

序 GaAs結晶を使用して素子を製作する際、拡散、エピタキシャル成長、合金等の熱処理過程が入る。この際、GaAs結晶がどのような変化をうけるかを調べることは非常に重要である。また、 SiO_2 等の酸化膜はGaAs素子の表面安定化、MOSFETおよび拡散用マスクとして使用されるが、GaAs-酸化膜界面において変成層が形成されることが報告されており、この変成層の原因を明らかにすることが重要になっている。そこで、我々はフォトルミネセンスの測定より、GaAs結晶の熱処理効果およびGaAs-酸化膜界面の変成層の原因を検討した。

実験方法 測定に使用した熱処理効果を検討するための試料はTeドーパ結晶($2 \times 10^{18} cm^{-3}$)あるいは O_2 ドーパ結晶($1.5 \times 10^{15} cm^{-3}$)を $800^\circ C$, $20 min$, 真空中($1 \times 10^{-5} mmHg$)で熱処理したものである。GaAs-酸化膜界面を調べるための試料はTeドーパ結晶($2 \times 10^{18} cm^{-3}$)にCVD法で SiO_2 あるいは SiO_2/P_2O_5 膜を付着したものである。これを真空中($1 \times 10^{-5} mmHg$), $800^\circ C$, $20 min$, 熱処理したものである。フォトルミネセンスの測定はB&L社製分光器およびRCA710ス光電子増倍管を使用して行った。測定温度は $90^\circ K$ である。

実験結果および検討 1)熱処理したGaAs結晶 図1にTeドーパ結晶を熱処理した試料のフォトルミネセンス・スペクトラムを、図2に O_2 ドーパ結晶を熱処理した試料のフォトルミネセンス・スペクトラムを示す。Teドーパ結晶の場合、熱処理前ではバンド端付近の発光と弱い $1.23 eV$ の発光が観測されるが、熱処理後では結晶表面で $1.32 eV$ の発光が、 100μ 位エッチした結晶内部では $1.23 eV$ の発光が観測される。 $1.32 eV$ の発光はH.J. Queisser et al.が報告しているTe-Cu複合体による発光とピークエネルギーは同じことからTe-Cu複合体によると推定される。また、 $1.23 eV$ の発光はE.W. Williamsが報告しているTe-VGa複合体による発光とピークエネルギーが同じことから同じものと考えられる。また、 O_2 ドーパ結晶の場合熱処理前は発光は観測されないが、熱処理後は図2に示す様に $1.356 eV$ の発光が表面近傍で観測され、内部に行るとこの発光が弱くなり、 25μ エッチすると発光は観測されなくなる。この $1.356 eV$ の発光は単独のCuによると考えられる。以上より、GaAs結晶を熱処理するとCuが導入され、結晶内部ではVGaが発生すると考えられる。このことはC.S. Fuller et al.によって電位的性質の検討から示されている。

2)GaAs-酸化膜界面 図3にTeドーパ結晶に SiO_2 膜を付着した場合のフォトルミネセンス・スペクトラムを示す。これより、前述したTe-VGa複合体によると考えられる $1.23 eV$ の発光が幾分強くGaAs- SiO_2 界面で観測されるが、表面処理等により、この位の変化は起り得るのではっきりしない。図4にTeドーパ結晶に SiO_2 膜付着後熱処理した試料のフォトルミネセンス・スペクトラムを示す。この図より、GaAs- SiO_2 界面では $1.31 eV$ の発光と $1.05 eV$ の発光が強くと観測されるが、内部

ではTe-VGa複合体によると思われる発光が強く観測される。1.31eVの発光はTe-Cu複合体とTe-VGa複合体による発光の重ね合せによると考えられる⁴⁾。1.05eVの発光はGaAsを酸化させると同様な発光が観測されることから、Oが関与しているのではないかと推定される。図5にTeドーパド結晶にSiO₂/P₂O₅膜付着後熱処理した試料のフォトルミネセンス・スペクトラムを示す。界面ではOが関与していると推定される1.05eVの発光が強く観測されるが、内部に行くとこの発光は弱くなり、Te-VGa複合体によると思われる1.23eVの発光が強くなり、さらにエッチすると1.23eVの発光は幾分弱くなる。1.23eVの発光が界面で弱くしか観測されないのは1.05eVの発光が強いためと考えられる。したがって界面でもTe-VGa複合体はやはり存在すると考えられる。以上よりGaAs-SiO₂界面ではVGaとOが存在し変成層の原因となっているのではないかと推定される。

謝辞 終りに当り議論して頂いた当研究所主任研究員石高正俊氏に深謝する

文献 1) 中井他; 東芝レビュー, 24, 72 (1969) 2) H. J. Queisser et al; JAP. 37 4895 (1966) 3) E. W. Williams; Phys. Rev., 168 922 (1968) 4) 中島他; 電学学会シンポジウム(45-4)

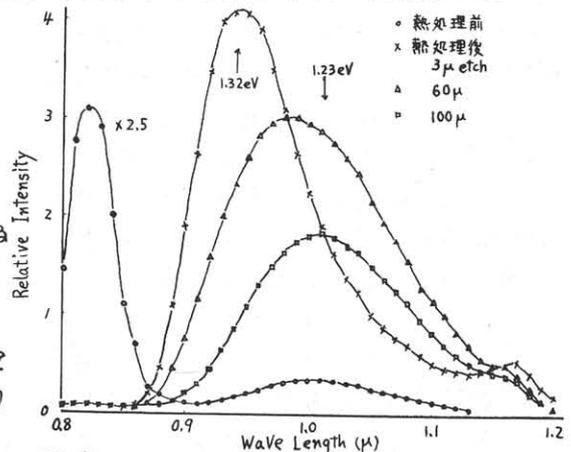


図1 熱処理したTeドーパドGaAsのフォトルミネセンス

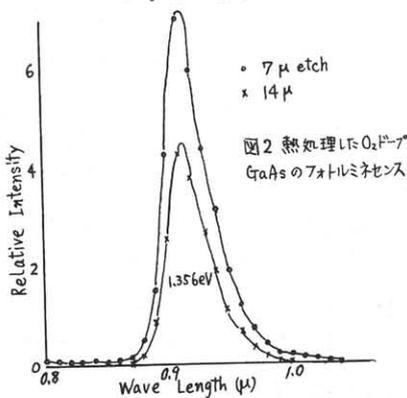


図2 熱処理したO₂ドーパドGaAsのフォトルミネセンス

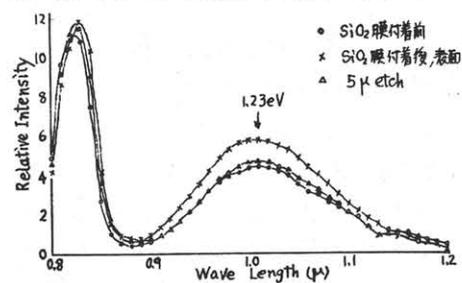


図3 SiO₂膜を付着したGaAsのフォトルミネセンス

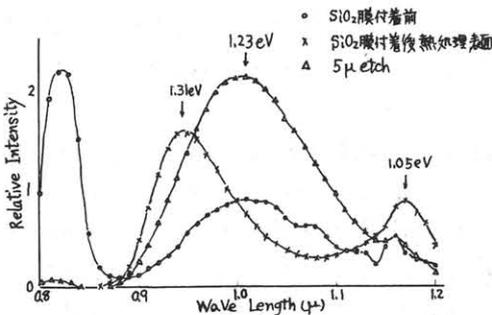


図4 SiO₂膜付着後熱処理したGaAsのフォトルミネセンス

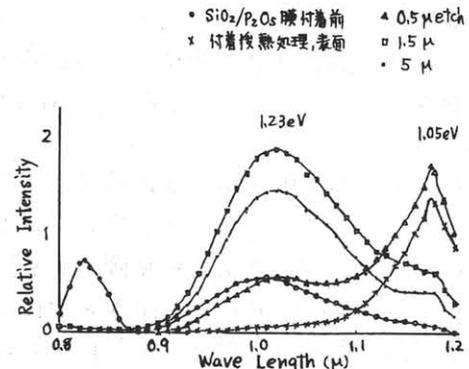


図5 SiO₂/P₂O₅膜付着後熱処理したGaAsのフォトルミネセンス