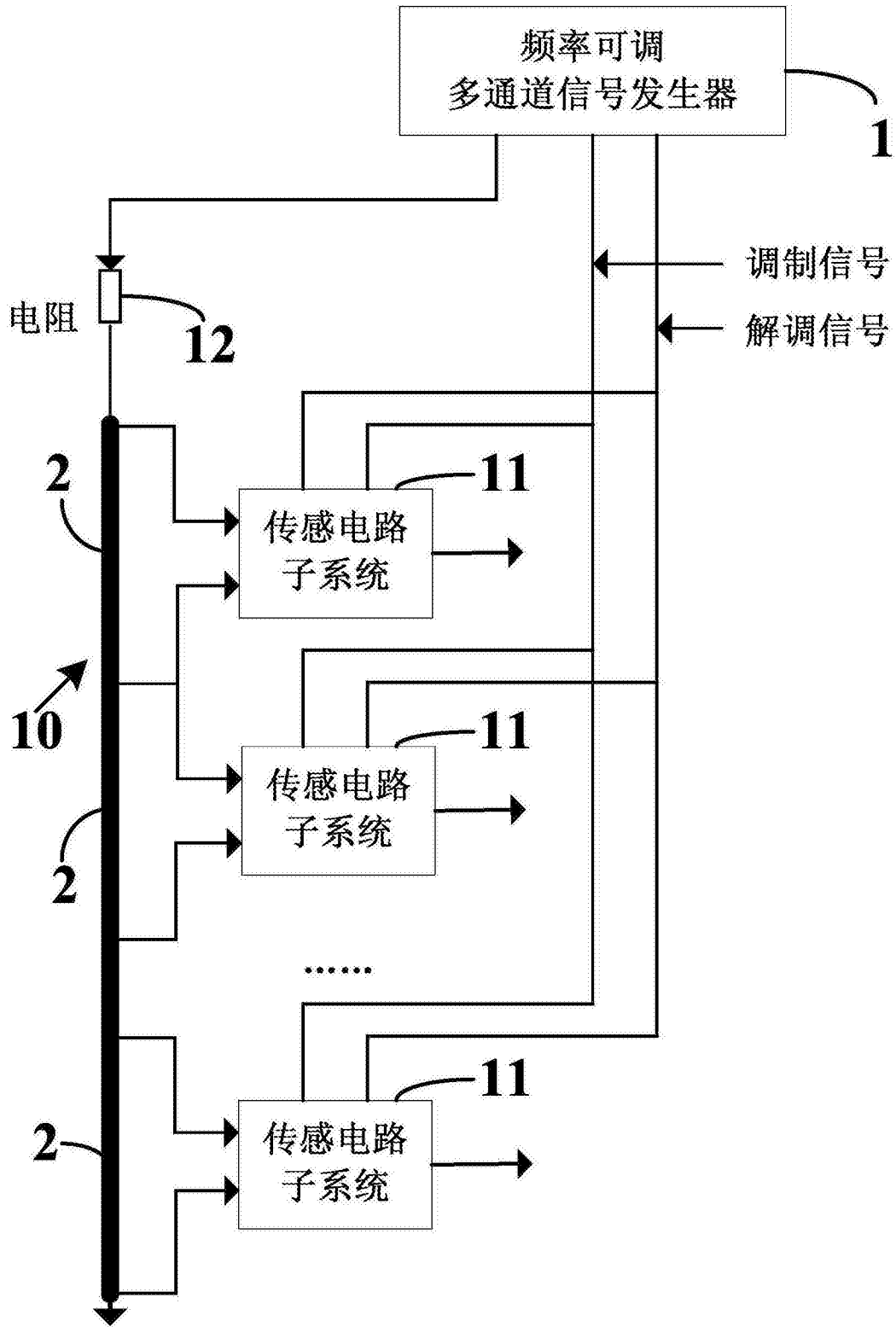


图1

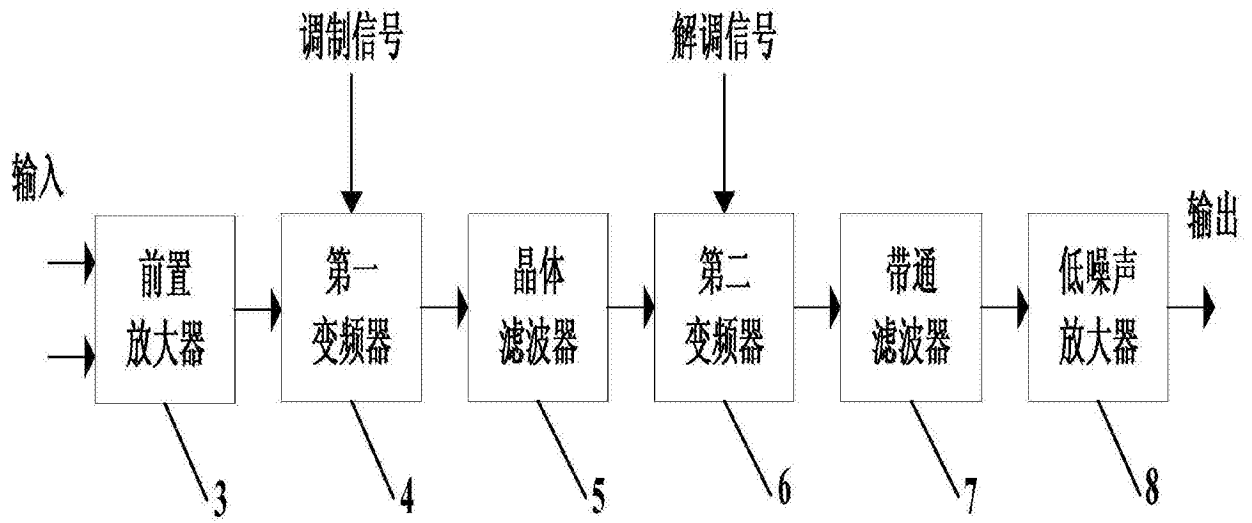


图2