(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105514300 B
(45)授权公告日 2019.10.29

(21)申请号 201510646959.7

(22)申请日 2015.10.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105514300 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(30)优先权数据
10-2014-0137014 2014.10.10 KR

(73)专利权人 三星显示有限公司
地址 韩国京畿道
专利权人 高丽大学校产学协力团

(72)发明人 杨正镇 宋原准 尹纹菜 金奎兑 尹泰雄

(74)专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018
代理人 梁洪源 康泉

(51)Int.Cl.
H01L 51/56(2006.01)

(56)对比文件
CN 101169340 A,2008.04.30,
CN 103954629 A,2014.07.30,
CN 103716972 A,2014.04.09,
US 2003184307 A1,2003.10.02,
US 2014285407 A1,2014.09.25,
CN 101652669 A,2010.02.17,
US 2004084743 A1,2004.05.06,
US 2009027314 A1,2009.01.29,
CN 203688743 U,2014.07.02,
Li, Yiming.Hybrid intelligent approach for modeling and optimization of semiconductor devices and nanostructures.《Computational Materials Science》.2009,
Li, Yiming.Hybrid intelligent approach for modeling and optimization of semiconductor devices and nanostructures.《Computational Materials Science》.2009,
Schwaab, Marcio, et al..Nonlinear parameter estimation through particle swarm optimization.《Chemical Engineering Science》.2008,

审查员 孙金岭

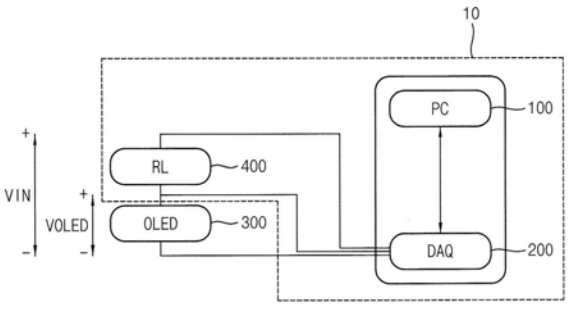
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

检查有机发光二极管的质量的方法和检查系统

(57)摘要

本公开涉及检查有机发光二极管的质量的方法和检查系统。公开了检查有机发光二极管(OLED)的质量的方法和用于执行该方法的检查系统。在一方面中,方法包括向OLED施加输入电压,测量OLED两端的OLED电压和流过OLED的OLED电流,至少部分基于OLED电压和OLED电流估计OLED的参数,并且至少部分基于该参数提取OLED的物理特征。



CN 105514300 B

1.一种检查有机发光二极管OLED的质量的方法,所述方法包括

向所述OLED施加输入电压;

测量所述OLED两端的OLED电压和流过所述OLED的OLED电流;

至少部分基于所测量的OLED电压和所测量的OLED电流估计所述OLED的参数;以及

至少部分基于所述参数提取所述OLED的物理特征;

其中,至少部分基于多个参数候选向量的适应度函数执行所述估计,

其中,所述适应度函数被定义为

$h(\theta i, IOLED) = -\sum_{t} \left| VOLED(t, IOLED) - \hat{V}OLED(t, \theta i, IOLED) \right|^2$,θi是所述多个参数候选向量,t是时间,IOLED是所测量的OLED电流,VOLED是所测量的OLED电压且$\hat{V}OLED$是估计的OLED电压,并且

其中,至少部分基于所述多个参数候选向量对所述估计的OLED电压进行估计。

2.根据权利要求1所述的方法,其中,OLED模拟包括一个或多个电阻器和一个或多个电容器。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,所述OLED包括正极、形成在所述正极上面的空穴注入层、形成在所述空穴注入层上面的空穴传输层、形成在所述空穴传输层上面的发光层、形成在所述发光层上面的电子传输层、形成在所述电子传输层上面的电子注入层和形成在所述电子注入层上面的负极,其中,各个层具有电阻,并且

其中,所述OLED模拟包括i)电连接在所述OLED的阳极和第二节点之间的寄生电阻RP,ii)并联电连接在所述第二节点与所述OLED的阴极之间的二极管电阻RD和二极管电容CD,和iii)电连接在所述OLED的所述阳极与所述OLED的所述阴极之间的寄生电容CP;

其中,所述第二节点是并联电连接的所述二极管电阻RD和所述二极管电容CD的与所述OLED的所述阴极相对的一端。

4.根据权利要求3所述的方法,其中,所述寄生电阻RP被定义为所述空穴注入层、所述空穴传输层、所述电子传输层和所述电子注入层的电阻的总和,

其中,所述寄生电容CP被定义为所述正极与所述负极之间的电容,

其中,所述二极管电阻RD被定义为所述发光层的电阻,并且

其中,所述二极管电容CD被定义为所述发光层的电容。

5.根据权利要求1所述的方法,其中,所述估计包括:

从N个初始参数候选向量中选择具有适应度函数的P个第一参数候选向量,其中,所述P和N是正整数,并且其中,N大于P;

在连接所述第一参数候选向量的线上选择N-P个第二参数候选向量;并且

从所述第一参数候选向量和所述第二参数候选向量中选择具有最大适应度函数的最优向量。

6.根据权利要求5所述的方法,其中,所述估计进一步包括:

从所述N个初始参数候选向量重复选择具有最大适应度函数的所述最优向量;并且

从所述最优向量中确定最终向量。

7.根据权利要求1所述的方法,其中,负载电阻器串联地电连接至所述OLED以测量所述

OLED电压和所述OLED电流。

8.一种有机发光二极管OLED的检查系统,所述检查系统包括:

负载电阻器,串联地电连接至所述OLED;

数据收集器,被配置为向所述OLED施加输入电压并且测量所述OLED两端的OLED电压和流过所述OLED的OLED电流中的至少一个;以及

处理器,被配置为i)至少部分基于所测量的OLED电压和所测量的OLED电流估计所述OLED的参数并且ii)至少部分基于所述参数提取所述OLED的物理特征;

其中,至少部分基于多个参数候选向量的适应度函数执行所述估计,

其中,所述适应度函数被定义为

$h(\theta i, IOLED) = -\sum_{t} \left| VOLED(t, IOLED) - \hat{V}OLED(t, \theta i, IOLED) \right|^2$,θi是所述多个参数候选向量,t是时间,IOLED是所测量的OLED电流,VOLED是所测量的OLED电压且$\hat{V}OLED$是估计的OLED电压,并且

其中,至少部分基于所述多个参数候选向量对所述估计的OLED电压进行估计。

9.根据权利要求8所述的检查系统,其中,OLED模拟包括一个或多个电阻器和一个或多个电容器。

检查有机发光二极管的质量的方法和检查系统

技术领域

[0001] 所描述的技术主要涉及检查有机发光二极管(OLED)的质量的方法和用于执行该方法的检查系统。

背景技术

[0002] 通常,检验OLED的质量需要各种步骤。例如,向OLED施加反向电压并且通过电流计测量反向饱和电流。另外,通过电压计和电流计获得OLED的电压-电流曲线。使用电压-电流曲线通过曲线拟合获得理想因数。另外,使用光电检测器和时间分辨光致发光技术(time-resolved photoluminescence technology)测量载流子寿命。

发明内容

[0003] 一个发明方面是通过OLED的模拟和提取OLED的物理特征以简化步骤检查OLED的质量的方法。

[0004] 另一方面是用于执行该方法的OLED的检查系统。

[0005] 另一方面是检查OLED的方法,所述方法包括测量施加至OLED的两端的OLED电压和通过向OLED施加输入电压而流过OLED的OLED电流,使用OLED电压和OLED电流估计OLED的参数并且使用参数提取OLED的物理特征。

[0006] 在示例性实施方式中,OLED通过电阻器和电容器模拟。

[0007] 在示例性实施方式中,OLED包括正极,形成在正极上的空穴注入层,形成在空穴注入层上的空穴传输层,形成在空穴传输层上的发光层,形成在发光层上的电子传输层,形成在电子传输层上的电子注入层和形成在电子注入层上的负极。模拟的OLED可以包括连接在第一节点和第二节点之间的寄生电阻RP,并联连接在第二节点与第三节点之间的二极管电阻RD和二极管电容CD以及连接在第一节点和第三节点之间的寄生电容CP。

[0008] 在示例性实施方式中,寄生电阻RP被定义为空穴注入层的电阻、空穴传输层的电阻、电子传输层的电阻和电子注入层的电阻的总和。寄生电容CP可以被定义为正极与负极之间的电容。二极管电阻RD可以被定义为发光层的电阻。二极管电容CD可以被定义为发光层的电容。

[0009] 在示例性实施方式中,参数包括二极管电阻常数RD0、二极管电容常数CD0、寄生电阻RP、寄生电容CP和特征值a。当发光层的电压是VD时,二极管电阻可以是$RD=\frac{RD0}{e^{aVD}}$,而二极管电容可以是CD=CD0×e^{aVD}。

[0010] 在示例性实施方式中,估计OLED的参数使用多个参数候选向量的适应度函数(fitness function)。适应度函数可以被定义为测量的OLED电压与估计的OLED电压之间的差值,估计的OLED电压使用参数候选向量估计。

[0011] 在示例性实施方式中,当θi是参数候选向量,t是时间,IOLED是OLED电流,VOLED是测量的OLED电压且$\hat{V}OLED$是使用参数候选向量估计的OLED电压时,适应度函数h被定义为

$h(\theta i, IOLED) = -\sum_{t}\left|VOLED(t, IOLED) - \hat{V}OLED(t, \theta i, IOLED)\right|^2$ 。

[0012] 在示例性实施方式中，利用以下等式对估计的OLED电压$\hat{V}OLED$进行估计：

$\frac{d\hat{V}OLED}{dt} = \frac{IOLED}{CP} - \frac{\hat{V}OLED - VD}{RP \times CP}$ 和

$\frac{dVD}{dt} = \frac{\hat{V}OLED - VD}{RP \times CD0(1 + aVD)e^{aVD}} - \frac{VD}{RD0 \times CD0(1 + aVD)}$ 。

[0013] 在示例性实施方式中，估计OLED的参数包括：从N个初始参数候选向量中选择具有高适应度函数的P个第一参数候选向量，P和N是正整数，N大于P；在连接第一参数候选向量的线上选择N-P个第二参数候选向量；以及从第一参数候选向量和第二参数候选向量中选择具有最高适应度函数的最优向量。

[0014] 在示例性实施方式中，估计OLED的参数包括从N个初始参数候选向量中重复选择具有最高适应度函数的最优向量并且从最优向量确定最终向量。

[0015] 在示例性实施方式中，OLED的物理特征包括反向饱和电流ISO。反向饱和电流ISO可以是$IS0 = \frac{RD0}{a}$ 。

[0016] 在示例性实施方式中，OLED的物理特征包括理想因数n。当k是玻耳兹曼常数且T是绝对温度时，理想因数n可以是$n = \frac{1}{akT}$ 。

[0017] 在示例性实施方式中，OLED的物理特征包括载流子寿命τm。载流子寿命τm可以是τm＝RD0×CD0。

[0018] 在示例性实施方式中，负载电阻器串联连接至OLED以测量OLED电压和OLED电流。

[0019] 另一方面是OLED的检查系统，检查系统包括负载电阻器、数据收集模块和处理器。负载电阻器串联连接至OLED。数据收集模块被配置为向OLED施加输入电压并且测量施加至OLED的两端的OLED电压和流过OLED的OLED电流中的至少一个。处理器被配置为使用OLED电压和OLED电流估计OLED的参数并使用参数提取OLED的物理特征。

[0020] 在示例性实施方式中，OLED通过电阻器和电容器模拟。

[0021] 在示例性实施方式中，OLED包括正极，形成在正极上的空穴注入层，形成在空穴注入层上的空穴传输层，形成在空穴传输层上的发光层，形成在发光层上的电子传输层，形成在电子传输层上的电子注入层和形成在电子注入层上的负极。模拟的OLED可以包括连接在第一节点和第二节点之间的寄生电阻RP，并联连接在第二节点与第三节点之间的二极管电阻RD和二极管电容CD以及连接在第一节点和第三节点之间的寄生电容CP。

[0022] 在示例性实施方式中，寄生电阻RP被定义为空穴注入层的电阻、空穴传输层的电阻、电子传输层的电阻和电子注入层的电阻的总和。寄生电容CP可以被定义为正极与负极之间的电容。二极管电阻RD可以被定义为发光层的电阻。二极管电容CD可以被定义为发光层的电容。

[0023] 在示例性实施方式中，参数包括二极管电阻常数RD0、二极管电容常数CD0、寄生电

阻RP、寄生电容CP和特征值a。当发光层的电压是VD时，二极管电阻可以是$RD=\frac{RD0}{e^{aVD}}$，并且二极管电容可以是CD＝CD0×e^{aVD}。

[0024] 在示例性实施方式中，处理器被配置为使用多个参数候选向量的适应度函数估计OLED的参数。适应度函数可以被定义为测量的OLED电压与估计的OLED电压之间的差值，估计的OLED电压使用参数候选向量估计。

[0025] 在示例性实施方式中，当θi是参数候选向量，t是时间，IOLED是OLED电流，VOLED是测量的OLED电压且$\hat{V}OLED$是使用参数候选向量估计的OLED电压时，适应度函数h被定义为

$$h(\theta i,IOLED)=-\sum_{t}\left|VOLED(t,IOLED)-\hat{V}OLED(t,\theta i,IOLED)\right|^{2}$$

。

[0026] 在示例性实施方式中，处理器被配置为从N个初始参数候选向量中选择具有高适应度函数的P个第一参数候选向量，P和N是正整数，N大于P，处理器被配置为在连接第一参数候选向量的线上选择N-P个第二参数候选向量并且从第一参数候选向量和第二参数候选向量中选择具有最高适应度函数的最优向量。

[0027] 另一方面是检查有机发光二极管(OLED)的质量的方法，方法包括向OLED施加输入电压，测量OLED两端的OLED电压和流过OLED的OLED电流，至少部分基于OLED电压和OLED电流估计OLED的参数，并且至少部分基于该参数提取OLED的物理特征。

[0028] 在以上方法中，OLED模拟包括一个或多个电阻器和一个或多个电容器。

[0029] 在以上方法中，OLED包括正极，形成在正极上面的空穴注入层，形成在空穴注入层上面的空穴传输层，形成在空穴传输层上面的发光层，形成在发光层上面的电子传输层，形成在电子传输层上面的电子注入层和形成在电子注入层上面的负极，其中，每个层具有电阻，其中，OLED模拟包括i)电连接在第一节点和第二节点之间的寄生电阻RP，ii)并联电连接在第二节点与第三节点之间的二极管电阻RD和二极管电容CD和iii)电连接在第一节点和第三节点之间的寄生电容CP。

[0030] 在以上方法中，寄生电阻RP被定义为空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层的电阻的总和，其中，寄生电容CP被定义为正极与负极之间的电容，其中，二极管电阻RD被定义为发光层的电阻，并且其中，二极管电容CD被定义为发光层的电容。

[0031] 在以上方法中，参数包括二极管电阻常数RD0、二极管电容常数CD0、寄生电阻RP、寄生电容CP和特征值a，其中，发光层的电压是VD，二极管电阻是$RD=\frac{RD0}{e^{aVD}}$，并且二极管电容是CD＝CD0×e^{aVD}。

[0032] 在以上方法中，至少部分基于多个参数候选向量的适应度函数执行估计，其中，适应度函数被定义为测量的OLED电压和估计的OLED电压之间的差值，并且其中，至少部分基于参数候选向量对估计的OLED电压进行估计。

[0033] 在以上方法中，θi是参数候选向量，t是时间，IOLED是OLED电流，VOLED是测量的OLED电压，并且$\hat{V}OLED$是使用参数候选向量估计的OLED电压，其中，适应度函数h被定义为

$$h(\theta i,IOLED)=-\sum_{t}\left|VOLED(t,IOLED)-\hat{V}OLED(t,\theta i,IOLED)\right|^{2}$$

。

[0034] 在以上方法中，基于以下等式 $\frac{d\hat{V}OLED}{dt}=\frac{IOLED}{CP}-\frac{\hat{V}OLED-VD}{RP\times CP}$ 和 $\frac{dVD}{dt}=\frac{\hat{V}OLED-VD}{RP\times CD0(1+aVD)e^{aVD}}-\frac{VD}{RD0\times CD0(1+aVD)}$ 对估计的OLED电压 $\hat{V}OLED$ 进行估计。

[0035] 在以上方法中，估计包括从N个初始参数候选向量中选择具有适应度函数的P个第一参数候选向量，其中，P和N是正整数，并且其中，N大于P。在以上方法中，估计还包括在连接第一参数候选向量的线上选择N-P个第二参数候选向量并且从第一参数候选向量和第二参数候选向量中选择具有最大适应度函数的最优向量。

[0036] 在以上方法中，估计进一步包括从N个初始参数候选向量中重复选择具有最大适应度函数的最优向量。在以上方法中，估计进一步包括从最优向量中确定最终向量。

[0037] 在以上方法中，OLED的物理特征是反向饱和电流ISO，其中，反向饱和电流ISO是 $IS0=\frac{RD0}{a}$。

[0038] 在以上方法中，物理特征是理想因数n，其中，当k是玻耳兹曼常数并且T是绝对温度时，理想因数n是 $n=\frac{1}{akT}$。

[0039] 在以上方法中，物理特征是载流子寿命τm，其中，载流子寿命τm是τm＝RD0×CD0。

[0040] 在以上方法中，负载电阻器串联电连接至OLED以测量OLED电压和OLED电流。

[0041] 另一方面是有机发光二极管(OLED)的检查系统，该检查系统包括：负载电阻器，串联电连接至OLED；数据收集器，被配置为向OLED施加输入电压并且测量OLED两端的OLED电压和流过OLED的OLED电流中的至少一个；以及处理器，被配置为i)至少部分基于OLED电压和OLED电流估计OLED的参数并且ii)至少部分基于该参数提取OLED的物理特征。

[0042] 在以上系统中，OLED模拟包括一个或多个电阻器和一个或多个电容器。

[0043] 在以上系统中，OLED包括正极，形成在正极上面的空穴注入层，形成在空穴注入层上面的空穴传输层，形成在空穴传输层上面的发光层，形成在发光层上面的电子传输层，形成在电子传输层上面的电子注入层和形成在电子注入层上面的负极，其中，每个层具有电阻，其中，OLED模拟包括i)电连接在第一节点和第二节点之间的寄生电阻RP，ii)并联电连接在第二节点与第三节点之间的二极管电阻RD和二极管电容CD和iii)电连接在第一节点和第三节点之间的寄生电容CP。

[0044] 在以上系统中，寄生电阻RP被定义为空穴注入层、空穴传输层、电子传输层和电子注入层的电阻的总和，其中，寄生电容CP被定义为正极与负极之间的电容，其中，二极管电阻RD被定义为发光层的电阻，并且其中，二极管电容CD被定义为发光层的电容。

[0045] 在以上系统中，参数包括二极管电阻常数RD0、二极管电容常数CD0、寄生电阻RP、寄生电容CP和特征值a，其中，发光层的电压是VD，二极管电阻是 $RD=\frac{RD0}{e^{aVD}}$，并且二极管电容是CD＝CD0×e^{aVD}。

[0046] 在以上系统中，处理器进一步被配置为至少部分基于多个参数候选向量的适应度函数估计参数，其中，适应度函数被定义为测量的OLED电压和估计的OLED电压之间的差值，

并且其中，处理器进一步被配置为至少部分基于参数候选向量对估计的OLED电压进行估计。

[0047] 在以上系统中，θi是参数候选向量，t是时间，IOLED是OLED电流，VOLED是测量的OLED电压，并且$\hat{V}OLED$是至少部分基于参数候选向量估计的OLED电压，其中，适应度函数h被定义为$h(\theta i, IOLED) = -\sum_{t}\left|VOLED(t, IOLED) - \hat{V}OLED(t, \theta i, IOLED)\right|^2$。

[0048] 在以上系统中，处理器进一步被配置为i)从N个初始参数候选向量中选择具有适应度函数的P个第一参数候选向量，其中，P和N是正整数，其中，N大于P，ii)在连接第一参数候选向量的线上选择N-P个第二参数候选向量，以及iii)从第一参数候选向量和第二参数候选向量中选择具有最大适应度函数的最优向量。

[0049] 根据公开的实施方式中至少一个，OLED被模拟并且模拟的OLED的参数被估计，并且OLED的物理特征被提取。因此，以简化的步骤检查OLED，使得可以减少检查OLED的成本和时间。

[0050] 另外，减少了包括OLED的显示设备的制造成本并且可以改善显示设备的可靠性。

附图说明

[0051] 图1是示出了根据示例性实施方式的OLED的检查系统的框图。

[0052] 图2是示出了图1的OLED的截面示图。

[0053] 图3是示出了通过电阻器和电容器模拟的图1的OLED的电路图。

[0054] 图4是示出了图1的OLED和图1的OLED的检查系统的电路图。

[0055] 图5是示出了检查图1的OLED的方法的流程图。

[0056] 图6A至图6D是示出了估计图5的参数的步骤的概念图。

具体实施方式

[0057] 因为用于检查的数据通过多个步骤获得，所以检查OLED的质量的典型方法需要增加的成本并花费相对长的时间。

[0058] 在下文中，将参考附图详细地说明描述的技术。在本公开内容中，术语“基本上”包括完全、几乎完全、或在一些应用和根据本领域技术人员的任何有效程度的含义。而且，“形成在…上”还可以指“形成在…上面”。术语“连接”可以包括电连接。

[0059] 图1是示出了根据示例性实施方式的OLED的检查系统的框图。

[0060] 参考图1，OLED的检查系统10包括数据收集模块或者数据收集器200、处理器100和负载电阻器(RL)400。

[0061] 数据收集模块200向OLED 300施加输入电压VIN。输入电压VIN可以根据时间变化。例如，输入电压VIN是伪随机二元序列信号。

[0062] 数据收集模块200可以使用负载电阻器(RL)400测量施加在OLED 300的两端的OLED电压VOLED和流过OLED 300的OLED电流IOLED中的至少一个。

[0063] 负载电阻器(RL)400串联地连接至OLED 300。负载电阻器(RL)400可以连接在OLED 300与数据收集模块200之间。

[0064] 在一些实施方式中，数据收集模块200测量施加至OLED 300的两端的OLED电压VOLED。可以使用输入电压VIN和OLED电压VOLED计算OLED电流IOLED。可以使用等式1计算OLED电流IOLED。

[0065] 等式1

[0066] $$IOLED = \frac{VIN - VOLED}{RL}$$

[0067] 处理器100使用OLED电流IOLED和OLED电压VOLED估计OLED 300的参数。处理器100使用参数提取OLED 300的物理特征。

[0068] 图2是示出了图1的OLED 300的截面示图。图3是示出了通过电阻器和电容器模拟的图1的OLED 300的电路图。图4是示出了图1的OLED 300和图1的OLED的检查系统的电路图。

[0069] 参考图1至图4，OLED 300包括正极、形成在正极上的空穴注入层HIL、形成在空穴注入层HIL上的空穴传输层HTL、形成在空穴传输层HTL上的发光层EML、形成在发光层EML上的电子传输层ETL、形成在电子传输层ETL上的电子注入层EIL和形成在电子注入层EIL上的负极。

[0070] 参考图3，通过电阻器和电容器对OLED 300进行模拟。例如，模拟的OLED 300包括连接在第一节点和第二节点之间的寄生电阻RP，并联连接在第二节点与第三节点之间的二极管电阻RD和二极管电容CD，以及连接在第一节点和第三节点之间的寄生电容CP。

[0071] 寄生电阻RP被定义为空穴注入层的电阻RPHI、空穴传输层的电阻RPHT、电子传输层的电阻RPET和电子注入层的电阻RPEI的总和。

[0072] 寄生电容CP被定义为正极与负极之间的电容。例如，寄生电容CP表示正极和负极周围的封装材料PM的寄生电容。

[0073] 发光层EML可以被表示为第一级RC电路。发光层EML被表示为并联连接的二极管电阻RD和二极管电容CD。二极管电阻RD是发光层EML的电阻。二极管电容CD是发光层EML的电容。

[0074] 发光层EML两端的电压是VD。OLED两端的电压是VOLED。流过OLED的电流是IOLED。

[0075] 处理器100可以使用OLED电流IOLED和OLED电压VOLED估计OLED 300的参数。例如，处理器100使用粒子群优化(particle swarm optimization)(“PSO”)估计参数。

[0076] 参数可以包括二极管电阻常数RD0、二极管电容常数CD0、寄生电阻RP、寄生电容CP和特征值a。二极管电阻RD和二极管电阻常数RD0具有如等式2中的关系。二极管电容CD和二极管电容常数CD0具有如等式3中的关系。

[0077] 等式2

[0078] $$RD = \frac{RD0}{e^{aVD}}$$

[0079] 等式3

[0080] $CD = CD0 \times e^{aVD}$

[0081] 处理器100可以使用多个参数候选向量的适应度函数(fitness function)估计参数。可以使用等式4确定参数候选向量。

[0082] 等式4

[0083] θ＝[CD0RD0RP CP a]

[0084] 处理器100选择N个初始参数候选向量中的P个第一参数候选向量。在此，P和N是正整数。N可以大于P。处理器100可以选择连接第一参数候选向量的线上的N-P个第二参数候选向量。处理器100可以确定第一参数候选向量和第二参数候选向量中具有最高的适应度函数的最优向量以估计参数。

[0085] 处理器100可以如以上说明的从N个最初始参数候选向量重复确定最优向量，并且处理器100可以从最优向量中选择最终的向量以估计参数。

[0086] 参考图6A至图6D详细地说明估计参数的方法。

[0087] θi是参数候选向量，t是时间，IOLED是OLED电流，VOLED是OLED电压，$\hat{V}OLED$是估计的OLED电压，适应度函数h被定义为如等式5。

[0088] 等式5

[0089] $$h(\theta i, IOLED) = -\sum_{t} \left| VOLED(t, IOLED) - \hat{V}OLED(t, \theta i, IOLED) \right|^2$$

[0090] 在等式5中，VOLED(t，IOLED)表示通过数据收集模块200测量的OLED电压VOLED根据时间(t)而变化。当参数候选向量是θi且OLED电流是IOLED时，$\hat{V}OLED$ (t，θi，IOLED)表示估计的OLED电压根据时间而变化并且被非线性模拟。

[0091] 测量的OLED电压和使用参数候选向量θi估计的OLED电压之间的差值的绝对值的平方随着时间被求和并且乘以-1。然后，获得参数候选向量θi的适应度函数。

[0092] 参数候选向量θi的适应度函数具有负值。当适应度函数h增加(适应度函数h接近零)时，参数候选向量θi接近真实的OLED的特征。

[0093] 可以使用等式6和等式7计算估计的OLED电压$\hat{V}OLED$。等式6和等式7是分别在第一节点和第二节点通过基尔霍夫电流定律(“KCL”)计算的微分方程。

[0094] 等式6

[0095] $$\frac{d\hat{V}OLED}{dt} = \frac{IOLED}{CP} - \frac{\hat{V}OLED - VD}{RP \times CP}$$

[0096] 等式7

[0097] $$\frac{dVD}{dt} = \frac{\hat{V}OLED - VD}{RP \times CD0(1 + aVD)e^{aVD}} - \frac{VD}{RD0 \times CD0(1 + aVD)}$$

[0098] 处理器100使用参数RD0、CD0、RP、CP和a提取OLED 300的物理特征。

[0099] OLED 300的物理特征可以是反向饱和电流ISO。OLED 300的漏电流随着反向饱和电流ISO的增加而增加。因此，在一些实施方式中，当OLED 300的反向饱和电流ISO基本上等于或大于第一阈值时，OLED 300未通过质量测试。如在等式8中定义反向饱和电流ISO。

[0100] 等式8

[0101] $$IS0 = \frac{RD0}{a}$$

[0102] 在检查OLED的典型方法中，当反向电压被施加至OLED时，通过电流计直接测量反向饱和电流。根据本示例性实施方式，OLED的反向饱和电流ISO通过参数估计而容易地获

得。

[0103] OLED 300的物理特征可以是理想因数(ideal factor)n。OLED 300的驱动电压随着OLED 300的理想因数n的增加而增加。因此,在一些实施方式中,当OLED 300的理想因数n基本上等于或大于第二阈值时,OLED 300未通过质量测试。当k是玻耳兹曼常数而T是绝对温度时,如在等式9中定义理想因数n。

[0104] 等式9

[0105] $$n=\frac{1}{akT}$$

[0106] 在检查OLED的典型方法中,使用电压计和电流计或者使用阻抗计获得电压-电流曲线。然后使用电压-电流曲线通过曲线拟合获得理想因数n。根据本示例性实施方式,OLED的理想因数n通过参数估计而容易地获得。

[0107] OLED 300的物理特征可以是载流子寿命τm。OLED 300的导通时间和截止时间随着OLED 300的载流子寿命τm的增加而增加。因此,在一些实施方式中,当OLED 300的载流子寿命τm基本上等于或大于第三阈值时,OLED 300未通过质量测试。如在等式10中定义载流子寿命τm。

[0108] 等式10

[0109] τm＝RD0×CD0

[0110] 在检查OLED的典型方法中,使用光电检测器和时间分辨光致发光技术测量载流子寿命τm。根据本示例性实施方式,OLED的载流子寿命τm通过参数估计而容易地获得。

[0111] 根据本示例性实施方式,通过参数估计获得OLED的反向饱和电流ISO、理想因数n和载流子寿命τm的全部。因此,以简化步骤检查OLED的质量,从而使得可以减少检查OLED的成本和时间。另外,减少包括OLED的显示设备的制造成本并且可以改善显示设备的可靠性。

[0112] 图5是示出了检查图1的OLED 300的方法的流程图。图6A至图6D是示出了估计图5的参数的步骤的概念图。

[0113] 在一些实施方式中,以常规的编程语言,诸如C或者C++或者另一合适的编程语言执行图5流程。程序可以存储在检查系统10的计算机可存取存储介质,例如,检查系统10或者处理器100的存储器(未示出)上。在某些实施方式中,存储介质包括随机存取存储器(RAM)、硬盘、软盘、数字视频设备、光盘、视频盘和/或其他光存储介质等。程序可以存储在处理器中。处理器可以具有基于,例如,i)高级RISC机器(ARM)微控制器和ii)Intel公司的微处理器(例如,Pentium家庭微处理器)的配置。在某些实施方式中,利用各种计算机平台使用单片或者多片微处理器、数字信号处理器、嵌入式微处理机、微控制器等实施处理器。在另一实施方式中,利用宽范围的操作系统,诸如Unix、Linux、Microsoft DOS、Microsoft Windows 8/7/Vista/2000/9x/ME/XP、Macintosh OS、OS X、OS/2、Android、iOS等实施处理器。在另一实施方式中,可以利用嵌入软件实施至少部分流程。根据实施方式,在图5中,可以添加其他状态,去除其他状态,或者改变状态的顺序。

[0114] 参考图1至图6D,将输入电压VIN施加至OLED 300并且测量施加在OLED 300两端的OLED电压(S100)。

[0115] 使用输入电压VIN和OLED电压VOLED计算OLED电流(S200)。

[0116] 使用适应度函数h基于OLED电压VOLED和OLED电流IOLED估计参数(S300)。

[0117] 处理器100可以估计参数候选向量的适应度函数。例如，初始参数候选向量的数量是N。

[0118] 在图6A中，在空间中表示初始参数候选向量的坐标P1至P10。例如，在图6A中，N是10。

[0119] 在图6B中，从N个初始参数候选向量中选择具有高适应度函数h的P个第一参数候选向量NP1、NP2、NP3、NP4和NP5。例如，在图6B中，P是5。

[0120] 在图6C中，可以在连接第一参数候选向量NP1至NP5的线上随机选择N-P个第二参数候选向量NP6、NP7、NP8、NP9和NP10。例如，在连接第一参数候选向量NP1至NP5的所有线中的连接第一参数候选向量NP1至NP5的随机线上选择N-P个第二参数候选向量NP6至NP10。如在等式11中定义第二参数候选向量θx。

[0121] 等式11

[0122] $\theta x = \lambda \theta j + (1-\lambda)\theta i$

[0123] x是P+1、P+2、…、N。i和j分别是1、2、…、P。

[0124] 替代地，考虑到变化(mutation)，可以在接近连接第一参数候选向量NP1至NP5的线处(没有在线上)选择第二参数候选向量θx。

[0125] 在图6D中，从第一参数候选向量和第二参数候选向量中选择出具有最高适应度函数的最优向量(NP3＝FP)。

[0126] 图6A至图6D中的处理说明单个PSO算法。处理器100可以执行多个PSO算法(S320)。PSO算法可以彼此独立。如以上说明的，处理器100可以从N个初始参数候选向量重复地确定最优向量FP。

[0127] 处理器100可以从通过多个PSO算法生成的最优向量FP中选择具有最高适应度函数h的最终向量(S340)。

[0128] 使用参数，提取OLED 300的物理特征(S400)。OLED 300的物理特征可以包括反向饱和电流ISO、理想因数n和载流子寿命τm。

[0129] 根据本示例性实施方式，通过参数估计获得OLED的反向饱和电流ISO、理想因数n和载流子寿命τm的全部。因此，以简化的步骤检查OLED的质量，从而使得可以减少检查OLED的成本和时间。另外，减少包括OLED的显示设备的制造成本并且可以改善显示设备的可靠性。

[0130] 根据本示例性实施方式，可以减少检查OLED的成本和时间。另外，减少包括OLED的显示设备的制造成本并且可以改善显示设备的可靠性。

[0131] 前述是对本发明技术的示例，并不应解释为限制本发明技术。尽管已经描述了发明构思的几个示例性实施方式，但本领域中的技术人员将容易理解的是，在本质上不背离本发明构思的新颖教导和优点的情况下，可在示例性实施方式中进行许多修改。因此，所有这样的修改均旨在包含在由权利要求所限定的发明构思的范围内。因此，应当理解的是，前述是发明构思的示例，且不被解释为限于所公开的具体实施方式，并且对所公开的示例性实施方式以及其他示例性实施方式的修改旨在包括在所附权利要求的范围内。本发明构思由以下权利要求限定，权利要求的等同物也包括在内。

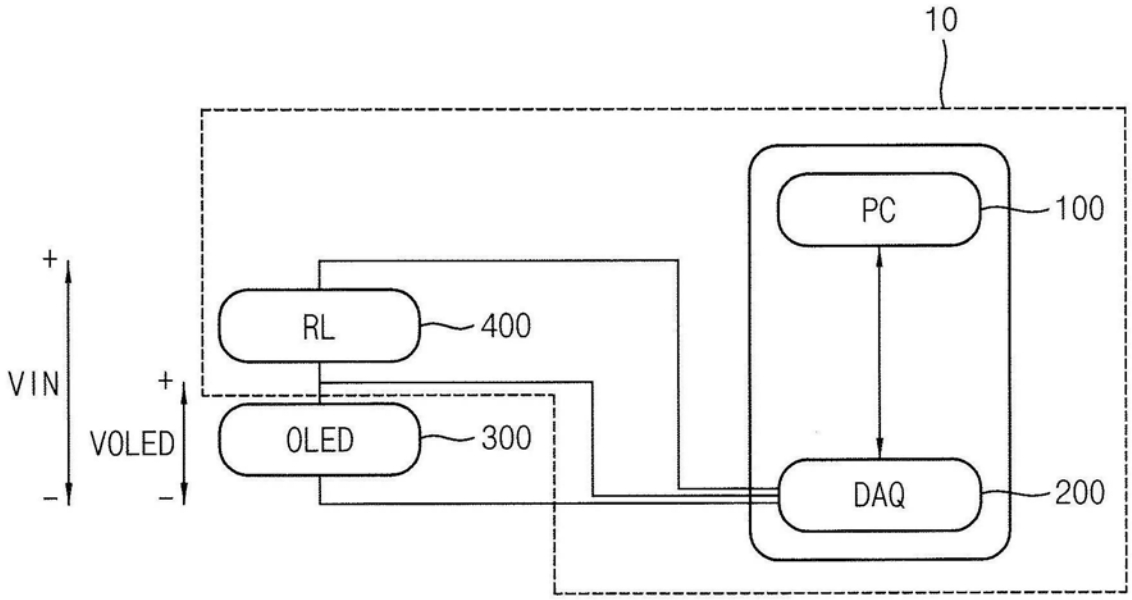

10
PC
100
RL
400
OLED
300
DAQ
200
VIN
VOLED
+
-

图1

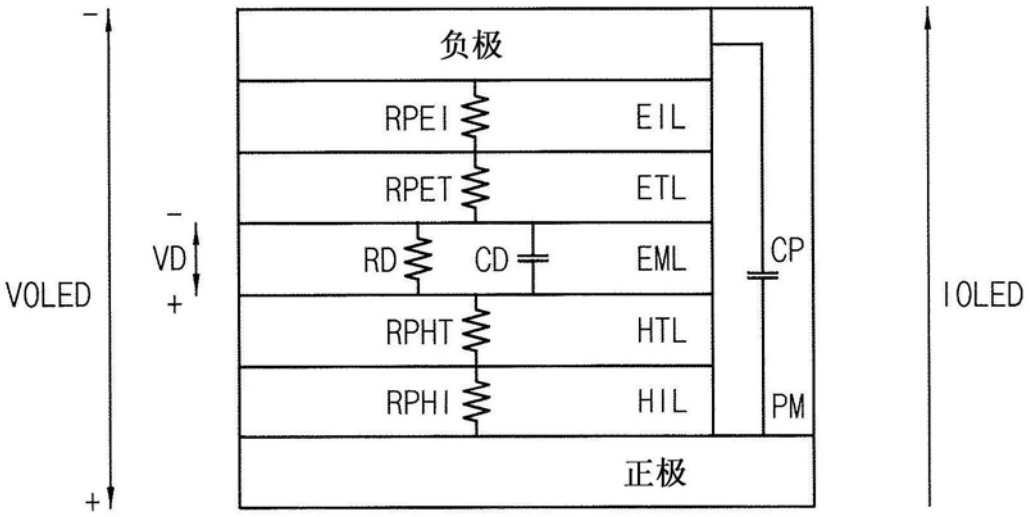

负极
RPEI
EIL
RPET
ETL
RD
CD
EML
RPHT
HTL
RPHI
HIL
正极
CP
PM
VOLED
VD
IOLED
+
-

图2

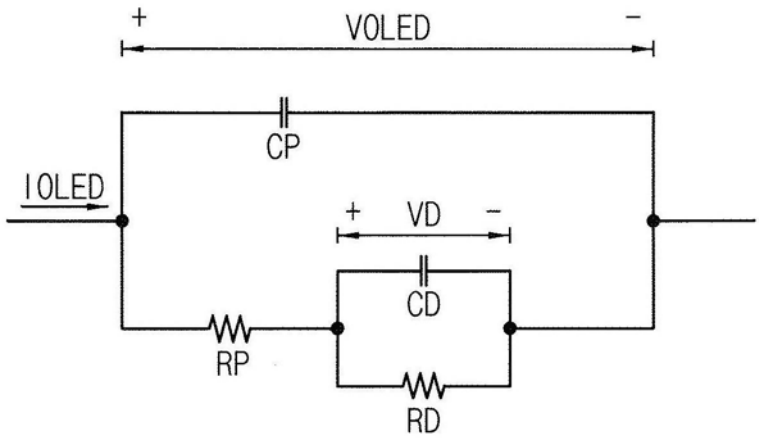


图3

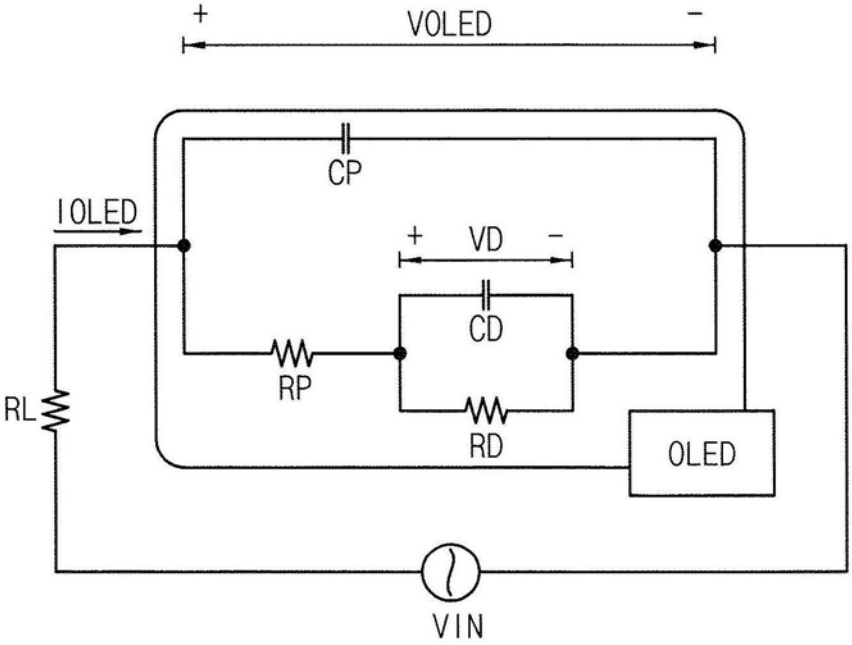


图4

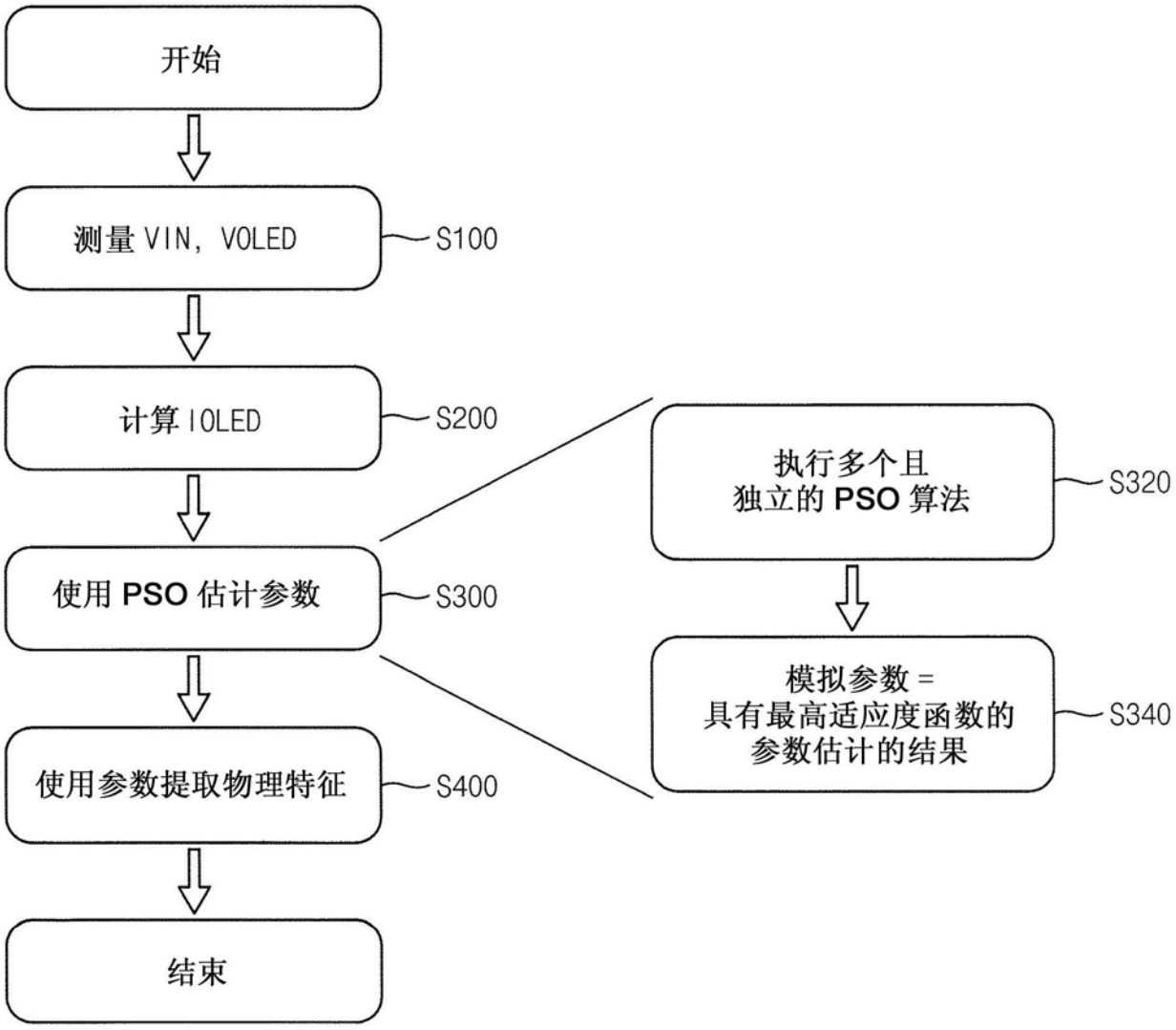

开始
测量 VIN, VOLED
S100
计算 IOLED
S200
使用 PSO 估计参数
S300
执行多个且
独立的 PSO 算法
S320
模拟参数 =
具有最高适应度函数的
参数估计的结果
S340
使用参数提取物理特征
S400
结束

图5

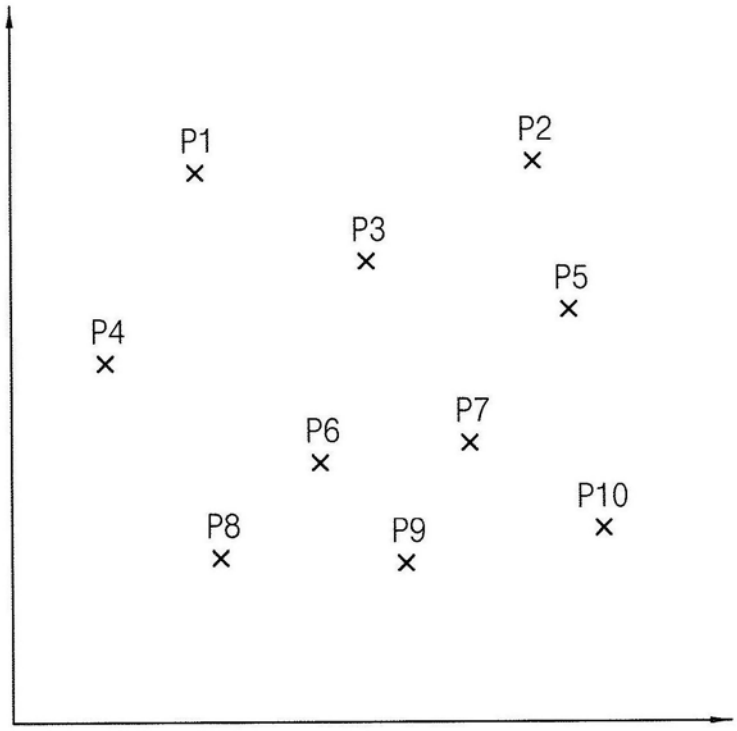


图6A

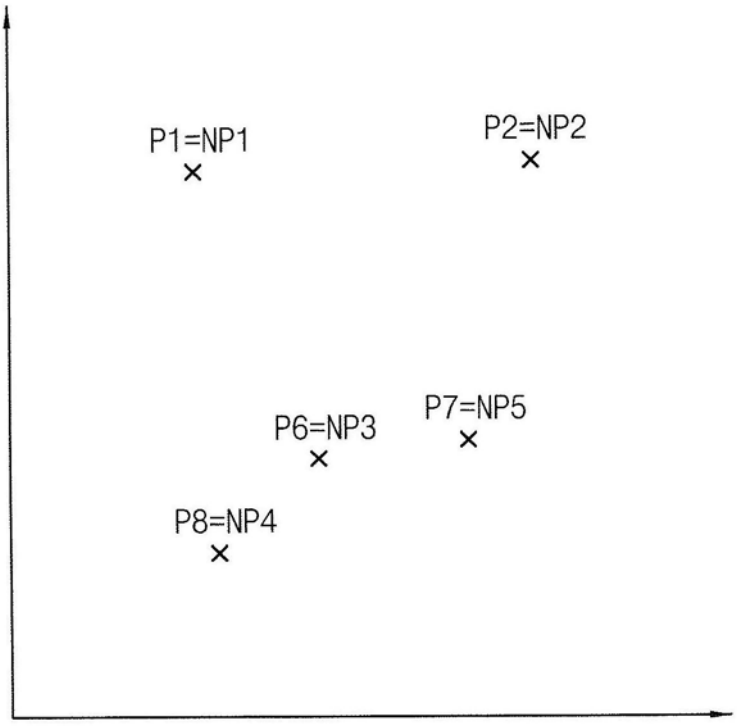


图6B

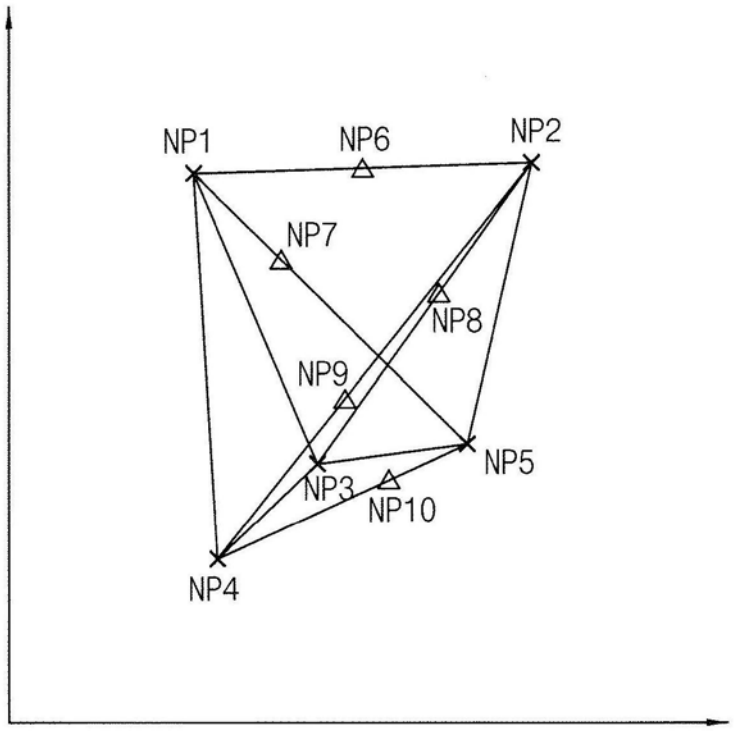


图6C

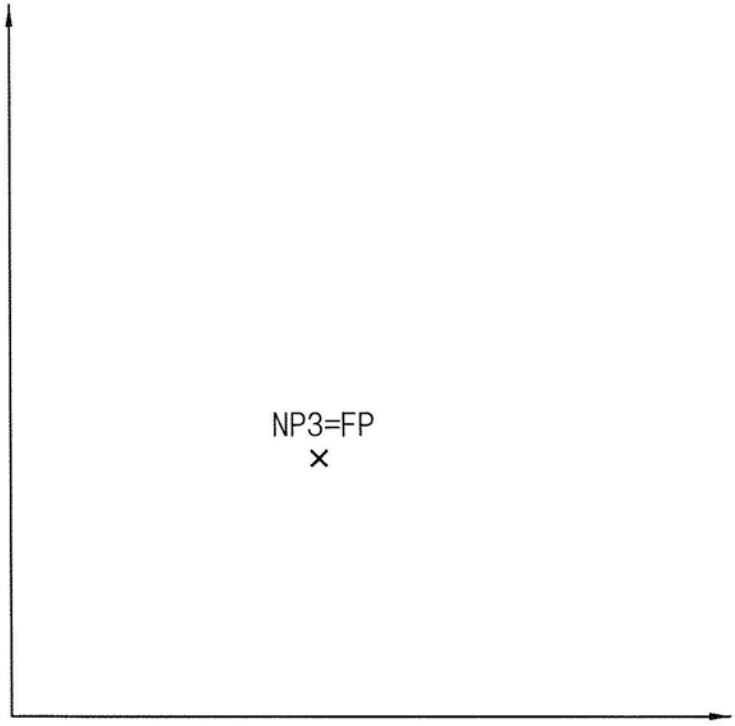


图6D