

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880019070.4

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[51] Int. Cl.

H04L 12/24 (2006.01)

H04L 12/28 (2006.01)

H04L 12/26 (2006.01)

[11] 公开号 CN 101682528A

[22] 申请日 2008.5.2

[21] 申请号 200880019070.4

[30] 优先权

[32] 2007. 5. 2 [33] US [31] 60/915,552

[32] 2007. 5. 2 [33] US [31] 60/915,458

[32] 2007. 5. 2 [33] US [31] 60/915,536

[32] 2007. 5. 2 [33] US [31] 60/915,571

[32] 2007. 6. 25 [33] US [31] 60/937,031

[32] 2007. 8. 2 [33] US [31] 60/953,630

[86] 国际申请 PCT/US2008/062537 2008.5.2

[87] 国际公布 WO2008/137766 英 2008.11.13

[85] 进入国家阶段日期 2009.12.7

[71] 申请人 西纳普斯无线股份有限公司

地址 美国阿拉巴马州

[72] 发明人 D·尤因 G·谢尔顿

T·菲利普斯 R·马丁代尔

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张政权 袁逸

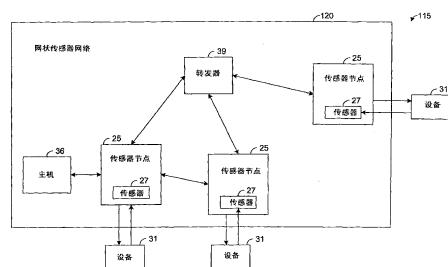
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 10 页

[54] 发明名称

在传感器网络中动态地配置节点行为的系统
和方法

[57] 摘要

本公布一般涉及控制传感器网络的系统和方法。 传感器网络具有多个传感器节点，这些节点具有监视专用系统中的设备的工作参数的传感器。 每个节点配有无线通信模块以允许该节点以无线方式与网络的其它节点通信。 用户定义各种脚本以控制一个或多个节点的行为，并且网络将脚本适当地分配给各节点，由此实现由脚本定义的行为。 因此，用户可容易和动态地配置或重新配置任意节点的行为，而不必物理地访问正在配置和重新配置的节点。



1. 一种无线传感器网络，包括：

第一节点，其配置成接收定义所述网络的新行为的第一脚本，所述第一节点配置成通过所述网络以无线方式发送所述第一脚本；以及

多个传感器节点，每个所述传感器节点具有用于检测设备的工作参数的传感器，其中所述传感器节点中的一个被配置成接收所述第一脚本并存储指示何时调用所述第一脚本的事件数据，所述一个传感器节点配置成执行事件数据与来自所述一个传感器节点的传感器的传感器数据之间的比较并基于所述比较调用所述第一脚本，由此执行所述新行为。

2. 如权利要求 1 所述的网络，其特征在于，在所述一个传感器节点上运行所述第一脚本致使所述一个传感器节点控制由所述一个传感器节点的所述传感器监视的设备的工作状态。

3. 如权利要求 1 所述的网络，其特征在于，所述事件数据包括阈值，且所述比较是基于所述阈值的。

4. 如权利要求 1 所述的网络，其特征在于，在所述一个传感器节点上运行所述第一脚本致使所述一个传感器节点以无线方式将通知发送给所述第一节点。

5. 如权利要求 1 所述的网络，其特征在于，所述第一节点被配置成接收第二脚本并以无线方式将所述第二脚本发送给所述一个传感器节点，且其中所述一个传感器节点通过运行所述第二脚本而更新所述事件数据。

6. 一种动态地改变无线传感器网络的节点行为的方法，包括步骤：

提供多个传感器节点，每个所述传感器节点具有传感器；

在所述多个传感器节点中的一个处接收来自所述网络的另一节点的第一脚本，所述第一脚本定义所述一个传感器节点的新行为；

存储指示因其调用所述第一脚本的事件的事件数据；

接收来自所述一个传感器节点的传感器的传感器数据；

将所述传感器数据与所述事件数据进行比较；以及

基于所述比较步骤调用所述第一脚本，以使所述一个传感器节点实现所述

新行为。

7. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述传感器数据指示设备的工作参数，且其中所述方法还包括基于所调用的第一脚本控制所述设备的工作状态的步骤。

8. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述事件数据包括阈值，且其中所述比较步骤包括将所述事件数据与所述阈值进行比较的步骤。

9. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，还包括基于所调用的第一脚本通过所述网络发送通知的步骤。

10. 如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，还包括步骤：

接收第二脚本；以及

基于所述第二脚本更新所述事件数据。

在传感器网络中动态地配置节点行为的系统和方法

关联申请的交叉引用

本申请要求 2007 年 5 月 2 日提交的题为“无线通信模块 (Wireless Communication Modules)” 的 No. 60/915, 536 美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。本申请还要求 2007 年 5 月 2 日提交的题为“无线传感器网络的节点 (Nodes for Wireless Sensor Networks)” 的 No. 60/915, 552 的美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。本申请要求 2007 年 5 月 2 日提交的题为“传感器网络 (Sensor Networks)” 的 No. 60/915, 571 的美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。本申请要求 2007 年 6 月 25 日提交的题为“传感器网络 (Sensor Networks)” 的 No. 60/937, 031 的美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。本申请要求 2007 年 8 月 2 日提交的题为“传感器网络 (Sensor Networks)” 的 No. 60/953, 630 的美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。本申请要求 2007 年 5 月 2 日提交的题为“无线通信的协议 (Protocols for Wireless Communication)” 的 No. 60/915, 458 的美国临时专利申请的优先权，其内容援引包含于此。

关联技术

例如无线传感器网络(WSN)的传感器网络具有多个节点，在本文中称其为“传感器节点”，这些节点监视用于感测各种事件的传感器。例如，传感器网络可应用于工厂或其它制造设施以监视各种设备或系统的操作。仅作为示例，传感器可检测电动机的温度，如果该温度超过规定阈值则提供警告，从而指示正在发生过热情况。此外，可配置传感器网络以基于感测到的情况提供各种设备的自动控制。例如，在传感器检测到电动机过热的前述例子中，可配置传感器网络以使过热的电动机自动停机或采取一些其它的动作，例如向能够随后调查过热情况的工作人员发送一警告消息。

尽管传感器在监视和控制各种设备和/或系统时非常有用，但布置传感器网络非常麻烦和高成本。事实上，传感器网络的功能经常是面向具体应用的，以需要至少一定程度地定制设计传感器网络以实现其预期的使用。此外，对于 WSN，允许无线通信可能增加复杂和昂贵的附加层。就此而言，WSN 有时布置在嘈杂环境中，例在生产设施中，这要求非常强健的通信系统。另外，针对要求的应用设计合适的传感器网络可能是困难、高成本和费时的。

附图简述

参考下列附图能更好地理解本公开。附图中的构件不一定相对彼此按比例绘制，而是在阐述本公开的原理时突出重点。此外，相同附图标记在若干附图中表示相应的部件。

图 1 是示出根据本发明示例性实施例的传感器网络的方框图。

图 2 是示出例如图 1 所示的示例性协调器节点的方框图。

图 3 示出例如图 1 所示的示例性协调器节点。

图 4 是示出例如图 1 所示的示例性主机的方框图。

图 5 是示出例如图 2 所示的示例性传感器网络接口的方框图。

图 6 示出例如图 2 所示的示例性传感器网络接口。

图 7 是示出例如图 1 所示的示例性传感器节点的方框图。

图 8 是示出根据本公开的示例性实施例的网状网络的方框图。

图 9 是示出基于由传感器网络的节点感测出的参数的调用脚本的示例性方法的流程图。

图 10 是示出包含例如图 1 所示的示例性传感器网络的示例性通信系统的方框图。

详细说明

本公布一般的涉及控制传感器网络的系统和方法。传感器网络具有多个传感器节点，这些节点具有用于在专用系统中监视设备的工作参数的传感器。每个节点配备无线通信模块以使该节点与网络的其它节点无线通信。用户定义各脚本以控制一个或多个节点的动作，且网络适当地将这些脚本分发给各节点，

从而实现由脚本定义的行为。因此，用户能方便和动态地配置或重新配置任何节点的行为而不必物理访问正处于配置或重新配置的节点。

图 1 示出根据本发明示例性实施例的利用传感器网络 20 的系统 15。如图 1 所示，网络 20 具有多个节点 25，在本文中称其为“传感器节点”，这些节点 25 具有感测各种参数和事件的传感器 27。在一个示例性实施例中，每个传感器 27 耦合于设备 31 并感测其工作参数。仅作为示例，网络 20 可监视生产设施的操作，而传感器 27 可监视生产设施中的设备的工作参数。例如，传感器 27 中的一个可感测电动机的温度，如上面在关联技术章节中所述。另一传感器 27 可检测门何时打开。在其它例子中，可由传感器 27 感测各类其它参数和/或事件。注意，为简单起见，图 1 示出三个节点 25、33，但网络 20 在其它实施例中可具有任何数量的节点 25、33。美国临时申请 No. 60/915, 552 描述了可由任一节点 25、33 利用的多种示例性节点配置。美国临时申请 No. 60/937, 031 中描述了示例性传感器网络及其组件。

在本文中称其为“协调器节点”的网络 20 的至少一个节点 33 负责协调和/或控制网络 20 的各个方面。作为示例，使协调器节点 33 配置成从传感器节点 25 接收数据，在本文中称其为“传感器数据”。该数据指示已由节点 25 的传感器 27 感测出的事件。协调器节点 33 判断(如果有的话)将要采取哪些动作以响应每个感测的事件并随后调整这些动作。例如，协调器 33 可将指令发送给任意传感器节点 25 以响应已由任何传感器节点 25 感测到的事件而执行特定动作。仅作为示例，可配置协调器节点 33 使其指示传感器节点 25 中之一响应例如温度超过阈值或门打开的具体事件而启动继电器(未示出)。在一个例子中，继电器可耦合于响应事件停机或以其它方式受控的电动机。在另一例子中，继电器可耦合于光源并当传感器节点 25 中之一检测到开门时启动光源。响应感测事件的各其它类型的感测事件和动作在其它例子中是可行的。

在图 1 所示的实施例中，协调器节点 33 耦合于主机 36。主机 36 基于网络 20 的使用意图配置协调器节点 33。就此而言，主机 36 具有如下文中详细描述的多种用户接口，这些接口允许用户提供输入和接收输出。因此，用户能通过主机 36 与协调器节点 33 通信，尽管在其它实施例中用户可直接提供输入至或直接接收输出自协调器节点 33。实际上，可使协调器节点 33 配备用户输入

和/或输出设备以使主机 36 的布置变得不必要。

一旦已针对其预期的应用对协调器节点 33 进行配置，就可将主机 36 从网络 20 移走。作为代替，主机 36 可保持与协调器节点 33 通信以从协调器节点 33 接收例如感测到的参数的各种信息，由此使用户通过主机 36 监视网络 20 和/或设备 31。此外，用户可使用主机 36 以提供各种控制输入。例如，不是协调器节点 33 响应温度读数使电动机停机，如上文中通过至少一个示例所述那样，协调器节点 33 可通过主机 36 将关于温度读数的信息提供给用户。用户随后确定是否使电动机停机，如果是，则提供输入以使协调器节点 33 协调由用户规定的动作。

在一个示例性实施例中，网络 20 的节点之间的通信是无线的，例如，射频(RF)。在其它实施例中，通信可发生在物理介质上而不是无线的，并且其它频率范围也是可行的。如图 1 所示，协调器节点 33 可通过一个或多个转发器 39 与任意传感器节点 25 通信。就此而言，转发器 39 可从传感器节点 25 或协调器节点 33 接收信号并再产生信号以使该信号能够传输比没有转发器 39 更远的距离。任何传感器节点 25 同样可再产生信号并因此执行上述转发器 39 的功能。例如，传感器节点 25 中之一可再产生和发送从另一传感器节点 25 或转发器 39 接收到的信号。同样，可在最终由目的传感器节点 25 接收前通过传感器节点 25 或转发器 39 接收和再产生由协调器节点 33 发送的信号。此外，任何信号可在由其计划的最后目的节点接收前再产生多次。

注意，每个节点 25、33 与一个标识符关联，标识符从网络 20 的其它节点中唯一地标识出该节点。去往节点的任何信号较佳地包括节点的唯一标识符，以使接收到信号的任意节点可确定那里是否为信号的目的地。如果是目的地，则节点正确地对信号作出应答。例如，如果标识一特定传感器节点 25 的消息定义执行动作的命令，则一旦接收到该信号，就使所标识的节点 25 配置成基于信号的节点标识符进一步处理信号并随后执行所命令的动作。

在一个示例性实施例中，每个传感器节点 25 在上电时向协调器节点 33 作出登记。例如，一旦上电，则传感器节点 25 广播一消息，该消息指示正在搜索网络以便加入。响应该消息，协调器节点 33 存储指示节点 25 现在是网络 20 的一部分的数据，并将回应消息发送给该节点 25。协调器节点 33 也可发送命

令和/或数据以允许任意传感器节点 25 执行所要求的功能，例如通过传感器 27 监视各类事件，或如协调器节点 33 指令的那样或以其它方式采取各种动作。图 2 示出根据本公开的示例性实施例的协调器节点 33。如图 2 所示，节点 33 具有一般用来控制节点 33 的操作的协调逻辑 52。可以软件、固件、硬件或其任意组合来实现协调逻辑 52。在图 2 所示的示例性实施例中，以软件实现协调逻辑 52，并存储在存储器 55 中。

注意，当以软件实现协调逻辑 52 时，可在任意计算机可读介质上存储和转移协调逻辑 52，以供能够取指令和执行指令的指令执行装置使用或与之结合地使用。在本文档的情况下，“计算机可读介质”可以是能够包含、存储、通信、传播或转移由指令执行装置使用或与其结合使用的程序的任何装置。

通过图 2 描述的协调器节点 33 的示例性实施例包括至少一个传统处理元件 63，例如数字信号处理器(DSP)或中央处理单元(CPU)，该元件 63 通过本地接口 66 与节点 33 中的其它元件通信以及驱动节点 33 中的其它元件，接口 66 可包括至少一条总线。此外，例如通用串行总线(USB)端口或 RS-232 端口的数据接口 67 允许与外部设备交换数据。例如，图 1 的主机 36 可耦合于数据接口 67 以与协调逻辑 52 通信。

协调器节点 33 还具有允许协调逻辑 52 与传感器节点 25 通信的传感器网络接口 69。在至少一个示例性实施例中，使接口 69 配置成传递无线信号，然而在其它实施例中，节点之间的通信可发生在物理介质上。在至少一个实施例中，传感器网络接口 69 传递无线 RF 信号，并为简单起见，在下文中称其为“RF 引擎”。然而，在其它实施例中，其它类型的通信设备可用来充当接口 69。

另外，广域网(WAN)接口 72 允许协调逻辑 52 与例如因特网的 WAN(图 1 和图 2 中未示出)进行通信。例如，WAN 接口 72 可包括电缆或数字订户线(DSL)调制解调器或平常用来与 WAN 进行通信的其它类型设备。注意，WAN 接口 72 是可选的，并且如果需要可将其省去。另外，WAN 接口 72 可耦合于网络 20 例如主机 36 的其它组件，以在 WAN 和传感器网络 20 之间实现通信。

在至少一个示例性实施例中，如图 2 所示，协调器节点 33 的组件位于至少一块印刷电路板(PCB)75 上。图 3 描述根据本公开的示例性实施例的协调器

节点 33。在图 2 所示实施例中，节点 33 具有 RS-232 端口 83 和 USB 端口 85 以通过这些端口 83、85 中的任一个与协调逻辑 52 通信。此外，如果需要，节点 33 具有能耦合于传感器(未示出)的多个模拟输入/输出(I/O)端口 88。就此而言，与任一传感器节点 25 相同，协调器节点 33 可接收信息和/或控制传感器。在图 3 所示实施例中，每个端口 88 具有能够向下拧紧以固定插入到端口 88 的导线(未示出)的螺钉。然而，在其它实施例中可使用其它类型的 I/O 端口。

节点 33 还包括允许用户提供手动输入(例如重置或开/关)的按钮 92。另外，节点 33 具有电池安装座 94，在其上安装有一个或多个电池(未示出)。在图 3 所示实施例中，一对 AA 电池 96 可附连于安装座 94 并用来向节点 33 的电路 97 供电。在其它实施例中，可使用其它数目和/或类型的电池。另外，可通过其它类型的电源向任意组件供电。仅作为示例，节点 33 可电耦合于电源插座(未示出)并从该插座接受电力。

在至少一个示例性实施例中，在与图 3 所示 PCB75 分离的 PCB 上布置 RF 引擎 69。在图 3 所示的实施例中，PCB75 具有多个母引脚接头 99，用来接纳和电连接于 RF 引擎 PCB(图 3 中未示出)的引脚。将在下文中更为详细地说明 RF 引擎 69。

PCB 75 具有可沿缝 103 拆下的凸片 101。如果 RF 引擎 69 的 PCB 上安装有天线，则可能要求拆下凸片 101 以尝试减小对通过该天线传递的信号的干扰。

如图 2 所示，可通过一个或多个脚本 111 实现协调器节点 33 的一部分逻辑，这些脚本 111 是多组可不经编辑运行的用户定义的可执行代码。此外，在存储器 55 中存储本文中称为“事件数据”的数据 112。脚本 111 用来控制传感器节点 25，而事件数据 112 指示响应哪些事件调用哪些脚本 111。例如，其中一个脚本 111 可用来应答某一特定事件。就此而言，一旦事件发生，协调逻辑 52 可调用脚本 111，该脚本随后使一个或多个动作响应事件而发生。

仅作为示例，假设当同一节点 25 的传感器 27 检测到温度高于阈值时要求耦合于传感器节点 25 之一的电动机停机。在该例中，传感器节点 25 可配置成当传感器 27 检测到温度高于阈值时发送通知消息。协调器节点 33 可通过 RF 引擎 69 接收消息，并随后分析事件数据 112 以确定响应检测到的事件调用哪个脚本 111。调用的脚本 111 则生成用于使电动机停机的命令，该命令通过协

调器节点 33 的 RF 引擎 69 发送。前述传感器节点 25 可接收该命令，并作为响应，使电动机停机。在其它示例中，其它动作和事件是可能的。

在一个示例性实施例中，通过主机 36 将脚本 111 下载至协调器节点 33(图 1)。图 4 示出根据本公开示例性实施例的主机 36。如图 4 所示，节点 33 具有总体控制主机 36 操作的主机逻辑 141。主机逻辑 141 可用软件、固件、硬件或其任意组合来实现。在图 4 所示的示例性实施例中，以软件实现主机逻辑 141 并存储在存储器 145 中。注意，主机逻辑 141 在以软件实现时，可在任何计算机可读介质上存储和转移以供能够取指令和执行指令的指令执行装置使用或与之结合地使用。

图 4 所示的主机 36 的示例性实施例包括至少一个传统处理元件 153，例如数字信号处理(DSP)或中央处理单元(CPU)，该传统处理元件 153 通过逻辑接口 156 与主机 36 中的其它部件通信并将其驱动，逻辑接口 156 可包括至少一条总线。此外，例如通用串行总线(USB)端口或 RS232 端口的数据接口 163 允许与外部设备交换数据。例如，数据接口 163 可耦合于数据接口 67(图 2)以允许在节点 33 的协调逻辑 52 和主机逻辑 141 之间实现通信。

此外，例如键盘或鼠标的输入设备 172 可用来从例如打印机或监视器的主机 36 和显示设备 175 的用户输入数据，可用来将数据输出给用户。任何已知或未来研发的计算机，例如台式机、膝上计算机或个人数字助理(PDA)可用来实现主机 36。另外，可使主机 36 和协调器节点 33 通过无线信号通信或在物理介质上通信。

在至少一个示例性实施例中，主机 36 通过 AT 消息与协调器节点 33 通信，而用户可使用主机 36 以配置主机逻辑 141 以及协调器 141 具体如何对各类事件作出应答。例如，用户可下载脚本 111(图 2)，当执行该脚本 111 时，使协调器节点 33 控制网络 20 的一个方面，例如响应某一事件采取一些动作。用户也可规定何时执行脚本 111。例如，用户可输入数据，该数据指示当发生例如传感器 27 感测到特定温度或其它参数的事件时执行所下载的脚本 111。该数据作为事件数据 112 存储在存储器 55(图 2)中。就此而言，事件数据 112 使脚本 111 关联于各类事件。因此，当协调逻辑 52 从传感器节点 25 接收到具体事件已发生的消息时，协调逻辑 52 分析数据 112 以确定哪个脚本 111 关联于检测到的

事件。逻辑 52 随后调用关联的脚本 111，该脚本 111 使协调器节点 33 执行一些动作，例如指示传感器节点 25 执行一具体动作。

图 5 示出根据本公开示例性实施例的 RF 引擎 69。如图 5 所示，RF 引擎 69 具有一般控制 RF 引擎 69 的操作的通信逻辑 202。可以软件、固件、硬件或其任意组合来实现通信逻辑 202。在图 5 所示的示例性实施例中，以软件实现通信逻辑 202 并存储在存储器 105 中。注意，以软件实现的通信逻辑 202 可在任意计算机可读介质上存储和转移，以供能够取指令和执行指令的指令执行装置使用或与之结合地使用。

图 5 所示 RF 引擎 69 的示例性实施例包括至少一个传统处理元件 213，例如数字信号处理器(DSP)或中央处理单元(CPU)，该元件 213 通过本地接口 216 与 RF 引擎 69 中的其它元件通信和驱动 RF 引擎 69 中的其它元件，接口 216 可包括至少一条总线。此外，例如多个 I/O 引脚的数据接口 223 允许与位于 PCB75 上的协调器节点 33 的组件(图 2)交换数据。收发机 225 配置成与传感器节点 25 通信。在至少一个示例性实施例中，收发机 225 配置成传递无线 RF 信号，尽管在其它实施例中收发机可在物理介质和/或其它频率范围内的信号上进行通信。在至少一个示例性实施例中，RF 引擎 69 的组件位于 PCB233 上，PCB233 通过数据接口 223 插入图 2 的 PCB75。图 6 示出根据本公开的示例性实施例的 RF 引擎 69。如图 6 所示，RF 引擎 69 具有可连接于图 3 所示母接头 99 的多个导电 I/O 引脚 242。通过将引脚 242 插入母接头 99，RF 引擎 69 的电路 243 电连接于位于 PCB75 上的电路 97(图 3)。

图 6 还示出用于与传感器节点 25 无线通信的天线 249。当 RF 引擎 69 通过将引脚 242 插入母接头 99 而安装在 PCB75 上时，如果凸片 101 尚未拆下，则天线 249 面向凸片 101。然而如上面提到的，拆下凸片 101 将帮助提高通过天线 249 发送和/或接收的信号的质量。图 6 示出通常被称为“F 天线”的天线 249，但在其它实施例中可采用其它类型的天线。在美国临时专利申请 No.60/915,536 以及 2008 年 5 月 2 日提交的题为“无线通信模块(Wireless Communication Modules)”的共同转让的美国专利申请 No. 12/114,546 中更详细地描述示例性 RF 引擎 69 的实施例，这些文献援引包含于此。

RF 引擎 69 配置成允许与传感器网络 20 的其它节点通信。因此，如果协调

逻辑 52 要将消息发送至任意传感器节点 25，协调逻辑 52 向 RF 引擎 69 提供足够的信息以定义该消息，而 RF 引擎 69 将该消息以无线方式发送至传感器节点 25。此外，RF 引擎 69 可实现一种协议，该协议通过使用确认和其它状态消息而确保消息的可靠接收。

在至少一个示例性实施例中，协调逻辑 52 配置成通过 AT 消息与 RF 引擎 69 通信，就像能由用户使用以在主机 36 和节点 33 之间通信的 AT 消息一样。此外，按 Python 编程语言来写脚本 111。在另一实施例中，可使用其它类型的的消息送和编程语言。

如图 5 所示，通信逻辑 202 包括协议堆栈 266，该协议堆栈 266 根据由堆栈 266 执行的无线通信协议将接收自协调逻辑 52 的 AT 消息转换成无线信号。于 2007 年 5 月 2 日提交的题为“无线通信的协议 (Protocols for Wireless Communication)”的美国临时专利申请 No. 60/915,458 中更详细地描述示例性协议记载，该文献援引包含于此。另外，通过 RF 引擎 69 接收的无线信号通过协议堆栈 266 转换成协调逻辑 52 的 AT 消息。

图 7 示出根据本公开的示例性实施例的传感器节点 25。如图 7 所示，节点 5 具有一般控制节点 25 的操作的传感器控制逻辑 311。可以软件、固件、硬件或其任意组合来实现传感器控制逻辑 311。在图 7 所示示例性实施例中，以软件实现传感器控制逻辑 311 并存储在存储器 314 中。注意，传感器控制逻辑 311 在以软件实现时可在任意计算机可读介质上存储和转移，以供能够取指令和执行指令的指令执行装置使用或与之结合地使用。

图 7 所示的传感器节点 25 的示例性实施例包括至少一个传统的处理元件 323，例如数字信号处理器(DSP)或中央处理单元(CPU)，该元件 323 通过本地接口 326 与通信并驱动节点 25 中的其它元件，接口 326 可包括至少一条总线。此外，例如 USB 端口或 RS-232 端口的数据接口 329 允许与外部设备交换数据。传感器节点 25 也可具有允许传感器控制逻辑 311 与例如协调器节点 33 的其它节点通信的传感器网络接口 334。在一个示例性实施例中，接口 334 被配置成用于无线信号的通信，但在其它实施例中通信可发生在物理介质上。在至少一个实施例中，传感器网络接口 334 传递无线 RF 信号，并为简单起见，在下文中称其为“RF 引擎”。然而，在其它实施例中，可使用其它类型的通信设备来实现接口

334。

另外，如同协调器节点 33，图 7 的传感器节点 25 包括其上载有节点 25 的组件的 PCB337。传感器节点 25 的硬件组件可相似或类似于协调器节点 33 的硬件组件。另外，在至少一个示例性实施例中，任意节点的硬件组件可与任意其它节点互换地使用。然而，存储在节点 25、33 中的软件和/或数据可唯一地修改以适应预期的节点功能。

传感器节点 25 的 RF 引擎 334 可类似于协调器节点 33 的 RF 引擎 69。另外，本文描述的任何 RF 引擎可与节点 24、33 中任意一个互换地使用。当 RF 引擎 69、334 安装在节点上时，这种 RF 引擎实现节点的无线通信。

如此，RF 引擎 334 具有协议堆栈，该协议堆栈执行的协议与由图 5 所示 RF 引擎 69 的协议堆栈 266 所执行的相同。因此，每个节点 25、33 使用与其它节点相同的无线通信协议。此外，与 RF 引擎 69 与协调逻辑 52 通信的方式相同，传感器节点 25 的 RF 引擎 334 通过发 AT 消息与传感器控制逻辑 311 通信，而在其它实施例中可用其它种类的消息发送。

注意，至少在某种程度上，由协调器节点 33 配置成任何一个传感器节点 25。就此而言，协调器节点 33 可发送由传感器节点 25 使用以控制该节点 25 操作的脚本和/或数据。仅作为一个例子，传感器节点 25 中之一可配置成从传感器 27 接收读数并将该读数与阈值比较。如果读数超过阈值，则传感器控制逻辑 311 配置成将通知发送至协调器节点 33。然而，无需在传感器节点 25 加入网络 20 前定义该阈值。就此而言，一旦节点 25 加入网络 20，协调器节点 33 可将信息送至传感器节点 25，该信息向节点 25 指示要监视来自其传感器 27 的读数，如上所述那样。该信息可包括用来触发至协调器节点 33 的通知消息的阀值。在其它例子中，其它种类的用来配置和/或控制传感器节点 25 的技术是可行的。

例如，在至少一个示例性实施例中，协调器节点 33 以无线方式将脚本发送给传感器节点 25 以配置传感器节点 25 执行要求的功能。仅作为示例，假设要求特定节点 25 监视来自传感器 27 的读数，并当来自传感器 27 的当前读数超过阈值时，将通知发送给协调器节点 33。在该例中，用户可通过主机 36 下载脚本，当由传感器节点 25 执行该脚本时，使其监视来自传感器 27 的读数并发送当前读数是否超过阈值的通知。协调器节点 33 接收来自主机 36 的脚本并通过协调器节

点 33 的 RF 引擎 69 以无线方式将脚本发送至传感器节点 25。传感器节点 25 的 RF 引擎 334(图 7)接收该脚本，并且传感器控制逻辑 311 将脚本存储在存储器 314 中。逻辑 311 随后调用脚本，如果来自传感器 27 的读数超过阈值，则脚本使传感器节点 25 向协调器节点 33 发送通知。在其它实施例中，用于执行其它功能的脚本可以无线方式发送给任意传感器节点 25。例如，不是将通知传给协调器节点 33，而是脚本使传感器节点 25 采取某些动作，例如控制由传感器 27 监视的设备 31 的工作状态。

可以发现，脚本的使用可实现从例如主机 36 或协调器节点 33 或其它的中央位置动态配置网络 20 的行为。例如，为使任意节点 25、33 执行新功能，用户可定义至少一个新脚本，该新脚本用来使节点 25、33 执行一个功能，即在该脚本介入前，节点 25、33 无法执行。如此，可动态地改变节点 25、33 的行为。此外，由于脚本可逐节点地在网络 20 上一个节点一个节点地传播，因此用户无需物理地访问动作正被修正的节点。相反，用户可在中央位置或以其它方式下载脚本，并且该脚本可根据需要与网络 20 上的任意节点 25、33 通信。

为了更好地阐述前面的内容，假设传感器节点 25 中的一个耦合于传感器 27 以监视电动机的温度。此外假设该节点 25 的传感器控制逻辑 311(图 8)最初被配置成监视所感测到的温度并当感测到高于阈值 “ TH_1 ” 的温度时报告给协调器节点 33。当协调器节点 33 接收到指示已超过 TH_1 的消息时，协调器节点 33 将一命令发送给节点 25，该命令指示节点 25 通过启动继电器而使电动机停机。还假设电动机靠近也耦合于前述传感器节点 25 的风扇。在某种程度上，用户可确定在电动机的温度达到 TH_1 前可能要求启动风扇以尝试冷却电动机并减小实际达到 TH_1 的可能性。在该例中，用户可从中央位置或以其它方式重新配置系统 20 以使其行为如要求那样，而不必物理地访问耦合于风扇的节点 25。有多种方法来实现前述内容。

在一个示例中，用户通过主机 36 将本文中被称为“新脚本”的一个或多个脚本下载至协调器节点 33。新脚本中的至少一个使协调器节点 33 与耦合于电动机和风扇的传感器节点 25 通信并当超过新阈值 “ TH_2 ” 时指示传感器节点 25 通知协调器节点 33，其中 TH_2 小于 TH_1 。至少一个新脚本也使协调器节点 33 更新事件数据 112(图 2)以指示将要响应来自节点 25 指示已超过 TH_2 的消息而调用其中

一个新的脚本。

注意，可以多种方式配置传感器节点 25 以当超过 TH_2 时通知协调器节点 33。例如，在一个示例性实施例中，定义传感器控制逻辑 311 监视的阈值的数据被存储于存储器 314。如果感测到的温度超过这些阈值中的任意一个，则配置传感器控制逻辑 311 以通知协调器节点 33。另外，响应来自包括 TH_2 的协调器节点 33 的命令，传感器控制逻辑 311(图 8)被配置成将 TH_2 添加至存储于传感器节点 25 的阈值的列表。因此，通过将感测到的温度与更新的阈值列表比较，传感器控制逻辑 311 确定当超过 TH_2 时要给协调器节点 33 发送通知消息。在其它示例中，可使用其它技术来确定何时将通知消息发送给协调器节点 33。

另外，当 TH_2 超过节点 25 处的感测温度时，节点 25 发送指示该事件的消息，并且协调逻辑 52 响应该消息检查事件数据 112。基于事件数据 112，协调逻辑 52 调用由数据 112 针对该事件标识的新脚本，且该新脚本在调用时使节点 33 将指示该节点 25 启动风扇的消息发送给传感器 25。作为响应，传感器节点 25 启动风扇而有可能防止达到 TH_1 ，并因此可能防止电动机停机。

可以发现，通过定义一个或多个新脚本并将这些脚本输入系统 20 而不物理地访问实际启动风扇的节点 25，可实现当前例子中的新功能(例如当超过 TH_2 时启动风扇)。通过相似的技术，可从中央位置或以其它方式动态地改变系统 20 中任何节点 25、33 的行为，而不必人工地访问所改变的每个节点 25、33。

注意，如果需要，至少一些脚本可发送给传感器节点 25 并在传感器节点 25 上运行。例如，考虑当电动机温度超过 TH_2 时启动耦合于传感器节点 25 的风扇的前述例子。除了在协调器节点 33 运行一个或多个新脚本外，协调逻辑 52 可配置成通过 RF 引擎 69 将一个或多个新脚本发送到节点 25，这些节点的行为基于新脚本而改变。这些脚本可存储于传感器节点 25。

在该例中，新脚本中的至少一个在执行时可使传感器控制逻辑 311(图 7)开始监视感测到的温度以感测其何时超过 TH_2 。例如，定义传感器控制逻辑 311 监视的阈值的数据可存储于存储器 314 中，并且新脚本中的至少一个可将 TH_2 添加至该阈值的列表。因此，传感器控制逻辑 311 知道当超过 TH_2 时要执行一些动作。此外，类似于存储在协调器节点 33 中的事件数据 112(图 2)，可将事件数据存储在节点 25 中。这些数据可指示将要响应例如超过阈值的事件执行什么动作。该

数据可由一个或多个新脚本更新以指示如果超过 TH_2 则调用新脚本中的至少一个。因此，当传感器控制逻辑 311 检测到已超过 TH_2 时，逻辑 311 调用新脚本中的至少一个，该脚本使节点 25 启动风扇。图 9 示出基于由传感器网络的节点感测到的参数调用脚本的示例性方法。以上述示例为背景而描述该方法，其中在下文中被称为“风扇启动脚本”的用于启动风扇的脚本被存储和运行在传感器节点 25 上。注意图 9 所示方法的节点也可用于其它例子中。

参照图 9，节点的传感器 27 感测所监视的设备 31 的工作参数，如方框 412 所示。在本例中，传感器 27 感测出设备的温度。如方框 415 所示，节点的传感器控制逻辑 311 将感测出的参数与节点的事件数据比较。在本例中，逻辑 311 将感测出的参数与通过存储在节点 25 的事件数据定义的 TH_1 和 TH_2 比较。如方框 417 所示，逻辑 311 确定是否基于方框 415 中执行的比较而调用风扇启动脚本。就此而言，如果感测出的温度高于 TH_2 并低于 TH_1 ，则逻辑 311 在方框 421 调用风扇启动脚本。在传感器节点 25 上(例如在处理元件 323 上)运行风扇启动脚本使节点 25 启动风扇。

如上所述，可以许多不同的方法动态地改变系统 20 的行为以添加新功能或改变旧功能。事实上，系统 20 可以当最初创建系统 20 时原始设计者或管理者甚至从未考虑过的方式变化。此外，尽管可通过物理地访问节点并重新配置节点(例如将新代码输入节点)来改变任何节点 25、33 的行为，系统 20 允许用户通过写入和下载可根据要求分配给任何节点 25、33 的新脚本而从例如主机 36 或协调器节点 33 的远程位置远程地改变任意节点 25、33 的配置。

注意，用于控制传感器节点 25 的操作的脚本和/或其它数据可直接输入到协调器节点 33 的 RF 引擎 69，而不是通过 RS-232 端口 83、USB 端口 85 或直接安装在 PCB75 上的其它接口输入。就此而言，RF 引擎 69 可具有 RS232 端口或直接安装在 PCB233(图 5)上以使直接安装在 PCB75 上的接口的使用变得不必要的其它类型接口。

另外，在上述各例中，脚本被表述为实现和/或执行阈值检查和各种其它简单的操作，例如控制风扇的启动状态。然而，在其它例子中脚本可实现和/或执行复杂的功能。事实上，脚本一般可包括 if-then-else 条款、for-next 构造、do-while 循环和/或各种其它构造或程序语句。另外，本文中描述的任何脚本可

用来实现和/或执行特定场合所要求的任何类型功能。此外，本文中描述的技术可用于各种类型的网络，例如星形网和网状网。

事实上，图 8 示出实现为网状网的示例性传感器网络 120 的系统 115。就此而言，主机 36 可与网络 120 的任意传感器节点 25 连接以监视或改变网络 120 的配置。例如，假设主机 36 与下文中被称为“接口的节点”的传感器节点 25 中的一个接口。主机 36 可将脚本直接下载至接口节点 25 以影响该节点 25 的行为。另外，主机 36 可指令接口的节点向另一节点 25 传播脚本以改变该另一节点 25 的行为。因此，任何传感器节点 25 可配置成对图 1 的协调器节点 33 执行上述功能中的至少一些。

在一个示例性实施例中，每个传感器节点 25 的传感器网络接口 334(图 7)具有虚拟机(未具体示出)，它是字节码解释程序。此外，在节点的虚拟机上运行前以不需要翻译的格式发送发送给传感器节点 25 的脚本。另外，任何节点 25 可使用远程规程调用(RPC)调用任何其它节点 25 上的脚本并使这些其它节点 25 运行被调用的脚本。在其它实施例中，用于通信、调用和运行脚本的其它技术也是可行的。

当传感器节点 25 监控来自传感器 27 的读数时，传感器节点 25 可配置成以多种方式通知协调器节点 33 某些事件的发生。例如，可使传感器节点 25 配置成周期地发送来自传感器 27 的读数，而协调器节点 33 可配置成分析这些读数以确定是否应当采取任何动作。然而，在一些例子中，在监视传感器 27 时，可能要求传感器节点 25 仅当来自传感器 27 的当前读数超过或低于某一阈值时才发送通知。在该例中，在监视传感器 27 时，传感器节点 25 被配置成只有如果当前传感器读数超过或低于规定的阈值才发送通知。由于协调器节点 33 的传输能力有限，因此这种监视技术有助于减少网络 20 上的话务并有助于节省传感器节点 25 的功率。

通过对脚本 111 使用例如发 AT 消息的公知的发消息方案以及例如 Python 的编程语言，可使至少一些用户能配置传感器网络 20 而并非一定要知晓新的通信协议或编程语言。实际上，由于消息转换成协议和自该协议转换成消息是由堆栈 266 自动执行的，因此用户可配置传感器网络 20 而无需对由协议堆栈 226 实现的无线协议有深入的了解。此外，任何这样的用户无需

设计在节点 25 之间发生的无线通信的许多方面，由此大为简化可靠传感器网络 25 的设计和安装。

如上所述，在至少一些实施例中，传感器网络 20 耦合于例如因特网的 WAN 并与之通信。就此而言，在至少一个实施例中，协调器节点 33 具有允许与 WAN 通信的 WAN 接口 72。在其它实施例中，WAN 接口 72 可耦合于传感器网络 20 的其它组件。

图 10 示出通信系统 371 的示例性实施例，其中例如因特网的 WAN374 耦合于协调器节点 33。协调器节点 33 具有帮助保护传感器网络 20 和尤其，耦合于 WAN 374 的节点 33，不受安全威胁的防火墙 382。就此而言，防火墙 382 可过滤从 WAN374 接收到的消息以滤除病毒和/或防止有害或不良的消息到达协调器节点 33。另外，防火墙 382 可配置成限制对协调器节点 33 的访问以试图防止未经授权的第三方访问节点 33 和/或网络 20 的其它组件。如图 2 所示，以软件实现防火墙 382，尽管在其它实施例中可以硬件、固件或硬件、固件和软件的任意组合来实现这种组件。防火墙在本领域内是公知的，因此为了简明起见，在此不再予以更为详细的说明。然而，任何已知或未来开发的防火墙可用来保护网络 20 的组件。

在网络 20 远端的用户可使用远程通信设备 392 发现网络 20 或网络 20 的任何组件的状态，假设向该用户授予访问网络 20 的权利。例如，用户可使用远程通信设备 392 以通过 WAN374 将消息送往请求关于网络 20 的各种状态信息的节点 33。然而，防火墙 382 可能在访问网络 20 时产生一些困难，尤其是如果防火墙 382 不可识别该通信设备 392（例如之前从未通过防火墙 382 进行通信）。因此，为了减轻通过防火墙 382 通信的问题，采用服务器 395 以充当通信设备 392 和网络 20 之间的媒介。

服务器 395 存储能用来认证经授权以访问网络 20 的用户的信息。此外，服务器 395 存储将每个经授权用户关联于网络 20 的 IP 地址的信息。另外，协调器节点 33 的协调逻辑 52（图 2）被配置成建立与服务器 395 的永久性连接。就此而言，协调逻辑 52 配置成通过以服务器 395 为目的地发送消息而发起与服务器 395 通信。由于已由节点 33 发起通信，防火墙 382 配置成识别与来自经授权的用户或站点具有相同地址（即服务器 395 的地址）的消息。因此，防火墙 382 不试图阻

拦来自服务器 395 的任何这种消息。然而，服务器 395 不应答由节点 33 发起的消息，而是抑制应答直到服务器 395 从经授权的用户接收到访问网络 20 的请求为止。

就此而言，当用户想要访问网络 20 时，用户将消息通过通信设备 392 和 WAN 374 发送给服务器 395。该消息包括充分的信息(例如用户名、口令等)以允许服务器 395 对用户进行验证。如果用户通过验证，则服务器 395 使用之前由节点 33 建立的永久性连接与网络 20 通信。就此而言，服务器 395 通过之前由节点 33 建立的永久性连接将来自用户的任何请求发送至网络 20。由于防火墙 382 认得这些消息中的服务器地址，因此防火墙 382 不阻拦从该服务器 395 发来的消息。响应这些请求返回给服务器的任何数据由服务器 395 发送至通信设备 392。因此，设备 392 的用户能访问网络 20 以改变网络 20 的配置或发现关于网络 20 的状态信息，而没有防火墙 382 产生的干扰或妨碍。

▼15

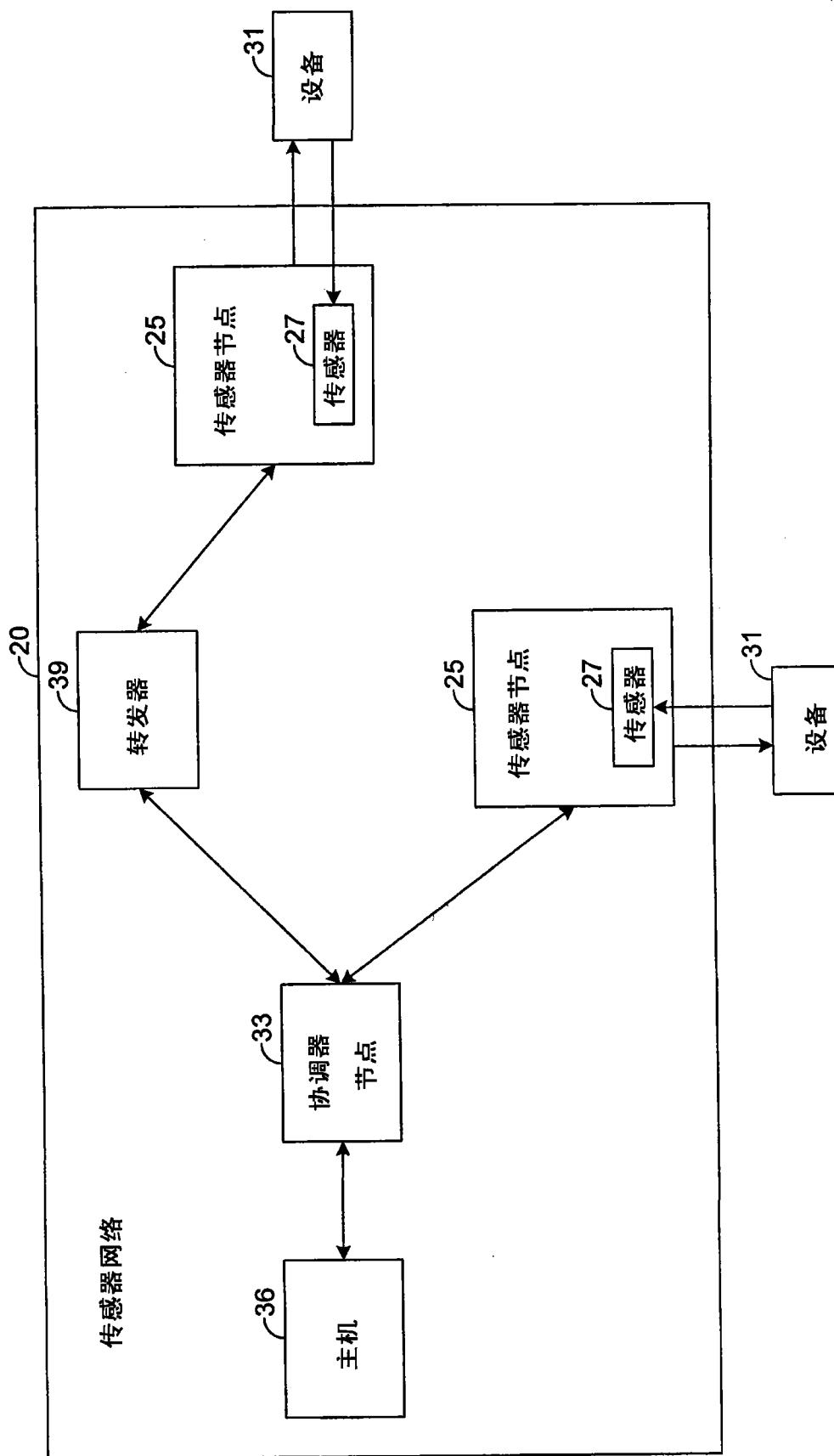


图 1

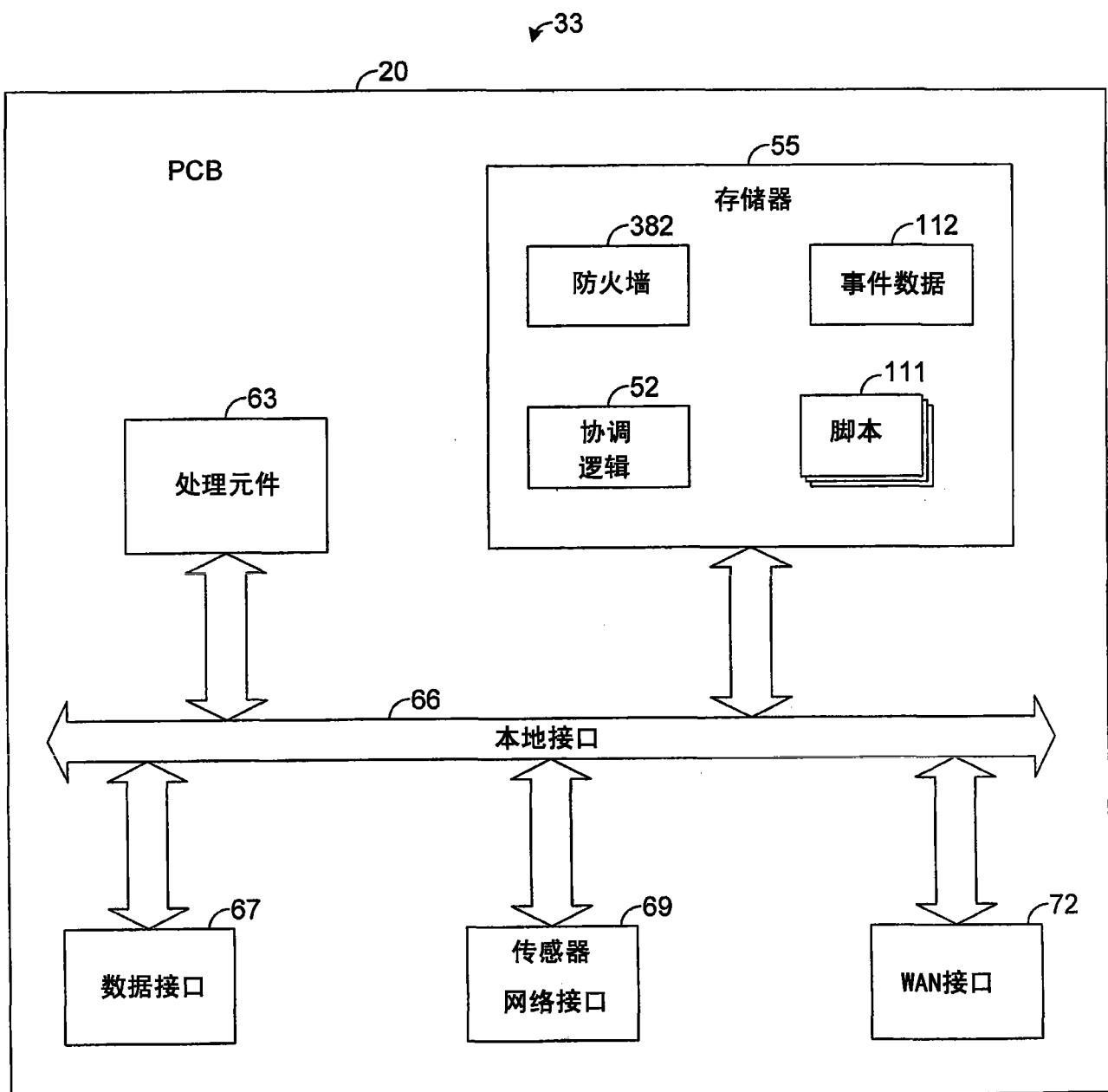
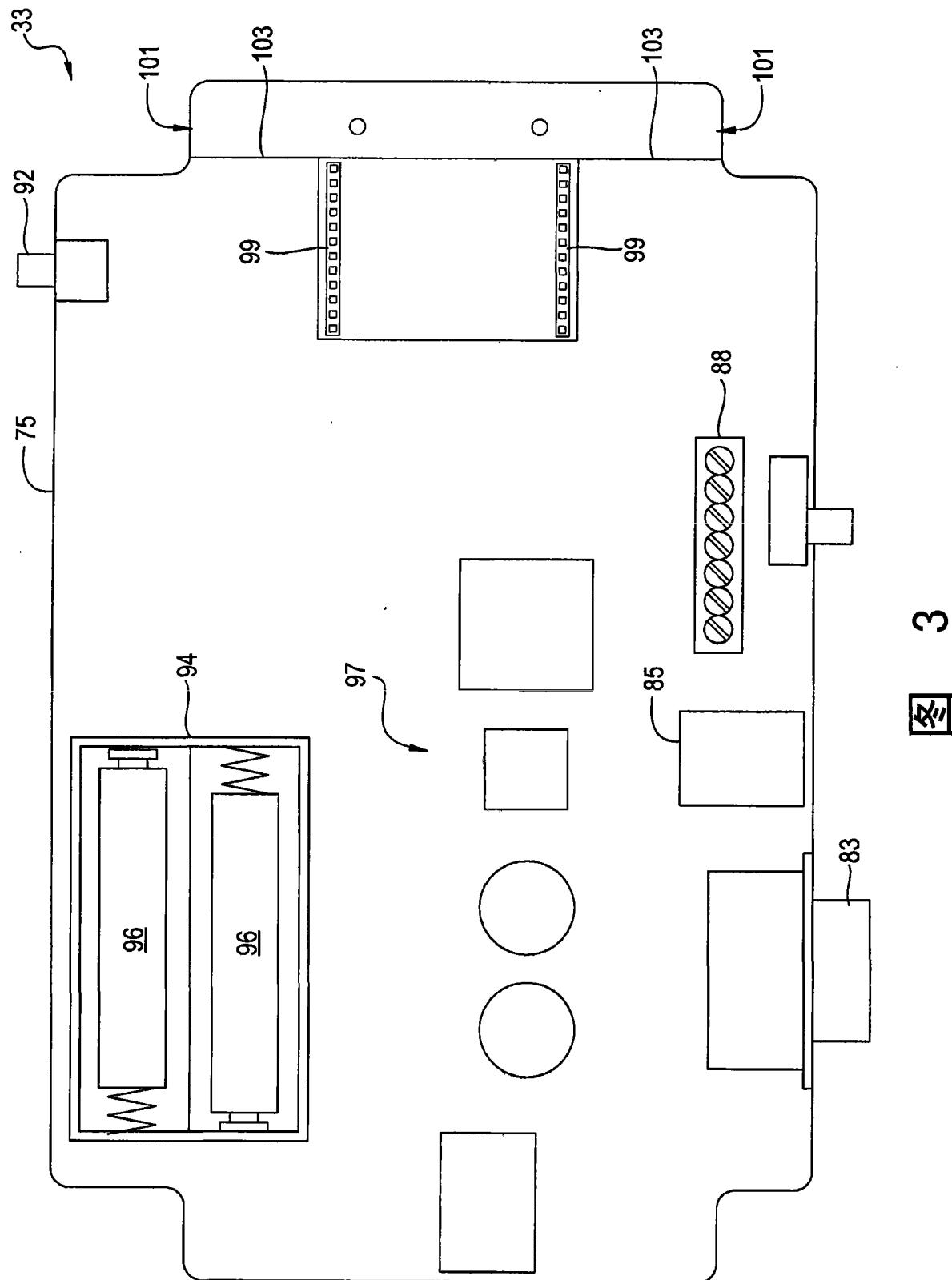


图 2



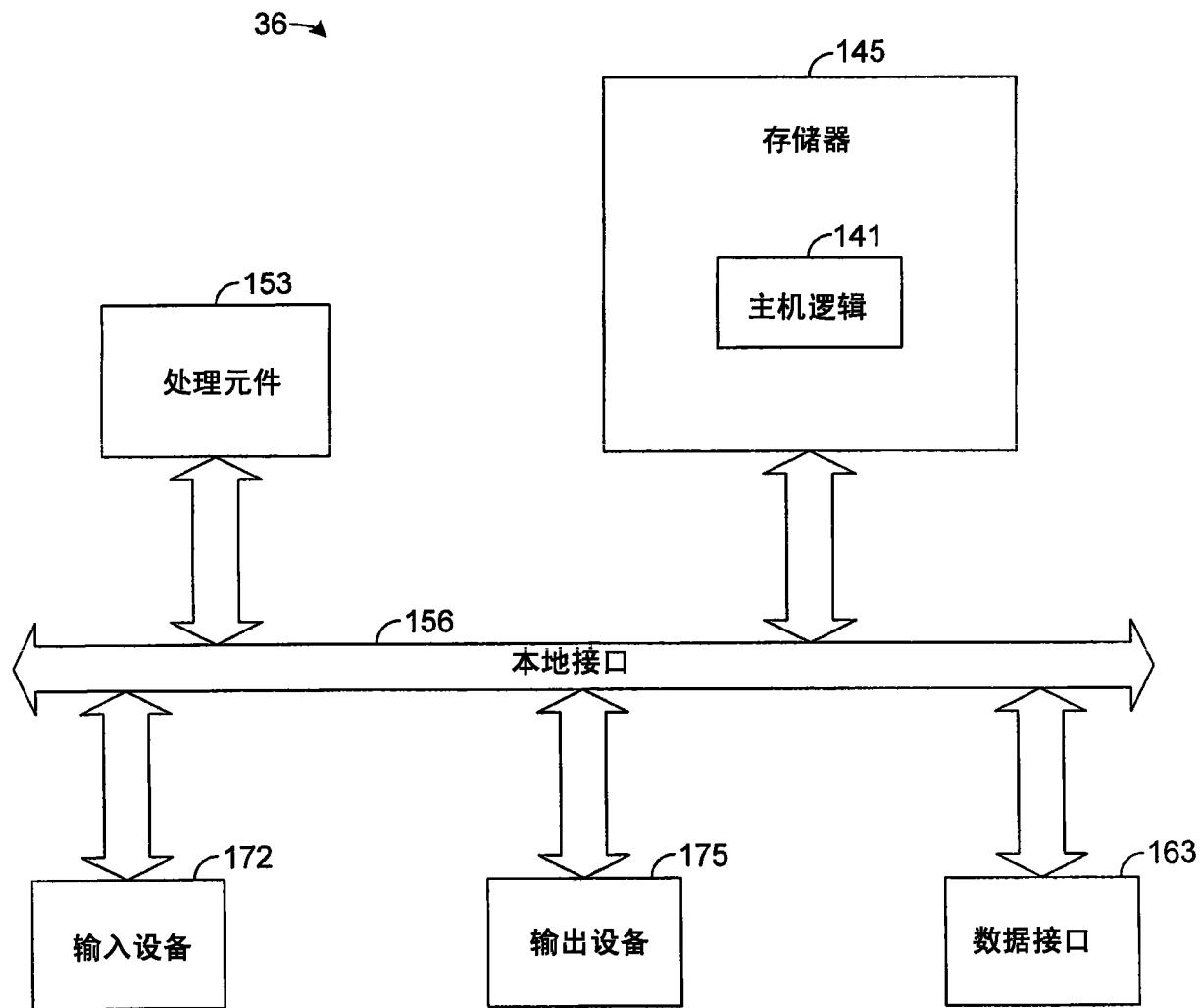


图 4

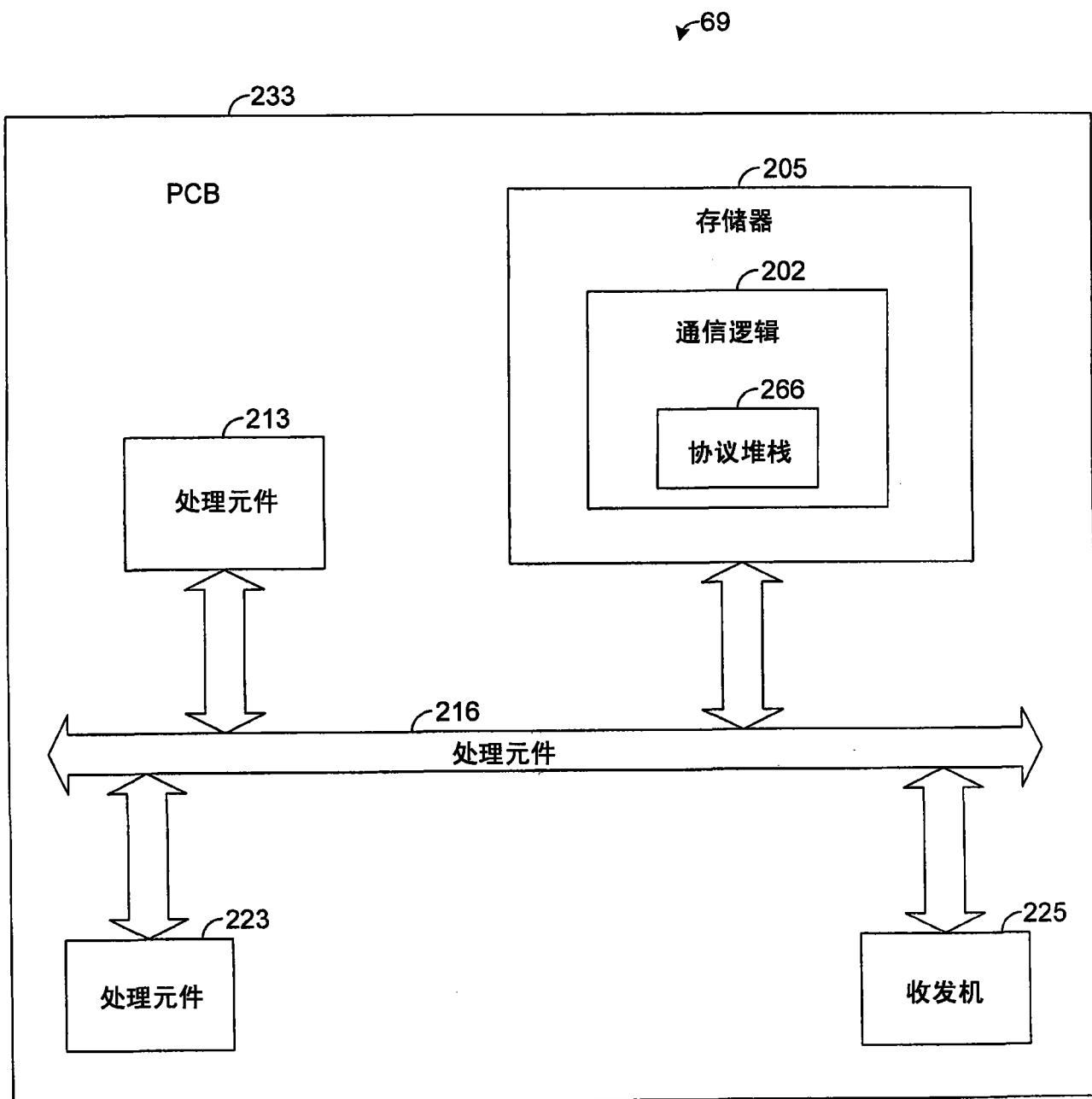


图 5

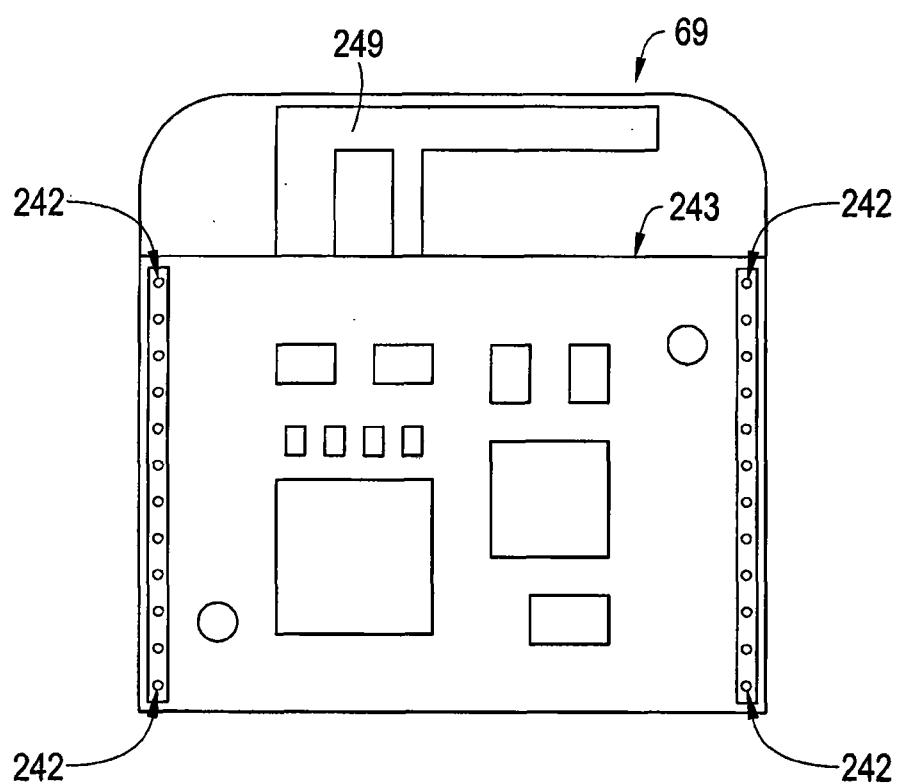


图 6

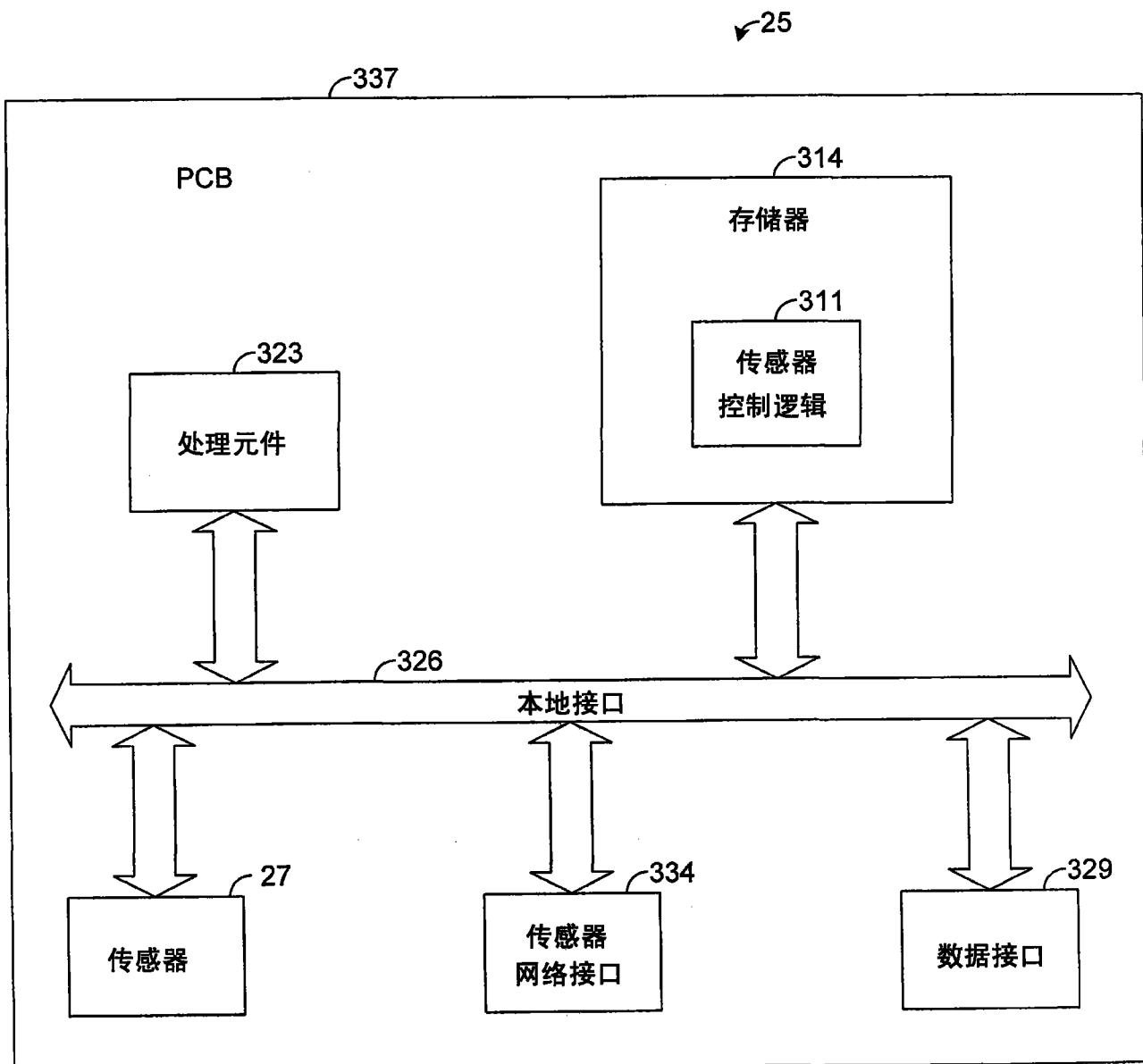
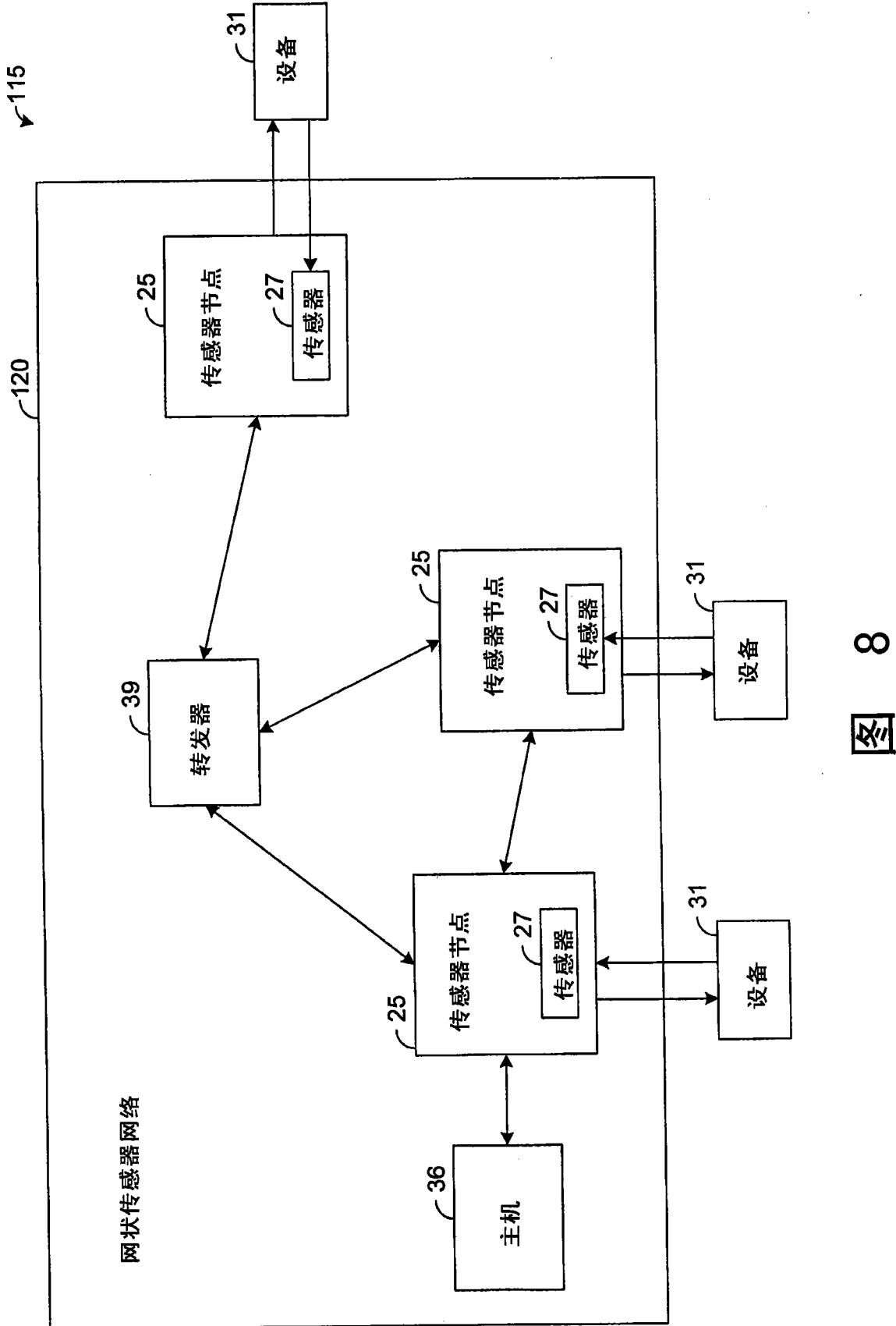


图 7



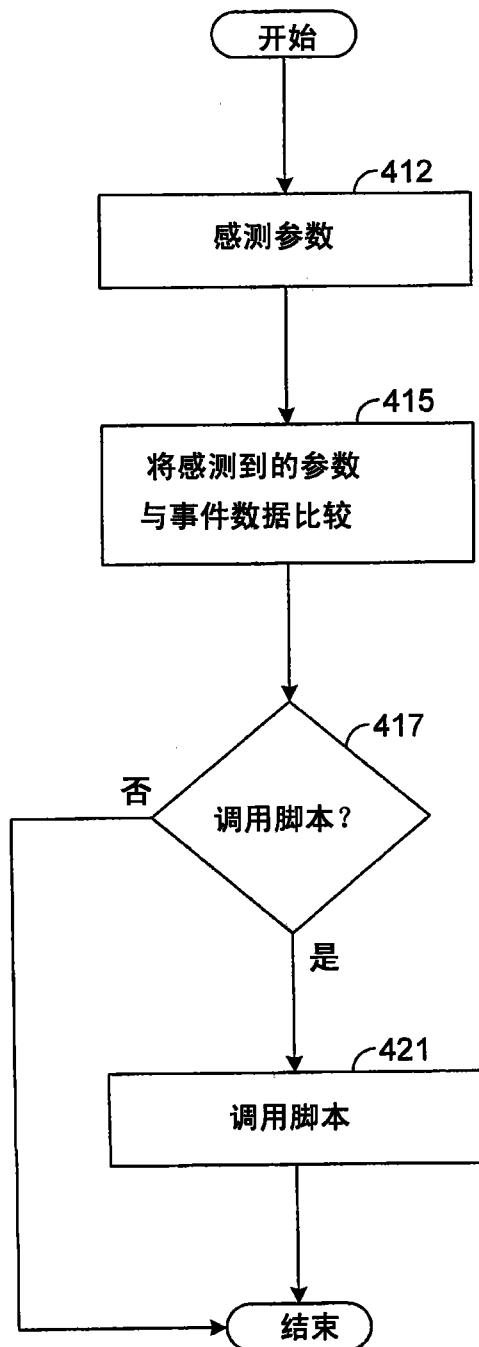


图 9

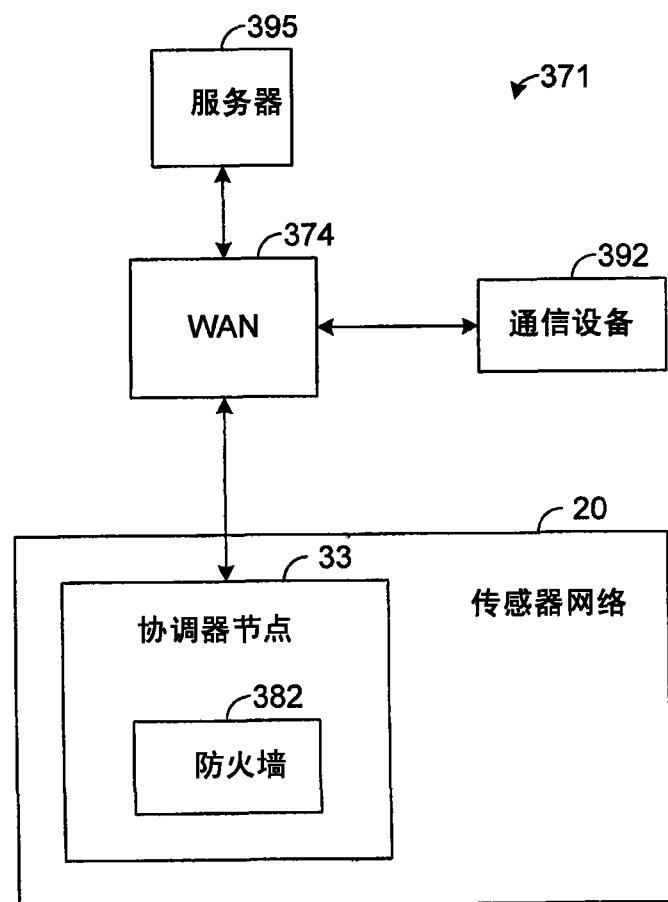


图 10