

但我们在实验中发现,激光经过已预加电压的辅助电极时,便引起放电(聚焦后的激光功率密度可达 1.5×10^5 瓦/厘米²,当辅助电压在 2.25 千伏以上时,电场强度为 4×10^6 伏/米)。这一事实说明,在激光尚未到达试样以前,辅助电极已提前放电,其放电不是由于蒸气云的激发而是由于强激光的激发,这对于充分利用蒸气云是十分不利的,辅助电极放电相当于一个爆炸式的脉冲电弧放电,它产生的高压高温气团将阻碍蒸气云进入电极间隙。采用辅助电极延时加压,让蒸气云浓度最大部分进入到电极间隙时,电极再加压放电,这样就可充分利用蒸气云,大大提高了分析灵敏度。而且由于采取延时加压措施,使它能够通过高电压小电容的方式提高火花激励的功率,使其能量能得到有效的利用。由于电容减小,放电时间缩短,从而降低了谱线背景和试样烧伤的面积,这也使得灵敏度进一步提高。

经过试验和推算,我们得出延迟时间在 300~800 微秒之间较为适宜^[1]。

实现辅助电极延时加压的方法有多种, I 型是

在辅助放电回路中增设附加延时放电间隙,用与氙灯点燃同样的电路,只不过这个点燃时间是可控的。这种方法比较简单,但实验中发现有两个缺点。一是间隙放电能量损耗较大,二是当辅助电极在 3000 伏以上时,延时间隙会发生自放电现象,使延时加压失去控制。后来我们将它由放电间隙控制改为用 1011 型激光开关管控制,这样减小了能量损耗,高压下也不会发生自放电现象。

由于对 II 型仪器采取了一系列改进措施,使仪器的各项技术性能比 I 型仪器有很大的提高,其主要技术指标与民德新产品 LMA-10 型仪器相近。

参 考 文 献

- [1] “WJX- 型激光显微光谱分析仪鉴定资料汇编”,合肥工业大学,1978. 9.

(合肥工业大学 龚维纯

1982 年 3 月 2 日收稿)

激光退火的一点笔记

Abstract: Cooling rate being an important parameter for laser annealing is estimated approximately to be proportional to $\tau^{-3/2}$ (τ indicates the pulse duration) under the condition of constant input energy. When τ goes from 25 ns to 25 ps, however, the cooling rate increases only by about an order of magnitude by our calculation.

半导体激光退火、激光诱导表面沉积杂质的扩散、激光感应材料相变等应用研究中,都需要了解激光作用后材料的降温速率。使用毫微秒激光脉冲可以使多晶铝表面形成一薄薄的非晶层^[1],用微微秒激光脉冲既能使硅单晶形成非晶,也能使非晶变成具有多层结构的晶态物质^[2,3]。简单理论指出,脉冲愈短,降温速率愈高,估算在微微秒的脉冲作用下降温速率会达 10^{14} K/秒。但事实上我们用热熔化模型计算的结果是,可能达到的降温速率要比这个数值低三个数量级。

解一维的热传导方程可以得到材料表面的温度与时间的关系

$$T = \frac{2F\sqrt{\kappa t}}{K\sqrt{\pi}}, \quad 0 < t < \tau \quad (1a)$$

$$T = \frac{2F\sqrt{\kappa}}{K\sqrt{\pi}}(\sqrt{t} - \sqrt{t-\tau}), \quad t > \tau \quad (1b)$$

其中 F 为被吸收的能量; K 为材料的热导率; κ 为热扩散系数; τ 为激光脉冲宽度。由(1b)不难看出,在等功率的激光束作用后,材料的降温速率正比于 $\tau^{-1/2}$,而在等能量的激光束作用后,降温速率正比于 $\tau^{-3/2}$ 。

在超短脉冲作用下,由于热扩散长度 $\sqrt{2\kappa\tau}$ 与材料的吸收长度相接近,材料表面层的吸收就必须考虑,薄层内的吸收等效于热传导中的热源。这时热传导方程没有解析解而要用差分作近似计算。

文献[4]假定射到硅表面的激光能量为 1 焦耳/厘米²,激光波长为 6943 Å,脉冲宽度为 25 毫微秒,

其计算结果为: 升温速率为 6×10^{10} °C/秒, 降温速率为 8×10^9 °C/秒。

按照上面的估计, 如果用相同的能量而脉冲宽度压缩为 25 微微秒, 则降温速率可以达 $2.5 \times$

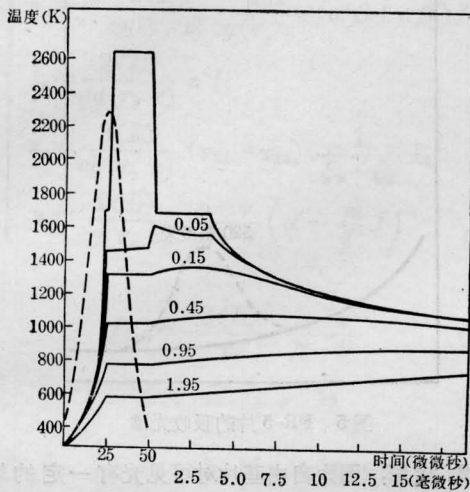


图1 晶态硅表面各层的温度与时间的关系曲线
(曲线旁标出该层与表面的距离, 单位为微米)

10^{14} °C/秒。

我们运用[4]的计算方法与数据, 并假定在材料气化时, 入射光被屏蔽, 计算了脉冲宽度为 25 微微秒的情况下硅表面层的温度变化结果, 如图 1 所示。由图可见(注意时间标尺的变化), 在此脉冲作用下, 升温速率约 10^{14} °C/秒, 降温速率为 10^{11} °C/秒。

由此可见, 当脉冲宽度由 25 毫微微秒变为 25 微微秒时, 降温速率只提高十几倍。另外, 由图可见, 具有较大降温速率的表面层的厚度小于 1500 \AA , 这一点与实验是一致的[3]。

参 考 文 献

- [1] P. Mazzoldi *et al.*; *Phys. Rev. Lett.*, 1980, **44**, 88.
- [2] P. L. Liu *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1979, **34**, 864.
- [3] P. H. Liang *et al.*; *Appl. Phys.*, 1981, **A26**, 39.
- [4] R. O. Bell *et al.*; *Appl. Phys.*, 1979, **19**, 313.

(中国科学院上海光机所 梁培辉 陈奕升
上海科技大学毕业生 曹思华
1982年9月17日收稿)

一种新型激光实时显示及记录介质

Abstract: Free radical films have high resolution and sensitivity. Studies of the films in recent years and some of their applications are reported.

一、引言

随着激光技术的发展, 无论在激光信息处理或激光器的研制中, 都迫切希望发展能实时显示并能记录、操作简单的信息记录材料。光色材料[1]虽能实时显示, 分辨率也很高, 但长期保存图象有困难, 而且灵敏度也比较低。光导热塑料[2]虽然有高的灵敏度, 能长期保存图象, 并能近似于实时显示, 但需充电、加热等, 操作使用不方便; 同时, 由于生成的图象是霜面象, 直观观察困难。自由基片是在 50 年代末期发展起来的一种有机非卤化银感光材料[3], 它是基于感光层在光作用下能产生自由基, 而自由基是化学上比较活泼的物质, 能与感光层中的成色剂反应生成染料, 从而记录图象。它具有干法操作, 分辨率高等优点。近年来, 我们对几种自由基片进行了研究, 在激光器研制, 激光大屏幕显示及全息照相等方面进行了初步应用, 证明自由基片是一种有前途

的激光实时显示及记录材料。

二、自由基片的结构

自由基片的结构见图 1, 其中 1 是感光层, 2 是片基, 片基根据需要可以用玻璃及涤纶片基。

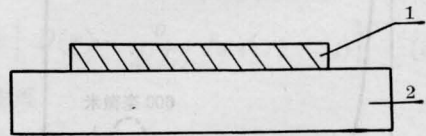


图1 自由基片的结构

三、成象步骤

自由基片的成象方法有很多, 本文主要介绍两步成象法, 过程见图 2。

四、性能

1. 颜色: 当激光束投射到自由基片上后, 无需显影, 立刻在无色或浅黄色的背景上产生颜色变化。不同的片子, 可以得到不同的颜色。FR-1、FR-2 及