

ワイドギャップ絶縁体・半導体の光学特性

Optical properties of the transition-metal-doped wide-gap oxides

光システム学科 山中明生 (Akio YAMANAKA)

We have performed several optical measurement in transition-metal doped wide-gap oxides, particularly focused on α - Al_2O_3 and β - Ga_2O_3 , to clarify the dynamical properties of photo-excited carriers. The single-crystalline samples were melt-grown in a floating-zone furnace. We have successfully grown $\text{Ti-Al}_2\text{O}_3$ that exhibits the intense blue-photoluminescence. In β - Ga_2O_3 , we have found that doped Cr^{3+} ions greatly suppress the radiative recombination of donor-acceptor pairs.

LED・LDなどの光エレクトロニクスの研究対象が青色光から紫外光・深紫外光へと発展し、ワイドギャップ材料の重要性が再認識されている。我々は、代表的ワイドギャップ酸化物である酸化アルミニウムと酸化ガリウムに注目し、光励起キャリアの性質、特に遷移金属などを添加した効果を重点的に研究している。

酸化アルミニウム(α - Al_2O_3)は6 eV以上の光学ギャップを持つ典型的なバンド絶縁体で、化学的安定性から多方面で利用されている。チタン(Ti)を添加した所謂チタンサファイア($\text{Ti-Al}_2\text{O}_3$)は超短パルスレーザに用いられているが、これは Ti^{3+} の*d-d*遷移による赤色蛍光を利用している。 $\text{Ti-Al}_2\text{O}_3$ は赤色蛍光に加え青色蛍光を示すが、その起源については多くの議論がある。我々は青色蛍光のみを示す $\text{Ti-Al}_2\text{O}_3$ 単結晶の作製に成功し、その光学特性について集中的な研究を行うとともに、新たな応用の可能性を探っている。

β - Ga_2O_3 は4.5 eVの光学ギャップを持つワイドギャップ酸化物であるが、 α - Al_2O_3 とは異なりn型半導体となる。 β - Ga_2O_3 のバンド端を光励起すると、深いドナー・アクセプター(D-A)対による蛍光が、紫外-青-緑の広い波長域に現れる。我々は、種々の遷移金属などを添加した β - Ga_2O_3 単結晶を浮遊帯域熔融法で作製し、時間分解蛍光分光法など駆使して光励起キャリアーの動的性質の解明を目指している。Fig.1は β - Ga_2O_3 とCr添加 β - Ga_2O_3 の時間分解蛍光スペクトルである。 Cr^{3+} イオンの3*d*準位を介した無輻射遷移のため、D-A対発光が抑制されることが分かった。現在は、深紫外光センサーなどへの応用上重要な Si^{4+} 添加のn型 β - Ga_2O_3 を重点的に研究している。

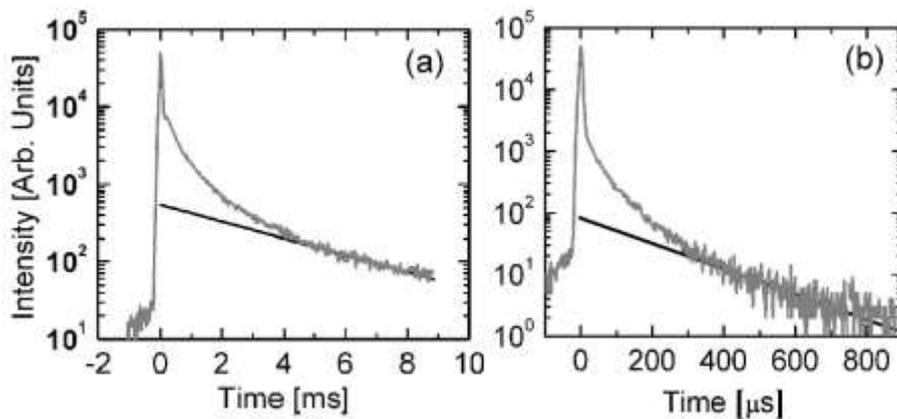


Fig.1 Time resolved photoluminescence spectra of nominally pure (left) and Cr-doped β - Ga_2O_3 .