

飽和吸収分光法による He I $2s^3S_1 - 2p^3P_{1,2}^o$ スペクトル形状の偏光状態への依存性 Dependence of spectral line shape of He I $2s^3S_1 - 2p^3P_{1,2}^o$ transition on polarizations of probe and pump beams in saturation spectroscopy

西山 修輔, 佐々木 浩一

Shusuke Nishiyama, Koichi Sasaki

北大院工

Hokkaido University

はじめに 飽和吸収分光法ではドップラー幅を超えた高波長分解能でスペクトルを得られるため、電子状態の微細構造や磁場、電場の影響を詳細に検討することが可能である。また、飽和吸収スペクトルの高さはエネルギー準位間の遷移確率だけではなく、両準位の緩和周波数に依存するため、電子密度などの緩和過程に影響するプラズマパラメータの診断への応用が可能である。しかしながら、飽和吸収スペクトルの形状は測定系に用いるポンプ光およびプローブ光の偏光状態にも依存するため、スペクトルの高さの定量的な議論のためには偏光状態の影響を考慮する必要がある。本研究では、He 原子 1083nm 吸収線の飽和吸収分光法におけるスペクトル形状のポンプ光およびプローブ光の偏光依存性を報告する。

実験方法 実験は、内部アンテナ型 ICP プラズマ源で生成したヘリウムプラズマと直線偏光の波長可変半導体レーザーを用い、放電条件は He 圧力が 10mTorr、RF 放電電力が 100W で行った。波長可変半導体レーザーの出力光の一部をプローブ光として分岐させ、残りの高強度のビームはポンプ光として用いた。プローブ光は ND フィルターと直径 1.4mm のピンホールを通してプラズマ中に入射した。プラズマ中を透過したプローブ光は、検光子で偏光方向を選択した後にフォトダイオードで強度を検出した。ポンプ光は ND フィルターで強度を調整した後、1/2 波長板で偏光方向を制御し、プローブ光とごく浅い角度 (~ 10 mrad) でプラズマ中で交差するように、プローブ光とは対向する方向からプラズマ中に入射した。レーザーの波長を He I の $2s^3S_1 - 2p^3P_1^o$ (1083.025 nm) と $2s^3S_1 - 2p^3P_2^o$ (1083.034 nm) のドップラー広がりを含む約 8 GHz の範囲で掃引し、ポンプ光の有無によるプローブ光の吸収スペクトルの差から飽和吸収スペクトルを得た。

結果と考察 Fig. 1 はプローブ光 ($0.4\mu\text{W}/\text{mm}^2$) とポンプ光 ($11\text{mW}/\text{mm}^2$) の偏光方向を一致させ、検光子の方向もプローブ光に合わせた場合のスペクトルで、低周波数側が $2s^3S_1 - 2p^3P_2^o$ 、高周波数側が $2s^3S_1 - 2p^3P_1^o$ のピークである。ポンプ光を入射した場合には、ポンプ光による吸収の飽和で生じた吸収の減少が、吸収ピークのごく近傍のみで観測される通常の飽和吸収スペクトルが得られた。この状態から、ポンプ光の偏光方向を 90 度回転させ、プローブ光の偏光方向と直交させた場合には Fig. 2 のようになり、高周波数側の $2s^3S_1 - 2p^3P_1^o$ のピークでは、ポンプ光を入射した場合に通常とは逆に吸収が増加するスペクトルが得られた。吸収の増加は上下準位間のポピュレーションの差が増加したことを示しているが、通常の飽和吸収分光法の理論では偏光方向の影響は考慮されていない。講演では、ポンプ光、プローブ光強度を変えた場合に付いても検討し、偏光方向が飽和吸収スペクトルへ及ぼす影響について議論する。

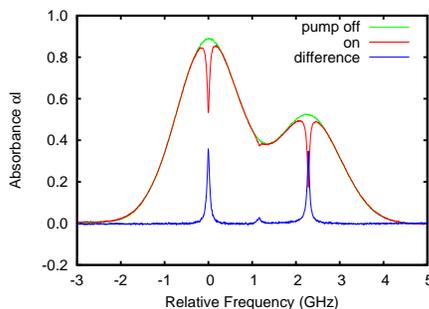


Fig. 1 ポンプ光とプローブ光の偏光方向が一致している場合の飽和吸収スペクトル

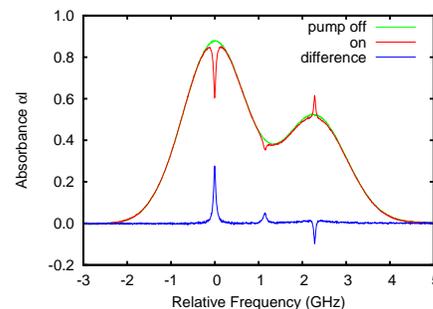


Fig. 2 ポンプ光とプローブ光の偏光方向が直交している場合の飽和吸収スペクトル