



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 88 1 01159 A

[43] 公开日 1988 年 9 月 21 日

[21] 申请号 88 1 01159

[22] 申请日 88.3.2

[30] 优先权

[32] 87.3.3 [33] US [31] 034,135

[71] 申请人 美国电话电报公司

地址 美国纽约

[72] 发明人 杰勒德·约瑟夫·福斯基尼

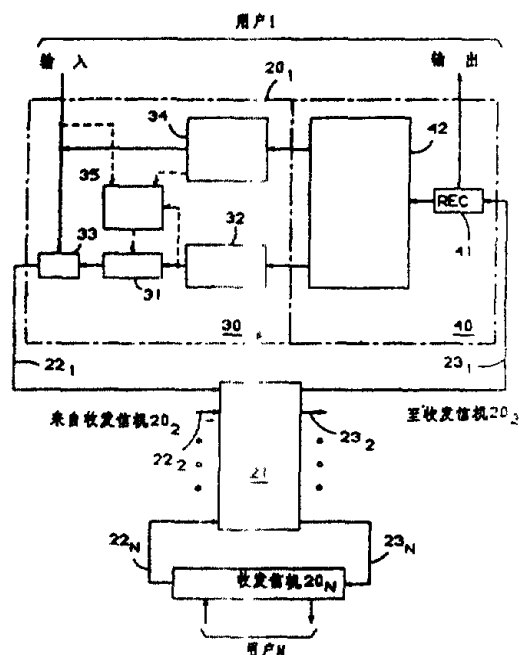
[74] 专利代理机构 中国专利代理有限公司

代理人 曹济洪 许新根

[54] 发明名称 光通信中用以推斥载波使相互干扰减至最小的技术

[57] 摘要

本发明涉及一种在频分多路传输(FDM)光波通信系统中推斥载波使信号间相互干扰减至最小的技术。根据本技术,系统的各发射机慢慢扰动其发送通道的 FDM 信号,而各接收机监视和测量由在需要接收该信号的通道的各侧的诸通道引起的干扰电平,且将那信息反馈至原来发送该需要的信号的发射机。于是那发射机将利用该信息以移动其自己的光波载波的频率,以这种方法使得那干扰减至最小。



1.一种在频分多路传输(FDM)光波通信系统中使用的收发信机,该收发信机包括:

一发射机部分(30),它包含:

用以产生一预定的额定光波载波信号的装置(31);以及

用以将来自产生装置的额定光波载波信号与有待从发射机部分发送至遥远的收发信机的信息信号调制的装置(33-35);

其特征在于,该收发信机还包括:

用以产生控制信号给产生装置的装置(32),以使所述产生装置以这样一种方式慢慢地扰动额定光波载波信号至在该额定载波信号的一侧的第一邻近频率,使得收集的背景干扰被接收机检测到,以引出一控制信号以改变该载波的位置,且将该载波在背景干扰中更有利地定位。

2.根据权利要求1所述的收发信机,该收发信机还包括:

一接收机部分,

其特征在于,该接收机部分包括:

一接收机,它对由遥远的收发信机发送来的光波信息信号响应,该遥远的收发信机将一第二额定光波载波信号与一指定送往该接收机部分的信息信号调制,同时慢慢地扰动该第二光波载波信号,用以将接收到的光波信息信号解调,以传输至系统的一有关的用户,且根据已解调的信息信号工作以产生一单独的输出信号,按照该输出信号能实现载波的校正移动,以及

一处理机,它对来自接收机的输出信号响应,以确定一干扰电平的指示符,并用以产生一控制信号来实现校正移动至具有低干扰电平的频率,并传送至发射机部分的调制装置,以在已调制的信息信号中传送回至遥远的收发信机。

3.一种在频分多路传输(FDM)光波通信系统中传输信号的方法,该

方法包括以下的步骤：

在与系统的第一用户有关的第一收发信机处，

(a) 产生一额定光波载波信号，以及

(b) 将额定载波光波信号与从第一用户接收到的信息信号调制，

其特征在于，该方法还包括下列步骤：

(c) 将在步骤(a)中产生的额定载波光波信号在第一用户的额定光波载波信号的附近慢慢地扰动；以及

在一与第二用户有关的遥运的第二收发信机处，

(d) 将从第一收发信机接收到的已调制的信息信号解调，以传送至第二用户，且将已解调的信息信号顺序地取样，以便产生促进有利地改变载波位置的控制信号；以及

(e) 将一载波控制信号发送回第一收发信机，用以在下一个循环周期期间重复步骤(b)至(e)之前将在步骤(a)中产生的该额定载波频率移动至可从该载波控制信号引出的一邻近载波频率。

光通信中用以推斥载波 使相互干扰减至最小的技术

本发明涉及一种在光通信系统中便于载波的频分多路传输(FDM)以使相互干扰减至最小的技术。

在通信系统中的一个目标是设计在单体系光单元上承载大量的高速用户的实用方法。使用的一种技术是例如在美国电气及电子工程师学会会刊(Proceedings of the IEEE)58 卷1970年10月第10期1666-1682 页上,由T.S.金塞尔(Kinsel)所写的文章《宽带光通信系统第一部分-时分多路传输》(Wide Band Optical Communication System Part I -

Time Division Multiplexing)中所讨论的时分多路传输(TDM)。另一种技术是例如在1980年11月4 日颁发给E.H.哈拉等人的4,232,385 号美国专利中和在1986年7 月5 日颁发给R.W.A.斯卡(Scarr)等人的4,601,027 号美国专利中所公开的频分多路传输(FDM)。

在光的频分多址联接(FDMA)系统中,性能被激光相位噪声所损害,该激光相位噪声使调制的光载波(名义上在频率上是分开的)不真正地在频谱上分离。尤其是在使用相干光学的本地光通信系统中,相位噪声往往是一主要的损害。这种通信质量的损害由于难以将载波可靠地定位而变得更坏。现有技术中遗留下来的问题是提供一种用以在FDM 光通信系统中实施相等地或最大地间隔的载波,以使最大程度地降低来自邻近光通道的干扰的技术。

现有技术中的上述问题已由本发明解决,本发明涉及一种用以在频分多路传输(FDM)光波通信系统中推斥、或相等隔开载波的技术。尤其

是通过本发明的技术，使光载波以类似电荷限制于一线状的轨迹的方式，显现出有点互相排斥。在工作中，在发送信息时，本地收发信机的发射机部分随机地慢慢扰动光频传输（与比特率相比）。所希望的遥远的收发信机的接收机部分以随机的次序，以第一和然后第二邻近的频率，在大量符号的范围内获得采样，该第一和第二频率分别在稍离传输的现行额定频率的左边和右边处。然后接收机部分估计在以第一和第二邻近的频率采样的两个采样周期的每一个过程期间的干扰总量，并然后将那信息转发回本地发射机。本地发射机按照来自遥远的接收机部分的反馈信号的指示，慢慢地移动到干扰较小的方向。这个过程是连续地重复，以实现和保持在通信系统的频谱范围内的最大间隔的载波，而因此实现使来自邻近FDM 通道的干扰为最小。

图1 是用以实施本发明的典型的光通信系统的方框图，

图2 是表示根据本发明产生的相等间隔的载波的一频谱图，

图3 是表示在没有实施本发明时图1 的系统的接收机处可以发现的
不等间隔的载波的一典型频谱图，

图4 是表示根据本发明的扰动过程的主要频率的一频谱图，

图5 是表示根据本发明的扰动程序中一个循环的组成的一示意图，
以及

图6 是图5 所示扰动程序的接收机微处理机逻辑的一流程图。

为了要在一光波网络上承载大量的，例如数以万计同时存在的高速用户，可以使用一种频分多路传输(FDM) 技术，其中各通道以不同的光载波传输。然而，这种(FDM) 技术有一激光相位噪声的主要损害。根据洛伦兹相位噪声模型，对于各通道来说，来自其他各通道的干扰信号的功率的变化是正比于相位噪声的带宽和反比于载波间距的平方。因此，如图2 所示的相等间隔的载波，将是可以使用的理想的技术。但是，难以找到一种简单的方法来实施、特别是保持这种相等间隔的载波的理想

情况。如果在FDM 技术中已调制的载波可以是相等的间隔的话，那么在适当大小的系统中，载波- 噪声比(CNR) 将维持在要求的性能阈值以上，以保持最小的干扰。

在FDM 光波网络中，激光经受漂移，该激光漂移使载波从它们的如图2 所示的标称光谱位置偏离到例如图3 中由10和11表示的载波的位置。本发明提供一种在FDM 光波系统中用以推斥载波以达到和保持如图2 所示的相等间距的载波的技术。根据本技术，系统的各发射机慢慢扰动其发送通道的FDM 信号，而各接收机监视和测量由在需要接收该信号的通道的各侧的诸通道引起的干扰电平，且将那信息反馈至原来发送该需要的信号的发射机。于是那发射机将利用该信息以移动其自己的光波载波的频率，以这种方法使得那干扰减至最小。推斥载波技术甚至在相位噪声微不足道时在减轻邻近通道干扰方面是有效的。光谱尾部(spectral tails)的反二次方法则特性不是主要的。全部需要的是一在额定频带外的(大致)压缩的频谱。

图1 表示用以实施本发明的典型光波系统的一方框图，该系统包括N 个收发信机 20_1 至 20_N ，和一将N 个收发信机互相连接的光网络21。为了说明起见，光网络21可以包括任何光本地区域网络(Local Area Network)结构，例如线性总线、环路和星结构等，但优选的网络是如图1 所示的星(Star)结构。在图1 中，收发信机 20_1 是以示范的扩大方框图形式表示，它相当于系统的其他收发信机 20_2 至 20_N 中出现的典型结构。

各收发信机 20_i 包括一发射机部分30和一接收机部分40。图中所示典型的发射机部分30包括：一激光器31，用以产生在从发射机部分30发送的信息信号中使用的所需要的载波，一频率控制装置32，用以提供一适当的偏压以调节激光器和用以慢慢地扰动由激光器31产生的载波频率(波长)，一电- 光调制器33，用以将来自激光器31的载波与从与收发信

机有联系的用户接收到的信息信号调制，以及一控制信号发生器装置34，用以产生一随着信息信号一起发送回遥远的接收机的反馈控制信号。图中所示的典型的接收机部分40包括一接收机41，用以接收来自光网络的信息信号且适当地处理接收到的信息信号，以在一要求的通道中将信号发送至希望的终端用户和一微处理机42，这在下文将作更详细的说明。

为了说明使用图1的本发明的工作，可假定收发信机 20_1 的用户希望通过光网络21使用图2中所示的载波10与收发信机 20_N 的用户进行通信。为说明起见，也可假定收发信机 20_N 的用户将使用图2中所示的载波11，以提供与收发信机 20_1 的用户双路通信。在收发信机 20_1 处，激光器31被频率控制装置32调节至在其输出端产生载波10。在收发信机 20_N 处，激光器31被有关的频率控制装置32调节至在其输出端产生载波11。对任何接收机部分40来说是不知道的，在收发信机 20_1 和 20_N 中的各频率控制装置32也分别地慢慢扰动载波10和11的频率，首先至各自的载波10和11的现行额定频率的稍左面的邻近频率50而后至稍右面的第二邻近频率51，如图4所示。在收发信机 20_1 中，来自激光器31的慢慢扰动的载波10是与从有关的用户1接收到的信息信号（例如通过光电调制器(EOM)33）调制。来自收发信机 20_1 的发射机部分30的慢慢扰动的已调制的输出信号经过光导22₁被发送至光网络21（由该处分发给所有的接收机部分40），并然后经过光导23_N传送至收发信机 20_N 的接收机部分40。

如上所述，在任何发射机部分30处的载波频率被扰动：(a)以随机的次序而因此与任何接收机部分都不同步，和(b)相对于发送的用户信息信号的高符号速率足够慢，以使扰动的载波能被接收机部分40正常的跟踪。在收发信机 20_N 的接收机部分40中的接收机41，将接收到的光波信号转换成一相应的电信号传送给用户N，同时使用例如一已知的频率跟踪环路，容易地跟踪来自收发信机 20_1 的慢慢扰动的接收信号。接收机41

也将接收到的信息信号在传送至用户N 以前取样，且测量各取样的幅度，以使接收到的信号取样的均方误差(MSE) 的估值能在一有关的微处理机42中确定。对于各个左和右位置50和51的MSE 估算值，用来作为各位置的背景干扰电平指示。

尤其是收发信机 20_N 的接收机部分40中的接收机41测量各接收到的取样的幅度，且向与接收机41有关的微处理机42提供这种电平指示。微处理机42存储来自接收机41的各幅度指示，且从此计算其在接收信号扰动至图4 所示的两个邻近频率50和51期间的MSE 估值。MSE 估值是通过取由接收机41对于各位置50和51所提供的测量误差幅度，将这些电平值平方，而然后将该平方值在一时间间隔或预定期限的范围内求和来计算的，以提供各位置50和51的MSE 估值。然后微处理机42传送一代表这MSE 估值的控制信号至收发信机 20_N 的控制信号发生器34。在适当的时刻，控制信号发生器34将来自微处理机42的控制信号加入例如被发送至EOM33 的下一个信息信号段的序言中，以完成至收发信机 20_1 的双路通信。该返回的信息和控制信号是在载波11上经过光导 22_N 、光网络21和光导 23_1 传送至收发信机 20_1 中的接收机41。从关于该MSE 估值的接收信息，收发信机 20_1 的微处理机42确定哪一个频率位置,50 或51是较好的，因为这位置提供最小的估计MSE 值。另一方面，通过使用估计MSE 值梯度能实施一种更精确的推斥机理，以计算频率校正。

收发信机 20_1 的接收机41和微处理机42起上述关于收发信机 20_N 的相应电路的作用，且传送一指示优选频率50或51的控制信号至频率控制装置32。如果激光器31还未处在优选频率位置50或51，则收发信机 20_1 的频率控制装置32慢慢将激光器31所产生的载波10移动至优选位置。从这一至优选位置的移动，循环就重新开始，而图5 表示在各收发信机 20_1 处在各循环中测试和频率移动状态的次序。应当明白，从来自收发信机 20_N 的慢慢扰动的载波11而在收发信机 20_1 处确定的MSE 的估值，

被同样地使用以确定与载波11有关的优选频率位置50或51，该优选位置经过收发信机20₁的控制信号发生器34和EOM33被传送回至收发信机20_N，因此它能同样地将其载波11移动至优选位置。上述程序在两收发信机之间的双路通信的时间过程中持续进行。

从上面的说明中可以看到，如果载波10和11漂移至图3中所示的位置，载波10的优选位置将朝向左面，在载波12的方向，因为该处来自与较远的载波12有关的信号的干扰要比来自与较近的载波13有关的信号的干扰来得小。于是载波10将慢慢地移动至图2中所示的位置，该位置在载波12和13之间是近似地等距。同样地，载波11将移动至右边，因为如图3中所示，与载波11的信号有关的MSE估值，将显示来自与载波13有关的信号的干扰较来自与载波14有关的信号的干扰更甚。因此，载波11将慢慢地右移直至如图2中所示的位置为止，该位置在载波13和14之间是大致等距离的。

邻近的载波也正扰动它们的频率的事实可能在决定减小干扰电平所需的频率校正时使算法引起错误。然而，很容易看到近似地选择的扰动型式如何避免这个问题。例如，用以选择哪一个位置以取样下一个的一个简单的随机型式足以保证最终平均频率校正将是正确的方向。

即使发射机不是正在与另一个收发信机通信或试图开始一通信，也总是发送信号具有一个优点，因为那样可以保持着推斥。因此，在收发信机与其频谱配置之间有一松的联系，从而提供一用以加速呼叫起动过程的机会。目前与呼叫无关的收发信机可以化费监控其自己的测试程序的时间的一小部分，以推斥其自己离开其他的载波。那个收发信机将在监控其自己的用于推斥的发送和看看是否确定了一通道这两者之间周期性地更迭。

在上文提到的情况下，整个载波系统始终有浮动，而且一特定的收发信机无论什么原因，极少有可能可以移动至一个新的有关的位置。例

如，一通道可能已出故障而后重新再建立，或者可以将一些新的通道加进系统。然而，在收发信机的位置与接收机在涉及那个收发信机的以前的呼叫中所使用的拨号调整(dial setting)(频率控制的现行值)之间具有一十分强的相关性。所以收发信机有可能利用本技术，该技术利用这种相关以减少起动时间。通过用现有技术中任何合适的已知技术以先前的次序扫描频带，就可以完成呼叫的扫描。优先化可有助于感兴趣的团体中最频繁的或最重要的呼叫者。

应当明白的是控制是分散的。尽管先前的诸段叙述了通道具有不严格的排列次序，但如果次序偶尔变化也不会有大事故发生。而且，不要要求各收发信机利用减少起动时间的机会。要求各收发信机保持频谱存在的另一个优点是避免了诸呼叫方冲突的问题。持久传输所要求的动力看来是最小的，而且难以想象那些情况，在那里带宽资源不够充裕足以“浪费”在一空闲的通道上的带宽配置。

用以实施本技术的微处理机42的逻辑是不复杂的。微处理机42逻辑的一典型的程序在图6中示出。计数器60用以判明图5中所示出的四个状态的每一个的开始。除计数器60外，在微处理机42中仅需要的另一个附加存储器是用于与位置50和51有关的两个MSE估值的寄存器(图中未示出，但由方框61表示)。

应当明白，上面是一个最佳实施例的说明，而不是为了限定，可以作出属于本发明的精神和范围内的其他和另外的修改。例如图1所示，在发射机部分30中，可以采用激光调制器35将来自用户的输入信号与来自频率控制装置32和控制信号发生器34的信号组合，来直接调制激光器31，以经过有关的光导22；传输。在这种情形下就不需要EOM33了。如前所述，除了所叙述的星结构以外也可以采用其他的系统装置。

图 1

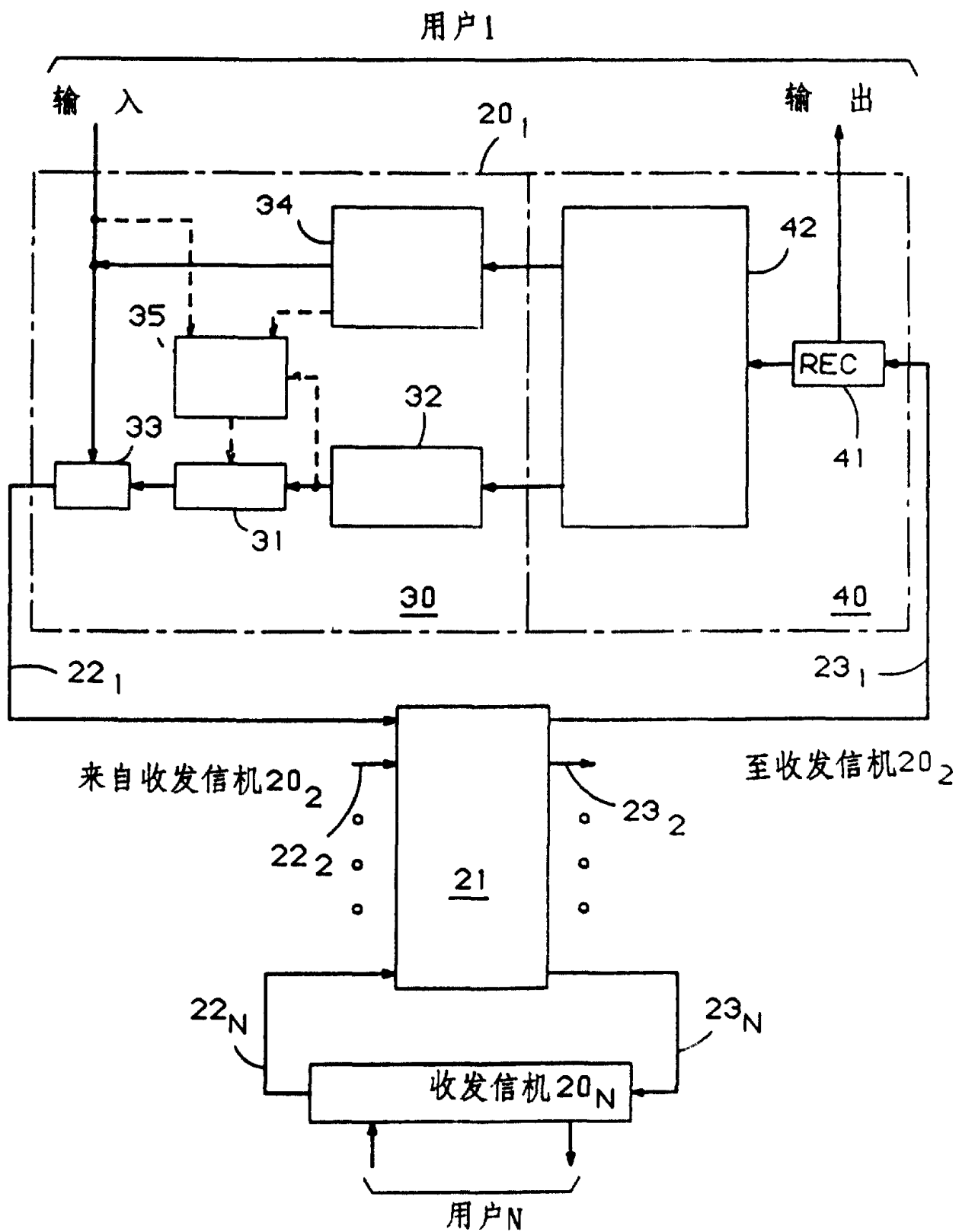


图 2

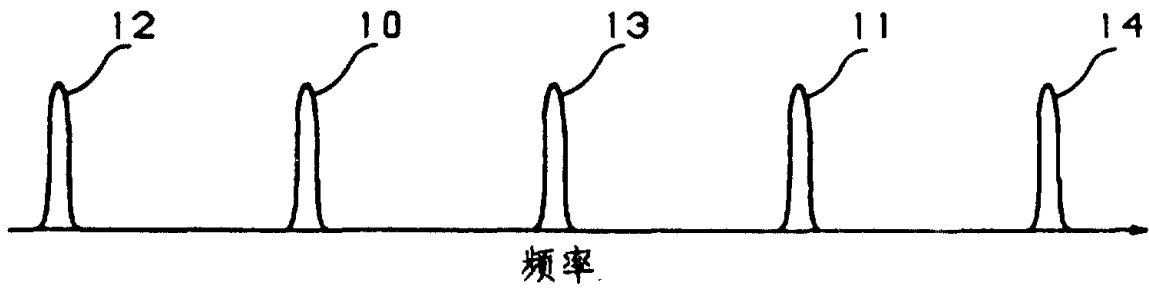


图 3

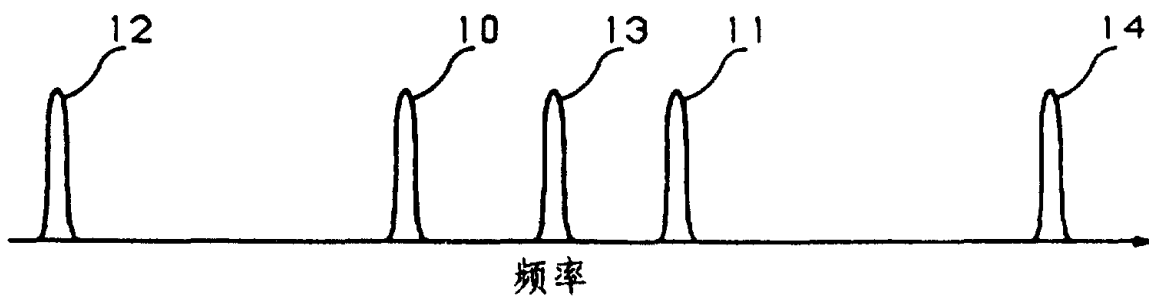


图 4

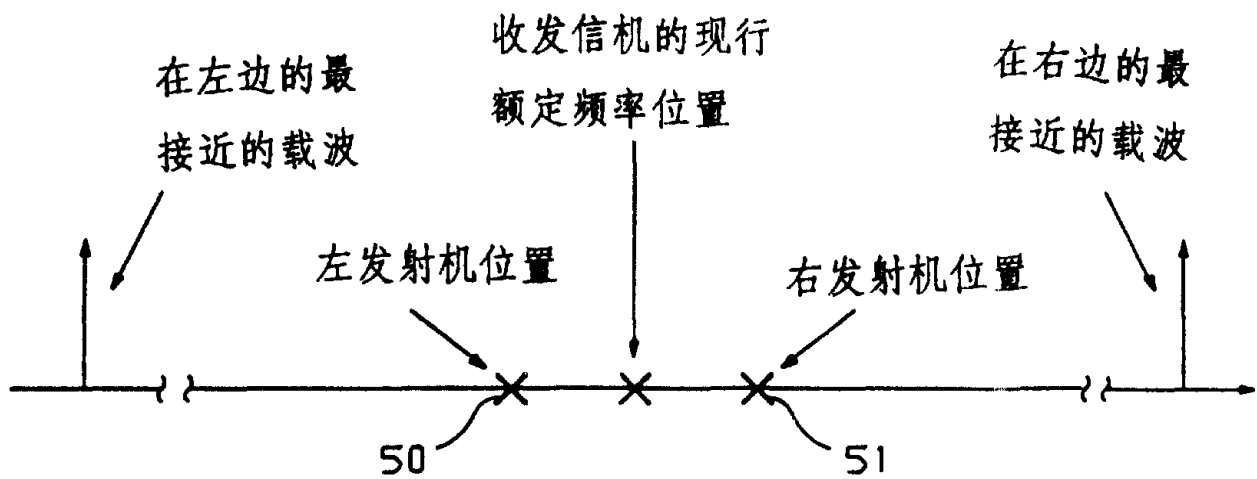


图 5

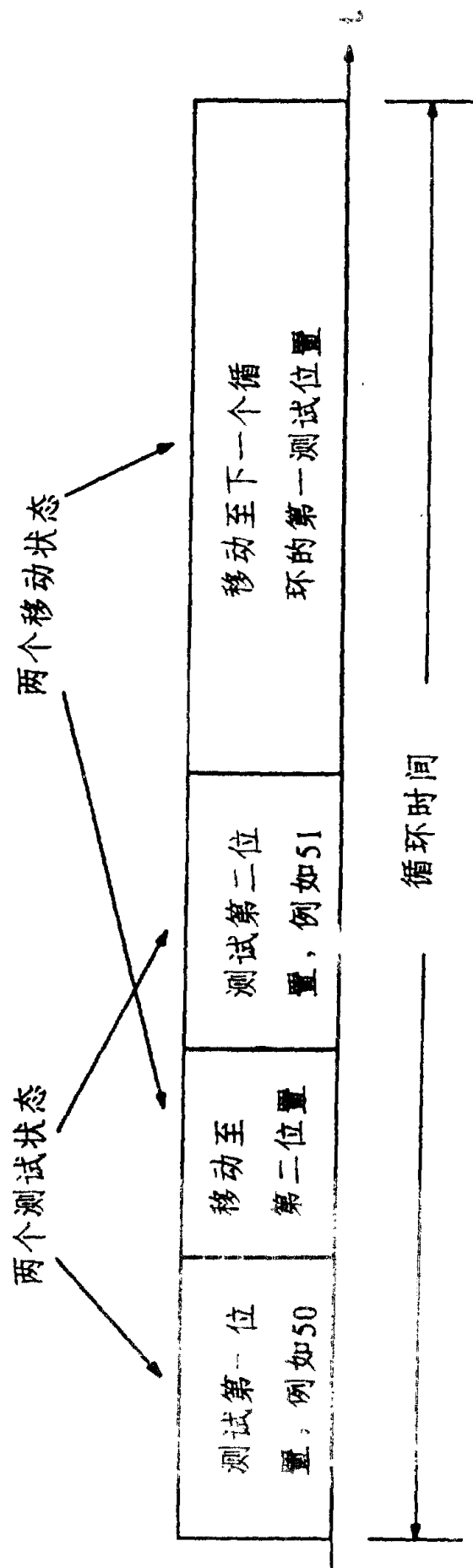


图 6

