

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04B 7/08 (2006.01)

H04B 1/707 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380110594.1

[45] 授权公告日 2010 年 1 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100583683C

[22] 申请日 2003.11.28

[21] 申请号 200380110594.1

[30] 优先权

[32] 2003.10.31 [33] EP [31] PCT/EP03/12163

[86] 国际申请 PCT/EP2003/013677 2003.11.28

[87] 国际公布 WO2005/050869 英 2005.6.2

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.25

[73] 专利权人 艾利森电话股份有限公司

地址 瑞典斯德哥尔摩

[72] 发明人 J·C·哈特森

[56] 参考文献

EP0849888A2 1998.6.24

CN1373578A 2002.10.9

EP1267497A2 2002.12.18

CN1402455A 2003.3.12

审查员 李婷婷

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 杨凯 刘杰

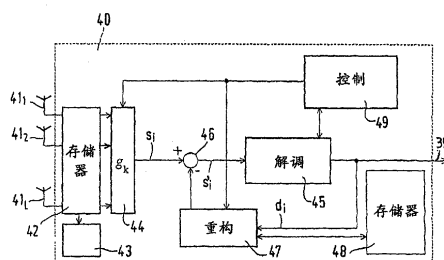
权利要求书 4 页 说明书 12 页 附图 5 页

[54] 发明名称

多址干扰消除

[57] 摘要

用于干扰消除的方法及装置。无线电接入单元包括多个方向上分开的天线单元 (41_k , $K = 1, 2, \dots, L$), 用于接收多个远程单元发送的信号。从天线单元 (41_k) 的每个所接收的信号确定 (49) 第一加权因子 ($(g(1)_k)$), 用于最佳地选择第一远程单元 (52_1) 的信号。第一通信单元 (52_1) 的第一无线电信号 (s_1) 通过采用第一加权因子 ($(g(1)_k)$) 对接收信号加权 (44) 来提供。对于另外的无线电通信单元 (52_i), 确定另外的加权因子 ($(g(i)_k)$)。每次通过从另外的无线电信号 (s_i) 减去 (46) 按另外的加权因子 ($(g(i)_k)$) 加权的先前得到的已校正无线电信号 ($S'_{i-1}, S'_{i-1}, \dots$), 来提供已校正的另外的无线电信号 (s'_i), 直到已经满足停止标准。



1. 一种在无线电通信系统的无线电接入单元所接收的无线电通信信号中的干扰消除的方法，所述无线电接入单元包括接收机部件和天线部件，所述天线部件具有用于自适应地接收多个远程无线电通信单元发送的无线电通信信号的多个方向上分开的天线单元，所述方法包括以下步骤：

- a) 获得由所述天线单元中的每个所接收的无线电信号；
- b) 确定第一加权因子，用于在步骤 a) 得到的所述无线电信号之中最佳地选择第一无线电通信单元的无线电信号；
- c) 按所述第一加权因子对步骤 a) 中得到的所述无线电信号加权，从而提供所述第一无线电通信单元的第一无线电信号；
- d) 确定第二加权因子，用于在步骤 a) 得到的所述无线电信号之中最佳地选择第二无线电通信单元的无线电信号；
- e) 按所述第二加权因子对步骤 a) 中得到的所述无线电信号加权，从而提供所述第二无线电通信单元的第二无线电信号；
- f) 从步骤 e) 中提供的所述第二无线电信号减去按所述第二加权因子加权的步骤 c) 中提供的所述第一无线电信号，从而提供已校正的第二无线电信号，以及
- g) 对每个另外的无线电通信单元重复以下步骤：确定另外的加权因子，按所述另外的加权因子对步骤 a) 中得到的所述无线电信号加权以提供所述另外的无线电通信单元的另外的无线电信号，以及通过每次从所述另外的无线电信号减去按所述另外的加权因子加权的所述第一无线电信号和所有先前得到的已校正无线电信号来提供已校正的另外的无线电信号，直到满足停止标准为止。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述加权因子通过以所述多个方向上分开的天线单元形成概念天线方向图来获得。

3. 如以上权利要求中的任一项所述的方法，其特征在于，所述加

权因子被选择，用于最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号，以及用于最佳地抑制与其它任何无线电通信单元对应的无线电信号。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，步骤 a) 中得到的所述无线电信号根据接收信号强度从最强到最弱排序，以及按接收信号强度的降序来选取所述第一、第二和另外的无线电通信单元。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述第一无线电信号和所有的已校正无线电信号分别被解调为解调信号，并且存储在所述无线电接入单元中的存储部件中，以及为了提供所述已校正无线电信号，所述解调信号被重构为相应的无线电信号，按相应的加权因子加权以及从相应的无线电信号中减去。

6. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述停止标准包括一旦已经提供对应于受关注无线电通信单元的已校正无线电信号，则停止步骤 g)。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述停止标准包括重复步骤 g)，直到步骤 g) 的两次相继重复之间的每个无线电信号中的所述干扰消除下降到设定值以下为止。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述停止标准包括在设定时间周期中重复步骤 g)。

9. 如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，步骤 a) 中得到的所述无线电信号经过数字化，以及所述步骤 b) 到 d) 由数字信号处理部件在数字域中执行。

10. 如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述解调和重构由数字信号处理部件在数字域中执行。

11. 一种用于无线电通信系统的无线电接入单元所接收的无线电通信信号中的干扰消除的信号处理装置，所述无线电接入单元包括接收机部件和天线部件，所述天线部件具有用于自适应地接收多个远程无线电通信单元发送的无线电通信信号的多个方向上分开的天线单元，所述装置包括：

- 用于存储所述天线单元中的每个接收的无线电信号的第一部件;
- 用于确定相应的加权因子以便在存储的无线电信号之中最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号的第二部件;
- 用于按所述相应加权因子对所述存储的无线电信号加权、以便提供所述相应无线电通信单元的相应无线电信号的第三部件; 以及
- 用于从第二无线电通信单元的第二无线电信号中减去按第二加权因子加权的第一无线电信号以提供已校正的第二无线电信号以及用于从每个另外的无线电通信单元的另外的无线电信号中减去按另外的加权因子加权的第一无线电信号和所有先前确定的已校正无线电信号、以便提供已校正的另外的无线电信号的第四部件。

12. 如权利要求 11 所述的装置, 其特征在于, 用于确定相应加权因子的所述第二部件设置成用于通过以所述多个方向上分开的天线单元形成概念天线方向图确定加权因子。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的装置, 其特征在于, 用于确定所述相应加权因子的所述第二部件设置成用于最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号, 以及用于最佳地抑制与其它任何无线电通信单元对应的无线电信号。

14. 如权利要求 11 或 12 所述的装置, 其特征在于, 还包括: 用于测量所述存储的无线电信号的信号强度的第五部件; 用于根据接收信号强度从最强到最弱对所存储无线电信号排序的第六部件; 以及用于按接收信号强度的降序处理所述已排序无线电信号的控制部件。

15. 如权利要求 11 或 12 所述的装置, 其特征在于, 包括: 用于解调所述相应已校正无线电信号的第七部件; 用于存储所述解调信号的第八部件; 以及用于将所述解调信号重构为相应的无线电信号、按相应的加权因子加权以及从相应的无线电信号中减去从而提供已校正无线电信号供所述加权部件进行加权的第九部件。

16. 如权利要求 11 或 12 所述的装置, 其特征在于, 包括设置成

用于根据停止标准停止信号处理的第十部件，所述停止标准包括以下条件其中任一条：

- 一旦已经提供与受关注无线电通信单元对应的已校正无线电信号，则停止所述信号处理，
- 直到提供已校正的相应无线电信号的两次相继重复之间的所述干扰消除降低到设定值以下，才停止所述信号处理，或者
- 在经过设定的时间周期之后，停止所述信号处理。

17. 如权利要求 11 或 12 所述的装置，其特征在于，包括用于对所述存储的无线电信号进行数字化的模数转换部件，其中所述第二部件、所述第三部件和所述第四部件由数字信号处理部件在数字域中实现。

18. 如权利要求 15 所述的装置，其特征在于，所述第七部件和第九部件由数字信号处理部件在数字域中实现。

19. 一种用于无线电通信系统中的无线电接入单元，所述无线电通信系统包括多个远程无线电通信单元以及至少一个无线电接入单元，所述无线电接入单元包括如权利要求 11-18 中的任一项所述的装置。

20. 一种无线电通信系统，包括多个远程无线电通信单元以及至少一个如权利要求 19 所述的无线电接入单元。

多址干扰消除

发明领域

一般来说,本发明涉及无线无线电通信系统,更具体来说,涉及无线无线电通信系统的无线电接入单元或基站中用于干扰消除的信号处理。

发明背景

在过去数十年,无线电和 VLSI(超大规模集成)技术的发展促进了消费应用中的无线电通信的广泛使用。这时可产生便携装置、如便携无线电、移动无线电通信单元等,具有可接受的成本、尺寸和功耗。

根据在七十年代和八十年代改进和优化的模拟技术,消费市场的移动电话通信以源自警察和拯救服务的蜂窝电话系统开始。这些早期的模拟移动电话系统的实例由首字母缩写词 NMT 和 TACS 表示。

蜂窝通信系统通常包括多个移动或便携无线电通信单元和多个无线电接入单元或基站。各接入单元向特定无线电接入单元的工作范围所定义的、称作通信小区的地理有限区域提供多个无线电通信信道。无线电接入单元连接到又称作无线电交换局(RE)或移动电话交换局(MTSO)的中央接口单元。RE 或 MTSO 又连接到公共交换电话网(PSTN)或综合业务数字网(ISDN),用于完成移动无线电用户与陆线订户之间的呼叫。当用户在无线电通信系统的覆盖区中移动时,移动无线电用户的呼叫从一个小区切换到另一小区。

通过引入称作首字母缩写词 GSM、D-AMPS(US-TDMA 或 IS-136)、IS-95 和 PDC、基于数字技术的移动电话系统,蜂窝移动电话的使用实际上在九十年代开始。已经引入如 EDGE 之类的对 GSM 的扩展(也应用于 D-AMPS),以便改进数字空中接口上的数据速率。

一般来说,模拟系统表示为第一代,而数字系统则表示为第二代。近来,已经开发第三代蜂窝系统,由首字母缩写词 UMTS、IMT-2000、CDMA2000 表示,其特征为更大的传输带宽。

在部署不同的系统时,已经进行广泛的工作来增加系统的容量。由于许可的 RF 频谱正在使用,因此,运营商每 MHz 带宽可容纳的用户越多,则其使用其宝贵和稀缺资源的效率越高,从而提高其收益。

增加传输容量的一种已知方法是通过应用定向天线。早期无线电通信系统已经应用分区的技术,其中,通信小区分为 60 或 120 度的片,各片由定向天线波束覆盖。基本上,这涉及小区分割,其极好的优点是无需构建附加无线电接入站点:通信小区的一个全向天线由安装在相同站点设备上的六个或三个定向天线取代。

更先进系统利用具有自适应或智能天线的无线电接入单元,它们可将天线波束转向移动用户。当移动无线电用户移动时,跟踪机制被应用,以便使波束一直指向移动用户。除了将波束指向预期用户之外,零信号可被转向干扰用户,使得它们的信号通过天线图被大量抑制。但是,当预期的与干扰的信号之间的到达角度相当小时,不会发现最佳设定。

在其它蜂窝通信系统中,对自适应天线进行广泛使用。蜂窝电话系统的容量通过应用空分多址(SDMA)得到极大改进。在 SDMA 中,通信信道由固定地理区域组成:仅从这个区域,信号可到达。

在先进蜂窝系统中,自适应天线被使用,其天线方向图可动态更新以便定义所覆盖区域。在这种情况下,地理区域不是固定的,而是取决于相对基站位置的移动用户位置。

用以改进容量的其它机制包括联合解调。通过解调干扰信号并对它们加以考虑,同时解调预期信号,解调可得到极大改进。由于系统可在更低的 SNR 条件下工作,因此系统的容量增加。

发明内容

本发明的目的是改进无线电通信系统中的干扰消除,其中,联合解调在采用自适应天线的无线电接入单元中应用。

根据本发明,在其第一方面,提供一种由无线电通信系统的无线电接入单元所接收的无线电通信信号中的干扰消除的方法。天线部件包括多个方向上分开的天线单元,用于自适应接收多个远程无线电通信单元所发送的无线电通信信号。该方法包括以下步骤:

- a) 获得天线单元的每个所接收的无线电信号;
- b) 确定第一加权因子,用于在步骤 a) 得到的无线电信号之中最佳地选择第一无线电通信单元的无线电信号;
- c) 按第一加权因子对步骤 a) 中得到的无线电信号加权,从而提供第一无线电通信单元的第一无线电信号;
- d) 确定第二加权因子,用于在步骤 a) 得到的无线电信号之中最佳地选择第二无线电通信单元的无线电信号;
- e) 按第二加权因子对步骤 a) 中得到的无线电信号加权,从而提供第二无线电通信单元的第二无线电信号;
- f) 从步骤 e) 中提供的第二无线电信号减去步骤 c) 中提供的、按第二加权因子加权的的第一无线电信号,从而提供校正的第二无线电信号,以及
- g) 通过确定另外的加权因子,提供另外的无线电通信单元的另外的无线电信号,以及通过每次从另外的无线电信号减去按另外的加权因子加权的先前所得已校正无线电信号,提供已校正的另外的无线电信号,对另外的无线电通信单元重复步骤 d) 到 f), 直到满足停止标准为止。

本发明基于从总接收信号中接连消除干扰信号,它也表示为减法消除。根据本发明,在天线单元所接收的无线电信号之中,与第一无线电通信单元对应的第一无线电信号采用与第一无线电通信单元关联的第一加权因子来确定。

随后,采用与第二无线电通信单元关联的第二加权因子,提供第二无线电通信单元的无线电信号。但是,由于第一无线电信号是已知的,因此,通过采用第二加权因子对第一无线电信号加权并从第二无线电信号中减去加权结果,作为干扰包含在第二无线电信号中的第一无线电信号的一部分这时可从第二无线电信号中被消除,从而产生已校正的第二无线电信号。

通过采用第三加权因子对第三无线电通信单元重复这些步骤、以便从总接收无线电信号中得到第三无线电信号,通过采用第三加权因子对第一无线电信号和已校正第二无线电信号加权并从第三无线电信号中减去加权结果,作为干扰包含在第三无线电信号中的第一和第二无线电信号的一部分可被消除,从而留下已校正第三无线电信号,等等。以上步骤可重复进行,直到满足停止标准为止。

根据本发明的另一个实施例,停止标准包括一旦已经提供对应于受关注无线电通信单元的已校正无线电信号,则停止步骤 g)。

但是,如果足够的信号处理容量和/或时间可用,则根据本发明的另一个实施例,停止标准包括对于第一、第二和另外的无线电通信单元重复步骤 g),直到步骤 g)的接连重复之间的第一、第二和另外的无线电信号中的干扰消除下降到设定值以下为止。

也就是说,信号处理被迭代若干次,其中包括通过减去按第一加权因子适当加权的所有其它无线电信号的干扰部分来提供已校正第一无线电信号,直到没有发现由设定信号质量标准或值所确定的改进或明显改进为止。适当的质量标准或值是技术人员已知的,并且可能取决于要处理的信号的性质。

在本发明的又一个实施例中,停止标准包括在设定时间周期中重复步骤 g)。这个方法可与先前公开的停止方法结合使用,并且在处理例如必需满足其严格的延时标准的语音信号时有用。

根据本发明的一个实施例,加权因子通过以多个方向上分开的天线单元形成概念天线方向图来确定。也就是说,加权因子经过设置,

使得形成指向相应无线电通信单元或者覆盖无线电通信单元所在的地理区域的天线方向图。注意,通过控制天线单元,没有执行“机械”或实际波束形成,以便有选择地接收相应无线电通信单元的无线电信号。

在本发明的一个实施例中,加权因子被选择,用于最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号,以及最佳地抑制与其它任何无线电通信单元对应的无线电信号。在天线方面,天线方向图以下列方式构成:主波束指向相应通信单元,以及其它通信单元的无线电信号尽可能地被抑制(零转向)。

在本发明的一个优选实施例中,步骤 a)中得到的无线电信号根据接收信号强度从最强到最弱排序,以及其中第一、第二和其它无线电通信单元以接收信号强度的降序来选取。也就是说,首先考虑最强无线电信号,随后考虑第二强无线电信号,在可适用时,依此类推,直到最弱信号为止。

本领域的技术人员会理解,一般来说,最强无线电信号将在所有其它无线电信号中提供最大量的干扰。通过首先消除这个干扰源,将实现第一明显改进。在适用时,在后续迭代步骤中提供进一步次明显的改进。

根据本发明的方法的又一个实施例中,第一、第二和其它已校正无线电信号分别被解调为第一、第二和其它解调信号,并且存储在存储部件中。为了提供已校正无线电信号,解调信号则被重构为相应的无线电信号,并按相应加权因子进行加权,以及从相应无线电信号中被减去,以便提供已校正无线电信号。这个实施例的优点在于,相应的已校正无线电信号无需被存储,而是使用解调信号,无论如何,它对于通信目的是需要的。

根据本发明的方法在数字域中有利地实现,其中,步骤 a)中得到的无线电信号经过数字化,以及步骤 b)到 d)通过数字信号处理部件在数字域中执行。另外,解调和重构也可由数字信号处理部件在数字

域中有利地执行。

在本发明的另一个方面,提供一种用于无线电通信系统的无线电接入单元所接收的无线电通信信号中的干扰消除的信号处理装置,其中,无线电接入单元包括接收机部件和天线部件,天线部件具有用于自适应地接收多个远程无线电通信单元发送的无线电通信信号的多个方向上分开的天线单元,该装置包括:

- 用于存储天线单元的每个所接收的无线电信号的部件;
- 用于确定相应的加权因子以便在所存储的无线电信号之中最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号的部件;
- 用于按相应加权因子对所存储无线电信号加权、以便提供相应无线电通信单元的相应无线电信号的部件; 以及
- 用于从相应无线电信号中减去按相应加权因子进行加权的无线电通信单元的先前确定的已校正无线电信号、以便提供已校正的相应无线电信号的部件。

在本发明的另一个实施例中,用于确定相应加权因子的部件设置成用于以多个方向上分开的天线单元形成概念天线方向图。用于确定相应加权因子的部件优选地设置成用于最佳地选择相应无线电通信单元的无线电信号,以及用于最佳地抑制与其它任何无线电通信单元对应的无线电信号。

在本发明的优选实施例中,该装置包括:用于测量所存储无线电信号的信号强度的部件;用于根据所接收信号强度从最强到最弱对所存储无线电信号排序的部件;以及控制部件,用于以接收信号强度的降序处理已排序无线电信号。

在本发明的另一个实施例中,该装置包括:用于解调相应的已校正无线电信号的部件;用于存储解调信号的其它部件;以及用于重构解调信号、从而提供已校正无线电信号供加权部件进行加权的部件。

设置成用于根据停止标准停止信号处理的部件可设置成用于停止信号处理:

- 一旦已经提供与受关注无线电通信单元对应的已校正无线电信号,
- 直到提供已校正的相应无线电信号的接连重复之间的干扰消除降低到设定值之下, 或者
- 在已经经过设定时间周期之后。

在本发明的又一个实施例中, 信号处理装置优选地包括模数转换部件, 用于对所存储无线电信号数字化, 以及其中, 处理部件为数字信号处理部件。在可适用时, 解调部件和重构部件也由数字信号处理部件在数字域中有利地实现。

在本发明的第三方面, 提供一种用于无线电通信系统中的无线电接入单元, 无线电通信系统包括多个远程无线电通信单元以及至少一个无线电接入单元, 无线电接入单元包括以上公开的信号处理装置。

在第四方面, 本发明涉及无线电通信系统, 其中包括多个远程无线电通信单元以及以上公开的至少一个无线电接入单元。

在以下参照附图的描述中说明本发明的上述以及其它特征和优点。

附图概述

图 1 以示意和说明性方式说明具有覆盖 120 度片的固定的定向天线的先有技术分区系统。

图 2 以示意和说明性方式说明具有自适应天线的波束调向的先有技术方法。

图 3 以示意和说明性方式说明具有天线权重的自适应天线的先有技术示意图。

图 4 以示意和说明性方式说明根据本发明的信号处理装置的一个实施例。

图 5 以示意和说明性方式说明无线电通信系统的一个实例, 其中包括根据本发明设置的单无线电接入单元或基站以及四个无线电通

信单元或移动用户。

图 6a、6b 和 6c 以示意和说明性方式说明对应于图 5 的系统中的相应无线电通信单元的所选加权因子的天线方向图。

图 7 说明根据本发明的干扰消除方法的一个优选实施例的流程图。

实施例的详细说明

图 1 说明传统的先有技术蜂窝移动无线电通信系统 10，其中包括基站或无线电接入单元站点 11，以天线的形式表示，提供对多个小区 12、13 和 14 的无线电覆盖。无线电覆盖由小区 12、13 和 14 的相应阴影表示。系统 10 是 120 度分区无线电覆盖系统的一个实例。带着他们的无线电通信单元在小区 12、13、14 之一中行进移动用户或订户 15、16 将与无线电接入单元 11 进行无线电联系。

如图 2 所示，更先进的无线电系统利用可将天线波束 21 调向移动用户 22 的自适应或智能天线 20。当用户移动时，跟踪机制被应用，以便使天线波束 21 保持指向移动用户 22。除了将天线波束 21 指向预期用户 22 之外，零信号 23、25 还可分别调向干扰用户 24、26，使得它们的无线电信号通过天线特性被大量抑制。

在图 3 中，说明自适应天线 30 的基本结构。天线 30 由多个即 L 个方向上分开天线单元 31_k 组成， $k=1,2,\dots,L$ 。这些天线单元 31_k 的输出被馈入数字信号处理部件 32_k、33，其中复合权重 g_k 被给予天线单元无线电信号 u_k 。通过正确选择复合加权参数 g_k ，各种天线方向图可经过设置，以促进来自移动用户的预期无线电通信单元的信号，而抑制来自干扰无线电通信单元的信号。具有 L 个单元 31 的天线仅具有 $L-1$ 的自由度。天线波束和零信号的总数限制为 $L-1$ 。但是，抑制可能不会引起这类干扰信号的完全消除。另外，当预期的与干扰的信号之间的到达角度相当小时，不会找到最佳设定。

对于本发明，干扰信号通过联合解调来进一步抑制。为了说明根

据本发明的一个优选实施例的干扰信号的接连消除,现在参考图4的结构。

单元40是包含用于执行数字域中的信号处理的各种部件的数字处理单元,并且设置在无线电通信系统50的无线电接入单元51中或者与其共同设置,如图5所示。注意,RF域中的单元,例如接收机、发射机、放大器、滤波器、混频器、模数转换器等没有明确说明,而是在缺省情况下被包含的,如本领域的技术人员会理解的那样。

作为实例,假定图5所示的四个用户的情况。根据接收信号强度测量部件43所测量的接收信号强度,无线电通信单元 $52_i(i=1,2,3,4)$ 根据在无线电接入单元所接收的信号强度从最强到最弱被排序和编号。最强的用户1包括无线电通信单元 52_1 ,第二强的用户2包括无线电通信单元 52_2 ,等等,以及发送在无线电接入单元50观测到的最弱信号的用户4包括无线电通信单元 52_4 。存在具有无线电通信单元 52_3 的一个预期移动用户、例如用户3以及三个干扰用户1、2和4。代替分开的测量部件43,信号强度测量也可在控制部件49中应用或实现。

首先,所有天线单元 41_k 的无线电信号 $u_k(k=1,2,\dots,L)$ 存储在信号存储部件42中。然后,由解调部件45从最强到最弱对天线单元无线电信号 u_k 接连解调。随后,通过控制部件49,用于最强用户1的第一加权因子 $g_k(1)$ 被计算,并且由控制部件49提供给信号加权部件44。这些第一加权因子 $g_k(1)$ 表示概念天线方向图,其中主波束朝向用户1以及其它所有用户2、3及4尽可能被抑制。然后,天线单元无线电信号 u_k 在信号加权部件44中按第一加权因子 $g_k(1)$ 进行加权,产生第一无线电通信单元 52_1 的第一无线电信号 s_1 。

对于当前的用户1,在减法部件46中还没有要减去的信号,以及用户1的第一无线电信号 s_1 由解调部件45解调。用户1的第一解调信号 d_1 在单元40的输出39上提供,并且存储于信号重构部件47,包括另一个存储部件48。

下一个最强用户为用户 2。新的第二加权因子 $g_k(2)$ 由控制块 49 来确定，并且在信号加权部件 44 中实现。加权因子还被馈送到信号重构部件 47。这些第二加权因子表示概念天线方向图，其中主波束朝向用户 2 以及其它所有用户 1、3 及 4 尽可能被抑制。然后，天线单元无线电信号 u_k 在信号加权部件 44 中按第二加权因子 $g_k(2)$ 进行加权，它产生第二无线电通信单元 52₂ 的第二无线电信号 s_2 。

但是，采用第二加权因子 $g_k(2)$ ，通过将第二加权因子 $g_k(2)$ 应用于重构的第一解调无线电信号 d_1 、即第一无线电信号 s_1 ，信号重构部件 47 这时可确定用户 1 将对第二无线电信号 s_2 起多大作用。注意，第一无线电信号 s_1 从另一个存储部件 48 中可得到。

用户 1 的这种作用这时从第二无线电信号 s_2 中减去 46，从而在减法部件 46 的输出上产生已校正的第二无线电信号 s'_2 。然后，“清洁的”信号由解调部件 45 进行解调，从而产生在单元 40 的输出 39 上提供的解调信号 d_2 。用户 2 的解调这时更为准确，因为来自用户 1 的干扰被消除。来自用户 2 的解调信号 d_2 存储在信号重构部件 47 的另一个存储部件 48 中。

随后，考虑预期用户 3。适当的第三加权因子 $g_k(3)$ 由控制部件 49 来确定，使得这些第三加权因子表示概念天线方向图，其中主波束朝向用户 3 以及所有其它用户 1、2 及 4 尽可能被抑制，并且被馈送到信号加权部件 44 和信号重构部件 47。在信号加权部件 44 中，天线单元 41_k 的总信号经过加权以促进用户 3，从而产生第三无线电信号 s_3 。这时，用户 1 和 2 的解调信号 d_1 和 d_2 被重构，采取第三加权因子 $g_k(3)$ 。要消除的信号是来自用户 1 和 2 的重构信号的累计。这个干扰信号从总信号中消除而产生已校正的第三无线电信号 s'_3 ，并且由解调部件 45 进行解调，从而在单元 40 的输出 39 上产生预期解调用户信号 d_3 。

图 6a、图 6b 和图 6c 分别示意说明 $g_k(1)$ 、 $g_k(2)$ 和 $g_k(3)$ 的有效或概念天线方向图 53、54 和 55 看起来是怎样的。注意，图 6a、6b 和

6c 中的方向图不是在物理上实现的，而是在数字处理单元 40 中从权重设定 $g_k(i)$ 产生。

由于预期用户 3 已经解调，因此，程序可在此停止。但是，为了更准确的检测，程序可继续进行。首先，最后一个干扰用户 4(虽然更弱)可采用新的权重 $g_k(4)$ 但与以上公开相同的信号处理来解调。然后，接连的程序可重新开始。同样可应用 $g_k(1)$ ，它在解调过程之后已经得到更准确的结果时可被更新。但是这时，(更弱但仍然是干扰的)用户 2、3 和 4 的作用可在用户 1 的信号由解调部件 45 进行解调之前被消除，从而呈现用户 1 的信号的更好估算值。过程可对用户 2 继续进行，其中消除了来自用户 1、3 和 4 等的作用。这个程序可迭代若干次，直至没有作出显著改进为止。

如以上公开的根据本发明的 SOMA 的减法消除的整个程序通过图 7 的流程图 60 来说明。常规流程自上而下。在这里，假定 N 个用户。

首先，在框 61，所得无线电信号从最强到最弱排序。在可用时，关于移动无线电通信的跟踪的新天线数据在框 62 获取。对于最强的用户，用户 $i=1$ ，框 63，最初，在框 64，第一加权因子 $g_k(1)$ 被检索和应用到所得天线信号，产生第一无线电信号 s_1 。这个第一无线电信号被直接解调 d_1 ，并在框 67 存储。这是因为最初没有可用于校正的信号。

随后，框 69， $i=(i+1) \bmod N$ 产生 $i=2$ ，以及框 64 中的步骤将应用于用户 2，采用第二加权因子 $g_k(2)$ ，它产生第二无线电信号 s_2 。现在，在框 65，解调的第一无线电信号 d_1 将被重构并按第二加权因子进行加权，以便从第二无线电信号 s_2 中减去 66。这产生第二用户或第二无线电通信单元的已校正第二无线电信号 s'_2 。已校正的第二无线电信号 s'_2 被解调，框 67，从而提供解调的第二信号 d_2 并存储。

过程对于 $i=3, \dots, N$ 继续进行，直到框 68 的“停止”的条件已经满足。这些其中还可能是：

- 预期用户已经被解调一次;
- 预期用户已经以充分精度被检测;
- 处理时间已经到期以继续迭代过程。

注意, 这是对于输入存储器 42(图 4)中存储的信号“离线”执行的所有数字信号处理。采用高速处理器, 这全部可按照更快速率来执行。一次被解调的处理信号部分可能是无线电信号的符号、符号序列、整个帧或者多帧。

虽然在上文中, 第一、第二和其它已校正无线电信号已经由解调部件 45 解调, 但是, 这个解调步骤不一定需要在信号处理单元 40 中执行以便应用本发明。当存储加权无线电信号时, 重构部件可被省略, 以及已校正信号 s'_i 直接存储在其它存储部件 48 中。

本领域的技术人员了解如何对以上公开的用于提供重构、解调的数字信号处理部件以及用于选择加权因子的控制部件进行构建或编程。为了正确理解本发明, 在此不需要提供其它细节。

本发明可与若干类型的无线电通信系统配合使用, 并且不限于以上公开的优选实施例。本领域的技术人员可修改、增强或替换本发明的步骤和部件的若干部分, 而没有背离以上公开的本发明的创造性精神。所有这些修改、增强和替换被认为通过所附权利要求来加入。

图 1 (先有技术)

图 3 (现有技术)

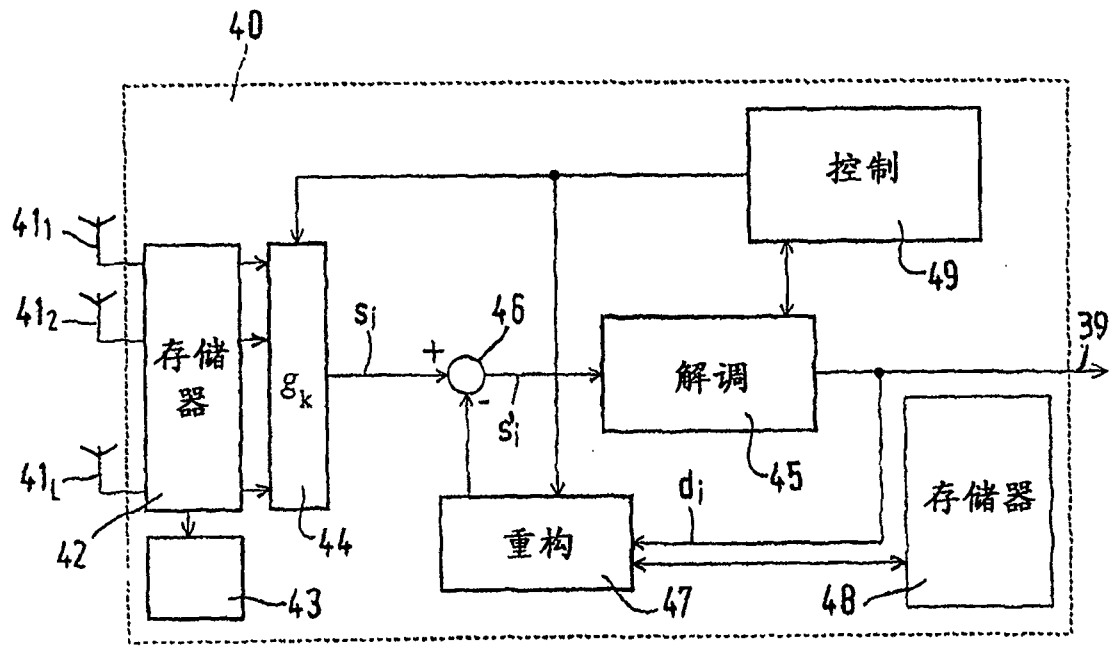
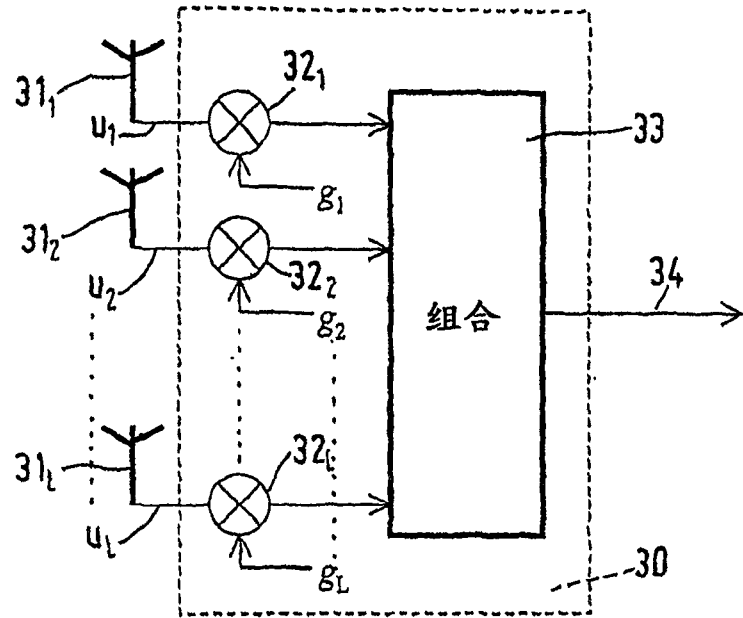


图 4

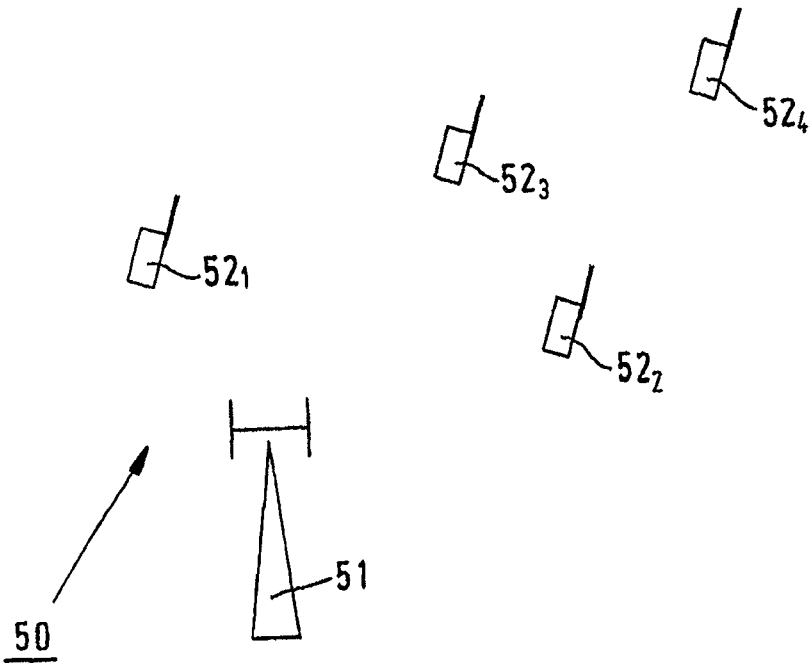


图 5

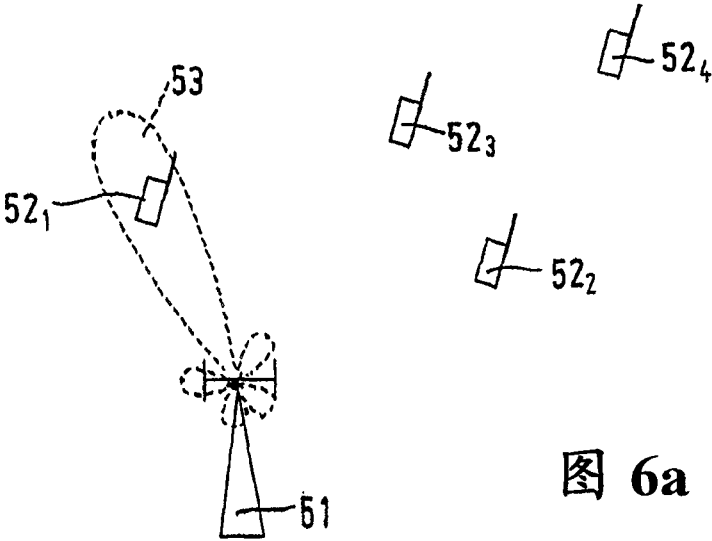


图 6a

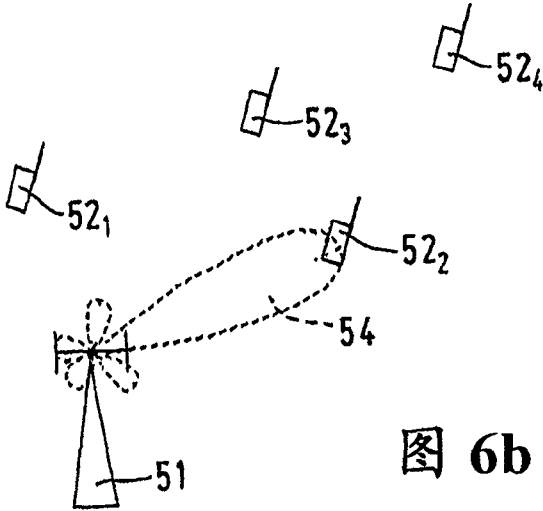


图 6b

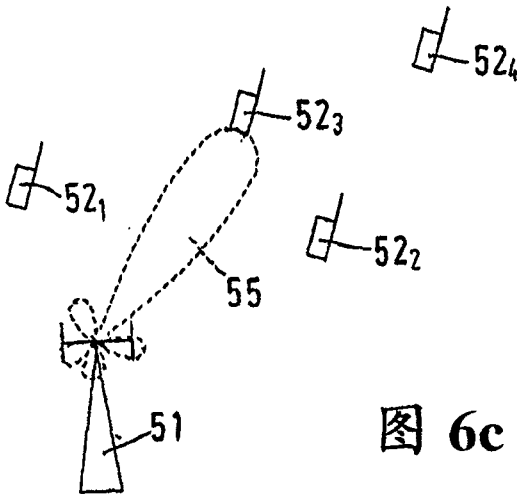


图 6c

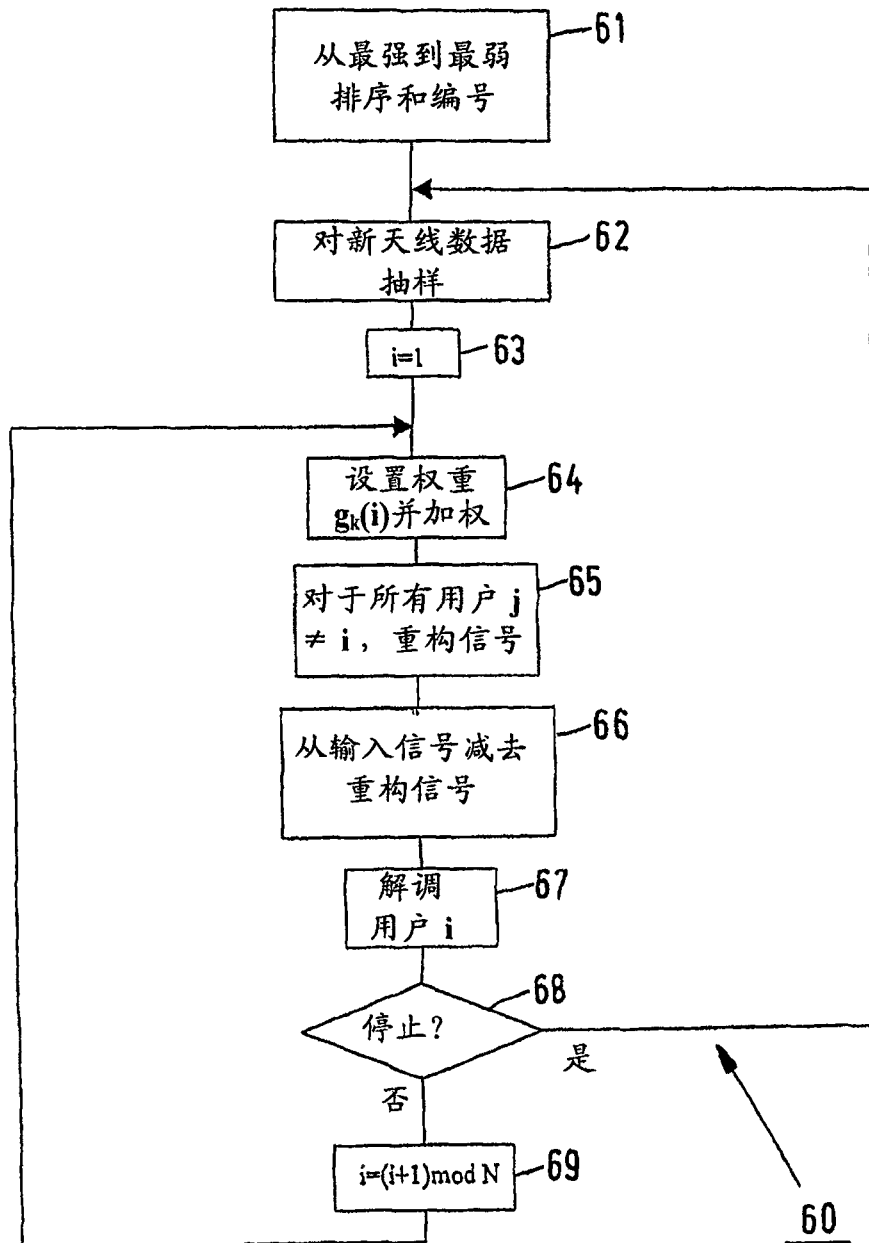


图 7