

(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
2013 年 12 月 19 日 (19.12.2013)



WIPO | PCT



(10) 国际公布号
WO 2013/185436 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 23/16 (2006.01) *G01R 33/32* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/085149
- (22) 国际申请日: 2012 年 11 月 23 日 (23.11.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201210191959.9 2012 年 6 月 12 日 (12.06.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **大唐移动通信设备有限公司 (DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIPMENT CO., LTD)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路 29 号, Beijing 100083 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人 (仅对美国): **段滔 (DUAN, Tao)** [CN/CN]; 中国北京市海淀区学院路 29 号, Beijing 100083 (CN)。
- (74) 代理人: **北京润泽恒知识产权代理有限公司 (BEIJING RISEHIGH INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM)**; 中国北京市海淀区中关村南大街 31 号神舟大厦 1116, Beijing 100081 (CN)。

- (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, KM, 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, 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, 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))。

(54) Title: DISTRIBUTED SPECTRUM ANALYZER AND METHOD OF SPECTRUM ANALYSIS APPLYING SAME

(54) 发明名称: 分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法

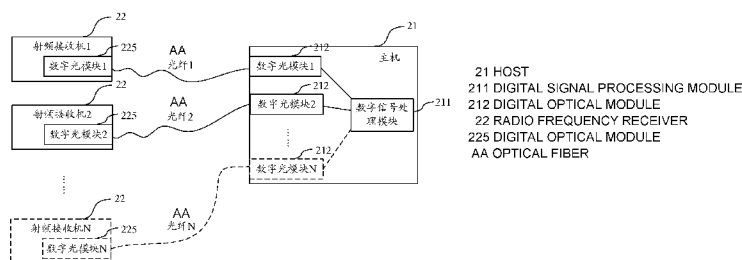


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: A distributed spectrum analyzer and a method of spectrum analysis applying same. The spectrum analyzer adopts a separate design. A radio frequency receiver receives a signal, performs frequency conversion processing and AD conversion on the received signal, and sends the converted digital signal to a host. In such a structure, with a digital optical module, the radio frequency receiver is connected to a corresponding digital optical module on the host through an optical fiber, so as to implement bidirectional data transmission. The host performs general control of the system as well as signal processing and spectrum analysis. Therefore, a multi-interface design is applied for the host of the spectrum analyzer, so as to support simultaneous access and control for a plurality of radio frequency receivers, thereby conveniently implementing multi-port measurement extension. Also, the radio frequency receiver has low power consumption, a small volume, and a light weight, and is connected to a host by adopting a digital optical fiber. A host and a radio frequency receiver can be arranged at a distance up to tens of kilometers, so as to implement local measurement and installation and remote control and processing, thereby meeting various special demands.

(57) 摘要: 一种分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法, 对频谱分析仪采用分体设计, 由射频接收机进行信号接收, 对接收到的信号进行变频处理及 AD 转换, 并将转换后的数字信号发送至主机, 在此结构中, 射频接收机通过数字光模块, 经由光纤分别与主机上的相应数字光模块相连接, 实现双向数据传输, 由主机进行系统的总体控制和信号处理, 频谱分析, 从而, 使频谱分析仪的主机应用多接口设计, 可以支持同时接入控制多个射频接收机, 非常方便的实现多端口测量扩展, 而射频接收机功耗和体积小重量轻, 与主机采用数字光纤连接, 主机与射频接收机的安放距离最远可以达到几十公里, 可以实现本地测量安装, 远程控制处理, 满足各种特殊需求。

分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法

本申请要求申请号为201210191959.9、申请日为2012年6月12日、发明名称为“分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法”的发明专利申请的全部优先权。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，特别涉及一种分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法。

10 背景技术

频谱分析仪是研究电信号频谱结构的仪器，用于信号失真度、调制度、谱纯度、频率稳定度和交调失真等信号参数的测量，可用以测量放大器和滤波器等电路系统的某些参数，是一种多用途的电子测量仪器。

如图 1 所示，为现有技术中的频谱分析仪的结构示意图，下面，对目前的频谱分析仪一般所包括的各部分硬件进行说明如下。

频谱分析仪的频率覆盖范围一般从 kHz 到 GHz 量级，一般通过几次下变频将射频/微波信号变到 ADC (Analog to Digital Converter, 模数变换器) 可采样的频率，完成这部分工作的功能电路是射频/微波处理模块。

经过下变频后的模拟信号由 ADC 进行采样实现模数变换，ADC 输出的 IQ 数据接下来便送往数字信号处理模块进行分析处理，然后由显示模块完成数据到图形曲线的转换，在仪表的显示屏上显示出来。

操作者通过面板菜单对仪器进行操作，人机交互模块将这些操作变换成控制命令，通过主控模块对仪表的各功能电路进行参数设置和处理控制，以完成操作者需要的测试和数据处理。

25 时钟和电源是仪器中必不可少的两个硬件组成部分，主要提供仪器内部电路的时钟和供电。

在实现本申请的过程中，发明人发现现有技术中至少存在以下问题：

现有的频谱分析仪，由于是整体单机箱设计，所以，存在以下几个缺点：

- 1、仪表能支持的频段是固定。
- 2、仪表支持测量端口是固定的，一般只能支持 1 个端口测量。
- 3、由于体积重量较大，对于特殊场景（比如塔台上的设备等）的测试不方便。

5

发明内容

本申请实施例提供一种分布式频谱分析仪及应用其进行频谱分析的方法，解决现有的技术方案中的频谱分析仪只能通过单端口对固定频段进行频谱分析测量，以及应用场景受限的问题。

- 10 为达到上述目的，本申请实施例一方面提供了一种分布式频谱分析仪，至少包括主机，以及一个或多个射频接收机：

所述射频接收机，配置为接收射频信号，对所述射频信号进行变频处理及模数 AD 转换，并将 AD 转换后的数字信号通过数字光模块，经由光纤发送给所述主机；

- 15 所述主机，包括数字信号处理模块，以及一个或多个数字光模块，每个所述数字光模块配置为通过光纤与一个所述射频接收机相连接，并接收所述射频接收机发送的所述 AD 转换后的数字信号，所述数字信号处理模块配置为对所接收到的所述 AD 转换后的数字信号进行处理。

- 20 另一方面，本申请实施例还提供了一种通过分布式频谱分析仪进行频谱分析的方法，

分别在各待分析射频信号源部署相应类型的射频接收机；

分别将各射频接收机通过光纤与主机上一个相应类型的数字光模块相连接；

- 25 启动所述主机和相应的所述射频接收机，输入操作指令，以使所述主机接收所述射频接收机发送的 AD 转换后的数字信号，并进行频谱分析处理。

与现有技术相比，本申请实施例所提出的技术方案具有以下优点：

通过应用本申请实施例的技术方案，对频谱分析仪采用分体设计，由射

频接收机进行信号接收，对接收到的信号进行变频处理及模数 AD 转换，并将转换后的数字信号发送至主机进行信号处理和分析，在此结构中，一个或多个射频接收机通过数字光模块，经由光纤分别与主机上的相应数字光模块相连接，实现双向数据传输，由主机进行系统的总体控制和信号处理，频谱分析，从而，使频谱分析仪的主机应用多接口设计，可以支持同时接入控制多个射频接收机，非常方便的实现多端口测量扩展，而射频接收机功耗和体积小重量轻，与主机采用数字光纤连接，主机与射频接收机的安放距离最远可以达到几十公里，可以实现本地测量安装，远程控制处理，满足各种特殊需求。

10

附图说明

图 1 为现有技术中的频谱分析仪的结构示意图；

图 2 为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪的结构示意图；

15 图 3 为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪中的射频接收机的结构示意图；

图 4 为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪中的主机的结构示意图；

图 5 为本申请实施例所提出的一种应用分布式频谱分析仪进行频谱分析的方法的流程示意图；

20 图 6 为本申请实施例所提出的一种具体应用场景下的分布式频谱分析仪的主机部分的结构示意图；

图 7 为本申请实施例所提出的一种具体应用场景下的分布式频谱分析仪的射频接收机部分的结构示意图。

25 具体实施方式

如背景技术所述，目前的频谱分析仪一般都是一体化，射频接收，信号处理，人机操作，屏幕显示等都是装配于一个机箱结构，对于只能支持预定频段，和一个测量通道。

为了克服这样的缺陷，本申请实施例提出了一种分布式频谱分析仪，将频谱分析仪分为射频接收机和主机两部分，由射频接收机进行信号接收，对接收到的信号进行变频处理及 AD 转换，并将转换后的数字信号发送至主机进行信号处理和频谱分析，在此结构中，频谱分析仪的主机应用多接口设计，

5 可以支持同时接入控制多个射频接收机，从而，解决现有的技术方案中的频谱分析仪只能通过单端口对固定频段进行频谱分析测量，以及应用场景受限的问题。

如图 2 所示，为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪的结构示意图，至少包括主机 21，以及一个或多个射频接收机 22，在实际应用中，分

10 布式频谱分析仪最低配置需要一台主机 21 及一台射频接收机 22。

图 2 中所示的射频接收机 1、射频接收机 2... 射频接收机 N 具体为分布式频谱分析仪中所包括的 N 个射频接收机 22，图中以虚线表示的模块和部件可以根据需要而扩展。

以下分别对分布式频谱分析仪的各组成部分进行具体说明。

15 射频接收机 22，配置为从射频源接收射频信号（在实际应用中，由于信号源的差异，也可能接收到微波信号，这仅是信号类型的改变，这样的变化并不影响本申请实施例所提出的后续技术方案的内容，也不会不影响本申请的保护范围），对该射频信号进行增益控制，变频和滤波处理，以及 AD（Analog to Digital，模一数）转换，并将 AD 转换后的数字信号通过数字光模块 225，

20 经由光纤发送给主机 21。

在本申请实施例中，射频接收机 22 的数量具体可以为一个或多个，可以根据需要进行测量分析的射频源进行相应的部署，其所部署的位置与主机 21 的距离可以根据光纤部署的长度进行调整，最远可以达到几十公里，从而，克服了现有技术中的一体式频谱分析仪必须将仪器部署在射频源直接相连的

25 现场，才能进行测量分析的缺陷，使射频测量分析的操作更加灵活方便。

如图 3 所示，为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪中的射频接收机的结构示意图，具体包括以下模块。

模拟信号处理模块 221，配置为接收射频/微波信号，并对射频/微波信号

进行增益控制，变频及滤波处理，输出相应的模拟中频信号，此处变频处理的规则和方式取决于转换模块 222 可采样的频率范围，模拟信号处理模块 221 进行变频处理的最终效果在于将接收到的信号变频至转换模块 222 可采样的频率范围，以便进行后续的处理，在达到相应的变频效果后，模拟信号处理模块 221 将变频后的模拟中频信号发送给转换模块 222，需要说明的是，模拟信号处理模块 221 在此过程中的变频处理可以为一次或多次，具体变频处理次数的变化并不会影响本申请的保护范围。

转换模块 222，配置为对模拟信号处理模块 221 进行变频处理后的模拟中频信号进行 AD 转换处理，输出相应的数字信号，考虑到频谱分析仪的最终处理信号应为数字信号，因此，相应的模数转换操作由射频接收机 22 中的转换模块 222 来完成，具体的转换操作规则可以根据射频接收机 22 所部署的射频信号源的具体类型来进行调整。

通信模块 223，配置为将转换模块 222 进行 AD 转换处理后的数字信号通过光纤发送给主机 21，此模块的作用在于对数字信号的转发。

在具体的处理场景中，通信模块 223 可以由 FPGA（Field - Programmable Gate Array，现场可编程门阵列）224 和数字光模块 225 组成。

FPGA224，配置为对模拟信号处理模块 221 进行时序控制，并将转换模块 222 进行 AD 转换处理后的数字信号转发给数字光模块 225。

数字光模块 225，配置为将 FPGA224 转发的数字信号通过光纤发送给主机 21。

进一步的，数字光模块 225 在具体的应用场景中需要进行以下两方面的处理：

（1）主机 21 至射频接收机 22 的控制信息传输。

数字光模块 225 接收主机 21 通过光纤发送的包含时钟信号、控制指令和数据信息的数字光信号，转换为数字电信号，并将所述数字电信号转发给 FPGA224，以使 FPGA224 根据该数字电信号的解析结果，对模拟信号处理模块 221 进行时序控制。

通过以上的处理，主机 21 和射频接收机 22 通过光纤进行包含时钟信息

的信号交互，按照预定流程和预定义协议，射频接收机 22 的时钟锁定于主机 21 的时钟，确保频谱分析测量过程中两者时钟信息的一致性，保证了频谱分析结果的准确性。

(2) 射频接收机 22 至主机 21 的信号传输。

- 5 数字光模块 225 接收所述 FPGA 转发的数字电信号，并将所述电数字信号与本地管理信息组合按照预定格式打包成帧，将数字电信号转换为数字光信号，通过光纤发送给所述主机 21。

10 需要说明的是，主机 21 和射频接收机 22 之间的光纤传输协议，可以根据实际需要进行定义，在能够保证光纤正常通信的情况下，具体协议规则的变化并不是本申请实施例所关心的重点，在此不做描述。

另一方面，为了实现对射频接收机 22 的控制，尤其是在主机 21 与射频接收机 22 相距较远的情况下，为了实现对射频接收机 22 的远程操作和调节，主机 21 需要与射频接收机 22 之间建立相应的控制机制，因此，在这样的应用场景中，射频接收机 22 进一步还可以包括以下处理单元：

- 15 MCU (Micro Control Unit, 微控制单元) 226, 配置为根据数字光模块 225 所接收到的控制指令和数据信息，对 FPGA224, 以及射频接收机 22 内部的各电路和其他模块进行配置加载和故障管理，此处理单元的作用在于根据主机 21 所发送的控制指令和数据信息对射频接收机 22 进行相应的控制和配置处理。

- 20 时钟恢复电路及参考源模块 227, 配置为对 FPGA224 转发的时钟信号进行恢复和去抖，为模拟信号处理模块 221 提供与主机 21 的时钟信号相同步的本地参考信号，并为转换模块 222 提供采样时钟。

25 通过以上的处理，时钟恢复电路及参考源模块 227 将主机 21 的时钟信息与射频接收机 22 中的相关模块进行交互和同步，从而，使各模块可以按照主机 21 的时钟信息进行相应的处理，射频接收机 22 的时钟锁定于主机 21 的时钟，确保频谱分析测量过程中两者时钟信息的一致性，保证了频谱分析结果的准确性。

如图 2 所示，主机 21 包括数字信号处理模块 211，以及一个或多个数字

光模块 212。

其中，每个数字光模块 212 均可配置为通过光纤与一个射频接收机 22 相连接，并接收射频接收机 22 发送的 AD 转换后的数字信号，数字信号处理模块 211 则配置为对所接收到的所述 AD 转换后的数字信号进行处理。

5 需要说明的是，主机 21 中所部署的数字光模块 212 的数量可以根据需要接入的射频接收机 22 的数量进行调整，从而，使多个射频接收机 22 同时与主机 21 相连接，在需要进行不同的射频源的分析测量时，可以直接进行射频接收机 22 的切换，克服现有技术中只能通过单一接口对固定频率进行测量分析的缺陷。

10 在具体的应用场景中，上述的一个或多个射频接收机 22 具体为相同类型的射频接收机，或不同类型的射频接收机（根据射频源进行调整）。

如图 4 所示，为本申请实施例所提出的一种分布式频谱分析仪中的主机的结构示意图，具体包括以下模块。

15 数字信号处理模块 211 的作用与现有技术中的数字信号处理模块相类似，配置为对数字信号的分析处理。

数字光模块 212，配置为通过光纤与一个射频接收机 22 相连接，在具体的处理场景中，一个数字光模块 212 通过光纤只与一个射频接收机 22 相连接，从而，保证了各射频接收机 22 所传输的信号不会发生相互干扰，而且，主机 21 可以直接通过相应的数字光模块 212 的切换或启用，实现对不同射频接收机 22 的调用，即实现对不同射频源的信号获取，而且在具体的测量分析过程中，通过接口隔离避免了信号的相互干扰，克服了现有技术中的频谱分析仪只能对单一频率进行测量，以及频率更改过程繁琐的问题。

需要说明的是，对于数字信号处理模块 211 所分析处理后的数据结果，根据具体的输出方式的差异，主机 21 的结构也存在相应的差异，

25 一方面，数字信号处理模块 211 可以直接将分析结果所对应的数据信息导出，呈现给相应的操作者，例如，可以输出到外接的终端设备（例如计算机），存储为相应的文件，或通过终端设备的显示器进行显示，也可以直接将相应的结果进行打印，直接呈现在相应的报告单上。

另一方面，主机 21 上还可以再添加一个显示模块 213，配置为将数字信号处理模块 211 对所述 AD 转换后的数字信号的处理结果转换为图形曲线，并进行显示。

具体采用上述哪种方式进行相应的分析处理结果的输出，可以根据实际的需要进行设定，这样的变化并不影响本申请的保护范围。

在具体的应用场景下，为了与前述的对射频接收机 21 进行远程控制的场景相对应，主机 21 还可以进一步包括以下模块。

主控模块 214，配置为根据接收到的操作指令（具体的操作指令可以通过主机 21 上的控制按键进行触发，也可以是通过外界的输入设备直接进行操作指令的输入），选择需要启用的射频接收机 22，并向数字信号处理模块 211 发送相应的控制指令和数据信息。

时钟 215，配置为输出时钟信号。

FPGA216，分别与各数字光模块 212 相连接，配置为将数字信号处理模块 211 所转发的控制指令和数据信息，以及时钟 215 输出的时钟信号发送给需要启用的射频接收机 22（主控模块 214 所确定的）所对应的数字光模块 212，由数字光模块 212 通过光纤将包含所述时钟信号、所述控制指令和所述数据信息的数字光信号发送给相应的射频接收机 22，还配置为将各数字光模块 212 所转发的 AD 转换后的数字信号发送给数字信号处理模块 211 进行处理。

相对应的，为了应用上述的分布式频谱分析仪进行频谱分析测试处理，本申请实施例进一步提出了相应的处理方案，如图 5 所示，为本申请实施例所提出的一种应用分布式频谱分析仪进行频谱分析的方法的流程示意图，具体包括以下步骤：

步骤 S501、分别在各待分析射频信号源部署相应类型的射频接收机。

具体的，所部署的射频接收机的数量具体可以为一个或多个，可以根据需要进行测量分析的射频源进行相应的部署。

而且，所部署的射频接收机的类型可以相同，也可以不同。

步骤 S502、分别将各射频接收机通过光纤与主机上一个相应类型的数字

光模块相连接。

射频接收机所部署的位置与主机的距离可以根据光纤部署的长度进行调整，克服了现有技术中的一体式频谱分析仪必须将仪器部署在射频源直接相连的现场，才能进行测量分析的缺陷，使射频测量分析的操作更加灵活方便。

- 5 步骤 S503、启动所述主机和相应的所述射频接收机，输入操作指令，以使所述主机接收所述射频接收机发送的 AD 转换后的数字信号，并进行频谱分析处理。

具体的，在本步骤中输入操作指令后，主机中相应的处理过程如下：

- 10 (1) 所述主机根据该操作指令，确定当前需要进行频谱分析的待分析射频信号源，并选择需要启动的射频接收机。

根据需要进行测量的射频点，选择需要启用的射频接收机，在同一个射频点部署了多个不同类型的射频接收机的情况下，可以选择需要启用的相应类型的射频接收机。

- 15 (2) 所述主机通过光纤，向所述需要启动的射频接收机发送包含时钟信号、控制指令和数据信息的数字光信号，实现时钟同步和控制操作。

通过本步骤，主机对远端的射频接收机进行相应的控制操作，并实现了相应的时钟同步。

- 20 (3) 所述主机接收所述需要启动的射频接收机返回的 AD 转换后的数字信号，进行频谱分析处理，并将相应的处理结果转换为图形曲线进行显示。

- 与现有技术相比，本申请实施例所提出的技术方案具有以下优点：

25 通过应用本申请实施例的技术方案，对频谱分析仪采用分体设计，由射频接收机进行信号接收，对接收到的信号进行变频处理及模数 AD 转换，并将转换后的数字信号发送至主机进行信号处理和分析，在此结构中，一个或多个射频接收机通过数字光模块，经由光纤分别与主机上的相应数字光模块相连接，实现双向数据传输，由主机进行系统的总体控制和信号处理，频谱分析，从而，使频谱分析仪的主机应用多接口设计，可以同时接入控制多个射频接收机，非常方便的实现多端口测量扩展，而射频接收机功耗和体积小重量轻，与主机采用数字光纤连接，主机与射频接收机的安放距离最远

可以达到几十公里，可以实现本地测量安装，远程控制处理，满足各种特殊需求。

下面，结合具体的应用场景，对本申请实施例所提出的技术方案进行说明。

本申请实施例提出分布式频谱分析仪的目的，是解决现有频谱仪表的测量频段固定，不便于频段更换，测量端口固定，不便于扩展，而且测量，信号处理和控制显示一体化的问题。

本申请实施例所提出的技术方案中，频谱分析仪采用分体式结构，整个频谱分析仪分为两大部分：射频接收机和主机。

本申请实施例所提出的分布式频谱分析仪具有以下结构特点：

(1) 射频接收机和主机通过数字光纤进行互联，接受主机的控制，完成对射频信号的变频处理及 AD 转换，并将 AD 转换后的数字信号传送到主机进行后续处理。

(2) 主机接收射频接收机的数字信号，并进行信号处理，完成系统的显示，控制等。一台主机可以包含多个数字光模块，可以支持同时接入多个射频接收机，非常方便实现多端口测量扩展。

通过上述的结构设置，当需要频谱仪需要支持不同频段，或支持对多个射频通道进行分析时，可以通过更换不同类型的射频接收机和在主机侧选择下载相应的测量程序即可以实现，无需更换不同型号频谱仪或采用多台传统频谱仪，克服了现有技术中的频谱分析仪只能对单一频段进行测试的缺陷。

在本申请实施例所提出的分布式频谱分析仪中，射频接收机只有射频接收和 AD 转换功能，功耗，体积，重量相对于现有技术中的一体传统化频谱分析仪要小很多，对于特殊测量场景，射频接收机更便于接近待测设备（即前述的射频源），主机则可以放置较远的地方，便于操作观测，这样的分体式设计，便于对特殊场景的测量分析，尤其是在一些不便携带一体式频谱分析仪的场景下，更便于测量部署、操作和观测。

在具体的应用场景中，主机和射频接收机启动后，通过光纤进行信号传

输，按照预定流程和预定义协议，射频接收机的时钟锁定于主机时钟。完成建立通信通道后，其他操作功能同一般频谱仪功能类似。主机和射频接收机之间的光纤传输协议，需要特殊定义，在此不做描述。

如图 6 所示，为本申请实施例所提出的一种具体应用场景下的分布式频谱分析仪的主机部分的结构示意图。

分布式频谱分析仪的主机功能和构架与现有技术中的一般频谱分析仪基本相同，但是不包含一般频谱分析仪的射频电路和 ADC 电路。

其中，数字信号处理模块 61 配置为对数字信号的分析处理，显示模块 62 配置为将数字信号处理模块的处理结果转换为图形曲线进行显示，人机交互模块 63 配置为获取操作者对主机的操作指令（按键操作或指令输入），主控模块 64 配置为根据操作指令进行射频接收机的选择，以及相应的控制指令和数据信息的生成，时钟 65 配置为输出时钟信号，电源 66 则配置为为主机供电。

同时，本申请实施例所提出的分体式频谱分析仪中还增加了一个 FPGA 和多个数字光模块 68 作为接口电路，实现到 N 个射频接收机的数字光纤接口，数字光模块的配置根据需要接入的射频接收机配置。

如图 7 所示，为本申请实施例所提出的一种具体应用场景下的分布式频谱分析仪的射频接收机部分的结构示意图。

射频接收机中的模拟信号处理模块 71 和 ADC 电路 72 与现有技术中的一般频谱分析仪中的相应模块的功能相类似，完成射频信号的变频处理和 AD 转换。

为了实现与主机的交互，射频接收机需要增加 FPGA 和数字光模块 74，配置为将 ADC 电路 72 处理完成的数字信号通过光纤发送给主机。

由于射频接收机是独立与主机之外的，为了实现接收远程主机控制和本地维护管理功能，需要增加 MCU，以实现本设备的操作维护管理。在具体的处理场景中，射频接收机需要接受主机的控制，因此，相应的控制指令和数据信息也是通过数字光模块 74 进行接收，然后转发给 MCU 的，MCU 据此对射频接收机内部的各个电路进行配置，完成 FPGA 的程序加载以及

射频接收机内部各单元的故障管理。

进一步的，为了实现射频接收机对主机的时钟锁定，FGPA74 和数字光模块 75 还需要接收主机传输的时钟信息和相应的数据，实现对本地状态的控制。射频接收机中还部署了时钟恢复电路和本地参考源电路 76，实现光纤传输过来的时钟信号的恢复和去抖，并且实现本地参考源（为模拟信号处理模块 71 提供本地参考信号）和主机时钟同步（为 ADC 电路提供采样时钟），从而，使各模块可以按照主机的时钟信息进行相应的处理，射频接收机的时钟锁定于主机的时钟，确保频谱分析测量过程中两者时钟信息的一致性，保证了频谱分析结果的准确性。

10 按照上述的结构，射频接收机中的各相应模块完成对所接收到的射频信号的处理，由 FGPA73 和数字光模块 74 将 ADC 电路 72 转化完成的数字信号和本地管理信息组合，按照预定格式打包成帧，然后将这样的信号帧通过光纤发送到主机，由主机进行数字信号处理和显示。

15 此外，由于射频接收机是独立的，因此，需要电源转换电路 77 通过外部输入的电源对本射频接收机进行供电。

在实际应用中，射频接收机可以根据指标和功能不同（比如支持的频段，ADC 位数等）衍生有多种类型。

与现有技术相比，本申请实施例所提出的技术方案具有以下优点：

20 通过应用本申请实施例的技术方案，对频谱分析仪采用分体设计，由射频接收机进行信号接收，对接收到的信号进行变频处理及模数 AD 转换，并将转换后的数字信号发送至主机进行信号处理和分析，在此结构中，一个或多个射频接收机通过数字光模块，经由光纤分别与主机上的相应数字光模块相连接，实现双向数据传输，由主机进行系统的总体控制和信号处理，频谱分析，从而，使频谱分析仪的主机应用多接口设计，可以支持同时接入控制
25 多个射频接收机，非常方便的实现多端口测量扩展，而射频接收机功耗和体积小重量轻，与主机采用数字光纤连接，主机与射频接收机的安放距离最远可以达到几十公里，可以实现本地测量安装，远程控制处理，满足各种特殊需求。

相应的，本申请实施例还提供了一种在其上记录有用于执行所述应用分布式频谱分析仪进行频谱分析的方法的程序的计算机可读记录介质。

所述计算机可读记录介质包括用于以计算机（例如计算机）可读的形式存储或传送信息的任何机制。例如，机器可读介质包括只读存储器（ROM）、
5 随机存取存储器（RAM）、磁盘存储介质、光存储介质、闪速存储介质、电、光、声或其他形式的传播信号（例如，载波、红外信号、数字信号等）等。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到本申请实施例可以通过硬件实现，也可以借助软件加必要的通用硬件平台的方式来实现。基于这样的理解，本申请实施例的技术方案可以以软件产品的形式
10 体现出来，该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质（可以是 CD-ROM，U 盘，移动硬盘等）中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或网络侧设备等）执行本申请实施例各个实施场景所述的方法。

本领域技术人员可以理解附图只是一个优选实施场景的示意图，附图中的模块或流程并不一定是实施本申请实施例所必须的。
15

本领域技术人员可以理解实施场景中的装置中的模块可以按照实施场景描述进行分布于实施场景的装置中，也可以进行相应变化位于不同于本实施场景的一个或多个装置中。上述实施场景的模块可以合并为一个模块，也可以进一步拆分成多个子模块。

20 上述本申请实施例序号仅仅为了描述，不代表实施场景的优劣。

以上公开的仅为本申请实施例的几个具体实施场景，但是，本申请实施例并非局限于此，任何本领域的技术人员能思之的变化都应落入本申请实施例的业务限制范围。

权 利 要 求 书

1. 一种分布式频谱分析仪，其特征在于，至少包括主机，以及一个或多个射频接收机：
所述射频接收机，配置为接收射频信号，对所述射频信号进行变频处理及模数 AD 转换，并将 AD 转换后的数字信号通过数字光模块，经由光纤发送给所述主机；

所述主机，包括数字信号处理模块，以及一个或多个数字光模块，每个所述数字光模块配置为通过光纤与一个所述射频接收机相连接，并接收所述射频接收机发送的所述 AD 转换后的数字信号，所述数字信号处理模块配置为对所接收到的所述 AD 转换后的数字信号进行处理。

2. 如权利要求 1 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述射频接收机，具体包括：
模拟信号处理模块，配置为接收射频/微波信号，并对所述射频/微波信号进行增益控制，变频及滤波处理，输出相应的模拟中频信号；

转换模块，配置为对所述模拟信号处理模块进行变频处理后的模拟中频信号进行 AD 转换处理，输出相应的数字信号；

通信模块，配置为将所述转换模块进行 AD 转换处理后的数字信号通过光纤发送给所述主机。

3. 如权利要求 2 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述通信模块，具体由现场可编程门阵列 FPGA 和数字光模块组成：

所述 FPGA，配置为对所述模拟信号处理模块进行时序控制，并将所述转换模块进行 AD 转换处理后的数字信号转发给所述数字光模块；

所述数字光模块，配置为将所述 FPGA 转发的数字信号通过光纤发送给所述主机。

4. 如权利要求 3 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述数字光模块，具体配置为：

接收所述主机通过所述光纤发送的包含时钟信号、控制指令和数据信息的数字光信号，转换为数字电信号，并将所述数字电信号转发给所述 FPGA，以使所述 FPGA 根据所述数字电信号的解析结果，对所述模拟信号处理模块进行时序控制；

接收所述 FPGA 转发的数字电信号，并将所述数字电信号与本地管理信息组合按照预定格式打包成帧，将数字电信号转换为数字光信号，通过光纤发送给所述主机。

5. 如权利要求 4 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述射频接收机，还包括：
微控制单元 MCU，配置为根据所述数字光模块所接收到的控制指令和数据信息，对所

述 FPGA、所述射频接收机内部的各电路和其他模块进行配置加载和故障管理；

时钟恢复电路及参考源模块，配置为对所述 FPGA 转发的所述时钟信号进行恢复和去抖，为所述模拟信号处理模块提供与所述主机的时钟信号相同步的本地参考信号，并为所述转换模块提供采样时钟。

5 6. 如权利要求 1 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述主机，还包括：

显示模块，配置为将所述数字信号处理模块对所述 AD 转换后的数字信号的处理结果转换为图形曲线，并进行显示。

7. 如权利要求 1 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述主机，还包括：

10 主控模块，配置为根据接收到的操作指令，选择需要启用的射频接收机，并向所述数字信号处理模块发送相应的控制指令和数据信息；

时钟，配置为输出时钟信号；

15 FPGA，分别与各所述数字光模块相连接，配置为将所述数字信号处理模块所转发的控制指令和数据信息，以及所述时钟输出的时钟信号发送给所述需要启用的射频接收机所对应的数字光模块，由所述数字光模块通过光纤将包含所述时钟信号、所述控制指令和所述数据信息的数字光信号发送给相应的射频接收机，还配置为将各所述数字光模块所转发的所述 AD 转换后的数字信号发送给所述数字信号处理模块进行处理。

8. 如权利要求 1 所述的分布式频谱分析仪，其特征在于，所述一个或多个射频接收机，具体为相同类型的射频接收机，或不同类型的射频接收机。

20 9. 一种通过分布式频谱分析仪进行频谱分析的方法，其特征在于，至少包括以下步骤：

分别在各待分析射频信号源部署相应类型的射频接收机；

分别将各射频接收机通过光纤与主机上一个相应类型的数字光模块相连接；

启动所述主机和相应的所述射频接收机，输入操作指令，以使所述主机接收所述射频接收机发送的 AD 转换后的数字信号，并进行频谱分析处理。

25 10. 如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述启动所述主机和相应的所述射频接收机，输入操作指令之后，还包括：

所述主机根据所述操作指令，确定当前需要进行频谱分析的待分析射频信号源，并选择需要启动的射频接收机；

所述主机通过光纤，向所述需要启动的射频接收机发送包含时钟信号、控制指令和数据信息的数字光信号，实现时钟同步和控制操作；

所述主机接收所述需要启动的射频接收机返回的 AD 转换后的数字信号，进行频谱分析处理，并将相应的处理结果转换为图形曲线进行显示。

- 5 11、一种在其上记录有用于执行权利要求 9 所述方法的程序的计算机可读记录介质。

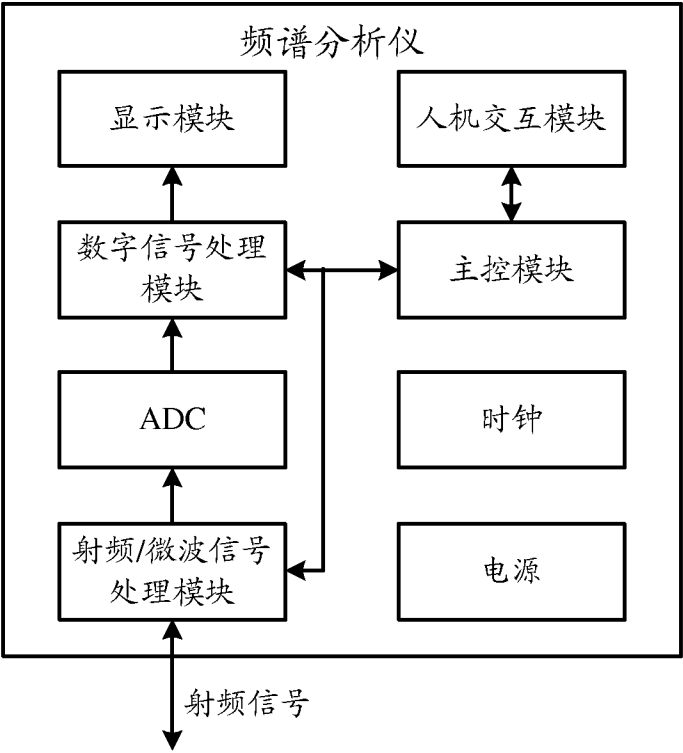


图 1

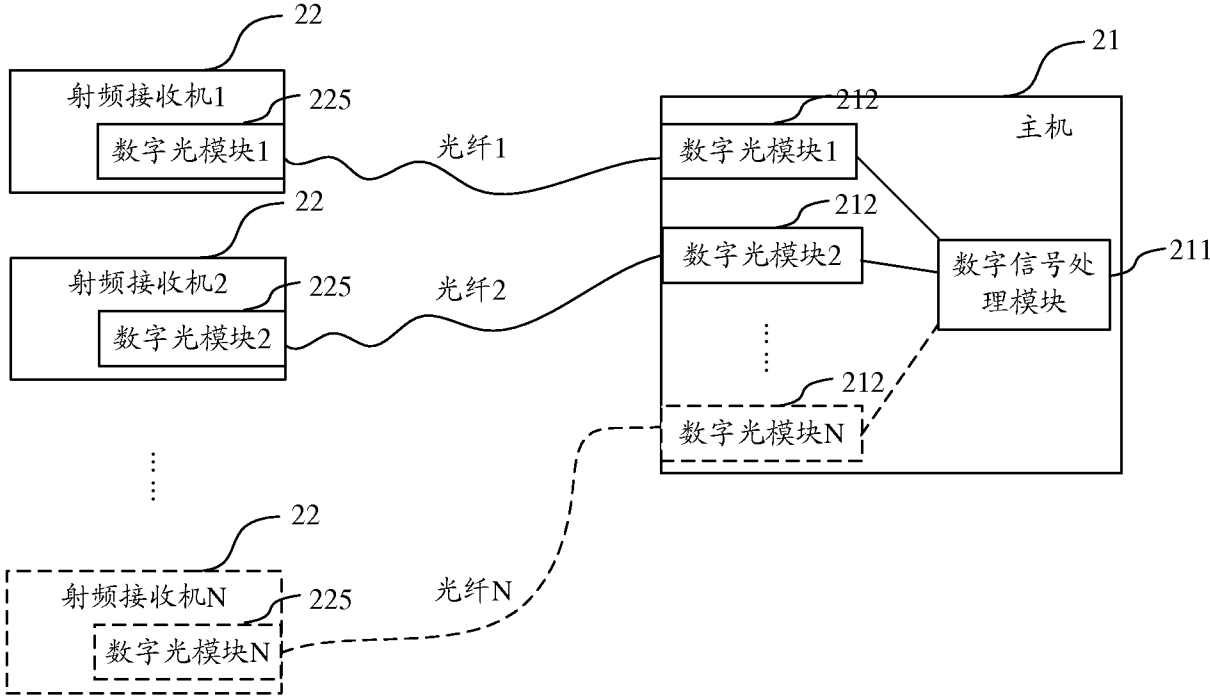


图 2

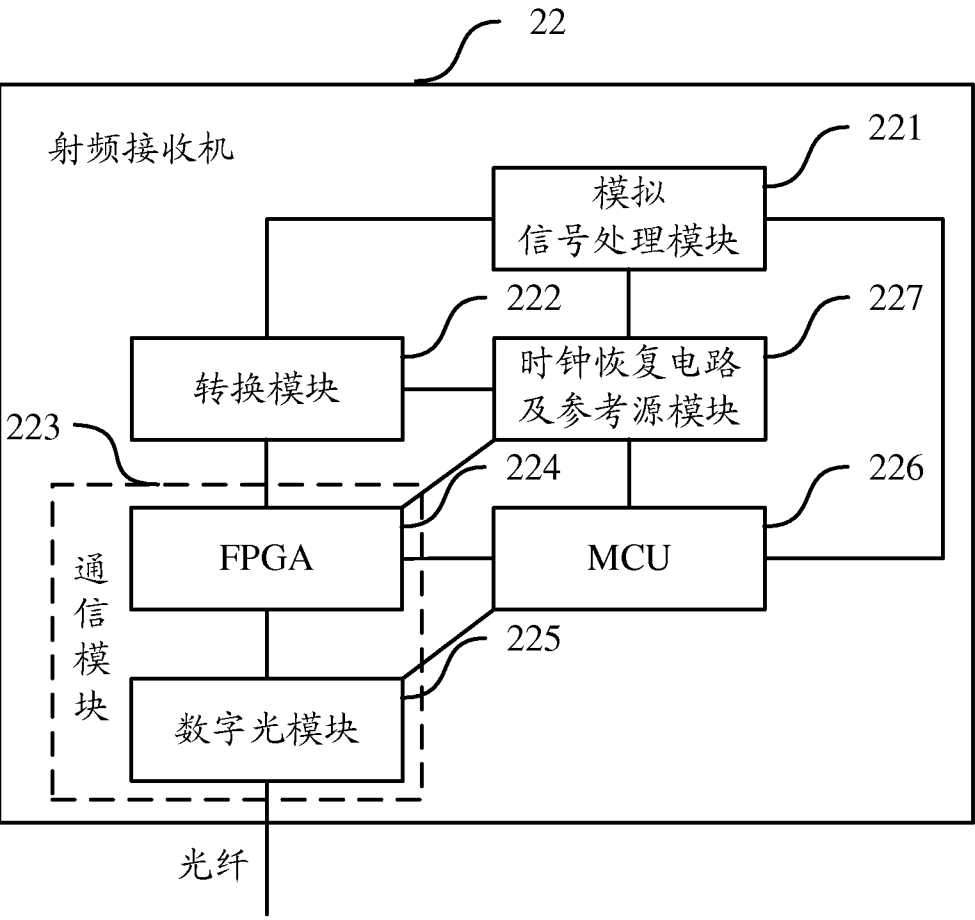


图 3

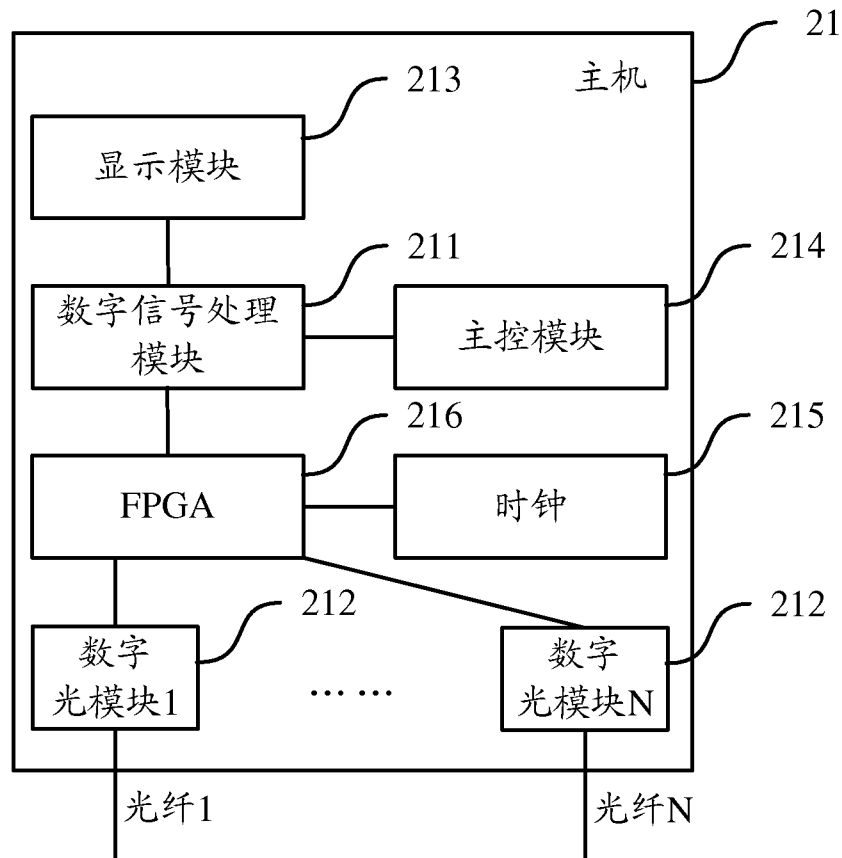


图 4

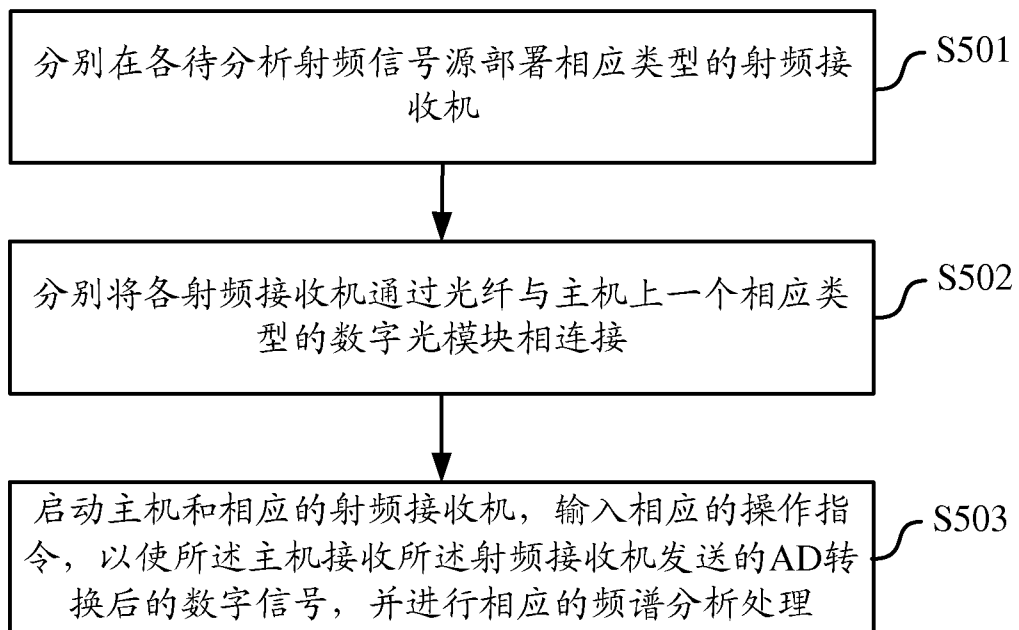


图 5

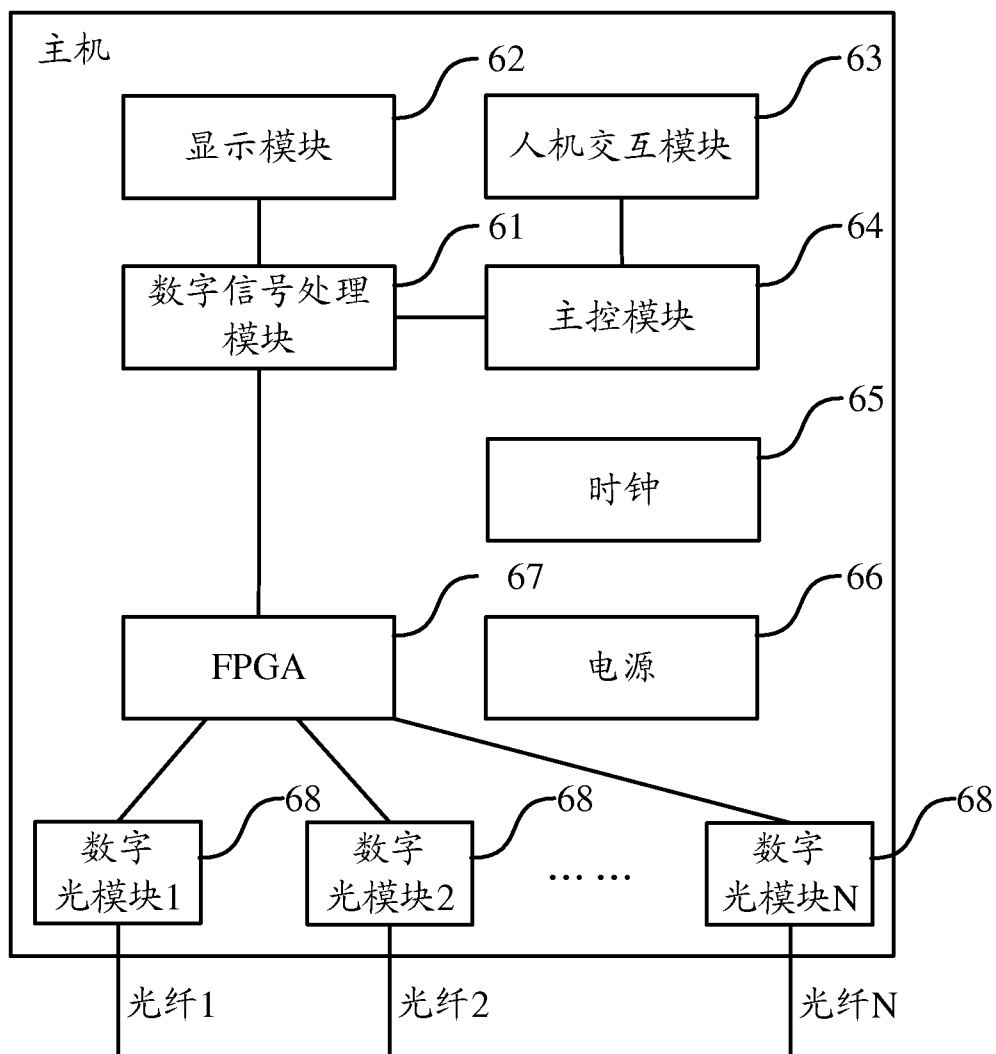


图 6

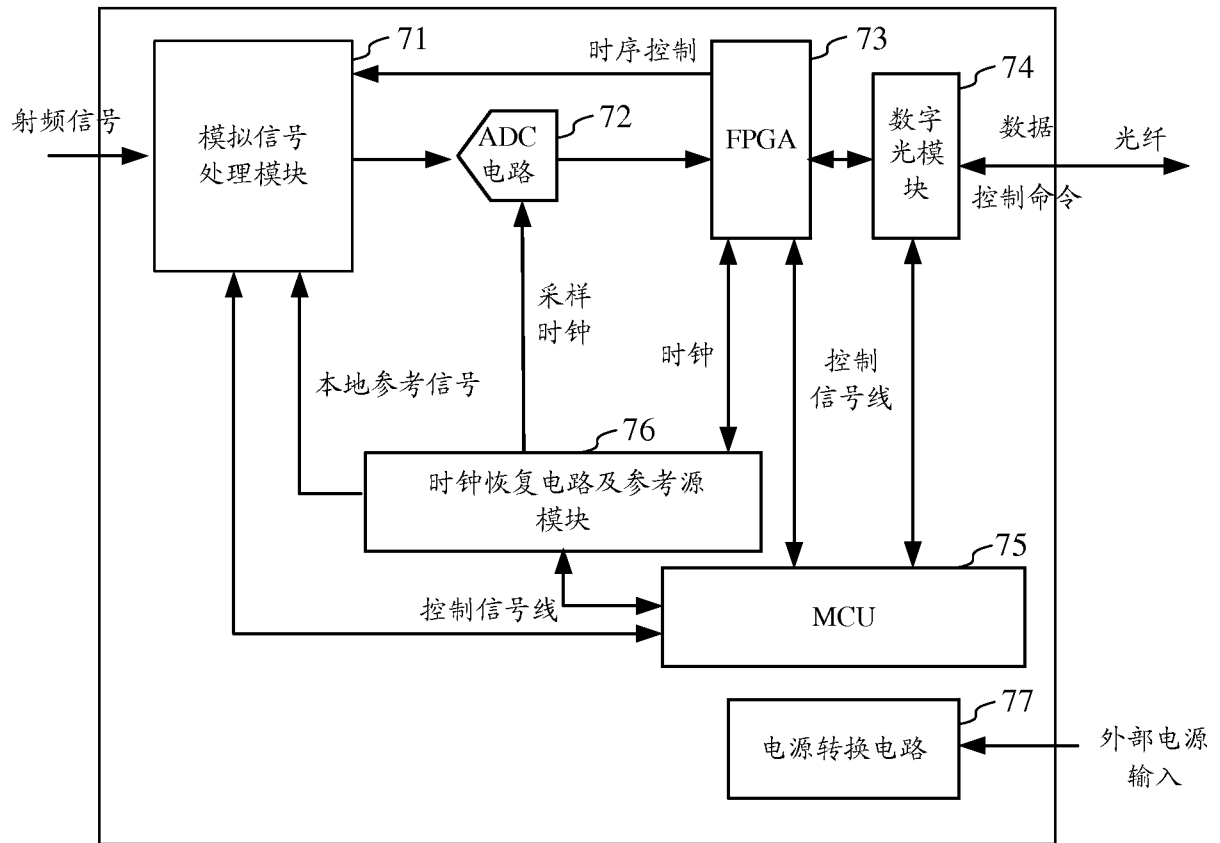


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/085149

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: G01R

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, WPI, EPODOC, CNKI: (RF OR (RADIO 2D Frequency) or microwave), receiv+, detector? or sensor?, optic+ 3d (fiber? or fibre? or cable?), local+, remote, frequency 3d antenna?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1828329 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 06 September 2006 (06.09.2006) the abstract, description, pages 3-8 and figures 1-5	1, 2, 6
Y		3-5, 7-10
Y	CN 101382587 A (GENERAL ELECTRIC CO.) 11 March 2009 (11.03.2009) the abstract, description, pages 3-9 and figure 4	3-5, 7-10
Y	CN 101688906 A (KONINK PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 31 March 2010 (31.03.2010) the abstract, description, pages 13-19 and figures 1-4	5
X	CN 1749766 A (CHINA SHIP & CARRIER RES. & DESIGN CENT.) 22 March 2006 (22.03.2006) the abstract, description, pages 2 and 3, and figure 1	1, 2, 6

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 04 March 2013 (04.03.2013)	Date of mailing of the international search report 21 March 2013 (21.03.2013)
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 WANG, Weiwei Telephone No. (86-10) 82245116

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/085149

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4-168373 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 16 June 1992 (16.06.1992) the whole document	1-10
PX	CN 102749511 A (DATANG MOBILE COMMUNICATIONS EQUIP. CO.) 24 October 2012 (24.10.2012) the abstract, and claims 1-10, and description, pages 1-8 and figures 1-7	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/085149

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: 11
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
The subject matter of claim 11 relates to a computer readable medium characterized merely by the recording programs, therefore it belongs to mere presentations of information and does not warrant an international search according to the criteria set out in Rule 39. 1(iv).
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/085149

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1828329 A	06.09.2006	US 2006066312 A1	30.03.2006
		JP 2006102493 A	20.04.2006
		NL 1030055 C2	11.09.2007
		US 7378844 B2	27.05.2008
		CN 100592100 C	24.02.2010
CN 101382587 A	11.03.2009	DE 102008044467 A1	12.03.2009
		US 2009067697 A1	12.03.2009
		JP 2009061272 A	26.03.2009
CN 101688906 A	31.03.2010	WO 2008155703 A1	24.12.2008
		US 2010259261 A1	14.10.2010
CN 1749766 A	22.03.2006	CN 100412553 C	20.08.2008
JP 4-168373 A	16.06.1992	None	
CN 102749511 A	24.10.2012	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/085149

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 23/16 (2006.01) i

G01R 33/32 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/085149

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: G01R

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,WPI,EPODOC,CNKI: 射频 OR 微波 OR RF OR 频谱, 分析 OR 测量 OR 检测 OR 传感 OR 接收 OR 接受, 光纤 OR 光缆, 主机 OR 本地 OR 近端 OR 远端 OR 远程, 传感 OR 测量 OR 检测; (RF OR (RADIO 2D Frequency) or microwave), receiv+, detector? or sensor?, optic+ 3d (fiber? or fibre? Or cable?), local+, remote, frequency 3d antenna?

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
X	CN 1828329 A (通用电气公司) 06. 9 月 2006 (06. 09. 2006) 摘要、说明书第 3-8 页、图 1-5	1,2,6
Y		3-5,7-10
Y	CN 101382587 A (通用电气公司) 11. 3 月 2009 (11. 03. 2009) 摘要、说明书第 3-9 页、图 4	3-5,7-10
Y	CN 101688906 A (皇家飞利浦电子股份有限公司) 31. 3 月 2010 (31. 03. 2010) 摘要、说明书第 13-19 页、图 1-4	5
X	CN 1749766 A (中国舰船研究设计中心) 22. 3 月 2006 (22. 03. 2006) 摘要、说明书第 2-3 页、图 1	1,2,6
A	JP 平 4-168373A(三菱电机株式会社) 16.6 月 1992(16.06.1992) 全文	1-10
PX	CN102749511A(大唐移动通信设备有限公司) 24.10 月 2012(24.10.2012)摘要、权利要求 1-10、说明书第 1-8 页、图 1-7	1-10

☐ 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
04. 3 月 2013 (04.03.2013)

国际检索报告邮寄日期
21.3 月 2013 (21.03.2013)

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

受权官员

王玮玮
电话号码: (86-10) **82245116**

第II栏 某些权利要求被认为是不能检索的意见(续第1页第2项)

根据条约第17条(2)(a)，对某些权利要求未做国际检索报告的理由如下：

1. ☒ 权利要求：11

因为它们涉及不要求本单位进行检索的主题，即：

一种计算机可读记录介质，其特征仅仅在于其上记录的程序；属于单纯的信息表达，涉及细则39.1定义的不要国际检索单位检索的主题。

2. ☐ 权利要求：

因为它们涉及国际申请中不符合规定的要求的部分，以致不能进行任何有意义的国际检索，具体地说：

3. ☐ 权利要求：

因为它们是从属权利要求，并且没有按照细则6.4(a)第2句和第3句的要求撰写。

第III栏 缺乏发明单一性的意见(续第1页第3项)

本国际检索单位在该国际申请中发现多项发明，即：

1. ☐ 由于申请人按时缴纳了被要求缴纳的全部附加检索费，本国际检索报告涉及全部可作检索的权利要求。

2. ☐ 由于无需付出有理由要求附加费的劳动即能对全部可检索的权利要求进行检索，本单位未通知缴纳任何附加费。

3. ☐ 由于申请人仅按时缴纳了部分被要求缴纳的附加检索费，本国际检索报告仅涉及已缴费的那些权利要求。具体地说，是权利要求：

4. ☐ 申请人未按时缴纳被要求缴纳的附加检索费。因此，本国际检索报告仅涉及权利要求书中首先提及的发明；包含该发明的权利要求是：

关于异议的说明：☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，适用时，缴纳了异议费。

☐ 申请人缴纳了附加检索费，同时提交了异议书，但未在通知书规定的时间期限内缴纳异议费。

☐ 缴纳附加检索费时未提交异议书。

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/085149

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1828329A	06.09.2006	US2006066312A1	30.03.2006
		JP2006102493A	20.04.2006
		NL1030055C2	11.09.2007
		US7378844B2	27.05.2008
		CN100592100C	24.02.2010
CN101382587A	11.03.2009	DE102008044467A1	12.03.2009
		US2009067697A1	12.03.2009
		JP2009061272A	26.03.2009
CN101688906A	31.03.2010	WO2008155703A1	24.12.2008
		US2010259261A1	14.10.2010
CN1749766A	22.03.2006	CN100412553C	20.08.2008
JP 平 4-168373A	16.06.1992	无	
CN102749511A	24.10.2012	无	

A. 主题的分类

G01R 23/16 (2006.01) i

G01R 33/32 (2006.01) i