Er^{3+}超微細構造準位の観測

Observation of hyperfine level in Er^{3+}

NTT 物性研[1], NTT ナノフォトニクスセンタ[2], 北大工[3]
○俵毅彦[1,2], G. Mariani[1]、清水薫[1]、尾身博雄[1,2], 足立智[3], 後藤秀樹[1]
NTT Basic Research Labs.[1], NTT Nanophotonics Center[2], Hokkaido Univ.[3]
°T. Tawara[1,2], G. Mariani[1], K. Shimizu[1], H. Omi[1,2], S. Adachi[3], H. Gotoh[1]
E-mail: tawara.takehiko@lab.ntt.co.jp

我々は量子状態操作のプラットフォーム材料として酸化エルビウム Er_2O_3 およびその混晶系材料における Er 4*f* 軌道遷移に着目し、これまで MBE エピタキシャル薄膜成長ならびに光物性の評価を進めてきている[1,2]。前回クラマースイオンである Er^{3+}に 23%存在する $^{167}Er^{3+}$の超微細構造分裂の 3 準位を用いた誘導ラマン断熱通過(STIRAP)の実現可能性について数値シミュレーションし、現実的な実験条件下においても非常に高効率にポピュレーションのコヒーレント操作が可能であることを示した[3]。今回その実験的準備として、同位体制御されていない $Er:Y_2SiO_5$ 結晶に含まれる $^{167}Er^{3+}$の超微細構造への選択的光アクセスの実現とそのエネルギー位置の同定を目指し、低温下における高分解能レーザ分光を行った。

$^{167}Er^{3+}$のエネルギー準位は、結晶場相互作用によって形成された各 Stark 準位（$^4I_{15/2}$：8 準位、$^4I_{13/2}$：7 準位）が、電子の磁気双極子モーメントと核磁気モーメントの相互作用により最大 16 のサブレベル準位に超微細構造分裂する。この中で振動子強度が比較的大きいことが知られている $^4I_{15/2}$-$^4I_{13/2}$ 間のサブレベル 2 準位[4,5]に着目し、その透過スペクトルを測定した。実験は 2.7 K に冷却された $Er:Y_2SiO_5$ の $^4I_{15/2}$-$^4I_{13/2}$ 間の光学遷移に対し、周波数安定化 CW レーザ（線幅 1 KHz）の EO 変調による光サイドバンド周波数を掃引することにより行った。

図 1 は $Er:Y_2SiO_5$ の $^4I_{15/2}$-$^4I_{13/2}$ Stark 最低準位間吸収の PLE スペクトル（4 K）である。これより Stark 最低準位間吸収の中心波長は 1536.5 nm（195.12THz）であることがわかる。この周波数から EO 変調周波数 11 GHz シフトした位置にレーザ波長(f_0)を固定し、周波数ステップ 10 MHz で 1 次の光サイドバンド(中心周波数 $f_1 = f_0$+11GHz)を±２ GHz の範囲で掃引した。図２にその透過スペクトルを示す。1 次のサイドバンド中心周波数 f_1 から約 900 MHz 低周波側に明瞭な吸収ピークが観測された（図中赤矢印）。これはこれまでに報告されている $^4I_{15/2}$-$^4I_{13/2}$ サブレベル間吸収位置[4,5]とよく一致している。この結果は同位体制御されていない $Er:Y_2SiO_5$ 試料においても、$^{167}Er^{3+}$超微細構造準位間への選択的光アクセスがレーザ周波数離調により可能であることを示唆するものである。

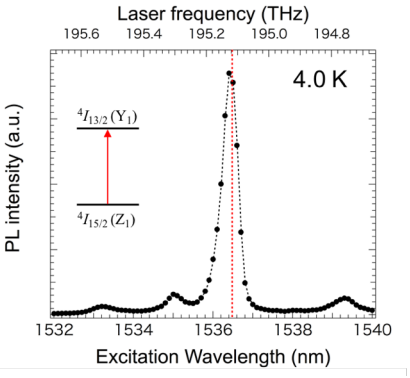

図１ Er: Y_2SiO_5 の PLE スペクトル。点線は図２での f_1 位置を示す。

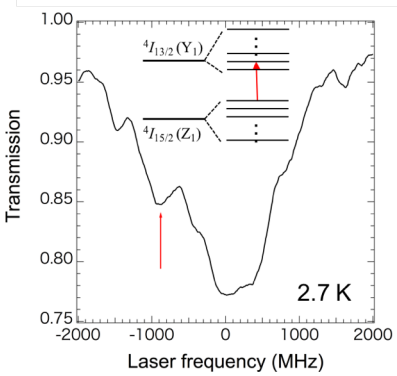

図２ Er: Y_2SiO_5 の透過スペクトル。赤矢印はサブレベル間吸収位置。

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 JP15H04130、JP16H01057、JP16H03821 の助成を受けたものです。

[1] T. Tawara *et al.*, APL **102** (2013) 241918., [2] S. Adachi *et al.*, J Phys. Conf. Series **647** (2015) 012031., [3] 俵 他, 2016 年応物春 20p−S223−4, [4] E. Baldit *et al.*, PRB **81** (2010) 144303., [5] D. Hashimoto *et al.*, J. Lumin. **171** (2016) 183.

© 2016年 応用物理学会