



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119856424 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 18

(21) 申请号 202380064673.0

(22) 申请日 2023.08.29

(30) 优先权数据

22194647.8 2022.09.08 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.03.07

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/073582 2023.08.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/052154 EN 2024.03.14

(71) 申请人 昕诺飞控股有限公司

地址 荷兰埃因霍温

(72) 发明人 M·葛尔默 P·H·A·西蒙

C·乔丹

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

专利代理师 李静岚 吕传奇

(51) Int.Cl.

H04B 10/112 (2006.01)

H04B 10/114 (2006.01)

H04B 10/116 (2006.01)

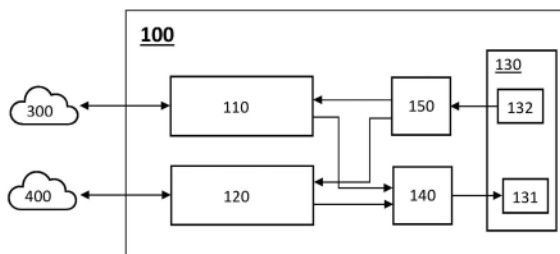
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

用于光学无线通信的子系统

(57) 摘要

一种用于经由光学无线通信将终端设备(200)连接到第一网络(300)或第二网络(400)的子系统(100);其中第一网络(300)和第二网络(400)具有不同的安全水平和/或优先级水平,子系统(100)包括:第一通信接口(110),其被配置为提供到第一网络(300)的连接;第二通信接口(120),其被配置为提供到第二网络(400)的连接;光学前端OFE(130),其包括被配置为向终端设备(200)发射光学数据的光源(131)和被配置为从终端设备(200)接收光学数据的光检测器(132);组合器(140),其连接在光源(131)与第一和第二通信接口之间,被配置为组合从第一和第二通信接口两者接收的模拟信号,并提供给光源(131)用于传输;以及分离器(150),其连接在光检测器(132)与第一和第二通信接口之间,被配置为分离从光检测器(132)接收的模拟信号,并提供给第一通信接口(110)或第二通信接口(120)。



1. 一种子系统(100), 其是光学接入点的一部分, 用于经由光学无线通信将终端设备(200)连接到第一网络(300)或第二网络(400); 其中第一网络(300)和第二网络(400)具有不同的安全水平和/或优先级水平, 所述子系统(100)包括:

- 第一通信接口(110), 其被配置为提供到第一网络(300)的连接;
- 第二通信接口(120), 其被配置为提供到第二网络(400)的连接;
- 光学前端OFE(130), 其包括被配置为向终端设备(200)发射光学数据的光源(131)和被配置为从终端设备(200)接收光学数据的光检测器(132);
- 组合器(140), 其连接在光源(131)与第一和第二通信接口之间, 被配置为组合从第一和第二通信接口两者接收的模拟信号, 并将组合的模拟信号提供给光源(131)用于传输; 和
- 分离器(150), 其连接在光检测器(132)与第一和第二通信接口之间, 被配置为分离从光检测器(132)接收的模拟信号, 并将模拟信号提供给第一通信接口(110)或第二通信接口(120)。

2. 根据权利要求1所述的子系统(100), 所述子系统(100)被配置为使用OFE(130)以在分时的基础上连接到第一网络(300)或第二网络(400)。

3. 根据权利要求2所述的子系统(100), 所述子系统(100)被配置为根据不同的安全水平和/或优先级水平设置关于使用OFE(130)来连接到第一网络(300)或第二网络(400)的时间调度。

4. 根据权利要求3所述的子系统(100), 所述子系统(100)被配置为通过进一步考虑关于使用第一网络(300)和第二网络(400)的预定流量负载来设置时间调度。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的子系统(100), 其中所述第一通信接口和所述第二通信接口分别包括第一基带模块(111)和第二基带模块(121), 其中所述第一基带模块(111)被配置为在第一网络(300)的基带信号和适用于OFE(130)的基带信号之间执行双向数据转换, 并且所述第二基带模块(121)被配置为在第二网络(400)的基带信号和适用于OFE(130)的基带信号之间执行双向数据转换。

6. 根据权利要求5所述的子系统(100), 其中适用于OFE(130)的基带信号根据正交频分复用OFDM或开关键控OOK进行调制。

7. 根据权利要求5或6所述的子系统(100), 其中所述子系统(100)还包括参考时钟, 所述参考时钟被配置为使所述第一通信接口和所述第二通信接口的基带模块同步。

8. 根据前述权利要求5-7中任一项所述的子系统(100), 其中所述第一通信接口和所述第二通信接口分别还包括第一模拟前端AFE模块(112)和第二AFE模块(122);

其中第一AFE模块(112)被配置为在去往/来自第一基带模块(111)的数字信号和去往组合器(140)或来自分离器(150)的模拟信号之间执行双向转换, 并且第二AFE模块(122)被配置为在去往/来自第二基带模块(121)的数字信号和去往组合器(140)或来自分离器(150)的模拟信号之间执行双向转换。

9. 根据前述权利要求中任一项所述的子系统(100), 其中第一网络(300)和第二网络(400)之中的至少一个是有线网络。

10. 根据前述权利要求中任一项所述的子系统(100), 其中所述子系统(100)被包含在单个外壳中。

11. 根据权利要求10所述的子系统(100), 其中所述子系统(100)被组装在杆中, 并且所

述OFE(130)被放置在所述杆的一侧上。

12.根据前述权利要求中任一项所述的子系统(100),其中所述光学无线通信是根据Li-Fi标准的。

用于光学无线通信的子系统

技术领域

[0001] 本发明涉及光学无线通信(诸如Li-Fi通信)的领域。更特别地,本文公开了涉及接入到多个外部网络的光学无线通信的有效部署的各种装置和系统。

背景技术

[0002] 为了使得越来越多的电子设备(如笔记本电脑、平板电脑和智能手机)能够无线连接到互联网,无线通信面临着前所未有的对数据速率以及链路质量的要求,并且考虑到与物联网(IoT)相关的新兴数字革命,这样的要求保持逐年增长。射频技术(如Wi-Fi)具有有限的频谱容量,无法迎接这场革命。

[0003] 与此同时,光学无线通信(OWC)凭借其内在的安全性增强和在可见光、紫外(UV)和红外(IR)光谱的可用带宽上支持更高数据速率的能力,吸引了越来越多的关注。取决于例如所使用的波长,这种技术也可以被称为编码光、光保真(LiFi)、可见光通信(VLC)、或自由空间光学通信(FSO)。如与Wi-Fi相比,OWC或Li-Fi具有方向性,并由挡光材料屏蔽,这为其提供了通过在空间上重用相同的带宽在用户密集的区域中部署更大数量的接入点的潜力。这些相对于无线射频通信的关键优势使OWC或Li-Fi成为缓解IoT应用以及室内无线接入拥挤的无线电频谱压力的有前途的安全解决方案。Li-Fi的其他可能益处可以包括保证某些用户的带宽,以及在其他情况下易受电磁干扰的区域安全运行的能力。因此,Li-Fi是一种非常具有前途的技术,用于实现下一代沉浸式连接。

[0004] 还存在需要在相同区域中部署多个网络以满足不同应用要求的场景。例如,当存在两个外部网络要被部署时,可能需要两个光学接入点(AP)来为终端用户提供最后几米的连接。如果在由两个AP使用的波长之间存在重叠和/或如果它们同时传输,则这两个光学AP可能相互干扰。

[0005] 使两个无线光学网络能够在相同区域中共存而没有干扰的一种方法是对每个网络应用不同的波长。然而,这种解决方案呈现几个约束和缺点:

[0006] -对IR光谱中“现成”波长的数量的限制:只有少数LED可以提供合理的高功率以保证大的覆盖范围(即850nm和940nm);

[0007] -需要将IR滤波器(低通、高通或带通)放置在光接收机的前面,以提供对不想要的波长的充分衰减,并且这些IR滤波器是昂贵的;

[0008] -相对于温度的性能退化:LED通常呈现相对于温度的峰值波长偏移(即,在70°C的温度变化上25nm的波长偏移),由于IR滤波器的固定截止频率,这导致光学接收功率损失。

[0009] 使两个无线光学网络能够在相同区域中共存而没有干扰的另一种方法是应用时分多址(TDMA)的信道接入控制方法。用于光学无线通信的一些基带模块具有可控时隙。例如,通过同步基带模块,有可能通过一次仅允许一个光学AP发射来调度来自多个相邻光学AP的发射。

[0010] US2018157001A1涉及用于在外部网络和住宅网络之间提供通信的光学桥接器。

[0011] US2002131123A1涉及用于建筑物到建筑物通信的自由空间光学通信网络。

[0012] EP3300264A1涉及用于RF通信的中继器系统,并且回程网络可以基于光学通信。

发明内容

[0013] 为了在相同区域中提供到多个外部网络的连接,使用现成的组件将需要多于一个的光学AP。如上所述,可以通过在多个光学AP之间使用TDMA调度来解决在相同区域中的多个光学AP的共存。然而,这种解决方案仍然是复杂和庞大的,因为它意味着为每个外部网络安装一个完整的接入点。

[0014] 鉴于以上所述,本公开涉及用于提供用于部署光学无线通信系统的有效解决方案的装置和系统,该光学无线通信系统包括向终端设备提供到多个外部网络的连接的单个光学前端(OFE)。更特别地,本发明的目的是通过如权利要求1所述的子系统来实现的。

[0015] 根据本发明的第一方面,提供了一种子系统。一种子系统,其是光学接入点的一部分,用于经由光学无线通信将终端设备连接到第一网络或第二网络;其中第一网络和第二网络具有不同的安全水平和/或优先级水平,该子系统包括:第一通信接口,其被配置为提供到第一网络的连接;第二通信接口,其被配置为提供到第二网络的连接;光学前端OFE,其包括被配置为向终端设备发射光学数据的光源和被配置为从终端设备接收光学数据的光检测器;组合器,其连接在光源与第一和第二通信接口之间,被配置为组合从第一和第二通信接口两者接收的模拟信号,并将组合的模拟信号提供给光源用于传输;以及分离器,其连接在光检测器与第一和第二通信接口之间,被配置为分离从光检测器接收的模拟信号,并将模拟信号提供给第一通信接口或第二通信接口。

[0016] 子系统用于提供到多个外部网络(诸如第一网络和第二网络)的连接。外部网络可以是有线网络或无线网络。也可以是外部网络中的一个是有线网络,并且外部网络中的另一个是无线网络。有线网络可以是以太网。无线网络可以基于毫米波通信系统或5G蜂窝网络。

[0017] 光学无线通信可以在可见光、紫外(UV)和红外(IR)光谱中进行。因此,光学无线通信也可以被称为Li-Fi通信或可见光通信(VLC)。大多数光学无线通信使用包含在780nm到2500nm之间的红外或近红外光谱。为了针对相同区域中的不同网络部署多个光学无线通信系统,可以通过为每个通信系统选择不同的波长来减少干扰。

[0018] 光学前端(OFE)可以至少包括用于光学数据传输的光源和用于光学数据接收的光检测器。对于传输,OFE用于经由光源将电传输信号转换成输出光学信号。对于接收,OFE用于经由光传感器将接收到的光学信号转换成输出电信号,用于进一步的信号处理。光源或光发射器可以是发光二极管(LED)、激光二极管、垂直腔面发射激光器(VCSEL)或边缘发射激光二极管(EELD)中的一种。优选地,光源包括LED和VCSEL中的至少一种。光检测器(也称为光电检测器或光电传感器)是光电二极管,其可以是PIN二极管、雪崩光电二极管(APD)或光电倍增管。

[0019] 通过在第一和第二通信接口之间共享相同的OFE,不需要附加的措施来避免在用于针对覆盖区域中的终端用户的两个外部网络的光学无线通信之间的干扰。它还利用减少的硬件组件使子系统更具成本效益。

[0020] 注意,子系统不限于向终端用户提供到两个不同网络的连接。通过重用相同的OFE,可以扩展相同的子系统架构,以为终端用户提供到多于两个的不同网络的连接。

[0021] 可以可能的是在具有直通选项的两个或更多个网络接口之间共享相同的OFE。并且然后来自不同网络的数据流之间的冲突将取决于实际的流量负载。如果两个网络的流量负载都很低,则冲突率可能仍然是低的。但是,以协调的方式共享单个OFE可能更有效。

[0022] 优选地,子系统被配置为使用OFE以在分时的基础上连接到第一网络或第二网络。

[0023] 有益的是,一些光学无线通信协议支持具有可控时隙的介质接入控制。例如,在具有时分多址(TDMA)的系统中,一个介质接入控制(MAC)帧/周期被分成多个时隙。通过将每个时隙分配给单个网络接口,两个网络接口可以使用单个OFE而不相互干扰。

[0024] 有益的是,子系统被配置为根据不同的安全水平和/或优先级水平设置关于使用OFE来连接到第一网络或第二网络的时间调度。

[0025] 具有更高安全水平和/或优先级水平的网络可能有机会在更长的时间段内使用单个OFE,使得子系统优先服务于该网络的流量。

[0026] 在一个选项中,子系统被配置为通过进一步考虑关于使用第一网络和第二网络的预定流量负载来设置时间调度。

[0027] 预定流量负载可以是基于系统早期使用的可配置参数或历史数据。并且然后,根据每个单独网络的优先级水平和/或安全水平并结合预定流量负载信息来确定时间调度。

[0028] 时间调度也可以动态地或自适应地确定,使得实时流量负载或用户请求可以用作另外的因素。

[0029] 有利地,第一和第二通信接口分别包括第一基带模块和第二基带模块,其中第一基带模块被配置为在第一网络的基带信号和适用于OFE的基带信号之间执行双向数据转换,并且第二基带模块被配置为在第二网络的基带信号和适用于OFE的基带信号之间执行双向数据转换。

[0030] 两个通信接口中的每一个都包括专用基带模块,以实现在单独的外部网络和光学无线通信系统之间的双向数据转换。因此,取决于由单独的外部网络使用的通信协议,可以采用不同的基带模块。

[0031] 有益的是,适用于OFE的基带信号根据正交频分复用(OFDM)或开关键控(OOK)进行调制。

[0032] OFDM在许多通信系统中被广泛用作数字多载波调制方法,因为它在对抗诸如窄带干扰或频率选择性衰落的恶劣信道条件具有很大的鲁棒性优势。通过将整个频带分成多个子载波,系统还具有对单独子载波应用不同的调制和编码方案的灵活性,这可以用来最大化信道的容量。对于光学无线通信,通常采用单极OFDM调制技术,诸如ACO-OFDM、DCO-OFDM、ADO-OFDM和/或翻转OFDM。

[0033] 利用OOK编码,在每个比特时间期间,光学光被脉冲地打开或关闭。每个“1”比特被编码成光学脉冲,并且每个“0”比特被编码成关闭时段。因此,要支持的最大比特率与光源可以被打开和关闭的速度直接相关。通常,激光器和LED可以以高达数百兆赫的速率切换,并且OOK调制表示用于产生相对高比特率的一种简单过程。通过交织来自几个不同激光器的OOK比特流,可以达到甚至更高的数据速率,诸如吉比特速率。

[0034] 在优选设置中,子系统还包括参考时钟,参考时钟被配置为使第一和第二通信接口的基带模块同步。

[0035] 当基带模块支持时隙MAC协议时,将两个或更多个基带模块与参考时钟同步,并且

然后使用单个OFE来应用时间调度是有益的。

[0036] 有利地,第一和第二通信接口分别还包括第一模拟前端(AFE)模块和第二AFE模块;其中第一AFE模块被配置为在去往/来自第一基带模块的数字信号和去往组合器或来自分离器的模拟信号之间执行双向转换,并且第二AFE模块被配置为在去往/来自第二基带模块的数字信号和去往组合器或来自分离器的模拟信号之间执行双向转换。

[0037] 在一个示例中,第一网络和第二网络之中的至少一个是有线网络。

[0038] 如上所述,两个或更多个外部网络可以是相同类型的或不同类型的。优选地,第一网络和第二网络之中的至少一个是有线网络。并且甚至更优选地,有线网络是以太网。

[0039] 在一个示例中,子系统被包含在单个外壳中。

[0040] 例如,子系统可以作为独立的光学接入点(AP)部署在天花板上。该子系统也可以作为另一个电子设备(诸如照明器)的一部分部署在单个外壳中。

[0041] 在一种设置中,子系统被组装在杆中,并且OFE被放置在杆的一侧上。

[0042] 该杆包括多个基带模块,每个基带模块对应于不同的网络。多个基带模块全部连接到单个OFE。将单个OFE部署在杆的一端(诸如杆的顶部)是有益的。该杆或棒可以用作在房间或帐篷内的接入点(AP),并且被放置在桌子或另一家具上以改善AP的覆盖区域。

[0043] 类似地,该子系统也可以用于构建LiFi端点(EP)杆,该LiFi EP杆由多个基带组成,并且全部连接到单个OFE。可以在LiFi AP杆和LiFi EP杆之间建立水平OWC链路,使得连接到LiFi EP杆的设备可以接入到不同的网络。

[0044] 有益的是,光学无线通信是根据Li-Fi标准的。

[0045] 作为光学无线通信的衍生物,Li-Fi在可见光、紫外(UV)和红外(IR)光谱中的可用带宽上提供高数据速率通信。存在不同的标准化活动与Li-Fi通信相关。用于室内可见光通信(VLC)的ITU G.9991标准是最早的用于利用可见光和红外进行高速无线通信的标准之一。IEEE已经成立了IEEE 802.11bb任务组来开发和批准Li-Fi的全球标准。

附图说明

[0046] 在附图中,类似的附图标记遍及不同的图一般指代相同的部分。此外,附图不一定是按比例,取而代之一般将重点放在说明本发明的原理上。

[0047] 图1示出了子系统的基本设置的框图;

[0048] 图2示出了子系统的另一基本设置的框图;

[0049] 图3图示了在子系统中共享一个OFE的两个网络的时间调度;

[0050] 图4展示了实现子系统的示例;

[0051] 图5展示了实现子系统的另一示例;

[0052] 图6图示了在单个外壳中的子系统的示例实施方式,以及

[0053] 图7图示了以分布式方式的子系统的示例实施方式。

具体实施方式

[0054] 以下阐述的实施例代表了使本领域技术人员能够实践这些实施例的信息。在根据所附图阅读以下描述后,本领域技术人员将理解本公开的构思,并且将认识到这些构思的应用,这些构思在本文没有特别提出。应当理解,这些构思和应用落在本公开的范围内。

[0055] 在某些应用场景中,在相同区域中的终端设备可能需要接入不同的外部网络,这些外部网络可能具有不同的域、安全水平和/或优先级水平。示例用例包括需要为相同区域(诸如酒店、公共部门和企业)中的公共和私有网络两者提供可接入性的场景。其他应用包括军事和国防,诸如提供对具有不同安全水平的多个网络的可接入性。为了在相同区域中提供到这些多个外部网络的连接,通过使用现成的组件来构建系统,将需要多于一个光学AP,其中每个单独的光学AP连接到不同的外部网络。可以通过使用波长复用或TDMA来处置在多个AP之间的干扰避免。然而,这些传统的干扰避免技术具有某些限制和缺点,使得它们给系统增加了额外的复杂性和开销。例如,为了根据波长复用或TDMA来协调多个共处一地的AP,其中每个AP连接到不同的外部网络,可能需要控制器来调度和分配波长或时间资源。此外,多个共处一地的AP需要被同步,以使控制器的这种调度生效。

[0056] 为了解决该问题,在本发明中公开了一种子系统,该子系统包括用于在终端设备和多个外部网络之间对接的单个光学前端(OFE)。图1示出了子系统100的基本设置的框图。子系统100用于经由光学无线通信将终端设备连接到多个外部网络,诸如第一网络300或第二网络400。多个外部网络(诸如第一网络300和第二网络400)属于具有不同安全水平和/或优先级水平的不同域,其可以是有线网络或无线网络。

[0057] 作为示例,在指挥所的内部帐篷的用例中,士兵将同时接入不同的网络,诸如NATO机密和NATO受限。而且,在战场上存在两个关键参数:安装时间,其应该尽可能短;以及应该由飞机和/或卡车运输的军用物资的重量节省。由于这些原因,使用一个单个光学收发机从多个网络传送数据的解决方案是一个关键优势,因为它减少了布线、重量和安装时间。

[0058] 作为基本设置,子系统100包括第一通信接口110、第二通信接口120、光学前端(OFE) 130、组合器140和分离器150。第一通信接口110被配置为提供到第一网络300的连接,使得它提供在第一网络300和光学无线通信网络之间的双向信号转换。类似地,第二通信接口120被配置为提供在第二网络400和光学无线通信网络之间的双向信号转换。光学前端用于实现电信号和光学信号之间的转换。OFE 130至少包括用于光学数据传输的光源131和用于光学数据接收的光检测器132。在发射机链中,OFE用于经由光源将电传输信号转换成输出光学信号。在接收机链中,OFE用于经由光传感器将接收到的光学信号转换成输出电信号,用于进一步的信号处理。光源或光发射器可以是发光二极管(LED)、激光二极管、垂直腔面发射激光器(VCSEL)或边缘发射激光二极管(EELD)中的一种。优选地,光源包括LED和VCSEL中的至少一种。光检测器(也称为光电检测器或光电传感器)是一种光电二极管,其可以是PIN二极管、雪崩光电二极管(APD)或光电倍增管。

[0059] 连接在光源131与第一和第二通信接口之间的组合器140被配置为组合从第一和第二通信接口两者接收的模拟信号,并提供给光源131用于传输。连接在光检测器132与第一和第二通信接口之间的分离器150被配置为分离从光检测器132接收的模拟信号,并提供给第一通信接口110或第二通信接口120。

[0060] 因此,第一和第二通信接口110、120,组合器140和OFE 130形成了用于光学无线通信的发射机链。OFE 130、分离器150以及第一和第二通信接口110、120形成了用于光学无线通信的接收机链。OFE 130、组合器140和分离器150是子系统中的共享部件,用于提供到不同外部网络的连接。注意,子系统不限于向终端设备提供到两个不同网络的连接。通过重用OFE 130、组合器140和分离器150的共享部件,并且除了第一和第二通信接口110、120之外

增加另外的通信接口,相同的子系统架构可以被扩展用于向终端设备提供到多于两个不同网络的连接。实际上,相同的OFE 130可以用于向终端设备提供对三个、四个或甚至更多个外部网络的接入。

[0061] 共享OFE 130可以用于在分时的基础上将终端设备连接到第一网络300或第二网络400。例如,子系统可以根据与第一和第二通信网络300、400相关的不同安全水平和/或优先级水平来确定使用OFE 130的时间调度。可以通过进一步考虑使用第一网络300和第二网络400的预定流量负载来确定时间调度。

[0062] 图2示出了子系统100的另一基本设置的框图。第一和第二通信接口分别包括第一基带模块111和第二基带模块121。第一基带模块111被配置为在第一网络300的基带信号和适用于OFE 130的基带信号之间执行双向数据转换,并且第二基带模块121被配置为在第二网络400的基带信号和适用于OFE 130的基带信号之间执行双向数据转换。适用于OFE 130的基带信号可以根据正交频分复用 (OFDM) 或开关键控 (OOK) 来调制。例如,如果第一和第二网络是以太网,则第一通信接口110和第二通信接口120分别使用专用基带芯片组 (诸如第一基带模块111和第二基带模块121) 来将以太网数据转换成适用于光学通信的基带信号,诸如利用OFDM或OOK调制。

[0063] 第一和第二通信接口可以分别进一步包括第一模拟前端 (AFE) 模块112和第二AFE模块122。第一AFE模块112被配置为在去往/来自第一基带模块111的数字信号和去往组合器140或来自分离器150的模拟信号之间执行双向转换。第二AFE模块122被配置为在去往/来自第二基带模块121的数字信号和去往组合器140或来自分离器150的模拟信号之间执行双向转换。例如,第一AFE模块112被配置为将从第一基带模块111接收的数字信号转换成模拟信号以发送到组合器140,并将从分离器150接收的模拟信号转换成数字信号以发送到第一基带模块111。类似地,第二AFE模块122被配置为将从第二基带模块121接收的数字信号转换成模拟信号以发送到组合器140,并将从分离器150接收的模拟信号转换成数字信号以发送到第二基带模块121。

[0064] 图3图示了在子系统100中共享一个OFE 130的两个网络的时间调度。有益的是,用于光学无线通信的一些基带模块具有可控的时隙。例如,在具有时分多址 (TDMA) 的系统中,一个介质接入控制 (MAC) 帧/周期被分成多个时隙。通过使多于一个网络接口的基带模块同步,有可能选择来自第一基带模块或第二基带模块的发射。因此,两个网络接口110、120可以共享单个OFE 130,而不相互干扰。

[0065] 图4展示了实现子系统100的一个示例。在该示例中,第一和第二网络是根据智能以太网保护 (SEP) 协议的,该SEP协议是专门用于以太网链路层的环形网络协议。每个网络接口包括SEP到以太网适配器。每个网络接口还包括其专用基带芯片组,以将以太网数据转换成具有适当调制类型 (即OFDM、OOK) 的调制信号/解调信号。

[0066] 因为分时应用于在两个网络之间的发射/接收,所以可以使用一个单个光学前端模块。在这个示例中,在使用共享OFE 130时的两个通信接口之间的时间调度可以通过采用参考时钟SYNCHRO来使第一和第二通信接口的基带模块、数字前端 (DFE) 同步来实现。

[0067] 图5展示了实现子系统100的另一个示例。在这个示例中,第一和第二网络两者都根据以太网协议。注意,这两个网络和/或另外的网络可以根据相同或不同的通信协议。例如,也可能外部网络中的一个是有线网络,并且外部网络中的另一个是无线网络。有线网络

可以是以太网。无线网络可以基于毫米波通信系统或5G蜂窝网络。不同的网络与不同的域、不同的优先级或不同的安全水平相关。

[0068] 通过在子系统中的多个网络接口之间共享相同的OFE,可以在子系统内解决干扰处置,诸如相应地调度多个基带模块。不同的优先级和/或不同的安全水平也可以反映在使用单个OFE的调度中。例如,具有较高优先级和/或安全水平的网络可以使用OFE较长的时间段来满足严格的延时要求,而具有较低优先级和/或安全水平的另一个网络可以占用OFE较短的时间段。调度也可以通过考虑另外的因素(诸如在某个网络上的典型流量负载)来确定。

[0069] 通过同步两个或更多个基带模块,调度可以被实现为固定时间调度,其中每个基带模块对应于单独的网络。在另一种选项中,子系统100可以进一步包括控制器,用于根据一个或多个其他因素(诸如实时流量信息或用户请求)在使用单个OFE模块130时动态地控制两个或更多个网络接口。在另外的示例中,也可以可能的是通过考虑某些终端设备的存在来确定调度。例如,如果仅允许终端设备接入低安全水平网络而不允许接入高安全水平网络,则分配更多时间给低安全水平网络以使用单个OFE模块130也是更有效的。在另一个示例中,如果只存在一个或多个终端设备与高安全水平网络连接,则暂时暂停低安全水平的网络接口也是有效的。

[0070] 取决于用例,OFE 130可以具有窄波束或宽波束。例如,在军用帐篷中部署LiFi的用例中,优选的是在几个不同的网络之间共享相同的OFE,并且仍然呈现具有 $\pm 45^\circ$ 波束角的OFE的大覆盖范围。对于两个车辆之间的距离可能是长的(例如,数百米)并且可能需要在多个网络(例如,语音和数据)之间切换的车辆对车辆通信,窄波束可能更有益(例如,1度波束角)。在这种情况下,为了达到长距离,可能需要庞大的光学器件(例如菲涅耳透镜),并且在多个网络之间共享一个OFE(一个光学器件)是真正的优势。

[0071] 子系统可以被包含在单个外壳中。例如,子系统可以作为独立的光学接入点部署在天花板上。该子系统也可以作为另一个电子设备(诸如照明器)的一部分部署在单个外壳中。

[0072] 在另外的示例中,子系统可以实现为LiFi接入点(AP)杆,如图6中所示。该杆包括用于不同网络的多个基带,这些基带都连接到一个单个OFE,并且OFE发射和接收来自多个网络的数据(诸如在基于TDMA的方法中)。类似地,该子系统也可以用于构建LiFi端点(EP)杆,该LiFi EP杆由多个基带组成,并且全部连接到一个单个OFE。可以在LiFi AP杆和LiFi EP杆之间建立水平OWC链路,使得连接到LiFi EP杆的设备可以接入到不同的网络。OFE可以部署在杆的一端,诸如杆的顶部。

[0073] 替代地,子系统也可以以分布式方式实现,如图7中所示。例如,这两个网络接口可以被包含在单个或两个单独的外壳中,并靠近以太网交换机放置。这两个网络接口的输出连接到单个OFE,该单个OFE发射和接收来自多个网络的数据。参考时钟SYNCHRO可以用于使两个网络接口同步,用于在时分多址方法中共享单个OFE。LiFi端点(EP)可以具有用于连接到特定网络的专用服务集标识符(SSID),并且被置于OFE的覆盖区域之下将被连接到它们相应的网络。在给定的区域中,只需要一个线缆和一个OFE就可以传送多个网络的数据。

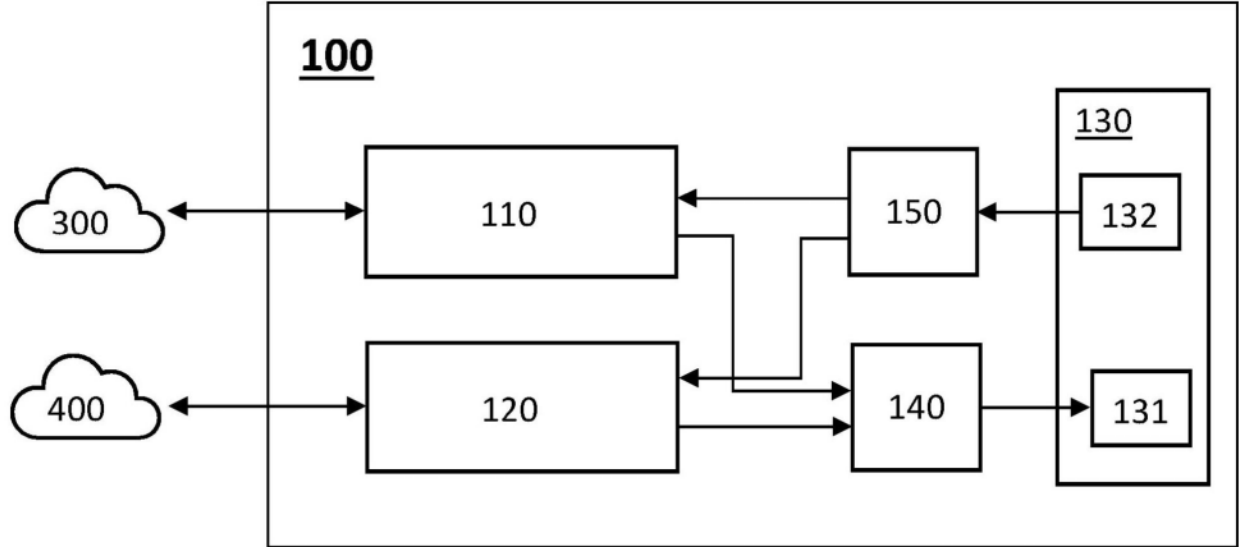


图1

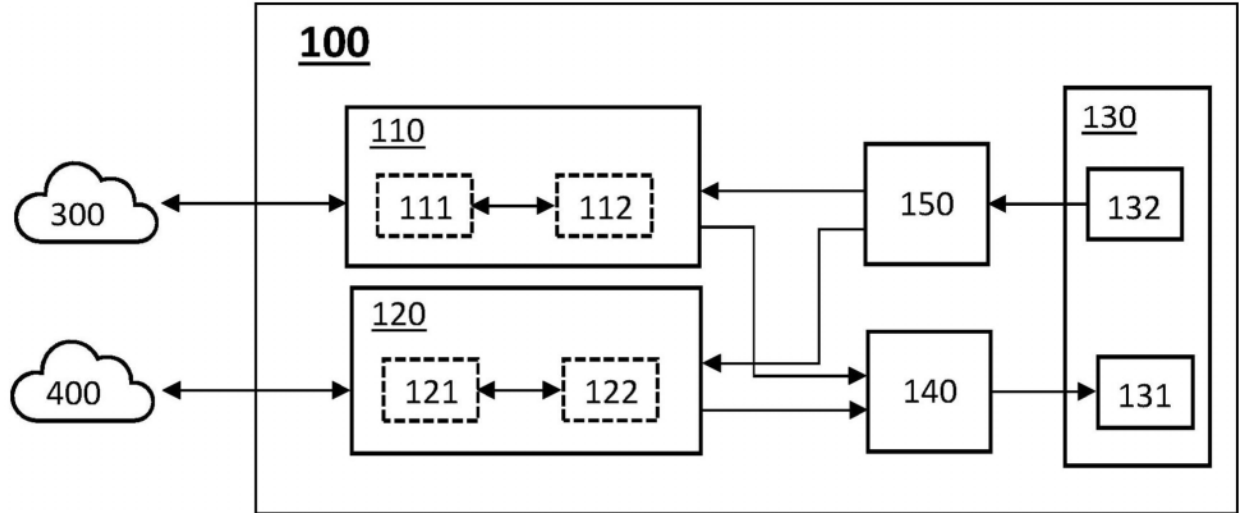


图2



图3

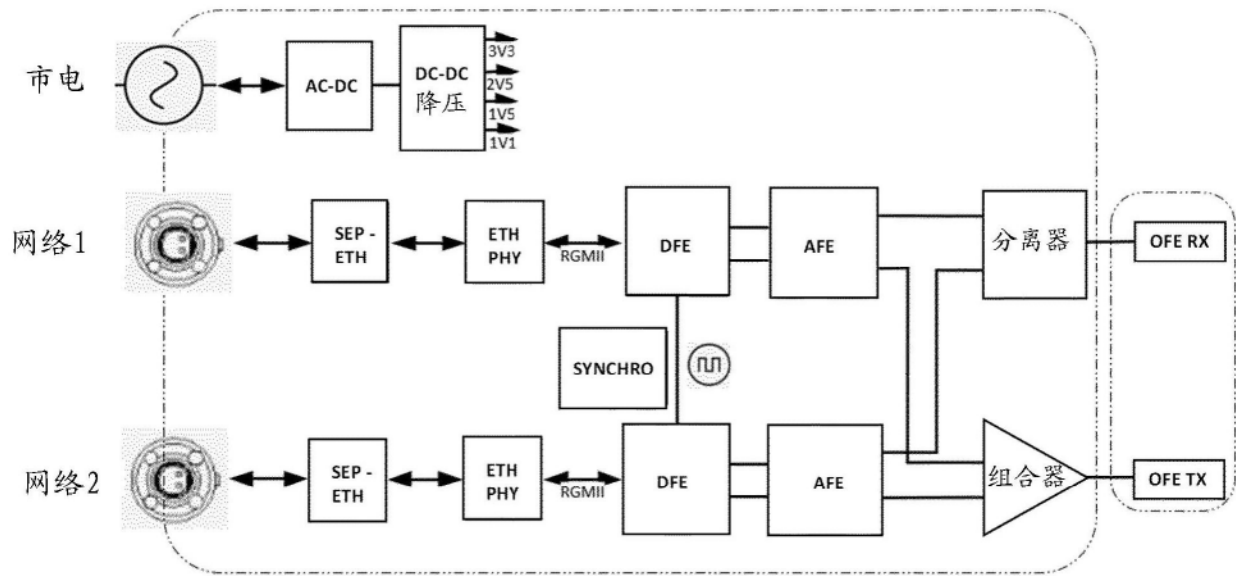


图4

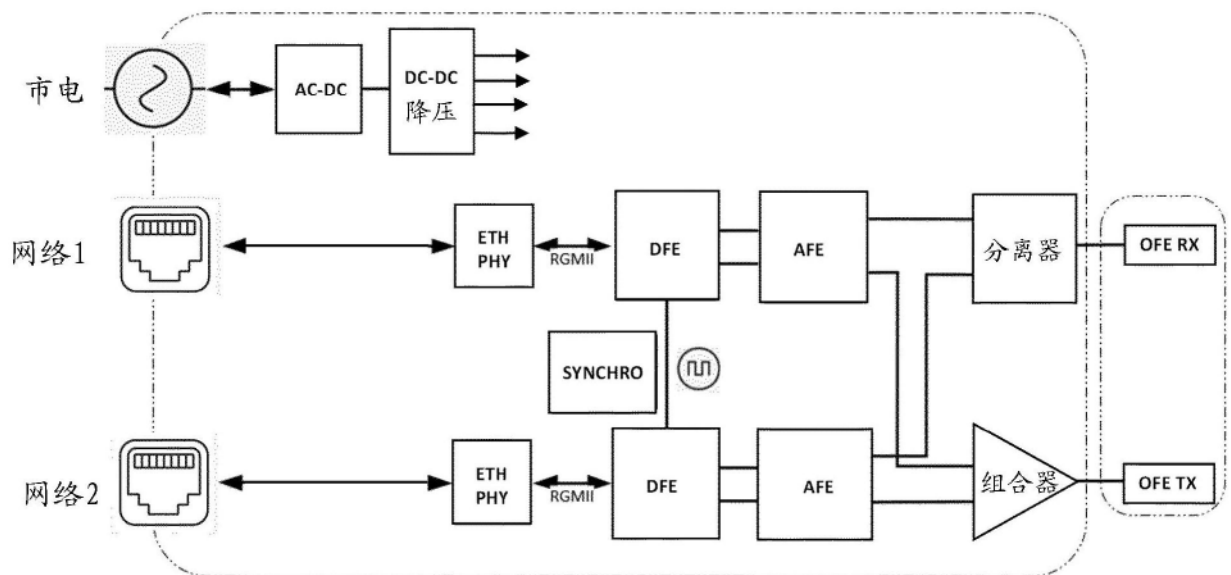


图5

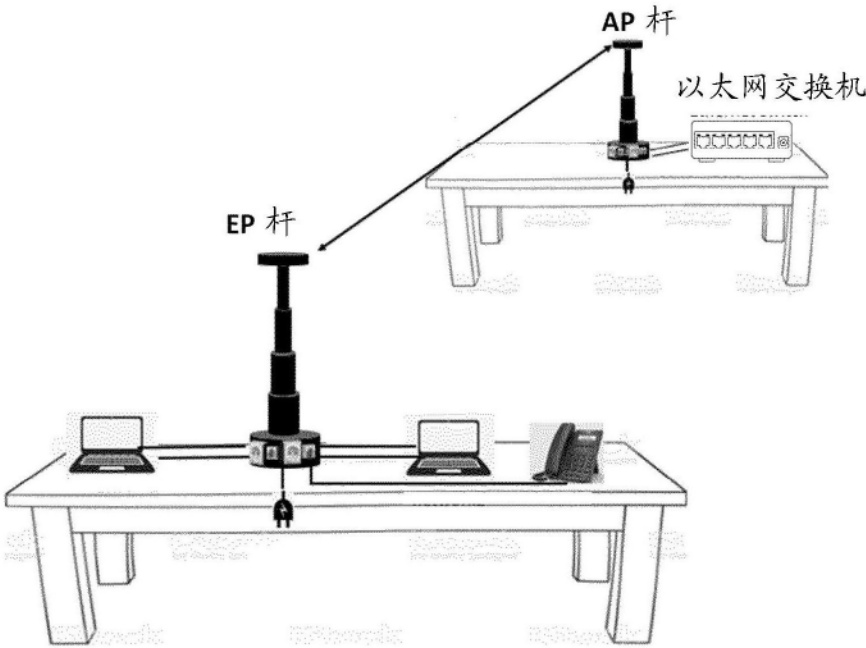


图6

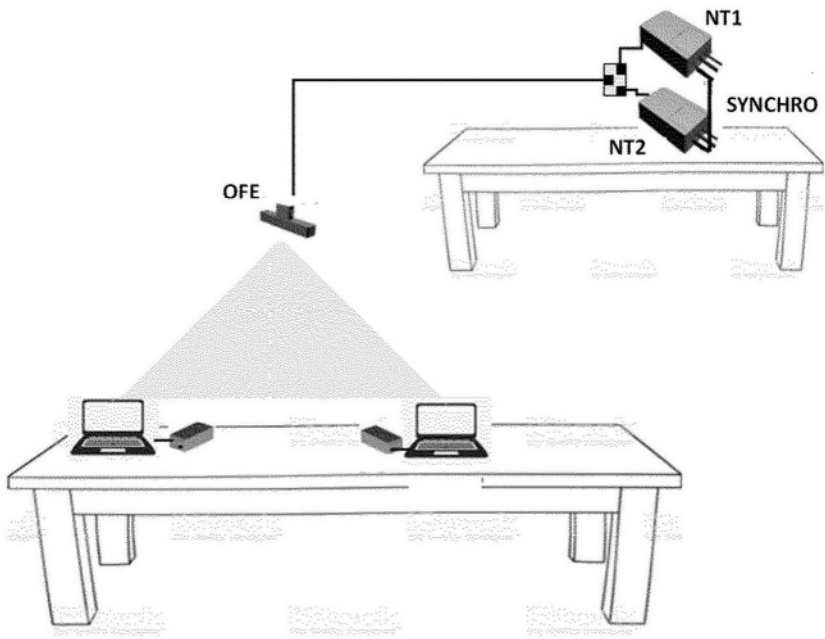


图7