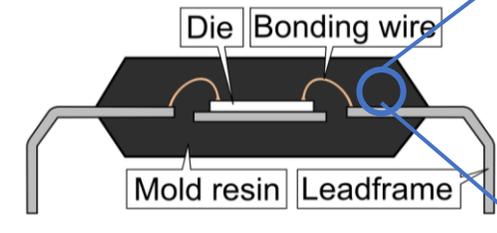


エポキシ樹脂/無機基材接着界面の解析

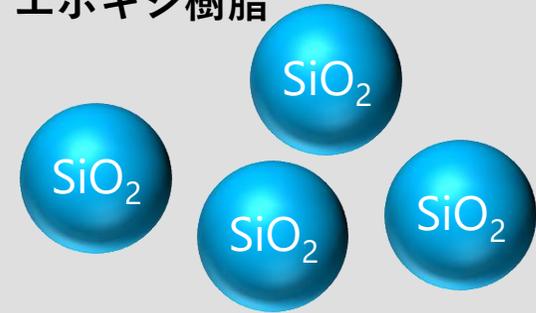
住友ベークライト株式会社
コーポレートエンジニアリングセンター
○首藤 靖幸, 加々良剛志, 和泉 篤士

1. 背景

半導体集積回路



エポキシ樹脂



リードフレーム (Cu, Ni, etc.)



<https://ja.wikipedia.org/wiki/集積回路>

半導体封止材料の要求性能

- ・ 高耐熱性 (高T_g, 低CTE)
- ・ 低寸法変化、低反り
- ・ **高接着性 (金属、フィラー)**
- ・ サイクル耐久性
- ・ 耐湿・耐溶剤性

配合 (樹脂の分子構造、添加剤) や表面処理で対応しているが、どのような接着状態であるか不明な点が多い

⇒ X線光電子分光法を用いた分析を検討

2. 実験

測定条件

- ビームライン：BL6N1
- 手法：X線光電子分光法 (XPS)
- 検出器：SPECS PHOIBOS 150HV
- 励起エネルギー：3,000 eV
- パスエネルギー：20 eV
- X線入射角：55°
- 光電子取出角：90°
- 試料環境：室温, 真空
- 測定対象：
Cu 2p_{3/2}, Ni 2p_{3/2}, C 1s, O 1s

使用ソフトウェア

- QUASES-IMFP-TPP2M ver3.0
- IGOR Pro ver8.04 + XPST ver1.3

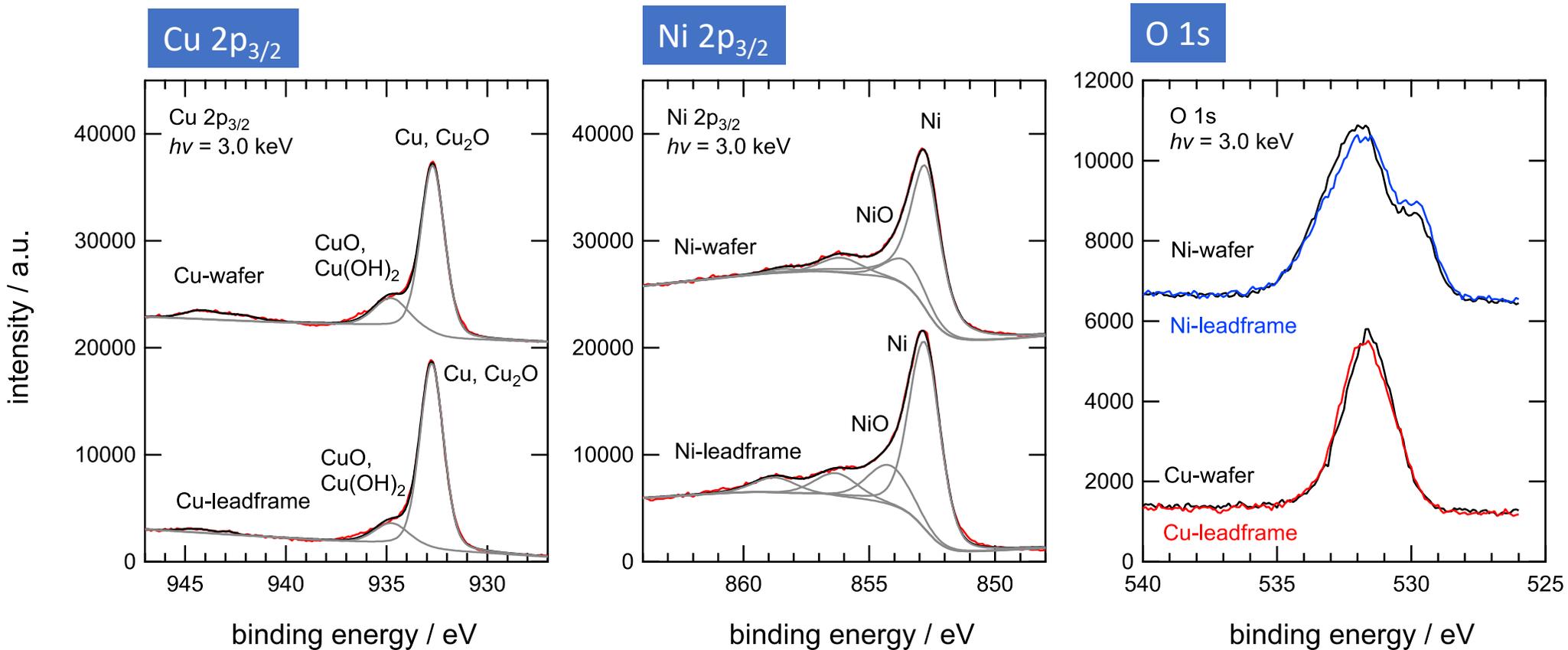
試料

- Cu-wafer, Ni-wafer
(Si-waferにスパッタで蒸着)
- リードフレーム(Cu, Ni)
- エポキシ樹脂 (20nmt) / Cu-wafer
- エポキシ樹脂 (20nmt) / Ni-wafer
→ スピンコートで成膜後、熱硬化

非弾性平均自由行程

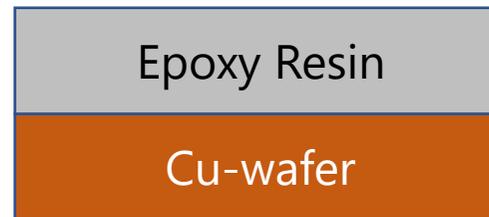
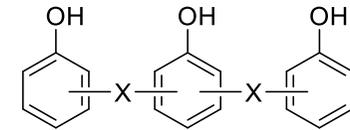
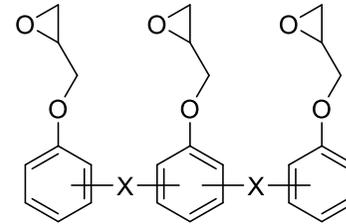
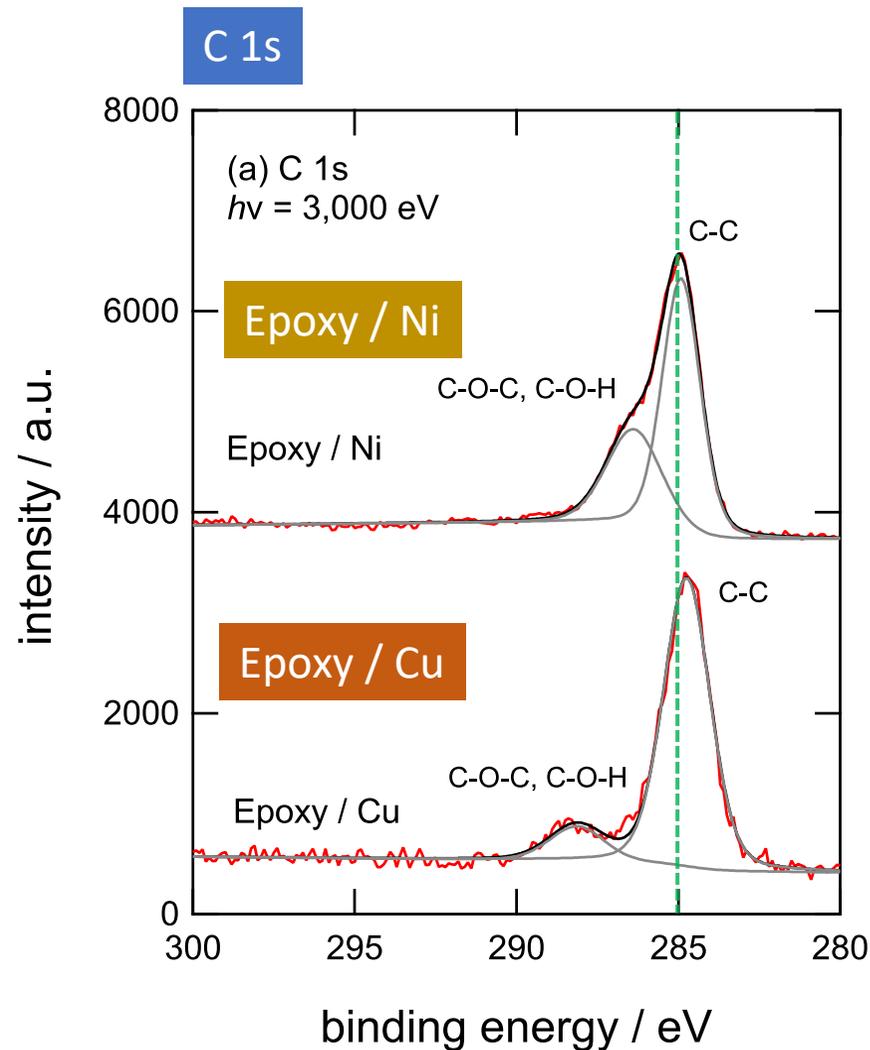
- エポキシ樹脂：6.8 nm
 - Cu：3.64 nm
 - Ni：3.65 nm
- ※ $h\nu=3,000$ eVとしてTPP-2M式で計算

3. 結果と考察(1): Cu, Ni-waferとリードフレーム



- ・ ウェハ、リードフレームいずれも表面には自然酸化膜が存在
- ・ スパッタ法で作成したウェハとリードフレームでは、表面状態はほぼ同じ

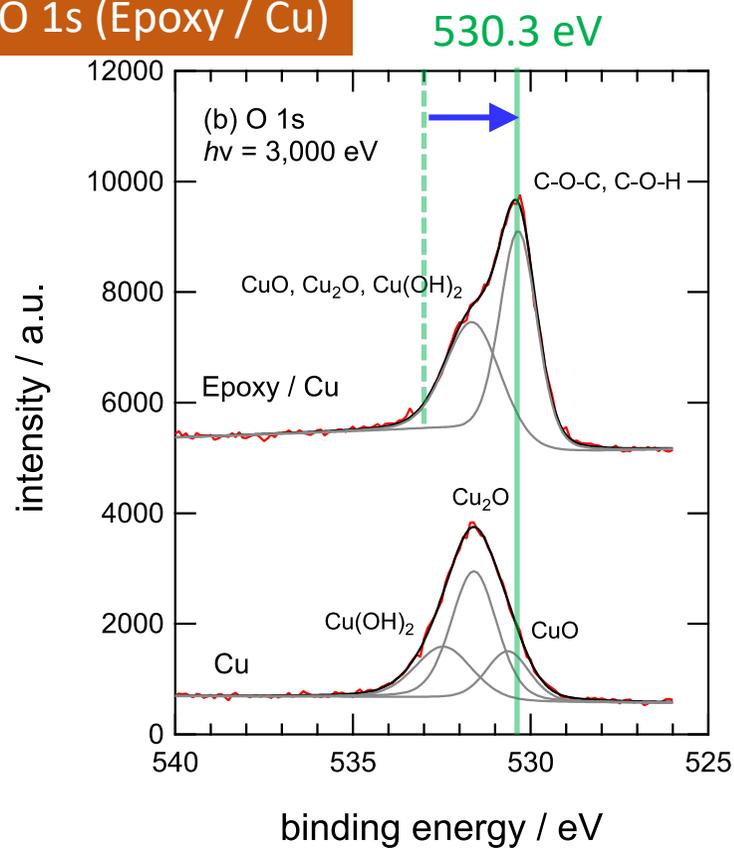
3. 結果と考察(2): エポキシ樹脂硬化物 / Cu, Ni-wafer



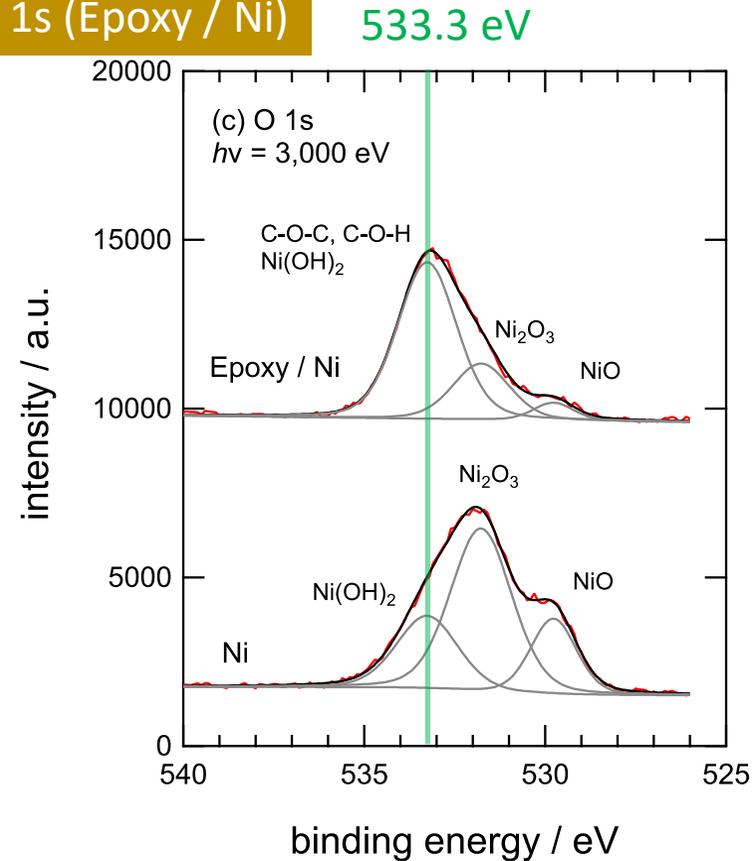
- C-Cのピーク位置はいずれも285 eV
 - C-Oのピーク位置は基材により異なる。
Cu上の方が高エネルギー側にシフト
- ⇒ **Cuとの電子授受によりC-Oが強く分極**

3. 結果と考察(3): エポキシ樹脂硬化物 / Cu, Ni-wafer

O 1s (Epoxy / Cu)



O 1s (Epoxy / Ni)



- 樹脂由来のピークと、基材表面の金属酸化膜由来のピークが観測された
- 樹脂のO 1sのピークはCu上とNi上で異なる
Cu上の樹脂では標準的なピーク位置 (532.8 eV) より低エネルギーに出現

3. 結果と考察(4): CuとNiの違い

	等電点	
MgO	12.1~12.7	Basic
NiO	9.9~10.7	Basic
CuO	9.1~9.9	Basic
α -Al ₂ O ₃	7.5~9.1	Neutral
SiO ₂	1.7~3.5	Acidic

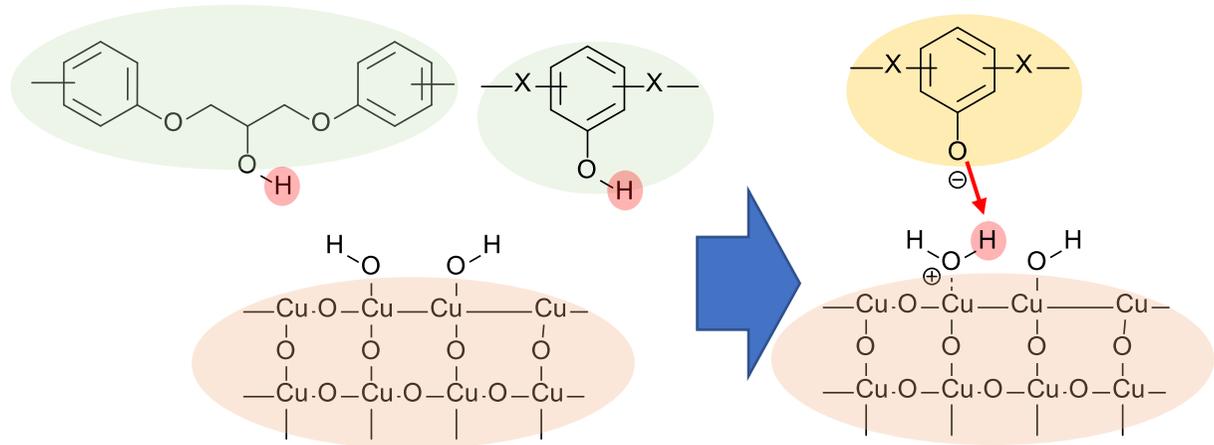
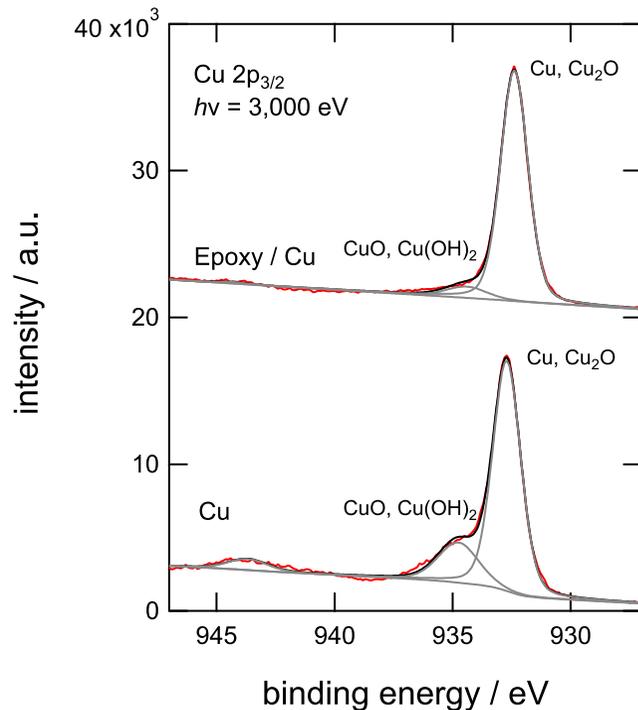
Ni: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ d電子が結合に寄与する

Cu: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

電子構造の違いが表面の等電位点の差を生じ、
樹脂-金属間で**酸-塩基的相互作用**を形成

前田重義, 色材, **65**(9), 565-574 (1992)

谷山明, 表面科学, **16**(5), 320-325 (1995)



樹脂/Cu界面において特異的に、
樹脂の酸性水酸基から金属表面のO原子へのプロトン移動が
生じていると推定される

4. 結論・まとめ

- エポキシ樹脂と金属(Cu, Ni)の接着界面における樹脂・金属の電子状態をXPSで調べた
- Cu, Ni (ウェハ/リードフレーム)最表面は酸化膜が存在しており、
エポキシ樹脂と金属表面間で程度の異なる電子授受が存在していることが示唆された。
- エポキシ樹脂-銅表面では特異的にH⁺移動を伴う酸-塩基相互作用が生じている可能性があり、これが樹脂/金属間接着性の起源であると推定される。

5. 今後の予定

- 金属の表面処理（プラズマ処理、カップリング処理）による影響の分析
- 添加剤（界面における化学構造形成）による影響の分析
⇒ 最適な表面処理方法、添加剤の探索
- 界面構造と界面接着強度の相関分析
- 高エネルギーX線を用いた分析 (HAXPES@SPring-8 BL46XU) 結果との相補解析

以上