

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04B 3/54 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510108536.6

[43] 公开日 2006 年 4 月 12 日

[11] 公开号 CN 1758560A

[22] 申请日 2005.9.30

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

[21] 申请号 200510108536.6

代理人 杨凯 陈景峻

[30] 优先权

[32] 2004.10.4 [33] EP [31] 04023603.6

[71] 申请人 索尼德国有限责任公司

地址 德国科恩

[72] 发明人 M·楚姆克勒 A·施瓦格

L·施塔德尔迈尔 S·蒂德曼

G·盖德肯

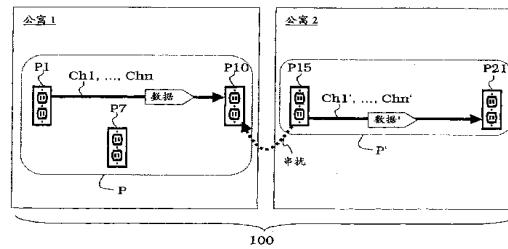
权利要求书 4 页 说明书 15 页 附图 10 页

[54] 发明名称

电力线通信方法

[57] 摘要

提供了一种电力线通信方法，用于实现在至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备(P1)和至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备(P10)之间的数据通信。本发明方法包括检验多个可能通信信道(Ch1, ..., Chn)的传输条件的步骤。从而产生描述各个可能通信信道(Ch1, ..., Chn)的传输条件的传输条件数据。还有基于所述传输条件数据选择多个可能通信信道(Ch1, ..., Chn)的通信条件作为实际通信条件的步骤。



1. 电力线通信方法，用于实现电力线通信系统（P）的至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间的数据通信，所述方法包括如下步骤：
5 (a) 检验所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间多个可能通信信道（Ch1,...,Chn）的传输条件，从而产生描述各个可能通信信道（Ch1,...,Chn）传输条件的传输条件数据；以及
10 (b) 基于所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间的所述传输条件数据，选择所述多个可能通信信道（Ch1,...,Chn）的通信条件作为实际的通信条件。
15 2. 如权利要求 1 所述的方法，其中产生所述传输条件数据，以便描述包括信噪比、时隙、频带、信道容量、来自可能电力线通信信道（Ch1,...,Chn）的所述电力线通信系统（P）或其它系统（P'）的电力线通信伙伴设备的干扰信号、地噪声以及来自非电力线通信设备的干扰的组中的至少一个。
20 3. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中选定所述实际的通信条件，以便实现并选择包括频带、信号调制方案、时隙以及所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间所述多个可能通信信道（Ch1,...,Chn）的可能的或所述实际的通信信道（Ch1,...,Chn）的发射功率的组中的至少一个。
25 4. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中重复执行检验传输条件的所述步骤（a）。
 5. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中在所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收

电力线通信伙伴设备（P10）之间进行数据通信过程期间，执行检验传输条件的所述步骤（a）。

6. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中重复执行选择所述通信条件的所述步骤（b）。

5 7. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中在所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间进行数据通信过程期间，执行选择所述通信条件的所述步骤（b），以便改变其通信条件，用于维持或提高在所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间进行的数据通信的实际数据通信质量。
10

8. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中根据给定的阈值标准，特别是相对于所述传输参数中的至少一个，来选定所述实际的通信条件。

15 9. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中特别是相对于给定的阈值标准，特别是相对于所述传输参数中的至少一个，来选定所述实际的通信条件，以便实现最佳数据通信。

20 10. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中对于所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）不听取的频带和/或存在外部发送设备或噪声的频带，所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P10）减少或避免了所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间数据通信的信号发射。

25 11. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中设置所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备（P1）和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备（P10）之间数据通信的信号发射功率，以便满足相对于选定发射频带的给定发射功率限制要求。

12. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中根据媒体接入

控制或 MAC 结构来建立所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备 (P1) 和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备 (P10) 之间的数据通信。

13. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中根据香农定理，
5 并具体地说根据如下公式 (1) 来求信道容量 (C) 的值：

$$C = \int_{t_{start}}^{t_{stop}} \int_{f_{start}}^{f_{stop}} ld(1 + SNR) df dt \quad (1)$$

其中 C 表示信道容量，t 表示数据传输的时间变量， t_{start} 表示起始时间， t_{stop} 表示停止时间，f 表示频率变量， f_{start} 表示起始频率， f_{stop} 表示停止频率，ld() 表示双对数函数，并且 SNR 表示各个信噪比。

10 14. 如上述权利要求中任一项所述的方法，

其中对于具有满足条件 $t_{start,j} \leq t_{start,j+1}$ 、 $t_{stop,j} \leq t_{stop,j+1}$ 以及 $t_{start,j} < t_{stop,j}$ (其中 $j=1, \dots, n$) 的各个起始时间 $t_{start,1}, \dots, t_{start,n}$ 和停止时间 $t_{stop,1}, \dots, t_{stop,n}$ 的多个时间间隙，和/或对于具有满足条件 $f_{start,k} \leq f_{start,k+1}$ 、 $f_{stop,k} \leq f_{stop,k+1}$ 以及 $f_{start,k} < f_{stop,k}$ (其中 $k=1, \dots, m$) 的各个起始频率 $f_{start,1}, \dots, f_{start,m}$ 和停止频率 $f_{stop,1}, \dots, f_{stop,m}$ 的多个频率间隙，根据以下公式 (2a) 求整个信道容量 C_{full} 的值：
15

$$C_{full} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m C_{j,k} \quad (2a)$$

其中 $C_{j,k}$ 表示第 j 个时间间隙和第 k 个频率间隙的部分信道容量，并根据香农定理，且具体地说根据以下公式 (2b) 来确定 $C_{j,k}$ ：

$$C_{j,k} = \int_{t_{start,j}}^{t_{stop,j}} \int_{f_{start,k}}^{f_{stop,k}} ld(1 + SNR) df dt \quad (2b)$$

20

其中 t 表示数据传输的时间变量，f 表示频率变量，ld() 表示双对数函数，并且 SNR 表示各个信噪比。

15. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中根据以下公式 (3) 来确定信噪比 (SNR)：

$$SNR = PSD_{feed} - ATT - NPSD_{receive} \quad (3)$$

25

其中 SNR 表示各个信噪比， PSD_{feed} 表示馈电功率谱密度，具体地说是对所有调制解调器已知的馈电功率谱密度， $NPSD_{receive}$ 表示接收机端的噪声功率谱密度，具体地说是由接收电力线通信伙伴设备 (P10) 测量的噪声功率谱密度，并且 ATT 表示信号衰减，具体地说是所述第一或发送电力线通信伙伴设备 (P1) 和所述第二或接收电力线通信伙伴设备 (P10) 之间的信号衰减。

16. 如上述权利要求中任一项所述的方法，其中管理多个电力线通信系统 (P, P')，具体地说，每个都具有多个电力线通信伙伴设备 (P1, P10; P15, P21)，和/或每个都没有所述多个电力线通信系统 (P, P') 的每个所述系统之间的系统间通信。

17. 系统，所述系统被采用和/或配置，并且所述系统具有实现如权利要求 1 - 16 中任一项所述的用于电力线通信的方法的装置。

18. 电力线通信设备，所述电力线通信设备被采用和/或配置，并且所述电力线通信设备具有实现和/或参与如权利要求 1 - 16 中任一项所述的用于电力线通信的一种/两种方法的装置。

19. 计算机程序产品，包括计算机装置，当在计算机、数字信号处理装置等上执行所述计算机程序产品时，采用和/或配置所述计算机装置，以便实现如权利要求 1 - 15 中任一项所述的用于电力线通信的方法及其步骤。

20. 计算机可读存储介质，包括如权利要求 19 所述的计算机程序产品。

电力线通信方法

5 本发明涉及电力线通信方法。

更具体地说，本发明涉及实现至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间数据传输或数据通信的方法。更明确地说，本发明涉及电力线通信系统的动态频域或 FD 共存方法，和/或电力线通信系统的动态时域或 TD 共存方法。
10

虽然近年来无线通信技术变得越来越重要，但是电力线通信网络和电力线通信系统仍受关注，并且它们参与某些技术策略。然而，实现高度可靠性仍然是电力线通信技术开发和前进中的主要任务。

15

本发明的目的就是提供一种电力线通信方法，在该方法中可以简单而可靠的方式减少由来自其它电力线通信系统或其它系统或来自噪声源的干扰引起的电力线通信伙伴设备之间电力线通信的扰动，以便通过电力线通信网络策略来提高通信质量和通信可靠性，
20 以及可能的数据吞吐量。

本发明的这个目的是通过具有独立权利要求 1 特征的电力线通信方法来实现的。该目的还分别通过根据独立权利要求 17、18、19 和 20 的电力线通信系统、电力线通信设备、计算机程序产品和计算机可读存储介质来实现。

25

适用于电力线通信的本发明方法，以便实现至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间的数据通信。本发明的方法包括步骤 (a)：检验所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间多个可能通信信道的传输条件，从而产生描述

各可能通信信道通信条件的传输条件数据。本发明的方法还包括步骤 (b)：基于所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间的所述传输条件数据，选择多个可能通信信道的通信条件作为实际的通信条件。

5 因此，本发明的关键思想是，监控将建立或进行数据通信或数据传输的电力线通信伙伴设备之间的可能通信信道的传输条件和接收条件。根据本发明，由传输条件数据描述传输条件。基于所述传输条件数据，将关于多个可能通信信道的通信条件选择或选定为要建立的实际通信或进行中的实际通信的实际通信条件。根据这些措施，通过选择通信信道，或通过选定使高质量数据通信或数据传输成为可能的通信条件，可维持或提高电力线通信伙伴设备之间数据通信或数据传输的质量。

10 15 最好可产生所述传输条件数据，以便描述包括信噪比、时隙、频带、信道容量、来自可能电力线通信信道的所述电力线通信系统或其它系统的电力线通信伙伴设备的干扰信号的组中的至少一个。

备选或附加地，选定所述实际通信条件，以便实现并选择包括频带、时隙、信号调制方案以及所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间多个可能通信信道的可能的或所述实际通信信道的发射功率的组中的至少一个。

20 最好可重复执行检验所述传输条件的所述步骤 (a)。

附加或备选地，在所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间进行数据通信的过程期间，可执行检验传输条件的所述步骤 (a)。

25 优选地，可重复执行选择所述通信条件的所述步骤 (b)。

附加或备选地，在所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间进行数据通信的过程期间，执行选择所述通信条件的所述步骤 (b)，以便改变

其通信条件，用于维持或提高所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间数据通信的实际数据通信质量。

有利的是，根据给定的阈值标准，具体地说相对于所述传输参数中的至少一个，来选择所述实际通信条件。
5

附加或备选地，具体地说相对于给定的阈值标准，具体地说是相对于所述传输参数中的至少一个，可选择所述实际通信条件，以便实现最佳数据通信。

此外，对于所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备不听取的频带，和/或存在外部发送设备或噪声的频带，所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备可减少或避免所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间数据通信的信号发射。
10

还有利的是，可以设置所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间数据通信的信号发射功率，以便满足关于选定发射频带的给定的发射功率限制要求。
15

优选地，可根据媒体接入控制或 MAC 结构来建立所述至少一台第一或发送电力线通信伙伴设备和所述至少一台第二或接收电力线通信伙伴设备之间的数据通信。
20

可根据香农定理，具体地说，根据如下公式（1）来求信道容量的值：

$$C = \int_{t_{start}}^{t_{stop}} \int_{f_{start}}^{f_{stop}} ld(1 + SNR) df dt \quad (1)$$

其中 C 表示信道容量，t 表示数据传输的时间变量， t_{start} 表示起始时间， t_{stop} 表示停止时间，f 表示频率变量， f_{start} 表示起始频率， f_{stop} 表示停止频率， $ld(\cdot)$ 表示双对数函数，并且 SNR 表示各个信噪比。
25

根据另一附加或备选实施例，对于具有满足条件 $t_{start,j} \leq t_{start,j+1}, t_{stop,j} \leq t_{stop,j+1}$

5 $\leq t_{stop,j+1}$ 以及 $t_{start,j} < t_{stop,j}$ (其中 $j=1, \dots, n$) 的各个起始时间 $t_{start,1}, \dots, t_{start,n}$ 和停止时间 $t_{stop,1}, \dots, t_{stop,n}$ 的多个时间间隙, 和/或对于具有满足条件 $f_{start,k} \leq f_{start,k+1}, f_{stop,k} \leq f_{stop,k+1}$ 以及 $f_{start,k} < f_{stop,k}$ (其中 $k=1, \dots, m$) 的各个起始频率 $f_{start,1}, \dots, f_{start,m}$ 和停止频率 $f_{stop,1}, \dots, f_{stop,m}$ 的多个频率间隙, 可根据如下公式 (2a) 来求整个信道容量 C_{full} 的值:

$$C_{full} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m C_{j,k} \quad (2a)$$

其中 $C_{j,k}$ 表示第 j 个时间间隙和第 k 个频率间隙的部分信道容量, 并根据香农定理, 具体地说根据如下公式 (2b) 来确定 $C_{j,k}$:

$$C_{j,k} = \int_{t_{start,j}}^{t_{stop,j}} \int_{f_{start,k}}^{f_{stop,k}} ld(1 + SNR) df dt \quad (2b)$$

10 其中 t 表示数据传输的时间变量, f 表示频率变量, $ld(\cdot)$ 表示双对数函数, 并且 SNR 表示各个信噪比。

15 由此实现了包含具有各个起始时间 $t_{start,1}, \dots, t_{start,n}$ 和停止时间 $t_{stop,1}, \dots, t_{stop,n}$ 的多个时间间隙的 TD 方法, 和/或包含具有各个起始频率 $f_{start,1}, \dots, f_{start,m}$ 和停止频率 $f_{stop,1}, \dots, f_{stop,m}$ 的多个频率间隙的 FD 方法, 并且整个可用的信道容量或信道传输能力是各个部分信道容量 $C_{j,k}$ 的和。

附加或备选地, 可根据如下公式 (3) 来确定信噪比:

$$SNR = PSD_{feed} - ATT - NPSD_{receive} \quad (3)$$

20 其中 SNR 表示各个信噪比, PSD_{feed} 表示馈电功率谱密度, 具体地说是对所有调制解调器已知的馈电功率谱密度, $NPSD_{receive}$ 表示接收机端的噪声功率谱密度, 具体地说是由接收电力线通信伙伴设备测量的噪声功率谱密度, 并且 ATT 表示信号衰减, 具体地说是所述第一或发送电力线通信伙伴设备和所述第二或接收电力线通信伙伴设备之间的信号衰减。

25 根据用于电力线通信的本发明方法的另一优选实施例, 可管理多个电力线通信系统, 具体地说, 每个都具有多个电力线通信伙伴

设备，和/或每个都没有所述多个电力线通信系统的每个所述系统之间的系统间通信。

本发明的另一方面是提供一种电力线通信系统，该电力线通信系统被采用和/或配置，并具有实现用于电力线通信的本发明方法的
5 装置。

本发明的另一方面是提供一种电力线通信设备，该电力线通信设备被采用和/或配置，并具有实现和/或参与根据本发明用于电力线通信的一种/两种方法的装置。

同样，根据本发明提供了一种计算机程序产品，其包括计算机
10 装置，当在计算机、数字信号处理装置等上执行该计算机程序产品时，采用和/或配置该计算机装置，以便实现根据本发明用于电力线通信的方法及其步骤。

最后，提供了一种计算机可读存储介质，其包括根据本发明的
15 计算机程序产品。

15

下面将进一步讨论本发明的这些和其它方面。

本发明尤其涉及用于电力线通信系统或 PLC 系统的动态 FD 和/
或 TD 共存方法。

电力线网络是开放网络。来自安装在相邻公寓中的 PLC 系统的
20 信号可能与其它 PLC 系统串扰。由于这种干扰，上述两个系统的数据吞吐量都降低了。本发明给出了一种方法，来在两个系统不干扰的时域和频域共享资源。使用该共存方法，两个系统的总吞吐量比存在通信信号干扰时要高。在 PLC 系统之间没有所需的兼容性或数据交换。

如今，在 PLC 通信中不存在共存。PLC 调制解调器使用具有最大可能功率的永久频率分配。各种厂商的调制解调器的信号相互干扰，并且所有系统都具有较低的数据吞吐量。
25

1. 准静态信道中已知和未知通信系统的时间和频率分集

1.1 介绍

电力线网络是开放网络。建筑物内的电线连接到变电站。每个变电站连接到许多房屋。通常沿高架电缆线路菊花式链接各个房屋。甚至在建筑物内部，在计次表室或保险丝箱中连接几间公寓或居住单元。
5 PLC 信号从一个居住单元串扰到另一个居住单元。功率表或者居住单元或建筑物之间的距离使串扰信号衰减。距离越长，通信干扰的危险性越小。在统计学上，大多数情况下，从一个居住单元内的一个出口到另一居住单元内的另一出口的连接比一个公寓内部的两个出口之间的连接衰减更多。但在极少数情况下发现情况相反。
10 对于干扰情况，需要共存机制。理论上，可在时域或频域解决共存问题。

1.2 方案

例如在公寓 1 内，存在从 P1(插头 1)到 P10 的电力线通信或 PLC 通信。在相邻公寓中，存在从 P15 到 P21 的通信。来自公寓 2 的 PLC
15 通信系统干扰公寓 1 中安装的 PLC 系统。

本发明给出了一种如何使基于相同或不同结构的两个 PLC 系统之间的干扰影响最小化的机制。

1.3 一般 PLC 系统目标

1. 想彼此通信的两个出口利用时域和频域中的最佳的可能通信链路；
20
2. 两个出口之间的通信链路仅占据未受干扰的容量（以频率和时间为单位）。

1.4 集中式媒体存取控制或 MAC 概要

所提出的发明特别用于集中式 MAC 结构，其中中央控制器负责
25 协调每个 MAC 帧的时隙（信道）分配。集中式 MAC 帧通常分为以下阶段：

- 广播阶段，在该阶段中央控制器将帧同步和资源分配信息（时

隙或信道分配)发送到听取终端。

- 下行链路阶段，在该阶段将数据从中央控制器发送到一个或多个听取终端。
- 上行链路阶段，在该阶段终端将数据发送到中央控制器。
- 5 • 可选择的，直接链路阶段，在该阶段终端将数据直接发送到其它终端。
- 资源请求阶段，在该阶段终端可以随机存取方式请求资源预留，即，在该阶段期间媒体的所有终端内容。

1.5 自适应 OFDM 概要

10 根据本发明的优选实施例，PLC 可使用根据当前信道条件的自适应调制方案。可以每个子载波都可适于其信道特性的方式，扩展由许多正交子载波组成的作为一种调制方案的 OFDM：具有好条件的子载波选择高调制方案，这提供了高比特率吞吐量。具有差条件的子载波选择较强大的调制方案，这导致较低的比特率吞吐量。此外，可不考虑具有很差条件的子载波。图 3 示出了 PLC 信道中可用的 SNR 的示例：Y 轴表示可用的 SNR，X 轴表示频率。具有高 SNR 的频率选择高达 1024 QAM 的调制。降低 SNR 导致了更强大的调制方案，降至 QPSK 乃至 BPSK。具有很低 SNR 的区域被陷波 (notch)。

1.6 第一公寓 1 中两出口间的通信链路分配

20 可至少部分根据以下处理步骤来实现本发明的另一实施例：

1. P10 在 PLC 帧周期或 PLC MAC 帧周期上监控例如在 4 MHz 到 30 MHz 频带内的幅度或场强。P10 检测具有最小干扰的时隙。
2. P10 请求来自 P1 的要在一 PLC 帧内的最佳时隙传输的数据。这可由集中式 MAC 的主机来协调。
- 25 3. P1 在定义的时隙将具有强大调制图形的第一初始数据包发送到 P10。
4. P10 定义来自 P1 的接收信号外的频率相关调制图形，以及测量的干扰和噪声 (SNR 计算)。

5. P10 在 PLC 帧内的特定时隙请求来自 P1 的具有特定调制图形的作为正在进行的有效载荷的数据。

6. P1 将具有请求的调制图形的数据发送到 P10。

如果 P10 检测到来自 P1 的接收数据在时间或频率方面的困难，
5 则将在更高层请求立即重新传输。然后 P10 在 PLC 帧内的新时隙请求来自 P1 的另一数据和/或具有新调制图形的数据。

1.7 情况 1: 第二公寓 2 的 PLC 系统是完全未知的干扰源

由于难以预测时间选择性干扰（从 P15 到 P21 的传输），因此
通过改变时隙仅存在有限的增益。然而，存在避免这种干扰达至少
10 一段时间的好机会。

1.8 情况 2: 第二公寓 2 的 PLC 系统是已知的 PLC 干扰源，例如，具有与第一公寓 1 中 PLC 系统相同系统结构的 PLC 系统。

改变时隙提供了很大的优点，甚至在第一公寓 1 和第二公寓 2 的两个 PLC 系统不完全同步的情况下，因为当时钟偏移非常小时，
15 也希望 PLC 帧的相对移动非常慢。

1.9 计算时域方法的信道容量

使用香农定理，可根据如下公式（1）来计算时间帧内的信道容量 C:

$$C = \int_{t_{start}}^{t_{stop}} \int_{f_{start}}^{f_{stop}} ld(1 + SNR) df dt \quad (1)$$

20 在包括具有各个起始时间 $t_{start,1}, \dots, t_{start,n}$ 和停止时间 $t_{stop,1}, \dots, t_{stop,n}$ 的多个时间间隙的 TD 方法和/或包括具有各个起始频率 $f_{start,1}, \dots, f_{start,m}$ 和停止频率 $f_{stop,1}, \dots, f_{stop,m}$ 的多个频率间隙的 FD 方法中，整个可用的信道容量或信道传输能力是各部分信道容量 $C_{j,k}$ 的和。

在此情况下，给出了具有满足条件 $t_{start,j} \leq t_{start,j+1}$ 、 $t_{stop,j} \leq t_{stop,j+1}$ 以及 $t_{start,j} < t_{stop,j}$ （其中 $j=1, \dots, n$ ）的各个起始时间 $t_{start,1}, \dots, t_{start,n}$ 和停止时间 $t_{stop,1}, \dots, t_{stop,n}$ 的多个时间间隙和/或具有满足条件 $f_{start,k} \leq f_{start,k+1}$ 、 $f_{stop,k} \leq f_{stop,k+1}$ 以及 $f_{start,k} < f_{stop,k}$ （其中 $k=1, \dots, m$ ）的各个起始频率 $f_{start,1}, \dots, f_{start,m}$

和停止频率 $f_{stop,1}, \dots, f_{stop,m}$ 的多个频率间隙。则根据以下公式 (2a) 来求整个信道容量 C_{full} 的值:

$$C_{full} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m C_{j,k} \quad (2a)$$

其中 $C_{j,k}$ 表示第 j 个时间间隙和第 k 个频率间隙的部分信道容量，并

5 根据香农定理，具体地说是根据以下公式 (2b) 来确定 $C_{j,k}$:

$$C_{j,k} = \int_{f_{start,j}}^{f_{stop,j}} \int_{f_{start,k}}^{f_{stop,k}} ld(1+SNR) df dt \quad (2b)$$

其中 t 表示数据传输的时间变量， f 表示频率变量， $ld(\cdot)$ 表示双对数函数，并且 SNR 表示各个信噪比。

可根据如下公式 (3) 来计算信噪比 SNR:

$$SNR = PSD_{feed} - ATT - NPSD_{receive} \quad (3)$$

PSD_{feed} 是馈电功率谱密度，并对所有调制解调器都是已知的。

$NPSD_{receive}$ 表示接收机端的噪声功率谱密度，并由接收调制解调器测量。ATT 表示衰减，由一对 PLC 调制解调器或 PLC 设备测量。

在时域方法中，使用整个可用的频谱。传输容量是所有时间帧的容量和。

1.10 释放没用的频带

所有的 PLC 系统必须都能够检测电力线网络上的噪声，并例如通过对 OFDM 载波进行陷波来从其通信中省略掉干扰频率。只有具有良好 SNR 的频率可用于通信。其它频率（具有差的 SNR）将被省略。接收调制解调器测量可用的 SNR，它变成用于在发射机位置处选择用于通信的载波的参考。

在图 1 的示例中，存在从 P1 到 P10 的衰减，如图 5 中所示。发射信号在 P1 处具有 0dB 衰减。在 P10 处，接收信号被衰减，如图 5 中所示。

在下文中，将基于本发明的优选实施例，并参考示意性示出本发明各方面的附图，来更详细描述本发明的这些和其它方面。图 6

中的红色曲线示出了从 P15 到 P10 的衰减，这与由 P15 和 P21 之间通信引起的对 P10 的干扰一致。图 6 中的示例示出了罕见情况，其中来自外部的干扰信号在子午线上的衰减小于来自公寓内部的信号。即使在这种限制下，也存在一些期望连接的衰减小于干扰信号的频率范围。
5

在被干扰的信号高于期望信号的频率处，例如 4 - 10MHz、13 - 16MHz 以及 20 - 30MHz，从 P1 到 P10 可能没有通信。因此应该省略这些频率，而不释放任何比特率。在对这些频率陷波之后，接收的信号看上去如图 7 中所示。

10 蓝色区域标记了可由从 P1 到 P10 的通信使用的 SNR。结果，释放的频率可由其它相邻 PLC 系统（例如公寓 2 中的 PLC 系统）使用。在公寓 2 以与公寓 1 中系统相同方式工作的情况下，从 P15 到 P21 的通信可省略公寓 1 使用的那些频率。这为公寓 1 提供了扩展的 SNR，以及因此更高的比特率（见图 8）。

15 如果将该共存机制实现到电力线调制解调器或设备，则已经包括了用于 SW 辐射防护的动态陷波，因为将忽略由 SW 广播信号引起的具有低 SNR 的频率。

1.11 计算频域方法的信道容量

此外，可根据公式（1）中所示的香农定理计算信道容量 C。在此一个或几个频率间隔永久地用于通信。
20

1.12 功率补偿

可将如对于频域描述的类似行为应用到传输的功率电平，以便降低干扰电位。

对于根据公式（1）和（2）的信道容量 C 的可能计算而言，减少 PSD_{feed} 的值，永久地使用整个可用频谱。
25

1.13 本发明实施例的设备和部件视图

在图 9 中，对于发明的接收 PLC 伙伴设备 P10 的实施例而言，包括 AFE 或模拟前端，并且当与如今的现有技术 PLC 调制解调器的

状态相比时，本发明中最佳幅度、时间和频率间隔的计算是新颖的。可将各个信息发送回发射调制解调器或设备。

在图 10 中，对于发明的发送 PLC 伙伴设备 P1 的实施例而言，设置 PSD 或功率谱密度，并且发射调制解调器或 PLC 设备获得关于最佳功率设置、定时和频率分配的信息。该信息被转发到 MAC 层 MAC 和物理层 PHY 中的模块。当 PLC 调制解调器或设备 P1 传输数据时，MAC 层 MAC 是负责的。物理层 PHY 根据最佳吞吐量条件放置 OFDM 传输的陷波或载波。

1.14 结论

以下列出了现有通信技术的一些状态属性：

1. 利用编码，以及在随时间和频率变化的信道内交错的时间和频率。对于快速改变信道而言是有用且有效的。
2. 现有技术 OFDM 系统（例如无线系统）的状态不使用准静态信道如 PLC 的优点。
3. 为不同用户分配固定的频率块实现共存。
4. 为不同用户分配固定的时隙实现共存（需要同步系统）。
5. 与其它用户具有足够的距离使能够共存（用户间的强衰减）。

以下列出了新方法的一些可能属性：

1. 可将系统实现为快速适应于改变信道。仅在信道改变期间花费开销。这对准静态信道而言是有效的。
2. 未用的频率块可用于其它。
3. 可不需要完全同步的系统，以使用自由时隙。
4. 系统可使用节点和外部或外面干扰之间的特定信道条件。
5. 提供最大信道容量或信道传输能力的共存机制（频域、时域或功率域）将用于通信。

在基于本发明优选实施例的下文中，将通过参考附图和示意图来进一步讨论本发明的这些和其它方面。

图 1 是说明可由用于电力线通信的本发明方法管理的通信环境的示意性框图；

图 2 是说明典型的 MAC 结构的示意性框图；

图 3 是说明电力线通信信道中可能信噪比 SNR 以及每个载波的
5 构象选择；

图 4 是说明时间结构的示意性框图，根据该时间结构可对于 TD 共存方法方面建立图 1 系统内的通信；

图 5-8 是用于说明对于 FD 共存方法方面在电力线通信过程中通信条件的方面的示意性图形表示；

10 图 9 是说明接收电力线通信伙伴设备的实施例的示意性框图；

图 10 是示出发送或发射电力线通信伙伴设备的实施例的示意性框图。

15 在下文中，彼此相似、类似或等价的结构和/或功能单元将由相同的标号表示。不是每当它们出现时就重复详细描述。

图 1 是说明本发明电力线通信方法的实施例可应用到的通信环境 100 的可能结构示意性框图。所述通信环境 100 可称为全球设备网络，其可通过一个装置或另一装置彼此相互作用。

20 图 1 所示通信环境 100 包括位于公寓 1 第一房间中的第一电力线通信系统 P 和位于公寓 2 第二房间中的第二电力线通信系统 P'，该第二房间与公寓 1 的所述第一房间在空间上被隔开。

25 在图 1 中所示的示例中，第一电力线通信系统 P 包括三台电力线通信伙伴设备 P1、P7 和 P10。在电力线通信伙伴设备 P1 和电力线通信伙伴设备 P10 之间将建立电力线通信，或者该电力线通信处于进行中，这由从第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 指向第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 的箭头指示。

另一方面，在第二电力线通信系统 P' 内，发送电力线通信伙伴设备 P15 和接收电力线通信伙伴设备 P21 之间的通信在进行中，或

者将被保持，这由从电力线通信伙伴设备 P15 指向电力线通信伙伴设备 P21 的箭头指示，并且可能发生过程或作用的干扰或串扰，这由从第二电力线通信系统 P'的发送电力线通信伙伴设备 P15 到第一电力线通信系统 P 的接收电力线通信伙伴设备 P10 的虚线箭头指示。

5 建立用于电力线通信的本发明方法，以便避免图 1 中所示电力线通信系统中的串扰和干扰的缺点。

10 图 2 是 MAC 帧结构的示意性框图，根据该 MAC 帧结构可实现图 1 所示第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 与第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 之间的电力线通信。根据图 2，在图 2 中所示的所谓的 MAC 帧或媒体接入控制帧结构内，传输要在相互作用的电力线通信伙伴设备 P1、P10 之间传递的数据。将数据分布在级联的 MAC 帧内，每个 MAC 帧由五个主要部分组成，即广播信道部分、下行链路表面部分、直接链路表面部分、上行链路表面部分和资源表面部分。

15 图 4 是一方面说明电力线通信伙伴设备 P1 和 P10 之间通信而另一方面说明 P15 和 P21 之间通信的示意性框图。实线框指示了第一电力线通信系统 P 的第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 与第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 之间的数据通信，而虚线框指示了第二电力线通信系统 P'的发送电力线通信伙伴设备 P15 与接收电力线通信伙伴设备 P21 之间的数据通信。每个框都对应于分别分配给所述第一电力线通信系统 P 和所述第二电力线通信系统 P'的各对电力线通信伙伴设备 P1、P10 和 P15、P21 的各个时隙，以便避免所述第一系统 P 和第二系统 P'之间的干扰和串扰问题。

20 图 5-8 通过图形表示的方式说明了图 1 中所示所述第一电力线通信系统 P 和第二电力线通信系统 P'中的发送和接收情况。

25 图 5 说明了从所述第一电力线通信系统 P 的所述第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 传输到所述第一电力线通信系统 P 的所述第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 的信号的衰减。图 5 的迹线将衰减（以 dB 为单位）描述为传输信号的频率的函数。这里在所述第一电

力线通信系统 P 的第二电力线通信伙伴设备 P10 的位置处测量该衰减。

图 6 包括作为附加迹线的、从在第一电力线通信系统 P 的第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 位置处的第二电力线通信系统 P' 的发送电力线通信伙伴设备 P15 发射的信号的衰减。显然，存在如下频带：在该频带中，当与从所述第一电力线通信系统 P 的第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 发射的信号的衰减相比较时，在第一电力线通信系统 P 的第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 位置处从第二电力线通信系统 P' 的发送电力线通信伙伴设备 P15 发射的信号的衰减更小。因此，在频谱中存在这样的部分：在该部分中，干扰或串扰信号具有比第一电力线通信系统 P 的所述第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 要接收的数据信号更高的信号强度。

在图 7 中强调并指示了没有给出后面描述情况所在的频带，即，分散的部分是这样的频率部分：在该频率部分，从第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 传输的数据信号的信号强度大于在所述第一电力线通信系统 P 的第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 位置处从第二电力线通信系统 P' 的发送电力线通信伙伴设备 P15 干扰的信号的信号强度。

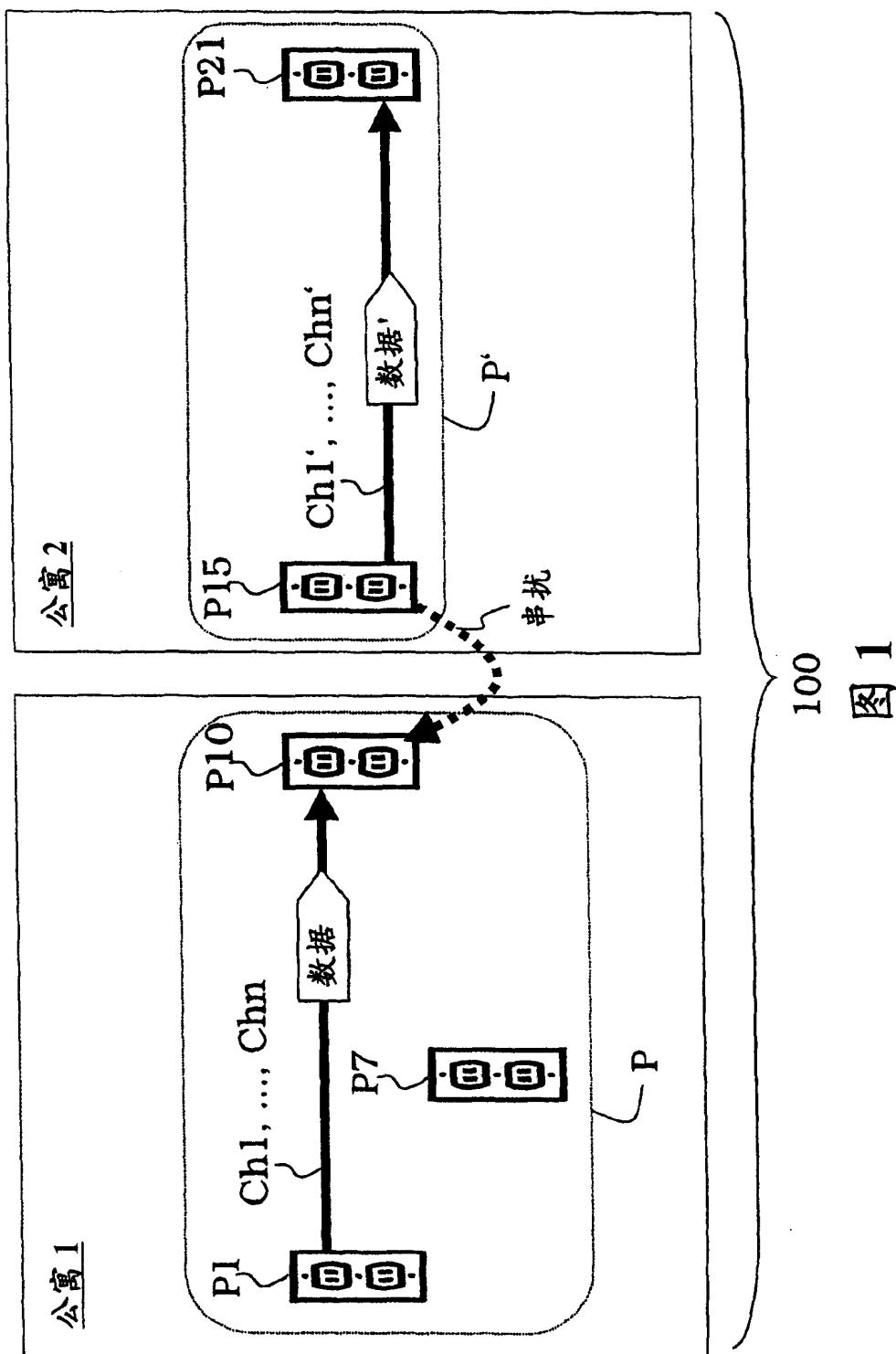
图 8 说明了这样一种情况：在该情况下，图 7 所示的强调部分没有第二电力线通信系统 P' 的发送电力线通信伙伴设备 P15 的发射，以便对于从所述第一电力线通信系统 P 的所述第一或发送电力线通信伙伴设备 P1 传输到所述第二或接收电力线通信伙伴设备 P10 的数据信号增加各个频带的信噪比，从而增加可能的通信带宽和数据吞吐量。

标号

100 通信环境

Ch1,...,Chn 第一 PLC 系统 P 中的可能通信信道

	Ch1',...,Chn'	第二 PLC 系统 P' 中的可能通信信道
	P	第一电力线通信系统
	P'	第二电力线通信系统
	P1	第一或发送电力线通信伙伴设备
5	P7	电力线通信伙伴设备
	P10	第二或接收电力线通信伙伴设备
	P15	发送电力线通信伙伴设备
	P21	接收电力线通信伙伴设备



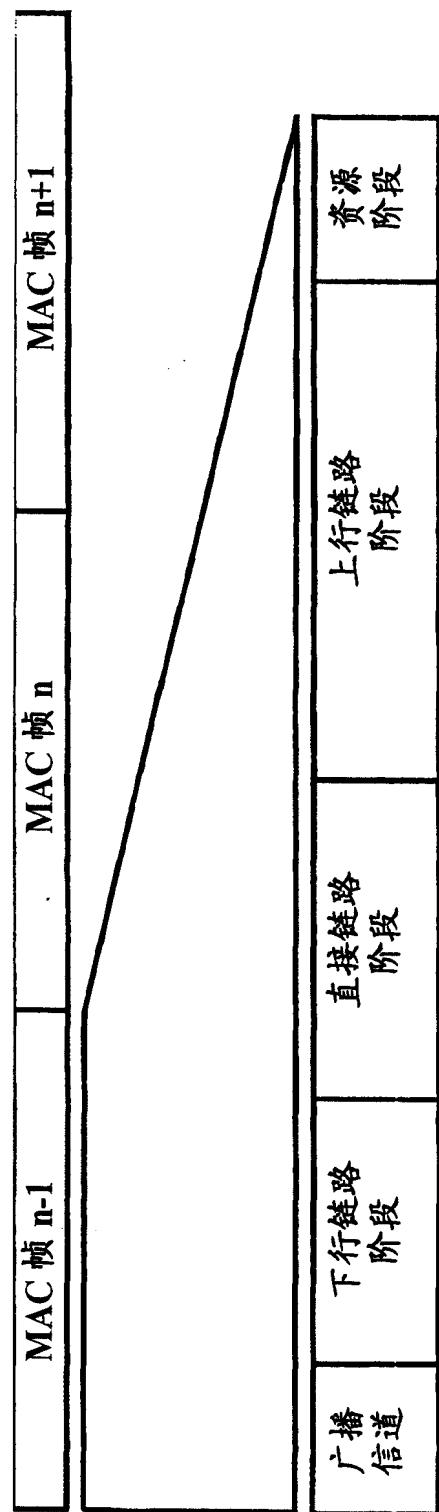


图 2

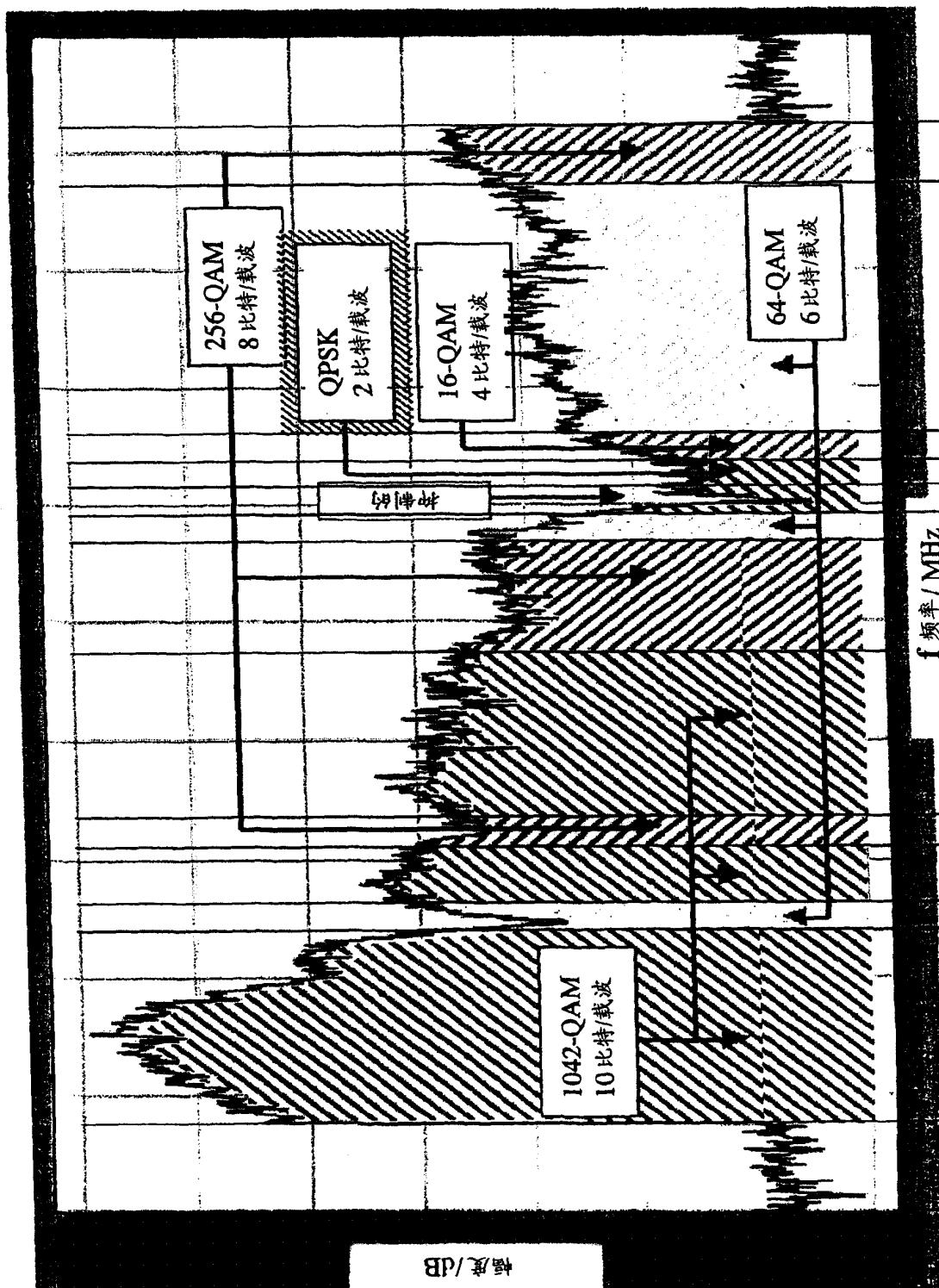


图 3

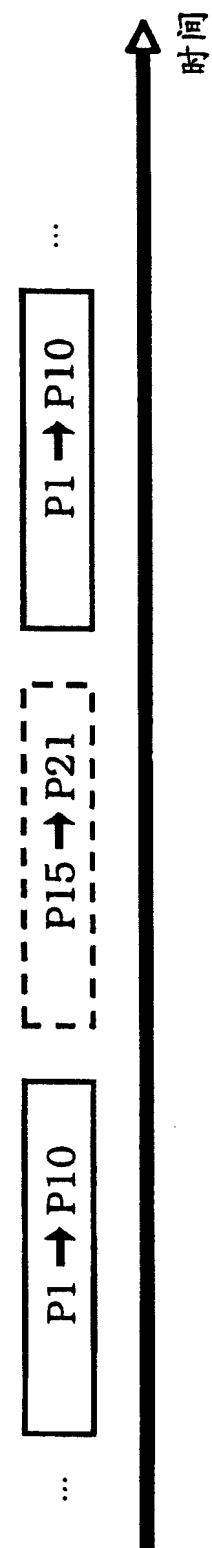
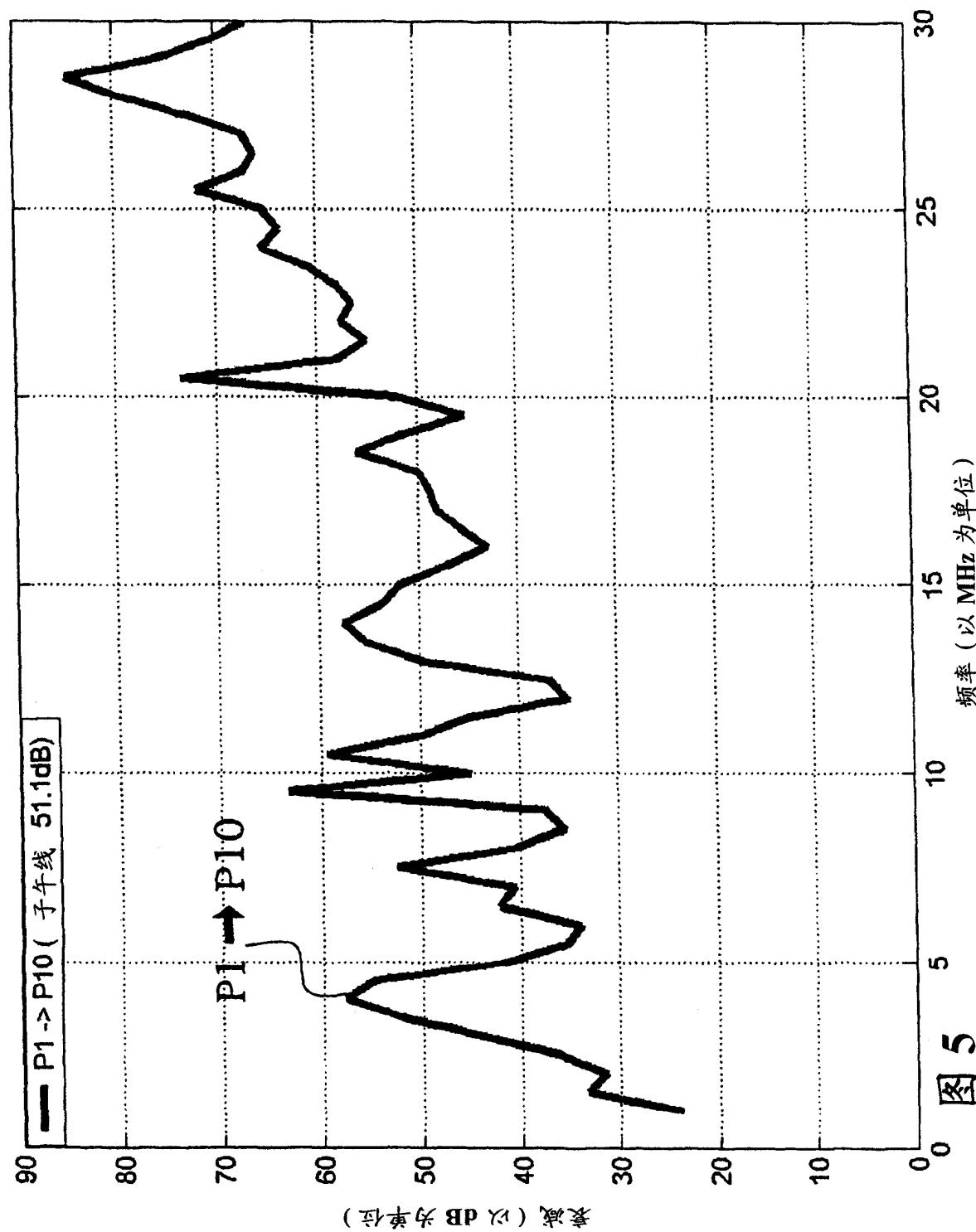
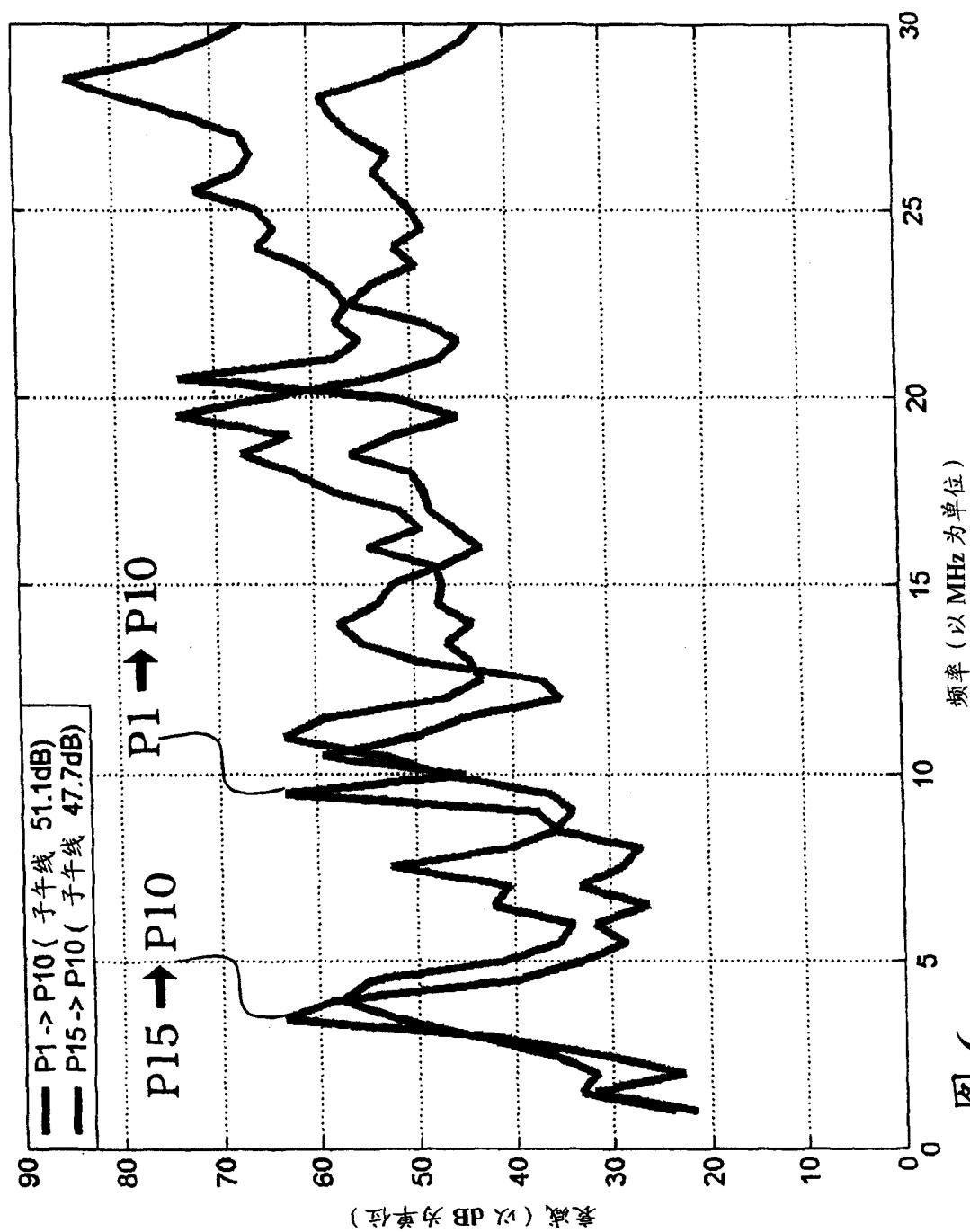
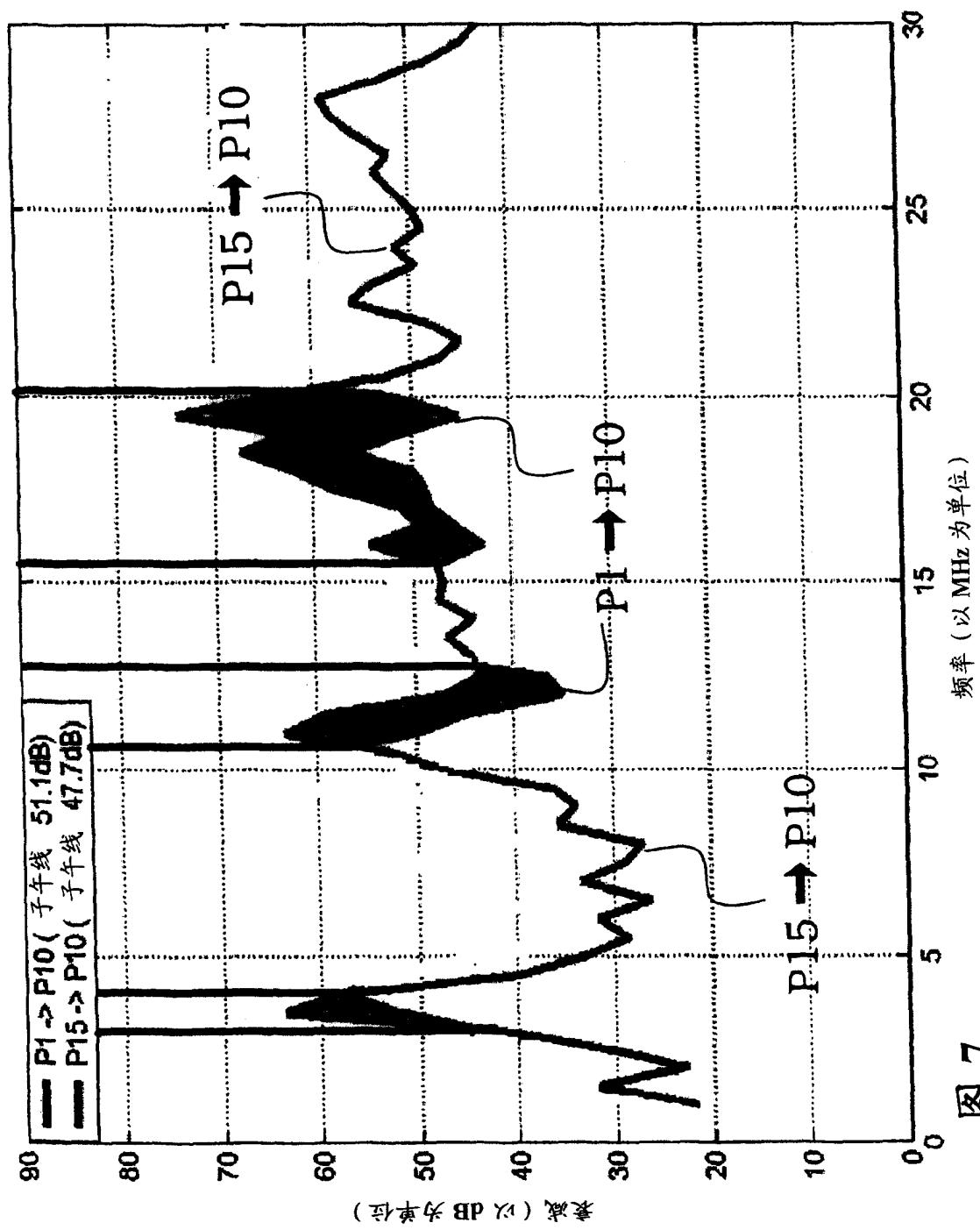
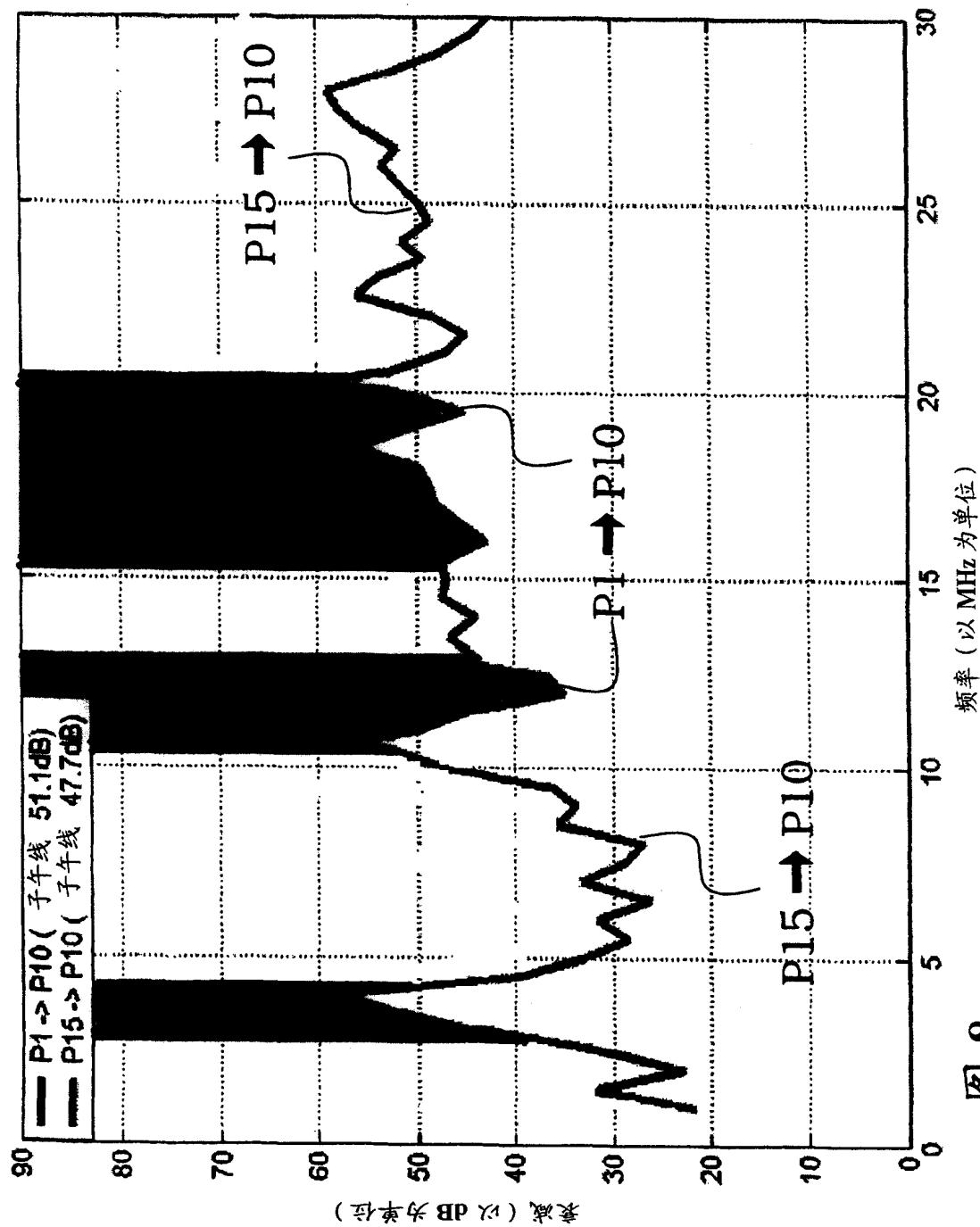


图 4









P10

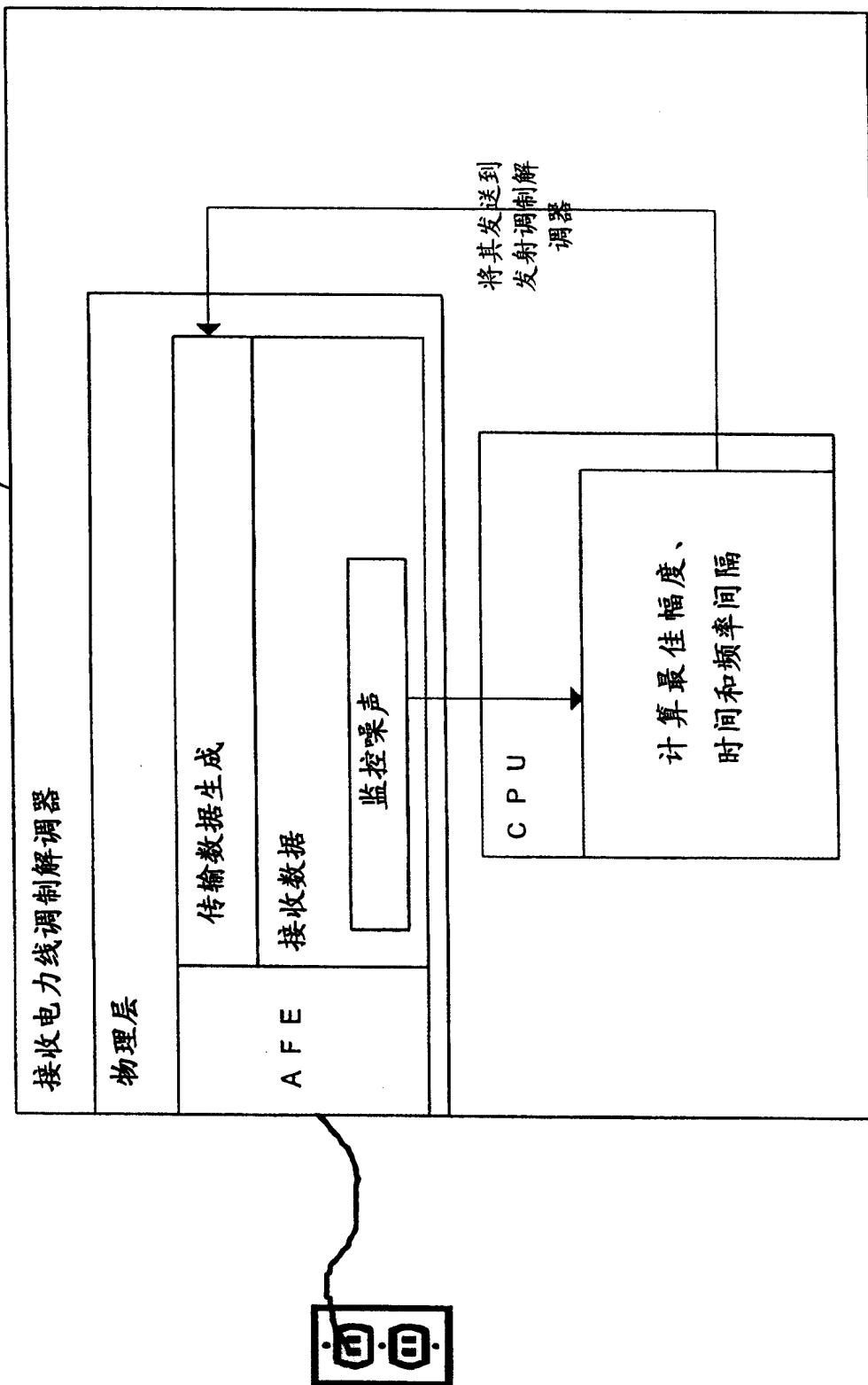


图 9

