

实时监视光导热塑全息记录仪的研制

罗振坤 许澍翔 李维宁 谢忠明 马萍 周淑英

(军事医学科学院放射医学研究所, 北京, 100850)

摘要: 本文基于实时监视光导热塑全息技术, 提出了一种实用的光导热塑全息记录仪。主要特点是结构合理、负载能力强、性能稳定、电压调节范围宽、安全系数高。电晕充电器小巧透明、充电均匀。使用该仪器, 能够录制出衍射强, 信噪比高的优质全息图。文中介绍了仪器原理、结构与特性, 给出了应用结果。

关键词: 实时监视 光导热塑 全息记录仪

Development of a real-time monitoring photothermoplastic holographic recording instrument

Luo Zhenkun, Xu Shuxiang, Li Weining, Xie Zhongming, Ma Ping, Zhou Shuying
(Institute of Radiation Medicine, Academy of Military Medical Sciences)

Abstract: Based on the principles of real-time monitoring photothermoplastic holography, a practical photothermoplastic holographic recording instrument has been built up by using residual-heat and slow-heating method. The system consists of a DC high voltage power source and a AC low voltage power source for charging sensitization and ohmic heating of the photothermoplastic plate, a corona-charge device, a copper grid and a transparent conductive plate. Especially, the corona-charge device has the features of compact, transparent, uniform of charging density and easy to operate. The instrument can take the high quality holograms for high diffraction efficient and high SNR of the system. This paper introduces the operation principle, structure and performances of the instrument.

Key words: real-time monitoring photothermoplastic holographic recording instrument

一、引言

随着激光全息技术的发展, 光导热塑全息术作为其中的一个重要分支也日益受到人们的重视。围绕光导热塑全息记录技术的研究和与之对应的各种记录仪器的研制在文献中已有许多报导^[1~6]。目标主要集中在记录程序自动化, 或某种专用设备的研究与生产。如德国使用一次性 135 光导热塑软片的全息记录仪, 日本使用玻片的光导热塑全息记录仪, 美国和法国的光导热塑全息照相机, 以及前苏联的光导热塑光信息全息存贮器等。其记录方法和仪器结构各异, 其中的充电、曝光、加热显影条件多为事先预置并按固定程序进行的。然而, 光导热塑是靠塑料表面形变记录干涉图形, 受记录介质本身参数和各种记录条件的影响, 全息记录过程中的随机性能很强。F. W. Schmidlin^[7], 曾经给出一个热塑料相对形变的计算公式:

$$\frac{\delta D}{D} = \frac{k_2 \Delta E V (e^{\omega t} - 1)}{\beta f \cosh(2\pi f D) [g + \tanh(2\pi f D)] (\varphi Q - 2\pi f D)}$$

式中, $\frac{\delta D}{D}$ 为相对形变, D 是热塑层厚度, ΔE 为曝光量偏差, V 为电压, k_2 为一常数, $\omega, g, \beta, \varphi$

和 Q 都是空间频率 f 的函数。可见,按预先给定条件和固定程序记录全息图很难收到理想效果。为了提高全息图记录质量和成功率,我们曾进行了光导热塑全息记录技术的研究^[8~9],并在此基础上,研制了适合该技术实施的 JFJ-1 光导热塑全息记录仪。

二、原理、结构与特性

光导热塑全息记录技术——“余热实时监视同时法”和“慢加热实时监视同时法”的基本内容是:根据实时显示,确定加热、充电、曝光及时序的合理配合。前者以起霜、熔霜为加热指示,以实时象质监视为充电指示,利用余热进行全息图记录。后者是在记录过程中实时监视优质再现现象的形成成为加热、充电终点。由此而提高全息图记录质量与成功率,扩展通频带宽度和延长光导热塑片重复使用寿命。

记录仪由主电源、电晕充电器和片架三部分组成,光导热塑片作为全息记录材料与仪器配套使用。主电源的高压负极与电晕充电器的平板电极、光导热塑片的透明导电层和低压加热电源相接。高压正极与平行阵列钨合金丝相接。在合适电压下钨丝产生电晕放电,正电荷经网状栅极引导,向光导热塑片充电,使得具有绝缘性能的光导层和热塑层表面带静电荷,并达饱和电位,从而使光导热塑片敏化。在一定空间频率的相干光照射下,亮条纹处的光导体由绝缘体变成为导体,这时的绝缘层只剩下热塑料一层,此处的充电电荷密度明显高于暗条纹处,因而在光导热塑片上就形成了与干涉图形一致的静电潜象。光导热塑片的两侧电极与低压交流加热电源相接,经通电加热,使热塑料熔融或软化,在静电力作用下,形成了与静电潜象一致的表面形变,从而构成表面浮雕型全息图。电晕充电器与光导热塑片的连线和相互关系见图 1。其中, B 连接高压负极和低压加热电源; C 接栅压正极; D 接高压正极; E 接高压负极; F, G 接低压加热电源。

主电源:主要包括直流高压、栅压、低压交流电源和开关控制线路等。其中的高压和栅压源均由市电直接升压和整流获取,低压源和其它辅助电源由市电降压获取。主电源线路见图 2。高压源分为 3 档,输出 6000~9000V,以供给电晕充电器产生足够强的电晕放电。栅压源分为 5 档,随转换键的组合使用,可有 30 档的选择范围,输出 200~2500V,以满足各种条件下对光导热塑片的充电敏化。低压源分为 10 档,20~65V,以满足不同电阻值的光导热塑片加热之需要。为了保证仪器的性能稳定和安全使用,在研制过程中采取了相应的技术措施:(1)巧用五联按键开关,特别是高压与栅压开关的联锁,安全避免了栅压开关通断时的高压打火。(2)设置了过压和漏电保护装置,以保证人机安全。(3)密封高、栅压取样电阻,避免了环境湿度的影响,使电压显示准确。电源外形尺寸为 40cm×25cm×18cm,总重量 18kg。仪器外形和配套装置见图 3。

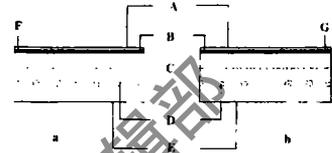


Fig. 1 Schematic diagram of corona charger a-open charger, b-air-tight charger
A - photothermoplastic plate B - pole of transparent conductive layer C - grid of meshes D - corona-discharging filament E - transparent conductive plate F & G - pole of transparent conductive layer

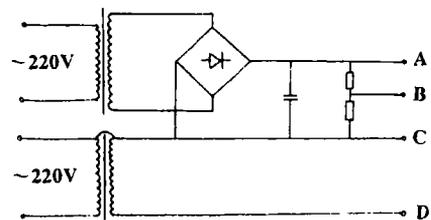


Fig. 2 A schematic diagram of the main power source
A - positive pole of high-voltage source
B - positive pole of grid-voltage source
C - negative pole of high-voltage source and one of poles of low-voltage source
D - other one of poles of low-voltage source

电晕充电器:分开放式和密闭式两种,均由栅网、放电钨丝、透明导电板、绝缘盒和磁表座组成。主要作用是使光导热塑片充电敏化。(1)栅网作为栅极,由铜网与金属框镶嵌焊接而成。(2)放电钨丝为阳极,由高强度、高韧性、高熔点和抗氧化能力的钨钼铈合金丝与片状黄铜框架组合精制而成,钨丝直径 $40\mu\text{m}$ 。由于采用了铜制框架,故耐热和抗静电拉力的能力很强。与外购仪器中所用有机玻璃框架相比,可更有效地防止框架变形及由此而产生的高压短路。(3)透明导电板为阴极,为了便于实时监视全息记录,采用透明导电玻璃板代替传统结构中的铜板,由此,充电器呈全透明结构。(4)绝缘盒由透明有机玻璃材料制成,用以容纳各极板,并使其定位。开放式充电器于栅网一侧开窗。密闭式充电器的各极板与光导热塑片同在一个封闭空间,盒内无氧、气密。两充电器均采用插片式结构,便于检修。该器件具有充电均匀、效率高、全透明、体积小、重量轻、精巧美观的特点。透明电晕充电器的外观结构见图4。



Fig. 3 JFJ-1 Photothermoplastic holographic recording instrument

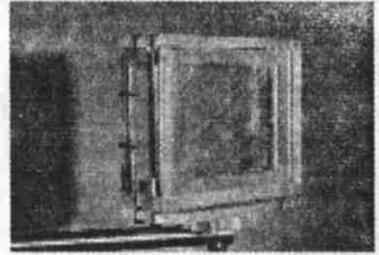


Fig. 4 Transparent corona charger

三、应用结果

以输出 48mW 氮氛激光为光源,山西大学化学系研制的SPT-I型和II型光导热塑片为记录介质,于明室条件下,用该记录仪和相应的记录技术录制了菲涅耳全息图^[8]、发光灯泡双曝光干涉全息图^[8]、彩虹全息图^[9],并以全息图为母板,经喷镀、电铸和热压,成功地制作了模压全息图。此外,还对光导热塑片的全息特性进行了测试研究^[10]。而且,该仪器还应用于兔眼全息记录(图5)、激光医学防护、光学信息存贮、无损探伤和模压全息防伪技术的研究,在由本部举办的四期光导热塑全息技术培训班中,完成了10余种不同光路和不同类型全息图的记录。目前该记录仪已在10余所教学和科研单位应用。

结果表明,本所研制的JFJ-1光导热塑全息记录仪能够满足实时监视全息记录要求,录制出衍射强、信噪比高和再现现象清晰的优质全息图。主要性能特点是:(1)仪器结构合理、性能稳定、操作简便、实用性强。(2)可用肉眼或CCD照相装置进行实时监视全息记录。(3)负载能力强,可数小时连续工作。(4)电压调节范围宽,高压3档、栅压30档、低压10档。(5)安全系数高,整机装有过压、过流、漏电保护装置。(6)电晕充电器小巧、全透明、充电均匀。(7)能兼用 $7\text{cm}\times 5\text{cm}$ 标准光导热塑片和 $10\text{cm}\times 12\text{cm}$ 特制大片。(8)使用开放式充电器可使光导热塑片的重复记录次数达100余次,使用密闭式充电器,片子记录次数达数千次。而进口设备所用片子的记录次数为20次(日本),或单次(德国)。(9)价格优势明显,仅为日本产品的 $1/4$,德国产品的 $1/100$ 。



Fig. 5 Photograph of the image reconstructed from rabbit eye hologram by copy

参 考 文 献

- 1 Colbum W S, Tompkins E N. Appl Opt 1974;(13):2934
- 2 Killat U, Terrell D R. The Journal of Photographic Science, 1978;(26):183

磁脉冲压缩器的优化设计

陈科文 丘军林

(华中理工大学激光研究所, 武汉, 430074)

摘要: 结构体积和能量传输效率是设计磁脉冲压缩器时应考虑的主要因素。据此, 本文对两种优化设计方案进行了分析和比较, 并发现, 当各级压缩比均为2时, 磁心的总体积和总损耗均接近最小值。

关键词: 磁脉冲压缩器 磁心体积 磁心损耗

Optimum design of magnetic pulse compressors

Chen Kewen, Qiu Junlin

(Institute of Laser, HUST)

Abstract: The structure volume and energy transfer efficiency are the main design considerations of magnetic pulse compressors (MPC). Based on them, the analyses and comparisons of two optimal designs are given in this paper. It is also found that both of the total volume and loss of magnetic cores are nearly minimized for a given overall compression ratio by coupling a sufficient number of stages, each with a compression ratio of 2.

Key words: magnetic pulse compressor (MPC) magnetic core volume magnetic core loss

一、引 言

为了解决在高重复率 TEA CO₂ 和准分子激光器中开关元件的工作可靠性和使用寿命的问题, 人们采用了磁脉冲压缩技术^[1,2]。磁脉冲压缩器的特征参数为压缩比和传输的能量, 由负载和开关的要求决定。当给定这两个参数以后, 设计磁脉冲压缩器时应考虑的主要因素是: 结构体积和能量传输效率。体积小, 意味着磁脉冲压缩器重量轻、结构紧凑、费用少; 能量传输效率越高, 负载获得的能量越多, 压缩器耗能越少, 故对磁心冷却的要求也越低。因此, 优化设

- 3 Ineichen B, Liegeois C, Meyrueis P. Appl Opt 1982;(21):2209
- 4 Kryukov V V. Sov J Opt Tech 1991;58(3):131~133
- 5 Akaev A A, Kutanov A A, Abdrisaev B D *et al.* Soviet J Q E, 1992;22(8):730~734
- 6 Kutanov A A, Abdrisaev B D. Opt Spectrosc 1991;71(5):495~497
- 7 史密斯 H M. 全息记录材料. 北京: 科学出版社, 1984:218

- 8 罗振坤, 许澍翔, 谢忠明 *et al.* 应用激光, 1995;15(4):163~166, 148
- 9 罗振坤, 许澍翔, 谢忠明 *et al.* 激光技术, 1994;18(1):46~49
- 10 罗振坤, 许澍翔, 谢忠明 *et al.* 影像技术, 1995;(1):7~11

* * *
作者简介: 罗振坤, 男, 1954年出生。副研究员。从事激光技术、激光全息和光信息处理应用研究。



收稿日期: 1995-01-18 收到修改稿日期: 1995-12-12