

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96195101. X

[45] 授权公告日 2002 年 6 月 26 日

[11] 授权公告号 CN 1086878C

[22] 申请日 1996. 6. 27
 [21] 申请号 96195101. X
 [30] 优先权
 [32] 1995. 6. 27 [33] EP [31] 95304531. 7
 [86] 国际申请 PCT/GB96/01556 1996. 6. 27
 [87] 国际公布 WO97/01896 英 1997. 1. 16
 [85] 进入国家阶段日期 1997. 12. 29
 [73] 专利权人 英国电讯有限公司
 地址 英国伦敦
 [72] 发明人 约翰·艾伦·奎尔
 [56] 参考文献
 EPO616443 1994. 9. 21 H04J3/06
 EPO616444 1994. 9. 21 H04J3/06
 审查员 秦力军

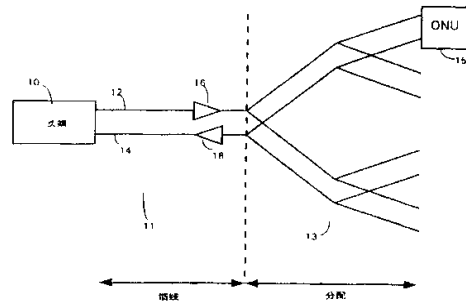
[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
 代理人 蹇 炜

权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图页数 3 页

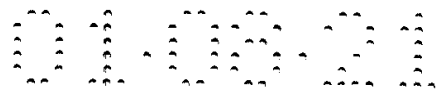
[54] 发明名称 数字通信网中的同步

[57] 摘要

在包括连接头端(10)与多个光学网单元(15)的分支无源光学网(11,13)的数字通信网中,在网络需要从开始初始化时通过测距来同步所有光学网单元与头端(10)占用的时间最少。这是通过使网络(14)上游方向上的所有带宽都可利用于路程测距的目的来达到的。一旦测定了整个网络的距离,便可使带宽以正常方式利用于组合的数据通信与操作及管理功能。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种包括一个中央台及多个外部台的通信网，这些外部台采用时分多址联接在上游信道上将信号传输到中央台，而采用时分复用在下游信道上从中央台接收信号，其中各外部台具有定时装置，用于将该台的测距操作所确定的定时调整作用在其传输上，以补偿从外部台到中央台的不同传输延时，及其中该网络可在下述模式中操作：

在操作模式中，在其中外部台以具有多个包含业务数据的帧及至少一个为测距操作保留的帧的帧结构向中央台传输；

其特征在于，该网络可在下述模式中操作：

在起动模式中，在其中执行测距操作，及在其中对于已执行过测距操作的外部台，制止其传输业务数据直到对于其余外部台已执行过测距操作之后，由此使所述上游信道上的容量可利用来进行比在所述操作模式中可能进行的更频繁的测距操作。

2、按照权利要求 1 的通信网，其特征在于，该中央台包括：

用于传输第一信号到给定的外部台的装置；以及

响应来自外部台的第二信号的接收时间，确定第二信号的实际接收时间与要求的接收时间之间的时间差，及将表示该差的第三信号传输给该外部台的装置，以及各外部台包括：

响应所述第一信号的接收在基准时间上传输所述第二信号的装置；以及

响应所述第三信号以改变所述基准时间，使得来自该外部台的后续信号在要求的时间上到达的装置。

3、按照权利要 2 的网络，其特征在于，该中央台具有一循环计数器；各外部台具有一配置成与中央台的计数器同步的循环计数器，并且在各外部台上的改变基准时间的装置可进行操作将与该外部台关联的循环计数器的相位相对于与中央台关联的循环计数器的相位改变

由第三信号确定的一个量。

4、按照权利要求 1、2 或 3 的网络，其特征在于，这些信道是由一无源光学网提供的。

5、按照权利要求 4 的网络，其特征在于，该无源光学网包括至少一条包含光放大装置的光纤支线。

6、一种操作包括一个中央台及多个外部台的通信网的方法，包括采用时分多址联接在上游信道上将信号从外部台传输到中央台，及采用时分复用在下游信道上将信号从中央台传输到外部台，以及包括执行测距操作来确定外部台作用在它们的传输上以补偿从外部台到中央台的不同传输延时的定时调整，其中该方法包括下述步骤：

在操作模式中，以具有多个包含业务数据的帧及至少一个为测距操作保留的帧的帧结构，从外部台向中央台传输；以及

其特征在于，该方法还包括下述步骤：

在起动模式中，执行测距操作，及对于已执行过测距操作的外部台制止其从外部台传输业务数据，直到对于其余外部台执行过测距操作之后，由此使所述上游信道上的容量可利用于进行比在所述操作模式中可能进行的更频繁的测距操作。

7、按照权利要求 6 的方法，其特征在于，测距操作包括下述步骤：

a、从中央台传输第一信号到一个给定的外部台，使该外部台在基准时间上返回第二信号到中央台；

b、在中央台上接收第二信号，确定第二信号的实际接收时间与要求的接收时间之间的时间差，及生成第三信号用于使外部台改变所述基准时间，使得来自该外部台的后续信号在要求的时间上到达，

其中，为网络中的各外部台重复所述操作。

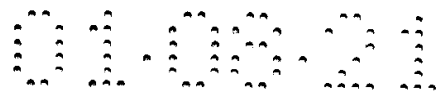
8、按照权利要求 7 的方法，其特征在于，中央台具有一循环计数器及各外部台具有一与中央台的计数器同步的循环计数器，以及为任何外部台所述改变基准时间是通过将与该外部台关联的循环计数器

的相位相对于与中央台关联的循环计数器的相位进行改变而实现的。

9、按照权利要求 6、7 或 8 的方法，其特征在于，这些信道是由一无源光学网提供的。

10、按照权利要求 9 的方法，其特征在于，该无源光学网包括至少一条包含光放大装置的光纤支线。

11、一种测距数字通信网中的外部台的方法，该网络包括在中央台与多个外部台之间的多条传输路径，其特征在于，实质上外部台与中央台之间的所有上游带宽都适用于测距。



说明书

数字通信网中的同步

本发明一般涉及数字通信网中数据同步的方法与装置。

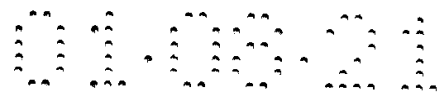
在无源光学网上的电话 (T P O N) 中, 来自单一头端或中央台 (交换机) 的数据是作为时分多路复用 (T D M) 数据帧流在分支光纤网上在下游方向上“广播”到通常在客户房屋中的多个光学网单元 (O N U) 或终端上的。

采用 T P O N 作为例子, 测距是使 O N U 例如利用时分多址联接 (T D M A) 协议能将数据向上游传输而不受其它 O N U 传输的数据破坏的已知过程。实际上测距补偿了 O N U 与头端之间传输时间上的差别以防止由来自头端的请求引起的来自 O N U 的数据在头端上的冲突。

在本申请人的欧洲专利 E P 3 1 8 3 3 2 B 1 中描述了包含测距过程的数字通信网中, 特别是在 T P O N 中, 管理数据传输的系统。在该专利所描述的系统中, 上游与下游方向上的带宽是配置成“复帧”的, 包括 8 0 个基本帧 (用于携带数据与内务信息) 与两个基本帧 (测距时隙) 用于测距。欧洲专利说明书 0 6 1 8 4 4 4 A 考虑一种类似的系统, 然而其中来自外部台的粗测距信号是在完整的复帧的持续时间中在低幅度上传输的, 但在主台上只在其它外部台不传输数据的测距窗口期间抽样。欧洲专利说明书 0 6 1 4 4 3 A 讨论为这一目的采用准过抽样测距位模式。

在本说明书中, 在为了清楚起见必要时, 名词“帧”与“时隙”是可以互换地使用的。

在测距过程中, 确定头端与各 O N U 之间的往返时间, 并在各 O N U 上加上可编程的传输时间延迟使得所有 O N U 实际上具有相同的



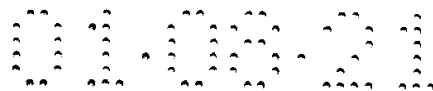
往返时间。通常，该过程需要精确到一个数据位以内。

测距一般采用两种形式：粗测距与精密测距。两种形式的测距使用专用的测距时隙（在 T P O N 中，测距时隙代表小于系统可利用的带宽的 2.5%）。粗测距通常在头端与 O N U 之间能开始“在线”数据通信之前进行。一旦完成了粗测距，例如对于 T P O N 达到 50 ns 的精度，便启动使精度达到 5 ns（1 位周期以内）以内的精确测距。然后在正常“在线”通信期间继续进行精确测距来补偿光学系统中的漂移。在本专利说明书的上下文中，“在线”包括通信网的用户之间有可能用诸如电话、传真、电视等通信时。“脱线”通信包括诸如通信网的部件之间诸如粗测距等系统管理通信。诸如采用专用控制信道的精确测距等系统管理通信在在线操作期间也是可能的。然而，在诸如所需要的 O N U 或头端脱线时，在线通信是不可能的。

实践中粗测距过程通常还包含初始“调平”过程以便在 O N U 上建立适当的光功率级。为了调平的目的，响应来自头端的信号，O N U 在低光功率上在一系列测距时隙中的每一个中发送一个脉冲，并提高其光功率直到头端接收到在其动态范围内的脉冲为止。只在此时才启动粗测距过程。调平与测距的组合能导致同一 O N U 使用测距时隙许多次来调节其光功率并得到正确的延时。为了方便起邮，除非另加说明，对启动时的粗测距应认为包含调平。

以 T P O N 为例，对于具有 128 个 O N U 及实现包含 121.95 ns 的 82 个基本帧的 10 ms 持续时间复帧（在各复帧中只分配给测距两个基本帧）的 P O N，所有 O N U 的测距将占用 5.12 秒，假定四个测距时隙测距一个 O N U。虽然 5 秒左右不算一个长的时间，如果认为这一时间表示网络故障时间或“静区”，可认为这是在 P O N 物理重新配置或头端崩溃之后与可以重新建立通信之前可观的时间量。

最近，通过在 P O N 的一条或多条光纤支线中加入光放大级而扩展了 P O N 概念。超级 P O N 能具有比标准 P O N 远得多的工作半



径，并能服务大约 3 5 0 0 个 O U N。

将上述测距示例的值用来测距超级 P O N，测距将占用 1 4 0 秒左右。然而在计入超级 P O N 的更大工作半径及因此产生的更大往返延时时，实际上超级 P O N 的测距将会占用长得多的时间。事实上本申请人已揭示测距超级 P O N 中所有 O N U 可占用长达一个小时，这作为静区是完全不能接受的。

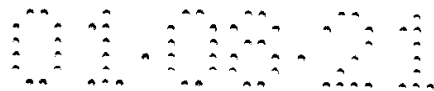
按照第一方面，本发明提供了包括一个中央台与多个外部台的通信网，这些外部台采用时分多址联接（T D M A）在上游信道上发送信号到中央台，而采用时分复用（T D M）在下游信道上接收来自中央台的信号，其中各外部台具有定时装置，用于在其传输上作用一个该台的测距操作所确定的定时调整，以补偿从外部台到中央台的不同传输延时，以及其中该网络可在下述模式中操作：

在操作模式中，在其中外部台以具有多个包含业务数据的帧及至少一个为测距操作保留的帧的帧结构向中央台传输；

其特征在于，该网络可在下述模式中操作：

在起动模式中，在其中执行测距操作，及在其中对于已执行过测距操作的外部台制止其传输业务数据直到对于其余的外部台执行过测距操作之后，由此使得所述上游信道中的容量可用来进行比在所述操作模式中可能进行的更频繁的测距操作。

本发明具有这样的优点，初始调平与测距可在启动模式中进行，其中网络不限于每 n 个时隙只使用一个测距时隙（如上述示例中，其中测距时隙由两个基本帧表示而 n 表示 8 0 个基本帧，结果只利用四十分之一的可利用的帧时间）。实际上存在着中央台与外部台之间的测距信号的快速交换，结果在整个网络需要测距的情况下，网络中断时间得以降低到最小。在本发明的一个可能的实施例中，采用上述示例作为基础，在第二模式中复帧的 8 0 个基本帧被 4 0 个测距帧所取代，表示测距整个网络所需时间降低到四十分之一（这便是说，可以在大约 1 2 8 m s 中完成测距）。整个网络需要测距的一个例子是在



PON或超级PON中当一个头端故障而需要将一个备用头端“接入”时。

本发明引入快速或“起动”测距的概念，其中在能够开始通信之前测距所有ONU或实际上其它类型的外部台。显然，这一概念不限于TPON，而可以应用到快速起动测距是必要的任何形式的广播通信网上。

在本发明的较佳实施例中，传输路径是由PON提供的。通常PON的支线包括光纤传输线，而分裂则是用m:n无源分光器提供的。m:n分光器胜过1:n分光器的优点在于多个(m个)输入允许一个或多个备用头端，它改进了总体网络弹性。此外，一条或多条光纤支线可包含光放大装置，诸如光纤放大器。这种放大延伸了光学网的工作半径与/或分裂能力。

熟悉数字通信技术的人员将会理解，如上所述，本发明可应用于任何类型的通信网络，这些网络具有将数据帧或时隙中的数据广播给多个外部台的一个或多个台及传输回中央台的外部台。这种网一般可能称作“点对多点”通信网。例如，测距方法可应用在同步卫星上，它在时隙中将下游数据广播给多个地面站，而各地面站则需要在特定时隙中向上游发送数据。在在线通信能开始之前，将要求本实例中的起动测距在各地面站与卫星之间建立各自的传输延时，随后将以正常方式用精确测距来补偿卫星位置的微小改变。这一实例中的传输路径明显地为通过空间与地球大气的视线路径。类似地，本发明可应用在包含单个地面站与多个卫星的情况中。

显然本发明也可应用在诸如星形光学网等其它无源光学网配置、及诸如同轴或铜线传输网等电网络、或者网络或传输介质类型的其它可能组合上。

在本发明的一种形式中，一个头端与诸如中继器等多个中间台通信，而中间台负责它们各自的诸如ONU等外部台组的测距。在这一情况中，在本发明的意义内，中间台对于它们独立的网络中的外部台，

各自作为中央台工作。这种类型的系统在本申请人的共有未决欧洲专利申请 9 4 3 0 8 6 7 6 . 9 (对应于国际公布号 W O 9 6 / 1 6 4 9 0) 中加以描述。

按照第二方面, 本发明提供了操作包含一个中央台及多个外部台的通信网的方法, 包括采用时分多址联接 (T D M A) 在上游信道上将信号从外部台传输到中央台, 及采用时分复用 (T D M) 在下游信道上将信号从中央台传输到外部台, 及包括执行测距操作来确定外部台作用在它们的传输上以补偿从该外部台到中央台的不同传输延时的定时调整, 其中该方法包括下述步骤:

在操作模式中, 以具有多个包含业务数据的帧及至少一个为测距操作保留的帧结构, 从外部台向中央台传输;

其特征在于, 该方法还包括下述步骤:

在起动模式中, 执行测距操作, 及对于已执行过测距操作的外部台, 制止其从外部台传输业务数据, 直到对于其余外部台执行过测距操作之后, 以使所述上游信道上的容量能利用来进行比在所述操作模式中可能进行的更频繁的测距操作。

下面只以示例的方式及参照附图更详细地描述本发明的实施例, 附图中:

图 1 为说明先进的 P O N 的结构图;

图 2 为表示图 1 的先进 P O N 的方框图;

图 3 为说明图 1 中先进 P O N 的单个 O N U 的起动测距的流水作业性质的定时图; 以及

图 4 示出从头端到 O N U 的实现起动测距的数据序列。

下面的描述考虑先进的 P O N 的按照本发明的起动测距过程。

熟悉本技术的人员理解起动测距是与如何管理随后的在线数据通信无关的。例如, 在线通信可以是象上面引用的本申请人的欧洲专利 0 3 1 8 3 3 2 中所描述的那样管理的 T P O N, 或者可以是如本申

请人的授权的欧洲专利 3 3 7 6 1 9 B 1 中所描述的基于异步传输模式的 P O N (A P O N)。

图 1 示出可在其中实现起测距的先进 P O N 的示意图。网络利用平行的上游与下游单工路径实现全双工通信。采用分开上游与下游路径是对全双工通信技术最简单的解决方法，由于这在上游与下游信道之间没有交扰。然而，与诸如 W D M (波分复用) 布置等其中上游与下游信道在不同波长上在相反方向上在同一光纤上行进的单一光纤相比，采用平行网络无疑会由于在 P O N 中需要双倍的光纤量而导致额外的成本。

本先进 P O N 包括头端 1 0、馈线网 1 1、分配网 1 3 及客户 O N U 1 5，为了简明起见只示出 O N U 之一。馈线网 1 1 包括分别用 1 2 与 1 4 标记的下游与上游馈线，它们延伸到 P O N 的工作半径。在馈线网 1 1 中包含光放大器 1 6 及中继器 1 8，以使 P O N 具有大的分裂，潜在地达到数千个 O N U，及长的工作半径，潜在地延伸到数百公里。

下游放大器 1 6 为已知类型的掺铒光纤放大器。利用上游中的数字中继器 1 8 来降低上游传输的噪声。下游数据传送为 T D M (时分复用) 信号，而上游数据传送为将数据分成分组的 T D M A (时分多址联接)。

图 2 示出在 P O N 头端 1 0 及在单个 O N U 1 5 中用于起测距的功能元件的方框图。头端 1 0 包括三个部件，即上游部件 2 0、测距控制部件 2 2 及下游部件 2 4。

上游部件包括光接收机 2 0 6 及连接在该光接收机上的信号分离器 2 0 4。光接收机 2 0 6 接收来自 O N U 1 5 的上游光数据并将其转换成电信号。将电信号传递给信号分离器 2 0 4，后者分离来自不同 O N U 的数据信道。

测距控制部件 2 2 包括测距控制器 2 2 4，连接在其上的有计数器 2 2 6 及测距脉冲检测器 2 2 2。将来自信号分离器 2 0 4 的多路

分离的信号传递给头端 1 0 的测距控制部件 2 2 中的测距脉冲检测器 2 2 2。在初始起动测距期间，所接收的唯一数据为来自 O N U 的测距脉冲，从而检测器 2 2 2 只须能检测电脉冲。例如，它可以是简单的触发电路。

将测距脉冲检测器 2 2 2 在接收到测距脉冲时生成的检测信号传递给测距控制器 2 2 4。测距控制器 2 2 4 还接收来自计数器 2 2 6 的计时信号。

下游部件 2 4 包含多路复用器 2 4 2 及连接在多路复用器 2 4 2 上的激光发射机 2 4 4。多路复用器还连接在测距控制器 2 2 4 上。多路复用器组合来自干线网（未示出）的下游电数据信道及从测距控制器 2 2 4 接收的电测距控制信道。激光发射机 2 4 4 作为光信号向下游发射电多路复用信号。

O N U 1 5 包括三个部件，它们实际上类似于头端 1 0 中的部件。这三个部件为下游部件 2 6、测距控制部件 2 8 及上游部件 2 9。

O N U 下游部件 2 6 包含光接收机 2 6 2、连接在光接收机 2 6 2 上的信号分离器 2 6 4、连接在信号分离器 2 6 4 上的帧字对齐检测器 2 6 6 及连接在帧字对齐检测器 2 6 6 并同时连接在信号分离器 2 6 4 上的测距信道选择器 2 6 8。

将来自光接收机 2 6 2 的光电转换的信号传递给信号分离器 2 6 4。将分离后的信号传递给帧对齐字检测器 2 6 6，后者识别出在所有下游通信中由头端 1 0 生成的帧对齐信道中的帧对齐字。测距信号选择器 2 6 8 从分离的信号中选择由头端测距控制器 2 2 4 生成的测距控制信道，由于测距信道相对于帧对齐信道的位置是编程的测距信道选择器中的预定关系，便使这一选择成为可能。

测距控制部件 2 8 包括连接在测距信道选择器 2 6 8 上的测距控制器 2 8 4、与测距控制器 2 6 4 连接的计数器 2 8 2 及连接在计数器 2 8 2 与测距控制器 2 8 4 两者上的测距脉冲发生器 2 8 6。

在 O N U 测距控制部件 2 8 中，测距控制器 2 8 4 接收选择的测

距信道中的测距信息。测距控制器 2 8 4 控制连接在计数器 2 8 2 上的计数器复位线 2 8 5。计数器 2 8 2 是与头端计数器 2 2 6 同步的。利用检测下游数据信号中的位反相的简单电路（未示出）来达到同步。测距脉冲发生器 2 8 6 受测距控制器 2 8 4 的控制，并从计数器 2 8 2 接收其计时，如下面所述。

ONU 上游部件 2 6 包括连接在分组器（未示出）与测距脉冲发生器 2 8 6 上的多路复用器 2 6 4 及连接在多路复用器上的激光发射机 2 6 2。

在 ONU 上游部件 2 9 中，多路复用器 2 9 4 组合测距脉冲发生器 2 8 6 提供的测距脉冲与来自分组器（未示出）的上游数据信道。由激光发射机 2 9 2 向上游传输数据。

计数器 2 2 6 与 2 8 2 在它们累计或计数时间期间配置成具有相等的固定计数周期。在每一个周期开始时，将计数器复位到零。将固定周期设置成至少与头端 1 0 与 ONU 1 5 之间的最大往返延时一样大。例如，对于 3 0 0 公里超级 P O N 的最大往返延时为 3 m s，在这一情况中将两个计数器的计数周期设定为 3 m s。通常，两个计数器从同步整个网络的系统时钟（未示出）取得它们的定时。然而，系统时钟在比计数器所要求的高得多的位速率上运行，例如高达 1.2 G b i t / s 的计数上，其中 n 为一整数值。

每个周期的计数次数确定起动测距过程的精度。例如，每一周期 1 2 5 0 0 0 次计数使起动测距精度达到 1 6 位（假定 2 M b i t / s 测距信道），在这一情况中 n 的值为 9 6 0 0。

下面参照图 3 中的定时图描述起动测距过程的一个示例。图 3 中，并未按照比例，假定头端与 ONU 计数器 2 2 6 与 2 8 2 是同步的但并不互相同相。

为了简单起见，将采用每一周期 1 0 0 次计数的任意计数周期来展示如何达到起动测距。

在点 A 上（图 3 中），头端测距控制器 2 2 4 将要在下游多路复

用信号中转交给 ONU 15 的一个测距控制信号（其形式在下面更详细地描述）发送给头端 10 的下游部件 24。

ONU 15 中的光接收机 292 接收该多路复用的信号。测距信道选择器 268 抽取该测距控制信号并将其提交给 ONU 测距控制器 284，后者在点 B 上接收该信号。

测距控制信号将 ONU 测距控制器 284 设定到其测距模式中。

ONU 测距控制器 284 指令测距脉冲发生器 286 经由 ONU 15 的上游部件 29 返回一个测距脉冲给头端 10。测距脉冲发生器 286 等待计数器 282 的下一次复位（或零计数），并在点 C 上生成要传输给头端 10 的测距脉冲。

在收到测距脉冲时，测距脉冲检测器 222 在点 D 上发信号通知测距控制器 224 测距脉冲已经到达。

测距控制器 224 将脉冲的到达（点 D）与来自计数器 226 的计数值 C 关联。计数值 t 在点 D 上等于 ONU 15 的传输必须延时以保证在计数器 282 的零计数值上从 ONU 发送的脉冲在计数器 226 的零计数值上到达头端 10 的计数数。

为了实现这一延时，头端测距控制器 224 在点 E 上提供一要传输给 ONU 测距控制器 284 的报文，该报文通知 ONU 测距控制器延时上游传输适当的值 t 。

在点 F 上 ONU 测距控制器 284 接收到来自头端测距控制器 224 的报文。在点 G 上下一次计数器 282 应复位到零，测距控制器 284 发信号给计数器 282 复位到计数值 t ，从而提供计数延时 t 。

这样，下一次在点 H 上计数器 282 的计数值零上由 ONU 15 传输的测距脉冲应在点 I 上头端计数器 226 也在零上到达起点 10。

按照上述测距过程，300 公里的超级 PON 中的 ONU 能在小到 12 ms 中加以测距。

对于 3 5 0 0 个 O N U ， 只须 3 0 秒多便能全部测距（忽略调平）。

实际上，不能假定系统是无噪声的，而应执行检验。这可能将单个 O N U 的测距周期延长到 1 5 m s ， 将全部测距时间增加到刚好一分钟以下。为了在这一时间中完成测距，需要全部可利用的上游带宽，即在上游不能传输数据通信量。

图 4 示出头端发动起测距所广播的信息。应记住不在进行在线数据交换，并且 P O N 中的所有 O N U 都在备用模式中，“收听”来自头端的广播。

测距控制器生成的信息包括含有 O N U 地址的一个两字节字段 5 0 ， 该地址标识要测距的 O N U ， 以及所有 O N U 都识别为“起测距”控制命令的一个两字节字段 5 2 。 所有 O N U 都接收这一广播信息，但只有在地址字段中标识的那个 O N U 用返回一个测距脉冲来应答。发送过 O N U 地址与测距命令之后，头端 1 0 等待一个返回信号。等待时间称作空闲时间 5 4 ， 因为头端不做任何事情，当然除非在预定的“故障”时间内没有出现应答。

在收到测距脉冲时，头端测距控制器 2 2 4 计算需要的延时量，然后在另一个两字节地址字段 5 6 中寻址同一 O N U ， 5 6 后面跟随包含以计数次数表示的延时 t 的一个两字节复位值字段 5 8 。 可对于同一 O N U 重复测距过程以检验已达到正确的计数器对准。

一旦头端 1 0 实现已测出 O N U 的距离，便寻址下一个 O N U 。

当已经成功地起测距所有 O N U 时，如果需要，便可进行精确测距及包括精确校正性测距的在线数据通信，例如在上面引用的本申请人的欧洲专利 E P 3 1 8 3 3 2 B 1 中所描述的。

虽然图 2 表示适合于按照本发明的起测距的系统，头端上游与下游部件 2 0 与 2 4 以及 O N U 下游与上游部件 2 6 与 2 8 既用于起测距，也用于随后的脱线与在线通信。然而除了计数器 2 8 2 以外，测距控制部件 2 2 与 2 8 基本上只用于起测距目的。测距控制器 2

2 4 与 2 8 4 可在适当的可编程计算机中的软件中实现。然而，所包含的通信的高速度（虽然不如主上游与下游数据速率那样高）通常保证使用定制的硬件电路的正确性。

计数器 2 8 2 具有对 O N U 中的上游调度器（未示出）的进一步连接（未示出）。一旦完成了起动脉距，上游调度器便接收与诸如精确测距等其它测距组合在一起的来自计数器 2 8 2 的计数值。调度器缓冲存储上游数据并将其提交给多路复用器 2 9 4 以便在正确的时间向上游传输。通常，各 O N U 不同地从计数器 2 8 2 的零计数起的固定偏移量上将数据向上游发送。各 O N U 的偏移量是由头端确定的。

上述方法与装置反映了如何可以达到起动脉距的一个简单实施例。熟悉本技术的人员可使说明书中的教导适应本发明的许多变型而不越出本发明的实质。例如，可利用来自头端的同步基准信号来达到同步，而不是依靠用头端计数器来同步 O N U 计数器的需求。然而，确信本说明书反映了完成起动脉距的最简单方法之一。

熟悉本技术的人员将理解，虽然起动脉距的上述实例是对包含 P O N 的数字通信网特定的，但说明书中所详细描述起动脉距概念可应用于包含向多个外部台广播信息的中央台的任何形式的网络，其中外部台与中央台的通信是对采用起动脉距的初始同步敏感的。

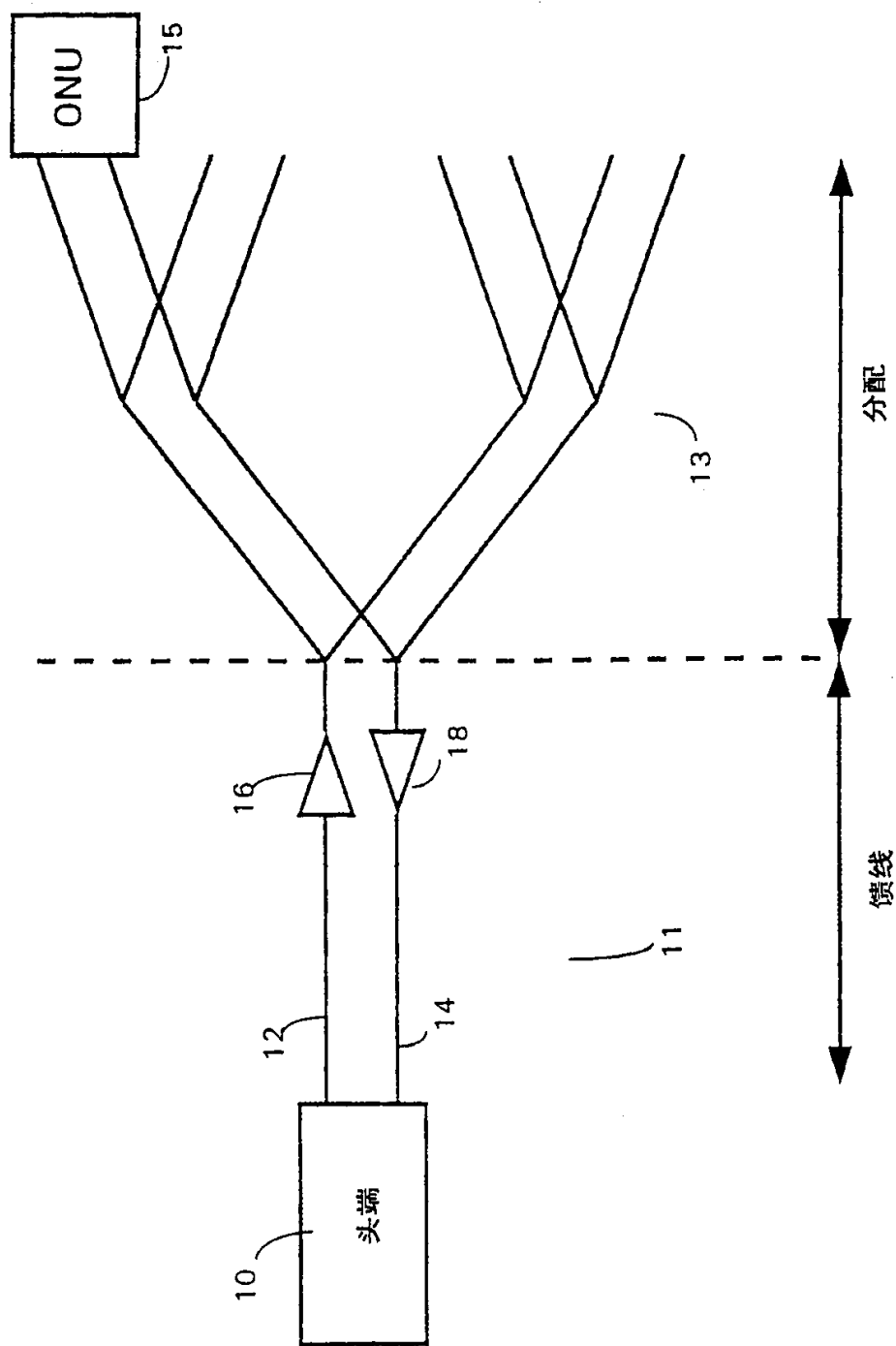


图1

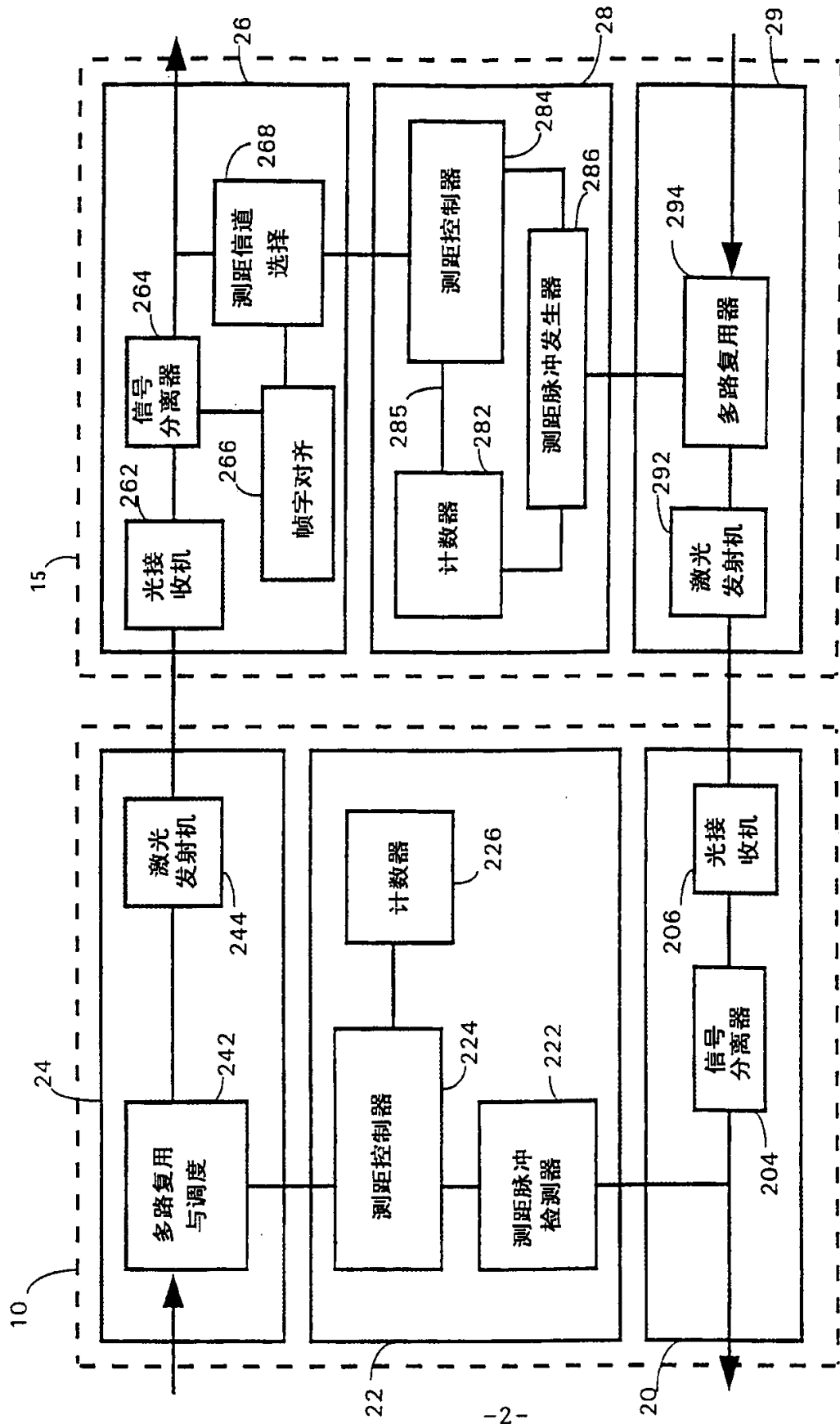


图2

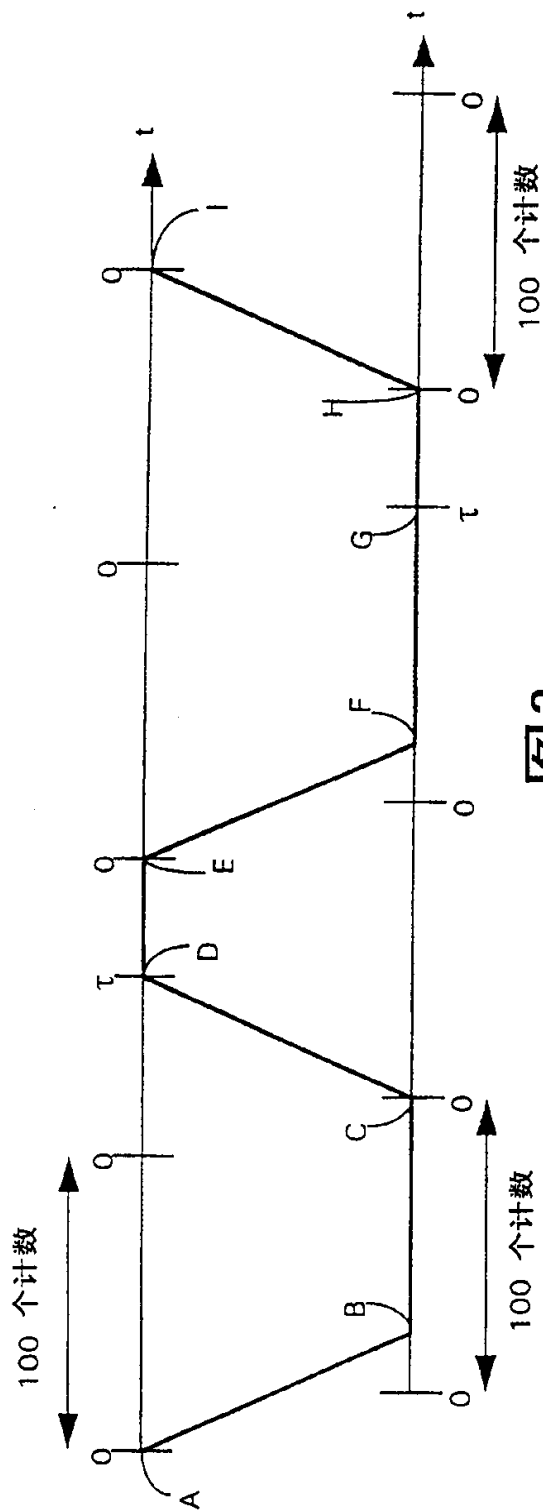


图3

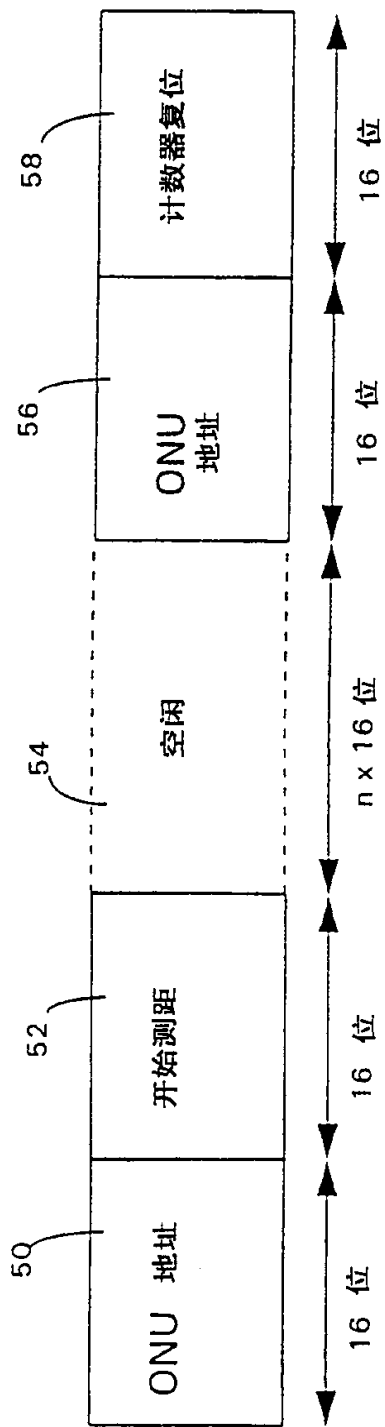


图4