

図5-1 GDMSの分析原理

| 硫酸銅 | 3N 添加剤有 | 6N 添加剤有 | 6N 添加剤無 |
|-----------------|--------------|--------------|-------------|
| アノード | 4N | 8N | 8N |
| C | 297 | 255 | 214 |
| O | 41.7 | 14 | 8.4 |
| Na | 1.2 | 0.12 | 0.23 |
| Mg | 0.044 | 0.14 | 0.01 |
| Al | 0.93 | 25 | 0.05 |
| Si | 275 | 0.9 | 17 |
| P | 0.031 | 0.011 | 0.037 |
| S | 38.4 | 28.6 | 0.7 |
| Cl | 3897 | 796 | 436 |
| K | 0.735 | 0.031 | 0.057 |
| Ca | 6.83 | 0.56 | 0.49 |
| Ti | 0.032 | 0.013 | 0.019 |
| Cr | 0.041 | 0.009 | 0.007 |
| Fe | 0.267 | 0.03 | 0.026 |
| Ni | 0.035 | 0.01 | 0.0038 |
| Zn | 118 | — | 2.1 |
| As | 5.11 | 0.019 | 0.04 |
| Se | 164 | 0.14 | 0.25 |
| Zr | 44.85 | 0.2 | 0.06 |
| Ag | 4.82 | 1.03 | 0.37 |
| In | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Sn | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Sb | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| Te | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| I | 0.01 | 0.037 | 0.06 |
| Pb | 0.01 | 0.011 | 0.01 |
| Bi | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 全不純物濃度 (ppm) | 4896.095 ppm | 1121.911 ppm | 679.969 ppm |
| Cuの純度(%) | 99.5 % | 99.89% | 99.93 % |

図5-2 純度の異なる硫酸銅液で作製したCu膜中の不純物

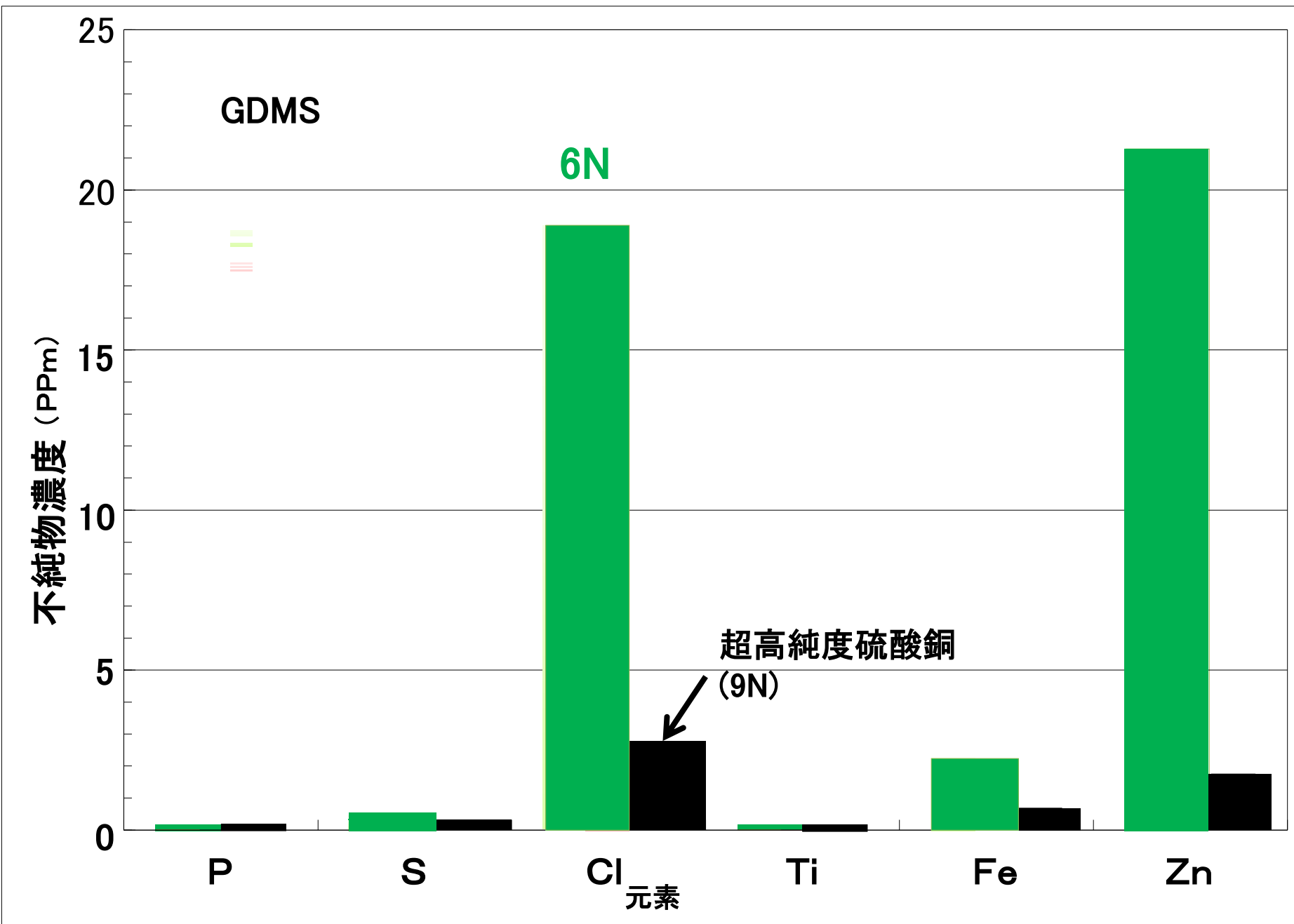


図5-3 6Nおよび9N硫酸銅を用いて電気めっきしたCu薄膜の不純物の GDMSによる分析結果

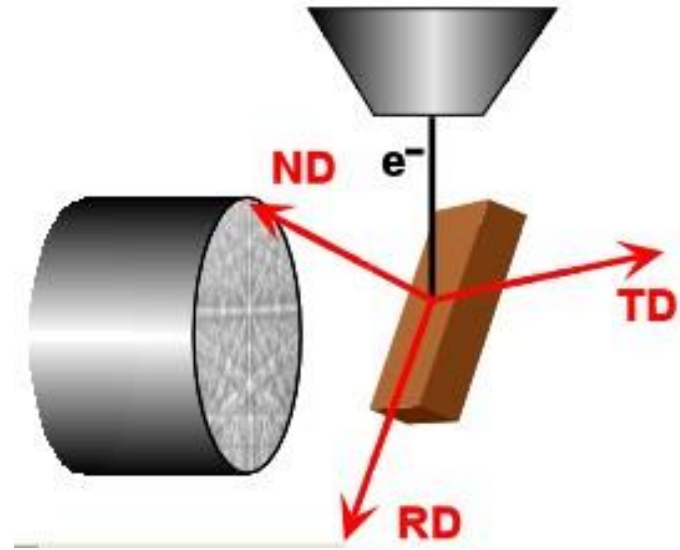


図5-4 EBSD測定概念図

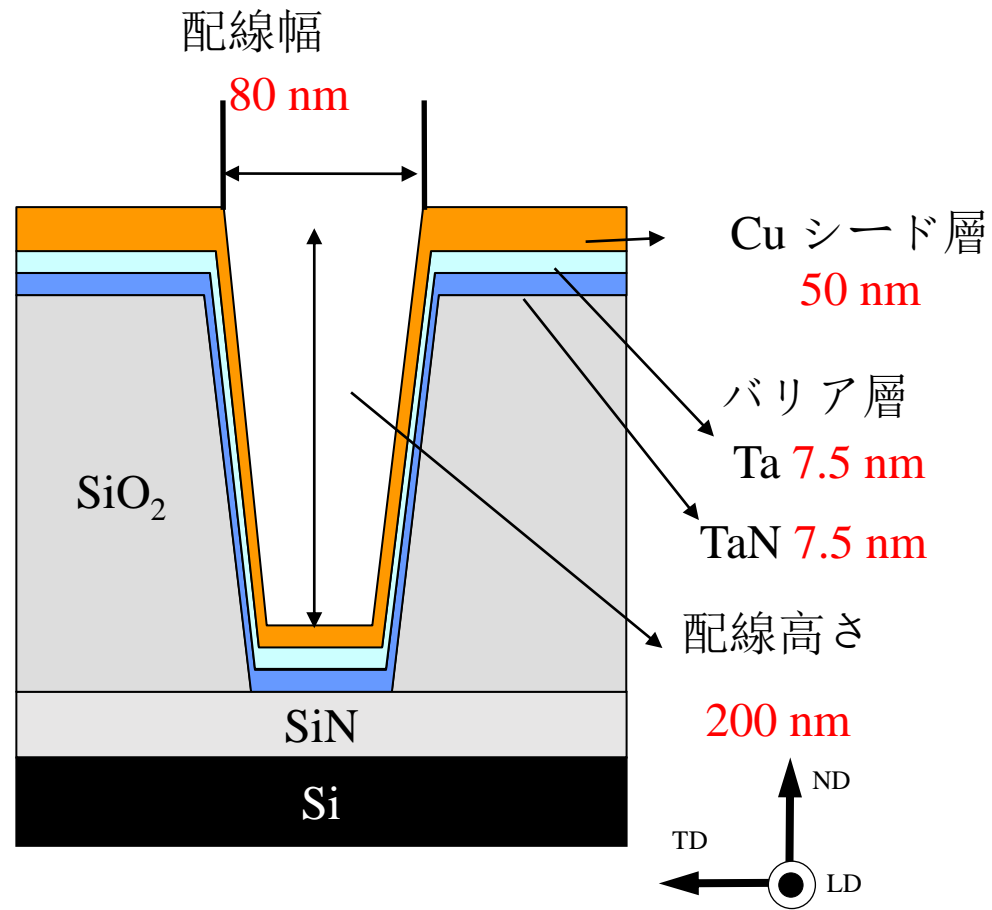


図5-5 Cuめっきのためのトレンチ構造の模式図

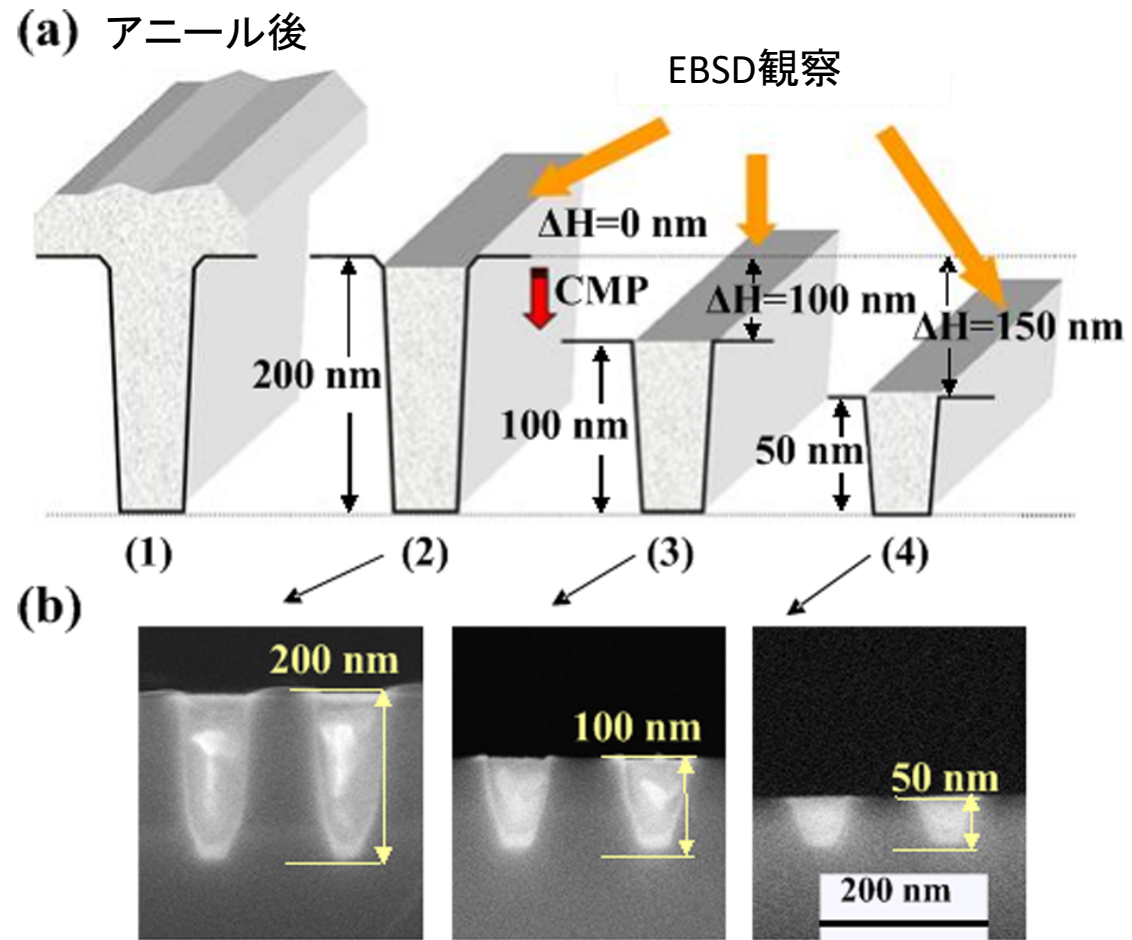


図5-6(a) EBSD観察のためのCMPによる試料作製プロセスの模式図 (1) 余分な上部層を有するCu配線、(2) CMPにより高さ100nmまでCuとTa/TaNが除去されたCu配線、研磨深さ $\Delta H = 100 \text{ nm}$ 、(4) CMPにより高さ50nmまでTa/TaNが除去されたCu配線、研磨深さ $\Delta H = 150 \text{ nm}$
 (b) トレンチの高さが200nm、100nm および50nmのCu配線の断面SEM像

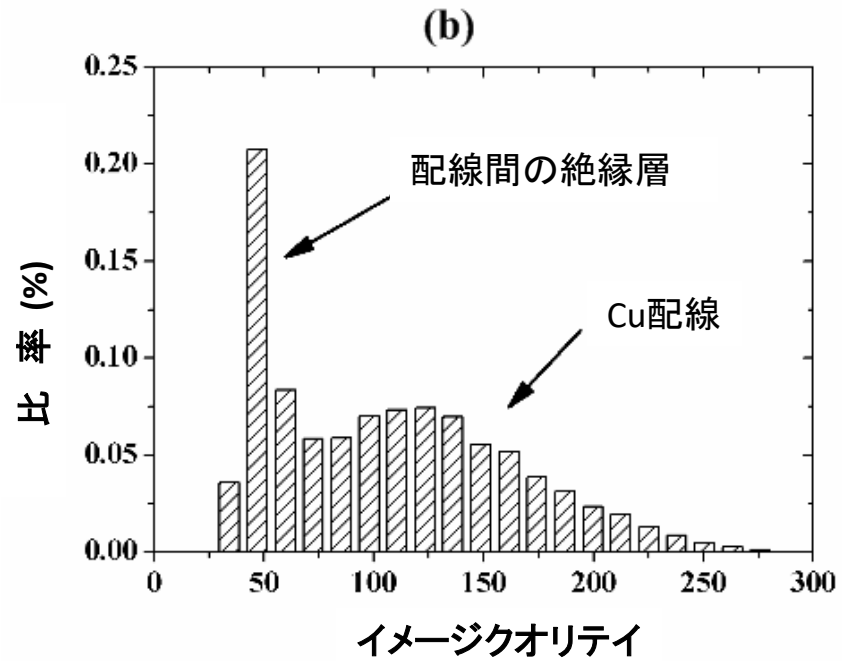
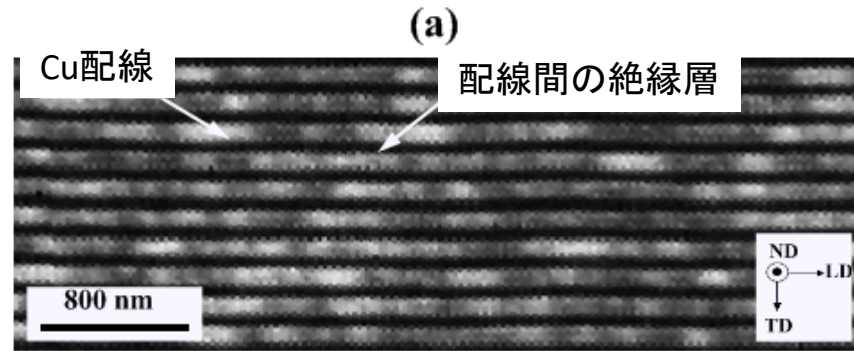


図5-7 (a) 代表的なイメージオリテイマップ および(b) 配線と配線間絶縁層のイメージオリテイ分布

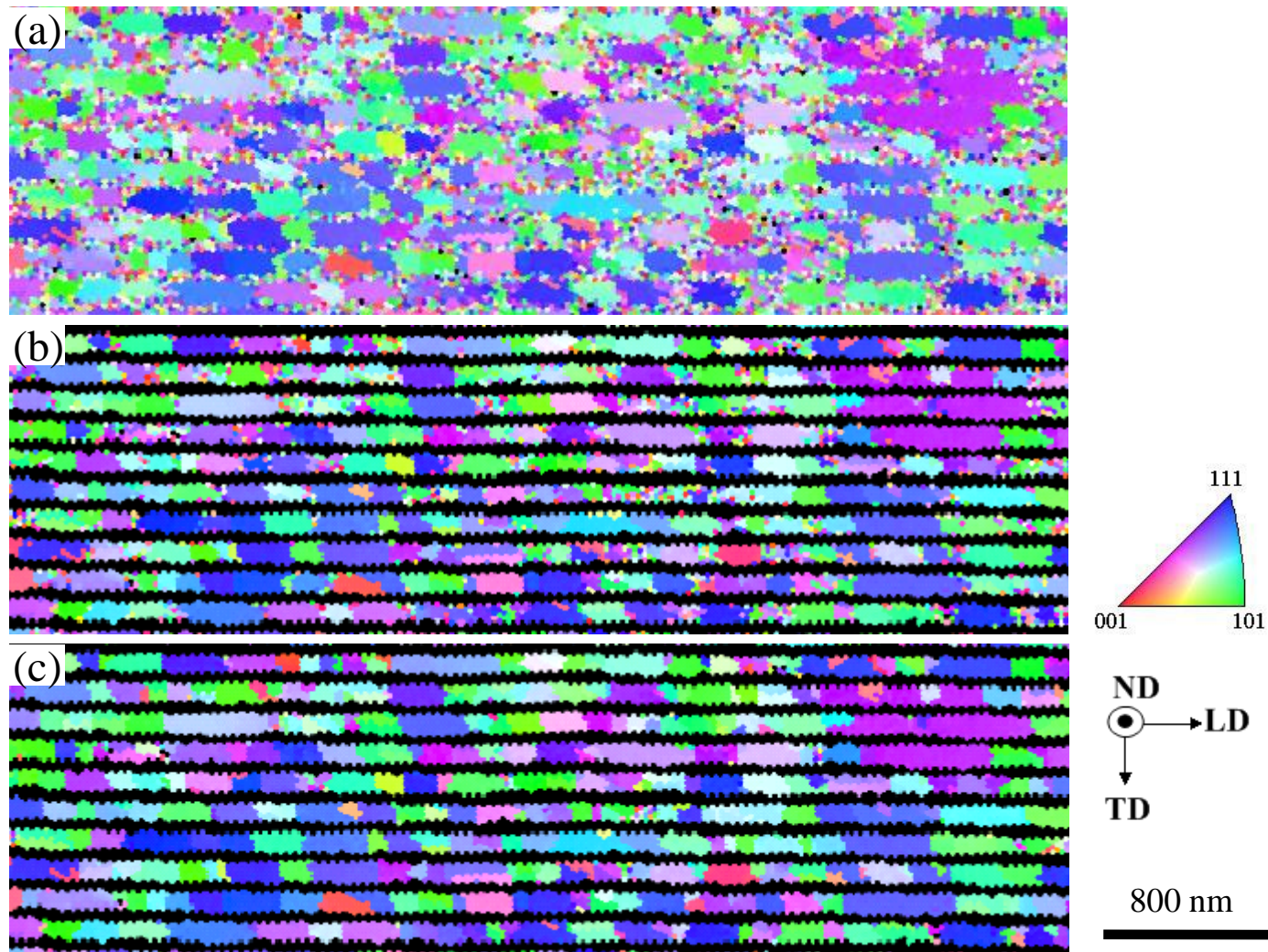


図5-8 逆極点図方位EBSDマップ (a) オリジナルデータ (b) IQ-値フィルタリング後、
(c) クリーンアップ処理後

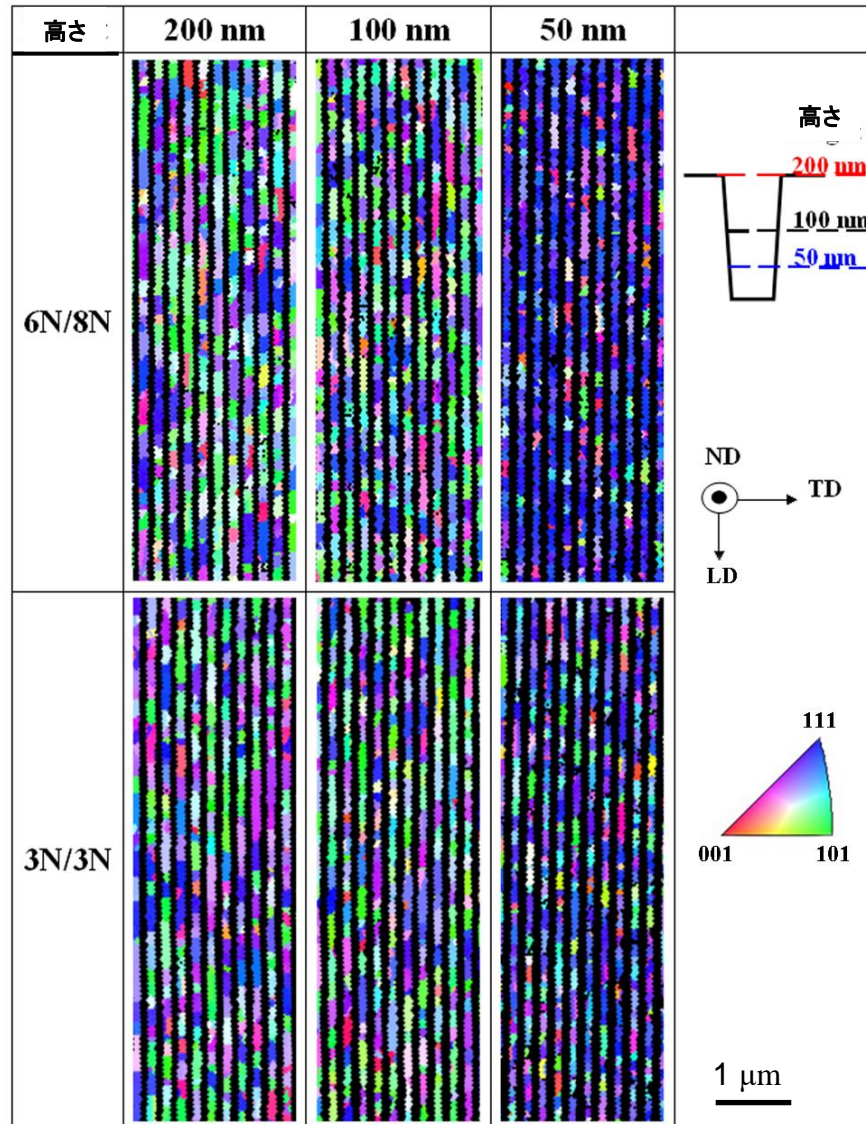


図5-9 高純度および現状プロセスで作製した幅80nmのCu配線の異なるトレンチ高さにおける逆極点図(IPF)マップ

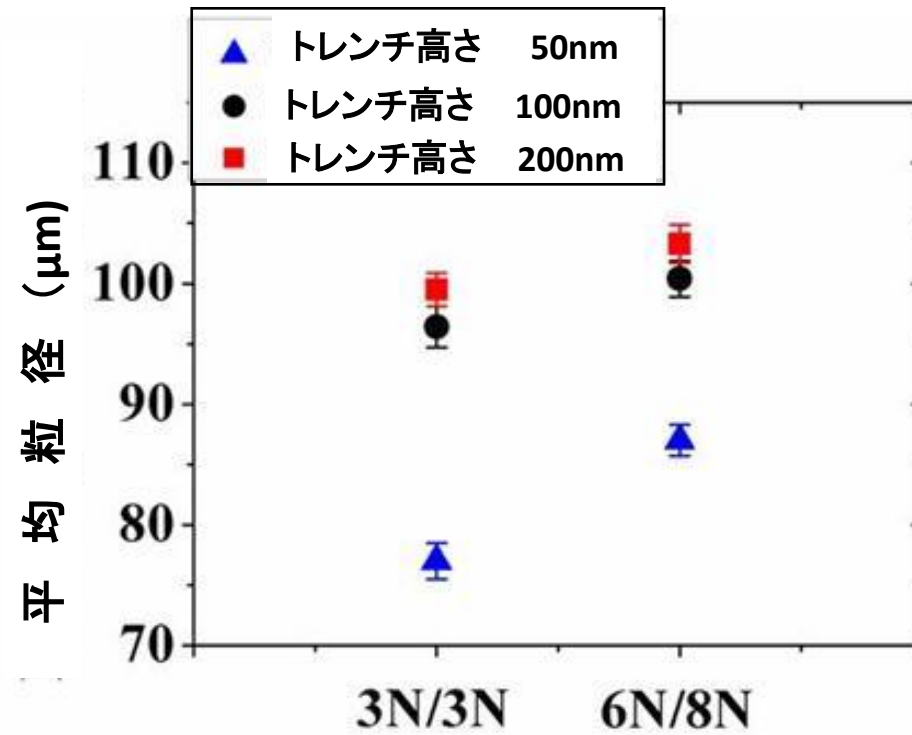


図5-10 高純度プロセスおよび現状プロセスで作製した幅80nmCu配線の平均結晶粒径

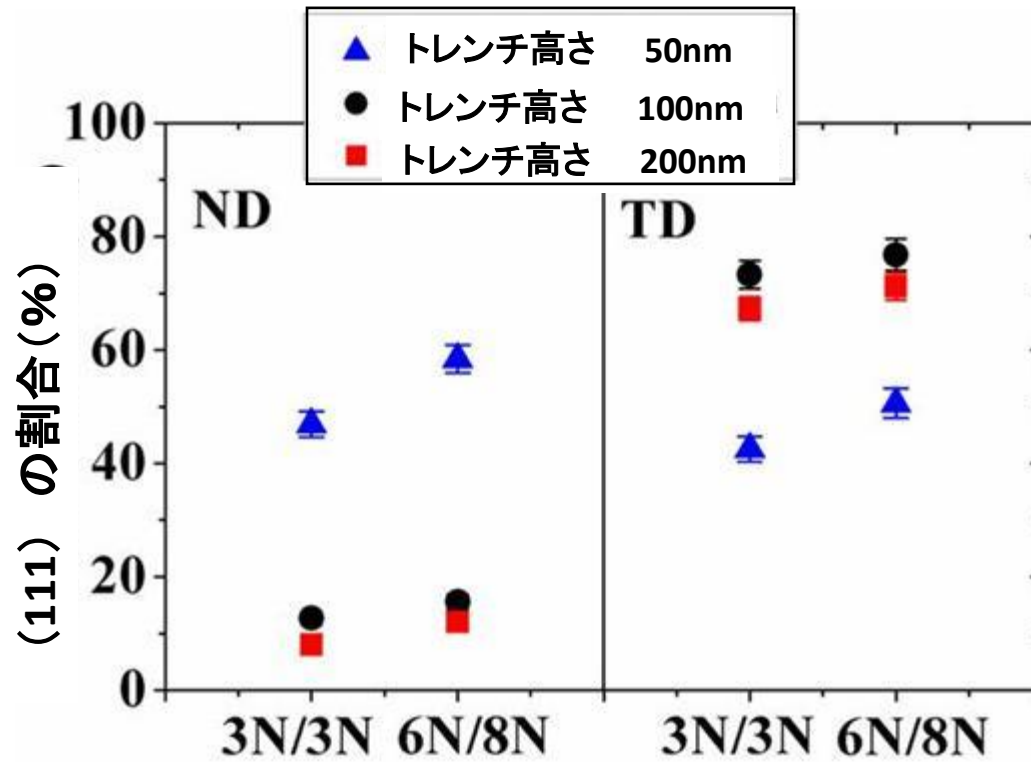


図5-11 3N硫酸銅と3Nアノードおよび6N硫酸銅と8Nアノードを用いて形成した幅80nmCu配線のND方向とTD方向に平行に配列した(111)面方位の割合に及ぼす配線高さの影響

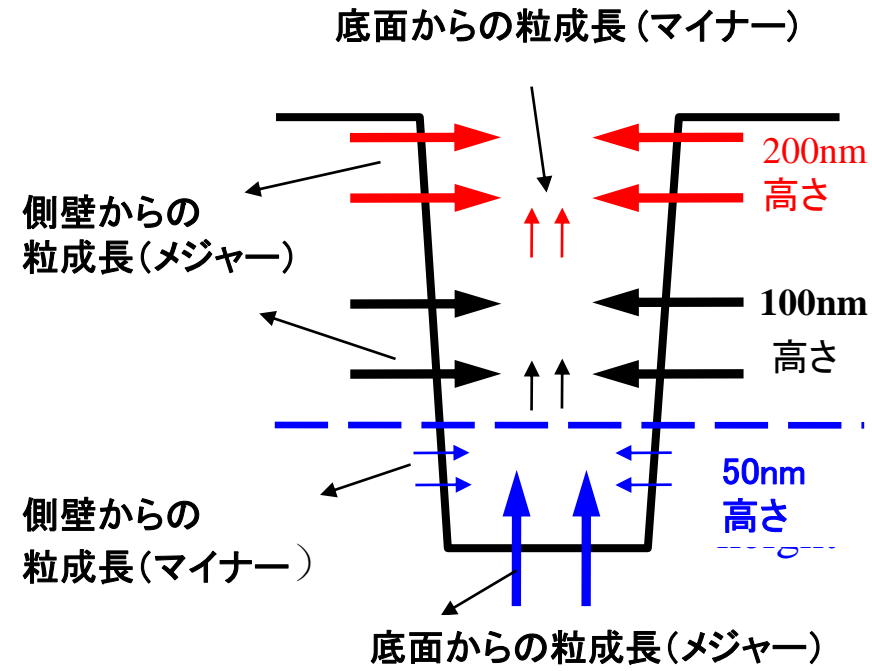


図5-12 トレンチ構造におけるCu配線の粒成長のメカニズムの模式図

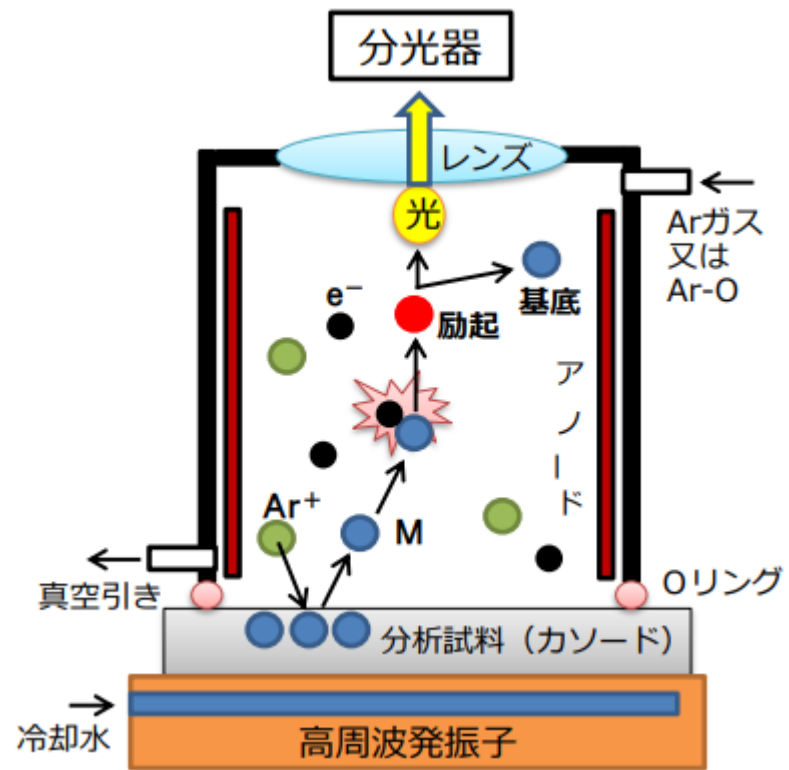
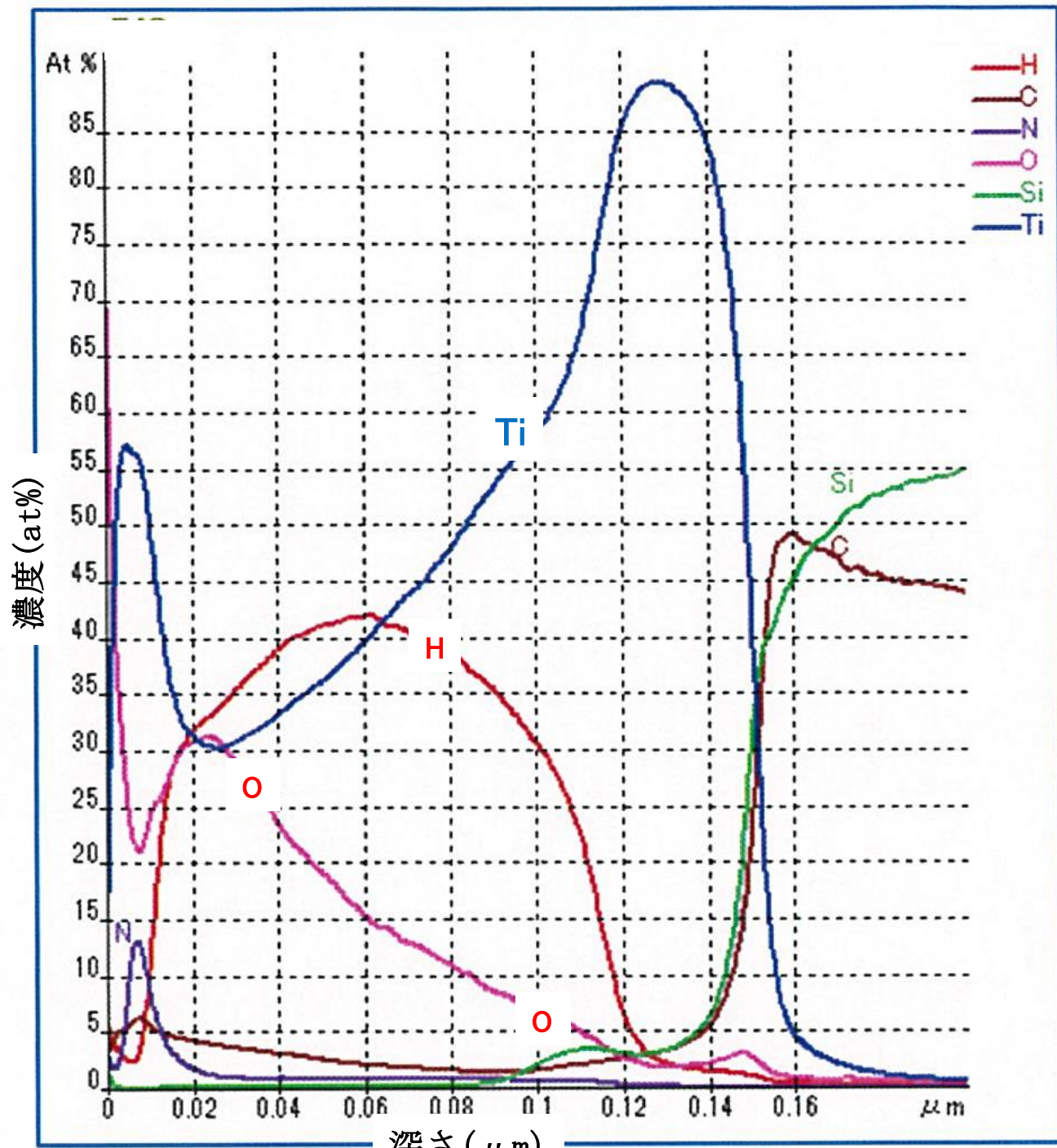


図5-13 GD-OESの原理



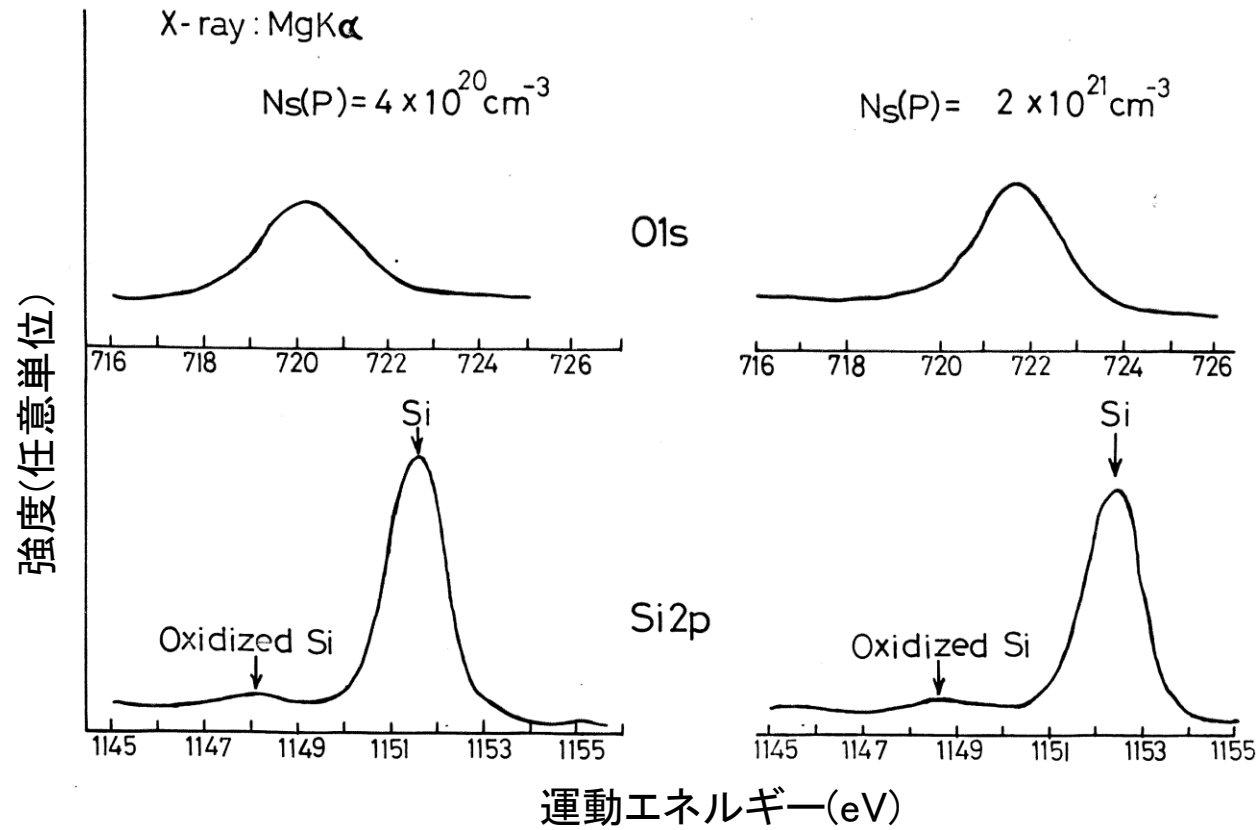


図5-15 N⁺Si上にAlを蒸着後、リン酸中に浸漬してAlを除去した後のN⁺Si表面のO1sとSi2pスペクトル

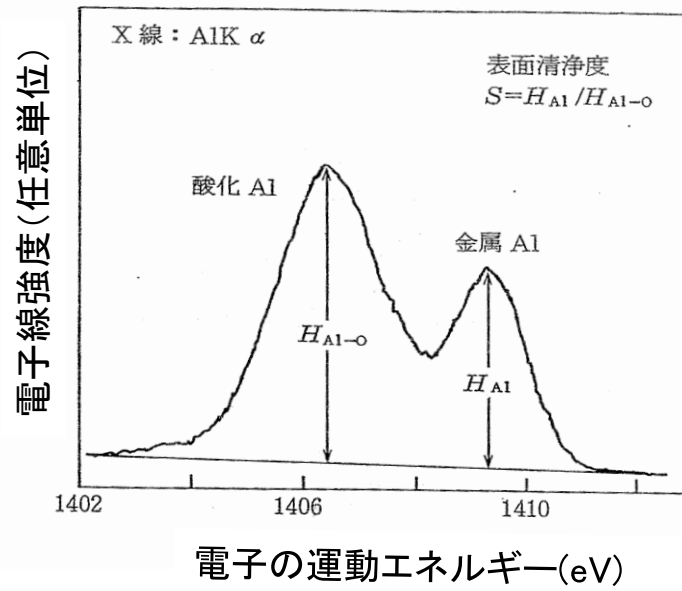


図5-16 Al電極のESCAプロフィール

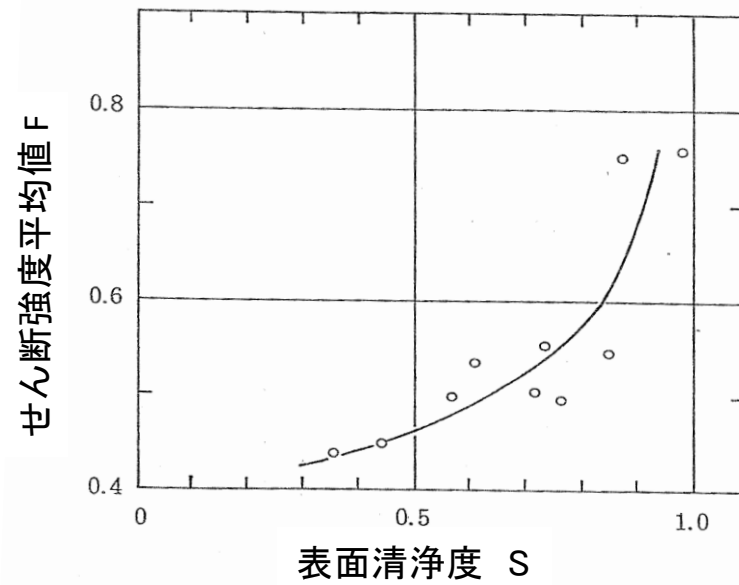


図5-17 せん断強度の平均値に及ぼす表面清浄度の影響

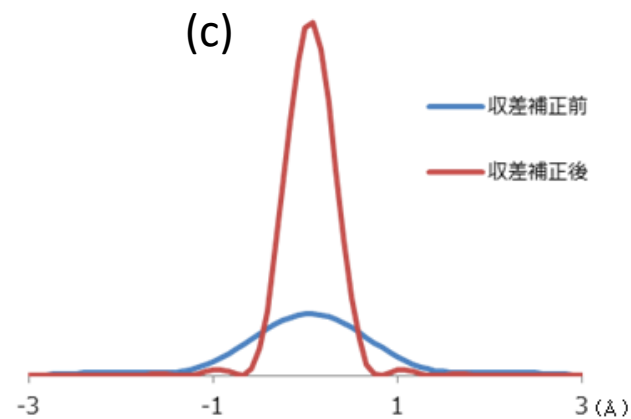
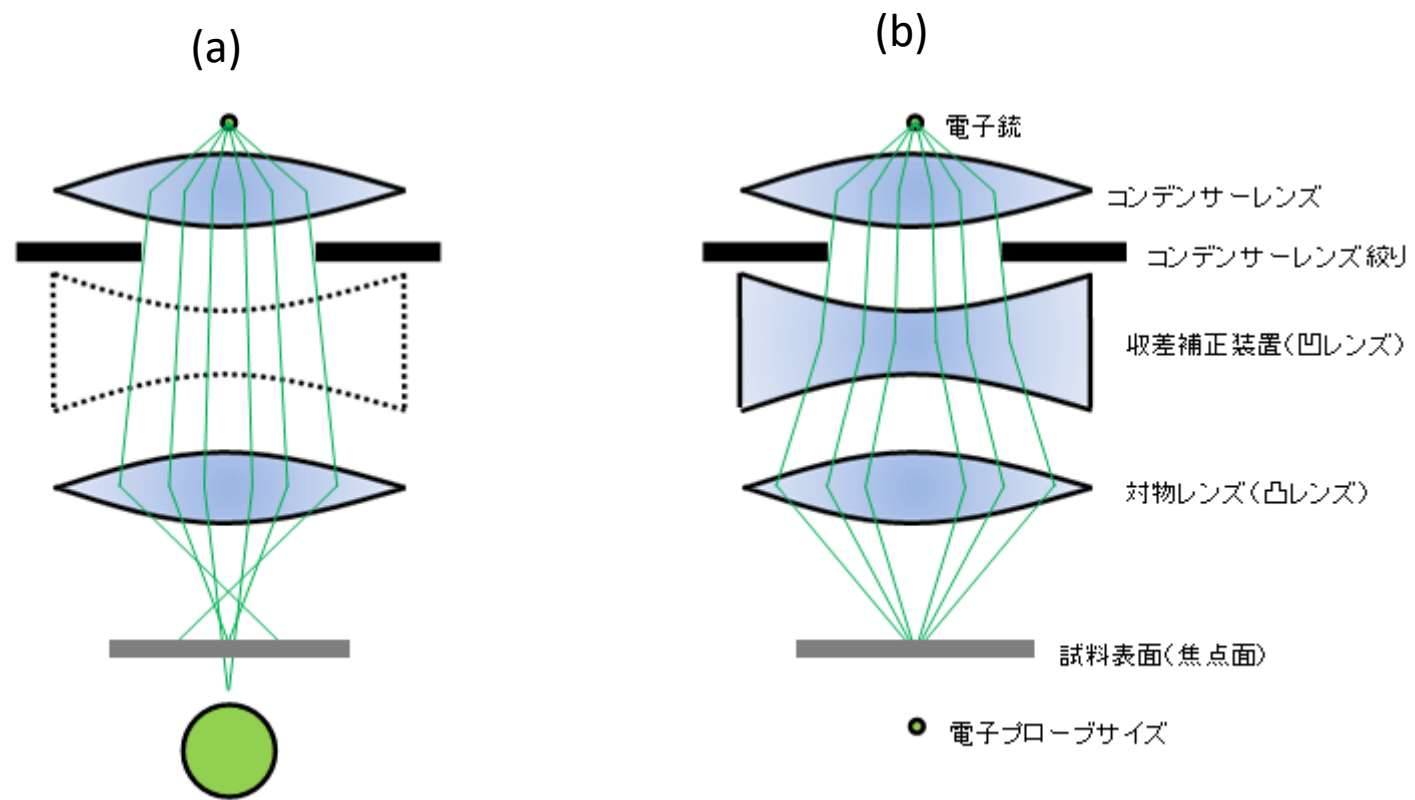


図5-18 電子銃から試料表面までの電子線の経路図と電子プローブの強度プロファイル

(a) 収差補正無し (b) 収差補正有り (c) 収差補正前後の強度プロファイル

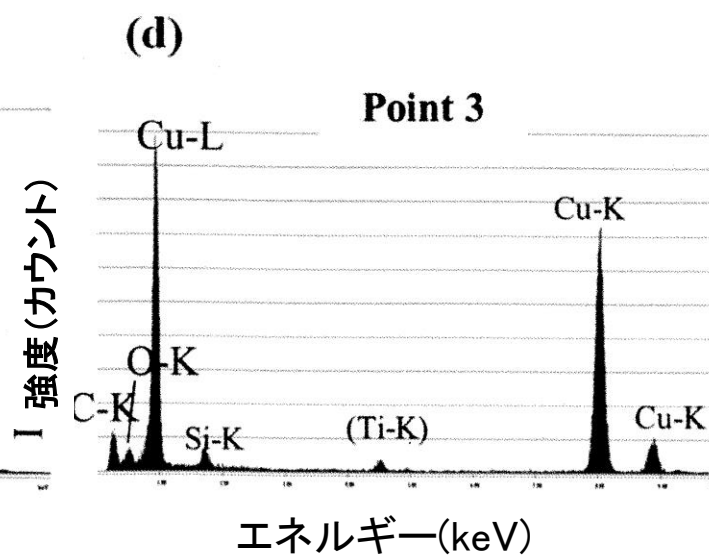
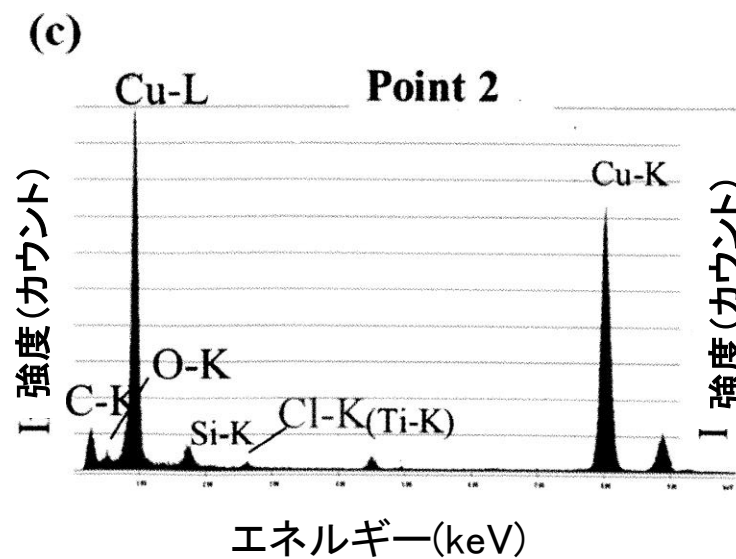
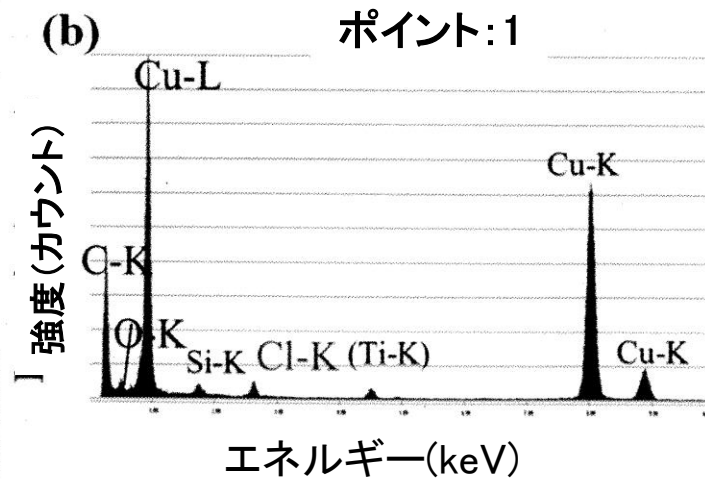
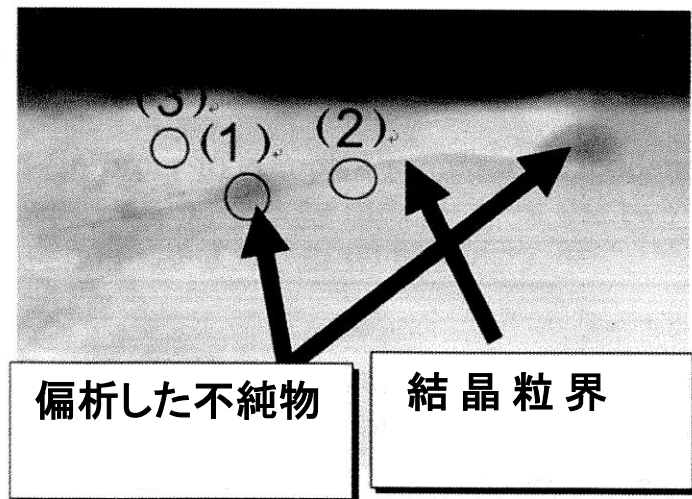


図5-19 Cu配線の結晶粒界におけるClの偏析