

一种适用于多波长的衍射元件设计方法

王佳舟^{1,2} 庞 辉¹ 张 满^{1,2} 史立芳¹ 曹阿秀¹ 邓启凌¹

¹中国科学院光电技术研究所, 四川 成都 610209

²中国科学院大学, 北京 100039

摘要 传统的衍射光学元件(DOE)设计方法只适用于单个波长,但在全息投影显示、彩色图像生成等领域中往往需要多个DOE,系统较为复杂,极大地限制其应用范围。提出了一种新的DOE设计方法,利用该方法设计所得的单个DOE可以在多个波长的入射光下实现特定光场的输出。针对每个输入波长分别设计对应的DOE,以最长波长的DOE高度作为初始高度,结合加工工艺限制对该高度进行优化,使得每个入射波长对应的单波长DOE高度分布和多波长DOE高度分布之间的等效误差总和最小。利用该方法设计了用于彩色图像生成的DOE,分析了相关参数的取值范围对衍射效率和均方根误差的影响,并在最佳取值范围内进行了相应的数值仿真,仿真结果证明了该方法的可行性。

关键词 傅里叶光学; 衍射元件; 多波长; 彩色图像

中图分类号 O438.2

文献标识码 A

doi: 10.3788/AOS201535.1005002

Design Method for Multi-Wavelength Diffractive Optical Element

Wang Jiazhou^{1,2} Pang Hui¹ Zhang Man^{1,2} Shi Lifang¹ Cao A'xiu¹ Deng Qiling¹

¹The Institute of Optics and Electronics, Chinese Academy of Sciences, Chengdu, Sichuan 610209, China

²University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

Abstract Design method of traditional diffractive optical element (DOE) is only applicable to a single wavelength. But multiple DOEs are often required in the holographic projection display and color image generation, which is more complicated to greatly limit the application scope. A novel design method of DOE used for multi-wavelength simultaneity is present. The Gerchberg-Saxton (GS) algorithm is adopted to design individual DOE at every wavelength. And then individual DOE structure at the longest wavelength is regarded as the iterative side, in every pixel of which the integral 2π phase height is added. Structure compare the equivalent phase of the corresponding pixel with that of the individual structure at the other wavelengths. When squared distance is the least, the iteration is complete. This method is simulated and the parameters are analyzed by using Matlab. DOE structure is quantized to the 16-level, which validates the feasibility of this method in actual production.

Key words Fourier optics; diffractive optical element; multi-wavelength; color images

OCIS codes 050.1380; 050.1950; 230.4000; 230.1950

1 引 言

衍射光学元件(DOE)是一种基于光波的衍射理论发展起来的器件,具有传统光学元件所不具备的特点,极大地促进了光学系统的小型化、集成化和阵列化,已经在激光光斑整形、光斑校正、光束质量提高及激光加工效率提升等领域得到了广泛的应用^[1-2]。DOE的众多优点吸引了大量科研人员对其算法优化进行研究^[3-7]。

传统的DOE工作波长单一,限制了其使用范围。1978年,Dammann^[8]第一次提出彩色光分离位相板的概

收稿日期: 2015-03-31; 收到修改稿日期: 2015-05-13

基金项目: 国家自然科学基金(11174281)

作者简介: 王佳舟(1992—),男,硕士研究生,主要从事衍射元件设计,信息光学方面的研究。E-mail: 371467910@qq.com

导师简介: 邓启凌(1973—),女,硕士,高级工程师,主要从事微纳光学方面的研究。

E-mail: dengqiling@ioe.ac.cn(通信联系人)

念,仅用一块相位板成功把不同的光分离到了不同的衍射级次,但仅仅是简单地对光进行分离,并未对成像进行研究。随后,国内外科研工作者对多波长衍射元件开展了相关研究, Doskolovich等^[9-11]通过波长比值来确定衍射元件结构每个台阶的深度,再通过各面面型误差进行迭代,但是由于台阶深度的非线性,不利于加工和制作,且输出光场较为简单。Bengtsson等^[12-14]提出一种将输入面和输出面离散化的算法,在保证台阶深度线性的前提下,实现了两波长在一定距离上成特定的像。随后 Yusuke等^[15,16]在其基础上,对算法中的权重进行了优化,实现了多波长分离成像的衍射元件设计,该方法利于加工,但是获得的图像点数受限,且其输出光场的距离比较短。丁立等^[17,18]在单波长GS(Gerchberg-Saxton)算法的基础上利用两个衍射元件级联的方式,对不同波长的成像加以权重的平衡,实现了多波长的分离与聚焦,这一方法由于对准误差的限制,在实际中无法实现实用化。

基于以上现状,本文提出了一种多波长衍射元件的设计方法,主要在单波长DOE设计的基础上,对各个波长的单波长DOE高度进行了一个优化组合,使之形成适用于多个波长的衍射元件结构。该方法不受波长和点数的限制,只需要一个衍射元件,即可在远场形成色彩逼真的彩色光场。

2 原 理

众所周知,在单波长DOE的结构上加上对该波长相位调制量为 2π 的整数倍高度时,成像质量不受影响。若以某一波长的DOE浮雕深度分布作为初始分布,优化出满足各个波长的成像质量均不受影响的深度分布时,该衍射元件即可对各个波长进行同时控制。

以设计单个DOE同时实现对三波长($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$, 其中 $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$)的调制为例,来说明本方法,设计流程如图1所示。

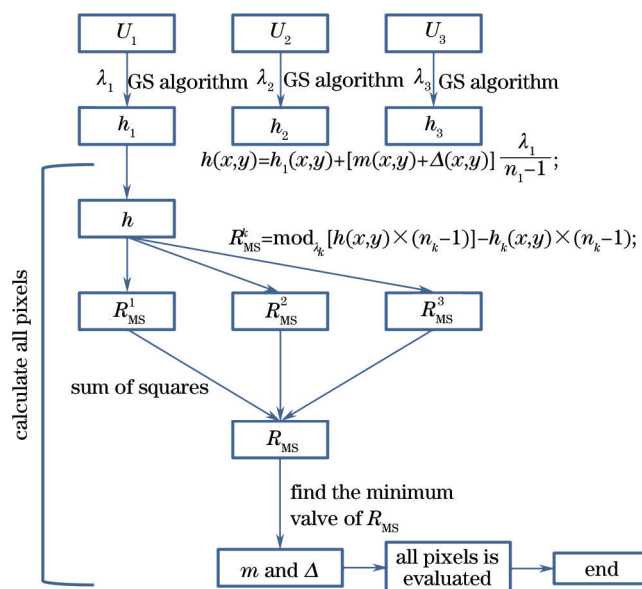


图1 设计方法流程图

Fig.1 Flow chart of design method

设定三个波长($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$)下对应的理想输出光场分别为 U_1, U_2, U_3 。先利用GS算法分别设计适用于工作波长为 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ 的单波长DOE,将设计完成的单波长DOE浮雕深度的分布记为 h_1, h_2, h_3 ,DOE浮雕深度的分布 h 与相位分布 φ 的关系如(1)式所示。

$$\varphi = \frac{2\pi(n-1)}{\lambda} h, \tag{1}$$

式中 n 为材料的折射率,以最长波长 λ_1 对应的DOE浮雕深度的分布 h_1 作为初始高度分布,在每个像素上加上对应的高度,如(2)式所示。

$$h(x,y) = h_1(x,y) + [m(x,y) + \Delta(x,y)] \frac{\lambda_1}{n_1 - 1}, \quad (2)$$

式中 m 为在 $[0, M]$ 范围内的整数, Δ 为面型调整的可控因子, 取值范围为 $[-\delta\%, \delta\%]$, h 为多波长衍射元件浮雕深度的分布, (x, y) 代表衍射元件各像素点的坐标位置。单波长 DOE 结构上加上 $m\lambda/(n-1)$ 的高度时, 其对波长 λ 的相位调制量的改变为 2π 的整数倍, 成像不会受到任何影响。加上 $\Delta\lambda/(n-1)$ 的高度, 会使成像产生中心零级, 但当 Δ 在一定面型差异范围内时, 中心零级强度可以忽略, 波长为 λ 的光束成像满足成像需要。

对于每一个像素点, m 和 Δ 都是不定值, 这里需要通过 h_2 和 h_3 来确定, 如(3)式所示。

$$\begin{cases} R_{MS}^1 = \text{mod}_{\lambda_1}[h(x,y) \times (n_1 - 1)] - h_1(x,y) \times (n_1 - 1) \\ R_{MS}^2 = \text{mod}_{\lambda_2}[h(x,y) \times (n_2 - 1)] - h_2(x,y) \times (n_2 - 1), \\ R_{MS}^3 = \text{mod}_{\lambda_3}[h(x,y) \times (n_3 - 1)] - h_3(x,y) \times (n_3 - 1) \end{cases} \quad (3)$$

式中 $R_{MS}^k (k=1, 2, 3)$ 为迭代后的结构与波长为 λ_k 单波长衍射元件结构的等效差值, $\text{mod}_a(b)$ 是 b 对 a 的求余函数。 $n_k (k=1, 2, 3)$ 为材料对波长 λ_k 的折射率。当这些差值平方的总和 R_{MS} 达到最小时, 即可得到 m 和 Δ 的值, R_{MS} 可由(4)式给出:

$$R_{MS} = \sqrt{\sum_{k=1}^3 (R_{MS}^k)^2}, \quad (4)$$

得到的 m 和 Δ 代入(2)式即可得到多波长 DOE 每个像素点的高度。

3 设计实例

以设计单个 DOE 用于产生彩色图像为例, 来验证所提出的方法。其相关参数如下: 像面距离 $Z=700$ mm, 采样点数为 512×512 , 特征尺寸为 $8 \mu\text{m}$, 混合光波长为 $\lambda_1=632$ nm、 $\lambda_2=546.1$ nm、 $\lambda_3=435.8$ nm, 彩色图像目标场如图 2 所示。

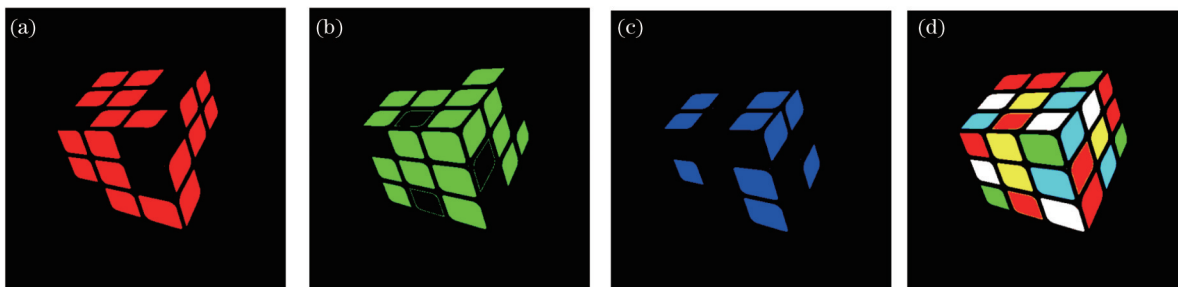


图 2 模拟目标场。(a) 波长 λ_1 的目标场; (b) 波长 λ_2 的目标场; (c) 波长 λ_3 的目标场; (d) 总目标场

Fig.2 Pictures of simulative target intensity. (a) Target intensity of λ_1 ; (b) target intensity of λ_2 ; (c) target intensity of λ_3 ; (d) target intensity of three wavelengths

图 2(a)、(b)、(c) 分别是波长为 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 的模拟目标场, 图 2(d) 是总目标场。为了更好地评价像的质量, 需要引入两个评价参数: 衍射效率 E_{eff} 和均方根误差 M_{SE} , 其定义如(5)式所示:

$$\begin{cases} E_{\text{eff}}^k = \frac{I_{mk}}{I_{\text{all}}} \\ M_{\text{SE}}^k = \sqrt{\frac{\sum \sum (|E_{\text{uk}}(x,y)| - |E_{mk}(x,y)|)^2}{\sum \sum |E_{mk}(x,y)|^2}}, \end{cases} \quad (5)$$

式中 I_{mk} 是 $\lambda_k (k=1, 2, 3)$ 的光波经过衍射元件后在目标区域的总光强, I_{all} 是入射光波的总光强, E_{uk} 是波长为 λ_k 的光波经过衍射元件后所成的场分布, E_{mk} 是波长为 λ_k 的光波目标场分布。这两个评价函数能对模拟仿真结果进行定量的分析, 评价成像质量的好坏。

在优化函数中, 含有两个参数: m 和 Δ 。这两个参数的取值范围对成像质量必然存在很大的影响, 下面

分析两个参数对成像质量的影响。

3.1 m 的取值范围对成像质量的影响

在模拟仿真的过程中, Δ 的取值范围为 $[-20\%, 20\%]$, m 的取值范围为 $[0, M]$, 其中 M 的取值分别为 $0, 1, 2, \dots, 10$ 。分别用衍射效率和均方根误差对未量化和量化后的衍射元件的成像质量进行评价, 模拟仿真结果如图 3 所示。

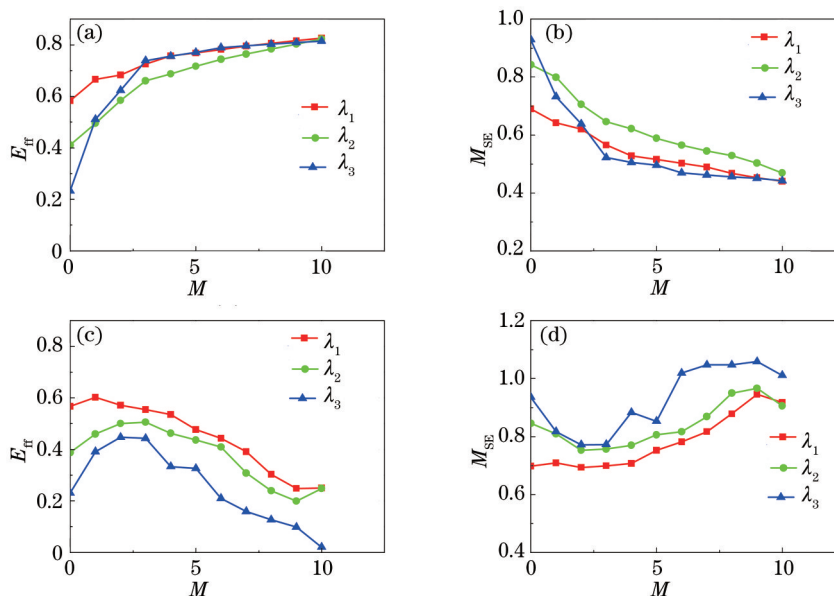


图 3 M 对成像质量的影响。(a) 未量化的情况下, 不同波长 E_{diff} 随着 M 的变化曲线; (b) 未量化的情况下, 不同波长 M_{SE} 随着 M 的变化曲线; (c) 量化的情况下, 不同波长 E_{diff} 随着 M 的变化曲线; (d) 量化的情况下, 不同波长 M_{SE} 随着 M 的变化曲线

Fig.3 Impact of M on imaging. (a) Without the structure quantization, impact of M on E_{diff} of each wavelength; (b) without structure quantization, impact of M on M_{SE} of each wavelength; (c) with structure quantization, impact of M on E_{diff} of each wavelength; (d) with structure quantization, impact of M on M_{SE} of each wavelength

图 3(a)、(b) 为在 DOE 未量化的情况下, 不同波长成像光场的 E_{diff} 和 M_{SE} 随着 M 的变化曲线; 图 3(c)、(d) 为在 DOE 经过 16 台阶量化后的情况下, 不同波长成像光场的 E_{diff} 和 M_{SE} 随着 M 的变化曲线; 在未量化时, 随着 M 的增大, m 的取值范围变大, 优化的自由度变大, 衍射效率随之增大, 均方根误差随之减小, 成像质量更好。对衍射元件的结构进行 16 台阶量化, 从图 3(c)、(d) 看出, 在 $M=2$ 时, 衍射效率的平均值最大, 均方根误差平均值最小, 这说明对于量化后的衍射元件, $M=2$ 时成像质量较好, 当 M 值不够大时, 迭代的自由度受限, 不能达到很好的效果, 而随着 M 值的增大, 衍射元件的最高高度也随之变大, 使得量化后的结构与未量化结构具有更大的差异。综合上述两种情况, 对于 16 台阶的量化, $M=2$ 时, 成像效果最好。

通过大量的仿真发现, 随着量化台阶数的增加, M 取值随之增加。在相同台阶级数的情况下, M 的取值与目标光场无关。例如台阶数为 16 时, $M=2$ 成像效果最佳。

3.2 Δ 的取值范围对成像质量的影响

由上面的分析可知, 当 M 取值为 2 时, 成像效果最佳。在其他模拟参数不变的情况下, 令 M 取值为 2, 对 Δ 不同的取值范围 $[-\delta\%, \delta\%]$ 进行模拟仿真, δ 的取值分别为 0、5、10、 \dots 、50, 模拟仿真结果如图 4 所示。

图 4(a)、(b) 为在 DOE 未量化的情况下, 不同波长成像光场的 E_{diff} 和 M_{SE} 随着 δ 的变化曲线; 图 4(c)、(d) 为在 DOE 经过 16 台阶量化后的情况下, 不同波长成像光场的 E_{diff} 和 M_{SE} 随着 δ 的变化曲线。在当 $\delta < 20$ 时, 波长为 λ_1 的光束成像质量明显比 λ_2 和 λ_3 成像质量好, 说明优化的自由度不高, 整个结构没有得到最大的优化。当 $\delta \geq 20$ 时, 随着取值范围的变大, 优化的自由度随之增多, 到一定程度后自由度出现饱和现象, 三束光的成像质量随之接近, 成像质量趋于稳定。本着尽可能减小衍射元件高度的思想, δ 取 20 和 25 较为合适。

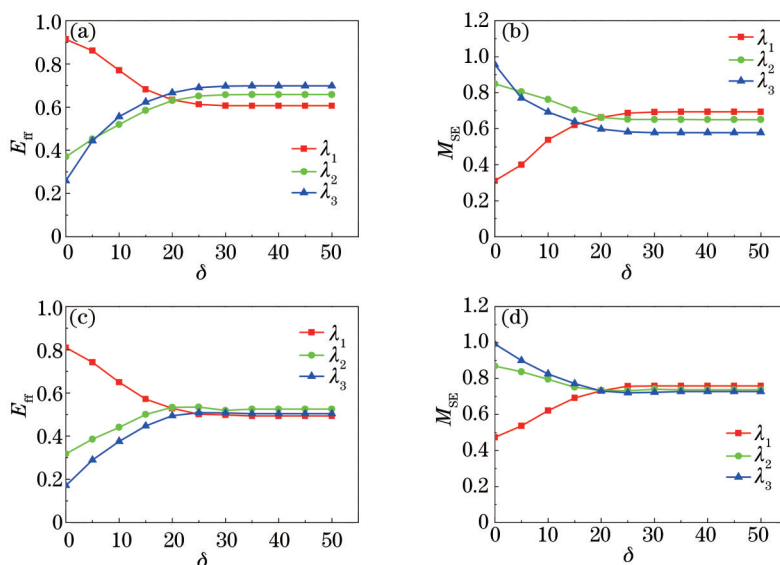


图 4 δ 对成像质量的影响。(a) 未量化的情况下,不同波长 E_{fr} 随着 δ 的变化曲线;(b) 未量化的情况下,不同波长 M_{se} 随着 δ 的变化曲线;(c) 量化的情况下,不同波长 E_{fr} 随着 δ 的变化曲线;(d) 量化的情况下,不同波长 M_{se} 随着 δ 的变化曲线

Fig.4 Impact of δ on imaging. (a) Without structure quantization, impact of δ on E_{fr} of each wavelength; (b) without structure quantization, impact of δ on M_{se} of each wavelength; (c) with structure quantization, impact of δ on E_{fr} of each wavelength; (d) with structure quantization, impact of δ on M_{se} of each wavelength

3.3 设计结果

对两个优化参数分析得到,当 m 的取值范围为 $[0,2]$, Δ 的取值范围为 $[-20\%,20\%]$ 时,优化得到的成像效果最佳,在此基础上对魔方实例进行设计,得到如图 5 所示的设计结果。

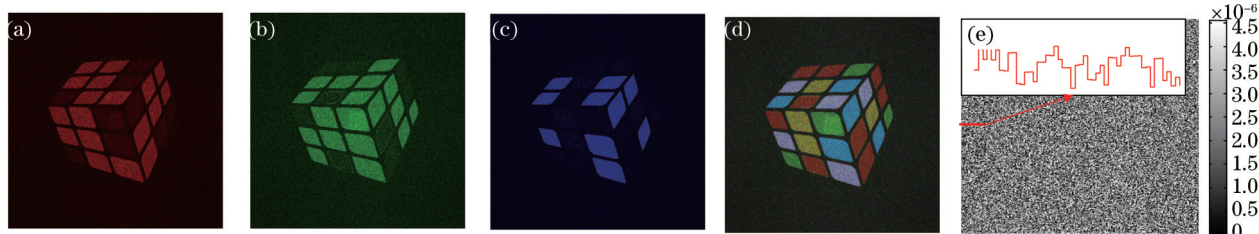


图 5 未量化多波长 DOE 设计结果。(a) 波长 λ_1 光束经过 DOE 的模拟光场;(b) 波长 λ_2 光束经过 DOE 的模拟光场;(c) 波长 λ_3 的光束经过 DOE 的模拟光场;(d) 混合光束经过 DOE 的模拟光场;(e) DOE 高度分布

Fig.5 Design results of the DOE without quantization.(a) Simulative intensity of λ_1 ; (b) simulative intensity of λ_2 ; (c) simulative intensity of λ_3 ; (d) simulative intensity of three wavelengths;(e) height of the DOE

图 5(a)、(b)、(c)分别为波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 光束经过未量化多波长 DOE 后的模拟光场,图 5(d)为三波长混合光束经过 DOE 后的模拟光场。每个波长的光束经过该多波长 DOE 都有一个很好的成像效果,利用 E_{fr} 和 M_{se} 两个参数对成像进行评价,得到各个波长的衍射效率 $E_{fr}^1=63.42\%$ 、 $E_{fr}^2=63.07\%$ 、 $E_{fr}^3=66.69\%$,均方根误差 $M_{se}^1=0.6635$ 、 $M_{se}^2=0.6627$ 、 $M_{se}^3=0.5978$;各波长都有较为理想的衍射效率和均方根误差,验证了所提出的方法的正确性。图 5(e)为整个 DOE 的高度分布,从图 5(e)中可以看出整个 DOE 的高度未进行量化的,不满足实际加工要求。对 DOE 进行 16 台阶的量化,得到如图 6 所示的 DOE 的高度分布。

从图 6 可以看出,其量化的各个台阶高度是线性的,再对各波长经过量化后的 DOE 的输出光场进行模拟,得到模拟结果如图 7 所示。

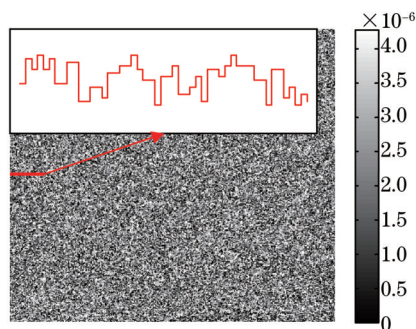


图 6 量化后的 DOE 高度分布

Fig.6 Height of the DOE with 16-levels quantization

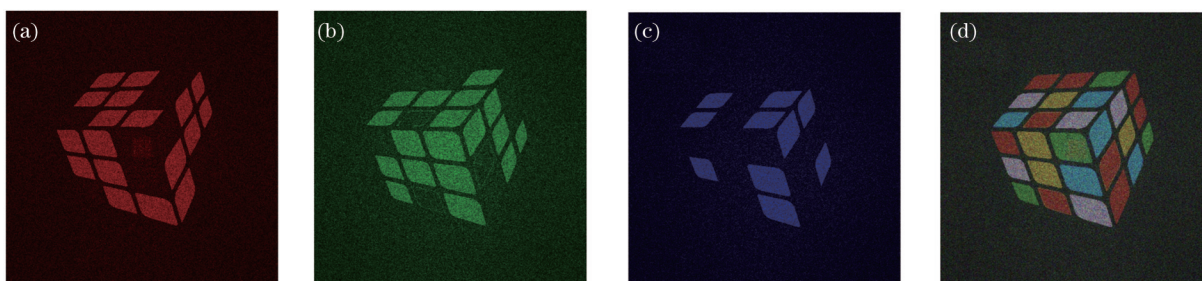


图 7 光束经过 16 台阶量化后多波长 DOE 的模拟光场。(a) 波长 λ_1 光束经过 DOE 的模拟光场; (b) 波长 λ_2 光束经过 DOE 的模拟光场; (c) 波长 λ_3 的光束经过 DOE 的模拟光场; (d) 混合光束经过 DOE 的模拟光场

Fig.7 Design results of the DOE with 16-levels quantization. (a) Simulative intensity of λ_1 ; (b) simulative intensity of λ_2 ; (c) simulative intensity of λ_3 ; (d) simulative intensity of three wavelengths

图 7(a)~(c)分别为波长 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 光束经过 16 台阶量化后多波长 DOE 后的模拟光场,图 7(d)为三波长混合光束经过 DOE 后的模拟光场。从成像效果来看,基本恢复出目标场的模样,但相对于未量化前的效果有所下降。利用 E_{ff} 和 M_{se} 两个参数对成像进行评价,得到各个波长的衍射效率 $E_{ff}^1 = 59.56\%$ 、 $E_{ff}^2 = 50.22\%$ 、 $E_{ff}^3 = 47.53\%$,均方根误差 $M_{se}^1 = 0.6664$ 、 $M_{se}^2 = 0.7395$ 、 $M_{se}^3 = 0.7510$ 。量化后,三个波长的衍射效率降低,均方根误差变大,但依然较为均匀,满足成像要求,证明了该方法的实用性。

在模拟结果图 7 中,可以看到在场的中间有一个小方框的错误成像,这是因为迭代自由度低和量化台阶数少,造成很多点的高度与理想的高度有很大的偏差,整个衍射元件结构就被分成两部分:大部分参与成像的点和大部分的坏点,这些坏点衍射后便会产生中间的错误小方框像。

设计过程中,各波长在菲涅耳衍射区成像面的采样间隔不同^[9],在制作实际的单波长 DOE 设计时,需要对各个波长的像素数进行匹配。

$$\begin{cases} X_1: X_3 = Y_1: Y_3 = \lambda_3: \lambda_1 \\ X_2: X_3 = Y_2: Y_3 = \lambda_3: \lambda_2 \end{cases} \quad (6)$$

式中 X_k 和 Y_k 为波长为 λ_k 的目标图案的像素点数。随着波长的增大,目标场的像素数变少。利用匹配后的目标场设计得到的 DOE,在实际加工后,利用三波长的混合光照射,即可得到完整的彩色魔方图。

4 结 论

提出了一种新的适用于多波长衍射元件的设计方法,该方法实现了利用单个衍射元件对多个波长同时控制的功能,成像场没有点数的限制,可用于产生彩色像和多波长分离聚焦的衍射元件设计,通过模拟仿真验证了其可行性,混合光通过量化后的结构,依然具有比较好的成像效果,验证了该方法的实用性。设计得到的衍射元件在防伪和保密上有很大的应用前景。

参 考 文 献

1 Amako J, Nagasaka K, Fujii E. Direct laser writing of diffractive array illuminators operable at two wavelengths[C]. Proc of SPIE,

- 2001, 4416: 360–363.
- 2 Yaras F, Kang H, Onural L. State of the art in holographic displays: a survey[J]. Journal of Display Technology, 2010, 6(10): 443–454.
- 3 Hu Zhonghua, Yang Baoxi, Zhu Jing, *et al.*. Design of diffractive optical element for pupil shaping optics in projection lithography system[J]. Chinese J Lasers, 2013, 40(6): 0616001.
胡中华, 杨宝喜, 朱菁, 等. 用于投影光刻机光瞳整形的衍射光学元件设计[J]. 中国激光, 2013, 40(6): 0616001.
- 4 Gong Hailong, Liu Zhihui, Li Guojun, *et al.*. Fidelity study of diffractive laser beam expander[J]. Chinese J Lasers, 2014, 41(9): 0902006.
龚海龙, 刘志辉, 李国俊, 等. 衍射型激光扩束器的保真度研究[J]. 中国激光, 2014, 41(9): 0902006.
- 5 Sun Qing, Ren Yuxuan, Yao Kun, *et al.*. Algorithm for diffractive optical element of array optical tweezers[J]. Chinese J Lasers, 2011, 38(1): 0109003.
孙晴, 任煜轩, 姚焜, 等. 阵列光镊衍射元件的算法设计[J]. 中国激光, 2011, 38(1): 0109003.
- 6 Wu Rong, Zhao Dongfeng, Dai Yaping. Optimize design of diffractive optics elements by parallel simulated annealing[J]. Acta Optica Sinica, 2010, 30(9): 2544–2548.
邬融, 赵东峰, 戴亚平. 并行模拟退火算法优化衍射光学元件设计[J]. 光学学报, 2010, 30(9): 2544–2548.
- 7 Song Qiang, Zhu Jing, Wang Jian, *et al.*. A mixed gradient algorithm for high performance DOE design in off-axis lithography illumination system[J]. Acta Optica Sinica, 2015, 35(1): 0122005.
宋强, 朱菁, 王健, 等. 基于混合梯度下降的高性能光刻机离轴照明衍射光学元件设计[J]. 光学学报, 2015, 35(1): 0122005.
- 8 Dammann H. Color separation gratings[J]. Applied Optics, 1978, 17(15): 2273–2279.
- 9 Doskolovich L L, Repetto P M. Design of DOEs for wavelength demultiplexing and spatial focusing[J]. Journal of Optics A: Pure and Applied Optics, 2000, 2(5): 488–493.
- 10 Doskolovich L L, Kazanskiy N L, Soifer V A, *et al.*. Design of DOEs for wavelength division and focusing[J]. Journal of Modern Optics, 2005, 52(6): 917–926.
- 11 Doskolovich L L, Kazanskiy N L, Repetto P, *et al.*. Design and investigation of color separation diffraction gratings[J]. Journal of Optics A: Pure and Applied Optics, 2007, 9(2): 123–127.
- 12 Bengtsson J, Johansson M. Fan-out diffractive optical elements designed for increased fabrication tolerances to linear relief depth errors[J]. Applied Optics, 2002, 41(2): 281–289.
- 13 Bengtsson J. Design of fan-out kinoforms in the entire scalar diffraction regime with an optimal-rotation-angle method[J]. Applied Optics, 1997, 36(32): 8435–8444.
- 14 Bengtsson J. Kinoforms designed to produce different fan-out patterns for two wavelengths[J]. Applied Optics, 1998, 37(11): 2011–2020.
- 15 Ogura Y, Shirai N, Tanida J, *et al.*. Wavelength-multiplexing diffractive phase elements: design, fabrication, and performance evaluation[J]. JOSA A, 2001, 18(5): 1082–1092.
- 16 Ogura Y, Shirai N, Tanida J, *et al.*. Wavelength-multiplexing diffractive phase element with quantized phase structure[J]. Optical Review, 2001, 8(4): 245–248.
- 17 Ding Li, Huang Kun, Kang Xueliang, *et al.*. Modulate mixed multi-wavelength lights to realize focusing, shaping and spectrum separation function by cascaded diffractive optical elements[J]. Chinese J Quantum Electronics, 2014, 31(1): 25–32.
丁立, 黄坤, 康学亮, 等. 利用级联衍射光学元件对多波长混合光实现聚焦、整形和分光谱[J]. 量子电子学报, 2014, 31(1): 25–32.
- 18 Deng X, Chen R T. Design of cascaded diffractive phase elements for three-dimensional multiwavelength optical interconnects[J]. Optics Letters, 2000, 25(14): 1046–1048.
- 19 Guo Chengshan, Li Chuantao, Hong Zhengping, *et al.*. Suitability of different sampling method for digital simulations of the optical diffraction[J]. Acta Optica Sinica, 2008, 28(3): 442–446.
国承山, 李传涛, 洪正平, 等. 光衍射数值模拟中不同抽样方法的适用性分析[J]. 光学学报, 2008, 28(3): 442–446.

栏目编辑: 刘丰瑞