

水素原子二段励起レーザー誘起蛍光法における励起スペクトルの検討

A Study of Excitation Spectrum of Two-step Excitation Laser Induced Fluorescence

Method for Atomic Hydrogen

日本医療大¹, 北大院工² °西山 修輔¹, (M2)菱田 悠斗², 佐々木 浩一²

Japan Health Care College.¹, Hokkaido Univ.²,

°Shusuke Nishiyama¹, Yuuto Hishida², Koichi Sasaki²

E-mail: s-nishiyama@nihoniryo-c.ac.jp

プラズマと固体表面の界面に形成されるシース領域やそのシースへつながるプレシース領域における電界構造はプラズマ物理学の基礎的な課題として長年にわたり議論されている。筆者らはシース領域の電界計測が可能な高感度の電界計測法として、半導体レーザーを用いた水素原子バルマー α 線(H α 線)の飽和吸収分光法によるドップラーフリーシュタルク分光法[1]の開発を行ってきた。この方法ではシース電界の計測に十分な 10V/cm の計測下限を実現したものの、低温プラズマでは H α 線の吸収が少ないため吸収分光法を適用するには比較的高密度の純水素プラズマとすることがあるなど適用範囲に制限があった。そこで、高感度の検出が可能なレーザー誘起蛍光法(LIF)を用い、励起を2段階とすることでドップラーフリーの波長分解能を実現し、かつ、より高励起状態への励起でシュタルク効果による電界計測感度の向上を企図した計測法を考案した。本報では二段励起 LIF のスキームで実験的に得られた励起スペクトルについて報告する。

実験では連続発振の波長可変半導体レーザーによる 656.3nm と 1281.8nm のレーザー光を同軸に重ね、ICP 装置で生成した水素プラズマ中へ入射した。第1段階の励起は 656.3nm のレーザー光で水素原子を主量子数 $n=2$ から $n=3$ の準位へ励起し、第2段階の励起として 1281.8nm のレーザー光で $n=3$ から $n=5$ の準位へ励起する。その結果発生する $n=5$ から $n=2$ への 434.0nm の蛍光を分光器と光電子増倍管により検出した。プラズマ自体の発光もあるため、入射するレーザー光を光チョップで断続し、ロックインアンプを用いて蛍光信号を増幅した。

用いた半導体レーザーの線幅は原子の熱運動によるドップラー広がりよりもはるかに狭いため、第1段階の励起波長を適切に選ぶことで $n=3$ 状態へ励起される水素原子の電子状態と光軸方向の速度が選択され、励起された水素原子の速度分布はドップラーフリーの状態になっていると考えられる。したがって、第2段階の励起レーザー光の波長を掃引すると、高い波長分解能で蛍光の励起スペクトルが得られると期待される。しかしながら、実験的に得られたスペクトルはドップラー広がりに近い幅があつて期待した波長分解能が得られていない。これは、第1段階で励起した後に速度成分を保持しない過程が介在していることを示唆している。講演では第1段階の励起波長を変えた場合もあわせて励起スペクトルについて検討する。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP20K03890 の助成を受けたものです。

[1] S. Nishiyama, H. Nakano, M. Goto, and K. Sasaki, J. Phys. D: Appl. Phys. 50(2017) 234003