



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103516459 B

(45)授权公告日 2016.09.21

(21)申请号 201310428753.8

(22)申请日 2005.03.15

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103516459 A

(43)申请公布日 2014.01.15

(30)优先权数据
60/553,161 2004.03.15 US
60/558,566 2004.04.02 US
60/566,009 2004.04.28 US

(62)分案原申请数据
200580015041.7 2005.03.15

(73)专利权人 苹果公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 J·马 M·贾 童文 P·朱
C·罗耶

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 宋海宁

(51)Int.Cl.
H04J 11/00(2006.01)
H04L 27/26(2006.01)
H04B 7/04(2006.01)

(56)对比文件
US 2003072254 A1,2003.04.17,说明书第
8,17,20,23,30-32,35,45,60,63,64,72,75,76
段、图2,4,5,6.

审查员 狄文桥

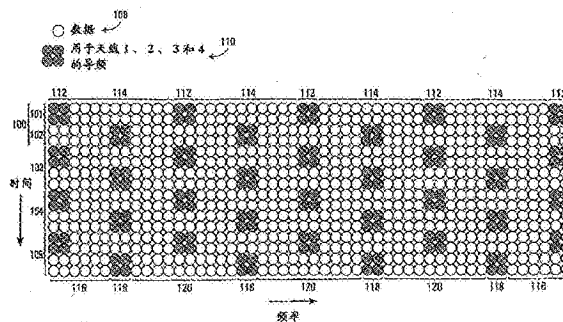
权利要求书1页 说明书15页 附图27页

(54)发明名称

用于具有四根发射天线的OFDM系统的导频设计

(57)摘要

本申请涉及用于具有四根发射天线的OFDM系统的导频设计。本发明提供了特别适用于具有四根发射天线的OFDM系统的导频图案、前置码图案和中置码图案。为这四根天线中的每根天线以分散方式插入未编码的、成对空时编码的、成对空时频编码的或空时频编码的导频。



1. 一种通过四根发射天线发射的方法,包括:
对于每根天线,
生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有至少承载数据和导频之一的多个子载波,并且
发射所述OFDM符号序列;
其中共同为所述天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频,其中每个两个子载波乘两个OFDM符号的块在所述块内的相应位置中包括用于所述四根天线中每根天线的单个导频。
2. 如权利要求1所述的方法,其中通过以下方式共同为所述四根天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频:
在偶数对OFDM符号中插入以第一有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块;
在奇数对OFDM符号中插入以偏离所述第一有规律隔开的图案的第二有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块。
3. 如权利要求2所述的方法,其中所述第一有规律隔开的图案包括两个导频子载波、十个数据子载波的重复图案。
4. 如权利要求1所述的方法是由基站执行。
5. 如权利要求1所述的方法是由一个或多个移动台执行。
6. 一种发射机,包括多个发射天线和OFDM调制器,所述发射机被配置于实现权利要求1-5之一的方法。
7. 如权利要求6所述的发射机,其中所述发射机是基站的一部分。
8. 如权利要求6所述的发射机,其中所述发射机是移动台的一部分。
9. 共同包括多根发射天线的至少两个基站收发信机,所述至少两个基站收发信机中的每个包括OFDM调制器,其中所述至少两个基站收发信机适于实施如权利要求1-5中任一项所述的方法。
10. 共同包括多根发射天线的至少两个移动台,所述至少两个移动台中的每个包括OFDM调制器,其中所述至少两个移动台适于实施如权利要求1-5中任一项所述的方法。

用于具有四根发射天线的OFDM系统的导频设计

[0001] 本申请是申请号为200580015041.7、申请日为2005年3月15日、发明名称为“用于具有四根发射天线的OFDM系统的导频设计”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及用于具有四根发射天线的OFDM(正交频分复用)系统的导频设计。

背景技术

[0003] 新的移动通信应用要求高速和高质量的、有效利用带宽的无线接入解决方案。已证明,与单天线系统相比,MIMO(在发射机和接收机中均有多根天线)的应用极大地提高了信道容量。另一方面,OFDM已证明其高频谱效率和处理频率选择衰落与窄带干扰的能力。因此,OFDM与有效利用频谱的多天线技术的组合打开了通向高数据率无线通信的门。

[0004] 与单输入单输出(SISO)系统相比,MIMO无线系统提供了两种增益,即分集增益和复用增益。通过分集增益,可实现更可靠的接收。通过复用增益,MIMO系统的容量随发射天线和接收天线的数量呈线性增加。这是由于以下事实:通过使用诸如空时编码和空时分层等技术,有大量散射的环境可在同一频带内提供多个数据管道。由于通过应用多根天线而可能增加容量,因此,已考虑在发射机和/或接收机使用最多四根天线,以便为给定链路性能指标实现增加的数据率,或者为给定数据率提高链路性能。

[0005] 对于无线传播环境,无线信道固有的时间变化和空间变化对可靠的通信系统设计带来更多的挑战。对于噪声和干扰限制系统,与差分解调相比,相干解调可实现2.5-3dB的SNR增益。在接收机中执行相干检测时,可靠的信道估计对系统性能十分重要。MIMO系统中的信道估计更复杂,这是因为应分别获得多个信道。随着发射天线数量的增加,对任何信道估计误差的敏感性变得更明显。

[0006] OFDM调制已被几个标准采纳,如DVT-T、IEEE802.11a/g和IEEE802.16a/d。不同的训练方案已在这些标准中采用,包括前置码、固定位置导频和可变位置导频。然而,MIMO不是必需的且只由IEEE802.16a选择性采纳,并且只有两根发射天线在基站端以及一根接收天线在SS(用户站)端被采用。由于IEEE802.16a是设计用于固定和便携式应用,因此,信道变化缓慢。对于无线MAN(城域网)OFDM空中接口,从前置码获得信道估计。对于无线MAN OFDMA空中接口,虽然引入了可变位置导频符号,但它们只用于缓慢更新信道。

发明内容

[0007] 根据一个广义方面,本发明提供一种通过四根发射天线发射的方法,包括:对于每根天线,生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有多个承载数据或导频的子载波,并发射所述OFDM符号序列;其中共同为所述四根天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频。

[0008] 在一些实施例中,通过以下方式共同为所述四根天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频:在偶数对OFDM符号中插入以第一有规律隔开的图

案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块;在奇数对OFDM符号中插入以偏离所述第一有规律隔开的图案的第二有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块。

[0009] 在一些实施例中,所述第一有规律隔开的图案包括两个导频子载波、十个数据子载波的重复图案,并且所述第二有规律隔开的图案包括六个数据子载波及随后为两个导频子载波和十个数据子载波的重复图案。

[0010] 在一些实施例中,每个两个子载波乘两个OFDM符号的块在所述块内的相应位置中包括用于所述四根天线中每根天线的单个导频。

[0011] 在一些实施例中,所述用于所述四根天线中每根天线的单个导频在每个两个子载波乘两个OFDM符号的块中处于相同的位置。

[0012] 在一些实施例中,将每个两个子载波乘两个OFDM符号的块分成导频对,每个导频对由相应的天线对发射。

[0013] 在一些实施例中,在时间上按顺序排列每个导频对。

[0014] 在一些实施例中,在频率上按顺序排列每个导频对。

[0015] 在一些实施例中,在六个OFDM符号的重复图案中共同为所述四根天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频,每个所述重复图案包括第一、第二和第三对OFDM符号,所述方法包括:在每个第一对OFDM符号中插入以第一有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块;在每个第二对OFDM符号中插入以偏离所述第一有规律隔开的图案的第二有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块;以及在每个第三对OFDM符号中插入以偏离所述第二有规律隔开的图案的第三有规律隔开的图案分散的此类两个子载波乘两个OFDM符号的块。

[0016] 在一些实施例中,在长度上为两个OFDM符号的倍数的OFDM符号的重复图案中共同为所述四根天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频。

[0017] 根据另一广义方面,本发明提供一种通过四根发射天线发射的方法,包括:对于天线,生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有多个承载数据或导频的子载波,并发射所述OFDM符号序列;其中对于所述四根天线中的第一对天线,插入在时间和频率上分散的导频对;其中对于所述四根天线中的第二对天线,在不同于用于所述第一对天线的导频的位置中插入在时间和频率上分散的导频对。

[0018] 在一些实施例中,对于每对两个导频,所述两个导频在时间或频率上不是连续的。

[0019] 在一些实施例中,对于每对两个导频,在时间上连续排列所述两个导频。

[0020] 在一些实施例中,在六个OFDM符号的重复图案中插入导频,每个所述重复图案包括第一、第二和第三对OFDM符号,其中在时间上按顺序排列每对导频:在每个第一对OFDM符号中为所述第一对天线插入以第一有规律隔开的图案分散的导频对;在每个第二对OFDM符号中为所述第一对天线插入以偏离所述第一有规律隔开的图案的第二有规律隔开的图案分散的导频对;在每个第三对OFDM符号中为所述第一对天线插入以偏离所述第二有规律隔开的图案的第三有规律隔开的图案分散的导频对;在每个第一对OFDM符号中为所述第二对天线插入以偏离所述第一图案的第四有规律隔开的图案分散的导频对;在每个第二对OFDM符号中为所述第二对天线插入以偏离所述第四有规律隔开的图案和所述第二有规律隔开的图案的第五有规律隔开的图案分散的导频对;在每个第三对OFDM符号中为所述第二对天线插入以偏离所述第五有规律隔开的图案和所述第三有规律隔开的图案的第六有规律隔

开的图案分散的导频对。

[0021] 根据另一广义方面,本发明提供一种通过四根发射天线发射的方法,包括:对于每根天线,生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有多个承载数据或导频的子载波,并发射所述OFDM符号序列;其中在时间上按四个连续导频的群排列导频,每群四个连续导频包含用于所述四根天线的导频。

[0022] 在一些实施例中,在每组四个连续OFDM符号中并在多个隔开的子载波中的每个子载波中插入此类四个连续导频的群。

[0023] 在一些实施例中,每群四个连续导频包括用于所述四根天线中第一对天线的一对空时编码的导频和用于所述四根天线中第二对天线的一对空时编码的导频。

[0024] 在一些实施例中,每群四个连续导频包括用于所述四根天线中每根天线的单个导频。

[0025] 在一些实施例中,所述用于每根天线的单个导频的位置随四个连续导频的群而变化。

[0026] 在一些实施例中,所述方法还包括:对相应的四个天线发射机使用不同的导频图案以减少四个不同的天线发射机的导频之间的干扰。

[0027] 在一些实施例中,所述方法还包括:用比平均功率高的功率发射导频。

[0028] 在一些实施例中,使用QPSK来发射数据和导频,通过相对功率增加来发射所述导频。

[0029] 在一些实施例中,使用QAM星座来发射数据,并且使用QPSK来发射导频,信号星座点在所述QAM星座的角上。

[0030] 在一些实施例中,所述方法还包括为所述四根天线至少之一中的每根天线发射至少一个固定导频。

[0031] 在一些实施例中,所述方法还包括为所述四根天线内两对天线中的每对天线发射至少一个固定导频。

[0032] 在一些实施例中,所述方法还包括为所述四根天线内两对天线中的每对天线发射至少一个固定信令信道。

[0033] 在一些实施例中,所述方法还包括:发射在时间和频率上邻近导频位置的相对可靠的信令信道信息。

[0034] 在一些实施例中,发射在时间和频率上邻近导频位置的相对可靠的信令信道信息包括:对于所述四根天线的天线对,发射在时间上与导频对相邻的空时编码的信令信道信息对。

[0035] 在一些实施例中,对于给定天线,导频之间在时间方向上的间隔是通过考虑最大多普勒频率而确定,而导频之间在频率方向上的间隔是通过考虑多径衰落的延迟扩展而确定。

[0036] 根据另一广义方面,本发明提供一种通过四根发射天线发射的方法,包括:对于每根天线,生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有多个承载数据或导频的子载波,并发射所述OFDM符号序列;其中所述OFDM符号包括至少一个前置码OFDM符号或中置码OFDM符号,所述前置码OFDM符号或中置码OFDM符号包括用于所述四根天线的四个导频子载波的重复图案。

[0037] 在一些实施例中,所述四个导频子载波的重复图案包括用于所述四根天线中第一对天线的第二空频编码的导频对和用于所述四根天线中第二对天线的第二空频编码的导频对。

[0038] 在一些实施例中,所述四个导频子载波的重复图案包括用于所述四根天线中每根天线的相应导频而无重叠。

[0039] 在一些实施例中,所述前置码包括两个相同的OFDM符号。

[0040] 在一些实施例中,所述方法还包括通过以下操作来发射所述一对相同的OFDM符号:发射前缀;发射在时间上具有第一部分和第二部分的第一OFDM符号,所述第二部分与所述前缀相同,使得所述前缀对于所述第一OFDM符号起到循环前缀的作用;发射与所述第一OFDM符号相同的第二OFDM符号,使得所述第一OFDM符号的第二部分对于所述第二OFDM符号起到前缀的作用。

[0041] 在一些实施例中,发射所述前缀和一对相同的符号的总时长等于用于发射前缀和不是所述前置码或中置码的一部分的单个OFDM符号的时间。

[0042] 在一些实施例中,可关闭天线,并且可将指配给所关闭的天线的导频群重新指配给剩余的两根发射天线以提高快速频率选择衰落信道的信道估计性能。

[0043] 在一些实施例中,所述四根发射天线形成单个基站收发信机的一部分。

[0044] 在一些实施例中,所述四根发射天线形成多个基站收发信机的一部分。

[0045] 在一些实施例中,所述四根发射天线形成多个移动台的一部分。

[0046] 在一些实施例中,所述导频是空时编码的。

[0047] 在一些实施例中,所述导频是空频编码的。

[0048] 在一些实施例中,所述导频是空时频编码的。

[0049] 在一些实施例中,所述导频是未编码的。

[0050] 根据另一广义方面,本发明提供一种通过至少两根发射天线发射的方法,包括:对于每根天线,生成相应的OFDM符号序列,每个OFDM符号具有多个承载数据或导频的子载波,并发射所述OFDM符号序列;其中共同为所述天线按在时间和频率上分散的两个子载波乘两个OFDM符号的块插入导频。

[0051] 根据另一广义方面,本发明提供一种发射一对相同的OFDM符号的方法,包括:发射前缀;发射在时间上具有第一部分和第二部分的第一OFDM符号,所述第二部分与所述前缀相同,使得所述前缀对于所述第一OFDM符号起到循环前缀的作用;发射与所述第一OFDM符号相同的第二OFDM符号,使得所述第一OFDM符号的第二部分对于所述第二OFDM符号起到前缀的作用。

[0052] 在另一实施例中,提供一种包括四根发射天线的发射机,所述发射机适于实施上面概述的方法之一。

[0053] 在另一实施例中,提供共同包括四根发射天线的至少两个基站收发信机,所述至少两个的基站收发信机适于实施上面概述的方法之一。

[0054] 在另一实施例中,提供共同包括四根发射天线的至少两个移动台,所述至少两个移动台适于实施上面概述的方法之一。

附图说明

- [0055] 现在将参照附图描述本发明的优选实施例,图中:
- [0056] 图1是将数据和导频调制到每个OFDM信号上的四天线OFDM发射机的方框图;
- [0057] 图2是将数据、TPS和导频调制到每个OFDM信号上的四天线OFDM发射机的方框图;
- [0058] 图3是四天线OFDM系统的方框图,其中,四根天线位于各自发射数据和导频的相应移动台上;
- [0059] 图4到图16B是由本发明实施例提供的用于四天线OFDM系统的分散导频图案的时间频率图;
- [0060] 图17是可如何将功率增加施加到导频符号的示例;
- [0061] 图18和图19是适合用作前置码或中置码的导频图案的时间频率图;以及
- [0062] 图20是可如何在额定的单OFDM符号持续时间期间发射在前置码或中置码中使用的两个OFDM符号的详细示例。

具体实施方式

- [0063] 在802.11a/g和802.16a中包括的现有解决方案的问题和缺点是它们不支持用四根发射天线进行的MIMO传输,不支持高速移动性并且对于TDD使用不是最适当的。
- [0064] 图1中示出系统方框图。示出的MIMO发射机10具有四根发射天线12、14、16、18。对于每根发射天线,有相应的OFDM调制器20、22、24、26。OFDM调制器20、22、24、26具有相应的数据输入28、30、32、34和导频输入36、38、40、42。要注意的是虽然每根天线示出一个OFDM调制器,但在组合这些功能时可实现一些效率。或者,由于导频信道输入是预定的,因此,这可在OFDM调制器本身内确定。此外,虽然示出单独的数据输入28、30、32、34,但这些输入可用于发射来自一个或多个源的数据。可执行或不执行编码。未示出OFDM调制器的细节。可以完全理解的是,通过OFDM调制,将数据和导频信道符号映射到OFDM信号的子载波。为生成特殊的导频设计,这涉及控制将数据符号与导频符号施加到特殊的子载波并用于特殊的OFDM符号持续时间时的定时。
- [0065] 在图2所示的另一系统方框图中,OFDM调制器20、22、24、26也接收相应的TPS(发射参数信令)数据43、44、46、48,这些数据也用于生成OFDM信号。同样地,由OFDM调制器将TPS符号映射到适当的子载波位置和OFDM符号持续时间。
- [0066] 在图3所示的又一实施例中,示出四个移动台60、62、64、66。这些移动台每个移动台具有其自己的OFDM调制器和发射天线。这些实施例可起到类似于图1和图2的实施例的作用,但相应的信号是在不同的移动台而不是在单个MIMO发射机中生成。这四个移动台60、62、64、66共同起到MIMO发射机的作用。
- [0067] 需要进行相干检测以实现高频谱效率。导频辅助信道估计是一种广泛应用的方法,用于测量无线电信道损坏引起的所发射信号的幅度和相位的变化。
- [0068] 对于导频辅助信道估计,在某些子信道(子载波)和某些时间将已知的导频符号复用到数据流中。接收机内插从导频符号导出的信道信息,并获得用于数据符号的信道估计。
- [0069] 本发明的实施例提供用于四天线OFDM的导频信道设计。
- [0070] 现在将描述例如可能在图1、图2和图3的系统内采用的各种导频信道设计。
- [0071] 在设计新导频设计时,考虑导频符号引入开销的事实。因此,从信道利用的角度而言,导频符号越少越佳。对于具有频率和时间扩散的信道,要在频率和时间的方向上均插入

导频符号。导频符号之间在时间方向上的间隔通过考虑最大多普勒频率而确定,而导频符号之间在频率方向上的间隔是通过考虑多径衰落的延迟扩展而确定。在一些实施例中,对于宽带移动接入应用,在频率方向和时间方向上均更频繁地更新信道以在整个传输期期间获得跨整个带宽的正确信道响应。为处理高的频率和时间扩散,优选是采用更密的导频网格(pilot grid)。

[0072] 一些实施例以TDD(时分双工)部署为特色。为支持基于时隙的TDD切换,在一些实施例中,逐个时隙地执行信道估计处理,即,只基于当前时隙中的导频符号来计算信道响应。

[0073] 图4到图16B是由本发明的各种实施例提供的导频设计的示例。在所有这些图形中,在垂直轴上示出时间,并且在水平轴上示出频率。每个小圆圈表示在特殊时间发射的特殊子载波的内容。此类圆圈组成的行表示单个OFDM符号的子载波。这些图形中任一图形的垂直列表示在一段时间内在给定OFDM子载波上发射的内容。所有示例示出频率方向上有限数量的子载波。应理解的是,OFDM符号中子载波的数量是一个设计参数,并且应将这些图形只是视为给出特殊大小的OFDM符号的一个示例。

[0074] 现在参照图4A,示出第一示例性导频设计。使用此设计时,有四个OFDM符号的重复图案,以100、103、104、105指示四个此类四个OFDM符号的组。重复图案100由第一对OFDM符号101和第二对OFDM符号102组成。在OFDM符号101期间,并且在子载波位置112中,插入用于天线1、2、3和4的导频符号(在图例中以110指示)。在每个此类导频符号块之间,有数据子载波114块(在图例中以108指示数据)。在所示的特殊示例中,在导频载波块之间有10个数据子载波。然而,应理解的是,其它的数量也可采用。

[0075] 下一组OFDM符号102除该图案以数据子载波组开始并随后为导频载波组外,类似于第一组101。第二组符号102中的导频符号偏离第一组101中的导频符号,在所示示例中为偏离四个子载波。其它偏离量是可能的。

[0076] 每个导频符号块包括用于四根天线中每根天线的导频。在图4A的示例中未指定在此类块中用于给定天线的导频符号的特殊位置。更确切地,每个块必须包括来自四根天线中每根天线的至少一个导频符号。下面给出各种特定示例。

[0077] 使用此设计时,TDD传输方案是可能的,传输以两个OFDM符号的倍数的块进行。

[0078] 在接收机,为导频位置执行信道估计。随后,先在时间方向上执行内插,随后在频率方向上执行内插。优选是先进进行时间内插,因为在时间方向上可能更稳定。在所示示例中,每四个OFDM符号重复该图案,第二对两个OFDM符号具有的导频位置偏离第一对OFDM符号中的导频位置。可以看到,也可采用两个OFDM符号的其它倍数的图案。例如,在包含六个OFDM符号的重复图案中,在又以第七OFDM符号开始重复该图案前,导频符号会在第二对中并且又在第三对中彼此偏离。下面在图8中给出这种情况的示例。

[0079] 现在参照图4B,所示的是很类似于图4A的导频图案的另一示例性导频图案。然而,在此示例中,插入的四导频符号块中的每个块由用于四根天线中每根天线的导频组成,由于用于给定天线的导频符号并不是始终启用,因而以所谓的“可变方式”插入这些块,除插入的四导频符号块外,还在122示出用于第一对天线1和2的固定导频符号和用于天线3和4的固定导频符号124。在所示特殊示例中,该重复图案包括:用于天线1和2的固定导频对、三个数据子载波位置、包含可变导频符号和数据位置的两个子载波位置;三个数据子载波;

用于天线3和4的固定导频对,后面为包含仅限数据的子载波和可变导频加数据子载波的18个子载波、用于天线1和2的另一固定导频对、包含数据子载波和数据加可变导频子载波的八个子载波及用于天线3和4的另一固定导频。应理解的是,这是一个很特殊的示例。可在任何地方插入固定导频。在一些实施例中,它们可与可变导频重叠。因此,应将有三个数据子载波将固定导频符号与可变导频符号隔开的特殊图案只是视为一种可能。

[0080] 现在转到图5A,这是图4A的导频图案的一个特定示例。所示为两个四OFDM符号组130、133,第一个四OFDM符号组130示出为包括第一对OFDM符号131和第二对OFDM符号132。以140指示数据子载波;以142指示用于天线1和3的导频对;以144指示用于天线2和4的导频对。在此实施例中,不同于未指定每个四导频块中导频符号的细节的图4A,每个四导频符号块示出为包括用于天线1和3的第一对150和用于天线对2和4的第二对152。垂直(即在时间上)排列这些对。

[0081] 图5B很类似于图5A,但在此示例中,水平排列导频对。在该特殊示例中,所示为两个四OFDM符号组160、163,OFDM符号群160示出为包括两对OFDM符号161、162。在这些对中,有用于天线1和3的水平(即在频率上)排列的导频对和用于天线2和4的水平排列的导频对。在此示例中,以170指示数据子载波,以172指示用于天线1和3的导频对,以及以174指示用于天线2和4的导频对。又一可能的组合是天线1和4及2和3。

[0082] 现在参照图6,所示为由本发明另一实施例提供的另一导频设计。此设计以用于天线1和2的固定导频位置166和用于天线对3和4的固定导频位置168为特色。这类似于图4B的固定导频设计。这种情况下,对于前面的八个OFDM符号,使用图5B的水平导频对排列,而对于随后的八个OFDM符号,采用图5A的导频对布局。也就是说,在前面的OFDM符号中,水平(即在频率上)排列用于给定天线对的导频对,并且在随后的八个OFDM符号期间,垂直(即在时间上)排列用于给定天线对的导频对。

[0083] 参照图5A、图5B和图6描述的导频设计具有用于天线对的指定导频对位置,但关于用于给定天线的给定导频的位置并无特殊之处。在图7A的示例中,将导频设计指定为此粒度。具体地说,通过此示例,再在180、183、184示出四个四OFDM符号的重复图案,第一个四OFDM符号组180由第一对OFDM符号181和第二对OFDM符号182组成。以与图4A中所示相同的方式在时间和频率上插入导频符号块。此处,每组四个导频符号示出为包括以特殊方式排列的用于天线1的导频符号192、用于天线2的导频符号194、用于天线3的导频符号196及用于天线4的导频符号196。以190指示数据子载波。

[0084] 现在参照图7B,此导频设计类似于图7A的导频设计,每个四导频符号块为四根天线中的每根天线指定了用于导频符号的位置。此设计也以用于天线1和2的固定导频185和用于天线3和4的固定导频符号186为特色。如上关于可变导频所述,关于固定导频还有不同的天线组合可能。

[0085] 现在转到图8,所示为另一导频设计,其中该布局具有每六个OFDM符号的重复图案。在200、204、206、208示出四组OFDM符号。第一组200示出为包括三对OFDM符号201、202、203。在此示例中,这三对OFDM符号201、202、203具有插入的但彼此位置偏离的四导频符号块。因此,OFDM符号202中的四导频块偏离OFDM符号201的四导频块,并且OFDM符号203的四导频块同样偏离OFDM符号202的四导频块。在此特殊情况中,有由发射可变导频符号和数据的两个子载波、只发射数据的两个子载波及随后只发射数据的子载波组成的重复图案。以

210指示数据;以212指示用于天线1和3的导频符号;以214指示用于天线2和4的导频符号。可以看到四导频符号块内的导频符号排列具有垂直即在时间上排列的用于给定天线对的导频对。应理解,可采用相同的六OFDM符号图案,但在四导频块中具有不同的导频布局。这些导频块可由水平排列的对组成,或具有某一其它固定或可变的设计。此外,虽然该示例在包含可变导频符号的每对子载波之间示出两个数据子载波,但也可采用其它间距。

[0086] 图9A中示出另一导频设计。此设计也以六OFDM符号的重复图案为特色,以220、224、226、228指示四个此类六OFDM符号群。六个OFDM符号220示出为包括三对OFDM符号221、222、223。使用此设计时,不以大小为四的方块排列用于四根天线的导频符号。更确切地,正如从数据230、用于天线1和3的导频符号232和用于天线2和4的导频符号234的布局可看到的,在第一对OFDM符号的第一子载波位置225、在第二对OFDM符号222的第二子载波位置227以及在第三对OFDM符号223的第三子载波位置229插入用于天线1和3的导频符号。这些子载波位置彼此偏离三个OFDM子载波位置。此图案随后在水平和垂直方向上自行重复。类似地,在第一对OFDM符号的子载波231、在第二对OFDM符号的子载波233以及在第三对OFDM符号223的子载波235插入用于第二对天线2和4的导频对。此图案随后也在时间和频率上重复。可以看到,用于天线对的导频对是垂直(即在时间上)排列,但用于这两对天线的导频对未彼此相邻排列。当然,其它天线组合是可能的。

[0087] 图9B中示出另一示例。示出用于四根天线的类似的分散导频,但此示例还包括用于天线1和3的固定快速信令信道导频(FSCH)236和用于天线2和4的237。快速信令信道类似于上述传输参数信道。

[0088] 应将图9A和图9B中所示的导频对的特殊位置视为特殊的示例。图10A中示出另一示例。此设计基本上与图9A的设计相同,但导频对的位置稍有不同。用于天线1和3的导频对的位置与图9A的位置相同。这种情况下,用于天线2和4的对偏离用于天线1和3的对一个子载波位置,而在图9A的示例中,它们偏离四个子载波位置。在所示的特殊示例中,有两个包含导频符号重复图案的六OFDM符号群244、246。第一个六OFDM符号组244包含对240、241、242。以248指示数据子载波;以250指示用于天线1和3的导频符号并且以252指示用于天线2和4的导频符号。还可将类似于图9A和图10A中排列的垂直导频对排列应用到以四OFDM符号重复图案和更通常的两个OFDM符号的倍数为特色的情况。

[0089] 在一些实施例中,不同的基站采用不同的导频图案。这允许以比所有基站在同样确切的导频图案上发射的情况高的可靠性来发射和接收给定基站的导频图案。所示示例示出可指配给基站的八种不同的图案。对于给定基站,这些图案可以是固定的,或随时间变化。当然,应将所示的特殊图案只是视为特殊的示例。更一般地说,在此实施例中,对于不同的基站采用不同的导频图案。

[0090] 图10C示出如何将PN序列映射到四天线导频的特殊示例。

[0091] 在一个示例中,分散导频的偏离图案可从 $[ID_{ce11}]$ 模8导出,其中, ID_{ce11} 是由MAC指配以识别BS扇区的正整数。在一个实施例中,有8个正交分散导频偏离图案。另外,分散导频图案通过使用子FFT而不是完整大小的FFT以减少门户装置功耗,从而允许快速导频抽取。FSCH可以被解调,并且通过使用判决反馈,可将FSCH转换成附加导频以辅助信道估计。用于4根发射天线的分散导频图案可用于2根发射天线,以在过多延迟扩展环境中增加导频密度,例如,ITU VB信道。

[0092] 下表列出示例性正交分散导频图案。

	图案 - 0 ($i=0$)	图案 - 1 ($i=1$)	图案 - 2 ($i=2$)	图案 - 3 ($i=3$)	图案 - 4 ($i=4$)	图案 - 5 ($i=5$)	图案 - 6 ($i=6$)	图案 - 7 ($i=7$)
OFDM 对 - 1 { $N_{offset}^i(0)$ }	0	1	2	3	4	5	6	7
OFDM 对 - 2 { $N_{offset}^i(1)$ }	5	6	7	8	9	10	11	12
OFDM 对 - 3 { $N_{offset}^i(2)$ }	11	12	13	14	15	16	1	2

[0094] 分散导频图案可定义为：

[0095] $SP_{k_1}^i(m) = N_{offset_{k_1}}^i(m) + 16P_{k_1}$

[0096] $SP_{k_2}^i(m) = N_{offset_{k_2}}^i(m) + 16P_{k_2}$

[0097] $N_{offset_{k_1}}^i(m) = (N_{offset}^0(m) + i) \bmod 16$

[0098] $N_{offset_{k_2}}^i(m) = (N_{offset}^i(m) + 8) \bmod 16$

[0099] 其中：

[0100] $SP_{k_1}^i$ 是用于天线1和3的可变位置导频的子载波索引；

[0101] $SP_{k_2}^i$ 是用于天线2和4的可变位置导频的子载波索引；

[0102] $N_{offset}^i(m)$ 是用于第m个OFDM对和第i个旋转图案的子载波索引偏离量；

[0103] $M=[0, 1, 2]$ 是OFDM对的模3函数；

[0104] $P_k=[0, 1, 2, \dots, N_{varLocPilot}-1]$, $N_{varLocPilot}$ 是用于每个天线对的可变位置导频的数量；以及

[0105] $I=[0, 1, 2, \dots, 11]$ 是导频图案索引。

[0106] 如上所述在图10B中示出示例性循环移位分散导频图案。

[0107] 可通过STTD(空时发射分集)码和小区/扇区/波束特定的PN序列来映射或连接分散导频。如上所述在图10C中示出用于分散导频的STTD码的示例性映射。

[0108] 分散导频的STTD编码可有助于接收机特定的操作,如两个OFDM符号上的平均信道估计。PN编码的分散导频例如允许小区间干扰平均、精细定时同步和小区/扇区/波束识别及信道质量指示符估计。

[0109] 下表中列出用于具有20MHz带宽的2048-OFDM的说明性、示例性分散导频参数。

[0110]

参数	值
dc 载波的数量	1
保护载波的数量, 左侧	159
保护载波的数量, 右侧	160
N_{used} , 已用载波的数量	1728
载波总数	2048
可变位置导频的数量	288(用于 4 根发射天线); 144(用于 2 根发射天线)
数据载波的数量	1440(用于 4 根发射天线) 1584(用于 2 根发射天线)
FSCH 载波的数量	108
与 FSCH 一致的可变 位置导频的数量	108(用于 4 根发射天线) 54(用于 2 根发射天线)
FSCH 图案的数量	8
FSCH 子载波的频率偏移索引	$32n+4k$ & $32n+4k+1$ $n=0,1,\dots,53$; $k=0,1,\dots,8$

[0111] 现在参照图11,所示为另一示例性导频设计,该设计除包括用于各种天线的导频对外还包括TPS(传输参数信号)位置。这些可用于发射信令信息和/或表征传输的信息。

[0112] 在所示特殊示例中,有12个OFDM符号的重复图案。前面的六个OFDM符号由对280、281、282组成。前面的两个子载波300分别用于天线1和3的TPS和天线2和4的TPS。类似地,最后两个子载波302用于此相同的目的。在用于TPS的这两对子载波之间,有一种排列,排列中插入类似于图8的布局的四导频符号块,两个数据子载波隔开每个可变导频子载波位置。第一对OFDM符号280具有导频块304、306;第二对OFDM符号281具有导频块308、310、312;以及第三对OFDM符号282具有导频块320、322、324。在此特殊示例中,除如上所述布局的导频块外,在第二OFDM符号对281中插入TPS块314、316、318。在OFDM符号对286中插入类似的TPS块,但频率位置不同。这些TPS块用于发射附加TPS信息。优选是附加TPS块足够可靠以使它们可以被准确地解码。假设可以实现这些TPS块的准确解码,则也可以将这些子载波位置视为用于信道估计的导频符号。TPS块位于邻近导频块且优选是与导频块相邻时,如图示示例中所示,将极可能发生TPS块的正确解码。更优选的是,每个TPS块在时间上与导频块相邻排列。这是因为一般情况下信道在时间方向上的变化比在频率方向上的小,并且这将进一步增强对TPS块执行的解码的可靠性。

[0113] 图11中示出特殊的导频和TPS块布局。更一般地说,在本文所述的任一实施例中,可在任一位置中插入TPS块,优选是在邻近导频插入位置的位置。在接收机,导频块和TPS块可用作为所有子载波和所有OFDM符号产生信道估计的内插进程的输入。在所示的一个特殊示例中,示出用于天线对的导频符号的垂直排列。此相同的排列用于TPS数据。因此,优选是

在与用于给定天线的导频相同的子载波位置中插入用于相同天线的TPS。

[0114] 现在参照图12,在包括TPS的导频图案的另一示例中,基本导频布局很类似于图10中所示的布局,用于这两组天线的导频对彼此偏离一个子载波位置,并随后在相邻OFDM符号对期间彼此进一步偏离。在图示示例中,重复图案为10个OFDM符号长,以330、332指示两个此类图案。OFDM符号330由五对OFDM符号333、334、335、336、337组成。以340指示数据子载波;以342指示用于天线1和3的导频对;以344指示用于天线2和4的导频对;以346指示来自天线1和3的TPS;以348指示用于天线2和4的TPS。在此示例中,可以看到,在OFDM符号334、336期间,插入在时间上与OFDM符号335期间的导频对插入相邻的TPS信令。这在子载波341示出,该子载波由发射数据的两个OFDM符号持续时间、发射来自天线1和3的TPS的两个OFDM符号持续时间、发射用于天线1和3的导频数据的两个OFDM符号持续时间及发射用于天线1和3的TPS数据的两个OFDM符号持续时间和随后发射数据的另外两个OFDM符号持续时间组成。在343示出类似的用于天线2和4的图案。这是类似于图11中的示例的另一示例,其中,插入在时间上与导频对的插入 相邻的TPS数据。同样地,在接收机可靠编码和可靠解码的TPS数据可用作另外的用于信道估计的导频位置。

[0115] 现在已经示出以大小为四的方块和以成对的隔开的双导频符号块排列导频符号的示例。图13的实施例与这些示例的不同之处在于,用于天线的导频符号全部彼此隔开。以380指示数据子载波;以382指示用于天线1的导频符号;以384指示用于天线3的导频符号;以386指示用于天线2的导频符号;以388指示用于天线4的导频符号。所示为六个OFDM符号的重复图案,以370、372、374、376指示四个此类图案。在此重复图案中,有用于这四根天线中每根天线但位置彼此偏离的分散导频。例如,在第一组六个OFDM符号370期间,以分散方式在OFDM符号372、374、376中插入用于第一天线的导频符号382。在OFDM符号371、373、375期间插入用于第二天线的导频符号386。在OFDM符号372、374、376期间插入用于第三天线的导频符号384。最后,在OFDM符号371、373、375中插入用于第四天线的导频符号388。在此特殊示例中,为给定天线插入的导频符号在频率上相隔11个子载波。每个第二OFDM符号包含用于每根天线的导频符号。当然,应理解的是,也可采用与图13中特别示出的不同的导频密度。此外,虽然图13的示例示出六个OFDM符号的重复图案,但可将为每根天线使用分别分散的导频符号的概念同样应用到具有不同长度的图案。

[0116] 现在参照图14A,所示为由本发明的另一实施例提供的另一导频设计。此导频设计以四个OFDM符号的图案重复,以400、402、404指示三个四OFDM符号组。在每组四个OFDM符号期间,以垂直方式为这四根天线插入一组四个导频符号。以408指示数据符号,并且以410指示导频符号。在所示图案中,在子载波位置406中,插入四导频符号组,每根天线一个导频,未指定用于特殊天线的特殊子载波的位置。因此,在未发射数据期间发射子载波位置406。在子载波406之间是长度为六的数据子载波块407。在该特殊示例中,垂直导频插入是周期性的,每第七个子载波插入。应理解的是,可采用其它间隔。此外,只要接收机知道导频符号所处的位置,间隔便不一定需要均匀。

[0117] 现在参照图14B,所示为类似于图14A中的设计的另一导频设计,如460所示垂直排列用于四天线组的导频符号。然而,用于导频符号的子载波位置未均匀隔开。在其它子载波位置450中,有用于天线1和2的固定导频,并在子载波470,有用于天线3和4的固定导频。因此,一些导频符号子载波用于发射固定导频符号,而其它导频符号子载波用于发射所有四

根天线的可变频符号,每根天线一个子载波和OFDM符号。在所示特殊示例中,导频子载波之间的间隔为三或四个数据子载波。当然,可以采用固定与可变频符号子载波的其他间隔和排列。

[0118] 现在参照图15,这是图14A的导频设计的一个特定示例。在此示例中,同样有四个OFDM符号的重复图案,以420、426、428、430指示四个此类OFDM符号组。第一组四个OFDM符号420由第一和第二对422、424组成。以440指示数据,以442指示用于天线1和3的导频符号以及以444指示用于天线2和4的导频符号。在子载波指配方面,一些子载波432用于导频符号,并且这些导频符号各自由六数据子载波组434隔开。在此特殊示例中,在第一对OFDM符号422内每个第二导频子载波432期间插入用于天线1和3的导频符号。类似地,在第二对OFDM符号424内每个第二导频子载波432期间但在偏离在第一对OFDM符号422中使用的位置的导频子载波位置中插入用于天线1和3的导频符号。相反的图案用于插入天线2和4的导频符号。

[0119] 现在参照图16A,示出图14A的导频设计的又一特定示例。在此示例中,以450、452、454指示四OFDM符号组。在第一OFDM符号450期间,有四个OFDM符号456、458、460、462。以470指示数据,以472指示用于天线1的导频符号,以474指示用于天线2的导频符号,以476指示用于天线3的导频符号以及以478指示用于天线4的导频符号。这种情况下,示出用于每根天线的每个导频的固定布局。该布局类似于图15的布局,但确切地指定了每个导频对的布局。这种情况下,用于给定天线对的每个导频对在每次插入时是相同的。例如,在子载波469中,有由用于天线1的导频、用于天线2的导频、用于天线3的导频及用于天线4的导频组成的重复图案。子载波位置466中存在相同的图案,但在时间上偏离469中的图案两个OFDM符号位置。导频子载波466、469由数据子载波467隔开。

[0120] 现在参照图16B,所示为具有垂直排列的导频的另一示例。用于给定OFDM子载波的导频符号排列与图16A的排列相同。然而,在此示例中,还有用于第一天线的固定导频子载波445;用于第二天线的固定子载波446;用于第三天线的固定子载波447;以及用于第四天线的固定子载波448。更一般地说,在一些实施例中,有用于这四根天线至少之一的每根天线的固定子载波。只发射数据的子载波示出为在一些情况下在固定导频子载波与可变频子载波之间隔三个子载波插入,并在一些情况下隔一个子载波插入。当然应将图16B中所示的固定导频符号和可变频符号的特殊排列视为一个特殊示例。也可为固定导频符号和可变频符号采用其它位置。此外,虽然示出用于给定导频块的四个导频符号的特殊布局,但图16B的有固定导频符号和可变频符号的垂直排列可通过用于给定天线的导频符号的替代排列来实施。

[0121] 已给出将这四根天线分成两群(例如天线1和2为群1,而天线2和4为群2)的示例。可选择任一天线置换(permutation)。它们可以对于所有符号对是固定的,或者随符号对或甚至在符号对内变化。

[0122] 已提供为每群引入两组分散导频符号的示例,并且两个导频组之间在时间和频率上不重叠。

[0123] 在一些实施例中,导频位置对于偶数OFDM符号到奇数OFDM符号保持相同。空时频编码(STFC)可在每个导频对上应用。

[0124] 在一些示例中,分散导频对例如可每两个OFDM符号(一个STBC块)移位,每6个OFDM

符号(三个STBC块)重复。更一般地说,在重复图案中可使用任何偶数数量的OFDM符号。

[0125] 在一些示例中,包括并再使用TPS符号以减少导频开销。优选是STBC在TPS符号上应用。通过相邻导频符号的帮助,可将TPS符号相干解码。重新编码的TPS符号可在数据符号检测中用作导频符号。

[0126] 基于上述导频符号可实现简单快速的信道估计。这涉及抽取接收的位于分别对应于每个导频组的导频和/或TPS子载波的频域数据。下一步是基于接收的导频数据和由导频子载波与重新编码的TPS发射的已知序列,计算每个天线群中两根发射天线的信道响应。

[0127] 优选是缓冲一个时隙内的所有信道响应,并且通过在时间方向上的线性内插,获得位于与导频符号相同位置的子载波的信道响应。

[0128] 在边界的数据子载波的信道响应(包括在每个OFDM符号中第一和最后子载波及每个时隙中第一和最后OFDM符号上的那些响应)可设为等于相邻导频符号的信道响应。

[0129] 随后,可应用1-D内插,例如,三次拉格朗日内插器,以重新构建整个信道。也可采用其它内插方法。

[0130] 如果将多个TDD时隙指配给同一接收机的下行链路,则通过应用在前一TDD时隙中的最后两个块和/或下一TDD时隙中的前两个块中的导频符号/重新编码的TPS以辅助当前时隙的信道响应内插,可提高信道估计性能。

[0131] 有利的是,此类有效的分散导频图案减少了导频开销,特别是对于具有四根发射天线的发射系统。逐个时隙的信道响应内插支持灵活的TDD DL(上行链路)和DL(下行链路)分割。逐个时隙的信道响应估计减少了缓冲要求和处理延迟。

[0132] 快速信令信道允许在采用TPS的抽取时每个时隙抽取TPS。快速信令信道再使用进一步减少了导频开销。

[0133] 在一些实施例中,可关闭一些发射天线。例如,可将两个分散导频群指配给两根发射天线以提高快速频率选择衰落信道的信道估计性能。在另外的实施例中,将已描述的导频图案应用到具有少于四根天线(例如两根或三根天线)的系统。

[0134] 如开始所述,四根发射天线可来自同一发射机(例如单个BTS)或者来自不同的发射机(例如不同的BTS)。它们还可来自单个或多个移动台的天线。

[0135] 对于所述的任一实施例,视导频位置而定,对于分散导频、固定导频和下面介绍的前置码/中置码,导频可以是空时编码的、空频编码的、空时频编码的或未编码的。在空时编码中,在由不同天线在不同时间发射的符号上编码;在空频编码中,在由不同天线在不同频率上发射的符号上编码;对于空时频编码,在由不同天线在不同频率上、在不同时间发射的符号上编码。

[0136] 根据本发明的一个方面,基于在OFDM符号上的调制传输而增加分散导频功率。在下表中列出并在图17A、图17B和图17C中示出用于导频和调制星座的功率指配。还可应用固定功率增加,例如,高于平均功率2.5dB。

[0137]

星座	物理信道	调制关系w.r.t.导频符号
QPSK	分散导频	与分散导频符号相同的功率
QPSK	前置码	与分散导频符号相同的功率
QPSK	业务	比分散导频符号低6dB的功率

16QAM	业务	与分散导频符号相同的最大幅度
64QAM	业务	与分散导频符号相同的最大幅度

[0138] 现在参照图18,所示为用作前置码或中置码的导频插入的时间频率布局。在前置码中,会在一组OFDM符号前插入此设计。在中置码中,会在该组OFDM符号形成内某处插入此类图案。可通过每个BTS中的天线发射它,或者通过多个移动台的多根天线发射它。在图17的示例中,前置码由一对连续的OFDM符号500、502组成。然而,也可采用诸如仅一个OFDM符号的前置码,或者可采用超过两个符号的前置码。该图案由用于天线1和2的两个导频符号509和用于天线3和4的两个导频符号506的交替图案组成。在如图示示例所示发射两个连续OFDM符号的情况下,优选是第二OFDM符号502用于发射与第一OFDM符号的导频图案相同的导频图案。优选的是,例如506、509的导频符号对是空频编码的。

[0139] 在另一示例中,如图19所示,示出子载波位置的更详细布局,其中,重复图案是用于天线1的导频516、用于天线2的导频518、用于天线3的导频520及用于天线4的导频529。在图示示例中,在相同的第一和第二OFDM符号512、514中重复此图案。其它数量的OFDM符号可用于中置码和/或前置码。

[0140] 现在参照图20,所示为将一对符号(例如图19或图18的两个符号,但更一般地说任何两个连续的相同符号)作为前置码发射的优选方法的详细示例。假设这在具有持续时间 T_{610} 的OFDM符号的上下文中发射,每个前面为具有持续时间 Δ_{609} 的前缀。在图示示例中,仍有具有持续时间 Δ_{609} 的前缀600。这之后不是一个具有持续时间 T 的OFDM符号,而是两个分别具有持续时间 $T/2$ 的OFDM符号611、612,因此,图20的传输的总持续时间与传输中剩余的符号相同,即为 $T + \Delta$ 。两个OFDM符号611、612是相同的,因此,在接收机可执行同步。第一OFDM符号611的内容在第二OFDM符号612中重复。第一OFDM符号611示出为具有部分602、604。类似地,第二OFDM符号612示出为具有与部分602、604相同的部分606、608。前缀600设为等于OFDM符号611的部分604中的内容。这种设置的额定效应(nominal effect)是前缀、部分604和部分608是相同的,并且部分602和606是相同的。这意味着前缀600对于第一OFDM符号611起到循环前缀的作用并且第一OFDM符号611的第二部分604对于第二OFDM符号612起到循环前缀的作用。因此,两个OFDM符号611、612具有必备的循环前缀。此设计允许在额定的单OFDM符号和前缀持续时间期间发送具有必备循环前缀的两个OFDM符号。这允许使用单OFDM符号持续时间而不是两个符号OFDM符号持续时间执行同步。在一个优选示例中,常规OFDM符号为2K序列,而在图20的两个相同OFDM符号中,每个为1K序列。

[0141] 对于参照图17和图18设计的前置码和/或中置码,在一个示例性调制方案中,将这四根天线分成两群。将SFBC(空频块编码)应用到每群,并且这两个符号是相同的。

[0142] 下面是可将前置码/中置码特定的PN序列映射用于此调制方案的特定示例:

[0143] 从天线1发射序列:

[0144] $PN(1)、-PN(2)^*、PN(5)、-PN(6)^*、\dots、PN(N-3)、-PN(N-2)^*$

[0145] 从天线2发射序列:

[0146] $PN(2)、PN(1)^*、PN(6)、PN(5)^*、\dots、PN(N-2)、PN(N-3)^*$

[0147] 从天线3发射序列:

[0148] $PN(3)、-PN(4)^*、PN(7)、-PN(8)^*、\dots、PN(N-1)、-PN(N)^*$

[0149] 从天线4发射序列:

- [0150] PN(4)、PN(3)*、PN(8)、PN(7)*、.....、PN(N)、PN(N-1)*
- [0151] PN序列是小区特定的码(实型或复型),并且N是前置码/中置码符号中子载波的数量。
- [0152] 在另一示例性调制方案中,每根天线每四个子载波进行调制。
- [0153] 从前置码/中置码获得的信道信息可用于下一OFDM符号的相干检测,并还可在由移动台发射时用于上行链路信道探测。
- [0154] 用于此调制方案的前置码/中置码特定的PN序列映射的示例如下:
- [0155] 从天线1发射序列:
- [0156] PN(1)、PN(5)、.....、PN(N-3)
- [0157] 从天线2发射序列:
- [0158] PN(2)、PN(6)、.....、PN(N-2)
- [0159] 从天线3发射序列:
- [0160] PN(3)、PN(7)、.....、PN(N-1)
- [0161] 从天线4发射序列:
- [0162] PN(4)、PN(8)、.....、PN(N)
- [0163] 鉴于上述讲授内容,可实现本发明的多种修改和变化。因此,应理解在随附权利要求书的范围内,可以以如本文具体所述外的其它方式实践本发明。

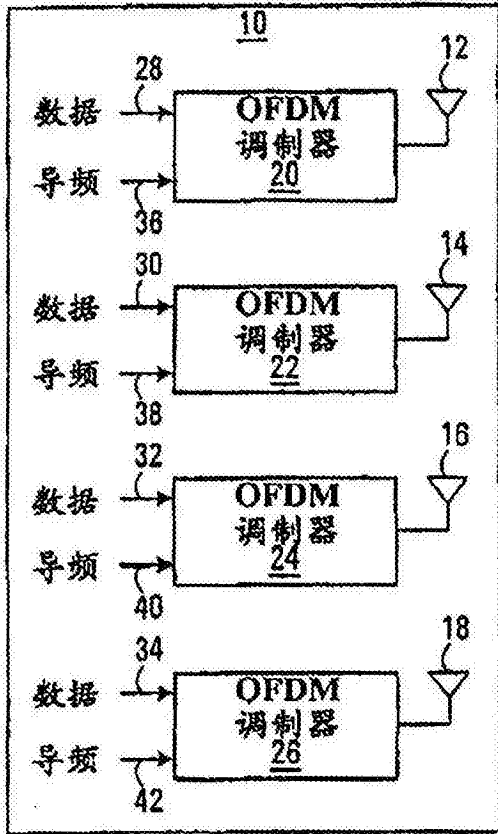


图1

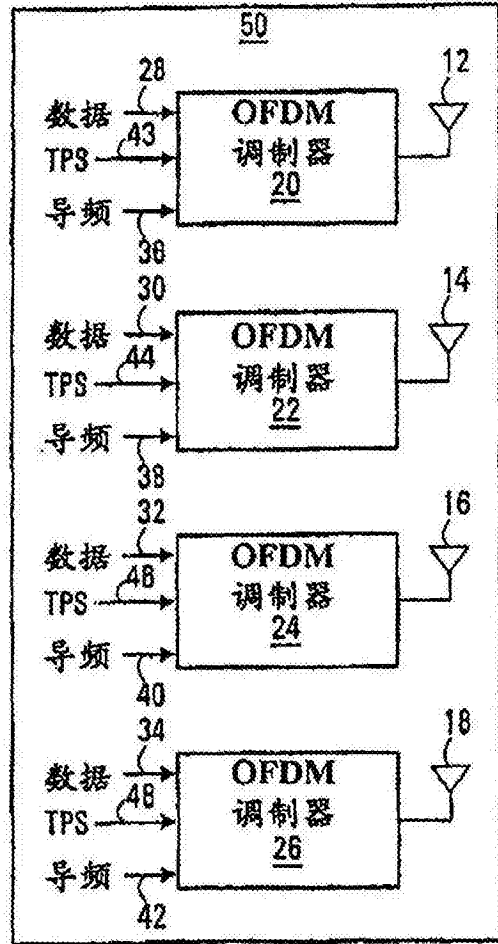


图2

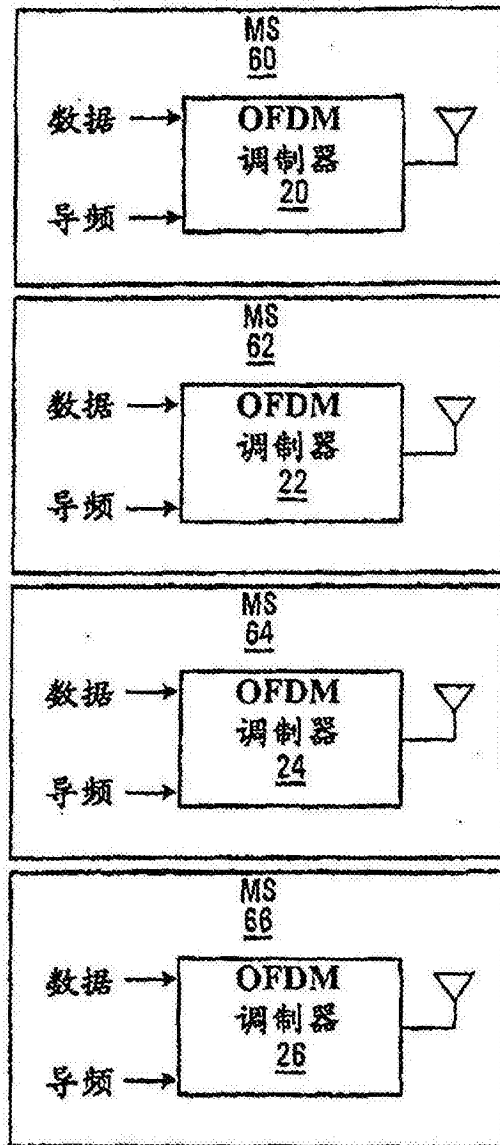


图3

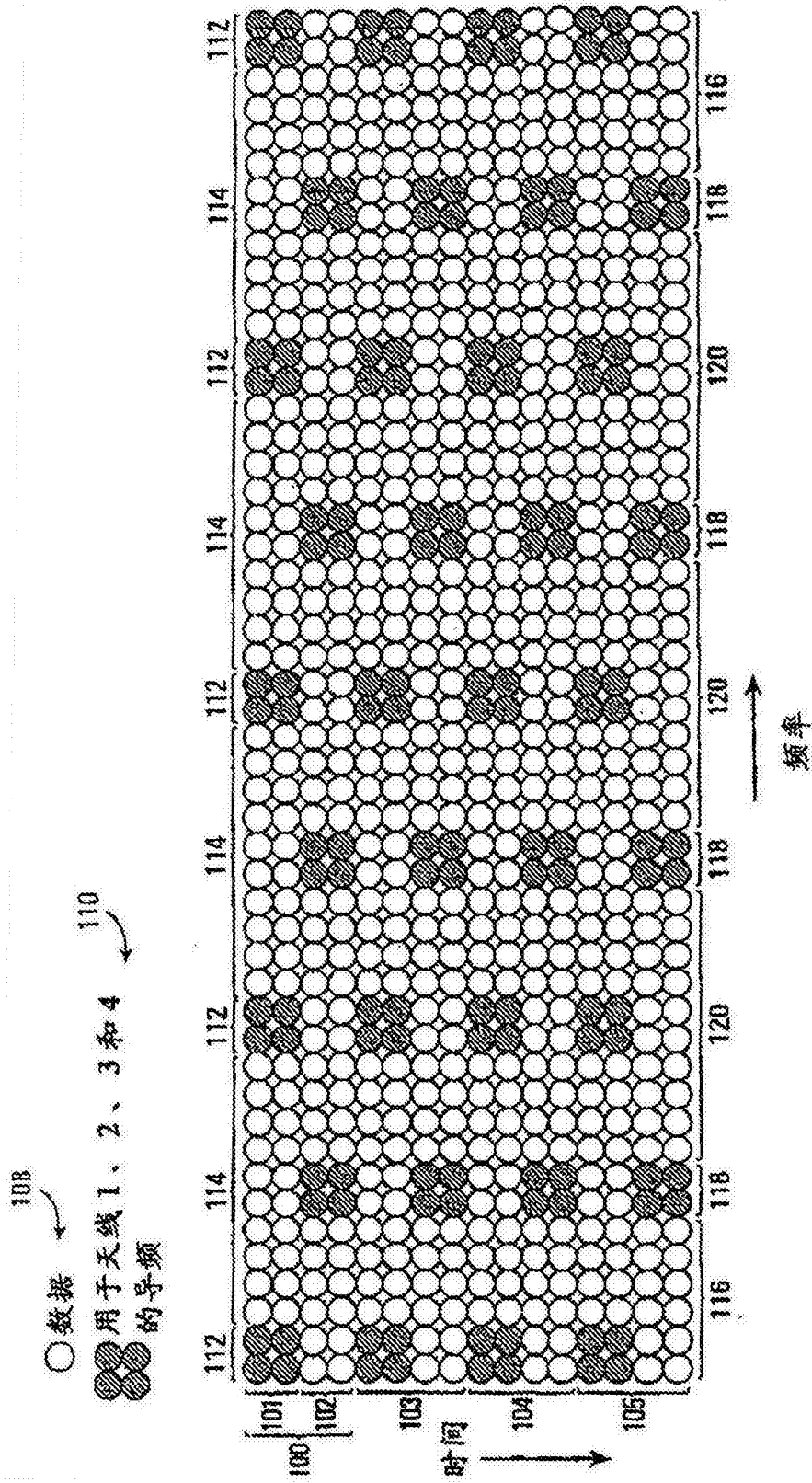


图4A

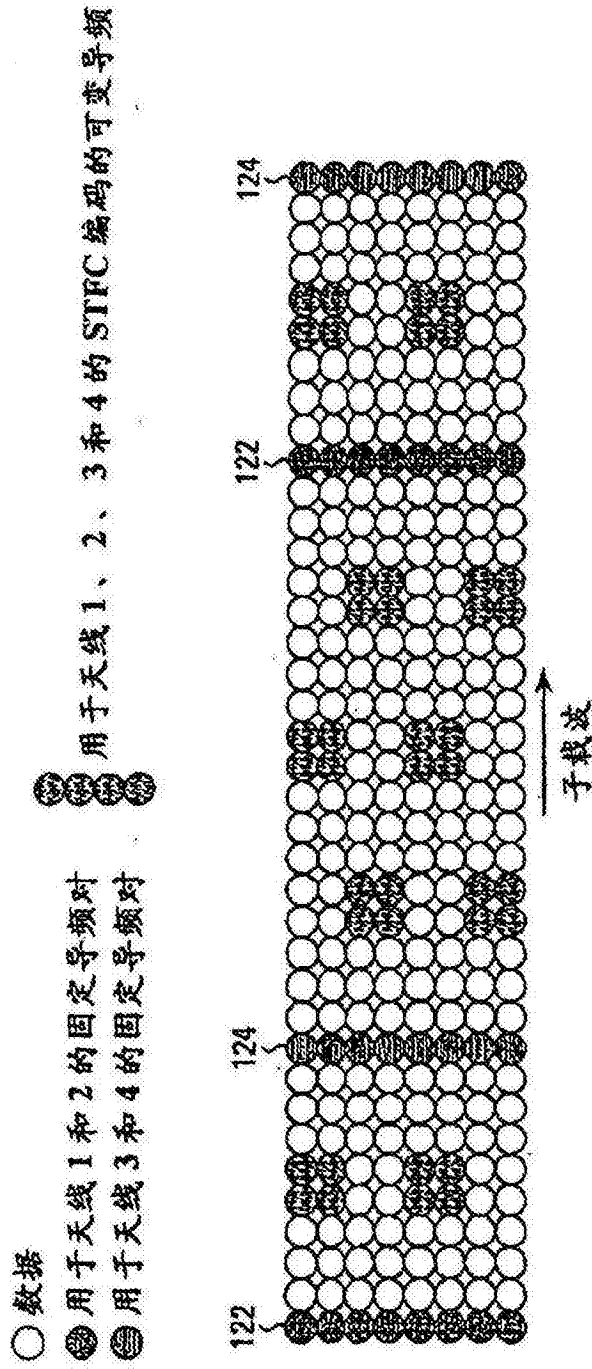


图4B

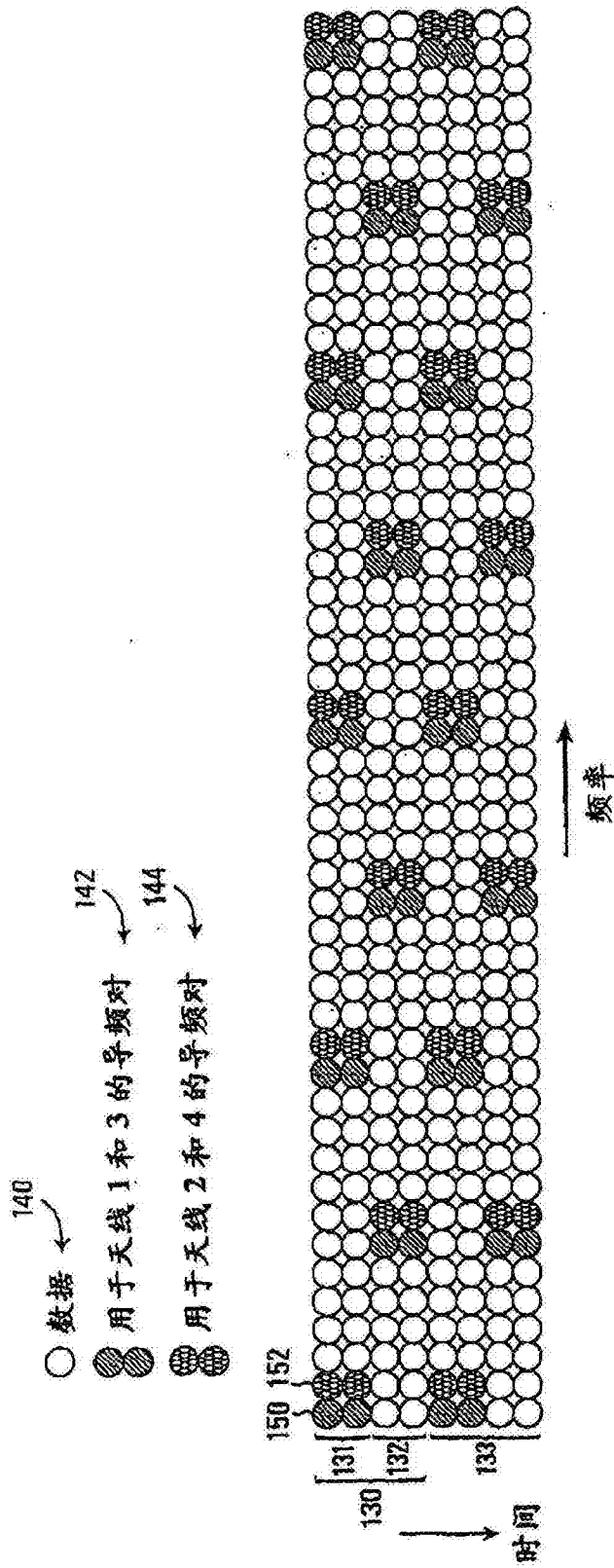


图5A

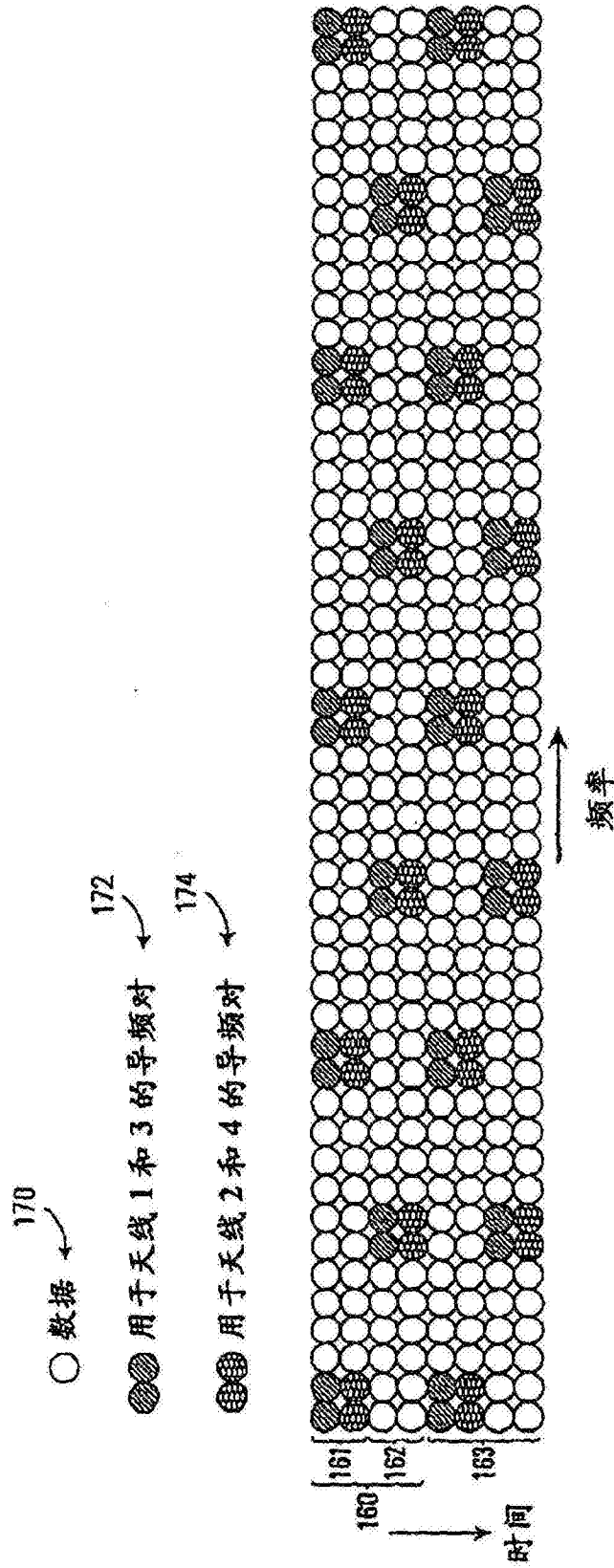


图5B

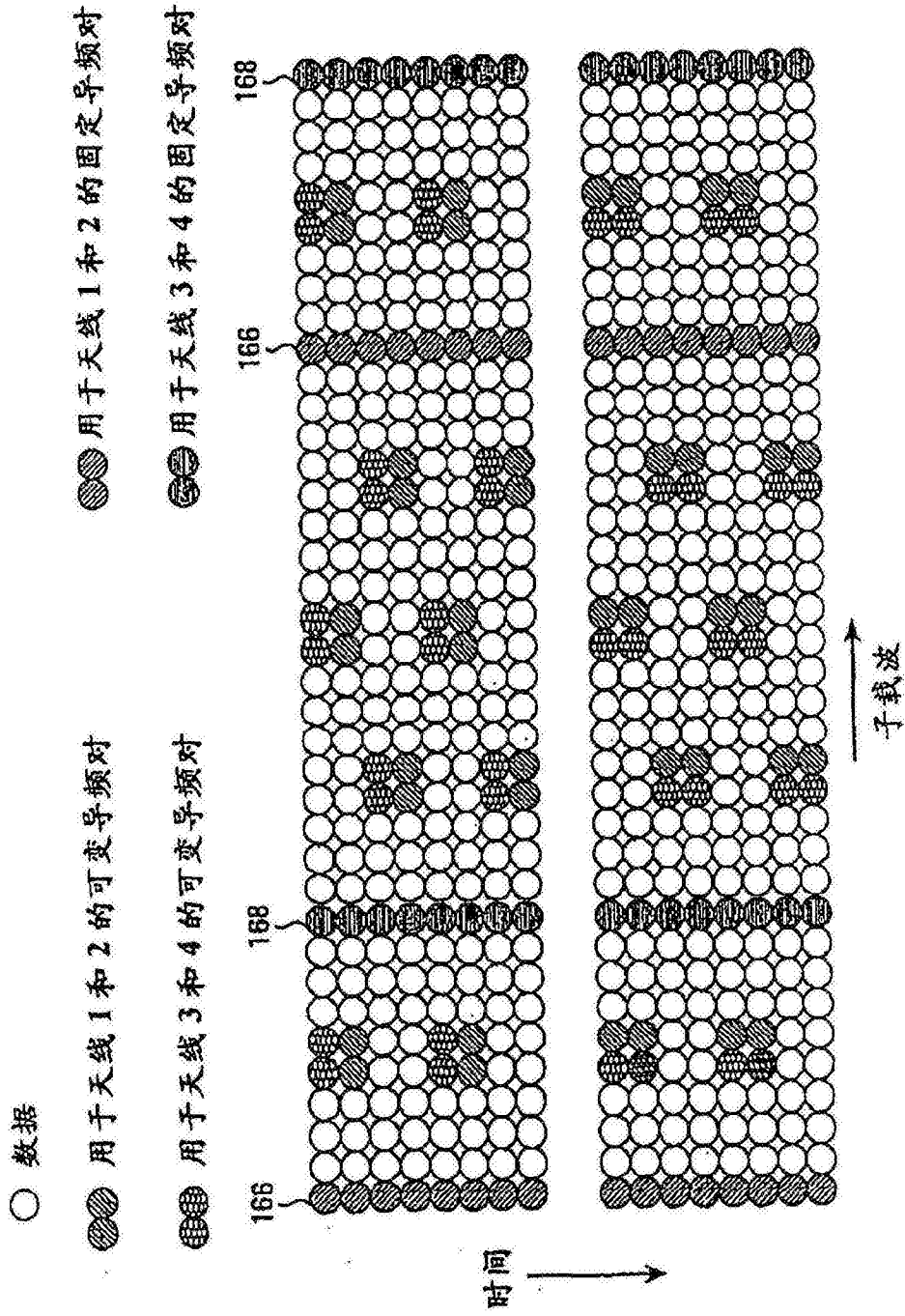


图6

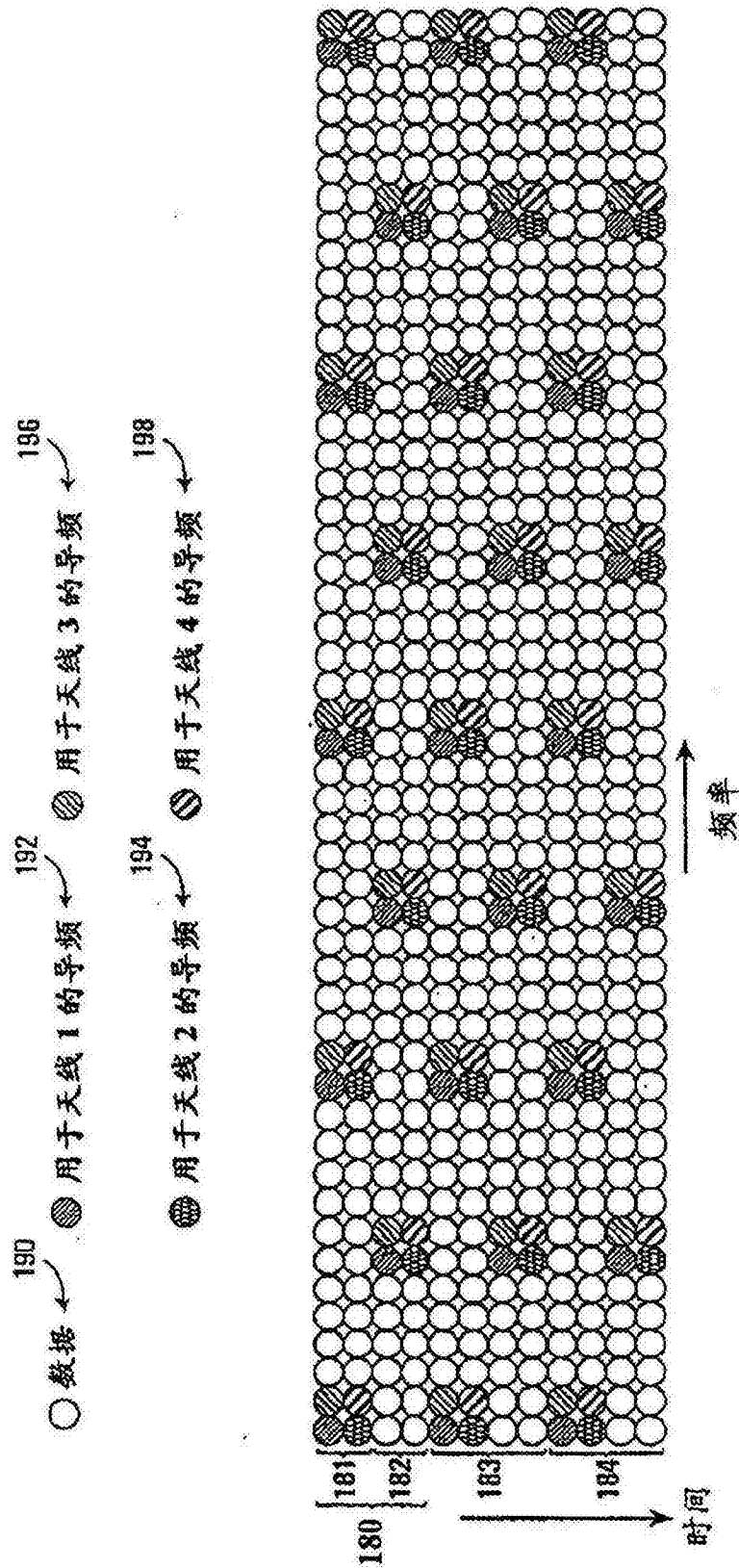


图7A

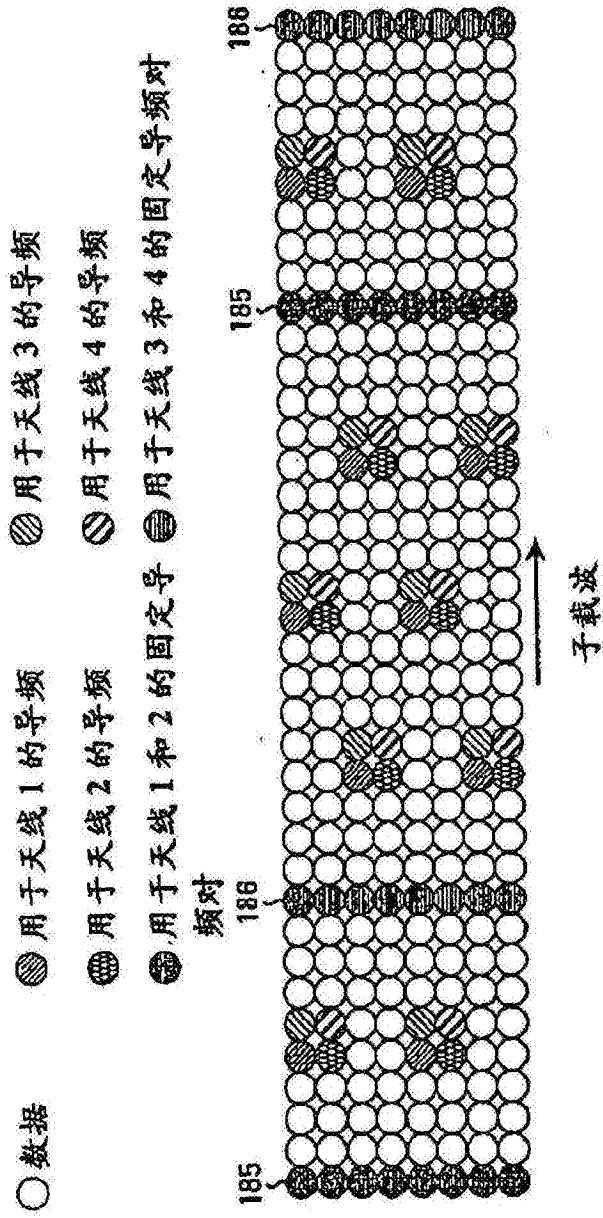


图7B

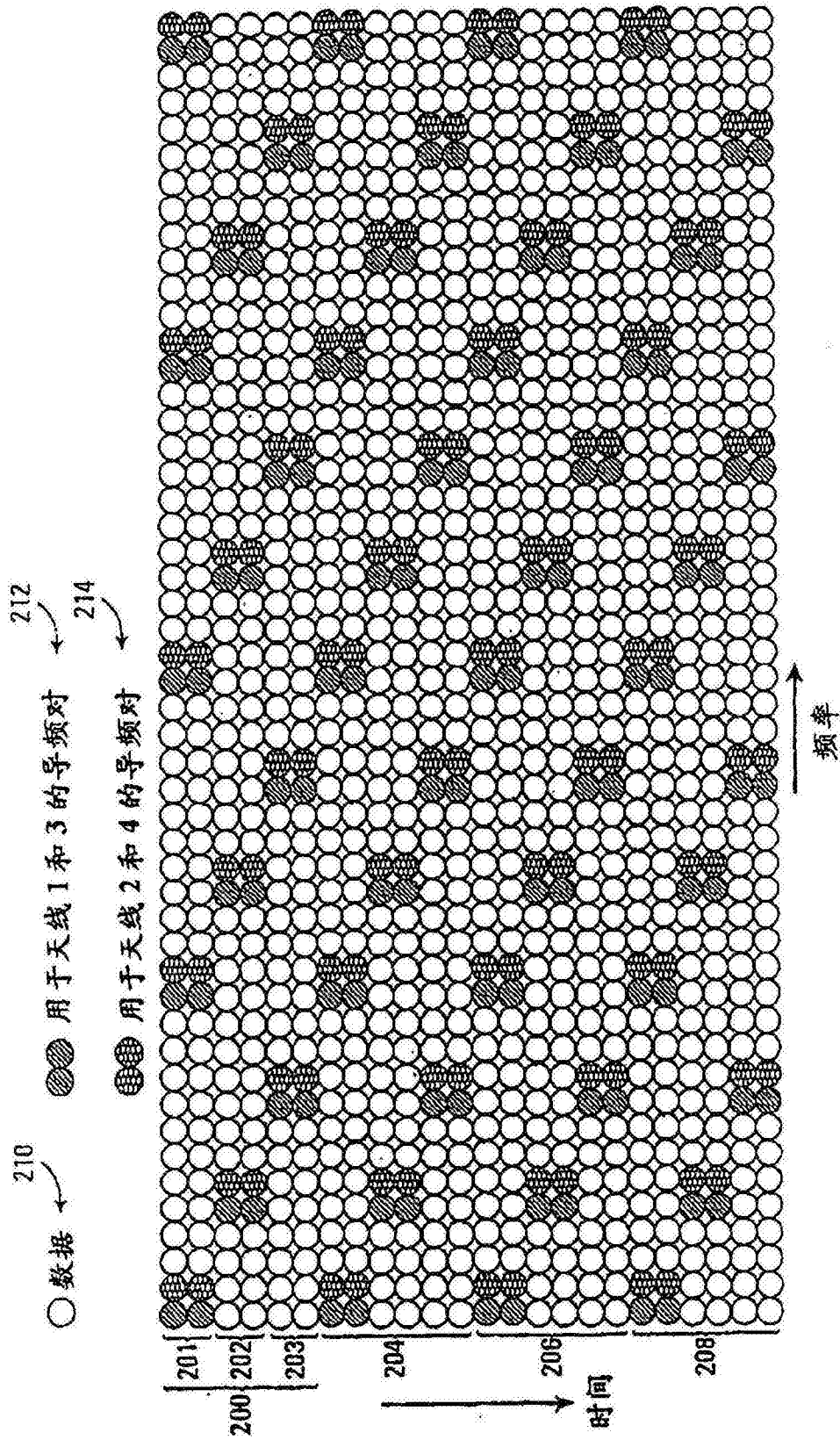


图8

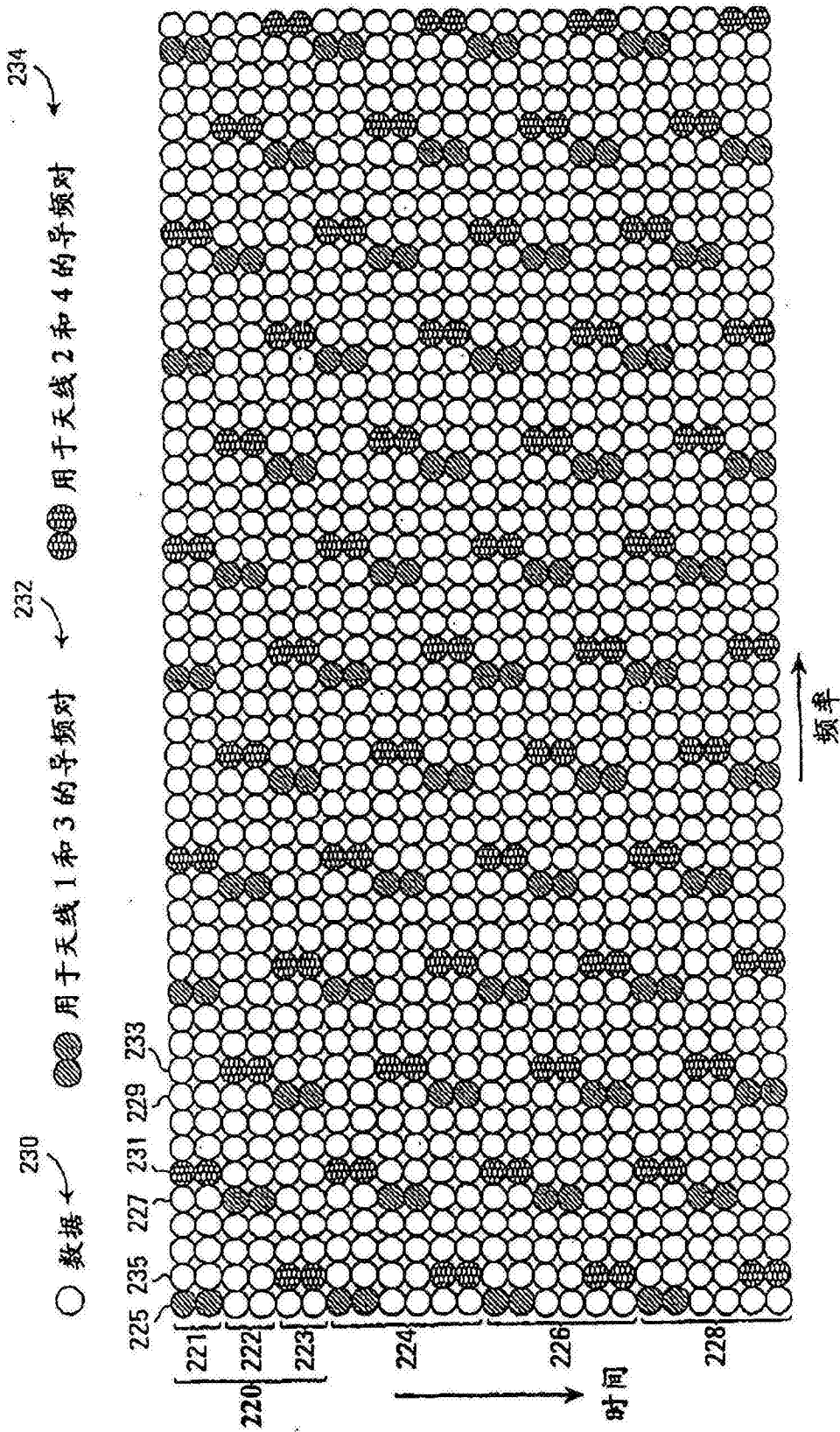


图9A

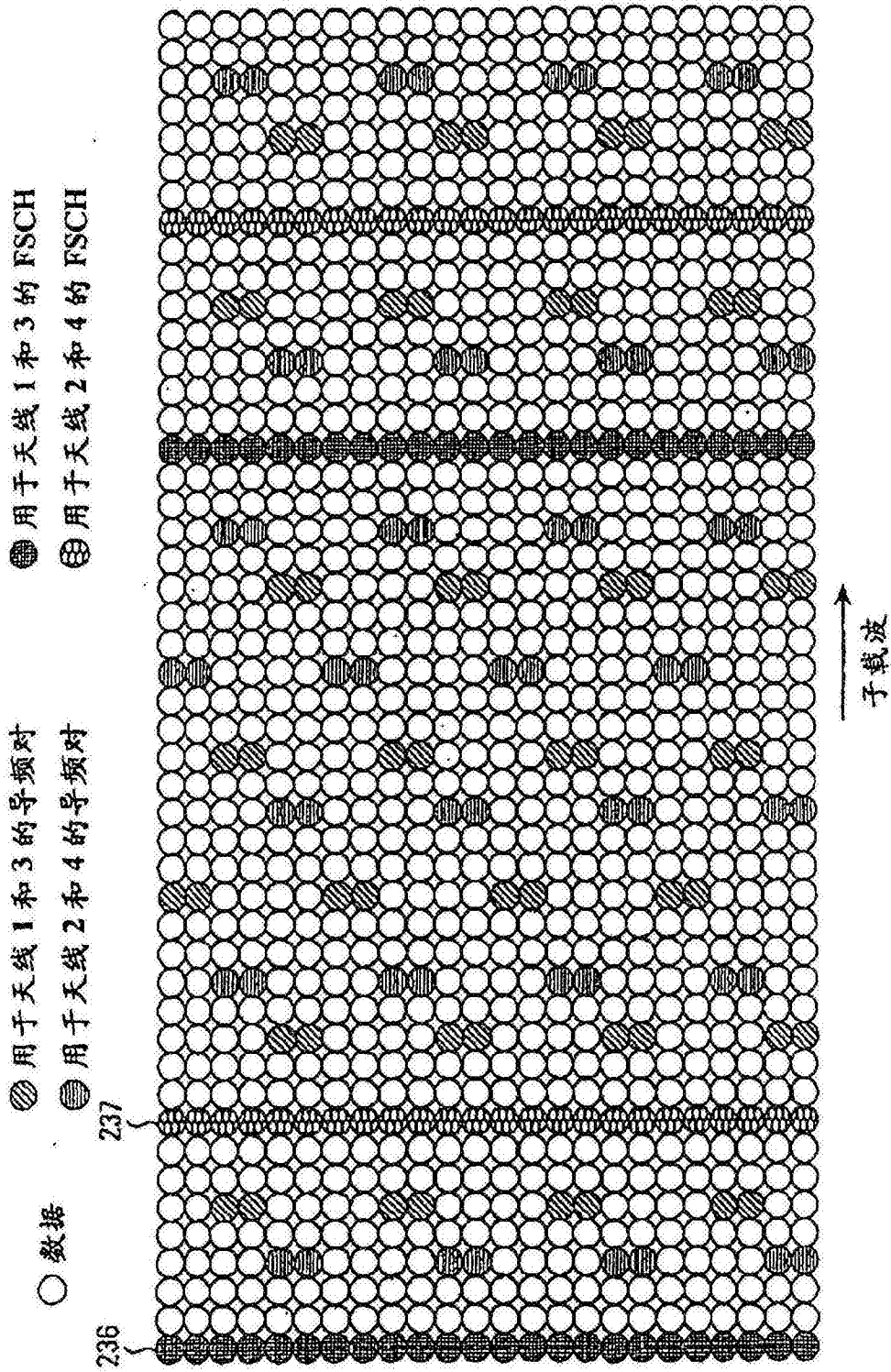


图9B

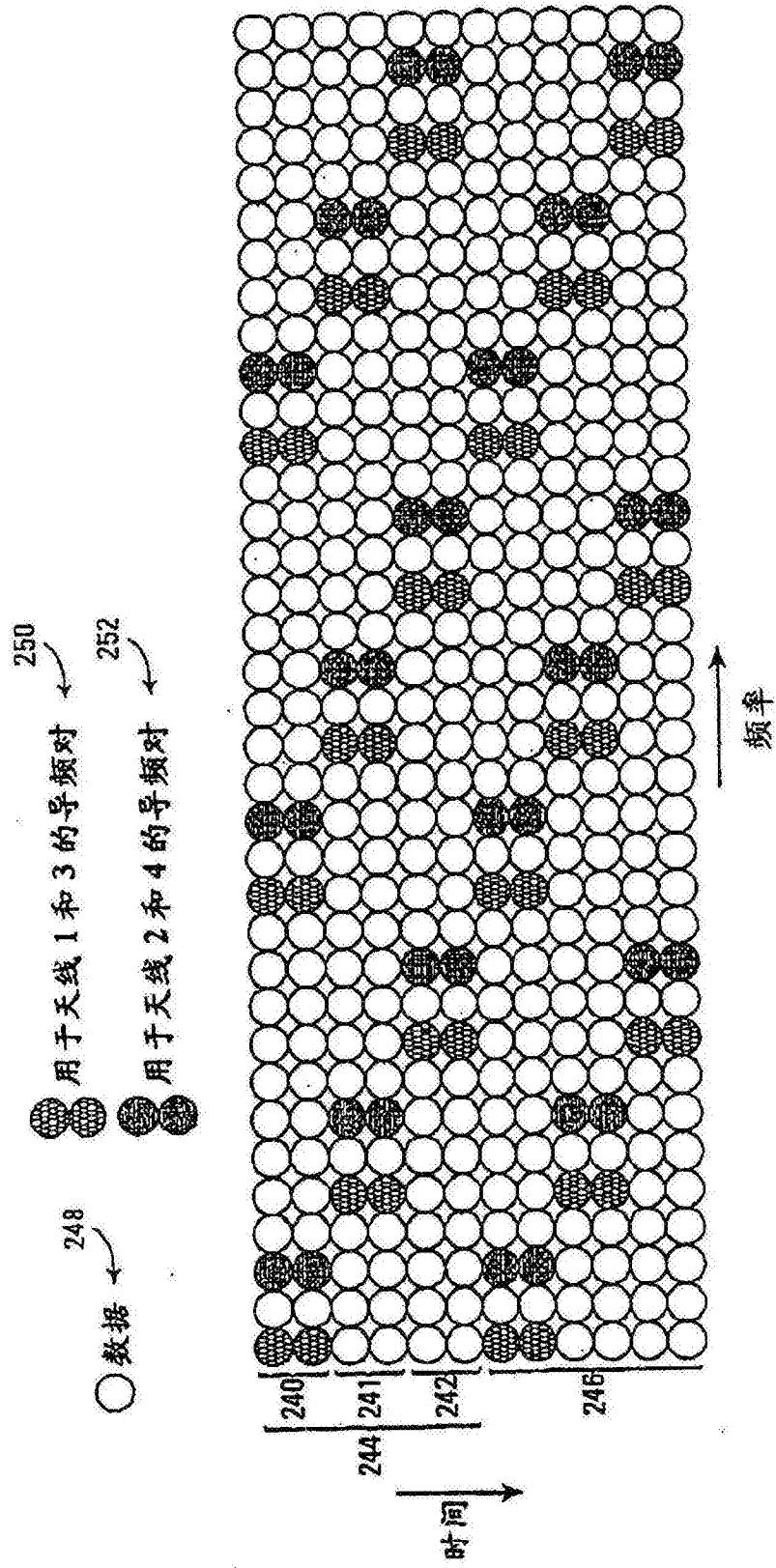


图10A

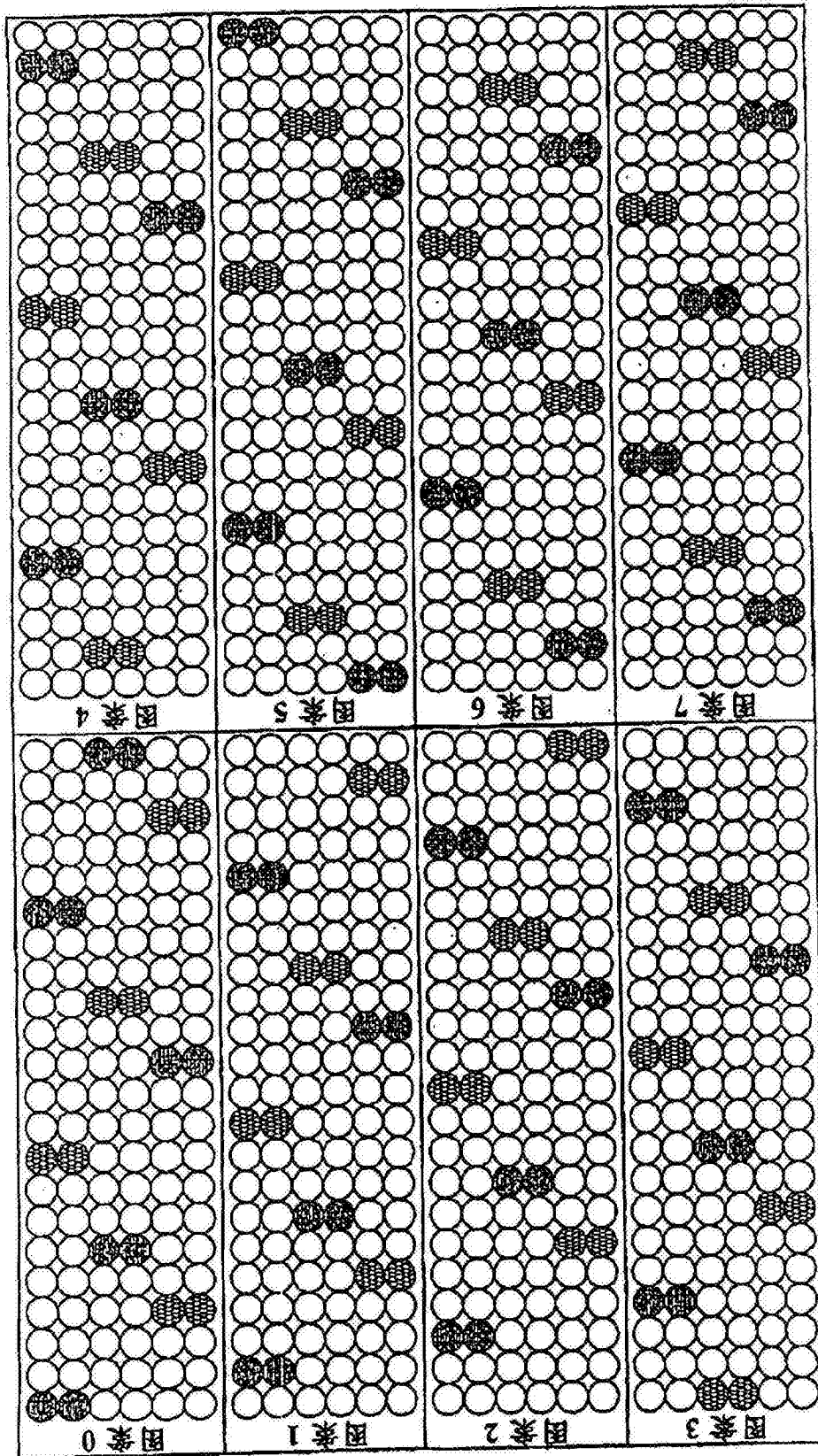


图10B

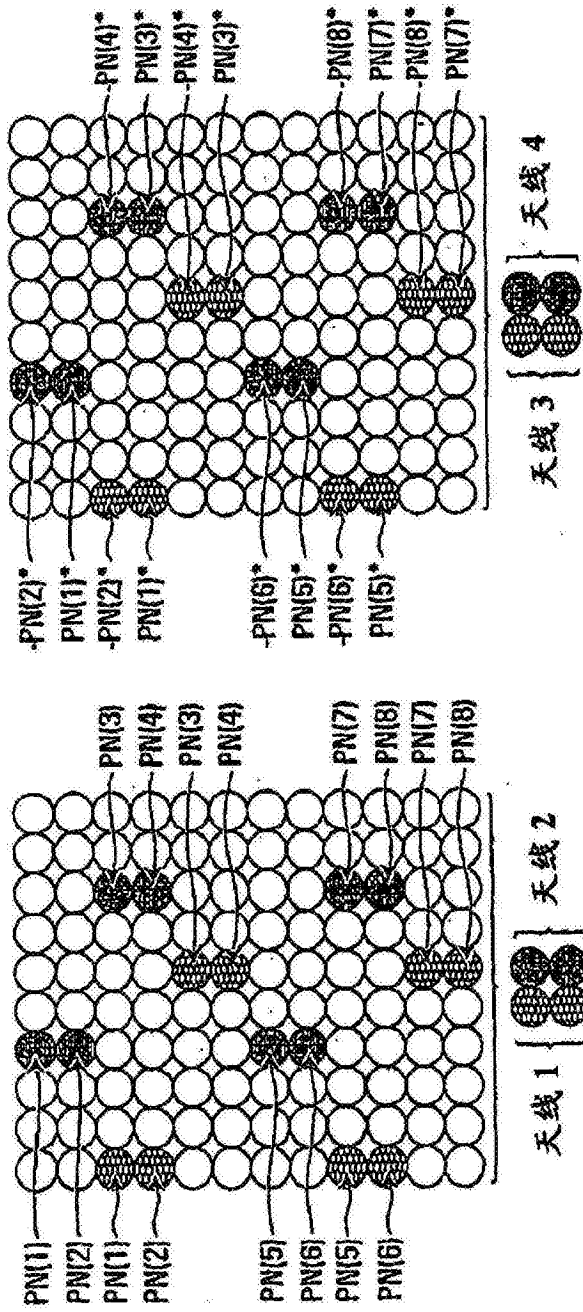


图10C

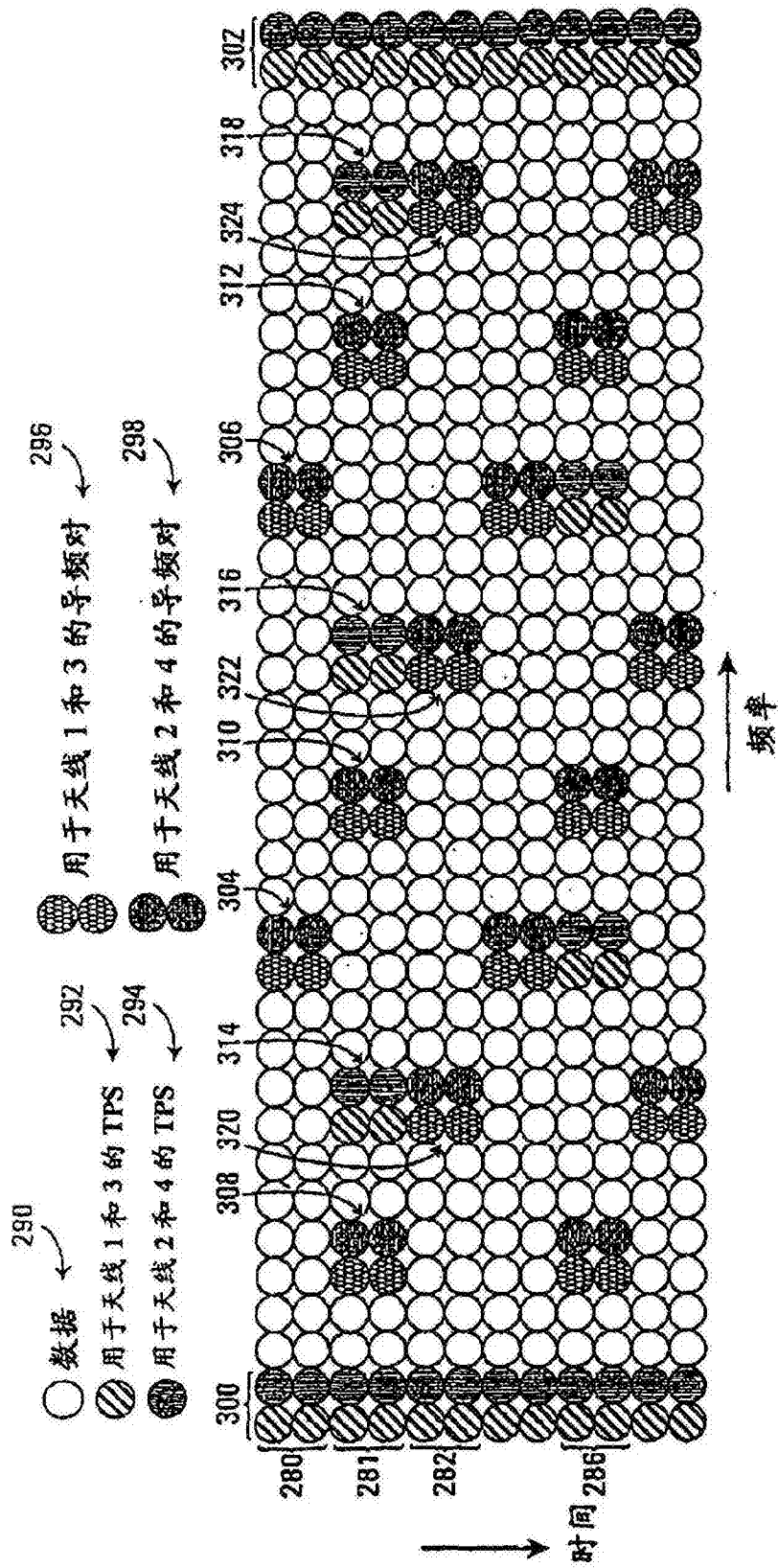


图11

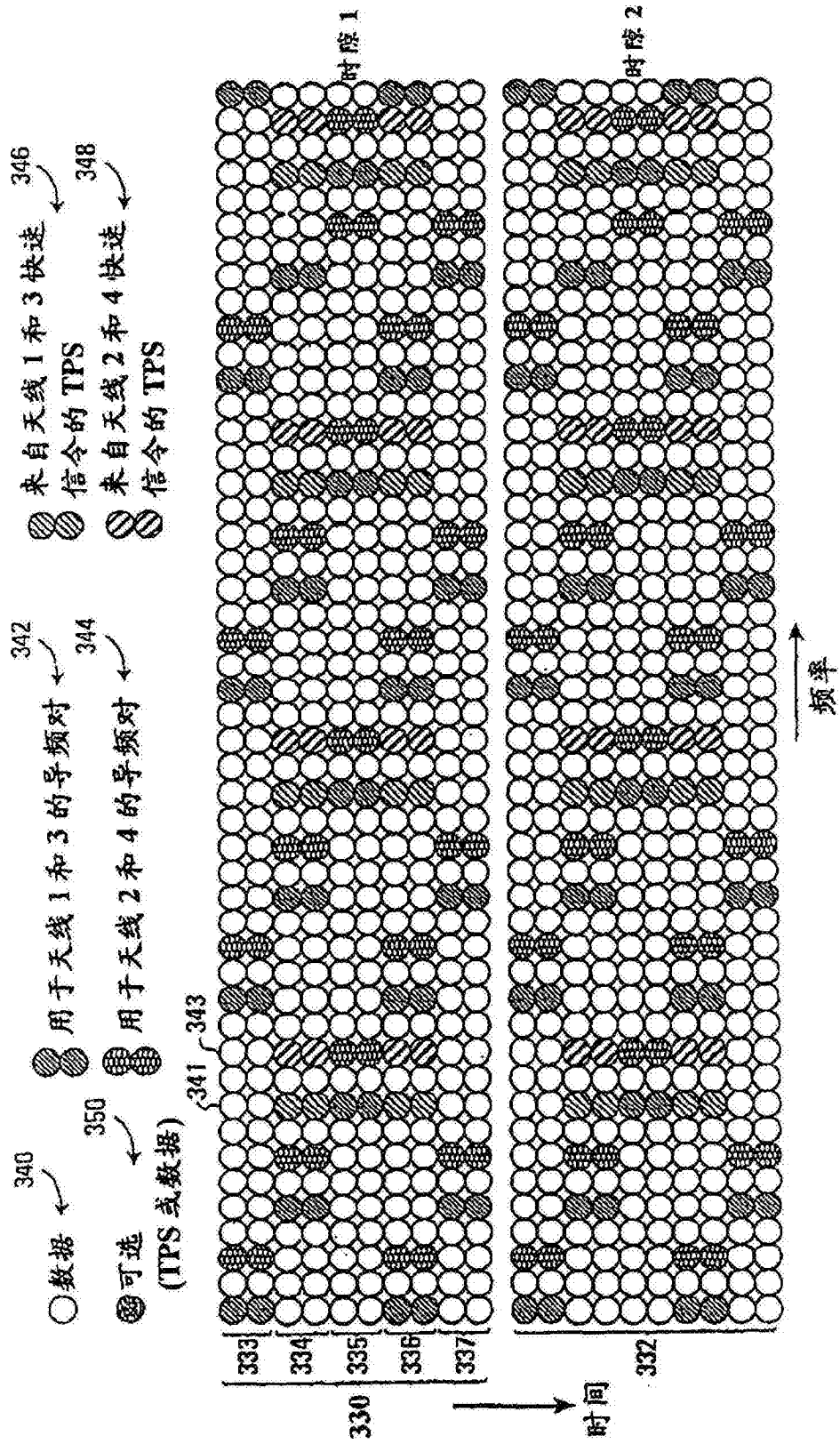


图12

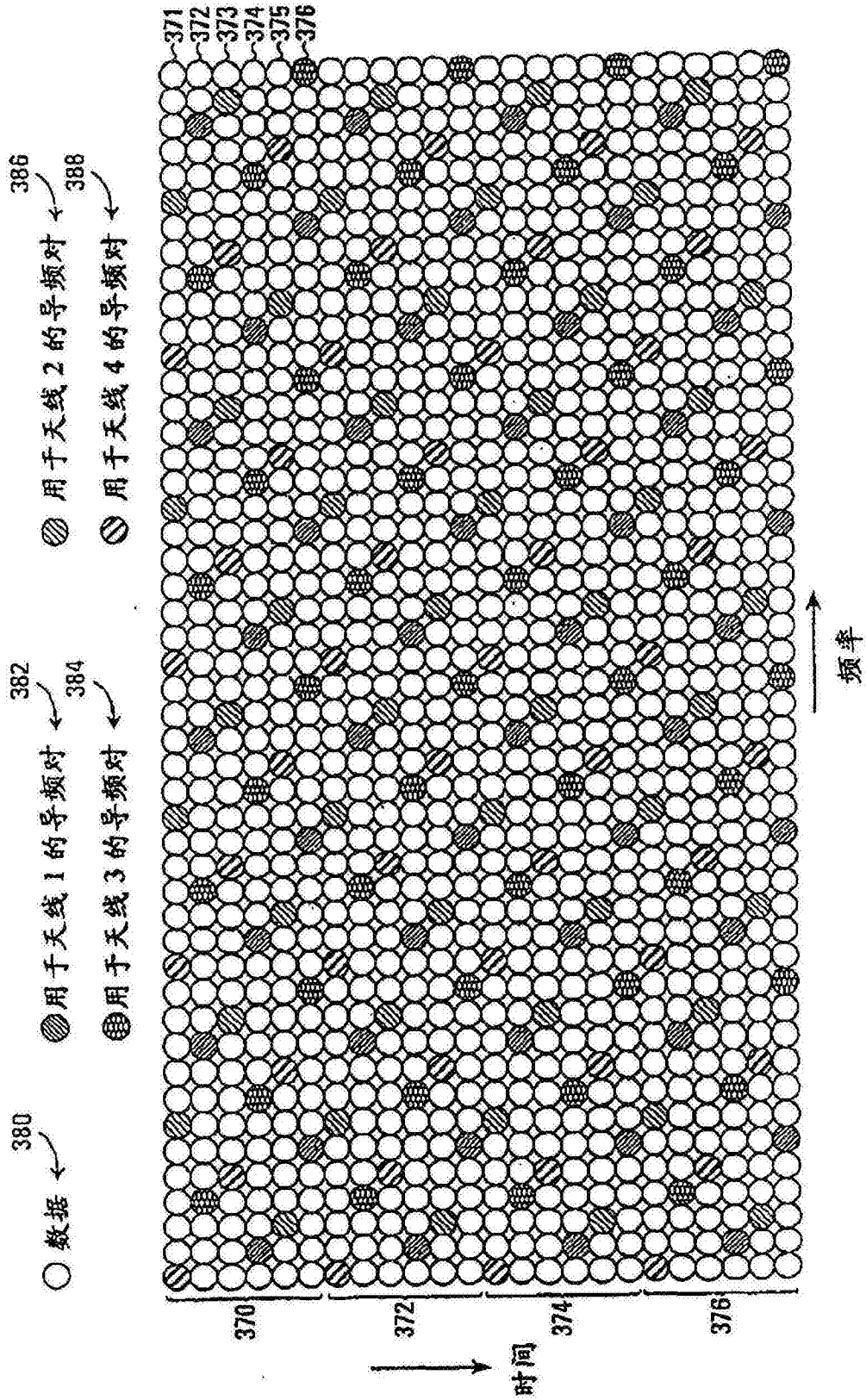


图13

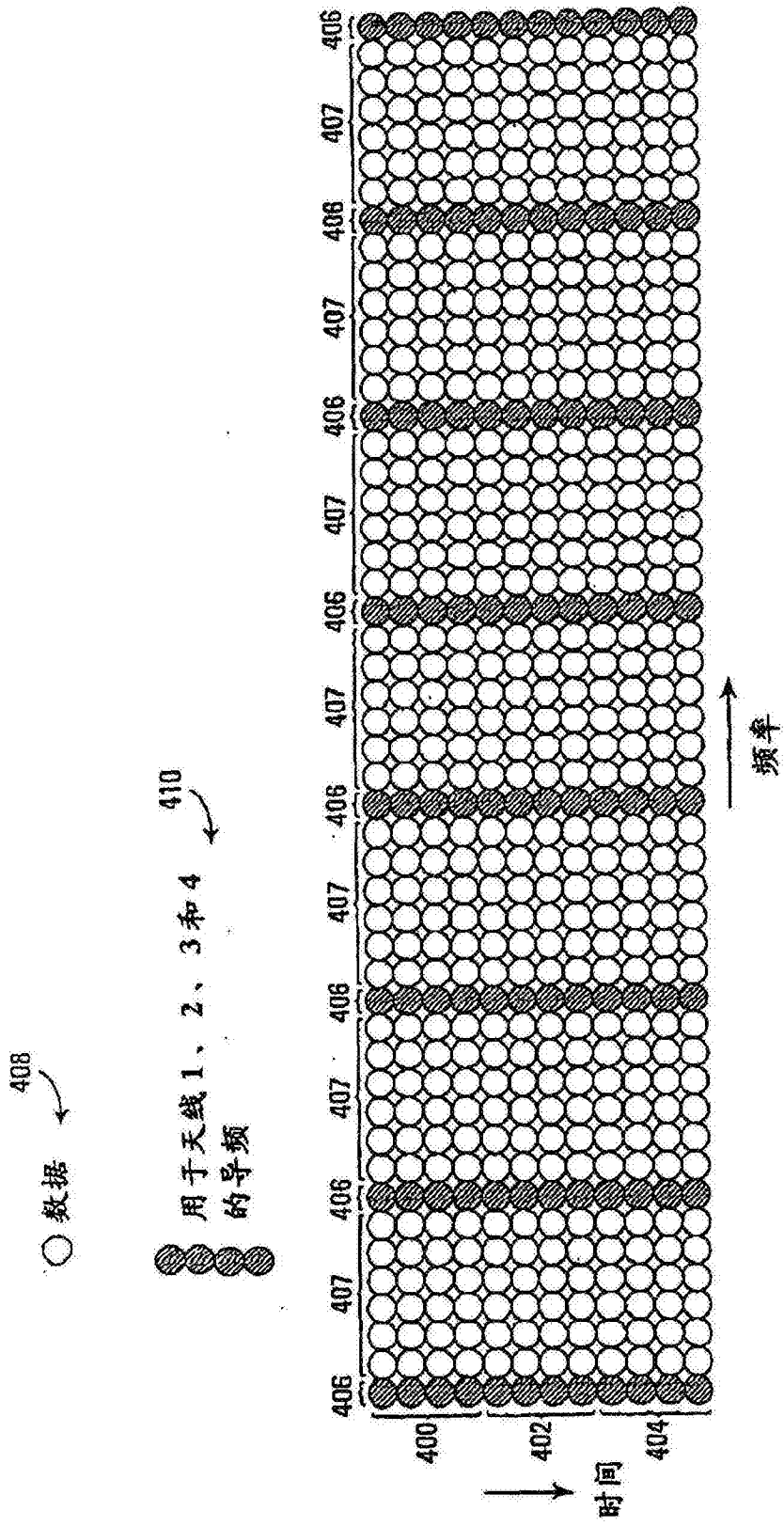


图14A

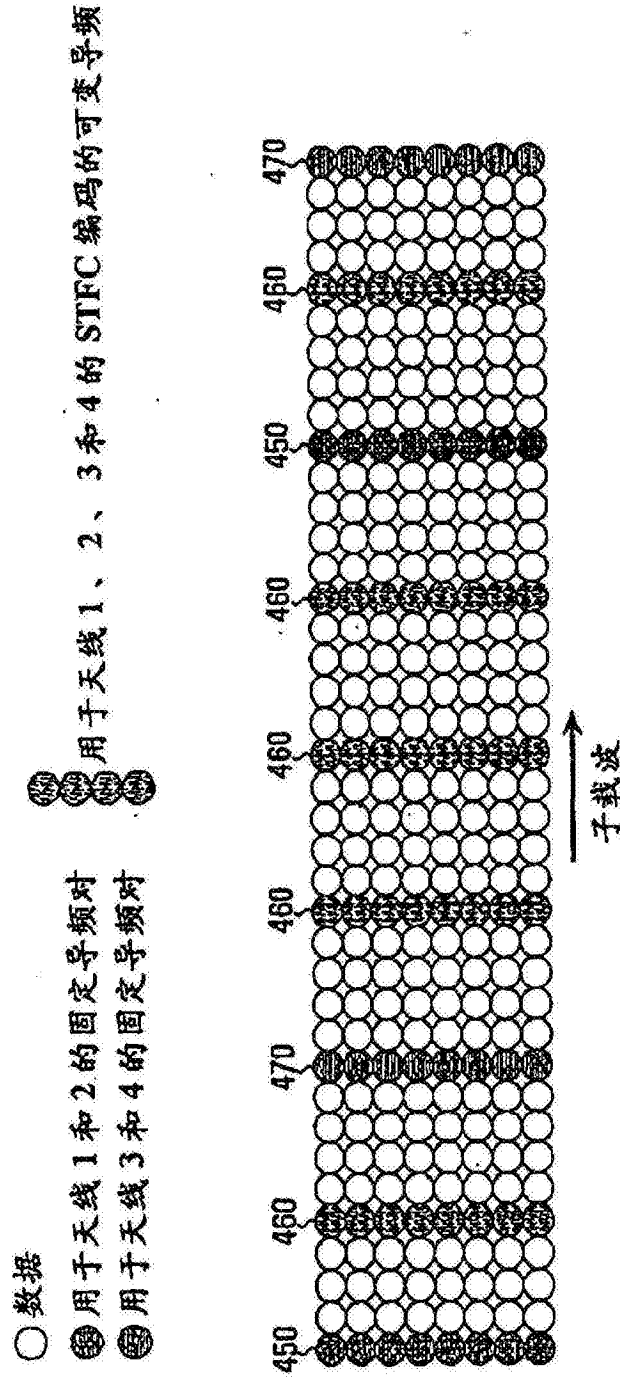


图14B

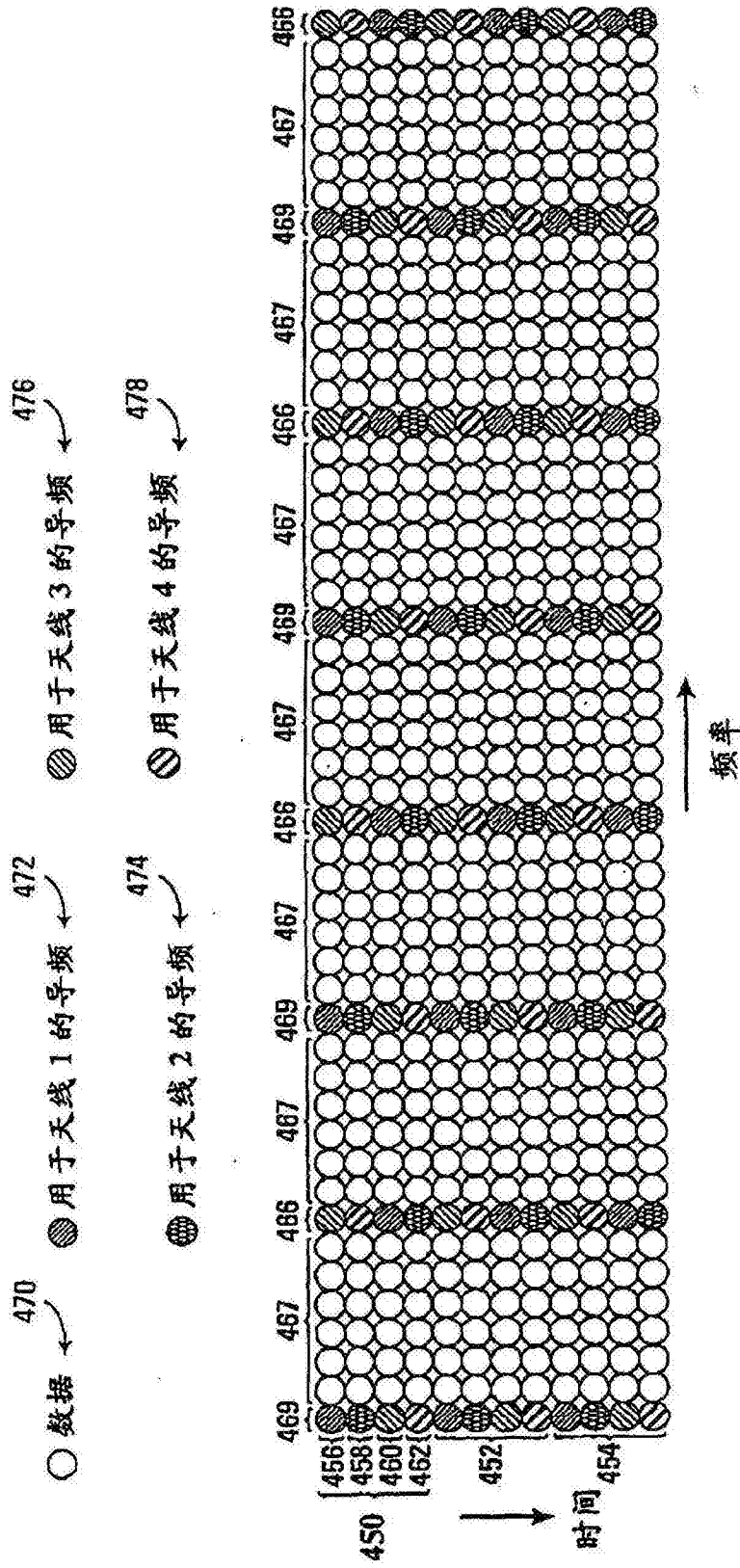


图16A

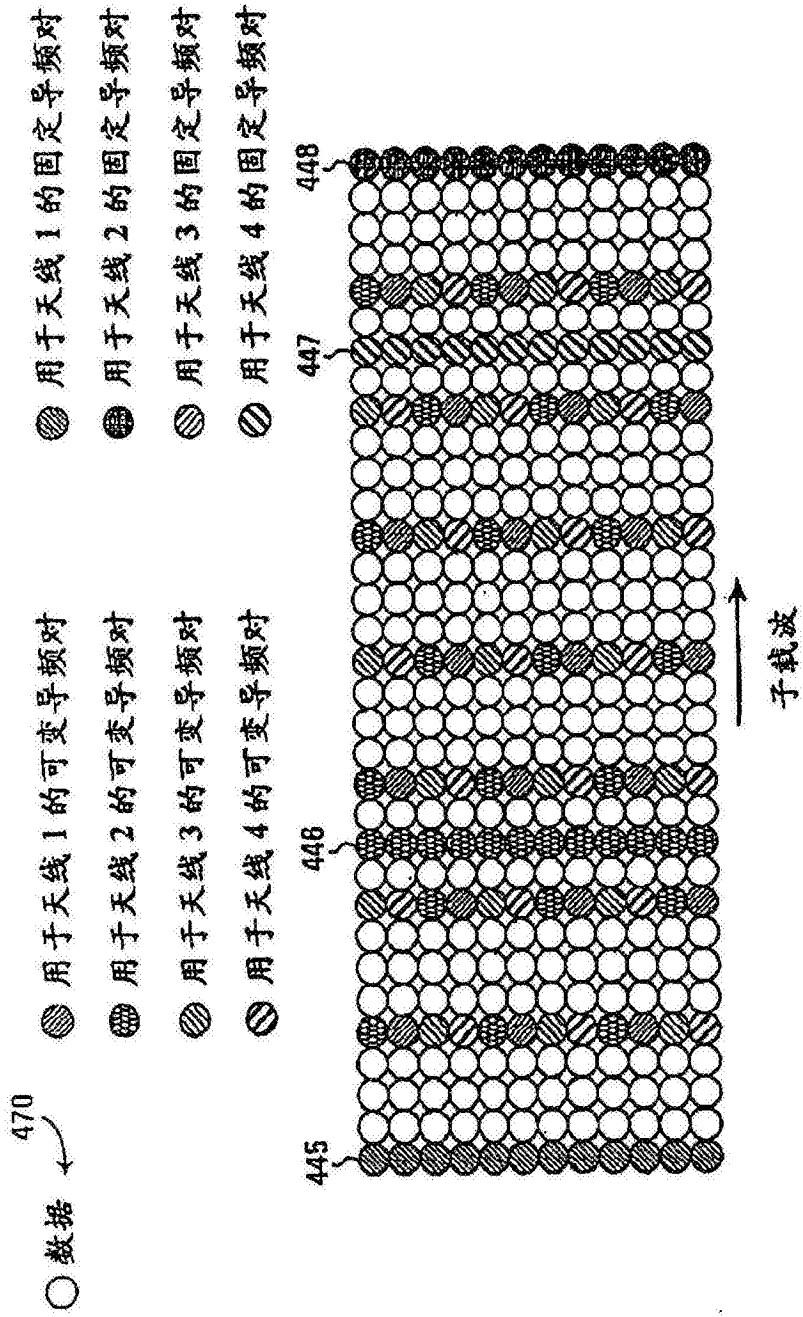


图16B

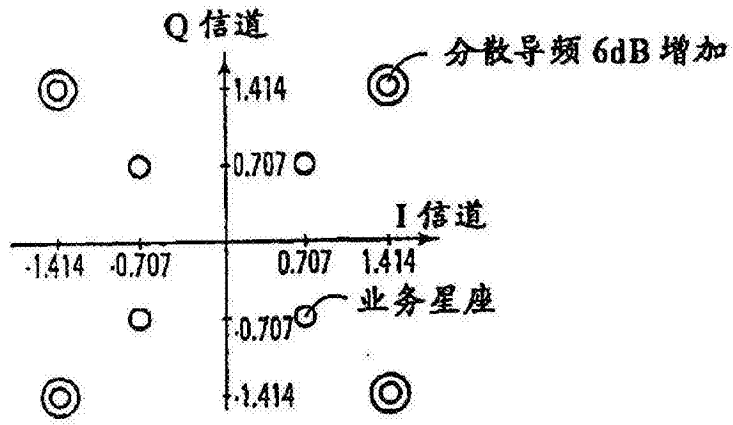


图17A

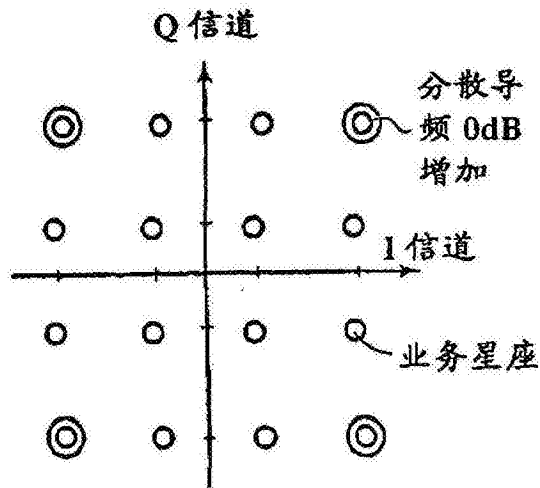


图17B

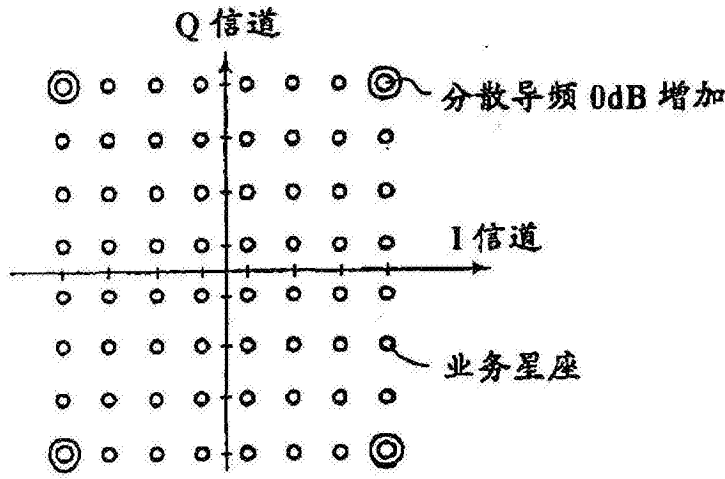


图17C

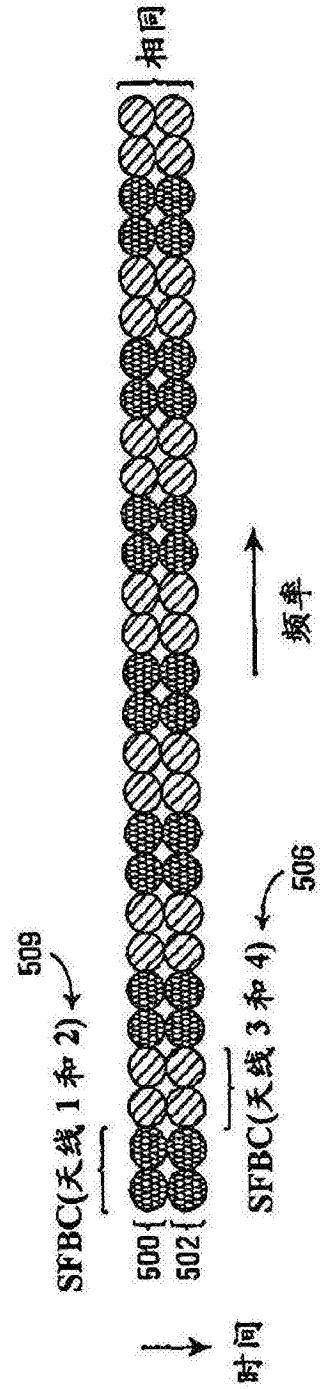


图18

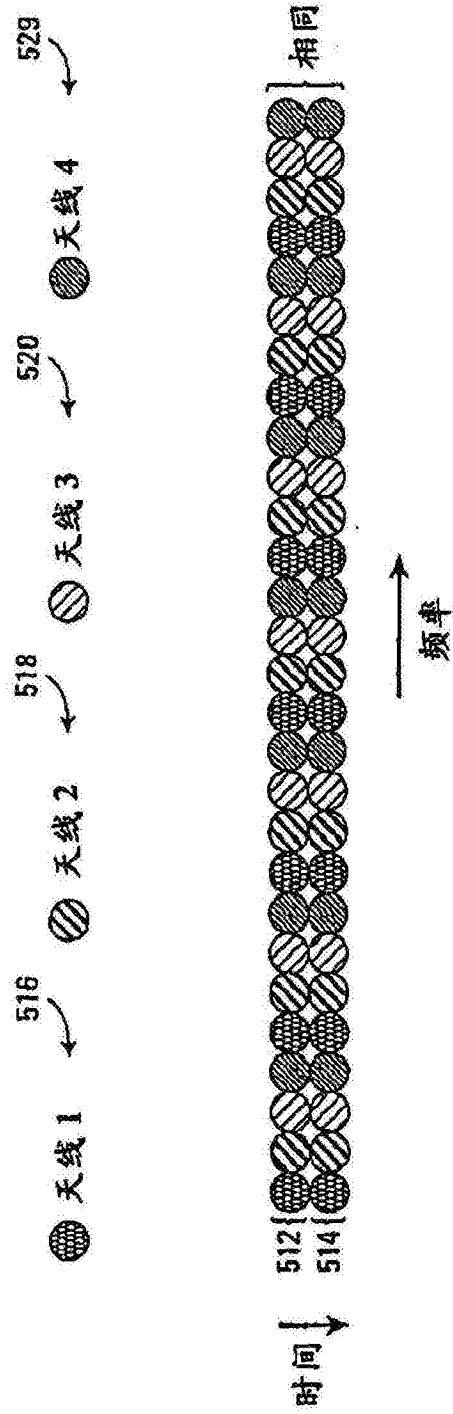


图19

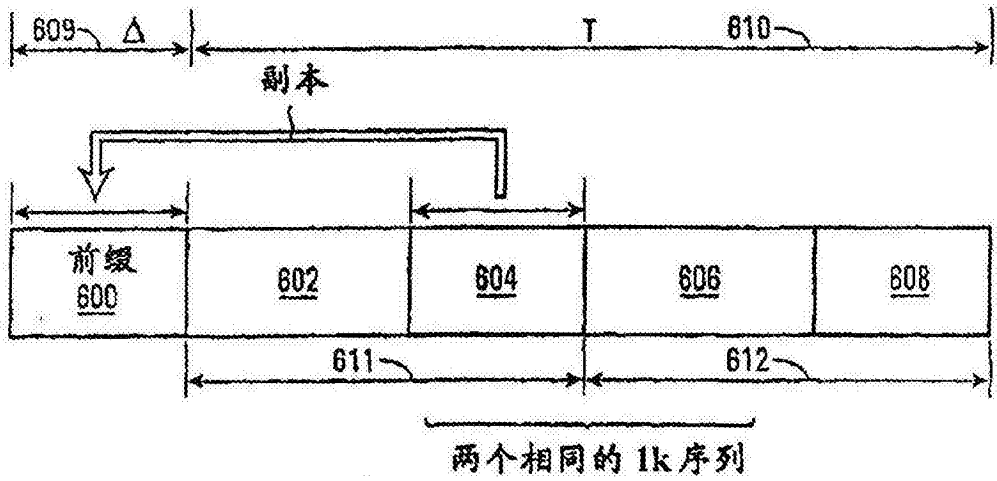


图20