

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0568-03

激光调阻机光学系统设计与光束控制

赵新^{1,2} 姚建铨¹ 梁力平²

(¹ 天津大学精密仪器与光电子工程学院, 光电信息技术科学教育部重点实验室, 天津 300072)
(² 广东风华高新科技集团有限公司, 肇庆 526060)

摘要 主要讨论了激光调阻机光学系统设计要点。分析了激光束参数和扫描方式对调阻结果的影响, 结合整机总体设计给出了扫描振镜和激光源的控制方式。

关键词 激光调阻机, 系统设计, 光束控制

中图分类号 TG485 **文献标识码** A

Design for Optical System and Beam Control of Laser Trimmer

ZHAO Xin^{1,2} YAO Jian-quan¹ LIANG Li-ping²

(¹ College of Precision Instrument and Optoelectronics Engineering, Tianjin University, Tianjin 300072)
(² Guangdong Fenghua Advanced Technology Holding Co. Ltd., Zhaoqing 526060)

Abstract The design for optical system of laser trimmer is mainly discussed. The effect of parameters and scanning manner of laser beam on the trimming is analysed in detail. In addition, according to the general needs of the machine, the accurate control of scanning galvanometer and laser source is presented.

Key words laser trimmer, design for system, beam control

1 引言

激光调阻机是通过激光打点切割, 改变电阻体的导电截面积, 从而达到把低于目标阻值的电阻体阻值修调到要求阻值允许的偏差范围内, 适用于片状电阻器的快速大规模生产。在激光调阻过程中, 通过高精度的数字电桥实时监测阻值变化, 控制调阻进程, 辅之以系统复杂的机械手操作, 脉冲激光器高频输出, 光束精确定位控制及其他机电操作控制, 自动完成每小时十几万支电阻的调修生产, 是集光、机、电一体化的现代化高科技生产设备。

2 调阻机光学系统构成

光学系统由三部分组成: 光源系统、光束扫描系统和监视系统, 如图 1 所示。

2.1 光源系统

主要由激光器、衰减器、扩束器组成。作为激光调阻机的加工用光源, 其特性参数对调阻效率、精度有重要影响。Nd:YAG 调 Q 激光器, 薄膜电阻对其 1.06 μm 辐射波长有较好的吸收, 通过 Q 开关方

式, 可获得高功率的脉冲输出, 提高加工质量。此外, 这种激光器结构紧凑, 抽运可采用闪光灯或激光二极管方式。

激光调阻时, 薄膜电阻材质不同, 所需要的激光功率也不同。调节加工区激光功率的方法有两种。一是直接调节激光输出功率, 即通过调节抽运灯电流大小; 另一方法是维持激光器额定功率输出状态, 在光路中加入衰减环节, 通过衰减器调节激光功率。后一种方式可使激光输出稳定, 保证调阻精度。

激光调阻区聚焦光斑为 30 μm , 激光器输出光束直径在 1 mm 左右, 发散角 1~2 mrad, 需要先扩束再聚焦。

2.2 光束扫描系统

光束扫描系统由二维扫描振镜和聚焦 $f-\theta$ 透镜组构成。振镜性能对光束扫描位置精度有直接影响, 并影响调阻精度。振镜的选择基于以下几个方面的指标。一是通光孔径, 扩束后的激光直接入射到 Y 向扫描振镜, 经偏转反射到 X 向扫描振镜, 因此 X 向振镜通光孔径要加大, 为减少转动惯量, 提高响应灵敏度, X 向扫描振镜宜采用条形; 二是机

械扫描角度,一般振镜的额定机械扫描角度都在 $\pm 15^\circ$ 以上,调阻机所要求的扫描角度不大,本系统扫描角度约为 $\pm 7.5^\circ$,额定扫描角度过大,将会给控制带来一些不利因素;三是振镜的扫描抖动、摆动、重复性。抖动指扫描过程中,振镜在扫描方向上的不

稳定,摆动是指在垂直于扫描方向上的不稳定。激光调阻切口形状通常有两种:直线和L形,在作后一种调阻时,振镜的摆动指标要求更高。其他指标如非线性误差、零点漂移、增益漂移、小角度动作响应时间等,对振镜控制精度都可能造成一定的影响。

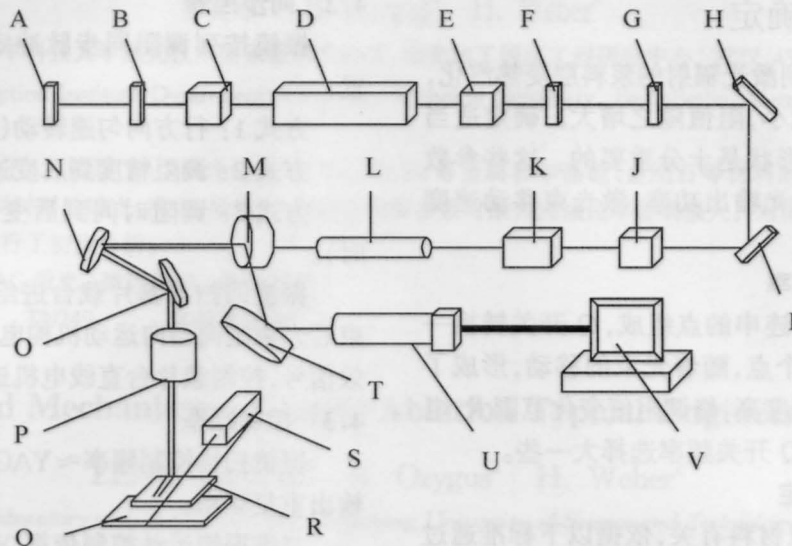


图1 光学系统总体构成。A:后镜;B,F:滤模器;C:Q开关;D:激光介质;E:光闸;G:前镜;H,I:反射镜;J:衰减器;K:功率计;L:扩束器;M:分光镜;N:X振镜;O:Y振镜;P:聚焦镜;Q:载片台;R:探卡;S:照明源;T:反射镜;U:CCD;V:显示器
 Fig.1 Overall program of optical system of laser trimmer. A:rear mirror; B,F:mode filters; C:Q-switch; D:laser;E:shutter;G: front mirror; H, I: mirrors; J: attenuator; K: power meter; L: beam expander; M: spectroscopy; N: X-galvanometer; O: Y-galvanometer; P: f- θ lens; Q: chip bearing; R: detector; S: lighting source; T: mirror; U: CCD; V: display

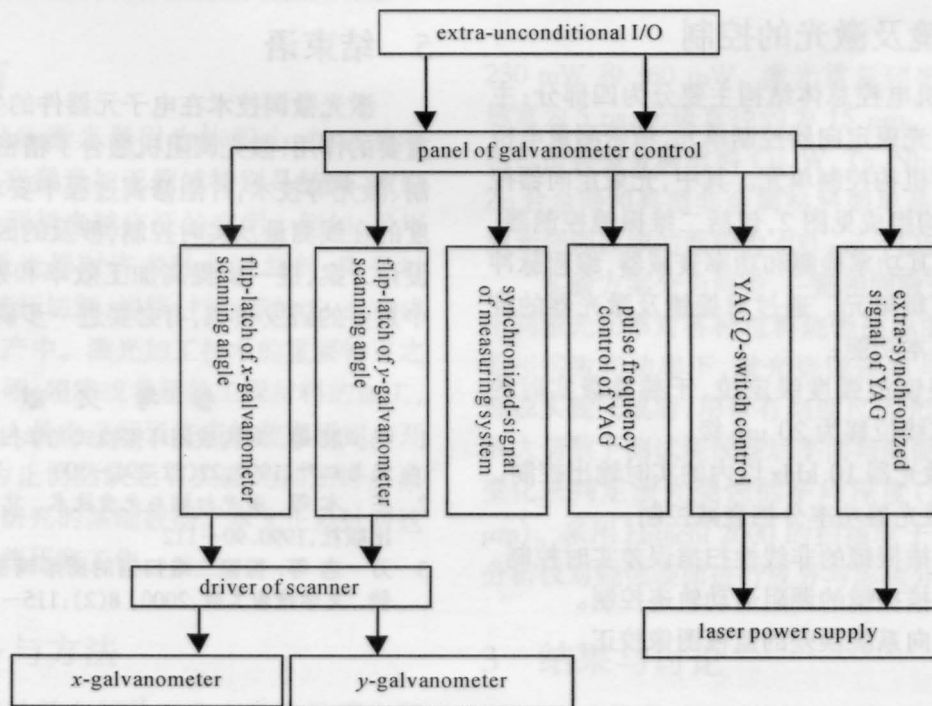


图2 光束定向器单元构成

Fig.2 Parts of laser beam positioning unit

2.3 监视系统

监视系统的作用是用于调阻前探卡相对基片定位,并在调阻时观察调阻区的状况。由分光镜、变焦镜头、CCD 相机、高分辨率监视器组成。

3 激光参数的确定

调阻时,片阻受到激光辐射的浆料层受热汽化,阻值区域的截面积减小,阻值随之增大。确定适当的参数、规范的切口形状是十分重要的。这些参数包括 Q 开关频率、激光输出功率、激光束移动速度等。

3.1 确定 Q 开关频率

激光刻线是由一连串的点组成,Q 开关转换一次,激光束就形成一个点,随着光束的移动,形成了完整的刻痕。对于精度高、修调阻值变化范围大、电阻初始值大的情况,Q 开关频率选择大一些。

3.2 激光功率的确定

激光功率与电阻材料有关,依据以下标准通过实验确定。

- 1) 切口外观。用显微镜观察电阻表面,能够见到白色陶瓷基片;
- 2) 将一枚电阻完全切断,测量电压 220 V 时,阻值大于 $2 \times 10^9 \Omega$,即认为完全切断。

4 扫描振镜及激光的控制

激光调阻机电控总体结构主要分为四部分:主控计算机单元,光束定向器控制单元,精密测量电桥单元,机械运动机构控制单元。其中,光束定向器控制单元基本结构组成见图 2,包括二维振镜控制器,YAG 激光器及其功率检测和功率衰减器,编程脉冲发生器,数字逻辑单元。通过对振镜及激光器的控制,实现如下基本功能:

- 1) 二维振镜微弧度级定位、千赫兹级实时控制,对应的扫描线位移为 $20 \mu\text{m}$ 级。
- 2) YAG 激光器 10 kHz 以内的实时输出控制。
- 3) YAG 激光器功率分挡衰减控制。
- 4) 二维扫描振镜的非线性扫描误差实时控制。
- 5) 二维扫描振镜的调阻运动轨迹控制。
- 6) 光束定向系统误差的监视图像校正。

4.1 控制方式

不同的调阻基片,根据主控机系统单元下载的工艺及控制参数,设定扫描速度,控制计算机按输出频率向扫描仪数字控制卡输出转角信息,经扫描头电容传感器位置反馈实现振镜扫描闭环控制。

4.2 同步控制

振镜按列调阻同步脉冲定时时间转到相应位置;

方式 1: 行方向匀速转动(正常调阻时)。

方式 2: 调阻精度到后变速转动(调阻结束)。

方式 3: 调阻时间到后变速转动(调阻未达标时)。

振镜回扫与基片载台进给同步控制;行调阻结束后光束定向器向运动机构电控单元发回扫状态有效信号,控制载片台直线电机进给。

4.3 控制频率

振镜扫描控制频率 \approx YAG 激光器声光 Q 开关输出重复频率;

二维振镜运动控制依据 YAG 的重复频率和光斑重叠率计算的 ω 进行匀速数字控制(程序输出),变速运动(实际数字输出),为使 YAG 激光按设定的重复频率和光斑重叠率在被调基片上刻蚀,应使光束定向器数控输出频率等于 YAG 脉冲频率,输出位移等于 YAG 脉冲刻蚀间距。

5 结束语

激光微调技术在电子元器件的生产过程中起着重要的作用。激光调阻机融合了精密机械、计算机控制、激光等技术,片阻修调过程中要求高精度和高速度的在线测量及实时控制,涉及的因素多,不断完善设计方案,进一步提高加工效率和系统稳定性是一个重要的研发领域,有必要进一步研究。

参 考 文 献

- 1 扬少辰等. 对构成闭环振镜式光学扫描系统的研究. 激光与红外,1997,27(5):294~300
- 2 王本等. 激光扫描与光盘技术. 北京:北京邮电学院出版社,1990.90~112
- 3 万志等. 振镜二维扫描的图形畸变校正和曝光量补偿. 光学精密工程,2000,8(2):115~119