

## 5 结 论

利用极坐标激光直写技术制作微结构,工艺简单、精度高、成本较低、周期较短。对于铬版掩模的制作,激光能量、刻写半径以及铬版型号均会影响制作精度。利用光刻胶版可实现连续微结构的制作,其失真度与激光能量、束斑大小、束弥散程度、预烘烤温度和时间、光刻胶分辨率、显影时间、显影液浓度与温度、显影环境温度与湿度、光刻胶与基体材料刻蚀速率比等因素有关,预曝光有利于消除较大微结构的刻写误差,但对于较小微结构反而会增加刻写误差。利用激光直写技术还可制作 MEMS 领域的微孔阵列或其它工艺相近的微结构阵列。

## 参考文献:

- [1] V V Cherkashin, E G Churin, V P Korolkov, et al Processing parameters optimization for thermochemical writing of DOEs on chromium films[A]. Proc SPIE, 1997, 3010: 168 - 179.
- [2] Michael T Gale, Graham K Lang, Jeffrey M Raynor, et al Fabrication of microoptical components by laser beam writing in photoresist[A]. Proc SPIE, 1991, 1506: 11 - 15.
- [3] Thomas Hessler, Markus Rossi, Rino E Kunz, et al Analysis and optimization of fabrication of continuous-relief diffractive optical elements[J]. Applied Optics, 1996, 37 (19): 4069 - 4078.
- [4] T Fujita, H Nishihara, J Koyama Blazed gratings and Fresnel lenses fabricated by electron-beam lithography [J]. Optics Letters, 1982, 7 (12): 578 - 580.
- [5] Thomas J Suleski, Donald C O'Shea Gray-scale masks for diffractive-optics fabrication: I Commercial slide imagers[J]. Applied Optics, 1995, 34 (32): 7507 - 7517.
- [6] Michael T Gale, Graham K Lang, Jeffrey M Raynor Fabrication of microoptical components by laser beam writing in photoresist[A]. Proc SPIE, 1991, 1506: 406 - 412.
- [7] Michael T Gale, Markus Rossi Fabrication of continuous-relief microoptical elements by direct laser writing in photoresists[J]. Optical Engineering, 1994, 33 (11): 3556 - 3566.
- [8] Carl Christian Liebe, Sohrab Mobasser MEMS Based Sun Sensor[A]. IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2001, 3 (7): 1565 - 1572.
- [9] Carl Christian Liebe, Sohrab Mobasser, Micro Sun Sensor [A]. IEEE Aerospace Conference Proceedings, 2002, 5: 2263 - 2273.

## 靠光学传感器自主行驶的无人车概念接近实现

由美国 DARPA 主持的无人地面战车项目计划于 2015 年完成。在该计划进行了三分之一的时候,2005 年, DARPA 组织了一次初样车竞赛。参赛的有 23 种车,地点在 Mojave 沙漠中一个干涸的湖底。规定了比赛的起点、终点和中间检测点,而具体途径则由赛车自主选定。赛车要沿着曲折路线,穿过乱石冈,全程超过 130 英里(合 208km)。结果只有 5 辆车驶完全程,另 18 辆车不是中途趴下,就是发现不可能走完全程而主动退出。首先跑完全程的是 Stanley 公司的车。它是一辆大众 Tonareg R5 型柴油车,装有 2 套计算机视觉系统(彩色照相机)和 5 台激光测距机(激光雷达扫描器)。前者提供 80m 内的地形信息,后者提供前方 25m 处的目标距离信息,测距精度 1in(2.5cm)。车上还装有一台 GPS,专门开发了一套数据处理软件,将激光雷达的距离数据、相机的二维图像和 GPS 的卫星定位数据融合起来,进行判读,帮助无人车以平均 25 ~ 35mph(折合 40 ~ 56km/h)速度走完全程。

美国军方认为,从实战要求出发,这个速度显然太低。他们要求无人车应以高速公路的行车速度在战场上行驶。为此,光电传感器的作用距离必须增加到前述速度的 4 至 9 倍,而且要迅速形成精确的三维图像。美国国家标准研究所(NIST)正在为此研制一种“闪测光雷达”(flash lidar)。它用激光窄脉冲照明,用焦平面探测器检测光脉冲飞行时间,不必扫描就形成视场中任何物体的三维图像。其关键是能远距离成像,并以很高的帧频抓拍到三维图像。比如,抓拍正在飞行的直升机,其速度快到直升机旋翼图像十分清晰,毫不模糊。

此外,美国 Advanced Scientific Concepts 公司生产了一种用于航天的闪测光雷达。它用 Nd:YAG 激光器加光参量振荡产生的 1.57 $\mu\text{m}$  激光来照明,用 128  $\times$  128 元混合式 InGaAs 阵列来探测。采用单台激光器和相应算法,系统能穿透灰尘和烟雾看见目标。在干净的空气中,这样一个手持系统的作用距离达 1km。每台价 20 万美元,相当贵。据称,如果技术上不做任何修改,大量生产时价格可降到每台 2 万美元。如果作用距离从 1km 减小到 100m 的话,则激光器成本可节省很多,但大量生产时探测器会不会降到一千美元以下还没有把握。

现在不少厂家青睐这种技术,主要因为它可用于辅助驾驶,极大地提高驾车的安全性,使驾驶员放松,什么都不用担心。如奥迪公司生产的 TOF 三维探测器用于“刹车和启动辅助”、防撞和发现前方行人。他们认为照相机对未来行车安全可起很大作用。显然,要发挥光电传感器的作用,还必须建立能判断可能发生事情的智能化数据处理系统,仅在必要时及时报警,甚至提前报警;但是,在不需要时切不可报警,以免分散驾驶员的注意力。

(梅提供)