

ミニマル全反射蛍光 X 線測定装置 (TXRF テスター) の高い SN 比等に関する評価

Characterization of SN ratio and other performances in MINIMAL FAB TXRF Tool (TXRF Tester)

○野田周一¹、小粥敬成²、酒井 渉³、廣瀬 潤³、林 達也³、大西佳那³、西里 洋³、
クンプアン ソマワン^{1,2}、原 史朗^{1,2}

(1.産総研、2.ミニマルファブ推進機構、3.堀場エステック株)

○S. Noda¹, H. Kogayu², W. Sakai³, J. Hirose³, T. Hayashi³, K. Onishi³, H. Nishizato³,
S. Khumpuang^{1,2}, and S. Hara^{1,2}

(1. AIST, 2. MINIMAL, and 3. HORIBA STEC)

E-mail: s-noda@aist.go.jp

1. はじめに

クリーンルームを不要とする局所クリーン化技術を持ち、1 チップから製造可能な少量多品種デバイス生産に対応するミニマルファブ[1]では、TiN メタルゲート SOI CMOS LSI[2]をはじめとして各種のデバイスを開発しており、その各種プロセス装置は、現在、高性能化、安定化、コスト検討のフェーズに入っている。各種検査、測定装置は、デバイス性能の向上、維持、プロセス管理に有効であることから、今後の重要性が高まってくる。様々な分析装置が開発されているが、全反射蛍光 X 線装置が新たに開発された。本装置は金属膜厚の測定、微量汚染物質の同定、定量に用いることが可能である。今回、その基本特性を評価したので報告する。

2. ミニマル TXRF テスターについて

全反射蛍光 X 線 (TXRF) 分析は、平滑な表面上の極微量の成分分析が可能なることから各種の分析に応用されており、半導体デバイスプロセスにおいても表面汚染管理手法として広く用いられている。従来、TXRF 測定装置では、単色化したできるだけ強力な X 線源を用いて、検出下限を下げている。半導体プロセス用では検出下限として 10^9 atoms/cm² 程度の装置が用いられている。他方、非常にコンパクトなハンディー TXRF 装置として、5W の小型自然空冷式 X 線管を非単色で用い、X 線源と SDD 検出器間の距離を非常に短くすることにより、 10^{11} atoms/cm² 程度の検出下限が実現されている[3]。今回、この装置をミニマル装置に取り入れ TiN 膜厚装置として最適化した装置を開発した。不透明な各種金属膜厚測定、そして汚染物質の微量分析への適用を念頭に、本装置の基本特性を評価した。

3. 結果

図 1 は、各種材料薄膜を測定した蛍光 X 線強度 (スペクトル積分面積) と膜厚の関係を示す。入射 X 線 (非単色の Ag X 線管) が深く透過する比較的密度の軽い TiN は線形に近い相関を示すが、より密度の高い他の金属材料でも再現性の良い相関が得られるため、これをフィッティングすることにより、全自動で膜厚測定を行うことが可能となった。

図 2 は、Al 薄膜基板を測定したときのスペクトルを示す。Al ピークとともに下地 Si のスペクトルが観察されるが、元素番号が隣り合う場合も波形は明瞭に分離され十分な分解能が得られることが確認された。

図 3 は、新品 Si 基板 (未洗浄) を測定したときの広域スペクトル形状を示す。測定時間は、3 分および 60 分間である。測定時間 3 分程度でも十分な感度が得られ、60 分間測定の結果とほとんど形状は変わらずにリニアに信号が増加していることが確認された。この時の S/N 比は 4 桁近く、微量分析装置としても十分なポテンシャルを持っていることが確認された。微量分析に関しては、測定条件の最適化、測定下限の定量化を進めていく必要がある。

謝辞: この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成事業 (JPNP12004) の結果得られたものです。

[1] 原 史朗、クンプアン ソマワン、応用物理, **83**, 380 (2014).

[2] https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2019/pr20190510/pr20190510.html.

[3] 国村伸祐、河合 潤、X 線分析の進歩, **41**, 22 (2010).

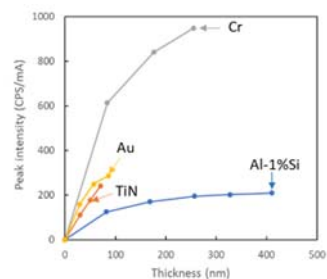


図 1. 各種薄膜のピーク強度と膜厚の関係

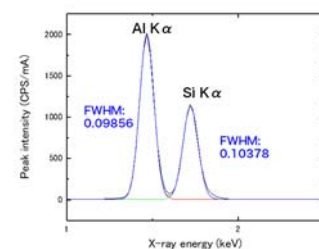


図 2. Al膜のスペクトルピーク波形分離

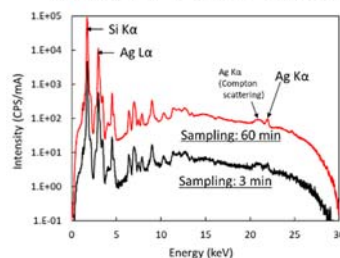


図 3. 新品 Si 基板 (未洗浄) の TXRF スペクトル