

4. Zn 原子の低エネルギー電子衝撃による励起・発光

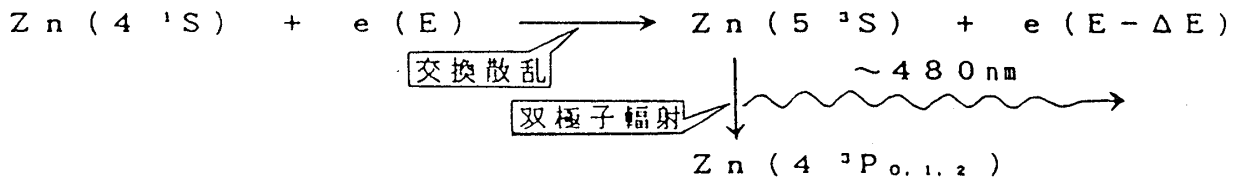
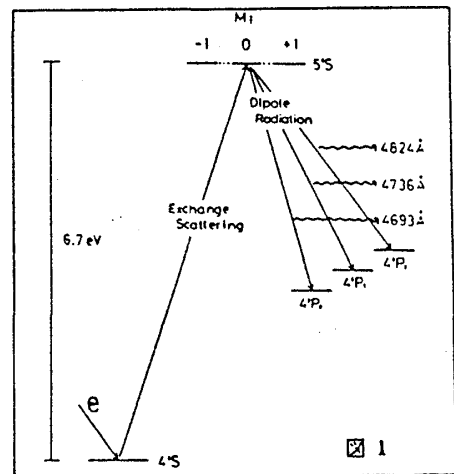
高井 潔

[目的]

Zn 原子線に低エネルギーの電子線を衝突させ、Zn を励起・発光させ、そのスペクトル強度から散乱断面積の入射電子のエネルギー依存性を求める。これは、スピン偏極電子線の偏極度の測定の子備実験である。

[原理]

Zn の基底状態は、 4^1S である。これを電子衝撃によって 5^3S に励起させる。このしきい値は、約 6.7 eV である。このとき、主に交換散乱が起こっていると思われる。 5^3S から $4^3P_{0,1,2}$ の状態に遷移するとき、双極子輻射により約 480 nm の光子を放出する。入射電子のエネルギーを変えて発光スペクトルの強度を測定する。



[実験]

金属亜鉛粒を入れた原子炉の温度を $400 \pm 2 (^\circ\text{C})$ に加熱し、炉のノズルより原子線を噴出させた。その圧力は、約 $1 \times 10^{-1} \text{ Torr}$ と推定される。これにエネルギー $5 \sim 200 \text{ eV}$ 、電子電流 $3 \sim 30 \mu\text{A}$ の電子線を衝突させ、実験を行った。発光スペクトルは、分光器 (分散: 1000) で分光し、光電子増倍管 (浜松フォトリニクス R464) で検出した。

[結果]

上記の装置 (図2) で目的としているスペクトルを分光したものが、図3である。これからも分かるように、3本のスペクトルが分光出来ている。この3本のスペクトルの強度比は、理論的には、 $1:3:5$ であり、表1のように、実験的に求めた値とほぼ一致する。

次に、本来の目的である発光スペクトル強度の、入射電子のエネルギー依存性であるが、図4のような結果を得た。しきい値は実験的に 7.6 eV を得た。理論的には 6.7 eV であるが、空間電荷やコンタクトポテンシャルのことを考慮すれば、かなり良い値であると言える。また、図4の右下がりの部分を両対数にとったものが図5のグラフである。この直線の傾きは -2.6 であり、Ochkur近似では -3 になるはずである。この値に近いということは、 4^1S から 5^3S への励起は、交換散乱が支配的であると考えられる。このことは、本来の目的である、電子スピン偏

極度の測定には、重要なことである。

[結論：電子スピン偏極度の測定法への応用の可能性]

入射電子のエネルギーが約10 eVでZnと衝突させたとき、 $4^1S \rightarrow 5^3S$ の励起は交換散乱が支配的である。 $M_J = 0, M_J = \pm 1$ の各縮退した状態への遷移確率は偏極度に依存し、それぞれ、 $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}(1 \pm P)$ となる。今、簡単のために $5^3S \rightarrow 4^3P$ の遷移で説明する。量子化軸方向から観測すると $\Delta M_J = 0$ の遷移は、観測できない。 $\Delta M_J = \pm 1$ の遷移は、それぞれ左右の円偏光をしている。左右それぞれの円偏光の強度が入射電子のスピンの向きに対応しており、これを測ることにより、電子の偏極度Pを知ることができる。

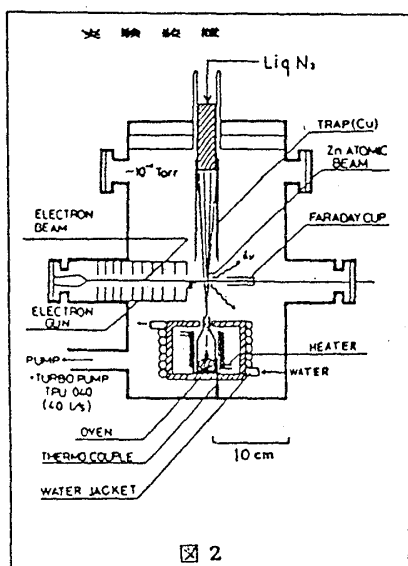


図 2

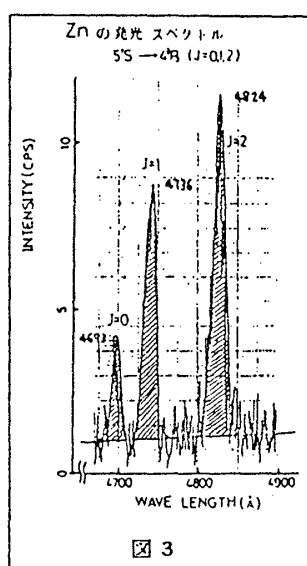


図 3

$5^3S \rightarrow 4^3P$

J	INTENSITY		THEO.
	EXP. (counts/3min)	RATIO	
0	2481	1.05	1
1	6403	2.78	3
2	11657	5.00	5

表 1

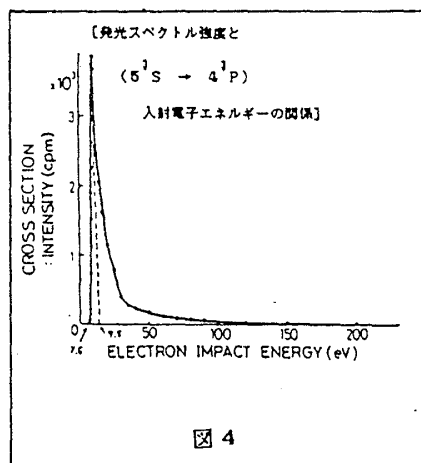


図 4

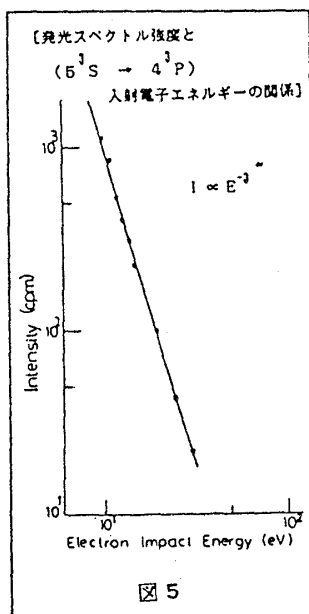


図 5

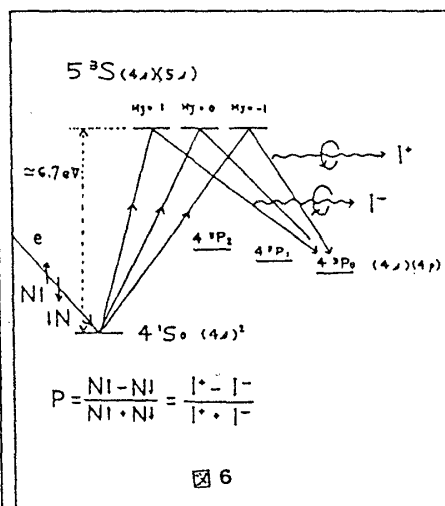


図 6

<参考文献>

M. Eminyan "Optical Measurement of Free-Electron Polarization"

Phys. Rev. Lett. 45. 1171 (1980)

V. I. Ochkur "The Born-Oppenheimer Method in the Theory of Atomic

Collisions" Soviet Phys. JETP 18. 508 (1964)