

## 激光诱导石墨蒸汽羽的时/空分辨光谱分析\*

赵建荣

Peter K. Schenck

(中国科学院力学研究所, 北京, 100080)

(NIST, USA)

激光沉积陶瓷薄膜是获取高技术薄膜(如超导薄膜)的新方法。激光诱导的材料蒸汽羽的光谱分析对形成薄膜性质的判断和激光与材料相互作用机理的研究都具有重要意义。为分析简单起见,我们用石墨作为靶材,用YAG激光器、真空室和OMA系统实现了不同能流密度条件下蒸汽羽的时/空分辨的光谱分析,得到如下的结果:

1. 在  $300\text{J}/\text{cm}^2$  能流照射下,首先出现  $\text{C}^{++}$  和  $\text{C}^+$  的强发射,然后是受激  $\text{C}_2$  的发射。最强发射出现在靶面上方  $0.5\sim 1\text{mm}$  处并随高度增加离子相对辐射变强而在  $4\text{mm}$  高处,  $\text{C}_2$  的发射消失。

2. 在  $17$  和  $33\text{J}/\text{cm}^2$  时,光谱发射大同小异。在蒸汽羽的连续发射谱上叠加了冷  $\text{C}_2$  的强吸收谱,然后出现热  $\text{C}_2$  的发射。而在靶面上方  $1\sim 1.5\text{mm}$  处,冷  $\text{C}_2$  的吸收消失,出现了  $\text{C}^+$  的发射和以后的热  $\text{C}_2$  的发射。随高度的增加,  $\text{C}^+$  的发射持续时间延长。

3. 在  $0.2, 0.3$  和  $0.4\text{J}/\text{cm}^2$  下,没有蒸汽羽出现而代之以靶面上的以类黑体辐射。可由此判断靶面照射区温度随时间的变化。

4. 估算了粒子运动速度。在  $300\text{J}/\text{cm}^2$  下为  $10^6\text{cm}/\text{sec}$  量级,电离使越高的粒子运动速度越快并且与距靶面高度和能流密度有关。

与其它有关结果作了比较,并对照有关的蒸汽羽动力学模型对这些现象提出初步解释。

## Er:YAG $^4\text{I}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{13/2}$ 激光跃迁的动力学过程研究

林远齐 杨宝成 林平 祝生祥 葛亮 沈仲钧

(华东师范大学物理系, 上海, 200062)

Er:YAG中 $\text{Er}^{3+}$ 离子的 $^4\text{I}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{13/2}$ 跃迁产生的受激辐射振荡能发射 $2.938\mu\text{m}$ 激光,它被生物细胞组织中的水有效地吸收,因而这种激光可发展成很理想的医用激光器。对 $\text{Er}^{3+}$ 的 $^4\text{I}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{13/2}$ 跃迁形成的激光振荡过程的动力学问题进行研究,将有助于提高Er:YAG晶体的生长技术和质量,改善Er:YAG激光器的性能。

$\text{Er}^{3+}$ 的 $^4\text{I}_{11/2} \rightarrow ^4\text{I}_{13/2}$ 激光过程,是一种四能级系统的过程。但在该系统中,激光上能级 $^4\text{I}_{11/2}$ 的寿命仅约 $100\mu\text{s}$ ,而下能级 $^4\text{I}_{13/2}$ 的寿命却约为 $2\text{ms}$ ,使这两个能级的粒子数及转的实现带来了困难,然而该系统中 $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{15/2}$ 的辐射能量与 $^4\text{I}_{13/2} \rightarrow ^4\text{I}_{3/2}$ 的跃迁能量极为相近,于是晶体中的激活离子间可发生能量共振转移,该过程的结果即可加速激光下能级粒子数的抽空,又能增强上能级粒子数的泵浦,从而有利于粒子数反转。

\*本工作是第一作者在美国 National Institute of Standards and Technology 作访问学者时在 Dr Schenck 的实验室里共同完成的,获准国内发表。