



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01819964. X

[43] 公开日 2004 年 6 月 30 日

[11] 公开号 CN 1509526A

[22] 申请日 2001. 10. 1 [21] 申请号 01819964. X

[30] 优先权

[32] 2000. 10. 4 [33] US [31] 09/678,983

[86] 国际申请 PCT/US2001/030679 2001. 10. 1

[87] 国际公布 WO2002/030003 英 2002. 4. 11

[85] 进入国家阶段日期 2003. 6. 3

[71] 申请人 科内森特系统公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 弗朗克·萨卡 阿尔博托·曼托瓦尼

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

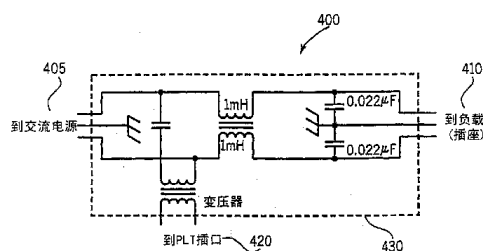
代理人 韩 宏

权利要求书 5 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称 电力线连网装置和方法

[57] 摘要

本发明公开了一种通过电力线载送电数据信号和电功率的装置。该装置包括数据处理设备、电源和数据信号收发器。该装置还包括耦合到电力线和电源的干扰滤波器，并配置成滤去电磁干扰。本发明还公开了一种电磁耦合到电力线的耦合电路。耦合电路配置成传输和接收通过电力线运载的数据信号。耦合电路耦合到数据信号收发器。数据信号收发器配置成向数据处理设备传输数据信号和从其接收数据信号。



1、一种通过电力线载送电数据信号和电功率的装置，包括：
数据处理设备；
电源；
数据信号收发器；
干扰滤波器，耦合到电力线和电源并配置成滤去电磁干扰；以
及

耦合电路，电磁耦合到电力线，该耦合电路配置成发送和接收
通过电力线载送的数据信号，该耦合电路耦合到数据信号收发器，
数据信号收发器配置成向数据处理设备发送数据信号和从其接收数
据信号。

2、如权利要求 1 所述的装置，其中数据处理设备是个人计算机。

3、如权利要求 1 所述的装置，其中电功率具有第一频率，电数
据信号具有区别于第一频率的第二频率。

4、如权利要求 3 所述的装置，其中第一频率位于 50 到 60 赫兹
的范围内。

5、如权利要求 3 所述的装置，其中第二频率位于 2 到 50 兆赫
的范围内。

6、如权利要求 1 所述的装置，其中干扰滤波器包括至少一个电
容器。

7、如权利要求 1 所述的装置，其中干扰滤波器包括一个具有滤
波变压器铁心的滤波变压器。

8、如权利要求 7 所述的装置，其中变压器电路包括缠绕在滤波
器变压器铁心的电线以提供到电源输入的电磁耦合。

9、如权利要求 1 所述的装置，其中变压器电路与电力线并联。

10、如权利要求 1 所述的装置，其中干扰滤波器和变压器电路集成在数据处理设备中。

11、如权利要求 1 所述的装置，其中数据信号收发器是电力线变压器模拟前端电路。

12、如权利要求 1 所述的装置，其中变压器电路和滤波器电路集成到在电源输入和电源之间耦合的一模块中。

13、如权利要求 12 所述的装置，其中该模块包括用于数据线的一耦合，该数据线配置成载送电数据信号。

14、如权利要求 13 所述的装置，其中该耦合是 RJ11 插口。

15、如权利要求 13 所述的装置，其中该耦合是 BNC 连接器。

16、如权利要求 1 所述的装置，其中该变压器电路和滤波器电路集成在一电源板中。

17、如权利要求 16 所述的装置，其中该电源板包括至少一个电插座。

18、如权利要求 16 所述的装置，其中该电源输入是耦合到电源板的电插头。

19、如权利要求 16 所述的装置，其中该电源板包括配置成连接数据线的电力线变压器耦合，该数据线配置成载送电数据信号。

20、如权利要求 19 所述的装置，其中该电力线变压器耦合是 RJ11 插口。

21、如权利要求 19 所述的装置，其中该电力线变压器耦合是 BNC 连接器。

22、为电力线连网配置的电源板，电源板包括：

电插头；

电源滤波器，用于滤去电磁干扰，该电源滤波器耦合到电插头；

电感器，耦合到该电源滤波器和一信号耦合；以及

电源插座，耦合到该电源滤波器。

23、如权利要求 22 所述的电源板，其中该电源板包括与电源滤波器并联耦合的多个电源插座。

24、如权利要求 22 所述的电源板，其中该电源滤波器包括一电容器。

25、如权利要求 22 所述的电源板，其中该电源滤波器包括一变压器。

26、如权利要求 25 所述的电源板，其中该电感器与电源滤波器的变压器共享一个变压器铁心。

27、如权利要求 22 所述的电源板，其中电感器与电插头并联耦合。

28、如权利要求 22 所述的电源板，其中该信号耦合是一 RJ11 插口。

29、如权利要求 22 所述的电源板，其中该信号耦合是一 BNC 连接器。

30、一种电力线连网适配器，包括：

电力线耦合输入；

干扰滤波器，耦合到该电力线耦合输入；

电磁耦合电路，耦合到该滤波器电路；以及

数据信号连接器，耦合到该电磁耦合电路。

31、如权利要求 30 所述的适配器，还包括：

耦合到电力线输入耦合的电插头。

32、如权利要求 31 所述的适配器，其中，电插头是与该电力线输入耦合集成在一起的。

33、如权利要求 30 所述的适配器，其中，该电力线输入耦合、干扰滤波器、电磁耦合电路和数据信号连接器集成在一个单独的单元中。

34、如权利要求 30 所述的适配器，其中，该干扰滤波器包括具

有一变压器铁心的变压器。

35、如权利要求 34 所述的适配器，其中，电磁耦合电路包括共享该变压器铁心的一绕组。

36、如权利要求 30 所述的适配器电路，其中，电磁耦合电路包括与该电力线输入耦合并联的变压器。

37、如权利要求 30 所述的适配器电路，其中，该数据信号连接器包括一 RJ11 插口。

38、如权利要求 30 所述的适配器电路，其中，该数据信号连接器包括一 BNC 连接器。

39、如权利要求 30 所述的适配器，其中，通过该电力线输入耦合载送的电功率信号具有第一频率，通过该电力线输入耦合载送的电数据信号具有不同于第一频率的第二频率。

40、如权利要求 39 所述的适配器，其中，第一频率位于 50 到 60 赫兹的范围内。

41、如权利要求 39 所述的适配器，其中，第二频率位于 2 到 50 兆赫的范围内。

42、一种将数据处理设备耦合到电力线的方法，电力线运载电功率和数据信号，包括：

将数据处理设备的电源通过干扰滤波器耦合到电力线，干扰滤波器配置成滤去电磁干扰；以及

将来自数据信号收发器的数据信号载波电磁耦合到电力线以提供一电磁耦合电路，电磁耦合电路配置成发送和接收通过电力线载送的数据信号。

43、如权利要求 42 所述的方法，其中，电磁耦合步骤包括在电力线和数据处理设备间设有一电感器。

44、如权利要求 42 所述的方法，其中，干扰滤波器包括具有一电感器铁心的电感器。

45、如权利要求 44 所述的方法，其中，电磁耦合步骤围绕该电感器铁心的一绕组。

46、如权利要求 42 所述的方法，还包括：

将干扰滤波器和电磁耦合电路集成在数据处理设备中。

47、如权利要求 42 所述的方法，还包括：

将干扰滤波器和电磁耦合电路集成在电源中。

48、如权利要求 42 所述的方法，还包括：

将干扰滤波器和电磁耦合电路集成在数据处理设备中。

电力线连网装置和方法

技术领域

一般地，本发明涉及电力线连网技术领域，进一步说，本发明涉及计算机电源线和计算机数据通信接口之间的信号接口。

背景技术

电力线技术（PLT）已经并将继续被快速引入消费市场，以支持家庭连网和其他本地网络情况。例如，可以利用家中的电力线路以不同于电力传输频率的频率载送数据通信信号，把家中的多台计算机连到一起。而且可以把其他的数据处理设备用类似的方式在家中连网。例如，可以用电力线技术把家中的应用设备以及家庭通信设备连在一起，如电话、视频设备、家庭安全设备、监视设备等。

通常，个人计算机（PC）不需要优化来支持 PLT。目前，附加 PLT 系统的基本体系或者是内部 PC 卡（如 ISA 或 PCI），用户将其安装在已有计算机上，或者是具有 USB 口的外部独立盒或与 PC 接口的并行电缆。PLT 模块，无论是内部的还是外部的，必须以某种方式耦合到电力线。通常 PLT 模块是通过将信号耦合模块插入到个人计算机附近的空电源插座中来耦合到电力线的。为了实现这种耦合，需要有空的电源插座，这在个人计算机系统附近是少见的，因为通常有显示器、打印机和其他附件连接到电源板。在有空插座的情况下，用户被迫将 PLT 模块连到相当嘈杂的电源节点，其中 PC 是直接连到该电源节点的，而没有通过适当的滤波。将 PLT 模块连接到嘈杂的电源节点会影响 PLT 网络的运行和性能，这取决于 PC 及其相连附件所用的电源类型。

在使用电源板（power strip）的情况下，现有的电源板可能包含

能有效地从电力线解耦高频信号的滤波器。因此，为了优化性能将 PLT 适配器连接到电源板不一定恰当，因为电源板可能滤去的一些高频信号可能是正常的 PLT 家庭连网通信所需要的。即使电源板不含滤波器，由于 PC 电源及其所有连到电源板的外设表现出来的过度噪声和低阻抗，将 PLT 模块耦合到附近的电源板或插座也是不合适的。

在典型的 PLT 连网接口中，变压器接口用于将高频数据载波信号耦合到电力线。变压器的初级线圈通过耦合电容器连到电力线的交流（AC）插座。变压器的次级线圈连到 PC 或 PLT 模块内部的数据载波信号驱动器/接收器。变压器将 PC 系统与电力线隔离，同时滤去交流电信号成分。而且，变压器是通过物理连接器而不是 PC 电力电缆耦合到电力线，以避免由 PC 开关电源造成的任何干扰。

现有的耦合技术通常是最基本的，因为当 PC 已经通过 PC 电源线连接到电力线时需要在 PC 上设有外部端口以支持数据载波信号到电力线的连接。而且，需要从 PC 到交流电源插座的机内的互连模块以提供必要的耦合功能。这样，PLT 连网设备的主要花费在于到已连接有 PC 的电力线网络的冗余连接。

参考图 1，描述现有技术的个人计算机（PC）10。在其他硬件中 PC 10 还包括 PC 电源 15。PC 电源 15 通常包括含有交流插头 25 的电源线 20，用于耦合到传统的电源插座。在实施例 中，交流插头 25 可以是但不限于 J-类型插头。在典型实现中，电磁干扰（EMI）过滤器 25 被耦合在电源线 20 和 PC 电源 15 间。现有的 EMI 过滤器 25 包括在交流插头 25 的火线（H）和中性线（N）端间耦合的电容器 30。变压器 35 在 H 和 N 端耦合并耦合到分别在 H 端和地间以及 N 端和地间耦合的电容器 40 和 45。电力线 EMI 过滤器 25 一般存在于很多开关电源中。变压器 35 通常用与电源端 50 和 55 串联的两个共模扼流圈（同向螺旋）电感器实现。两个电感器以常用的螺旋方

式缠绕，目的是通过从电力线解耦高频噪声（电感器通常对高频表现出高阻抗）来抑制内部电源电路的 EMI 发射。在传统的实现中，这种电感器的值是毫亨（mH）级的。在传统的实现中，可以将数量级为 0.1 微法（ μF ）的电容 30 加在或不加在 H 和 N 之间以进一步解耦通过 PC 电源线注入到电源的噪音。

因此，PLT 连网设备需要将 PC 内的信号驱动器/接收器不通过外部端口、电力/信号线和/或互连模块耦合到电力线。而且，为改型现有 PC，还对 PLT 适配器有另一需要，该适配器具有 PLT 模拟前端（AFE）卡、包括数字信号输入、电力线输入和耦合到 PC 电源的电源输出。而且还需要被优化用于 PLT 家庭连网的电源板。电源板包括内嵌到具有 PLT 耦合器的电源板的电源滤波器。

发明内容

本发明的实施例涉及在电力线上运载电数据信号和电功率的装置。该装置包括数据处理设备、电源和数据信号收发器。而且该装置还包括耦合到电力线和电源并配置成滤去电磁干扰的干扰滤波器。而且，该装置还包括电磁耦合到电力线的耦合电路。耦合电路配置成通过电力线传输和接收数据信号。耦合电路也耦合到数据信号收发器。数据信号收发器配置成向数据处理设备发送数据信号和从其接收数据信号。

本发明的另一个实施例涉及为电力线连网配置的电源板。电源板包括电插头。电源板也包括用于滤去电磁干扰的电源滤波器。电源滤波器被耦合至电插头。电源板还包括耦合到电源滤波器和信号耦合的电感器。而且，电源板还包括耦合到电源滤波器的电源插座。

本发明的又一个实施例涉及电力线连网适配器。电力线连网适配器包括电力线耦合输入。电力线连网适配器也包括耦合到电力线耦合输入的干扰滤波器。而且，电力线连网适配器包括耦合到滤波器电路的电磁电路。而且，电力线连网适配器还包括耦合到电磁电

路的数据信号连接器。

本发明的又一个实施例涉及将数据处理设备耦合到载有电源和数据信号的电力线的方法。该方法包括将数据处理设备的电源通过干扰滤波器耦合到电力线，干扰滤波器被配置成滤去电磁干扰。该方法也包括将数据信号载波从数据信号收发器电磁耦合到电力线以提供电磁耦合电路。电磁耦合电路配置成传输和接收通过电力线载送的数据信号。

附图说明

结合附图，从下面的详细描述中可以更全面地理解本发明，其中相似的参考编号是指相似的元素，其中：

图 1 是包括 EMI 滤波器的 PC 的电源线示意图；

图 2 是电力线连网接口的一个实施例的示意图；

图 3 是电力线连网接口的另一个实施例的示意图；

图 4 是电力线连网模块的一个实施例的示意图；

图 5 是电力线连网模块的另一种实施例的示意图；以及

图 6 是用于电力线连网的包括电源滤波器和耦合器的电源板的示意图。

具体实施方式

整体结合下面的专利申请作为参考：

与本发明同时提交的、代理人档案号为 99RSS496 的、名称为“用于电力线连网的电源体系（POWER SUPPLY ARCHITECTURE FOR POWER—LINE NETWORKING）”的共同转让美国专利申请；

与本发明同时提交的、代理人档案号为 OOCXT0276C 的、名称为“用于电力线连网的具有小信号耦合的电源（POWER SUPPLY WITH SMALL—SIGNAL COUPLING FOR POWER—LINE NETWORKING）”的共同转让美国专利申请；以及

与本发明同时提交的、代理人档案号为 OOCXT0267US 的、名

称为“用于电力线连网的具有数字数据耦合的电源 (POWER SUPPLY WITH DIGITAL DATA COUPLING FOR POWER-LINE NETWORKING)”的共同转让美国专利申请。

现在参考图 2, PC 200 的一个实施例包括电源 210 和 PLT 模拟前端 (AFE) 220。如被结合作为参考资料的名称为“用于电力线连网的具有小信号耦合的电源”和“用于电力线连网的具有数字数据耦合的电源”中所描述的那样, PLT AFE220 可以是电源 210 的一部分。电源 210 用于从电源接收电源输入, 例如但不限于典型的家 (或其他, 如办公室) 中电力线 (如 120 伏, 60 赫兹)。PLT AFE 220 用于向 PC 200 发送数据信号和从其接收数据信号 (PLT AFE 200 作为通信驱动器/接收器或收发器工作)。在一个实施例中, 电源 210 通过 EMI 过滤器 230 耦合到交流插头 225。而且在一个实施例中, EMI 过滤器 230 包括在交流插头 225 的 N 端和变压器 270 之间耦合的电容器 235、与交流插头 225 和电源 210 串联并耦合到分别在 PC 电源端 245 和 255 到地 265 间耦合的电容器 255 和 260 的电感器 240。EMI 过滤器 230 用于滤去开关电源 210 中产生的噪音, 以便 PC 200 连到电力线时, 由电源 210 产生的高频噪音不通过电力线发送。EMI 过滤器 230 用于滤去开关和电源 210 产生的噪音, 以便 PC 200 连到电力线时, 由电源 210 产生的高频噪音不通过电力线发送。如图 2 所述, 修改传统的 PC 开关电源以简化电力线接口设计的体系。对电源进行这样修改以使不需要从 PC 母板电力线的外部连接而优化从 PC 到电力线的数据载波信号耦合。

在如图 2 所示的实施例中, 耦合变压器 270 通过取代已有的 0.1 微法 (μF) 的电容器 35 (见图 1) 的一个低频隔直电容器 235 连接到 H 和 N 端。而且在实施例中, 可增加一个可选电阻 275 与电容器 235 并联, 以便当拔去交流插头 225 时使电容 235 放电。EMI 线过滤器 230 还用于滤去电源 210 产生的高频信号。然后配置 PLT AFE 220 以发

送和接收通常位于 2 兆赫到 50 兆赫间的数据信号，或者在一个实施例中的 4 兆赫到 22 兆赫间的数据信号。在一个具体实施例中，变压器 270 与 EMI 过滤器 340 可被结合成 PC 200 的一部分，例如但不限于，PC 200 母板的一部分。EMI 230 还可与变压器 270 结合成电源 210 的一部分，在 PC 200 箱内连接到 PLT AFE 220。

现在参考图 3，PC 300 的另一个实施例中包括电源 310 和 PLT AFE 320。在该实施例中，表示为电线 330 的电线缠绕在支撑 EMI 过滤器 340 的两共模 1 毫亨(mH)电感 335 的同一环形磁心上。将电线 330 与电感 335 的铁心耦合可以为来往于 PLT AFE 320 和来往于交流插头 345 的高频数据载波提供有效的耦合机制，而不需要耦合电容器或额外的变压器。在一个实施例中，过滤器 340 和电线 340 可以结合到 PC 300 中，或者在另一个实施例中，EMI 340 包括 PC 300 外部的配置成电源线适配器模块的电线 330。

参考图 2 和图 3，每个实施例与现有的 PLT 耦合接口相比都有降低成本的主要优点。通过使用图 2 和图 3 所示电路可以削减 PC 上的外部端口、独立电缆和到电力线的耦合模块的费用而不牺牲网络的性能。图 2 和图 3 所示实施例的另一优点是由于采用该技术的网络产品的端用户的方便性，端用户只需要将 PC 电源线连接到交流插座。除电源线本身外不再需要其他从 PC 到电力线的外部连接。图 3 所示实施例的另一个优点是与关联于独立的数据通信线和独立的电源线的阻抗相比，到电力线的耦合电路可以没有所称的电源上的负载效应，从而消除了电力线的多负载效应。

具有附加 PLT 卡或附加 PLT 设备的个人计算机或其它电子或数据处理设备的用户会要求到电力线的数据信号连接。图 4 描述了用于在用 PLT 卡或 PLT 设备被升级或改型的设备上实现 PLT 功能的 PLT 模块 430。图 4 描述了在交流电源 405 和负载 410，例如但不限于 PC，以及在交流电源 405 和 PLT 插口(jack)420 间耦合的模块 400。模块 400

包括图 2 所示的相同电路，然而，到电源 405、负载 410 和 PLT 插口 420 间的接口的电路集成在单独模块（或适配器）430 中，该单独模块 430 可以是连到 PC、交流插头或其间任何地方的模块（或适配器）。

PLT 模块 430 的使用为现有 PC 系统中电力线连网的应用增加了显著优点。首先，在 PC 系统附近不需要空插座以将附加模块耦合到电力线，有时这意味着可以避免购买额外的电源板。其次，用户不负担将附加卡耦合到电力线的最佳位置的设计任务，这可能暗示客户支持呼叫或类似物，但不被迫重新配置现有电源线的内部连接来适应额外的笨拙的插头模块。第三，但不限于此，PLT 模块 430 除了是具有有效滤波器的高频信号耦合器以使来自 PC 开关电源的影响网络系统正常运行的噪声最小外，还是电力线和 PC 电源的中间模块。

可称为 PLT 适配器的模块 430 可以从外部插入到 PC 电源的交流插座和通常插入到交流插座的电源线间。PLT 模块 430 在一侧有一个输入插座，就像 PC 电源中见到的一样，在另一侧有一个与 PC 电源线中见到的插头（适合 PC 电源插座）类似的输出插头。而且，PLT 模块 430 包括 PLT 接口插口 420，它可以是标准 RJ11 类型或 BNC 连接器，或其他任何类型的插口或连接器，PLT 附加模块将被连接用于耦合到电力线。在一个实施例中，PLT 模块 430 可以完全用塑料模制，具有可用于连接到 PC 电源、电力线和 PLT 附加卡或 PLT 设备（内部或外部）的输入和输出元件。在另一个实施例中，PLT 模块 430 可以完全嵌入并模制到 PC 电源线中。从而，电源线会是具有连接到 PLT 附加模块的一输出的 PLT 适配器和一端连到电力线、另一端连到 PC 电源的普通交流电源连接。PLT 模块 430 虽然在概念上以不同于图 2 所描述的电路的方式被封装，但如图 2 所述，包括从 PC 电源解耦噪声的电力线过滤器和高频信号耦合机制。

现在参考图 5，描述一个示例性的 PLT 连网接口 500。PLT 连网接口 500 包括在交流电源 520、诸如 PC530 的负载和 PLT 插口 540 间耦合的 PLT 连网模块 510。PLT 模块 510 使用与图 3 描述相同的电路。如图 4 所述，PLT 模块 510 是用于电力线连网的具有一耦合装置的电源线适配器。特别地，模块 510 包括耦合到 PLT AFE 的 PLT 插口 540，通过交流电源 520 向 PLT AFE 发送数据信号和从其接收数据信号。

现在参考图 6，描述 PC 电源板 600。PC 电源板包括耦合到电插头 610 的电源板 605。电源线 605 耦合到具有 PLT 耦合器 620 的电源滤波器。例如，在一个实施例中，具有 PLT 耦合器 620 的电源滤波器可以是图 4 所描述的电路或图 5 所描述的电路。电源板 600 包括集成的 PLT 插口 630 和多个电插座 640。电源板 600 包括内嵌的耦合装置 620 用于 PLT 连网，包括从耦合到电插头 640 的计算机系统及其外设解耦噪声的适当滤波。解决方案向消费者提供了一种不受所用的具体 PC 和外设影响的将高频信号有效耦合到电力线的方法。在一个实施例中，电源板 600 可推广到 PLT 家庭连网的一种改进的墙上安装的电源适配器，或包含用于 PLT 信号耦合的输出插口的一种改进的墙上电插座，具有类似于如图 4 和图 5 所描述的电路的作为电源板的内部电路拓扑。PLT 插口 630 可以是但不限于标准 RJ11 类型插口。在一个实施例中电源板 600 包括是未过滤的插座的电插座 650。插座 650 可用于向 PLT 兼容设备（也就是，已包含过滤器的设备，例如但不限于图 4 和图 5 所述的 EMI 过滤器 430 和 510）提供电功率和数据信号。在另一个实施例中可以没有电插座 650。

电源板 600 的使用为 PLT 连网的应用增加了显著优点。在 PC 系统附近不需要空插座以便将 PC 附加卡耦合到电力线，有时这意味着可以避免购买额外的电源线。用户不负担将附加卡耦合到电力线的最佳位置的确定任务，这可能暗示客户支持对卡生厂商的呼叫，

不被迫重新配置电源线的现有内部连接来适应额外的笨拙的插头模块。电源板 600 除了作为 PLT 数据载波信号的高频信号耦合器外，还提供电力线和具有所有外设的 PC 电源间的中间过滤效果，其中，其使来自各个电源接口的噪声最小，并能大大改善 PLT 家庭连网系统的性能和运行。

虽然实施例涉及耦合到家庭电力线的个人计算机，本发明也适用于其他类型的网络通讯设备，而不必是家庭网络和个人计算机。

而且，虽然实施例涉及具体类型的插口、耦合器和插头，应该更宽地解释这些术语。实施例包含在数据处理设备和电源间进行任何类型的电或光、射频、超声波、和类似的耦合的情况。

而且，本领域技术人员明白本发明可有多种不同的硬件配置、软件配置、通讯协议和组织或过程。

虽然这些给出的详图、具体实例和特定的形式描述了实施例，他们只用于说明目的。所示和所述的材料和配置可以根据应用所选的性能特点和物理特点而不同。例如，所用的连网类型和连网协议可以不同。所示和所述的系统不限于公开的具体细节和条件。而且，可以对实施例的设计、运行状况和布局作出其他代替、修改、改变和删略，而不偏离所附权利要求表达的发明范围。

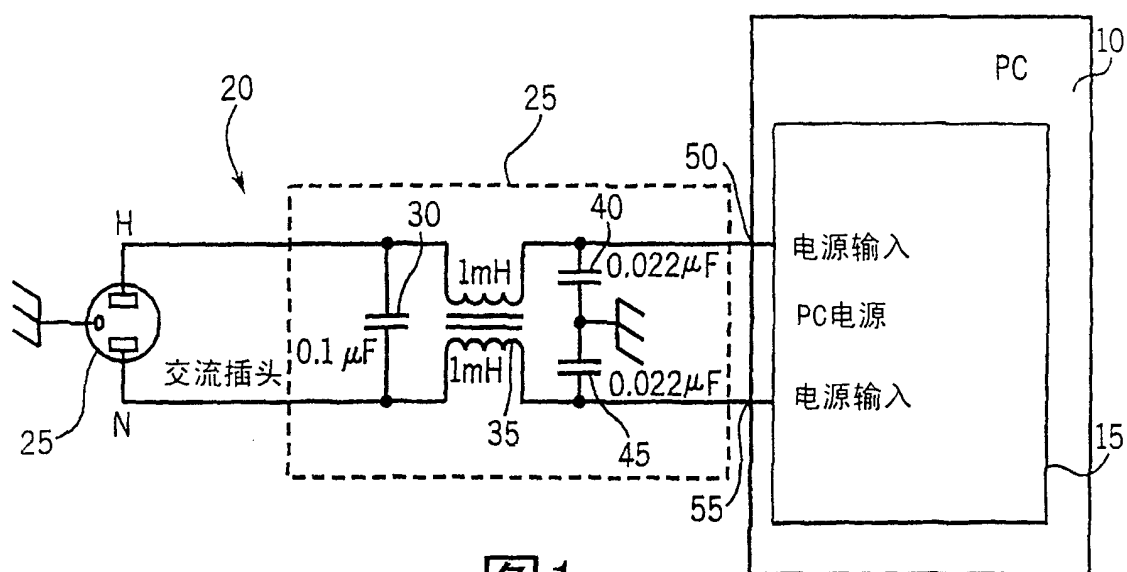


图1

现有技术

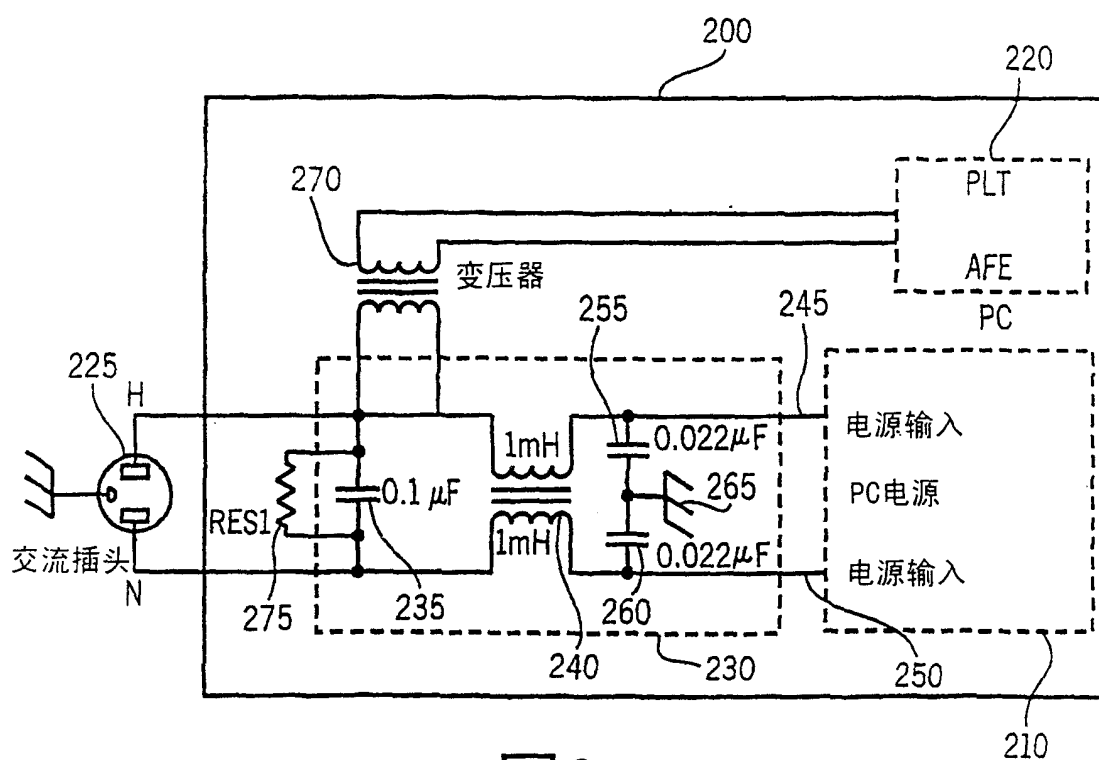


图2

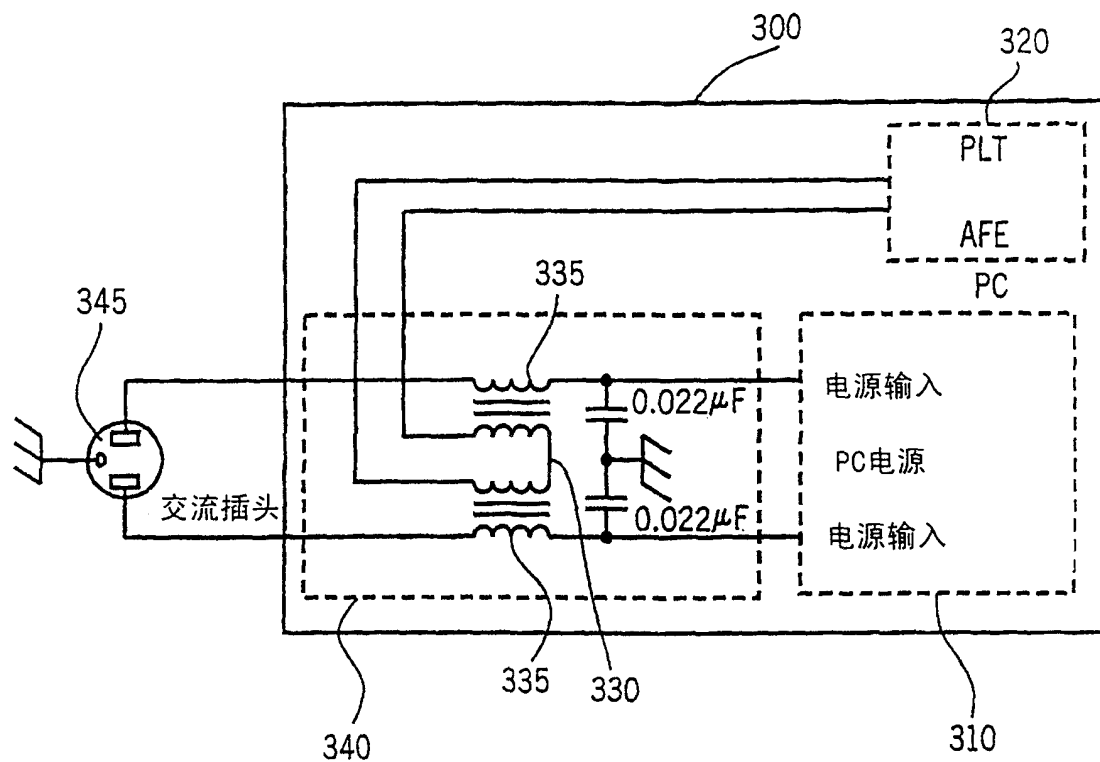


图3

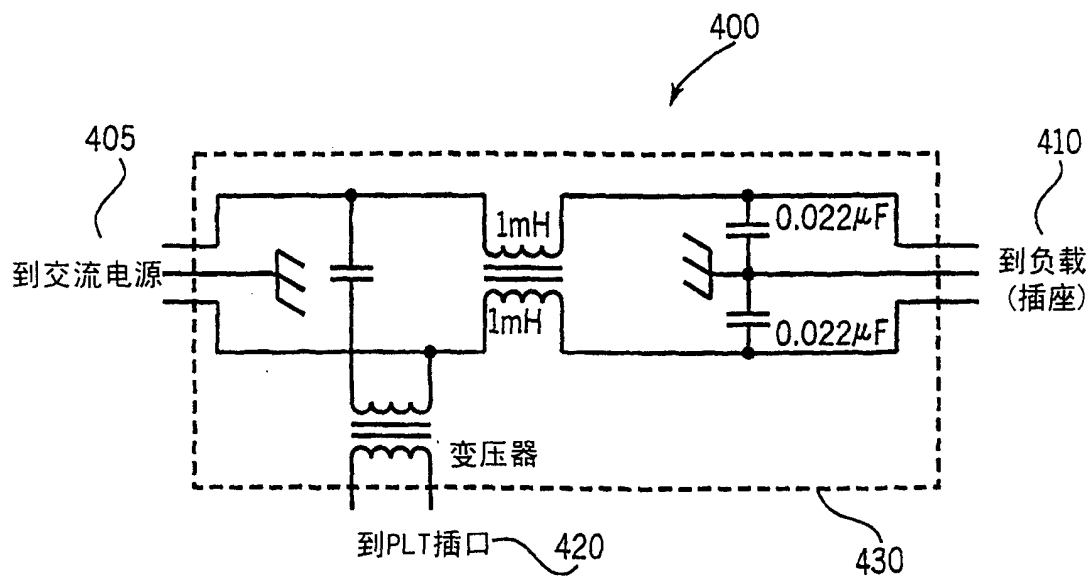


图4

