



(21) 申请号 201410384273. 0

(22) 申请日 2014. 08. 06

(71) 申请人 中国科学院生物物理研究所
地址 100101 北京市朝阳区大屯路 15 号

(72) 发明人 刘苏 赵旭东 王秀春

(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 徐宁 孙楠

(51) Int. Cl.
G06T 7/00 (2006. 01)

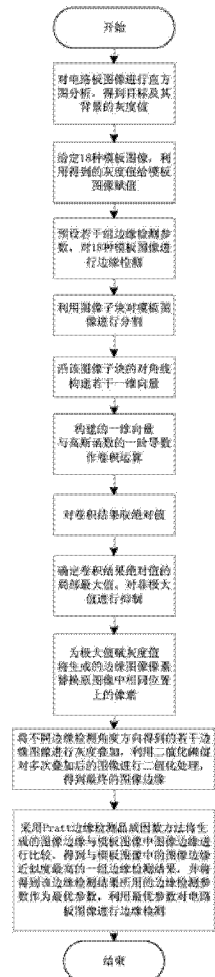
权利要求书5页 说明书13页 附图10页

(54) 发明名称

一种电路板布线边缘提取方法及提取平台

(57) 摘要

本发明涉及一种电路板布线边缘提取方法及提取平台,提取方法包括:设置包括电路板图像提取装置和布线边缘提取单元的电路板布线边缘提取平台,电路板图像提取装置将电路板图像传输至布线边缘提取单元,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对图像中的布线边缘进行提取。电路板图像提取装置包括透照台、载物平台、光学平板、支架组件、LED光源组和相机;透照台平行设置在载物平台上,载物平台平行设置在光学平板上表面的一侧;光学平板上表面的另一侧垂直固定设置支架组件,支架组件上活动连接LED光源组,相机通过支架组件和LED光源组固定设置在透照台上方,并将拍摄的电路板图像传输至布线边缘提取单元。



1. 一种电路板布线边缘提取方法,其包括以下步骤:

I) 设置一电路板布线边缘提取平台,其包括电路板图像提取装置和布线边缘提取单元;

II) 电路板图像提取装置将提取的电路板图像传输至布线边缘提取单元,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

2. 如权利要求 1 所述的一种电路板布线边缘提取方法,其特征在于:所述步骤 II) 中,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取,其包括以下步骤:

1) 对接收到的电路板图像进行直方图分析,得到目标及其背景的灰度值,采用得到的灰度值对给定的 18 种模板图像中的目标及其背景进行赋值;

2) 预设若干组边缘检测参数:高斯函数的一阶导数 $f_{\sigma}(t)$ 的参数 σ 、一维峰值极大值阈值 α 和二值化阈值,采用预设的若干组边缘检测参数分别对赋值后的 18 种模板图像进行边缘检测,并找出与模板图像近似度最高的边缘检测结果,将得到该结果所用的边缘检测参数作为最优参数,其具体包括以下步骤:

(1) 利用 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块对模板图像进行分割,将模板图像分割为若干个 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块,其中, θ 为边缘检测角度, $\theta \in [45^{\circ}, 90^{\circ})$;

(2) 在 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块中沿其对角线构建若干一维向量;

(3) 将构建的若干一维向量分别与高斯函数的一阶导数 $f_{\sigma}(t)$ 作卷积运算,并对卷积运算结果取绝对值;

(4) 确定卷积结果绝对值的局部极大值;

(5) 对得到的局部极大值赋灰度值,并根据像素下标将生成的边缘图像像素替换原图像中相同位置上的像素;

(6) 将不同边缘检测角度方向得到的若干边缘图像进行灰度叠加,根据多次叠加后图像的灰度直方图,将灰度百分比最高的灰度值作为二值化阈值,根据该二值化阈值对多次叠加后图像的边缘进行二值化处理;

(7) 采用 Pratt 边缘检测品质因数方法将生成的图像边缘与模板图像中图像边缘进行比较,得到与模板图像边缘近似度最高的一组边缘检测结果,并将得到该边缘检测结果所用的边缘检测参数作为最优参数;

3) 采用步骤 2) 得到的最优参数,重复步骤 2) 中的步骤 (1) ~ 步骤 (6),布线边缘提取单元对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

3. 如权利要求 2 所述的一种电路板布线边缘提取方法,其特征在于:所述步骤 2) 中,对 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块构建一维向量,其包括:

①根据边缘检测角度 θ 的取值范围: $\theta \in [45^{\circ}, 90^{\circ})$, 给出 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块的三种形式 Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 $Q_{90^{\circ}}$, Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 $Q_{90^{\circ}}$ 分别用像素 a 表示为:

台、载物平台、光学平板、支架组件、LED 光源组和相机；所述透照台平行设置在所述载物平台上，所述载物平台平行设置在所述光学平板上表面的一侧，且能够相对所述光学平板实现二维运动；所述光学平板上表面的另一侧垂直固定设置所述支架组件，所述支架组件上活动连接所述 LED 光源组，所述相机通过所述支架组件和 LED 光源组固定设置在所述透照台上方；通过调节所述支架组件调整所述 LED 光源组和相机与所述透照台之间的距离；所述相机将拍摄的电路板图像传输至所述布线边缘提取单元进行处理。

6. 如权利要求 5 所述的一种电路板布线边缘提取平台，其特征在于：所述透照台包括柔性 LED 光源阵列、底板、支柱和柔光板；所述柔性 LED 光源阵列固定设置在所述底板上，所述底板通过所述支柱与所述柔光板连接，且所述底板与柔光板平行。

7. 如权利要求 5 所述的一种电路板布线边缘提取平台，其特征在于：所述载物平台包括一二维移动平台、两刹车机构和两游标卡尺机构；所述二维移动平台包括一底盘、两 X 方向导轨、两 Y 方向导轨、一载物盘、一 X 方向限位、一 Y 方向限位和一 Y 方向游标卡尺托；所述 X 方向导轨的固定侧与所述底盘连接，所述 X 方向导轨的滑动侧与所述 Y 方向导轨的固定侧连接，所述 Y 方向导轨的滑动侧与所述载物盘连接；所述 X 方向限位与一所述 X 方向导轨的固定侧连接，所述 Y 方向限位与另一所述 X 方向导轨的固定侧连接；所述 X 方向的刹车机构与所述 Y 方向导轨的固定侧连接，所述 Y 方向的刹车机构与所述 X 方向导轨的滑动侧连接；每一所述游标卡尺机构均包括一主尺和一副尺，所述 X 方向主尺固定设置在所述 Y 方向限位上，所述 Y 方向主尺固定设置在所述 Y 方向游标卡尺托上，所述 X 方向副尺和 Y 方向副尺分别与所述 Y 方向导轨的固定侧和 Y 方向导轨的滑动侧固定连接。

8. 如权利要求 7 所述的一种电路板布线边缘提取平台，其特征在于：所述刹车机构包括一直角弯板、一刹车块、两导向柱和一把手；所述刹车块与所述导向柱的一端通过螺纹连接，所述导向柱的另一端滑设在所述直角弯板上的孔中，所述把手的末端贯穿所述直角弯板且与所述刹车块接触。

9. 如权利要求 5 所述的一种电路板布线边缘提取平台，其特征在于：所述支架组件包括一底托、一支柱、一 T 型支架、一 Z 方向调焦螺旋、一带长孔宽板、一 η 型弯板、两锁紧螺丝、一带长孔窄板、两 L 型支架和一法兰；所述底托固定连接在所述光学平板的上表面，所述支柱垂直固定设置在所述底托上；所述 T 型支架的一端通过所述 Z 方向调焦螺旋滑设在所述支柱上，所述 T 型支架的另一端位于所述支柱顶端上方，所述带长孔宽板滑设在所述 T 型支架的另一端面上；所述 η 型弯板位于所述带长孔宽板的下方，并与所述带长孔宽板的另一端垂直固定连接；两所述锁紧螺丝穿过所述带长孔窄板上的长孔将所述 L 型支架的一端固定在所述带长孔窄板上，所述 η 型弯板的长腹板上开设有长孔，所述锁紧螺丝穿过所述 η 型弯板长腹板上的长孔将所述带长孔窄板和两 L 型支架均滑设在所述 η 型弯板上；所述法兰夹持在两所述 L 型支架的另一端。

10. 如权利要求 5 所述的一种电路板布线边缘提取平台，其特征在于：所述 LED 光源组包括一印刷电路板、八组 LED 灯和一 LED 照度控制器，八组所述 LED 灯焊接在所述印刷电路板带绝缘层的一面，所述 LED 照度控制器通过引线与所述八组所述 LED 灯连接；每三个串联的所述 LED 灯为一组，八组所述 LED 灯在所述印刷电路板上的排布结构为：八组所述 LED 灯以所述相机镜头为中心形成两个同心圆，第一至第四组所述 LED 灯构成内圆，第五至第八组所述 LED 灯构成外圆；内圆上的一组所述 LED 灯与外圆上对应的一组所述 LED 灯的圆

心角相差 15° 。

11. 如权利要求 10 所述的一种电路板布线边缘提取平台,其特征在于:所述 LED 照度控制器对八组所述 LED 灯有以下四种控制模式:对八组所述 LED 灯分别进行独立控制;对内圆上的四组所述 LED 灯分别进行独立控制,对外圆上的四组所述 LED 灯进行统一控制;对内圆上的四组所述 LED 灯进行统一控制,对外圆上的四组所述 LED 灯分别进行独立控制;对八组所述 LED 灯进行统一控制;所述 LED 照度控制器包括一个开关电源、十个 LED 照度控制电路、两个多路开关和八个 LED 恒流驱动电路;每五个所述 LED 照度控制电路、一个所述多路开关和四个所述 LED 恒流驱动电路构成一组,对四组所述 LED 灯进行照度控制;所述开关电源与所述 LED 照度控制电路和 LED 恒流驱动电路连接,五个所述 LED 照度控制电路并联连接在一个所述多路开关的输入端,一个所述多路开关的四个输出端分别与四个所述 LED 恒流驱动电路的输入端连接,四个所述 LED 恒流驱动电路的输出端分别与四组所述 LED 灯连接。

一种电路板布线边缘提取方法及提取平台

技术领域

[0001] 本发明涉及一种图像提取方法及提取平台,特别是关于一种电路板布线边缘提取方法及提取平台。

背景技术

[0002] 随着科研院所对大量程控精密仪器高强度地使用,仪器故障日趋频繁,科研单位用于仪器维修的费用逐年增加。基于科研院所旺盛的仪器维修需求,提供仪器维修服务的公司近几年蓬勃发展。在五花八门的仪器故障中,占有较大比重的是仪器电路板故障,而且与其他类型故障相比,仪器电路板故障的维修费用最高。根据所维修仪器是否为进口仪器,市场上针对仪器电路板的维修服务分为两种情况。如果是国产仪器的电路板故障,提供仪器维修服务的公司可以根据故障情况维修电路板,然而由于国产仪器的电路板结构相对简单,电路故障显而易见,加之国产仪器的货值较低,维修服务费用不高,因此国产仪器的维修利润较低。如果是进口仪器的电路板故障,由于进口仪器电路板的集成度和复杂度较高,提供仪器维修服务的公司一般会采用仪器原厂的仪器电路板替换故障电路板的方式对进口仪器进行维修。这种更换电路板的维修方式简单方便,但维修成本较高,因此仪器维修的利润空间有限。另外,一些进口仪器的电路板在国内没有现货,更换的电路板需要从国外仪器原厂订购,而订购周期通常要 8 ~ 12 周的时间,因此这又将延长维修周期。

[0003] 鉴于仪器电路板类型的多样化,国内的仪器维修公司通常采用手工测绘电路板原理图并寻找故障点的方法对仪器进行维修。这种方法能够灵活应对各种类型的电路板且维修成本较低,然而在根据电路板布线信息绘制电路板原理图的过程中,庞大的工作量成为这一方法的重要缺陷,而且当电路板结构复杂、布线细密时绘制的电路板原理图很容易出错。为解决这一问题,更普遍的方法是将电路板布线层成像,在布线图像上绘制元件并对功能模块进行上色区分,进而绘制电路原理图。但是由于电路板布线层成像时光源照度的不均匀、电路板表面喷漆造成的布线层与基板颜色相近、成像设备分辨率低等因素,造成布线图像不清晰、阴影较多。因此,维修人员需要在成像质量较差、布线信息不清晰的图像上花费大量的时间和精力通过商业软件手动提取布线信息,这种方法变相地延长了仪器维修时间。上述方法主要存在两方面的问题:一方面传统的电路板成像平台无法实现大面积的无影照明,从而使得到的电路板图像质量较差、布线信息不清晰;另一方面采用现有的商用软件无法对电路板图像中的布线信息进行自动提取。

发明内容

[0004] 针对上述问题,本发明的目的是提供一种智能化的、且能够准确、清晰地提取布线边缘的电路板布线边缘提取方法及提取平台。采用本发明能够缩短布线边缘提取时间,且提取的布线边缘清晰、准确,从而为后续的电路板维修提供直观、可靠的依据。

[0005] 为实现上述目的,本发明采取以下技术方案:一种电路板布线边缘提取方法,其包括以下步骤:1) 设置一电路板布线边缘提取平台,其包括电路板图像提取装置和布线边缘

提取单元;II) 电路板图像提取装置将提取的电路板图像传输至布线边缘提取单元,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

[0006] 所述步骤 II) 中,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取,其包括以下步骤:1) 对接收到的电路板图像进行直方图分析,得到目标及其背景的灰度值,采用得到的灰度值对给定的 18 种模板图像中的目标及其背景进行赋值;2) 预设若干组边缘检测参数:高斯函数的一阶导数 $f_{\theta}(t)$ 的参数 σ 、一维峰值极大值阈值 α 和二值化阈值,采用预设的若干组边缘检测参数分别对赋值后的 18 种模板图像进行边缘检测,并找出与模板图像近似度最高的边缘检测结果,将得到该结果所用的边缘检测参数作为最优参数,其具体包括以下步骤:(1) 利用 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块对模板图像进行分割,将模板图像分割为若干个 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块,其中, θ 为边缘检测角度, $\theta \in [45^{\circ}, 90^{\circ})$; (2) 在 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块中沿其对角线构建若干一维向量;(3) 将构建的若干一维向量分别与高斯函数的一阶导数 $f_{\theta}(t)$ 作卷积运算,并对卷积运算结果取绝对值;(4) 确定卷积结果绝对值的局部极大值;(5) 对得到的局部极大值赋灰度值,并根据像素下标将生成的边缘图像像素替换原图像中相同位置上的像素;(6) 将不同边缘检测角度方向得到的若干边缘图像进行灰度叠加,根据多次叠加后图像的灰度直方图,将灰度百分比最高的灰度值作为二值化阈值,根据该二值化阈值对多次叠加后图像的边缘进行二值化处理;(7) 采用 Pratt 边缘检测品质因数方法将生成的图像边缘与模板图像中图像边缘进行比较,得到与模板图像边缘近似度最高的一组边缘检测结果,并将得到该边缘检测结果所用的边缘检测参数作为最优参数;3) 采用步骤 2) 得到的最优参数,重复步骤 2) 中的步骤 (1) ~ 步骤 (6),布线边缘提取单元对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

[0007] 所述步骤 2) 中,对 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块构建一维向量,其包括:①根据边缘检测角度 θ 的取值范围: $\theta \in [45^{\circ}, 90^{\circ})$, 给出 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块的三种形式 Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 $Q_{90^{\circ}}$, Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 $Q_{90^{\circ}}$ 分别用像素 a 表示为:

[0008]

$$Q_{\theta_1} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1k} & & & & & & & a_{1[(m-1)(k-1)+1]} & a_{1[(m-1)(k-1)+2]} & \dots & a_{1[m(k-1)+1]} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2k} & a_{2(k+1)} & \dots & a_{2(2k-1)} & & & & a_{2[(m-1)(k-1)+1]} & a_{2[(m-1)(k-1)+2]} & \dots & a_{2[m(k-1)+1]} \\ & & & a_{3k} & \dots & \dots & a_{3(2k-1)} & \vdots & & & \vdots & & & & \\ & & & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & & \vdots & & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mk} & \dots & & & & & & a_{m[(m-1)(k-1)+1]} & a_{m[(m-1)(k-1)+2]} & \dots & a_{m[m(k-1)+1]} \end{bmatrix}$$

[0009] θ_1 为图像子块的形式 Q_{θ_1} 对应的边缘检测角度,

$$\theta_1 = \arctan \frac{(k-1)m+1}{m}, \quad k=2,3,\dots;$$

[0010]

平行设置在所述光学平板上表面的一侧,且能够相对所述光学平板实现二维运动;所述光学平板上表面的另一侧垂直固定设置所述支架组件,所述支架组件上活动连接所述 LED 光源组,所述相机通过所述支架组件和 LED 光源组固定设置在所述透照台上方;通过调节所述支架组件调整所述 LED 光源组和相机与所述透照台之间的距离;所述相机将拍摄的电路板图像传输至所述布线边缘提取单元进行处理。

[0026] 所述透照台包括柔性 LED 光源阵列、底板、支柱和柔光板;所述柔性 LED 光源阵列固定设置在所述底板上,所述底板通过所述支柱与所述柔光板连接,且所述底板与柔光板平行。

[0027] 所述载物平台包括一二维移动平台、两刹车机构和两游标卡尺机构;所述二维移动平台包括一底盘、两 X 方向导轨、两 Y 方向导轨、一载物盘、一 X 方向限位、一 Y 方向限位和一 Y 方向游标卡尺托;所述 X 方向导轨的固定侧与所述底盘连接,所述 X 方向导轨的滑动侧与所述 Y 方向导轨的固定侧连接,所述 Y 方向导轨的滑动侧与所述载物盘连接;所述 X 方向限位与一所述 X 方向导轨的固定侧连接,所述 Y 方向限位与另一所述 X 方向导轨的固定侧连接;所述 X 方向的刹车机构与所述 Y 方向导轨的固定侧连接,所述 Y 方向的刹车机构与所述 X 方向导轨的滑动侧连接;每一所述游标卡尺机构均包括一主尺和一副尺,所述 X 方向主尺固定设置在所述 Y 方向限位上,所述 Y 方向主尺固定设置在所述 Y 方向游标卡尺托上,所述 X 方向副尺和 Y 方向副尺分别与所述 Y 方向导轨的固定侧和 Y 方向导轨的滑动侧固定连接。

[0028] 所述刹车机构包括一直角弯板、一刹车块、两导向柱和一把手;所述刹车块与所述导向柱的一端通过螺纹连接,所述导向柱的另一端滑设在所述直角弯板上的孔中,所述把手的末端贯穿所述直角弯板且与所述刹车块接触。

[0029] 所述支架组件包括一底托、一支柱、一 T 型支架、一 Z 方向调焦螺旋、一带长孔宽板、一 η 型弯板、两锁紧螺丝、一带长孔窄板、两 L 型支架和一法兰;所述底托固定连接在所述光学平板的上表面,所述支柱垂直固定设置在所述底托上;所述 T 型支架的一端通过所述 Z 方向调焦螺旋滑设在所述支柱上,所述 T 型支架的另一端位于所述支柱顶端上方,所述带长孔宽板滑设在所述 T 型支架的另一端面上;所述 η 型弯板位于所述带长孔宽板的下方,并与所述带长孔宽板的另一端垂直固定连接;两所述锁紧螺丝穿过所述带长孔窄板上的长孔将所述 L 型支架的一端固定在所述带长孔窄板上,所述 η 型弯板的长腹板上开设有长孔,所述锁紧螺丝穿过所述 η 型弯板长腹板上的长孔将所述带长孔窄板和两 L 型支架均滑设在所述 η 型弯板上;所述法兰夹持在两所述 L 型支架的另一端。

[0030] 所述 LED 光源组包括一印刷电路板、八组 LED 灯和一 LED 照度控制器,八组所述 LED 灯焊接在所述印刷电路板带绝缘层的一面,所述 LED 照度控制器通过引线与所述八组所述 LED 灯连接;每三个串联的所述 LED 灯为一组,八组所述 LED 灯在所述印刷电路板上的排布结构为:八组所述 LED 灯以所述相机镜头为中心形成两个同心圆,第一至第四组所述 LED 灯构成内圆,第五至第八组所述 LED 灯构成外圆;内圆上的一组所述 LED 灯与外圆上对应的一组所述 LED 灯的圆心角相差 15° 。

[0031] 所述 LED 照度控制器对八组所述 LED 灯有以下四种控制模式:对八组所述 LED 灯分别进行独立控制;对内圆上的四组所述 LED 灯分别进行独立控制,对外圆上的四组所述 LED 灯进行统一控制;对内圆上的四组所述 LED 灯进行统一控制,对外圆上的四组所述 LED

灯分别进行独立控制；对八组所述 LED 灯进行统一控制；所述 LED 照度控制器包括一个开关电源、十个 LED 照度控制电路、两个多路开关和八个 LED 恒流驱动电路；每五个所述 LED 照度控制电路、一个所述多路开关和四个所述 LED 恒流驱动电路构成一组，对四组所述 LED 灯进行照度控制；所述开关电源与所述 LED 照度控制电路和 LED 恒流驱动电路连接，五个所述 LED 照度控制电路并联连接在一个所述多路开关的输入端，一个所述多路开关的四个输出端分别与四个所述 LED 恒流驱动电路的输入端连接，四个所述 LED 恒流驱动电路的输出端分别与四组所述 LED 灯连接。

[0032] 本发明由于采取以上技术方案，其具有以下优点：1、本发明由于设置了一包括电路板图像提取装置和布线边缘提取单元的电路板布线边缘提取平台，电路板图像提取装置将提取的电路板图像传输至布线边缘提取单元，布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取，因此本发明能够对电路板布线边缘进行自动提取，且能够缩短布线边缘提取时间。2、本发明由于在电路板图像提取装置中设置透照台、载物平台、光学平板、支架组件、LED 光源组和相机，提取电路板图像时，将电路板放置在透照台上，透照台通过载物平台能够改变在 XY 平面中的位置，LED 光源组和相机通过支架组件能够调整与电路板之间的相对位置，LED 光源组通过 LED 灯的排布结构为相机对电路板进行拍摄提供近似均匀的无影照射，因此本发明能够清晰、准确地提取电路板图像，从而为后续的电路板维修提供良好的图像基础。3、本发明由于布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对电路板图像中的布线边缘进行提取，因此本发明能够在不改变图像信息的前提下，清晰、准确地提取电路板布线边缘信息。基于以上优点，本发明可以广泛应用于电路板维修过程中。

附图说明

[0033] 图 1 是布线边缘提取单元对电路板图像中的布线边缘进行提取的流程图；

[0034] 图 2 是给定的 18 种模板图像；其中，图 (a) 是 9 种阶梯边缘的模板图像，图 (b) 是 9 种线边缘的模板图像；

[0035] 图 3 是利用图像子块对模板图像或电路板图像进行分割的示意图；其中，“……”表示图像字块的边界，“——”表示模板图像或电路板图像的边界， θ 表示边缘检测角度，0 表示 0 像素填充区；

[0036] 图 4 是作卷积运算、取绝对值以及峰值检测效果示意图；

[0037] 图 5 是确定卷积运算结果绝对值的局部极大值的示意图；其中，图 (a) 是有效波峰示意图，图 (b) 是无效波峰示意图；

[0038] 图 6 是 18 种模板图像与其边缘检测结果对照示意图；其中，图 (a) 是阶梯边缘的模板图像与其边缘检测结果对照示意图，图 (b) 是线边缘的模板图像与其边缘检测结果对照示意图；

[0039] 图 7 是电路板图像提取装置的整体结构示意图；

[0040] 图 8 是透照台的结构示意图；

[0041] 图 9 是载物平台的结构示意图；其中，图 (a) 是载物平台的整体结构示意图，图 (b) 是载物平台的分解结构示意图；

[0042] 图 10 是刹车机构的结构示意图；

[0043] 图 11 是支架组件的结构示意图；

[0044] 图 12 是 LED 光源组的结构示意图；

[0045] 图 13 是 LED 照度控制器的结构示意图。

具体实施方式

[0046] 下面结合附图和实施例对本发明的进行详细的描述。

[0047] 本发明的电路板布线边缘提取方法,其包括以下步骤:

[0048] I) 设置一电路板布线边缘提取平台,其包括电路板图像提取装置和布线边缘提取单元。

[0049] II) 电路板图像提取装置将提取的电路板图像传输至布线边缘提取单元,如图 1 所示,布线边缘提取单元采用基于高斯小波一维峰值识别的多角度边缘检测方法对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取,其包括以下步骤:

[0050] 1) 对接收到的电路板图像进行直方图分析,得到目标及其背景的灰度值,采用得到的灰度值对如图 2 所示的给定的 18 种模板图像中的目标及其背景进行赋值。

[0051] 2) 预设若干组边缘检测参数:高斯函数的一阶导数 $f_0(t)$ 的参数 σ 、一维峰值极大值阈值 α 和二值化阈值,采用预设的若干组边缘检测参数分别对赋值后的 18 种模板图像进行边缘检测,并找出与模板图像近似度最高的边缘检测结果,将得到该结果所用的边缘检测参数作为最优参数。

[0052] 仅以采用一组边缘提取参数对 18 种模板图像进行边缘检测为例,说明寻找最优参数的过程,其具体包括以下步骤:

[0053] (1) 利用图像子块对模板图像进行分割;

[0054] 如图 3 所示,根据边缘检测角度 $\theta \in [45^\circ, 90^\circ)$ 的正切值,选择一 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块并采用该图像子块对模板图像进行分割,将模板图像分割为若干个 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块。当模板图像不能划分成整数个 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块时,将模板图像进行扩展,模板图像的扩展部分用 0 像素灰度进行填补,使模板图像能够划分成整数个 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块。

[0055] (2) 在 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块中沿该图像子块的对角线构建若干一维向量;

[0056] 由于在各图像子块中构建一维向量的方法相同,因此仅以其中一 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块为例,对构建方法进行说明,其具体包括以下步骤:

[0057] ①根据边缘检测角度 θ 的取值范围: $\theta \in [45^\circ, 90^\circ)$, 给出 m 行 $\times m \tan \theta$ 列的图像子块的三种形式 Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 Q_{90° , Q_{θ_1} 、 Q_{θ_2} 和 Q_{90° 分别用像素 a 表示为:

[0058]

$$Q_{\theta_1} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1k} & & & & & & a_{1[(m-1)(k-1)+1]} & a_{1[(m-1)(k-1)+2]} & \cdots & a_{1[m(k-1)+1]} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2k} & a_{2(k+1)} & \cdots & a_{2(2k-1)} & & & a_{2[(m-1)(k-1)+1]} & a_{2[(m-1)(k-1)+2]} & \cdots & a_{2[m(k-1)+1]} \\ & & & a_{3k} & \cdots & \cdots & a_{3(2k-1)} & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ & & & & & & & \vdots & & \vdots & & & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mk} & \cdots & & & & & a_{m[(m-1)(k-1)+1]} & a_{m[(m-1)(k-1)+2]} & \cdots & a_{m[m(k-1)+1]} \end{bmatrix}$$

[0059] θ_1 为图像子块的形式 Q_{θ_1} 对应的边缘检测角度,

块构建一维向量的方法,实现对 $[0^\circ, 180^\circ]$ 所对应的图像矩阵子块的一维向量的构建,从而能够缩减构建一维向量的角度范围。

[0077] (3) 如图 4 所示,将构建的若干一维向量 X_1, X_2, \dots, X_m 和 Y_1, \dots, Y_{m-1} 分别与高斯函数的一阶导数 $f_o(t)$ 作卷积运算,并对卷积运算结果取绝对值得到:

$$[0078] \quad |f_o(t)*X_1|, |f_o(t)*X_2|, \dots, |f_o(t)*X_m| \text{ 和 } |f_o(t)*Y_1|, \dots, |f_o(t)*Y_{m-1}| \quad (4)$$

[0079] 从而使卷积运算结果中出现的负值均转变为正值。

[0080] 通过对构建的若干一维向量作卷积和取绝对值的运算,使边缘检测角度从 $[0^\circ, 180^\circ]$ 扩展到 $[0^\circ, 360^\circ]$ 。因此只需对 $[0^\circ, 180^\circ]$ 所对应的图像矩阵子块的一维向量进行处理。

[0081] (4) 通过寻找每一个卷积运算结果的绝对值 $|f_o(t)*X|$ 和 $|f_o(t)*Y|$ 的局部极大值,使二维图像边缘检测问题转变为一维波形峰值检测问题。其中, $X = X_1, X_2, \dots, X_m, Y = Y_1, Y_2, \dots, Y_{m-1}$ 。

[0082] 如图 5 所示,采用以下方法确定卷积运算结果的绝对值 $|f_o(t)*X|$ 的局部极大值,其具体包括以下步骤:

[0083] ①预设一极大值阈值 α , $\alpha = (0, 1)$ 。

[0084] ②在 $|f_o(t)*X|$ 波形中的第一个波峰处,依次比较前后数据的大小,当数据由递增区间转为递减区间时,记录该拐点值 $\text{MAX}|f_o(t)*X|$;当波峰递减区间存在一数据小于 $\alpha \text{MAX}|f_o(t)*X|$ 时,则该波峰有效且其极大值为 $\text{MAX}|f_o(t)*X|$;若该波峰递减区间不存在小于 $\alpha \text{MAX}|f_o(t)*X|$ 的值而转入下一个波峰的递增区间,则该波峰无效,继续判断下一个波峰的极大值。

[0085] ③对非极大值进行抑制。

[0086] (5) 对步骤 (4) 得到的极大值赋灰度值,其值为:

[0087]

255

若干边缘检测角度方向数'

[0088] 根据像素下标,将生成的边缘图像像素替换原图像中相同位置上的像素。

[0089] (6) 将不同边缘检测角度方向得到的若干边缘图像进行灰度叠加。真实边缘位置会因像素灰度的多次叠加变亮。根据多次叠加后图像的灰度直方图,将灰度百分比最高的灰度值作为二值化阈值,根据该二值化阈值对多次叠加后图像的边缘进行二值化处理,生成如图 6 所示最终的图像边缘。

[0090] (7) 采用 Pratt 边缘检测品质因数方法将生成的图像边缘与模板图像中图像边缘进行比较,得到与模板图像中的图像边缘近似度最高的一组边缘检测结果,并将得到该边缘检测结果所用的边缘检测参数作为最优参数。

[0091] 3) 采用步骤 2) 得到的最优参数,重复步骤 2) 中的步骤 (1) ~ 步骤 (6),布线边缘提取单元对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

[0092] 一种采用上述电路板布线边缘提取方法的电路板布线边缘提取平台,其包括电路板图像提取装置和布线边缘提取单元,其中,如图 7 所示,电路板图像提取装置包括透照台 1、载物平台 2、光学平板 3、支架组件 4、LED 光源组 5 和相机 6。其中,透照台 1 平行设置在载物平台 2 上,载物平台 2 平行设置在光学平板 3 上表面的一侧,且能够相对光学平板 3 实

现二维运动。光学平板 3 上表面的另一侧垂直固定设置支架组件 4, 支架组件 4 上活动连接 LED 光源组 5, 相机 6 通过支架组件 4 和 LED 光源组 5 固定设置在透照台 1 上方。通过调节支架组件 4 调整 LED 光源组 5 和相机 6 与透照台 1 之间的距离。相机 6 对放置在透照台 1 上的电路板进行拍摄, 并将拍摄的电路板图像传输至布线边缘提取单元, 布线边缘提取单元对接收到的电路板图像中的布线边缘进行提取。

[0093] 上述实施例中, 如图 8 所示, 透照台 1 包括柔性 LED 光源阵列 11、底板 12、支柱 13 和柔光板 14。其中, 柔性 LED 光源阵列 11 固定设置在底板 12 上, 底板 12 通过支柱 13 与柔光板 14 连接, 且底板 12 与柔光板 14 平行。透照台 1 用于提供透射光源, 使放置在柔光板 14 顶面上的两层电路板上下层的走线在一个平面上成像。

[0094] 上述各实施例中, 如图 9(a) 所示, 载物平台 2 包括一二维移动平台 21、两刹车机构 22 和两游标卡尺机构 23。其中, 如图 9(b) 所示, 二维移动平台 21 包括一底盘 211、两 X 方向导轨 212、两 Y 方向导轨 213、一载物盘 214、一 X 方向限位 215、一 Y 方向限位 216 和一 Y 方向游标卡尺托 217。X 方向导轨的固定侧 2121 与底盘 211 连接, X 方向导轨的滑动侧 2122 与 Y 方向导轨的固定侧 2131 连接, Y 方向导轨的滑动侧 2132 与载物盘 214 连接。X 方向限位 215 与一 X 方向导轨的固定侧 2121 连接, Y 方向限位 216 与另一 X 方向导轨的固定侧 2121 连接, 用于使载物平台 2 相对于光学平板 3 按单一方向运动。刹车机构 22 用于对二维移动平台 21 进行制动, X 方向的刹车机构 22 与 Y 方向导轨的固定侧 2131 连接, Y 方向的刹车机构 22 与 X 方向导轨的滑动侧 2122 连接。游标卡尺机构 23 用于指示二维移动平台 21 的移动距离, 每一游标卡尺机构 23 均包括一主尺 231 和一副尺 232, X 方向主尺 231 固定设置在 Y 方向限位 216 上, Y 方向限位 216 与一 X 方向导轨的固定侧 2121 连接, Y 方向主尺 231 固定设置在 Y 方向游标卡尺托 217 上, Y 方向游标卡尺托 217 与 X 方向导轨的滑动侧 2122 连接, X 方向副尺 232 和 Y 方向副尺 232 分别与 Y 方向导轨的固定侧 2131 和 Y 方向导轨的滑动侧 2132 固定连接。X 方向导轨的滑动侧 2122 带动 Y 方向导轨固定侧 2131 和 X 方向副尺 232 相对于 Y 方向限位 216 上的 X 方向主尺 231 沿 X 轴方向滑动。X 方向主尺 231 与 X 方向副尺 232 指示二维移动平台 21 在 X 方向移动的距离。Y 方向导轨的滑动侧 2132 带动 Y 方向副尺 232 相对于 Y 方向游标卡尺托 217 上的 Y 方向主尺 231 沿 Y 轴方向滑动, Y 方向副尺 232 与 Y 方向主尺 231 指示二维移动平台 21 在 Y 方向移动的距离。

[0095] 上述各实施例中, 二维移动平台 21 的尺寸为 400mm*300mm, 其 X 方向行程为 150mm, Y 方向行程为 130mm。

[0096] 上述各实施例中, 如图 10 所示, 刹车机构 22 包括一直角弯板 221、一刹车块 222、两导向柱 223 和一把手 224。刹车块 222 与导向柱 223 的一端通过螺纹连接, 导向柱 223 的另一端滑设在直角弯板 221 上的孔中, 把手 224 的末端贯穿直角弯板 221 且与刹车块 222 接触。使用时直角弯板 221 固定在 X 方向导轨的滑动侧 2122 或 Y 方向导轨的固定侧 2131, 把手 224 的末端贯穿直角弯板 221 后推动刹车块 222, 当把手 224 旋到某一位置, 固定把手 224 末端将刹车块 222 顶向 X 方向导轨固定侧 2121 或 Y 方向导轨的滑动侧 2132 形成摩擦力, 从而实现刹车功能。

[0097] 上述各实施例中, 如图 11 所示, 支架组件 4 包括一底托 40、一支柱 41、一 T 型支架 42、一 Z 方向调焦螺旋 43、一带长孔宽板 44、一 η 型弯板 45、两锁紧螺丝 46、一带长孔窄板 47、两 L 型支架 48 和一法兰 49。底托 40 固定连接在光学平板 3 的上表面, 支柱 41 垂直固

定设置在底托 40 上。T 型支架 42 的一端通过 Z 方向调焦螺旋 43 滑设在支柱 41 上,通过调节 Z 方向调焦螺旋 43 可以改变 T 型支架 42 的一端在支柱 41 上的位置;T 型支架 42 的另一端位于支柱 41 顶端上方,带长孔宽板 44 滑设在 T 型支架 42 的另一端面上,T 型支架 42 与带长孔宽板 44 的连接位置可以调节,连接位置确定后再通过螺丝将带长孔宽板 44 的一端固定在 T 型支架 42 的另一端面上。 η 型弯板 45 位于带长孔宽板 44 的下方,并与带长孔宽板 44 的另一端垂直固定连接。两锁紧螺丝 46 穿过带长孔窄板 47 上的长孔将 L 型支架 48 的一端固定在带长孔窄板 47 上, η 型弯板 45 的长腹板上开设有两长孔,锁紧螺丝 46 穿过 η 型弯板 45 长腹板上的长孔将带长孔窄板 47 和两 L 型支架 48 均滑设在 η 型弯板 45 上,使得带长孔窄板 47 与 η 型弯板 45 的连接位置可以调节,连接位置确定后再通过锁紧螺丝 46 将带长孔窄板 47 和两 L 型支架 48 固定在 η 型弯板 45 的长腹板上。法兰 49 夹持在两 L 型支架 48 的另一端。LED 光源组 5 与法兰 49 固定连接,相机 6 通过 η 型弯板 45 的短腹板和法兰固定在透照台 1 上方。

[0098] 上述各实施例中,如图 12 和图 13 所示,LED 光源组 5 用于给电路板提供照明,实现无影效果。LED 光源组 5 包括一印刷电路板 51、八组 LED 灯 52 和一 LED 照度控制器 53。

[0099] 印刷电路板 51 采用直径为 240mm 的圆形铝制板材,其一面为带绝缘层的印刷电路板,八组 LED 灯 52 焊接在印刷电路板 51 带绝缘层的一面,LED 照度控制器 53 通过引线与八组 LED 灯 52 连接。印刷电路板 51 的另一面用于散热。LED 灯 52 采用水平与垂直方向具有相同配光曲线的 LED 灯。每三个串联的 LED 灯 52 为一组,八组 LED 灯 52 在印刷电路板 51 上的排布结构为:八组 LED 灯 52 以相机镜头为中心形成两个同心圆,第一至第四组 LED 灯 52 构成内圆,第五至第八组 LED 灯 52 构成外圆。内圆上的一组 LED 灯 52 与外圆上对应的一组 LED 灯 52 的圆心角相差 15° 。这种排布结构可以使 LED 光源组 5 在距目标区域 200mm ~ 250mm 实现 400mm*400mm 区域内近似均匀照射。

[0100] LED 照度控制器 53 用于调整八组 LED 灯 52 的照度,LED 照度控制器 53 对八组 LED 灯 52 有以下四种控制模式:对八组 LED 灯 52 分别进行独立控制;对内圆上的四组 LED 灯 52 分别进行独立控制,对外圆上的四组 LED 灯 52 进行统一控制;对内圆上的四组 LED 灯 52 进行统一控制,对外圆上的四组 LED 灯 52 分别进行独立控制;对八组 LED 灯 52 进行统一控制。

[0101] LED 照度控制器 53 对八组 LED 灯 52 进行控制的实现方式为:如图 13 所示,LED 照度控制器 53 包括一个开关电源 531、十个 LED 照度控制电路 532、两个多路开关 533 和八个 LED 恒流驱动电路 534。其中每五个 LED 照度控制电路 532、一个多路开关 533 和四个 LED 恒流驱动电路 534 构成一组,对四组 LED 灯 52 进行照度控制。开关电源 531 与 LED 照度控制电路 532 和 LED 恒流驱动电路 534 连接,五个 LED 照度控制电路 532 并联连接在一个多路开关 533 的输入端,一个多路开关 533 的四个输出端分别与四个 LED 恒流驱动电路 534 的输入端连接,四个 LED 恒流驱动电路 534 的输出端分别与四组 LED 灯 52 连接。

[0102] 第一至第四 LED 照度控制电路 532 依次通过第一多路开关 533、第一至第四 LED 恒流驱动电路 534 对第一组至第四组 LED 灯 52 进行分别控制,或第九 LED 照度控制电路 532 依次通过第一多路开关 533、第一至第四 LED 恒流驱动电路 534 对第一组至第四组 LED 灯 52 进行统一控制。同样地,第五至第八 LED 照度控制电路 532 依次通过第二多路开关 533、第五至第八 LED 恒流驱动电路 534 对第五组至第八组 LED 灯 52 进行分别控制,或第十 LED

照度控制电路 532 依次通过第二多路开关 533、第五至第八 LED 恒流驱动电路 534 对第五组至第八组 LED 灯 52 进行统一控制；从而实现上述 LED 照度控制器 53 对八组 LED 灯 52 的四种控制模式。

[0103] 上述各实施例仅用于说明本发明，其中各部件的结构、连接方式和方法步骤等都是可以有所变化的，凡是在本发明技术方案的基础上进行的等同变换和改进，均不应排除在本发明的保护范围之外。

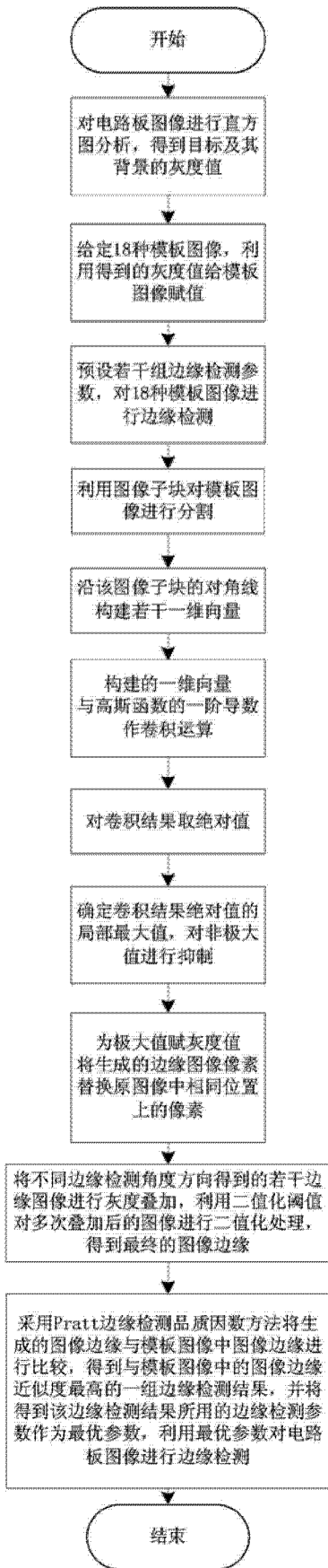
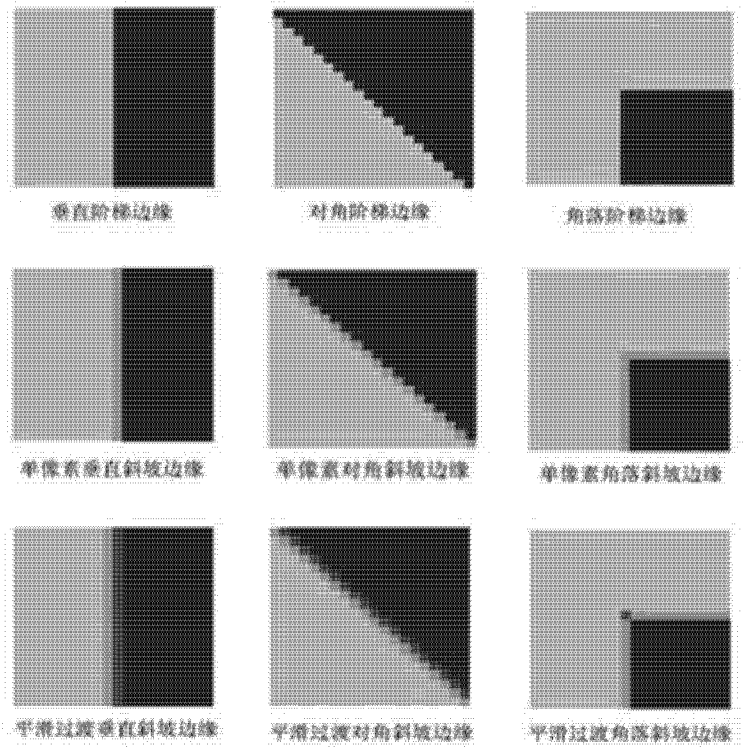
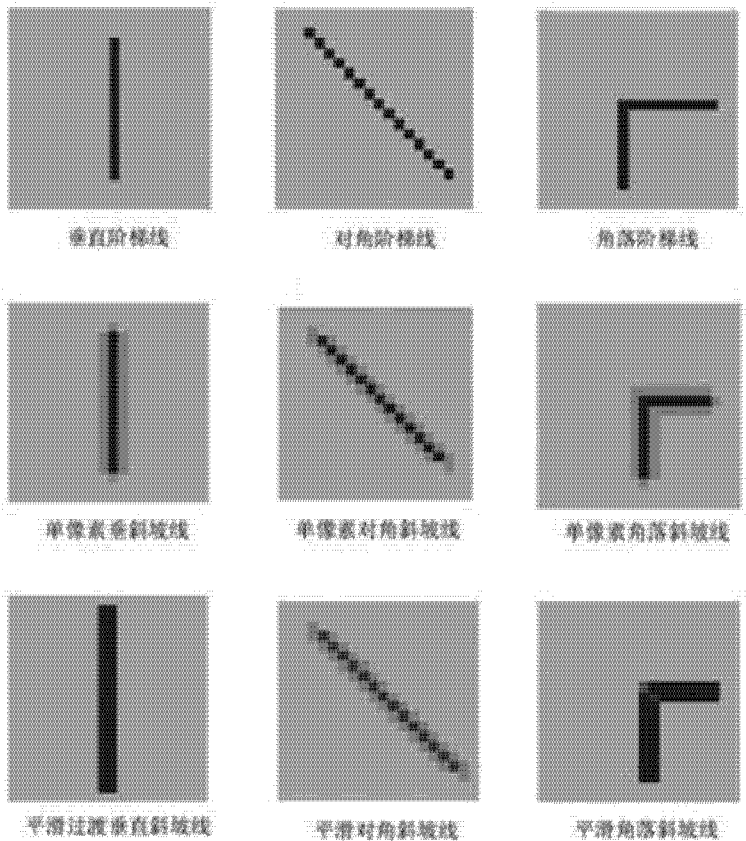


图 1



(a)



(b)

图 2

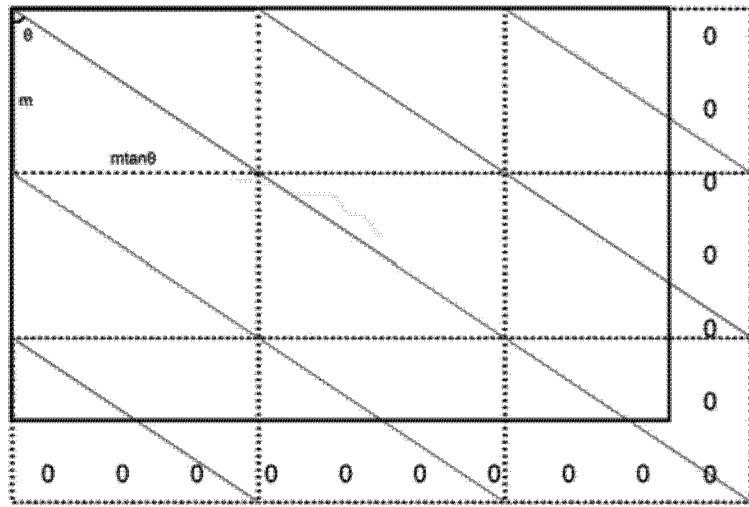


图 3

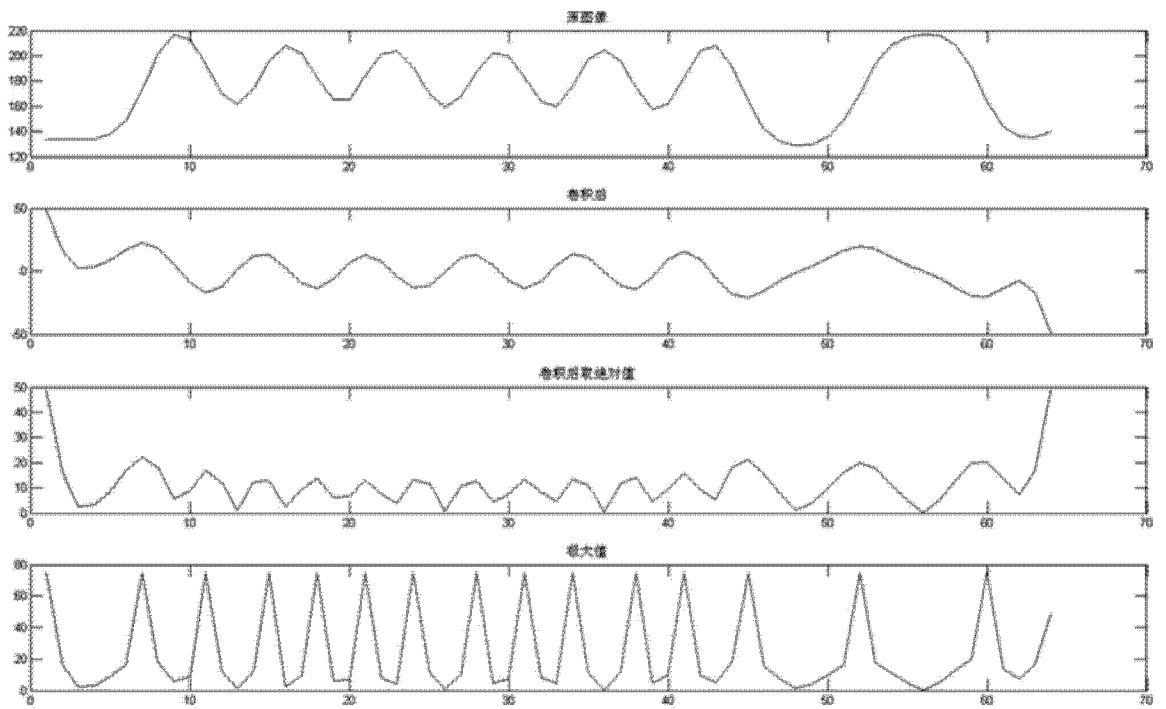


图 4

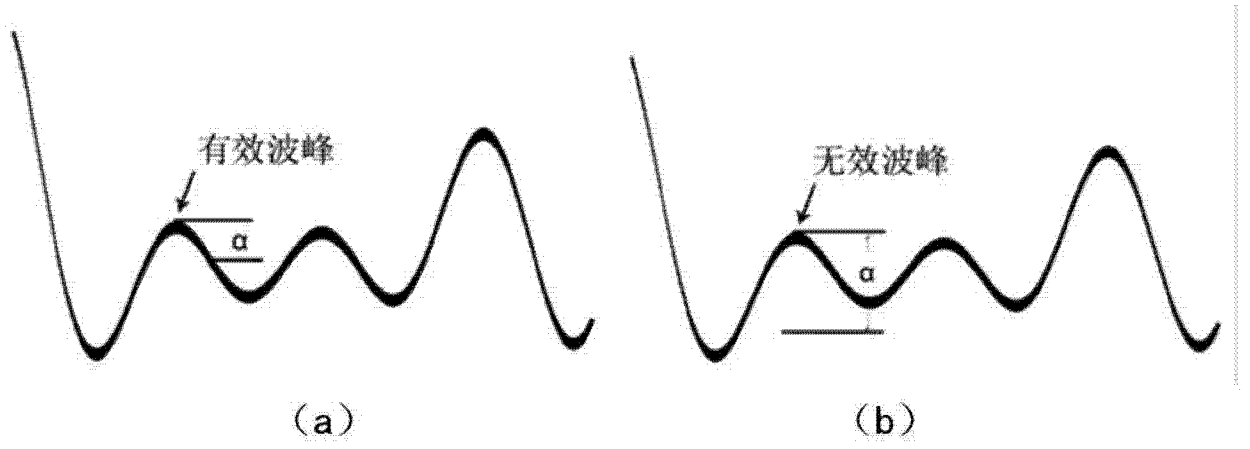
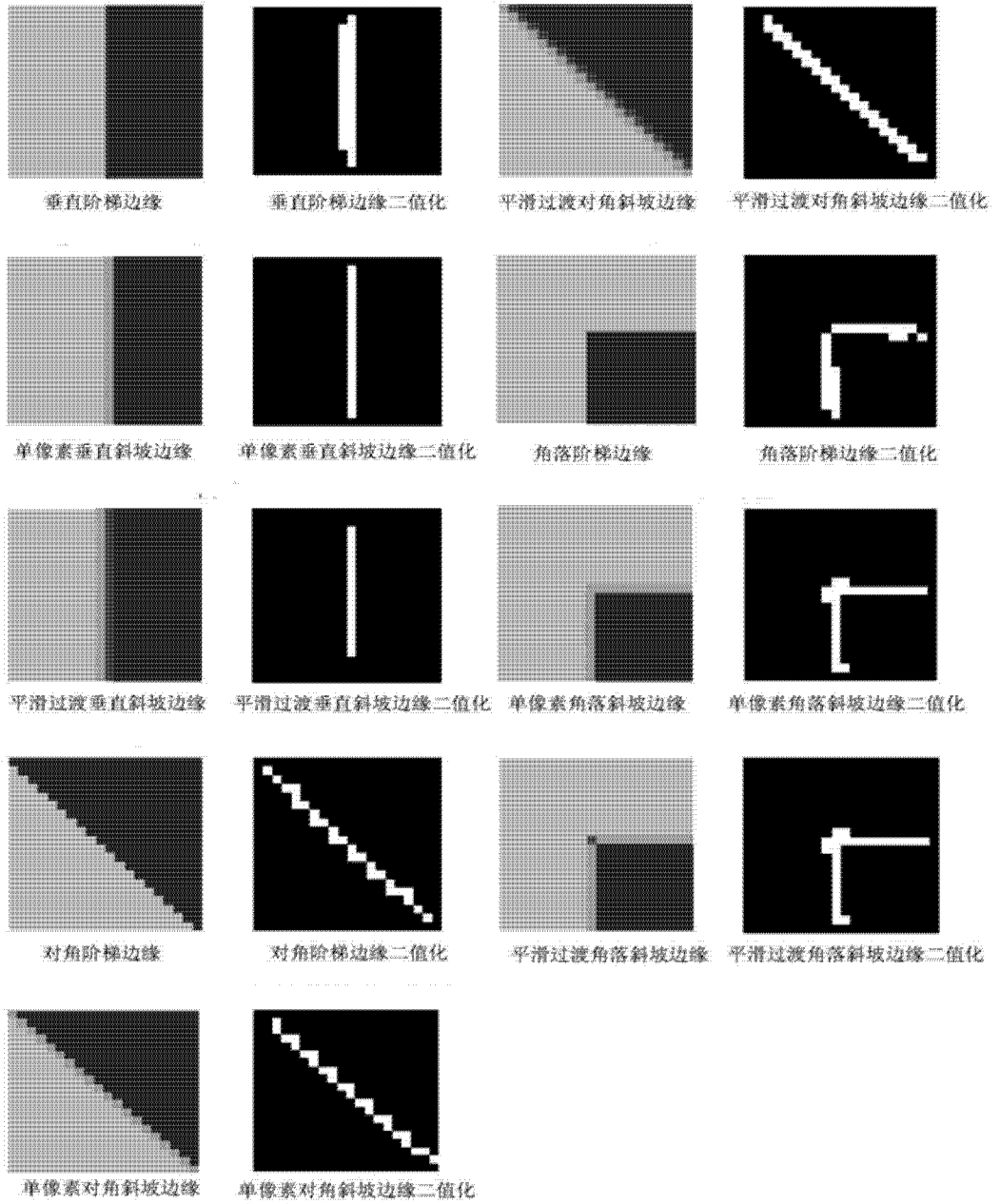
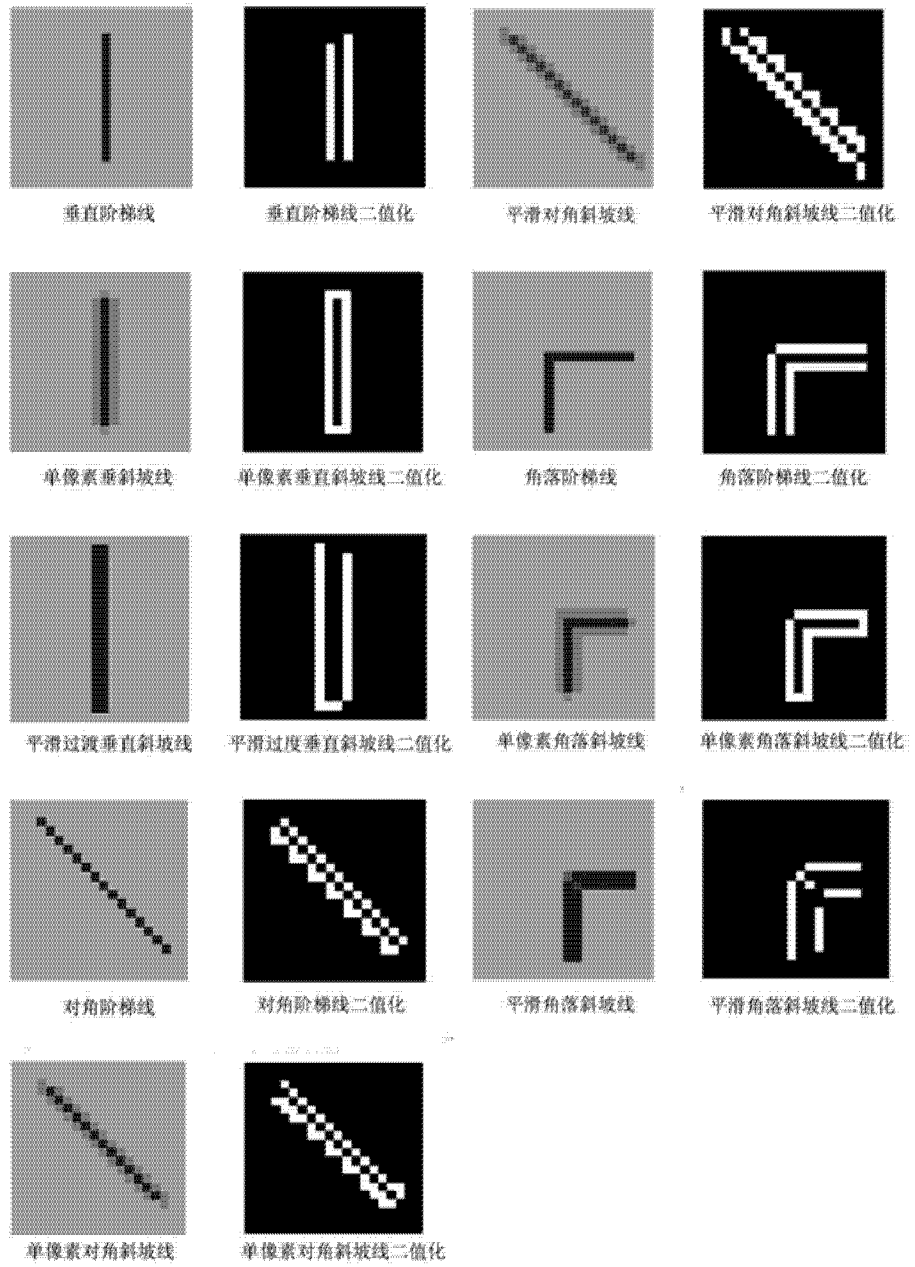


图 5



(a)



(b)

图 6

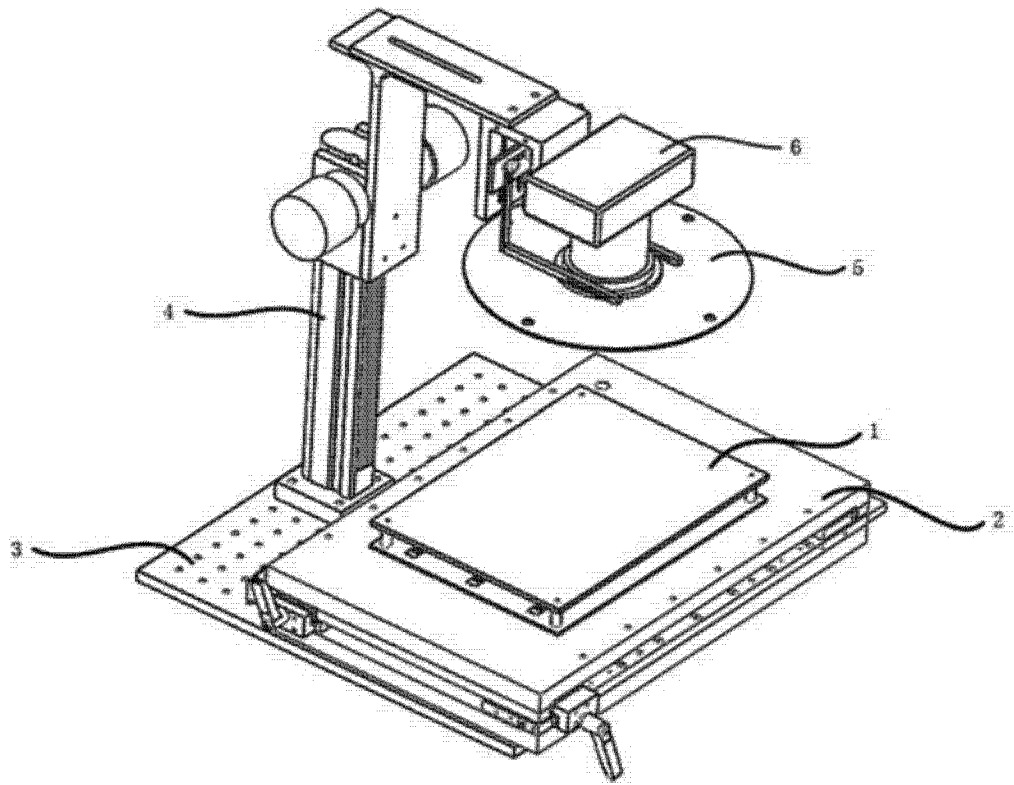


图 7

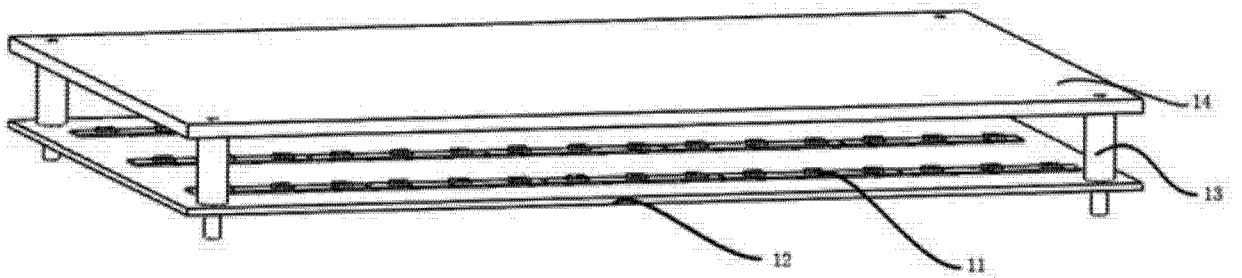


图 8

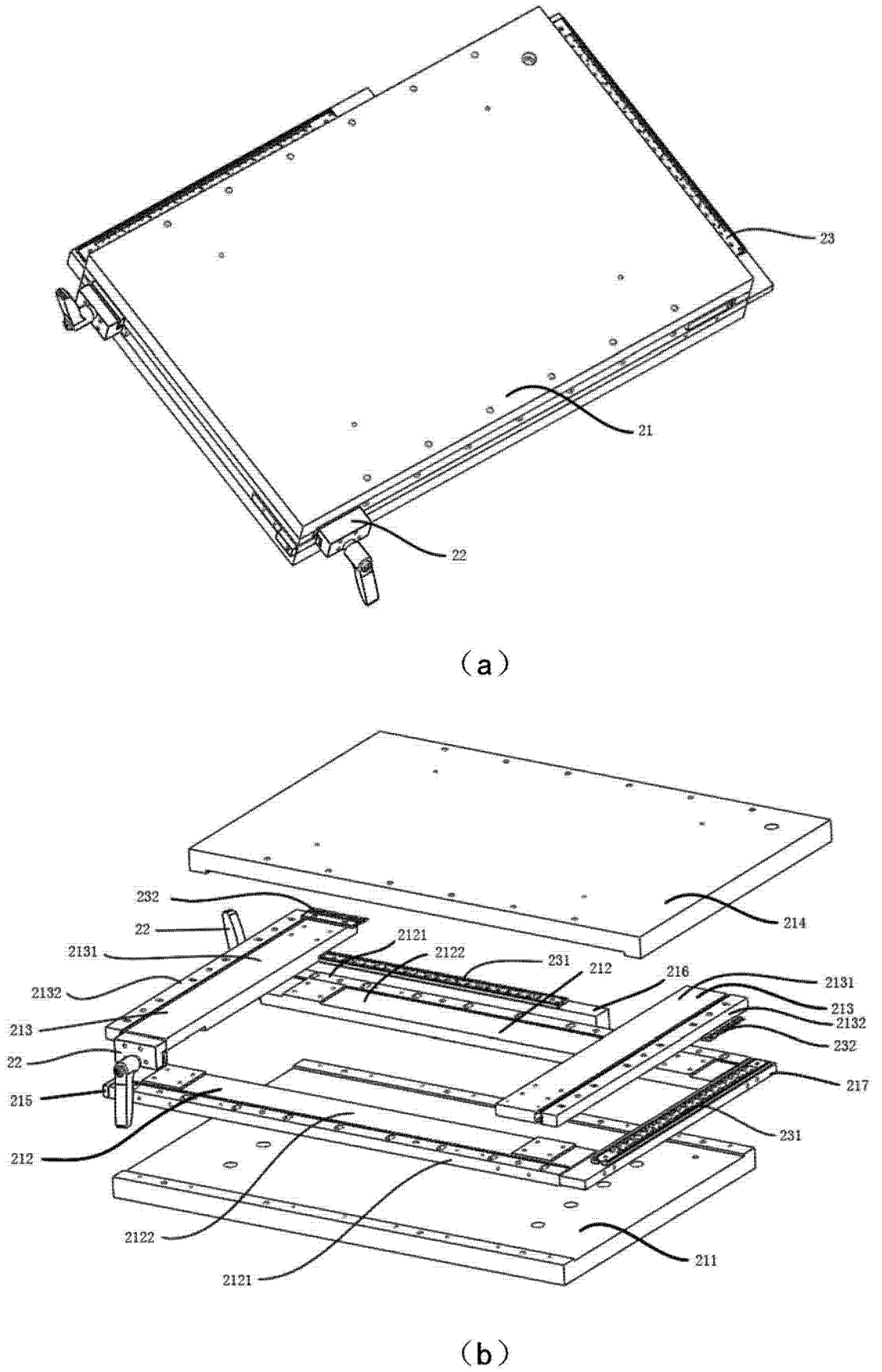


图 9

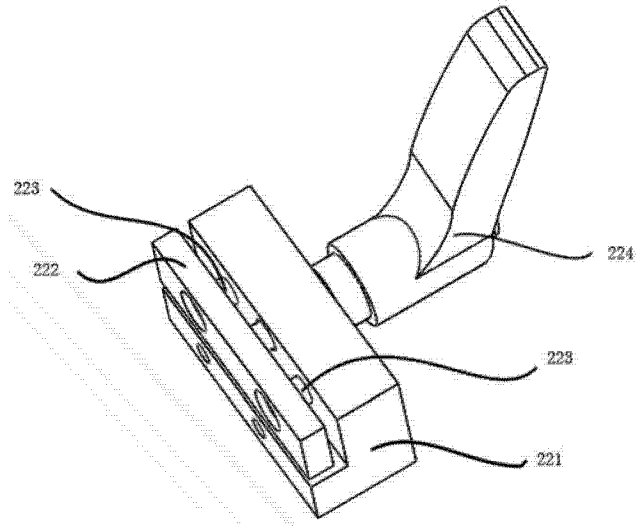


图 10

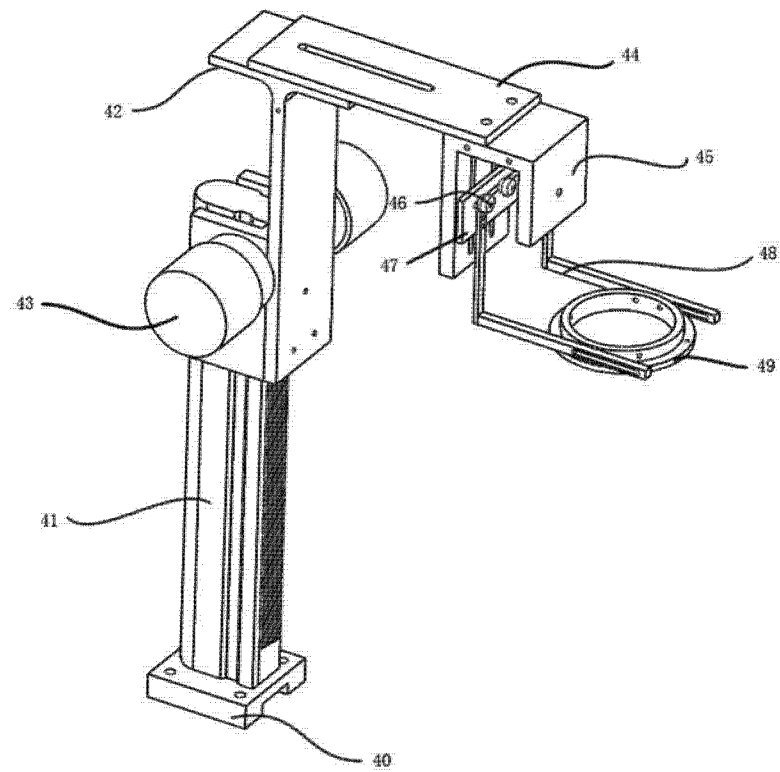


图 11

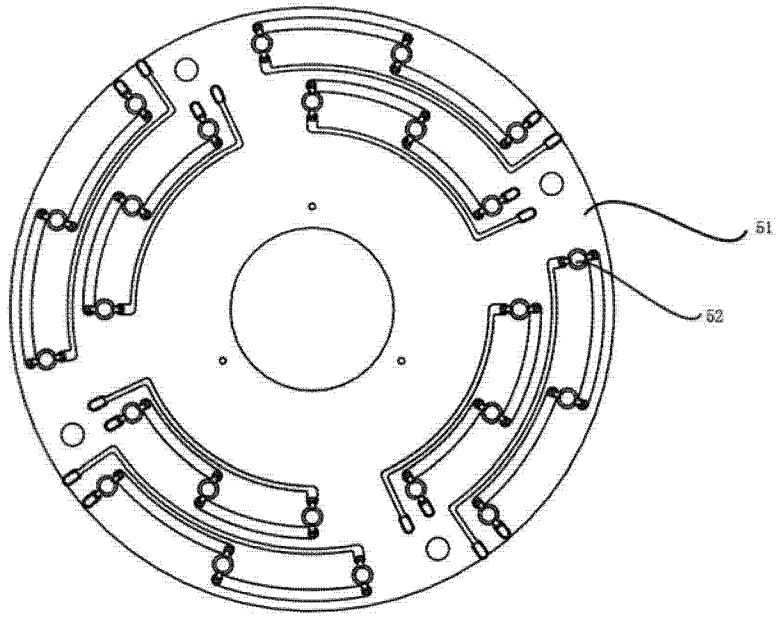


图 12

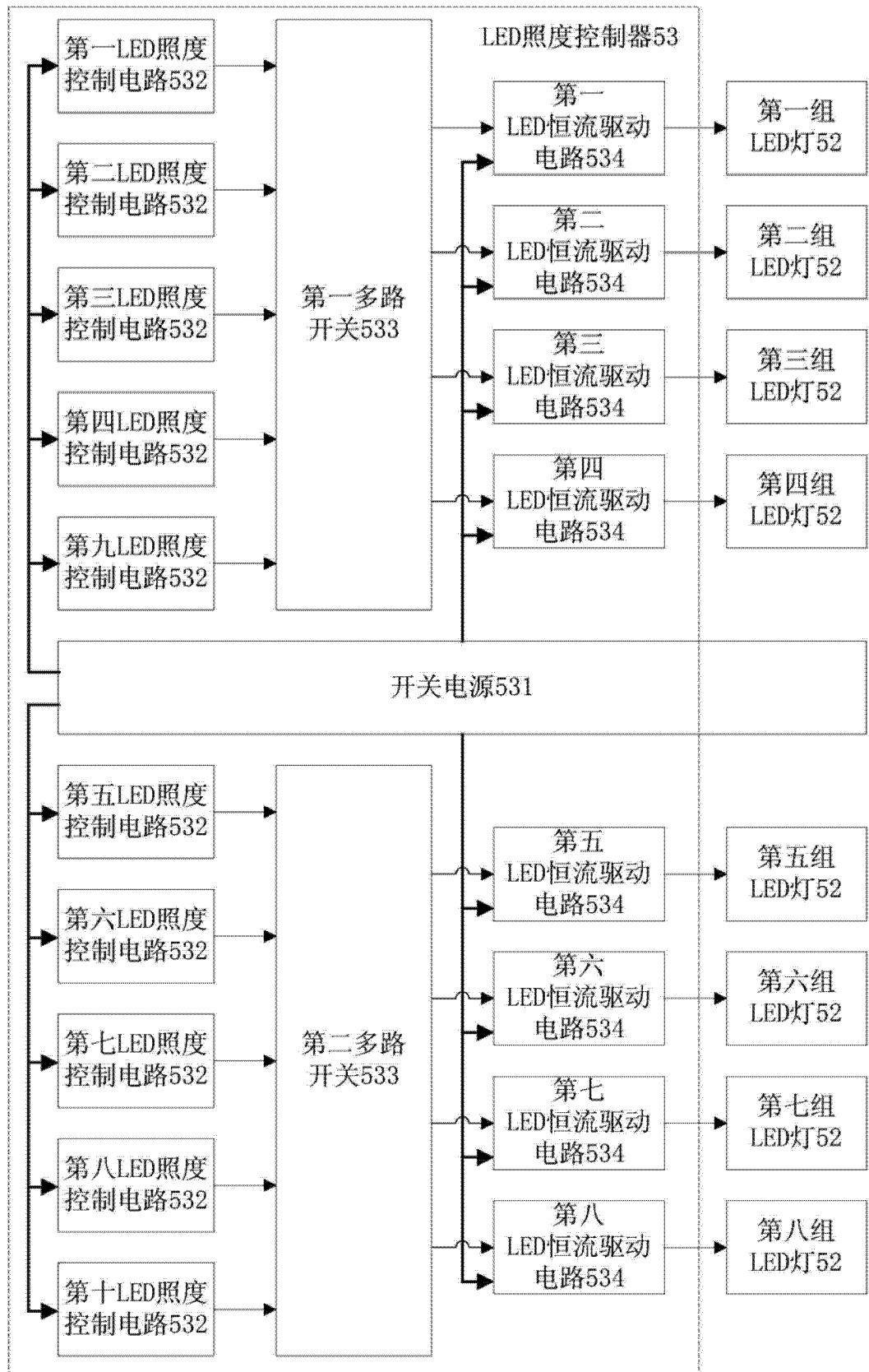


图 13