[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 7/04 (2006.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04L 1/06 (2006.01)
H04L 1/08 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 97181698.0

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100359821C

[22] 申请日 1997.12.15 [21] 申请号 97181698.0

[30] 优先权

[32] 1996.12.17 [33] US [31] 08/768,319

[86] 国际申请 PCT/US1997/022605 1997.12.15

[87] 国际公布 WO1998/027663 英 1998.6.25

[85] 进入国家阶段日期 1999.8.6

[73] 专利权人 艾利森公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 S·钦纳克舒 G·E·波托姆莱 P·W·登特

[56] 参考文献

CN1115590A 1996.1.24

CN1124544A 1996.6.12

" FRENCY DIVERSITY GAIN INDOR GSMSYSTEMS". HOOK, M, ET, AL. 1996 IEEE 46TH VEHICULAR TECHNOLOGY CONFERENCE. MOBILE TECHNOLOGY FOR THE HUMAN RACE(CAT . NO. 96CH35894). 1996

ARTIFICIAL DELAY INSERTION DIVERSITY TOEXTEND ANTI – MUTIPATH CAPABILITY OF DSK INMOBILE RA –. YOSHIDA S ET AL. IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMMUNICATIONS´86. ICC´86, Vol. 1 No. 1. 1986

审查员 杨艳丽

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 栾本生 张志醒

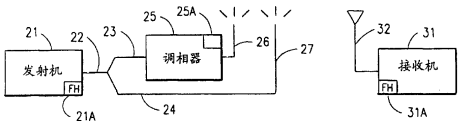
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于改进接收的无线电信号质量的系统和方法

[57] 摘要

在数字无线电信号中建立延迟扩展以减小相干带宽并方便跳频以减少封闭传播环境内衰落效应损耗。 以若干方法将延迟扩展引入到信号中。 所公开的一种技术采用带两根分开的天线(26、27)的发射机(21)，天线之一发射该数字信号而另一天线发射将相位延迟(25)引入该信号后的同一信号。 信号的载波频率是在至少两个频率之间跳动的，而接收机处理得出的信号。 在另一实施例中，使用单根发射天线(42)但用两根不同的天线(43、44)接收信号，从天线之一输出的信号在与另一个组合(46)供接收机电路(47)处理之前是相位延迟(45)的。 通过在调制前旋转波形的 I 与 Q 分量还将相位延迟(115)在基带上引入要发射的信号。



1. 一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，所述方法包括以下步骤:

从第一发射天线中发射信号;

在将该信号延迟一个预选时段之后，从第二发射天线中发射同一信号;

在接收机中处理从第一与第二发射天线中接收的信号;

将传输频率从第一频率跳跃到第二频率上; 以及

作为将要发射的信号的频率的函数来改变基带上的延迟的时段。

2. 根据权利要求 1 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，其中:

所发射的信号为 TDMA 信号。

3. 根据权利要求 1 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，其中在从第一与第二发射天线中发射的信号之间的延迟相对于数字通信信号的符号周期是小的。

4. 一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，所述方法包括以下步骤:

从发射天线中发射信号;

在接收机的第一天线上接收发射的信号;

在所述接收机的第二接收天线上接收同一信号;

将利用所述第二天线接收的信号延迟一个预选时段;

组合在所述第一天线上接收的信号与在所述第二天线上接收的延迟信号，以生成组合信号;

在所述接收机中处理所述组合信号; 以及

将传输频率从第一频率跳跃到第二频率。

5. 根据权利要求 4 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，其中:

所发射的信号为 TDMA 信号。

6. 根据权利要求 4 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执

行跳频的方法，还包含下述附加步骤：

作为所接收的信号的频率的函数来改变延迟的时段。

7. 根据权利要求 4 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，其中在利用不同天线接收的信号之间所使用的延迟相对于该信号的符号周期是小的。

8. 一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，所述方法包括以下步骤：

从第一发射天线中发射信号；

在将该信号延迟一个预选时段之后，从第二发射天线中发射同一信号，从第一与第二发射天线中发射的信号之间的所述延迟相对于该信号的符号周期是小的；

在接收机中处理从第一与第二发射天线接收的信号；以及

将传输频率从第一频率跳跃到第二频率。

9. 根据权利要求 8 所述的在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，其中：

所发射的信号为 TDMA 信号。

用于改进接收的无线电信号质量的系统和方法

技术领域

本发明涉及无线电系统，并且更具体地涉及改进作为降低在信号传播的封闭区域中的衰落效应的技术的跳频的效率。

背景技术

无线电传输问题

移动站从基地台接收的信号的质量随时受到在使用无线电信号进行通信中的固有自然现象的影响。涉及无线电接收的大多数问题的公共因素是接收机上所要求的信号与热噪声相比或与干扰信号相比太弱。可将干扰信号表征为接收机在与所要求的信号相同的信道上接收的任何不想要的信号。

在蜂窝式无线电系统的情况中，其中可利用的带宽中的所有频率在整个蜂窝式网格（grid）中都是重复使用的，无线电系统的效率通常受到所接收的干扰无线电信号而不是热噪声量的限制。

无线电系统内出现的限制所接收的信号的质量的一种现象是路径损耗。即使在发射天线与接收天线之间没有障碍物，由于基地台与移动站之间距离的增加，所接收的信号也逐渐减弱。所接收的信号功率是同发射与接收天线之间的距离的平方与四次方之间某处的值成反比的。

在存在诸如建筑物等物体的环境中使用的移动无线电系统中的更普遍的传输问题是对数正态衰落。这一现象的产生是由于位于移动站与基地台的发射与接收天线之间的建筑物及诸如小山等自然障碍物的屏蔽效应。当移动站在这一环境中到处移动时，所接收的信号强度作为在这一时刻上在发射与接收天线之间的障碍物类型的函数而增加与减小。术语“对数正态”来自所接收的信号强度的对数在某一平均值周围呈正态分布的形式；其最小值称作衰落谷（dip），它们之间的距离可在30至60英尺的数量级上。

影响在城市环境中操作的移动系统内的信号强度的第三种现象为Rayleigh（瑞利）衰落。当广播信号采取从发射天线到接收天线的一条以上

路径而使得移动站的接收天线接收不只一个而是若干信号时，出现这种信号衰变。这多个信号之一可直接来自发射天线，但若干其它信号在到达接收天线之前首先从建筑物及其它障碍物反射，从而互相在相位上略有延迟。接收同一信号互相相移的若干版本导致信号的矢量和，这是在接收天线上实际接收的合成复合信号。在一些情况中接收信号的矢量之和可以非常低，甚至接近零，得出其中所接收的信号实际上消失的衰落谷（dip）。在移动移动站的情况中，由 Rayleigh 衰落引起的两个连接的衰落谷之间流逝的时间取决于所接收的信号的频率及移动站的移动速度两者。由 Rayleigh 衰落引起的两个衰落谷之间的距离对于900兆赫无线电频带可以在7英寸的数量级上。

参见图 1A 与 1B，其中示出了在典型的移动无线电工作环境中的频率/距离接收的信号衰落模式的透视模型。图 1A 表示在 100 兆赫频率上城市区内工作的无线电信号的接收信号场，而图 1B 表示以 300 兆赫的信号频率在城市区中工作的无线电信号。从这两个图中能看出信号强度如何变化，建立同距离与频率两者都相关的周期性衰落谷。

在数字无线电系统的情况中，诸如其中采用时分多址（TDMA）调制的系统，产生了其它无线电传输困难。这些困难之一称作时间扩散，在表示某种数字信息的信号在接收天线上受到由原始信号从远离接收天线的物体的反射引起的不同的、接连传输的符号的干扰时产生。因而，接收机难于决定当前正在检测的是哪一个实际符号。采用 TDMA 调制中固有的另一种传输现象是，由于各移动站必须只在 TDMA 帧的特定的分配时隙中发射而在其余时间中保持沉默这一事实引起的。否则，该移动站将与分配在同一帧的不同时隙中其它移动站的呼叫干扰。

对无线电传输问题的常规解决方案

已研制出用来解决出现在无线电传输系统中的信号衰退现象的一系列技术。为了解决由于对数正态衰落及 Rayleigh 衰落两者而引起的数字无线电信号的衰落问题，所采用的一种解决方法是编码与交错（interleaving）。这是将表示数字信息的各种项目的信息组织成块，并将一系列块之中的接连的块（例如，每个块 4 位）组织成帧的技术。如果以与语音编码器生成的相同次序发送信息的每个接连的位，则衰落谷的出现会完全删去信息的

若干接连的位，从而从通信流中丢失它们并导致将从其中再生的语音中的空隙（gap）。然而，利用交错技术，信息的接连的位是对称地互相分隔开的并重新排列在传输流中，在传输流中它们不是互相连接的而是在时间上互相分开，每一个构成信息的独立的块中的一位。在传输流的另一端上，从发送其的数据块中取出重新排列的位，并将这些位重新构成为再度互相连接。当表示语音数据的各位与在时间上正常地连接的其它位分开并且将它们“交错”在时间上通常不是连接的其它位中，而且随后在衰落谷期间从传输流中丢失整块的位时，能从未在低谷期间丢失的位中构成该丢失块之中的至少某一部分，这是因为这些位被交错在其它的未由于衰落而丢失的块中。在移动移动站的情况中，当移动站通过衰落区并回到良好接收区中时，衰落谷只出现非常短的时段（ period of time）。

用来保障数字无线电传输不受干扰的一种技术是纠错编码，其中要传输的信息位是利用校正码进行编码的，从而在传输期间丢失了位时，在接收机处利用纠错码电路能以相对高的精确度来重建它们。数字信号传输流的纠错编码中所用的过程的一部分便是交错。

在采用带纠错编码的交错技术中的固有假设是移动站正在移动，从而它较快地通过衰落谷并只经受当它位于衰落谷区中时由衰减引起的较小块的数字信息的丢失。在诸如会议中心或办公楼等的室内传输环境的情况中，移动站是较慢地移动或可能甚至是静止的。因而，如果移动站碰巧在遭遇衰落谷的物理位置中，它并不快速通过该谷，并因而由于衰落而丢失了大量信息。只用交错及纠错编码不能纠正大块信息的丢失。

用来补偿无线电系统中的传输困难的另一种技术为跳频。在使用跳频时，一个瞬间的无线电发送与接收在一个载波频率上，并且然后在非常短的时间之后将发送与接收“跳”到不同的频率上。当在不同的载波频率上发射无线电信号时，它不易遇到相同的衰落模式，这是因为这些模式是与频率相关的并从而对不同的频率是不同的。因此，在一种载波频率的衰落谷谷底上的静止移动站有可能在不同频率上得到相对好的接收。以这一方式，跳频进一步用于将信号丢失量限制在实际传输时间跨度的相对短的分段上，并从而允许信号处理电路用交错与纠错编码通过重构传输的丢失部分来补偿广播信息的丢失。

跳频的一个重要方面在于，为了在不同的频率上经受独立的衰落，信号在其间连续地跳跃的两个或多个载波频率之间必须各相隔一定的最小量。换言之，信号在其间跳动的频率必须是互相完全不同的，以便如果在一个频率上所接收的信号是在衰落谷中，在另一频率上它不应在衰落谷中。如果两个频率非常靠近，由于在两个频率上的衰落而信号很有可能是弱的。然而，如果两个频率互相隔开充分大的值，则所接收的信号在两个频率的衰落谷中的可能性较小。足以得到互相独立的衰落的两个跳频之间的间隔称作相干带宽。如果用于跳频的两个载波频率的各个频率在相干带宽之内，在这两个频率的各个频率上接收的信号将是高度相关的。如果载波频率相隔大于相干带宽，则在这两个频率的各个频率上接收的信号可能是不相关的并从而在同一时间上不在衰落状态中，如果两个频率互相不相关，当频率之一在衰落状态中时，无线电接收机在另一频率上可能不经受衰落。

当在 TDMA 无线电信号中正在使用跳频时，并且信号是在若干接连的 TDMA 时隙的各个时隙期间跨越不同的频率跳动的，且各个不同的载波频率互相间隔合理地远，则非常有可能在各时隙中接收的信号是完全互不相关的。再者，如果在其中接收信号的连续的时隙上采用纠错编码及交错，在两个接连的时隙中所接收位的至少一半将不遭受衰落情况，在这一情况中，尽管从两个时隙之一中丢失了内容，但纠错编码及交错将完成重构完整的信号内容的令人满意的工作。

在为了跳频应用而考虑相干带宽及相关因子时，相干带宽与传输信道的时延扩展成反比。时延扩展由于多路径传播而出现。时间差在最早与最迟多路径信号之间，主视距信号与由于一次或多次反射而延迟的同一信号构成包含主信号及其包含绝大部分信号能量的主要回波的时间跨度。

信号的相干带宽与信号的时延扩展成反比。在室内实现无线电信道的情况中，时延扩展是极小的，例如，在 50 至 100ns 的数量级上。因此，用于这些信号的相干带宽会非常大，例如，在 10 兆赫的数量级上。因而，为了在跳频环境中得到独立的衰落，两个载波信号之间的频率差必须在 10 兆赫的数量级上，远大于大多数实际系统的带宽。在需要 30 至 40 兆赫带宽的三或四个分开的频率上跳动信号的载波频率甚至是更大的问题。

对相干带宽问题的一种现有解决方法为通过使用第二发射机来建立广播信号的明显回波。通过根据符号周期的数量级延迟第二发射机上的传输，第二信号作为第二天线与第一天线之间的间隔的函数与第一信号无关地衰落。虽然接收机能分辨这两个信号，但为了处理信号回波需要更复杂的接收机。TDMA 信号需要均衡器，而 CDMA 信号需要 Rake 组合器。

另一种解决方法为在两个分开的发射天线之间不使用延迟，而是改变它们之间的相位差。这导致接收机上的衰落随时间而改变。然而，由于接收机的移动性，组合效果能导致衰落在时间上变化快得令接收机处理电路不能对付它。例如，如果接收机拥有信道跟踪装置用于相干解调，如果衰落在时间上变化太快，它有可能不能正常工作。此外，如果将移动站设计成静止的，则接收机不能跟踪时变相位。

因而，需要在诸如室内实现的无线电系统等环境中允许在有限的带宽上实现跳频来纠正平坦衰落信道的某种机制。

在 Mogensen 等人的对比文件（D1）中，公开了 GSM 相关系统中两个分支天线分集的性能，其中分析了上行与下行链路两者的组合技术。Mogensen 描述跳频是 GSM 中的可选用网络特征。该论文进一步描述了用于下行链路路径的延迟信号传输分集方案。延迟的信号传输为来自基地台上的第二解相关天线分支的传输，其中第二天线分支上的传输延迟在相对于第一天线分支的两位周期的数量级上。在移动站上接收的信号包含带有时延偏移的两个解相关信号分量。可用均衡器相干地组合这两个信号分量，借此降低衰落概率。Mogeusen 进一步描述了组合方案的最大比值类型（即匹配的滤波器与软决定）在激活跳频时提供超过了 dB 的天线分集增益。

Yoshida 对比文件（D2）描述双移相键控（DSK）调制技术，它在分集分支之一中包含人工延迟。图 1（b）示出无线电传输系统，它包括带有第一与第二天线及沿第二天线分支布置的人工延迟的发射机。图 2 示出包含沿在基带信号上操作的一对信号路径之一的延迟的基地台的方框图。基地台中的延迟包含在发射与接收的模式两者中。

发明内容

本发明的系统通过使衰落在载波频率上是不同的来解决上述一些问题而不生成明显的信号回波或信号中的明显时间变化。在本发明的一个实施例中，多个发射天线以不同的相位广播同一信号。在另一实

施例中，在改变其中之一或两者的相位之后，在多个接收天线上接收的信号被组合。在每个情况中，相位差作为载波频率的函数而改变。这些相位改变可利用天线之间的固定延迟来实现。

在另一方面中，本发明的系统包含在数字无线电信号中建立时延扩展，以便减小信号的相干带宽，从而可在诸如室内环境等的移动站相对慢地移动的环境中实现跳频来校正衰落损耗。

因而，在一个方面， 本发明涉及一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，该方法包括以下步骤：从第一发射天线中发射信号；在将该信号延迟一个预选时段之后，从第二发射天线中发射同一信号；在接收机中处理从第一与第二发射天线中接收的信号；将传输频率从第一频率跳跃到第二频率上；以及作为将要发射的信号的频率的函数来改变基带上的延迟的时段。

在另一方面，本发明涉及一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，该方法包括以下步骤：从发射天线中发射信号；在接收机的第一天线上接收发射的信号；在所述接收机的第二接收天线上接收同一信号；将利用所述第二天线接收的信号延迟一个预选时段；组合在所述第一天线上接收的信号与在所述第二天线上接收的延迟信号，以生成组合信号；在所述接收机中处理所述组合信号；以及将传输频率从第一频率跳跃到第二频率。

在另一方面，本发明涉及一种在第一频率的信号与第二频率的信号之间执行跳频的方法，该方法包括以下步骤：从第一发射天线中发射信号；在将该信号延迟一个预选时段之后，从第二发射天线中发射同一信号，其中从第一与第二发射天线中发射的信号之间的延迟相对于该信号的符号周期是小的；在接收机中处理从第一与第二发射天线接收的信号；以及将传输频率从第一频率跳跃到第二频率。

附图说明

通过参考下面结合附图作出的最佳实施例的详细描述，可获得本发明的方法与系统的更完整的理解，附图中：

图 1A 与 1B 为展示作为两个不同频率上的距离的函数的移动无线电环境中的衰落损耗的图；

图 2 为按照本发明构成的系统的一个实施例的方框图；

图 3 为按照本发明的教导构成的系统的另一实施例；

图 4 按照本发明构成的系统的一个不同实施例；以及

图 5 为展示通过在调制之前旋转 I 与 Q 波形将相位延迟引入到基带信号中的方框图。

具体实施方式

在本发明的系统与方法的实现中，将相位改变引入到两条相同的无线电信号路径中，并且改变的程度是该信号的载波频率的函数。一种示范性方法为采用固定的延迟，从而相位改变等于载波频率（H_z）乘以延迟，产生两个不同发射天线之间与频率相关的相位关系。这一延迟可用诸如表面声波（SAW）器件来实现。与先有技术系统不同，引入的延迟是非常小的，从而不生成可分辨的信号回波。此延迟只是足以导致对于不同的跳频是不同的相位改变。

更具体地，在移动站相对慢地移动或静止的有限带宽环境中广播的信号中建立“人工延时扩展”中，本发明的系统采用两个分开的天线。到达两个天线中各个天线的信号相对于另一个天线被延迟，从而所接收的信号呈现为包含主信号及二次信号。两个接收的信号之间的相位差范围是作为用于跳跃信号的载波频率的函数而变化的。

在图 2 中所示的本发明的环境中，发射机 21 通过分裂成两条路径 23 与 24 的输出导线（lead）22 广播信号。该信号沿路径 23 通过调相器 25 并行进到广播天线 26。例如，可采用发射滤波器 25A，以便引入随频率变化的选择的相位延迟。另一信号沿线路 24 通过并行进到不同的天线 27。对在符号率的小部分的数量级上的信号之一进行相位调节，从而在从天线 26 与 27 广播的相应信号之间模拟小延迟扩展。接收机 31 在单个接收天线 32 上接收来自天线 26 与 27 的两个相移的信号。在接收天线 32 上呈现为好象发生了小量的时延扩展，从而不需要均衡器或 Rake 组合器。而是，取决于接收机的位置与载波频率，这两个信号或者相长地（constructively）相加或者相消。发射机 21 中的跳频机构 21A 使广播信号在频率之间跳跃，而接收机 31 中的另一跳频机构 31A 使接收信号在频率之间跳跃，例如从具有第一频率的信号跳跃到具有第二频率的信号。

下面参见图 3，其中示出了本发明的一个实施例，其中信号发射机 41 在单个发射天线 42 上广播。该信号被第一天线 43 及第二天线 44 两者接收。

来自第一天线的输出信号通过调相器 45(发射滤波器 45A)并且然后进入组合器 46，在其中与来自天线 44 的未调相信号组合。然后将组合信号引入到处理这两个信号的接收机 47 中。在组合器 46 中组合来自天线 43 的调相的信号及来自天线 44 的未调相的信号，以模拟能在接收机 47 中处理的两个接收信号之间的时延扩展。这一模拟的时延扩展产生较小的相干带宽，这允许在相对合适的带宽上执行有效跳频来对付封闭环境中的信号衰落。如结合图 2 所述的，发射机 41 和接收机 47 中的跳频机构 41A 和 47A 分别控制跳频。

图 4 中所示的本发明的实施例类似于图 3 中的，其中连接到发射天线 42 上的信号发射机 41 发射在第一接收天线 43 及第二接收天线 44 上接收的信号。将这两个信号引入到接收机 47 中，并且这两个信号之一与另一个无关地加以处理，以便引入延迟 45 并再一次模拟延迟扩展。这减小了两个信号的相干带宽，允许在合理的频率带宽上跳频，以校正某些衰落损耗。如上所述，由跳频机构 41A 和 47A 来控制跳频。

可以用其它方式实现本发明的系统。例如，替代采用延迟，可采用随频率跳跃而改变的某种相位偏移。在发射机中可通过在调制之前旋转 I 与 Q 波形在基带上引入这样的延迟，如图 5 中所示。最好利用 0、90、180 与 270 度的增量进行旋转，使旋转的信号（I 与 Q）以下述简单方式与原始信号相关：

I'=I;　　Q'=Q(0°).

I'=-Q;　Q'=I(90°).

I'=-I;　　Q'=-Q(180°).

I'=Q;　　Q'=-I(270°).

可逐个跳动随机选择旋转度，或旋转度可以为跳频控制信号的函数，或遵照某种有规律的固定模式。

当存在两个接收信号时，可采用类似的技术。例如，可将信号简单地相加(0°)，或者可取两个信号之差以及修正信号的其它措施。在以 Paul W.Dent 的名义并转让给本发明的受让人的名为“分集式接收系统”的美国专利申请序号 07/585,910 中，采用有选择的分集来选择接收系统内的最佳组合。然而，在本发明中并不在乎实际的最希望的组合。这只是以随机的或已知的方式与接连的频率跳跃的组合的变化，允许信道编码与交错来消除

由衰落引起的损耗。在本发明中只需要比上面引用的 Dent 申请的选择分集优化系统较不复杂的电路执行这些功能。

在采用多个接收机天线的本发明的实施例中，所选择的信号延迟有可能在符号周期的数量级上。在这一情况中，如果解调器能处理回波信号，则不需要跳频便能得到分集的优点。虽然难以用多达一个符号周期来延迟天线信号之一，这能通过利用具有不同群时延特征的滤波器的接收机处理来完成。

应指出上面的发明虽然是对无线电系统描述的，但是它也可适用于其它无线通信系统。从而，如上所述，天线可以指从发射机向传输介质或从该传输介质向接收机传送信号的任何设备。同时，虽然出现跳频，但是跳动内的多址联接方法可以是 FDMA、TDMA 或 CDMA。

虽然已在附图中展示及在上文的详细描述中描述了本发明的方法与装置的最佳实施例，但应理解本发明并不限于所公开的实施例，而能具有许多重新配置、修改与替换，并且不脱离用下面的权利要求书所陈述与定义的本发明的精神。

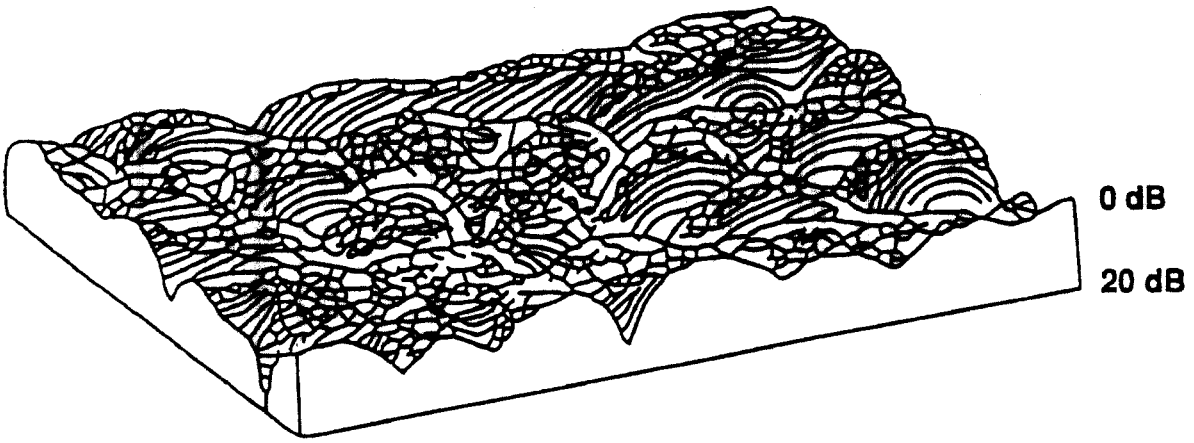


图 1A

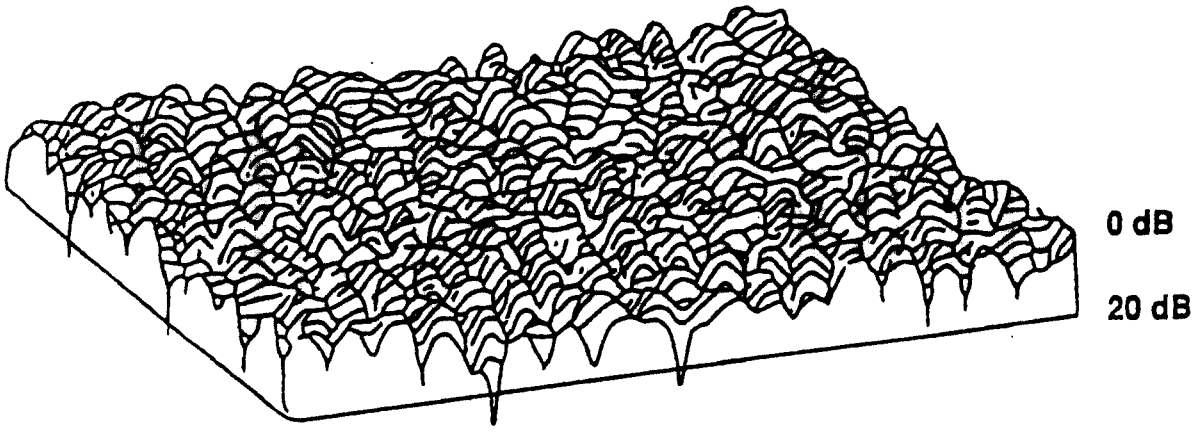


图 1B

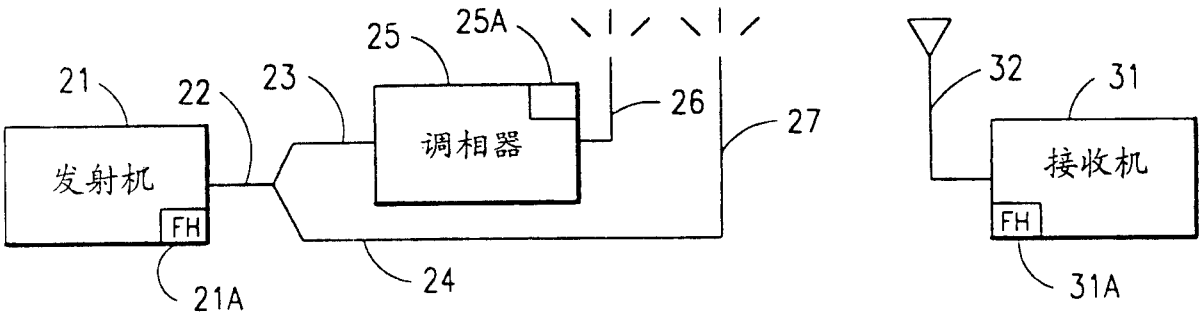

21
22
23
25
25A
26
27
32
31
发射机
FH
调相器
接收机
FH
21A
24
31A

图 2

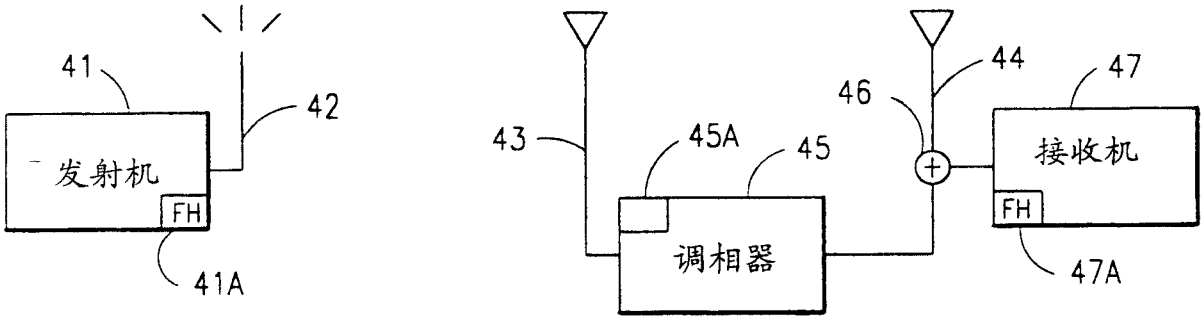

41
42
发射机
FH
41A
43
45A
45
46
44
47
接收机
FH
调相器
47A

图 3

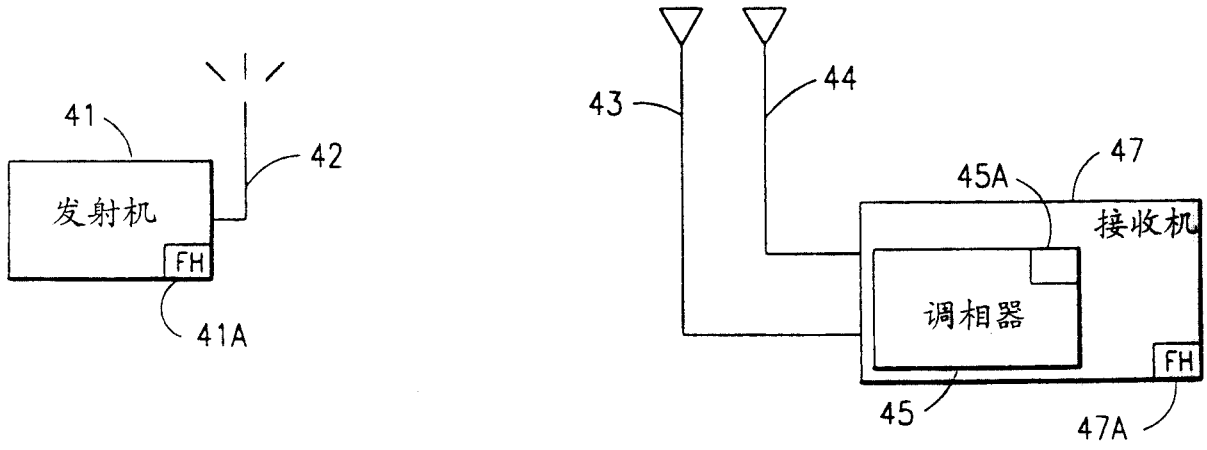

41
42
发射机
FH
41A
43
44
45A
47
接收机
调相器
FH
45
47A

图 4

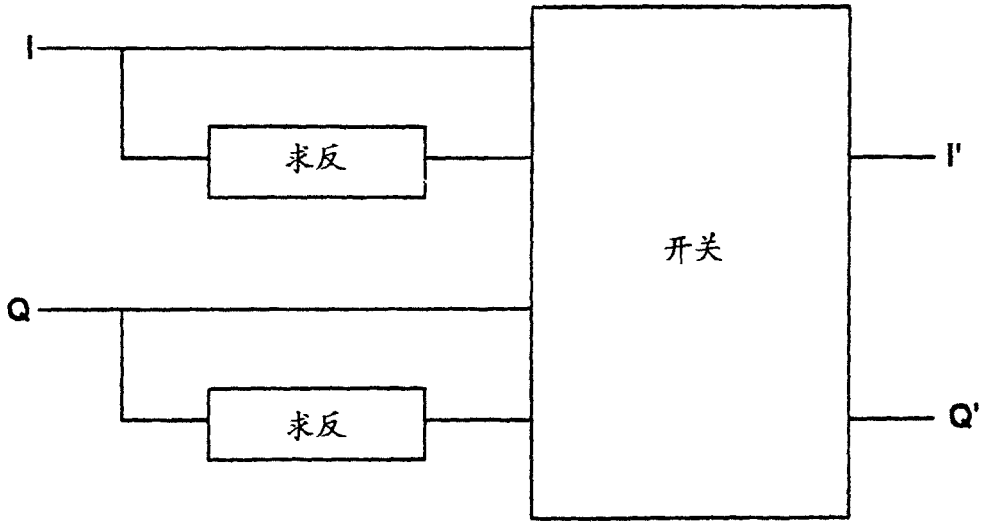


图 5