(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103201965 A
(43)申请公布日 2013.07.10

(21)申请号 201180052329.7

(22)申请日 2011.10.07

(30)优先权数据
2010-240462 2010.10.27 JP

(85)PCT申请进入国家阶段日
2013.04.27

(86)PCT申请的申请数据
PCT/JP2011/005652 2011.10.07

(87)PCT申请的公布数据
WO2012/056633 JA 2012.05.03

(71)申请人 松下电器产业株式会社
地址 日本大阪府

(72)发明人 山本雅弘 堀池良雄 渡边崇士

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务所(普通合伙) 11277
代理人 刘新宇 张会华

(51)Int.Cl.
H04B 7/15(2006.01)
H04W 16/26(2006.01)
H04W 56/00(2006.01)

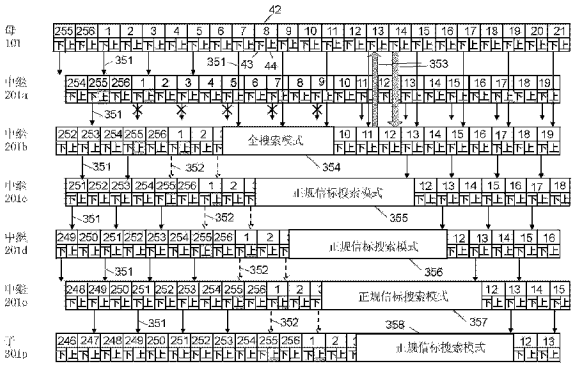
权利要求书1页 说明书18页 附图11页

(54)发明名称

无线通信装置以及无线通信方法

(57)摘要

一种无线通信装置,与上级设备和下级设备进行通信,该无线通信装置具备信标接收部和信标发送部。信标接收部接收从上级设备发送的第一正规信标信号(351)。信标发送部在信标接收部接收到第一正规信标信号(351)的情况下,向下级设备发送使下级设备的时钟同步的第二正规信标信号(351)。信标发送部在信标接收部未能接收到第一正规信标信号(351)的情况下,向下级设备发送表示未能使本站的时钟与上级设备的时钟同步的临时信标信号(352)。



CN 103201965 A

1. 一种无线通信装置，与上级设备和下级设备进行通信，该无线通信装置具备：

信标接收部，其接收从上述上级设备发送的第一正规信标信号；以及

信标发送部，其在上述信标接收部接收到上述第一正规信标信号的情况下，向上述下级设备发送使上述下级设备的时钟同步的第二正规信标信号，并且，在上述信标接收部未能接收到上述第一正规信标信号的情况下，向上述下级设备发送表示未能使本站的时钟与上述上级设备的时钟同步的临时信标信号。

2. 根据权利要求 1 所述的无线通信装置，其特征在于，

上述信标发送部基于上述本站的时钟，在发送上述第二正规信标信号的定时发送上述临时信标信号。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的无线通信装置，其特征在于，

上述信标接收部在上述信标发送部向上述下级设备发送了上述临时信标信号的情况下，重复进行接收上述第一正规信标信号的动作，

该无线通信装置还具备控制部，该控制部在上述信标接收部将接收上述第一正规信标信号的动作重复进行规定次数也未能接收到上述第一正规信标信号的情况下，搜索不同于上述上级设备的上级设备。

4. 一种无线通信装置，与上级设备和下级设备进行通信，该无线通信装置具备：

信标接收部，其接收从上述上级设备发送的第一正规信标信号和表示未能使上述上级设备的时钟与比上述上级设备更上级的设备同步的临时信标信号；

信标发送部，其在上述信标接收部接收到上述第一正规信标信号时，发送使上述下级设备的时钟同步的第二正规信标信号；以及

控制部，其在上述信标接收部将接收上述第一正规信标信号的动作重复进行规定次数也未能接收到上述第一正规信标信号时，搜索不同于上述上级设备的上级设备。

5. 一种无线通信方法，是与上级设备和下级设备进行通信的方法，该方法包括以下步骤：

信标接收步骤，接收从上述上级设备发送的第一正规信标信号；

在上述信标接收步骤中接收到上述第一正规信标信号的情况下向上述下级设备发送使上述下级设备的时钟同步的第二正规信标信号的步骤；以及

信标发送步骤，在上述信标接收步骤中未能接收到上述第一正规信标信号的情况下，向上述下级设备发送表示未能使本站的时钟与上述上级设备的时钟同步的临时信标信号。

无线通信装置以及无线通信方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括发送信标信号的无线通信装置和接收信标信号来取得时间同步的无线通信装置的无线通信系统。特别是涉及一种在这种无线通信系统中利用的无线通信装置以及无线通信方法。

背景技术

[0002] 在具有被电池驱动的子无线装置的无线通信系统中，为了抑制子无线装置的电力消耗，一般来说子无线装置会间歇地等待接收。作为子无线装置间歇地等待接收的无线通信系统，存在被称为同步方式的无线通信系统。

[0003] 在该系统中，母无线装置定期地发送信标信号，子无线装置定期地接收信标信号，使本站的时钟与母无线装置的时钟一致。然后，子无线装置在规定的定时等待接收来自母无线装置的轮询数据。该方式在子无线装置的省电化方面是有效的。在这种同步方式的无线通信系统中，在母无线装置与子无线装置之间无法直接进行通信的情况下，使用中继传输无线信号的中继无线装置（例如参照专利文献 1）。

[0004] 在专利文献 1 所记载的技术中，由中继无线装置来接收由母无线装置定期地发送的信标信号。中继无线装置与所接收到的来自母无线装置的信标信号取得同步，紧接在该信标信号之后定期地发送来自中继无线装置的信标信号。即，来自中继无线装置的信标信号紧接在来自母无线装置的信标信号之后被发送。

[0005] 子无线装置定期地接收来自中继无线装置的信标信号，与中继无线装置的信标信号取得同步。来自母无线装置的轮询数据被叠加在来自母无线装置的信标信号上。而且，来自母无线装置的轮询数据进一步被叠加在由中继无线装置发送的信标信号上。由此，子无线装置能够通过接收由中继无线装置发送的信标信号来接收来自母无线装置的轮询数据。

[0006] 如上所述，能够从母无线装置对子无线装置无大的延迟地传输轮询数据。

[0007] 另一方面，由子无线装置产生的终端信息作为终端呼叫数据经由中继无线装置被中继而传输到母无线装置。由母无线装置对子无线装置的发送定时进行管理，子无线装置在母无线装置所指示的定时发送终端呼叫数据。

[0008] 同样地，母无线装置也对从中继无线装置向母无线装置的发送定时进行管理。中继无线装置在母无线装置所指示的定时中继发送终端呼叫数据。

[0009] 母无线装置将信标发送间隔分割为多个时隙，对各子无线装置和中继无线装置分配多个时隙中的一个时隙。子无线装置和中继无线装置分别在所分配的时隙中进行发送。

[0010] 另外，作为另一同步方式的例子，已知一种无线 LAN(Local Area Network：局域网）系统。它是一种由母无线装置和一个或多个子无线装置构成的无线通信系统，该母无线装置定期地发送信标信号；该子无线装置接受信标信号来与母无线装置取得时间同步（例如参照专利文献 2）。

[0011] 根据专利文献 2 所记载的技术，无线接入点（母无线装置）和无线通信终端（子无线装置）都内置有电波钟电路，接收从标准电波发送地发送的标准电波，来获取标准时

刻的时刻数据。

[0012] 无线接入点基于所获取的标准时刻的时刻数据，以与标准时刻同步的时刻为基点，每隔 100ms 发送一次信标信号。无线通信终端基于所获取到的标准时刻数据，与无线接入点所发送的信标信号的时间同步地进行间歇接收，接收信标信号。

[0013] 根据该技术，即使在存在多个无线接入点的情况下，由于所有无线接入点与标准时刻同步，因此，所有无线接入点也在同一定时发送信标信号。在无线通信终端移动到某个无线接入点 A 的通信圈外的情况下，该无线通信终端变得无法接收到无线接入点 A 的信标信号，但是并不转变为连续接收动作，而是按原样在与标准时刻同步的间歇接收定时继续间歇接收。而且，在该无线通信终端进入另外的无线接入点 B 的通信圈内的情况下，由于无线接入点 B 在与无线接入点 A 相同的定时发送信标信号，因此无线通信终端能够接收到无线接入点 B 的信标信号。

[0014] 这样，在专利文献 1 所记载的技术中，记载了以下内容：基于信标信号取得同步，从而母无线装置、中继无线装置以及子无线装置进行通信。然而，并没有公开中继无线装置无法接收到来自母无线装置的信标信号的情况下的动作。

[0015] 另外，在专利文献 2 中，公开了子无线装置无法接收到来自母无线装置的信标信号的情况下的动作。然而，在专利文献 2 所记载的技术中，存在下面示出的问题和制约条件。

[0016] (1) 母无线装置和子无线装置都需要具有标准电波钟功能，因此存在电路规模变大而导致成本上升的问题。

[0017] (2) 以母无线装置之间的通信范围不重叠的情况为前提，因此存在以下的制约条件：以使从各个母无线装置发送的信标信号之间不产生干扰的方式配置各母无线装置。

[0018] 如上所述，在使用以往的技术的情况下，存在以下的问题：在无线通信系统中，在如该无线通信系统的通信范围内存在另外的无线通信系统的情况下，容易引起同步偏离，导致可靠性降低。

[0019] 专利文献 1：日本特开 2009-288897 号公报

[0020] 专利文献 2：日本特开 2005-72677 号公报

发明内容

[0021] 本发明提供了一种在无线通信系统中难以引起同步偏离而可靠性高的无线通信装置以及无线通信方法。

[0022] 本发明的无线通信装置是与上级设备和下级设备进行通信的无线通信装置，具备信标接收部和信标发送部。信标接收部接收从上级设备发送的第一正规信标信号。信标发送部在信标接收部接收到第一正规信标信号的情况下向下级设备发送使下级设备的时钟同步的第二正规信标信号。信标发送部在信标接收部未能接收到第一正规信标信号的情况下，向下级设备发送表示未能使本站的时钟与上级设备的时钟同步的临时信标信号。

[0023] 另外，本发明的无线通信方法是与上级设备和下级设备进行通信的无线通信方法，具备接收从上级设备发送的第一正规信标信号的信标接收步骤。另外，具备以下步骤：在信标接收步骤中接收到第一正规信标信号的情况下，向下级设备发送使下级设备的时钟同步的第二正规信标信号。还具备以下的信标发送步骤：在信标接收步骤中未能接收到第

一正规信标信号的情况下，向下级设备发送表示未能使本站的时钟与上级设备的时钟同步的临时信标信号。

附图说明

[0024] 图 1A 是表示本发明的实施方式中的母无线装置的结构的框图。

[0025] 图 1B 是表示本发明的实施方式中的中继无线装置的结构的框图。

[0026] 图 1C 是表示本发明的实施方式中的子无线装置的结构的框图。

[0027] 图 2 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统的结构的图。

[0028] 图 3A 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统所管理的基本时隙结构的图。

[0029] 图 3B 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统所管理的基本时隙结构中的链路连接用时隙 (L) 的结构的图。

[0030] 图 4 是表示本发明的实施方式中的母无线装置、中继无线装置以及子无线装置之间的时隙位置关系的图。

[0031] 图 5A 是表示本发明的实施方式中的链路连接信号的电文格式的图。

[0032] 图 5B 是表示本发明的实施方式中的链路连接信号的重复帧的结构的图。

[0033] 图 6 是表示本发明的实施方式中的从上级设备发送的链路连接信号以及对从上级设备发送的链路连接信号进行接收载波侦听的下级设备的载波侦听定时的图。

[0034] 图 7A 是表示本发明的实施方式中的在数据通信用时隙 (D) 发送接收的数据通信用信号的格式的图。

[0035] 图 7B 是表示本发明的实施方式中的在数据通信用时隙 (D) 发送接收的数据通信用信号的第三层帧的结构的图。

[0036] 图 8A 是表示本发明的实施方式中的路由信息的结构的图。

[0037] 图 8B 是表示本发明的实施方式中的时隙位置信息的位结构的图。

[0038] 图 8C 是表示本发明的实施方式中的中继无线装置信息的位结构的图。

具体实施方式

[0039] 下面，参照附图来说明本发明的实施方式。此外，本发明并不限定于该实施方式。

[0040] （实施方式）

[0041] 图 1A 是表示本发明的实施方式中的母无线装置 101 的结构的框图，图 1B 是表示该实施方式中的中继无线装置 201 的结构的框图，图 1C 是表示该实施方式中的子无线装置 301 的结构的框图。

[0042] 首先，说明母无线装置 101 的结构的概要。

[0043] 如图 1A 所示，母无线装置 101 具备天线 1、发送接收部 2、信标发送部 3、链路连接部 4、路由信息分析制作部 5、控制部 7、定时信息发送部 6 以及存储部 8。

[0044] 控制部 7 进行母无线装置 101（无线通信装置）整体的时间管理、各部的控制。另外，控制部 7 作为信标信号制作部而发挥功能，进行后述的信标信号（包括正规信标信号 351 和临时信标信号 352 的信号）以及用于加入的信号 353 的制作。

[0045] 发送接收部 2 由用于通过天线 1 进行无线通信的无线发送接收电路构成。

[0046] 接着，说明中继无线装置 201 的结构的概要。

[0047] 如图 1B 所示，中继无线装置 201 具备天线 11、发送接收部 12、信标发送部 13、信标接收部 14、链路连接部 15、定时信息分析部 16 以及控制部 17。

[0048] 控制部 17 进行中继无线装置（无线通信装置）整体的时间管理、各部的控制。另外，控制部 17 作为信标信号制作部而发挥功能，进行后述的信标信号（包括正规信标信号 351 和临时信标信号 352 的信号）以及用于加入的信号 353 的制作。另外，控制部 17 在规定的情况下搜索不同于上级设备的上级设备等。

[0049] 发送接收部 12 由用于通过天线 11 进行无线通信的无线发送接收电路构成。

[0050] 接着，说明子无线装置 301 的结构的概要。

[0051] 如图 1C 所示，子无线装置 301 具备天线 21、发送接收部 22、信标接收部 23、链路连接部 24、定时信息发送部 25、控制部 26 以及存储部 27。

[0052] 控制部 26 进行子无线装置 301 整体的时间管理、各部的控制。另外，控制部 26 在规定的情况下搜索不同于上级设备的上级设备等。

[0053] 发送接收部 22 由用于通过天线 21 进行无线通信的无线发送接收电路构成。

[0054] 图 2 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统 400 的结构的图。

[0055] 如图 2 所示，无线通信系统 400 具备母无线装置 101、中继无线装置 201a ～ e（也将它们统一记为中继无线装置 201）以及子无线装置 301a ～ p（也将它们统一记为子无线装置 301）。

[0056] 说明无线通信系统 400 的动作的概要。

[0057] 设母无线装置 101 能够与子无线装置 301a ～ c 直接进行通信，但是由于电波状况差等原因而无法与子无线装置 301d ～ p 直接进行通信。

[0058] 因此，母无线装置 101 经由中继无线装置 201a 而与子无线装置 301d ～ f 进行通信。母无线装置 101 经由中继无线装置 201a、再经由中继无线装置 201b 而与子无线装置 301g ～ i 进行通信。母无线装置 101 经由中继无线装置 201a 和中继无线装置 201b、再经由中继无线装置 201c 而与子无线装置 301j ～ l 进行通信。母无线装置 101 经由中继无线装置 201a、中继无线装置 201b 和中继无线装置 201c、再经由中继无线装置 201d 而与子无线装置 301m ～ o 进行通信。

[0059] 母无线装置 101 经由中继无线装置 201a、中继无线装置 201b、中继无线装置 201c、中继无线装置 201d 以及中继无线装置 201e 而与子无线装置 301p 进行通信。

[0060] 从母无线装置 101 定期地发送被称为信标信号的用于使时钟一致的信号。与母无线装置 101 直接连接的子无线装置 301a ～ c 以及中继无线装置 201a 定期地捕捉所发送的信标信号，来与母无线装置 101 的时钟取得同步。

[0061] 在此，将母无线装置 101 定义为上级设备，将与作为上级设备的母无线装置 101 直接连接的子无线装置 301a ～ c 和中继无线装置 201a 定义为下级设备。

[0062] 同样地，针对子无线装置 301d ～ f 和中继无线装置 201b，中继无线装置 201a 作为母无线装置而发挥作用，由中继无线装置 201a 定期地发送用于使时钟一致的信标信号。与中继无线装置 201a 直接连接的子无线装置 301d ～ f 和中继无线装置 201b 定期地捕捉所发送的信标信号，来与中继无线装置 201a 的时钟取得同步。在此，上级设备为中继无线装置 201a，下级设备为与中继无线装置 201a 直接连接的子无线装置 301d ～ f 和中继无线装置 201b。

[0063] 并且，针对子无线装置 301g ～ i 和中继无线装置 201c，中继无线装置 201b 作为母无线装置而发挥作用，由中继无线装置 201b 定期地发送用于使时钟一致的信标信号。与中继无线装置 201b 直接连接的子无线装置 301g ～ i 和中继无线装置 201c 定期地捕捉所发送的信标信号，来与中继无线装置 201b 的时钟取得同步。在此，上级设备为中继无线装置 201b，下级设备为与中继无线装置 201b 直接连接的子无线装置 301g ～ i 和中继无线装置 201c。

[0064] 并且，针对子无线装置 301j ～ l 和中继无线装置 201d，中继无线装置 201c 作为母无线装置而发挥作用，由中继无线装置 201c 定期地发送用于使时钟一致的信标信号。与中继无线装置 201c 直接连接的子无线装置 301j ～ l 和中继无线装置 201d 定期地捕捉所发送的信标信号，来与中继无线装置 201c 的时钟取得同步。在此，上级设备为中继无线装置 201c，下级设备为与中继无线装置 201c 直接连接的子无线装置 301j ～ l 和中继无线装置 201d。

[0065] 并且，针对子无线装置 301m ～ o 和中继无线装置 201e，中继无线装置 201d 作为母无线装置而发挥作用，由中继无线装置 201d 定期地发送用于使时钟一致的信标信号。与中继无线装置 201d 直接连接的子无线装置 301m ～ o 和中继无线装置 201e 定期地捕捉所发送的信标信号，来与中继无线装置 201d 的时钟取得同步。在此，上级设备为中继无线装置 201d，下级设备为与中继无线装置 201d 直接连接的子无线装置 301m ～ o 和中继无线装置 201e。

[0066] 并且，针对子无线装置 301p，中继无线装置 201e 作为母无线装置而发挥作用，由中继无线装置 201e 定期地发送用于使时钟一致的信标信号。与中继无线装置 201e 直接连接的子无线装置 301p 定期地捕捉所发送的信标信号，来与中继无线装置 201e 的时钟取得同步。在此，上级设备为中继无线装置 201e，下级设备为与中继无线装置 201e 直接连接的子无线装置 301p。

[0067] 无线通信系统 400 将时间轴分割为多个时隙 (slot) 来进行通信。

[0068] 图 3A 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统 400 所管理的基本时隙结构的图。

[0069] 在此，基本时隙由 T1 秒构成，该基本时隙在时间轴上进行重复。基本时隙长度 T1 例如为 2 秒。基本时隙进一步包括下级时隙 120 和上级时隙 121 这两个时隙。下级时隙长度和上级时隙长度分别为 T1 的一半时间（例如 1 秒）。

[0070] 下级时隙 120 是用于与下级设备进行通信的时隙，上级时隙 121 是用于与上级设备进行通信的时隙。下级时隙 120 进一步被分割为三个时隙。下级时隙 120 包括信标发送用时隙 (BT)31、链路连接用时隙 (L)32 以及数据通信用时隙 (D)33。

[0071] 同样地，上级时隙 121 也被分割为三个时隙。上级时隙 121 包括信标接收用时隙 (BR)34、链路连接用时隙 (L)35 以及数据通信用时隙 (D)36。

[0072] 上级设备使用信标发送用时隙 (BT)31 来向下级设备定期地发送信标信号。上级设备既可以每一个信标发送用时隙 (BT)31 发送一次信标信号，也可以每多个信标发送用时隙 (BT)31 发送一次信标信号。如果设定成每两个信标发送用时隙 (BT)31 发送一次信标信号，则当设为 T1=2 秒时，信标发送间隔为 4 秒。

[0073] 下级设备在信标接收用时隙 (BR)34 中定期地接收来自上级设备的信标信号。接

收信标信号的间隔能够设定为信标信号的发送间隔的整数倍。例如，在将信标发送间隔设为 2 秒的情况下，如果设定为它的 256 倍，则信标接收间隔 =8 分 32 秒。

[0074] 链路连接用时隙 (L)32、35 是上级设备与下级设备进行用于链路连接的通信的时隙。数据通信用时隙 (D)33、36 是上级设备与下级设备在链路连接之后进行用于进行数据交换的通信的时隙。

[0075] 图 3B 是表示本发明的实施方式中的无线通信系统 400 所管理的基本时隙结构中的链路连接用时隙 (L)32、35 的结构的图。

[0076] 如图 3B 所示，链路连接用时隙 (L)32、35 分别包括下级呼叫用时隙 37 以及上级应答 / 上级呼叫用时隙 38。下级呼叫用时隙 37 是用于在想要从下级设备进行链路连接时由下级设备发送链路连接请求信号的时隙。另外，上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 是用于由上级设备针对来自下级设备的链路连接请求信号返回应答的时隙，或者是用于在想要从上级设备进行链路连接时由上级设备发送链路连接请求信号的时隙。此外，T2 表示下级呼叫用时隙 37 的时隙长度，T3 表示上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 的时隙长度。

[0077] 在此，说明由母无线装置 101 或中继无线装置 201 进行的信标发送。在信标发送用时隙 (BT)31 中进行的信标发送是由母无线装置 101 的信标发送部 3 或者中继无线装置 201 的信标发送部 13 进行的。

[0078] 接着，说明由中继无线装置 201 或子无线装置 301 进行的信标接收。在信标接收用时隙 (BR)34 中进行的信标接收是由中继无线装置 201 的信标接收部 14 或者子无线装置 301 的信标接收部 23 进行的。

[0079] 另外，链路连接用时隙 (L)32、35 中的链路连接通信是由母无线装置 101 的链路连接部 4、中继无线装置 201 的链路连接部 15、或者子无线装置 301 的链路连接部 24 进行的。

[0080] 图 4 是表示本发明的实施方式中的母无线装置 101、中继无线装置 201a ～ e 以及子无线装置 301p 之间的时隙位置关系的图。

[0081] 此外，此处作为一例，使用母无线装置 101 与子无线装置 301p 之间的通信来进行说明，但是也能够同样地进行母无线装置 101 与其它子无线装置 301 的通信。

[0082] 在图 4 中，该图 4 的最上一行表示母无线装置 101 所管理的时隙。从上起第二行表示中继无线装置 201a 所管理的时隙。从上起第三行表示中继无线装置 201b 所管理的时隙。从上起第四行表示中继无线装置 201c 所管理的时隙。从上起第五行表示中继无线装置 201d 所管理的时隙。从上起第六行表示中继无线装置 201e 所管理的时隙。最下一行表示子无线装置 301p 所管理的时隙。

[0083] 此外，在图 4 中，时隙 43 所示的“下”这个表述是指图 3A 所示的下级时隙 120。同样地，如时隙 44 所示的“上”这个表述是指图 3A 所示的上级时隙 121。

[0084] 基本时隙 42 是包括作为下级时隙 120 的时隙 43 和作为上级时隙 121 的时隙 44 的时隙。对基本时隙 42 按顺序赋予“1”到“256”的时隙号，对接着时隙号“256”的下一个基本时隙 42 赋予时隙号“1”。以后重复时隙号的赋予。

[0085] 图 4 中的各时隙结构的上层所赋予的号是时隙号。另外，以实线的箭头表示的信号是用于使下级设备的时钟同步的正规信标信号 351，以虚线的箭头表示的信号是表示未能使本站的时钟与上级设备的时钟同步的临时信标信号 352，以内部带斜线的粗箭头表示的信号表示用于加入的信号 353。

[0086] 此外，为了方便，有时将从上级设备接收的正规信标信号 351 称为第一正规信标信号，将向下级设备发送的正规信标信号 351 称为第二正规信标信号，将从上级设备接收的临时信标信号 352 称为第一临时信标信号，将向下级设备发送的临时信标信号 352 称为第二临时信标信号。

[0087] 如图 4 所示，正规信标信号 351 或临时信标信号 352 是基本时隙 42 的下级时隙 120 中的信标发送用时隙 (BT)31 发送的，其中，每隔一个信标发送用时隙 (BT)31 发送一次正规信标信号 351 或临时信标信号 352。因而，信标发送间隔 T5=2×T1。如果设 T1=2 秒，则 T5=4 秒。

[0088] 首先，从母无线装置 101 发送正规信标信号 351。

[0089] 从母无线装置 101 发送的正规信标信号 351 由中继无线装置 201a 定期地接收。中继无线装置 201a 接收从母无线装置 101 的时隙号“1”发送的正规信标信号 351。从时隙号“1”发送的正规信标信号 351 中包含与时隙号“1”对应的信标号“1”的信息。

[0090] 中继无线装置 201a 当接收到信标号“1”的正规信标信号 351 时，重新构成时隙（时间同步、使时钟一致），使得母无线装置 101 的时隙号“1”的下级时隙 120 的开头位置为中继无线装置 201a 的时隙号“255”的上级时隙 121 的开头位置。

[0091] 然后，中继无线装置 201a 与母无线装置 101 同样地，在第奇数个时隙号中发送正规信标信号 351。

[0092] 下面同样地，下级设备接收从上级设备的时隙号“1”发送的正规信标信号 351，与上级设备的定时同步来重新构成本站的时隙。由下级设备接收上级设备的正规信标信号 351 的间隔 T4 是每 256 个基本时隙，因此 T4=8 分 32 秒。

[0093] 在图 4 中，在时隙上施加有阴影的上级时隙 121 中的信标接收用时隙 (BR)34 中，进行信标接收。此外，由于不存在与子无线装置 301p 连接的下级设备，因此子无线装置 301p 不进行正规信标信号 351 和临时信标信号 352 的发送。

[0094] 接着，说明中继无线装置 201b 未能接收到来自中继无线装置 201a 的正规信标信号 351 的情况下的中继无线装置 201a 和中继无线装置 201b 的动作。中继无线装置 201b 在时隙号“255”的上级时隙 121 中进行接收由中继无线装置 201a 从时隙号“1”的下级时隙 120 发送的信标号“1”的正规信标信号的动作。

[0095] 然而，在如新建了大型建筑等障碍物而遮蔽中继无线装置 201a 与中继无线装置 201b 的传输路径上的情况下，从中继无线装置 201a 发送的信标号“1”的正规信标信号 351 会衰减，因此无法由中继无线装置 201b 接收。图 4 中的 × 标记表示以下的状况：未能在中继无线装置 201b 中接收到从中继无线装置 201a 发送的正规信标信号 351。

[0096] 中继无线装置 201b 在未能接收到正规信标信号 351 的情况下，无法与作为上级设备的中继无线装置 201a 取得时钟同步。在这种情况下，中继无线装置 201b 在时隙号“256”的定时发送临时信标信号 352 来代替正规信标信号 351 的发送，该临时信标信号 352 表示未能与上级设备取得时钟同步。

[0097] 然后，中继无线装置 201b 在作为由中继无线装置 201a 发送下一个正规信标信号 351 或临时信标信号 352 的定时的、信标号“1”的上级时隙 121 中进行信标接收动作。而且，在信标接收动作中接收到正规信标信号 351 的情况下，进行与上级设备的时钟同步，重新构成时隙，在时隙号“3”的下级时隙 120 的定时对下级设备发送正规信标信号 351。

[0098] 另一方面，如图 4 所示，中继无线装置 201b 在时隙号“1”的信标接收定时也未能接收到正规信标信号 351 的情况下，在时隙号“3”的信标信号发送定时再次发送临时信标信号 352。而且，在规定的期间内未能接收到正规信标信号 351 或临时信标信号 352 的情况下，中继无线装置 201b 转变为全搜索模式 (full search mode)354。

[0099] 在此，全搜索模式 354 是指以下的模式 :无线通信装置将当前的上级设备（在中继无线装置 201b 的情况下为中继无线装置 201a) 包括在内地搜索能够接收到的所有正规信标信号 351。然后，中继无线装置 201b 将正在发送搜索到的多个正规信标信号 351 中的电波状况良好的正规信标信号 351 的、接近母无线装置 101 的中继无线装置 201 或母无线装置 101 作为新的上级设备。

[0100] 在图 4 的例子中，在全搜索模式 354 下，中继无线装置 201b 接收到由母无线装置 101 发送的正规信标信号 351。中继无线装置 201b 将母无线装置 101 选择为上级设备，接收来自母无线装置 101 的正规信标信号 351 来进行时钟同步，重新构成时隙。然后，中继无线装置 201b 在接收到由母无线装置 101 发送的信标号“13”的正规信标信号 351 之后，与母无线装置 101 之间进行使用了用于加入的信号 353 的通信，以母无线装置 101 为上级设备来重新加入无线通信系统 400。

[0101] 接着，说明作为中继无线装置 201b 的下级设备的中继无线装置 201c 的动作。中继无线装置 201c 在时隙号“255”的上级时隙 121 的定时进行接收来自中继无线装置 201b 的正规信标信号 351 的接收动作，但是实际上接收临时信标信号 352 来代替正规信标信号 351。临时信标信号 352 表示中继无线装置 201b 未能与上级设备取得时钟同步。因此，接收到临时信标信号 352 的中继无线装置 201c 不进行时钟同步，而在作为下一个正规信标 351 的接收定时的时隙号“1”的上级时隙 121 中进行正规信标等待接收。而且，如果接收到正规信标信号 351，则与上级设备取得时钟同步来重新构成时隙。

[0102] 另一方面，如图 4 所示，在时隙号“1”的上级时隙 121 中再次接收到临时信标信号 352 的情况下，中继无线装置 201c 不进行时钟同步。而且，在规定的期间内未能接收到正规信标信号 351 的情况下，中继无线装置 201c 转变为正规信标搜索模式 355。正规信标搜索模式 355 是指以下的模式 :无线通信装置以连续接收的方式等待由当前的上级设备（对中继无线装置 201c 来说为中继无线装置 201b) 发送的正规信标信号 351。

[0103] 在此，说明中继无线装置 201c 以连续接收的方式等待的理由。由于作为上级设备的中继无线装置 201b 直接成为母无线装置 101 的下级设备，因此时隙结构的变化大。此时，为了使中继无线装置 201c 在中继无线装置 201b 与中继无线装置 201c 之间时钟同步偏离大的情况下也能够接收到来自中继无线装置 201b 的正规信标信号 351，中继无线装置 201c 以连续接收的方式等待。

[0104] 在正规信标搜索模式 355 下，当接收到由中继无线装置 201b 发送的信标号“13”的正规信标信号时，中继无线装置 201c 与中继无线装置 201b 取得时钟同步，重新构成时隙。然后，在时隙号“13”的下级时隙 120 的信标发送定时发送正规信标信号 351。

[0105] 下面，以同样的动作，中继无线装置 201d、201e 发送临时信标信号 352，经过正规信标搜索模式 356、357 来重新构成各自的时隙。

[0106] 子无线装置 301 不发送临时信标信号 352 和正规信标信号 351，而其它动作是与中继无线装置 201 共同的。图 4 中示出了子无线装置 301p 的例子。

[0107] 此外，在此，关于中继无线装置 201 和子无线装置 301 是转变为全搜索模式 354 还是转变为正规信标搜索模式 355 ～ 358 的控制，由控制部 17、26 例如如下进行。

[0108] (1) 在下级设备在规定期间内哪怕接收到一次来自上级设备的临时信标信号 352 的情况下，转变为正规信标搜索模式 355 ～ 358。

[0109] (2) 在下级设备在规定期间内一次也没有接收到来自上级设备的临时信标信号 352 的情况下，转变为全搜索模式 354。

[0110] 下级设备能够从上级设备接收到临时信标信号 352，这表示可以确保上级设备与下级设备之间的传输路径的通信质量。因而，无需变更上级设备与下级设备的关系，因此接收到临时信标信号 352 的下级设备只要转变为继续等待来自上级设备的正规信标信号 351 的正规信标搜索模式 355 ～ 358 即可。

[0111] 另一方面，下级设备未能从上级设备接收到正规信标信号 351 和临时信标信号 352，这表示不能确保上级设备与下级设备之间的传输路径的通信质量。因而，转变为能够变更上级设备与下级设备的关系的全搜索模式 354。

[0112] 在本实施方式的无线通信系统 400 中，引入了临时信标信号 352。由此，在下级设备未能从上级设备接收到正规信标信号 351 的情况下，能够区分出是由于上级设备与下级设备之间的通信质量差而无法接收到正规信标信号 351，还是由于上级设备与比该上级设备更上级的设备之间的通信质量差而无法输出正规信标信号 351。根据该区分的结果，下级设备能够判断是否需要转变为全搜索模式 354。另外，作为中继无线装置 201 的下级设备的子无线装置 301 能够通过接收临时信标信号 352 来大概地与母无线装置取得同步，并且能够获知中继无线装置 201 正在捕捉更上级的无线通信装置的正规信标信号。

[0113] 另外，中继无线装置 201 在暂时无法接收到母无线装置 101 等上级设备的正规信标信号 351 的情况下，能够在接收到正规信标信号 351 的时间点与上级设备的时钟进行同步。在由于新建建筑等的影响而持久地无法接收到上级设备的正规信标信号 351 时，能够搜索其它上级设备来重新加入无线通信系统 400。

[0114] 另外，子无线装置 301 也在暂时无法接收到中继无线装置 201 等上级设备的正规信标信号 351 的情况下，能够在接收到正规信标信号 351 的时间点与上级设备的时钟进行同步。由此，在由于新建建筑等的影响而持久地无法接收到上级设备的正规信标信号 351 时，能够搜索其它上级设备来重新加入无线通信系统 400。

[0115] 并且，假设以下的情况：由于上级设备的中继级数发生变更，上级设备与下级设备之间的时隙关系的变化大，从而正规信标信号 351 的发送接收定时的变化大。即使在这种情况下，下级设备也能够通过接收临时信标信号 352 来转变为正规信标搜索模式 355 ～ 358。由此，下级设备能够捕捉到由所从属的上级设备发送的正规信标信号 351。因此，无需变更上级设备，无需向母无线装置 101 进行重新加入的请求，因此能够构建不会不必要地增加通信量的无线通信系统 400。其结果，能够构建通信可靠性高的无线通信系统 400。

[0116] 在此，说明从母无线装置 101 对子无线装置 301p 发送数据的情况。设中继无线装置 201a、201b 在所有上级时隙 121 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中进行接收载波侦听动作。

[0117] 接收载波侦听动作是指以下的动作：检测接收水平是否为规定的水平以上，如果接收水平为规定的水平以下则中止接收载波侦听动作而转变为待机状态。另一方面，如果

接收水平为规定水平以上，则进行接收来自上级设备的链路连接信号的动作。因而，母无线装置 101 在发往子无线装置 301p 的数据发送请求例如在时隙号“5”的时间产生的情况下，在时隙号“6”的下级时隙 120 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中发送链路连接信号。

[0118] 中继无线装置 201a 在时隙号“4”的上级时隙 121 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中进行接收载波侦听，在载波侦听到来自母无线装置 101 的链路连接信号之后进行接收。

[0119] 图 5A 是表示本发明的实施方式中的链路连接信号的电文格式的图。另外，图 5B 是表示其重复帧 51 ～ 56 的结构的图。

[0120] 链路连接信号由 n 个重复帧 51 ～ 56 和主体帧 57 构成。重复帧 51 ～ 56 分别包括 :用于决定位 (bit) 的采样位置的位同步信号 58、用于检测帧所包含的数据的开头的帧同步信号 59、载有各种控制信息的控制信号 60、以及将用于识别设备的识别码 (下面将识别码记为 ID) 缩短后得到的简易 ID61。

[0121] 在此，ID 是例如以 64 位表示的信息，简易 ID61 是将 ID 进行四分割而得到的以 16 位表示的信息。将使 ID 四分割而得到的哪 16 位设为简易 ID61 这个信息承载在控制信号 60 中。

[0122] 链路连接信号的重复帧长度是 T6。因而，n 个重复帧长度 T7 为 T7=n×T6。而且，对重复帧 51 ～ 56 赋予重复帧号“1”～“n”，控制信号 60 中载有该重复帧号。

[0123] 重复帧 51 ～ 56 如图 5A 所示那样从重复帧号大的重复帧起按顺序被发送，重复帧号逐一递减，紧挨着主体帧之前的重复帧 56 的编号为“1”。

[0124] 图 6 是表示本发明的实施方式中的从上级设备发送的链路连接信号以及对从上级设备发送的链路连接信号进行接收载波侦听的下级设备的载波侦听定时的图。

[0125] 在图 6 中，第一层 (a) 示出了链路连接信号的定时，第二层 (b-1) 示出了上级设备与下级设备的时钟未偏离的情况，第三层 (b-2) 示出了下级设备的时钟超前于上级设备的时钟的情况，最下层 (b-3) 示出了下级设备的时钟滞后于上级设备的时钟的情况。

[0126] 在图 6 中，示出了下级设备的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 的开头位置 70。另外，示出了下级设备的接收载波侦听定时 71。接收载波侦听定时 71 被设定成从上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 的开头位置 70 起经过 T8=T7/2。通过这样设定，如果上级设备与下级设备的时钟偏离量 ΔT 处于 -T8 ≤ ΔT ≤ T8 的范围，则能够如图 6 所示那样在链路连接信号的重复帧 1 ～ n 的某处进行接收载波侦听来接收主体帧。

[0127] 当将上级设备与下级设备之间的时钟的最大相对误差设为 ±100ppm、设下级设备每 T4=512 秒进行一次使时钟一致的动作时，时钟相互偏离最大 ±51.2ms。因而，只要对链路连接信号的重复帧发送次数 n 进行设定使得 T8 ≥ 51.2ms，接收就不会失败。

[0128] 然而，在图 4 中，在从母无线装置 101 发往子无线装置 301p 的数据发送请求例如在时隙号“5”的时间产生的情况下，母无线装置 101 在时隙号“6”的下级时隙 120 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中发送链路连接用信号。中继无线装置 201a 在时隙号“4”的上级时隙 121 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中进行接收载波侦听，在载波侦听到来自母无线装置 101 的链路连接信号之后进行接收。

[0129] 作为下级设备的中继无线装置 201a 利用时隙号“1”的正规信标信号 351 使时钟一致，因此在时隙号“4”的位置处几乎不存在时钟误差。因而，关于链路连接信号的重复帧

的发送次数，若以考虑 51.2ms 的偏离量所得到的次数进行发送则有可能导致浪费增多，消耗电力增大。

[0130] 因此，使链路连接信号中的重复帧的发送次数根据以下的时间可变：该时间是从利用信标号“1”的正规信标信号 351 使时钟一致的时间起进行测量直到进行接收载波侦听的定时为止的时间。例如，由于从利用信标号“1”的正规信标信号 351 来使时钟一致的时间起进行测量直到进行接收载波侦听的定时为止的时间与时隙号有关，因此使链路连接信号中的重复帧的发送次数根据时隙号可变。

[0131] 在母无线装置 101 在时隙号“x”中发送链路连接信号的情况下，母无线装置 101 对重复帧发送次数进行设定使得 T7 ≥ x/256×(±51.2ms)。例如，在时隙号“4”的位置处发送链路连接信号的情况下为 T7 ≥ ±0.8ms，因此在重复帧长度 T6 比 0.8ms 长的情况下，只要将重复发送次数设为一次以上即可。

[0132] 在使重复帧 51 ～ 56 的发送次数可变的情况下，图 6 中的时间 T7 也可变。因而，当作为接收载波侦听定时的 T8 固定时，在母无线装置 101 与中继无线装置 201a 之间的时钟误差 ΔT=0 的情况下，接收载波侦听定时 71 不位于 T7 的中心。

[0133] 这意味着在时钟误差 ΔT 为正的情况和时钟误差 ΔT 为负的情况下所允许的误差范围有差别，不能说是理想的。因此，以使接收载波侦听定时时间 T8 为 T8=T7/2 的方式使 T8 也与 T7 连动地可变，使得在时钟误差 ΔT=0 的情况下接收载波侦听定时 71 位于 T7 的中心。

[0134] 在此，T7 是能够根据时隙号来获知。即，设进行接收载波侦听的时隙号位置若换算为母无线装置 101 的时隙号则为“x”。在这种情况下，可知链路连接信号的 T7 为 T7 ≥ x/256×(±51.2ms)。

[0135] 在上述的例子中，说明了使 T8 基于时隙号可变的例子。作为其它方法，能够将 T8 设为固定值，代之使图 6 所示的链路连接信号的发送开始位置可变。来自上级设备的链路连接信号在图 3A 的链路连接用时隙 (L)32 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中被发送。在此，使开始发送链路连接信号的定时基于时隙号可变。

[0136] 当时隙号变大时，T7 变大，因此将开始发送链路连接信号的定时提早，使得 T7 的中心位于接收载波侦听定时 71 的位置。

[0137] 如上所述，接着在母无线装置 101 的时隙号“5”中产生的数据通信请求，母无线装置 101 在时隙号“6”中与中继无线装置 201a 进行链路连接和数据通信，向中继无线装置 201a 传输数据。

[0138] 中继无线装置 201a 以同样的动作将在中继无线装置 201a 的时隙“4”中从母无线装置 101 接收到的数据在时隙“5”中传输至中继无线装置 201b。中继无线装置 201b 在时隙“3”中接收来自中继无线装置 201a 的数据。

[0139] 另外，中继无线装置 201b 以同样的动作将在中继无线装置 201b 的时隙“3”中从中继无线装置 201a 接收到的数据在时隙“4”中传输至中继无线装置 201c。中继无线装置 201c 在时隙“2”中接收来自中继无线装置 201b 的数据。

[0140] 另外，中继无线装置 201c 以同样的动作将在中继无线装置 201c 的时隙“2”中从中继无线装置 201b 接收到的数据在时隙“3”中传输至中继无线装置 201d。中继无线装置 201d 在时隙“1”中接收来自中继无线装置 201c 的数据。

[0141] 另外，中继无线装置 201d 以同样的动作将在中继无线装置 201d 的时隙“1”中从中继无线装置 201c 接收到的数据在时隙“2”中传输至中继无线装置 201e。中继无线装置 201e 在时隙“256”中接收来自中继无线装置 201d 的数据。

[0142] 另外，中继无线装置 201e 以同样的动作将在中继无线装置 201e 的时隙“256”中从中继无线装置 201d 接收到的数据在时隙“1”中传输至子无线装置 301p。

[0143] 子无线装置 301p 每四个时隙进行一次接收载波侦听，以削减电力。子无线装置 301p 进行接收载波侦听的时隙号是能够基于从母无线装置 101 发送并通过中继无线装置 201a ～ 201e 中继传输的发往子无线装置 301p 的信号所包含的路由信息来获知。路由信息的详情在后面叙述。

[0144] 在此，设对路由信息进行分析后得到的结果为子无线装置 301p 进行接收载波侦听的时隙号是“1”、“5”、“9”、…。因而，中继无线装置 201e 在与子无线装置 301p 以接收载波侦听的方式进行等待的子无线装置 301p 的时隙号“5”对应的中继无线装置 201e 的时隙号“7”的下级时隙中发送链路连接信号和数据。中继无线装置 201e 与子无线装置 301p 进行链路连接的动作也与图 6 中说明的动作相同。

[0145] 接着，说明从子无线装置 301p 对母无线装置 101 发送数据的情况。在产生了从下级设备向上级设备的发送的情况下，下级设备接收由上级设备发送的正规信标信号 351，在紧接在接收到正规信标信号 351 的信标接收用时隙 (BR)34 之后的链路连接用时隙 (L)35 中的下级呼叫用时隙 37 发送图 5A 所示的链路连接信号。

[0146] 具体地进行说明。子无线装置 301p 进行接收中继无线装置 201e 的信标信号的动作。来自中继无线装置 201e 的正规信标信号 351 是每两个时隙 = 每 4 秒发送一次，因此子无线装置 301p 能够在从产生数据发送的请求起的 4 秒以内接收中继无线装置 201e 的正规信标信号 351。

[0147] 例如，在图 4 中，在子无线装置 301p 的时隙号“252”处产生了数据发送请求的情况下，在子无线装置 301p 的时隙号“253”中接收来自中继无线装置 201e 的信标号“255”的正规信标信号 351。然后，子无线装置 301p 利用从中继无线装置 201e 接收到的信标号“255”的正规信标信号 351 来使时钟一致。

[0148] 然后，子无线装置 301p 对时隙号“253”的上级时隙 121 中的图 3A 所示的链路连接用时隙 (L)35 的位置进行校正，并将链路连接信号发送给中继无线装置 201e，来进行链路连接动作。

[0149] 在中继无线装置 201e 中，在中继无线装置 201e 的时隙号“255”的下级时隙 120 中与子无线装置 301p 进行链路连接动作。从子无线装置 301p 向中继无线装置 201e 的链路连接信号的发送接收动作也与图 6 中说明的动作相同。链路连接信号的结构与图 6 所示的信号相同，但是由于几乎不存在时钟误差，因此重复帧的发送次数可以较少。

[0150] 在链路连接完成之后，子无线装置 301p 在进行了链路连接的同一上级时隙 121 中的数据通信用时隙 (D)36 中发送发往母无线装置 101 的信号。中继无线装置 201e 在与子无线装置 301p 对应的下级时隙 120 中的数据通信用时隙 (D)33 中接收发往母无线装置 101 的信号。

[0151] 接着，中继无线装置 201e 在中继无线装置 201e 的时隙号“255”中接收由中继无线装置 201d 发送的正规信标信号 351，利用接收到的正规信标信号 351 使时钟一致。中继

无线装置 201e 对时隙号“255”的上级时隙 121 中的链路连接用时隙 (L)35 的位置进行校正，并将链路连接信号发送给中继无线装置 201d 来进行链路连接动作。

[0152] 在中继无线装置 201d 中，在时隙号“1”的下级时隙中与中继无线装置 201e 进行链路连接动作。然后，在链路连接完成之后，中继无线装置 201e 在进行了链路连接的同一上级时隙 121 中的数据通信用时隙 (D)36 中发送发往母无线装置 101 的信号。然后，中继无线装置 201d 在与中继无线装置 201e 对应的下级时隙 120 中的数据通信用时隙 (D)33 中接收发往母无线装置 101 的信号。接着，在中继无线装置 201c、201b 中也执行同样的动作。

[0153] 然后，中继无线装置 201a 在中继无线装置 201a 的时隙号“7”中接收由母无线装置 101 发送的正规信标信号 351，利用接收到的正规信标信号 351 使时钟一致。中继无线装置 201a 对时隙号“7”的上级时隙 121 中的链路连接用时隙 (L)35 的位置进行校正，并将链路连接信号发送给母无线装置 101 来进行链路连接动作。

[0154] 在母无线装置 101 中，在母无线装置 101 的时隙号“9”的下级时隙 120 中与中继无线装置 201a 进行链路连接动作。然后，在链路连接完成之后，中继无线装置 201a 在进行了链路连接的同一上级时隙 121 中的数据通信用时隙 (D)36 中发送发往母无线装置 101 的信号。

[0155] 然后，母无线装置 101 在与中继无线装置 201a 对应的下级时隙 120 中的数据通信用时隙 (D)33 中接收发往母无线装置 101 的信号。

[0156] 如上所述，在紧接在来自下级设备的信标信号发送之后的时隙中，来自上级设备的信标信号被发送。因此，在将从子无线装置 301p 产生的发往母无线装置 101 的信号中继传输至母无线装置 101 时，不会有大的延迟，能够高效地进行中继传输。

[0157] 在此，说明在上述的无线通信系统 400 中接通子无线装置 301 的电源来加入无线通信系统 400 时的动作。子无线装置 301 在规定时间内进行接收动作，进行正规信标信号 351 的接收。子无线装置 301 在规定时间内接收到多个正规信标信号 351 的情况下，使用所接收到的正规信标信号 351 的接收水平以及发送了所接收到的信标信号的中继无线装置 201 的中继级数信息，来决定使本站的时钟与哪个正规信标信号 351 一致。

[0158] 在图 2 的结构中，例如，在子无线装置 301g 要加入无线通信系统 400 的情况下，接收中继无线装置 201b 的正规信标信号 351 来使时钟一致。然后，子无线装置 301g 在接着正规信标信号 351 之后的链路连接时隙 (L)35 中的下级呼叫用时隙 37 中，将图 5A 所示的链路连接信号发送给中继无线装置 201b。重复帧数为“5”。、

[0159] 然后，子无线装置 301g 在上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中接收来自中继无线装置 201b 的允许链路连接的应答信号。以到此为止的动作来在中继无线装置 201b 与子无线装置 301g 之间建立链路连接。

[0160] 接着，子无线装置 301g 在数据通信用时隙 (D)36 中，向已建立链路连接的中继装置 201b 发送发往作为最终目的地的母无线装置 101 的加入请求信号，来委托中继。

[0161] 图 7A 是表示本发明的实施方式中的在数据通信用时隙 (D)36 中发送接收的数据通信用信号的格式的图。另外，图 7B 是表示其第三层帧 (layer-3frame)85 的结构的图。

[0162] 子无线装置 301g 将图 7A 所示的数据通信用信号发送给中继无线装置 201b。数据通信用信号包含位同步信号 80、帧同步信号 81、控制信号 82、链接对象的 ID83、本站 ID84 以及第三层帧 85。在此，发送给中继无线装置 201b 的信号中的链接对象的 ID83 是中继无

线装置 201b 的 ID，本站 ID 是子无线装置 301g 的 ID。

[0163] 控制信号 82 中加入有从链接对象的 ID83 到第三层帧 85 的最末端为止的信号长度的信息。因而，通过对控制信号 82 进行接收分析，能够获知接收到哪为止的信号即可。

[0164] 如图 7B 所示，第三层帧 85 是被中继传输至最终目的地的帧信号。即，从图 2 所示的子无线装置 301g 发送的第三层帧 85 经由中继无线装置 201b 和中继无线装置 201a 进行中继而被发送至母无线装置 101。

[0165] 认证码 86 是用于检查第三层帧 85 是否为正规的帧的码。在路由信息 87 中，从子无线装置 301g 到母无线装置 101 的路由信息由各中继无线装置 201 制作并被发送至母无线装置 101。第三层 ID88 中加入有作为最初的发送源的子无线装置 301g 的 ID。应用数据 89 是与想要传输至母无线装置 101 的应用 (application) 有关的数据。

[0166] 图 8A 是表示本发明的实施方式中的路由信息 87 的结构的图。

[0167] 路由信息 87 由 8 字节 (byte) 的数据构成，从最开始的第 1 字节到第 7 字节中加入有位于从子无线装置 301g 到母无线装置 101 的中继路径上的中继无线装置 201 的信息 (中继无线装置信息 90)。子无线装置 301g 向本站所属的中继无线装置 201b 发送图 7A 所示的数据通信用信号。路由信息 87 包含各级的中继无线装置 201 所具有的表号 (table number) 和时隙位置信息 91。

[0168] 此时，作为路由信息 87 的第 8 字节的时隙位置中加入有子无线装置 301g 等待接收来自中继无线装置 201b 的信号的、即进行接收载波侦听的时隙位置信息 91。

[0169] 图 8B 是表示本发明的实施方式中的时隙位置信息 91 的位结构的图。时隙位置信息 91 如图 8B 所示那样由 8 位 (bit) 构成。

[0170] 说明时隙位置信息 91 的各个位的含义。

[0171] 位 D7 ～ D6 为固定值“0”。位 D5 ～ D4 这两个位表示无线通信系统 400 内的中继无线装置 201 和子无线装置 301 的间歇接收周期 m。通常，在中继无线装置 201 的情况下 m=1，即在所有时隙中等待接收。m=2 的情况表示每两个时隙进行一次等待接收。

[0172] 位 D3 ～ D0 这四个位表示等待接收中心轮询、即来自作为上级设备的中继无线装置 201 的信号的时隙位置号 y。时隙位置号 y 表示是从下面定义的基准时隙号数起第 (y-1) 个时隙。在此为 y=1 ～间歇接收周期 m 的范围。

[0173] 基准时隙号的定义为 :“基准时隙号 =a×m+1”。在此为 a=0 ～ (时隙数 255/ 间歇接收周期 m) 为止的整数。即，基准时隙存在于图 4 所示的时隙号 1、m+1、2×m+1…这样的每隔 m 的时隙。

[0174] 因而，等待接收的时隙号 x 为“等待接收的时隙号 x= 基准时隙号 + 时隙位置号 y-1”。然后，子无线装置 301 利用时隙位置信息 91 将子无线装置 301 的间歇接收周期 m 和时隙位置号 y 这两个信息发送给母无线装置 101。然后，在母无线装置 101 中制作子无线装置 301 的路由信息表。

[0175] 关于间歇接收周期 m，期望使用在无线通信系统 400 中共同的值，但是也可以按每个子无线装置 301 而不同。时隙位置号 y 由各子无线装置 301 任意地设定。由子无线装置 301 制作的路由信息 87 只有时隙位置信息 91，在第 1 字节到第 7 字节的中继无线装置信息中插入“0x00”。此外，在发送源为中继无线装置 201 的情况下加入“0xFF”。

[0176] 这种子无线装置 301 中的作为间歇接收等待定时的时隙位置信息 91 的制作和发

送是由定时信息发送部 25 进行的。而且，与时隙位置信息 91 有关的信息被存储在存储部 27 中。

[0177] 由子无线装置 301 在加入时决定时隙位置的优点在于，自己决定在向母无线装置 101 发送加入请求信号之后接收来自母无线装置 101 的加入允许信号的间歇接收等待时隙。由此，子无线装置 301 能够在间歇接收等待时隙之前以待机状态等待。

[0178] 在此，说明无线通信系统 400 中的路由信息的管理的概要。子无线装置 301 仅对本站所属的中继无线装置 201 的时隙位置信息进行管理。中继无线装置 201 将本站的下一级的中继无线装置 201 作为表来进行管理，以能够使表号与本站的下一级的中继无线装置 201 之间相对应的方式来进行管理。

[0179] 母无线装置 101 对子无线装置 301 的时隙位置信息和存在于到子无线装置 301 为止的路径中的中继无线装置 201 的表号信息进行管理。

[0180] 图 8C 是表示本发明的实施方式中的中继无线装置信息 90 的位结构的图。

[0181] 说明中继无线装置信息 90 的位结构。“D7”的含义在从上级设备向下级设备进行通信的情况和从下级设备向上级设备进行通信的情况下不同。在从上级设备向下级设备进行通信的情况下，“D7”表示是否存在表号的删除请求，删除请求由母无线装置 101 进行。另一方面，在从下级设备向上级设备进行通信的情况下，“D7”为识别各中继无线装置 201 所持有的表是否占满的标识符。

[0182] “D6”的含义也在从上级设备向下级设备进行通信的情况和从下级设备向上级设备进行通信的情况下不同。在从上级设备向下级设备进行通信的情况下，固定为“0”。另一方面，在从下级设备向上级设备进行通信的情况下，“D6”为表示下一级的中继无线装置 201 是否为不存在于表中而是初次登记在表中的中继无线装置 201 的标识符。

[0183] “D5”～“D0”这六个位表示存在于中继路径的中继无线装置 201 所管理的下一级的中继无线装置 201 的表号。所能够管理的表号到“63”为止。通过这样，除去表号“0”，能够管理表号“1”～“63”的 63 个中继无线装置 201。

[0184] 接收到来自子无线装置 301 的路由信息 87 的中继无线装置 201 对所接收到的路由信息 87 中的与本站的级数相当的字节进行分析。例如，中继无线装置 201b 是第 2 级，因此对第 2 字节进行分析。如果分析结果为“0x00”，则解释为是发送源属于中继无线装置 201b 的、来自子无线装置 301g ～ i 中的某一个子无线装置的中继请求。如果分析结果是“0xFF”，则解释为发送源是中继无线装置 201c。

[0185] 如果是来自子无线装置 301g ～ i 的中继请求，则中继无线装置 201b 在本站所属的级数的字节、即第 2 字节的“D5”～“D0”中设定表号“0”。在图 2 的例子中，是来自子无线装置 301g 的中继请求，因此在第 2 字节的“D5”～“D0”中设定表号“0”。

[0186] 假如分析结果为“0xFF”，则判断为中继请求是来自中继无线装置 201c 的，在本站所属的级数的字节的“D5”～“D0”中设定与该中继无线装置 201c 对应的表号。

[0187] 在尽管中继请求是来自中继无线装置 201c 的、但本站所管理的表中不存在中继无线装置 201c 的信息的情况下，将该中继无线装置 201c 登记在表中，在本站所属的级数的字节的“D5”～“D0”中设定所登记的表号。

[0188] 以上说明的路由信息 87 从中继无线装置 201b 传输至中继无线装置 201a。然后，在中继无线装置 201a 中，也与中继无线装置 201b 同样地进行路由信息 87 的分析制作处

理。然后，在与中继无线装置 201a 所属的第 1 级对应的第 1 字节的“D5”～“D0”中设定与中继无线装置 201b 对应的表号。然后，中继无线装置 201a 对母无线装置 101 发送所制作的路由信息 87。

[0189] 由定时信息分析部 16 来进行中继无线装置 201a 和中继无线装置 201b 中的包含作为子无线装置间歇接收等待定时的时隙位置信息 91 的路由信息 87 的分析和制作。

[0190] 在母无线装置 101 中，通过对从下级设备发送的路由信息 87 进行分析，能够获知到子无线装置 301g 为止的中继路径。即，路由信息 87 的第 1 字节中输入有与中继无线装置 201a 所管理的中继无线装置 201b 的 ID 对应的表号。另外，由于路由信息 87 的第 2 字节的表信息为表号“0”，因此表示发送源为子无线装置 301g ～ i。

[0191] 而且，路由信息 87 的第 8 字节中输入有作为发送源的子无线装置 301g 的间歇接收周期 m 和时隙位置号 y 的信息。能够基于图 7B 所示的第三层 ID88 来获知作为发送源的子无线装置 301g 的 ID。

[0192] 由路由信息分析制作部 5 来进行母无线装置 101 中的中继无线装置信息 90 的分析和制作。另外，由定时信息发送部 25 来进行子无线装置 301 中的作为间歇接收等待定时的时隙位置信息 91 的制作和发送。然后，将与包含时隙位置信息 91 和中继无线装置信息 90 的路由信息 87 有关的信息存储在存储部 27 中。

[0193] 这样，母无线装置 101 能够基于子无线装置 301a ～ p 分别在加入时发送给母无线装置 101 的信号所包含的路由信息 87 来获知属于无线通信系统 400 的所有子无线装置 301a ～ p 的路由信息，从而能够制作路由信息的表。

[0194] 接着，以母无线装置 101 对子无线装置 301g 发送轮询数据的情况为例来进行说明。母无线装置 101 参照本站所具有的路由信息的表，来制作路由信息 87，该路由信息 87 包含到子无线装置 301g 为止的中继路径、子无线装置 301g 的间歇接收周期 m 以及时隙位置号 y。

[0195] 母无线装置 101 在下级时隙 120 的链路连接时隙 (L)32 中的上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中向中继无线装置 201a 发送图 5A 所示的链路连接信号。中继无线装置 201a 在所有上级应答 / 上级呼叫用时隙 38 中进行间歇接收等待，因此能够接收到从母无线装置 101 发往本站的链路连接信号。

[0196] 中继无线装置 201a 接收在数据通信用时隙 (D)36 中从母无线装置 101 发送的图 7A 所示的数据通信用信号，并对第三层帧 85 所包含的第三层 ID88 进行确认。如果数据通信用信号不是发往本站的，则中继无线装置 201a 将其认作是中继请求，来对路由信息 87 的第 1 字节（参照图 8C 的中继无线装置信息 90 的位结构）进行分析。如果第 1 字节的“D5”～“D0”位中写的表号为“0”，则表示发往属于本站的下一级的子无线装置 301d ～ f。

[0197] 在本例中，是发往子无线装置 301g 的信号，因此第 1 字节的“D5”～“D0”位中写的表号是记载了中继无线装置 201b 的 ID 的表号。因而，中继无线装置 201a 能够基于第 1 字节的“D5”～“D0”位中写的表号，参照本站所持有的表来获知作为下一个中继目的地的中继无线装置 201b 的 ID。

[0198] 中继无线装置 201a 以与母无线装置 101 同样的过程来与中继无线装置 201b 进行链路连接，向中继无线装置 201b 中继发送数据通信用信号。中继无线装置 201b 进行与上述的中继无线装置 201a 同样的分析动作，对路由信息 87 的第 2 字节的“D5”～“D0”位中

写的表号进行确认。第 2 字节的“D5”～“D0”位中写的表号是“0”，因此识别为是发往本站的下一级的子无线装置 301g ～ i。

[0199] 中继无线装置 201b 能够根据所接收到的数据通信用信号中包含的第三层 ID88 来获知本站的下一级的子无线装置 301g 的 ID。第三层 ID88 中写有作为最终目的地的子无线装置 301g 的 ID。

[0200] 中继无线装置 201b 对路由信息 87 的第 8 字节的时隙位置信息 91 进行分析，来能够获知子无线装置 301g 的间歇接收周期 m 和时隙位置号 y。中继无线装置 201b 如上所述那样基于间歇接收周期 m 和时隙位置号 y 来计算子无线装置 301g 进行间歇接收等待的时隙。在该时隙中，中继无线装置 201b 与子无线装置 301g 进行链路连接，中继发送数据通信用信号。

[0201] 第三层帧 85 由母无线装置 101 来制作，在中继无线装置 201a 和中继无线装置 201b 中不做任何变更而按原样被中继传输至子无线装置 301g。然后，子无线装置 301g 能够接收来自母无线装置 101 的应用数据 89。

[0202] 如以上所说明的那样，子无线装置 301 的接收等待时隙信息是承载于通信时的信号而从母无线装置 101 发送过来的。由此，中继无线装置 201 只需持有仅对本站的下一级的中继无线装置 201 进行管理的表即可，而无需持有本站的下一级的子无线装置 301 的信息。因而，无需对属于本站的下一级的子无线装置 301 的装置数进行限制。换言之，能够减小本站所持有的表。

[0203] 并且，在母无线装置 101 中，也能够减小保存到子无线装置 301 为止的路由信息的表。例如，母无线装置 101 需要对下一级的中继无线装置 201a 的 ID 进行管理，但是无需对不是下一级的中继无线装置 201b 的 ID 进行直接管理，只要代之对由中继无线装置 201a 管理的中继无线装置 201b 的表号进行管理即可。如果将各中继无线装置 201 所管理的最大的中继无线装置数设为“63”，则需要的表数为“63”，表号用 6 位的信息就足够。因而，每台中继无线装置 201 以 6 位的管理来进行 64 位的管理即可。

[0204] 另外，承载于数据通信用信号的路由信息不是中继路径的中继无线装置 201 的 ID，而是与 ID 对应的表号，因此能够减少路由信息的字节数。例如，如果将各中继无线装置 201 所管理的最大的中继无线装置 201 数设为“63”，则能够以 6 位的信息来设定每级的中继路径。

[0205] 一般来说，用于指定无线通信装置的 ID 需要如 64 位那样很多的位数。因而，当使用将中继路径的中继无线装置 201 的 ID 作为路由信息进行发送的方法时，路由信息会变得非常大，从而使通信中产生浪费。与此相对，根据如本实施方式所示那样将表号作为路由信息进行传输的方法，能够减小路由信息，从而能够进行高效的通信。

[0206] 在本实施方式中，由母无线装置 101 对子无线装置 301g 的时隙位置信息进行存储管理，但是也能够由中继无线装置 201b 来进行管理。在这种情况下，虽然中继无线装置 201b 的表变大，但是具有不需要路由信息 87 的第 8 字节的时隙位置信息的优点。

[0207] 此外，在本实施方式的说明中，是以无线通信系统 400 包括母无线装置 101、中继无线装置 201、子无线装置 301 这三种无线装置为前提来说明的。然而，无线通信系统也可以构成为包括母无线装置 101 和中继无线装置 201、母无线装置 101 和子无线装置 301、或者中继无线装置 201 和子无线装置 301。从子无线装置 301 与中继无线装置 201 之间的关

系来看，中继无线装置 201 为作为上级设备的母无线装置 101。

[0208] 另外，在本实施方式中，设构成无线通信系统 400 的母无线装置 101、中继无线装置 201 以及子无线装置 301 分别由硬件构成来进行了说明。然而，本发明并不限定于该例子。也能够使用软件来描述各结构要素的至少一部分功能，并通过由计算机执行来实现。在这种情况下，能够通过记录在记录介质中或使用通信线路分发程序，来简单地进行程序的发布、更新及其安装作业。

[0209] 产业上的可利用性

[0210] 如上所述，根据本发明，能够提供一种在无线通信系统中难以引起同步偏离而可靠性高的无线通信装置以及无线通信方法。因此，作为包括发送信标信号的无线通信装置和接收信标信号来取得时间同步的无线通信装置的无线通信系统、特别是在这种无线通信系统中利用的无线通信装置和无线通信方法等是有用的。

[0211] 附图标记说明

[0212] 1、11、21 ：天线 ；2、12、22 ：发送接收部 ；3、13 ：信标发送部 ；4、15、24 ：链路连接部 ；5 ：路由信息分析制作部 ；6、25 ：定时信息发送部 ；7、17、26 ：控制部 ；8、27 ：存储部 ；14、23 ：信标接收部 ；16 ：定时信息分析部 ；31 ：信标发送用时隙 (BT) ；32、35 ：链路连接用时隙 (L) ；33、36 ：数据通信用时隙 (D) ；34 ：信标接收用时隙 (BR) ；37 ：下级呼叫用时隙 ；38 ：上级应答 / 上级呼叫用时隙 ；42 ：基本时隙 ；43、44 ：时隙 ；51 ～ 56 ：重复帧 ；57 ：主体帧 ；58、80 ：位同步信号 ；59、81 ：帧同步信号 ；60、82 ：控制信号 ；61 ：简易 ID ；70 ：开头位置 ；71 ：接收载波侦听定时 ；83 ：链接对象的 ID ；84 ：本站 ID ；85 ：第三层帧 ；86 ：认证码 ；87 ：路由信息 ；88 ：第三层 ID ；89 ：应用数据 ；90 ：中继无线装置信息 ；91 ：时隙位置信息 ；101 ：母无线装置 ；120 ：下级时隙 ；121 ：上级时隙 ；201a ～ e ：中继无线装置 ；301a ～ p ：子无线装置 ；351 ：正规信标信号 ；352 ：临时信标信号 ；353 ：用于加入的信号 ；354 ：全搜索模式 ；355 ～ 358 ：正规信标搜索模式。

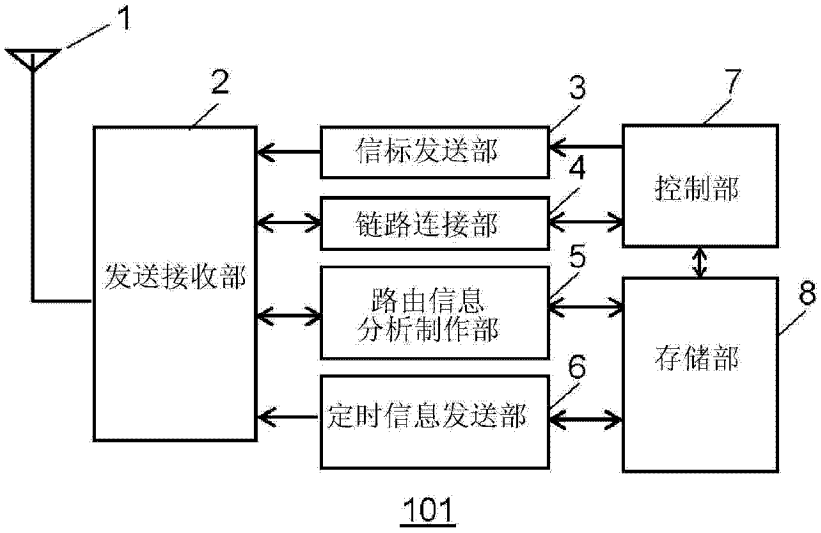

1
2
3
7
信标发送部
4
控制部
链路连接部
发送接收部
5
路由信息
分析制作部
8
存储部
6
定时信息发送部
101

图 1A

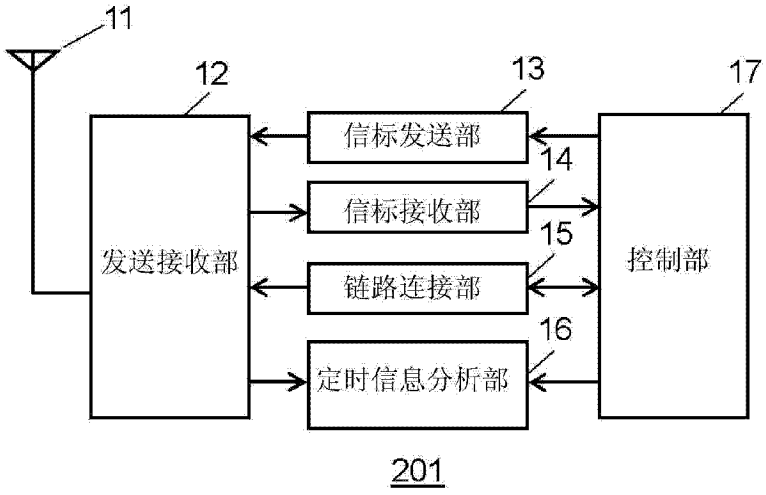

11
12
13
17
信标发送部
14
信标接收部
发送接收部
15
控制部
链路连接部
16
定时信息分析部
201

图 1B

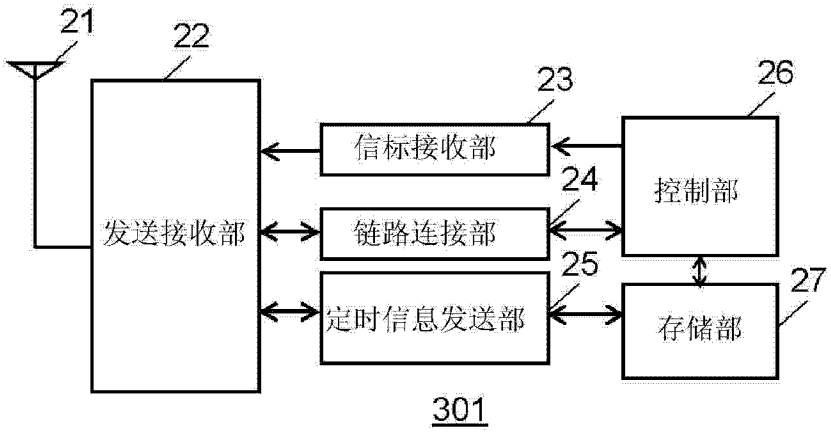


图 1C

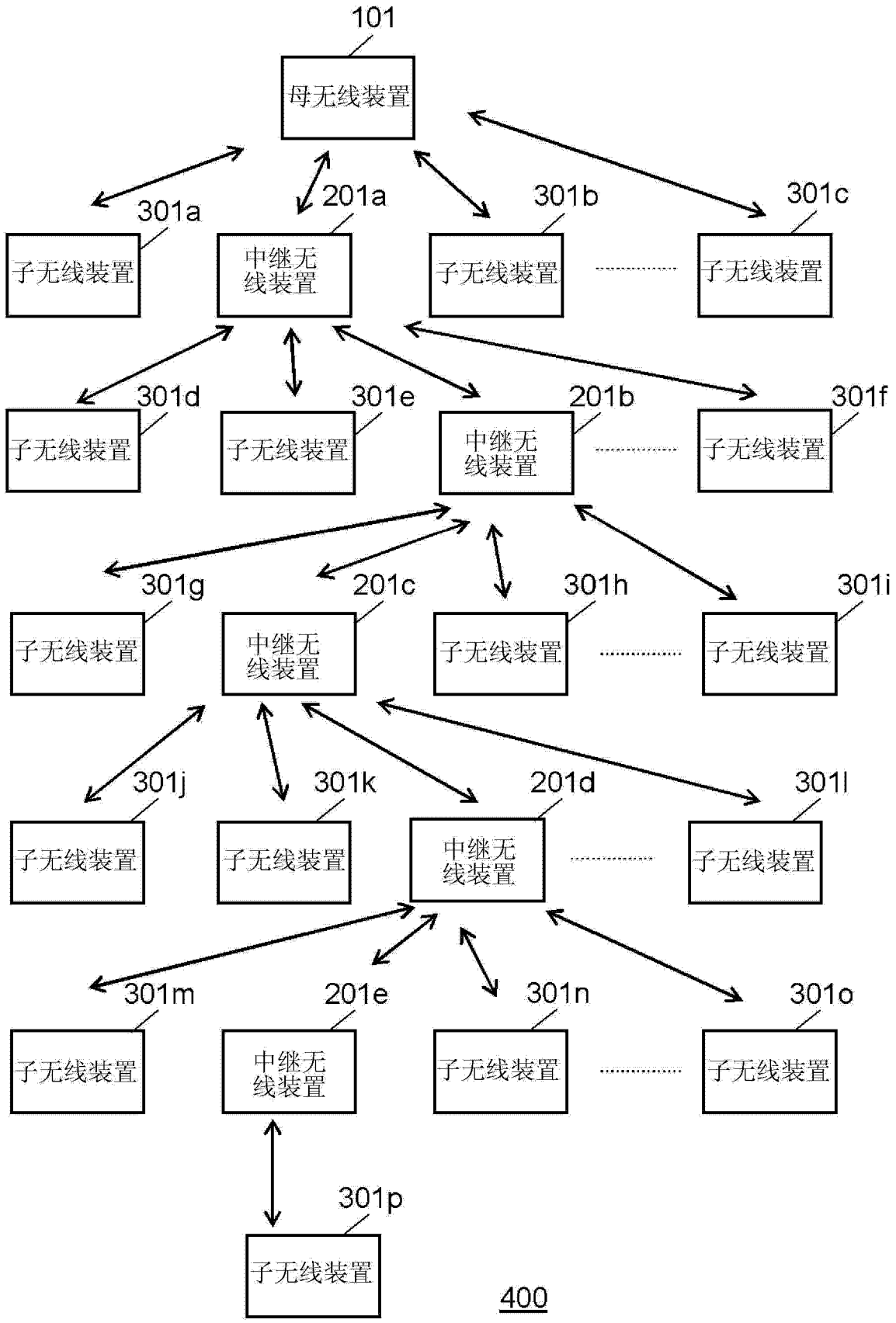

101
母无线装置
301a
子无线装置
201a
中继无线装置
301b
子无线装置
301c
子无线装置
301d
子无线装置
301e
子无线装置
201b
中继无线装置
301f
子无线装置
301g
子无线装置
201c
中继无线装置
301h
子无线装置
301i
子无线装置
301j
子无线装置
301k
子无线装置
201d
中继无线装置
301l
子无线装置
301m
子无线装置
201e
中继无线装置
301n
子无线装置
301o
子无线装置
301p
子无线装置
400

图 2

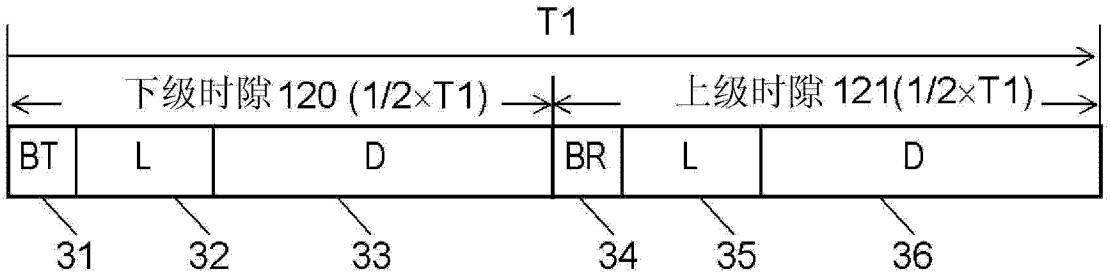

T1
下级时隙120 (1/2×T1)
上级时隙121(1/2×T1)
BT
L
D
BR
L
D
31
32
33
34
35
36

图 3A

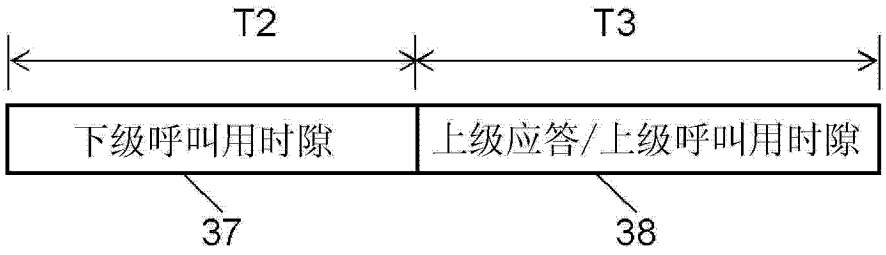

T2
T3
下级呼叫用时隙
上级应答/上级呼叫用时隙
37
38

图 3B

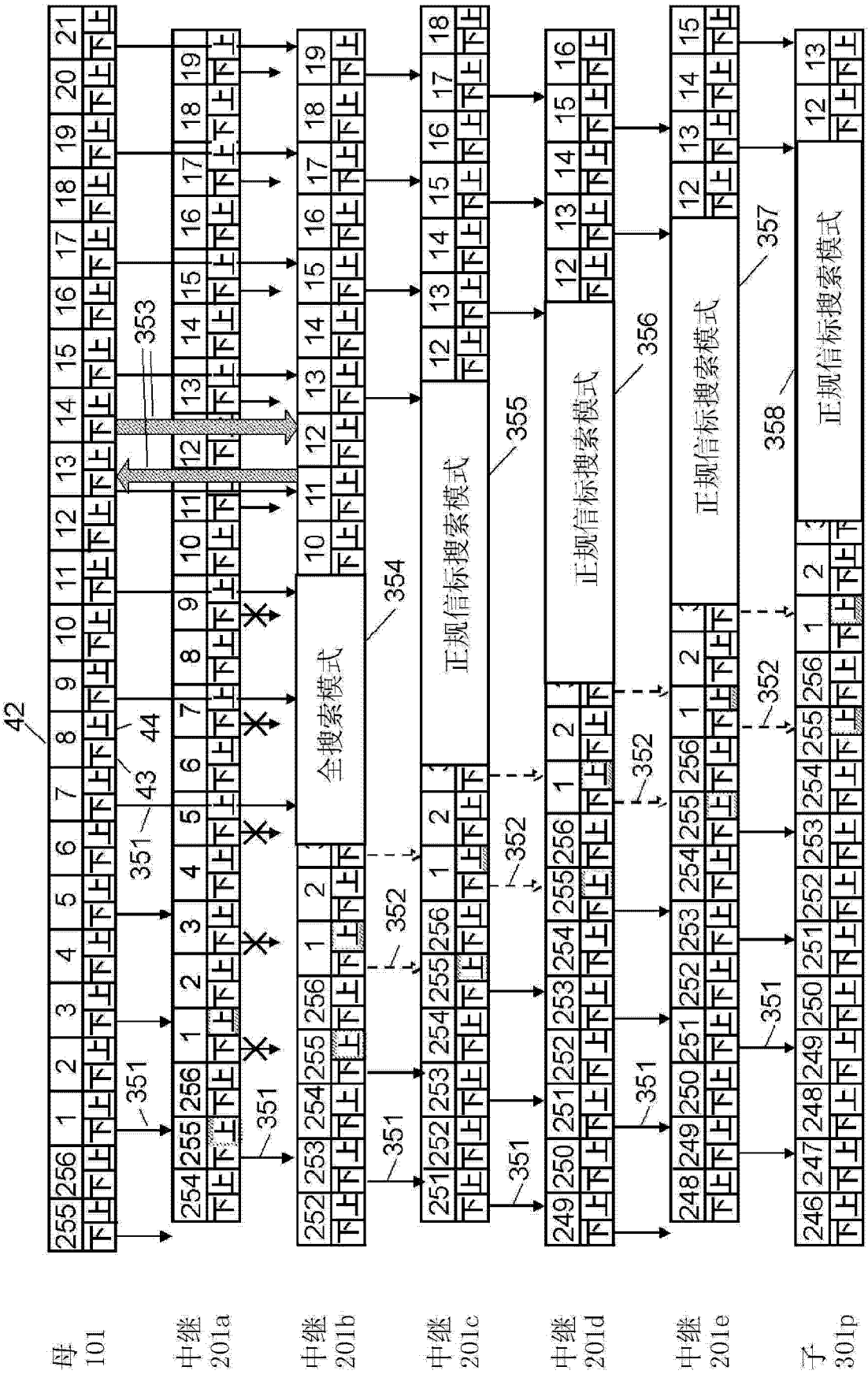

母
101
中继
201a
中继
201b
中继
201c
中继
201d
中继
201e
子
301p
全搜索模式
正规信标搜索模式
正规信标搜索模式
正规信标搜索模式
正规信标搜索模式
正规信标搜索模式
42
43
44
351
352
353
354
355
356
357
358

图 4

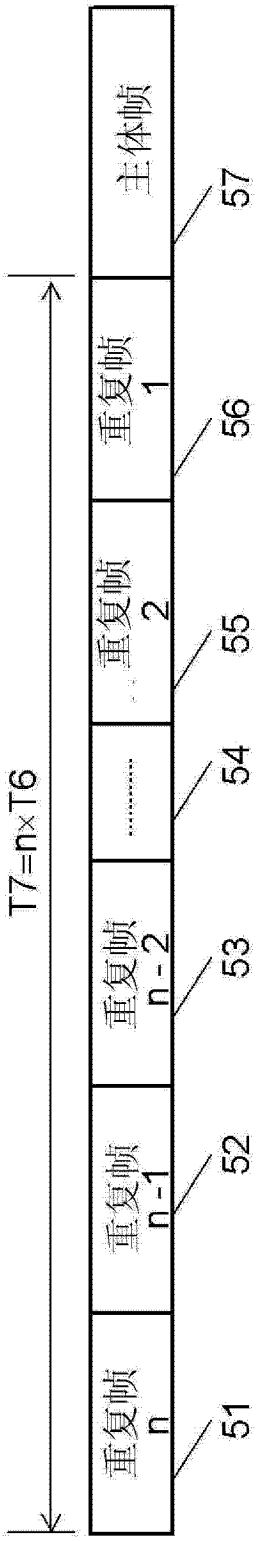

主体帧
57
重复帧 1
56
重复帧 2
55
.....
54
重复帧 n-2
53
重复帧 n-1
52
重复帧 n
51
T7=n×T6

图 5A

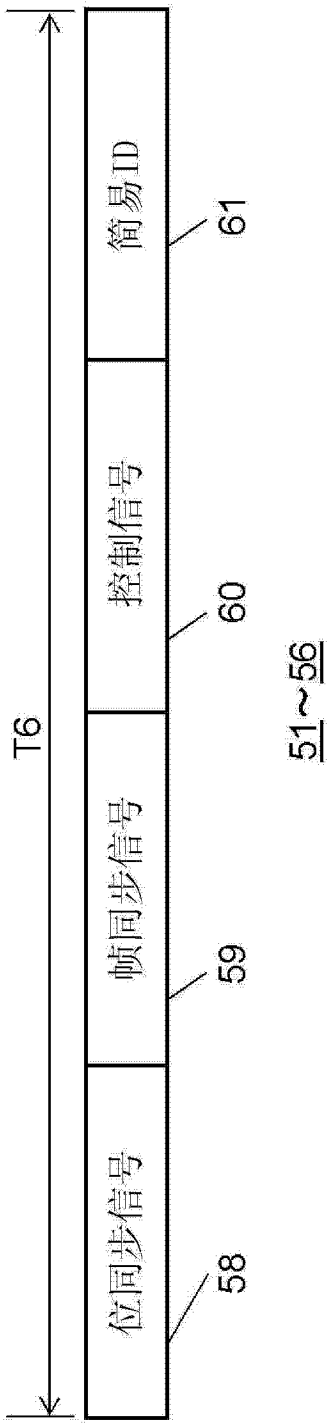

简易ID
61
控制信号
60
帧同步信号
59
位同步信号
58
T6
51~56

图 5B

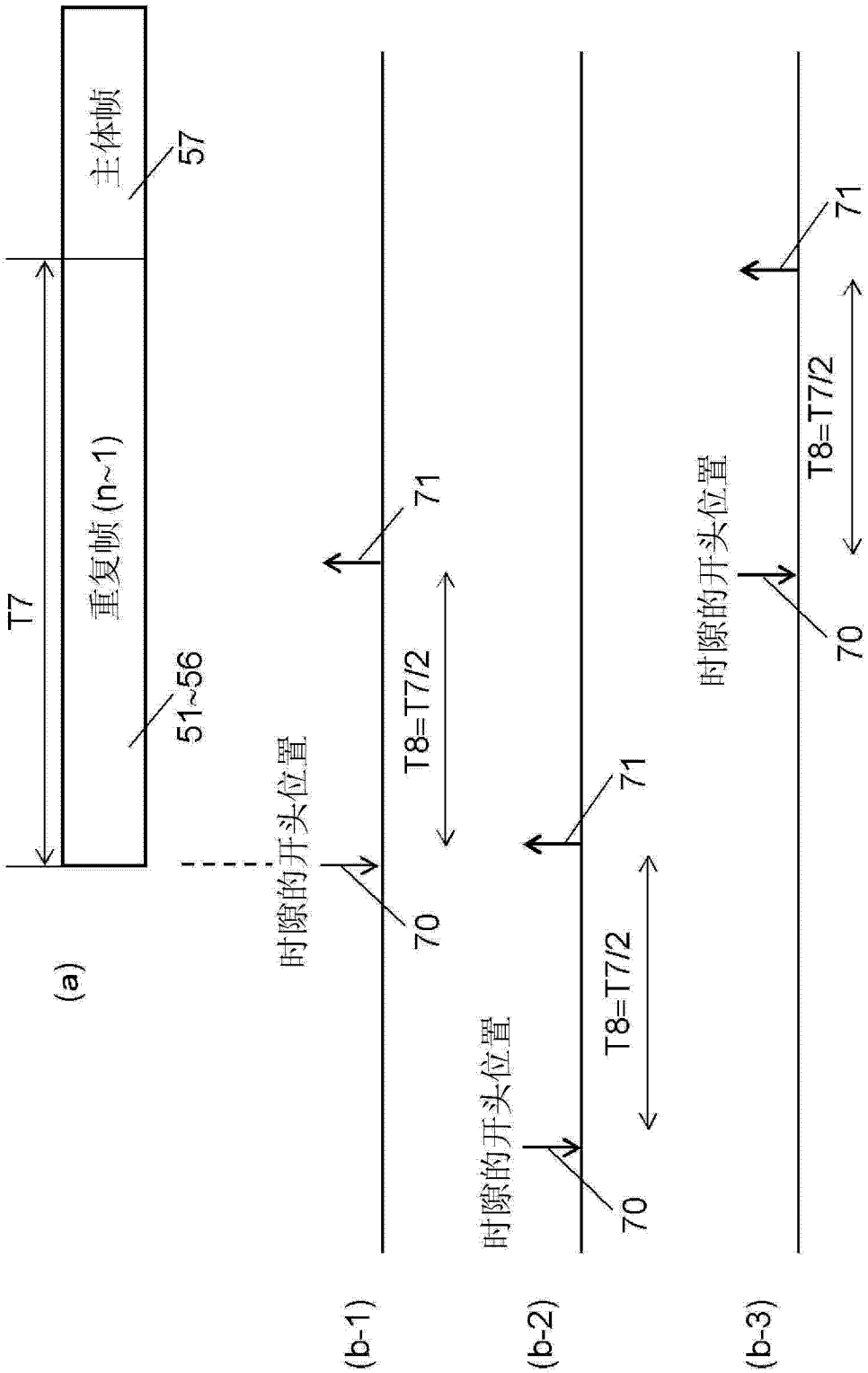


图 6

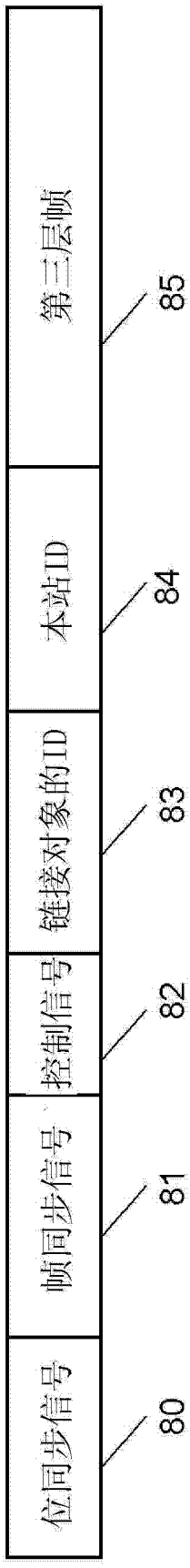


图 7A

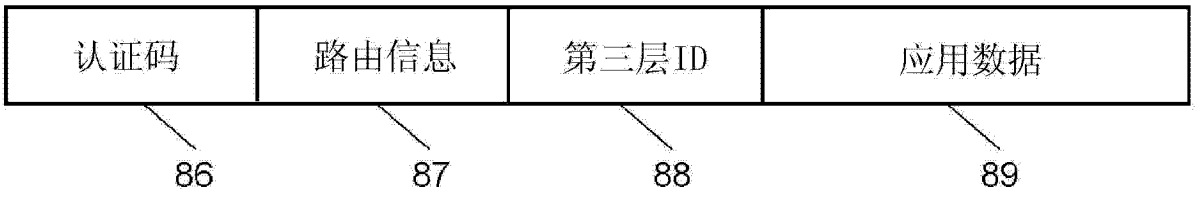


图 7B

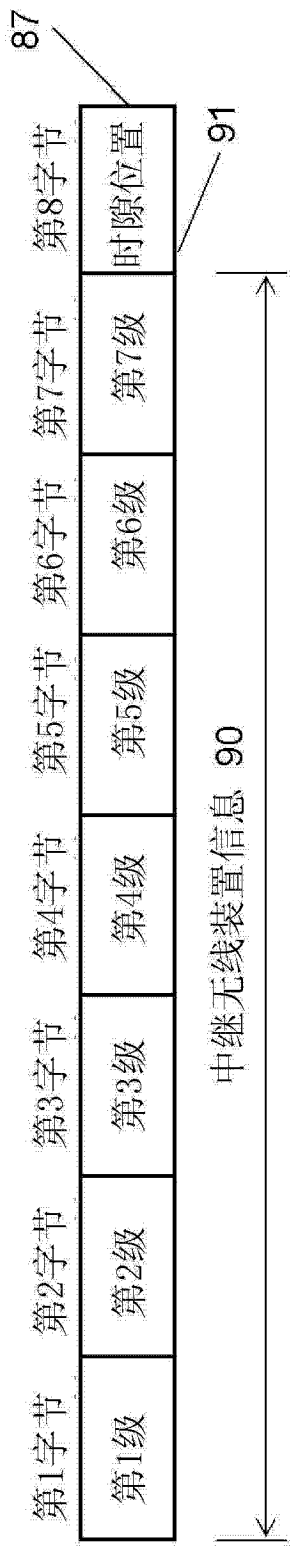

87
91
第1字节
第2字节
第3字节
第4字节
第5字节
第6字节
第7字节
第8字节
第1级
第2级
第3级
第4级
第5级
第6级
第7级
时隙位置
中继无线装置信息 90

图 8A

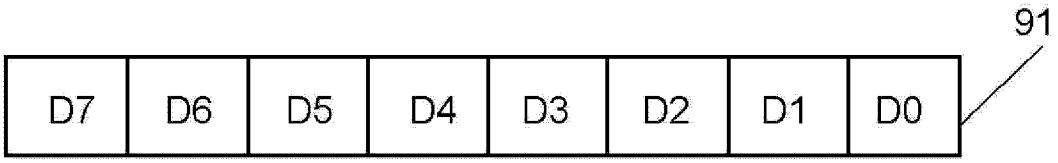


图 8B

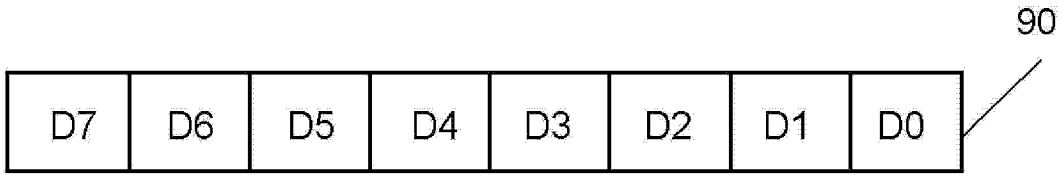


图 8C