軽元素のⅢ-Ⅴ族半導体中への侵入メカニズム

Mechanism of light element injection in III-V semiconductor compounds

ソニーセミコンダクタソリューションズ(株)
○小玉　欣典，財前　義史，深沢　正永，釘宮　克尚，長岡　弘二郎
Sony Semiconductor Solutions Corp.
°Y. Kodama, Y. Zaizen, M. Fukasawa, K. Kugimiya, K. Nagaoka
E-mail: Yoshinori.A.Kodama@sony.com

【はじめに】近年、先端 MOS の分野では Si の性能限界を超える高移動度なチャネル材料として III-V 族半導体が注目されている。しかし、チャネル材料を加工する際のドライエッチングに起因したダメージにより特性が劣化する可能性がある。既に F 原子が InP 中へ拡散しやすいことが明らかである[1]。今回、F 原子がどのような過程で InP 中に拡散するかを調査したので報告する。

【実験】装置は 2 周波励起容量結合型プラズマ（CCP）装置（60 MHz / 2 MHz）とケミカルドライエッチング（CDE）装置を用いた。InP 基板に CF_4 / O_2 ガス系を用いて、プラズマ及び CDE 処理をそれぞれおこなった。CDE 処理の概念図を Fig.1 に示す[2]。また不純物の深さ方向分布について 2 次イオン質量分析法（SIMS）を用いて評価した。

【結果及び考察】Initial 及び CDE 処理後の InP 中での F 及び C の深さ方向の不純物濃度分布を Fig.2 に示す。C は InP 中に拡散しないが、F は Initial と比較して不純物濃度が高いことからラジカル程度のエネルギーを持った F 原子であれば、InP 表面から拡散によってバルク中に侵入できることが分かった。この結果からラジカルのような低エネルギーな状態であっても、F 原子が InP 中に侵入することが示された。次に F 原子のラジカルとイオンの相互作用における効果を調査した。Fig.3 に F 原子のイオンとラジカルによる侵入モデルを提案する。CDE 処理よりもイオンを含むプラズマ処理の方が、不純物濃度が大きくなった。F 原子は深さ 10 nm 程度まではイオンによる打ち込み、20 nm 程度までは既に基板中に侵入した F 原子がイオンによるノックオンで侵入し、それよりも深い位置では拡散によりバルク中に侵入していると考察される。以上の結果から、III-V 族半導体のプラズマ加工では 1) ラジカルによる拡散と 2) ラジカルとイオンの相互作用の 2 つの影響を考慮する必要があると言える。

[1] 財前 義史ら，第 79 回秋季応物 20p-438-16 (2018).　[2] Y. Horiike, et al., *JJAP.* **15** (1976) 13-18.

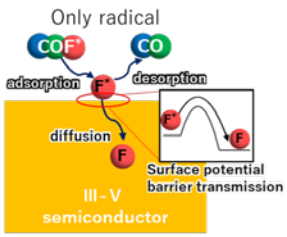

Fig.1 Schematic of CDE treatment

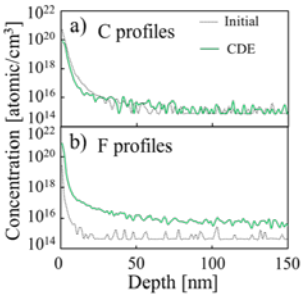

Fig.2 a) Carbon profiles, b) fluorine profiles by SIMS

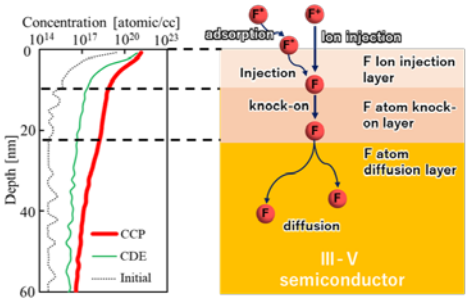

Fig.3 Schematic of fluorine injection mechanism with concentration profile by SIMS