

(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
2020 年 1 月 30 日 (30.01.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/019640 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 29/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/121887
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 19 日 (19.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201810831553.X 2018 年 7 月 26 日 (26.07.2018) CN
- (71) 申请人: 烽火通信科技股份有限公司 (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。 武汉飞思灵微电子技术有

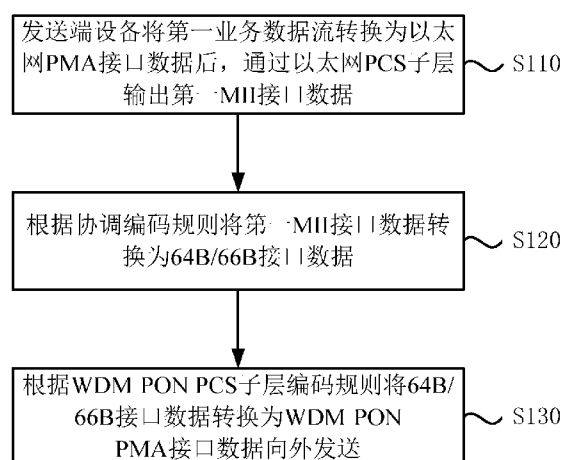
限公司 (WUHAN FISILINK MICROELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东工业园烽火路光通信大楼产业大楼二楼, Hubei 430000 (CN)。

(72) 发明人: 黄元波 (HUANG, Yuanbo); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。 刘新峰 (LIU, Xinfeng); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。 刘登强 (LIU, Dengqiang); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号, Hubei 430000 (CN)。

(74) 代理人: 武汉智权专利代理事务所 (特殊普通合伙) (WUHAN ZHI QUAN PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区珞喻路 727 号星光无限 4 栋 21 层 2103 室, Hubei 430000 (CN)。

(54) Title: AMCC INFORMATION TRANSMISSION METHOD AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种 AMCC 信息的传输方法及系统



S110 AFTER A SENDING END DEVICE CONVERTS A FIRST SERVICE DATA STREAM INTO ETHERNET PMA INTERFACE DATA, OUTPUT FIRST MII INTERFACE DATA BY MEANS OF AN ETHERNET PCS SUB-LAYER

S120 CONVERT, ACCORDING TO A COORDINATED ENCODING RULE, THE FIRST MII INTERFACE DATA INTO 64B/66B INTERFACE DATA

S130 CONVERT, ACCORDING TO A WDM PON PCS SUB-LAYER ENCODING RULE, THE 64B/66B INTERFACE DATA INTO WDM PON PMA INTERFACE DATA, AND SEND SAME TO THE OUTSIDE

图 3

(57) Abstract: Disclosed are an AMCC information transmission method and system, relating to the technical field of communications. The transmission method is used for a wavelength division multiplexing-passive optical network (WDM-PON) to carry an Ethernet signal, and the method comprises: a sending end device identifying an idle unit in a received first service data stream; and obtaining a second service data stream after writing AMCC information to be transmitted into the idle unit, and sending the second service data stream to a receiving end device. In the present invention, service data and AMCC information are mutually independent, such that the transmission of the service data is not affected, the loss caused by a transparent AMCC to an optical power budget is eliminated, the complexity of an optical device design is reduced, and bandwidth resources are fully utilized.

(57) 摘要: 本发明公开了一种 AMCC 信息的传输方法及系统, 涉及通信技术领域。本传输方法用于波分复用无源光网络 WDM-PON 承载以太网信号, 其包括: 发送端设备从收到的第一业务数据流中识别出空闲单元; 将待传输的 AMCC 信息写入空闲单元后得到第二业务数据流, 将第二业务数据流发往接收端设备。本发明业务数据和 AMCC 信息互相独立, 不但不影响业务数据的传输, 消除了透明 AMCC 对光功率预算引入的损耗, 降低了光器件设计的复杂性, 而且充分利用带宽资源。

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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 AMCC 信息的传输方法及系统

技术领域

本发明涉及通信技术领域，具体是涉及一种辅助管理和控制通道（Auxiliary Management and Control Channel，AMCC）信息的传输方法及系统。

背景技术

5G 前传是 5G 网络承载的重要组成部分，5G 云无线接入网络（Cloud-Radio Access Network，C-RAN）需要支撑增强移动宽带（Enhanced Mobile Broad Band，eMBB）、大规模机器通信（Massive Machine-Type Communications，mMTC）、高可靠性低时延通信（Ultra-Reliable and Low-latency Communications，URLLC）三大应用场景，分布式节点（Distributed Unit，DU）/集中式节点（Central Unit，CU）集中池化部署的趋势更加明显，5G 站点大幅增加，将导致从天线到机房的前传光纤资源非常紧张。5G 前传对接入速率、时延、抖动、隔离及可靠性都有非常高的要求，高速 10G/25G/50G 波分复用无源光网络（Wavelength Division Multiplexing - Passive Optical Network，WDM-PON）解决方案，基于阵列波导光栅（Array Waveguide Grating，AWG）和点到多点的物理组网架构，支持多通道无色可调、每通道基于以太网协议透传、低时延转发能力，具备高功率预算支持 10KM 部署场景，可在节约光纤资源的前提下，为业务提供高安全、高可靠、低时延、低抖动的独享波长通道。

图 1 所示为现有的 WDM-PON 5G 前传网络架构，使用

WDM-PON 网络承载 5G 前传信号时，DU 和远端射频单元（Remote Radio Unit, RRU）之间基于 WDM-PON 点到多点树型网络拓扑连接，WDM-PON 光线路终端（Optical Line Terminal, OLT）和 CU 连接，光网络单元（Optical Network Unit, ONU）和 RRU 连接，采用波分复用技术实现 DU 和 RRU 之间的透明传输，OLT 设备是前传业务（Fronthaul）和中传业务（Midhaul）的节点，OLT 与 ONU 之间还可以包括远端节点（Remote Node, RN）。

在 WDM-PON 承载网络中，需要 AMCC 信息来传输波长指定、分配信息和操作、管理、维护（Operation Administration and Maintenance, OAM）数据。AMCC 信息加入到下行与上行方向的每一个波长中。WDM-PON 系统透明传输比特流净荷，且不终结其帧结构的任意部分，所以 AMCC 信息应叠加至传输比特流净荷中，且使用与净荷相同的波长，同时 AMCC 信息与净荷数据之间也只有很小的互扰。这种场景即称为透明 AMCC（Transparent AMCC）。透明 AMCC 的具体实现方式包括基带过调制方案和射频调制方案，如果 AMCC 信号对数据信号的调制深度为 10%，则会引入 1dB 的光功率代价，影响系统的传输距离。

发明内容

针对现有技术中存在的缺陷，本发明的目的在于提供一种 AMCC 信息的传输方法及系统，实现了 AMCC 信息的传输，不影响业务数据的传输。

本发明提供一种 AMCC 信息的传输方法，用于波分复用无源光网络 WDM-PON 承载以太网信号，其包括：

发送端设备从收到的第一业务数据流中识别出空闲单元；

将待传输的 AMCC 信息写入空闲单元后得到第二业务数据流，

将第二业务数据流发往接收端设备。

在上述技术方案的基础上，发送端设备将所述第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后，通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据；

将第一 MII 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据后向外发送；

其中，当第一 MII 接口数据传输空闲单元时，WDM-PON PMA 接口数据承载对空闲单元进行替换后的待传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上，将所述第一 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，当所述第一 MII 接口数据传输空闲单元时，64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上，对所述第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII 接口数据，再将第二 MII 接口数据转换为所述 64B/66B 接口数据，其中，控制信息提取处理包括从所述第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

在上述技术方案的基础上，对所述第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII 接口数据，再将第二 MII 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，控制信息提取处理包括从所述第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

在上述技术方案的基础上，将所述第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，当所述第一 MII 接口数据传输空闲单元时，64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上，所述指定的控制字符包括 LPI 和

SEQUENCE 控制码。

在上述技术方案的基础上，所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载待传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上，所述编码块的字节总数为 $N=8$ ，所述指定的码字标识为 1 个字节，所述编码块中待传输的 AMCC 信息的字节总数为 n ， $4 \leq n \leq N-1$ 。

在上述技术方案的基础上，所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第五码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

其中，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为被转换的所述第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示被转换的所述第二 MII 接口数据均为空闲字符。

在上述技术方案的基础上，所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

本发明还提供一种 AMCC 信息的传输方法，用于波分复用无源

光网络 WDM-PON，其包括：

接收端设备从收到的第二业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息；

将第二业务数据流中承载 AMCC 信息的数据单元替换为空闲单元后向外发送。

在上述技术方案的基础上，接收端设备将所述第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据；

将 WDM-PON PMA 接口数据转换为第一 MII 接口数据后，通过以太网 PCS 子层向外发送；

其中，WDM-PON PMA 接口数据承载的 AMCC 信息被取出后回填空闲字符。

在上述技术方案的基础上，将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述第一 MII 接口数据，其中，当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息时，提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

在上述技术方案的基础上，将所述 64B/66B 接口数据转换为第二 MII 接口数据，再对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到所述第一 MII 接口数据，其中，控制信息写入处理包括将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

在上述技术方案的基础上，将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为第二 MII 接口数据，再对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到所述第一 MII 接口数据，其中，控制信息写入处理包括将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

在上述技术方案的基础上，将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述第二

MII 接口数据，其中，当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息时，提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

在上述技术方案的基础上，所述指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

在上述技术方案的基础上，所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载了传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上，所述编码块的字节总数为 $N=8$ ，所述指定的码字标识为 1 个字节，所述编码块中传输的 AMCC 信息的字节总数为 n ， $4 \leq n \leq N-1$ 。

在上述技术方案的基础上，所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第五码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

其中，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为转换得到的第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示转换得到的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

在上述技术方案的基础上,所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

本发明还提供一种 AMCC 信息的传输系统,设于波分复用无源光网络 WDM-PON 的网络设备中,所述系统包括收发模块、处理模块和 AMCC 适配处理模块;

收发模块用于接收业务数据流和发送处理模块处理后的业务数据流;

处理模块用于将待传输的 AMCC 信息写入收到业务数据流中的空闲单元;还用于从携带 AMCC 信息的业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息后回填空闲字符;

AMCC 适配处理模块用于将原始 AMCC 数据进行适配处理得到待传输的 AMCC 信息;还用于对处理模块提取的 AMCC 信息进行适配处理。

在上述技术方案的基础上,所述处理模块包括:

以太网 PCS 子层处理单元,其用于对以太网 PMA 接口数据和第一 MII 接口数据进行相互转换;

编解码单元,其用于对第一 MII 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换;

其中,以太网 PMA 接口数据由收发模块收到的携带空闲单元的业务数据流转换得到;

WDM-PON PMA 接口数据由收发模块收到的携带 AMCC 信息的业务数据流转换得到,且 WDM-PON PMA 接口数据承载 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上,所述编解码单元包括:

协调处理单元,其用于对所述第一 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换,64B/66B 接口数据承载传输的 AMCC 信息;

WDM-PON PCS 子层处理单元，其用于对 64B/66B 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

在上述技术方案的基础上，所述处理模块还包括控制信息处理单元，控制信息处理单元用于通知所述编解码单元提取和写入指定的控制字符；

所述协调处理单元包括：

以太网 RS 子层处理单元，其用于从所述第一 MII 接口数据中提取所述指定的控制字符并回填空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将所述第二 MII 接口数据中所述空闲字符替换为所述指定的控制字符得到所述第一 MII 接口数据；

WDM-PON RS 子层处理单元，其用于对第二 MII 接口数据和所述 64B/66B 接口数据进行相互转换。

在上述技术方案的基础上，所述处理模块还包括控制信息处理单元，控制信息处理单元用于通知所述编解码单元提取和写入指定的控制字符；

所述编解码单元包括：

以太网 RS 子层处理单元，其用于将所述第一 MII 接口数据中所述指定的控制字符替换为空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为所述指定的控制字符得到所述第一 MII 接口数据；

WDM-PON 处理单元，其用于对第二 MII 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

在上述技术方案的基础上，所述 WDM-PON 处理单元包括：

WDM-PON RS 子层处理单元，其用于对所述第二 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换，64B/66B 接口数据承载传输的

AMCC 信息;

WDM-PON PCS 子层处理单元, 其用于对 64B/66B 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

在上述技术方案的基础上, 所述指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

在上述技术方案的基础上, 所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块, 当同步头指示编码块为控制码块, 且控制码块携带有指定的码字标识时, 表示控制码块承载传输的 AMCC 信息。

在上述技术方案的基础上, 所述编码块的字节总数为 $N=8$, 所述指定的码字标识为 1 个字节, 所述编码块中传输的 AMCC 信息的字节总数为 n , $4 \leq n \leq N-1$ 。

在上述技术方案的基础上, 所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块;

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节, 其中, D0 为码字标识, 当同步头指示编码块为控制码块时, D0 为指定的码字标识, 包括:

D0 为第一码字标识, D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息;

D0 为第二码字标识, D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息;

D0 为第三码字标识, D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息;

D0 为第四码字标识, D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息;

D0 为第五码字标识, D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息;

其中, 由第二 MII 接口数据转为 64B/66B 接口数据时, 第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为被转换的所述第二 MII 接口数据中的结束字节, D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的

数据字节；第五码字标识表示被转换的所述第二 MII 接口数据均为空闲字符；

由 64B/66B 接口数据转为第二 MII 接口数据时，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为转换得到的第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示转换得到的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

在上述技术方案的基础上，所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

与现有技术相比，本发明的优点如下：

(1) 利用没有承载业务的空闲单元 (Idle) 传输辅助管理和控制通道 AMCC 信息，业务数据和 AMCC 信息互相独立，不但不影响业务数据的传输，消除了透明 AMCC 对光功率预算引入的损耗，降低了光器件设计的复杂性，而且充分利用带宽资源。

(2) 在 WDM-PON 网络上定义了以太网物理编码子层 (Physical Coding Sub-layer, PCS)，利用 PCS 子层的控制编码传递 AMCC 信息，实现了一种新的编码方式，不但兼容现有以太网标准，而且透传 5G 前传信号的 MAC 层，最大程度地降低网络系统的复杂性和延时，实现简单。

(3) 在 PCS 子层的基础上，利用现有的以太网协调子层 (Reconciliation Sublayer, RS) 的接口和功能，进一步降低编码和解码的难度，提高了网络系统的可靠性。

附图说明

图 1 是现有的 WDM-PON 5G 前传网络架构；

图 2 是本发明实施例提供的 AMCC 信息的传输方法的协议层结构示意图；

图 3 是本发明第一实施例发送端设备发送 AMCC 信息流程图；

图 4 步骤 S220 的具体流程图；

图 5 步骤 S330 的具体流程图；

图 6 是本发明第八实施例 AMCC 信息的传输系统示意图；

图 7 是本发明第十实施例 AMCC 信息的传输系统示意图。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。

本发明实施例提供的 AMCC 信息的传输方法，用于波分复用无源光网络 WDM-PON，WDM-PON 系统通常为每个 ONU 分配一对波长，分别用于上行和下行传输，从而提供了 OLT 到各 ONU 固定的虚拟点对点双向连接。在 WDM-PON 系统中进行通信时通常需要用 AMCC 信息进行控制管理，例如：ONU 的激活/注册/授权、ONU 光模块的温度、电压、接收发送光功率、ONU 的告警等。

AMCC 信息的传输方法包括：

发送端设备从收到的第一业务数据流中识别出空闲单元，将待传输的 AMCC 信息写入空闲单元后得到第二业务数据流，将第二业务数据流发往接收端设备。

接收端设备从收到的第二业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息，将第二业务数据流中承载 AMCC 信息的数据单元替换为空闲单元后向外发送。

在上行方向，发送端设备为 ONU，接收端设备为 OLT；在下行方向，发送端设备为 OLT，接收端设备为指定的目标 ONU。

第一业务数据流是以太网业务数据，包括图 1 所示的 WDM-PON 5G 前传网络架构中的无线前传接口信号。无线前传接口信号可以包括通用公共无线接口（Common Public Radio Interface，CPRI）信号、增强性通用公共无线接口（enhanced-Common Public Radio Interface，

eCPRI) 信号、下一代前传接口 (Next-Generation Fronthaul Interface, NGFI) 信号等。

例如, CPRI 信号可以从 BBU 或 RRU 接收, CPRI 信号的编码格式采用 8B/10B 编码。eCPRI 信号是用于 5G 前传的一种通用无线接口, 此接口使用主流的以太网传输接口, 目前 10GBASE-R-SR/LR/ER, 10GBASE-R-LRM, 25GBASE-R-SR 为常用接口。eCPRI 协议层数据通过 IP 网络承载, 通过以太网接口传递。

业务数据流包含分组间隙 (Interpacket Gap, IPG), 例如以太网分组业务数据流。IPG 可以为空闲单元 (Idle), 具有多种数据格式, 例如媒质访问控制 (Media Access Control, MAC) 层或以上的空闲报文, 媒质不相关接口 (Media Independent Interface, MII) 空闲字节, 具有物理层编码格式的空闲码块等。

利用没有承载业务的分组间隙 IPG 的空闲单元 (Idle) 传输辅助管理和控制通道 AMCC 信息, 业务数据和 AMCC 信息互相独立, 但不影响业务数据的传输, 实现了透明 AMCC, 消除了透明 AMCC 对光功率预算引入的损耗, 降低了光器件设计的复杂性, 而且充分利用带宽资源。

以下对发送端设备发送 AMCC 信息和接收端设备接收 AMCC 信息分别具体说明。

具体的, 发送端设备发送 AMCC 信息包括以下步骤:

发送端设备将第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后, 通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据。

按照预设的编码规则将第一 MII 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据后向外发送。

其中, 当第一 MII 接口数据传输空闲单元时, WDM-PON PMA

接口数据承载对空闲单元进行替换后的待传输的 AMCC 信息。待传输的 AMCC 信息是对原始 AMCC 数据进行适配处理得到的。

根据以太网的网络结构，物理层从上到下包括 RS 子层、PCS 子层、物理媒介连接子层（Physical Medium Attachment, PMA）和协调物理媒介相关子层（Physical Medium Dependent, PMD）。其中，RS 子层和 PCS 子层通过 MII 接口连接，MI I 接口按照物理接口速率分为 10G 媒质不相关接口（10 Gigabit Media Independent Interface, XGMII）、25G 媒质不相关接口（25GMII）、40G 媒质不相关接口（40Gbps Media Independent Interface, XLGMII）等。PMA 子层和 PCS 子层之间还可以包括前向纠错子层（Forward Error Correction, FEC）。

发送端设备可以采用现有的物理层中的 PMD 子层、PMA 子层（、FEC 子层）和 PCS 子层对收到业务数据流依次进行编码处理后得到第一 MII 接口数据，第一 MII 接口数据为以太网物理编码子层 PCS 输出的码块，编码方式可以是 64B/66B，也可以是其他编码方式，例如将来可能出现的编码方式。

在 WDM-PON 网络上定义了以太网物理编码 PCS 子层，利用 PCS 子层的控制编码传递 AMCC 信息，实现了一种物理层装置（Physical Layer Device, PHY）以上的新的编码方式，不但兼容现有以太网标准，而且透传 5G 前传信号的 MAC 层，最大程度地降低网络系统的复杂性和延时，实现简单。

接收端设备接收 AMCC 信息与上述发送端设备发送 AMCC 信息是相反过程，包括以下步骤：

接收端设备将第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据。

按照预设的解码规则将 WDM-PON PMA 接口数据转换为第一

MII 接口数据后，通过以太网 PCS 子层向外发送。

其中，当 WDM-PON PMA 接口数据承载 AMCC 信息时，提取 AMCC 信息并将承载 AMCC 信息的数据单元改写为空闲单元。

图 2 所示为本发明实施例提供的 AMCC 信息的传输方法的协议层结构示意图，根据此结构示意图，AMCC 信道的信息理论上可放在图 2 中的 FEC 子层，但信道速率差异，PMD 和 PMA 层差异会对应不同的 FEC 算法，需要对不同各种 FEC 算法进行重新定义和标准化。本发明实施例针对使用 10GBASE-R 和 25G BASE-R 的以太网接口进行 eCPRI 5G 前传信号传输的场景，使用 WDM-PON 承载，在 WDM-PON 上透传 eCPRI 5G 前传信号的 MAC 层，定义了 WDM-PON 的 RS 子层和 PCS 子层接口，利用 PCS 子层的控制编码传递管理和控制通道信息，具有如下明显技术效果：

1. 和 Transparent AMCC 方法相比，此方法和装置消除了 Transparent AMCC 透明辅助管理和控制通道对光功率预算引入的损耗，降低了光器件设计的复杂性。
2. 和采用 FEC 子层传输 AMCC 信息的方法相比，因为 FEC 算法在 PCS 子层以下完成，按照目前的技术路线，可利用 IPG 间隔很少，AMCC 信息的传输带宽受限。
3. 和采用 FEC 子层传输 AMCC 信息的方案相比，对应某些对延迟敏感的应用场景，例如 URLLC，本发明实施例可以不使能 FEC，从而降低端到端的延迟（比如线路状况好、距离短的情况下可以不使能 FEC 从而降低延迟）。
4. 本发明实施例 AMCC 信息的传输解决方案对 ONU 和 OLT 之间的 PMD、PMA、FEC 子层不敏感，可以适配到多种传输介质上。

5. 本发明实施例 AMCC 信息的传输方法，用于波分复用无源光网络 WDM-PON 承载以太网信号，可以兼容 CPRI、eCPRI、NGFI 及后续以太网类型。

下面各实施例均以 5G 前传 WDM-PON 网络为例进行具体说明。

本发明第一实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法，参见图 3 所示，发送端设备发送 AMCC 信息包括以下步骤：

S110. 发送端设备将第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后，通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据。

按照预设的编码规则将第一 MII 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据，编码规则包括协调编码规则和 WDM-PON PCS 子层编码规则。

S120. 根据协调编码规则将第一 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据。

其中，当第一 MII 接口数据传输空闲单元时，WDM-PON PMA 接口数据承载对空闲单元进行替换后的待传输的 AMCC 信息。待传输的 AMCC 信息是对原始 AMCC 数据进行适配处理得到的。

具体的，根据发送 AMCC 信息的请求，识别第一 MII 接口数据是否传输空闲字节，若是，则按照协调编码规则，将空闲字节替换为 AMCC 信息得到 64B/66B 接口数据；若否，则保留空闲字节并得到 64B/66B 接口数据。

64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载待传输的 AMCC 信息。

S130. 根据 WDM-PON PCS 子层编码规则将 64B/66B 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据向外发送。

WDM-PON PCS 子层编码规则用于将 64B/66B 接口数据通过 WDM-PON PCS 子层输出为 WDM-PON PMA 接口数据。

下面以发送端设备为 ONU, ONU 的 eCPRI 前传接口收到作为第一业务数据流的 eCPRI 信号, 以目前的 10GBASE-R-SR/LR/ER、10GBASE-R-LRM 或者 25GBASE-R-SR 常用接口为例进行具体说明。

eCPRI 信号为 10G/25G Ethernet PMA_RX 信号, 该信号是从以太网 PMA 子层输出的非归零 (Non-Return to Zero, NRZ) 二进制编码。

在步骤 S110 中, 10G/25G Ethernet PMA_RX 信号经过以太网 PCS 子层进行 64B/66B 编码处理后得到的输出信号为第一 MII 接口数据。64B/66B PCS 子层编码数据块的结构参见 IEEE 802.3-2015 的 49.2.4.3 Block structure 的定义。

具体的, 从 10G/25G 以太网 PMA 子层输入的信号通过 25G/10G 以太网 PCS 子层, 此 25G/10G 以太网 PCS 子层是一个双速率的以太网 PCS 子层, 输出符合 25G BASE-R PCS 子层标准的 25GMII 信号, 第一 MII 接口数据的信号定义如下:

ETHPCS_RXD<63:0>: 以太网 PCS 子层输出的数据信号, 分为 8 组通道 (lane), 每组通道 8 比特 (bit), 对应一个完整的字节。

ETHPCS_RXC<7:0>: 以太网 PCS 子层输出的数据信号属性指示信号, 指示 ETHPCS_RXD<63:0> 的属性是控制属性 (control_attribt) 还是数据属性 (mac_data_attribt), 其中, ETHPCS_RXC<0>比特指示 ETHPCS_RXD<7:0> 的属性, ETHPCS_RXC<1>比特指示 ETHPCS_RXD<15:8>的属性, 以此类推。

ETH_RX_CLK: 输入数据的时钟, 在 25G 模式为 390.625 MHz $\pm$ 100 ppm, 在 10G 模式为 156.625 MHz $\pm$ 100 ppm。在时钟的上升沿, ETHPCS_RXD<63:0>和 ETHPCS_RXC<7:0>都会跳变。

在另一种示例中，上述信号组也可定义为如下格式：

ETHPCS_RXD<31:0> 、 ETHPCS_RXC<4:0> 以及 ETHPCS_RX_CLK， ETHPCS_RX_CLK 上下沿信号均为有效数据，此种数据结构和上述描述同属一种数据结构定义，携带相同信息量，具体参见 IEEE 的 802.3-2015_SECTION4 中 Table 46-2-Transmit and receive lane associations

当第一业务数据流包含作为分组间隙 IPG 的空闲字节时，ETHPCS_RXC<7:0>均为 1，且 ETHPCS_RXD<63:0>8 组 lane 均为 0x07 时，即第一 MII 接口数据包含第一业务数据流中的空闲字节。

在步骤 S120 中，按照协调编码规则将第一 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据。

具体的，64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，同步头为 01 时，编码块为数据块 (D0D1D2D3D4D5D6D7)；同步头为 10 时，编码块为控制块。

例如 64B/66B 接口数据包括：

WDMRS_TXD<63:0>：为符合 64B/66B WDM-PON PCS 子层编码的数据块。

WDMRS_SYNC<1:0>：为同步头指示信号，编码 01 指示 WDMRS_TXD<63:0> 为数据块，编码 10 指示 WDMRS_TXD<63:0> 为控制块。

ETH_RX_CLK：输入数据的时钟。

在步骤 S120 中，64B/66B 接口数据的编码块的字节总数为 $N=8$ ，指定的码字标识为 1 个字节，编码块中待传输的 AMCC 信息的字节总数为 n ， $4 \leq n \leq N-1$ 。

根据上述编码规则，当 $n=7$ 时，待传输的 AMCC 信息被构建为一个完整的 64B/66B WDM-PON PCS 子层的编码块。

当 ETHPCS_RXC<7:0>均为 1, 且 ETHPCS_RXD<63:0>8 组 lane 均为 0x07 时, 则 WDMRS_SYNC<1:0> 为 10, 且 D0=WDMRS_TXD<0:7> 为指定的码字标识, 例如 D0=0X15 时, D1D2D3/D4D5D6D7 为待传输的 AMCC 信号。

其他利用空闲码 Idle 传输 AMCC 信息的编码规则包括:

当 ETHPCS_RXC<7:0>均为 1, 且 ETHPCS_RXD<63:0>的 8 组 lane 为 3 组 lane 数据字节和 1 组 lane TERMINATE (数据流终止位置编码: 结束字符) 控制字节时, 可以利用 ETHPCS_RXD<63:0>的其他 4 组空闲字节 Idle 来传输 AMCC 信息, 此时:

同步头为 10, 编码块中的 D0 为指定的码字标识, 该指定的码字标识与 D0=0X15 不同, 此时, 可以设定 D0=0XB5, D1D2D3 为数据码, D4D5D6D7 中写入待传输的 AMCC 信息。本示例和其他示例具体参见下文表 3。

在 WDM-PON 网络上定义了以太网 PCS 子层, 利用 PCS 子层的控制编码传递 AMCC 信息, 实现了一种新的编码方式, 不但兼容现有以太网标准, 而且透传 5G 前传信号的 MAC 层, 最大程度地降低网络系统的复杂性和延时, 实现简单。

在步骤 S130 中, 通过 WDM-PON PCS 子层将 64B/66B 接口数据处理后得到 WDM-PON PMA 接口数据, 即 10G/25G PON PMA_TX 信号。

具体可以参见 IEEE 802.3-2015_ 49. Physical Coding Sublayer (PCS) for 64B/66B, type 10GBASE-R 定义。将 WDM-PON PMA 接口数据输出到 WDM_PON PMA 子层。

如果输入的第一业务数据流为 10GBASE-R 的 eCPRI 信号, 则 WDM-PON PCS 子层处理过程和 FEC 子层处理过程和 10GBASE-R

定义一致。

如果输入的第一业务数据流为 25GBASE-R 的 eCPRI 信号，则 WDM-PON PCS 子层处理过程和 FEC 子层处理过程和 25GBASE-R 定义一致。

本发明第二实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法，发送端设备发送 AMCC 信息包括以下步骤：

S210. 发送端设备将第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后，通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据。

步骤 S210 与步骤 S110 相同，此处不再赘述。

编码规则包括以太网 RS 子层编码规则和 WDM-PON 编码规则；

S220. 根据以太网 RS 子层编码规则，对第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII 接口数据，其中，控制信息提取处理包括从第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

具体的，指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

S230. 根据 WDM-PON 编码规则，将第二 MII 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据向外发送。

在步骤 S220 中，对输入信号 ETHPCS_RXC<7:0> 和 ETHPCS_RXD<63:0>（即第一 MII 接口数据），按照表 1 中第一 MII 接口数据和第二 MII 接口数据之间的转换关系进行识别，因为无线前传信号是一个完整的 MAC 信号，在输入的数据流中，通过识别 START 码（数据流开始位置编码：开始字符）和 TERMINATE（数据流终止位置编码：结束字符），将无线前传信号完整的识别出来进行后续处理。

对于识别出的低功耗指示编码（Low Power Idle, LPI）和链路层的状态指示信号编码（SEQUENCE），单送出相关指示信号，并将该

字节填写为空闲码 (Idle)。

第二 MII 接口数据包括：

ETHRS_TXD<63:0>：分为 8 组通道 (lane)，每组通道 (lane) 8 比特 (bit)，对应一个完整的字节。

ETHRS_TXC<7:0>：指示 ETHRS_TXD<63:0> 的属性是控制属性 (control_attribt) 还是数据属性 (data_attribt)，其中，ETHRS_TXC<0> 比特指示 ETHRS_TXD<7:0> 的属性，定义为 lane0 属性定义，ETHRS_TXC<1> 比特指示 ETHRS_TXD<15:8> 的属性，lane1 属性定义，以此类推。

ETH_RX_CLK：输入数据的时钟。

图 4 所示为步骤 S220 的具体流程图：

备注：图中 “<=” 即赋值。

S221. 根据第一 MII 接口数据中的控制信号 ETHPCS_RXC<7:0>，判断数据信号 ETHPCS_RXD<63:0> 各通道 (lane) 是否为控制属性，若否，进入步骤 S222；若是，进入步骤 S223。

S222 将 ETHPCS_RXD<63:0> 输出到第二 MII 接口数据的数据信号 ETHRS_TXD<63:0>，以及将 ETHRS_TXC<7:0> 赋值为 0 (即数据属性)，结束。

S223 识别数据信号 ETHPCS_RXD<63:0> 各通道 (lane) 中编码的类型。

S224 当 ETHPCS_RXD<63:0> 中某个通道的编码为 START 码或 TERMINATE 码时，ETHRS_TXD<=ETHPCS_RXD，ETHRS_TXC<= 控制属性，结束。

S225 当 ETHPCS_RXD<63:0> 中的编码为 LPI 和 SEQUENCE 码时，ETHRS_TXD<=Idle 空闲码，ETHRS_TXC<= 控制属性，结束。

具体的，上述步骤的执行结果参见表 1：

表 1：第一 MII 接口数据和第二 MII 接口数据之间的转换关系（不同输入码型下 25G/10G 以太网 RS 的处理方式）

ETHPCS _RXC	ETHPCS _RXD	ETHRS _TXC	ETHRS _TXD	功能描述
0	0x00 to 0xFF	0	0x00 to 0xFF	有效数据，透传处理
1	0x06	1	0x07	输入为 LPI 码，识别为以太网 LPI 信号，ETHRS_TXD 输出空闲码，同步输出 LPI_IND
1	0x07	1	0x07	输入空闲字段，ETHRS_TXD 输出空闲码
1	0x9c	1	0x07	输入 SEQUENCE 字段，ETHRS_TXD 输出空闲码，同步输出 SEQUENCE 字段
1	0XFB	1	0XFB	输入 START 码，ETHRS_TXD 输出 start 码型
1	0XFD	1	0XFD	输入 TERMINATE 码，ETHRS_TXD 输出 TERMINATE 码型
1	0XFE	1	0XFE	输入 transmit error 码，ETHRS_TXD 输出 输出空闲码，并且输出 ERROR_ID
1	OTHER	1	0x07	输入保留字段，ETHRS_TXD 输出空闲码

本文件定义的：

ETHRS_TXC<0>/ETHRS_TXC<4> 对应于 802.3-2015 标准 46.1.6 XGMII structure 定义的 lane0；

ETHRS_TXC<1>/ETHRS_TXC<5> 对应于 802.3-2015 标准 46.1.6 XGMII structure 定义的 lane1；

ETHRS_TXC<2>/ETHRS_TXC<6> 对应于 802.3-2015 标准 46.1.6 XGMII structure 定义的 lane2；

ETHRS_TXC<3>/ETHRS_TXC<7> 对应于 802.3-2015 标准 46.1.6 XGMII structure 定义的 lane3。

其他功能描述栏中输入编码参见 IEEE 802.3-2015 标准 Table 46-3 的编码定义。

根据表 1 所示, 对于 ETHPCS_RXC=control_attribt 的信息进行识别, 分别按照表 1 所示识别出空闲码, SEQUENCE 码, START 码, TERMINATE 码和 transmit error 码。

对于识别出的以太网 LPI 信号, SEQUENCE 字段, 分别输出 LPI_IND 信息和 SEQUENCE_IND 信息, ETHRS_TXD 输出空闲码。

对于识别出的以太网传输错误 transmit error 码, 在 ETHRS_TXD 输出对应的 transmit error 编码, 并输出 transmit_error_ind (传输错误) 信息。

对于 ETHPCS_RXC=1 下的其他码型, 在 ETHRS_TXD 均输出 0x07 (Idle) 空闲码编码。此编码指示此时 ETHRS_TXD 上不携带有效信息。可以用于 AMCC 信息的传递。

对于 TERMINATE 和 START 码, 在 ETHRS_TXD 输出仍为 TERMINATE 和 START 码。

步骤 S220 所输出的第二 MII 接口数据参见表 2 所示, 编码规则参见后续实施例的说明。

表 2: 第二 MII 接口数据的编码定义 (25G/10G WDM-PON RS 的输入编码定义)

ETHRS_TXC<0:7>	ETHRS_TXD<63:0>								编码规则
	D0_IN	D1_IN	D2_IN	D3_IN	D4_IN	D5_IN	D6_IN	D7_IN	
0000-0000	any	any	any	any	any	any	any	any	编码规则 1
1111-1111	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	编码规则 2.1
0000-0001	any	any	any	any	any	any	any	T	编码规则 3.1
0000-0011	any	any	any	any	any	any	T	idle	编码规则 3.2
0000-0111	any	any	any	any	any	T	idle	idle	编码规则 3.3
0000-1111	any	any	any	any	T	Idle	idle	idle	编码规则 3.4
0001-1111	any	any	any	T	Idle	Idle	idle	idle	编码规则 3.5
0011-1111	any	any	T	Idle	Idle	Idle	idle	idle	编码规则 3.6

0111-1111	any	T	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	编码规则 3.7
1111-1111	T	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	编码规则 3.8
1000-0000	S	any	any	any	any	any	any	any	编码规则 4.1
1111-1000	Idle	Idle	Idle	Idle	S	any	any	any	编码规则 4.2

在表 2 中, D0_IN 对应输入 ETHRS_TXD<63:0>的<7:0>, D1_IN 对应于 ETHRS_TXD<63:0>的<15:7>, 以此类推。any 表示 0x00 to 0xFF 编码, T 表示 TERMINATE 编码 0XFD, S 表示 START 编码 0XFB, OTHER code: 表示此表中没有包含的编码定义, Idle 表示编码 0X07。

在步骤 S230 中, 将步骤 S220 输出的第二 MII 接口数据 (ETHRS_TXD<63:0>、ETHRS_TXC<7:0>以及 ETH_RX_CLK) 转换为 WDM-PON PMA 接口数据, WDM-PON PMA 接口数据为 10G/25G PON PMA_TX 信号, 具体说明参见步骤 S130。

本发明第三实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法, 发送端设备发送 AMCC 信息包括以下步骤:

S310. 发送端设备将第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后, 通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据。

步骤 S310 与步骤 S110 相同, 此处不再赘述。

编码规则包括以太网 RS 子层编码规则、WDM-PON 协调 RS 子层编码规则和 WDM-PON PCS 子层编码规则。

S320. 根据以太网 RS 子层编码规则, 对第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII 接口数据, 其中, 控制信息提取处理包括从第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

步骤 S320 输出的第二 MII 接口数据包括: ETHRS_TXD<63:0>、ETHRS_TXC<7:0>和 ETH_RX_CLK。

步骤 S320 与步骤 S220 相同, 此处不再赘述。

S330.根据 WDM-PON RS 子层编码规则, 将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据。

S340.根据 WDM-PON PCS 子层编码规则, 将 64B/66B 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据向外发送。

步骤 S340 与步骤 S130 相同, 此处不再赘述。

在步骤 S330 中, 得到的 64B/66B 接口数据包括:

WDMRS_TXD<63:0>: 为符合 64B/66B WDM-PON PCS 子层编码的数据块。

WDMRS_SYNC<1:0>: 为同步头指示信号, 编码 01 指示 WDMRS_TXD<63:0> 为数据块, 编码 10 指示 WDMRS_TXD<63:0> 为控制块。

ETH_RX_CLK: 输入数据的时钟。

WDM-PON RS 子层编码规则包括编码规则 1、2、3.1-3.8 和 4.1-4.2, 参见表 2 和表 3 所示。对步骤 S320 输出的第二 MII 接口数据和待传输的 AMCC 信号进行识别, 选择对应的编码规则。

编码规则 1: 对应输入的数据流全部为数据属性;

编码规则 2.1: 对应输入的数据流全部为控制属性并且为 Idle 属性编码;

编码规则 3.1: 对应输入的数据流包含 7 个数据属性字段和一个控制属性字段: TERMINATE 编码;

编码规则 3.2: 对应输入的数据流包含 6 个数据属性字段和一个控制属性字段: TERMINATE 编码;

以下类推,

编码规则 3.8: 对应输入的数据流包含 1 个控制属性字段: TERMINATE 编码, 用于指示前级时钟传递的数据属性字段完结;

编码规则 4.1：对应输入的数据流在 D0 位置包含 1 个控制属性
字段：START 编码，后续 D1,D2,D3,D4,D4,D5,D7 都是数据属性；

编码规则 4.2：对应输入的数据流在 D4 位置包含 1 个控制属性
字段：START 编码，后续 D4,D4,D5,D7 都是数据属性。

表 3：64B/66B 接口数据的编码定义（25G/10G WDM-PON RS 的
编码规则定义）

备注：下表除编码规则 1 中的 WDMRS_SYNC<1:0>为 01 外，其
他的均为 10。

输入数据流 对应编码规则	WDMRS_TXD<63:0>								WDM RS_ SYNC <1:0>
	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	
编码规则 1	和 ETHRS_TXD<63:0>输入数据一致								01
编码规则 2.1	0X1E	Idle 编码 （如果无 AMCC 数据发送请求）							10
编码规则 2.1	0X15	AMCC 信息							
编码规则 3.1	0XFF	D0_IN	D1_IN	D2_IN	D3_IN	D4_IN	D5_IN	D6_IN	
编码规则 3.2	0XE1	D0_IN	D1_IN	D2_IN	D3_IN	D4_IN	D5_IN	Idle	
编码规则 3.3	0XD2	D0_IN	D1_IN	D2_IN	D3_IN	D4_IN	Idle	Idle	
编码规则 3.4	0XCC	D0_IN	D1_IN	D2_IN	D3_IN	Idle	Idle	Idle	
编码规则 3.5	0XB4	D0_IN	D1_IN	D2_IN	Idle	Idle	Idle	Idle	
编码规则 3.5	0XB5	D0_IN	D1_IN	D2_IN	AMCC 信息				
编码规则 3.6	0XAA	D0_IN	D1_IN	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	
编码规则 3.6	0XAB	D0_IN	D1_IN	AMCC 信息					
编码规则 3.7	0X99	D0_IN	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	
编码规则 3.7	0X9C	D0_IN	AMCC 信息						
编码规则 3.8	0X87	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	Idle	
编码规则 3.8	0X86	AMCC 信息							
编码规则 4.1	0X78	D1_IN	D2_IN	D3_IN	D4_IN	D5_IN	D6_IN	D7_IN	
编码规则 4.2	0X33	Idle	Idle	Idle	Idle	D5_IN	D6_IN	D7_IN	

在表 3 中，D0_IN 对应输入 ETHRS_TXD<63:0>的<7:0>，D1_IN
对应于 ETHRS_TXD<63:0>的<15:7>，以此类推。编码规则 2-4 的 D0

值也可根据需求配置为其他具备唯一性的编码。

编码块的字节总数为 N，指定的码字标识为 1 个字节，编码块中待传输的 AMCC 信息的字节总数为 n， $4 \leq n \leq N-1$ 。

所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第五码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

其中，由第二 MII 接口数据转为 64B/66B 接口数据时，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为被转换的第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示被转换的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

由 64B/66B 接口数据转为第二 MII 接口数据时，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为转换得到的第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示转换得到的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

在本实施例中列举 5 个利用空闲码 Idle 传输 AMCC 信息的编码规则，原因是 D0 虽然有 8 比特位宽，但能够用的只有低四位，因为 64B/66B 向 FEC 层编码转换的时候，会把 D0 的前 4bit 替换做处理，仅能用到后 4bit，最多为 $2^4=16$ 种控制码编码，表 3 中除编码规则 1

外剩下共有 16 种控制编码，而且尽量用 Idle 字段多的控制编码，提高了 AMCC 通信容量与效率。

参见图 5 所示，步骤 S330 的具体流程图包括：

S331 识别 ETHRS_TXD<63:0>和 ETHRS_TXC 信号。

S332 当符合编码规则 1、3.1~3.4、4.1~4.2 时，按表 3 定义的数据格式输出数据。

S333 当符合编码规则 2.1、3.5~3.8 时，按表 3 定义的数据格式输出数据。其中，若无 AMCC 信息传输时，保持性现有的 D0 不变，（即 0X1E、0XB4、0XAA、0X99、0X87 不变）。

若有 AMCC 信息传输时，按表 3 定义的数据格式将 D0 替换为指定的码字标识，并将 AMCC 信息写入空闲字节 Idle，并输出数据。

详细步骤如下：

当符合编码规则 2.1 时，将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据如下：

WDMRS_TXD<7:0><=0X15（即将 0X1E 替换为 0X15）

WDMRS_TXD<63:8><=AMCC data

WDMRS_SYNC<1:0><=" 10"，结束。

当符合编码规则 3.5 时，将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据如下：

WDMRS_TXD<7:0><=0XB5（即将 0XB4 替换为 0XB5）

WDMRS_TXD<63:32><=AMCC data

WDMRS_SYNC<1:0><=" 10"，结束。

当符合编码规则 3.6 时，将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据如下：

WDMRS_TXD<7:0><=0XAB（即将 0XAA 替换为 0XAB）

WDMRS_TXD<63:24><=AMCC data

WDMRS_SYNC<1:0><=" 10", 结束。

当符合编码规则 3.7 时, 将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据如下:

WDMRS_TXD<7:0><=0X9C (即将 0X99 替换为 0X9C)

WDMRS_TXD<63:16><=AMCC data

WDMRS_SYNC<1:0><=" 10", 结束。

当符合编码规则 3.8 时, 将第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据如下:

WDMRS_TXD<7:0><=0X86 (即将 0X87 替换为 0X86)

WDMRS_TXD<63:8><=AMCC data

WDMRS_SYNC<1:0><=" 10", 结束。

本发明第四实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法, 接收端设备接收 AMCC 信息包括以下步骤:

S410 接收端设备将第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据。

WDM-PON PMA 接口数据可以是 10G/25G PON PMA_RX。

解码规则包括 WDM-PON PCS 子层解码规则和协调解码规则。

S420 根据 WDM-PON PCS 子层解码规则, 将 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据。

64B/66B 接口数据包括同步头和编码块, 当同步头指示编码块为控制码块, 且控制码块携带有指定的码字标识时, 表示控制码块中承载待传输的 AMCC 信息。

具体的, 64B/66B 接口数据包括 WDMRS_RXD<63:0>、WDMRS_RX_SYNC[1:0]和 WDMRS_RX_CLK。

S430 根据协调解码规则, 将 64B/66B 接口数据转换为第一 MII 接口数据后向外发送, 其中, 当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息

时，提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

第一 MII 接口数据包括 ETHPCS_TXD<63:0>、ETHPCS_TXC<7:0>和 WDM_RX_CLK。

本发明第四实施例是第一实施例的相反过程，具体说明参见第一实施例的说明，此处不再赘述。

本发明第五实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法，接收端设备接收 AMCC 信息包括以下步骤：

S510 接收端设备将第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据。

解码规则包括 WDM-PON 解码规则和以太网 RS 子层解码规则。

S520 根据 WDM-PON 解码规则，将 WDM-PON PMA 接口数据转换为第二 MII 接口数据。

第二 MII 接口数据包括 WDM_RS_TXD<63:0>、WDM_RS_TXC<7:0>和 WDM_RX_CLK。

S530 根据以太网 RS 子层解码规则，对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到第一 MII 接口数据后向外发送，其中，控制信息写入处理包括将第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

本发明第五实施例是第二实施例的相反过程，具体说明参见第二实施例的说明，此处不再赘述。

本发明第六实施例提供一种辅助管理和控制通道信号的传输方法，接收端设备接收 AMCC 信息包括以下步骤：

S610 接收端设备将第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据。

解码规则包括 WDM-PON PCS 子层解码规则、WDM-PON RS 子

层解码规则和以太网 RS 子层解码规则。

S620 根据 WDM-PON PCS 子层解码规则，将 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据。

64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块中承载待传输的 AMCC 信息。

S630 根据 WDM-PON RS 子层解码规则，将 64B/66B 接口数据转换为第二 MII 接口数据，其中，当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息时，提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

S640 根据以太网 RS 子层解码规则，对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到第一 MII 接口数据后向外发送，其中，控制信息写入处理包括将第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

本发明第六实施例是第三实施例的相反过程，具体说明参见第三实施例的说明，此处不再赘述。

本发明第七实施例还提供一种 AMCC 信息的传输系统，设于波分复用无源光网络 WDM-PON 的网络设备中，发送端设备和接收端设备双向发送和接收。AMCC 信息的传输系统包括收发模块、AMCC 适配处理模块和处理模块，用于实现上述各实施例 AMCC 信息的传输方法。

收发模块用于接收业务数据流和发送处理模块处理后的业务数据流。

处理模块用于将待传输的 AMCC 信息写入收到业务数据流中的空闲单元；还用于从携带 AMCC 信息的业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息后回填空闲字符。

AMCC 适配处理模块用于将原始 AMCC 数据进行适配处理得到待传输的 AMCC 信息；还用于对处理模块提取的 AMCC 信息进行适配处理。

具体的，处理模块包括以太网 PCS 子层处理单元和编解码单元。

以太网 PCS 子层处理单元用于对以太网 PMA 接口数据和第一 MII 接口数据进行相互转换。

编解码单元用于对第一 MII 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

其中，以太网 PMA 接口数据由收发模块收到的携带空闲单元的业务数据流转换得到；

WDM-PON PMA 接口数据由收发模块收到的携带 AMCC 信息的业务数据流转换得到，且 WDM-PON PMA 接口数据承载 AMCC 信息。

基于第七实施例，一种 WDM-PON 5G 前传网络，包括发送端设备和接收端设备，并且发送端设备和接收端设备均设置 AMCC 信息的传输系统。

具体的，设置于发送端设备的传输系统，其收发模块接收带有空闲单元的第一业务数据流，第一业务数据流被转换为以太网 PMA 接口数据，AMCC 适配处理模块将原始 AMCC 数据进行适配处理得到待传输的 AMCC 信息，处理模块将待传输的 AMCC 信息写入以太网 PMA 接口数据中的空闲单元，得到第二业务数据流，再通过收发模块发送给接收端设备。

设置于接收端设备的传输系统，其收发模块接收来自发送端设备的第二业务数据流，将第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据，其中，由于第二业务数据流中携带 AMCC 信息，WDM-PON

PMA 接口数据承载 AMCC 信息。处理模块从 WDM-PON PMA 接口数据中识别并提取出 AMCC 信息后回填空闲字符，并发送到收发模块，将提取的 AMCC 信息发送到 AMCC 适配处理模块进行适配处理。

具体的，第一业务数据流可以为 eCPRI 信号，以下具体说明。

参见图 6 所示，本发明第八实施例提供一种 AMCC 信息的传输系统，在第七实施例的基础上，编解码处理单元包括协调处理单元和 WDM-PON PCS 子层处理单元。

协调处理单元用于对第一 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换，64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载待传输的 AMCC 信息。

编码块的字节总数为 N，指定的码字标识为 1 个字节，编码块中待传输的 AMCC 信息的字节总数为 n， $3 \leq n \leq N-1$ 。

WDM-PON PCS 子层处理单元用于对 64B/66B 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，本实施例中各数据的具体说明以及各数据之间的转换，可以参考本发明方法第一实施例和第四实施例的对应过程，在此不再赘述。

本发明第九实施例提供一种 AMCC 信息的传输系统，在第七实施例的基础上，处理模块还包括控制信息处理单元，控制信息处理单元用于通知编解码单元提取和写入指定的控制字符，包括通知编解码单元在数据流中插入指定的控制字符，以及存储编解码单元从数据流中提取的指定的控制字符，指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 信息。如图 7 所示，LPI_IDLE_ind 表示控制信息处理单元收到了 LPI

信息；SEQUENCE_ind 表示控制信息处理单元收到了 SEQUENCE 信息；LPI_IDLE_transmit 表示控制信息处理单元发送 LPI 信息；SEQUENCE_transmit 表示控制信息处理单元发送 SEQUENCE 信息。

编解码单元包括以太网 RS 子层处理单元和 WDM-PON 处理单元。

以太网 RS 子层处理单元用于从第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符得到第一 MII 接口数据。

WDM-PON 处理单元用于对第二 MII 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，本实施例中各数据的具体说明以及各数据之间的转换，可以参考本发明方法第二实施例和第五实施例的对应过程，在此不再赘述。

参见图 7 所示，本发明第十实施例提供一种 AMCC 信息的传输系统，处理模块包括以太网 PCS 子层处理单元、以太网 RS 子层处理单元、以太网 RS 子层处理单元、WDM-PON RS 子层处理单元和控制信息处理单元。

控制信息处理单元用于通知编解码单元提取和写入指定的控制字符，包括通知编解码单元在数据流中插入指定的控制字符，以及存储编解码单元从数据流中提取的指定的控制字符，指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 信息。

以太网 PCS 子层处理单元用于对以太网 PMA 接口数据和第一 MII 接口数据进行相互转换。

以太网 RS 子层处理单元用于从第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将第二 MII

接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符得到第一 MII 接口数据。

WDM-PON RS 子层处理单元用于对第二 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换, 64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

WDM-PON PCS 子层处理单元用于对 64B/66B 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为描述的方便和简洁, 本实施例中各数据的具体说明以及各数据之间的转换, 可以参考本发明方法第三实施例和第六实施例的对应过程, 在此不再赘述。

还是以前述说明中发送端设备为 ONU, ONU 的前传 eCPRI 接口收到作为第一业务数据流的 eCPRI 信号, 10GBASE-R-SR/LR/ER、10GBASE-R-LRM 或者 25GBASE-R-SR 常用接口为例具体说明如下, 参见图 7 所示: (1) 发送 AMCC 信息方向:

25G/10G 以太网 PCS 子层处理单元从以太网 PMA 接口输入 10G/25G Ethernet PMA_RX 信号; 从 25GMII 接口输出第一 MII 接口数据到以太网 RS 子层处理单元, 第一 MII 接口数据包括数据信号 ETHPCS_RXD<63:0>、控制信号 ETHPCS_RXC<7:0>和输入数据的时钟 ETH_RX_CLK。

25G/10G 以太网 RS 子层处理单元从第一 MII 接口数据中提取 LPI 和 SEQUENCE 码: LP_IDLE_ind 和 SEQUENCE_ind。从 25GMII 接口输出第二 MII 接口数据到 25G/10G WDM-PON RS 子层处理单元, 第二 MII 接口数据包括数据信号 ETHRS_TXD<63:0>、控制信号 ETHRS_TXC<7:0>以及输入数据的时钟 ETH_RX_CLK。

25G/10G WDM-PON RS 子层处理单元从 64B/66B 接口输出 64B/66B 接口数据到 25G/10G WDM-PON PCS 子层处理单元,

64B/66B 接口数据包括编码块 WDMRS_TXD<63:0>、同步头 WDMRS_TX_SYNC[1:0]和时钟信号 ETH_RX_CLK。

25G/10G WDM-PON PCS 子层处理单元从 64B/66B 接口输入 64B/66B 接口数据，从 WDM-PON PMA 接口输出 WDM-PON PMA 接口数据，WDM-PON PMA 接口数据为 10G/25G PON PMA_TX。

(2) 接收 AMCC 信息方向：

25G/10G WDM-PON PCS 子层处理单元从 WDM-PON PMA 接口输入 WDM-PON PMA 接口数据，WDM-PON PMA 接口数据为 10G/25G PON PMA_RX；从 64B/66B 接口输出 64B/66B 接口数据到 WDM-PON RS 子层处理单元，64B/66B 接口数据包括编码块 WDMRS_RXD<63:0>、同步头 WDMRS_RX_SYNC[1:0]和时钟信号 WDMRS_RX_CLK。

25G/10G WDM-PON RS 子层处理单元从 25GMII 接口输出第二 MII 接口数据到 25G/10G 以太网 RS 子层处理单元的 25GMII 接口，第二 MII 接口数据包括数据信号 WDM_RS_TXD<63:0>、控制信号 WDM_RS_TXC<7:0>和时钟 WDM_RX_CLK。

25G/10G 以太网 RS 子层处理单元向第二 MII 接口数据中写入 LPI 和 SEQUENCE 码：LP_IDLE_transmit 和 SEQUENCE_transmit。从 25GMII 接口输出第一 MII 接口数据到 25G/10G 以太网 PCS 子层处理单元，第一 MII 接口数据包括 ETHPCS_TXD<63:0>、ETHPCS_TXC<7:0>和 WDM_RX_CLK。

25G/10G 以太网 PCS 子层处理单元从以太网 PMA 接口输出 10G/25G Ethernet PMA_TX 信号。

各信号的具体说明参见前面实施例。

当数据从图 7 中的前传 eCPRI 接口进入，WDM_PON 接口流出

时;或者从 WDM_PON 接口进入,前传 eCPRI 接口流出时,其 AMCC 信号的传输可以参考第一至第六实施例。

图 7 中的以太网 PCS 子层处理单元、以太网 RS 子层处理单元、WDM-PON RS 子层处理单元和 WDM-PON PCS 子层处理单元可以以任何方式进行组合,不作限制。

本发明不局限于上述实施方式,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围之内。本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

权 利 要 求 书

1. 一种 AMCC 信息的传输方法，用于波分复用无源光网络 WDM-PON 承载以太网信号，其特征在于，其包括：

发送端设备从收到的第一业务数据流中识别出空闲单元；

将待传输的 AMCC 信息写入空闲单元后得到第二业务数据流，将第二业务数据流发往接收端设备。

2. 如权利要求 1 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：

发送端设备将所述第一业务数据流转换为以太网 PMA 接口数据后，通过以太网 PCS 子层输出第一 MII 接口数据；

将第一 MII 接口数据转换为 WDM-PON PMA 接口数据后向外发送；

其中，当第一 MII 接口数据传输空闲单元时，WDM-PON PMA 接口数据承载对空闲单元进行替换后的待传输的 AMCC 信息。

3. 如权利要求 2 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：

将所述第一 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，当所述第一 MII 接口数据传输空闲单元时，64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

4. 如权利要求 3 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：

对所述第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII 接口数据，再将第二 MII 接口数据转换为所述 64B/66B 接口数据，其中，控制信息提取处理包括从所述第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

5. 如权利要求 2 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：

对所述第一 MII 接口数据进行控制信息提取处理后得到第二 MII

接口数据，再将第二 MII 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，控制信息提取处理包括从所述第一 MII 接口数据中提取指定的控制字符并回填空闲字符。

6. 如权利要求 5 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：

将所述第二 MII 接口数据转换为 64B/66B 接口数据，再将 64B/66B 接口数据转换为所述 WDM-PON PMA 接口数据，其中，当所述第一 MII 接口数据传输空闲单元时，64B/66B 接口数据承载待传输的 AMCC 信息。

7. 如权利要求 4 或 5 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

8. 如权利要求 3、4 或 6 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载待传输的 AMCC 信息。

9. 如权利要求 8 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述编码块的字节总数为 $N=8$ ，所述指定的码字标识为 1 个字节，所述编码块中待传输的 AMCC 信息的字节总数为 n ， $4 \leq n \leq N-1$ 。

10. 如权利要求 4 或 6 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识, D1D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息;

D0 为第五码字标识, D1D2D3D4D5D6D7 承载待传输的 AMCC 信息;

其中, 第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为被转换的所述第二 MII 接口数据中的结束字节, D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节; 第五码字标识表示被转换的所述第二 MII 接口数据均为空闲字符。

11. 如权利要求 1 所述的 AMCC 信息的传输方法, 其特征在于: 所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

12. 一种 AMCC 信息的传输方法, 用于波分复用无源光网络 WDM-PON, 其特征在于, 其包括:

接收端设备从收到的第二业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息;

将第二业务数据流中承载 AMCC 信息的数据单元替换为空闲单元后向外发送。

13. 如权利要求 12 所述的 AMCC 信息的传输方法, 其特征在于: 接收端设备将所述第二业务数据流转换为 WDM-PON PMA 接口数据;

将 WDM-PON PMA 接口数据转换为第一 MII 接口数据后, 通过以太网 PCS 子层向外发送;

其中, WDM-PON PMA 接口数据承载的 AMCC 信息被取出后回填空闲字符。

14. 如权利要求 13 所述的 AMCC 信息的传输方法, 其特征在于: 将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据, 再

将 64B/66B 接口数据转换为所述第一 MII 接口数据,其中,当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息时,提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

15. 如权利要求 14 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:将所述 64B/66B 接口数据转换为第二 MII 接口数据,再对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到所述第一 MII 接口数据,其中,控制信息写入处理包括将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

16. 如权利要求 13 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为第二 MII 接口数据,再对第二 MII 接口数据进行控制信息写入处理后得到所述第一 MII 接口数据,其中,控制信息写入处理包括将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为指定的控制字符。

17. 如权利要求 16 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:将所述 WDM-PON PMA 接口数据转换为 64B/66B 接口数据,再将 64B/66B 接口数据转换为所述第二 MII 接口数据,其中,当 64B/66B 接口数据承载 AMCC 信息时,提取 AMCC 信息后回填空闲字符。

18. 如权利要求 15 或 16 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:所述指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

19. 如权利要求 14、15 或 17 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块,当同步头指示编码块为控制码块,且控制码块携带有指定的码字标识时,表示控制码块承载了传输的 AMCC 信息。

20. 如权利要求 19 所述的 AMCC 信息的传输方法,其特征在于:所述编码块的字节总数为 $N=8$,所述指定的码字标识为 1 个字节,所述编码块中传输的 AMCC 信息的字节总数为 n , $4 \leq n \leq N-1$ 。

21. 如权利要求 15 或 17 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第五码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

其中，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为转换得到的第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示转换得到的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

22. 如权利要求 11 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

23. 一种 AMCC 信息的传输系统，设于波分复用无源光网络 WDM-PON 的网络设备中，其特征在于：所述系统包括收发模块、处理模块和 AMCC 适配处理模块；

收发模块用于接收业务数据流和发送处理模块处理后的业务数据流；

处理模块用于将待传输的 AMCC 信息写入收到业务数据流中的空闲单元；还用于从携带 AMCC 信息的业务数据流中识别并提取出 AMCC 信息后回填空闲字符；

AMCC 适配处理模块用于将原始 AMCC 数据进行适配处理得到待传输的 AMCC 信息；还用于对处理模块提取的 AMCC 信息进行适配处理。

24. 如权利要求 23 所述的 AMCC 信息的传输系统，其特征在于，所述处理模块包括：

以太网 PCS 子层处理单元，其用于对以太网 PMA 接口数据和第一 MII 接口数据进行相互转换；

编解码单元，其用于对第一 MII 接口数据和 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换；

其中，以太网 PMA 接口数据由收发模块收到的携带空闲单元的业务数据流转换得到；

WDM-PON PMA 接口数据由收发模块收到的携带 AMCC 信息的业务数据流转换得到，且 WDM-PON PMA 接口数据承载 AMCC 信息。

25. 如权利要求 24 所述的 AMCC 信息的传输系统，其特征在于，所述编解码单元包括：

协调处理单元，其用于对所述第一 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换，64B/66B 接口数据承载传输的 AMCC 信息；

WDM-PON PCS 子层处理单元，其用于对 64B/66B 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

26. 如权利要求 25 所述的 AMCC 信息的传输系统，其特征在于：所述处理模块还包括控制信息处理单元，控制信息处理单元用于通知所述编解码单元提取和写入指定的控制字符；

所述协调处理单元包括：

以太网 RS 子层处理单元，其用于从所述第一 MII 接口数据中提

取所述指定的控制字符并回填空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将所述第二 MII 接口数据中所述空闲字符替换为所述指定的控制字符得到所述第一 MII 接口数据；

WDM-PON RS 子层处理单元，其用于对第二 MII 接口数据和所述 64B/66B 接口数据进行相互转换。

27. 如权利要求 24 所述的 AMCC 信息的传输系统，其特征在于：所述处理模块还包括控制信息处理单元，控制信息处理单元用于通知所述编解码单元提取和写入指定的控制字符；

所述编解码单元包括：

以太网 RS 子层处理单元，其用于将所述第一 MII 接口数据中所述指定的控制字符替换为空闲字符得到第二 MII 接口数据；还用于将所述第二 MII 接口数据中空闲字符替换为所述指定的控制字符得到所述第一 MII 接口数据；

WDM-PON 处理单元，其用于对第二 MII 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

28. 如权利要求 27 所述的 AMCC 信息的传输系统，其特征在于，所述 WDM-PON 处理单元包括：

WDM-PON RS 子层处理单元，其用于对所述第二 MII 接口数据和 64B/66B 接口数据进行相互转换，64B/66B 接口数据承载传输的 AMCC 信息；

WDM-PON PCS 子层处理单元，其用于对 64B/66B 接口数据和所述 WDM-PON PMA 接口数据进行相互转换。

29. 如权利要求 26 或 27 任一项所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述指定的控制字符包括 LPI 和 SEQUENCE 控制码。

30. 如权利要求 25、26 或 28 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块，当同步头指示编码块为控制码块，且控制码块携带有指定的码字标识时，表示控制码块承载传输的 AMCC 信息。

31. 如权利要求 30 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述编码块的字节总数为 $N=8$ ，所述指定的码字标识为 1 个字节，所述编码块中传输的 AMCC 信息的字节总数为 n ， $4 \leq n \leq N-1$ 。

32. 如权利要求 26 或 28 所述的 AMCC 信息的传输方法，其特征在于：所述 64B/66B 接口数据包括同步头和编码块；

所述编码块包括 D0 至 D7 八个字节，其中，D0 为码字标识，当同步头指示编码块为控制码块时，D0 为指定的码字标识，包括：

D0 为第一码字标识，D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第二码字标识，D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第三码字标识，D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第四码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

D0 为第五码字标识，D1D2D3D4D5D6D7 承载传输的 AMCC 信息；

其中，由第二 MII 接口数据转为 64B/66B 接口数据时，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为被转换的所述第二 MII 接口数据中的结束字节，D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节；第五码字标识表示被转换的所述第二 MII 接口数据均为空闲字符；

由 64B/66B 接口数据转为第二 MII 接口数据时，第一码字标识至第四码字标识均表示 D0 为转换得到的第二 MII 接口数据中的结束

字节, D0 和 AMCC 信息之间的其他字节为该结束字节前的数据字节;
第五码字标识表示转换得到的第二 MII 接口数据均为空闲字符。

33. 如权利要求 23 所述的 AMCC 信息的传输方法, 其特征在于: 所述第一业务数据流为 eCPRI 信号。

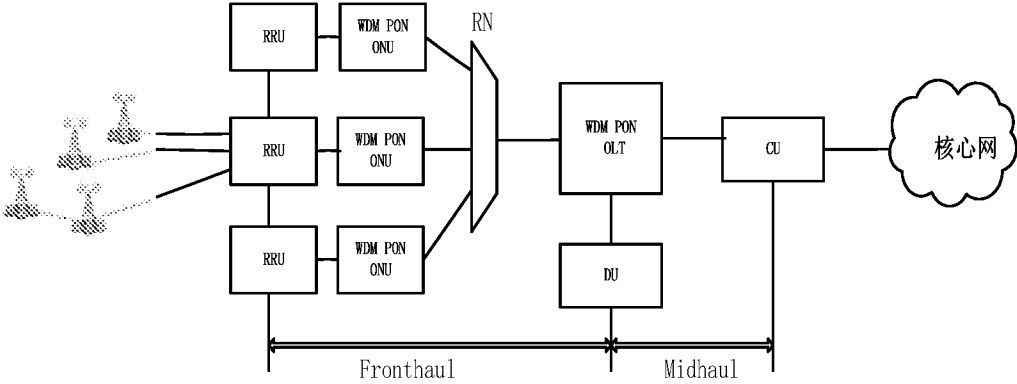


图 1

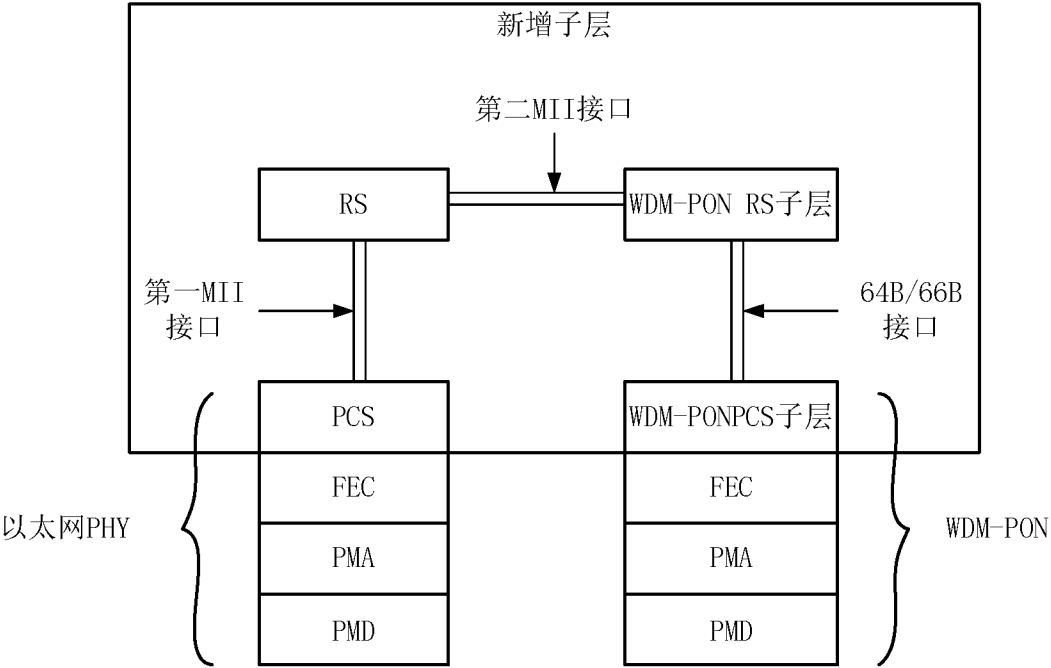


图 2

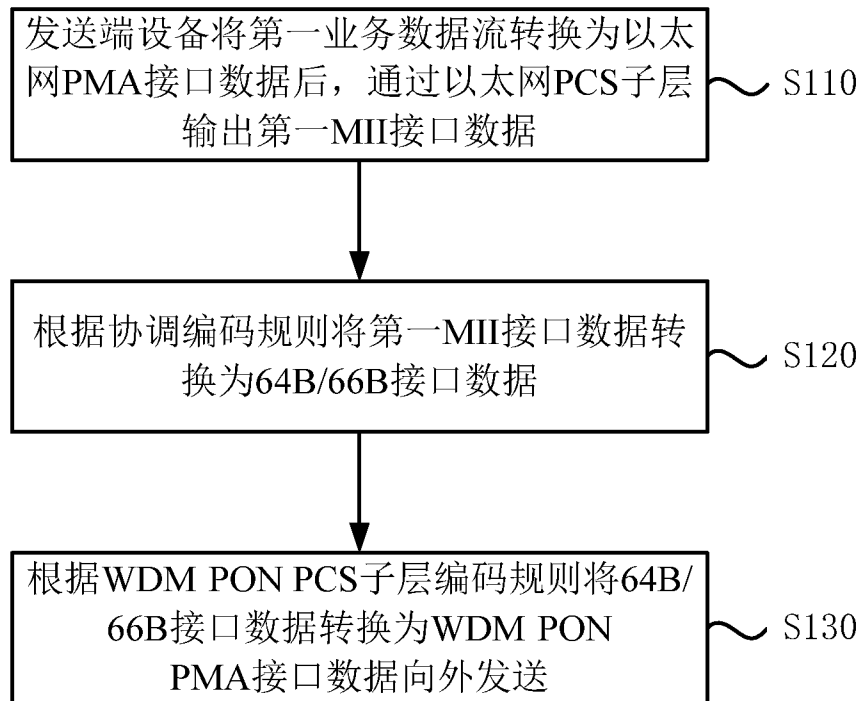


图 3

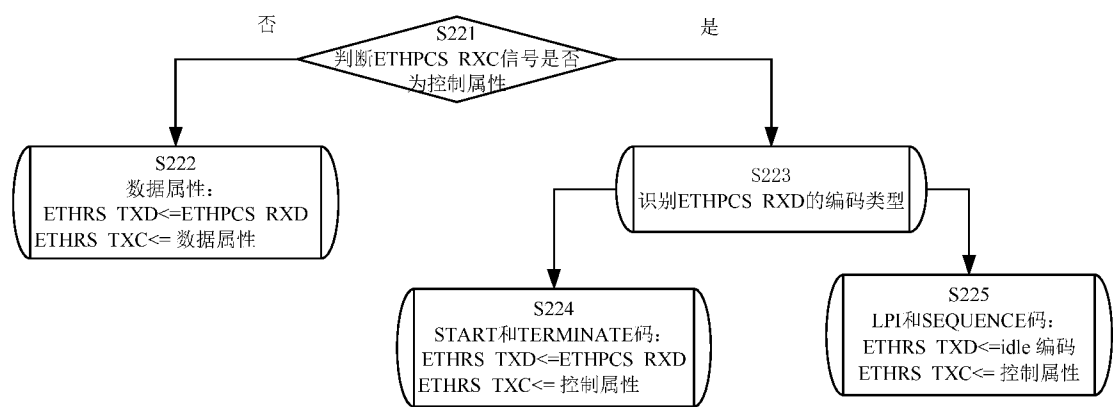


图 4

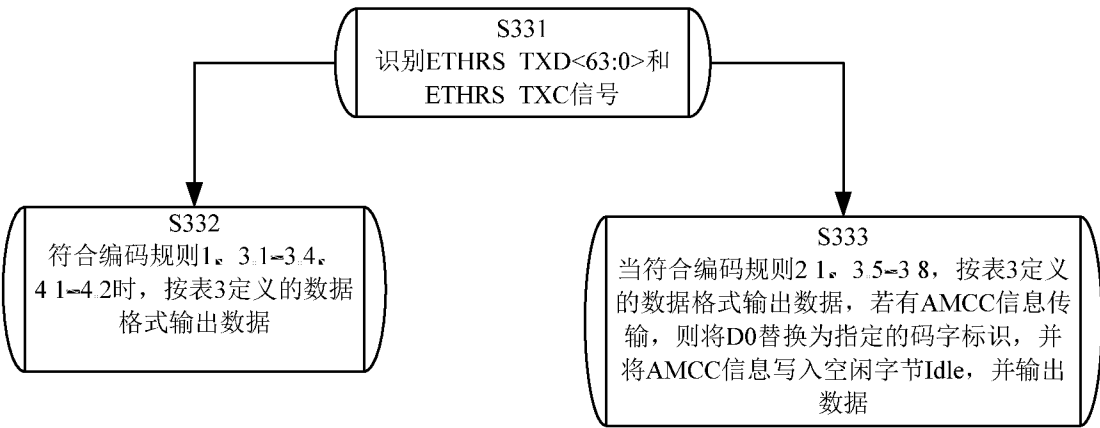


图 5

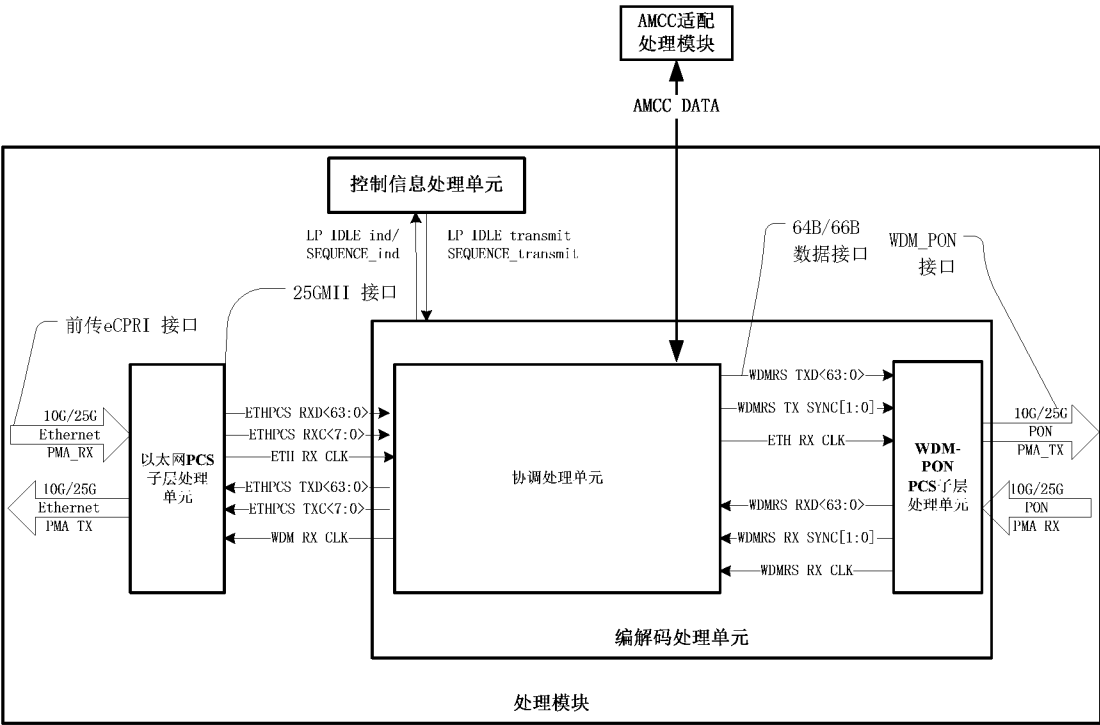


图 6

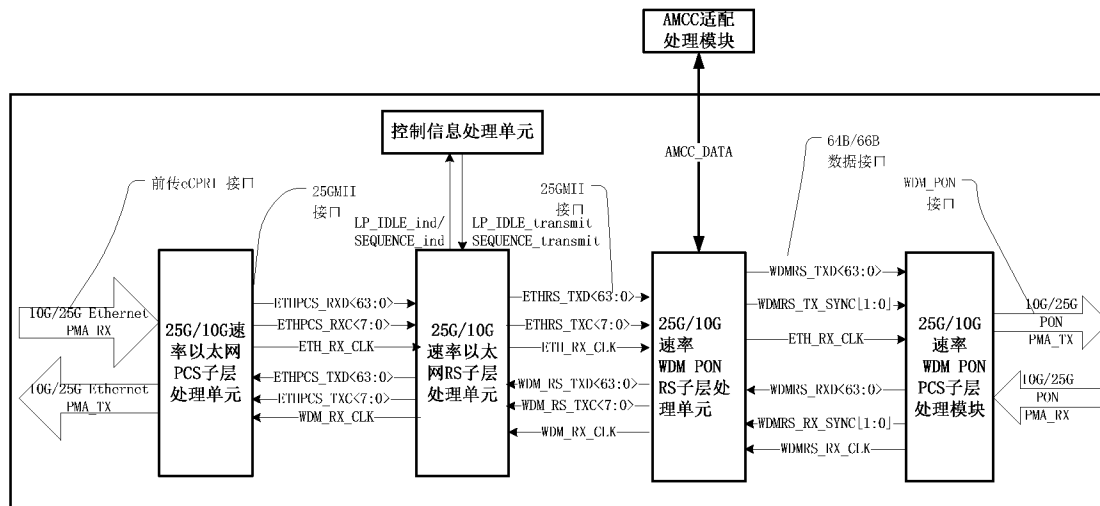


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/121887

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 29/06(2006.01)i

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)

H04L; H04B; H04Q

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, CNKI, WPI, EPODOC, GOOGLE SCHOLAR: 控制, 管理, 空闲, 空白, 无源光网络, AMCC, Auxiliary Management and Control Channel, free, blank, empty, PON, OLT, ONU, 5G, PMA

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109039537 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD. ET AL.) 18 December 2018 (2018-12-18) claims 1-33, and description, paragraphs [0005]-[0334]	1-33
A	CN 102572944 A (ZHEJIANG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 11 July 2012 (2012-07-11) description, paragraphs [0039]-[0049]	1-33
A	CN 108259118 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 06 July 2018 (2018-07-06) entire document	1-33
A	WO 2017212555 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 14 December 2017 (2017-12-14) entire document	1-33
A	XU, Zhaopeng et al. "AMCC Superimposition and Extraction With Interference Elimination for 5G Mobile Fronthaul" <i>IEEE Photonics Technology Letters</i> , Vol. 30, No. (13), 01 July 2018 (2018-07-01), pp. 1214-1217	1-33

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

01 April 2019

Date of mailing of the international search report

30 April 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/121887

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109039537	A	18 December 2018	None	
CN	102572944	A	11 July 2012	None	
CN	108259118	A	06 July 2018	None	
WO	2017212555	A1	14 December 2017	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/121887

A. 主题的分类

H04L 29/06 (2006.01) i

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)

H04L; H04B; H04Q

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, CNKI, WPI, EPODOC, GOOGLE SCHOLAR: 控制, 管理, 空闲, 空白, 无源光网络, AMCC, Auxiliary Management and Control Channel, free, blank, empty, PON, OLT, ONU, 5G, PMA

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
PX	CN 109039537 A (烽火通信科技股份有限公司 等) 2018年 12月 18日 (2018 - 12 - 18) 权利要求1-33, 说明书第[0005]-[0334]段	1-33
A	CN 102572944 A (浙江工业大学) 2012年 7月 11日 (2012 - 07 - 11) 说明书第[0039]-[0049]段	1-33
A	CN 108259118 A (烽火通信科技股份有限公司) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 全文	1-33
A	WO 2017212555 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 2017年 12月 14日 (2017 - 12 - 14) 全文	1-33
A	XU, Zhaopeng等. "AMCC Superimposition and Extraction With Interference Elimination for 5G Mobile Fronthaul" IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, 第30卷, 第13期, 2018年 7月 1日 (2018 - 07 - 01), 第1214-1217页	1-33

☐ 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

2019年 4月 1日

国际检索报告邮寄日期

2019年 4月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

王燕花

传真号 (86-10) 62019451

电话号码 86- (10) -53961656

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/121887

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	109039537	A	2018年 12月 18日	无	
CN	102572944	A	2012年 7月 11日	无	
CN	108259118	A	2018年 7月 6日	无	
WO	2017212555	A1	2017年 12月 14日	无	