

●XPS による Cu-CMP 後洗浄したウェーハ表面評価

TN148

Surface analysis of wafer after post Cu-CMP cleaning by X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)

[概要]

Cu-CMP(Chemical Mechanical Polishing)とは、層間絶縁膜の配線溝に成膜された Cu を研磨して、埋め込みを完成させるプロセスです。Cu-CMP 後の洗浄液には、Cu 膜の酸化を抑えるために保護膜剤(防錆剤)が添加されることがあります。この添加剤や Cu 酸化物が Cu 膜表面に残留すると、配線抵抗の増加や電流リークの原因になります。そこで、添加剤の残留レベルや Cu 膜の酸化状態を把握することが重要となります。この評価に XPS が威力を発揮します。

[事例]

1. 定性分析

Cu-CMP 後洗浄した Cu 表面のサーベイスキャンモードによる定性分析結果を図 1 に示します。

横軸は結合エネルギー値(eV)を、縦軸は光電子の強度(counts)を示します。

元素固有の結合エネルギー値のところにピークが現われます。

この例では、Cu、C、O、N が検出されました。

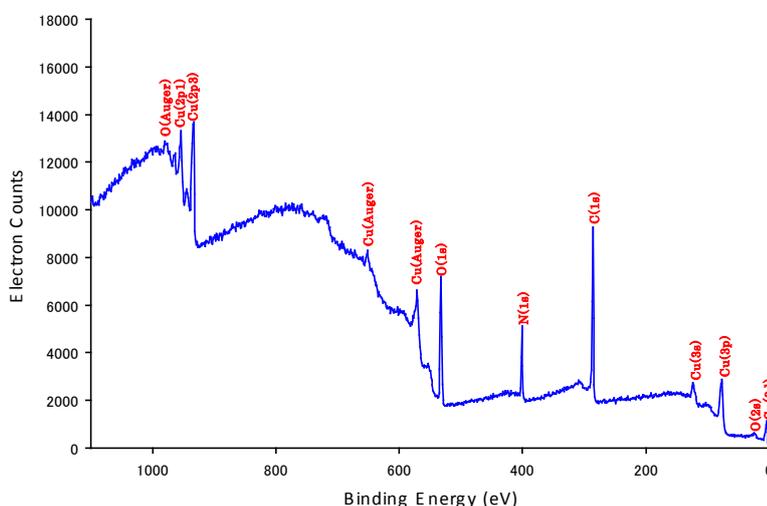


図 1 Cu-CMP 後洗浄した Cu 表面のサーベイスキャンスペクトル

2. 化学結合状態分析

Cu(2p)の化学結合状態分析を行った結果を図 2 に示します。①は、金属 Cu、Cu₂O など 0価、+1価の Cu 由来のピーク、②は CuO、Cu(OH)₂ など+2価の Cu 由来のピークと推定されます。

③は、CuO の電荷移動サテライトピークです。このようなサテライトピークを利用して+1価と+2価の Cu を区別することもできます。

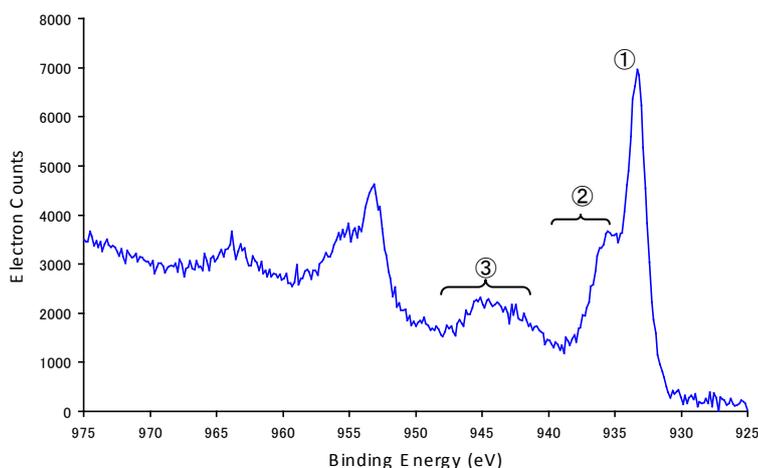


図 2 Cu-CMP 後洗浄した Cu 表面の Cu(2p)ナロースキャンスペクトル

3. Cu-CMP 後洗浄した Cu 膜表面状態の経時変化

Cu-CMP 後洗浄した Cu 膜表面の Cu(2p)ナロースキャンスペクトルの経時変化を図 3 に示します。

洗浄からの日数が経つにつれ CuO など+2価の Cu に由来するピーク強度(図 2 ピーク②)が増加していることがわかります。同様に、CuO の電荷移動サテライトピーク(図 2 ピーク③)も増加しています。

これは、洗浄後の時間経過により、徐々に Cu 膜表面で酸化が進行し、+2価の Cu の存在比が高くなったと考えられます。

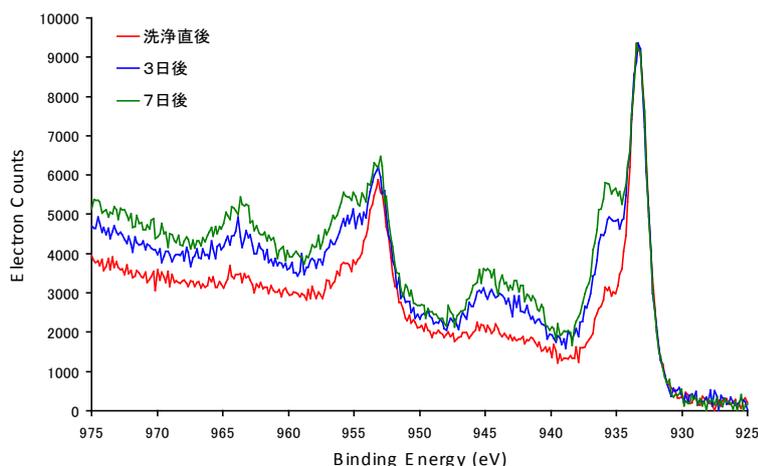


図 3 Cu(2p)ナロースキャンスペクトルの経時変化

4. Cu 状態比率の経時変化

図 4 は、洗浄液別の Cu 状態比率の経時変化をグラフで表わしたものです。洗浄液には、保護膜剤としてそれぞれ異なる添加剤 A、B、C、D が含まれています。

Cu(Oxide)は+2価の Cu の、Cu(Metal)は0価、+1価の Cu 状態比率で表わされます。添加剤 A や B は日数が経つにつれ Cu(Oxide)/Cu(Metal)値が大きく増加し、Cu 表面での酸化の進行が著しいことがわかります。それに対して添加剤 D では洗浄から1週間経過後も、酸化が比較的進んでいません。この結果から、添加剤 D が Cu 膜の酸化防止に最も有効であることがわかります。

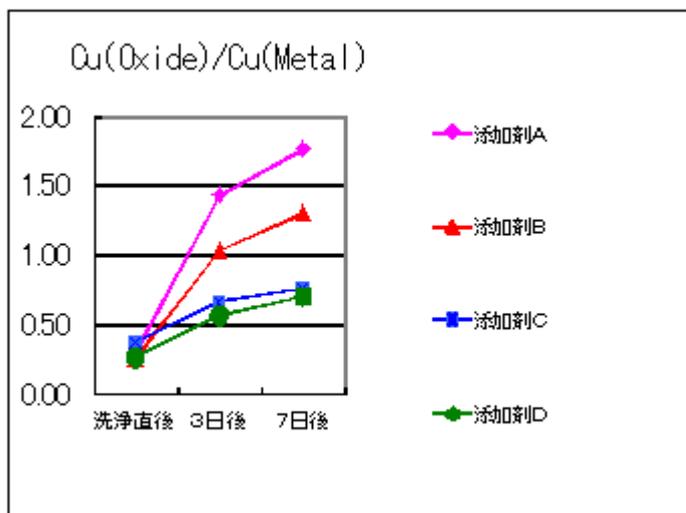


図 4 Cu(Oxide)/Cu(Metal)値の経時変化

[キーワード]

デバイス、銅配線、スラリー、ベンゾトリアゾール、BTA