

· 光学设计 ·

无梯形畸变指纹识别系统的光学设计

印晓丽

(浙江维尔科技股份有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要: 校正梯形畸变,同时采集到清晰的图像是光学式指纹识别系统的重要指标。采用面光源全反射采集方式,棱镜的材料选用廉价的k9玻璃。用三片球面镜片作为成像系统,其中两片小透镜可通过光学设计软件CODEV设计成同一片镜片,得到的光学调制传递函数全视场大于0.5,无梯形畸变,且光照均匀。相比于市场上其他无梯形畸变的产品,该方案体积较小,成本较低,且容易装配,适合生产的需要。

关键词: 指纹识别;无梯形畸变;CODEV;LT4.0

中图分类号:TN209

文献标识码:A

文章编号:1673-1255(2013)-05-0015-04

Optical Design of Fingerprint Identification System with Non-trapezoidal Distortion

YIN Xiao-li

(Zhejiang Wellcom Technology Co. Ltd, Hangzhou 310012, China)

Abstract: Trapezoidal distortion correction and clear images collection are important indexes of an optical fingerprint identification system. Total internal reflection acquisition method of surface light source is adopted and cheap k9 glass is chosen as the material of prism. Three pieces of spherical lens is used as an imaging system in which two pieces of small lens can be designed into the same lens by optical design software CODEV. The whole field of view of optical modulation transfer function (MTF) is more than 0.5. There is no trapezoidal distortion and illumination is uniform. Comparing with other non-trapezoidal distortion productions on market, the product has smaller volume and lower cost. It is easy to fit and can meet the needs of production.

Key words: fingerprint identification; non-trapezoidal distortion; CODEV; LT4.0

指纹识别技术,是指每个人的指纹纹路图在断点、交叉点上各不相同,是唯一且终生不变的。根据这种固有的特性,可以把一个人同他的指纹对应起来,通过比较个人的指纹和预先保存在指纹库里的指纹进行算法比对,就可验证其真实身份。

指纹识别技术是当今应用最广泛的生物识别技术。过去主要应用于刑侦系统,近年来已逐步走向民用市场的考勤、门禁、保险箱柜。此外,新一代的身份证录入了个人的指纹信息,一些智能手机嵌入指纹识别系统作为卖点来吸引顾客。最近刚修订的《出入境管理法》也将采集、储存出入境人员的指纹信息,便于管理时进行比对,可以有效甄别来往人员

的身份,提高口岸通关效率,这也是国际上通行的做法。

另外,随着计算机图像处理和模式识别理论以及大规模集成电路技术的不断发展与成熟,指纹识别系统技术越来越具有竞争力,不仅仪器的体积不断缩小,价格也在不断降低。

1 指纹识别光学系统的采集原理

指纹识别光学系统根据采集原理的不同,可以分为亮背景指纹采集仪和暗背景指纹采集仪。

1.1 暗背景指纹采集仪采用漫反射的原理

指纹的脊线与采集棱镜紧密接触,照射在脊线上的光束发生漫反射,透镜组将指纹脊线接触部位漫反射的光成像到传感器上,显示为亮线;谷线不接触,光线仍旧透射出采集棱镜,所以谷线在传感器上显示为暗线,从而取得暗背景的图像,如图1所示。

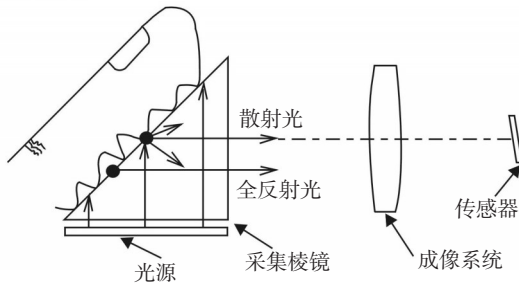


图1 暗背景指纹采集原理图

1.2 亮背景指纹采集仪采用全反射的原理

指纹的脊线与采集棱镜紧密接触,破坏了全反射条件,一部分入射光被手指吸收,余下部分光发生漫反射,透镜组将该反射光束成像到传感器上,脊线吸收了部分全反射光线,显示为暗线;谷线不与采集面接触,全反射依旧成立,显示为亮线,从而形成亮背景的指纹图像,如图2所示。

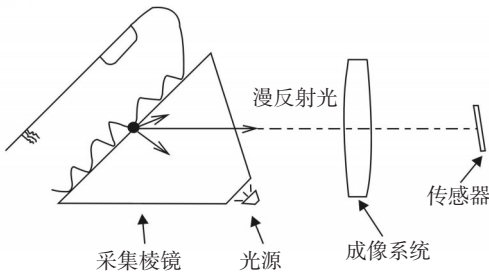


图2 亮背景指纹采集原理图

1.3 Scheimpflug条件

对于传感器倾斜成一定的角度,这种倾斜满足物面、像面(即传感器面)以及透镜的中间面,三个面将如图3所示相交时,所成的像是清晰的。这是由澳大利亚军队的Theodor Scheimpflug舰长在20世纪初提出,所以称之为Scheimpflug条件。

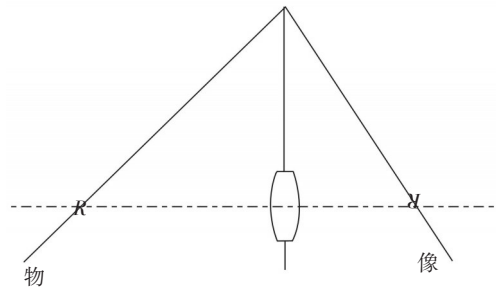


图3 Scheimpflug条件

2 成像系统的设计

2.1 指纹仪的初始结构

为了使光源的能量被充分利用,采集仪选用全反射的方式。考虑用户采集手指指纹的方便性,采集面做成水平方向。初始结构如图4所示。

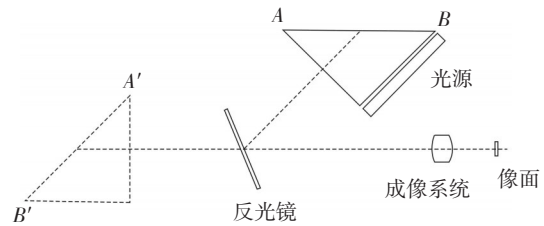


图4 指纹仪的初始结构

在光源的照明下,物面AB发生全反射,而通过反光镜镜像的A'B'是实际的物面,经过成像系统成像在像面上。实际的物面、等效的薄透镜组及像面需满足Scheimpflug条件,即三个面必交于同一点。

2.2 通过CODEV设计成像系统

指纹采集系统不需要三色光,所以通常采用单色光照明。处于成本考虑,作为传感器的CMOS是彩色的,而大部分彩色CMOS的三色感光单元对红光有响应,因此选用波长在615~620 nm。棱镜由于体积大,选用廉价的k9玻璃,形状为等腰直角,有利于平面的加工。在棱镜的下面加上一片反光镜,透镜组也可以采用普通材质的玻璃。图像传感器选用1/4 inch VGA CMOS,像素点为5.15 μm,可计算出该阵列能够分辨的最大空间频率为97 lp/mm。已知采集面积为24 mm×24 mm,放大倍率为0.1。根据初始结构和技术要求,用CODEV模拟设计出如图5所示的光学系统。

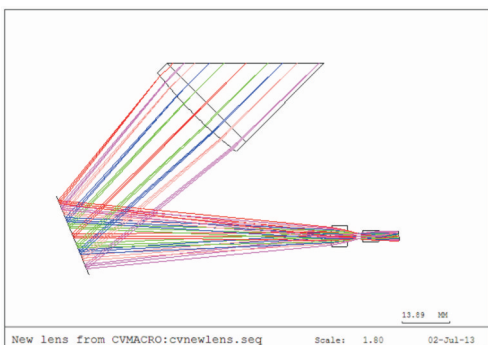


图5 光路图

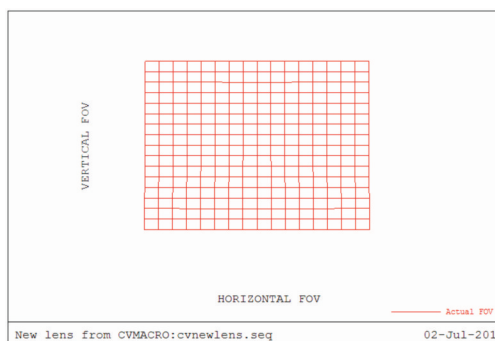


图8 网格图

为了方便安装,把透镜组的大透镜和棱镜进行胶合。透镜组的两个小透镜利用CODEV中的pick up可以把两片透镜做成同一片镜片,便于镜片加工和装配工艺。图6和图7是全视场的光学调制传递函数图,采用衍射极限时,97 lp/mm时全视场大于0.5。图8是网格变型图,无梯形畸变。由于系统能较好地兼顾边视场,所以物面可以做的更大,满足市场上对全指、二指系统等需求。

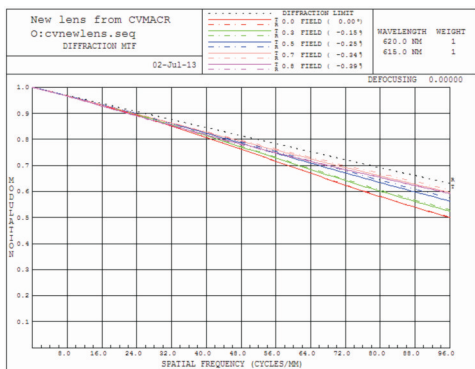


图6 正视场光学调制传递函数图

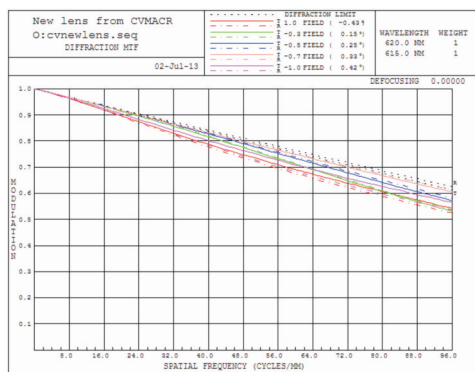


图7 负视场光学调制传递函数图

2.3 导入照明软件LT4.0追迹光线

把成像系统导入LT4.0中,并模拟光源,追迹光线,图9中采用的是面光源,所画的光线为虚拟光线,仅供参考。由于杂散光会影响成像质量,所以在照明系统中,需要做一些拦杂散光的处理。

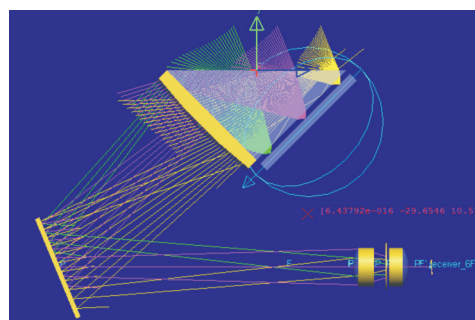


图9 照明光路图

图10是通过一系列光线追迹后显示的光强分布图。可以看出,最后在传感器面上采到的图像光强分布均匀。

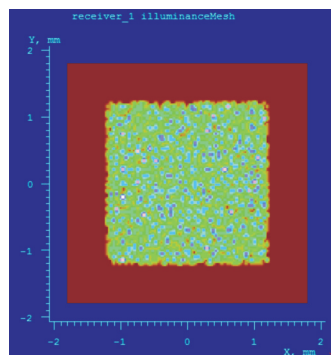


图10 接收面上光强分布图

2.4 反光镜的选用

根据以上的设计方案,系统除了等腰直角棱镜和透镜组外,还需要一片反光镜。由于铝膜从紫外区到红外区都有很高的反射率,满足方案提出的615~620 nm的波长。同时铝膜表面在大气中能生成一层薄薄的三氧化二铝膜,起到保护膜层的功效,而



图11 样品外观图



图13 指纹图

4 结论

在CODEV中对光学系统做容差分析,对成像系统镜片的光圈,中心厚度及偏心等都没有很高的要求,就能得到较好的容差曲线,说明了在球面加工镜片时,工艺上能较好的实现。仅存在矩形畸变的光学系统,可通过后期算法的拉伸处理来实现无畸变,相比于有梯形畸变的光学系统,只处理矩形畸变的图像能够更好地反映原图的信息。

且铝膜成本也较低,所以选用镀铝膜的反光镜。

3 样品外观图和指纹图

样品实物外观图如图11所示,体积相对较小。把方格纸放在物面采到的图像如图12所示。采集到的指纹图如图13所示。

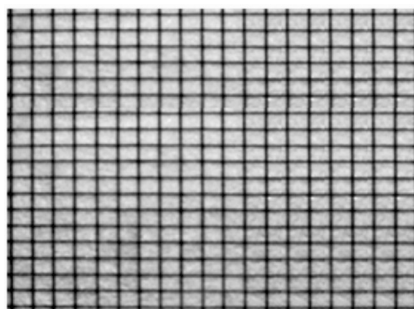


图12 方格纸变型图

参考文献

- [1] 李晓彤,岑兆丰.几何光学、像差、光学设计[M].杭州:浙江大学出版社,2007:26-31.
- [2] 辛玉洁,韩正臣.采用球面复合棱镜的指纹仪的红外光学系统设计[J].红外技术,2008,30(10):580-582.
- [3] SARUN S K,SUW ANNEE PCH. Geometrical optics analysis for reduction of trapezoidal image distortion in a single prism-based optical fingerprint scanner[J]. Opt. Lasers Eng, 2007, 45:229-239.
- [4] 陈书剑,萧泽新.指纹图像采集光学系统的设计[J].光学技术,2005,31:282-283.
- [5] 黄玮,韩正臣.多指指纹采集仪的光学系统设计[J].光学精密工程,2006,14(6):955-958.
- [6] 吉紫娟,包佳琪.指纹识别系统的光学设计[J].湖北第二师范学院学报,2008,25(2):69-71.
- [7] 李博.非接触式指纹采集与识别的研究[J].光电子技术与信息,2004,17(3):58-61.