

# 用 ZnS 干涉滤光片构成的光学全加器

查子忠 王瑞波 张雷 李淳飞

(哈尔滨工业大学应用物理系)

## Optical full adder composed of a ZnS interference filter

Zha Zishong, Wang Ruibo, Zhang Lei, Li Chunfei

(Applied Physics Department, Harbin Institute of Technology, Harbin)

**Abstract:** Employing a ZnS interference filter as optical bistable device, a single gate optical full adder is demonstrated, and the design of a binary multi-bit optical full adder is presented for the first time.

**Key words:** interference filter, optical full adder

### 一、由一个光双稳器件构成的单门光学全加器

F. A. P. Tooley 等人<sup>[1]</sup>曾用一块 ZnSe 干涉滤光片作光双稳器件构成了单门光学全加器,由于是用一个光双稳器件构成全加器,双稳器件的反射光和透射光都得到了应用,所以结构简单,但因信号输入采用斜入射方式,故不利于集成和级联。本文实验中,信号的输入采用正入射方式,故这种方案具有结构简单,便于集成和级联的双重优点。实验装置如图 1 所示。图中: Ar<sup>+</sup>——氩离子激光,波长  $\lambda=514.5 \text{ nm}$ ; M——光强调制器; A——光强衰减器; P——偏光棱镜; O——显微物镜; Q—— $\frac{1}{4}$ 波片; IF——ZnS 干涉滤光片; D<sub>1</sub>、D<sub>2</sub>——光探测器。

探测器 D<sub>1</sub> 接受 IF 的反射光,它的输出信号代表本位和 S<sub>i</sub>, 探测器 D<sub>2</sub> 接受 IF 的透射光,它的输出信号代表向下级的进位 C<sub>i+1</sub>。为了使 IF 的输入输出信号(包括反射输出和透射输出)能反映全加器真值表的逻辑功能,必须对输入激光束进行强度调制,我们用自制的结构简单的光强调制盘将输入激光束调制成如图 2 所示的四种不同强度信号。图中: I<sub>0</sub>——输入光强最小(或为 0),代表全加器输入信号中 A<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>、C<sub>i</sub> 均为 0 的情况; I<sub>1</sub>——代表全加器输入信号中 A<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>、C<sub>i</sub> 有一个为 1 其余为 0 的情况; I<sub>2</sub>——代表全加器输入信号中 A<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>、C<sub>i</sub> 有两

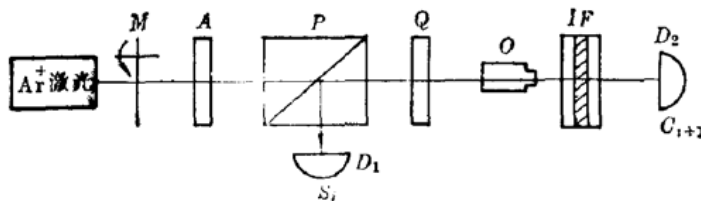


图 1 实验装置

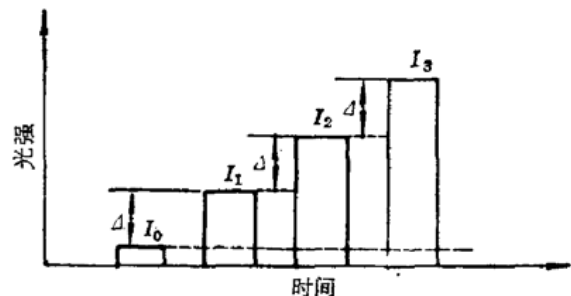


图 2 被调制的输入信号

个为 1 一个为 0 的情况;  $I_3$ ——代表全加器输入信号  $A_i, B_i, C_i$  全为 1 的情况。除  $I_0$  外, 三个输入信号的强度成倍数关系即  $I_2=2I_1, I_3=3I_1$ 。光双稳器件的工作状态应保证在图 2 所示的四种输入信号下, 它的输出信号满足全加器真值表的逻辑关系, 并具有足够对比度 (即输出信号的“0”值和“1”值的幅度差别大)。图 3 是光双稳器件的工作状态; (a) 是双稳态的反射回线, (b) 是透射回线。图中  $I_i, I_R, I_T$  分别代表光双稳器件的输入、反射和透射光强。由图 3 看到当输入光强为  $I_0$  时, 未达到双稳阈值, 反射光和透射光都处于低值,  $I_T$  和  $I_R$  分别位于  $A$  点和  $A'$  点, 这时  $S_i=0, C_{i+1}=0$ 。当输入光强为  $I_1$  时, 仍未达到双稳阈值,  $I_T$  和  $I_R$  分别位于  $B$  和  $B'$  点, 但由于输入光强增加, 反射光强处于高值, 透射光强仍处于低值, 这时  $S_i=1, C_{i+1}=0$ 。当输入光强为  $I_2$  时,  $I_T$  和  $I_R$  分别位于  $C$  和  $C'$  点, 这时  $I_2$  已达到双稳阈值, 所以  $I_T$  处于高值,  $I_R$  处于低值, 这时  $S_i=0, C_{i+1}=1$ 。当输入光强为  $I_3$  时,  $I_T$  和  $I_R$  分别位于  $D$  和  $D'$  点, 这时  $I_3$  仍超过阈值,  $I_T$  处于高值, 由于输入光强的增加,  $I_R$  也处于高值, 这时  $S_i, C_{i+1}=1$ 。可见, 光双稳器件工作在上述工作状态时, 其输出输入关系能满足全加器真值表所示的逻辑关系。

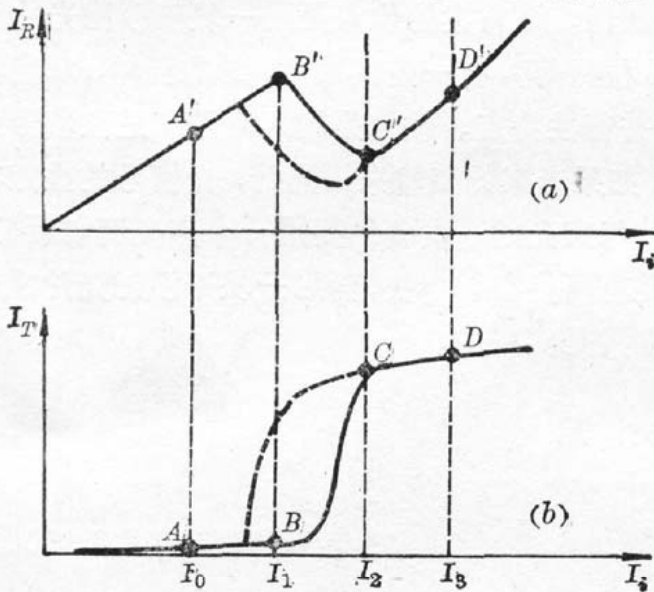


图 3 光双稳器件工作状态

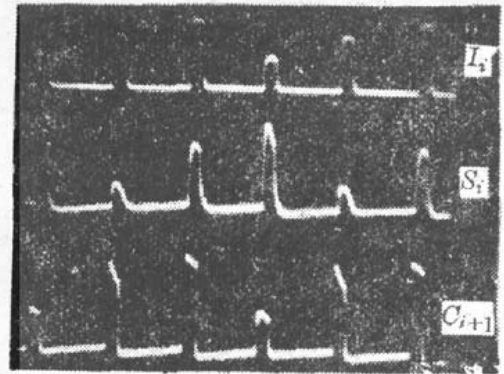


图 4 实验照片

实验结果如图 4 所示, 由照片看出, 全加器的输入输出关系满足全加器真值表的逻辑关系, 并具有较好的对比度。由于采用正入射方式, 光双稳器件的工作状态无法通过调谐初始失谐量来控制, 只有从许多 ZnS 干涉滤光片中挑选出其工作状态符合图 3 要求的干涉滤光片作光双稳器件, 这是采用干涉滤光片作光计算可行性实验的不理想之处。

## 二、二进制多位数光学全加器

上述单门光学全加器只能进行二进制两位数的加法, 但基于用一个光双稳器件构成一个单门光学全加器思想, 也可在一块干涉滤光片上作多个单门光学全加器, 并在正入射条件下, 可以方便地把它们互连起来构成一个二进制多位数的光学全加器。图 5 是一个四位数的光学全加器的实验方案。图中  $Ar^+$ ——氩离子激光, 其偏振方向平行偏光棱镜的光轴,  $S$ ——光束空间调制器,  $A_1 \sim A_4$ ——声光调制器,  $B$ ——分束镜,  $P$ ——偏光棱镜,  $Q_1, Q_2$ —— $\frac{1}{4}$  波片,  $IF$ ——ZnS 干涉滤光片,  $M_1 \sim M_3$ ——全反镜。工作过程如下: 由空间调制器将激光束分成四束平行

出射光,每一束经声光调制器进行强度调制,调制后的信号为两种不同强度( $I_2 > I_1$ )。 $I_1$ ——

代表输入信号中  $A_i, B_i$  有一个为 1 一个为 0 的情况;  $I_2$ ——代表输入信号中  $A_i, B_i$  两个均为 1 的情况,当声光调制器无输出时,代表输入信号中  $A_i, B_i$  均为 0 的情况。通过干涉滤光片的每束透射光代表向下级的进位信号并经过  $M_1, M_2, M_3$  叠加到相邻的下一级输入端。 $IF$  的反射光经偏光棱

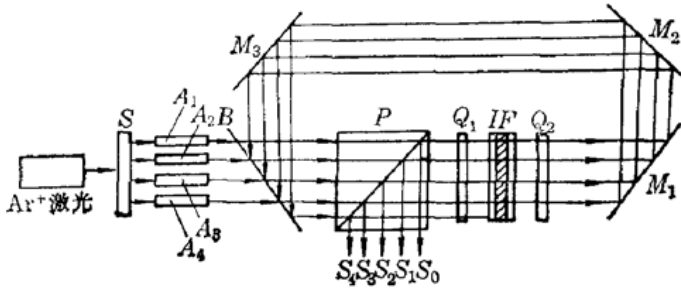


图 5 二进制四位数光学全加器

镜输出由五个探测器分别接收,它们的输出代表两个二进制四位数相加的结果,经光电转换后由数码管显示,二进制四位数的两个加数由计算机键盘输入,由计算机控制四个声光调制器使其输出符合  $I_2 > I_1$  的要求,图中的偏光棱镜和  $1/4$  波片是为改变光束的偏振方向。为了使进位信号能和相邻的下级输入信号进行同步相加,输入脉冲宽度应大于双稳器件的延迟时间。上述方案构成的光学全加器属于串行进位并行全加器。该方案的优点是用一块干涉滤光片可以实现二进制多位数的加法功能(例如,四位数、八位数等),有一定集成度,结构简单,双稳器件的反射光透射光得以充分利用并体现了光学的并行性特点。缺点是输入信号和进位信号的叠加在分束镜上进行,光能损耗大(大约 50%)。如果光束的传输采用光纤,光信号的叠加在光纤耦合器上进行,光能损失将有可能减少,此外每束光的强度调制要用一个声光调制器,这对多位数的全加器来说,整个结构显得庞大,但是有可能得以解决,而用一块干涉滤光片或一个非线性 F-P 腔实现多位数光学全加器的结构方案是实用的。

### 参 考 文 献

1. F. A. P. Tooley *et al.*, *Opt. Commun.*, **63**, 365(1987)

(收稿日期: 1988 年 10 月 31 日)

## 不同波长脉冲染料激光照射视网膜的生物效应比较\*

王康孙 蓝之琳 叶衍铭\*\* 张明珩 石海云 陈刚强

(上海第二医科大学附属瑞金医院眼科)

### Comparison of biological effect of pulsed dye laser irradiation on the retina at different wavelengths

Wang Kangsun, Lan Zhilin, Ye Yanming, Zhang Mingheng, Shi Haiyun, Chen Gangqiang  
(Department of Ophthalmology, Ruijin Hospital, Shanghai Second Medical University, Shanghai)

**Abstract:** The retina of 44 eyes of 22 chinchilla rabbits were irradiated by pulsed dye

\* 国家自然科学基金资助项目; \*\* 工作单位为复旦大学物理系。