



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105471092 A

(43) 申请公布日 2016. 04. 06

(21) 申请号 201511034539. X

H02J 7/34(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 12. 31

(71) 申请人 易事特集团股份有限公司

地址 523808 广东省东莞市松山湖科技产业  
园区工业北路 6 号

(72) 发明人 张涛 徐海波 马强 龚兵辉  
郭蕾 苏建徽

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理  
有限公司 44224

代理人 舒丁

(51) Int. Cl.

H02J 9/08(2006. 01)

H02J 3/01(2006. 01)

H02J 3/18(2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

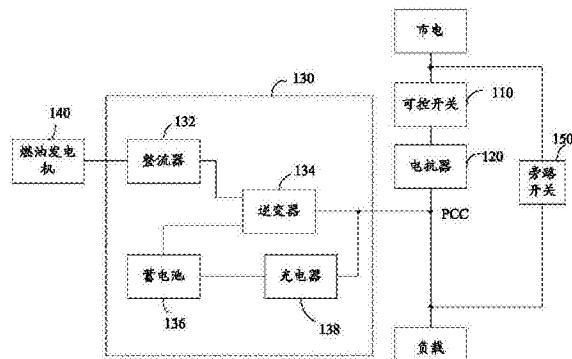
(54) 发明名称

不间断电源系统

(57) 摘要

一种不间断电源系统，包括燃油发电机、储能逆变系统、可控开关、监测电路以及电抗器；监测电路用于在市电正常时输出第一监测信号，在市电异常时输出第二监测信号；可控开关用于在第一监测信号的控制下闭合，由市电经电抗器向负载供电；储能逆变系统用于在第一可控开关闭合时根据负载电流中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流以进行谐波和无功补偿；可控开关还用于在第二监测信号的控制下断开；燃油发电机用于在可控开关断开时开始工作，将燃油的热能转换为电能后输出给储能逆变系统；储能逆变系统还用于在可控开关断开时输出电能向负载供电。上述不间断电源系统的稳定性较好且能效指

A 数较高。



1. 一种不间断电源系统，其特征在于，包括燃油发电机、储能逆变系统、可控开关、监测电路以及电抗器；所述燃油发电机与所述储能逆变系统连接；所述储能逆变系统通过公共连接点分别与负载、所述电抗器连接；所述可控开关一端与市电连接，另一端与所述电抗器连接；所述监测电路分别与市电、所述可控开关连接；

所述监测电路用于对市电的供电状态进行监测，并在市电正常时输出第一监测信号，在市电异常时输出第二监测信号；

所述可控开关用于在所述第一监测信号的控制下闭合，由市电经所述电抗器向负载供电；所述储能逆变系统用于在所述第一可控开关闭合时根据负载电流中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流以进行谐波和无功补偿；

所述可控开关还用于在所述第二监测信号的控制下断开；所述燃油发电机用于在所述可控开关断开时开始工作，将燃油的热能转换为电能后输出给所述储能逆变系统；所述储能逆变系统还用于在所述可控开关断开时输出电能向负载供电。

2. 根据权利要求1所述的不间断电源系统，其特征在于，所述燃油发电机包括柴油发电机。

3. 根据权利要求1所述的不间断电源系统，其特征在于，所述储能逆变系统包括整流器、逆变器、蓄电池以及充电器；所述整流器的输入端与所述燃油发电机的输出端连接；所述整流器的输出端与所述逆变器的第一直流输入端连接；所述逆变器的输出端与所述公共连接点连接；所述蓄电池的输入端与所述充电器的输出端连接；所述蓄电池的输出端与所述逆变器的第二直流输入端连接；所述充电器的输入端与所述公共连接点连接。

4. 根据权利要求3所述的不间断电源系统，其特征在于，所述充电器用于对所述蓄电池的剩余电量进行监测，并在所述蓄电池的剩余电量低于阈值电量时由市电经由所述充电器对所述蓄电池进行充电。

5. 根据权利要求3所述的不间断电源系统，其特征在于，所述逆变器包括谐波和无功电流提取电路；所述谐波和无功电流提取电路包括顺次连接的FFT变换模块、滤波器模块、加法器以及逆FFT变换模块；所述FFT变换模块的输入端与所述公共连接点连接；

所述FFT变换模块用于将所述负载电流从时域变换为频域，并将所述负载电流在频域分解为负载电流直流分量、负载电流基波分量以及负载电流中的各次谐波和无功分量；

所述滤波器模块用于滤除所述负载电流直流分量和所述负载电流基波分量，并将滤波后的负载电流中的各次谐波和无功分量输出给所述加法器；

所述加法器用于对所述负载电流中的各次谐波和无功分量进行相加得到频域谐波和无功电流补偿指令值；

所述逆FFT变换模块用于将所述频域谐波和无功电流补偿指令值转换为时域谐波和无功电流补偿指令值；

所述蓄电池还用于根据提取出的谐波和无功电流补偿指令值对所述逆变器的直流侧供电，从而使得所述逆变器输出相应的谐波和无功补偿电流至公共连接点。

6. 根据权利要求5所述的不间断电源系统，其特征在于，所述滤波器模块为高通滤波器模块。

7. 根据权利要求3所述的不间断电源系统，其特征在于，所述储能逆变系统还包括切换开关；所述切换开关的第一输入端与所述整流器的输出端连接；所述切换开关的第二输入

端与所述蓄电池的输出端连接；所述切换开关的输出端与所述逆变器的直流侧输入端连接；所述切换开关用于在市电异常且所述燃油发电机投入工作、所述整流器将所述燃油发电机输出的交流电转换为稳定的直流电时将所述第一输入端与所述逆变器的直流输入端连接，反之将所述第二输入端与所述逆变器的直流输入端连接。

8. 根据权利要求1所述的不间断电源系统，其特征在于，还包括控制电路；所述控制电路用于获取接入负载的重要级别，并根据各负载的重要级别对供电进行分配。

9. 根据权利要求1所述的不间断电源系统，其特征在于，还包括旁路开关；所述旁路开关分别与市电、负载连接；所述旁路开关用于在所述不间断电源系统需要进行维修时导通从而由市电直接向负载供电。

## 不间断电源系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电源技术领域,特别是涉及一种燃油发电机式不间断电源系统。

### 背景技术

[0002] 由市电提供的电源时常会存在质量问题,并且随时有停电的可能。停电事故会对半导体、数据中心、航空、电信、加工工业等领域造成巨大的经济损失。因此,对于十分重要的领域,连续可靠的电源就显得十分重要。而如何提高对重要设施供电的优质性和可靠性也是目前面临的一大挑战。

[0003] 传统的基于双变换技术的在线式不间断电源系统(Uninterruptible Power System, UPS)为保障重要设备的不间断供电,要不断地通过整流器和逆变器转换电能,因此易造成公共连接点(PCC点)的故障,并且强电网情况下产生不必要的电能消耗,已经不适用于对高电力保障领域的不间断供电要求。

### 发明内容

[0004] 基于此,有必要提供一种稳定性较好且能效指数较高的不间断电源系统。

[0005] 一种不间断电源系统,包括燃油发电机、储能逆变系统、可控开关、监测电路以及电抗器;所述燃油发电机与所述储能逆变系统连接;所述储能逆变系统通过公共连接点分别与负载、所述电抗器连接;所述可控开关一端与市电连接,另一端与所述电抗器连接;所述监测电路分别与市电、所述可控开关连接;所述监测电路用于对市电的供电状态进行监测,并在市电正常时输出第一监测信号,在市电异常时输出第二监测信号;所述可控开关用于在所述第一监测信号的控制下闭合,由市电经所述电抗器向负载供电;所述储能逆变系统用于在所述第一可控开关闭合时根据负载电流中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流以进行谐波和无功补偿;所述可控开关还用于在所述第二监测信号的控制下断开;所述燃油发电机用于在所述可控开关断开时开始工作,将燃油的热能转换为电能后输出给所述储能逆变系统;所述储能逆变系统还用于在所述可控开关断开时输出电能向负载供电。

[0006] 在其中一个实施例中,所述燃油发电机包括柴油发电机。

[0007] 在其中一个实施例中,所述储能逆变系统包括整流器、逆变器、蓄电池以及充电器;所述整流器的输入端与所述燃油发电机的输出端连接;所述整流器的输出端与所述逆变器的第一直流输入端连接;所述逆变器的输出端与所述公共连接点连接;所述蓄电池的输入端与所述充电器的输出端连接;所述蓄电池的输出端与所述逆变器的第二直流输入端连接;所述充电器的输入端与所述公共连接点连接。

[0008] 在其中一个实施例中,所述充电器用于对所述蓄电池的剩余电量进行监测,并在所述蓄电池的剩余电量低于阈值电量时由市电经由所述充电器对所述蓄电池进行充电。

[0009] 在其中一个实施例中,所述逆变器包括谐波和无功电流提取电路;所述谐波和无功电流提取电路包括顺次连接的FFT变换模块、滤波器模块、加法器以及逆FFT变换模块;所

述FFT变换模块的输入端与所述公共连接点连接；所述FFT变换模块用于将所述负载电流从时域变换为频域，并将所述负载电流在频域分解为负载电流直流分量、负载电流基波分量以及负载电流中的各次谐波和无功分量；所述滤波器模块用于滤除所述负载电流直流分量和所述负载电流基波分量，并将滤波后的负载电流中的各次谐波和无功分量输出给所述加法器；所述加法器用于对所述负载电流中的各次谐波和无功分量进行相加得到频域谐波和无功电流补偿指令值；所述逆FFT变换模块用于将所述频域谐波和无功电流补偿指令值转换为时域谐波和无功电流补偿指令值；所述蓄电池还用于根据提取出的谐波和无功电流补偿指令值对所述逆变器的直流侧供电，从而使得所述逆变器输出相应的谐波和无功补偿电流至公共连接点。

[0010] 在其中一个实施例中，所述滤波器模块为高通滤波器模块。

[0011] 在其中一个实施例中，所述储能逆变系统还包括切换开关；所述切换开关的第一输入端与所述整流器的输出端连接；所述切换开关的第二输入端与所述蓄电池的输出端连接；所述切换开关的输出端与所述逆变器的直流侧输入端连接；所述切换开关用于在市电异常且所述燃油发电机投入工作、所述整流器将所述燃油发电机输出的交流电转换为稳定的直流电时将所述第一输入端与所述逆变器的直流输入端连接，反之将所述第二输入端与所述逆变器的直流输入端连接。

[0012] 在其中一个实施例中，还包括控制电路；所述控制电路用于获取接入负载的重要级别，并根据各负载的重要级别对供电进行分配。

[0013] 在其中一个实施例中，还包括旁路开关；所述旁路开关分别与市电、负载连接；所述旁路开关用于在所述不间断电源系统需要进行维修时导通从而由市电直接向负载供电。

[0014] 上述不间断电源系统，可控开关在市电正常时闭合，从而由市电经由电抗器后向负载供电；同时储能逆变系统与电网并联运行，并根据负载电流中的谐波和无功分量对公共连接点进行谐波和无功补偿，从而对PCC点电能质量进行改善，以提高电网的能效指标并确保负载的高质量供电。在市电异常时，可控开关断开，燃油发电机开始工作进行发电，从而使得储能逆变系统能够对负载供电，确保负载在市电异常时仍能够正常工作，稳定性较好，能够满足负载持续工作的供电需求。

## 附图说明

[0015] 图1为一实施例中的不间断电源系统的电路框图；

[0016] 图2为图1中的逆变器中的谐波和无功电流提取电路的原理框图；

[0017] 图3为图1中的不间断电源系统与电网并网运行时对PCC点的电能质量改善的示意图；

[0018] 图4为图1中的不间断电源系统从并网到离网无缝切换时的效果示意图。

## 具体实施方式

[0019] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0020] 图1为一实施例中的不间断电源系统的电路框图，该不间断电源系统包括监测电

路(图中未示)、可控开关110、电抗器120、储能逆变系统130以及燃油发电机140。其中,可控开关110的一端与市电连接,另一端与电抗器120连接。电抗器120的另一端与公共连接点PCC连接。燃油发电机140与储能逆变系统130连接,储能逆变系统140还通过公共连接点PCC与负载连接。

[0021] 监测电路分别与市电以及可控开关110的控制端连接。监测电路用于对市电的供电状态进行监测。具体地,监测电路在监测出市电正常时输出第一监测信号,在市电异常时输出第二监测信号。监测电路将生成的监测信号输出至可控开关110的控制端,从而对可控开关110的通断进行控制。其中,第一监测信号用于控制可控开关110闭合,第二监测信号用于控制可控开关110断开。在本实施例中,市电正常是指市电的电压处于稳定状态,不会发生急剧变化(短时间内电压有较大的提升或者下降)且能够正常输出给负载进行供电;市电异常则是指市电的电压处于不稳定状态或者中断(即不能正常输出给负载供电)状态。

[0022] 可控开关110的控制端用于接收监测电路输出的监测信号,并在接收到的监测信号的控制下进行闭合或者导通。因此,可控开关110具有闭合和关断两种状态,从而使得不间断电源系统存在对应的两个工作模式,即市电工作模式(或并网工作模式)和燃油发电机工作模式(或离网工作模式)。具体地,可控开关110在第一监测信号的控制下(也即在市电正常时)闭合,不间断电源系统进入市电工作模式。可控开关110在第二监测信号的控制下(也即市电异常时)关断,不间断电源系统进入燃油发电机工作模式。

[0023] 在可控开关110闭合时,市电经由电抗器120后输出给负载供电。电抗器120用于将市电和负载隔离开,确保电网侧电流的正弦化。在本实施例中,电抗器120为电感元件。

[0024] 在可控开关110闭合时,储能逆变系统130用于根据负载电流*i<sub>load</sub>*中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流以进行谐波和无功补偿,从而改善公共连接点PCC的电能质量,进而改善负载的供电质量。储能逆变系统130包括整流器132、逆变器134、蓄电池136以及充电器138。其中,整流器132的输入端与燃油发电机140的输出端连接,整流器132的输出端与逆变器134的第一直流输入端连接。逆变器134的输出端通过公共连接点PCC与负载、电抗器120连接。充电器138的输入端与公共连接点PCC连接,充电器138的输出端与蓄电池136的输入端连接。蓄电池136的输出端与逆变器134的第二直流输入端连接。在可控开关110闭合时,逆变器134与电网并联运行,由蓄电池136给逆变器134的直流侧提供直流电源。逆变器134根据负载电流*i<sub>load</sub>*中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流,对公共连接点PCC进行谐波和无功补偿,改善负载的供电质量。

[0025] 逆变器134包括谐波和无功电流提取电路。图2为一实施例中的谐波和无功电流提取电路的原理框图。参见图2,谐波和无功电流提取电路包括顺次连接的FFT变换(Fast Fourier Transform,快速傅立叶变换)模块210、滤波器模块220、加法器230以及逆FFT变换模块240。FFT变换模块210的输入端与公共连接点PCC连接。FFT变换模块210用于接收负载电流*i<sub>load</sub>*并将负载电流*i<sub>load</sub>*从时域变为频域,并将负载电流*i<sub>load</sub>*(负载电流*i<sub>load</sub>*一般可由直流量*I<sub>loaddc</sub>*、基波量*I<sub>load1th</sub>*和各次谐波和无功量*I<sub>loadn<sub>n</sub>th</sub>*(*n*≥2)之和组成)在频域分解为负载电流直流分量*I<sub>loaddc</sub>*、负载电流基波分量*I<sub>load1th</sub>*、负载电流2次谐波和无功分量*I<sub>load2th</sub>*……负载电流*n*次谐波和无功分量*I<sub>loadn<sub>n</sub>th</sub>*,即:

$$[0026] i_{load} = I_{loaddc} + I_{load1th} + I_{load2th} + \dots + I_{loadn<sub>n</sub>th}$$

[0027] 负载电流*i<sub>load</sub>*分解之后的各分量再通过滤波器模块220进行滤波处理。在本实施

例中,滤波器模块220为高通滤波器。滤波器模块220用于滤除负载电流*i<sub>load</sub>*中的负载电流直流分量*I<sub>loaddc</sub>*和负载电流基波分量*I<sub>load1th</sub>*,并将滤波后的负载电流*i<sub>load</sub>*中的各次谐波和无功分量输出给加法器230。加法器230对各次谐波和无功分量进行相加后得到了从负载电流*i<sub>load</sub>*提取出来的频域谐波和无功电流补偿指令值*I<sub>loadh</sub>*,即:

$$[0028] \quad I_{loadh} = I_{load2th} + \dots + I_{loadn th}$$

[0029] 加法器230可以根据供电质量的需求对输入的各次谐波和无功分量进行选择性地相加,而无需对所有各次谐波和无功分量均进行相加。例如,加法器230可以根据需要仅对30次以内的谐波和无功分量进行相加或者对50次以内的谐波和无功分量进行相加,从而具有较高的自由度,进而减小加法器230的工作量。逆FFT变换模块240用于将加法器230输出的频域谐波和无功电流补偿指令值*I<sub>loadh</sub>*转换为时域谐波和无功电流补偿指令值*i<sub>invh</sub>*。蓄电池136用于根据提取出的谐波和无功电流补偿指令值*i<sub>invh</sub>*对逆变器134的直流侧供电,最终,逆变器134只需要将-*i<sub>invh</sub>*注入到电网,和公共连接点PCC的负载电流*i<sub>load</sub>*中的谐波和无功电流分量相抵消,进而实现可以实现PCC点负载电流*i<sub>load</sub>*和PCC点的电网电流正弦化、单位功率因数的效果。逆变器134根据负载电流*i<sub>load</sub>*中的谐波和无功分量输出无功和谐波补偿电流以对PCC点处的电能质量进行改善,从而抵消PCC点负载电流*i<sub>load</sub>*中的无功和谐波部分,最终使得市电电流只含有有功分量,因此消除了无功和谐波电流对电网的危害,可以使得公共连接点PCC的电能质量得到较好的改善,进而提高了电网的能效指数。

[0030] 在本实施例中,充电器138用于对蓄电池136的剩余电量进行监测,并在剩余电量低于阈值电量时由市电经由充电器138对蓄电池136进行充电,以补充蓄电池136的能量损失。在可控开关110正常闭合时,也即市电对负载进行正常供电时,燃油发电机140不工作。

[0031] 图3为不间断电源系统与电网并联运行时对PCC点的电能质量改善的示意图。在t<sub>0</sub>时刻之前,不间断电源系统没有并入电网,由市电给负载供电,负载电流*i<sub>load</sub>*等于市电电流*i<sub>grid</sub>*,即*i<sub>load</sub> = i<sub>grid</sub>*。同时负载电流*i<sub>load</sub>*中含有谐波和无功,波形畸变严重,需要补偿。在t<sub>0</sub>时刻,不间断电源系统投入和电网并联运行,逆变器134输出谐波和无功补偿电流对PCC点进行谐波和无功补偿,抵消了负载电流*i<sub>load</sub>*中的谐波和无功分量。补偿后,PCC点的负载电流*i<sub>load</sub>*波形变为纯正弦,因此很好的完成了电能质量改善的功能。

[0032] 可控开关110在市电异常时断开,不间断电源系统进入燃油发电机工作模式,逆变器134从并网模式无缝切换至离网运行模式。具体地,燃油发电机140开始工作,将燃油的热能转换为电能后输出给储能逆变系统130。储能逆变系统130则输出电能向负载供电,以确保负载能够持续不间断工作。在本实施例中,燃油发电机140为柴油发电机。燃油发电机140只要提供足够的燃油即可持续不间断的向外输出电能,从而确保市电异常时对负载进行不间断供电,满足负载尤其是高电力保障领域的负载的不间断供电要求。

[0033] 当燃油发电机140刚启动且输出电压不稳定时,逆变器134的直流侧由蓄电池136进行供电;当燃油发电机140的输出电压稳定时,经整流器132将燃油发电机140发出的交流电转换为直流电后作为直流电源输出给逆变器134的直流侧供电,确保负载的不间断供电。此时蓄电池136不再向逆变器134的直流侧供电。在一实施例中,储能逆变系统130还包括切换开关。切换开关的第一输入端与整流器132的输出端连接,切换开关的第二输入端与蓄电池136的输出端连接,切换开关的输出端则与逆变器134的直流输入端连接。切换开关用于在整流器132的输出电压稳定时(也即燃油发电机140稳定运行时)将第一输入端与逆变器

134的直流输入端连接,反之则将第二输入端与逆变器134的直流输入端连接。

[0034] 图4为不间断电源系统从并网到离网无缝切换时的效果示意图。在 $t_0$ 时刻之前,不间断电源系统并网运行,由市电给负载供电,负载电流 $i_{load}$ 几乎等于市电电流 $i_{grid}$ ,同时逆变器134输出的有功电流 $i_{inv}$ 很小,一般性的有功电流 $i_{inv}$ 是逆变器134自身损耗的能量,也有可能是充电器138给蓄电池136的充电电流,即 $I_{Bat} = -i_{inv}$ 。在 $t_0$ 时刻,不间断电源系统从并网模式切换到离网模式,市电电流为零,逆变器134切换到逆变工作状态,先由蓄电池136经逆变器134给负载供电,此时负载电流 $i_{load}$ 完全等于逆变器134的输出电流 $i_{inv}$ ,即 $i_{load} = i_{inv} = I_{Bat}$ ,同时启动燃油发电机140。在 $t_1$ 时刻,燃油发电机140启动完毕并且输出电压稳定,逆变器134的直流侧供电由蓄电池136切换到燃油发电机140供电方式,即经整流器132将燃油发电机132(本实施例中为柴油发电机)发出的交流电转换成直流电作为直流电源给逆变器134的直流侧供电,此时负载电流 $i_{load}$ 完全等于燃油发电机140输出的电流 $i_{DG}$ ,即 $i_{load} = i_{inv} = i_{DG}$ 。

[0035] 进一步的,当市电电压恢复正常时,可控开关110闭合,由市电给负载供电。与此同时,逆变器134重新与电网并联运行,并根据负载电流 $i_{load}$ 中的谐波和无功分量输出谐波和无功补偿电流,对公共连接点PCC进行谐波和无功补偿,改善负载的供电质量。

[0036] 上述不间断电源系统,可控开关110在市电供电正常时闭合,从而由市电经由电抗器120后向负载供电;同时储能逆变系统130与电网并联运行,根据负载电流 $i_{load}$ 中的谐波和无功分量对公共连接点PCC进行谐波和无功补偿,从而对PCC点电能质量进行改善,以提高供电的能效指标并确保负载的高质量供电。在市电异常时,可控开关110断开,燃油发电机140开始工作进行发电,从而使得储能逆变系统130能够对负载供电,确保负载在市电异常时仍能够正常工作,稳定性较好,能够满足负载持续工作的供电需求。

[0037] 参见图1,本实施例中的不间断电源系统还包括旁路开关150以及控制电路(图中未示)。旁路开关150连接于负载和市电之间,用于在不间断电源系统需要进行维修时导通从而由市电直接向负载供电,确保不间断电源系统异常时负载仍能够正常工作。

[0038] 控制电路用户获取接入负载的重要级别,并根据各负载的重要级别对供电电能进行分配。具体地,控制电路可以根据重要负载的用电情况进行长期和短期的预测,从而对能量进行分配,以确保重要负载能够持续工作。

[0039] 上述不间断电源系统,具有市电和燃油发电机两种工作模式。在市电正常时和电网并联运行,并根据负载电流中的谐波和无功分量对PCC点进行谐波和无功补偿,使PCC点市电的电能质量达到单位功率因数,保障重要负载的高质量供电;在市电异常时无缝切换至燃油发电机工作模式,启动燃油发电机140给逆变器134提供直流电源,由逆变器134给负载供电,确保负载持续供电。上述不间断电源系统,不需要和市电串联即可达到改善市电品质的优点,显著的提高了能效,在强电网情况下耗能最少。并且整套系统可以安装在户外,节省了空间,安装成本低廉,节省运转耗电量,不使用空调系统,不使用危害环境的电池,无需支付更换电池的巨大费用等,可靠性更高。上述不间断电源系统适用于工业园区、大规模工业自动生产线、高密度数据中心等高供电保障单位,以满足其对大功率或者超大功率负载的供电需求。

[0040] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存

在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0041] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

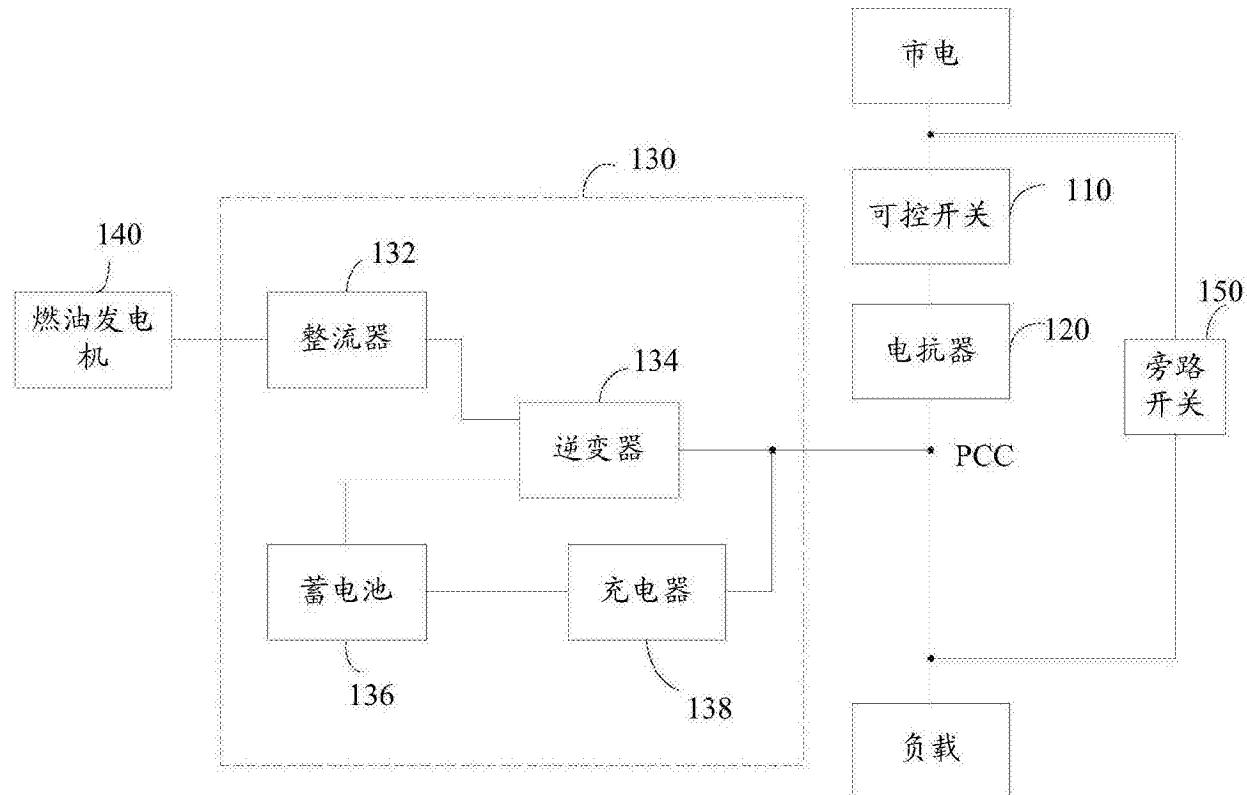


图1

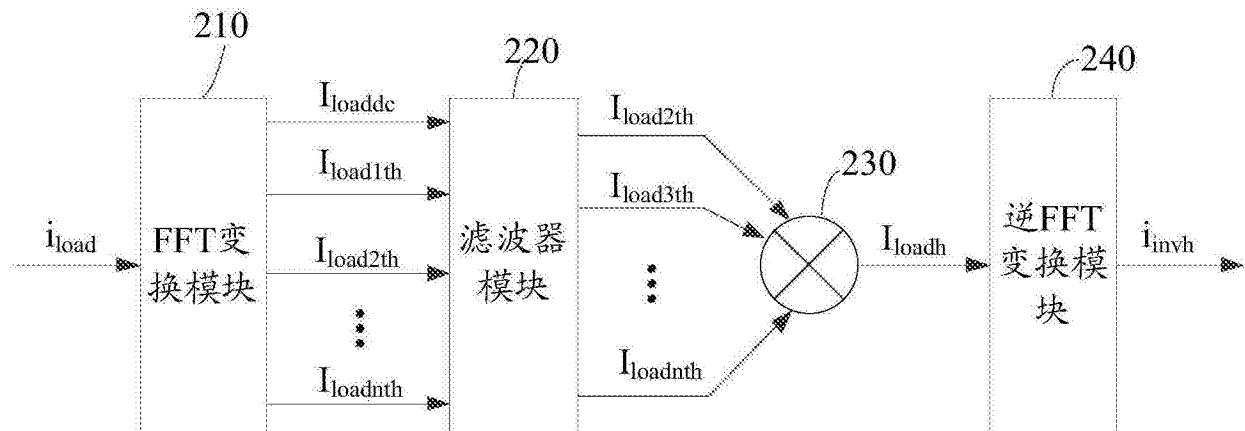


图2

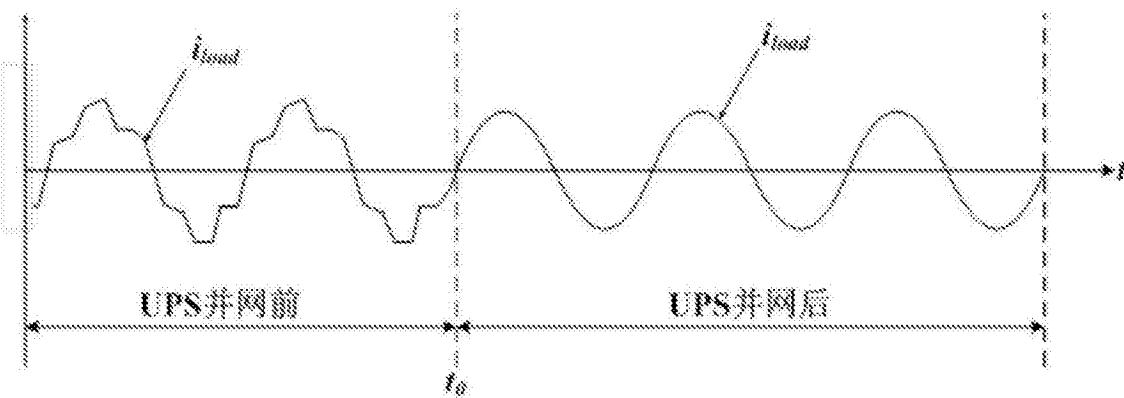


图3

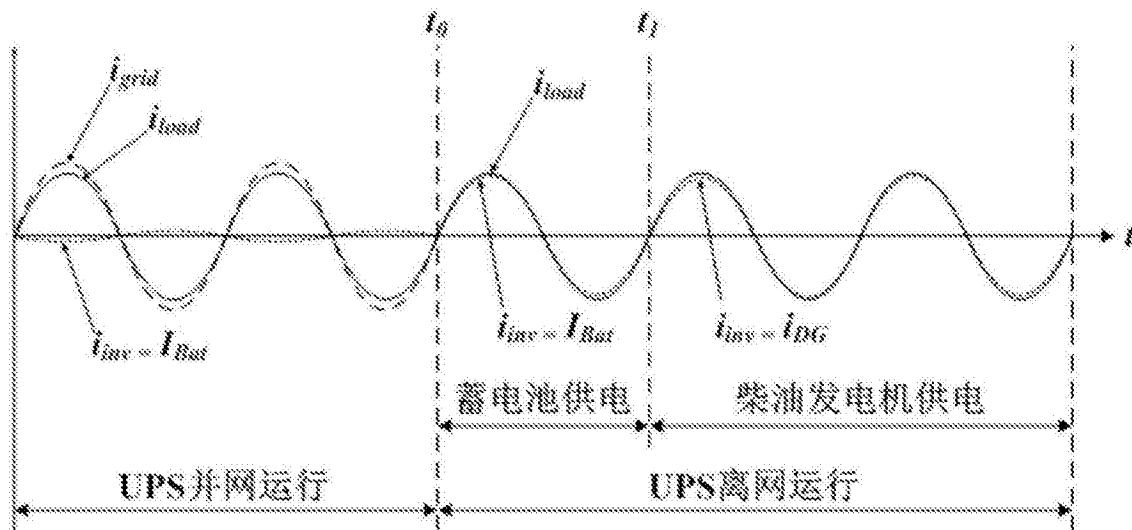


图4