

日立中研

平尾元尚

中島尚男

GaAs の気相エピタキシャル成長において、不純物濃度分布の調節が大きな問題点となっている。その場合問題になるのは良く知られている基板結晶と成長層境界に生ずる高抵抗層の除去と基板結晶からの Doping tail の除去の二つである。

このいずれも Ga-AsCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub> 系の気相成長においては、定常的な成長が行われる前に過渡的な成長状態が比較的長時間存在していることに関係していると考えられる。したがって Vapor etching により、この過渡的な成長領域を完全に除去して、直ちに定常的な成長を行わせることが望ましい。

我々は、この目的で Vapor etching 試み、成長層の濃度分布の測定を行った。

図1に Vapor etching 速度と AsCl<sub>3</sub> 中を流す H<sub>2</sub> 流量の関係と 850°C, 900°C の Vapor etching 温度について示しており、ほぼこの領域では鏡面状の Vapor etching が可能である。しかし Vapor etching の良否は基板結晶の結晶性と密接な関係があり、欠陥の多い基板では長時間の Vapor etching により表面に凹凸を生ずる。一般に引上結晶よりもポット grown の結晶の方が良好な Vapor etching ができる。

図2に、Te dope 基板と Si dope 基板上に Vapor etching 後成長させた場合の濃度分布を示す。通常の成長では Te dope 基板の doping tail は数 μ に及ぶ、これに隠されて高抵抗層は現れないが、Si dope 基板の場合には doping tail が非常に小さく、ほとんどの場合高抵抗層を生じている。Vapor etching 後直ちに定常状態での成長を行なった場合には Te dope 基板の場合でも doping tail は非常に小さく 1 μ 程度になる。又 Si dope 基板の場合には doping tail はほとんど生ぜず、しかも高抵抗層領域も存在しない。このことから Si dope 基板の場合高抵抗層が生じないのは doping tail により隠されたことによるものではないことが分る。

しかし、基板結晶と成長層の境界に生ずる高抵抗層は Vapor etching により本質的に除去されたものではなく条件によっては高抵抗層を生ずる。このことは単に基板の成長前の汚染、変質にのみ高抵抗層発生の原因があるのではないことを示している。図3に Sn dope 基板上に成長させた場合の例を示す。この場合の成長は Ga 中に As が飽和する 15 分前に Vapor etching をしたものである。As の飽和の時期は過剰の As が反応管末端に付着し始める時を規準としている。As 飽和時に 8 μ の Vapor etching を行った場合には高抵抗層は現れないので、この時期が定常的な成長の始まることと考えられる。この結果は Wolfe 等の報告と一致しており As 圧不足の成長時に高抵抗層を生ずるといふ説を裏付けるようにも思われるが、我々の成長条件では As が Ga 中に飽和するまでの過渡的な成長層の厚みは 2 μ であるにもかかわらず、通常の成長を行った場合高抵抗層の中が 4 ~ 5 μ に及ぶものがあること、石英管の使用時間、種類により高抵抗層の様子、巾が異ってくることから単に As 圧不足によるものと<sup>out</sup>思われ難い。

図4に高抵抗層を生じていない Vapor etching を行った成長層と基板境界付近の

フォトルミネッセンス・スペクトラムを示す。この場合出現される peak は成長層中に現われるものと基板中に見られるものと同一の peak であり、これは Te-Ga 複合体によるものと考えられるが、通常の成長を行った場合には基板と成長層境界に図 5 に示すような 1.27 eV の Cu-Te 複合体によるものが見られ、Cu が関与していることも考えられる。

以上の結果から Vapor etching 技術により GaAs 気相成長層の高抵抗層発生の原因を明らかにすることはできなかったが、高抵抗層を除去し、均一な不純物分布の成長層が得られることが明らかになった。

参考文献

1) C. M. Wolfe et al. *Electrochem Tech* vol 6 208 ('68)

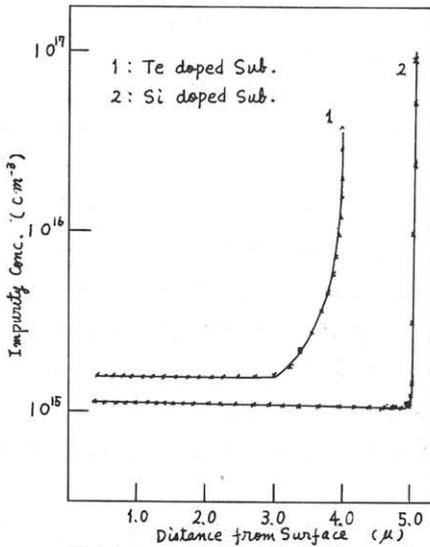


図 2. Impurity Profiles in Epitaxial Layers grown on Vapor etched Substrates

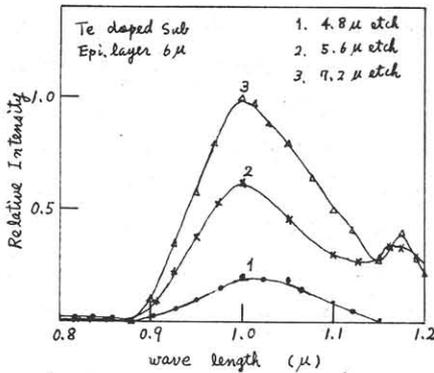


図 4. Photoluminescence Spectrum of Epitaxial layer grown on vapor etched substrate

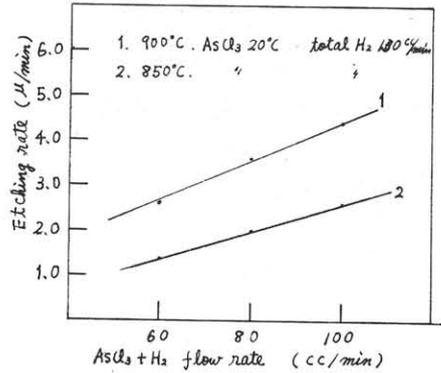


図 1 Vapor etching rate vs  $AsCl_3$  Conc.

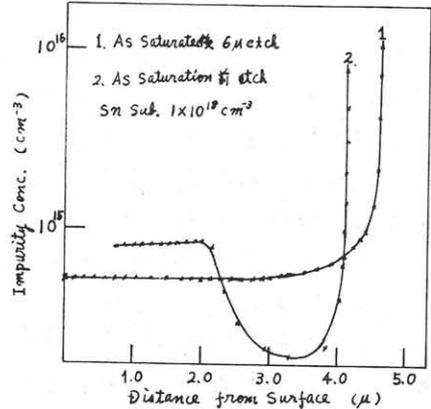


図 3 Impurity Profiles in Epitaxial layers grown on Vapor etched Substrate

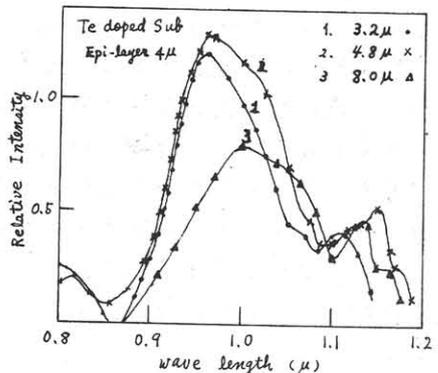


図 5 Photoluminescence spectrum of Epitaxial layer grown on un-vapor etched substrate