



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102474303 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 31

(21) 申请号 201080025576. 3

(56) 对比文件

(22) 申请日 2010. 08. 27

US 2007123184 A1, 2007. 05. 31,
US 5404127 A, 1995. 04. 04,
US 2007152628 A1, 2007. 07. 05,
US 5952914 A, 1999. 09. 14,

(30) 优先权数据

61/275, 350 2009. 08. 28 US

审查员 王文旭

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 12. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2010/046942 2010. 08. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02011/025934 EN 2011. 03. 03

(73) 专利权人 恩菲斯能源公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 马丁·冯纳格

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余朦 王艳春

(51) Int. Cl.

H04B 3/54 (2006. 01)

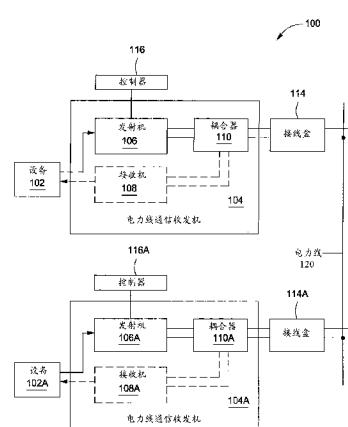
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

电力线通信设备

(57) 摘要

用于经由电力线传送数据的设备和系统。设备包括发射机，发射机包括调制器，用于基于输入数据产生第二数字信号；数字缓冲器，用于放大第二数字信号，以产生第三数字信号；滤波器，用于滤波第三数字信号，以产生模拟输出波形；和耦合器，用于将模拟输出波形耦合到电力线。



1. 一种用于经由电力线进行通信的设备,包括:

发射机,包括:

调制器,用于基于输入数据产生第二数字信号,其中,所述调制器包括直接数字合成器和德耳塔-西格马调制器,所述直接数字合成器基于所述输入数据产生第一数字信号,所述德耳塔-西格马调制器基于所述第一数字信号产生所述第二数字信号;

数字放大装置,用于放大所述第二数字信号,以产生第三数字信号;

滤波装置,用于对所述第三数字信号进行滤波,以产生模拟输出波形;以及

耦合装置,用于将所述模拟输出波形耦合到所述电力线,

其特征在于,所述数字放大装置接收启动发送模式的控制信号。

2. 如权利要求1所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中,所述第一数字信号是数字频移键控信号,所述第二数字信号是脉冲密度调制信号。

3. 如权利要求1所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中所述数字放大装置在发送模式期间呈现最小阻抗。

4. 如权利要求1所述的用于经由电力线进行通信的设备,还包括接收装置,所述接收装置经由所述耦合装置接收来自所述电力线的模拟输入波形并基于所述模拟输入波形产生数字输出信号。

5. 如权利要求4所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中,当禁用发送模式时,所述接收装置能够接收所述模拟波形。

6. 如权利要求5所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中,与启动所述发送模式时相比,当禁用所述发送模式时,所述数字放大装置呈现更高的阻抗。

7. 如权利要求1所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中,所述耦合装置包括变压器、电阻、第一电容和第二电容,其中所述变压器的初级绕组耦合在所述发射机的输出的两端;所述变压器的次级绕组耦合在所述电阻、所述第一电容和所述第二电容的串联组合的两端,所述耦合装置的输出耦合在所述第二电容的两端。

8. 如权利要求4所述的用于经由电力线进行通信的设备,其中,所述接收装置包括模数转换器、第一电容、第二电容、第三电容、第四电容、第一电阻、第二电阻和电感;其中所述模数转换器耦合到所述第一电容的两端;所述第一电阻的第一端耦合到所述第一电容的第一端,所述第一电阻的第二端耦合到所述第二电阻的第一端、所述第二电容的第一端和所述第三电容的第一端;所述第三电容的第二端耦合到所述第四电容的第一端和所述电感的第一端;所述电感的第二端耦合到所述第二电容的第二端、所述第二电阻的第二端和所述第一电容的第二端;所述接收装置的输入耦合到所述第四电容的第二端和所述电感的第二端。

9. 如权利要求1-8中任一项所述的用于经由电力线进行通信的设备,进一步包括逆变器,其中所述逆变器提供所述输入数据。

10. 一种用于经由电力线进行通信的设备,包括:

逆变器以及

能够耦合至所述电力线的电力线通信收发机,包括:

调制器,用于基于输入数据产生第二数字信号,其中,所述调制器包括直接数字合成器和德耳塔-西格马调制器,所述直接数字合成器基于所述输入数据产生第一数字信号,所

述德耳塔 - 西格马调制器基于所述第一数字信号产生所述第二数字信号；

数字放大装置，用于放大所述第二数字信号，以产生第三数字信号；

滤波装置，用于对所述第三数字信号进行滤波，以产生模拟输出波形；以及

耦合装置，用于将所述模拟输出波形耦合到所述电力线，

其特征在于，所述数字放大装置接收启动发送模式的控制信号。

电力线通信设备

[0001] 发明背景

[0002] 本公开的实施方式通常涉及电力线通信，尤其是，涉及用于通过电力线提供通信的设备。

[0003] 相关技术的说明

[0004] 电力线通信 (PLC) 是使用电力线在耦合至电力线的装置之间传送数据的技术，该电力线例如是现有的商业 AC 电网基础设施。PLC 通常以一点对多点的方式进行操作，其中每次一个发射机通过电力线进行发送，同时耦合至电力线的其它装置接收发送的信号。

[0005] 对于 PLC 传输，发射机通常通过隔离变压器耦合到电力线上，以及根据 PLC 的相关标准发出电力线上的电压激励（即基于电压的信号），例如 BS EN 50065-1 : 2001“Specification for Signaling on Low-Voltage Electrical Installations in the Frequency Range 3kHz to 148.5kHz”。这些相关标准阐述了 PLC 操作的规范，例如最高电压电平。由于电力线在用于 PLC 的相关频带中具有不确定的和可变的阻抗，因此可能要求发射机模块产生大量的电流，例如数百毫安的数量级，以满足 PLC 电压的需要。

[0006] 通常，PLC 发射机使用线性放大器，以实现用于 PLC 传输所需的放大和信号处理。但是，当操作该装置以驱动在电力线上的大电流时，该装置消耗较高的功率等级，因此降低了 PLC 发射机的效率。此外，PLC 发射机通常在功率放大之前进行滤波，以便满足在相关标准中提出的光谱纯度的需要，由此需要大量的昂贵部件。

[0007] 为了接收通过电力线传送的数据，PLC 接收机通常也通过隔离变压器耦合到电力线上。PLC 接收机被要求提供大的输入阻抗，以在放大之前限制从电力线进入接收机的噪音，因此需要昂贵数量的部件以实施该功能。

[0008] 因此，本领域中需要用于高效电力线通信的设备。

发明内容

[0009] 本发明的实施方式通常涉及经由电力线传送数据的设备和系统。设备包括发射机，发射机包括调制器，用于基于输入数据产生第二数字信号；数字缓冲器，用于放大第二数字信号，以产生第三数字信号；滤波器，用于滤波第三数字信号，以产生模拟输出波形；和耦合器，用于将模拟输出波形耦合到电力线。

[0010] 附图的简要说明

[0011] 为了能详细地理解本发明上述特征的方式，上面简单概括的本发明的更具体的内容可以参照实施方式，其中一些在附图中示出。但是，应当注意，附图仅示出了本发明的典型实施例，因此不应视为对本发明的限制，因为本发明可以允许其它同样有效的实施方式。

[0012] 图 1 是根据本发明的一个或多个实施方式通过 AC 电力线传送数据的系统的方框图；

[0013] 图 2 是根据本发明的一个或多个实施方式的发射机的方框图；

[0014] 图 3 是根据本发明的一个或多个实施方式的接收机的方框图；

[0015] 图 4 是根据本发明的一个或多个实施方式的耦合器的方框图；以及

[0016] 图 5 是使用本发明的一个或多个实施方式将太阳能产生的 DC 功率逆变为 AC 功率的系统的方框图。

[0017] 详细说明

[0018] 图 1 是根据本发明的一个或多个实施方式通过 AC 电力线传送数据的系统 100 的方框图。系统 100 包括耦合至电力线通信收发机 (PLCT) 104 的装置 102, PLCT104 进一步经由接线盒 114 耦合至 AC 电力线 120 (“电力线 120”)。此外, 系统 100 包括耦合至 PLCT104A 的装置 102A, PLCT104A 进一步经由接线盒 114A 耦合至电力线 120。装置 102 和 102A 是需要用于传送和 / 或接收数据的通信带宽的装置, 例如家用计算机、外围设备等, 并且装置 102 和 102A 能够分别经由 PLCT104 和 104A 通过电力线 120 互相通信。在某些实施方式中, PLCT104 和 / 或 PLCT104A 可以不使用接线盒 114/114A 而直接耦合到电力线 120 上。以下参照图 5 描述使用发明系统的一个具体实施方式。

[0019] PLCT104 包括发射机 106、接收机 108 和耦合器 110, 发射机 106 和接收机 108 的每个都耦合到装置 102 和耦合器 110 上, 耦合器 110 将发射机 106 和接收机 108 耦合到接线盒 114 上。当以“发送模式”操作 PLCT104 时, 发射机 106 能够经由电力线 120 将数据发送给装置 102A。接收机 108 能够经由电力线 120 从装置 102A 中接收数据。PLCT104 能够同时接收和发送数据;但是, 当作用时, 发射机 106 通常使接收机 108 变盲 (blind)。在某些实施方式中, 控制器 116 耦合到发射机 106 上, 并且提供启动或禁用发送模式的控制信号。如图 1 所示, 控制器 116 可以与 PLCT104 分开, 或者可替代地, 控制器 116 可以是 PLCT104 的部件。

[0020] 与 PLCT104 相似, PLCT104A 包括发射机 106A、接收机 108A 和耦合器 110A。发射机 106A 和接收机 108A 耦合到装置 102A 和耦合器 110A 上, 耦合器 110A 进一步耦合到接线盒 114A 上。当以发送模式操作 PLCT104A 时, 发射机 106A 能够经由电力线 120 将数据发送给装置 102。接收机 108A 能够经由电力线 120 从装置 102 中接收数据。PLCT104A 能够同时接收和发送数据;但是, 当作用时, 发射机 106 通常使接收机 108 变盲。在某些实施方式中, 控制器 116A 耦合到发射机 106A 上, 并且提供启动或禁用发送模式的控制信号。如图 1 所示, 控制器 116A 可以与 PLCT104A 分开, 或者可替代地, 控制器 116A 可以是 PLCT104A 的部件。

[0021] 根据本发明的一个或多个实施方式, 当以发送模式操作时, 发射机 106 从装置 102 接收数字输入数据, 并且通过电压放大级数字化处理接收的数据, 以产生数字化处理数据。在电压放大级后, 发射机 106 产生模拟电压波形, 以用于通过电力线 120 传送数字化处理数据, 以使模拟电压波形特性 (例如频率、数量、光谱纯度等) 满足 PLC 的相关标准。在某些实施方式中, 可以产生模拟电压波形, 以具有在 50–500KHz 频带内的频率 (例如在 95–148KHz 频带中) 和数量级为 1 伏特均方根 (RMS) 的最高电压, 即 120 分贝 / 微伏 (dB μ V)。耦合器 110 将产生的模拟电压波形耦合到电力线 120 上。

[0022] 在发送模式期间, 发射机 106 将最小阻抗 (例如在 1–5 欧姆范围内) 提供给电力线 120。为了满足考虑到电力线 120 上的阻抗的变化性而需要的输出电压电平, 发射机 106 能够驱动电力线 120 上的大电流, 例如数百毫安的数量级。为了驱动该大电流, 发射机 106 可以使用大电流等级的互补金属氧化物半导体 (CMOS) 缓冲器, 如下面进一步描述的, 以用于在数字域中进行电压放大和驱动必要的电流电平。

[0023] 当 PLCT104 正在接收时,耦合器 110 将来自电力线 120 的模拟信号耦合到接收机 108 上。接收机 108 将接收的模拟电压波形转换成数字输出数据,并将数字输出数据提供给装置 102。在某些实施方式中,数字输出数据可以是调制信号的数字表示。例如,数字输出数据可以是 FSK 信号的数字表示(数字 FSK 信号),FSK 解调器包含在装置 102 中或者耦合在接收机 108 和装置 102 之间。如下面进一步描述的,接收机 108 可以包括带通滤波器,以用于滤波接收的波形以消除电力线 120 固有的噪声。当禁用发送模式时,PLCT104 将大输入阻抗提供给电力线 120(例如以千欧姆数量级)。当电力线 120 上存在大量的节点时,该大输入阻抗防止发射机 106 被“淹没”。

[0024] 在某些替代实施方式中,PLCT104 仅包括发射机 106 和用于经由电力线 120 传送信息的耦合器 110。另外地或可替代地,PLCT104A 可以仅包括发射机 106A 和用于经由电力线 120 传送信息的耦合器 110A。在这种实施方式中,没有使用接收机 108 和 / 或 108A。包括接收机的可选性通过接收机 108 和 108A 的虚线框来表示。

[0025] 图 2 是根据本发明的一个或多个实施方式的发射机 106 的方框图。发射机 106 包括耦合到直接数字合成器(DDS)204 的频率控制发生器 202, DDS204 进一步耦合到德耳塔 - 西格马($\Delta \Sigma$)调制器 206 上。 $\Delta \Sigma$ 调制器 206 耦合到 CMOS 缓冲器 208, CMOS 缓冲器 208 的输出耦合到低通滤波器 210。此外,CMOS 缓冲器 208 耦合到控制器 116, 以用于接收输入以启动 / 禁用发送模式。当启动发送模式时,CMOS 缓冲器 208 提供低传输阻抗(例如以 1-5 欧姆的数量级)。当禁用发送模式时,CMOS 缓冲器 208 提供高输入阻抗(例如以千欧姆数量级)。

[0026] 频率控制发生器 202 耦合到装置 102, 以接收用于通过电力线 120 传输的数字输入数据信号。频率控制发生器 202 基于接收的数据信号产生数字频率控制信号(例如 16 至 24 比特信号), 并将数字频率控制信号耦合到 DDS204。DDS204 工作在高频下, 并根据频率控制信号产生数字移频键控(FSK)信号(即 FSK 信号的数字表示)。在某些实施方式中, 数字 FSK 信号可以是 25MHz 频率处的 8-10 比特宽的数量级。可替代地, 数字 FSK 信号可以包括更少或更多比特, 和 / 或可以在不同频率处。在某些替代实施方式中, 可以使用最小 FSK 调制; 在某些其它的替代实施方式中, 可以使用除 FSK 调制之外的调制技术, 例如 M-ary 正交幅度调制(QAM)、正交相移键控(QPSK)、相移键控(PSK)、正交频分复用(OFDM)脉冲幅度调制(PAM)等。

[0027] DDS204 的输出信号耦合到 $\Delta \Sigma$ 调制器 206, $\Delta \Sigma$ 调制器 206 可以是单级 $\Delta \Sigma$ 调制器或多级 $\Delta \Sigma$ 调制器。 $\Delta \Sigma$ 调制器 206 利用脉冲密度调制(PDM)编码接收的数字 FSK 信号, 并提供表示接收的数字 FSK 信号的数字的 1 比特输出信号。在某些实施方式中, $\Delta \Sigma$ 调制器 206 可以运行在 25MHz 的频率处, 在替代实施方式中, $\Delta \Sigma$ 调制器 206 可以运行在不同频率处。

[0028] 频率控制发生器 202、DD2204 和 $\Delta \Sigma$ 调制器 206 构成调制器 212, 调制器 212 基于来自装置 102 的数字输入数据信号产生数字信号。来自调制器 212 的数字信号(即调制器 206 的输出)耦合到放大电压的 CMOS 缓冲器 208。CMOS 缓冲器 208 可以是大电流等级的 CMOS 缓冲器, 当电力线阻抗较低时, CMOS 缓冲器能够提供充足电流(例如数百毫安)以保持需要的输出电压电平; 在某些实施方式中, CMOS 缓冲器 208 可以是 0.15 至 0.25 微米数量级的工艺。在某些实施方式中, CMOS 缓冲器 208 可以包括并联耦合的多个缓冲器(例

如 16 个缓冲器), 每个缓冲器能够产生 50mA 数量级的电流。并联耦合的缓冲器的数量决定了可被驱动的电流的数量, 并且被认为是用于系统的设计选择。

[0029] 在电压放大后, CMOS 缓冲器 208 产生数字输出信号, 数字输出信号耦合到低通滤波器 210 并且被滤波以产生模拟输出。由于 $\Delta \Sigma$ 调制器 206 运行在高频下, 例如 25MHz, 所以可以在 MHz 的频带中进行低通滤波, 以充分消除由 $\Delta \Sigma$ 调制引起的人为因素。低通滤波器 210 的输出通过耦合器 110 耦合到电力线 120, 如下面参照图 4 说明的。

[0030] 图 3 是根据本发明的一个或多个实施方式的接收机 108 的方框图。如下面进一步描述的, 接收机 108 通过耦合器 110 从电力线 120 接收模拟电压波形, 并产生耦合到装置 102 的数字输出数据信号。

[0031] 接收机 108 包括电容 302、304、306 和 314; 电感 308; 电阻 312 和 310; 和模数 (A/D) 转换器 316。在某些实施方式中, 一个或多个电容 / 电感 / 电阻可以是寄生元件。电容 302、304 和 306 串联耦合, 因此电容 302 耦合到电容 304, 电容 304 接着耦合到电容 306, 并且从耦合器 110 接收的模拟波形耦合到电容 302、304、和 306 的串联组合的两端。电感 308 耦合在电容 304 和 306 的串联组合的两端。电容 302、304 和 306 以及电感 308 对接收的模拟电压波形进行带通滤波, 以减少固有地存在于电力线 120 上的噪声 (即, 以通过具有最小相位 / 振幅失真的相关信号)。

[0032] 电阻 310 耦合在电容 306 的两端。电阻 312 耦合在电阻 310 的第一端和电容 314 的第一端之间; 电阻 310 的第二端耦合到电容 314 的第二端。A/D 转换器 316 耦合在电容 314 的两端, 并且 A/D 转换器 316 进一步耦合到装置 102 上。电阻 310 和 312 形成高阻抗电阻力负载, A/D 转换器 316 采集此负载两端的电压, 以产生用于装置 102 的 FSK 调制数字输出信号 (即 FSK 信号的数字表示)。在某些实施方式中, 装置 102 包括用于解调数字输出信号的 FSK 解调器; 可替代地, FSK 解调器可以是耦合在接收机 108 和装置 102 之间。在某些替代实施方式中, 数字输出数据信号可以是最小 FSK 调制信号、QAM 调制信号、QPSK 调制信号、PSK 调制信号、OFDM 调制信号、PAM 调制信号等的数字表示。

[0033] 在某些实施方式中, 每个电阻 310 和 312 可以是几百欧姆的数量级。每个电容 304、306 和 314 可以是几毫微法的数量级; 电容 302 可以是几百微微法的数量级; 电感 308 可以是几百微亨的数量级。

[0034] 图 4 是根据本发明的一个或多个实施方式的耦合器 110 的方框图。耦合器 110 包括变压器 402、电感 404、电阻 406 和电容 408、410, 电感 404 表示变压器 402 的漏电感。在某些实施方式中, 可以简化耦合器 110。通常, 传送信号必须被低通滤波, 而不增加输出阻抗并且在接收机不工作时不加载接收机。接收信号必须被带通滤波, 以使感兴趣的信号通过并衰减带外噪声, 同时保持在感兴趣的频带中的高阻抗。

[0035] 变压器 402 是具有高耦合因子的隔离变压器; 例如, 耦合因子可以是 0.95 或更大。通常, 变压器 402 具有 1 : 1 匝数比, 但是还可以使用其它匝数比。变压器 402 的初级绕组耦合在每个发射机 106 和接收机 108 的两端。变压器 402 的次级绕组的第一端被描绘成耦合到电感 404 的第一端。电阻 406 耦合在电感 404 的第二端和电容 408 的第一端之间, 提供了用于耦合到电力线 120 的安全功能。电阻 406 起作用, 以减弱由电阻 406、电感 404 和电容 408 形成的 RLC 储能电路 (tank)。

[0036] 电容 410 耦合在电容 408 的第二端和变压器 402 的次级绕组的第二端之间, 并且

进一步耦合到耦合器 110 的两个输出端子,以通过接线盒 114 耦合到电力线 120 上。电容 410 提供可选的低通滤波器功能;在某些替代实施方式中,可以将电容 410 从耦合器 110 移走。

[0037] 耦合器 110 将从发射机 106 输出的模拟电压波形耦合到电力线 120 上,和将从电力线 120 输入的模拟电压波形耦合到接收机 108 上。

[0038] 在某些实施方式中,变压器 402 的初级绕组和次级绕组都具有数量级为几百微亨的电感;电感 404(即变压器 402 的漏电感)是几微亨的数量级;电阻 406 是几欧姆的数量级;电容 408 是几百毫微法的数量级;以及电容 410 是几毫微法的数量级。

[0039] 图 5 是使用本发明的一个或多个实施方式将太阳能产生的 DC 功率逆变为 AC 功率的系统 500 的方框图。此示图仅描绘了可以利用本发明的无数种可能的系统配置和装置中的一种变型。可以通过任何用于电力线通信的装置使用本发明,并且本发明可以在需要通过电力线通信的各种分布环境和系统中起作用。

[0040] 系统 500 包括共同称为逆变器 502 的多个逆变器 502₁、502₂...502_n、共同称为 PV 模块 504 的多个 PV 模块 504₁、504₂...504_n、共同称为 PLCT512 的多个 PLCT512₁、512₂...512_n、512_{n+1}、AC 电力线 506、逆变器控制器 510 和负载中心 508。

[0041] 每个逆变器 502₁、502₂...502_n 分别耦合到 PLCT512₁、512₂...512_n;在某些替代实施方式中,每个 PLCT512₁、512₂...512_n 可以包含在相应的逆变器 502₁、502₂...502_n 中。此外每个逆变器 502₁、502₂...502_n 分别耦合到 PV 模块 504₁、504₂...504_n。逆变器控制器 510 耦合到 PLCT 512_{n+1}。

[0042] PLCT512 耦合到 AC 电力线 506 和与如上所述的 PLCT104 和 104A 类似地操作。在某些实施方式中,每个 PLCT512 可以耦合到控制器上(即每一 PLCT512 对应一个控制器),例如控制器 116,以用于启动 / 禁用 PLCT512 的发送模式。AC 电力线 506 进一步耦合到负载中心 508 上,负载中心 508 提供在从商业 AC 电网配电系统进入的商业 AC 电力线和 AC 电力线 506 之间的连接。逆变器 502 将 PV 模块 504 产生的 DC 功率转换为 AC 功率,并且调节控制(meter out)与商业 AC 电网的电压同相的 AC 电流。系统 500 将产生的 AC 功率经由负载中心 508 耦合到商业 AC 电网。

[0043] 逆变器控制器 510 能够从逆变器 502 接收数据,并将命令和控制信号发给逆变器 502 以用于控制逆变器 502 的功能。根据本发明的一个或多个实施方式,PLCT512 通过 AC 电力线 506 启动在逆变器 502 和逆变器控制器 510 之间的该通信。如前所述,PLCT512 通过电压放大级来数字化处理来自逆变器 502 和 / 或逆变器控制器 510 的数字输入数据,并产生耦合到 AC 电力线的相应模拟电压波形,以用于传送接收的数字输入数据。此外,如前所述,PLCT 512 接收来自 AC 电力线的模拟电压波形,并处理接收的波形以产生耦合到逆变器 502 和 / 或逆变器控制器 510 的数字输出数据,因此使逆变器 502 和逆变器控制器 510 通过 AC 电力线 506 进行通信。

[0044] 虽然上文中描述了本发明的实施方式,但是不脱离本发明的基本范围,可以设计本发明的其它和进一步的实施方式,并且本发明的范围通过权利要求进行确定。

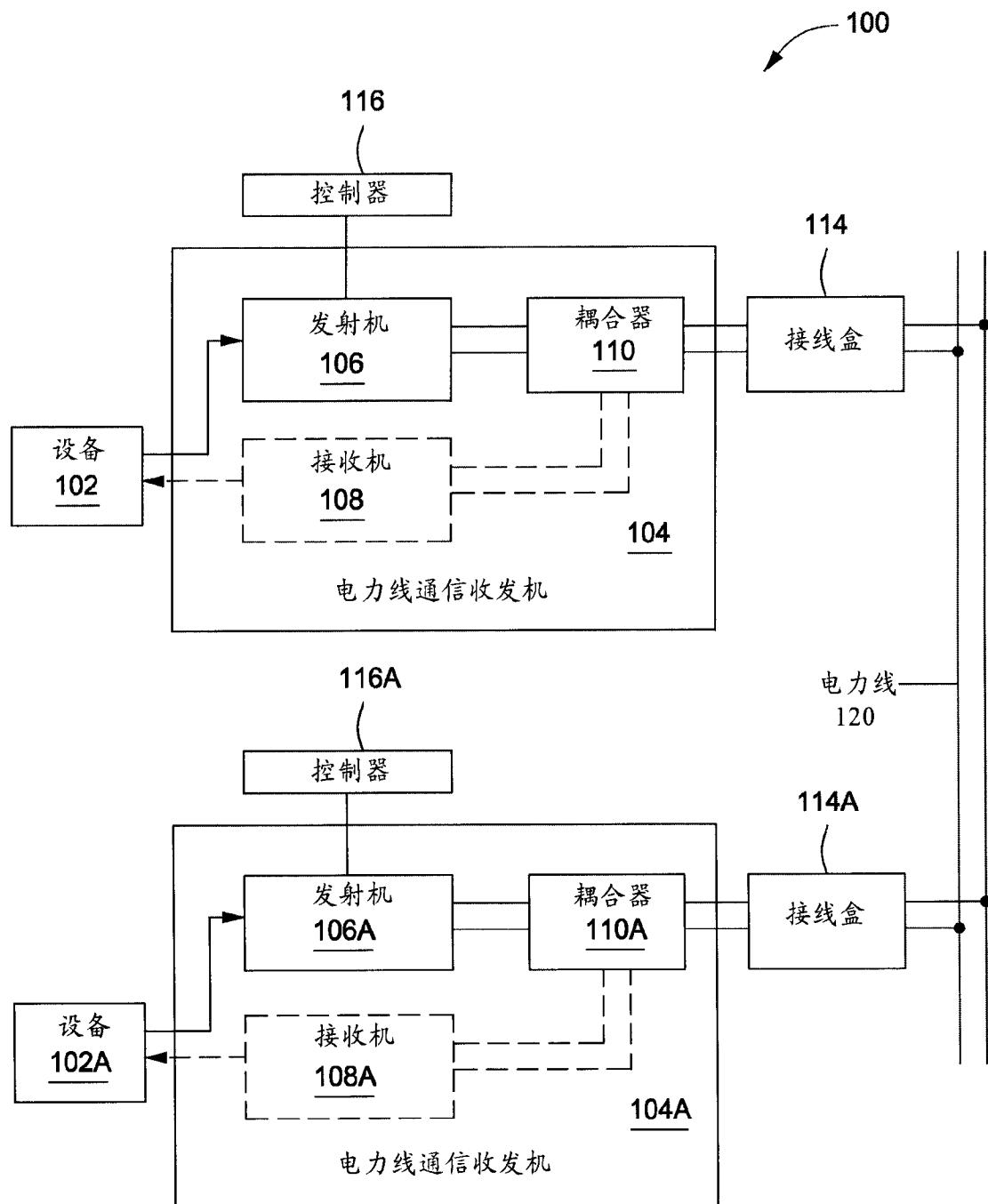


图 1

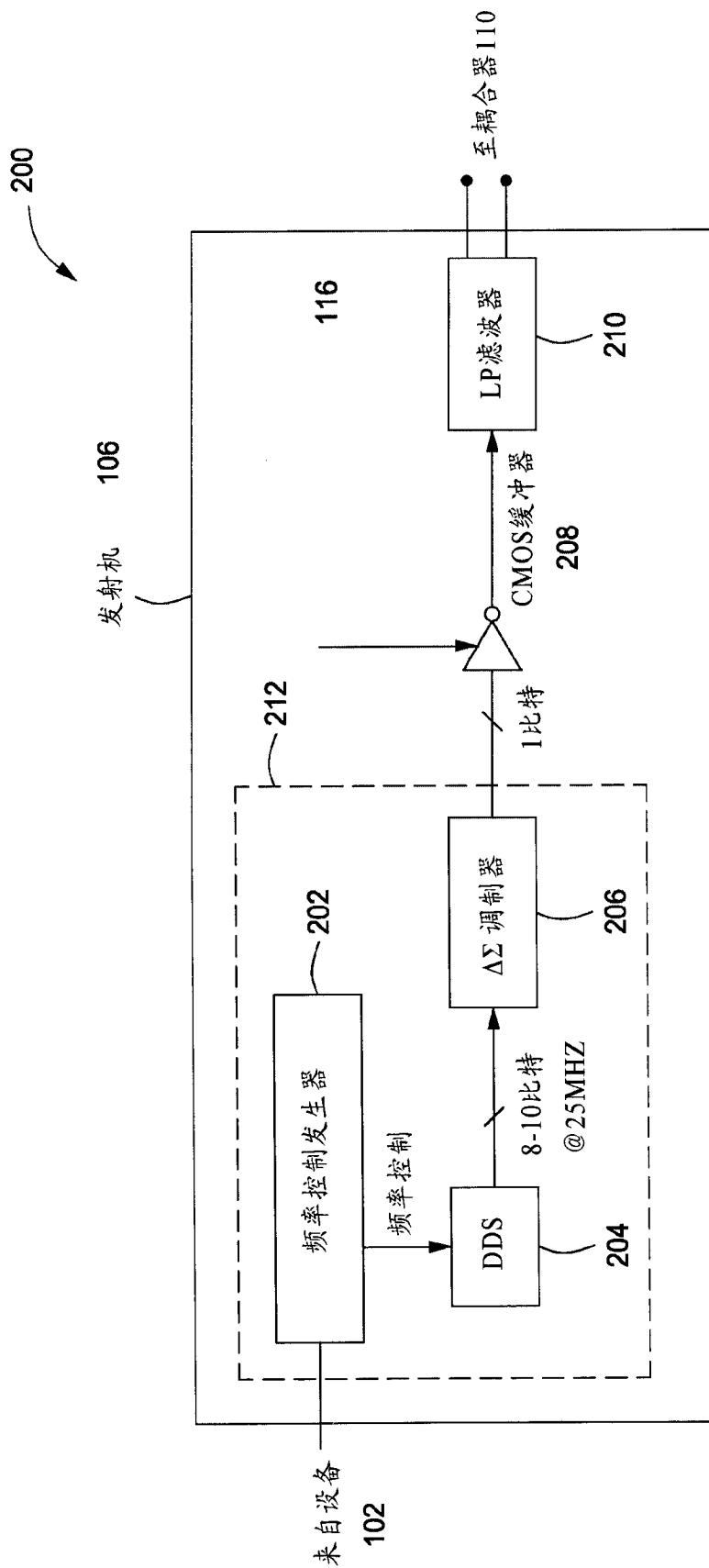


图 2

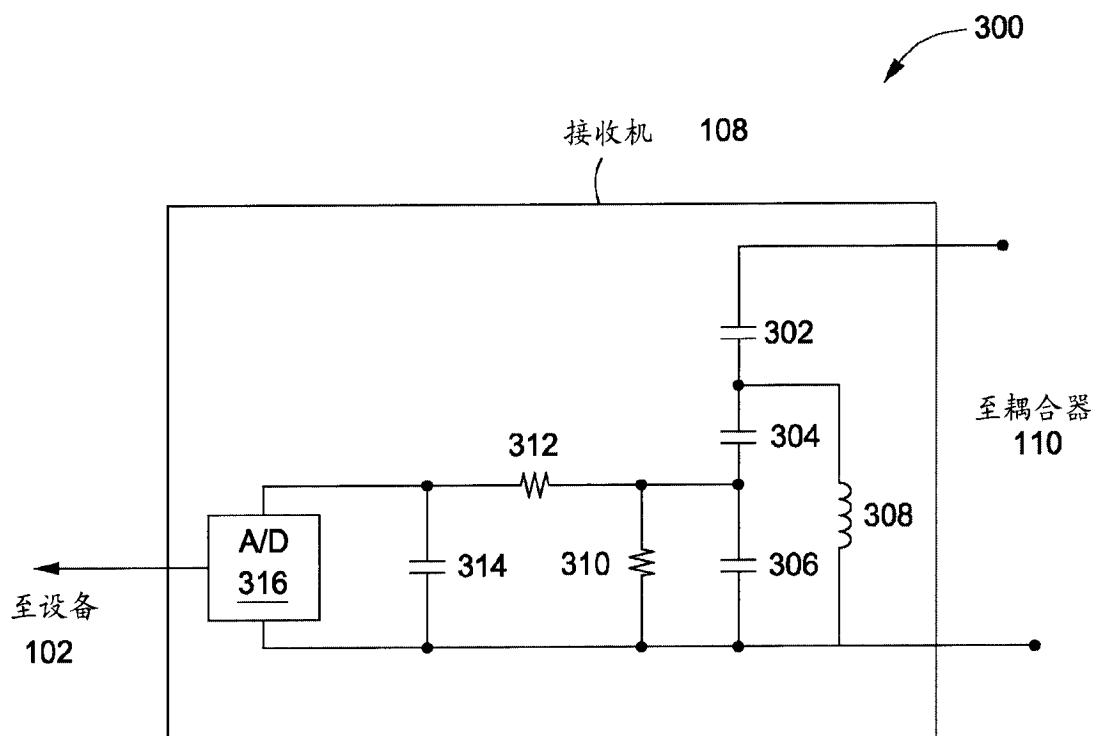


图 3

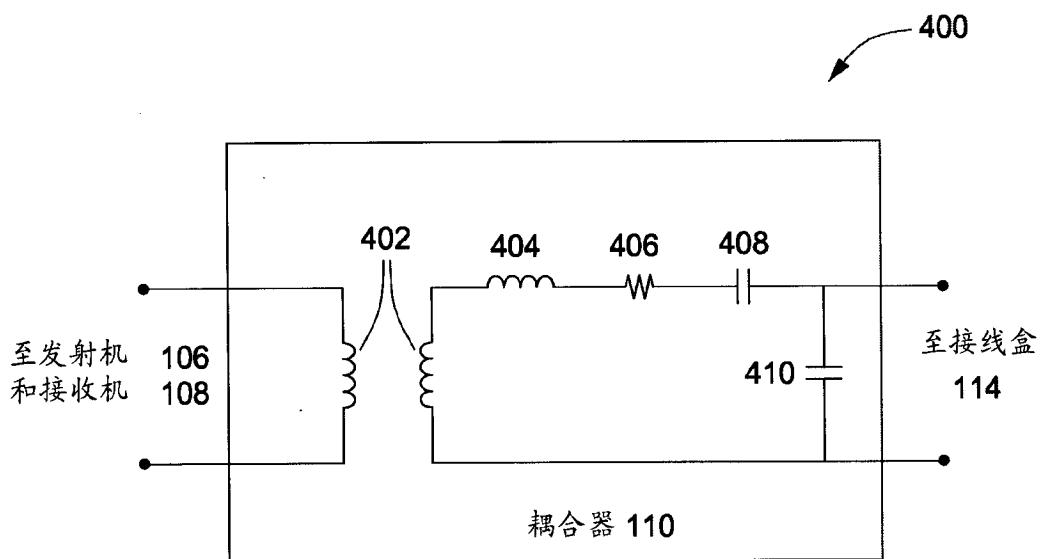


图 4

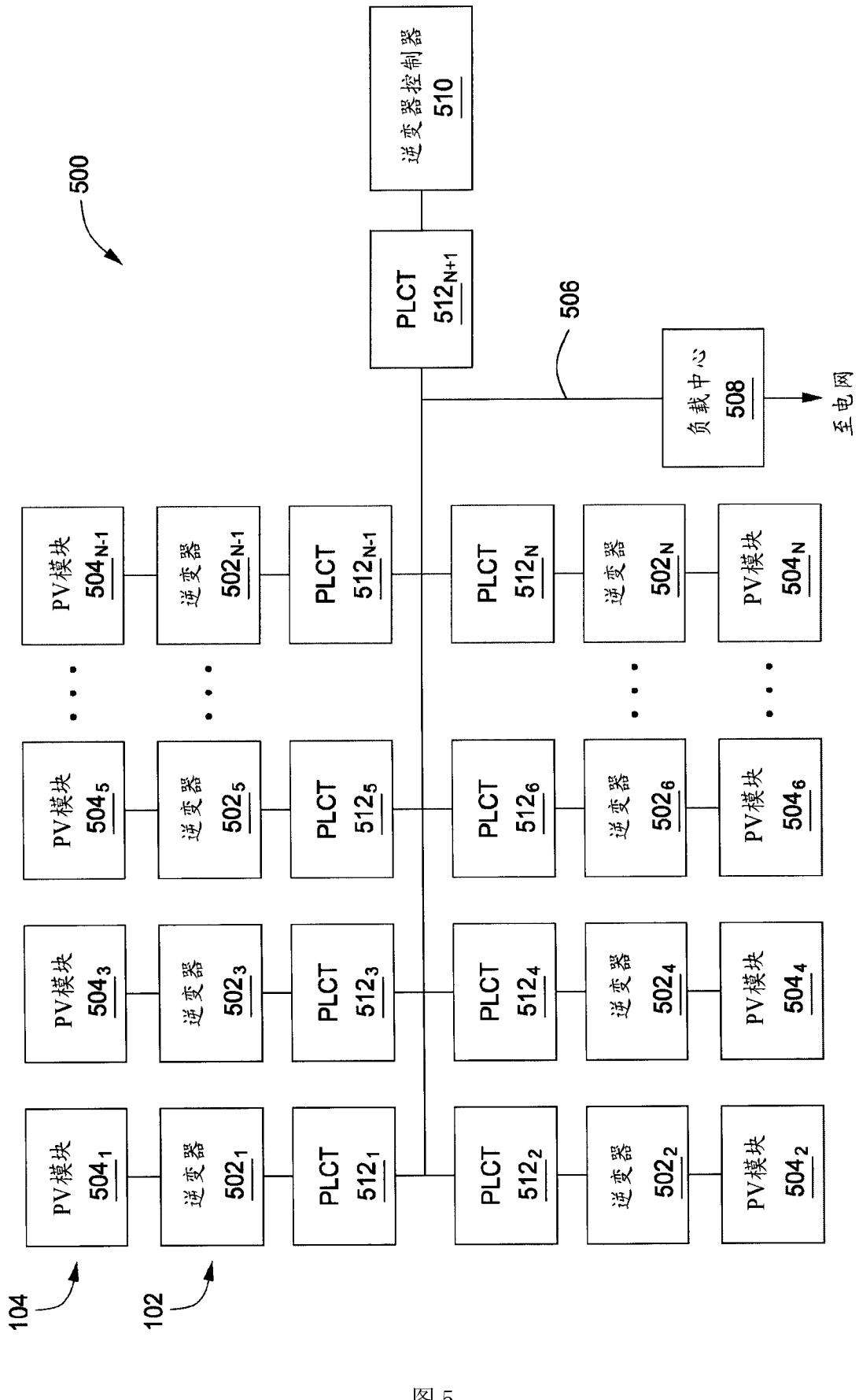


图 5