

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 12 月 24 日 (24.12.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/201750 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01V 1/00 (2006.01) G01V 1/24 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/079799
- (22) 国际申请日: 2013 年 8 月 21 日 (21.08.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310250174.9 2013 年 6 月 17 日 (17.06.2013) CN
- (71) 申请人: 北京大学深圳研究生院 (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 王新安 (WANG, Xinan); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。林科 (LIN, Ke); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。张兴 (ZHANG, Xing); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。雍珊珊 (YONG, Shanshan); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区,

Guangdong 518055 (CN)。王腾 (WANG, Teng); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。谢峥 (XIE, Zheng); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。郭朝阳 (GUO, Chaoyang); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。张国新 (ZHANG, Guoxin); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。冯晓星 (FENG, Xiaoxing); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。葛彬杰 (GE, Binjie); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。周中华 (ZHOU, Zhonghua); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。安辉耀 (AN, Huiyao); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。

- (74) 代理人: 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS); 中国广东省深圳市福田区金田路与福华路交汇处现代商务大厦 2201, Guangdong 518048 (CN)。

[见续页]

(54) Title: SYSTEM FOR MONITORING IMMINENT EARTHQUAKE AND INSTALLATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种地震临震监测系统及其安装方法

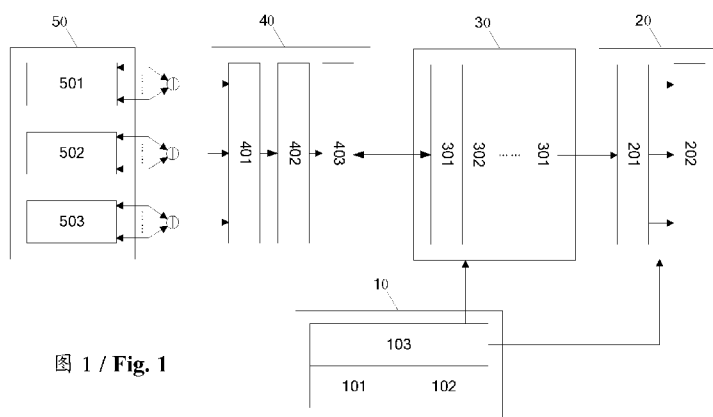


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: A system for monitoring an imminent earthquake, comprising: a plurality of groups of sensor arrays (50) used for detecting sound wave frequency bands of different earthquake sounds; a signal processing module (40) used for conducting signal filtering, amplification and analogue-to-digital conversion on output signals of the plurality of groups of sensor arrays (50); and a signal transmission module (30) which comprises a cable (301) used for transmitting output signals of the signal processing module (40), a main control module (20) used for receiving the signals transmitted by the cable (301), and a power supply management module (10) used for supplying power for the signal processing module (40), the signal transmission module (30) and the main control module (20). Since a frequency response range of the plurality of groups of sensor arrays (50) covers sound wave frequency bands of different earthquake sounds, the system for monitoring an imminent earthquake can capture the intensity, frequentness and frequency of different earthquake sound information. In addition, further provided is an installation method for the system used for monitoring an imminent earthquake.

(57) 摘要:

[见续页]



(81) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种地震临震监测系统, 包括: 用于检测不同的地声声波频段的多组传感器阵列 (50); 用于对所述多组传感器阵列 (50) 的输出信号进行信号滤波、放大及模数转换的信号处理模块 (40); 包括用于传输所述信号处理模块 (40) 的输出信号的电缆 (301) 的信号传输模块 (30), 用于接收所述电缆 (301) 传输的信号的主控模块 (20), 用于为所述信号处理模块 (40)、所述信号传输模块 (30) 和所述主控模块 (20) 供电的电源管理模块 (10)。由于多组传感器阵列 (50) 的频率响应范围覆盖不同的地声声波频段, 地震临震监测系统可以捕获不同的地声信息的强度、频度和频率。另外, 还提供了一种地震临震监测系统的安装方法。

一种地震临震监测系统及其安装方法

技术领域

本申请涉及地震监测技术领域，尤其涉及一种地震临震监测系统及其安装方法。

背景技术

地球经过不断的运动和变化，使地壳某些脆弱地带逐渐积累了能量，一旦积累的能量巨大，将造成岩石突然发生破裂，或者引发原有断层的错动，这就是地震。我国是全球大陆地震灾害最严重的国家之一，在约占全球陆地面积 1/14 的国土上，每年发生地震的次数却占全球陆地地震次数的 1/3 以上。加强地震灾害的对策研究，提高地震监测预测的技术水平，减轻地震灾害，与国家的发展社会的稳定和人民生命财产的安全都有着直接关系和重大意义。

在诸多地震前兆中，地声是存在于地球内部的基本现象，是除地震波以外直接表现为地下信息的重要参数之一，它可以反映出地震孕育过程中的某些地球物理化学信息，其获取方法也是地震预报研究的重要领域之一。

发明内容

根据本申请的第一个方面，本申请提供一种地震临震监测系统，包括：用于检测不同的地声声波频段的多组传感器阵列；用于对所述多组传感器阵列的输出信号进行信号滤波、放大及模数转换的信号处理模块；信号传输模块，所述信号传输模块包括用于传输所述信号处理模块的输出信号的电缆；用于接收所述电缆传输的信号的主控模块；用于为所述信号处理模块、所述信号传输模块和所述主控模块供电的电源管理模块。

进一步地，每组传感器阵列包括次声波传感器组、可听波传感器组和超声波传感器组，所述次声波传感器组包括并联连接的至少两个次声波传感器，所述可听波传感器组包括并联连接的至少两个可听波传感器，所述超声波传感器组包括并联连接的至少两个超声波传感器。

优选地，所述次声波传感器组覆盖的声波频率范围为 0Hz-20Hz，所述可听波传感器组覆盖的声波频率范围为 20Hz-20kHz，所述超声波传感器组覆盖的声波频率范围为 20kHz-1MHz。

进一步地，所述信号处理模块包括依次连接的滤波及放大器组、通道转换器和模数转换器；所述模数转换器的输出与所述信号传输模块相连接；一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加后连接到一组滤波及放大器；所述通道转换器具有时控信号选通功能。

进一步地，所述信号处理模块包括依次连接的通道转换器、滤波及

放大器组和模数转换器，所述模数转换器的输出与所述信号传输模块相连接；每一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加后连接到所述通道转换器；所述通道转换器具有时控信号选通功能。

进一步地，所述信号传输模块包括多根电缆和至少一个信号中继器，且每两根电缆之间连接一个信号中继器；所述电缆还用于将所述电池管理模块提供的电输送至所述信号处理模块。

进一步地，所述主控模块包括依次相连的主控单元和存储发射单元，所述主控单元用于确定对输入信号的存储和/或发送，所述存储发射单元包括用于存储所述主控单元发送来的信号的存储单元和用于发射所述主控单元发送来的信号的发射单元。

进一步地，所述电源管理模块包括太阳能储能单元、交流电适配单元和蓄电池，所述太阳能储能单元和所述交流电适配单元分别连接所述蓄电池，所述蓄电池分别为所述信号处理模块、所述信号传输模块和所述主控模块供电。

根据本申请的第二个方面，本申请提供一种地震临震监测系统的安装方法，所述系统为如上所述的地震临震监测系统，所述方法包括：将所述多组传感器阵列围绕钻孔或深井的中心安装于钻孔或深井的底面，一组传感器阵列安装在一个安装地点，每相邻的两个安装地点与所述中心的连线所形成的夹角的角度相等。

进一步地，对所述多组传感器阵列采用与之声匹配的材料封装，封装后的多组传感器阵列与基岩或密实土壤直接接触；所述信号处理模块与所述多组传感器阵列相邻安装，且不与基岩或密实土壤接触；所述电缆的至少一部分安装于所述钻孔或深井内；所述主控模块和所述电源管理模块安装于地表。

本申请的有益效果是：由于多组传感器阵列的频率响应范围覆盖不同地声声波频段，使得地震临震监测系统可以捕获不同的地声信息的强度、频度和频率，适用于监测地震孕育过程与临震预测工作。

一种实施例中，每组传感器阵列中的同类传感器为至少两个，可以将其中一个传感器作为另一个的备份，从而可提高地震临震监测系统的可靠性。

另一种实施例中，通过将多组传感器阵列围绕钻孔或深井的中心等角度的安装方式，使得传感器阵列可在感应地声信息频率的同时得到声源方位。

附图说明

图1是本申请一种实施例的地震临震监测系统的结构示意图；

图2是本申请另一种实施例的地震临震监测系统的结构示意图；

图3是图1所示实施例的一种具体实现时的结构示意图；

图 4 是本申请一种实施例在安装地震临震监测系统时传感器阵列的安装面示意图；

图 5 是本申请一种实施例的地震临震监测系统的安装示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供了一种基于地声检测方法的地震孕育过程及临震监测系统，其采用检测不同的地声声波频段的多组传感器阵列以覆盖地声信息几乎所有频谱范围，通过信号处理模块对多组传感器阵列的输出信号进行信号滤波、放大及模数转换，处理后的信号经信号传输模块传输至主控模块；同时还通过电源管理模块为信号处理模块、信号传输模块及主控模块供电。

下面通过具体实施方式结合附图对本发明作进一步详细说明。

实施例 1:

如图 1 或图 2 所示，本实施例提供了一种地震临震监测系统，包括：多组传感器阵列 50、信号处理模块 40、信号传输模块 30、主控模块 20 和电源管理模块 10。

多组传感器阵列 50 用于检测不同地声声波频段，每组传感器阵列 50 包括次声波传感器组 501、可听波传感器组 502 和超声波传感器组 503，每个传感器组包括并联的至少两个同类的传感器，这些同类的传感器互为备份，也就是说，次声波传感器组包括并联连接的至少两个次声波传感器，可听波传感器组包括并联连接的至少两个可听波传感器，超声波传感器组包括并联连接的至少两个超声波传感器，每一传感器组中的一个传感器为该组传感器中其它传感器的备份。从而，通过频率响应范围覆盖次声波、可听波、超声波，使得系统可以完整的捕获地声信息的强度、频度和频率，而且，通过备份的方式还可以提高系统的可靠性。

实施例中，次声波传感器组覆盖的声波频率范围包括但不限于 0Hz-20Hz，可听波传感器组覆盖的声波频率范围包括但不限于 20Hz-20kHz，超声波传感器组覆盖的声波频率范围包括但不限于 20kHz-1MHz。一种具体实现中，次声波传感器采用光纤次声波传感器，可听波传感器采用 MEMS (Micro-Electro-Mechanical System, 微机电系统) 麦克风，超声波传感器采用石英声发射传感器。

每组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号加和后输送到信号处理模块，也就是说，次声波传感器组中的所有次声波传感器的输出信号加和后输送到信号处理模块，所有可听波传感器组中的所有可听波传感器的输出信号也加和后输送到信号处理模块，超声波传感器组中的所有超声波传感器的输出信号也加和后输送到信号处理模块。

如图 1 所示，本实施例中的信号处理模块包括依次连接的滤波及放大器组 401、通道转换器 402 和模数转换器 403。每一组滤波及放大器组

401 包括依次连接的滤波器和放大器,如图 3 所示,滤波及放大器组 401 包括一组低通滤波器 4011 和放大器 4011a、一组带通滤波器 4012 和放大器 4012a、以及一组高通滤波器 4013 和放大器 4013a。通道转换器 402 具有时控信号选通功能,例如设定一定时间允许经低通滤波器和放大器的信号通过,允许经带通滤波器和放大器的信号在另一时间通过,经高通滤波器和放大器的信号在又一时间通过,具体实现时通道转换器可以设计为带定时器的多路开关等。模数转换器的输出与信号传输模块相连接。本实施例中,一组滤波及放大器连接一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加的结果,仍如图 3 所示,此时次声波传感器组 501 中所有次声波传感器并联连接,其信号加和后与低通滤波器 4011、放大器 4011a 依次相连,可听波传感器组 502 中所有可听波传感器并联连接,其信号加和后与带通滤波器 4012、放大器 4012a 依次相连,超声波传感器组 503 中所有超声波传感器并联连接,其信号加和后与高通滤波器 4013、放大器 4013a 依次相连。

如图 2 所示,另一种实施例中的信号处理模块包括依次连接的通道转换器 402、滤波及放大器组 401 和模数转换器 403。通道转换器、滤波及放大器组和模数转换器各自的功能同前述实施例,不同之处在于,此时,每一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加后是连接到具有时控信号选通功能的通道转换器,然后再进行滤波、放大、模数转换等处理。

一种具体实现时,低通滤波器的截止频率为 20Hz,带通滤波器的带宽为 20Hz-20kHz,高通滤波器的截止频率为 20kHz。

信号传输模块 30 包括多根电缆 301 和至少一个信号中继器 302,且每两根电缆之间连接一个信号中继器,即电缆 301 的数量比信号中继器 302 多且仅多一个。电缆 301 不仅可用于传输信号,还可以将电池管理模块 10 提供的电输送到信号处理模块 40。信号中继器的采用可以避免信号传输过程可能出现的信号衰减。信号传输模块 30 的输入信号与首位的电缆 301 相连接,信号传输模块 30 的输出信号由末位的电缆 301 与主控模块 20 相连接。

本实施例的主控模块 20 包括依次相连的主控单元 201 和存储发射单元 202。主控单元 201 用于确定对输入信号的存储和/或发送,其输入信号来自信号传输模块 30。存储发射单元 202 包括用于存储主控单元 201 发送来的信号的存储单元和用于发射主控单元 201 发送来的信号的发射单元,如图 3 所示,存储单元可以是本地存储接口 2011,发射单元可以是移动网络接口 2022 或以太网接口 2023。其它实施例中也可以不设置主控单元,而是将信号传输模块输送来的信号直接进行存储和/或转发。

仍如图 3 所示,电源管理模块 10 包括太阳能储能单元 101、交流电

适配单元 102 和蓄电池 103, 太阳能储能单元 101 和交流电适配单元 102 分别连接蓄电池 103, 蓄电池 103 分别为信号传输模块 30 和主控模块 20 供电。通过太阳能和交流电如 220V 交流市电为系统供电, 可保证系统稳定工作, 而且, 在 220V 交流市电中断情况下还可持续工作, 使得系统可正常工作于无人值守的野外监测点。

图 3 所示为一种实施例的地震临震监测系统的一种具体实现, 其中各模块及内部单元连接关系为: 3 个 $0\text{Hz}\sim 20\text{Hz}$ 声发射传感器构成的次声波传感器组 501 并联连接, 信号加和后与低通滤波器 4011、放大器 4011a 依次相连; 3 个 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ 声发射传感器构成的可听波传感器组 502 并联连接, 信号加和后与带通滤波器 4012、放大器 4012a 依次相连; 3 个 $20\text{kHz}\sim 1\text{MHz}$ 声发射传感器构成的超声波传感器组 503 并联连接, 信号加和后与高通滤波器 4013、放大器 4013a 依次相连; 放大器 4011a、4012a、4013a 分别与通道转换器 402 相连接, 通道转换器 402 的输出信号经由模数转换器 (ADC, Analog to Digital Converter) 转换为数字信号, 并由电缆 301 和信号中继器 302 输入到主控单元 201; 主控单元 201 对输入数据处理后, 分别输出至本地存储接口 2021 存储、移动网络接口 2022 无线发送、以太网接口 2023 有线发送; 蓄电池 103 由太阳能储能单元 101 或 220V 交流电源适配单元 102 充电, 并分别为主控模块 20、信号传输模块 30 供电。

可见, 本实施例的地震临震监测系统具有如下优点:

(1) 由于地声信息包含地震孕育过程中或临震前地下基岩断面及其周围小破碎及微断裂所产生的高频超声波, 也包括临震前基岩宏观破裂及地壳蠕变过程中所产生的低频可听波和次声波, 因此, 本实施例使用了多组不同的传感器全面覆盖地声声波可能的频率范围, 包括次声波、可听波、超声波, 既保证了大地震孕育过程中及临震前地声信息能被完整的记录, 还保证了每段频率范围内地声信息的精确记录;

(2) 震前地声监测工作的另一个难点在于难以长期连续监测, 其要求仪器或设备有非常好的可靠性, 然而, 由于地下环境复杂, 因此对传感器、处理电路、传输过程的可靠性有着苛刻的要求, 对此, 系统在传感器侧进行备份, 在传输过程中增加信号中继器, 提高了系统的可靠性, 使系统能长时间地、稳定地对地声信号进行监测;

(3) 实施例采用太阳能和 220V 交流市电为系统供电, 保证了系统的稳定工作以及灾害来临时的持续工作能力, 使系统适于野外无人值守的监测。

实施例 2:

本实施例提供了一种地震临震监测系统的安装方法, 该系统为实施例 1 描述的地震临震监测系统, 其安装方法包括: 将多组传感器阵列围

绕钻孔或深井的中心安装于钻孔或深井的底面，一组传感器阵列安装在一个安装地点，每相邻的两个安装地点与该中心的连线所形成的夹角的角度相等。从而，传感器阵列所接收的地声可通过分析各安装点中传感器所接收信号强度唯一确定其声源方向。如图4所示举例中，该例设有三组传感器阵列，每一组传感器阵列包括次声波传感器组501、可听波传感器组502和超声波传感器组503，每一组传感器阵列安装在一个地点110，相邻两个安装地点与钻孔或深井的中心（图4所示的黑色实心圆圈）的连线所形成的夹角与其它两个安装地点与该中心的连线所形成的夹角相等，即都为 120° 。图4所示只是一种举例，传感器阵列的组数可以为更多，即大于三组。一种较佳实现中，这些多组传感器阵列距离钻孔或深井的中心是相同的。

通过这样的安装方式，可以保证传感器阵列清晰记录每次地声信息的声源方向，提供的地声信息中除频率信息、强度信息等标量信息之外的声源方位信息这一矢量信息。

进一步地，本实施例的安装方法还将多组传感器阵列安装于地表若干米例如150米以下且与基岩或密实土壤紧密接触，当然考虑到对传感器阵列的保护，可以将传感器用与之声匹配的耐腐蚀、防水、抗摩擦的材料进行封装，将封装后的多组传感器阵列与基岩或密实土壤直接接触；信号处理模块与多组传感器阵列相邻安装，且不与基岩或密实土壤接触；信号传输模块中，电缆和信号中继器分布于钻孔或深井中，末位的电缆与主控模块相连，将主控模块和电源管理模块则安装于地表，可以与钻孔或深井相邻，或者还可以安装于离钻孔或深井更远的地表处，当然中间的信号传输仍是采用的电缆和信号中继器的方式传输。图5所示为一种举例的安装示意图，其中，传感器阵列50与100米深的钻孔60的底部的基岩70紧密接触，信号处理模块20相邻安装于传感器阵列50的上方，并通过两段50米长的电缆301及其之间的信号中继器302，将数据传输至位于地表80、且安装于钻孔60正上方的电源管理模块10和主控模块20。

综上，本申请实施例提出的地震监测系统及其安装方法，采用多组不同频率响应声传感器组成的传感器阵列覆盖地声信息所有频谱范围，并以可区分声波声源方向的安装方式，再配以保证系统可靠地、长时间地工作的辅助组成模块，使得该系统适于全自动化、低成本、高可靠性、可大规模密集布局，而且可长时间监测大地震孕育过程、临震前地下完整的地声变化信息。

以上所述仅为本申请的较佳实施例，只是用于帮助理解本申请并不用以限制本申请。对于本领域的一般技术人员，依据本申请的思想，可以对上述具体实施方式的变化。

权 利 要 求

1. 一种地震临震监测系统，其特征在于，包括：
用于检测不同的地声声波频段的多组传感器阵列；
用于对所述多组传感器阵列的输出信号进行信号滤波、放大及模数转换的信号处理模块；
信号传输模块，所述信号传输模块包括用于传输所述信号处理模块的输出信号的电缆；
用于接收所述电缆传输的信号的主控模块；
用于为所述信号传输模块和所述主控模块供电的电源管理模块。
2. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统，其特征在于，每组传感器阵列包括次声波传感器组、可听波传感器组和超声波传感器组，所述次声波传感器组包括并联连接的至少两个次声波传感器，所述可听波传感器组包括并联连接的至少两个可听波传感器，所述超声波传感器组包括并联连接的至少两个超声波传感器。
3. 如权利要求 2 所述的地震临震监测系统，其特征在于，所述次声波传感器组覆盖的声波频率范围为 0Hz-20Hz，所述可听波传感器组覆盖的声波频率范围为 20Hz-20kHz，所述超声波传感器组覆盖的声波频率范围为 20kHz-1MHz。
4. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统，其特征在于，所述信号处理模块包括依次连接的滤波及放大器组、通道转换器和模数转换器；所述模数转换器的输出与所述信号传输模块相连接；一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加后连接到一组滤波及放大器；所述通道转换器具有时控信号选通功能。
5. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统，其特征在于，所述信号处理模块包括依次连接的通道转换器、滤波及放大器组和模数转换器，所述模数转换器的输出与所述信号传输模块相连接；每一组传感器阵列中所有同类型的传感器的输出信号相加后连接到所述通道转换器；所述通道转换器具有时控信号选通功能。
6. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统，其特征在于，所述信号传输模块包括多根电缆和至少一个信号中继器，且每两根电缆之间连接一个信号中继器；所述电缆还用于将所述电源管理模块提供的电输送至所述信号处理模块。
7. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统，其特征在于，所述主控模块包括依次相连的主控单元和存储发射单元，所述主控单元用于确定对输入信号的存储和/或发送，所述存储发射单元包括用于存储所述主控单元发送来的信号的存储单元和用于发射所述主控单元发送来的信号的

发射单元。

8. 如权利要求 1 所述的地震临震监测系统,其特征在于,所述电源管理模块包括太阳能储能单元、交流电适配单元和蓄电池,所述太阳能储能单元和所述交流电适配单元分别连接所述蓄电池,所述蓄电池分别为所述信号处理模块、所述信号传输模块和所述主控模块供电。

9. 一种地震临震监测系统的安装方法,其特征在于,所述系统为如权利要求 1 至 8 任一项所述的地震临震监测系统,所述方法包括:将所述多组传感器阵列围绕钻孔或深井的中心安装于钻孔或深井的底面,一组传感器阵列安装在一个安装地点,每相邻的两个安装地点与所述中心的连线所形成的夹角的角度相等。

10. 如权利要求 9 所述的安装方法,其特征在于,

对所述多组传感器阵列采用与之声匹配的材料封装,封装后的多组传感器阵列与基岩或密实土壤直接接触;

所述信号处理模块与所述多组传感器阵列相邻安装,且不与基岩或密实土壤接触;

所述电缆的至少一部分安装于所述钻孔或深井内;

所述主控模块和所述电源管理模块安装于地表。

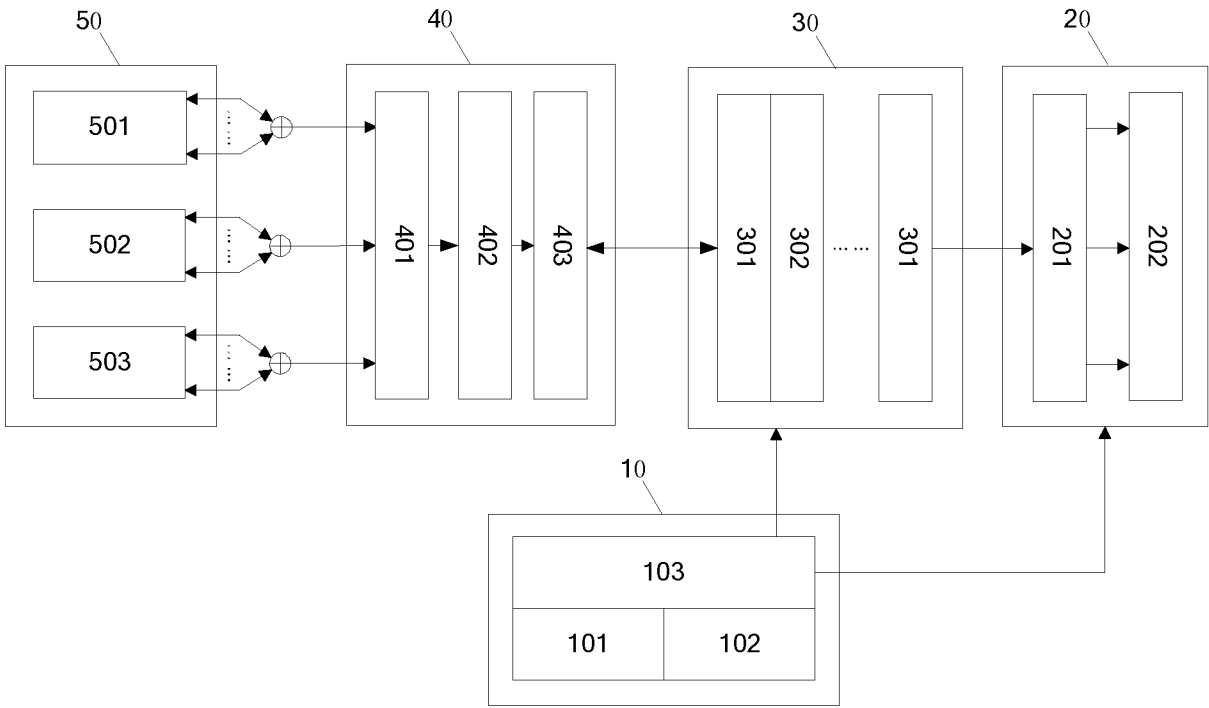


图 1

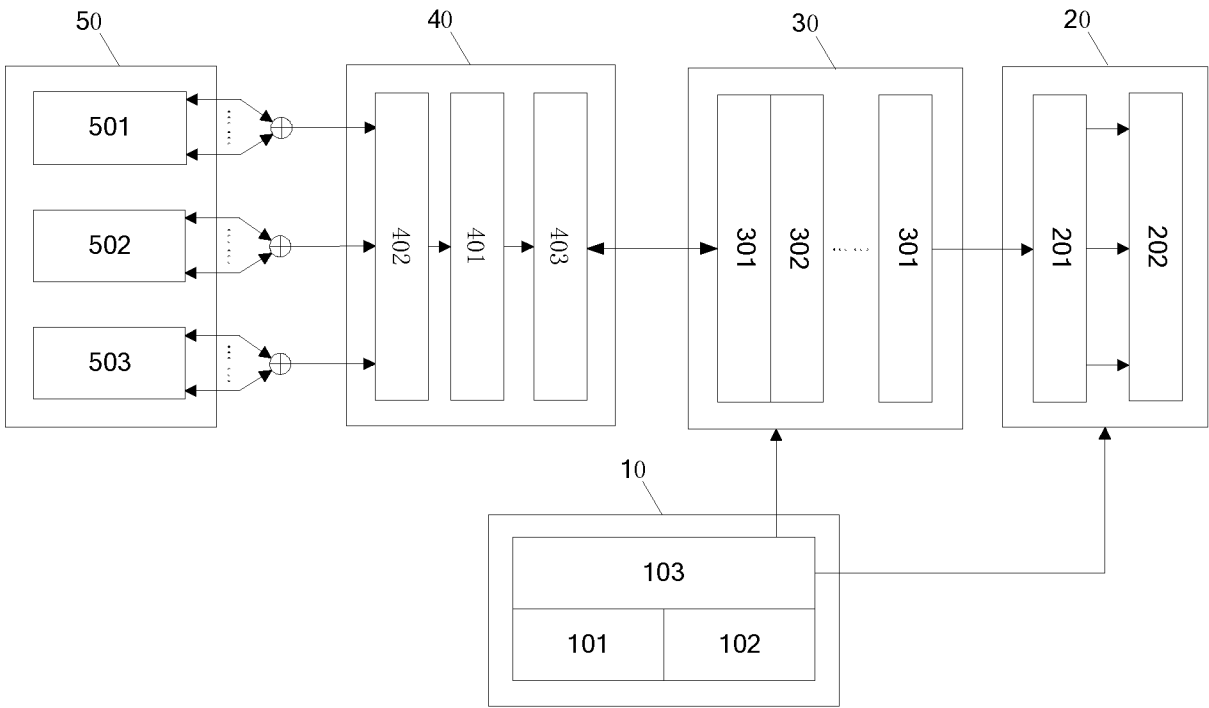


图 2

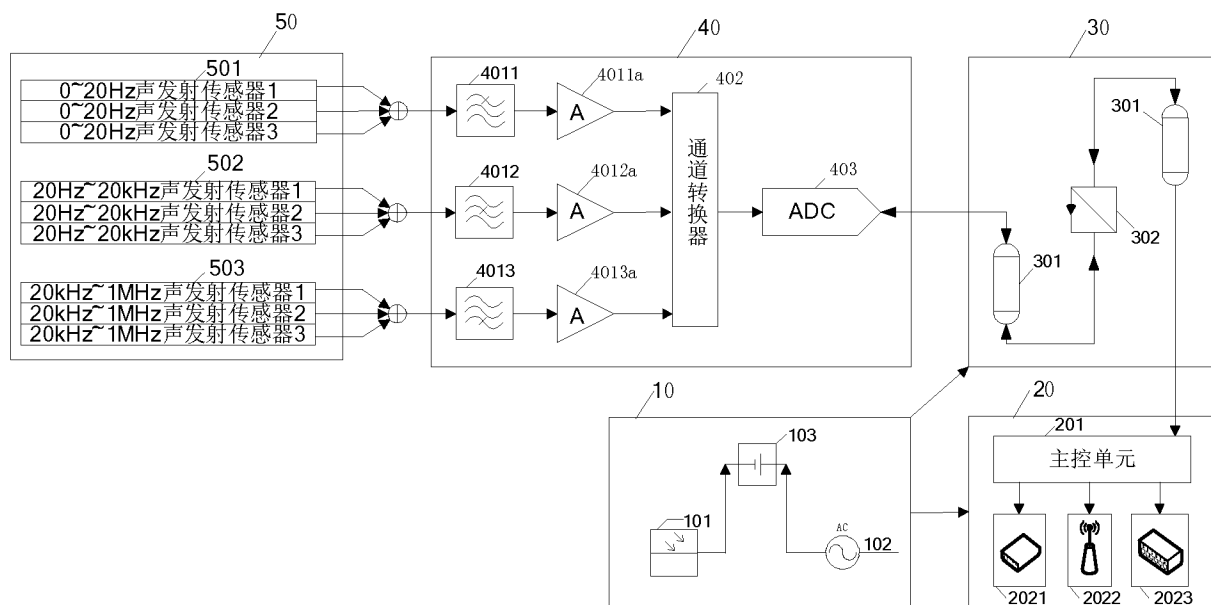


图 3

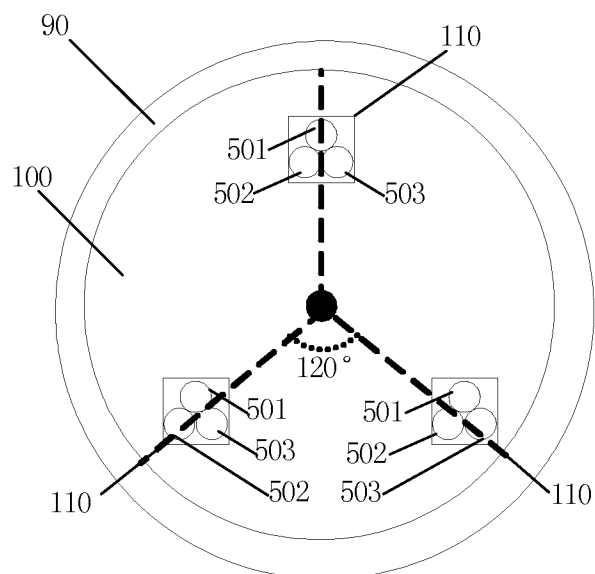


图 4

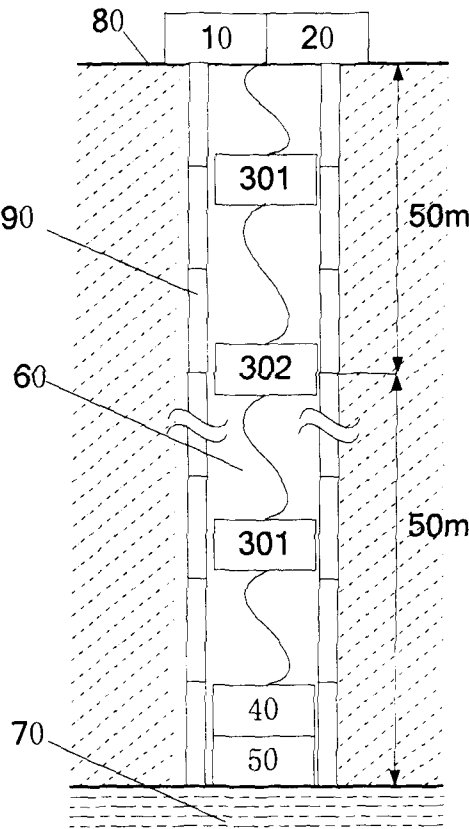


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/079799

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G01V 1/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, VEN, CNTXT, CJFD, CNKI, GOOGLE, CNABS, ISI: earthquake, seismic, sound, earth, acoustic, wave, ultrasound, ultrasonic, infrasound, infrasonic, audible, +sonic, +sound, infra+, ultra+, microphone, mike, source, direction

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 201673262 U (LIANG, Qingjiu) 15 December 2010 (15.12.2010) description, paragraphs [0009] and [0010] and figure 1	1-10
Y	CN 102288984 A (SHENZHEN SENMS MICROSYSTEMS LTD.) 21 December 2011 (21.12.2011) description, paragraphs [0010] to [0017] and figures 1 to 3	1-10
Y	CN 102692640 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS) 26 September 2012 (26.09.2012) the abstract, description, paragraphs [0037] to [0048] and figures 1 to 3	9, 10
A	GAO, Ronglin et al., deshēng yánjiū yǔ DSxíng dishēngyí, Journal of Nanjing Normal University (Natural Science Edition), December 1980, no. 1, pages 17-23, ISSN: 1001-4616	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 25 February 2014 (25.02.2014)	Date of mailing of the international search report 20 March 2014 (20.03.2014)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer TANG, Shaliang Telephone No. (86-10) 62413475

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/079799

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CA 2287697 AL (KATIRAI, Bahram) 24 January 2000 (24.01.2000) the whole document	1-10
E	CN 103353608 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 16 October 2013 (16.10.2013) claims 1 to 9, description, paragraphs [0019] to [0026]	1-3, 6-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/079799

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 201673262 U	15.12.2010	None	
CN 102288984 A	21.12.2011	None	
CN 102692640 A	26.09.2012	None	
CA 2287697 AL	24.01.2000	None	
CN 103353608 A	16.10.2013	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/079799

Continuation of: **CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01V 1/00 (2006.01) i

G01V 1/24 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/079799

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G01V 1/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, VEN, CNTXT, CJFD, CNKI, GOOGLE, CNABS, ISI: 震, 地震, 地声, 声学, 声波, 超声, 次声, 可听, 音频, 声频, 频率, 耳, 麦克, 话筒, 声源, 方向, earthquake, seismic, sound, earth, acoustic, wave, ultrasound, ultrasonic, infrasound, infrasonic, audible, +sonic, +sound, infra+, ultra+, microphone, mike, source, direction

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 201673262 U (梁庆九) 15.12 月 2010 (15.12.2010) 说明书第 [0009]-[0010]段、附图 1	1-10
Y	CN 102288984 A (深圳思量微系统有限公司) 21.12 月 2011 (21.12.2011) 说明书第[0010]-[0017]段、附图 1-3	1-10
Y	CN 102692640 A (中国科学院半导体研究所) 26.9 月 2012 (26.09.2012) 摘要、说明书第[0037]-[0048]段、附图 1-3	9-10
A	高荣林 等, 地声研究与 DS 型地声仪, 南京师院学报(自然科学版), 12 月 1980 年, 第 1 期, 第 17-23 页, ISSN: 1001-4616	1-10
A	CA 2287697 A1 (KATIRAI, Bahram) 24.1 月 2000 (24.01.2000) 全文	1-10
E	CN 103353608 A (北京大学深圳研究生院) 16.10 月 2013 (16.10.2013) 权利要求 1-9、说明书第[0019]-[0026]段	1-3,6-8



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

25.2 月 2014 (25.02.2014)

国际检索报告邮寄日期

20.3 月 2014 (20.03.2014)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

汤莎亮

电话号码: (86-10) **62413475**

关于同族专利的信息

PCT/CN2013/079799

PCT/ISA/210 表(同族专利附件) (2009 年 7 月)

续：主题的分类

G01V 1/00 (2006.01) i

G01V 1/24 (2006.01) i