

(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
2021年5月27日 (27.05.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/098733 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04J 3/06 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/129834
- (22) 国际申请日: 2020年11月18日 (18.11.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201911136134.5 2019年11月19日 (19.11.2019) CN
- (71) 申请人: 深圳市中兴微电子技术有限公司 (SANECHIPS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道留仙大道中兴工业园, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 孙昊 (SUN, Hao); 中国广东省深圳市南山区西丽街道留仙大道中兴工业园, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (KANGXIN PARTNERS, P.C.); 中国北京市海淀区知春路甲48号盈都大厦A座16层, Beijing 100098 (CN)。
- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(54) Title: ETHERNET TIME SYNCHRONIZATION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 以太网时间同步方法及装置

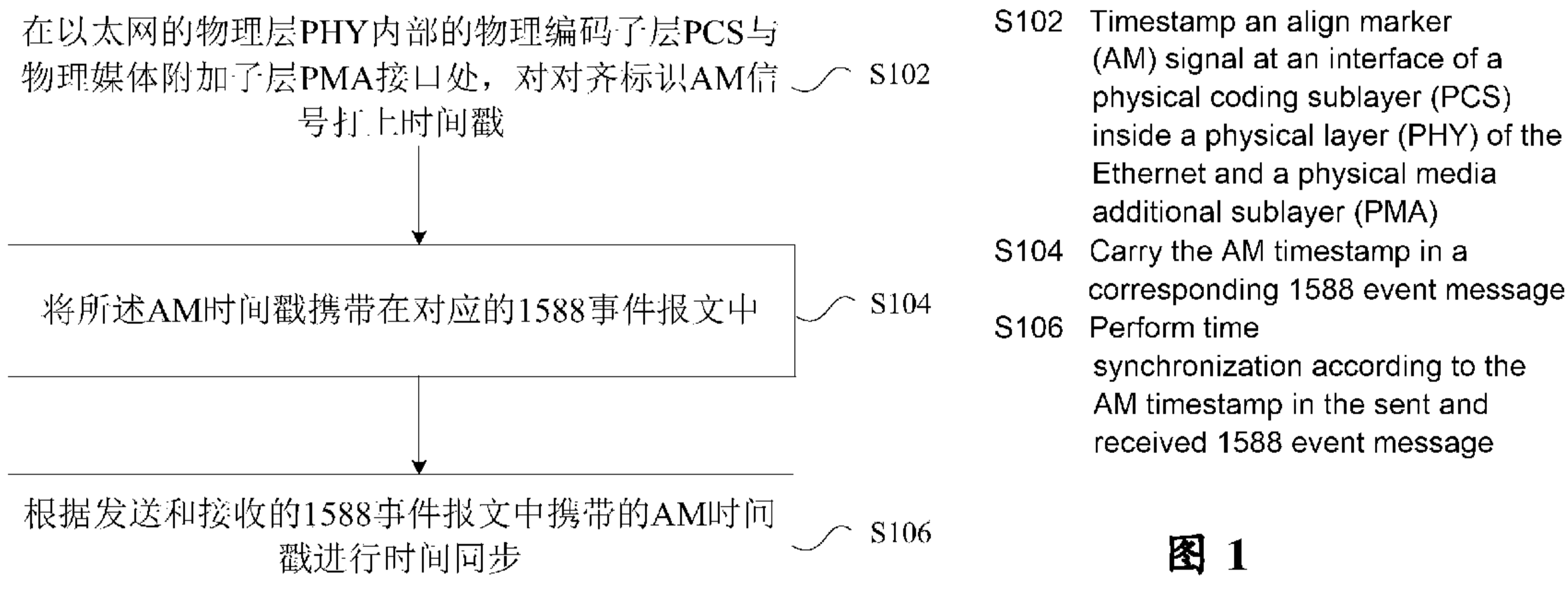


图 1

(57) Abstract: The present invention provides an Ethernet time synchronization method and apparatus. The method comprises: time-stamping an align marker (AM) signal at an interface of a physical coding sublayer (PCS) inside a physical layer (PHY) of the Ethernet and a physical media additional sublayer (PMA); carrying the AM timestamp in a corresponding 1588 event message; and performing time synchronization according to the AM timestamp in the sent and received 1588 event message. In the present invention, a fixed period AM signal is timestamped at the interface of the PCS inside the PHY and the PMA, to eliminate an internal delay error of the PCS, thereby improving time synchronization accuracy.

(57) 摘要: 本发明提供了一种以太网时间同步方法及装置, 该方法包括: 在以太网的物理层PHY内部的物理编码子层PCS与物理媒体附加子层PMA接口处, 对对齐标识AM信号打上时间戳; 将所述AM时间戳携带在对应的1588事件报文中; 根据发送和接收的1588事件报文中携带的AM时间戳进行时间同步。在本发明中, 通过在PHY内部PCS与PMA接口处对固定周期AM信号打时间戳, 从而消除PCS内部时延误差的影响, 提高时间同步精度。

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

以太网时间同步方法及装置

技术领域

本发明涉及通信领域，具体而言，涉及一种以太网时间同步方法及装置。

背景技术

随着通信技术的发展，对现有的时间同步技术的同步精度要求越来越高。尤其是 5G 无线通信的发展，对于网络设备的同步精度要求达到 10 纳秒以内级别，一般传统的 GPS 同步方式受限于环境及成本，而现有的基于以太网 1588 的同步方式精度受限于底层，时延不确定性，一般只能达到几十纳秒到微秒级别。

发明内容

本发明实施例提供了一种以太网时间同步方法及装置，以至少解决相关技术中基于以太网 1588 的同步方式，时延不确定，同步精度不高的问题。

根据本发明的一个实施例，提供了一种以太网时间同步方法，包括：在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层 PCS 与物理媒体附加子层 PMA 接口处，对对齐标识 AM 信号打上时间戳；将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中；根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

可选地，对所述 AM 信号打上时间戳包括：对所述 AM 信号打上发送时间戳或对所述 AM 信号打上接收时间戳。

可选地，对所述 AM 信号打上发送时间戳包括：当 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时，AM 检测逻辑检测到所述 AM 出现，并通知 1588 时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳；1588 时间戳功能模块将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC；所述 MAC 在发

送的对应的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳。

可选地,在 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处之前,还包括:所述 MAC 感知所述 AM 产生时间。

可选地,所述 MAC 在发送的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳之前,还包括:所述 MAC 以感知的所述 AM 产生时间为起点,得到发送所述 1588 事件报文的时间窗口,并在所述时间窗口发送所述 1588 事件报文。

可选地,其中,所述时间窗口的起点是 MAC 感知当前 AM 通过 PCS 后,在 PCS 与 PMA 接口探测到的 AM 信号经过 1588 打戳功能打上时间戳后返回给 MAC 的 AM 时间戳的时刻之后,所述时间窗口的终点是 MAC 感知到下个 AM 的时刻。

可选地,1588 时间打戳功能模块将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC 之后,还包括:将所述 AM 发送时间戳缓存;当接收到下一个 AM 发送时间戳时,对缓存中的 AM 发送时间戳进行更新。

可选地,所述 MAC 在发送的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳包括:将高层协议发送过来的所述 1588 事件报文进行缓存;将缓存后的 1588 事件报文在所述发送时间窗口内发送,发送时取出发送 AM 时间戳缓存中的 AM 时间戳插入到所述 1588 事件报文的时间戳字段中。

可选地,对所述 AM 信号打上接收时间戳包括:当 AM 随接收数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时,AM 检测逻辑检测到所述 AM 出现,并通知 1588 时间打戳功能模块记录下所述 AM 的接收时间戳;所述 1588 时间打戳功能模块将所述 AM 接收时间戳传给所述 MAC;所述 MAC 将所述 AM 接收时间戳与接收到的对应的 1588 事件报文进行关联,并上报至高层协议。

可选地,所述 PCS 为多通道 PCS 或单通道 PCS,当所述 PCS 为多通道 PCS 时,仅对其中一条通道中的 AM 信号打上时间戳。

根据本发明的另一个实施例,提供了一种以太网时间同步装置,包括:

时间戳功能模块, 设置为在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层 PCS 与物理媒体附加子层 PMA 接口处, 对对齐标识 AM 信号打上时间戳; MAC 模块, 设置为将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中; 高层协议功能模块, 设置为根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

可选地, 所述 AM 时间戳包括 AM 发送时间戳和 AM 接收时间戳。

可选地, 所述装置还包括: AM 检测逻辑, 设置为当 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时, 检测到所述 AM 出现时, 通知所述时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳; 所述时间戳功能模块, 还设置为将所述 AM 发送时间戳回传给 MAC; 所述 MAC 模块还设置为, 在发送的对应的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳。

可选地, 所述 MAC 模块, 还设置为感知所述 AM 产生时间。

可选地, 所述 MAC 模块, 还设置为以感知的所述 AM 产生时间为起点, 得到发送所述 1588 事件报文的时间窗口, 并在所述时间窗口发送所述 1588 事件报文。

可选地, 其中, 所述时间窗口的起点是 MAC 感知当前 AM 通过 PCS 后, 在 PCS 与 PMA 接口探测到的 AM 信号经过 1588 打戳功能打上时间戳后返回给 MAC 的 AM 时间戳的时刻之后, 所述时间窗口的终点是 MAC 感知到下个 AM 的时刻。

可选地, 所述装置还包括: 时间戳缓存模块, 设置为将所述 AM 发送时间戳缓存, 当接收到下一个 AM 发送时间戳时, 对缓存中的 AM 发送时间戳进行更新。

可选地, 所述装置还包括: 1588 事件报文缓存模块, 设置为将高层协议发送过来的所述 1588 事件报文进行缓存; 时间戳插入模块, 设置为将缓存后的 1588 事件报文在所述发送时间窗口内发送, 发送时取出发送 AM 时间戳缓存中的 AM 时间戳插入到所述 1588 事件报文的时间戳字段中。

可选地, 所述装置还包括: AM 检测逻辑, 设置为当 AM 随接收数据

流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时，检测到所述 AM 出现后，通知时间戳功能模块记录下所述 AM 的接收时间戳；所述时间戳功能模块，设置为将所述 AM 接收时间戳传给所述 MAC；所述 MAC 模块，还设置为将所述 AM 接收时间戳与接收到的对应的 1588 事件报文进行关联，并上报至高层协议。

可选地，所述 PCS 为多通道 PCS 或单通道 PCS，当所述 PCS 为多通道 PCS 时，仅对其中一条通道中的 AM 信号打上时间戳。

根据本发明的又一个实施例，还提供了一种存储介质，所述存储介质中存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被设置为运行时执行上述方法实施例中的步骤。

根据本发明的又一个实施例，还提供了一种电子装置，包括存储器和处理器，所述存储器中存储有计算机程序，所述处理器被设置为运行所述计算机程序以执行上述方法实施例中的步骤。

在本发明的上述实施例中，基于 1588 同步方式，在 PHY 内部 PCS 与 PMA 接口处对固定周期 AM 信号打时间戳来替代 1588 事件报文头打时间戳，从而消除 PCS 内部时延误差的影响，提高时间同步精度。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

图 1 是根据本发明实施例的以太网时间同步方法的流程图；

图 2 是根据本发明实施例的边界 A、B 和 C 上 1588 事件报文消息头打时间戳示意图；

图 3 是根据本发明实施例的边界 AA 以及各功能模块之间的关系示意图；

图 4 是根据本发明实施例在发送侧和接收侧在边界 A 和边界 AA 上发

送和接收同一个 1588 事件报文的时间关系示意图；

图 5 是根据本发明实施例的 1588 事件报文发送示意图。

图 6 是根据本发明实施例的以太网时间同步装置结构示意图；

图 7 是根据本发明另一实施例的以太网时间同步装置结构示意图。

具体实施方式

下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

为了克服现有技术中 MAC 与 PHY 接口处使用 1588 事件报文头打时间戳，存在 PHY 内部时延误差导致同步精度降低问题，本发明实施例提供一种时间同步方法。在本实施例中，基于 1588 同步方式，通过在 PHY 内部使用 PCS AM 标记打时间戳来代替现有的 1588 事件报文头打时间戳的方案，从而提高时间同步精度。

图 1 是根据本发明实施例的以太网时间同步方法的流程图，如图 1 所示，该流程包括如下步骤：

步骤 S102，在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层 PCS 与物理媒体附加子层 PMA 接口处，对对齐标识 AM 信号打上时间戳；

步骤 S104，将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中；

步骤 S106，根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

下面通过从发送方向和接收方向对上述实施例进行详细描述。

对于发送方向：

1. MAC 感知每个 AM 产生时间。在本实施例中，可以是 PCS 内部产

生通知 MAC，也可以是 MAC 帮 PCS 产生 AM 并送给 PCS；

2. AM 在 PCS 内随数据流处理完成通过 PCS 与 PMA 的接口处（称为 AA 点）时，AA 点处发送 AM 检测逻辑会检测到 AM 出现，同时通知 1588 时间戳功能模块记录下 AM 发送时间戳；

3. 1588 时间戳功能模块把 AM 发送时间戳回传给 MAC；

4. MAC 以每个 AM 感知的时间为起点，得到可以发送 1588 事件报文的时间窗口，1588 事件报文控制在此窗口内发出，发出时报文内携带的时间戳字段改成当前收到的最新 AM 发送时间戳。

对于接收方向：

1. 在 AA 点处接收 AM 检测逻辑会检测到 AM 出现，检测出现时通知 1588 时间戳功能模块记录下 AM 接收时间戳；

2. 1588 时间戳功能模块把 AM 接收时间戳传给 MAC；

3. MAC 接收到发送的 1588 事件报文时，取上最新收到的 AM 接收时间戳，建立起此 1588 事件报文与接收 AM 时间戳的关联并一起上报高层协议功能模块。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台终端设备（可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本发明各个实施例所述的方法。

本发明实施例还提供了一种以太网时间同步装置。该以太网时间同步装置包括以下模块：高层协议功能模块、1588 时间戳功能模块、PMA 模块、MAC 模块、PCS 模块、发送接收 AM 检测功能模块。

其中，高层协议模块和 PMA 模块以及 1588 时间戳模块与现有技术

基本相同，主要是对 MAC 模块和 PCS 模块的功能进行了相应的改造，对于发送接收 AM 检测功能模块是新增功能。

下面将对各模块的功能以及模块之间的数据交互进行详细的描述。

MAC 将高层送来的发送数据报文经过处理成帧后送给 PCS 发送通路，将 PCS 接收通路收到的帧经过处理后给到高层协议模块。数据报文包括非 1588 事件的业务报文以及 1588 事件报文，对于 1588 发送事件报文，MAC 需要把 1588 时间戳功能模块最新送来的发送 AM 时间戳更新到报文字段内，对于 MAC 接收侧识别出来 1588 事件报文，MAC 会把 1588 时间戳功能模块最新送来的接收 AM 时间戳与当前 1588 报文关联并通知高层。

PCS 发送方向收到 MAC 的发送帧后进行编码处理送给到 PMA，PCS 接收方向收到 PMA 的数据经过解码后把帧传给 MAC。PCS 发送方向如果 MAC 提供 AM 产生功能的话直接跳过 AM 产生逻辑做后续编码，如果 PCS 自己产生 AM 的话需要把 AM 产生时间点反馈给 MAC。另外根据需要 PCS 可以提供一些辅助信息帮助外部发送接收 AM 检测功能模块。

发送接收 AM 检测功能模块在边界 AA 处检测 PCS 与 PMA 交互的发送和接收数据中的 AM 信息，检测到 AM 时通知 1588 时间戳模块打上发送和接收 AM 时间戳。

1588 时间戳模块收到发送接收 AM 检测功能模块检测到 AM 时的收发两路打戳请求时，使用 1588 时钟记录下时间戳信息，再把此两路时间戳信息传给 MAC。

与现有技术相比，在上述实施例中，使得底层延迟误差缩小，达到了时间同步精度提高效果。

下面结合附图对本发明实施例作进一步的详细描述：

如图 2 所示，现有的 1588 技术打时间戳位置从高层往下依次在边界 C、边界 B 和边界 A。其中，边界 A 为最底层边界，即 MAC 和 PHY 的边界。在边界位置上打时间戳的触发点为 1588 事件报文头。如果在最底层边界

A 打戳，还存在 PHY 内部的时延误差影响时间同步精度。

如图 3 所示，在原来的边界 A 更底层，也就是 PHY 内的 PCS 层与 PMA 层之间设置边界 AA，在边界 AA 去打时间戳，由于 1588 事件报文在此边界已经是随机数据很难识别，在此边界可以利用 PCS 内部本身存在且能识别的 AM 标识来打时间戳，用来代替 1588 事件报文头打戳。原 1588 事件报文在发送和接收触发打时间戳行为是同一个报文头数据，而现在发送和接收触发打时间戳行为是用同一个 AM。

本发明实施例使用的 AM 为 PCS 协议中添加的特殊码型，发送时固定周期产生并且携带在 PCS 处理数据流中发送出去，接收时在数据流中的 AM 用于 PCS 接收同步对齐。如图 4 所示，AM 是一种周期性产生的标识，具有固定周期 P_{AM} 。从发送侧 MAC 感知到 AM0，AM0 经过 PCS 编码输出到边界 AA，发送/接收 AM 检测功能模块在边界 AA 检测到 AM0 时通知 1588 时间打戳功能模块打上时间戳 T_{AM0-TX} ，1588 时间打戳模块再把此时间戳传回给 MAC，这段来回传输时间为 $t_{AM-delay}$ 。因为 PCS 发送通路延迟存在不确定性， $t_{AM-delay}$ 是一个不确定值，MAC 需要保证 AM0 对应的的时间戳传到 MAC 后，下一个 AM1 产生前的时间窗口 W_{msg} 内才能发送出 1588 事件报文，否则发送接收与当前 1588 事件报文绑定的 AM 可能不是同一个 AM。假设 1588 事件报文超出 AM0 对应的的时间窗口上边界，即感知 AM0 后不足 $t_{AM-delay}$ 时间发出 1588 事件报文，由于事件报文发出时要取最新的 AM 发送时间戳，而这时 AM0 的发送时间戳还没返回就会取到历史值即上一个 AM 发送时间戳，这时这个 1588 事件报文在发送侧绑定的发送 AM 是上一个，而接收是绑定的当前 AM0。假设 1588 事件报文超出 AM0 对应的的时间窗口下边界即在感知 AM1 之后，发送 AM1 的时间戳没更新好时发送 1588 事件，发送侧绑定的 AM 还是 AM0，但是接收侧绑定的可能是 AM1。

如图 5 所示，发送侧 1588 事件报文在边界 A 点控制在 AM0 发送窗口发送。此时，发送事件报文内部时间戳字段被更新成 AA 点发送 AM0

的时间戳 T_{AM0-TX} 。发送事件报文经过发送侧 AA 点后通过底层传输来到接收侧的 AA 点，此时，AM0 在发送事件报文通过前就已经来到接收侧 AA 点，并被接收 AM 检测功能模块检测到。接收 AM0 时间戳 T_{AM0-RX} 被 1588 时间戳功能模块记录，并赶在接收侧 A 点收到 1588 事件报文之前到达，因此，A 点收到发送对应的 1588 事件报文时绑定使用的最新接收 AM 时间戳为接收 AM0 时间戳 T_{AM0-RX} 。

由于高层协议并不知晓底层窗口时间，而且高层到 MAC 的延迟也是不固定的，因此 MAC 收到 1588 事件报文的时刻是随机的。而 1588 事件报文有发送时间窗口限制，不能对 1588 报文即时转发，其他报文没有此限制，因此 MAC 发送通路对于此处有额外的控制。其结构如图 5 所示。

经高层协议功能模块发送过来的报文经过报文识别分发后，分离出 1588 事件报文写入到 1588 事件报文缓存模块。如果 1588 事件报文缓存模块有报文进入，则把缓存状态发给时间窗口控制模块。时间窗口控制模块得到的时间窗口内看到缓存状态非空且报文识别分发模块没检测到报文发送时，输出报文暂定请求通知源头不要发包，然后通知 1588 事件报文缓存模块读取报文，同时给数据选择模块切换到选择 1588 时间报文输出。1588 事件报文缓存模块输出报文到时间戳插入模块时，时间戳插入模块从发送 AM 时间戳缓存中读出时间戳插入到报文内部字段最后经过数据选择模块选中输出。

对于 AM 时间戳缓存模块，每个 AM 发送后都会输入给 AM 时间戳缓存模块发送 AM 时间戳，每次输入把旧的值更新成最新输入值。

送入发送 AM 时间戳时发完 1588 事件报文后，1588 事件报文缓存模块的缓存状态为空，时间窗口控制模块收回发送报文暂停，并且收回事件报文读出指示和 1588 事件报文数据选择控制，发送的非 1588 事件报文穿过报文数据选择模块输出。

本发明实施例提供的上述技术方案适用于所有在 PCS 中使用了 AM 的系统中，包括多 lane 的 PCS 以及单 lane 使用了 RSFEC（里德所罗门前

向纠错编码)场景。对于多 lane 场景,只需要对其中 1 条物理 lane 的 AM 打时间戳。尤其是对于复杂的多 lane 场景由于每条 lane 的延迟不一至,PCS 延迟不确定性更大,对于这种系统的时间同步精度收益更大。

在本实施例中还提供了一种以太网时间同步装置,该装置用于实现上述实施例及优选实施方式,已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的,术语“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现,但是硬件,或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

本发明实施例提供了一种以太网时间同步装置。图 6 是根据本发明实施例的以太网时间同步装置结构框图。本实施例的在模块功能的划分上与前文中的装置实施例有所不同。如图 6 所示,该装置包括:时间戳功能模块 10、MAC 模块 20 和高层协议功能模块 30。

时间戳功能模块 10 设置为在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层与物理媒体附加子层 PMA 接口处,对对齐标识 AM 信号打上时间戳。MAC 模块 20 设置为将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中。高层协议功能模块 30 设置为根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

图 7 是根据本发明实施例的以太网时间同步装置的结构框图,如图 7 所示,该装置除包括图 6 所示的所有模块外,还包括 AM 检测逻辑 40、物理编码子层模块 50、时间戳缓存模块 60、报文缓存模块 70 和时间戳插入模块 80。

AM 检测逻辑 40 设置为当 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时,检测到所述 AM 出现时,通知所述时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳。

所述时间戳功能模块 10 还设置为将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC 模块 20。所述 MAC 模块 50 还设置为在发送的对应的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳。

所述 MAC 模块 20 还设置为以感知的所述 AM 产生时间为起点，得到发送所述 1588 事件报文的时间窗口，并在所述时间窗口发送所述 1588 事件报文。

时间戳缓存模块 60 设置为将所述 AM 发送时间戳缓存，当接收到下一个 AM 发送时间戳时，对缓存中的 AM 发送时间戳进行更新。

报文缓存模块 70 设置为将高层协议功能模块 30 发送过来的所述 1588 事件报文进行缓存。

时间戳插入模块 80 设置为将所述缓存中的发送 AM 时间戳插入到所述 1588 事件报文的时间戳字段中。

AM 检测逻辑 40 还设置为当 AM 随接收数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时，检测到所述 AM 出现后，通知时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳；

所述时间戳功能模块 10 还设置为将所述 AM 接收时间戳传给所述 MAC。

所述 MAC 模块 20 还设置为将所述 AM 接收时间戳与接收到的对应的 1588 事件报文进行关联，并上报至高层协议功能模块 30。

需要说明的是，上述各个模块是可以通过软件或硬件来实现的，对于后者，可以通过以下方式实现，但不限于此：上述模块均位于同一处理器中；或者，上述各个模块以任意组合的形式分别位于不同的处理器中。

本发明的实施例还提供了一种存储介质，该存储介质中存储有计算机程序，其中，该计算机程序被设置为运行时执行上述方法实施例中的步骤。

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以包括但不限于：U 盘、只读存储器（Read-Only Memory，简称为 ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory，简称为 RAM）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储计算机程序的介质。

本发明的实施例还提供了一种电子装置，包括存储器和处理器，该存

存储器中存储有计算机程序，该处理器被设置为运行计算机程序以执行上述方法实施例中的步骤。

显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，并且在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本发明不限制于任何特定的硬件和软件结合。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种以太网时间同步方法，包括：

在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层 PCS 与物理媒体附加子层 PMA 接口处，对对齐标识 AM 信号打上时间戳；

将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中；

根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，对所述 AM 信号打上时间戳包括：

对所述 AM 信号打上发送时间戳或对所述 AM 信号打上接收时间戳。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，对所述 AM 信号打上发送时间戳包括：

当 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时，AM 检测逻辑检测到所述 AM 出现，并通知 1588 时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳；

1588 时间戳功能模块将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC；

所述 MAC 在发送的对应的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，在 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处之前，还包括：

所述 MAC 感知所述 AM 产生时间。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述 MAC 在发送的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳之前，还包括：

所述 MAC 以感知的所述 AM 产生时间为起点，得到发送所述 1588 事件报文的时间窗口，并在所述时间窗口发送所述 1588 事件报文。

6.根据权利要求 5 所述的方法,其中,其中,所述时间窗口的起点是 MAC 感知当前 AM 通过 PCS 后,在 PCS 与 PMA 接口探测到的 AM 信号经过 1588 打戳功能打上时间戳后返回给 MAC 的 AM 时间戳的时刻之后,所述时间窗口的终点是 MAC 感知到下个 AM 的时刻。

7.根据权利要求 5 所述的方法,其中,1588 时间打戳功能模块将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC 之后,还包括:

将所述 AM 发送时间戳缓存;

当接收到下一个 AM 发送时间戳时,对缓存中的 AM 发送时间戳进行更新。

8.根据权利要求 7 所述的方法,其中,所述 MAC 在发送的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳包括:

将高层协议发送过来的所述 1588 事件报文进行缓存;

将缓存后的 1588 事件报文在所述发送时间窗口内发送,发送时取出发送 AM 时间戳缓存中的 AM 时间戳插入到所述 1588 事件报文的时间戳字段中。

9. 根据权利要求 2 所述的方法,其中,对所述 AM 信号打上接收时间戳包括:

当 AM 随接收数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时,AM 检测逻辑检测到所述 AM 出现,并通知 1588 时间打戳功能模块记录下所述 AM 的接收时间戳;

所述 1588 时间打戳功能模块将所述 AM 接收时间戳传给所述 MAC;

所述 MAC 将所述 AM 接收时间戳与接收到的对应的 1588 事件报文进行关联,并上报至高层协议。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述 PCS 为多通道 PCS 或单通道 PCS,当所述 PCS 为多通道 PCS 时,仅对其中一条通道中

的 AM 信号打上时间戳。

11. 一种以太网时间同步装置，包括：

时间戳功能模块，设置为在以太网的物理层 PHY 内部的物理编码子层 PCS 与物理媒体附加子层 PMA 接口处，对对齐标识 AM 信号打上时间戳；

MAC 模块，设置为将所述 AM 时间戳携带在对应的 1588 事件报文中；

高层协议功能模块，设置为根据发送和接收的 1588 事件报文中携带的 AM 时间戳进行时间同步。

12. 根据权利要求 11 所述的装置，其中，所述 AM 时间戳包括 AM 发送时间戳和 AM 接收时间戳。

13. 根据权利要求 12 所述的装置，其中，还包括：

AM 检测逻辑，设置为当 AM 随发送数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时，检测到所述 AM 出现时，通知所述时间戳功能模块记录下所述 AM 的发送时间戳；

所述时间戳功能模块，还设置为将所述 AM 发送时间戳回传给所述 MAC 模块；

所述 MAC 模块还设置为，在发送的对应的 1588 事件报文中携带所述 AM 发送时间戳。

14. 根据权利要求 13 所述的装置，其中，所述 MAC 模块，还设置为感知所述 AM 产生时间。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其中，

所述 MAC 模块，还设置为以感知的所述 AM 产生时间为起点，得到发送所述 1588 事件报文的时间窗口，并在所述时间窗口发送所述 1588 事件报文。

16. 根据权利要求 15 所述的装置, 其中, 所述时间窗口的起点是 MAC 感知当前 AM 通过 PCS 后, 在 PCS 与 PMA 接口探测到的 AM 信号经过 1588 打戳功能打上时间戳后返回给 MAC 的 AM 时间戳的时刻之后, 所述时间窗口的终点是 MAC 感知到下个 AM 的时刻。

17. 根据权利要求 15 所述的装置, 其中, 还包括:

时间戳缓存模块, 设置为将所述 AM 发送时间戳缓存, 当接收到下一个 AM 发送时间戳时, 对缓存中的 AM 发送时间戳进行更新。

18. 根据权利要求 17 所述的装置, 其中, 还包括:

1588 事件报文缓存模块, 设置为将高层协议发送过来的所述 1588 事件报文进行缓存;

时间戳插入模块, 设置为将缓存后的 1588 事件报文在所述发送时间窗口内发送, 发送时取出发送 AM 时间戳缓存中的 AM 时间戳插入到所述 1588 事件报文的时间戳字段中。

19. 根据权利要求 12 所述的装置, 其中, 还包括:

AM 检测逻辑, 设置为当 AM 随接收数据流通过所述 PCS 与所述 PMA 接口处时, 检测到所述 AM 出现后, 通知时间戳功能模块记录下所述 AM 的接收时间戳;

所述时间打戳功能模块, 设置为将所述 AM 接收时间戳传给所述 MAC;

所述 MAC 模块, 还设置为将所述 AM 接收时间戳与接收到的对应的 1588 事件报文进行关联, 并上报至高层协议。

20. 根据权利要求 11 所述的装置, 其中, 所述 PCS 为多通道 PCS 或单通道 PCS, 当所述 PCS 为多通道 PCS 时, 仅对其中一条通道中的 AM 信号打上时间戳。

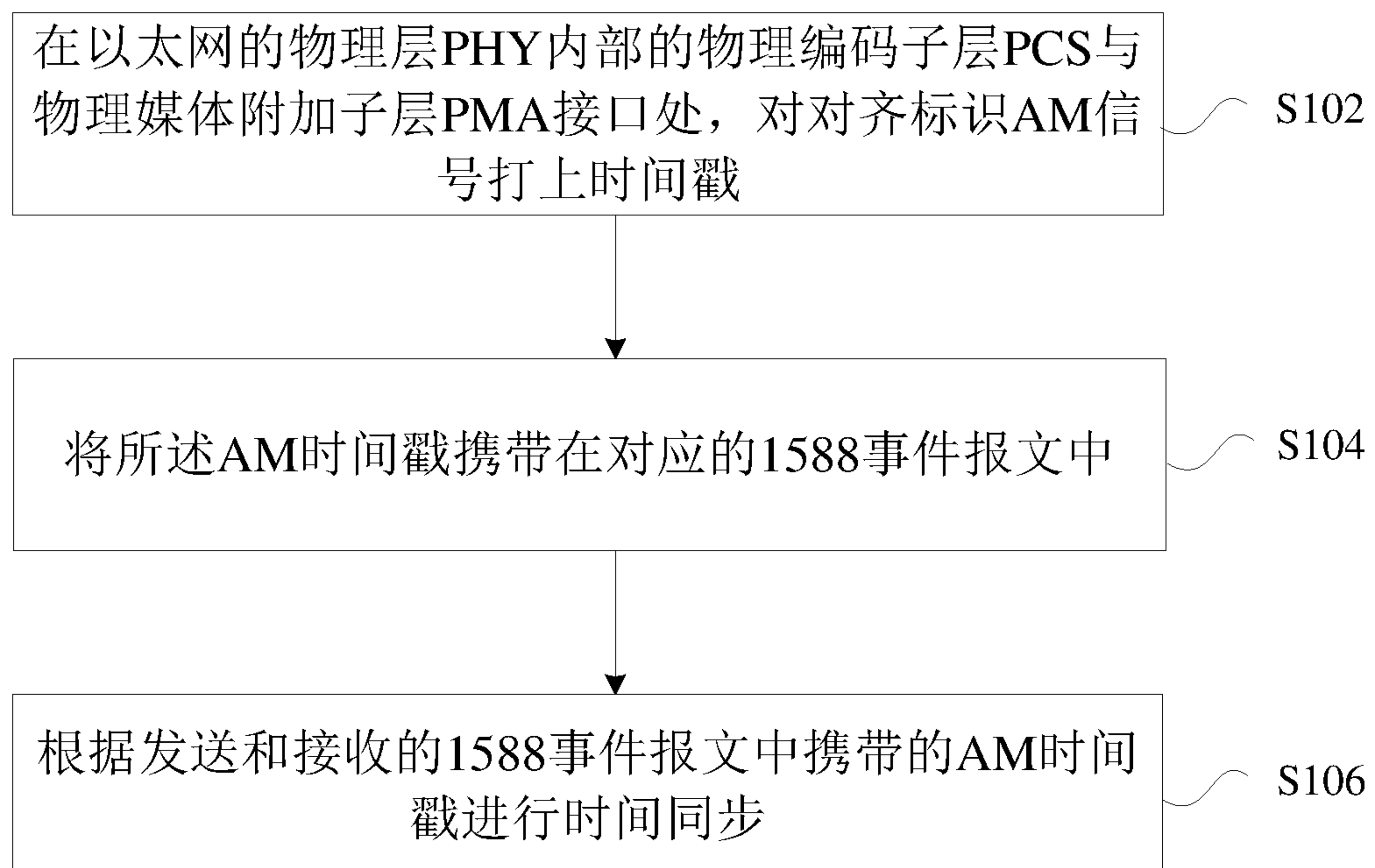


图 1

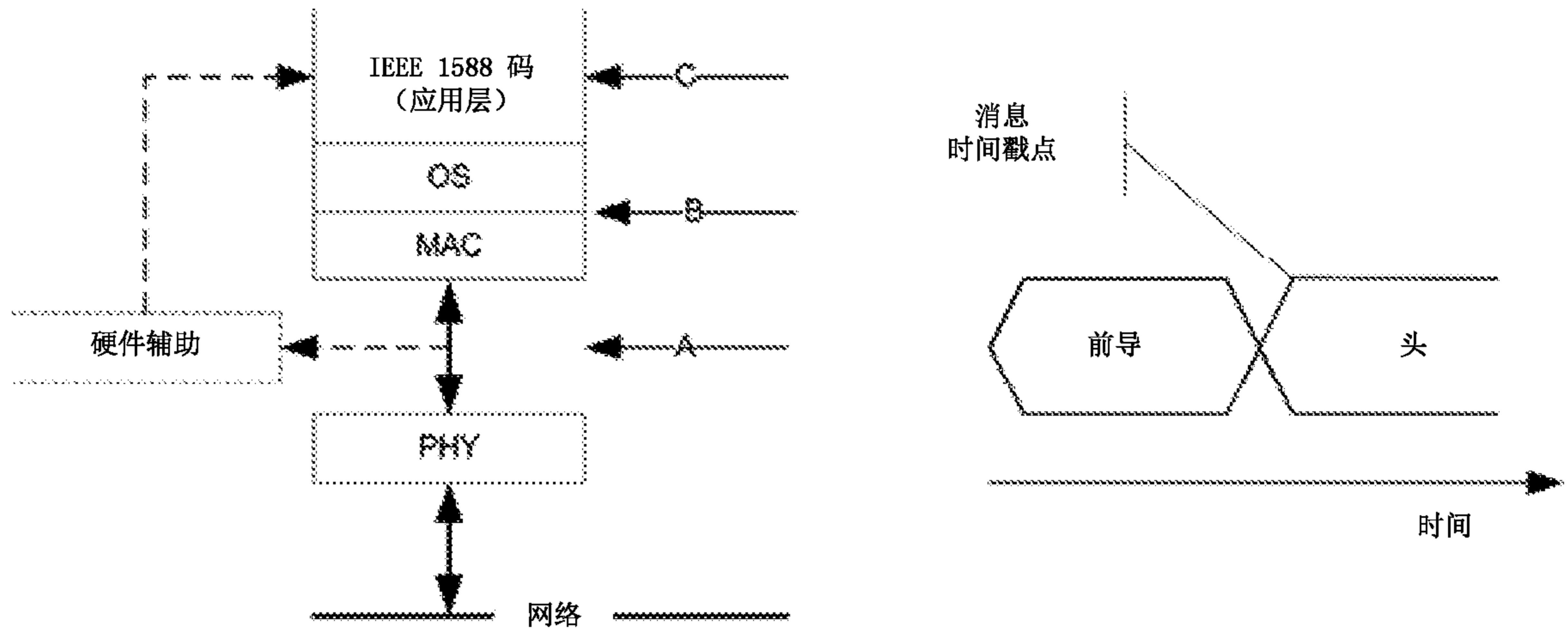


图 2

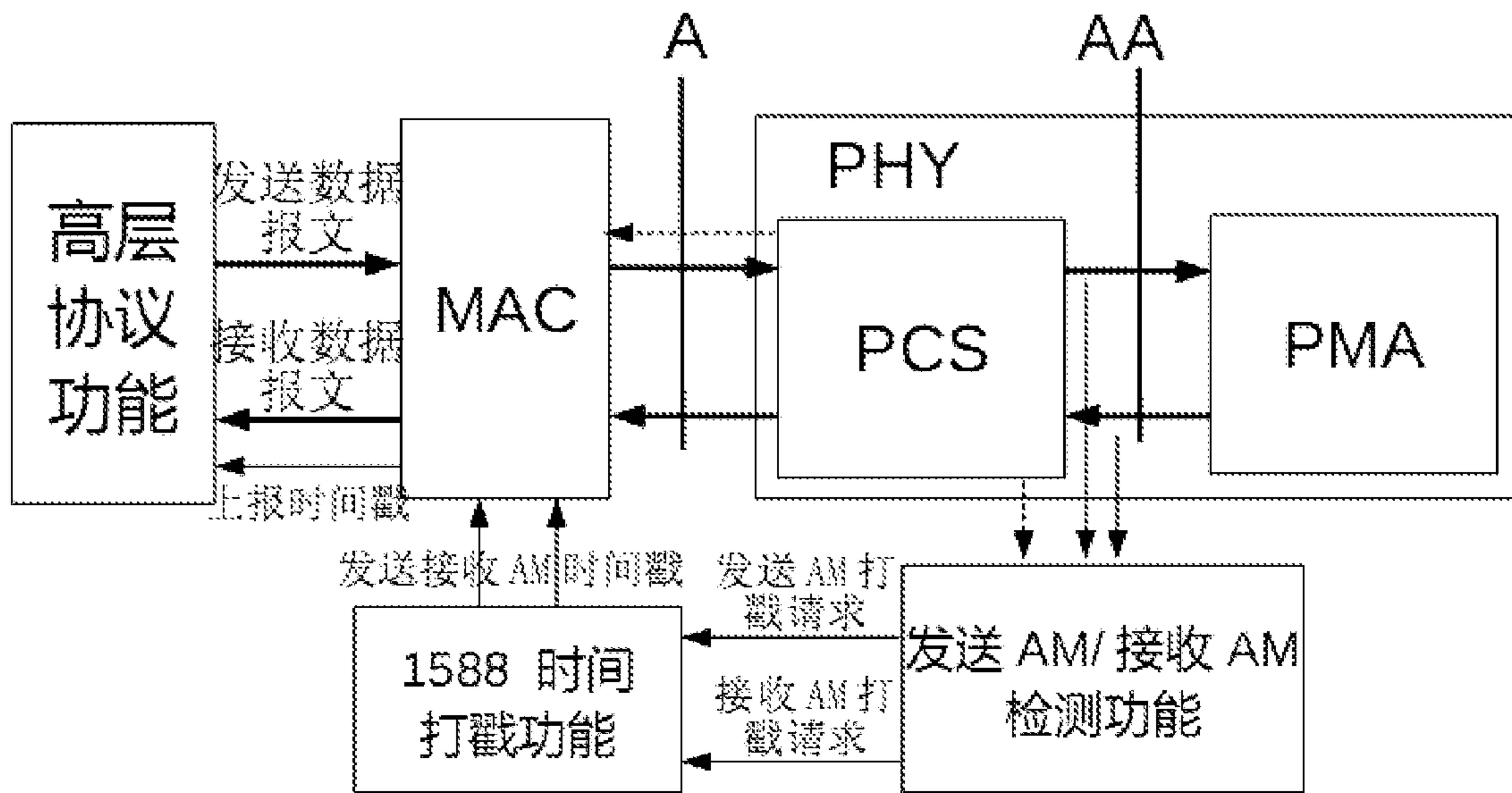


图 3



图 4

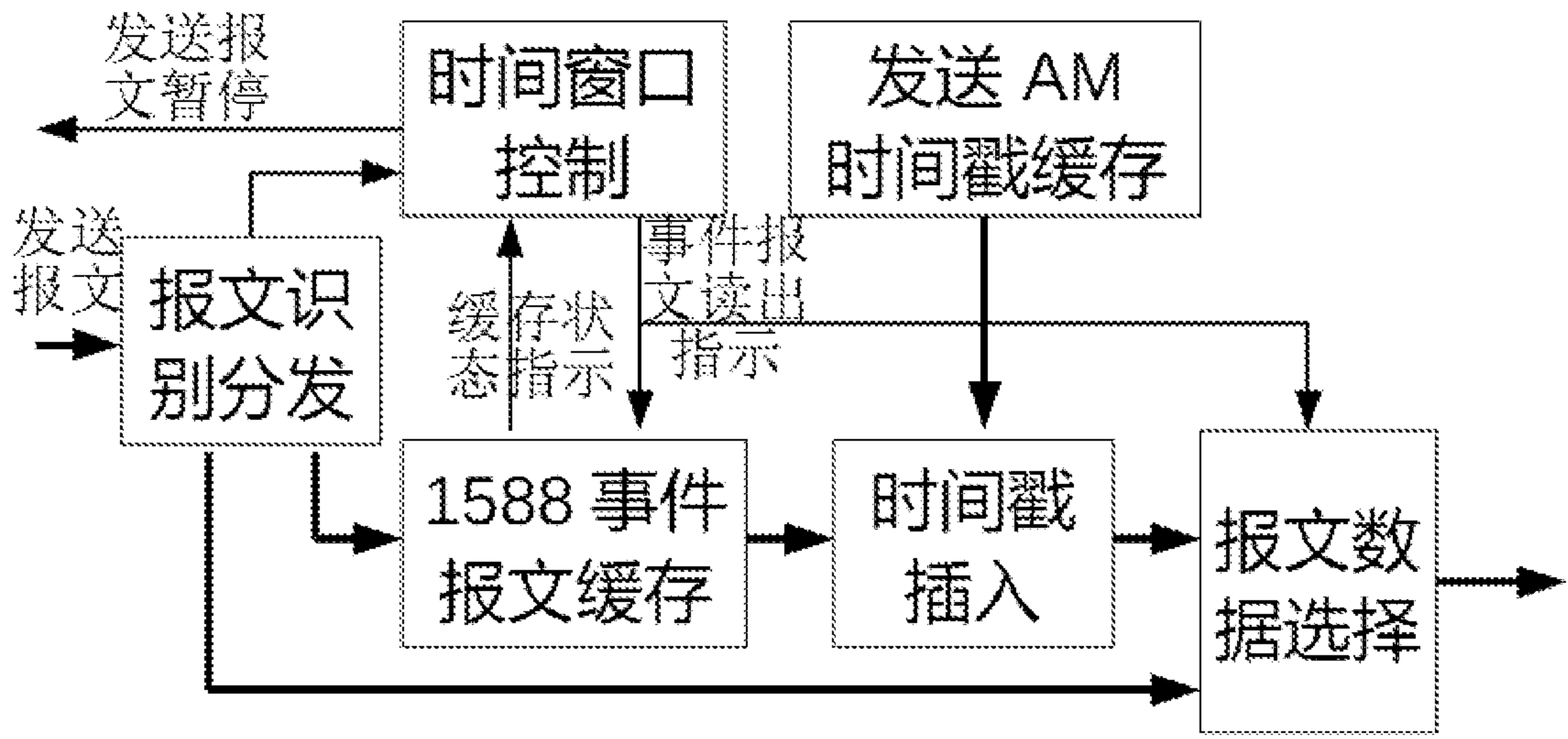


图 5



图 6



图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/129834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04J 3/06(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) H04J 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) CNABS, CNKI, VEN, CNTXT, USTXT, 3GPP: 时间, 同步, 时钟, 以太网, 物理层, 底层, 子层, 媒介适配层, 对齐, 标志, 标识, 时间戳, 报文, 包, 分组, 事件, 接口, 高层, 检测, 精度, 延迟, 1588, SYNC+, CLOCK, ETHERNET, PHY, LAYER, PCS, PMA, INTERFACE, AM, ALIGNMENT, MARKER, SUBLAYER, TIMESTAMP, PACKET, EVENT, DETECT+, MEASUR+, ACCURACY, DELAY		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103812592 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 21 May 2014 (2014-05-21) description paragraphs 1-5, 46-84, figures 1-6	1-20
A	US 2019273571 A1 (INTEL CORPORATION) 05 September 2019 (2019-09-05) entire document	1-20
A	CN 103647615 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 19 March 2014 (2014-03-19) entire document	1-20
A	CN 102970095 A (HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY) 13 March 2013 (2013-03-13) entire document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 22 January 2021		Date of mailing of the international search report 03 February 2021
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) 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/CN2020/129834

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103812592	A	21 May 2014	CN	103812592	B	13 July 2016
US	2019273571	A1	05 September 2019	None			
CN	103647615	A	19 March 2014	CN	103647615	B	25 May 2016
CN	102970095	A	13 March 2013	CN	102970095	B	25 March 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/129834

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04J 3/06 (2006.01) i</p> <p>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</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)</p> <p>H04J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNKI, VEN, CNTXT, USTXT, 3GPP:时间, 同步, 时钟, 以太网, 物理层, 底层, 子层, 媒介适配层, 对齐, 标志, 标识, 时间戳, 报文, 包, 分组, 事件, 接口, 高层, 检测, 精度, 延迟, 1588, SYNC+, CLOCK, ETHERNET, PHY, LAYER, PCS, PMA, INTERFACE, AM, ALIGNMENT, MARKER, SUBLAYER, TIMESTAMP, PACKET, EVENT, DETECT+, MEASUR+, ACCURACY, DELAY</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 103812592 A (南京航空航天大学) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第1-5、46-84段, 附图1-6</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019273571 A1 (INTEL CORPORATION) 2019年 9月 5日 (2019 - 09 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103647615 A (华为技术有限公司) 2014年 3月 19日 (2014 - 03 - 19) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102970095 A (杭州电子科技大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 103812592 A (南京航空航天大学) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第1-5、46-84段, 附图1-6	1-20	A	US 2019273571 A1 (INTEL CORPORATION) 2019年 9月 5日 (2019 - 09 - 05) 全文	1-20	A	CN 103647615 A (华为技术有限公司) 2014年 3月 19日 (2014 - 03 - 19) 全文	1-20	A	CN 102970095 A (杭州电子科技大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	CN 103812592 A (南京航空航天大学) 2014年 5月 21日 (2014 - 05 - 21) 说明书第1-5、46-84段, 附图1-6	1-20															
A	US 2019273571 A1 (INTEL CORPORATION) 2019年 9月 5日 (2019 - 09 - 05) 全文	1-20															
A	CN 103647615 A (华为技术有限公司) 2014年 3月 19日 (2014 - 03 - 19) 全文	1-20															
A	CN 102970095 A (杭州电子科技大学) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-20															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2021年 1月 22日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2021年 2月 3日</p>															
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>叶坚</p> <p>电话号码 86- (010) -62412113</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/129834

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	103812592	A	2014年 5月 21日	CN	103812592	B	2016年 7月 13日
US	2019273571	A1	2019年 9月 5日	无			
CN	103647615	A	2014年 3月 19日	CN	103647615	B	2016年 5月 25日
CN	102970095	A	2013年 3月 13日	CN	102970095	B	2015年 3月 25日