

光二极管线阵用于激光与光学显示

——一种简单的光学多道显示仪

梁培辉 张伟清 叶超

(中国科学院上海光机所)

提要: 介绍光二极管线阵组成的简单光学多道分析系统的原理和性能, 及其在激光与光学显示上的应用。

Photodiode line array for laser and optical display

Liang Peihui, Zhang Weiqing, Ye Chao

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: We present here the principle and properties of a simple optical multichannel analyzer consisting of a photodiode array and describe its applications in laser and optical display.

光学、光谱学的实验结果用干板或胶卷照相, 然后用黑度计描出曲线的这种记录方法, 已逐步让位给电子读出法, 光学多道分析仪(OMA)就是具有这种功能的仪器。使用这种光学多道分析仪, 大大地提高实验的速度和精度。但是仪器价格相当高, 目前难以普及使用; 另一方面, 对于某些作参数监视的用途来说, 又有“大材小用”之感。因此, 建立一种简单的多道显示系统是有意义的。

简化光学多道分析仪是由光二极管线阵、电路以及示波器三部分组成, 见图1。这个系统所需的线阵和电路可以直接买到, 价格只是光学多道分析仪的几十分之一, 但是可以做许多种激光与光学的测量与显示。下面介绍它的工作原理和一些应用。



图1 光二极管线阵光学多道显示系统

一、光二极管线阵的基本工作原理

图2是线阵的简单等效电路。线阵的单元数有128、256、512和1024等几种。每一单元都包含有硅光二极管、电容和开关管。为了补偿背景特别是开关电路产生的干扰, 每个单元都有光二极管和陪衬二极管两部分, 各自连到视频充电线和陪衬充电线。最终输出的是它们的差分信号。

收稿日期: 1982年4月2日。

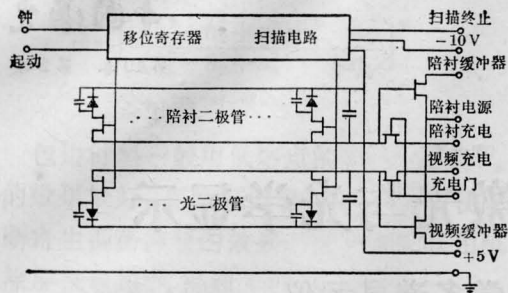


图2 光二极管线阵的等效工作电路

每个单元充电5伏，储能3微微库仑。在光照作用下，二极管产生光电流，电容的电荷将减少，减少的数量正比于曝光量。

驱动电源的作用是：单相TTL时钟在起动脉冲之后进入回路。取样速率由钟频率决定，而线阵的扫描周期由两次起动脉冲的时间间隔给出。在扫描期间，贮存于每一个光二极管内的电荷由于光电流的出现而逐渐减少。在二极管取样并复位之后再行充电。扫描周期一般为毫秒量级。

二、工作特性

工作特性取决于硅光二极管的性能，它的光谱响应范围从2000埃到1.1微米，8000埃附近较灵敏。灵敏度为2.5微微安/微瓦·厘米²。

从前面介绍的工作原理中可以知道，输出正比于曝光量，在饱和曝光之前，存在良好的线性关系。饱和曝光量为1.3微焦耳/厘米²。这样，一旦输出图形出现“平台”，即表示处在饱和状态，需要减小光照的强度。

光敏元件不可避免出现暗电流，它是器件的噪声来源。产生暗电流有如下三种情况：(1)漏电。漏电是温度的灵敏函数，升高7°C漏电加倍。室温之下，典型数值为1微微安。因为饱和电荷量为 3×10^{-12} 库仑，故若列阵扫描周期时间长，则漏电的影响较大。例如周期 $t_L = 3$ 毫秒，漏电的影响约0.1%，如果 $t_L = 30$ 毫秒，则1%。(2)开关噪音。开

关瞬态过程造成的影响虽然有陪衬电路的补偿，但抵销不易完全，其影响一般小于饱和电平的1%。(3)放大器噪音。采用适当的电流放大回路，其影响可小于0.1%。

线阵的动态范围在100:1到1000:1之间，具体数值视工作条件而定。

三、构造

从市场上买两块带印刷电路的元件，一是线阵板（三英寸见方），另一是电路板（大小为4.5英寸×6.5英寸）。线阵板上除光二极管列阵外还有电流放大器和时钟驱动电路。电路板包括时钟、起动脉荡器、熄灭脉冲电路、取样电路和缓冲放大器等。

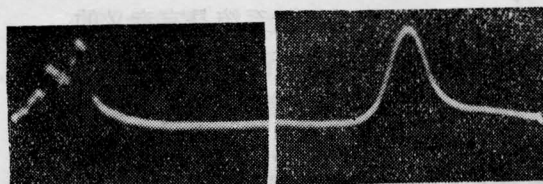
只要配上+5伏和-10伏的电源，并将两块印刷电路板分别安装、固定和接线，即可运用。

工作可以内同步或外同步。视频信号可馈送到通用示波器上显示，只要示波器的扫描周期与列阵的钟脉冲周期同步，即可得到稳定的输出图形。

四、应用

1. 激光束强度空间分布的显示

由于线阵在红外有较高的灵敏度，特别适宜于测量GaAs激光器或Nd:YAG等近红外激光器的输出特性。图3(a)是用硅光二极管线阵显示室温GaAs激光器输出的场分布。工作波长820毫微米，脉冲序列能量约



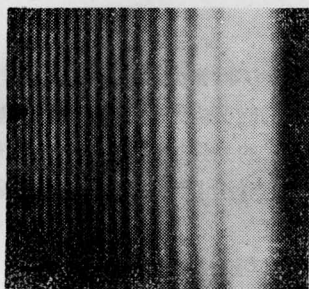
(a) GaAs 激光器输出的场分布(室温单次脉冲) (b) GaAlAs 双异质结激光器输出的场分布(室温连续工作)

图3

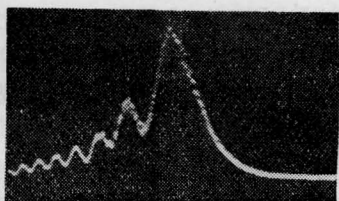
10^{-8} 焦耳, 单个脉冲的宽度约 200 微微秒。图 3(b) 是 GaAlAs 双异质结激光器输出的远场结构。

2. 干涉与衍射的显示

以 He-Ne 激光为光源, 斜入射到一块薄的平行平板玻璃上, 其反射光斑为一干涉图形, 图 4(a) 为该图的照片; 图 4(b) 是在其中一部位上的线阵输出结果。



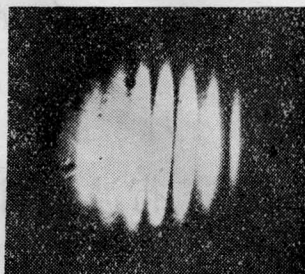
(a) 衍射图照片($\times 4$)



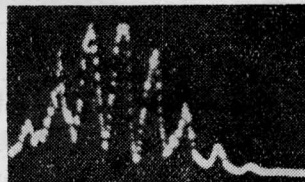
(b) 二极管线阵输出的衍射曲线

图 4 直边边沿衍射

用一刀口挡住扩束后 He-Ne 激光的一部分从而得到直边衍射图形, 图 5(a) 是照片; 图 5(b) 是对应的线阵输出图形。



(a) 干涉图照片($\times 4$)



(b) 二极管线阵输出的干涉曲线

图 5 He-Ne 激光束经平行平板双面反射后所形成的干涉

3. 超短激光脉冲宽度的读出

用双光子荧光法可以量出超短脉冲的半宽。已有报道^[1]用二极管线阵可以直接得出相关曲线, 不必经过拍照、显影、描黑度曲线等一系列过程, 也免去定 r 值的麻烦手续。

4. 输出激光波长的监视

只要将激光通过色散元件(多色光计或标准具), 用二极管线阵观察输出波长的位置是十分方便的。

参 考 文 献

- [1] W. Seka, J. Zimmermann; *Rev. Sci. Instrum.*, 1974, **45**, 1175.