



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101926107 A

(43) 申请公布日 2010.12.22

(21) 申请号 200880120617. X

(74) 专利代理机构 北京金信立方知识产权代理有限公司 11225

(22) 申请日 2008.09.19

代理人 黄威

(30) 优先权数据

11/974,226 2007.10.12 US

(51) Int. Cl.

H04B 10/12(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.06.12

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/010878 2008.09.19

(87) PCT申请的公布数据

W02009/048506 EN 2009.04.16

(71) 申请人 康宁光缆系统有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M·N·伊斯顿 J·乔治 M·索尔

D·M·西伦 L·A·森特诺

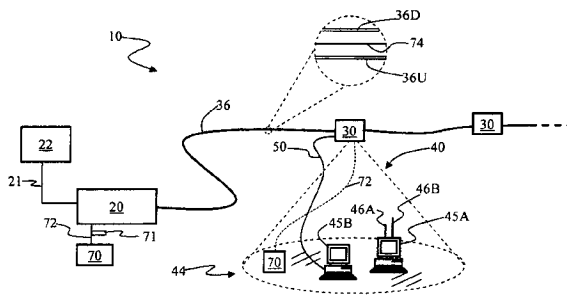
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 9 页

(54) 发明名称

混合无线 / 有线转发器及使用该转发器的混合光纤无线电通信系统

(57) 摘要

本发明公开了光纤无线电 (RoF) 混合有线 / 无线转发器,其配置成在混合前端和一个或多个客户机设备之间提供无线和有线通信。混合转发器包括光电 (O/E) 和电光 (E/O) 转换能力并配置成对电“有线”信号和电“无线”信号进行频率复用 / 解复用。电无线信号经蜂窝覆盖区内的多输入 / 多输出天线系统无线传给客户机设备。电有线信号经插入转发器上的有线线路光缆端口的有线线路光缆传给客户机设备。混合 RoF 系统包括能够发送和接收有线和无线光信号的混合前端,及包括光连接到混合前端和至少一混合转发器的光缆。还公开了在客户机设备和转发器之间容易提供有线和无线连通性的下拉式转发器结构。



1. 用于将无线和有线信号从混合前端分发到至少一客户机设备的混合转发器,包括:  
适于将来自前端单元的无线和有线光信号转换为有线和无线电信号的混合转换器,反之亦然;

电连接到所述转换器并适于对有线和无线电信号进行复用和解复用的频率复用器/解复用器;

经信号导控元件电连接到频率复用器/解复用器的天线系统,信号导控元件配置成使天线系统能发射和接收来自至少一客户机设备的无线信号;及

有线线路光缆端口,电连接到频率复用器/解复用器并适于连接到有线线路光缆以在其与至少一客户机设备之间传送信号。

2. 根据权利要求 1 的混合转发器,还包括布置在有线线路光缆端口和频率复用器/解复用器之间的放大器/滤波器电子电路单元。

3. 根据权利要求 1-2 任一所述的混合转发器,其中所述转发器包括连接到有线线路光缆端口的有线线路光缆。

4. 根据权利要求 1-3 任一所述的混合转发器,其中天线系统适于使用多输入/多输出通信与至少一客户机设备通信。

5. 根据权利要求 1-4 任一所述的混合转发器,其中天线系统包括至少一贴片天线。

6. 混合 RoF 通信系统,包括:

至少一根据权利要求 1-5 任一所述的混合转发器;

光连接到至少一混合转发器并适于传送无线和有线光信号的光缆。

7. 根据权利要求 6 的混合 RoF 通信系统,其中所述光缆包括下行链路和上行链路光纤。

8. 根据权利要求 6-7 任一所述的混合 RoF 通信系统,还包括光连接到所述光缆的混合前端。

9. 根据权利要求 6-8 任一所述的混合 RoF 通信系统,其中天线系统适于使用多输入/多输出通信与至少一客户机设备通信。

10. 根据权利要求 6-9 任一所述的混合 RoF 通信系统,其中至少一客户机设备之一经连接到有线线路光缆端口的以太网光缆有线连接到至少一混合转发器。

11. 根据权利要求 6-10 任一所述的混合 RoF 通信系统,其中至少一客户机设备位于具有天花板的房间中,及其中至少一混合转发器部署在天花板下方或天花板上。

12. 根据权利要求 6-11 任一所述的混合 RoF 通信系统,其中所述光缆包括适于将电功率从前端单元传送到至少一混合转发器的电功率线。

13. 根据权利要求 12 的混合 RoF 通信系统,还包括功率/数据扩展器单元,该扩展器单元连接到光缆并适于向至少一混合转发器中的一个或多个转发器提供电功率及将下行数据流光有线信号转换为上行数据流光无线信号。

14. 提供自混合前端到至少一客户机设备的有线和无线连通性的方法,包括:

部署至少一混合转发器,该混合转发器光连接到前端单元并适于将来自混合前端的光有线和无线信号转换为电有线和无线信号;及

在至少一混合转发器中,

(i) 将电无线信号导控到多输入/多输出天线系统以与至少一客户机设备无线通信;  
及

(ii) 经用于将转发器连接到至少一客户机设备的有线线路光缆将电有线信号导控到有线线路光缆端口及客户机设备。

15. 根据权利要求 14 的方法,其中有有线信号包括千兆以太网信号。

16. 根据权利要求 14 或 15 的方法,包括在单一光载体上发送来自混合前端的有线和无线光信号。

17. 能够提供到至少一客户机设备的无线和有线连通性的混合 RoF 通信系统,包括:

适于基于光缆发送和接收有线和无线光信号的混合前端;

至少一混合转发器,该转发器光连接到光缆并配置成将有线和无线光信号转换为对应的有线和无线电信号,反之亦然,混合转发器还配置成经天线系统将无线电信号无线发送到至少一客户机设备及经用于将混合转发器连接到至少一客户机设备的有线线路光缆将有线信号有线发送到至少一客户机设备。

18. 根据权利要求 17 的系统,其中所述天线系统和至少一客户机设备配置成在至少一混合转发器形成的微微蜂窝小区覆盖区内进行多输入 / 多输出通信。

19. 根据权利要求 17 或 18 的系统,其中所述光缆包括:

下行链路光纤,用于将下行链路有线和无线光信号从混合前端传送到至少一混合转发器;及

上行链路光纤,用于将上行链路有线和无线光信号从至少一混合转发器传送到混合前端。

20. 根据权利要求 17-19 任一所述的系统,其中所述光缆包括将电功率从电源传到至少一混合转发器中的一个或多个转发器的电功率线,其中所述电源经前端站电连接到电功率线或直接连接到光纤通信链路。

## 混合无线 / 有线转发器及使用该转发器的混合光纤无线电通信系统

[0001] 发明背景

### 技术领域

[0002] 本发明总体上涉及无线和有线通信系统,尤其涉及采用有线和 / 或无线技术的光纤无线电 (RoF) 通信系统。

### 背景技术

[0003] 无线通信快速增长,对高速移动数据通信的需求也日益增加。作为例子,所谓的“无线保真度”或“WiFi”系统和无线局域网 (WLAN) 均部署在许多不同类型的区域 (咖啡店、机场、图书馆等)。无线通信系统与称为“客户机”的无线设备通信,所述客户机必须位于无线范围或“小区覆盖区域”内以与接入点设备通信。

[0004] 部署无线通信系统的一种方法包括使用“小区”,其是射频 (RF) 覆盖区域。小区可具有相对大的半径 (如 1000m) 或可具有在从约几米到约 20m 的范围中的相对小的半径 (“微微蜂窝小区”)。由于微微蜂窝小区覆盖小的区域,通常每个微微蜂窝小区只有几个用户 (客户机)。当由传统基站产生的较大小区覆盖时,微微蜂窝小区使能在小的区域进行选择无线覆盖,要不然这些小的区域将具有较差的信号强度。

[0005] 构成 RoF 无线微微蜂窝系统的基本组成为前端控制器 (“前端”)、一根或多根光缆及一个或多个转发器。光缆一端连接到前端控制器。转发器沿光缆的长度方向光连接到光缆。光缆具有在转发器和前端之间传送 RoF 光信号的下行链路和上行链路光纤。转发器将 RoF 光信号转换为电信号,反之亦然,以创建一个或多个相应的小区。转发器包括向相应小区内的客户机设备发送 RF 自由空间电磁 (EM) 信号及从其接收该种信号的一个或多个天线。组合多个转发器可创建覆盖称为“蜂窝覆盖区”的区域的小区阵列。密集的微微蜂窝小区阵列形成提供高的每用户数据吞吐量的微微蜂窝覆盖区。

[0006] 在 RoF 无线蜂窝和微微蜂窝系统坚固的同时,能够向终端用户提供最新无线和有线服务是合乎需要的,例如,在目前的技术术语中,具有 802.11a/b/g/n 连同千兆有线线路以太网的无线 RoF 基础设施及具有 IEEE 802.3/u./z 的有线基础设施 (其中 IEEE 802.3 为 10Mbps, IEEE 802.3u 为 100Mbps 和 IEEE 802.3z 为 1Gbps)。实现此的传统方式是通过两个分开的无线和有线网络基础设施,但这成本高且部署和维护复杂。

[0007] 需要使无线和有线服务均能提供给终端用户的方法,该方法没有部署两个分开的通信系统那样的复杂性和成本。

### 发明内容

[0008] 本发明的一方面是用于将无线和有线信号从混合前端分发到至少一客户机设备的混合转发器。混合转发器包括适于将来自前端单元的无线和有线光信号转换为对应的有线和无线电信号的混合转换器,反之亦然。混合转发器还包括电连接到转换器并适于对有

线和无线信号进行复用和解复用的频率复用器 / 解复用器 (M/D)。天线系统经信号导控元件电连接到频率 M/D, 信号导控元件配置成使天线系统能发射和接收来自至少一客户机设备的无线信号。有线线路光缆端口如标准以太网端口电连接到频率 M/D 并适于连接到有线线路光缆 (如以太网光缆) 以在其与至少一客户机设备之间传送有线电信号。本发明的进一步的实施例包括在其与至少一客户机设备之间传送光信号的有线线路光缆和光缆端口。因此, 混合转发器使能在一个或多个客户机设备和混合前端之间既进行有线通信又进行无线通信。在实施例中, 一个客户机设备经混合转发器进行无线通信, 同时另一客户机设备经该混合转发器进行有线通信。在另一实施例中, 同一客户机设备经混合转发器既有有线通信又无线通信。

[0009] 本发明的另一方面是提供自混合前端到至少一客户机设备的有线和无线连通性的方法。该方法包括部署至少一混合转发器, 该混合转发器光连接到前端单元并适于将来自混合前端的光有线和无线信号转换为对应的电有线和无线信号。本发明方法还包括, 在至少一混合转发器中, 将电无线信号导控到多输入 / 多输出 (MIMO) 天线系统以与至少一客户机设备无线通信。本发明方法还包括经用于将转发器连接到至少一客户机设备的有线线路光缆将电有线信号导控到有线线路光缆端口及客户机设备。

[0010] 本发明的另一方面为能够提供到至少一客户机设备的无线和有线连通性的混合 RoF 通信系统。该系统包括适于基于光缆发送和接收有线和无线光信号的混合前端。至少一混合转发器光连接到光缆并配置成将有线和无线光信号转换为对应的有线和无线电信号, 反之亦然。混合转发器配置成经天线系统将无线电信号无线发送到至少一客户机设备及经用于将混合转发器连接到至少一客户机设备的有线线路光缆将有线信号有线发送到至少一客户机设备。在实施例中, 本发明系统提供到一客户机设备的有线连接及到另一客户机设备的无线连接, 两个客户机设备均位于本发明系统的小区内。

[0011] 本发明的另外的特征和优点将在下面的详细描述中提出, 且本领域技术人员从该描述可明显看出或通过按在此所述的 (包括下面的详细描述、权利要求及附图) 实施本发明而意识到。

[0012] 应当理解, 前面的概括描述和下面的详细描述均呈现本发明的实施方式, 且意于提供用于理解本发明的实质和特征的概览或框架。包括附图以提供对本发明的进一步理解, 且其构成本说明书的一部分。附图示出了本发明的多个实施例, 连同在此进行的描述一起用于阐释本发明的原理和运行。

[0013] 因此, 为易于说明和图示, 多个基本电子电路元件和信号调节部件如偏置 T 形器、RF 滤波器、放大器、功率分配器等均未在图中示出。这些基本电子电路元件及部件应用于本发明的设备和系统对本领域技术人员显而易见。

## 附图说明

[0014] 图 1 为根据本发明的混合 RoF 无线 / 有线通信系统 (“混合 RoF 系统”) 的一般实施例的示意图, 示出了经光缆而光连接到至少一混合转发器的混合前端, 及示出了由混合转发器之一形成的小区 (微微蜂窝小区) 及微微蜂窝小区内的两个客户机设备。

[0015] 图 2 为图 1 的混合 RoF 系统的混合前端的实施例的详细示意图。

[0016] 图 3 和图 4 与图 2 一样, 分别示出了多个下行链路和上行链路无线和有线信号。

[0017] 图 5 为图 1 的系统的混合转发器的实施例的详细示意图, 示出了发送到混合前端及从混合前端接收的多个光和电下行链路无线和有线信号, 还示出了提供到客户机设备的有线通信的有线线路光缆。

[0018] 图 6 为混合转发器与具有下行链路和上行链路光纤的光缆组合的示意图, 其中示出了转发器中的以太网型有线线路光缆端口。

[0019] 图 7 为图 5 的示意图, 但示出了多个上行链路光和电无线和有线信号。

[0020] 图 8 为本发明的混合 RoF 系统的转发器端的示意图, 示出了两个转发器和三个客户机设备, 包括与一个或两个混合转发器无线通信的多输入 / 多输出 (MIMO) 客户机设备及与相应混合转发器有线通信的两个其它客户机设备。

[0021] 图 9 为 MIMO 混合转发器的实施例的详细示意图。

[0022] 图 10 为本发明的混合 RoF 系统的转发器端的示意图, 其包括图 9 的 MIMO 混合转发器, 示出了该混合转发器提供与客户机设备之一的 MIMO 无线通信及与另两个客户机设备的有线通信。

[0023] 图 11 为本发明的混合 RoF 系统的转发器端的示意图, 示出了部分上行数据流混合转发器连接到远处的功率 / 数据扩展器单元的实施例。

[0024] 图 12A 为本发明的混合 RoF 系统的转发器端的示意图, 示出了下拉式结构的实施例, 其中混合转发器从安装在天花板上方的光缆从天花板下拉到室内。

[0025] 图 12B 与图 12A 类似, 示出了一客户机设备通过混合转发器无线通信而另一客户机设备通过混合转发器有线通信的实施例。

[0026] 图 13 为与图 12 类似的示意图, 示出了下拉式结构的实施例, 其中混合转发器保持在天花板上方, 及其中有线线路光缆可插入转发器的有线线路光缆端口及还插入客户机设备以在前端和客户机设备之间建立有线和 / 或无线通信。

[0027] 图 14A 与图 13 类似, 但示出了两个客户机设备, 并示出了有线线路光缆直接连接到转发器而不是连接到混合转发器中的有线线路光缆端口的实施例。

[0028] 图 14B 与图 14A 类似, 示出了第一有线线路光缆将转发器连接到壁装插口及第二有线线路光缆将客户机设备连接到壁装插口的实施例。

[0029] 图 15 为混合转发器和有线线路光缆的特写图, 示出了有线线路光缆在放大器 / 滤波器电子单元 (“A/F 电子电路”) 直接连接到转发器。

## 具体实施方式

[0030] 下面详细提及本发明目前优选的实施方式, 其例子在附图中图示。只要可能, 相同或类似附图标记在所有附图中均用于指相同或相似部分。

[0031] 本发明致力于既提供无线又提供有线网络连通性的混合无线 / 有线 RoF 通信系统 (在下文中称为 “混合 RoF 系统”)。该系统设计成提供具有 MIMO 能力的无线连接如 IEEE 802. 11n, 连同提供高数据速率有线连接如有线线路以太网或有线线路光缆。本发明的混合 RoF 系统的例子用多模光纤将无线和有线网络基础设施结合为单一混合 RoF 系统 (如网络), 多模光纤传送 IEEE802. 11a/b/g/n、超宽带 (UWB) 信号和基带千兆有线线路以太网信号 (如 IEEE802. 3z@1Gbps)。

[0032] 在下面的描述中, “无线” 信号与提供无线通信相关联, 及 “有线” 信号与提供基带

有线通信相关联。“无线”和“有线”信号均可以是电或光信号，同时无线信号可另外为通常与“无线”（即非有线）通信相关联的类型的自由空间电磁信号。

[0033] 同样，在下面的描述中，首字母缩写词 LAN 代表“局域网”，及首字母缩写词 WLAN 代表“无线局域网”。

[0034] 通用基于光纤的无线系统

[0035] 图 1 为根据本发明的混合 RoF 系统 10 的通用实施例的示意图。混合 RoF 系统 10 包括混合前端 20、配置成处理无线和有线信号的至少一混合转发器单元（“转发器”）30、及将混合前端光连接到至少一混合转发器的光缆 36。混合前端 20 经通信链路 21 连接到外部源 22，如光通信网络或其它网络体系结构主干网、因特网等。

[0036] 如图 1 中的特写图所示，在实施例中，光缆 36 包括一根或多根光纤，及在特定实施例中包括下行链路光纤 36D 和上行链路光纤 36U。在实施例中，本发明采用多模光纤用于下行链路和上行链路光纤 36D 和 36U。在更具体的实施例中，OM350  $\mu\text{m}$  多模光纤用于下行链路和上行链路光纤 36D 和 36U。在另一实施例中，下行链路光纤 36D 和 / 或上行链路光纤 36U 可包括一根或多根单独光纤。在图 1 中，作为例子及为了易于图示，下行链路和上行链路光纤 36D 和 36U 被示为单独光纤。

[0037] 在实施例中，36D 和 / 或 36U 中的光纤之一用于无线信号，而 36D 和 / 或 36U 中的另一光纤用于有线信号。同样，在另一实施例中，光纤之一用于一种类型的信号，而另一光纤传送两种信号类型。为了图示和易于描述，假定 36D 中的下行链路光纤将下行链路光无线和有线信号从混合前端 20 传到混合转发器 30，而 36U 中的上行链路光纤将上行链路光无线和有线信号从混合转发器传到混合前端。

[0038] 混合 RoF 系统 10 在每一混合转发器 30 处形成实质上以对应的混合转发器为中心的小区 40。在实施例中，小区 40 可相当大（如 1000m 半径）或可以从跨约 1m 到跨约 20m 范围的微微蜂窝小区。与至少一混合转发器相关联的一个或多个小区 40 形成蜂窝覆盖区 44。在下面的其余描述中，为了说明，小区 40 假定为“微微蜂窝小区”，及覆盖区 44 假定为“微微蜂窝覆盖区”。

[0039] 混合转发器 30 还适于经有线线路光缆 50 如以太网基于导线的线缆或光缆提供有线通信。混合前端 20 适于执行或促进多种 RoF 应用中的任一应用，例如射频识别 (RFID)、无线局域网 (WLAN) 通信（以太网信号）和 / 或移动电话服务。

[0040] 继续参考图 1，在微微蜂窝小区 40 内示出了两个客户机设备 45 (45A 和 45B)，作为例子示为计算机的形式。客户机设备 45A 的实施例包括适于接收和 / 或发送自由空间电磁信号的两个天线 46A 和 46B (如多天线无线卡)，而客户机设备 45B 经有线线路光缆 50 有线连接到转发器。因此，客户机设备 45A 适合经混合转发器 30 与混合前端 20 进行多输入 / 多输出 (MIMO) 通信。

[0041] 在实施例中，混合 RoF 系统 10 还包括产生电功率信号 71 的电源 70。在实施例中，电源 70 位于前端单元 20 处并经电功率线 72 电连接到前端单元 20，及向其中的功耗元件供电。在实施例中，电功率线 74 通过混合前端 20 延伸到至少一混合转发器 30，不仅对混合前端中的功耗元件供电，而且对至少一混合转发器中的功耗元件如 O/E 和 E/O 转换器供电，如下所述。在实施例中，电功率线 74 包括两根导线 74A 和 74B，其传送单一电压并电连接到转发器 30 处的 DC 功率转换器 180 (DC 功率转换器 180 在下面结合图 5 详细描述)。

[0042] 在实施例中,电源 70 提供在一个或多个混合转发器本地并经电功率线 72 而不是经光缆 36 向一个或多个本地混合转发器直接提供电功率。在实施例中,电功率线 74(或其支路)包括在有线线路光缆 50 中,从而使混合 RoF 系统 10 能经混合转发器 30 实现以太网供电。

[0043] 在实施例中,混合 RoF 系统 10 采用已知的远程通信波长,如 850nm、1300nm 或 1550nm。在另一实施例中,混合 RoF 系统 10 采用其它不太常用但适当的波长如 980nm。

[0044] 混合前端

[0045] 图 2 为图 1 的混合前端 20 的实施例的详细示意图。混合前端 20 包括具有第一和第二输入/输出(I/O)侧 102 和 104 的交换机 100。I/O 侧 102 在 I/O 端口 103 连接到通信链路 21。在实施例中,通信链路 21 为或包括高速(如 10Gbps)以太网链路。I/O 侧 104 包括多个 I/O 端口 106。在实施例中,I/O 端口 106 为较低速度的端口(如 10 个 1Gbps 端口以处理来自通信链路 21 承载的不同导线的 10Gbps 以太网信号)。为说明目的,示出了两个 I/O 端口 106A 和 106B。

[0046] I/O 端口 106A 电连接到无线信号转换器 120,而 I/O 端口 106B 电连接到有线信号转换器 130。在实施例中,无线信号转换器 120 包括放大器/滤波器电子电路单元(“A/F 电子电路”)122,其对无线信号进行放大和滤波,如下所述。混合前端单元 20 还包括频率复用器/解复用器(M/D)138,在实施例中其包括合频器 140 和分频器 150。频率 M/D138 电连接到 A/F 电子电路 122 和转换器 130。

[0047] 混合前端 20 还包括电连接到频率 M/D138 的合频器 140 的电光(E/O)转换器 160。E/O 转换器 160 适于从合频器 140 接收电信号并将其转换为相应的光信号,如下详细所述。在实施例中,E/O 转换器 160 包括适于对 RoF 应用传送足够的动态范围的激光器,及可选地包括电连接到激光器的激光器驱动器/放大器(未示出)。用于 E/O 转换器 160 的适当激光器的例子包括激光二极管、分布式反馈(DFB)激光器、Fabry-Perot(FP)激光器、及垂直腔面发射激光器(VCSEL),如指定用于 10Gbps 数据传输的 850nm 商用 VCSEL。E/O 转换器 160 光连接到光缆 36 及其中包含的下行链路光纤 36D。

[0048] 混合前端 20 还包括电连接到频率 M/D138 的分频器 150、光缆 36 及其中包含的上行链路光纤 36U 的光电(O/E)转换器 162。O/E 转换器 162 适于接收光信号并将其转换为相应的电信号。在实施例中,O/E 转换器 162 为或包括光检测器或电连接到线性放大器的光检测器。E/O 转换器 160 和 O/E 转换器 162 构成转换器对单元(“转换器单元”)166,其将电信号转换为光信号,反之亦然。

[0049] 现在参考图 3,在混合前端 20 的运行实施例中,通信链路 21 携带包括下行链路和上行链路数字信号  $SD_{21}$  和  $SU_{21}$  的信号  $S_{21}$ 。例如,下行链路数字信号  $SD_{21}$  源自外部源 22。数字信号  $S_{21}$  可包括多种不同的信号类型,如数据、语音、视频等。某些类型的这些信号,如高带宽视频信号,具有相对高的数据速率,因而最好经有线连接传给终端用户。另一方面,这些信号中的某些信号具有相对低的数据速率,如低带宽语音信号,因而可经无线信号传给终端用户。

[0050] 下行链路信号  $SD_{21}$  进入混合前端 20 并遭遇交换机 100。交换机 100 适于将最适合无线传输的某些信号  $SD_{21}$  导控到无线信号转换器 120 及将适合有线传输的其它信号  $SD_{21}$  导控到有线信号转换器 130。无线信号转换器 120 接收导向其的信号  $SD_{21}$  并将它们转换为下



行链路“无线信号”S1D。具体地,无线信号转换器 120 将信号  $SD_{21}$  相位调制和 / 或振幅调制到 RF 载波信号如 2.4GHz 或 5GHz RF 载波信号上,从而导致下行链路无线信号 S1D。无线信号转换器 120 还使用 A/F 电子电路 122 对无线信号 S1D 进行放大和滤波。在实施例中,无线信号转换器 120 配置成适应无线通信的传输协议(如以太网无线协议 802.3 到无线 LAN 协议 802.11)。

[0051] 其间,有线信号转换器 130 接收导向其的信号  $SD_{21}$  并处理(如滤波)这些信号以使它们相容于基于混合系统的传输。例如,下行链路信号  $SD_{21}$  为双绞线传送的以太网数据信号,有线信号转换器 130 协调信号  $SD_{21}$  以使它们与对应的单端信号版本兼容,同时拒绝任何可能存在的以太网供电 DC 信号。这导致下行链路有线信号 S2D。

[0052] 通常,无线信号 S1D 具有比有线信号 S2D 高的频率,使得这两个信号类型可进行频率复用和解复用。因此,无线信号 S1D 和有线信号 S2D 传到频率 M/D138 及其中的合频器 140,其将不同频率的信号 S1D 和 S2D 组合(复用)到连接到转换器对单元 166 中的 E/O 转换器 160 的公共电线。之后,E/O 转换器 160 将下行链路电无线信号 S1D 转换为对应的光信号 S1D' 及将下行链路电有线信号 S2D 转换为对应的光信号 S2D'。在实施例中,E/O 转换器 160 配置成将无线和有线光信号调制到单一光载体上。无线和有线光信号 S1D' 和 S2D' 由下行链路光纤 36D 携带并传到混合转发器 30。

[0053] 现在参考图 4,混合前端 20 还从转发器 30 接收上行链路光无线信号 S1U' 和上行链路光有线信号 S2U',如下所述。这些信号自混合转发器 30 在上行链路光纤 36U 上传送并由转换器单元 166 中的 O/E 转换器 162 接收,其将这些信号转换为对应的上行链路电无线和有线信号 S1U 和 S2U。频率 M/D138 中的分频器 150 分拆(即解复用)这些信号以沿两个不同的电通路而行,其中无线信号 S1U 传到无线信号转换器 120,而有线信号 S2U 传到有线信号转换器 130。之后,无线信号转换器 120 对其接收的无线信号 S1U 起作用并从 RF 载波提取信号  $SU_{21}$ 。同样,有线信号转换器 130 处理其接收的有线信号 S2U 以形成信号  $SU_{21}$ 。例如,有线信号 S2U 由有线信号转换器 130 转换为双绞线接收以太网数据信号。

[0054] 之后,来自转换器 120 和 130 的信号  $SU_{21}$  传给交换机 100,其将这些信号引导到通信链路 21 上。在实施例中,不是所有信号  $SU_{21}$  均传给通信链路 21。例如,中继器蜂窝信号不需要经过交换机 100,而是传到分开的处理单元(未示出)。

[0055] 混合转发器

[0056] 图 5 为根据本发明的混合转发器 30 的实施例的示意图。图 6 为混合转发器 30 与光缆 36 组合的示意图。

[0057] 本发明的混合转发器 30 不同于与无线通信系统相关联的典型接入点设备,因为转发器的优选实施例仅有几个信号调节元件及对所传送 / 接收的有线和无线信号没有数字信息处理能力。这使混合转发器 30 非常简洁且实质上免维护。此外,混合转发器 30 的优选实施例耗用非常小的功率、对信号透明、及不需要本地电源。混合转发器 30 还配置成提供到特定混合转发器的微微蜂窝小区 40 内或该微微蜂窝小区外面的客户机设备 45 的有线连接。

[0058] 混合转发器 30 包括转换器单元 166,其中 O/E 转换器 162 光连接到下行链路光纤 36D,而 E/O 转换器 160 光连接到上行链路光纤 36U。O/E 转换器 162 电连接到频率 M/D138 及具体连接到其中的分频器 150。E/O 转换器 160 也电连接到频率 M/D138 及具体连接到其

中的合频器 140。分频器 150 和合频器 140 均电连接到 A/F 电子电路 122。频率 M/D138 的分频器 150 还电连接到三端口信号导控元件 200 的端口 P1, 三端口信号导控元件 200 具有另外的端口 P2 和 P3。在实施例中, 信号导控元件 200 为循环器。

[0059] 天线系统 210 电连接到信号导控元件 200 的输入 / 输出端口 P2, 而频率 M/D138 的合频器 140 电连接到输出端口 P3。在实施例中, 天线系统 210 包括一个或多个贴片天线, 如 2006 年 8 月 16 日申请的、已转让给本申请的申请人的美国专利申请 11/504, 999 中所公开的天线。同样, 在实施例中, 天线系统 210 针对与微微蜂窝小区 40 内 ( 或者更具体地, 由一个或多个转发器形成的微微蜂窝小区覆盖区 44 内 ) 的一个或多个客户机设备 MIMO 通信进行配置。天线系统 210 在下面详细描述。

[0060] A/F 电子电路 122 电连接到有线线路光缆端口 220, 在实施例中, 其为或包括以太网光缆端口。光缆端口 220 适于接收有线线路光缆 50 的光缆连接器 230, 如以太网光缆连接器 ( 插头 ) 和以太网光缆, 其通向有线客户机 45 ( 见图 1 )。在实施例中, 光缆端口 220 为千兆以太网有线线路端口, 及有线线路光缆 50 为以太网光缆。在实施例中, 电功率线 74 可在光缆端口 220 处接近, 及有线线路光缆 50 包括一段电功率线 74 以在有线线路光缆端口处经转发器 30 实现以太网供电。

[0061] 在实施例中, 前述 DC 功率转换器 180 电连接到转换器单元 166 并将电功率线 71 的电压或电平改变为转发器 30 中的功耗部件所需要的功率水平。在实施例中, DC 功率转换器 180 为 DC/DC 功率转换器或 AC/DC 功率转换器, 取决于电功率线 74 携带的功率信号 71 的类型。在实施例中, 电功率线 74 包括标准电功率传送电导线, 如标准远程通信和其它应用中使用的 18-26AWG ( 美国导线规范 )。

[0062] 再次参考图 1, 在另一实施例中, 电功率线 72 ( 虚线 ) 从本地电源 70 通到混合转发器 30 ( 如通过一段光通信链路 36 或直接通到混合转发器 ), 而不是从或通过前端 20 经光缆 36, 如电功率线 74。在另一实施例中, 电功率线 72 或 74 包括两根以上导线并携带多个电压。

[0063] 混合转发器操作

[0064] 混合转发器 30 配置成提供到至少一客户机设备 45 的无线和有线连接。因此, 参考图 5, 在混合转发器 30 的操作中, 下行链路光无线和有线信号 S1D' 和 S2D' 在下行链路光纤 36D 上从前端单元 20 传到混合转发器的转换器单元 166 中的 O/E 转换器 162。O/E 转换器 162 将光信号 S1D' 和 S2D' 转换回其电副本 S1D 和 S2D。电信号 S1D 和 S2D 传给频率 M/D138 及其中的分频器 150, 其解复用这些信号, 无线信号 S1D 发送给信号导控元件 200, 有线信号 S2D 发送给 A/F 电子电路 122 然后发送给有线线路光缆端口 220。

[0065] 信号导控元件 200 将信号 S1D 导向天线系统 210, 使其传送对应的下行链路自由空间电磁无线信号 S1D"。由于客户机设备 45A 在微微蜂窝小区 40 内, 信号 S1D" 由客户机设备天线 46A 或 46B ( 假定天线 46A ) 接收, 这些天线可以是无线卡的一部分或移动电话天线。天线 46A 将电磁信号 S1D" 转换为其在客户机设备中的对应电信号 S1D ( 其中未示出信号 S1D )。之后, 客户机设备 45A 处理电信号 S1D, 如将信号信息保存在存储器中、将信息显示为电子邮件或文本消息等。其间, 有线信号 S2D 在有线线路光缆 50 上传给客户机设备 45B ( 见图 1 ) 并在其中进行处理。

[0066] 现在参考图 7, 在实施例中, 客户机设备 45A ( 图 1 ) 产生上行链路电无线信号

S1U(未在客户机设备中示出),其由天线 46A 转换为对应的自由空间电磁信号 S1U”。由于客户机设备 45A 位于微微蜂窝小区 40 内,电磁信号 S1U”由转发器天线系统 210 导控,其将该信号转换回电信号 S1U。其间,客户机设备 45B 经有线线路光缆 50 将有线上行链路信号 S2U 传给混合转发器 30。

[0067] 之后,信号 S1U 由信号导控元件 200 导控离开端口 P3 而传到频率 M/D138 及其中的合频器 140。其间,信号 S2U 由 A/F 电子电路 122 放大和滤波并提供给频率 M/D138 及其中的合频器 140。合频器 140 组合(复用)信号 S1U 和 S2U 并将它们提供给 E/O 转换器 160。E/O 转换器 160 将这些电信号转换为对应的光信号 S1U’和 S2U’。之后,这些光信号在上行链路光纤 36U 上传给混合前端单元 20,在那里它们以上面描述的方式进行接收和处理。

[0068] MIMO 操作

[0069] 在优选实施例中,混合 RoF 系统 10 配置成支持 MIMO 操作。图 8 为混合 RoF 系统 10 的转发器端的示意图,示出了该系统的实施例,其中客户机设备 45A 包括两个天线 46A 和 46B。该配置使能与客户机 45A 进行 2x2MIMO 无线通信同时还以下行链路和上行链路电有线信号 S2D 和 S2U 提供与客户机 45B 和 45C 的有线通信。

[0070] 混合 RoF 系统 10 可设定为多种不同的 MIMO 配置之一,如 1x2、2x1、2x3、3x2、3x3、3x4、4x3、4x4 等,取决于具体的天线系统 210 的配置和特定客户机设备上可用的天线数量。具有多个天线和 MIMO 能力的客户机设备的实施例为具有多天线 MIMO 无线卡的膝上型电脑。

[0071] 总的来说,在 MIMO 应用中,下行链路电无线信号 S1D 和对应的上行链路信号 S1U 为比特流的形式。对于 MIMO 应用,每一转发器天线系统和每一客户机天线系统用作发送和接收比特流段的发送和接收天线。作为备选,可以有单独的天线用于发送和接收。对于上行链路 MIMO 通信,每一转发器天线系统 210 接收由每一发射器天线 46A 和 46B 发送的整个上行链路电磁自由空间无线信号 S1U” (即比特流段) 的不同部分,使得在每一接收器天线处接收混在一起的比特流。同样,对于下行链路 MIMO 通信,每一天线 46A 和 46B 接收传送自每一发射器天线系统 210 的对应下行链路信号 S1D” (即比特流段) 的不同部分。因此,混合前端站 20 将下行链路信号 S1D 同时提供给不同的混合转发器 30,尽管下行链路信号比特流根据 MIMO 信号处理在混合转发器之间分割。同样,客户机设备将上行链路信号比特流同时传送给不同的天线系统 210,尽管上行链路信号比特流根据 MIMO 信号处理在客户机设备天线之间分割。

[0072] 在实施例中,混合前端 20 适于执行电下行链路和上行链路信号比特流的 MIMO 信号处理,其通过执行将给定下行链路比特流信号适当分为用于每一转发器天线系统 210 的分开下行链路比特流信号以获得 MIMO 增益的数学算法进行。同样,混合前端 20 适于适当地重新组合由每一天线系统 210 接收的混在一起的上行链路信号比特流。客户机设备 45A 还优选具有 MIMO 信号处理能力使得其可使用 MIMO 技术与天线系统 210 通信。

[0073] 适合在本发明中使用的 MIMO 信号处理方法的例子例如在 Arogyaswami 等所写的、题为“An overview of MIMO communications a key to gigabit wireless”的文章中讨论,该文章刊登在 2004 年二月出版的 Proceedings of the IEEE 的第 2 期第 92 卷上,其通过引用组合于此。在实施例中,无线信号转换器 120 包括适于执行前述 MIMO 信号处理的 MIMO 芯片 124。适合在前端单元 20 中使用以提供 MIMO 能力的 MIMO 芯片的例子为 802.11n 兼容

的 MIMO 芯片,如可从加利福尼亚州 Irvine 的 Broadcom, Inc. 通过零件号 BCM2055 获得。

[0074] 通过使用 MIMO 通信方法,从两个或两个以上转发器天线系统 210 发送独立的下行链路和上行链路信号(比特流),这导致高达 N 倍的比特率的提高,其中 N 为所使用的转发器天线系统 210 的数量及所使用的客户机天线 45 的数量中较小的那一个。MIMO 方法使采用单一天线的转发器的微微蜂窝无线系统能满足未来无线通信标准如 IEEE 无线通信标准(IEEE 802.11n)所预期的较高数据传输率要求。

[0075] 图 9 为根据本发明的混合转发器 30 的实施例的示意图,其配置成提供 2xNMIMO 能力。转发器 30 包括两个天线系统 210。图 10 为图 9 的混合转发器 30 用于执行与客户机设备 45A MIMO 无线通信及与相邻的客户机设备 45B 和 45C 有线通信时的示意图。MIMO 无线通信包括下行链路自由空间电磁信号 S1D”及其对应的上行链路自由空间电磁信号 S1U”。这些信号以上面描述的方式进行处理。

[0076] 在图 10 中,在实施例中,光缆 36 包括两组下行链路和上行链路光纤 36D 和 36U 以处理两个不同的无线信号(如具有不同频率的无线信号)。在备选实施例中,图 9 的混合转发器 30 和混合前端 20(图 3)配置成将不同频率的下行链路和上行链路无线信号频率复用到相同下行链路和上行链路光纤上。

[0077] 数据和功率范围扩展

[0078] 混合 RoF 系统 10 的例子通过使能连接到加电的壁装插座并对下一段传统“微微蜂窝小区”光缆将有线信号转换为无线信号而扩展传统蜂窝(如微微蜂窝)网络的最大功率和数据范围。图 11 为 RoF 网络系统 10 的转发器端的示意图,其中电功率在本地提供而不是经光缆 36 包含的电功率线 74 完全来自前端 20(图 1),及其中有线信号(如以太网有线线路信号)转换为混合前端 20 的无线信号上行数据流。

[0079] 图 11 的混合 RoF 系统 10 的实施例包括功率/数据扩展器单元 260,该单元包括经(多导线)本地电功率线 72 携带的电功率信号提供电功率的电源 70。本地电功率线 72 将电功率携带到上部缆跨 302 上的混合转发器 30,其最远离混合前端 20,而更靠近混合前端 20 的下部缆跨 301 上的混合转发器由链路 36 包含的功率线路 74 供电。在功率扩展的实施例中,电源 70 经电线 310 和插头 312 由电插座 308 供电。

[0080] 在数据扩展的实施例中,功率/数据扩展器单元 260 包括有线到无线转换器单元(如 WLAN 路由器)322,适于将下部缆跨 301 上携带的下行链路有线信号 S2D(如以太网编码的有线线路信号)转换为上部缆跨 302 中的多个下行链路无线信号 S1D。同样,功率/数据扩展器单元 260 适于将上部缆跨 302 上携带的上行链路无线信号 S1U 转换为上行链路有线信号 S2U,该上行链路有线信号经下部缆跨 301 传回到混合前端 20。

[0081] 下拉式结构

[0082] 本发明的混合 RoF 系统 10 的优点在于其可以与安装无线微微蜂窝系统一样的方式进行安装,转发器在房间角落处吊在桌面高度下面以易于接近有线线路以太网连接。在这样的办公室环境中,用户在办公室的任何地方均具有宽带无线连通性,及具有有线“无忧”快速有线线路以太网连通性,所有这些连通性均来自单一混合转发器。

[0083] 图 12A 为混合 RoF 系统 10 的转发器端的示意图,其中混合转发器 30 经光缆 36 从天花板 402 上方下拉到房间(如办公室、图书馆空间等)400 内。客户机设备 45 示为位于房间 400 中的桌子 406 上。该下拉式结构使能与客户机设备 45 无线通信及经有线线路光

缆 50 方便地有线通信。为了图示目的,图 12A 中所示的 MIMO 天线系统 210 包括贴片天线。图 12A 的下拉式结构使系统用户能容易地将有线线路光缆 50 插入客户机设备 45 内及插入转发器 30 的端口 220 内以获得有线连接。

[0084] 图 12B 与图 12A 类似,其中一客户机设备 45 通过混合转发器 30 无线通信,而另一客户机设备 45 经有线线路光缆 50 通过混合转发器有线通信。

[0085] 图 13 为与图 12 类似的示意图,其中混合转发器 30 保持在天花板 402 上方,及有线线路光缆 50 插入有线线路光缆端口 220。有线线路光缆 50 下拉穿过天花板 402(例如穿过其中形成的孔 410) 使得其可插入客户机设备 45。只要可接近转发器,或者如果有有线线路光缆 50 插入混合转发器并从天花板下拉使得用户不需要必须将有有线线路光缆 50 插入混合转发器,该结构隐藏了转发器 30 且方便。

[0086] 图 14A 为与图 13 类似的示意图,但未提供有线线路光缆端口 220。而是,有线线路光缆 50 直接连接到混合转发器 30,如在放大器/滤波器单元 122 处,如图 15 中所示的混合转发器的局部特写图所示。图 14A 还示出了一客户机设备 45 通过混合转发器 30 无线通信而另一客户机设备 45 通过混合转发器有线通信的实施例。

[0087] 图 14B 为与图 14A 类似的示意图,其中第一有线线路光缆 50 将转发器 30 连接到墙壁 403 中的壁装插座 420,及第二有线线路光缆 50 将客户机设备 45 之一连接到该壁装插座。在实施例中,壁装插座 420 包括两个或两个以上插座(如 RJ 型插座)422 使得多个客户机设备可有有线连接到转发器 30。

[0088] 优点

[0089] 混合转发器 30 和包括至少一混合转发器的混合 RoF 系统 10 相较单独提供无线和有线连通性的转发器和 RoF 天线系统具有多个优点。例如,混合 RoF 系统 10 不需要分开的有线和无线网络基础设施,而是在单一集成体系结构中提供无线和有线连通性。此外,任何新网络部署可使用一个光缆网络进行。此外,本发明系统的混合性质相对于具有分开的有线和无线基础设施部署具有更低的安装成本。同样,本发明的混合 RoF 系统有助于逐个用户地从有线迁移到无线连接,而不必覆盖新的成缆。

[0090] 混合 RoF 系统 10 还提供改善的连接可靠性,其通过在所希望位置提供的保证有线线路连接实现。混合 RoF 系统 10 还通过使用另外的有线线路数据扩展传统蜂窝网络的最大数据范围,前述另外的有线线路数据对下一段传统 RoF 光缆转换为无线数据。混合 RoF 系统 10 还通过下拉式有线线路以太网光缆的本地供电而扩展传统蜂窝网络的最大功率范围。

[0091] 随着技术进步,本发明的有线和无线特征可容易地升级。例如, MIMO 能力可按需更新,如使用小区结合从 1x2MIMO 升级到 2x3MIMO 或 4x6MIMO 等,如 2006 年 2 月 17 日申请的美国专利申请 11/357,640 中描述的,该申请通过引用组合于此。

[0092] 混合 RoF 系统 10 还相对容易部署到现有建筑基础设施中。例如,当光缆部署在天花板顶上而不是部署在建筑墙壁内时,本发明系统可以同样的方式进行部署。

[0093] 很显然,在不背离本发明精神和范围的情况下,本领域技术人员可对本发明进行多种修改和变化。因此,如果对本发明的修改和变化在所附权利要求及其等效方案的范围内,则本发明覆盖这些修改和变化。

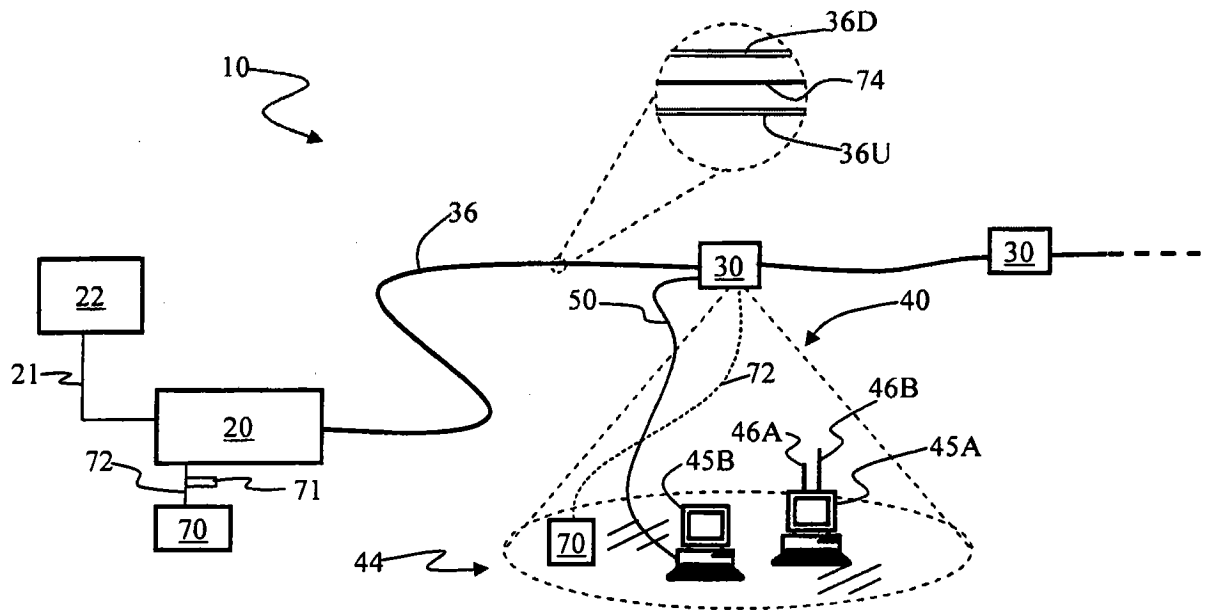


图 1

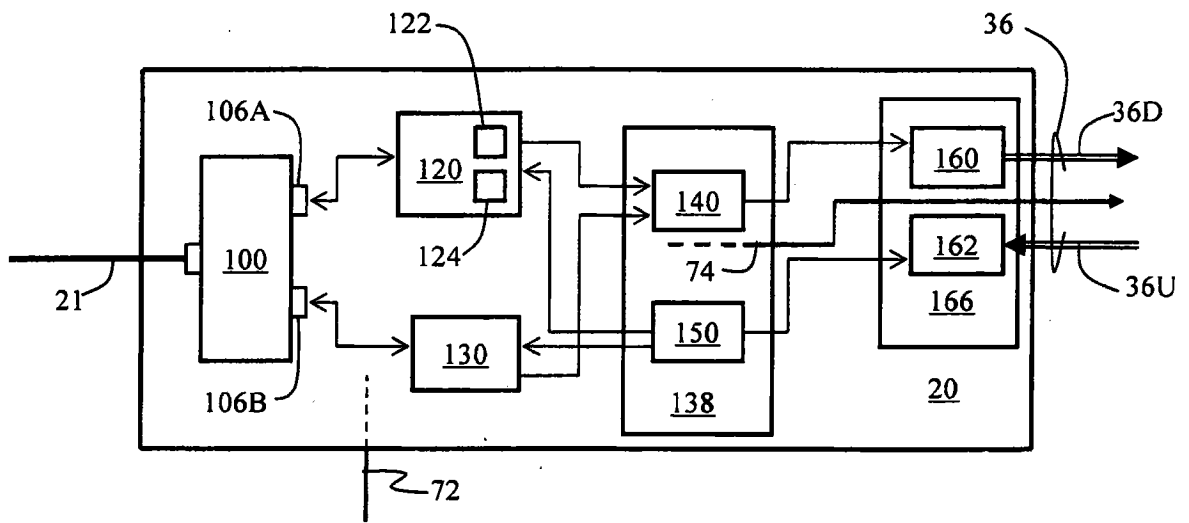


图 2

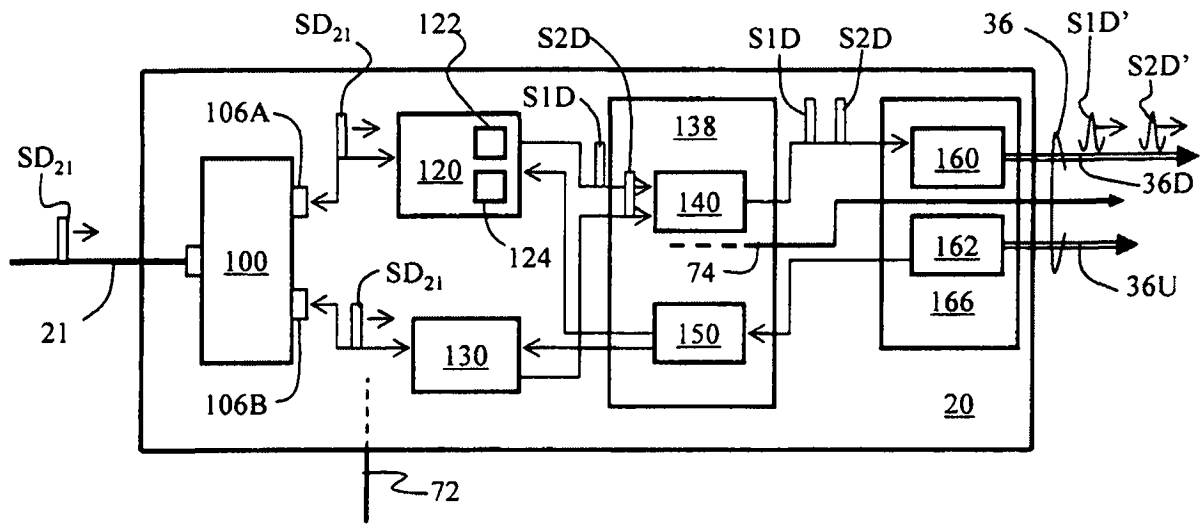


图 3

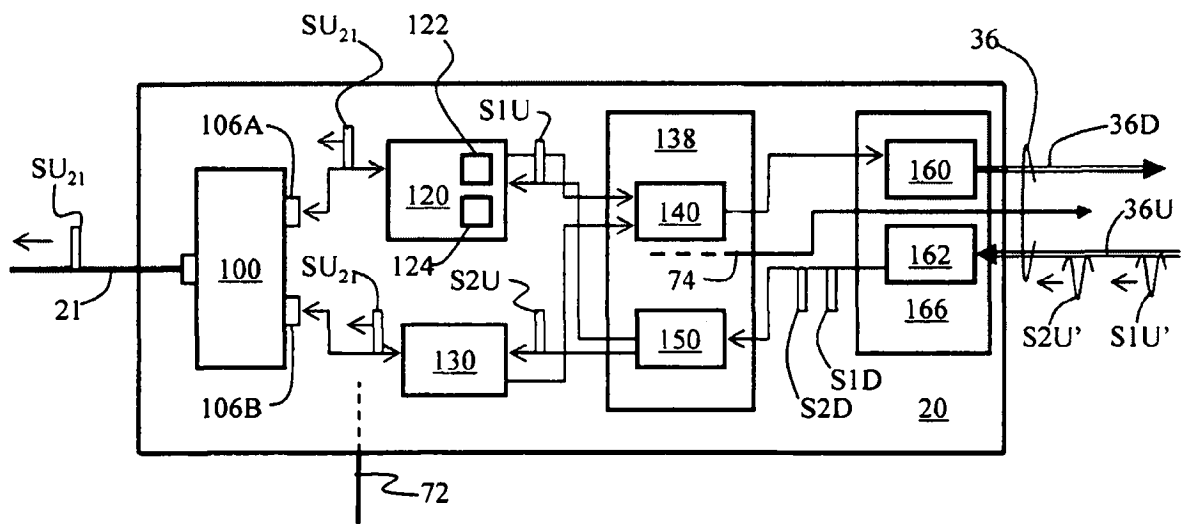


图 4

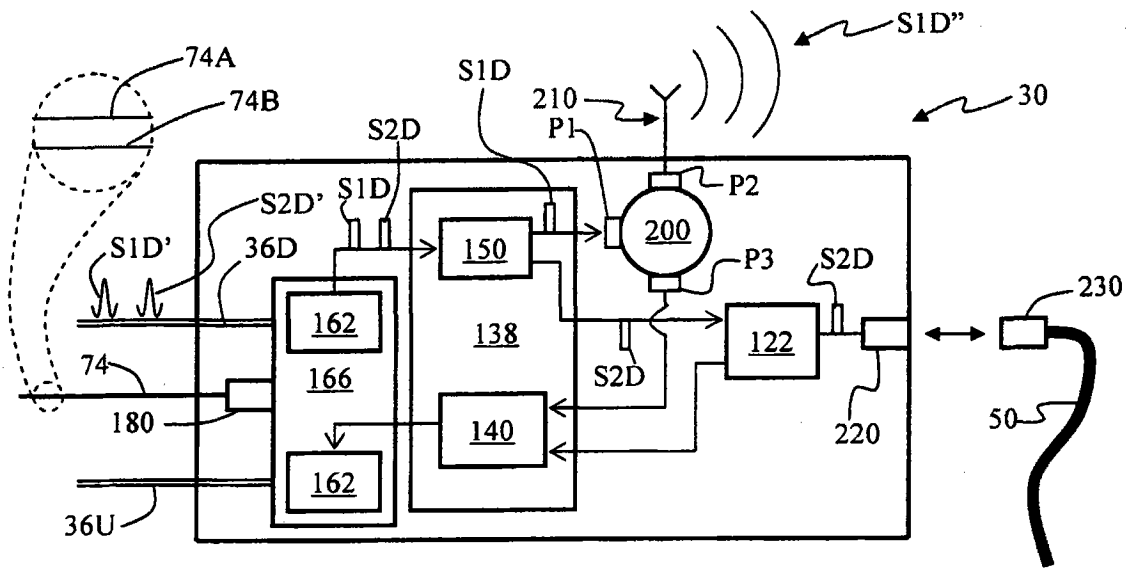


图 5

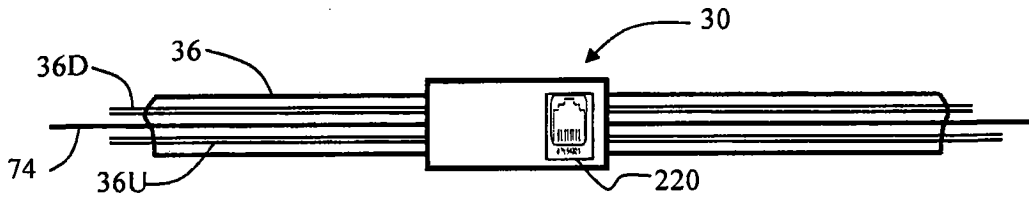


图 6

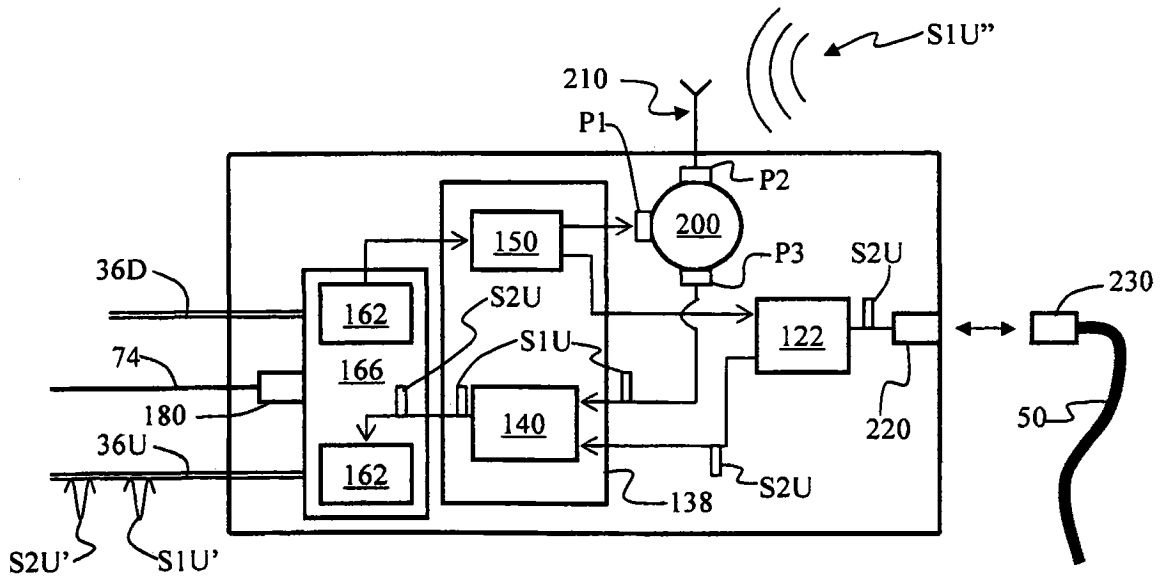


图 7



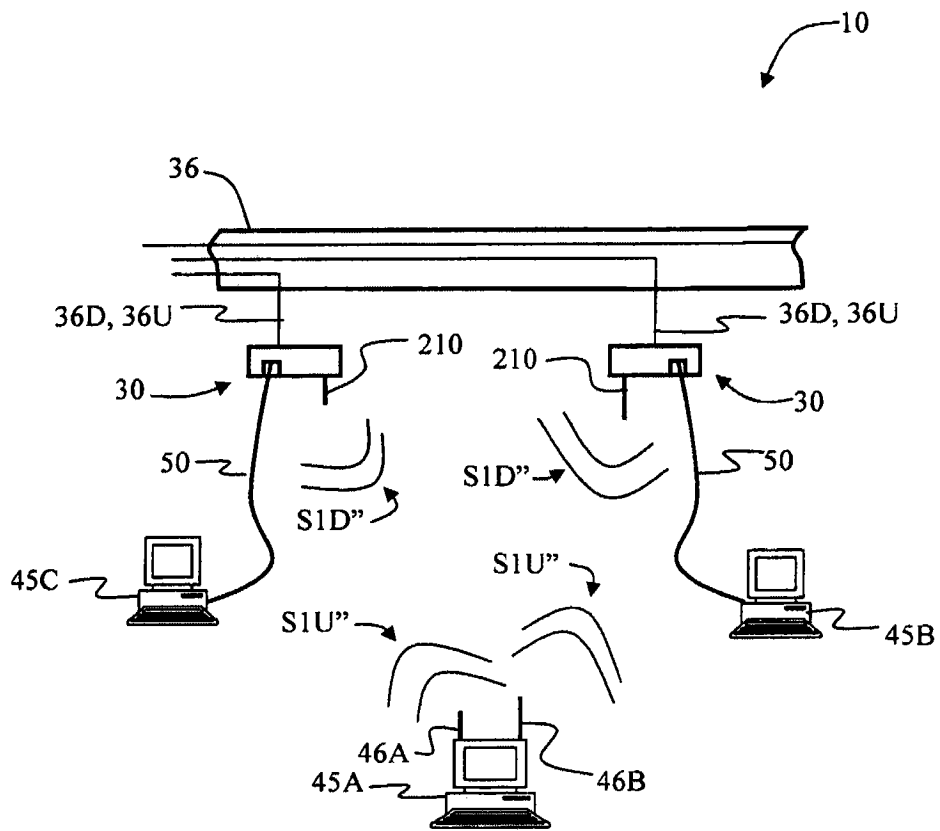


图 8

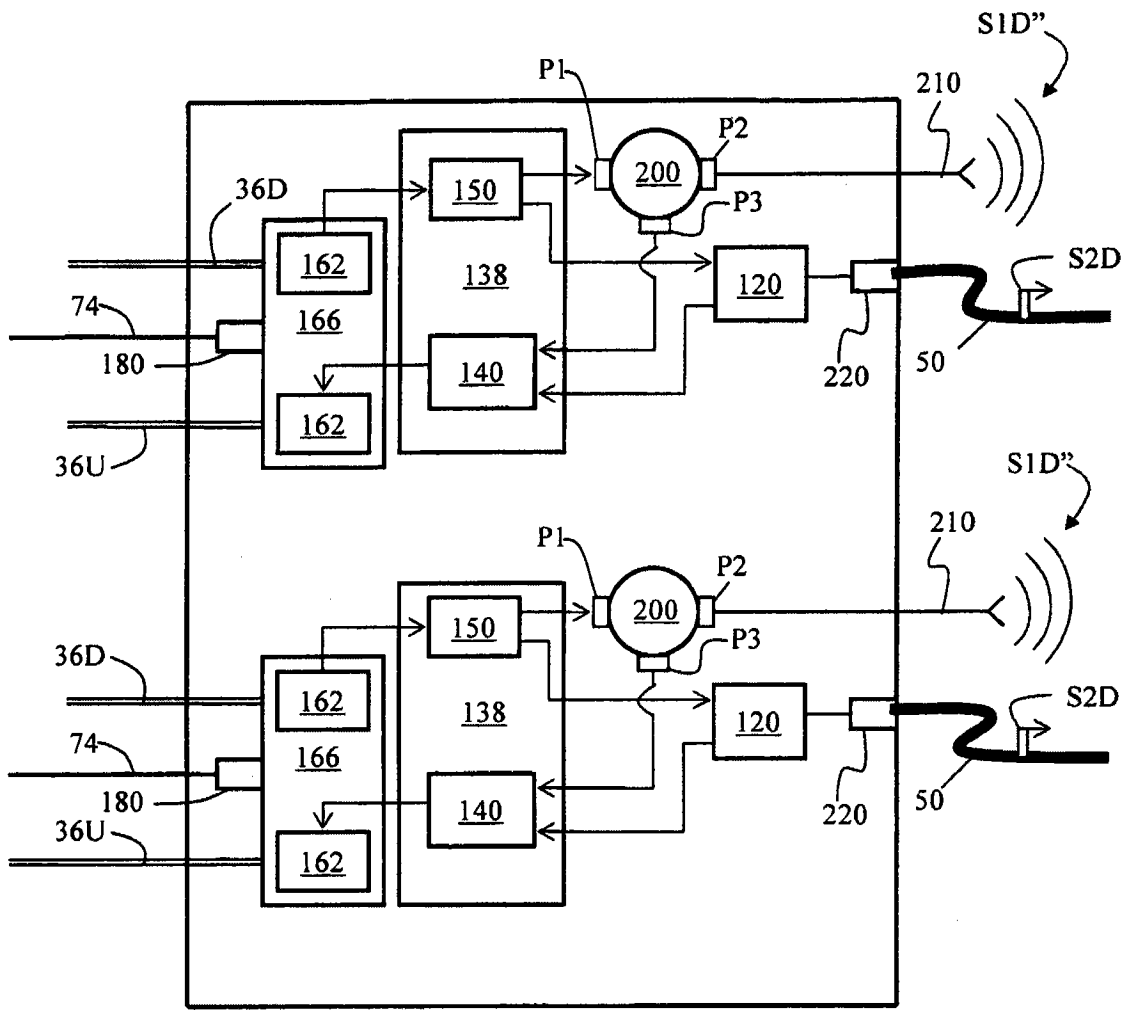


图 9



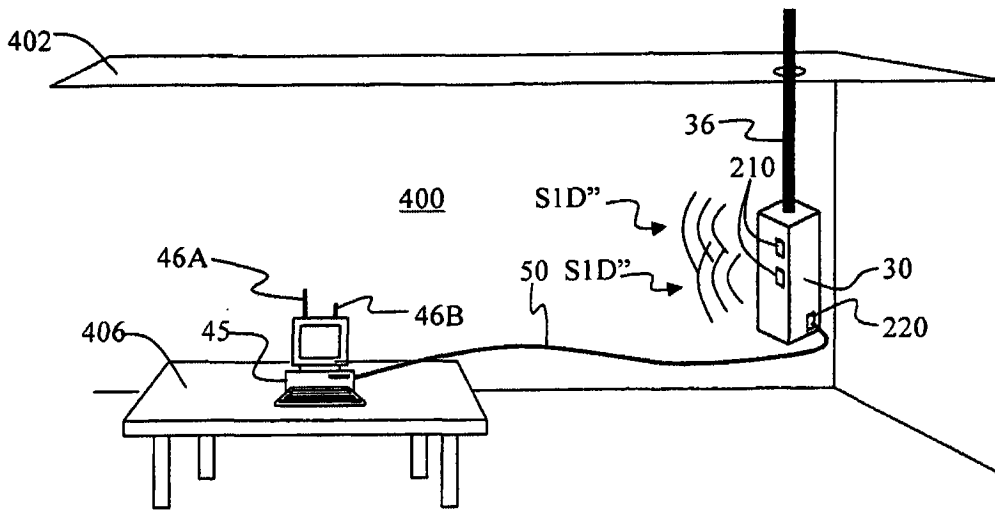


图 12A

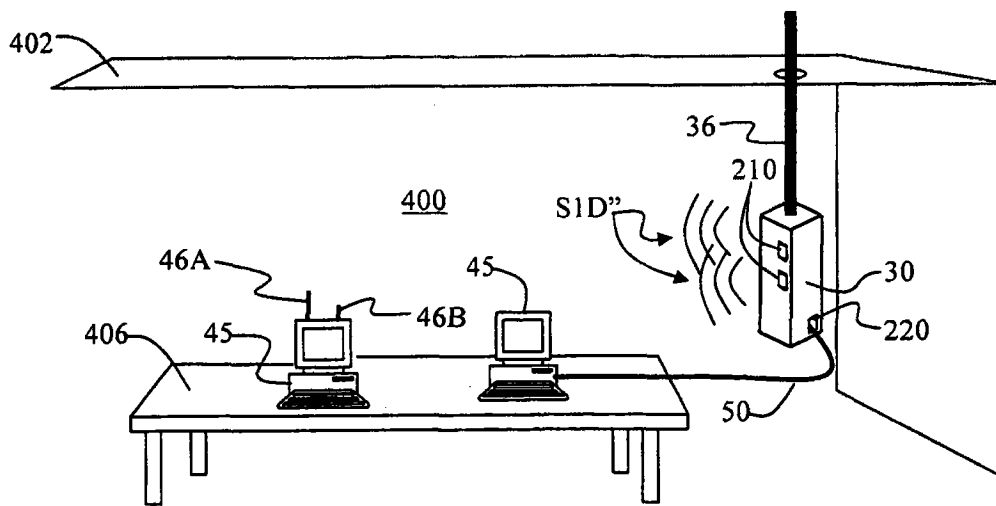


图 12B

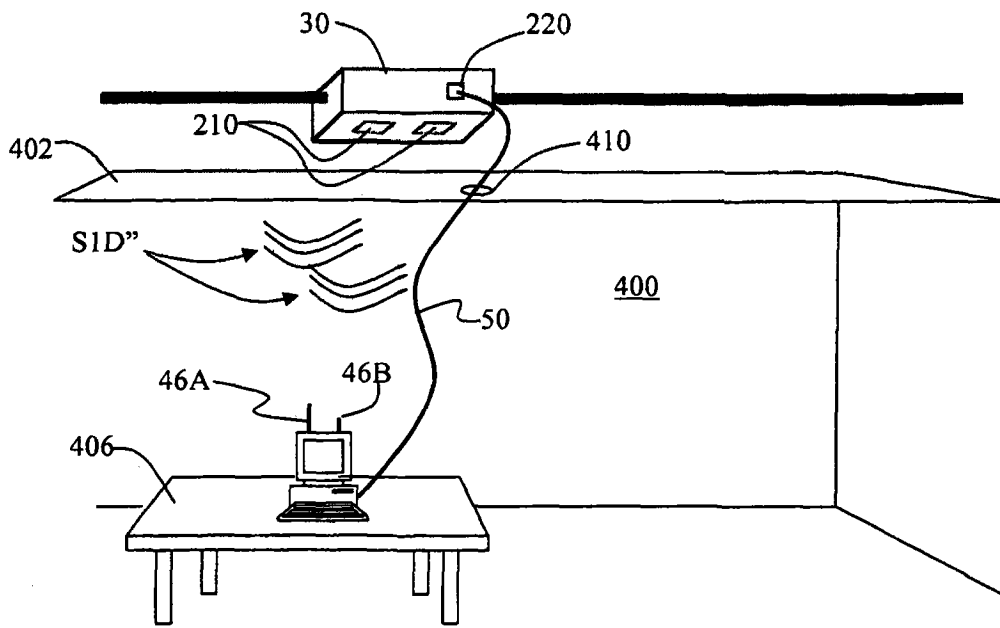


图 13

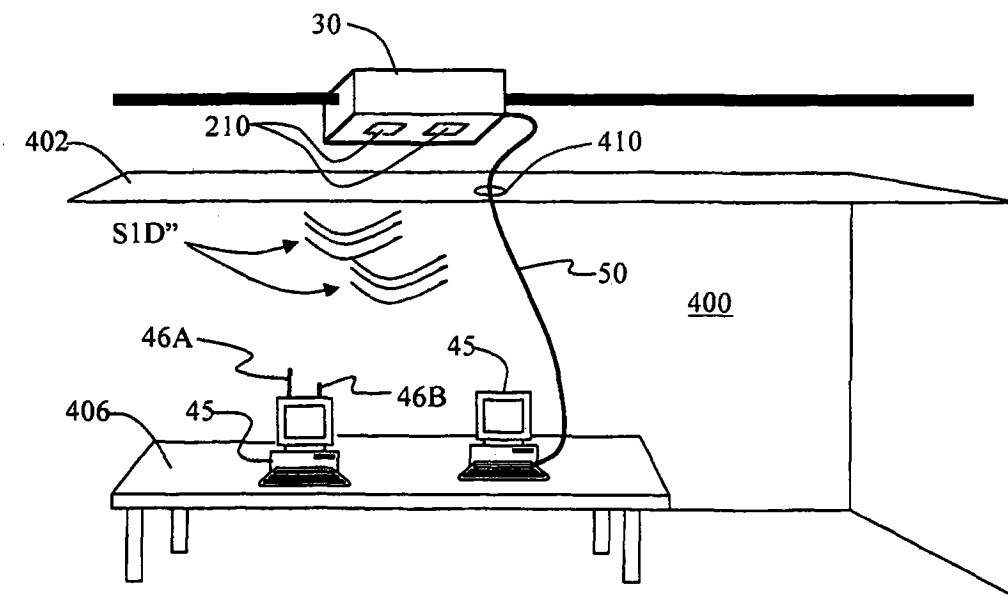


图 14A

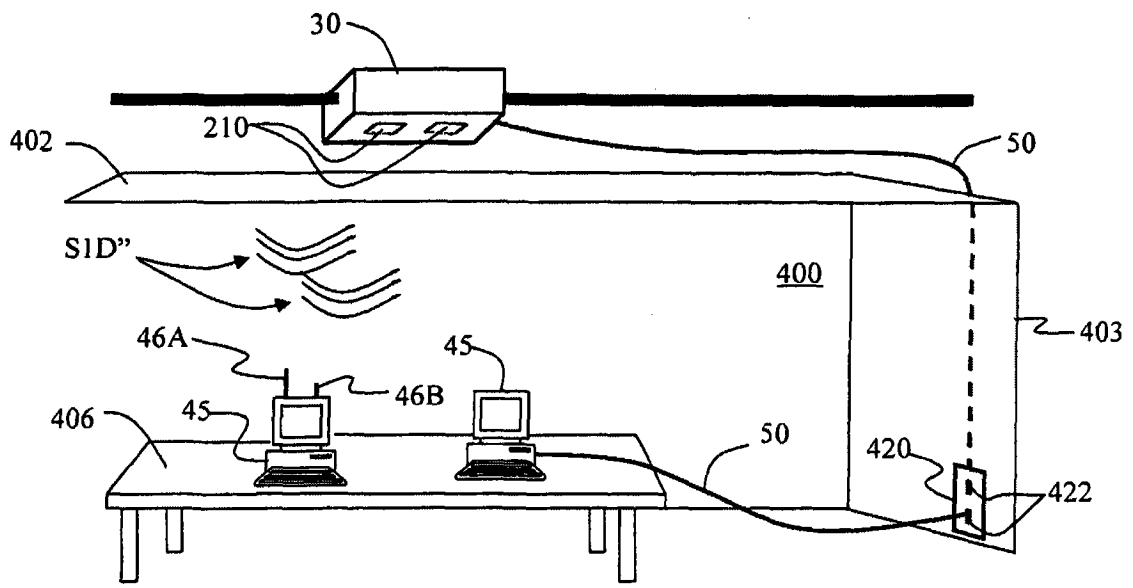


图 14B

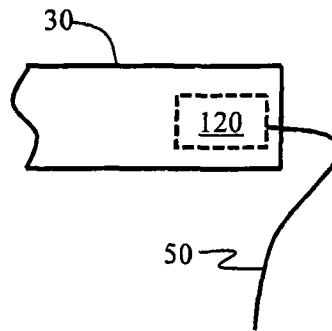


图 15