

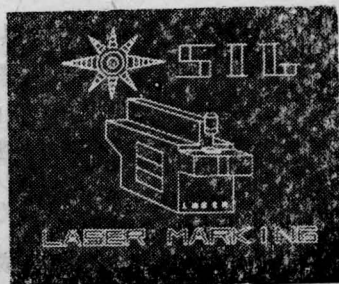
图 3

打出字符及图案的大小可变，字符在空间可旋转。

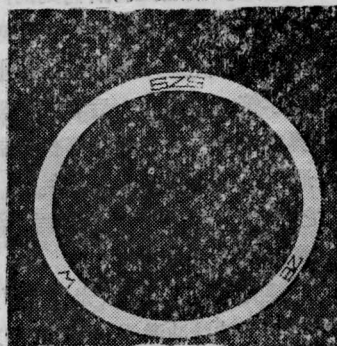
五、性能和特点

YAG 激光刻字机与以往的照相腐蚀法和机械法刻字相比，具有明显的优点。激光刻字是一种非接触加工，不会影响加工件本身的质量；刻写的内容可以永久保持；刻写的图形、字符大小和形状均可变化；它能充分体现图案的细微部分；刻写速度快，每秒可刻线 150 mm；特别重要的是，一些平常不易刻绘的材料或难以刻绘的微小工件，激光刻字均能解决。

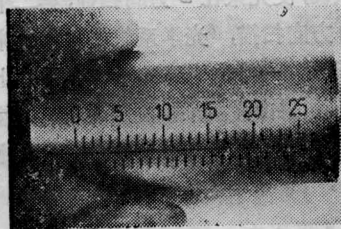
激光刻字的样品照片见图 4。



(a) 硬铝标牌



(b) 轴承



(c) 千分卡套筒

图 4 样品照片

参 考 文 献

- [1] Burton Bernard; *LIA*, 1982, **31**, Icaleo 14.

(上海市激光技术研究所 施亚玲 王唯一
周泽宣 李树森 莫焕明
1985年10月28日收稿)

放电阴极表面的红外光电效应研究

Abstract: This paper reports the characteristics of nonresonant photoelectric signal in a glow discharge tube with a cathode irradiated by CW CO laser beam. It is indicated that the cause of the nonresonant photoelectric effect is the photoelectric emission on the surface of cathode at high temperatures and amplified by the gas discharge.

近来在激光光电流光谱的研究中发现当强激光射到空阴极灯的阴极上，产生一种非共振光电流信

号(PES)^[1]，文献[2]对该现象认为是多光子吸收的光电发射机理。

我们利用低功率 CO 激光辐照低气压辉光放电的阴极,也观察到非共振光电流信号,并测量其基本特性。指出这是气体放电中阴极表面受离子轰击加热下发生的光电子发射。

实验装置和结果

实验装置如图 1 所示。选支 CO 激光束经调制后(1 kHz)辐照到放电管的阴极表面上,所产生的光电流信号 Δi_a (包括 OGE 信号 Δi_{OGE} 和 PES 信号 Δi_{PES})由 XF-01 型选频放大器读出,入射到放电管的激光强度 I 用 SD2490 型激光功率计测量。由于放电管 CaF_2 窗口的反射和吸收,实际辐照到阴极表面的光强比测量值要小 10% 左右。

图 1 下方给出的是实验用的不同结构放电管示

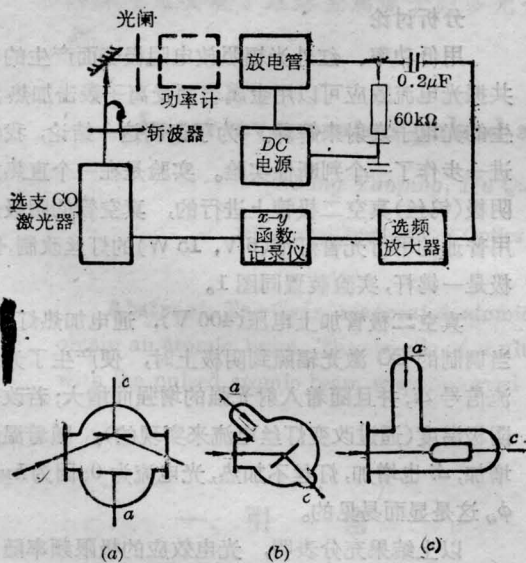


图 1 实验装置及放电管结构示意图

意图。(a)是圆形平行平板电极(电极材料是紫铜-铝);(b)是针-板电极(钨-镍);(c)是针-圆柱电极(分别采用钨-金、钨-铜两种)。

不论何种结构的放电管,在气体辉光放电下,当激光辐照到阴极上时,都观察到非共振光电流效应。本文结果主要是在(c)结构(钨-金)放电管中测得的,放电管电极间距为 4.5 cm。

首先测量了放电的非共振光电流谱和激光波长的关系,典型结果见图 2。和激光通过 He-Ne 毛细管放电时感应的 OGE 谱(图 2a)相比较可以发现,除了气体共振吸收而发生的 OGE 谱线明显增强外,无论纯 He(图 2b)还是 He-Ne(图 2c)气体放电中的 PES 谱都类似于入射到放电管的 CO 激光功率谱

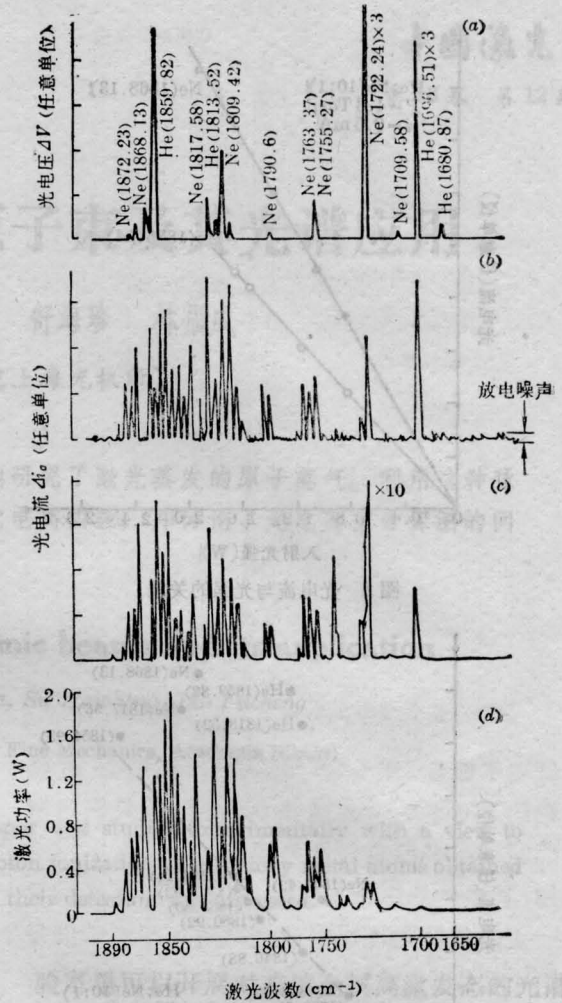


图 2 放电光电流谱和入射激光功率谱

(a) 毛细管放电的气体 OGE 谱(He-Ne 为 10:1, 5.6 Torr);

(b) 纯 He 放电下光辐照阴极时的光电流谱;

(c) He-Ne 放电中光辐照阴极时的光电流谱(10:1, 4.6 Torr);

(d) 入射 CO 激光的功率谱

(图 2d)。这表明 PES 与入射光的波长无关,而强烈地依赖于入射到阴极上的光强。

固定波长,测量了非共振光电流 Δi_{PES} 与入射光强的关系。大量测量结果表明,在本实验的入射光强的水平下,光电流 Δi_a 正比于入射光强,典型结果见图 3。当存在气体与光的相互作用时,单位强度下的光电流 $\Delta i_a/I$ 明显大于 $\Delta i_{PES}/I$,因为它增加了气体吸收跃迁产生的 Δi_{OGE} 。

因此放电管的光电流可表示为:

$$\Delta i_a = \Delta i_{OGE} + \Delta i_{PES} \quad (1)$$

实验发现,放电阴极上发生的 i_{PES}/I 几乎与波

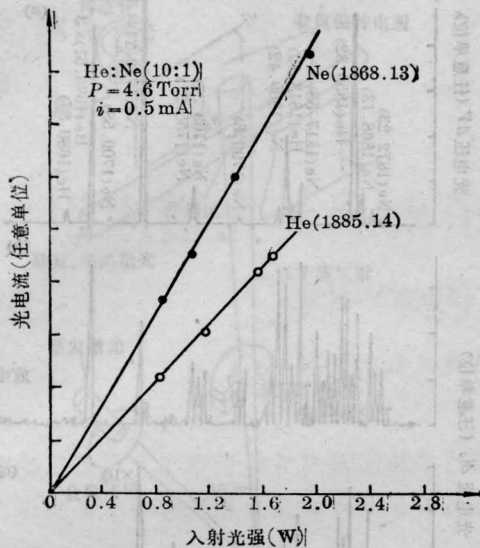


图3 光电流与光强的关系

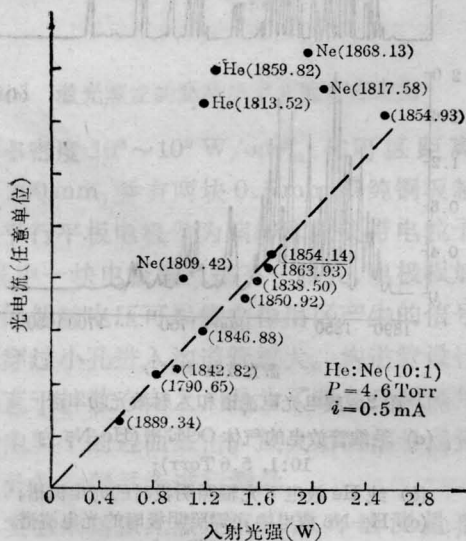


图4 $\Delta i_a/I$ 与波长的关系

长无关, 见图4。这主要是入射光波长变化范围不大的缘故。然而 i_{PBS}/I 对放电电流、气体成分、气压却十分敏感, 如 He-Ne 放电中的 i_{PBS}/I 就显著比纯 He 的大, 而且, 随着放电电流的增大, $\Delta i_{PBS}/I$ 也线性增长, 图5给出的是记录仪记录的放电电流与光电流的典型关系。

我们在气体 He-Xe 以及某些有机分子气体 (C_2H_5OH 、 NH_3 、 CH_3OH 、 CH_3COCH_3) 放电中也都观察到非共振光电流信号。但对真空放电管, 加上大于气体放电时的电场, 就观察不到光电流信号, 足以表明这种非共振光电流效应是气体放电的结果。

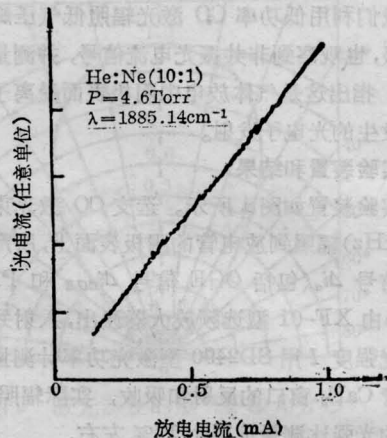


图5 非共振光电流随放电电流的变化

分析讨论

用低功率、红外光辐照放电阴极表面产生的非共振光电流效应可以用金属表面受离子轰击加热发生的光电子发射来解释。为了证明这一结论, 我们进一步作了一个判断性实验。实验是在一个直热式阴极(钨丝)真空二极管上进行的, 真空管的阴极是用普通的平行光管灯泡(6 V, 15 W)的灯丝改制, 阳极是一钨杆, 实验装置同图1。

真空二极管加上电压(400 V), 通电加热灯丝, 当调制的 CO 激光辐照到阴极上时, 便产生了光电流信号 Δi , 并且随着入射光强的增强而增大; 若改变阴极温度(通过改变灯丝电流来实现的), 随着温度增加, Δi 也增加, 灯丝不加热, 光电流为 0, 因为 $h\nu \ll \phi$, 这是显而易见的。

以上结果充分表明, 光电效应的极限频率随着阴极表面温度升高而发生红移, 当温度足够高时, 金属表面层的自由电子也能吸收红外光子而逸出金属表面。因此, 气体放电中阴极表面在离子轰击下也有可能发生红外光电效应。

综上所述, 气体放电中激光辐照阴极表面而产生的非共振光电流效应, 实质上是阴极表面在高温下的光电子发射, 并通过气体放电被放大的结果。

王世尧同志制作了各种放电管, 在此表示感谢。

参考文献

- [1] Norman, J. Davichi; *Appl. Opt.*, 1982, 21, 1463.
- [2] 殷立峰等; 《光学学报》, 1984, 4, No.11, 994.

(中国科学院上海光机所 归振兴 张顺怡
沈挂荣 王润文 1985年11月6日收稿)