

No. 25 Sb II, Sb III 及び Bi II のスペクトルについて(第1報)

村川 梨・諏訪繁樹

(1947年5月28日受理)

1. ま え が き

Sb の原子核を Sb II のスペクトルによつて研究することは既にいくらかの人によつて實行されている。然しその目的に對しては、Sb II のスペクトルの系列關係が正確にわかつていなければならない。所が、Sb I のスペクトルが相當に複雑であるために、これに關して今迄に發表されているものは不完全なものばかりである。著者はこの點を多少なりとも是正するために Sb II の分析を試みている間に、相當に興味のある現象に當面したので、ここで報告して同好の人士の御参考に供したい。Sb II を研究するついでに、Sb III も研究し、又、Sb II をしらべるのに是非とも参考にしなければならぬ Bi II のスペクトルについても以前の人の仕事を補足したから、これらのスペクトルについても報告する。但し我々の研究問題の主體は、あく迄も、Sb II であつて、Sb III 及び Bi II は從屬的な問題に過ぎない。

2. Sb II のスペクトルのタームの結合

Sb II のスペクトルは Badami⁽⁴⁾ により始めて分析された。Badami はその HFS (超微細構造) をしらべて Sb¹²¹ は $I=5/2$, Sb¹²³ は $I=7/2$ であると結論した。Tolansky⁽⁵⁾ も Sb II の HFS をしらべて、Sb の二つの isotope は何れも $I=5/2$ であると結論したが、これはその後の人々によつて支持されていない。

Lang 及び Vestine⁽⁶⁾ (今後これを L&V と引用する) は Sb II のスペクトルの波長を測り、タームの結合を發表した。これよりも少し以前から著者は Sb II のスペクトルの分析を行いつつあつたが、著者の結果は波長に關しては L&V と異なる點はないけれど、最

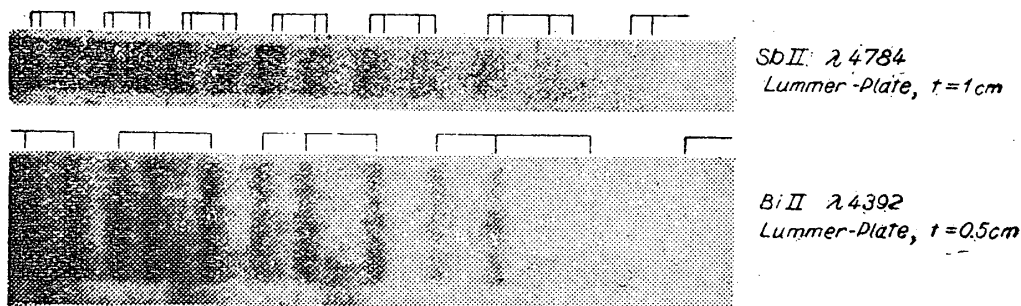
も重要なタームの結合に關して異なる點が少くないことがわかつた。

Badami は Sb を入れた中空陰極の微光放電を試みたが、Sb II のスペクトルを強く發生させることができないので、普通の火花放電によつてこれを發生させた。著者はネオンを満した管の中で Sb を含んだ中空の陰極に微光放電を行わせることにより Sb I 及び Sb II スペクトルを極めて強く發生させることができた⁽³⁾。Bi II についても同様である。第1圖は著者の撮影したスペクトル線の尖鋭度の一例を示すものである。

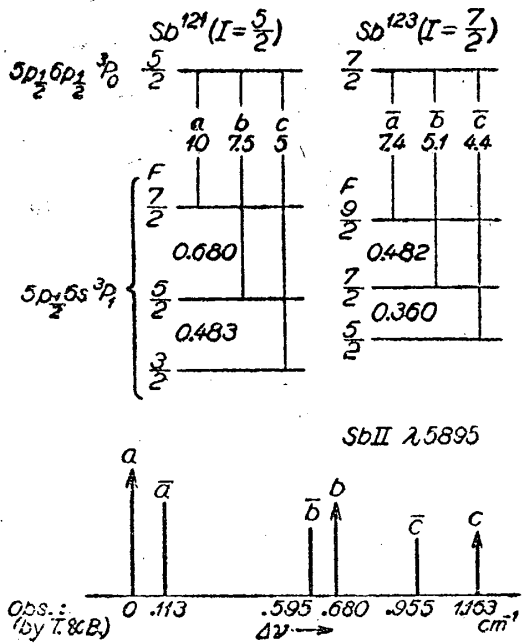
Sb II のスペクトルは高周波の無極放電でも強く發生することができる筈である。著者は、最近、平面格子と 4m の凹面鏡とにより相當に大きな分散度を得たから、無極放電から出てくる Sb II のスペクトルをこのスペクトログラフで撮影して HFS をしらべる準備をしている。

原子スペクトルの結合をしらべるのに HFS を利用すると正確な結果が得られる。L&V の結果に間違ひの多いことは HFS を全然考慮に入れないで波數の偶然的規則性に頼つているのにあると思われる。これに反して著者は HFS によりタームの結合を決定することに主力を注いだ。但し著者の HFS の測定の精度は Tolansky と大差がないので彼のデータを利用し、彼の測定表にない線についてだけ著者自身の測定結果を用いた。

HFS を用いてタームの結合を決定する詳細なデータについて述べることは紙數の制限のため不能であるが、その一例を第2圖及び第3圖に示す。λ 6910 の HFS とにらみ合わせて $6p^1P_1$ の構造を決定し、これ



第1圖 干渉計による撮影の一例



第2圖 Sb II λ 5895 の HFS

を λ 5895 (T mboulian 及び Bacher の測定結果を採用) の構造と組合せて λ 6053 の HFS を計算すると、實驗誤差の範圍で測定値と一致する。この事實は λ 5895 のターム結合を我々が正しく決定した證明となる。Krishnamurty⁽⁷⁾ は L & V の仕事を少し擴張して λ 5895 を $6s^3 P_0 - 6p^3 D_1$ と解釋したが、その結論に到達するのに何等確信的な根拠は無いのである。

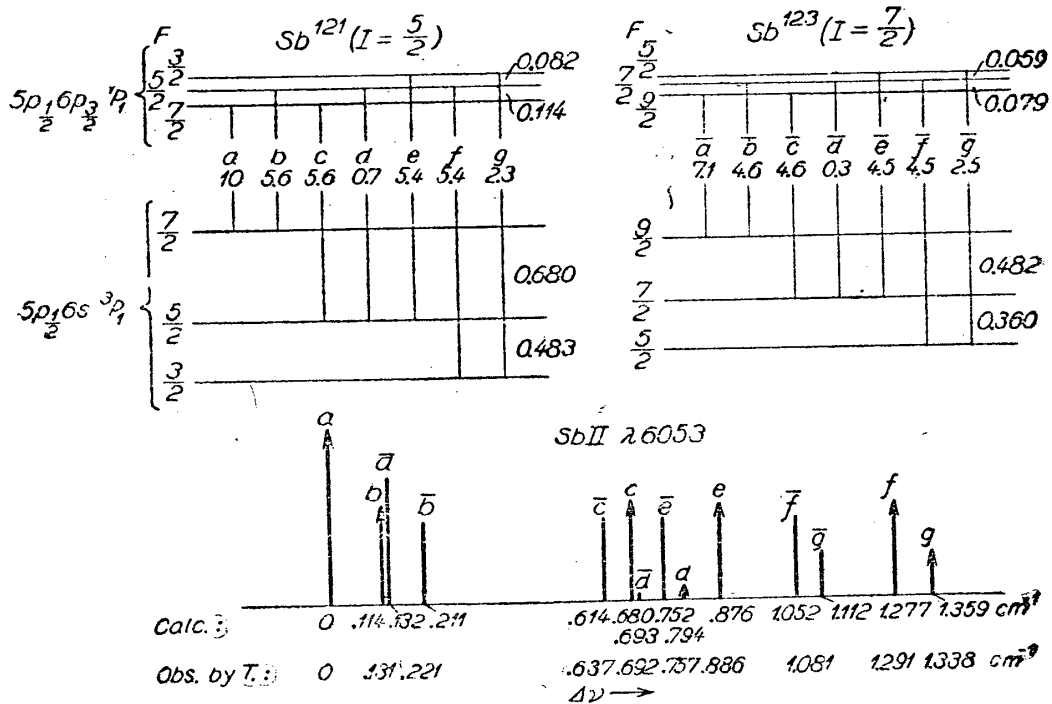
以上述べた方法で Sb II のタームの結合を決定すると、L & V のそれは約 1/3 は訂正を要することがわか

る。その他、L & V の Sb II スペクトルの表には Sb I 及び Sb III に屬する線も含まれている。これらを消去して正確なタームの結合だけを集め、更に我々が新しく決定したものを加えると、第1表のようになる。但しこの表にはタームの結合はわからないでも相當の強度を持つ線も、便宜のため、記入してある。そのうちで最も強いのは λ 4784 である。この線は空氣中の Sb のスパークでは餘り強くないが、ネオンの中で中空陰極放電を行うと、斷然、頭角をあらわすものである。その FHS は Badami も Tolansky も發表していないが、次に記すように少くとも 4 本の成分から成っている。(括弧の中は強度)：

$$0(10), 0.057(5), 0.171(5), 0.234(5) \text{ cm}^{-1}.$$

但し強度 10 の成分よりも赤に近い側に弱い成分があるらしいが、測定が困難なので、省略した。

第1表により Sb II のタームの値を計算することができる。 $ns^3 P_1$ の系列に注目し、 $4f$ のタームの位置ともならみ合わせて、 $6s^3 P_1 = 63793.5 \text{ cm}^{-1}$ と決定した。そうすると Sb II の最低状態 $5p^3 P_0$ の値は 133 327.5 となる。我々のデータもタームの絶対値を決定するには稍不充分であつて、約 500 cm^{-1} の誤差はあるかも知れない。L & V は $5p^1 D_2$ と $6p^1 D_2$ とが系列を作るとの主張を基礎として $5p^3 P_0 = 150000$ なる値を得た。この決定方法が不確實で大き過ぎる値を與えることは火を見るよりも明かである。Bi II では⁽¹²⁾ 最低状態 $6p^3 P_0$ は 134600 なる値を有し、我々の決定した Sb II の最低状態よりも大きな値を持つている



第3圖 Sb II λ 6053 の HFS

第1表 Sb II スペクトル

Int.	λ	ν	Term Combination	Int.	λ	ν	Term Combination
2	7163.50	13955.8	5d ³ F ₂ - 7p ³ D ₁	15	4604.77	21710.5	7p ³ D ₁ - 6d ³ F ₂
4	8815.38	14456.1	6s ¹ D ₂ - 6p ³ P ₁	20	4599.09	21737.4	
4	6842.86	14609.5	5d X - 6p ³ S ₁	30	4596.90	21747.7	
6	6808.67	14687.5	6s ³ P ₀ - 6p ³ D ₁	6	4594.93	21757.0	7p ³ D ₁ - 6d ¹ P ₁
2	6778.75	14749.5	6s ³ P ₁ - 7p ³ D ₁	15	4514.50	22144.7	
3	6713.60	14891.0	5d ³ F ₂ - 6p ³ D ₃	12	4506.92	22181.9	6s ³ P ₁ - 6p ³ D ₂
7	6529.43	15080.0	6s ³ P ₂ - 6p ³ P ₁	5	4431.87	22557.5	7p ³ D ₁ - 8s ³ P ₁
2	6503.26	15243.2	sp ³ P ₀ - 6p ³ S ₁ ?	12	4411.42	22662.1	
6	6417.3(T)	15577.4	6s ³ P ₂ - 7p ³ D ₁	12	4344.63	23009.4	
1	6319.76	15819.0	6p ³ D ₃ - 6d ³ D ₂ ?	3	4332.64	23074.2	5d ³ D ₂ - 7p ¹ P ₁
5	6302.784	15861.68	6s ¹ P ₁ - 6p ³ P ₂	20	4314.32	23172.1	
3	6186.00	16161.1	sp ³ P ₁ - 6p ³ S ₁	3	4283.88	23336.8	6p ³ D ₁ - 6d ¹ D ₂ ?
20	6154.945	16242.61	7p ¹ P ₁ - 6d Y	8	4260.55	23464.6	6s ³ P ₁ - 6p ³ S ₁
50	6137.30	16289.3		20	4219.07	23695.2	sp ³ D ₃ - 6p ³ D ₃
30	6079.797	16308.59	7p ³ P ₀ - 8s ³ P ₁ ??	15	4195.17	23830.2	sp ³ D ₃ - 6p ³ P ₂
20	6053.411	16515.05	6s ³ P ₂ - 6p ³ D ₃	15	4140.54	24144.6	sp ³ D ₂ - 7p ³ D ₁
100	6005.210	16647.60	6s ³ P ₁ - 6p ³ P ₁	4	4133.63	24185.0	
1	5981.42	16713.8	6s ³ P ₀ - 6p ³ P ₁	4	4111.24	24316.7	6s ³ P ₁ - 6p ³ D ₂
3	5917.77	16823.6	sp ³ P ₁ - 6p ³ D ₂	8	4104.68	24355.9	sp ³ D ₁ - 7p ³ D ₁
2	5901.20	16941.0	7p ¹ P ₁ - 6d ³ P ₂	8	3985.98	25080.9	sp ³ D ₂ - 6p ³ D ₃
10	5910.64(S)	16914.0	6s ³ P ₀ - 6p ³ P ₁	2	3980.98	25112.3	sp ³ D ₃ - 6p ³ S ₁ ??
15	5895.09	16958.6	6s ³ P ₁ - 6p ³ P ₀	10	3964.75	25215.1	sp ³ D ₂ - 6p ³ P ₂
6	5845.65	17102.0	6s ³ P ₂ - 6p ³ S ₁	10	3960.53	25242.0	
5	5825.50	17161.2	5d ³ F ₂ - 6p ¹ D ₂	5	3931.79	25426.5	sp ³ D ₁ - 6p ³ P ₂
8	5702.4(T)	17531.6	sp ³ D ₁ - 6p ³ D ₁	4	3929.23	25443.1	6p ³ P ₁ - 6d Y
30	5639.75	17726.4	6s ³ P ₂ - 6p ³ S ₁	8	3893.75	25674.94	6s ³ P ₁ - 6p ¹ S ₂
13	5635.18	17740.7	7p ¹ P ₁ - 8s ³ P ₁	8	3850.22	25965.2	6s ³ P ₂ - 6p ³ D ₂
13	5569.13	17954.4	6s ¹ D ₂ - 6p ³ D ₂	4	3797.02	26328.0	6s ³ P ₂ - 7p ³ P ₁
1	5535.993	17993.6	6p ³ S ₀ - 8s ³ P ₁	4	3772.73	26498.1	sp ³ D ₂ - 6p ³ S ₁
1	5531.73	18072.5	sp ³ P ₁ - 6p ¹ S ₀	4	3719.63	26875.8	5d X - 7p ³ D ₂ #
2	5475.77	18257.2	5d ³ D ₂ - 7p ³ D ₁	6	3691.57 *	27081.0	5d X - 4f a
13	5464.03	18296.3	sp ³ D ₃ - 6p ³ D ₂	2	3655.26	27380.1	sp ³ P ₂ - 6p ¹ D ₂ ?
10	5381.20	18573.1	6s ³ P ₂ - 6p ³ D ₂	3	3627.40	27500.1	sp ³ D ₁ - 6p ³ D ₂ ?
20	5354.24	18671.6		10	3596.95	27793.3	
20	5238.94	19082.5		15	3498.46	28575.9	5d ³ F ₂ - 7p ³ D ₂
5	5208.60	19192.9	5d ³ D ₂ - 6p ³ D ₃	9	3473.50	28781.2	5d ³ F ₂ - 4f a
15	5178.55	19312.52	6s ³ P ₁ - 6p ³ S ₀	7	3459.26	28899.7	5d ³ F ₂ - 4f b
2	5172.46	19327.8	5d ³ D ₂ - 6p ³ P ₂	2	3403.80	29370.5	6s ³ P ₁ - 7p ³ D ₂ #
12	5165.32	19350.8	6p ³ D ₂ - 8s ³ P ₁ ?	8	3368.84	29692.9	6s ³ P ₁ - 4f b
6	5164.72	19356.8	6p ³ S ₁ - 6d ³ D ₂	8	3333.20	29992.6	6s ³ P ₂ - 7p ³ D ₂
5	5152.30	19403.4	6p ³ S ₁ - 6d ¹ P ₁	10	3303.30	30258.6	
10	5113.86(S)	19549.3	sp ³ D ₂ - 6p ¹ P ₁	20	3241.280	30843.14	
2	5109.71	19565.2	6s ³ P ₁ - 7p ¹ P ₁	12	3040.669	32877.95	{ 5d ³ D ₂ - 7p ³ D ₂
3	5055.9(T)	19773.4	sp ³ P ₁ - 7p ³ P ₀	8	3021.89	33082.3	{ 5d X - 4f c
13	5044.56	19817.7		8	3011.07 *	33201.1	{ 5d ³ D ₂ - 4f a
4	5021.68	19908.1	6p ³ P ₂ - 6d Y	8	3001.70	33304.8	{ 5d ³ D ₂ - 4f b
3	4948.52	20202.5	sp ³ D ₁ - 6p ³ P ₀ ?	8	3000.562	33536.5	{ 6p ¹ S ₀ - Z ₁
15	4947.40	20207.0		12	2955.70	33704.5	
20	4877.24	20497.9		10	2891.214	34577.4	5d ³ F ₂ - 4f c
1	4850.50	20610.7	5d ³ D ₂ - 6p ³ S ₁	3	2884.07	34663.1	6p ³ D ₂ - Z ₁
10	4843.74	20639.5	6p ³ P ₂ - 6d ³ P ₂	10	2797.70	35733.1	6s ³ P ₁ - 7p ³ D ₂ #
20	4832.82	20686.1	6p ³ P ₂ - 6d ¹ P ₁	10	2783.87	35846.3	
20	4802.01	20818.9	6s ³ P ₁ - 6p ³ P ₁	7	2716.72	36798.2	6p ³ P ₂ - Z ₁
30	4784.03	20897.2		4	2674.48	37379.4	sp ³ P ₃ - 7p ³ D ₂
20	4765.36	20978.9	7p ³ D ₁ - 6d Y	1	2619.661	38151.2	6p ³ P ₁ - Z ₁
20	4757.81	21012.2		2	2578.91	38764.5	sp ³ D ₂ - 7p ³ D ₂
12	4735.44	21111.5	6s ³ P ₁ - 7p ³ D ₁	8	2571.30 *	38873.2	5d ³ D ₂ - 4f c
40	4711.26	21219.8	6s ³ P ₀ - 6p ³ P ₁	10	2567.754	38932.8	
10	4657.95	21462.7	5d ³ D ₂ - 6p ³ D ₂	10	2565.30 *	38970.1	sp ³ D ₂ - 4f a
8	4653.32	21484.1	6p ³ P ₂ - 8s ³ P ₁ ?	10	2543.79 *	39293.6	sp ³ P ₁ - 4f b
30	4647.316	21511.79	6s ³ P ₀ - 7p ³ D ₁	0	2190.92	45628.6	5p ¹ S ₀ - 6s ³ P ₁

λはL&Vによる。例外としてTはTolansky, SはSchippers, *は別々の測定による。
$\nu_{obs} - \nu_{calc} = 2.0 - 0.9$.

ことは興味のある事實である。

上述のタームの値を基礎として他のタームの値を計算すると第2表(次號に掲載する)が得られる。第2表を作るに當つては著者は偶數タームの對應を考える

ことに主力を注ぎ、奇數タームには餘り興味を持たなかつた。nd状態の對應については、第2表はいくらかの改訂を必要とするかも知れない。

(以下次號)