

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2019年4月25日 (25.04.2019)



(10) 国际公布号  
**WO 2019/076166 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*G01R 29/00* (2006.01) *G01R 35/04* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/104726
- (22) 国际申请日: 2018年9月8日 (08.09.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201710962406.1 2017年10月16日 (16.10.2017) CN
- (71) 申请人: 广东东方电讯科技有限公司 (GUANGDONG ORIENT TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省惠州市仲恺高新区和畅二路25号, Guangdong 516006 (CN)。
- (72) 发明人: 肖伟峰 (XIAO, Weifeng); 中国广东省惠州市仲恺高新区和畅二路25号, Guangdong 516006 (CN)。
- (74) 代理人: 北京力量专利代理事务所 (特殊普通合伙) (BEIJING POWER PATENT AGENCY FIRM); 中国北京市西城区西直门南大街2号成铭大厦C座1203室, Beijing 100035 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: NONLINEAR LOAD POWER OUTPUT DEVICE

(54) 发明名称: 非线性负荷功率输出装置

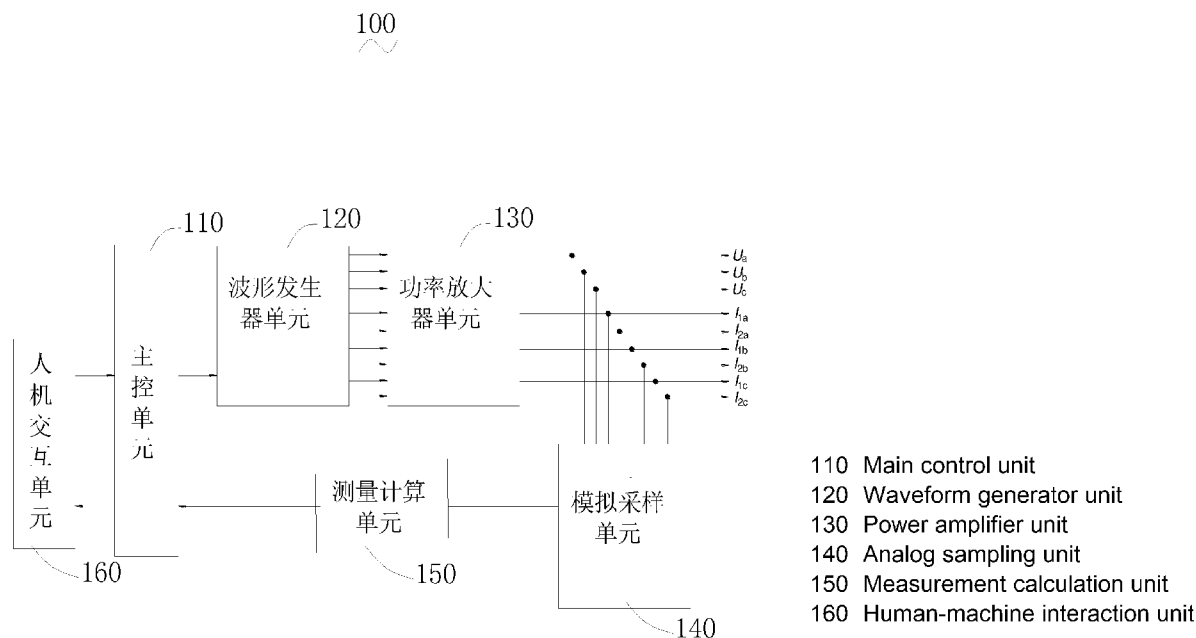


图 1

(57) Abstract: A nonlinear load power output device, comprising a main control unit 110, a waveform generator unit 120, and a power amplifier unit 130. The main control unit 110 is used for generating two discrete digital signals from each phase of current according to a control instruction and sending the two discrete digital signals to the waveform generator unit 120, and the waveforms corresponding to the two discrete digital signals are combined into a sine waveform. The main control unit 110 generates current of a nonlinear waveform by means of the waveform generator unit 120, and can synthesize the nonlinear waveforms of two branch circuits into current of a sine waveform by means of a trunk circuit. The measurement of a sine waveform by means of a standard meter is compared with the

WO 2019/076166 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

---

measurement of a nonlinear waveform by means of a tested meter, thereby implementing standard tracing of nonlinear measurement to a sine wave standard.

(57) 摘要: 一种非线性负荷功率输出装置, 包括: 主控单元110、波形发生器单元120和功率放大器单元130; 主控单元110用于根据控制指令将每相电流生成两个离散的数字信号, 将两个离散的数字信号发送至波形发生器单元120, 两个离散的数字信号对应的波形合并后为一个正弦波波形; 主控单元110通过波形发生器单元120生成非线性波形的电流, 也能够通过干路将两个支路的非线性波形合成正弦波波形的电流, 实现了通过标准表对正弦波波形的测量, 对被试表对非线性波形的测量进行比对, 实现了非线性测量向正弦波标准的标准溯源。

## 非线性负荷功率输出装置

### 技术领域

本发明涉及非线性波形功率输出技术领域，特别是涉及非线性负荷功率输出装置。

### 背景技术

目前没有用于非线性负荷工况的电能直接测量的溯源标准，无法对测量非线性的波形的电能表的准确度进行测量。

中国计量院提出了两种间接试验波形用于电能计量仪表或装置的动态准确度的衡量，但是由于试验波形已不再是正弦波，而用于参考的传统标准表的溯源装置的试验波形为正弦波，因此无法直接证明此传统标准表在非线性负荷工况下的准确度是“可信的”。

传统的功率源不能同时给被试表提供非线性波形的电流，并且同时给传统标准表提供正弦波的波形的电流，造成对非线性波形电流测试的不便，以及造成标准的溯源不便。

### 发明内容

基于此，有必要针对性提供一种非线性负荷功率输出装置。

一种非线性负荷功率输出装置，包括：主控单元、波形发生器单元和功率放大器单元；

所述主控单元与所述波形发生器单元连接，所述波形发生器单元与所述功率放大器单元连接；

所述主控单元用于根据控制指令生成三相电压和三相电流信号，并将每相电流分割为两个离散的数字信号，将离散的所述数字信号发送至所述波形发生器单元，其中，每相电流的两个离散的所述数字信号对应的波形合并后为一个完整的正弦波波形；

所述波形发生器单元用于接收离散的所述数字信号，并将离散的所述数字

信号转换成模拟信号，将所述模拟信号输出至所述功率放大器单元，其中，每相电流的两个所述模拟信号对应的波形为非线性波形，且同一相电流的两个所述非线性波形叠加等于一个完整的正弦波波形；

所述功率放大器单元用于将所述模拟信号放大后通过所述的三个电压和六个电流输出端输出。

在一个实施例中，还包括模拟采样单元和测量计算单元，所述功率放大器单元与所述模拟采样单元连接，所述模拟采样单元与所述测量计算单元连接，所述测量计算单元与所述主控单元连接；

所述模拟采样单元用于对所述功率放大器输出的所述模拟信号进行采样，并将采样获得的所述模拟信号转换为数字信号，将转换后的所述数字信号发送至所述测量计算单元；

所述测量计算单元用于对转换后的所述数字信号进行测量；

所述主控单元还用于将根据所述控制指令生成的所述数字信号以及所述测量计算单元测量的所述数字信号进行对比。

在一个实施例中，还包括输入单元，所述输入单元用于接收控制指令，将所述控制指令发送至所述主控单元。

在一个实施例中，所述波形发生器单元用于将三相的所述数字信号转换为三相的模拟电压信号和电流信号，其中每一相电流的信号包括两个所述模拟信号，并将三相的所述模拟信号输出至所述功率放大器单元，且每一相电流的两个所述非线性波形叠加等于一个所述正弦波波形。

在一个实施例中，所述功率放大器单元具有三相的输出，且每一相的电流输出包括两个所述输出端，每一相的两个所述输出端用于分别输出同一相的两个所述模拟信号。

在一个实施例中，所述功率放大器单元的两个所述输出端中的一个用于连接被试表。

本发明的有益效果是：主控单元根据输入的控制指令生成电流信号，并将每相正弦波波形的电流分割为两个离散的数字信号，通过波形发生器单元每相电流的数字信号转换为对应的非线性波形的模拟信号输出，这样，通过被试表

对其中一个非线性波形的模拟信号进行测量，即可实现对非线性波形电流的测量；此外，主控单元即能够通过波形发生器单元生成非线性波形的电流，也能够通过干路将两个支路的非线性波形合成正弦波波形的电流，从而实现了通过传统标准表对正弦波的测量核对被试表对非线性波的测量进行检定其是否可信；同时由于传统标准表测量的是正弦波且是经过标准溯源的，从而容易实现非线性波测量的标准溯源。

## 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图 1 为一实施例的非线性负荷功率输出装置的电路原理示意图；

图 2 为另一实施例的非线性负荷功率输出装置和传统标准表配合的试验电路的电路原理示意图；

图 3 为另一实施例的非线性负荷功率输出装置和非线性传统标准表配合的试验电路的电路原理示意图；

图 4 为一实施例的正弦波波形、第一电流输出端、第二电流输出端输出的电流的波形示意图。

## 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

应该理解的是，各实施例中，非线性负荷功率输出装置也可称为非线性负荷标准功率源。

如图 1 所示，其为本发明一较佳实施例的非线性负荷功率输出装置 100，包

括：主控单元 110、波形发生器单元 120 和功率放大器单元 130；所述主控单元 110 与所述波形发生器单元 120 连接，所述波形发生器单元 120 与所述功率放大器单元 130 连接；所述主控单元 110 用于根据控制指令生成三个电压和三个电流并将每相电流分割成两个离散的数字信号，将这些离散的所述数字信号发送至所述波形发生器单元 120，其中，每相电流的两个离散的所述数字信号对应的波形的叠加应为一个完整的正弦波波形；所述波形发生器单元 120 用于接收上述离散的所述数字信号，并将离散的所述数字信号转换成模拟信号，将所述模拟信号输出至所述功率放大器单元 130，其中，每相电流的两个所述模拟信号对应的波形为非线性波形，且两个所述非线性波形叠加等于所述正弦波波形；所述功率放大器单元 130 用于将所述模拟信号放大后通过所述输出端输出。

具体地，所述主控单元 110 的输出端与所述波形发生器单元 120 的输入端连接，所述波形发生器单元 120 的输出端与所述功率放大器单元 130 的输入端连接。

本实施例中，所述主控单元 110 为 FPGA(Field - Programmable Gate Array, 现场可编程门阵列)，所述主控单元 110 用于根据接收到的控制指令，编程生成三相电压和三相电流的数字信号，其中每相电流的两个数字信号为离散的信号，或者说为非线性的信号，这两个数字信号叠加后对应的值为连续的数值，在波形上反映为完整的正弦波波形，例如，两个数字信号叠加或者合并的后对应的波形为正弦波。

所述波形发生器单元 120 为 DAC(Digital to analog converter, 数字模拟转换器)，用于将上述数字信号分别转换为对应的模拟信号，其中，每相电流的两个模拟信号相叠加的波形为完整的正弦波波形，即每一个模拟信号对应的波形为非线性波形，具体地，波形发生器单元 120 根据主控单元 110 的控制指令，将数字信号输出至功率放大器单元 130。

具体地，所述主控单元 110 用于根据控制指令，将每相电流生成基于两个持续时间的两个离散数字信号，其中，两个持续时间的长度相等，两个离散的数字信号合并后形成连续的数字信号，也就是完整的每相电流波形对应的数字信号。具体地，所述主控单元 110 用于生成基于第一持续时间以及第二持

续时间的两个离散的数字信号，波形发生器单元 120 将两个离散的数字信号分别转换为两个模拟信号，其中，第一持续时间等于第二持续时间，即第一持续时间的长度等于第二持续时间的长度，且第一持续时间和第二持续时间依次循环，例如，两个模拟信号包括第一模拟信号和第二模拟信号，第一模拟信号与第一持续时间对应，第二模拟信号与第二持续时间对应，即在第一持续时间，第一模拟信号的值有效，第二模拟信号的值为零，此时，第一模拟信号的值与连续的数字信号的值对应；在第二持续时间，第一模拟信号的值为零，第二模拟信号的值有效，此时，第二模拟信号的值与连续的数字信号的值对应；这样，第一模拟信号和第二模拟信号对应的波形面积分别为连续的数字信号的完整的每相电流波形面积的二分之一，且第一模拟信号和第二模拟信号对应的波形叠加则为连续的数字信号对应的完整的每相电流波形。

所述功率放大器单元 130 用于将所述模拟信号放大后通过所述输出端输出，即该功率放大器用于分别通过输出端分别输出所述模拟信号的电压和电流，即功率放大器用于通过输出端输出正弦波电压和非线性波形的电流，其中电流的每一个输出端输出的电流均为非线性波形的电流，而每相电流的两个输出端输出的非线性波形的电流叠加，则为完整的每相电流。

主控单元根据输入的控制指令生成电流信号，并将每相正弦波波形的电流分割为两个离散的数字信号，通过波形发生器单元每相电流的数字信号转换为对应的非线性波形的模拟信号输出，这样，通过被试表对其中一个非线性波形的模拟信号进行测量，即可实现对非线性波形电流的测量；此外，主控单元即能够通过波形发生器单元生成非线性波形的电流，也能够通过干路将两个支路的非线性波形合成正弦波波形的电流，从而实现了通过传统标准表对正弦波的测量核对被试表对非线性波的测量进行检定其是否可信；同时由于传统标准表测量的是正弦波且是经过标准溯源的，从而容易实现非线性波测量的标准溯源。

本实施例中，非线性负荷功率输出装置 100 通过主控单元将每一相的数字信号的正弦波电流波形分割为两个非线性波形的数字信号，并通过波形发生器单元 120 将数字信号转换为模拟电流信号输出，进而使得该非线性负荷功率输出装置 100 既可以输出非线性波形的电流，也可以通过干路将两个支路的非线

性波形合成正弦波波形的电流，同时由于传统标准表是经过正弦波标准溯源的，从而实现了通过传统标准表对正弦波波形的测量值验证被试表 210 对非线性波形的测量进行对比，检定其非线性测量是否“可信”。

为了实现功率放大器的稳定准确地输出，在一个实施例中，非线性负荷功率输出装置 100 还包括模拟采样单元 140 和测量计算单元 150，所述功率放大器单元 130 与所述模拟采样单元 140 连接，所述模拟采样单元 140 与所述测量计算单元 150 连接，所述测量计算单元 150 与所述主控单元 110 连接；所述模拟采样单元 140 用于对所述功率放大器输出的所述模拟信号进行采样，并将采样获得的所述模拟信号转换为数字信号，将转换后的所述数字信号发送至所述测量计算单元 150；所述测量计算单元 150 用于对转换后的所述数字信号进行测量；所述主控单元 110 还用于将根据所述控制指令生成的所述数字信号以及所述测量计算单元 150 测量的所述数字信号进行对比。

具体地，该模拟采样单元 140 为 ADC (Analog-to-Digital Converter, 模/数转换器)，该模拟采样单元 140 将功率放大器单元 130 输出的模拟信号进行采集，并转换为数字信号输出至测量计算单元 150，该测量计算单元 150 为 FPGA；例如，模拟采样单元 140 用于将两路的模拟信号进行合并，并转换为数字信号输出至测量计算单元 150，测量计算单元 150 用于对模拟采用单元合并输出的数字信号进行测量，这样，主控单元 110 可对自身输出的数字信号以及测量计算单元 150 反馈的数字信号进行对比。本实施例中，测量计算单元 150 还具有标准表 230 的功能，经标准溯源后可用于提供标准的传递。

在一个实施例中，非线性负荷功率输出装置 100 还包括输入单元，所述输入单元用于接收控制指令，将所述控制指令发送至所述主控单元 110。本实施例中，该输入单元为人机交互单元 160，用于供用户输入控制指令，人机交互单元 160 将控制指令发送至主控单元 110，并且人机交互单元 160 还用于接收主控单元 110 的对比结果的反馈，例如，该人机交互单元 160 还包括显示子单元，用于显示对比结果。

在一个实施例中，所述波形发生器单元用于将三相的所述数字信号转换为三相的模拟信号，并且其中每一相电流的信号包括两个所述模拟信号，并将三

相的所述模拟信号输出至所述功率放大器单元，且每一相电流的两个所述非线性波形叠加等于一个所述完整的正弦波波形。

在一个实施例中，所述功率放大器单元 130 具有三相的输出，其中每一相电流输出包括两个所述输出端，每一相的两个所述输出端用于分别输出同一相的两个所述模拟信号。例如，所述波形发生器单元 120 的电流具有三相六路的输出端，每一相电流包括两路的输出端，每一相电流的两路输出端用于分别输出两个互补的模拟电流信号，或者说，每一相电流的两路的输出端用于分别输出与一个连续的电流数字信号对应的被分割的两个模拟信号。所述功率放大器单元 130 具有三相六路的电流输入端，所述功率放大器的每一电流输入端与所述波形发生器单元 120 的每一电流输出端对应连接；且该功率放大器单元 130 具有三相六路的电流输出端，每一相包括两路电流的输出端，每一相电流的两个输出端用于分别输出两个放大后的模拟信号，这样功率放大器单元 130 的三相 a、b 和 c 分别输出的模拟信号的电流为  $I_{1a}$ 、 $I_{2a}$ 、 $I_{1b}$ 、 $I_{2b}$ 、 $I_{1c}$  和  $I_{2c}$ ，功率放大器单元 130 的三相 a、b 和 c 输出的电压分别为  $U_a$ 、 $U_b$  和  $U_c$ 。

为了对被试表 210 进行测试，以验证被试表 210 的非线性测量准确度是“可信的”，在一个实施例中，所述功率放大器单元 130 电流的两个所述输出端中的一个用于连接被试表 210，所述功率放大器单元 130 的同一相的两个所述输出端中的一个用于连接被试表 210，这样，模拟采样单元 140 和测量计算单元 150 对一相的正弦波波形的采集和测量，被试表 210 对该相的其中一个输出端输出的模拟型号的非线性波形进行测量，检测被试表 210 测量的非线性波形是否为该相的正弦波波形的二分之一，即可检测出被试表 210 的准确度是“可信的”。

上述各实施例中，主控单元 110 根据输入的控制指令生成数字信号，通过波形发生器单元 120 该数字信号对应的完整电流波形分割为两个非线性波形的模拟信号输出。这样，通过被试表 210 对其中一个非线性波形的模拟信号进行测量，即可实现对非线性波形电流的测量。此外，主控单元 110 即能够通过波形发生器单元 120 生成非线性波形的电流，也能够通过干路将两个支路的非线性波形合成正弦波波形的电流，从而实现了通过传统标准表对正弦波波形的测量检定被试表 210 对非线性波形的测量是否可信。

为了实现对被试表 210 的准确度的检测, 在一个实施例中, 如图 2 所示, 提供一种非线性负荷功率与电能检定装置, 包括上述任一实施例中的非线性负荷功率输出装置 100 和试验电路, 试验电路包括被试表 210 和传统标准表 230, 本实施例中, 以非线性负荷功率输出装置 100 的一相输出作进一步阐述。

本实施例中, 非线性负荷功率输出装置 100 的功率放大器单元 130 一相的两路的电流输出端输出电流为  $I_{1a}$  和  $I_{2a}$ , 电压输出端输出电压为  $U_a$ , 该相的电流对应的数字信号的波形为正弦波, 将该数字信号的正弦波按相同的时间间隔切分为两个非线性波形, 即则  $I_{1a}$  和  $I_{2a}$  对应的波形, 如图 4 所示,  $I_{1a}$  对应的波形和  $I_{2a}$  对应的波形相叠加, 即为数字信号的正弦波的波形  $I_a$ 。

本实施例中, 非线性负荷功率输出装置 100 的功率放大器单元 130 的两路的电流输出端分别为第一电流输出端以及第二电流输出端, 第一电流输出端以及第二电流输出端周期性输出。所述主控单元 110 用于生成基于第一持续时间  $t_1$  以及第二持续时间  $t_2$  的两个离散的数字信号, 波形发生器单元 120 将两个离散的数字信号分别转换为两个模拟信号, 其中, 第一持续时间  $t_1$  等于第二持续时间  $t_2$ , 在第一持续时间  $t_1$  内, 第一电流输出端的值有效, 第二电流输出端不输出, 此时, 第一电流输出端输出的值与数字信号的值对应; 在第二持续时间  $t_2$ , 第一电流输出端不输出, 第二电流输出端的值有效, 此时, 第二流输出端输出的值与数字信号的值对应。

为了实现对非线性波形的电流进行测量, 例如, 如图 2 所示, 第一电流输出端  $I_{1a}$  用于与被试表 210 连接, 第二电流输出端  $I_{2a}$  用于与平衡阻抗 220 连接, 被试表 210 与平衡阻抗 220 并联, 并且被试表 210 与平衡阻抗 220 均通过传统标准表 230 与非线性负荷功率输出装置 100 的另一端连接, 从而形成测试回路。

即非线性负荷功率输出装置 100 与被试表 210、平衡阻抗 220、传统标准表 230 形成回路, 被试表 210 与平衡阻抗 220 并联, 并且被试表 210 与平衡阻抗 220 并联后与传统标准表 230 串联, 被试表 210 测量第一电流输出端的非线性波形的电流, 而传统标准表 230 在干路中测量两个支路的非线性波形电流的合成的电流, 合成后的电流为标准的正弦波波形的电流, 也就是说, 传统标准表 230 测量的是“标准”电流, 也就是正弦波波形的电流。这样, 通过对比被试表 210

测量的电流是否为传统标准表 230 测量的电流的二分之一，即可测得被试表 210 的准确度是否可行。

在一个实施例中，请再次参见图 2，提供非线性功率测量电路 10，包括非线性负荷功率输出装置 100 和试验电路。非线性负荷功率输出装置 100 包括：主控单元 110、波形发生器单元 120 和功率放大器单元 130。所述主控单元 110 与所述波形发生器单元 120 连接，所述波形发生器单元 120 与所述功率放大器单元 130 连接。所述波形发生器单元 120 具有三相电压和三相六路电流的输出端，每一相电流包括两路的输出端。所述功率放大器单元 130 具有三相电压和三相六路电流的输入端，所述功率放大器的每一输入端与所述波形发生器单元 120 的每一输出端对应连接，且所述功率放大器单元 130 具有三相电压和三相六路电流的输出端，每一相电流的输出端包括第一电流输出端和第二电流输出端。试验电路包括被试表 210、传统标准表 230、平衡阻抗 220、第一电阻 R1 和第二电阻 R2，第一电流输出端与被试表 210 连接，第二电流输出端与平衡阻抗 220 连接，第一电阻 R1 与被试表 210 串联，第二电阻 R2 与平衡阻抗 220 串联，第一电阻 R1 和第二电阻 R2 均通过传统标准表 230 与非线性负荷功率输出装置 100 的公共端 Icom 连接。也就是说，第一电流输出端连接被试表 210 和第一电阻 R1 所在支路，第二电流输出端连接平衡阻抗 220 和第二电阻 R2 所在支路，两个支路并联后与传统标准表 230 串联，两个支路通过传统标准表 230 与非线性负荷功率输出装置 100 的公共端 Icom 连接，与非线性负荷功率输出装置 100 的形成电流回路。

具体地，该平衡阻抗 220 宜具有与被试表 210 相同的阻抗，这样，能够使被试表 210 所在支路和平衡阻抗 220 所在支路具有相同的阻抗，使得被试表 210 所在支路和平衡阻抗 220 所在支路的电流处于相同的电路环境，减小了由于阻抗差异导致的测量误差。为了进一步减小被测表以及平衡阻抗 220 对电流的影响，例如，被试表 210 的阻值倍小于第一电阻 R1 的阻值，例如，平衡阻抗 220 的阻值倍小于第一电阻 R1 的阻值。也就是说，被试表 210 的阻值小于第一电阻 R1 的阻值的十分之一，或者说，第一电阻 R1 的阻值大于十倍的被试表 210 的阻值，平衡阻抗 220 的阻值小于第二电阻 R2 的阻值的十分之一；或者说，第二电

阻 R2 的阻值大于十倍的平衡阻抗 220 的阻值，由于第一电阻 R1 和第二电阻 R2 的阻值相同，并且分别倍大于被试表 210 的阻值以及平衡阻抗 220 的阻值，因此，减小了被试表 210 的阻值以及平衡阻抗 220 的阻值的差异导致的测量误差，使得测量更为准确。

本实施例中，被试表 210 用于测量第一输出端输出的非线性波形的电流，而标准表 230 为传统标准表，该传统标准表 230 用于测量干路的电流，也就是流回标准功率源的合成的电流。传统标准表串联在干路中，这样，传统标准表即可测量得到正弦波电流，通过将被试表 210 与传统标准表的电流进行对比检测，即可检测出被试表 210 检测的准确度，并且传统标准表 230 是经过标准溯源的，这样的比对结果是“可信的”。

本实施例中，被试表 210 和传统标准表 230 还与非线性负荷功率输出装置电压输出端连接，该电压输出端为被试表 210 和传统标准表提供标准功率源的电压  $U_a$ 。

而在另外的实施例中，非线性负荷功率输出装置还包括模拟采样单元和测量计算单元。所述功率放大器单元与所述模拟采样单元连接，所述模拟采样单元与所述测量计算单元连接，所述测量计算单元与所述主控单元连接。本实施例中的测量计算单元可视为另一只标准表，用于对标准功率源的测量。这样，被试表测量的非线性波形可与测量计算单元测量的波形进行对比，进而实现对被试表的准确度的检测。

应该理解的是，本文中传统标准表指的是目前应用的经正弦波溯源的标准表，非线性标准表指的是经上述非线性功率测量电路溯源（图 2 中的被试表为一非线性标准表）后的新类型的标准表，该非线性标准表为被验证过其非线性测量是“可信的”新的标准表。

在一个实施例图 3 中，非线性功率测量电路 10 包括非线性负荷功率输出装置 100 和试验电路。非线性负荷功率输出装置 100 的每一相电流的输出端包括第一电流输出端 I1a 和第二电流输出端 I2a，试验电路包括被试表 210、非线性标准表 230、平衡阻抗 220、第一电阻 R1 和第二电阻 R2，第一电流输出端 I1a 与被试表 210 连接，第二电流输出端 I2a 与平衡阻抗 220 连接，第一电阻 R1 以

及非线性标准表 230 均与被试表 210 串联, 第二电阻 R2 与平衡阻抗 220 串联, 被试表 210 依次通过第一电阻 R1 以及非线性标准表 230 与非线性负荷功率输出装置 100 的公共端 Icom 连接, 平衡阻抗 220 通过第二电阻 R2 与非线性负荷功率输出装置 100 的公共端 Icom 连接。也就是说, 第一电流输出端连接被试表 210、第一电阻 R1 以及非线性标准表 230 所在支路, 第二电流输出端连接平衡阻抗 220 和第二电阻 R2 所在支路, 两个支路并联后与非线性负荷功率输出装置 100 的公共端 Icom 连接, 与非线性负荷功率输出装置 100 的形成电流回路。

本实施例中的非线性标准表 230 为经过非线性功率测量电路 10 测量验证后为“可信的”新的标准表, 通过将非线性标准表 230 串联至被试表 210 所在的支路, 检测被试表 210 与非线性标准表 230 的测量结果是否相等, 则测得被试表 210 是否为“可信的”。这样, 无需再次使用传统标准表, 使得测量更为方便。

应当说明的是, 图 3 中平衡阻抗 220 应考虑非线性标准表的阻抗, 平衡阻抗 220 的阻抗应是被试表 210 与非线性标准表 230 综合后的阻抗。例如, 平衡阻抗 220 的阻抗等于被试表 210 与非线性标准表 230 的阻抗之和。

下面是一个具体的实施例:

非线性功率测量试验电路的电流回路按照如图 2 所示的方法连接, 虚线框内为非线性负荷功率输出装置, 虚线框外的部分为外接测量元件。通过非线性负荷功率输出装置对第一电流输出端和第二电流输出端的控制, 将测量电流分割成  $I_{1a}$  和  $I_{2a}$  两部份, 即  $I_{1a}$  和  $I_{2a}$  分别送至被试表和平衡回路。试验波形如图 4 所示, 被试表流过的电流为  $I_{1a}$  波形, 平衡阻抗上流过的电流为  $I_{2a}$  波形, 传统标准表上流过的为两者的合成, 即传统标准表上流过的合成电流为  $I_a$ 。可以认为流经传统标准表的电流为一个完整的正弦波。

图 4 描述了实验时施加的电流波形。其中的时间 T 为正弦波的周期, t1 和 t2 分别为第一电流输出端和第二电流输出端的输出持续时间, t 为一个输出周期, 且  $t = t1 + t2$ ,  $t1 = t2$ , 控制 t1 和 t2 的大小即可控制试验要求的非线性特性。

(1) 如图 1 所示的非线性负荷功率输出装置, 其特征是将传统的每一相正弦波电流分割成互补的两部份分别从各自的接线端子输出, 其中一支路电流流经被检测的功率/电能仪表或装置即被试表, 用于测量非线性负荷工况被检测设

备的计量特性；而另一份电流是流经平衡阻抗的。

(2) 如图 1 所示的非线性负荷功率输出装置,其特征是正弦波电流被分割成较高频率的两部分,改变分割的频率即可改变非线性工况功率/电能测量试验波形的非线性度。

(3) 如图 1 所示的非线性负荷功率输出装置,其特征是流经传统标准表的那个电流仍然是完整的正弦波,这样,就解决了传统标准表向非线性测量的标准传递,同时又解决了被试仪表的准确度溯源的“可信性”问题。

(4) 如图 1 所示的非线性负荷功率输出装置,其特征是每相电流的两条支路电流的控制原则是:在任何时刻有且仅有一个支路输出电流,两条支路电流的合成为一个完整的正弦波。

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。

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,本发明的保护范围应以所附权利要求要求为准。

## 权利要求书

1、一种非线性负荷功率输出装置，其特征在于，包括：主控单元、波形发生器单元和功率放大器单元；

所述主控单元与所述波形发生器单元连接，所述波形发生器单元与所述功率放大器单元连接；

所述主控单元用于根据控制指令生成三相电压和三相电流信号，并将每相电流分割为两个离散的数字信号，将离散的所述数字信号发送至所述波形发生器单元，其中，每相电流的两个离散的所述数字信号对应的波形合并后为一个完整的正弦波波形；

所述波形发生器单元用于接收离散的所述数字信号，并将离散的所述数字信号转换成模拟信号，将所述模拟信号输出至所述功率放大器单元，其中，每相电流的两个所述模拟信号对应的波形为非线性波形，且同一相电流的两个所述非线性波形叠加等于一个完整的正弦波波形；

所述功率放大器单元用于将所述模拟信号放大后通过所述的三个电压和六个电流输出端输出。

2、根据权利要求1所述的非线性负荷功率输出装置，其特征在于，还包括模拟采样单元和测量计算单元，所述功率放大器单元与所述模拟采样单元连接，所述模拟采样单元与所述测量计算单元连接，所述测量计算单元与所述主控单元连接；

所述模拟采样单元用于对所述功率放大器输出的所述模拟信号进行采样，并将采样获得的所述模拟信号转换为数字信号，将转换后的所述数字信号发送至所述测量计算单元；

所述测量计算单元用于对转换后的所述数字信号进行测量；

所述主控单元还用于将根据所述控制指令生成的所述数字信号以及所述测量计算单元测量的所述数字信号进行对比。

3、根据权利要求1所述的非线性负荷功率输出装置，其特征在于，还包括输入单元，所述输入单元用于接收控制指令，将所述控制指令发送至所述主控单元。

4、根据权利要求1所述的非线性负荷功率输出装置，其特征在于，所述波

形发生器单元用于将三相的所述数字信号转换为三相的模拟电压信号和电流信号，其中每一相电流的信号包括两个所述模拟信号，并将三相的所述模拟信号输出至所述功率放大器单元，且每一相电流的两个所述非线性波形叠加等于一个所述正弦波波形。

5、根据权利要求4所述的非线性负荷功率输出装置，其特征在于，所述功率放大器单元具有三相的输出，且每一相的电流输出包括两个所述输出端，每一相的两个所述输出端用于分别输出同一相的两个所述模拟信号。

6、根据权利要求1所述的非线性负荷功率输出装置，其特征在于，所述功率放大器单元的两个所述输出端中的一个用于连接被试表。

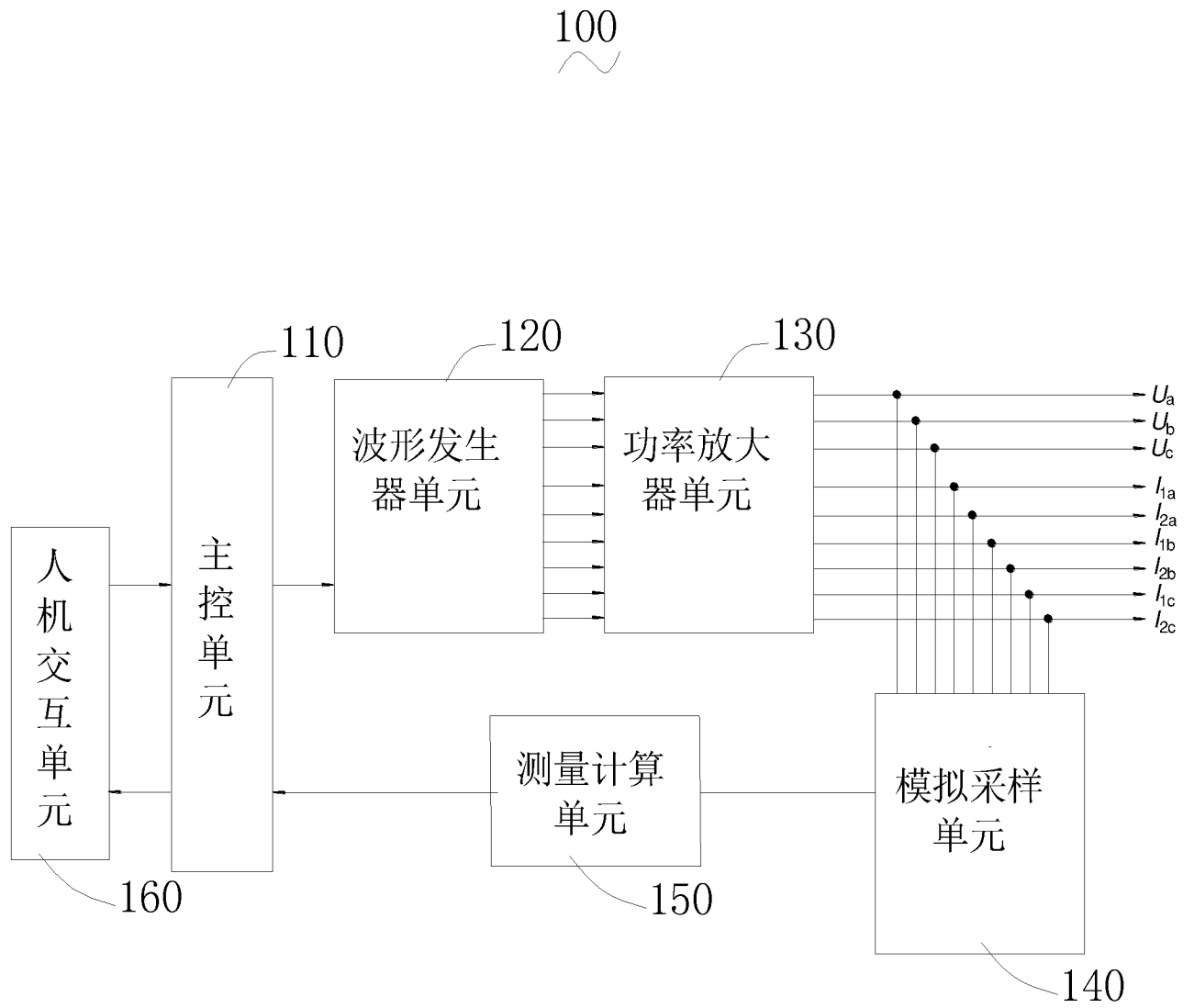


图 1

10

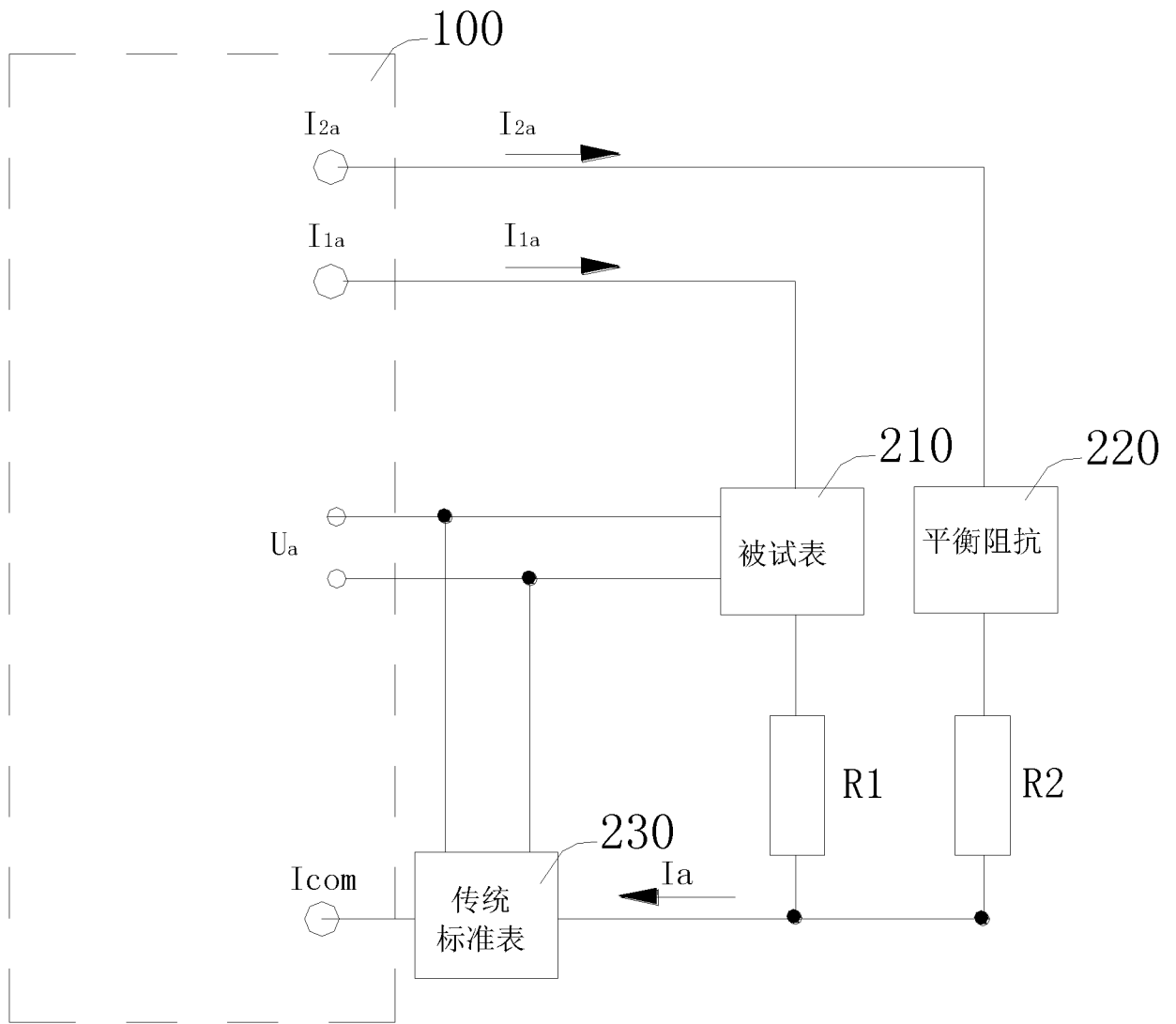


图 2

10

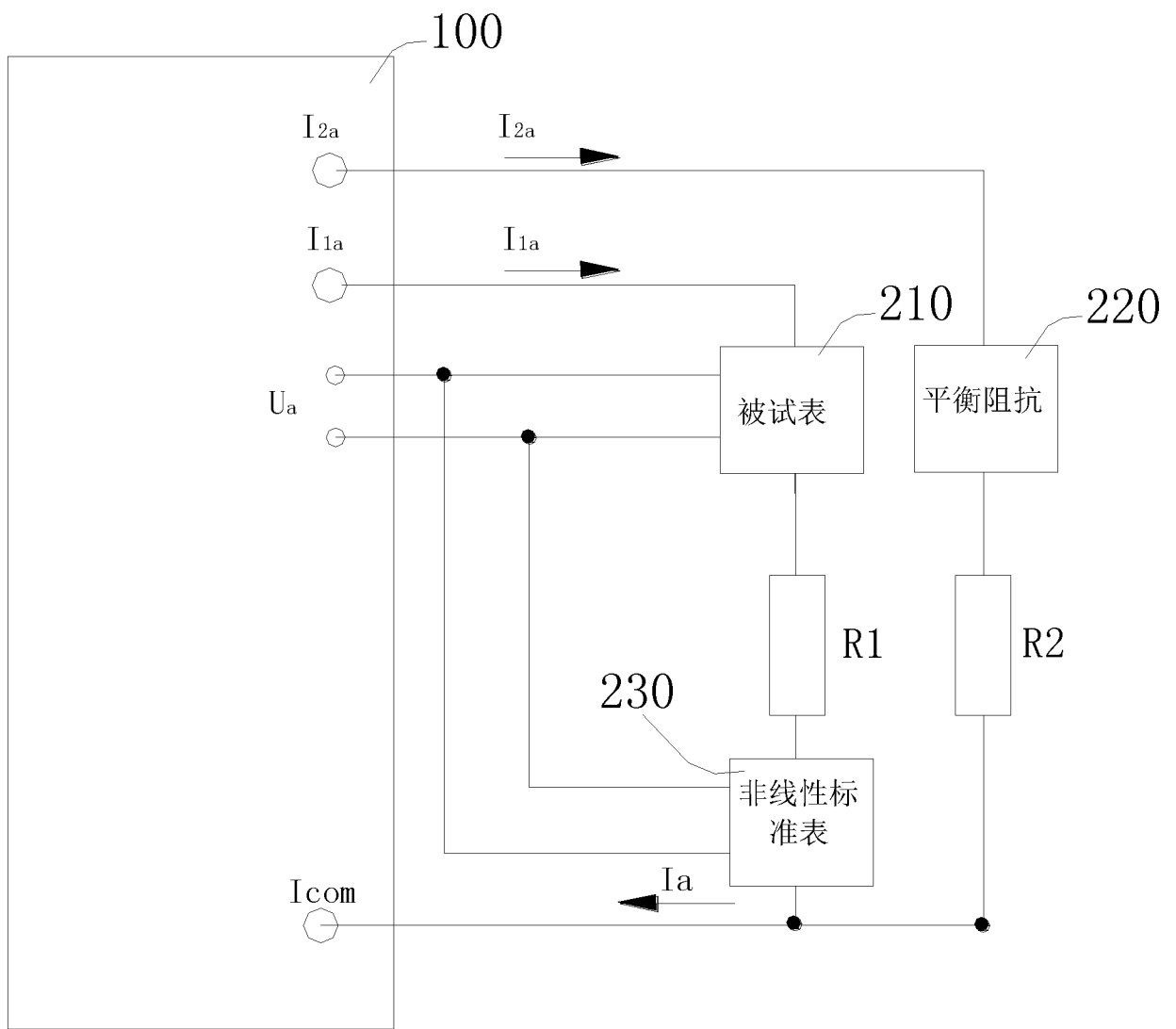


图 3

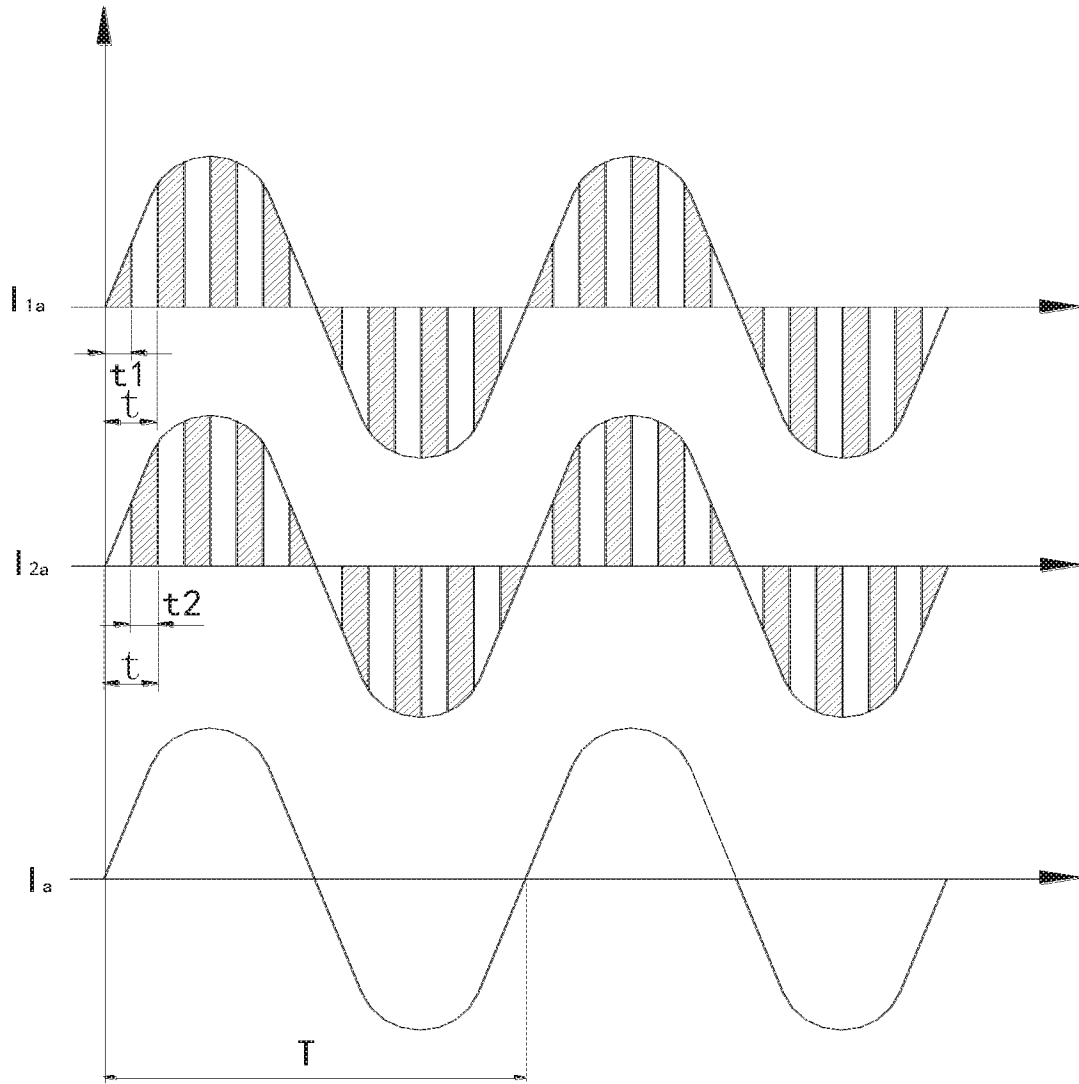


图 4

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/104726

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G01R 29/00(2006.01)i; G01R 35/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; VEN; CNTXT; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 功率, 分, 相电流, 电压, 功率放大, 六, 电流, 两, 放大器, 波形, 合, 并, 正弦波, 三相, waveform, amplif+, output, phase, nonlinear, three, power, divide, load, analog, signal, voltage

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107677894 A (GUANGDONG ORIENT TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 February 2018 (2018-02-09) claims 1-6, description, paragraphs [0025]-[0064], and figures 1-4	1-6
A	CN 103018696 A (NANJING DANDICK SCIENCE & TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.) 03 April 2013 (2013-04-03) entire document	1-6
A	CN 106569541 A (SHENZHEN CLOU PRECISION INSTRUMENT CO., LTD.) 19 April 2017 (2017-04-19) entire document	1-6
A	CN 102147428 A (UNI-T TECHNOLOGY (CHINA) CO., LTD.) 10 August 2011 (2011-08-10) entire document	1-6
A	US 2004076027 A1 (UIS ABLER ELECTRONICS CO., LTD.) 22 April 2004 (2004-04-22) entire document	1-6

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 November 2018

Date of mailing of the international search report

26 November 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

State Intellectual Property Office of the P. R. China  
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing  
100088  
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2018/104726**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107677894	A	09 February 2018	CN	207502618	U	15 June 2018
CN	103018696	A	03 April 2013	None			
CN	106569541	A	19 April 2017	None			
CN	102147428	A	10 August 2011	None			
US	2004076027	A1	22 April 2004	TW	588504	B	21 May 2004
				US	6906501	B2	14 June 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/104726

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G01R 29/00(2006.01)i; G01R 35/04(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																				
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01R</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS;VEN;CNTXT;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI; 功率, 分, 相电流, 电压, 功率放大, 六, 电流, 两, 放大器, 波形, 合, 并, 正弦波, 三相, waveform, amplif+, output, phase, nonlinear, three, power, divide, load, analog, signal, voltage</p>																				
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 107677894 A (广东东方电讯科技有限公司) 2018年 2月 9日 (2018 - 02 - 09) 权利要求1-6项, 说明书第[0025]-[0064]段, 附图1-4</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103018696 A (南京丹迪克科技开发有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106569541 A (深圳市科陆精密仪器有限公司) 2017年 4月 19日 (2017 - 04 - 19) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102147428 A (优利德科技中国有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 10) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2004076027 A1 (UIS ABLER ELECTRONICS CO LTD) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 107677894 A (广东东方电讯科技有限公司) 2018年 2月 9日 (2018 - 02 - 09) 权利要求1-6项, 说明书第[0025]-[0064]段, 附图1-4	1-6	A	CN 103018696 A (南京丹迪克科技开发有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-6	A	CN 106569541 A (深圳市科陆精密仪器有限公司) 2017年 4月 19日 (2017 - 04 - 19) 全文	1-6	A	CN 102147428 A (优利德科技中国有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 10) 全文	1-6	A	US 2004076027 A1 (UIS ABLER ELECTRONICS CO LTD) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22) 全文	1-6
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
PX	CN 107677894 A (广东东方电讯科技有限公司) 2018年 2月 9日 (2018 - 02 - 09) 权利要求1-6项, 说明书第[0025]-[0064]段, 附图1-4	1-6																		
A	CN 103018696 A (南京丹迪克科技开发有限公司) 2013年 4月 3日 (2013 - 04 - 03) 全文	1-6																		
A	CN 106569541 A (深圳市科陆精密仪器有限公司) 2017年 4月 19日 (2017 - 04 - 19) 全文	1-6																		
A	CN 102147428 A (优利德科技中国有限公司) 2011年 8月 10日 (2011 - 08 - 10) 全文	1-6																		
A	US 2004076027 A1 (UIS ABLER ELECTRONICS CO LTD) 2004年 4月 22日 (2004 - 04 - 22) 全文	1-6																		
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																				
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																				
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2018年 11月 8日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2018年 11月 26日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>受权官员</p> <p>桑青</p> <p>电话号码 86-(0512)-88997289</p>																		

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/104726

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	107677894	A	2018年 2月 9日	CN	207502618	U	2018年 6月 15日
CN	103018696	A	2013年 4月 3日	无			
CN	106569541	A	2017年 4月 19日	无			
CN	102147428	A	2011年 8月 10日	无			
US	2004076027	A1	2004年 4月 22日	TW	588504	B	2004年 5月 21日
				US	6906501	B2	2005年 6月 14日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)