

利用脉冲可调谐染料激光器 进行钕光电流谱测量

殷立峰 景春阳 张桂燕 崔俊文

(中国科学院上海光机所)

提要: 利用脉冲可调谐染料激光器在 5630~6100 埃波长范围内测得了 76 个钕跃迁, 其中包括 15 个一价钕离子跃迁的光电流谱, 观测了钕光电流谱讯号的特性和瞬态波形。

Measuring optogalvanic spectrum of neodymium using a pulsed tunable dye laser

Yin Lifeng, Jing Chunyang, Zhang Guiyan, Cui Junwen

(Shanghai Institute of Optics and Fine Mechanics, Academia Sinica)

Abstract: A pulsed tunable dye laser was used to measure the optogalvanic spectrum of 76 transitions of neodymium, among them 15 are from NdII. The transient waveform of the optogalvanic signal was observed.

我们利用脉冲可调谐染料激光器和商品氙-钕空心阴极灯第一次测量了钕的光电流谱, 获得的结果表明, 光电流谱技术是一种研究复杂结构元素原子光谱的有力工具。

图 1 是实验装置示意图。YAG 倍频泵浦的脉冲染料激光器作为激励光源, 波长调谐范围为 5630~6100 埃, 峰值功率为 2~3 百千瓦, 脉冲半宽度为 3 毫微秒。氙-钕空心阴极灯是上海电光器件厂的产品, 在脉冲光电流光谱测量中, 需要用高稳定度的空心阴极灯电源供电。光电流讯号是利用示波器直接检测的。

用已知氙跃迁的光电流谱讯号和汞灯进行频率定标, 并用 M. I. T 波长表^[1]对测得的光电流谱进行了辨认, 结果在 5630~6100

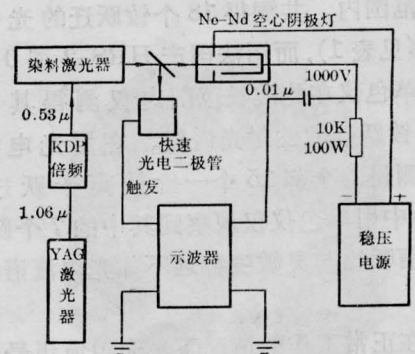


图 1 钕光电流谱测量装置示意图

埃波长范围内共测得 76 个 M. I. T 表列钕跃迁的光电流谱, 其中有 15 个跃迁可明确辨认为属于一价钕离子的跃迁。离子的光电流

收稿月期: 1983 年 4 月 27 日。

表 1 在 5700~5760 埃波长范围内的铽光电流谱测量结果

波 长(埃)	5701.6	5702.2	5706.2	5707.4	5708.3	5718.1	5723.9	5726.8	5727.9
光电流谱测量相对强度	20	20	40	20	30	25	40	20	15
发射谱相对强度	2.5	2.5			4.5		1	2	5

波 长(埃)	5731.8	5738.9	5740.9	5742.1	5743.2	5744.8	5746.9	5753.5	5755.2
光电流谱测量相对强度	40	20	10	10	10	20	10	20	20
发射谱相对强度	3.5	2	1.5	3	3	2		4	

表 2 一价铽离子的光电流谱

波 长(埃)	5668.9	5688.5	5698.9	5702.2*	5706.2	5708.3*	5718.1	5726.8*
相应跃迁 (厘米 ⁻¹)	11392 ~29027	7950 ~25524	12460 ~30002	6005 ~23537	7525 ~25045	6932 ~24445	11373 ~28857	8420 ~25877

波 长(埃)	5740.9*	5743.2*	5744.8*	5770.5	5865.0	5890.5*	5932.1	
相应跃迁 (厘米 ⁻¹)	9358 ~26772	10337 ~27744	7950 ~25352	8716 ~26041	11373 ~28419	10337 ~27307		

注: 打 * 号的是在发射谱中也测量到的。

谱一般不太容易观察到, 过去仅有人观察过 Ba⁺(5853.7 埃和 6141.7 埃)及 Eu⁺(6049.5 埃和 6303.4 埃)和几个 U⁺ 的光电流谱。此外, 还测得了相当数目不属于 M. I. T 表列氦和铽跃迁的未知光电流谱, 它们的来源还需要进一步进行研究。

铽光电流谱检测灵敏度和信噪比大大优于一般的发射光谱测量。例如在 5700~5760 埃的范围内, 共测得 18 个铽跃迁的光电流谱线(见表 1), 而用法国产 HRS-2 型 0.6 米光栅单色仪在此波长范围内仅测得其中的 11 个铽跃迁的发射光谱线。在用光电流光谱法测得的全部 15 个一价铽离子跃迁(见表 2)中用单色仪仅观察到其中的 7 个跃迁, 并且信噪比与灵敏度都远不如光电流谱检测法好。

在正常工作的情况下, 光电流讯号应正比于激光功率, 图 2 是光电流讯号随激光功率变化的曲线。除了起始段外, 铽的光电流讯号随激光功率的变化基本上是线性的。我们所测得的全部铽光电流谱和大部分氦光电流谱都没有出现饱和, 基本变化规律与图 2(a) 所示的相同。一部分跃迁截面很大的

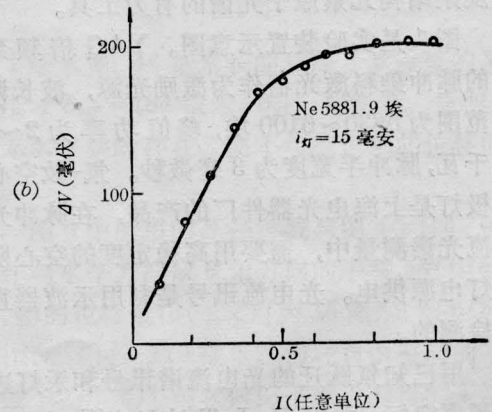
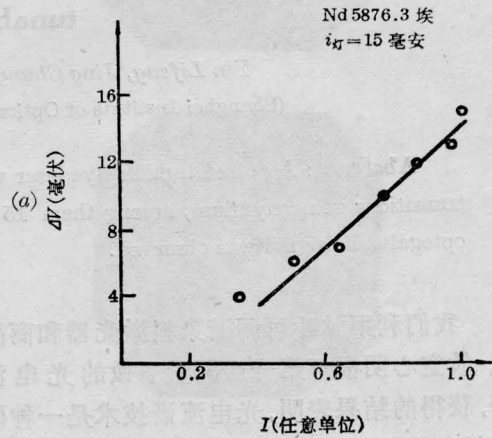


图 2 光电流讯号随激光功率的变化曲线
(其中的光电流讯号单位是同一单位)

氖光电流谱讯号在激光功率足够大时出现了饱和现象,其变化规律见图 2(b)。

光电流讯号幅值随放电管电流的变化基本上也是线性的。图 3 分别是氖和钽的光电流讯号幅值随管电流的变化曲线。

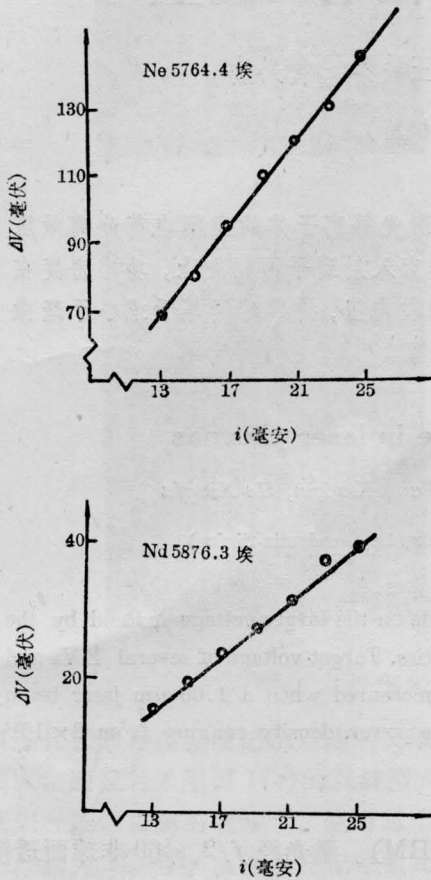
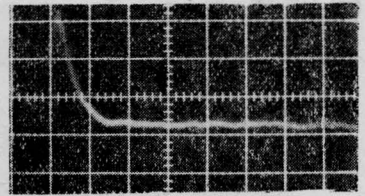
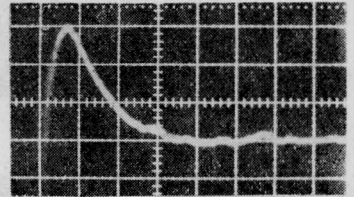


图 3 氖和钽光电流讯号幅值随空心阴极灯电流的变化曲线
(测量时激光功率保持不变)

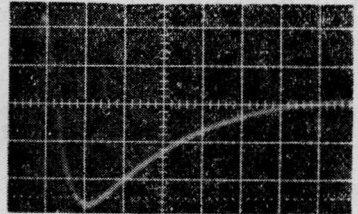
图 4 显示了光电流讯号的瞬态波形。其中 Ne 的二种典型瞬态波形特征与过去报导过的结果是一致的^[2]。钽光电流谱讯号瞬态波形的半宽度均为微秒数量级。全部钽的光电流谱讯号的瞬态波形都具有如图 4(a) 或 (b) 所示的情形, 没有如图 4(c) 所示的波形, 尽管有相当一部分钽跃迁的下能级是亚稳态能级。



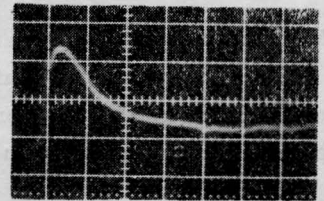
(a)



(b)



(c)



(d)

图 4 钽和氖的光电流讯号瞬态波形
(a) 钽 5876.3 埃; (b) 钽 5776.1 埃; (c) 氖 5881.9 埃(它的下能级是亚稳态 $1S_0$); (d) 氖 6046.2 埃 图中的时标为 5 微秒/格

本文是在王之江研究员和林福成副研究员的指导下完成的; 实验中所用的空心阴极灯电源是由上海科技专科学校的陈社东同志装制的, 在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- [1] G. R. Harrison; "M. I. T. Wavelength Table of 100,000 Spectrum Line", New York, 1969.
- [2] G. Erez et al.; *IEEE J. Quant. Electr.*, 1979, QE-15, 1328.