III-V 化合物半導体表面の微量金属汚染の定量分析

Quantitative analysis of trace metallic contamination of III-V compound semiconductor surfaces

°大野　カー，嵯峨　幸一郎（ソニー株式会社）

°R.Ohno and K.Saga（Sony Corporation）

E-mail:Rikiichi.Ohno.jp.sony.com

【はじめに】　論理回路の高速化のために III-V 化合物半導体が n-MOS 高移動度チャネルの候補材料となっている[1]。Si 半導体と同様に III-V 化合物半導体でも重金属汚染が問題となる。Si 半導体表面の微量金属不純物の定量測定に全反射蛍光 X 線分析法（TXRF）が使われている。しかし、III-V 化合物半導体表面を TXRF で測定すると、Ga, As などのメインピークとエネルギーが重なる Pt や Au などの貴金属は検出できないことが報告されている [2]。今回、高移動度チャネル候補材料である 5 種類の III-V 化合物半導体表面に各種重金属を汚染し、TXRF で主要な汚染源の重金属の検出を試みた。

【実験方法】InP, InAs, InGaAs, GaAs, GaSb 表面に Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, W, Mo 重金属を汚染（1×10^{11}atoms/cm^2, 1×10^{12}atoms/cm^2 相当）し TXRF 測定した。X 線励起源は W-L β 線(9.67keV)、W-High Energy 線(24keV)、入射 X 線出力は 35kV, 200mA、測定時間は 300sec である。Si 基板でも同様の処理を施し TXRF 測定した。

【結果と考察】Si 基板と InGaAs 表面に金属汚染した TXRF の Fe エネルギー付近のスペクトルを Fig. 1 に示す。Si 表面は Fe-K α（6.4keV）のシグナルを妨害するピークは出ていない。一方、InGaAs 表面では In のサムピークが出現し、そのピークの裾が Fe-K α のバックグラウンドを悪化させている。In のサムピークは 6.57keV 付近に In-L α + In-L α のピークが出現し、6.77keV 付近に In-L α + In-L β のピークが現れている。化合物半導体の構成元素のサムピークの出現によって、そのエネルギー付近のシグナルを妨害する或いは誤検出してしまう恐れがある。Fig. 2 に InP, InAs, InGaAs, GaAs, GaSb 表面を測定した各種金属不純物の検出限界を示す。InGaAs 以外にも In を含む化合物 InP, InAs は Fe のバックグラウンドを悪化させる。Ga を含む GaAs, GaSb は Ga のラマン散乱ピークが Cu の感度に影響する。Sb を含む GaSb は Sb のサムピークにより Ni 感度に影響することが分かった。

【まとめ】　III-V 化合物半導体表面を TXRF で測定すると、化合物半導体の構成元素からのメインピークだけでなくサムピークまたはラマン散乱によりバックグラウンドが上がり、微量金属の検出下限が高くなることを明らかにした。TXRF の S/N の改善が望まれる。

【参考文献】

[1] S. Zaima, *et. al.*, J. Appl. Phys., 52, 030001 (2013)

[2] H. Fontaine, *et, al.*, ECS Transactions, vol. 58 (6) 327-335 (2013)

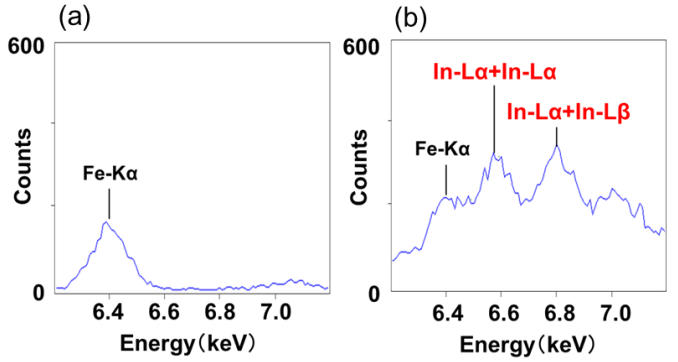

Fig.1. TXRF spectrum (in Fe energy range) of 1×10^{11}atoms metal impurities (a) on Si and (b) on InGaAs surfaces

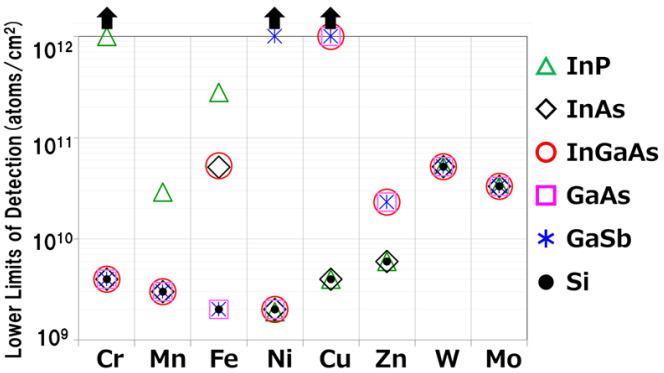

Fig.2. TXRF detection limits of the III-V materials

© 2016年 応用物理学会