

# Lamb-shift型偏極イオン源

森 義治(九大工); 高木 昭(高エネルギー研)  
 菊池 健(高エネルギー研), 和久田義久(九大工)  
 園田正明(九大工)

Lamb-shift型偏極イオン源は、従来 spin-filter を用いる方式、或いは zero-crossing 磁場での非断熱的な遷移を用いる方式の2つに大別されてきた。しかしながら陽子については、零磁場近傍での水素原子の  $2S_{1/2}(F=1)$  状態から  $2P_{1/2}(F=0)$  状態への遷移を利用することにより  $C_s$ -セルと  $A_r$ -セル間の距離を短くすることが可能な方式が Donnally<sup>1)</sup> によって提案されている。我々は、これにもとずき偏極イオン源としての可能性について検討を行ってきた。

水素原子の超微細構造において零磁場での  $2S_{1/2}$ ,  $2P_{1/2}$  の各状態は Fig. 1 のように分離している。 $2P_{1/2}$  の準位幅は約 90 MHz であり、 $2S_{1/2}(F=1)$  状態から  $2P_{1/2}(F=0)$  状態への遷移は周波数 1147 MHz の高周波電場により  $2S_{1/2}(F=0)$  から  $2P_{1/2}(F=1)$  への遷移に対して十分分離できる。ただし、 $2S_{1/2}(F=1)$  状態は  $F=1$  の  $Z$ -成分  $F_z=1, 0, -1$  の各状態が縮退した状態であり高周波電場のみで外部磁場が存在しない場合には  $2S_{1/2}(F=1, F_z=0)$  から  $2P_{1/2}(F=0)$  への遷移しか許されない。他の  $2S_{1/2}(F=1, F_z=1 \text{ or } -1)$  状態をすべて  $2P_{1/2}(F=0)$  へ遷移させるには外部磁場が必要となる。Fig. 2 は外部磁場  $B=5 \text{ gauss}$  での、高周波電場  $E$  と  $B$  のなす角に対する  $2S_{1/2}(F=1, F_z=1, 0, -1)$  の各状態からの  $2P_{1/2}(F=0)$  への遷移の平均寿命を求めたものである。ただし図の縦軸の平均寿命は、 $B$  と  $E$  が平行な場合に規格化してある。これから  $E$  と  $B$  のなす角度が  $54^\circ$  近傍で、 $2S_{1/2}(F=1, F_z=1, 0, -1)$  の各状態から  $2P_{1/2}(F=0)$  への遷移が最も効率良く行なわれることがわかる。 $2S_{1/2}(F=1)$  の状態が十分 quench されると残りの  $2S_{1/2}(F=0)$  の状態は強磁場中 ( $\sim 200 \text{ gauss}$ ) において偏極度  $\approx +1$  であるので、強磁場中で  $A_r$ -セルによって荷電変換することによりほぼ 100% 偏極した  $H^+$  イオンが得られる。以上の結果をもとに、現在デュオプラズマトロンイオン源の Anode 孔から  $A_r$ -セル出口までの距離がおよそ 70 cm

程度の偏極イオン源を製作中である。

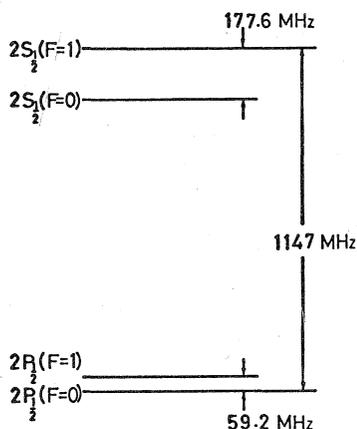


Fig.1 HYPERFINE STATE ENERGY IN HYDROGEN

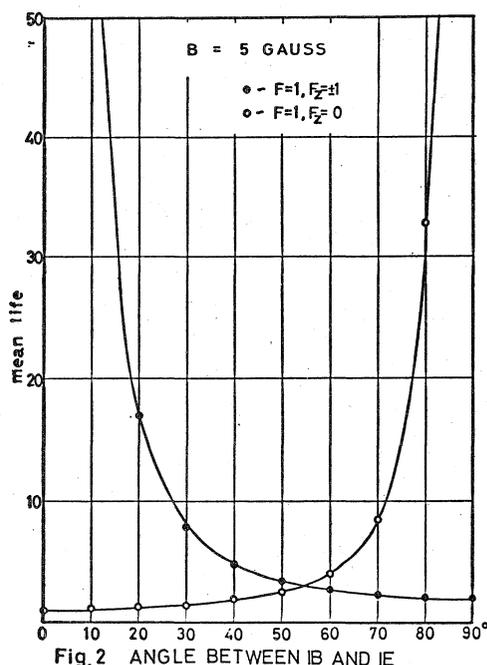


Fig.2 ANGLE BETWEEN B AND E

(参考文献)

1) B. Donnally, Bull. Am. Phys. Soc. 12 (1967) 509.