

PSD 及其在非接触测量中的应用

林 华 王晓秋

(长春邮电学院电信工程系, 长春, 130021)

摘要: 介绍了一种光电位敏探测器 PSD 及其在非接触测量中的应用, 同时给出测量原理和 PSD 的前置适配电路。

关键词: 位敏探测器 非接触测量 三角测量原理

PSD and its application in non-contact measurement

Lin Hua, Wang Xiaoqi

(Changchun Institute of Post and Telecommunications, Changchun, 130021)

Abstract: This paper introduces a position sensitive detector and a non-contact position detection system. The system include a laser diode light source, a imaging optical system and a image position sensitive detector. The surface of a body is illuminated with the light source and imaged on the sensitive surface of the detector. According to the relationship between the body and its image, the deviation of the body can be calculated. The measurement accuracy of the deviation depends on the position discriminativity. In our system, the position discriminativity of the detector is 2 micron, the measurement error is less than 5 micron.

Key words: position sensitive detector non-contact measurement triangulation measurement principle

引 言

随着科学技术的飞速发展, 传统的“接触式”的坐标测量技术已经不能满足人们的需要, 对一些特殊的测量任务, 这种触觉式的系统已不能完成。例如: 对薄钢板、陶瓷制品、泡沫塑料和缓冲垫层等敏感的、有弹性的、易碎的或极软的物品进行测量时, 产品可能被划伤、压缩或发生翘曲。另外, 象食品等一类产品测量时会受到探针的污染。

基于以上原因, 发展非接触测量具有十分重要的意义^[1], 它是对接触式测量必要的补充, 本文所阐述的非接触测量系统, 是基于光学三角测量原理, 用高精度的 PSD 探测器做位置传感器, 通过电路处理最后得到位移测量值。

一、三角测量原理

光学三角测量原理^[3]提供了一种简单的非接触式的位置测量方法, 通过连续测量, 可以得到位移的变化。

如图 1 所示。从光源(激光二极管)发出的光聚焦到被测物体表面, 其中被物体表面漫反射的一部分光, 经过接收透镜成像, 由放置在透镜焦平面上的位敏探测器 PSD 接收并测出位置信息。当被测表面位移 Δ 后, 成象于探测器上的光点与探测器的中心距为 δ ; 物面是沿激光光束方向, 它与透镜的光轴成一个 θ 角, 象面与透镜的光轴成一个 φ 角。由几何光学可知, 对于物面不垂直光轴的系统, 我们可以得出这样的结论: 象

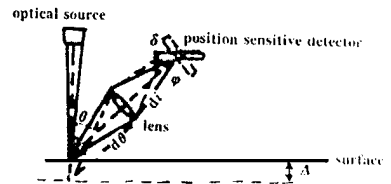


Fig. 1 Device of triangulation detection

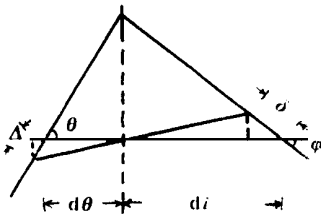


Fig. 2 Principle of triangulation detection

平面与物平面以及透镜平面一定相交于同一直线。如图 2 所示的三角关系。

通过推导可得： $\Delta \sin \theta / (d_0 + \Delta \cos \theta) = \delta \sin \varphi / (d_i - \delta \cos \varphi)$

整理上式得： $\Delta = d_0 \sin \varphi \delta / [d_i \sin \theta - \delta \sin(\theta + \varphi)]$

当 Δ 很小时：即： $|\Delta \sin(\theta + \varphi)| \ll |d_0 \sin \varphi|$ 时

上式可近似改写为： $\delta = \Delta d_i \sin \theta / (d_0 \sin \varphi)$

当 $d_i, d_0, \theta, \varphi$ 均为定值时，上式可以表示为： $\delta = K \Delta$ ， K 为定值，所以 δ 与 Δ 近似成线性关系。

二、位敏探测器 PSD

PSD (Position Sensitive Detector) 的作用是把三角测量装置中象的位移 δ 转换成电信号。

PSD 作为一种新型的位置传感器件，具有较高的位置分辨率，较宽的光谱响应范围，能实时连续测量，体积小，重量轻，适配电路简单等优点。

PSD 的工作原理^[1]：PSD 是根据横向光电效应原理工作的半导体敏感元件。当半导体光电元件的灵敏面受光照不均匀时，由载流子浓度梯度产生横向光电效应，基于这一效应，应用电子检测技术，可以测得光点的位置。

如图 3 所示，PSD 是一种具有 P-I-N 结构的硅光电池，我们使该探测器处于反向偏置状态，当入射光照在距 PSD 中心位置 δ 时，与入射光成正比例的电荷在该位置上产生电子-空穴对，高浓度的载流子向周围未被照射处的载流子产生扩散，其生成的光电流 I_1 和 I_2 通过 P 层的两个电极输出，我们可以推出^[2]： $I_1 = I_0 \times (1/2 + \delta/L)$

由于： $I_1 + I_2 = I_0$ (注： I_0 为光致电流) 所以： $I_2 = I_0 \times (1/2 - \delta/L)$ ； $1/2 \times (I_1 - I_2) / (I_1 + I_2) = \delta/L$

由于 $(I_1 - I_2) / (I_1 + I_2)$ 的比值仅与入射光点的位置有关，这就在检测上带来了很大的便利。

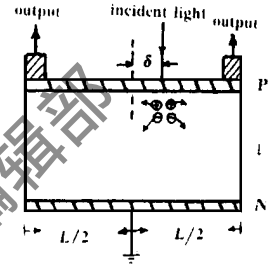


Fig. 3 Configuration of PSD

三、PSD 的前置处理

为了消除光源以及目标反射特性的不同对精度的影响，我们对 PSD 的两路输出信号 I_1 和 I_2 进行加、减、除等综合处理^[1]，并对微弱信号的放大进行了精心的设计和调整。由于光点经被测目标的漫反射到达 PSD 敏感面上的能量很微弱，光电流大致在 μA 级，由于 PSD 是电流输出型器件，所以我们在前级采用了低噪声精密运放 OP27，进行了电流/电压转换；后级的加法器、减法器采用了低失调电压运放 OP07，同时在加法、减法之后还要增加一级放大，目的是为了确保进入除法器的幅度，从而保证足够的信噪比(见图 4)。

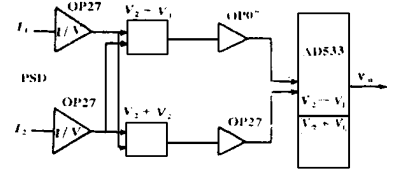


Fig. 4 Adaptive circuit of PSD

四、测量系统简介

非接触测量系统如图 5 所示，物体表面位移的变化通过 PSD 转变成电信号，之后通过前置适配处理器对 PSD 输出信号进行适配处理，得到的信号进入 8098 单片机处理系统(数字处理器)和步进机驱动器，通过 8098 单片机处理可以对测量系统的非线性进行校正，并将测量结

'97 第六届中南、西南、西北地区激光学术报告会 论 文 摘 要

(1997. 8. 17~ 23. 湖北神农架)

激光基础理论与元器件

光纤激光器的新发展

郭振华 雷建设 胡 兵 何云贵
(华中理工大学, 武汉, 430074)

经过 20 多年努力, 光纤激光器已达到了商品化的程度。80 年代后期美国的 Polaroid 公司和英国南安普敦大学研制成包层泵浦光纤激光器, 即高功率二极管产生泵浦光耦合进外部低折射率玻璃包层中传输并激发中心掺杂(钕)光纤受激振荡放大, 产生出了约 1W 的单模激光。1989 年 Polaroid 的研究人员把光纤的外部包层改为矩形截面结构, 这一方面便于和激光二极管耦合, 另一方面又可提高泵浦光激发光纤芯中激光介质的效率(例如 13.5W 的 807nm 波长泵浦光在 40m 长光纤中产生出 5W 的 1.06 μ m 单模激光, 光学转换效率 40%)。SDL 公司和德州大学等的研究者在提高输出功率和转换效率等方面也做了不少工作。特别是 1997 年 2 月推出的商品 SDL-FL10 型光纤激光器, 波长 1.1 μ m 获得 60% 光转换效率, $M^2 \leq 1.1$, 连续波功率 9W, 光斑直径 0.46mm, 发散角 1.5mrad, 可以聚焦成几微米的小光点。另外 SDL 公司还制成了输出 16W, Polaroid 公司制成了输出 23W 的样机, 并能调制为 40kHz 的脉冲激光, 这将有利于激光的一些特殊应用。目前国内光纤激光器还处在实验室研究阶段。

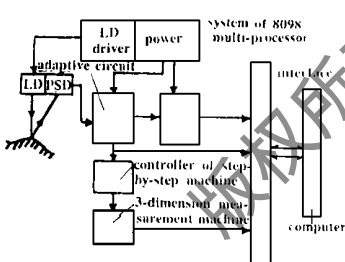


Fig. 5 Non-contact inspection system

果送给面板显示器, 同时还可以控制单片机与系统机的数据传送, 便于系统机进行更高级的数据处理; 另外通过步进机驱控器可以控制非接触激光扫描探头工作在正常的测量范围内。

该测量系统采用日本产的高精度的 PSD(S3931), 其测量范围为 ± 2 mm, 分辨率为 2 μ m, 光源采用激光二极管(LTO27MD), 通过分析可知经过校正曲线插值而得的测量结果与实际结果之间的误差小于 5 μ m, 其相对误差为

0.12%, 可见测量效果较好。

本文来自国家“八五”攻关课题“高精度非接触激光扫描探头及数据处理系统”, 1996 年 4 月, 该课题已通过国家验收。

参 考 文 献

- 1 张晓红. 非接触测量中激光扫描探头的研究. 中科院长春光机所. 硕士论文, 1993
- 2 姚竹亭. 电子技术应用, 1993; 5: 24~ 26
- 3 Elson J L. Opt & Laser Technol, 1983; 21(5): 406

作者简介: 林 华, 男, 1969 年出生。硕士。现从事教学科研工作。

收稿日期: 1996-11-12 收到修改稿日期: 1997-01-25