

放电生成氮的氧化物、碳氢化合物等微量杂质对器件寿命也是有影响的。但从总的实验结果看,这不是主要的。

CO-CO₂ 复合激光器基本上是一种以 CO 激光介质为主,充入少量 CO₂ 气体的激光器。因此,对于研制长寿命密封 CO 激光器的一些工艺同样适用,譬如,使用高纯度气体,对放电管壁、电极进行清洗、烘烤、真空除气等^[5]。此外,需要选择合适的电极材料,以降低 CO 和 CO₂ 的分解和其它化学反应。本实验结果表明,CO-CO₂ 复合激光器采用金电极,能获得较高的 CO、CO₂ 输出功率和较长的工作寿命。

参 考 文 献

- 1 归振兴 *et al.*, 光学学报, **8**(10), 911(1988)
- 2 P. G. Browne *et al.*, *Scient. Instr.*, **8** (10), 870 (1975)
- 3 U. E. Hochul *et al.*, *IEEE J. Quant. Electr.*, **QE-10** (2), 239 (1974).
- 4 赫光生,雷仕湛编著,激光器设计基础,上海科学技术出版社,1979年6月第一版,166
- 5 张顺怡 *et al.*, 激光, **9**(10), 643 (1982)

(收稿日期: 1987年12月21日)

用 θ 调制技术实现空间变化的光学逻辑运算

陈恒光 吕文培 钟 安

(西北工业大学,西安)

Space-variant optical logic operation with θ -modulation

Chen Hengguang, Lu Wenpei, Zhong An

(Northwestern Polytechnical University, Xian)

提要: 本文提出了一种新的实现空间变化的光学逻辑运算方法,即空间各部分平行进行不同的逻辑运算。这种方法用 θ 调制技术对输入的二元变量进行编码,用空间滤波技术进行处理。

关键词: θ 调制,逻辑运算,编码

一、用 θ 调制技术实现平行光学逻辑运算

用 θ 调制技术对二元变量编码^[1]。

设一个灰阶图像被分成 N 个灰度等级。可表示为:

$$I(x, y) = \sum_{n=1}^N (n/N) I_n(x, y) \quad (1)$$

$I_n = 0$ 或 1

为了加快编码速度,通常采用一种光-电混合方法。图像由电视摄像机记录,输入到选择器中,将不同灰度等级的图像分别选出显示在电视显示器上,在相机前放置一可旋转的光栅对某一灰度的图像进行调制。

逻辑变量可以用二元变量表示。在光学中用黑(不透明)表示“0”,用白(透明)表示“1”,用 θ 调制技术对其编码即用一对正交光栅分别对“0”和“1”进行调制(图1)。

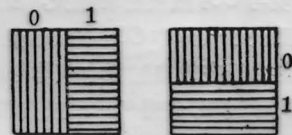


图1 θ 调制编码原理

两个二元变量 A, B 间的逻辑运算可用一个 2×2 的真值函数表列出。所有十六种基本逻辑运算和真值函数之间的关系示于表1。

实现逻辑运算的光学系统是二个 $4f$ 系统的串联,也称 $8f$ 系统(图2)。两个滤波面上分别设制不同的滤波器就可以进行平行的光学逻辑运算。第一滤波面上的滤波器是为了滤去光栅结构以免在第二输入面上形成莫尔条纹。第一滤波面上的频谱成份为

$$0, \pm v_0, \pm v_1$$

在第一滤波面上设置小孔滤波器只让 v_0, v_1 通过。这

表1 十六种基本逻辑运算所对应的逻辑真值表

真值变量 \ 运算	0	$A \cdot B$	$A \cdot \bar{B}$	A	$\bar{A} \cdot B$	B	$A \oplus B$	$\overline{A+B}$	$\overline{A \cdot B}$	\bar{B}	$A+\bar{B}$	\bar{A}	$\bar{A}+B$	$\overline{A \cdot B}$	$A \div B$	1
I_{00}	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
I_{10}	0	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1
I_{01}	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
I_{11}	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1

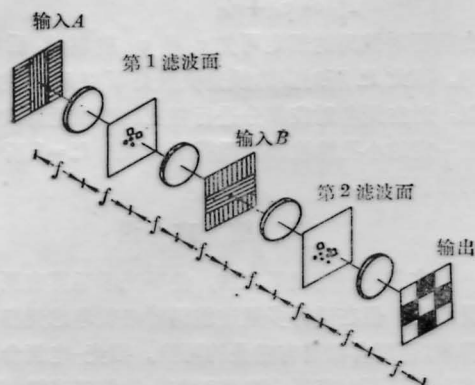


图2 8f系统示意图(滤波面上的方框表示小孔)

时第二滤波面上的频谱分布为

$$v_0, v_1, v_0 \pm v_1, v_0 \pm v_1, v_1 \pm v_0, v_1 \pm v_1$$

其中 v_0, v_1 是非衍射项, $v_0 - v_0, v_1 - v_1$ 及 $v_0 + v_1, v_1 + v_0$ 是重叠项。频谱分布与真值函数之间的关系为

$$\begin{cases} I_{00} \leftrightarrow v_0 + v_0 \\ I_{01} \leftrightarrow v_0 - v_1 \\ I_{10} \leftrightarrow v_1 - v_0 \\ I_{11} \leftrightarrow v_1 + v_1 \end{cases}$$

在第二滤波面上选择适当的滤波器就可以得到所需要的运算形式。

二、空间变化的光学逻辑运算

设两个二元变量 A, B 分别被分成 $A_1, A_2; B_1, B_2$ (图3)。要求对两个对应的部分同时进行两种运算:

$$\begin{cases} A_1 \text{ AND } B_1, \\ A_2 \text{ XOR } B_2. \end{cases}$$

改进后的编码方式如图3(b)。对 A_1, B_1 和 A_2, B_2 分别采用一对正交光栅编码。这里可以把对 A_2, B_2 编码的光栅看成是对 A_1, B_1 编码的光栅沿反时针方向旋转 45° 。实现光学运算的光学系统仍然是一个 8f 系统, 但这时第一、第二滤波面上的频谱比原来复杂

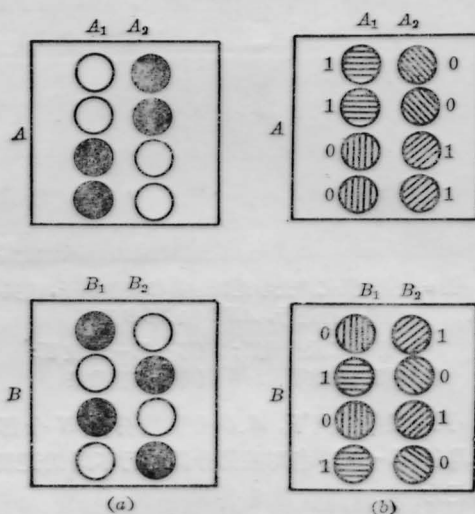


图3 多通道编码原理图
(a)—原始图; (b)—编码图

第一滤波面上的谱分量为

$$0, \pm v_{10}, \pm v_{11}, \pm v_{20}, \pm v_{21}$$

设计第一滤波器只让 $v_{10}, v_{11}, v_{20}, v_{21}$ 通过而滤去其他频谱, 这样避免了在第二输入面上产生莫尔条纹。第二滤波面上的频谱分布为

$$v_{10}, v_{11}, v_{10} \pm v_{10}, v_{10} \pm v_{11}, v_{11} \pm v_{10}, v_{11} \pm v_{11}$$

$$v_{20}, v_{21}, v_{20} \pm v_{20}, v_{20} \pm v_{21}, v_{21} \pm v_{20}, v_{21} \pm v_{21}$$

其中, $v_{10}, v_{11}, v_{20}, v_{21}$ 是非衍射项, $v_{10} + v_{11}, v_{11} + v_{10}; v_{20} + v_{21}, v_{21} + v_{20}; v_{10} - v_{10}, v_{20} - v_{20}, v_{11} - v_{11}, v_{21} - v_{21}$ 是重叠项。频谱和真值函数之间的对应关系为

$$\begin{cases} I_{00}^1 \leftrightarrow v_{10} + v_{10} & I_{00}^2 \leftrightarrow v_{20} + v_{20} \\ I_{01}^1 \leftrightarrow v_{01} - v_{11} & I_{01}^2 \leftrightarrow v_{20} - v_{21} \\ I_{10}^1 \leftrightarrow v_{11} - v_{10} & I_{10}^2 \leftrightarrow v_{21} - v_{20} \\ I_{11}^1 \leftrightarrow v_{11} + v_{11} & I_{11}^2 \leftrightarrow v_{21} + v_{21} \end{cases}$$

空间两个对应部分的运算所对应的真值函数值为

$$A_1 \text{ AND } B_1 \leftrightarrow \begin{cases} I_{11}^1 = 1 \\ \text{其余为 } 0. \end{cases}$$

$$A_2 \text{ XOR } B_2 \leftrightarrow \begin{cases} I_{01}^2 = I_{10}^2 = 1 \\ \text{其余为 } 0. \end{cases}$$

因此,第二滤波面上的滤波器应是只让 $v_{11} + v_{11}$ 、 $v_{20} - v_{21}$ 、 $v_{21} - v_{20}$ 通过的三个小孔。

图4是空间变化的光学逻辑运算的频谱及结果的实验照片。

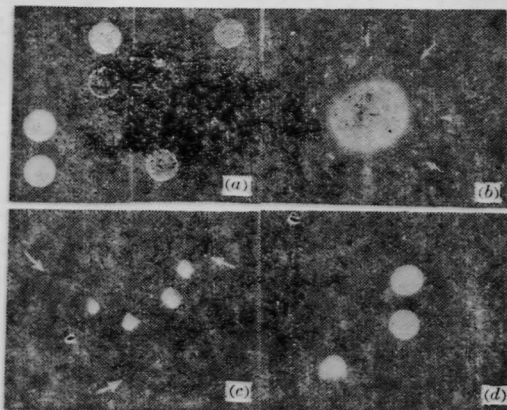


图4 空间变化的光学逻辑运算和实验例子,该实例是平行进行,AND和XOR运算

(a)—原始二元变量图; (b)—第一滤波面;
(c)—第二滤波面 (d)—实验结果

更一般的情况下, A 、 B 分别被分成 N 个部份 A_i 、 B_i ($i=1 \dots N$), 各对应部分间进行不同的逻辑运算, 记为

$$A_i \{L_i\} B_i \quad i=1 \dots N.$$

由前面 $N=2$ 时的特例, A_i 、 B_i 的编码规定为

1. A_1 、 B_1 的编码图如图1;

2. A_i 、 B_i 的编码光栅是对 A_1 、 B_1 编码的光栅沿反时针旋转 θ_i ;

3.
$$\theta_i = (i-1) \frac{\pi}{2N}.$$

实现空间变化的光学逻辑运算的光路仍然是一个Sf

系统。这时频谱分布情况为第一滤波面: $0, \pm v_{i0}, \pm v_{i1}, i=1 \dots N$ 。第一滤波面上的滤波器是允许 v_{i0} 、 v_{i1} ($i=1 \dots N$) 通过的 N 个小孔。这样,第二滤波面上的频谱为

$$v_{i0}, v_{i1}, v_{i0} \pm v_{i0}, v_{i0} \pm v_{i1}, v_{i1} \pm v_{i0}, v_{i1} \pm v_{i1} \quad (i=1 \dots N)$$

这时真值函数与频谱的对应关系为

$$\begin{aligned} I_{00}^i &\leftrightarrow v_{i0} + v_{i0} \\ I_{01}^i &\leftrightarrow v_{i0} - v_{i1} \\ I_{10}^i &\leftrightarrow v_{i1} - v_{i0} \\ I_{11}^i &\leftrightarrow v_{i1} + v_{i1} \end{aligned} \quad (i=1 \dots N)$$

由前面对编码的规定可知 v_i 是 v_1 旋转 θ_i 后得到的。因此 I_i^i 所对应的频谱位置是可以确定的。所以,对空间各对应部分进行相应的逻辑运算就是设置一定的小孔滤波器使运算所要求的 $I_i^i=1$ 所对应的频谱通过。

四、结束语

本文提出的编码方法,使得光学运算有更大的灵活性。但在进行多通道编码时必须考虑光栅的分辨率,否则各频谱有重叠的可能。因光-电混合系统进行编码可以获得100线对以上的编码光栅,因此,采用一般He-Ne激光作为光源,频谱之间不会重叠。这种编码除用于空间变化的光学逻辑运算外,还可应用于光学数字运算。但事先必须对输入信号进行编码,然而考虑到平行运算所获得的大信息的输出,仍不失为一可考虑的方法。

本文工作得到了西北工业大学物理实验室老师的热情帮助,在此谨表示衷心的感谢。

参 考 文 献

1 H. Bartelt, et al.; Appl. Opt., 22, 2519 (1983).

(收稿日期: 1987年11月9日)