



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101379766 B

(45) 授权公告日 2011. 12. 14

(21) 申请号 200680053066. 0

(22) 申请日 2006. 12. 14

(30) 优先权数据

091137/2006 2006. 03. 29 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 08. 20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2006/324969 2006. 12. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02007/111010 JA 2007. 10. 04

(73) 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

(72) 发明人 藤岛坚三郎 平良正宪

(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 吴丽丽

(51) Int. Cl.

H04W 16/10(2009. 01)

H04W 72/04(2009. 01)

(56) 对比文件

CN 1337841 A, 2002. 02. 27, 全文.

WO 2004/084505 A1, 2004. 09. 30, 全文.

JP 特开 2005-184799 A, 2005. 07. 07, 全文.

WO 2006/028204 A1, 2006. 03. 16, 全文.

CN 1075236 A, 1993. 08. 11, 全文.

审查员 冯骥

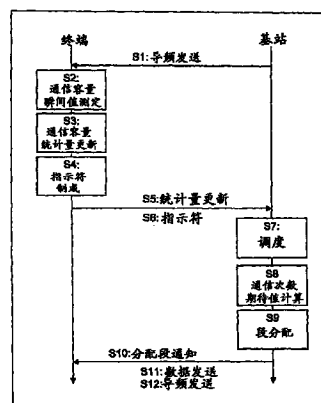
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 15 页

(54) 发明名称

宽带无线通信中的资源分配方法、基站装置以及终端装置

(57) 摘要

课题在于降低需要反馈信息的基站的上行通信量、改善有用的用户数据的上行通信量、以及实施用于针对每个终端提供通信次数和通信质量的频率段分配的和提高下行通信量的。作为每个终端的通信次数的提供单元,在基站中设置有每个终端的通信次数的期待值的推定单元和针对每个频率段分配终端的单元。为了提高通信质量,在各终端中需要:与全部频率段相关的通信容量的统计值的测定单元;以及该统计值向基站反馈的反馈单元,在基站中需要:根据全部终端的每个频率段的通信容量统计值来计算高通信容量的发生概率的计算单元;以及针对每个频率段分配终端的单元。以上,为了融合用于提供通信次数的单元和用于提供通信质量的单元,基站所具有的针对每个频率段分配终端的单元的特征在于,向各终端分配共用同一段的竞争对手少、且通信容量的平均和分散高的频率段。



1. 一种频率资源分配方法,在基站装置与多个终端装置进行通信的无线通信系统中,进行将可以由该无线通信系统使用的频率分割成多个段,并针对每个段分配通信对手的终端装置这样的调度,该频率资源分配方法的特征在于:

关于第 1 规定数量的段,上述基站装置根据针对每个终端装置能够估计确保的通信次数和超过针对每个终端装置使用阈值来确定的通信容量的概率,对各终端装置分配比上述第 1 规定数量少的第 2 规定数量的段,向上述终端装置通知该分配结果,

上述终端装置参照该分配结果,向上述基站装置反馈所分配的段的通信路径质量,

上述基站装置进行根据从上述各终端装置反馈的该通信路径质量来决定每个段的通信对手的终端装置的调度。

2. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述基站装置记录针对每个段已经分配的每个上述终端装置、即终端装置 A1、...、AK 的方位信息,将想要对段新分配的终端装置、即终端装置 B 的通信次数设为对位于与上述终端装置 B 的角度差为 X 度以内的已经分配的终端装置、即终端装置 A1、...、AK 的个数加上 1 所得的值的倒数,其中,上述 K 为对各段已经分配的终端装置数,上述 $X = 0 \sim 360$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述终端装置利用上述基站装置所发送的参照信号对每个段的通信容量进行测定,计算出通信容量的统计量,向基站装置反馈统计量,

上述基站装置根据从上述终端装置反馈的每个段的通信容量的统计量,针对每个段计算出超过全部段共用的通信容量阈值的概率、即高通信容量概率。

4. 根据权利要求 3 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述终端装置以一定时间间隔对每个段的通信容量的瞬时值进行采样,分别对瞬时值和其平方值进行累计计算,按照每一定周期根据该瞬时值和该平方值计算出每个段的通信容量的平均值和标准偏差值,向上述基站装置反馈该平均值和该标准偏差值。

5. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述基站装置将该分配结果作为上述终端装置固有的信息,附加上述终端装置固有的识别序号,使用对上述终端装置分配的段而向该终端装置进行发送。

6. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述基站装置为了对未分配任何段的终端装置通知该分配结果,具有对全部终端装置分配的段。

7. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述终端装置针对由该分配结果指定的段的通信容量指示符,作为该终端装置固有的信息而附加终端装置固有的识别序号,向上述基站装置进行发送。

8. 根据权利要求 1 所述的频率资源分配方法,其特征在于,上述第 2 规定数量的段的分配结果的通知是以比上述通信路径质量的反馈低的频度进行的。

9. 一种终端装置,被使用于无线通信系统,在基站装置与多个该终端装置进行通信的该无线通信系统中,该无线通信系统进行将可以由该无线通信系统使用的频率分割成多个段并针对每个段分配通信对手的终端装置这样的调度,该终端装置的特征在于,包括:

段分割部,针对每个段分割所接收到的基带信号;

导频分离部,针对每个段分离参照信号和除此以外的接收信号;

信道推定部,使用参照信号来实施每个段的信道推定;

通信容量测定部,使用参照信号来推定每个段的通信质量,并换算成通信容量;
解调解码部,利用该信道推定结果对参照信号以外的信号进行检波,实施解调以及解码,还原数据信号和控制信号;
统计量计算部,根据该通信容量的测定结果,计算出每个段的通信容量的统计量;
指示符生成部,为了将该通信容量的测定结果作为通信容量的瞬时值反馈到基站装置,将该瞬时值转换成信息量小的指示符;以及
上行信号生成部,实施向基站装置发送的参照信号、数据信号、控制信号的编码、调制处理,将各信号复用并输出。

10. 一种基站装置,被使用于无线通信系统,在该基站装置与多个终端装置进行通信的该无线通信系统中,将可以由该无线通信系统使用的频率分割成第1规定数量的段并针对每个段分配通信对手的终端装置,该基站装置的特征在于,具备:

解调解码部,对所接收到的基带信号实施解调以及解码,还原从上述各终端接收的控制信号;

调度部,进行使用上述被还原的控制信号中包含的对上述各终端装置分配的第2规定数量的段的各自的通信质量信息来决定通过各段对数据进行通信的终端装置的调度;

分配记录部,记录向各段分配终端装置的分配结果;

段分配部,使用上述被还原的控制信号中包含的每个终端装置每个段的通信容量统计值来计算出每个该段的超过临界值的通信容量的发生概率,并且,利用根据上述分配结果求出的、包含与新实施段分配的终端装置相关的每个段的估计通信次数的评价函数来计算出每个段每个终端装置的评价函数值,根据该评价函数值向终端装置分配上述第1规定数量的段中的上述第2规定数量的段;

下行信号生成部,实施向终端装置发送的参照信号、数据信号、控制信号的编码、调制处理,将各信号复用并输出;

频率复用部,针对每个段对所生成的下行信号进行频率复用。

11. 根据权利要求10所述的基站装置,其特征在于,具备使用阵列天线接收所接收的参照信号,而推定每个终端装置的方位的方位推定部,由估计通信次数计算部参照方位推定结果,

向多个发送天线分配该下行信号生成部的输出,针对每个发送天线每个段独立地控制振幅和相位,针对每个发送天线具备频率复用部。

12. 根据权利要求10所述的基站装置,其特征在于,对于上述段的分配,上述第2规定数量的段的分配是以比上述调度低的频度进行的。

13. 一种终端装置,被使用于无线通信系统,在基站装置与多个该终端装置进行通信的无线通信系统中,该无线通信系统进行将可以由该无线通信系统使用的频率分割成多个段并针对每个段分配通信对手的终端装置的调度,该终端装置的特征在于,具备:

段分割部,针对每个段分割所接收到的基带信号;

导频分离部,针对每个段分离参照信号;以及

使用参照信号来推定每个段的通信路径质量的单元,

将上述被推定的通信路径质量反馈给基站装置。

14. 根据权利要求13所述的终端装置,其特征在于,上述推定通信路径质量的单元是

使用上述参照信号来推定出每个段的通信质量,并换算成通信容量的通信容量测定部,
向基站装置反馈上述通信容量的测定结果。

15. 一种基站装置,被使用于无线通信系统,在该基站装置与多个终端装置进行通信的无线通信系统中,将可以由该无线通信系统使用的频率分割成第 1 规定数量的段并针对每个段分配通信对手的终端装置,该基站装置的特征在于,具备:

段分配部,关于第 1 规定数量的段,根据针对每个终端装置能够估计确保的通信次数和超过针对每个终端装置使用阈值来确定的通信容量的概率,向终端装置分配上述第 1 规定数量的段中的第 2 规定数量的段;

信号生成部,向上述终端装置通知段分配信息;以及

调度部,进行使用从终端接收到的控制信号中包含的对上述各终端装置分配的第 2 规定数量的段的各自的第 1 通信路径质量信息来决定通过各段对数据进行通信的终端装置的调度。

宽带无线通信中的资源分配方法、基站装置以及终端装置

技术领域

[0001] 本发明涉及在宽带无线通信系统中使用的发送接收装置以及发送接收方法。

背景技术

[0002] 近年来,在宽带无线通信系统中,针对每个系统频带的部分分配不同的终端装置的 OFDMA 被关注。OFDMA 是以排列有在频率轴上相互正交的副载波的 OFDM 为基础的多维接入技术,将捆绑了多个副载波的段设为资源单位,基站装置针对每个终端装置分配不同的段。

[0003] 为了提高使用了 OFDMA 的无线通信系统的频率利用效率,对各终端装置中的每个段的通信质量进行比较,而对质量良好的终端装置分配各段的做法是有效的。在无线通信系统中通信质量随时间变化,所以在将下行通信设为对象的情况下,各终端装置每隔一定间隔对通信质量进行测定,并反馈到基站装置。针对每个终端装置动态地分配通信质量良好的频率段的技术被称为频率调度技术而被广泛研究(例如参照专利文献 1 或非专利文献 1)。

[0004] 作为调度的代表性的方法,公知 (1)Maximum CIR 方式、(2)Round Robin 方式以及 (3)Proportional Fairness 方式这 3 种。在 (1) 的方式中,越是通信质量良好的终端装置,越优先分配发送机会。由于与基站装置附近的终端装置的通信机会增加,而与远方的终端装置的通信机会减少,所以是在终端装置间的服务差别变大的调度方式。在 (2) 的方式中,对全部终端装置均等地分配通信机会。相对于 (1),与远方的终端装置的通信机会增加,但相应部分的基站装置的吞吐量降低。在 (3) 的方式中,将(瞬时通信质量)/(平均通信质量)作为评价使用,越是评价大的终端装置,越优先地分配发送机会,所以通信机会均等且频率利用效率优于 (2)。其中,基站装置准确地得到每个无线终端装置的瞬时下行通信质量成为课题。

[0005] 专利文献 1:特开 2002-252619 号公报

[0006] 专利文献 2:特开 2005-244958 号公报

[0007] 非专利文献 1:“使用了频率调度的 MC-CDM 方式”信学技报、RCS 2002-129、2002 年 7 月、p. 61-66

[0008] 非专利文献 2:3GPP2 C.S0024-A “cdma2000 High Rate PacketData Air Interface Specification”(11-80 页、2004/3/31)

[0009] 非专利文献 3:3GPP TR 25.814 V1.1.1,“3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Physical Layer Aspects for Evolved UTRA (Release 7)”(18 以及 24 页、2006/2)

[0010] 非专利文献 4:Jim Tomcik,“QFDD and QTDD: Technology Overview”, Contributions on IEEE 802.20 Mobile Broadband Wireless Access, IEEE C 802.20-05/68r1, Jan. 2006. (79 ~ 84 页)

发明内容

[0011] 同时确保基站装置的吞吐量和终端装置间的通信机会平等性（公平性）的正比公平 (Proportional Fairness) 在 cdma 2000 EV-DO (Evolution Data Only) 方式中已经得到了实用化。在该方式中, 终端装置在每 1 时隙 1.67 “ms” 反馈 4 “位” 的通信质量信息 DRC value (DataRate Control, 数据吞吐量, 根据非专利文献 2), 所以上行带宽使用 2400 “bit/s”。2400 “bit/s” 是由多个终端装置共享 1 个频率段时的每 1 台终端装置的数字。例如在 50 台终端装置连接到基站装置的情况下, 在基站装置中根据 2400×50 而需要 120000 “bit/s” 的上行带宽。

[0012] 通信质量信息的反馈中所需的上行带宽反比于终端装置反馈 DRC 的周期, 而正比于所反馈的频率段数。因此, 如果以在 3GPP 的 LTE (Long Term Evolution, 长期演进, 参照非专利文献 3) 中既定的 0.5 “ms” 子帧间隔实施上述反馈, 则根据 $120000 \text{ “bit/s”} \times 1.67 / 0.5$ 而需要 400000 “bit/s”。同样地, 如果把将在 LTE 中既定的 15 “kHz” 间隔的副载波捆绑 25 根而得的 375 “kHz” 的 PRB (Physical ResourceBlock, 物理资源块) 视为频率段, 并将系统带宽假设成 100 “MHz” 而实施全部反馈时, 则根据 $400000 \times 100000000 / 375000$ 而大约需要 107 “Mbit/s” 的基站上行吞吐量。

[0013] 如上所述, 本发明要解决的第 1 课题在于, 降低反馈信息所需的庞大的基站的上行吞吐量, 改善有用的用户数据的上行吞吐量。

[0014] 关于第 1 课题, 在专利文献 2 中示出了一个解决方案。在该文献示出的方法是终端装置对全部频率段的通信质量进行测定, 向基站装置仅反馈通信质量良好的段的信息的方法。虽然利用该方法确实可以降低反馈信息, 但存在终端装置所选择的频率段未必对该终端装置保证高的下行吞吐量的问题。吞吐量是通过 (每 1 次通信的通信位数) \times (通信次数) 来决定的, 所以为了达成高吞吐量, 不仅仅是通信质量, 而且还需要对保证通信次数下功夫。

[0015] 如上所述, 本发明要解决的第 2 课题在于, 针对每个终端装置实施用于保证较多的通信次数和良好的通信质量的频率段分配, 提高下行吞吐量。为了一并解决该第 2 课题, 公开出与专利文献 2 不同的第 1 课题的解决方法。

[0016] 另外, 在本发明中以通信容量的统计值针对每个频率段而不同为前提, 对其理由进行说明。

[0017] 在本发明中, 假设在宽带通信系统中, 针对每个频率段实施基于波束成形的空间复用通信。如果如在第 1 课题中叙述的那样, 在宽带通信系统中对全部终端装置确认全部段的使用, 则反馈信息变得庞大, 所以例如如本发明那样, 考虑针对每个终端装置限制可以使用的段。其结果, 各段中所属的终端装置的组合不同, 所以无法保证使由于这些空间复用而对周围带来的干扰在段间变得均匀。其是考虑成通信容量的统计量针对每个段不同的根据。

[0018] 以上叙述的现象由于针对每个从基站观察的方向所使用的频率段不同, 所以广义上可以视为实施了 FFR (Fractional Frequency Reuse, 部分频率复用, 非专利文献 4) 的状态。换言之, 如果使用某些的方法来实施了 FFR, 则在全部频率段中通信容量的统计量不会变得相同。

[0019] 为了解决课题, 基站装置对各终端装置分配通信次数多且通信质量高的段, 减少

对每个终端装置反馈 DRC 的频率段数。

[0020] 为了保证每个终端装置的通信次数,要求分配频率段时的竞争对手少。

[0021] 在基站装置针对每个频率段使用全向波束图案来发送下行分组时,仅存在分配了该频率段的终端装置数量的竞争对手。图 1 示出针对每个频率段竞争对手的数量不同的例子。该图的上半部分示出频率段 1、下半部分示出频率段 2。基站装置 12-1 以及 12-2 分别使用不同的频率段来输出全向波束图案 11-1 以及 11-2。在频率段 1 中,在各时隙中,5 台终端装置 13-1-a、b、c、d、e 中的某一个有进行通信的可能性,在频率段 2 中,2 台终端装置 13-2-a、b 中的某一个有进行通信的可能性。由于在各段中,针对每个时隙可以通信的终端装置数为 1 台,所以在段 1 中存在 5 台竞争对手,在段 2 中存在 2 台竞争对手。另外,在图 1 中为了明示每个频率段的特征而描绘出 2 个基站装置 12-1、12-2,但实际上这些是相同的装置。

[0022] 另外,在针对每个频率段实施基于指向性波束的空间复用通信的情况下,以可以进行空间复用的程度从基站的方位离开的终端装置彼此有时在调度控制中不成为竞争对手。图 2 示出该例子。在上半部分示出的频率段 1 的例子中,2 台终端装置 13-1-a、b 的从基站装置 12-1 观察的方位是相同的,所以难以进行基于指向性波束 14-1-a 的两个终端装置的空分复用通信。因此,各个终端装置相互成为竞争对手。与其相对,在频率段 2 中,由于 2 台终端装置 13-2-a、b 的方位不同,所以可以进行基于指向性波束 14-2-a、b 的空分复用通信。因此,各个终端不会相互成为竞争对手。

[0023] 如果考虑以上,则利用竞争对手数的倒数来计算出各终端装置的每个频率段的通信次数的期待值。在基站装置对终端装置分配频率段的情况下,通过对该期待值大的频率段进行分配,期待终端的吞吐量提高。为了计算出该竞争对手数,而需要从基站装置观察的每个终端装置的空间性质(每个终端装置的方位)和哪个终端装置被分配给哪个频率段这样的分配信息。

[0024] 因此,作为用于保证每个终端装置的通信次数的单元,在基站装置中设置有:对每个终端装置的空间性质进行测定的单元;以及针对每个频率段分配终端装置的单元。

[0025] 为了提高各终端装置中的通信质量,优选向各终端装置分配通信质量良好的频率段。但是,如果如专利文献 2 那样各终端装置无序地反馈与各个最佳的 $N(N$ 为整数)的频率段相关的 DRC,则认为如图 1 所示那样利用频率段来反馈 DRC 的终端装置数中产生差异,被假想为产生由终端装置无法得到通信次数的情况。

[0026] 因此,基站装置有序地对频率段分配终端装置,以使每个频率段的通信次数的期待值在各个终端装置中变高。而且,为了提高每个终端的下行吞吐量,优选由各终端对每个频率段的通信容量的平均和分散进行测定,对通信容量的统计量(平均和分散)高的频率段分配各个终端装置。公知通过分配通信容量的平均高的频率段而终端吞吐量提高,利用图 3 对在分散高的情况下终端吞吐量提高的理由进行说明。

[0027] 图 3 的上半部分是横轴表示时间而纵轴表示下行通信容量的曲线,示出某频率段中的与 2 台终端装置相关的通信容量的时间变化。示出两个终端装置的通信容量的平均和分散相同,且交替超过相同平均值的情况。基站装置逐次选择两个终端装置的优良的一方(用粗线表示),从而可以利用用户分集来提高针对 2 台终端装置的合计吞吐量。图 3 的下半部分除了通信容量的分散大这点以外与上半部分相同。如从图中可知,分散大时,用户分

集的效果变高,可以进一步提高针对 2 台终端装置的合计吞吐量。另外,即使 2 台终端装置的平均通信容量不同,但由于通过正比公平逐次选择相对于终端装置的各自的平均通信容量的瞬时正偏差大的终端装置,所以用户分集的效果也不变化。其中,在对某终端装置分配了通信容量的分散相同但平均不同的 2 个频率段的某一个的情况下,优选对平均高的频率段进行分配。

[0028] 使用图 4,对上述分配的具体方法进行说明。

[0029] 在图 4 中,横轴表示下行通信容量,纵轴表示概率密度,表示与某终端装置相关的每个频率段的通信容量的分布。将每个段的平均的平均定义成总体平均 (Ensemble Average)。将成为控制目标的通信容量定义成临界值 (Threshold),针对每个频率段计算出超过 Threshold 的通信容量的发生概率。针对每个终端装置定义了 Threshold。示出一个该发生概率计算方法。在将每个频率段的通信容量的分布假设成正态分布后,根据通信容量的平均值和标准偏差值,针对每个段计算出从上述阈值减去该平均值的值相对于标准偏差值的几倍。该计算值与该发生概率以一对一来对应。

[0030] 为了实现该计算,在各终端装置中需要:对与全部频率段相关的通信容量的统计值进行测定的单元;以比 DRC 反馈充分长的周期向基站装置反馈测定结果的单元;通过基站装置根据全部终端装置的每个频率段的通信容量统计值,执行超过 Threshold 的通信容量的发生概率的计算的单元;以及针对每个频率段分配终端装置的单元。

[0031] 以上,融合用于保证通信次数的单元和用于保证通信质量的单元,所以基站装置所具有的针对每个频率段分配终端装置的单元的特征在于,对各终端装置分配共享同一段的竞争对手少、且通信容量的平均和分散高的频率段。

[0032] 通过以上示出的分配,基站装置将对终端装置反馈通信质量信息(相当于 DRC)的段限制成 M 段 ($M < N$:N 为全部段数),而降低通信质量信息的反馈中所需的上行带宽。终端装置针对每个时隙向基站装置反馈与所分配的 M 段相关的通信质量信息,基站装置根据各终端装置的通信质量信息针对每个时隙实施调度,对各终端装置,针对每个时隙,在 0 至 M 段的范围内,分配用于下行数据分组传送的段。

[0033] 在实施宽带分组通信的无线通信系统中,通过针对每个终端装置分配可以使用的频率段,可以减少下行适应调制中所需的反馈信息,可以提高上行通信中的有用的用户数据的吞吐量。另外,通过实施上述段的分配以对各终端装置保证较多的通信次数和高的通信质量,从而还可以提高下行吞吐量。

附图说明

[0034] 图 1 是与每个频率段的通信次数期待值相关的说明图 (1)。

[0035] 图 2 是与每个频率段的通信次数期待值相关的说明图 (2)。

[0036] 图 3 是示出通过通信容量的分散增加而得到的用户分集效果增大的图。

[0037] 图 4 是每个频率段的通信质量分布。

[0038] 图 5 是本发明的控制方法的最佳实施方式。

[0039] 图 6 是本发明的控制方法中的长周期控制部分的摘要。

[0040] 图 7 是本发明的控制方法中的短周期控制部分的摘要。

[0041] 图 8 是用于反馈通信容量的统计值的消息格式例子。

- [0042] 图 9 是用于反馈通信容量的瞬时值的消息格式例子。
- [0043] 图 10 是与终端装置追加分配时的通信次数期待值变动相关的说明图。
- [0044] 图 11 是合计了高通信容量的发生概率的结果的一个例子。
- [0045] 图 12 是用于分配针对终端装置的频率段的评价的一个例子。
- [0046] 图 13 是用于通知频率段的分配结果的消息格式例子。
- [0047] 图 14 是本发明的终端装置的最佳实施方式。
- [0048] 图 15 是通信容量的统计量计算部的结构图。
- [0049] 图 16 是与通信容量瞬时值相关的指示符生成部的结构图。
- [0050] 图 17 是本发明的基站装置的最佳实施方式。
- [0051] 图 18 是示出针对指示符的位数、编码率、调制方式的关系的一个例子。
- [0052] 图 19 是基站装置中的频率段分配信息的管理例子 (1)。
- [0053] 图 20 是基站装置中的频率段分配信息的管理例子 (2)。
- [0054] 图 21 是通信次数期待值的合计结果例子。

具体实施方式

[0055] 图 5 示出用于实施本发明的控制方法。

[0056] 基站装置针对每个时隙发送导频信号 (S1)。终端装置首先使用相同导频来实施小区搜索,而确立与基站装置的连接,但此处设为已确立连接而进行说明。

[0057] 终端装置如果接收到导频信号,则对每个频率段的通信质量 (SINR: Signal to Interference plus Noise Ratio, 信号与干扰加噪声比) 的瞬时值进行测定并通过香农的通信路径容量的公式转换成通信容量 (S2), 横跨多个时隙而针对每个时隙持续相加通信容量的瞬时值及其平方值, 每隔一定周期平均化, 计算出每个段的统计量 (通信容量的平均和分散) (S3), 清空用于上述加法的缓冲器。另外, 通信容量的瞬时值在接下来的步骤中被转换成指示符 (S4)。向指示符的转换是通过针对通信容量的表查询来实现的。虽然也可以直接反馈通信容量的值, 但为了削减反馈信息量, 优选转换成指示符而进行反馈。另外转换成通信容量的指示符的是仅针对全部 N 段中的、从基站装置被分配的 M 段 ($M < N$)。

[0058] 终端装置在以上的处理完成后, 对基站装置发送控制信息。控制信息设为包括接下来的 2 种。(1) 全部频率段各自的通信容量的统计量 (S5)、(2) 表示对该终端分配的频率段的瞬时通信容量的指示符 (S6)。关于 (1), 终端装置以长的周期反馈与全部 N 段相关的统计量 (平均值和标准偏差值)。关于 (2), 终端装置以每个时隙的短周期反馈全部 N 段中的、从基站装置分配的 M 段 ($M < N$) 的通信容量瞬时值的指示符。

[0059] 图 8 是反馈通信容量的平均值和标准偏差的控制信号 (图 5 的 S5) 的格式例子。最初的 Message ID 是与基站装置约定的 8 位值, 其目的在于表示以下接下来的信息是每个频率段的通信容量的平均值和标准偏差。第 2 级表示发送源的终端装置 ID。第 3 级以后的 AveCapacitySegment#n 和 StdCapacitySegment#n (n 为 $0 \sim N-1$, N 为全部段数) 表示频率段 n 的通信容量的平均值和标准偏差值。

[0060] 图 9 是反馈表示对该终端分配的频率段的瞬时通信容量的指示符的控制信号 (图 5 的 S6) 的格式例子。最初的 Message ID 是与基站装置约定的 8 位值, 其目的在于表示以下接下来的信息是表示瞬时通信容量的指示符。第 2 级表示发送源的终端装置 ID。第 3 级

以后的 CapacityIndicator#m(m 为 $0 \sim M-1$, M 为对该终端装置分配的频率段数) 是表示每个频率段的瞬时通信容量的指示符。基站装置根据该指示符针对每个时隙实施调度(图 5 的 S7), 对于用于下行数据分组传送的段, 对各终端装置, 针对每个时隙分配反馈了指示符的段中的、0 至 M 段。在图 5 的 S9 中对终端装置分配了 M 个段的基站装置掌握着 M 个指示符被怎样地映射于 N 个频率段中。如果基站装置使在对终端装置分配频率段时通知(图 5 的 S10) 的频率段的顺序(段序号的升序) 与图 9 的消息内的顺序一致, 则可以实现基站装置侧的映射。即使该前提不成立, 只要对各指示符附加频率段 ID, 则也可以实现在基站装置上的映射, 但由于反馈信息量增加, 所以优选依照上述前提。

[0061] 此处, 返回图 5 的说明。

[0062] 基站装置如果接收到来自终端装置的控制信息(S6) 的反馈, 则首先在已在分配频率段的终端装置之间, 根据正比公平实施发送下行分组的对手的终端装置的选择。根据从终端装置反馈的瞬时通信质量的指示符来实施适应调制, 针对每个频率段, 生成针对各自的发送目的地的下行分组(S7)。

[0063] 接下来, 针对每个终端装置对全部频率段, 计算出各个中的通信次数的期待值(S8)。此处, 参照基于上行信号中包含的导频信号所得到的到来方向推定结果(针对每个频率段实施空间复用通信的情况)、和当前时间点的频率段分配信息。以下, 对期待值的计算方法进行说明。

[0064] 在对图 1 的频率段 1, 新分配 1 台终端装置的情况下, 希望由 6 台共享本来由 5 台共享的频率段, 所以通信次数的期待值成为 $1/6$ 。同样地, 关于频率段 2, 期待值成为 $1/3$ 。

[0065] 在对图 2 的频率段 1 新分配 1 台终端装置的情况下, 当与已经分配结束的终端装置的角度差为阈值以下(例如 15 度) 时, 由 3 台终端装置共享频率段和指向性波束, 所以通信次数的期待值成为 $1/3$, 但在角度差偏离阈值以上的情况下, 新分配的终端装置可以与 2 台终端装置进行空间复用通信, 所以变为期待值 1。图 10 示出以上的说明。

[0066] 图 10 的上半部分示出对沿着与 2 台终端装置 13-1-a、b 相同的方向存在的终端装置 13-1-c 分配相同频率段的情况。在该情况下, 难以进行空分复用通信, 所以与各终端装置相关的通信次数的期待值成为 $1/3$ 。图 10 的下半部分示出对沿着与 2 台的终端装置 13-1-a、b 不同的方向存在的终端装置 13-1-c 分配相同频率段的情况。在该情况下, 可以实现与既存终端装置的空分复用通信, 所以关于新的终端装置, 期待值成为 1。

[0067] 如果对期待值的计算方法进行一般化, 则可以使用从该终端装置起 X 度以内存在的终端数的倒数来表现。关于 X 度, 对于全向性波束, 相当于 360 度, 对于指向性波束, 基站装置的阵列天线可以生成的主波束方向与零方向的最小间隔相当于 X 度。

[0068] 以上, 与期待值的计算方法相关的说明结束。

[0069] 如果每个终端装置的通信次数的期待值计算完成, 则与从来自终端装置的关于全部频率段的反馈控制信息(S5) 得到的每个终端装置各频率段的通信容量的统计量对应地, 决定针对每个终端装置分配的频率段(S9)。

[0070] 首先, 如图 11 所示, 根据终端装置所反馈的通信容量的平均和标准偏差, 将成为控制目标的通信容量定义成临界值(Threshold) 后, 针对每个频率段计算出超过 Threshold 的通信容量(高通信容量) 的发生概率。示出具体的计算步骤。

[0071] 如果将与终端装置 u 的频率段 s 相关的通信容量 c 的概率密度函数设为 $f_{u,s}(c)$,

则如下式那样定义超过 Threshold (CT) 的概率 $F_{u,s}(c_T)$ 。

$$[0072] \quad F_{u,s}(c_T) = \int_{c_T}^{\infty} f_{u,s}(c) dc \quad \text{式 1}$$

[0073] 该概率密度函数 $f_{u,s}(c)$ 假设成依照平均 $\mu_{u,s}$ 、标准偏差 $\sigma_{u,s}$ 的正态分布。

$$[0074] \quad Z = \frac{c - \mu_{u,s}}{\sigma_{u,s}} \quad \text{式 2}$$

[0075] 如果实施公式 2 这样的变量转换,则在上述假设下,可以如下式那样表示概率 $F_{u,s}(c_T)$ 。

$$[0076] \quad F_{u,s}(c_T) = \int_{(c_T - \mu_{u,s})/\sigma_{u,s}}^{\infty} f_{u,s}(z) dz \quad \text{式 3}$$

[0077] $f(z)$ 是依照标准正态分布的概率密度函数。该式的积分的起始点表示 c_T 相对于每个频率段的平均 $\mu_{u,s}$ 相当于标准偏差 $\sigma_{u,s}$ 的几倍。对于上述积分,可以每次进行计算,或者可以使用针对积分的起始点的计算值的表查询来实施。

[0078] 如果填满图 11 的表,则可以如图 12 所示计算出用于每个频率段的分配的评价函数。输入是通信次数的期待值和与图 11 关联地计算出的高通信容量发生率。在图 12 的例子中,求出通信次数的期待值和高通信容量发生率的积,计算出评价函数值(分配评价价值),评价函数不限于两个变量的积这样的形式。基站装置对终端装置,分配分配评价价值大的频率段中的上位 M 个段。

[0079] 对各终端装置分配的 M 段是在全部 N 段中通过调度易于确保高的通信质量、且期待较多的通信次数的段,是提高每个终端装置的下行吞吐量的 M 段的组合。针对各终端装置将指示符反馈限制成 M 段的理由在于,降低指示符反馈中所需的庞大的基站的上行吞吐量,而改善有用的用户数据的上行吞吐量。

[0080] 基站装置当直到频率段分配为止的步骤完成,则向终端装置发送通过 $S7$ 的调度决定的针对每个频率段发送的数据分组、导频信号、以及作为控制信号通过 $S9$ 决定的频率段的分配结果。

[0081] 图 13 示出用于向终端装置通知频率段的分配结果的消息格式例子。最初的 Message ID 是与终端装置约定的 8 位值,其目的在于表示以下接下来的信息是对该终端装置分配的频率段的 ID。第 2 级表示通知目的地的终端装置 ID。第 3 段以后的 AssignSegnemtID#n (n 为 $0 \sim N-1$, N 为全部段数) 为如果是对该终端装置分配的频率段则表示 1, 否则表示 0 的标志,终端装置按照该通知,反馈下行通信质量的瞬时值。

[0082] 以上说明的控制可以分成短周期和长周期这 2 个控制。

[0083] 图 8 的伴随统计量反馈的长周期控制是用于限制针对每个终端装置反馈通信容量瞬时值的指示符的段数的控制。图 6 示出从图 5 摘要出长周期控制的部分的控制次序。长周期控制包括:来自基站装置的导频发送 ($S1$);终端装置中的通信容量瞬时值测定 ($S2$);

通信容量的统计量更新 (S3) ;向基站装置的统计量反馈 (S5) ;针对每个段每个终端装置计算通信次数期待值 (S8) ;根据所反馈的该统计量和所计算出的该期待值向终端装置分配频段 (S9) ;以及通知分配结果 (S10) 。最后的导频发送 (S12) 兼作以下两个功能,即作为该时隙的检波用导频的功能、和作为在接下来的时隙中的 S1 的功能。

[0084] 另外,完全没有分配频率段的终端装置为了尽早地开始通信,还可以将通信容量的瞬时值视为统计量而实施基于图 8 的消息的反馈,并实施基于基站装置的频率段分配。此时,通信容量的平均值为瞬时值,标准偏差值成为 0。

[0085] 图 9 的伴随指示符反馈的短周期控制是针对每个下行频率段通过调度针对每个时隙决定数据分组的发送目的地终端装置的控制。关于该指示符,针对每个时隙(或者时间方向的传播路径变动被视为充分小的时间间隔)进行反馈。其中,未通过该长周期控制来实施频率段分配(未通知分配结果)的终端装置不实施反馈。

[0086] 该短周期中的控制是按照图 7 所示的控制次序来实施的。图 7 是图 5 的一部分。短周期控制包括:来自基站装置的导频发送 (S1) ;在终端装置中的通信容量瞬时值测定 (S2) ;该瞬时值的指示符制成 (S4) ;向基站装置进行的反馈 (S6) ;根据指示符进行的调度 (S7) ;以及依照调度结果的数据发送 (S11) 。最后的导频发送 (S12) 兼作以下两种功能,即、作为该时隙的检波用导频的功能和作为在接下来的时隙中的 S1 的功能。

[0087] 图 14 示出本发明的终端装置的实施方式的一个例子。

[0088] 来自基站装置的接收信号被模拟信号处理后,通过模拟数字转换机 (ADC 101) 被数字转换,利用下行段分割部 (Band Separator 102) 针对每个频率段分割宽带信号,后级的处理针对每个频率段实施。在 OFDMA 的下行信号的情况下,下行段分割部通过 FFT (Fast Fourier Transform, 快速傅立叶变换) 来实现。

[0089] 每个段的接收信号通过下行导频分离部 (DEMUX 103) 被分离成导频信号和导频以外的信号。导频信号被活用于当由瞬时容量计算部 (Capacity Measurement 106) 计算该频率段的瞬时通信容量、由下行信道推定部 (Channel Estimator 105) 进行的信道推定。如果向下行解调解码部 (Demod&Decoder 104) 输入了信道推定结果,则该部实施信号的检波,经由解调解码处理还原用户数据信号和控制信号。用户数据信号被存储在存储器 (Memory 107),从基站装置发送的控制信号被输入到瞬时通信量的指示符制成部 (Indicator Generator 109)。被输入到该指示符制成部的控制信号是以图 13 的格式从基站装置发送的控制信号,是表示是否对该终端装置分配了各段(表示应反馈指示符的段)的标志。

[0090] 通信容量的统计量计算部 (Calculator of statistics values 108) 成为图 15 那样的结构。从各频率段的瞬时容量计算部 (Capacity Measurement 106) 输入通信容量的瞬时值,实施瞬时值的累计计算和瞬时值平方的累计计算。如果上行控制信号生成部 (Control Channel Generator 110) 读出累计值,并计算出每个频率段的通信容量的平均值和标准偏差值,则施加用于复位累计计算结果的触发。

[0091] 指示符生成部 (Indicator Generator 109) 成为图 16 那样的结构。首先,从各频率段的瞬时容量计算部 (Capacity Measurement 106) 向缓冲器临时存储通信容量的瞬时值。一边参照从下行解调解码部 (Demod&Decoder 104) 输入的分配频率段信息(图 13),跳过未对该终端分配的频率段,一边以段序号的升序依次向输出缓冲器存储输入缓冲器的

值。输出缓冲器的值是由上行控制信号生成部 (ControlChannel Generator 110) 参照的。

[0092] 该上行控制信号生成部以长周期实施该统计量计算部的计算结果参照以及复位触发的发布,以短周期实施该指示符生成部的输出缓冲器参照。

[0093] 此处返回图 14 的说明。

[0094] 上行控制信号生成部 (Control Channel Generator 110) 根据由统计量计算部 (Calculator of statistics values 108) 和指示符生成部 (Indicator Generator 109) 生成的信息,按照图 8 以及图 9 所示的格式制成控制信号,实施编码和调制。指示符生成部的信息以 1 个时隙或以此为基准的周期发送到基站。统计量计算部的信息按照每一定周期被读出,并实施了向统计量计算部的复位之后,实施向所读出的值的平均化、标准偏差计算,向基站发送控制信号。另外,以上的控制信号并非频率段固有的控制信号,所以作为某段的数据信号的有效载荷,处理成优先级高的信息。如果从基站装置观察,则由于不清楚由哪个上述频率段发送了控制信息,所以需要与基站装置的协议相一致 (例如使用消息 ID 来约定)。

[0095] 上行数据信号生成部 (Traffic Channel Generator 111) 从存储器 (Memory 107) 读出用户数据,实施编码和调制。上行导频信号生成部 (Pilot Channel Generator 112) 生成在基站装置中已知的参照信号。

[0096] 在上行复用信号生成部 (MUX 13) 中通过时间复用等方法对控制信号、数据信号、导频信号进行复用。上行段结合部 (Band Combiner114) 针对上行全部段结合该复用后的信号。在 OFDMA 的上行信号的情况下,上述段结合部是通过 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform, 快速傅立叶变换) 来实现的。另外,在将上行的段数设为 1 的情况下,无需上行段接合部。之后,在通过数字模拟转换机 (DAC115) 来进行了模拟信号处理之后,从发送天线向基站装置发送。

[0097] 可以利用 DSP、FPGA、或 ASIC 来实现以上终端装置中的、除了模拟数字转换机、数字模拟转换机、存储器以外的部分。

[0098] 图 17 是本发明的基站装置的实施方式的一个例子。

[0099] 来自终端装置的接收信号在被模拟信号处理之后,通过模拟数字转换机 (ADC 201) 被数字转换,通过上行段分割部 (Band Separator202) 针对每个频率段分割宽带信号,后级的处理针对每个频率段实施。在 OFDMA 的上行信号的情况下,上行段分割部是通过 FFT (Fast Fourier Transform) 来实现的。另外,在上行的段数为 1 的情况下,无需上行段分割部。

[0100] 每个段的接收信号通过上行导频分离部 (DEMUX 203) 分离成导频信号和导频信号以外的信号。导频信号被活用于基于上行信道推定部 (Channel Estimator 204) 的信道推定、和到来方向推定部 (DOA Estimator 207) 中的每个终端装置的方位推定。如果向上行解调解码部 (Demod&Deoder 205) 输入了信道推定结果,则该部实施接收信号的检波,经由解调解码处理来还原用户数据信号和控制信号。用户数据信号被存储到存储器 (Memory 206),关于控制信号,瞬时通信量的指示符被输入到调度器 (Scheduler 211),通信容量的统计量被输入到段分配部 (Segment Assignment 210)。在以上的动作中,除了通信容量统计量向段分配部的输入以外,都以时隙单位的短周期实施。

[0101] 调度器 (Scheduler 211) 通过基于正比公平的算法,针对每个时隙每个频率段选

择成为通信对象的终端装置。在此之前,需要根据从终端装置反馈的瞬时通信容量的指示符,转换为被估计成各终端装置可以以各频率段进行通信的传送速率。将无该指示符的反馈的频率段的估计传送速率设为 0,除此以外,利用与以往同样的表(参照图 18),将指示符转换为估计传送速率。

[0102] 示出具体的调度方法的一个例子。

[0103] 如果将终端装置 u 的下行平均传送速率设为 $aveR(u)$ 、将频率段 s 中的估计传送速率设为 $instR(u, s)$,则如下式那样表现正比公平的评价函数 $P(u, s)$ 。

$$[0104] \quad P(u, s) = \frac{instR(u, s)}{aveR(u)} \quad \text{式 4}$$

[0105] 如果选择使该值成为最大的 u, s ,则向终端装置 u 分配该频率段 s ,假设其下行传送成功而更新了终端装置 u 的平均传送速率 $aveR(u)$ 之后,针对剩余的频率段也同样地决定通信对手。

[0106] 通过以上的处理,针对每个频率段,决定通信对手的终端装置和传送速率。同时,还按照图 18 决定每个频率段的位数、编码率、调制方式。从存储器 (Memory 206) 读出与传送速率相当的位数的、以针对每个频率段选择的终端装置为目的地的用户数据,并发送到相应的频率段的下行数据信号生成部 (Traffic Channel Generator 213)。同时,还发送编码率和调制方式的信息。

[0107] 另外,向下行控制信号生成部 (Control Channel Generator 212) 通知针对每个频率段调度器选择的终端装置的 ID。通过对下行控制信号嵌入终端装置 ID,从而终端装置对该控制信号进行监视,可以判定是否在该频率段中存储有以本终端装置为目的地的数据。由此,各终端装置无需实施未发送以本身为目的地的数据的频率段的解调解码处理,所以具有缩小了终端装置的功耗以及硬件规模这样的效果。

[0108] 到来方向推定部 (DOA Estimator 207) 使用阵列天线来接收来自终端装置的上行导频信号,根据 MUSIC (Multiple Signal Classification, 多信号分类) 法来实施到来方向推定。虽然可以使用任何上行频率段的导频,但在选择接收 SINR 高的频率段的一方推定精度高。向空间分布分析部 (Spatial Distribution Analyzer 208) 通知每个终端装置的方位推定。该到来方向推定部的动作优选为短周期。在实施针对某终端装置的频率段分配时,如果通过短周期更新维持其他终端装置的方位的最新状态,则可以实施更正确的通信次数的期待值计算,可以高精度地确定可以将通信次数确保得较多的频率段,相关联地提高终端装置的下行吞吐量。

[0109] 分配信息记录部 (Assign Record 209) 是记录对各频率段分配了哪个终端装置的存储器。由段分配部 (Segment Assignment 210) 进行记录,由空间分布分析部进行参照。

[0110] 图 19 是空间分布分析部所管理的信息的一个例子。对每个终端装置的方位推定结果和频率段的分配结果进行合并。针对每个频率段,记录所分配的终端装置数和每个终端装置的方位。另外,还具有与未分割段的终端装置相关的到来方向的信息。

[0111] 空间分布分析部 (Spatial Distribution Analyzer 208) 为了设为针对全部终端装置分配频率段时的判断材料,所以计算出假设成实施了频率段的分配时的通信次数的期

待值。每当决定使终端装置反馈指示符的段时,即以长周期,实施该计算。

[0112] 图 20 示出从图 19 的状态重新分配终端装置 (ID 0) 的情况。斜线的开口是与图 19 不同的变更部分。如果注目于每个频率段,则段 0 由于已经分配了该终端而不发生变化,在段 1 和 2 中,终端装置数增加 1。在全部频率段中,在使用全向性波束图案来发送下行分组的情况下,已经对各段分配的其他终端装置全部成为竞争对手,所以与终端装置 (ID 0) 相关的通信次数的期待值在段 0 中为 $1/2$ 、在段 1 中为 $1/3$ 、在段 2 中为 $1/4$ 。根据上述,与终端装置 (ID 0) 相关的通信次数的期待值被整理为如图 21A 所示。

[0113] 以图 20 为前提,考虑基站装置通过指向性波束来实施空间复用发送的情况。如果将与终端装置 (ID 0) 的角度差偏离 30 度以上的终端装置不视为竞争对手,则段 1 的通信次数的期待值由于终端装置 (ID2) 成为竞争对手而成为 $1/2$,段 2 的期待值由于全部终端装置未成为竞争对手而成为 1。段 0 也与段 2 相同。此时,与终端装置 (ID 0) 相关的通信次数的期待值被整理为如图 21B 所示。

[0114] 由段分配部 (Segment Assignment 210) 参照以上整理出的图 21A 和图 21B。

[0115] 段分配部 (Segment Assignment 210) 从上行解调解码部 (Demod&Decoder 205) 输入通信容量的统计量并从空间分布分析部 (Spatial Distribution Analyzer 208) 输入通信次数的期待值,实施图 12 所示的计算,针对每个终端装置分配 M 个频率段。对于分配的定时,在输入了通信容量的统计量的定时时实施,此时旧的分配暂时被放弃。分配结果被发送到下行控制信号生成部 (Control Channel Generator 212),作为图 13 所示的消息而被通知给终端装置。

[0116] 下行控制信号生成部 (Control Channel Generator 212) 根据调度器以及段分配部所生成的信息,作为频率段固有的控制信号,生成包含被调度的终端装置 ID 的信息,按照图 13 所示的格式制成段分配结果的控制信号作为终端装置固有的控制信号,实施编码和调制。

[0117] 终端装置固有的控制信息 (段分配信息) 并非段固有的控制信号,所以作为某段的数据信号的有效载荷,而处理成优先级高的信息。为了处理这样的信息,还假设在初始状态下不进行频率段分配的情况,对全部终端准备 1 个共用的频率段,而设为总是对全部终端分配的段。如果没有优先级高的控制信息,则也可以发送用户信号。

[0118] 下行数据信号生成部 (Traffic Channel Generator 213) 对从调度器发送的位序列,按照同时发送的编码率、调制方式进行编码、调制。下行导频信号生成部 (Pilot Channel Generator 214) 生成在终端装置中既知的参照信号。

[0119] 在下行复用信号生成部 (MUX 215) 中通过时间复用等方法对控制信号、数据信号、导频信号进行复用。下行段结合部 (Band Combiner 216) 针对下行全部段结合该复用后的信号。

[0120] 在 OFDMA 的下行信号的情况下,下行段结合部是通过 IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) 来实现的。之后,在通过数字模拟转换器 (DAC 217),进行了模拟信号处理之后,从发送天线发送到终端装置。

[0121] 另外,在频率段内实施空间复用通信的情况下,对下行复用信号生成部 (MUX 215) 的输出实施阵列信号处理。针对每个发送天线元件,实现比其后级的下行段结合部 (Band Combiner 216)、数字模拟转换器 (DAC 217)、以及模拟信号处理。

[0122] 可以利用 DSP、FPGA、ASIC 来实现以上基站装置中的、除了模拟数字转换器、数字模拟转换器、存储器以外的部分。

[0123] (产业上的可利用性)

[0124] 在无线通信系统的基站装置以及终端装置中被实现。特别在宽带无线通信系统中发挥效果。

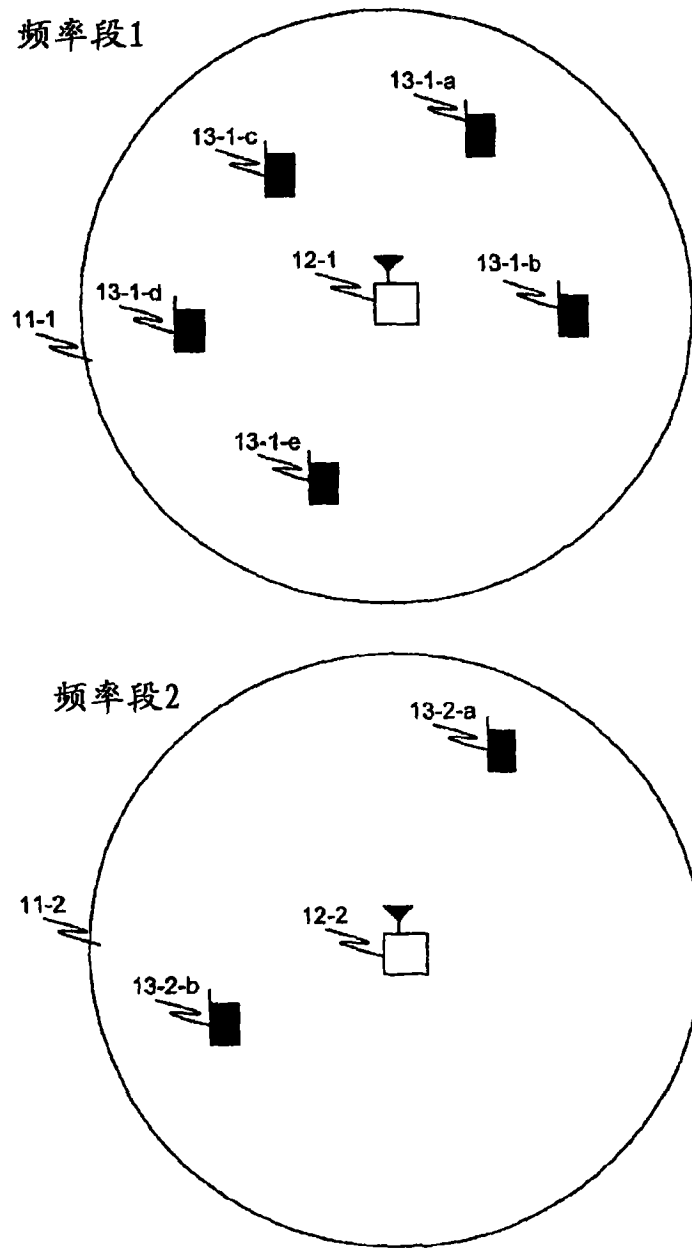


图 1

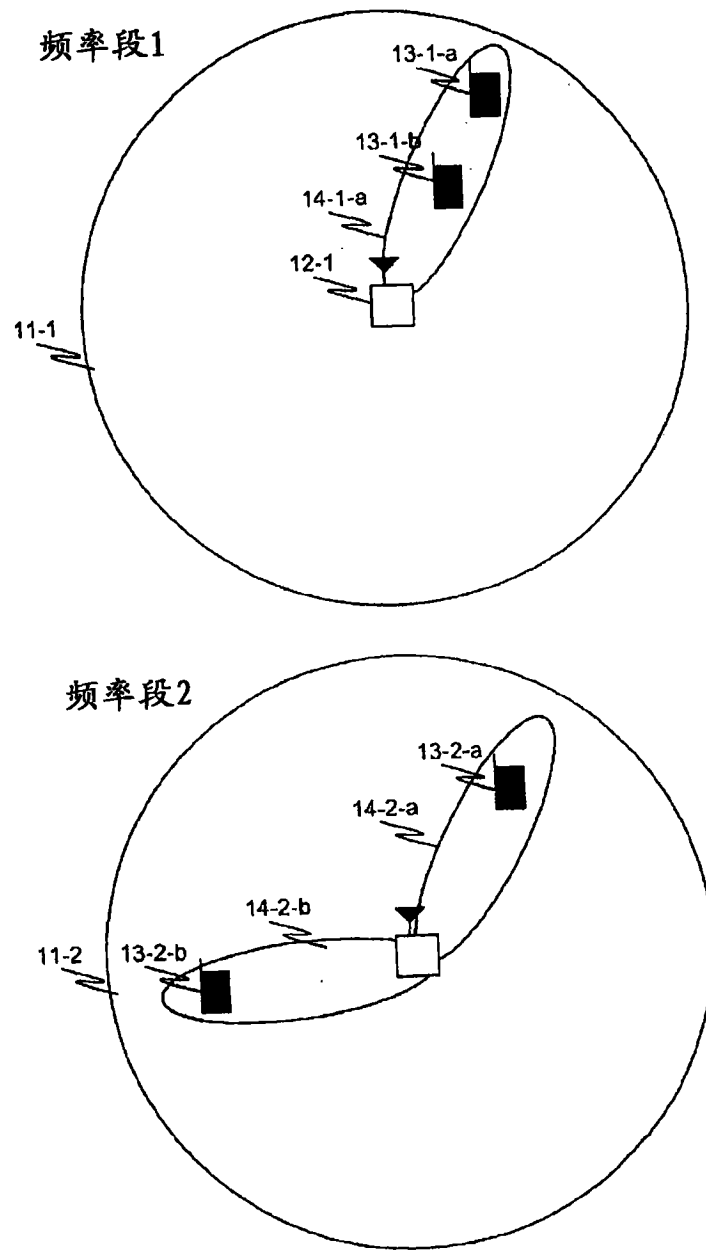


图 2

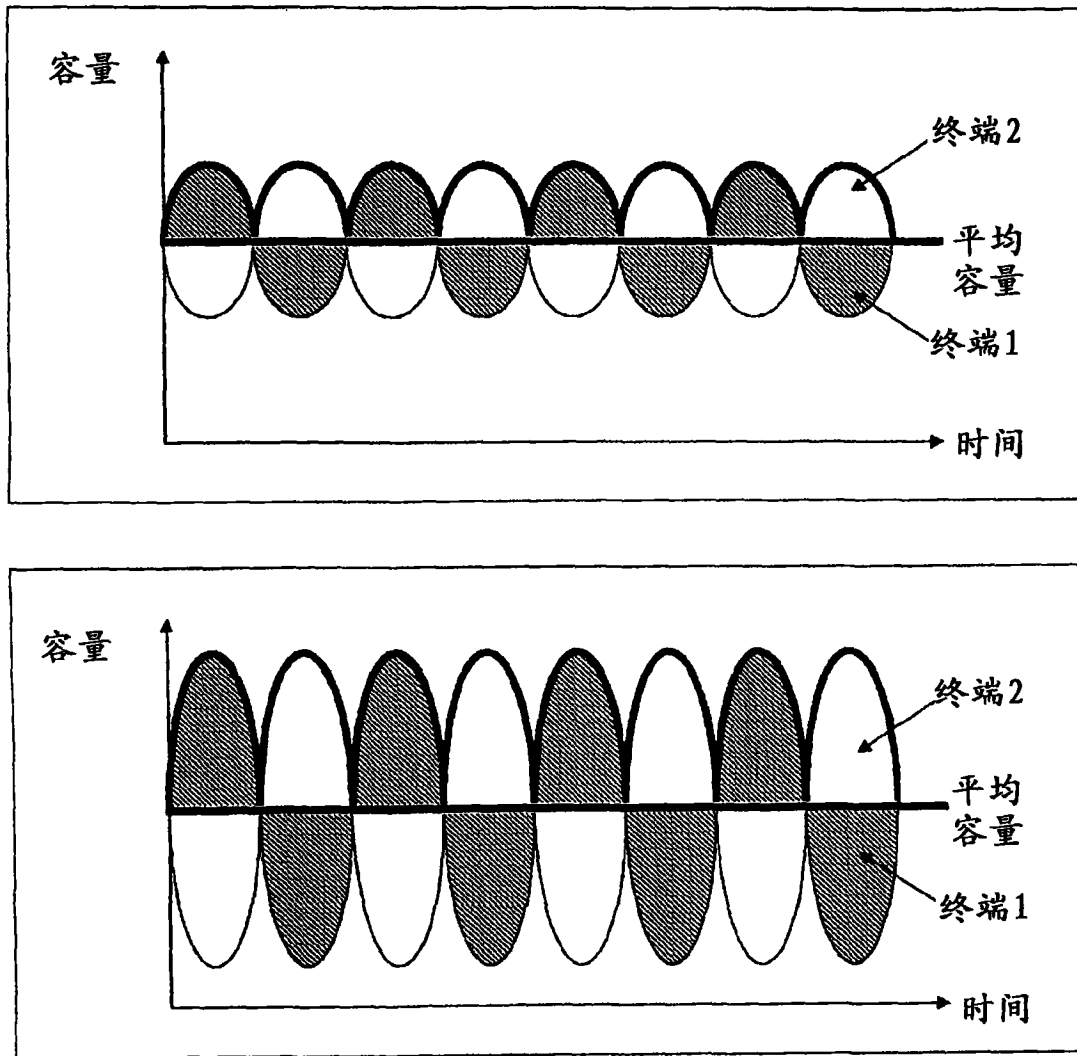


图 3

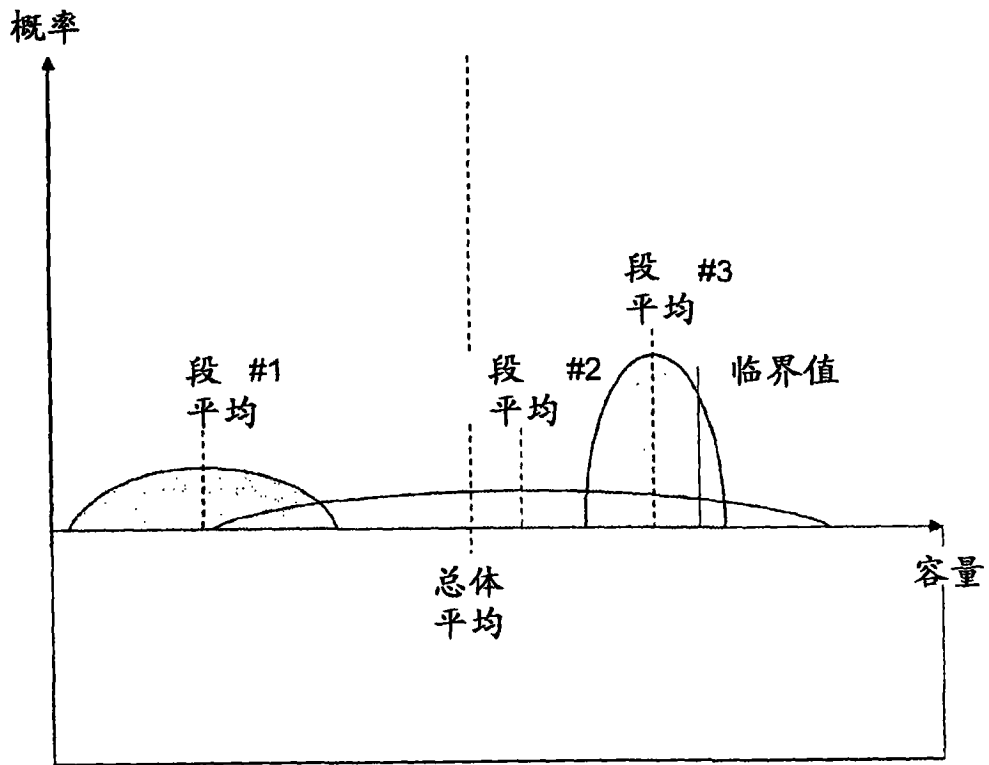


图 4

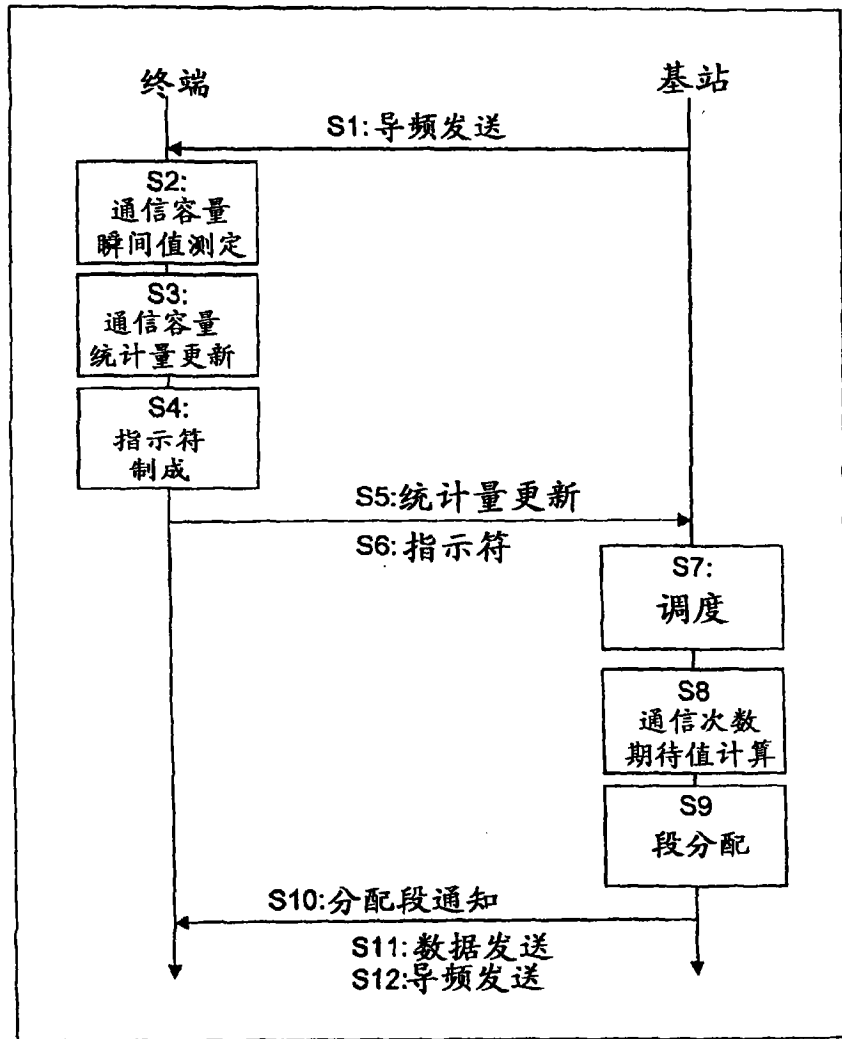


图 5

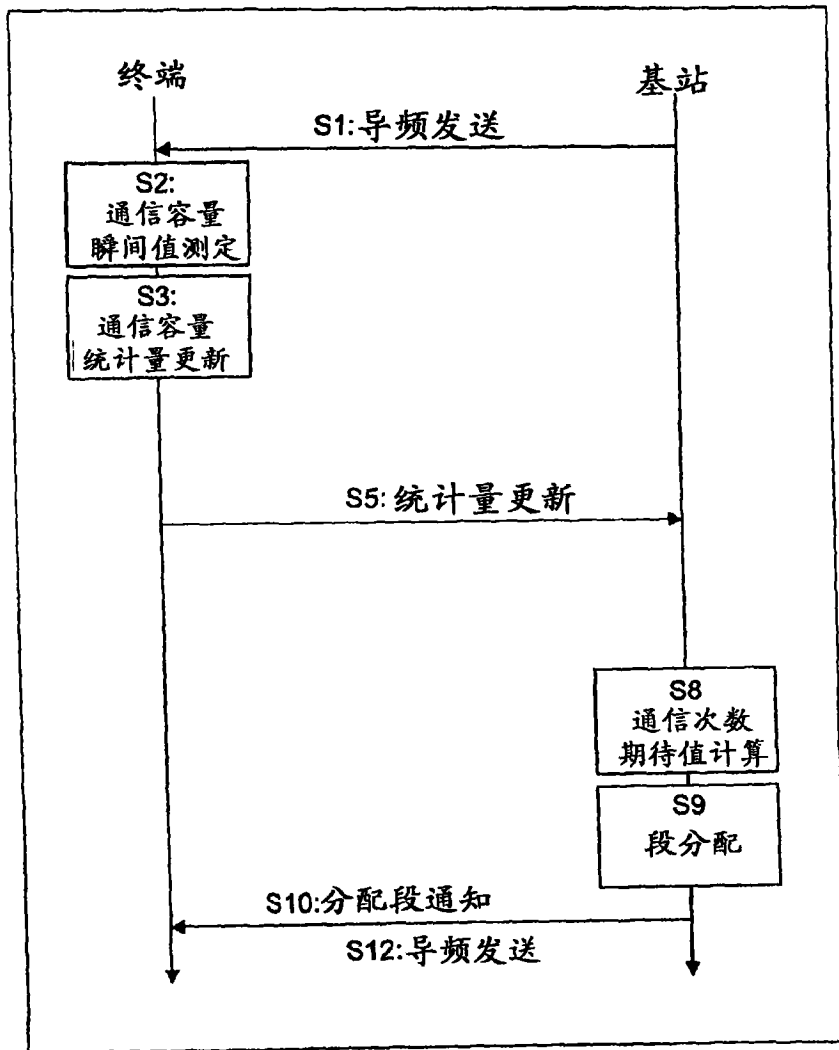


图 6

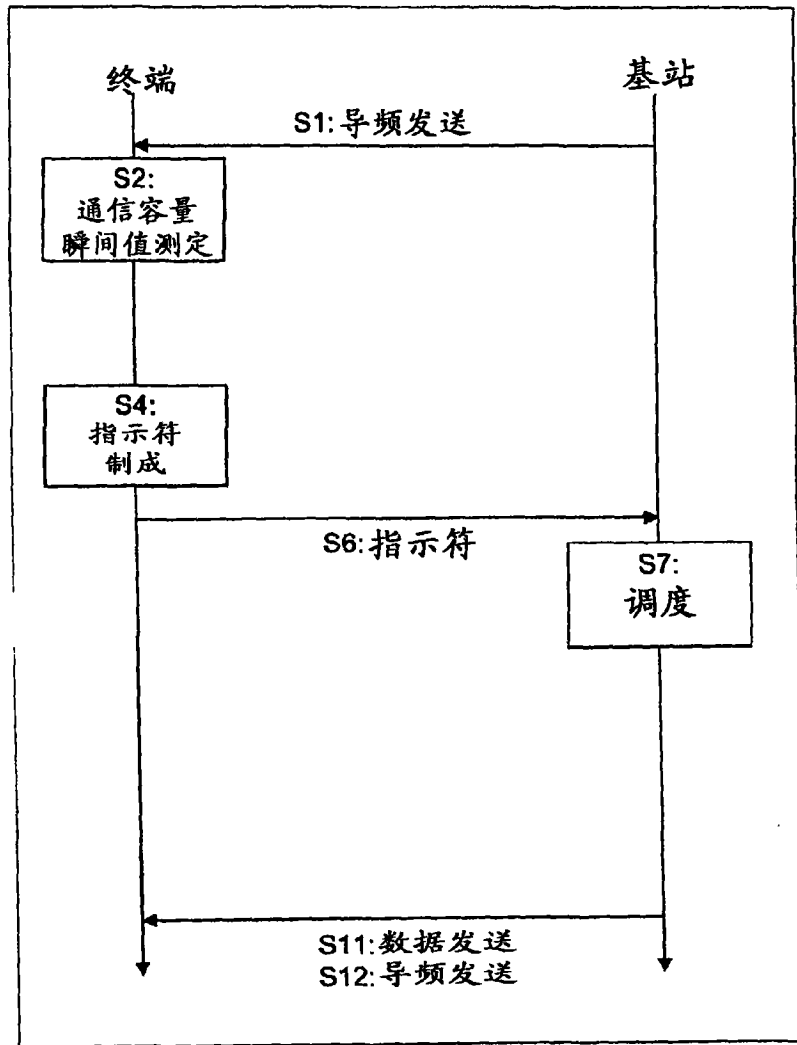


图 7

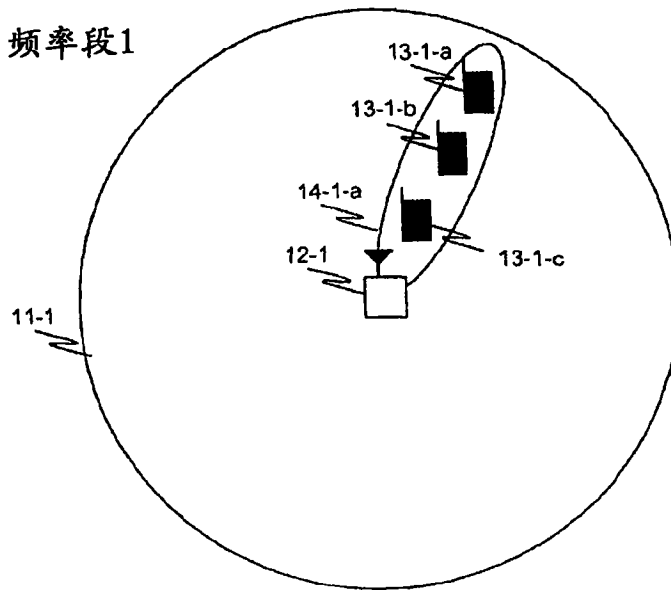
| 字段 | 长度 |
|-------------------------|----|
| Message ID | 8位 |
| User ID | 8位 |
| AveCapacitySegment #0 | 8位 |
| StdCapacitySegment #0 | 8位 |
| AveCapacitySegment #1 | 8位 |
| StdCapacitySegment #1 | 8位 |
| ⋮ | ⋮ |
| AveCapacitySegment #N-1 | 8位 |
| StdCapacitySegment #N-1 | 8位 |

图 8

| 字段 | 长度 |
|------------------------|----|
| Message ID | 8位 |
| User ID | 8位 |
| CapacityIndicator #0 | 4位 |
| ⋮ | ⋮ |
| CapacityIndicator #M-1 | 4位 |

图 9

频率段1



频率段2

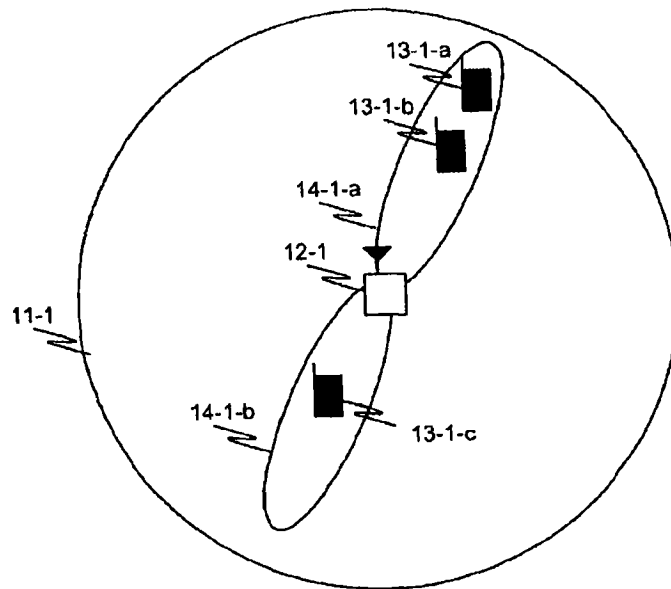


图 10

| 终端ID | 频率段ID | 高通信容量发生率 | 通信容量平均值 | 通信容量标准偏差值 |
|------|-------|----------|---------|-----------|
| 0 | 0 | 50% | 2.0 | 1.0 |
| | 1 | 55% | 2.0 | 1.5 |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | N-1 | 40% | 1.0 | 2.0 |

图 11

| 终端ID | 频率段ID | 分配评价值 | 通信次数期待值 | 高通信容量发生率 |
|------|-------|-------|---------|----------|
| 0 | 0 | 0.1 | 0.20 | 50% |
| | 1 | 0.275 | 0.50 | 55% |
| | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| | N-1 | 0.4 | 1.0 | 40% |

图 12

| 字段 | 长度 |
|--------------------|----|
| Message ID | 8位 |
| User ID | 8位 |
| AssignSegment #0 | 1位 |
| ⋮ | ⋮ |
| AssignSegment #N-1 | 1位 |

图 13

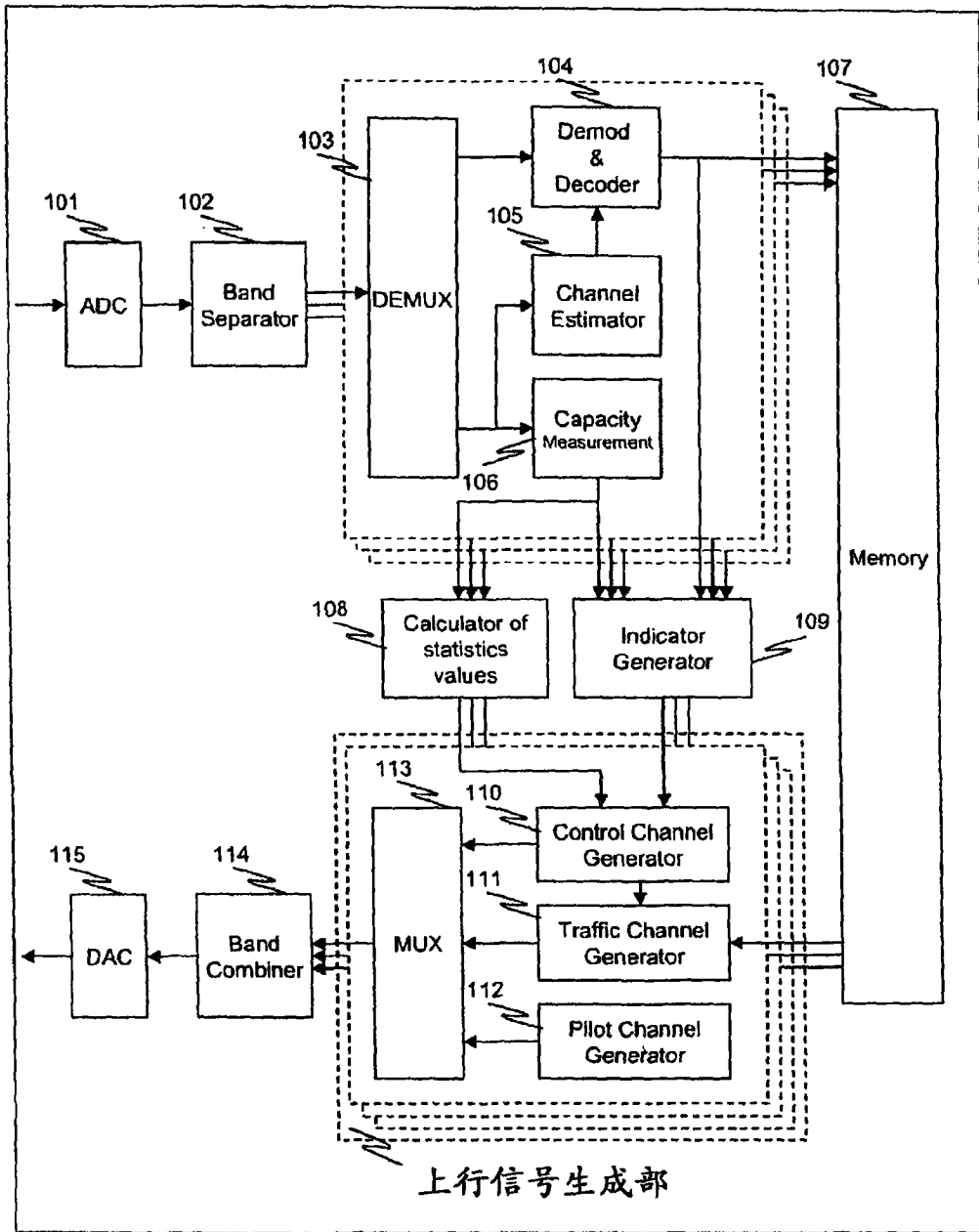


图 14

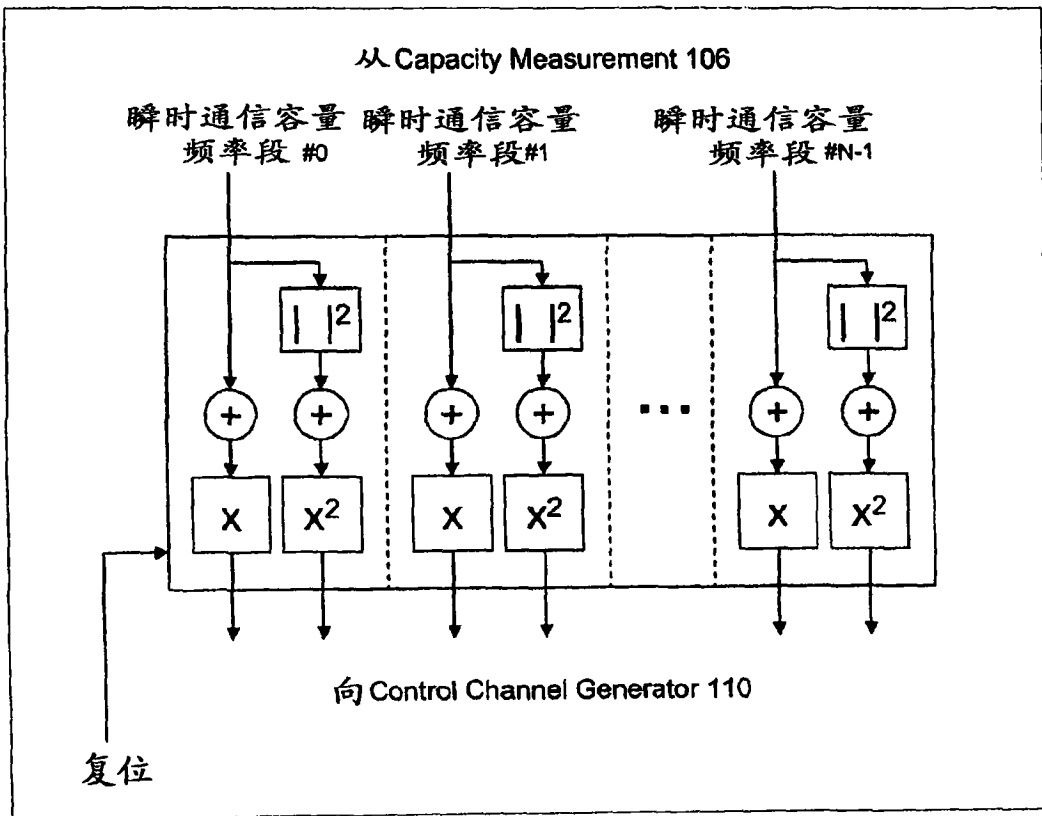


图 15

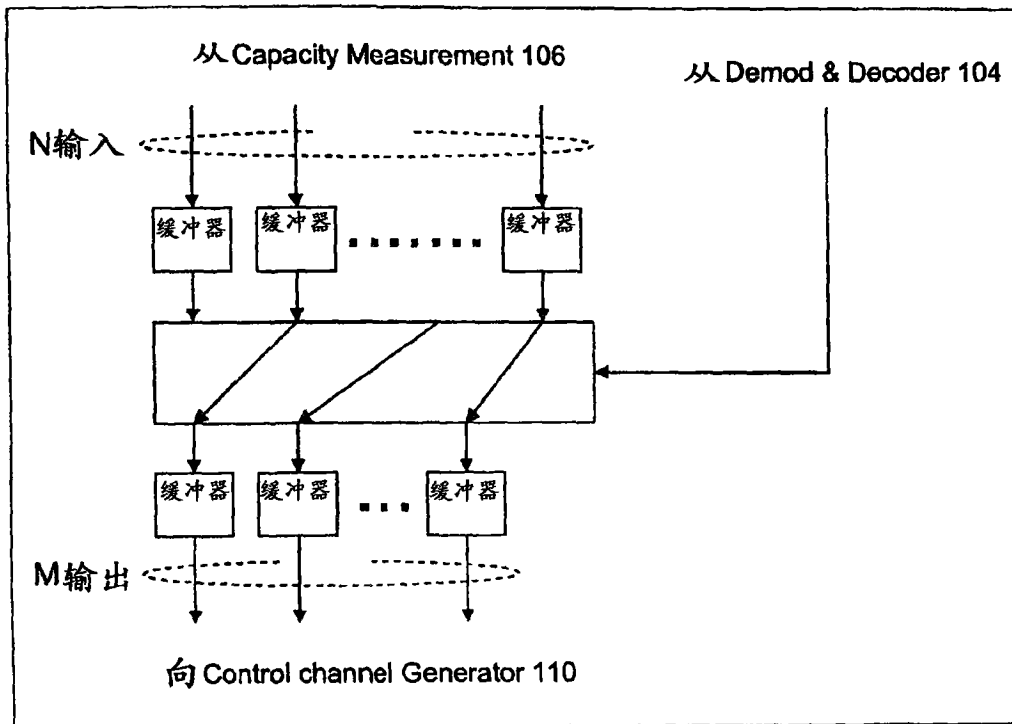


图 16

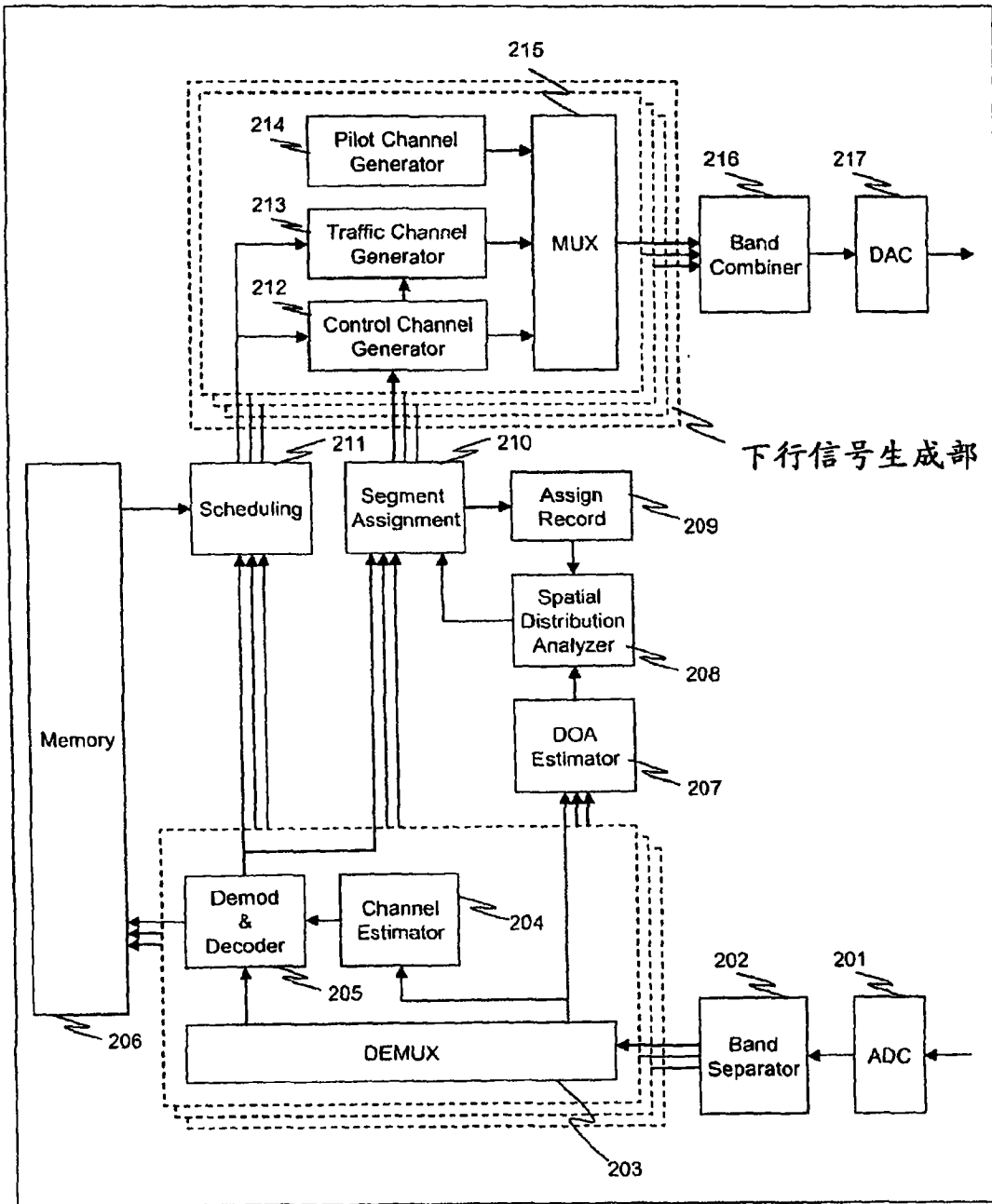


图 17

| 指示符 | 估计传送速率 | 位数 | 编码率 | 调制方式 |
|-----|---------|------|-----|-------|
| 0 | 300Kbps | 1024 | 1/5 | QPSK |
| 1 | 1.2Mbps | 2048 | 1/3 | QPSK |
| 2 | 1.8Mbps | 3072 | 1/3 | 8PSK |
| 3 | 2.4Mbps | 4096 | 1/3 | 16QAM |

图 18

| | | | |
|---------|------|-----|------|
| 频率段 ID | 0 | 1 | 2 |
| 分配终端数 | 2 | 2 | 3 |
| 终端装置 ID | 0 | 2 | 4 |
| 方位 | 0度 | 10度 | 80度 |
| 终端装置 ID | 1 | 3 | 5 |
| 方位 | 180度 | 50度 | 200度 |
| 终端装置 ID | | | 6 |
| 方位 | | | 320度 |

图 19

| | | | |
|---------|------|-----|------|
| 频率段 ID | 0 | 1 | 2 |
| 分配终端数 | 2 | 3 | 4 |
| 终端装置 ID | 0 | 2 | 4 |
| 方位 | 0度 | 10度 | 80度 |
| 终端装置 ID | 1 | 3 | 5 |
| 方位 | 180度 | 50度 | 200度 |
| 终端装置 ID | | 0 | 6 |
| 方位 | | 0度 | 320度 |
| 终端装置 ID | | | 0 |
| 方位 | | | 0度 |

图 20

| 终端装置 ID | 频率段 ID | 通信次数的期待值 |
|---------|--------|----------|
| 0 | 0 | 1/2 |
| | 1 | 1/3 |
| | 2 | 1/4 |

图 21A

| 终端装置 ID | 频率段 ID | 通信次数的期待值 |
|---------|--------|----------|
| 0 | 0 | 1 |
| | 1 | 1/2 |
| | 2 | 1 |

图 21B