[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
H01Q 3/24 H04B 7/08

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95190884.7

[45]授权公告日 2002 年 10 月 16 日

[11]授权公告号 CN 1092847C

[22]申请日 1995.9.5 [21]申请号 95190884.7

[30]优先权

[32]1994.9.14 [33]EP [31]94202649.3

[86]国际申请 PCT/IB95/00735 1995.9.5

[87]国际公布 WO96/08850 英 1996.3.21

[85]进入国家阶段日期 1996.5.13

[73]专利权人 皇家菲利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72]发明人 P·G·M·巴尔特斯 L·莱顿
H·A·韦泽 A·M·H·通比尔
A·G·瓦格曼斯 J·范辛达伦

[56]参考文献

WO 9415411 1994. 7. 7 H04Q3/24

审查员 马志远

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

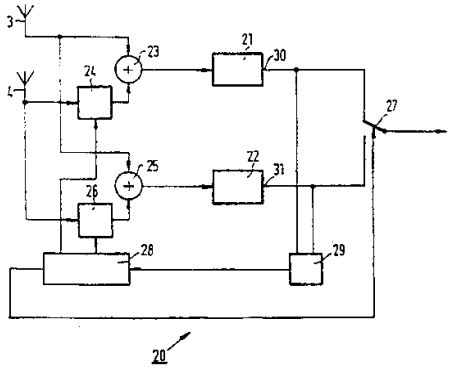
代理人 程天正 邹光新

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54]发明名称 无线电传输系统和供这种系统使用的无线电设备

[57]摘要

具有工作在多径传输环境中的相控阵无线电设备(2)的无线电传输系统(1)是熟知的。熟知的无线电设备试图寻找最佳接收方向。在剧烈变化的环境中,例如在蜂窝无线电系统或无绳电话系统中,因为没有充分地考虑到吸收或反射物体以及强干扰源,所以该熟知系统(1)的运行不能令人满意。提出了改进的接收,在双向系统中还提出了改进的发送。这是通过利用至少两个接收波束(一个固定接收波束和一个扫描接收波束)并通过不断地按照这些波束的信号与噪声及干扰的比值或误码率(BER)估算它们的质量来实现的。最佳波束被动态地选为固定波束。或者,利用通过将扫描波束与当前固定波束比较而获得的最佳波束来更新固定波束。在双向系统(1)中,接收无线电设备(2)利用最佳接收波束的方向来向相对的无线电设备(5)进行发送。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种包括至少一台无线电设备（2）的无线电传输系统（1），所述无线电设备（2）包括一接收装置（20），所述接收装置具有与至少两根天线（3，4）的任一阵列耦合的至少两台接收机前端（21，22）和用于形成波束的组合装置，其特征在于，至少一台接收机前端（21，22）能够按照波束接收模式工作，至少一台接收机前端（21，22）能够按照波束扫描模式工作，接收装置（20）包括最佳接收信号确定装置，该装置用于根据考虑了接收信号的信号与噪声及干扰的比值或误码率（BER）的质量准则，在波束接收模式和波束扫描模式中确定许多接收信号当中的最佳接收信号；以及根据在波束扫描模式中所确定的较好的波束来作为在波束接收模式中的波束。

2. 权利要求 1 的无线电传输系统（1），其特征在于，其中的接收装置（20）包括选择装置（27，28，29），当在波束扫描模式中确定较好的波束时，这些选择装置（27，28，29）分别将接收机前端从波束接收模式切换到波束扫描模式。

3. 权利要求 1 的无线电传输系统（1），其特征在于，在波束扫描模式中确定较好的波束时，则其中的按照波束接收模式工作的接收机前端就将它的接收波束更新为按照波束扫描模式工作的接收机前端所确定的波束。

4. 权利要求 1、2 或 3 的无线电传输系统（1），其特征在于，其中的接收装置（20）包括用于测量在信号频带（sbbd）外的预定频带（nbd）内的噪声能量的能量测量装置（90 至 70），质量准则根据该能量测量来导出。

5. 权利要求 1、2 或 3 的无线电传输系统（1），其特征在于，其中的接收装置（20）包括用于解调接收机前端（21，22）的输出信

号的解调器装置（55，56；72、73），以及在质量准则是根据误码率时用于从预定时间间隔内的被解调信号来确定误码率（BER）的处理装置。

6. 根据权利要求 1、2 或 3 任意之一所述的无线电传输系统（1），其特征在于，其中的无线电设备（2）包括发射装置（140），它沿相应于在波束接收模式中所接收的接收波束方向的方向发射一个发射波束。

7. 权利要求 4 的无线电传输系统（1），其特征在于，其中的无线电设备（2）包括周期性地将天线从接收模式切换为发射模式的收－发开关装置（143，144）。

8. 一种在无线电传输系统（1）中使用的无线电设备（2），该无线电设备（2）包括具有与至少两根天线（3、4）的天线阵相耦合的至少两台接收机前端（21、22）和用于形成波束的组合装置的接收装置（20），该无线电设备（2）具有以下特征：至少一台接收机前端（21，22）能够按照波束接收模式工作而至少一台接收机前端（21，22）能够按照波束扫描模式工作；接收装置（20）包括最佳接收信号确定装置，该装置用于根据考虑了接收信号的信号与噪声及干扰的比值或误码率（BER）的质量准则，确定在波束接收模式和波束扫描模式中许多接收信号当中的最佳接收信号；以及当按照波束扫描模式工作的接收机前端确定了较好波束时，按照波束接收模式工作的接收机前端就更新其波束。

9. 权利要求 8 的无线电设备（2），其特征在于，包括发射装置（140），它沿相应于在波束接收模式中所接收的接收波束方向的方向发射一个发射波束。

说明书

无线电传输系统和
供这种系统使用的无线电设备

本发明涉及包括至少一台无线电设备的无线电传输系统，该台无线电设备包括具有与至少两根天线的天线阵耦合的至少两个接收机前端和用于形成波束的组合装置的接收装置．这种系统可以是移动无线电系统、无绳电话系统、寻呼系统、汽车无线电广播系统、GPS（全球定位系统）、内部音频链路系统或国内广播系统、无线耳机、或任何其它无线电传输系统．

本发明还涉及供这种系统使用的无线电设备．

欧洲专利申请 EP 0459038 公开了这种无线电传输系统，在这种无线电传输系统中应用脱机处理来对来自相控阵天线的信号进行处理，以便在存在干扰信号时能对所需信号进行最佳接收．在该已知系统中，计算并修正作为相移网络的抽头延迟线的系数，以便确定接收信号质量的最佳值．在该已知系统中采用的方法是复杂的强制，不适合接收条件快速变化的环境．因为这种强制法要求大量的处理量，即需要相当大的电池功率，所以难于在例如低耗电的便携无线电设备中采用．此外，采用该已知的方法并不能保证可找到全局最佳值．欧洲专利申请 EP 0308830 描述了另一已知系统，其中，检测到达的无线电波的到达方向，即在沿所有方向到达的全部到达的无线电波中具有最大强度的到达的无线电波的方向．到达的无线电波通过天线阵传送给多个接收机前端，并利用 FFT（快速付里叶变换）处理装置来确定这种最大

强度方向．通过调整接收支路中的移相器能够改变接收方向．欧洲专利申请 EP 0610989 描述了另一已知无线电传输系统，其中，利用至少两根天线来接收无线电波．在将接收信号馈送给接收机之前，确定由天线接收的无线电信号之间的相位差．这种相位差包含了有关传送方向的信息． EP 0308830 和 EP 610989 描述了沿被检测的最佳接收方向发送无线电波的双向传输系统．在已知系统（不管是单向还是双向）中所采用的这些方法对于在接收路径中存在诸如建筑物或强干扰源这样的信号吸收或反射物体的多径环境都不是最好的．当在双向传输中利用来自如此确定的最佳接收方向的信息沿相反方向进行传输时，甚至会导致沿错误方向的传输，例如传输到干扰源的方向或吸收物体的方向，所以在相反的接收侧接收到质量低劣的信号或根本接收不到信号．

本发明的一个目的是在接收条件快速变化的、以及对多径无线电波进行接收的无线电传输系统中提供最佳接收．

本发明的另一目的是在这样的环境中确定这样的最佳接收方向，该最佳接收方向在系统为双向的时候可被当作为最佳传输方向．

为此，本发明的无线电传输系统具有以下特征：至少一台接收机前端能够按照波束接收模式工作和至少一台接收机前端能够按照波束扫描模式工作；接收装置包括最佳接收信号确定装置，该装置用于根据考虑了接收信号的信号与噪声及干扰的比值或误码率的质量准则，在波束接收模式和波束扫描模式中确定许多接收信号当中的最佳接收信号；以及根据在波束扫描模式中所确定的较好波束来作为波束接收模式中的波束．由于在考虑了噪声和干扰的情况下为得到较好波束而进行的连续扫描，所以就能够使接收波束是全局最佳波束并快速地适应快速变化的系统状况．

在本发明的无线电传输系统的一实施例中，接收装置包括选择装置，当在波束扫描模式中确定较好波束时，这些选择装置就分别将接收机前端从波束接收模式切换到波束扫描模式．由此对接收机前端进行了切换．

在本发明的无线电传输系统的另--实施例中，当在波束扫描模式中确定较好波束时，按照波束接收模式工作的接收机前端就将它的接收波束更新为按波束扫描模式工作的接收机前端所确定的波束．由此不需要切换接收机前端，于是省掉了切换装置．

在本发明的无线电传输系统的--实施例中，接收装置包括用于测量在信号频带外的预定频带内的噪声能量的能量测量装置，根据该能量测量来导出质量准则．由此能够容易地获得对于接收信号的信号与噪声及干扰的比值的度量．这--噪声测量方法只适用于角调制的系统．

在本发明的无线电传输系统的另--实施例中，无线电设备包括发射装置，它沿相应于在波束接收模式中所接收的接收波束方向的方向发射--个发射波束．这种系统是例如移动无线电系统或无绳电话系统等这样的双向系统．由于组合的全局最佳接收和沿同--方向向--个相对的无线电设备进行传输的缘故，所以这种传输也是最佳的．沿错误方向的传输，例如沿吸收物质方向或沿干扰源方向的传输可得以避免．因为实现了对发射能量的最佳利用，所以为了获得与现有系统相同的系统性能只需要较少的传输功率．由此能够更容易地对发射机功率放大器的末级进行集成．从省电的观点来看，较小的传输功率对于移动无线电或无绳电话系统等的手机也是有益的．另--方面，在不减小功率的情况下，可加大发射机和接收机之间的距离．

在从属权利要求中对其它实施例提出要求保护，例如通过确

定被解调信号的误码率来确定信号与噪声及干扰的比值的另一种方法，以及当系统是双向 TDMA（时分多址）或 CDMA（码分多址）系统时在无线电设备中的收－发开关.

现在参看附图举例描述本发明.

图 1 示意性地表示本发明的无线电传输系统，

图 2 表示本发明无线电设备中的接收装置，

图 3 表示本发明接收装置中的接收机前端的第一实施例，

图 4 表示本发明接收装置中的接收机前端的第二实施例，

图 5 表示供本发明无线电设备使用的移相装置，

图 6 表示本发明的信号质量确定电路，

图 7 表示用于说明质量确定电路的工作的频域信号，

图 8 表示用于控制接收装置的控制电路，

图 9 表示本发明的与接收装置中的两台接收机前端耦合的三天线配置，

图 10 表示用于说明控制接收装置的流程图，

图 11 表示本发明无线电设备中的发射装置，

图 12 表示发射装置中的后端，

图 13 表示另一接收装置.

在所有的附图中，相同的标号用于相同的部件.

图 1 示意性地表示本发明的无线电传输系统 1，它包括具有天线 3 和 4 的无线电设备 2.系统 1 可以是模拟或数字传输系统.无线电设备 2 可以是汽车无线电设备、寻呼设备或 GPS 设备等，系统 1 则是广播系统，或者无线电设备 2 可以是移动电话或无绳电话等，系统 1 则是双向通信系统.系统 1 可以是任何其它无线电传输系统.在分别为单向或双向系统的情形中，无线电设备分别接收来自无线电设备 5 的无线电信号或与无线电设备 5 进行通

信，无线电设备5用天线6分别进行广播或进行通信．进一步示出的是无线电设备7．在双向系统，例如无绳电话系统的情形中，无线电设备5是与公共交换电话网8连接的无线电基站，而无线电设备2是手机．无线电设备2的天线3和4通过不同的路径接收无线电波9和10，即系统代表多径传输环境．在汽车无线电设备、蜂窝无线电设备或无绳电话的情形中，这种环境对于接收电波是一种快速变化的环境．

图2表示本发明无线电设备2中的相控阵接收装置20，该装置具有与天线3和4的相控阵相耦合的接收机前端21和22．为此，天线3与组合器23相连接，天线4通过可调移相装置24与组合器23相耦合，该组合器被耦合到接收机前端21．在该给定实施例中，相控天线阵和组合器组成了用于形成波束的相控天线阵和组合装置．这适用于等增益天线系统．或者，可将相位调整和增益调整的任何组合用于波束形成．类似地，天线3和4通过组合器25和可调移相装置26与接收机前端22相耦合．移相装置24和26可以是本领域众所周知的抽头延迟线．利用数字控制，这种延迟线可被调整为各种相移（图上未详细说明）．延迟元件可以是线圈、传输线段等（未示出）．如后面将要描述的那样，在本发明的优选实施例中，将在对接收信号下变频之后完成相移．在输出侧，接收机前端21和22被耦合到由数字控制电路28控制的开关27．接收机前端21和22分别根据考虑了例如接收信号的信号与噪声及干扰的比值的质量准则从波束接收模式切换为波束扫描模式，接收信号的信号与噪声及干扰的比值在从接收机前端21和22的输出端30和31分别接收输入的信号质量确定电路29中被确定．接收波束利用接收机前端21和22以及开关27被切换到该输出侧．根据本发明，接收机前端21和22之一处于

波束接收模式，而另一接收机前端处于波束扫描模式，以便不断地搜索较好的波束．一旦找到较好的波束，接收机前端的角色就互换．

图 3 表示本发明接收装置 20 中的接收机前端 21 、 22 的第一实施例．在这一实施例中，接收机前端 21 是一超外差接收机，其中，天线 3 通过带通滤波器（未示出）和低噪声放大器（未示出）与混频器 40 和 41 耦合．该带通滤波器可以是三阶 1.91GHz 带通滤波器，而接收机前端即低噪声放大器及混频器可以是型号为 UAA 2078 的集成电路．中频可为 10MHz，以便在解调之后可更容易地为噪声测量确定频带．混频器 40 和 41 分别通过移相 0° 和 90° 的移相器 43 再与本振 42 耦合．在输出侧，混频器 40 和 41 分别通过放大器 46 和 47 与可调移相器 44 和 45 耦合．由同一申请人于同日申请的专利申请（在此作为参考文献的欧洲专利申请第 94202648.5 号）较详细地描述了可调移相器 44 和 45．当移相器 44 被调整到预定值和移相器 45 被调整到预定扫描范围时，上支路与由混频器 48 、本振和放大器 50 组成的接收机前端一道构成了接收波束接收机前端，下支路同样地构成了扫描接收机前端．当相反地调整移相器 44 和 45 时，接收机前端的角色就被互换．还示出了组合器 51 和 52 、带通滤波器 53 及 54 以及对例如 GMSK 信号（数字调制的高斯最小频移键控）的接收信号进行解调的频率－电压变换器 55 和 56．带通滤波器 53 和 54 可以是例如 10.64MHz 的 4 阶贝塞尔带通滤波器．频率－电压变换器 55 和 56 可以是本领域众所周知的 PLL（锁相环）解调器或鉴频器．

图 4 表示本发明接收装置 20 中的接收机前端 21 和 22 的第二实施例．在这一实施例中，接收装置是所谓的零 IF（中频）或

低 IF 接收机. 天线 3 被耦合到第一正交接收机前端支路，其中放大器 46 被耦合到可调移相器 60、61、62 和 63 的第一输入端，及放大器 47 被耦合到可调移相器 60、61、62 和 63 的第二输入端. 移相器 60 和 61 被调整到第一相角和第一相角减 90°，移相器 62 和 63 被调整到第二相角和第二相角减 90°，这对于为零 IF 解调器获得正交信号是必不可少的. 在输出侧，移相器被分别耦合到组合器 64、65、66 和 67，这些组合器 64、65、66 和 67 在输出侧被分别耦合到滤波器 68、69、70 和 71. 滤波器 68 和 69 被耦合到频率－电压变换器 72，以便产生第一解调输出信号，滤波器 70 和 71 被耦合至频率－电压变换器 73，以便产生第二解调输出信号. 天线 4 被耦合到由混频器 74 和 75 以及放大器 76 和 77 组成的第二正交接收机前端支路. 还示出了被耦合到移相器 79 的本振 78，移相器 79 以 0° 相移将本振 78 耦合到混频器 40 和 74、以 90° 相移将本振 78 耦合到混频器 41 和 75. 按照类似于由图 3 所描述的方式来组成接收波束和扫描波束接收机前端 21 和 22，或者反过来也一样. 零 IF 接收机的变型是镜像抑制接收机. 在这种接收机中，对天线一侧的带通滤波器的要求不那么严格，但在滤波器 68 和 71 之前包括了一些额外的硬件，例如附加的移相器和组合器. 这种镜像抑制接收机在本领域是众所周知的，不再进一步详细说明.

图 5 表示在根据本发明的无线电设备 2 中使用的移相装置 44、45、60、61、62 和 63，包括可调整的放大器 80 和 81，它们的输出端被耦合到组合器 82. 通过分别以不同的放大倍数放大正交信号就能够调整它们的相位. 放大器 80 和 81 可以是例如在 Wiley & Son 公司于 1984 年出版的 R.R.Gray 和 R.G.Meyer 所著的手册“模拟集成电路的分析和设计”第 593 至 600 而中描

述的所谓吉尔伯特单元．这种吉尔伯特单元可用作模拟乘法器．如所述手册 599 - 600 页所示，输出电压正比于两个输入电压的乘积，因此，通过选取吉尔伯特单元的输入电压之一为放大器 80 的输入电压，选取吉尔伯特单元的另一输入电压为调整电压即 DC 电压，就获得了可调放大器．

图 6 表示本发明的信号质量确定电路 29，它考虑了接收信号的信号与噪声及干扰的比值，不管是在波束接收模式还是在波束扫描模式中的信号．电路 29 例如根据噪声测量或根据 BER（误码率）测量来确定被解调信号的质量，即信号与噪声及干扰的比值．后一种方法应用微控制器（未示出），这种微控制器包括 RAM 存储器、 ROM 存储器以及诸如模－数变换器、数－模变换器和二进制 I/O 接口这样的模拟及数字 I/O 接口．噪声测量方法将在后面更详细说明．电路 29 包括分别用于接收波束和用于扫描波束的两支路，在这两支路中确定信号质量 qbm1 和 qbm2．这两支路分别包括带通滤波器 90 和 91、放大器 92 和 93、非线性元件 94 和 95（例如为构成峰值检波器的后面接有电容（未示出）的整流二极管）、以及低通滤波器 96 和 97．这一方法仅可用于角调制系统．带通滤波器 90 和 91 选择噪声和失真．非线性元件 94 和 95 提供由带通滤波器 90 和 91 所选取的信号的信号电平．

图 7 表示用来说明质量确定电路 29 的工作的频域信号．在图 7A 中，信号基带 sbbd 在噪声频带 nbd 之外．电路 29 如所描述的那样利用带通滤波、整流和积分来确定在信号基带 sbbd 外的噪声能量．例如对于 FM 信号，这一噪声能量是信号与噪声及干扰的比值的良好度量．图 7B 表示噪声频带信号 nbd 被下变频为噪声基带信号 nbbd．

图 8 表示用于对接收装置 20 进行控制的数字控制电路 28．

控制电路 28 包括用于互换接收波束和扫描波束的开关 100 和 101 . 如果扫描波束的质量优于接收或固定波束的质量，具有迟滞性的比较器 111 将在其输出端提供脉冲，该脉冲触发触发器电路 102 . 电路 28 还包括采取与计数器 104 相连的时钟 103 形式的扫描装置. 计数器的输出用来控制扫描. 为此，计数器 104 通过切换开关 105 以及分别通过锁存器 106 和 107 、地址－电压变换器 108 和 109 被分别耦合到移相器 44 和 45 或被耦合到移相器 60 、 61 、 62 和 63 . 触发器电路 102 控制开关 100 、 101 和 105 以及它们的输出端被耦合到比较器 110 的锁存器 106 和 107 . 在输出侧，比较器 110 被连到时钟 103 . 触发器的触发脉冲在计数器的地址被提供给另一波束的地址－电压变换器的同时锁定锁存器中的扫描波束的地址. 于是当前扫描波束成为固定波束，作为被确定的最佳扫描波束，而固定波束变成扫描波束. 比较器 110 迫使扫描波束跳到当前固定波束的方向. 时钟 103 的时钟频率的选择取决于系统正在工作的实际环境. 例如，蜂窝无线电环境将比无绳电话局环境需要更快速的电子设备. 计数器的步进越多，就能够扫描越多的方向. 可以用微控制器和查寻表代替地址－电压变换器来将扫描波束的空间相角变换为电相角，查寻表包括空间相角和电相角之间的预定的数学关系.

图 9 表示根据本发明的接收装置 20 中被耦合到两个接收机前端 21 和 22 的三天线配置，其中采用了一附加天线 120 . 天线 120 通过附加移相器 121 和 122 被耦合到组合器 23 和 25 , 与图 2 相比，组合器 23 和 25 具有一附加输入端. 这种结构可被概括为具有 n 根天线和相应数量的移相器以产生一个接收波束和一个扫描波束的结构.

图 10 表示说明控制接收装置 20 的流程图. 该流程图描述了

至少是本发明的一部分的软件，实施控制器如上所述，它与接收装置 20 相连．在标为“开始”的方框 130 中，开始进行波束质量确定/扫描．在方框 131 中，接收机前端 21 的波束 1 是固定波束，而接收机前端 22 的波束 2 是扫描波束．在方框 132 中，例如根据信号与噪声及干扰的比值（ S/(N+I)）或根据 BER（误码率）确定波束质量．在判断方框 133 中判断两个波束的哪一个较好．如果扫描波束不是较好的，就在方框 134 中确定并调整下一个扫描方向，确定该下一个扫描方向的质量．如果扫描波束是较好的，就在方框 135 中互换固定和扫描波束的角色，即切换或交换接收机前端．或者用在扫描期间确定的较好的波束来更新波束 1．因此不需要进行切换或交换．

图 11 表示根据本发明的无线电设备 2 中的发射装置，该发射装置包括分别通过收－发开关装置 143 和 144 与天线 3 和 4 耦合的两个后端 141 和 142．例如当无线电设备是符合描述 TDMA 数字无绳电话标准的“ DECT（欧洲数字无绳电话）标准”的无绳电话时，开关装置 143 和 144 就能够以 100Hz 的频率将无线电设备从接收模式切换为发射模式．后端 141 和 142 被耦合到 GMSK 调制器 145，可调移相器被连接在 GMSK 调制器 145 的输出端和后端 142 之间．移相器 146 被动态地装载以固定波束的相移．因此也使无线电设备 2 能够沿最佳方向发射，即避开了吸收物体，还避免了沿强干扰源方向的错误传输．这一想法是基于传输路径对于接收或发送方向是互易的这一认识．

图 12 表示在发射装置 140 中的后端 141，该后端 141 包括与本振 151 和与功率放大器 152 耦合的混频器 150，功率放大器 152 在输出侧与发射滤波器 153 耦合．

图 13 表示另一种接收装置 20，其中，接收机前端 21 连续

地工作在波束接收模式，接收机前端 22 连续地工作在波束扫描模式．一旦接收机前端 22 找到了较好的波束，接收机前端 21 就更新其接收波束．

除所述的具有两台接收机前端以及一个接收波束和一个扫描波束的双波束系统外，可容易地将本发明的原理扩展到 n 根天线/m 个波束的系统，n 和 m 为整数．m 个波束中的 K 个可以是固定波束而（ m-k ）个波束则可以是扫描波束．在进行发射时，将选择被接收的固定波束中的最好波束．

说 明 书 附 图

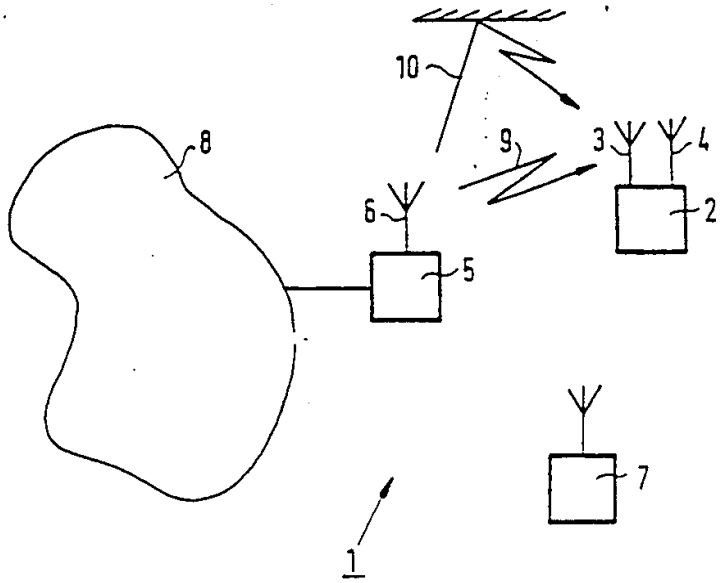


图1

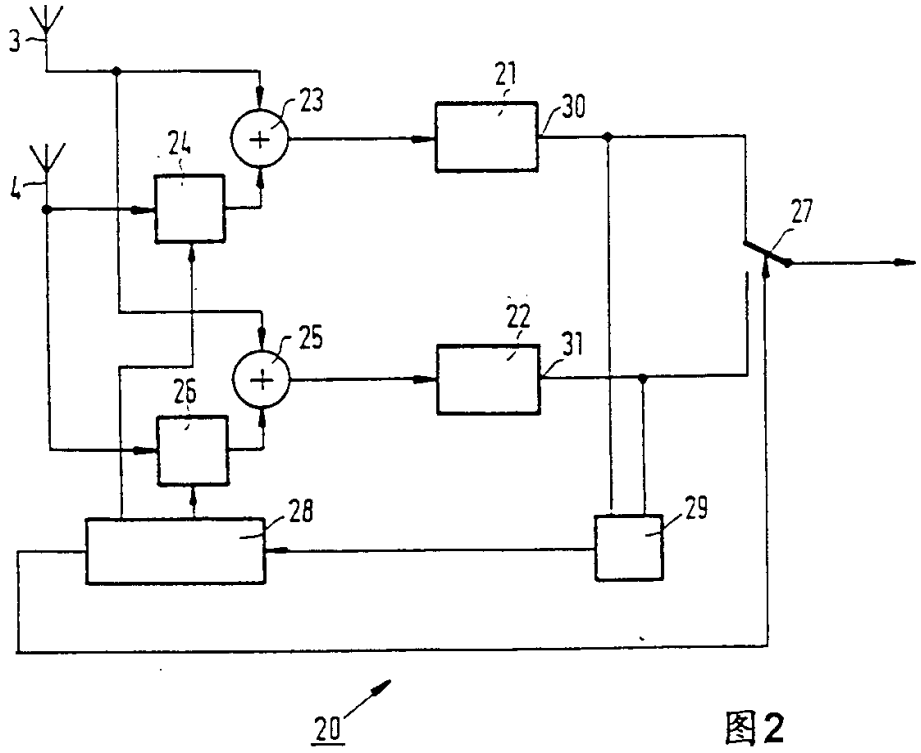


图2

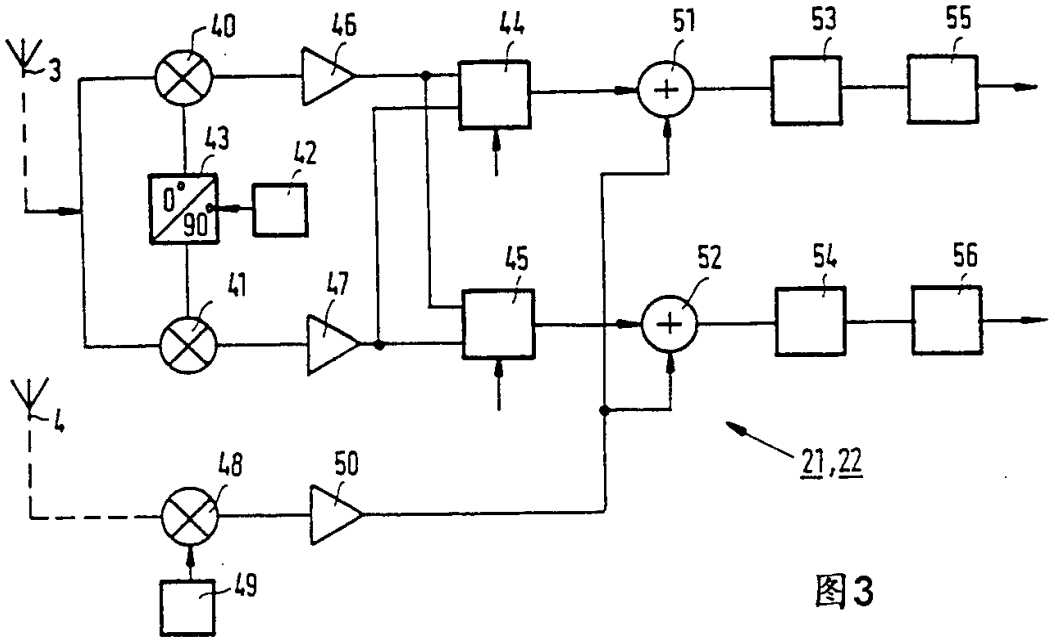

3
4
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
0°
90°
21,22

图3

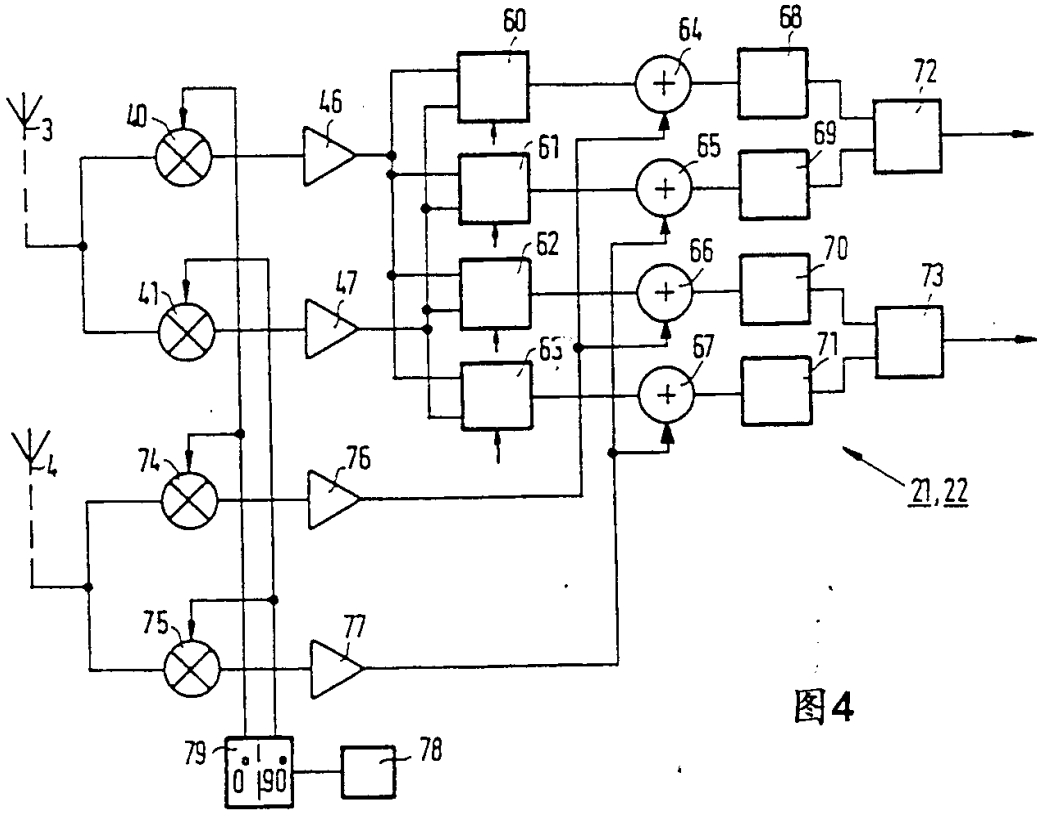

3
4
40
41
46
47
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
0°
90°
21,22

图4

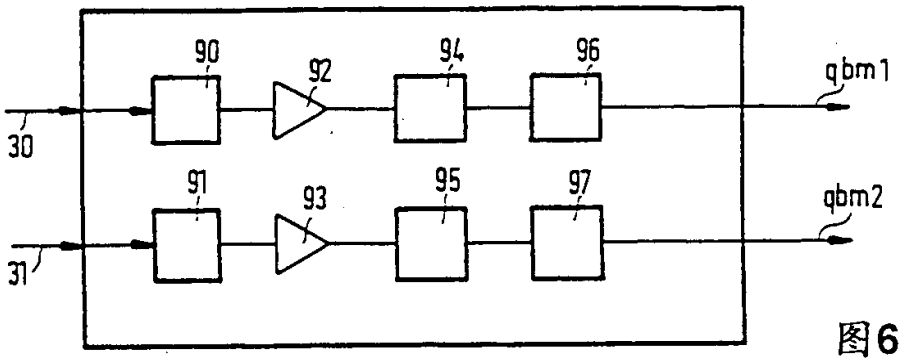

90
92
94
96
qbm1
30
91
93
95
97
qbm2
31

图6

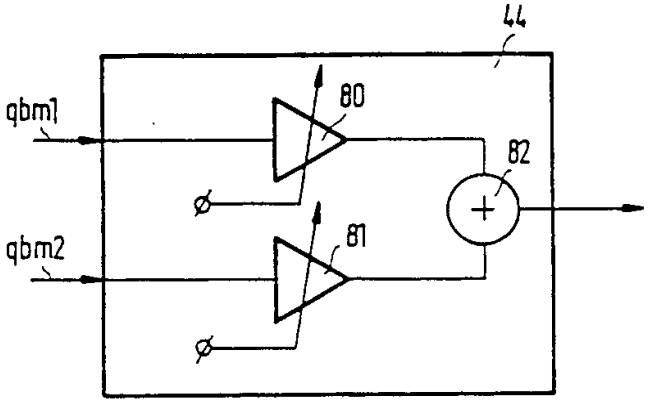

44
qbm1
80
82
qbm2
81

图5

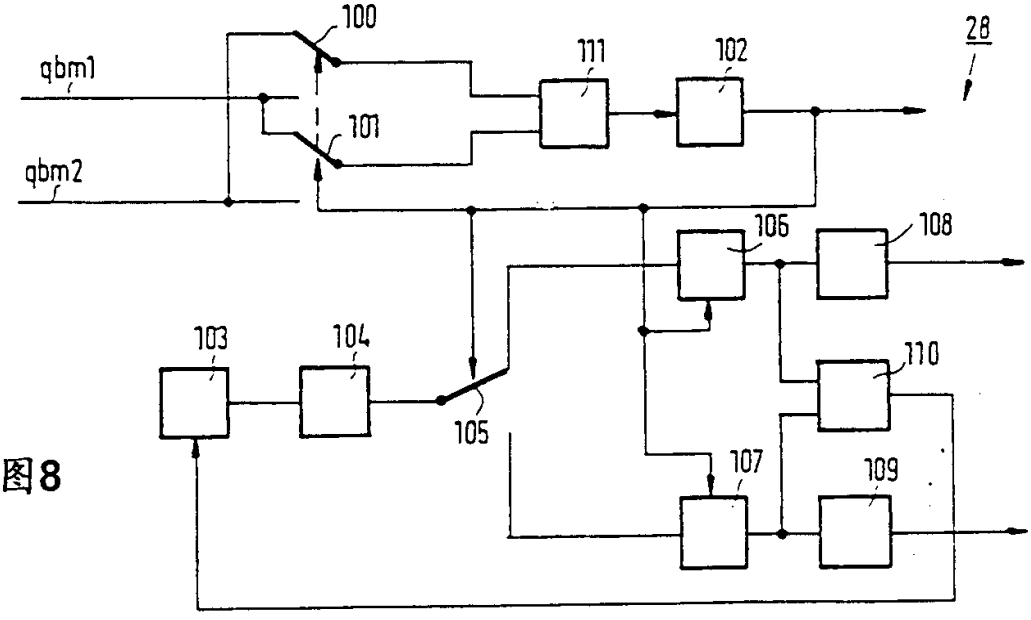

100
qbm1
111
102
28
101
qbm2
106
108
103
104
110
105
107
109

图8

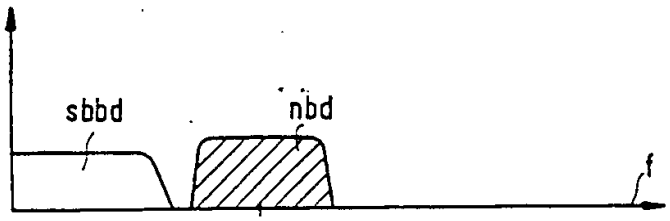


图7A

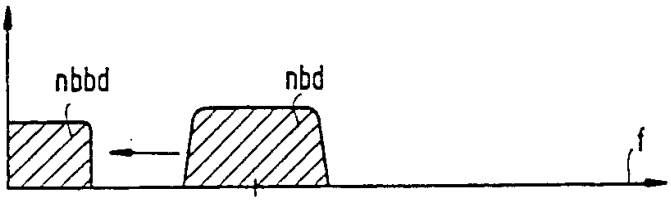


图7B

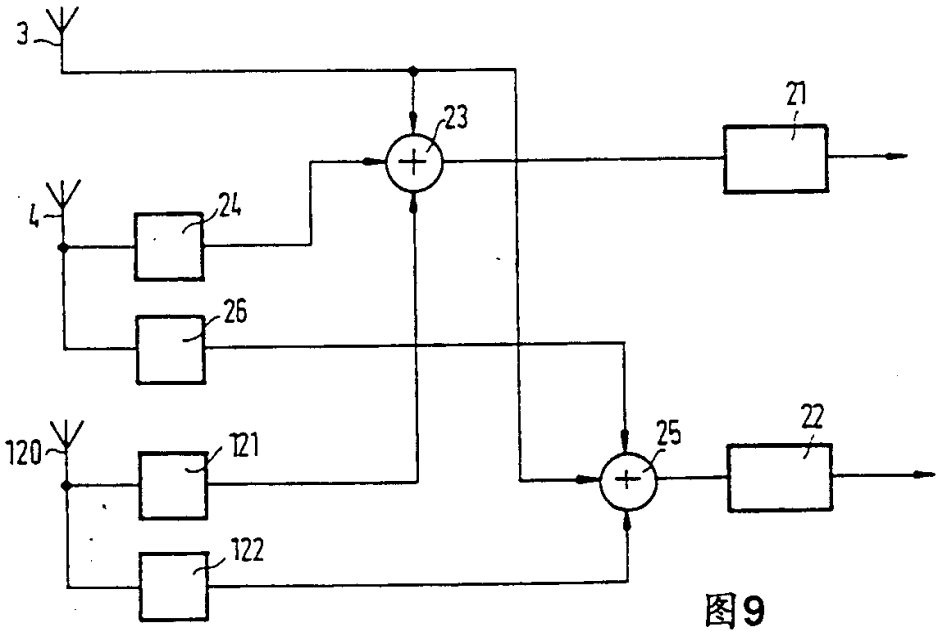


图9

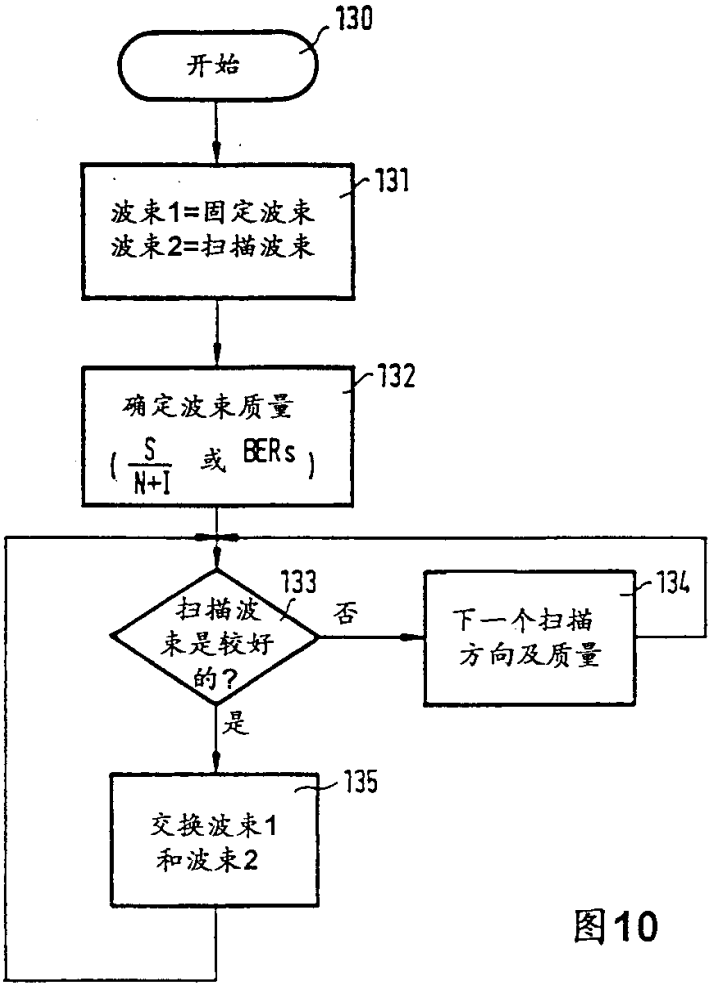

130
开始
131
波束1=固定波束
波束2=扫描波束
132
确定波束质量
(S/N+I 或 BERs)
133
扫描波束是较好的?
否
134
下一个扫描方向及质量
是
135
交换波束1和波束2

图10

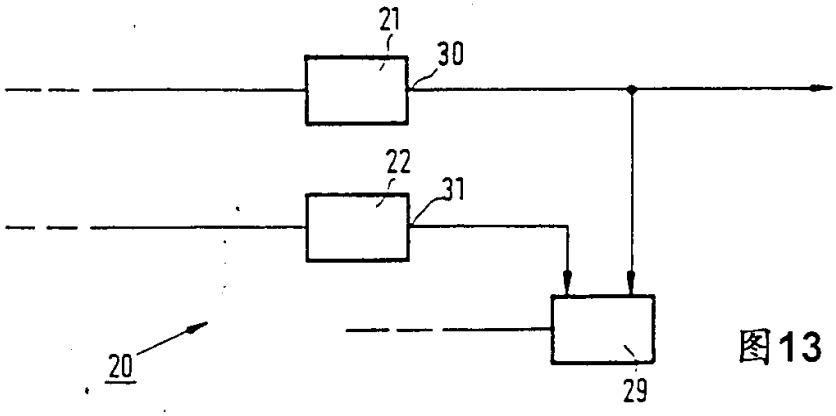

21
30
22
31
20
29

图13

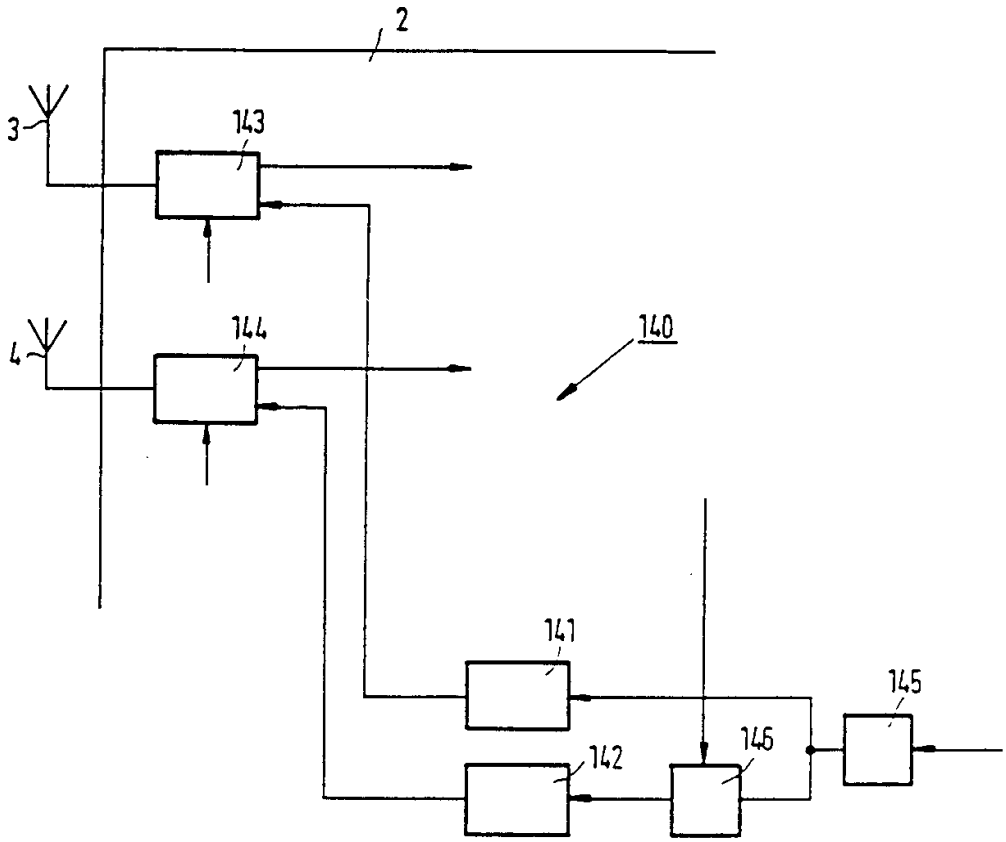


图 11

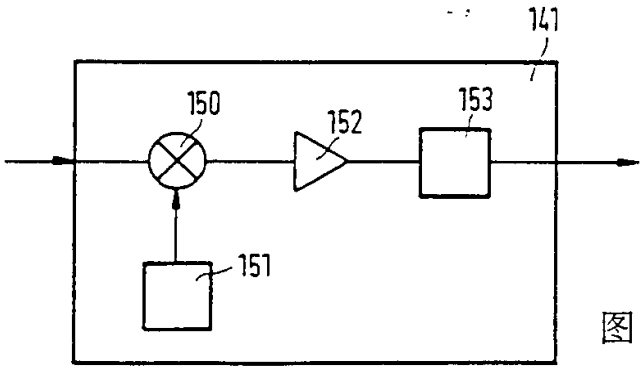


图 12