

半導体ランダムレーザー発振特性の温度依存性

群馬大学理工学研究院電子情報部門, 中村 俊博

不均一な構造をもつ散乱体と発光材料で構成されるランダムレーザーは、外部共振器を必要としないため、簡易なレーザー光源として注目されている。しかし、ランダムレーザーでは、その不均一性のために発振特性の制御は難しいと考えられてきた。これに対し、藤原ら [*Appl. Phys. Lett.* **102**, 061110 (2013).] は、均一化した ZnO ナノ粒子フィルム中に欠陥を導入することで、擬似的な単一モードランダムレーザー発振に成功した。

通常のランダムレーザーの発振特性（発振波長、励起しきい値強度等）は、散乱体により構成される共振器特性に加えて、光利得媒質の発光特性に大きな影響を受ける。特に、半導体材料では、その発光特性は環境温度に大きな影響を受けるため、半導体ランダムレーザー発振特性は温度に対する強い依存性を示すことが予想される。本研究では、均一化 ZnO ナノ粒子フィルム中の擬似単一モードランダムレーザー発振の温度依存特性を詳細に調べ、レーザー発振メカニズムについての検討を行った。

ZnO ナノ粒子 (~200 nm) 分散溶液中に欠陥として蛍光粒子 (直径 900 nm) を分散し、基板上に滴下・乾燥させたものを試料とした。この試料に励起パルス光 (波長 355 nm, パルス幅 300 ps) を照射し、欠陥を含む領域において温度 $T = 20 - 300$ K で発振スペクトルを測定した。

Fig. 1 に欠陥粒子を含む領域からの擬似単一モードランダムレーザー発振 (Defect lasing) の(a)ピーク波長及び、(b)しきい値の温度依存性を示す。また、比較のため、均一化処理を行っていない ZnO 試料からの通常のランダムレーザー発振 (Normal lasing) の結果を併せてプロットした。図より、高温領域 ($T > 150$ K) では、Defect lasing の発振波長は Normal lasing に較べて短波長域に観測された[Fig. 1(a)]. また、発振しきい値は、すべての温度領域で一桁程度低いしきい値を示すことが分かった [Fig. 1(b)]. 本講演では、以上の結果を、ZnO の光利得関数の理論計算を用いて解析し、詳細な発振メカニズムについて議論した最新の結果を報告する。

また、過去に、我々が調べてきた GaAs, ZnSe, ZnO

などの不均一半導体微粒子で構成される通常のランダムレーザーにおける発振特性の温度依存性についてもサマリーし、ランダムレーザー発振温度特性に対する半導体光利得関数の役割や発振状態について明らかになったことを紹介する。

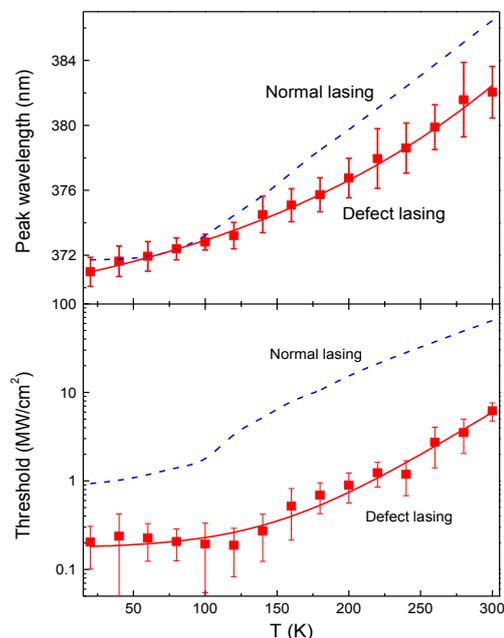


Fig. 1 レーザー発振の(a)ピーク波長, (b)しきい値の温度依存性.