

Ti I の $a^5F_J \rightarrow z^5D_{J-1}$ 遷移のスペクトル形状 $a^5F_J \rightarrow z^5D_{J-1}$ Spectral Line Profiles of Ti I.

東京工芸大学院, ○渡邊 健太, 西宮 信夫, 鈴木 正夫

Tokyo Polytechnic University, Kenta Watanabe,
Nobuo Nishimiya, Masao Suzuki

E-mail: m1265008@st.t-kougei.ac.jp

[はじめに] 対向ターゲットスパッタプラズマ内の Ti 原子の準安定状態 a^5F_J のガス温度を、密度分布の J 依存性より評価することを行った [1]。ここで用いた遷移 $a^5F_J \rightarrow z^5D_{J-1}$ (J=5, 4, 3, 2, 1) はビデオ法により測定し、面積強度より密度比を求めた。このスペクトルは図 1 に示すように、幅が広く裾が高波長側と低波長側に広がり、 ^{46}Ti , ^{47}Ti と ^{49}Ti , ^{50}Ti の影響が伺われる。ガス温度はスペクトルのドップラー広がりとして評価することができるので、同位体シフトやゼーマン効果などの影響を考慮し、ライン形状から温度評価することを試みた。

[実験方法] $a^5F_5 \rightarrow z^5D_4$ (11851.165 cm⁻¹) の飽和吸収スペクトルの検出を試みたが、S/N が悪く中心にある ^{48}Ti のみ検出され、46, 47, 49, 50Ti の信号が検出できなかった。安田らは、FM 変調法を用いて得られる 2 次微分信号の両サイドに現れた突起を ^{50}Ti , ^{46}Ti と帰属している [2]。そこで、線形吸収の吸収係数の 2 次微分を数値計算により求めると、図 2 のように ^{46}Ti と ^{50}Ti の位置を確定できた。この値と King Plot により求まる ^{47}Ti , ^{49}Ti の値を同位体シフトの大きさとし、 gJ 因子の値 [3] を用いスパッタセルの磁界 450 G によるゼーマン分裂の効果を考慮し、ライン形状を計算した。

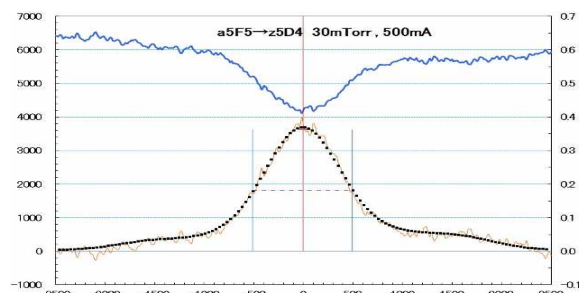


図 1 : $a^5F_5 \rightarrow z^5D_4$ (11851.165 cm⁻¹) の線形吸収
(縦軸は実測値 [mV]、第 2 軸は吸収係数)

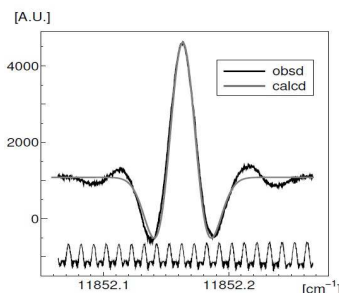


図 2: FM 変調法による $a^5F_5 \rightarrow z^5D_4$ 遷移の吸収信号(安田は、高波数側の突起を ^{46}Ti 、低波数側の突起を ^{50}Ti と帰属している [2])。

図 1 を数値微分した結果を図 3 に示す。これより、見積もった同位体シフトの大きさを表 1 に示す。

表 1 : 同位体シフト

同位体種	存在比[%]	シフト[MHz]
^{46}Ti	8.0	1600
^{47}Ti	7.3	800
^{48}Ti	73.8	0.0
^{49}Ti	5.5	-700
^{50}Ti	5.4	-1450

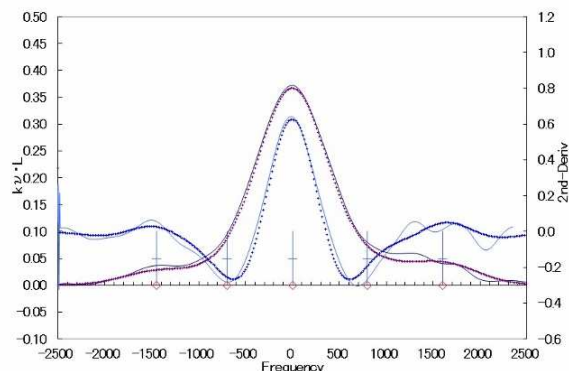


図 3 : 数値微分により求めた 2 次微分信号
(縦軸は吸収係数、第 2 軸は微分係数[A.U])
計算値(点線)は温度 T=540K, $\angle gJ = -0.10$, Bz = 450 G として求め、実測値(実線)と比較した。

[1] T.Yamaguchi et al. 応物学術, 11p-E2-10, (2012).

[2] Y.Yasuda, Private Communication.

[3] NIST Atomic Spectra Database