p 型 GaN に対する Ti 系オーミックコンタクトの低温形成

Low-temperature formation of ohmic contacts to p-type GaN using Ti system

東工大、○高橋昌靖、星井拓也、角嶋邦之、若林整、岩井洋、筒井一生
Tokyo Tech Masayasu Takahashi, Takuya Hoshii,
Kuniyuki Kakushima, Hitoshi Wakabayashi, Hiroshi Iwai, Kazuo Tsutsui
E-mail: takahashi.m.ba@m.titech.ac.jp

[はじめに] p 形 GaN（P-GaN）層への低温形成オーミックコンタクトとして Ni/Au 系が広く使われているが、Au フリーのコンタクトでは低抵抗コンタクトの低温形成技術はまだ確立されていない。また、P-GaN 層中にドープされた Mg が水素により不活性化することによるプロセス中でのコンタクト特性劣化の懸念もある。本研究では、Ti を用いた P-GaN へのコンタクト特性の形成温度依存性を広い温度範囲で調べた。その結果、400℃程度の低温でもコンタクト形成できることを見出したと共に、温度領域によってコンタクト形成状態が大きく変わる現象を水素が与える影響も含めて検討したので報告する。

[実験] Si ウエハ上に成長した GaN エピタキシャル基板で、無ドープ GaN 層上に Mg ドープ（3×10^{20} cm^{-3}）の P-GaN 層（200nm）を成長させた基板を用いた。この表面上に TiN(50nm)/Ti(60nm)電極をリフトオフ法で堆積形成し、P-GaN 層上に TLM 測定素子を形成した。その後 300℃から 900℃までの範囲でアニールしてコンタクト形成した。アニール雰囲気は Ar あるいは N_2/H_2 が 97%/3%のフォーミングガス（F.G.）を用いた。アニール時間は 1min とし、一部の試料では同一試料に同一温度で 1min 毎にアニールを累積的に重ねる処理も行った。

[結果] Ar 雰囲気アニールにおいて得られたコンタクト抵抗のアニール温度依存性を Fig.1 に示す。コンタクト抵抗は 400℃および 800℃辺りで比較的低い値を示しており 400℃で最も低いコンタクト抵抗が得られた。ここでの固有接触抵抗は $5\times10^{-2}\ \Omega cm^2$ に相当する。Ti 系でこのような低温領域でのコンタクト形成に関する報告は少ない。そして、700℃付近ではコンタクト抵抗が著しく増大したが、さらに高い 800℃付近でコンタクト抵抗は再び顕著に下がった。

600℃以上の高温領域と 400℃付近の低温領域の二つの領域で水素がコンタクト抵抗に与える影響[1]を調べた。ここでは、アニール雰囲気を F.G.と Ar の二種類で比較した。400℃において累積的にアニール処理を行った場合と、600℃以上で通常の 1min アニールでコンタクト形成した場合を Fig.2(a),(b)に示す。400℃の低温では雰囲気依存性が認められないのに対し、600℃以上の高温領域では F.G.雰囲気でコンタクト抵抗が増大した。

低温領域と高温領域では、Ti と p-GaN との界面形成に何らかの違いがあることが推測される。コンタクトの金属を剥離して AFM 観察する初期的検討では、界面形状の変化が認められており、TEM 観察も進めている。

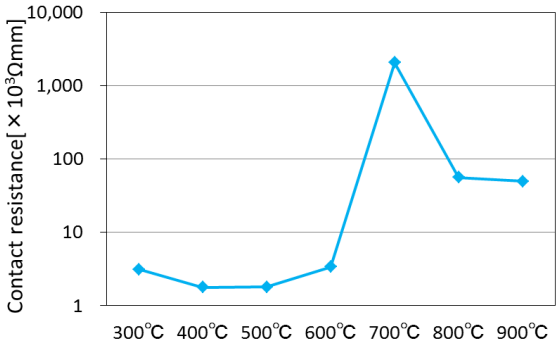

Fig.1 Annealing temperature dependence of contact resistance annealed in Ar atmosphere.

[まとめ] TiN/Ti 電極による p-GaN へのコンタクト形成では、形成温度の低い領域と高い領域の分かれた二領域でのコンタクト形成ができ、特に 400℃程度の低温領域で低抵抗のコンタクトが得られた。二つの領域では、界面形成状態の違いが推測され、より詳細な議論を進め当日発表予定である。

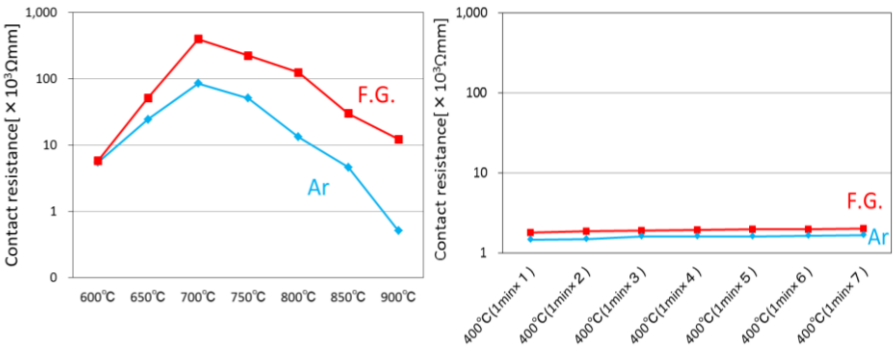

Fig.2 Effects of atmosphere (Ar or F.G.) on contact formation depending on annealing temperature or time (a)at 400℃, and (b)600℃ or higher.

[1] 高橋ほか、第 77 回秋季応物、14a-P6-51 (2016).

© 2017年 応用物理学会