



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106788605 B

(45) 授权公告日 2021.07.02

(21) 申请号 201710019999.8

(22) 申请日 2013.03.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106788605 A

(43) 申请公布日 2017.05.31

(30) 优先权数据  
61/616,518 2012.03.28 US  
13/848,056 2013.03.20 US

(62) 分案原申请数据  
201380017587.0 2013.03.28

(73) 专利权人 德克萨斯仪器股份有限公司  
地址 美国德克萨斯州

(72) 发明人 K·维亚雅三克尔 R·为丹特姆  
T·潘德

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 赵蓉民

(51) Int.Cl.  
H04B 3/54 (2006.01)  
H04L 12/40 (2006.01)  
H04L 12/413 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 101695195 A, 2010.04.14

审查员 曲祯

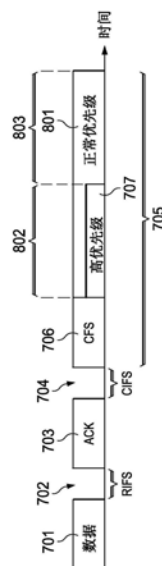
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

### (54) 发明名称

用于访问G3电力线通信网络中的信道的设备

### (57) 摘要

本发明公开了在G3-PLC网络中用于重叠优先级竞争窗口(707,801)的方法和系统的实施例。在一个实施例中,允许正常优先级竞争窗口(NPCW)(801)与高优先级竞争窗口(HPCW)(707)重叠。正常优先级帧(即,NPCW)的最小竞争窗口(801)等于或者长于高优先级帧(即,HPCW)的竞争窗口(707)。通过使NPCW(801)长于HPCW(707),高优先级帧将比正常优先级帧在传输重新尝试上具有更好的机会访问信道。



1. 一种电力线通信发送器设备即PLC发送器设备,其被耦合到PLC网络;所述PLC发送器设备被配置为:

执行物理信道侦听操作,以检测所述PLC网络上的空闲信道;以及  
在高优先级竞争窗口期间,在所述信道上发送正常优先级数据包。

2. 根据权利要求1所述的PLC发送器设备,所述PLC发送器设备进一步被配置为:

检测所述正常优先级数据包的冲突;

计算所述正常优先级数据包的回退时间;

在所述高优先级竞争窗口的起始处开始所述回退时间的延迟;以及

在所述回退时间延迟后,尝试访问所述信道。

3. 根据权利要求2所述的PLC发送器设备,其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在所述高优先级竞争窗口期间。

4. 根据权利要求2所述的PLC发送器设备,其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在正常优先级竞争窗口期间。

5. 根据权利要求2所述的PLC发送器设备,所述PLC发送器设备进一步被配置为:

确定所述信道在所述回退时间延迟之后空闲;以及

在所述高优先级竞争窗口期间,发送所述正常优先级数据包。

6. 根据权利要求1所述的PLC发送器设备,其中所述PLC发送器设备的所述高优先级竞争窗口和正常优先级竞争窗口同时开始,并且其中所述高优先级竞争窗口和所述正常优先级竞争窗口具有相同的持续时间。

7. 根据权利要求1所述的PLC发送器设备,其中所述PLC发送器设备的所述高优先级竞争窗口和正常优先级竞争窗口同时开始,并且其中所述正常优先级竞争窗口具有比所述高优先级竞争窗口更长的持续时间。

8. 一种电力线通信发送器设备即PLC发送器设备,其包括:

处理器,其被配置为执行物理信道侦听操作,以检测PLC网络上的空闲信道;以及

外围设备,其被配置为在高优先级竞争窗口期间在所述信道上发送正常优先级数据包。

9. 根据权利要求8所述的设备,所述处理器进一步被配置为:

检测所述正常优先级数据包的冲突;

计算所述正常优先级数据包的回退时间;

在所述高优先级竞争窗口的起始处开始所述回退时间的延迟;以及

在所述回退时间延迟后,尝试访问所述信道。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在所述高优先级竞争窗口期间。

11. 根据权利要求9所述的设备,其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在正常优先级竞争窗口期间。

12. 根据权利要求9所述的设备,所述处理器进一步被配置为确定所述信道在所述回退时间延迟之后空闲。

13. 根据权利要求8所述的设备,其中所述PLC发送器设备的所述高优先级竞争窗口和正常优先级竞争窗口同时开始,并且其中所述高优先级竞争窗口和所述正常优先级竞争窗

口具有相同的持续时间。

14. 根据权利要求8所述的设备, 其中所述PLC发送器设备的所述高优先级竞争窗口和正常优先级竞争窗口同时开始, 并且其中所述正常优先级竞争窗口具有比所述高优先级竞争窗口更长的持续时间。

15. 一种电力线通信发送器设备即PLC发送器设备, 其包括:

PLC引擎, 其被配置为执行物理信道侦听操作以检测电力线通信网络即PLC网络上的空闲信道; 以及

交流电接口即AC接口, 其耦合到所述PLC引擎, 所述AC接口被配置为在高优先级竞争窗口期间在所述空闲信道上发送正常优先级数据包。

16. 根据权利要求15所述的设备, 所述PLC引擎进一步被配置为:

检测所述正常优先级数据包的冲突;

计算所述正常优先级数据包的回退时间; 以及

在所述高优先级竞争窗口的起始处开始所述回退时间的延迟; 并且

所述AC接口进一步被配置为在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道。

17. 根据权利要求16所述的设备, 其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在所述高优先级竞争窗口期间。

18. 根据权利要求16所述的设备, 其中在所述回退时间延迟后尝试访问所述信道发生在正常优先级竞争窗口期间。

19. 根据权利要求1所述的PLC发送器设备, 所述PLC发送器设备进一步被配置为:

响应于在所述高优先级竞争窗口期间所述正常优先级数据包与高优先级数据包之间发生冲突, 增加所述正常优先级数据包的回退时间, 并保持所述高优先级数据包的回退时间。

## 用于访问G3电力线通信网络中的信道的设备

[0001] 本申请是于2013年03月28日提交的名称为“用于访问G3电力线通信网络中的信道的方法”的中国专利申请201380017587.0的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及用于电力线通信 (PLC) 的装置和方法。

### 背景技术

[0003] 电力线通信 (PLC) 包括用于通过也被用于向住宅、建筑以及其他场所传输电力的同一介质 (例如, 导线、电力线或者其他导体) 传递数据的系统。以其最简单的术语来说, PLC 将通信信号调制到现有的电力线上。这使得设备能够在不引入任何新的导线或者电缆的情况下被网络化。这个能力在能够通过网络化利用更大的智能和效率的各种各样的应用中极具吸引力。PLC应用包括公共事业仪表、家域网 (home area network) 以及电器和照明控制。

[0004] PLC是使用电力线作为通信信道的任何技术的通用术语。在世界各地, 当前各种 PLC标准工作正在进行。不同的标准集中于不同的性能因素以及涉及特别应用和操作环境的问题。最知名的PLC标准之一是G3-PLC, 其已经被国际电信联盟 (ITU) 批准。

[0005] 使用PLC与公共事业仪表通信在不需要安装额外电线的情况下实现诸如自动仪表计数 (AMR) 与自动仪表结构 (AMI) 的通信的应用。用户也可以使用PLC将家庭电表连接到能源监控设备或者家用显示器以监控他们的能源消耗, 并且基于每天时间需求使用低成本的电力定价。

[0006] 随着家域网扩大到包括控制家庭电器, 以便更有效地消费能源, OEM可以使用PLC链接这些设备和家庭网络。PLC也可以通过将智能结合到各种的照明产品以实现诸如远程控制照明、自动激活和停用灯、监控使用以精确计算能源消耗以及与电网的连接等功能来支持家庭和工业的自动化。

[0007] 实现PLC系统的方式依赖于地方性法规、当地电网的特性等。PLC用户可用的频段依赖于系统的位置。在欧洲, PLC段由CENELEC (欧洲电工标准化委员会) 定义。CENELEC-A段 (3kHz-95kHz) 是能源提供者专用。CENELEC-B,C,D段向终端用户应用开放, 其可以包括PLC用户。典型地, PLC系统工作在使用36音调且以1.5675kHz间隔的CENELEC-A段中的 35-90kHz。在美国, FCC已经实施了开始于535kHz的发射要求, 并且因此 PLC系统具有定义为154-487.5kHz、使用72音调且以4.6875kHz间隔的FCC 段。在世界的其他地方使用不同的频段, 例如, 在日本无线工业和商贸联合会定义的段工作在10-450KHz, 并且在中国电力科学研究院定义的段工作在 3-90kHz。

[0008] 为处理不同的优先级别, G3-PLC允许使用高优先级竞争窗口 (HPCW), 其中仅具有高优先级数据包的节点可以竞争并且传输帧。然而, 当在网络中没有具有高优先级帧的节点时, 其他节点在发送任何帧之前仍然不得等待整个HPCW窗口。这浪费了网络资源。HPCW的这种延迟将影响可实现的吞吐量, 因为具有高优先级帧的节点在网络中的一段重要时间里可能不出现。而且, 目前的G3-PLC机制仅确保避免与能够感知信道的邻近节点的冲突, 而

不能避免与隐藏节点的冲突。

## 发明内容

[0009] 本发明提供用于在G3-PLC网络中重叠优先级竞争窗口的方法和系统的实施例。在一个实施例中,允许正常优先级竞争窗口(NPCW)与HPCW重叠。正常优先级帧的最小竞争窗口(即,NPCW)等于或者长于高优先级帧的竞争窗口(即,HPCW)。通过使得NPCW长于HPCW,高优先级帧将具有更好的机会访问信道。

[0010] HPCW和NPCW的这种重叠将仅对高优先级帧的性能产生很小的影响。打算发送正常优先级帧的节点的冲突的窗口大小增加(例如,如果HPCW和 NPCW最初具有相同长度,则其增加2倍)。然而,高优先级帧的窗口大小保持与原始的HPCW相等。在重发尝试期间,正常优先级帧的回退时段将正常优先级帧推出HPCW,而高优先级帧将继续尝试在HPCW中发送。因此,高优先级帧在重发尝试期间具有增加的机会以便成功发送。

[0011] 所提出的解决方案在不显著影响网络提供优先级的能力的情况下,帮助提高网络吞吐量。此外,允许重叠NPCW和HPCW提高了在当没有高优先级帧时的时段期间(这在现实的通信量条件中是非常长的时段)的网络吞吐量。

## 附图说明

[0012] 图1是根据某些实施例的PLC系统的图示。

[0013] 图2是根据某些实施例的PLC设备或者调制解调器的框图。

[0014] 图3是根据某些实施例的PLC网关的框图。

[0015] 图4是根据某些实施例的PLC数据集中器的框图。

[0016] 图5是示出被配置用于点到点PLC的系统的实施例的示意框图。

[0017] 图6是根据某些实施例的集成电路的框图。

[0018] 图7示出使用现有标准的G3-PLC网络中的信道访问。

[0019] 图8示出通过根据一个实施例的修改的正常优先级竞争窗口的G3-PLC 网络中的信道访问。

## 具体实施方式

[0020] G3-PLC标准要求用于高优先级帧和正常优先级帧的独立的竞争窗口。本发明的实施例定向于修改正常优先级帧的竞争窗口(NPCW)以重叠高优先级帧的竞争窗口(HPCW)。这允许正常优先级帧在没有高优先级帧时更快地访问信道,并且因此通过减小正常优先级帧来提高整个系统吞吐量。下面在图 7-图8中描述了此系统的示例。图1-图6概括地描述G3-PLC的系统和方法。

[0021] 图1根据某些实施例示出在G3-PLC网络中具有重叠的优先级竞争窗口的电力线通信系统。来自子节点101的中压(MV)电力线通常运输在数千伏范围内的电压。变压器104将MV电力下降到低压(LV)线105上的LV电力, LV线105运输100-240VAC范围内的电压。变压器104通常被设计为以 50-60Hz范围内的非常低的频率工作。变压器104通常不允许高频率诸如大于 100KHz的信号通过LV线105和MV线103之间。LV线105经由通常被安装在住宅102a-n外部上的仪表106a-n向用户馈送电力。虽然被称作“住宅”,但是场所102a-n可以包括任何

类型的建筑物、设施、电动汽车充电节点或者电力被接收和/或被消耗的其他场地。诸如面板107的断路器面板提供仪表 106n与住宅102n内的电线108之间的接口。电线108向插座110、开关111 以及住宅102n内的其他电气设备输送电力。

[0022] 图1中所示的电力线拓扑结构可以被用于向住宅102a-n传送高速通信。在某些实施例中,电力线通信的调制解调器或者网关112n-n可以被耦合到仪表106a-n处的LV电力线105。PLC调制解调器/网关112a-n可以被用来通过 MV/LV线103/105发送和接收数据信号。这些数据信号可以被用于支持计量和电力输送应用(例如,智能电网应用)、通信系统、高速互联网、电话、视频会议以及视频传送等。通过在电力传输网络上传输电信和/或数据信号,不需要为每个用户120a-n安装新的电缆。因此,通过使用现有电力分配系统来传送数据信号,有可能明显地节约成本。

[0023] 通过电力线传输数据的说明性方法可以使用具有不同于电力信号的频率的载波信号。该载波信号可以被数据调制,例如,使用OFDM技术或者所描述的类似技术(例如,G3-PL标准)。

[0024] 在住宅102a-n处的PLC调制解调器或者网关112a-n使用MV/LV电网来传送数据信号到PLC数据集中器或者路由器114并且传送来自PLC数据集中器或者路由器114的数据信号,而不需要额外的布线。集中器114可以被耦合到MV线103或者LV线105。调制解调器或者网关112a-n可以支持诸如高速宽带互联网链接、窄带控制应用、低带宽数据收集应用等的应用。在家庭环境中,例如,调制解调器或者网关112a-n可以进一步实现家庭和建筑物在暖气和空调、照明以及安全上的自动化。而且,PLC调制解调器或者网关112a-n 可以实现电动车辆或其它电器的AC或者DC充电。AC或者DC充电器的示例被描述为PLC设备113。在场所外部,电力线通信网络可以提供街道照明控制和远程电能表数据收集。

[0025] 一个或多个PLC数据集中器或者路由器114可以经由网络120被耦合到控制中心130(例如,公共事业公司)。网络120可以包括诸如基于IP的网络、互联网、蜂窝网络、WiFi网络、WiMax网络等。同样地,控制中心130可以被配置为通过(一个或多个)集中器114收集来自(一个或多个)网关112 和/或(一个或多个)设备113的电力消耗和其他类型的相关信息。补充地或可替换地,控制中心130可以被配置为通过经由集中器114将智能电网政策和其它法规或者商业规则传送到(一个或多个)网关112和/或(一个或多个)设备113中的每个来实施此类规则。

[0026] 图2是根据某些实施例的PLC设备113的框图。如所描述的,AC接口 201可以以这样的方式被耦合到场所112n内的电线108a和108b:允许PLC 设备113使用开关电路等断开线108a和108b之间的连接。然而,在其他实施例中,AC接口201可以被连接到单一线108(即,没有将线108分成线108a 和108b),并且不需要提供此种切换能力。在操作中,AC接口201可以允许 PLC引擎202通过线108a-b接收并且发送PLC信号。在某些情况下,PLC设备113可以是PLC调制解调器。补充或可替换地,PLC设备113可以是智能电网设备的一部分(例如,AC或者DC充电器、仪表等)、电器或者用于位于场所112n的内部或者外部的其他电气元件的控制模块(例如,街道照明等)。

[0027] PLC引擎202可以被配置为使用特定的频带经由AC接口201在线108a 和/或108b上发送和/或接收PLC信号。在某些实施例中,PLC引擎202可以被配置为发送OFDM信号,尽管也可以使用其他类型的调制方案。同样地,PLC引擎202可以包括或者以其他方式被配置为与

测量或者监控电路(未示出)通信,该测量或者监控电路进而被配置为经由线108、108a和/或108b测量某些设备或者电器的电力消耗特征。PLC引擎202可以接收此种电力消耗信号,将其编码成一个或多个PLC信号,并且通过线108、108a和/或108b 将其发送到高等级PLC设备(例如,PLC网关112n,数据聚合器114等)以便进一步处理。相反地,PLC引擎202可以接收被编码在PLC信号中的来自此类高等级PLC设备的指令和/或其他信息,例如,以允许PLC引擎202选择其中的特定频带来操作。

[0028] 图3是根据某些实施例的PLC网关112的框图。如这个示例所描述的,网关引擎301被耦合到仪表接口302、本地通信接口303以及频带使用数据库 304。仪表接口302被耦合到仪表106,并且本地通信接口303被耦合到诸如 PLC设备113的各种PLC设备中的一个或多个。本地通信接口303可以提供各种通信协议,例如,ZigBee、Bluetooth、Wi-Fi、Wi-Max、以太网等,这些通信协议可以使网关能够与各种各样的不同设备和电器通信。在操作中,网关引擎301可以被配置为收集来自PLC设备113和/或其他设备以及仪表106 的通信,并且用作这些各种设备与PLC数据集中器114之间的接口。网关引擎301也可以被配置为向具体的设备分配频带和/或向这些设备提供信息使得它们能够自分配其各自的工作频率。

[0029] 在某些实施例中,PLC网关112可以被设置在场所102n内或者附近,并且用作到达和/或来自场所102n的所有PLC通信的网关。然而,在其他实施例中,可以没有PLC网关112,并且PLC设备113(以及仪表106n和/或其他电器)可以直接与PLC数据集中器114通信。当存在PLC网关112时,其可以包括具有诸如由场所102n内的各种PLC设备113当前所用的频带记录的数据库304。此类记录的示例可以包括,例如,设备识别信息(例如,序列号、设备ID等)、电器的配置文件、设备类别和/或当前所分配的频带。同样地,网关引擎301可以使用数据库304来指定、分配或者以其他方式管理被分配给其各种PLC设备的频带。

[0030] 图4是根据某些实施例的PLC数据集中器或者路由器114的框图。网关接口401被耦合到数据集中器引擎402,并且可以被配置为与一个或多个PLC 网关112a-n通信。网络接口403也被耦合到数据集中器引擎402,并且可以被配置为与网络120通信。在操作中,数据集中器引擎402可以被用来在向控制中心130转发数据之前收集来自多个网关112a-n的信息和数据。在缺少 PLC网关112a-n的情况下,网关接口401可以用被配置为与仪表116a-n、PLC设备113和/或其他电器直接通信的仪表和/或设备接口(未示出)来替换。进一步,如果缺少PLC网关112a-n,则频率使用数据库404可以被配置为储存与以上关于数据库304所描述的那些记录类似的记录。

[0031] 图5是描述被配置用于点对点PLC的系统500的一个实施例的示意框图。系统500可以包括PLC发送器501和PLC接收器502。例如,PLC网关112 可以被配置作为PLC发送器501,并且PLC设备113可以被配置作为PLC接收器502。可替换地,PLC设备113可以被配置作为PLC发送器501,并且 PLC网关112可以被配置作为PLC接收器502。在进一步的实施例中,数据集中器114可以被配置作为PLC发送器501或者PLC接收器502,并且与点对点系统500中的PLC网关112或者PLC设备113结合来配置。在进一步的实施例中,在如图5所描述的点对点PLC系统500中,多个PLC设备113可以被配置为直接通信。此外,在点对点系统500中,子节点101可以按照上述来配置。本领域的普通技术人员将意识到用于图5所述的点对点PLC系统 500的各种适合的配置。

[0032] 图6是根据某些实施例用于在G3-PLC网络中实现重叠的优先级竞争窗口的电路的

框图。在某些情况下,图1-5所示的设备和/或装置中的一个或多个可以如图6所示的来实现。在某些实施例中,处理器602可以是数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、片上系统(SoC)电路、现场可编程门阵列(FPGA)、微处理器、微控制器等。处理器602被耦合到一个或多个外围设备604和外部存储器603。在某些情况下,外部存储器603可以被用于储存和/或维护图3和图4所示的数据库304和/或404。此外,处理器602可以包括用于将信号传送到外部存储器603的驱动器以及用于将信号传送到外围设备604的另一驱动器。电源601向处理器602提供电源电压,也向存储器603和/或外围设备604提供一个或多个电源电压。在某些实施例中,可以包括多于处理器602的一个实例(并且也可以包括多于一个的外部存储器603)。

[0033] 根据PLC系统的类型,外围设备604可以包括任何需要的电路。例如,在一个实施例中,外围设备604可以实现本地通信接口303,并且包括诸如 Wi-Fi、ZigBee、Bluetooth、蜂窝、全球定位系统等各种类型的无线通信的设备。外围设备604也可以包括额外的存储设备,包括RAM存储设备、固态存储设备或者磁盘存储设备。在某些情况下,外围设备604可以包括用户界面设备,例如包括触摸显示屏或者多点触摸显示屏的显示屏、键盘或者其他输入设备、传声器、扬声器等。

[0034] 外部存储器603可以包括任何类型的存储器。例如,外部存储器603可以包括SRAM,易失性RAM(NVRAM,例如,快闪存储器)和/或诸如同步 DRAM(SDRAM)、双数据速率(DDR、DDR2、DDR3等)SDRAM、DRAM 等的动态RAM(DRAM)。外部存储器603可以包括存储器设备被安装到其上的一个或多个存储器模块,例如,单列直插式内存模块(SIMM)、双列直插式内存模块(DIMM)等。

[0035] 图7示出G3-PLC网络中使用现有标准的信道访问。信道访问通过使用具有随机回退时间的载波侦听多路访问/冲突避免(CSMA/CA)被实现。当节点试图发送时,随机回退将时间展开,由此减小两个节点之间冲突的机率。每次设备希望传送数据帧时,设备将等待随机的时段(即,随机回退)。如果随机回退之后信道空闲,则设备发送其数据。如果随机回退之后信道繁忙,则设备在尝试再次访问信道之前等待另一随机时段。

[0036] 在以下的情况中冲突发生或者推测其发生:当期望应答时,发射节点接收到不同于确认(ACK)或者否定确认(NACK)应答的一些信息,或者当期望应答时,对发送没有任何应答。

[0037] 在图7中,之前的传输701结束,并且其后是应答帧间间隔(RIFS)702。RIFS 702间隔在传输701的结束和关联应答(例如,确认703)的开始之间。在传输交换701/703结束之后,竞争帧间间隔(CIFS)704发生。帧间间隔说明与完成之前的传输和应答相关的传播时间和处理时间。CIFS 704之后,针对新的传输开始竞争状态705。

[0038] 竞争状态705以无竞争间隙(contention free slot)(CFS)706开始,CFS 706可以被用于之前传送的介质访问控制(MAC)数据包的后继段的传输,而不需要回退过程。CFS 706防止来自其他节点的可能的中断,并且针对所接收的段简化MAC包重组过程。第一段使用正常或者高优先级竞争窗口来发送,并且剩余段使用CFS 706来发送。

[0039] 在CFS 706之后,在目前的G3-PLC网络中,具有高优先级帧的节点在高优先级竞争窗口(HPCW)707期间争夺信道。接着,具有正常优先级帧的节点争夺正常优先级竞争窗口(NPCW)708。因为HPCW 707位于NPCW 708之前,因此具有高优先级帧的节点将在具有正常



优先级帧的节点之前访问信道。

[0040] 在一个实施例中,HPCW 707和NPCW 708的持续时间计算如下。

[0041]  $CFS时间 = aSlotTime;$  (公式.1)

[0042]  $HPCW时间 = macHighPriorityWindowSize \times aSlotTime;$  以及 (公式.2)

[0043]  $NPCW时间 = (2^{maxBE} \times aSlotTime)$  (公式.3)

其中aSlotTime是竞争间隙时间的持续时间,macHighPriorityWindowSize是在多个间隙中高优先级竞争窗口的大小,并且maxBE是回退指数的最大值。

[0044] CSMA-CA算法将时间展开,在该时间上节点使用截短的二进制指数回退机制以减小冲突的机率。该算法使用被称为回退时段的时间单元来实现,其中一个回退时段等于预定数量的符号。每个设备为每次传输尝试维护两个变量:NB和BE。NB是在尝试当前传输时,CSMA-CA算法已经被用作回退的次数。在每次新的传输尝试之前,NB被初始化为0。BE是回退指数,其与尝试访问信道之前设备将等待的回退时段的个数有关。BE被初始化为最小值minBE。

[0045] MAC子层在0到 $(2^{BE}-1)$ 的范围中延迟的随机数量的完整回退时段。回退时段的随机数量计算如下:

[0046]  $回退次数 = Random(2^{BE}-1) * aSlotTime$  (公式.4)

[0047] 在回退时段结束时,MAC子层请求PHY执行物理载波侦听。如果估计信道繁忙,则MAC子层将NB和BE都增加1,保证BE将不超过maxBE。对于高优先级包,maxBE等于minBE。

[0048] 如果NB的值小于或者等于CSMA回退的最大数量,则CSMA-CA算法延迟新的回退时间,并且再次执行物理载波侦听。如果NB的值大于CSMA回退的最大数量,则CSMA-CA算法识别信道访问失败状态。

[0049] 如果物理载波侦听确定信道接下来空闲,则MAC子层立即开始传输帧。

[0050] 因此,在当前的G3-PLC系统中,具有正常优先级帧的节点必须等待直到 HPCW 707已经完成,并且随后使用CSMA/CA与信道访问的其他正常优先级节点竞争。当没有节点具有高优先级帧时,正常优先级节点必须仍然等到 HPCW时段结束,这降低了整个网络吞吐量和效率。

[0051] 图8示出G3-PLC网络中通过根据一个实施例修改的正常优先级竞争窗口的信道访问。正常优先级节点的竞争窗口801已经被扩展,使得当CFS 706 结束时其开始。整个竞争状态705保持相同,但是NPCW 801现与HPCW 707 重叠达间隔802,间隔802对应于HPCW 707的持续时间。在间隔802期间,高优先级节点和正常优先级节点都可以访问信道。

[0052] NPCW 801的持续时间可以等于或者大于HPCW 707的持续时间。图8 示出NPCW 801长于HPCW 707的实施例;然而,在其他的实施例中,NPCW 801和HPCW 707都可以是相同的持续时间802。如果NPCW 801长于HPCW 707,那么高优先级帧将具有更好机会访问信道。

[0053] 使用以上的公式4来计算高优先级帧和正常优先级帧的回退次数。然而,对于高优先级帧,回退指数 $BE_{HP}$ 被限制为最小值minBE,但是回退指数 $BE_{NP}$ 可以增加到最大值maxBE。在一个实施例中,可以选择minBE,以便高优先级帧的回退时间保持在HPCW间隔707之内。另一方面,因为正常优先级帧的回退时间可以增长到maxBE,所以其可以增长到HPCW 707之外但仍在 NPCW 801之内的区域803。

[0054] 如果高优先级帧和正常优先级帧在HPCW间隔707期间发生冲突,则正常优先级帧

的回退时间将最终增加,并且将正常优先级信道访问尝试移动到区域803。这将消除在区域802中与高优先级帧冲突。

[0055] 图8所描述的修改仅会对高优先级帧的性能产生很小的影响。一旦冲突,打算发送正常优先级帧的节点的竞争窗口大小被加倍,但是具有高优先级帧的节点的竞争窗口大小保持等于HPCW 707。因此,高优先级帧在重发尝试期间具有增加的机会以便成功传输。

[0056] 应当理解的是,在各种实施例中,图1-6所示的模块可以表示被配置为执行具体操作的软件程序、逻辑功能和/或数据结构的集合。虽然这些模块被示为不同的逻辑块,但是在其他实施例中,由这些模块执行的至少某些操作可以被组合为更少的块。相反地,图1-6所示的任何给定的一个模块可以被实施,以使得其操作被分成两个或多个逻辑块。此外,尽管以特定的配置示出,但是在其他实施例中这些各种模块可以以其他适合的方式被重新配置。

[0057] 本文中所描述的许多操作可以在硬件、软件和/或固件和/或其任何组合中实现。当在软件中实现时,代码段执行必要的任务或者操作。程序或者代码段可以被存储在处理器可读、计算机可读或者机器可读的介质中。处理器可读、计算机可读或者机器可读介质可以包括能够储存或者转移信息的任何设备或者介质。此类处理器可读的介质的示例包括电子电路、半导体存储器设备、闪速存储器、ROM、可擦除ROM (EROM)、软盘、激光光盘、光盘、硬盘、光纤介质等。

[0058] 软件代码段可以存储在任何易失性或者非易失性存储设备中,例如,硬盘驱动器、闪速存储器、固态存储器、光盘、CD、DVD、计算机程序产品或者针对处理器或者中间件容器服务提供有形的计算机可读或者机器可读的存储的其他存储器设备。在其他实施例中,存储器可以是几个物理存储设备的虚拟化,其中物理存储设备具有相同或者不同的类型。可以经由内部总线、另一计算机网络诸如互联网或者内部网,或者经由其他有线或者无线网络,将代码段从存储器下载或者转移到处理器或者容器。

[0059] 本领域的技术人员将认识到,在所声明的发明的范围内许多其他实施例和变化是可能的。

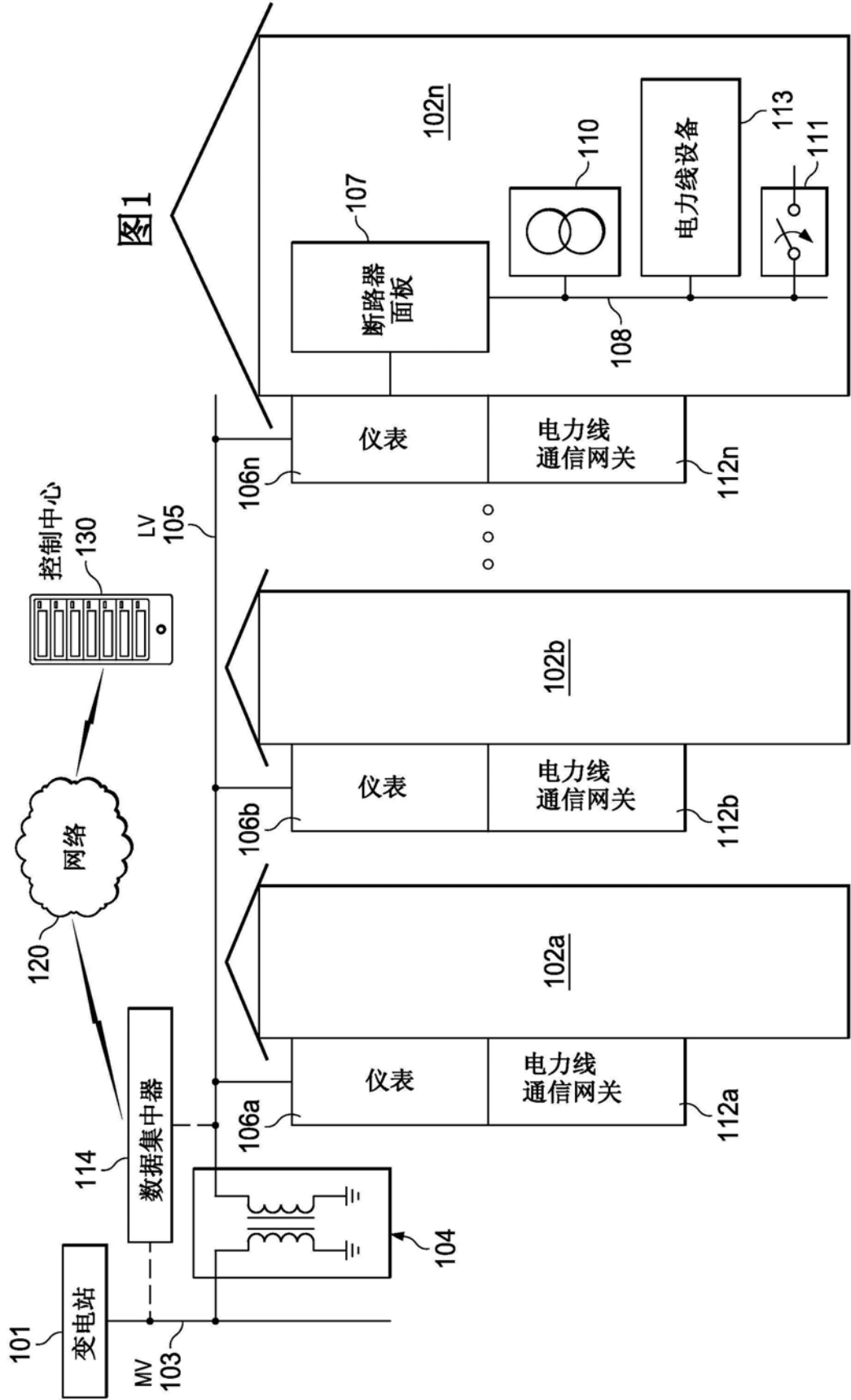


图1

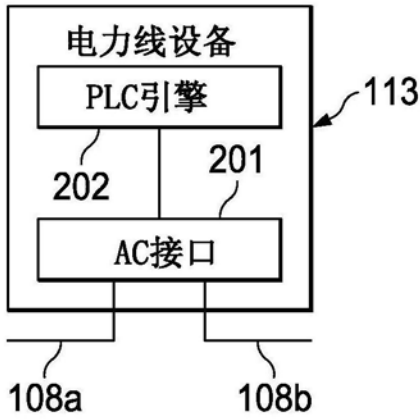


图2

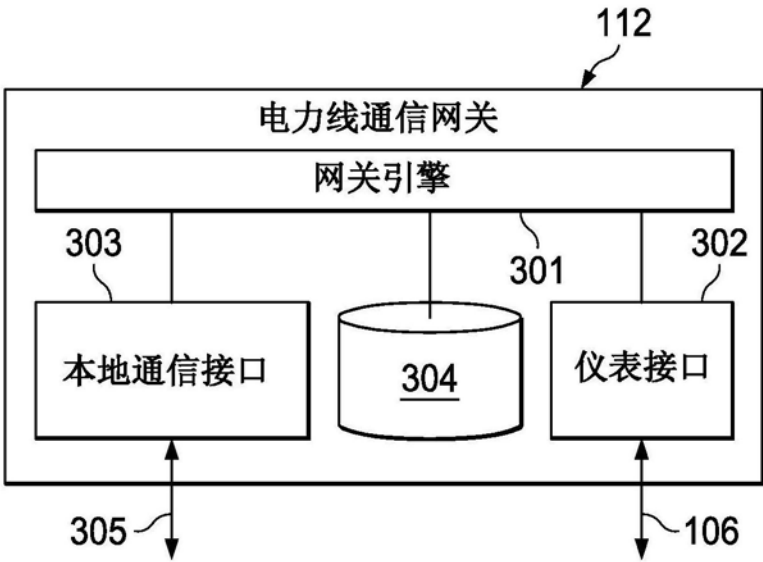


图3

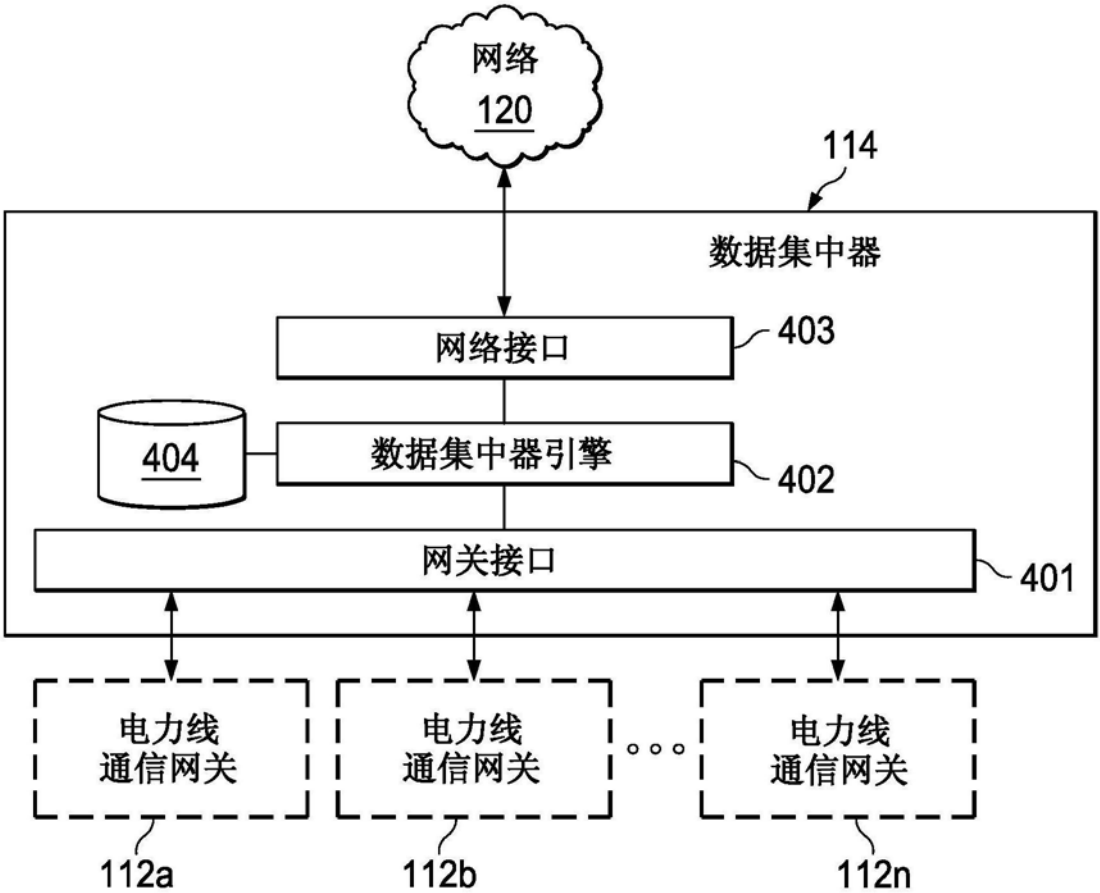


图4

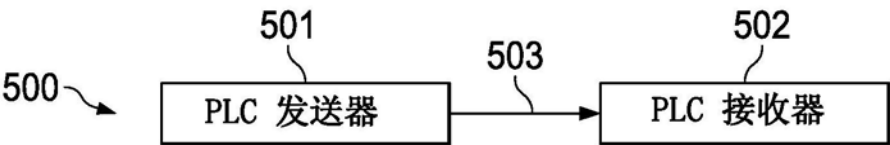


图5

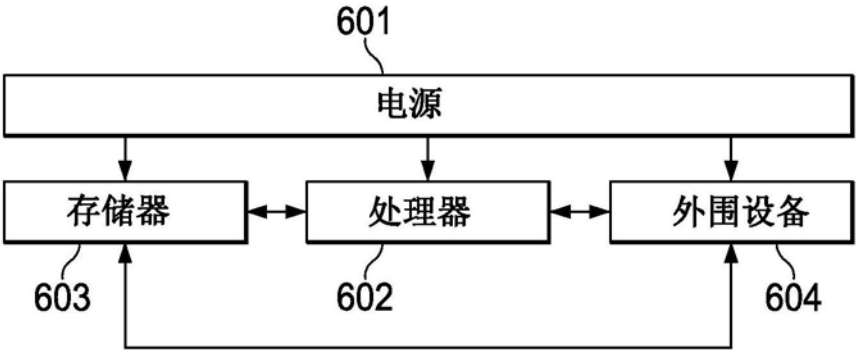


图6

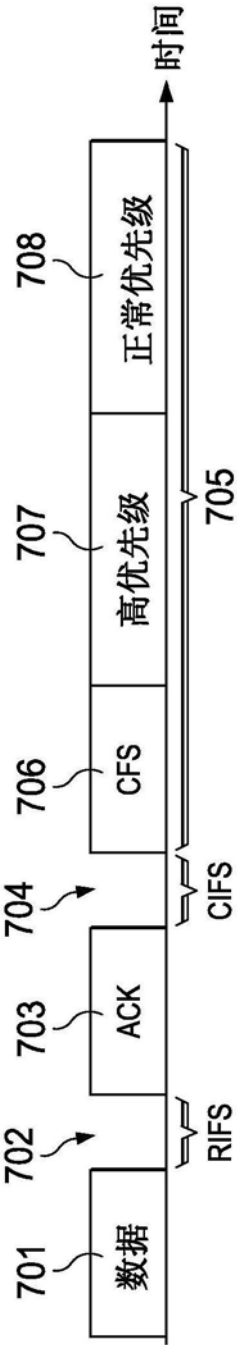


图7 (现有技术)

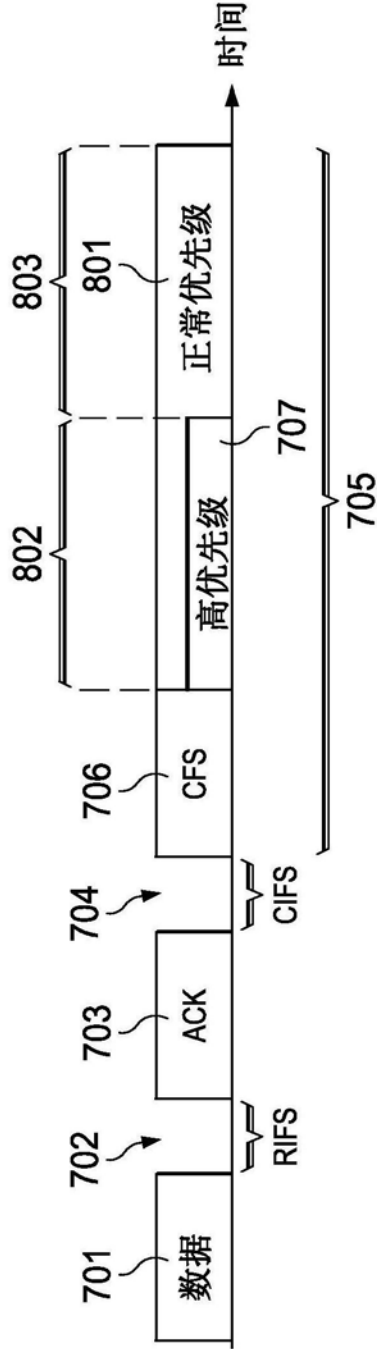


图8