ITES

株式会社アイテス

半導体パッケージにおけるCuワイヤボンディングの接合界面について



株式会社アイテス　解析技術

http://www.ites.co.jp



内容

1. 目的とワイヤ接合
2. 試料及び方法
3. 手順、流れ
4. Cuワイヤボンディングの特徴
5. 断面作製法の選択
6. 被覆Pdの確認
7. Cuグレインの観察
8. Cu-Al化合物の確認
9. Al電極上の酸化膜の確認
10. 接合中央部のCu-Al化合物と微小ボイド
11. 接合中央部の化合物とボイドの特徴的配列
12. Cu-Al化合物の成長（拡散）
13. パッケージ開封後のAl接合面の観察
14. Al接合面のAFMによる観察
15. すべり線の対比
16. Al接合面上のエッチング痕とCu-Al化合物及びその形状
17. Al接合面上のすべり線と1stボンド断面のEBSD
18. Al接合面上のすべり線とAlグレイン
19. ダミー電極のEBSD
20. Cu-Al化合物の生成
21. カーケンダルボイドの生成
22. 結論
23. 参考文献
24. 補足：用語説明

目的とワイヤ接合

1. 目的

・半導体パッケージ内の電極間の接合にはワイヤボンドが多く用いられる。
・Auワイヤより低コストのワイヤ材が望まれるが普及にいたらない。
・Cuワイヤは導電性は良いが材料特性（硬い、酸化しやすい）等から、生産設備的、信頼性的に問題となる。
・Auワイヤについては、化合物の腐食やボイド等接合界面の報告は多いが（文献1、2）、
Cu-Al系では少なく、特に信頼性を左右する接合界面の現象については、分析・解析に難しさを伴う。
・ここでは超音波併用熱圧着法によるCuワイヤボンディング（ボールボンド）を取り上げる。

2. ワイヤボンドと熱圧着法Auワイヤ接合の概要

1）ワイヤボンド法
熱圧着法、超音波併用熱圧着法、超音波法

2）ボンディング種類
ボールボンド、ウェッジボンド、ステッチボンド　／　1st、2ndBond

3）熱圧着法Auワイヤボンディング
Auワイヤボールが押し付けられた時のすべり変形により、Al電極表面の酸化膜が破壊され、清浄な面（新生面）が露出することにより、AuとAl原子の拡散が起こり化合物化が生じ接合するとされる（文献1）

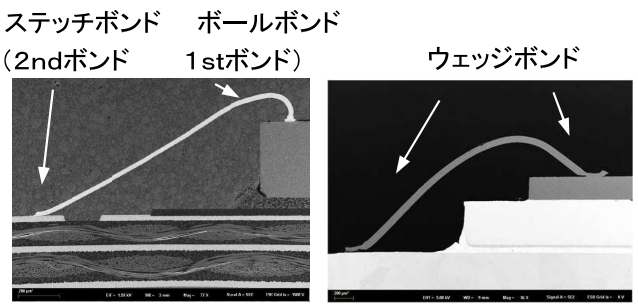
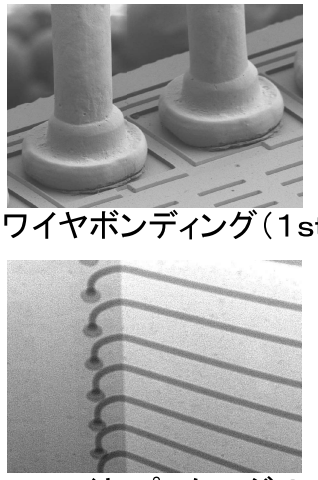
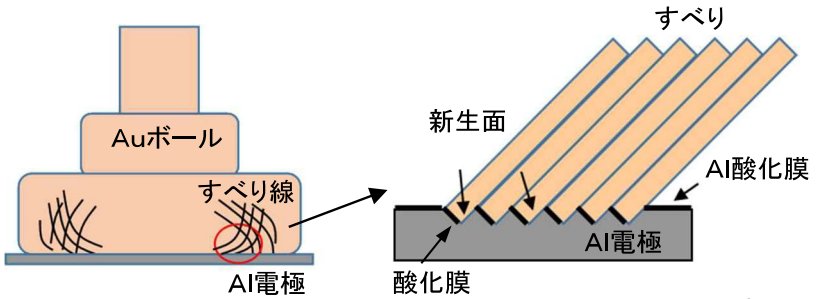


図　ワイヤボンディング



Cuワイヤボンディング（1st部）

Cuワイヤパッケージの
X線透視像



文献（1）

図　AuボールとAl電極の接合（熱圧着接合）

試料及び方法

1. 試料

LQFP（Low Profile Quad Flat Package）Cuワイヤパッケージ　超音波併用熱圧着接合

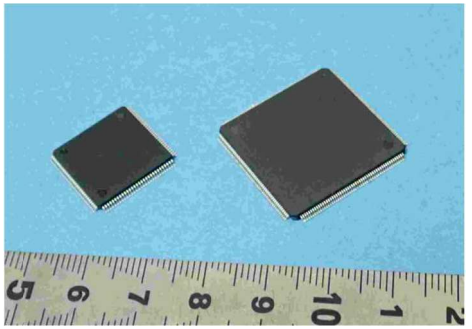
仕様

1）Pd被覆有り

120ピン、サイズ16x16xt1.4mm、Cuワイヤーφ20μm、Al電極厚0.8μm

2）Pd被覆無し

216ピン、サイズ24x24xt1.4mm、Cuワイヤーφ20μm、Al電極厚0.8μm



LQFPパッケージ

2. 方法

1）処理条件

- 初期（Time0）　：　Pd被覆有りLQFP、Pd被覆無しLQFP
- 高温放置（120℃1450hr）　：　Pd被覆有りLQFP

2）装置、手法

- X線透視：YXLONーCheetahEVO
- 断面作製：機械研磨法及びイオンミリング（CP）法
- パッケージ開封：薬液処理
- 観察：SEM（Zeiss　：Ultra55）、AFM（BRUKERーIcon）
- 元素分析：EDX（BRUKERーXFlash）
- 結晶解析：EBSD（TSLーOIM Ver7）

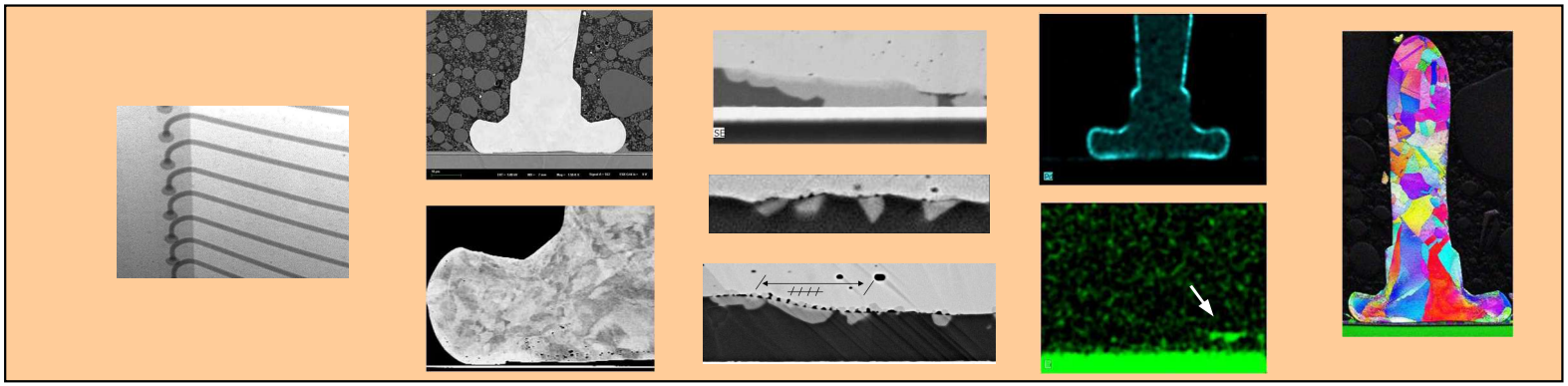
AFM：原子間力顕微鏡（Atomic Force Microscope）

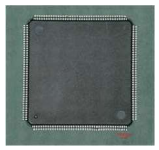
EDX：エネルギー分散型X線分析（Energy Dispersive X-ray spectrometry）

EBSD：電子線後方散乱回折法（Electron Backscatter Diffraction）

手順、流れ

観察・分析結果





試料

処理
TimeO
120℃1450 hr

内部観察
X線透視

断面作製
機械研磨、CP

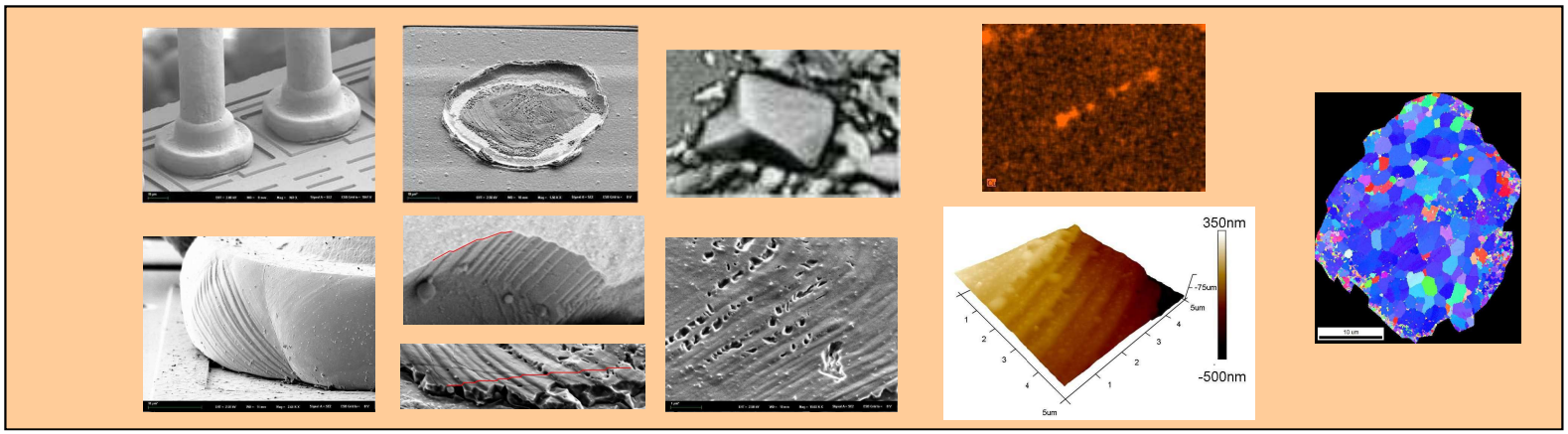
開封
薬液処理

断面観察
表面観察

観察	SEM
元素分析	EDX
結晶解析	EBSD

観察	SEM、AFM
元素分析	EDX
結晶解析	EBSD

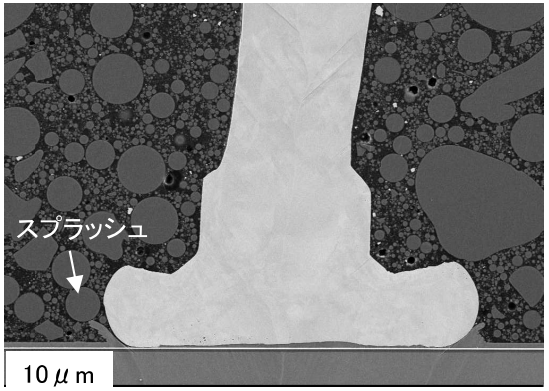
観察・分析結果



Cuワイヤボンディングの特徴

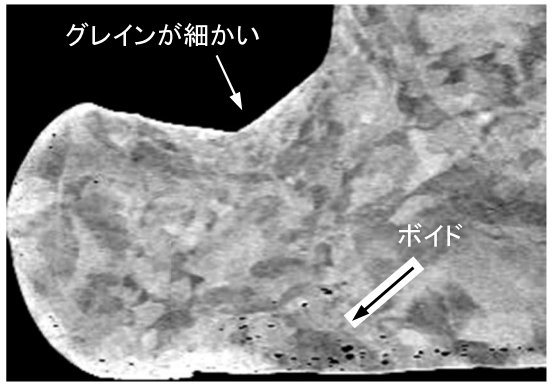
Cuワイヤボンディングの特徴

1）ボンディング時のAl電極の盛り上がり（Alスプラッシュ）
2）Cu-Al化合物の生成量はAu-Al系に比べて少なく、成長も遅い
3）ハロゲン元素に敏感で腐食しやすい化合物（Cu9Al4）が生成し、電気的不具合を起こしやすい
4）機械的安定性はよいが、長期高温信頼性や高温高湿下では信頼性的に劣るとされる
5）1stボンド形状や結晶粒はAuワイヤとほぼ同じである
6）ボール表面付近には、溶融時のものと思われる微小ボイドが見られる

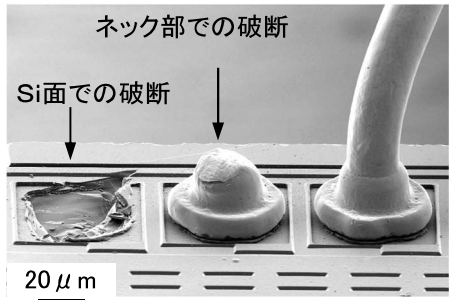


1stボンド


1stボンド部グレイン像



1stボンド部グレイン像拡大



ワイヤボンド引張り後の外観

図　Cuワイヤの1stボンド部

断面作製法の選択

1. 断面作製法

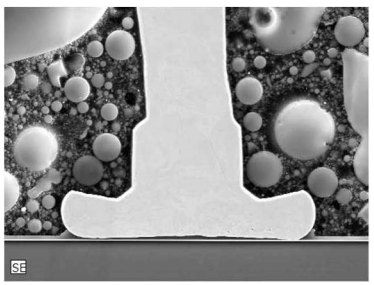
電子部品の断面作製法としては、主に機械研磨法とイオンミリング（CP）法がある

機械研磨	CP
加工及び観察範囲は広いが、材質の影響を受けやすい。高倍観察は最終仕上げ精度に左右されることが多い	加工、観察範囲は狭いが、材質の影響を受けにくいことから、高倍観察、詳細な分析に適する
目的位置に対する位置出し精度は比較的高い	位置出し精度は機械研磨に比べて低い
研磨時にダメージが入りやすい。適切な研磨材を選択する必要がある	ビームによる加工スジや熱ダメージが入る場合がある
観察・分析装置への展開、応用範囲が広い	金属結晶組織の観察に適する場合が多い

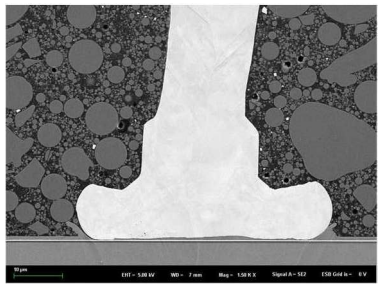
2. 本試料における作製断面

微小なボイドや化合物、分析精度の観点で両法を使い分け

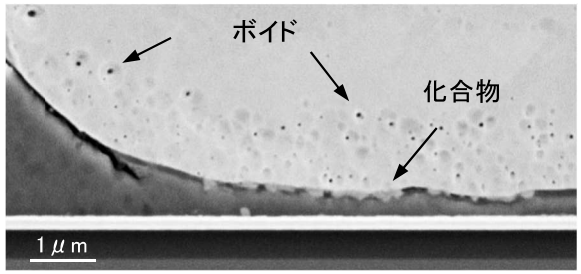
機械研磨	CP
表面近傍に内在する微小ボイド観察には適切な条件が必要。研磨面の酸化、切削物の付着	微小ボイドは容易に観察可加工面は清浄
接合界面に材質による段差が生じ、生成する化合物が微小なため高倍観察が難しい	平坦な加工断面のため高倍観察が可能
適切条件により機械的ダメージは軽減。広範囲の観察	ビームによる加工スジが入る



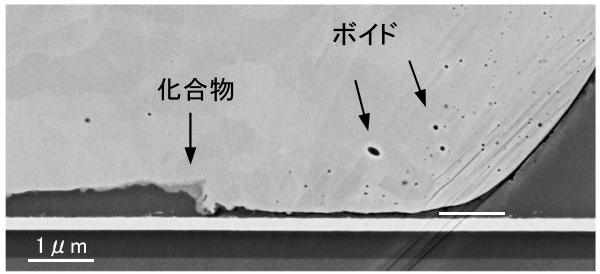
機械研磨法



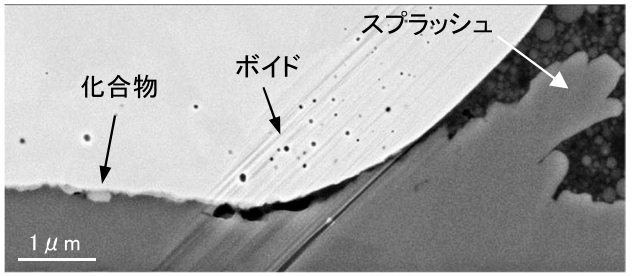
CP法



Pd被覆有り、機械研磨法



Pd被覆有り、CP法



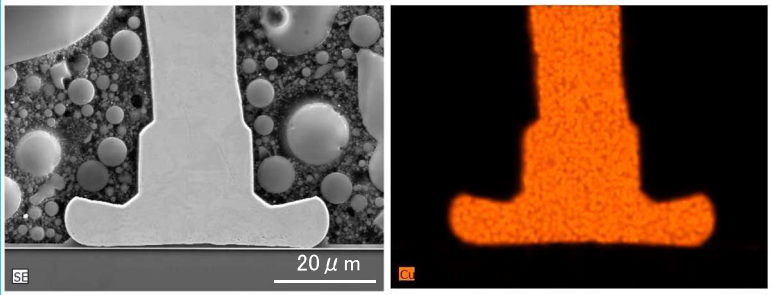
Pd被覆無し、CP法

図　機械研磨法とCP法による接合部断面の比較（初期品）

被覆Pdの確認

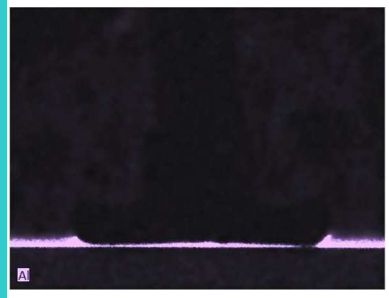
被覆Pdの確認

1）酸化防止用としてワイヤにPdを被覆（約0．１μｍ厚）。他にワイヤ素材自体を合金化したものがある。
2）Pdはボンディング後も表層におおよそその厚みで分布するが、母材Cuとの境界は不明瞭
3）底部では部分的な分布が見られる
4）高温放置してもほとんど広がらない
5）Pd分布の強い箇所でもその濃度は8～10at%Pdであり、Cu-Pd化合物としてではなく、連続的な組成領域として存在

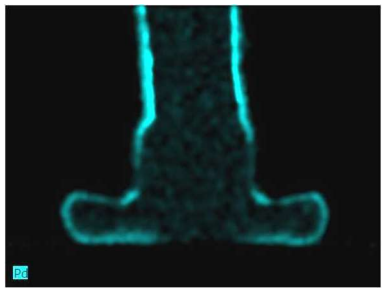


a）SEM像（初期品）

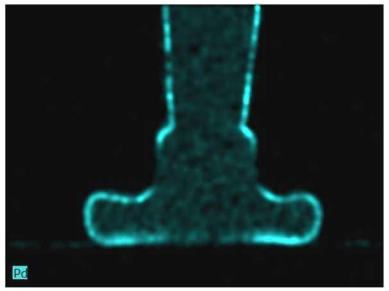
b）Cu



c）Al

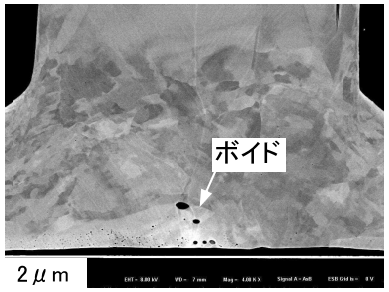


d）Pd

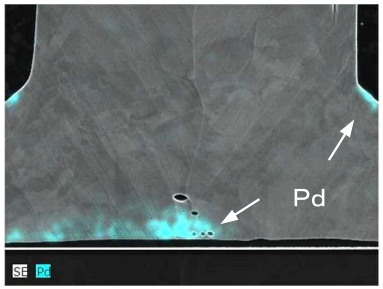


e）高温放置品Pd

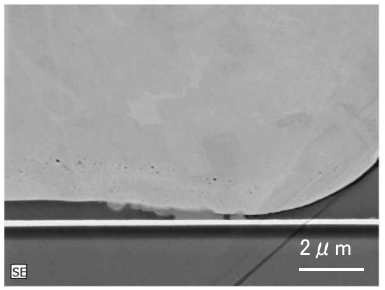
図　被覆Pdの分布（初期品と高温放置品）



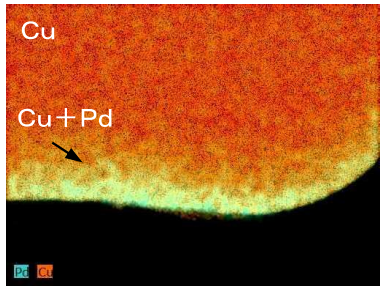
a）初期品SEM像



b）Pd分布（SEM像との重ね合わせ）



c）高温放置品SEM像



d）CuとPd分布の重ね合わせ

図　被覆Pd分布の詳細
（初期品と高温放置品）

Cuグレインの観察

1．断面SEM
SEM像（反射電子像等）による観察

2．EBSD
1）ボール部のグレインは大きく、加圧のため外周方向へ広がる
2）キャピラリ押さえ部では結晶が微細化、応力の偏り。高温放置しても変化は少ない
3）平均粒径　Auワイヤ：5．4μm　、Cuワイヤ：初期8．2μm、高温放置7．3μm

▪IPF図　：結晶方位を表すマップ
▪KAM図　：隣接する部位との方位差で局所的な歪を表すマップ
▪グレインサイズ　：方位差15°以上を大傾角粒界として結晶粒とし、その占有面積を基に算出した値を採用

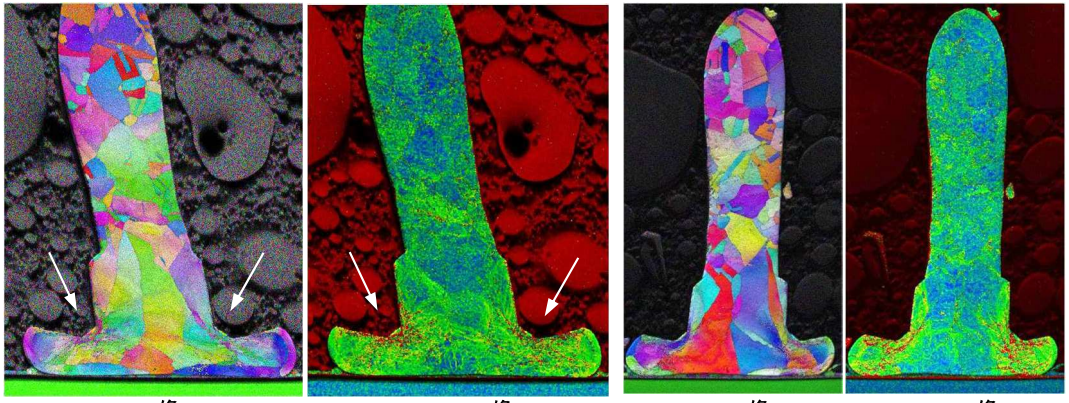


図　EBSDによる初期と高温放置における
Cuグレイン及び応力状態の観察

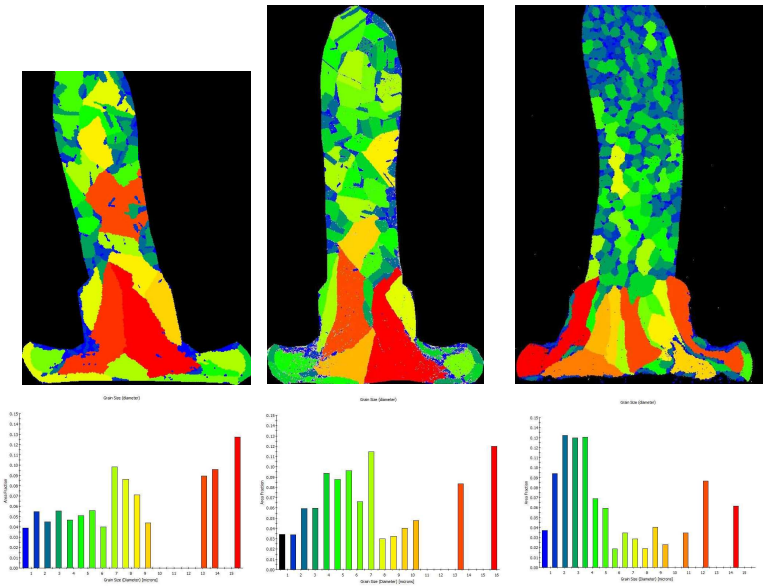
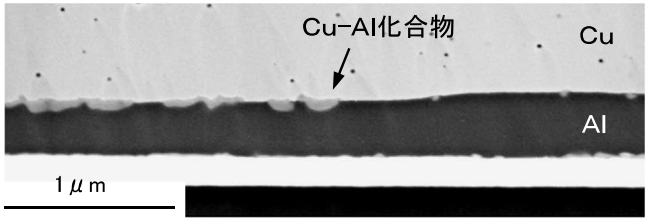


図　CuワイヤとAuワイヤのグレインサイズの比較（等倍比較、下段は粒径分布）

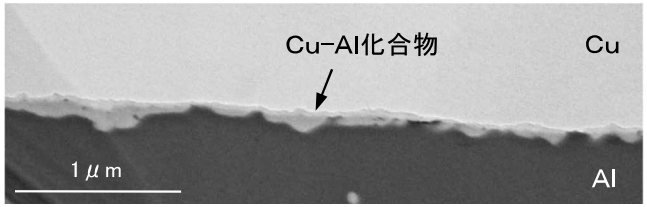
Cu-Al化合物の確認

Cu-Al化合物の確認

1）化合物は接合界面に少量生成するが、多くは接合界面からAl電極側へ成長している
2）接合部中央と端部では形状が異なる。
　中央では多角形の単独粒で点在、端部では層状に厚めでAlが消失している箇所も
3）Pd被覆有りワイヤは若干少ない傾向
4）高温放置しても増加量は少ない
5）化合物はCuとAlからなり、2相が確認できる（次頁）
　①接合界面のAl側に成長し、中央部では単独粒、端部では層形状となる、Cu-Al①
　②Cu-Al①のCu側接合界面上下に薄く見られる、Cu-Al②
6）化合物Cu-Al①は、EDX分析より 34～37at%Cu-Al　→　CuAl2と判断
　化合物Cu-Al②は、状態図からCu組成の高いCu9Al4と推定

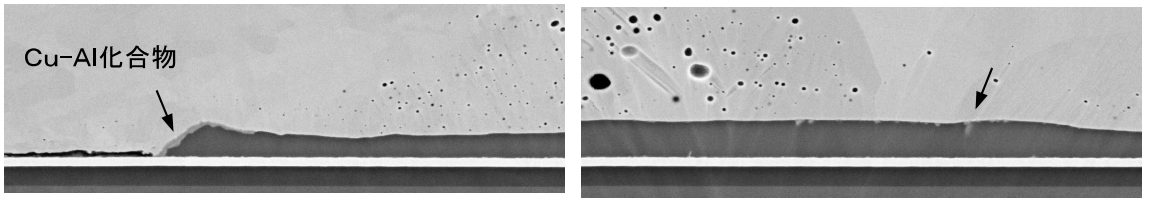


a）被覆有り

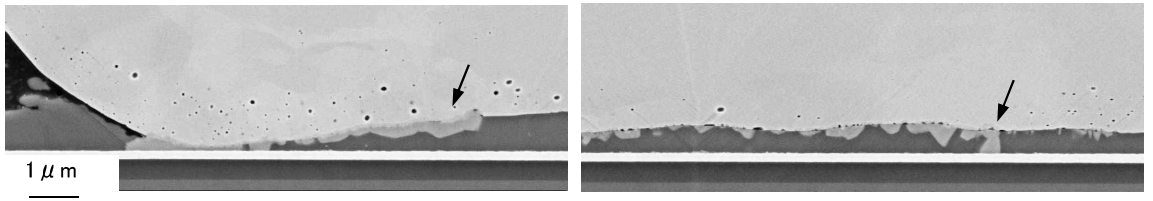


b）被覆無し

図　Cuワイヤの被覆Pd有無における電極接合界面のCu-Al化合物（初期品中央部）



a）初期



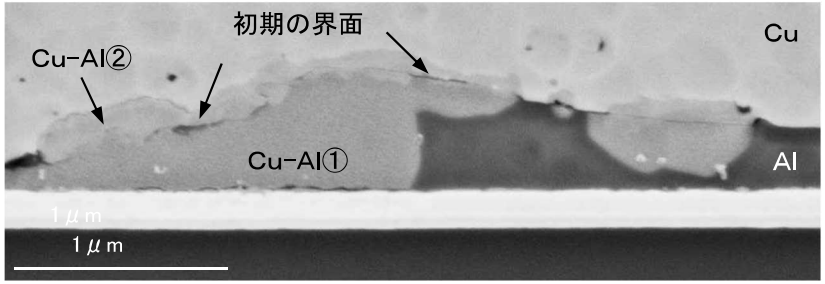
b）高温放置

図　接合界面のCu-Al化合物の初期と高温放置、及び端部と中央部の比較（被覆有り試料）

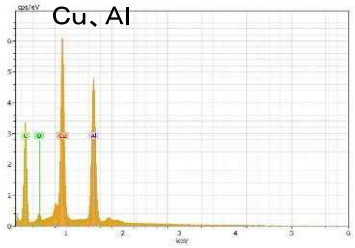
Al電極上の酸化膜の確認

Al電極上の酸化膜の確認

1）Cu-Al①は主にAl電極側に、Cu組成の高いCu-Al②は接合界面を中心にその上下で生成
2）高温放置しても、化合物が生成せず初期界面がそのまま残る箇所も多い
3）部分的に初期界面が化合物内に残存した箇所も（分断された界面をCu-Al②化合物が覆うように成長）
4）化合物未生成界面から酸素の分布を確認　→　分断された酸化膜　→　酸化膜が厚く残ると化合物は生成できない

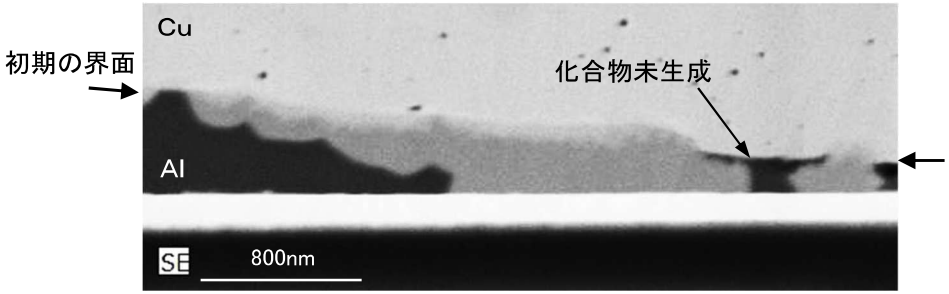


2相のCu-Al化合物

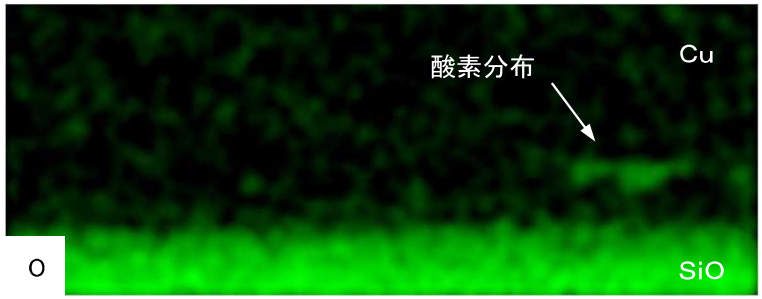


化合物①のEDX定性分析

図　接合界面端部のCu-Al化合物（高温放置）



分析位置



O分布

図　化合物未生成接合界面のEDX分析（高温放置品、CP加工）

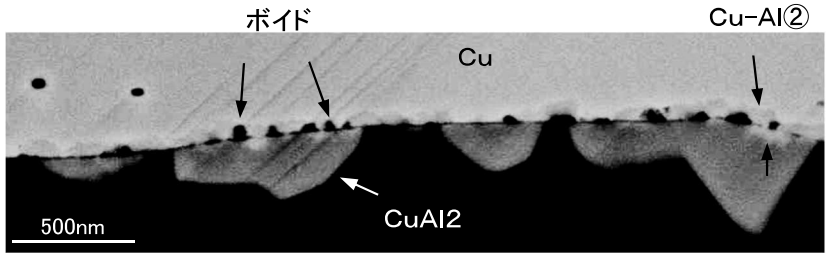
接合中央部のCu-Al化合物と微小ボイド

接合中央部のCu-Al化合物と微小ボイド

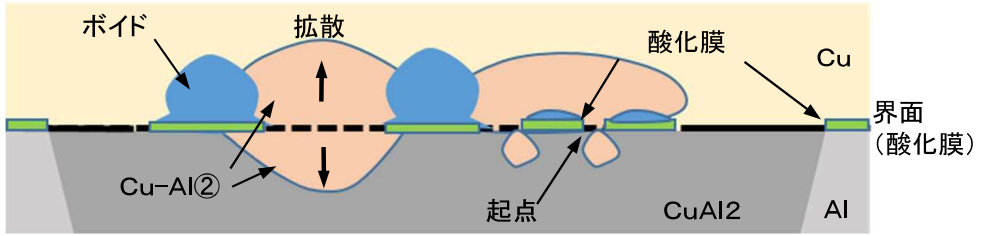
1）高温放置後に、接合中央部の多角形化合物（CuAl2）のCu側界面に微小ボイドが発生。
端部の層状化合物には見られない

2）ボイド周囲にはわずかに第2相（Cu-Al②）が生成。これは接合界面を挟んでCu側、Al側へ成長

3）ボイドはほぼ同じような形状、大きさである。高温放置後の化合物成長に伴い観察されることから
カーケンダルボイドと判断できる



a）Cu-Al化合物と接合界面の微小ボイド



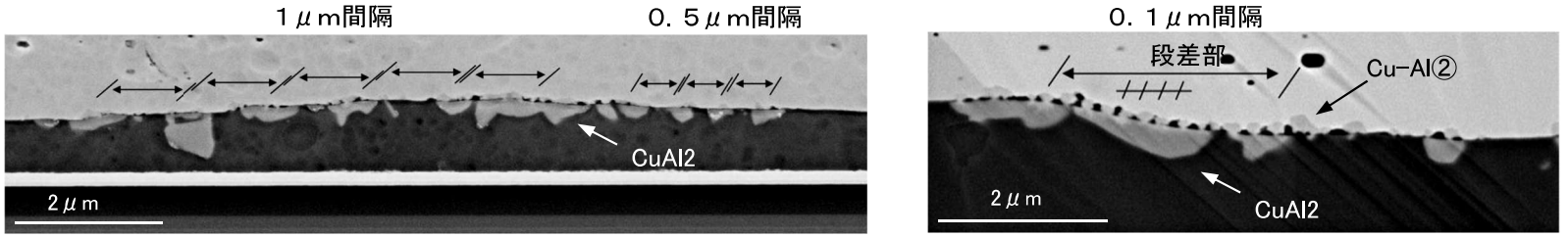
b）模式図

図　接合中央部のCu-Al化合物と接合界面の微小ボイド

接合中央部の化合物とボイドの特徴的配列

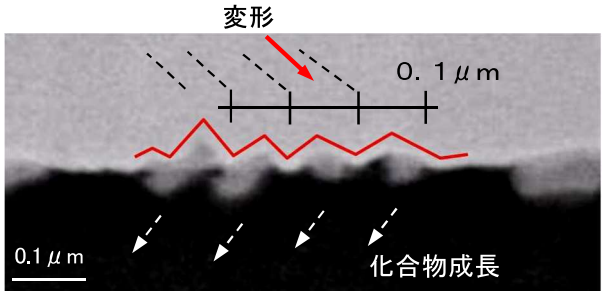
接合中央部の化合物とボイドの特徴的配列

1）接合界面に階段状のステップ形状が見られ、すべり変形の形状と酷似
2）化合物は主にその傾斜部（段差部）に見られる
3）一定の方向や間隔（0．5、1μm）で生成する化合物が見られる
4）ボイドにも一定の間隔（0．1～0．2μm）で見られるものがある

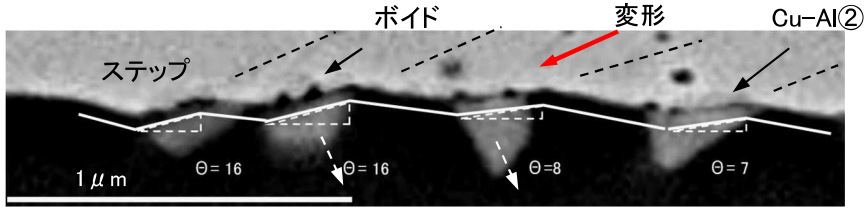


a）Cu−Al化合物　　b）界面の微小ボイド

図　Cu−Al化合物の間隔と微小ボイドの間隔

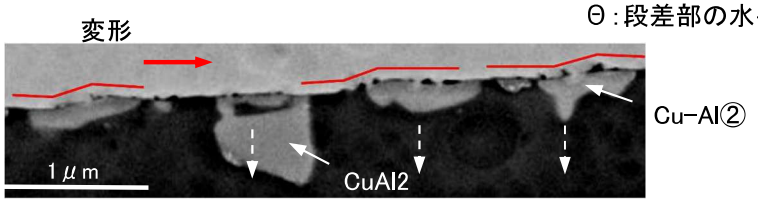


a）初期品：30度前後のステップ



b）高温放置品：10度前後のステップ

Θ：段差部の水平面との角度



c）高温放置品：水平に近いステップ

図　接合界面の階段状ステップとCu−Al化合物及び微小ボイド

Cu-Al化合物の成長（拡散）

1．方物線則

1）化合物の成長速度

初期には下記の方物線則（拡散式）に従うとされる

$x = \sqrt{(Dt)}$、　$D=D_0\exp(-Q/kT)$

xは厚み、tは時間、Dは拡散係数、D_0は振動項、Qは活性化エネルギー、

kはボルツマン定数、Tは温度

2）観察SEM像からの平均化合物厚み（x_a）

$x_a = S(Cu\text{-}Al) / L$

S（Cu-Al）は生成Cu-Al化合物面積、Lは観察断面における接合有効径

図の断面観察像から、

$x_a = 0.093\,\mu m$

3）上記拡散式への文献値（文献3）代入による計算値（x_c）は、

$x_c = 0.074\,\mu m$

D_0（Al-Cu）＝1.5x10-5m2/s、Q=1.26eV、k＝8.62x10-5eV/K、T=393K　として

4）上記から、　$x_a \fallingdotseq x_c$

実測値（x_a）と計算値（x_c）とは近い値となる。

従って、

- Cu-Al化合物も比較的初期は方物線則に従うと判断できる
- 生成量が微小で点在する場合、断面観察像の面積から算出することでもよい一致

2．Au-Al系で同条件の場合

化合物厚みx は同条件では計算上、約3μm

Au/Al2O3/Al薄膜対でQ=1.1eV（文献4）として

これは現実的に観察される厚みと同程度である。

従って、Au-Al系に比べてCu-Al系の化合物成長速度はかなり遅い

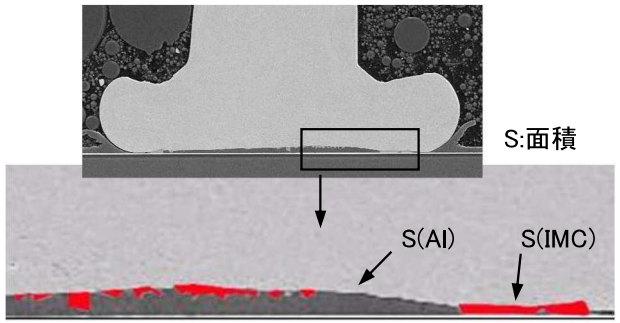
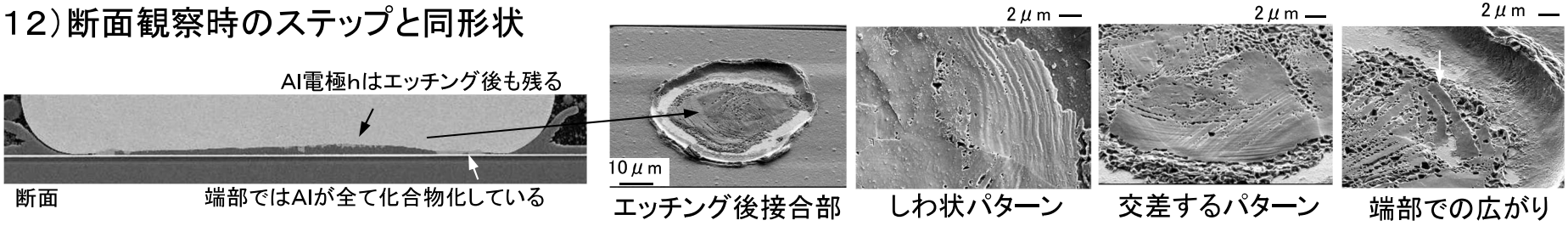


図　Cu-Al化合物（IMC）の抽出（色付け部）

パッケージ開封後のAl接合面の観察

パッケージ開封後のAl接合面の観察

1）薬液処理によりAlは残り、Cu及びCu-Al化合物はエッチングされる
2）接合中央部ではAl面はほぼ残るが、外周部では消失（化合物化している）
3）幾重ものしわ状のほぼ等間隔な線状模様がある。すべり模様と判断できる
4）線状模様は段差のあるステップ形状である
5）端部ほど間隔が大きく段差も大きなものが見られる
6）段差部で連続的なエッチング痕（分析結果より化合物痕）が見られるものがある
7）段差内や段差を越えて直線的に等間隔に配列するエッチング痕がある
8）大きな線状間にさらに小さな線状模様を有するパターンがある（すべり帯）
　小さなパターンで0．1～0．2μm、大きなパターンで1～2μm
9）2方向から交差するパターンがある（交差すべり、2重すべり）
10）Al面上には幾つかの緩やかな凹凸平面（加圧面）があり、その面ごとに線状模様の方向が異なる
11）一つの段差内にさらに微細で等間隔の微小痕が見られるものがある
12）断面観察時のステップと同形状



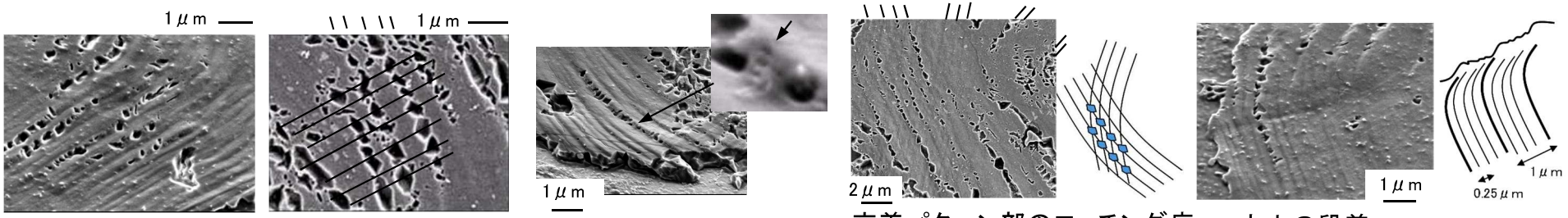
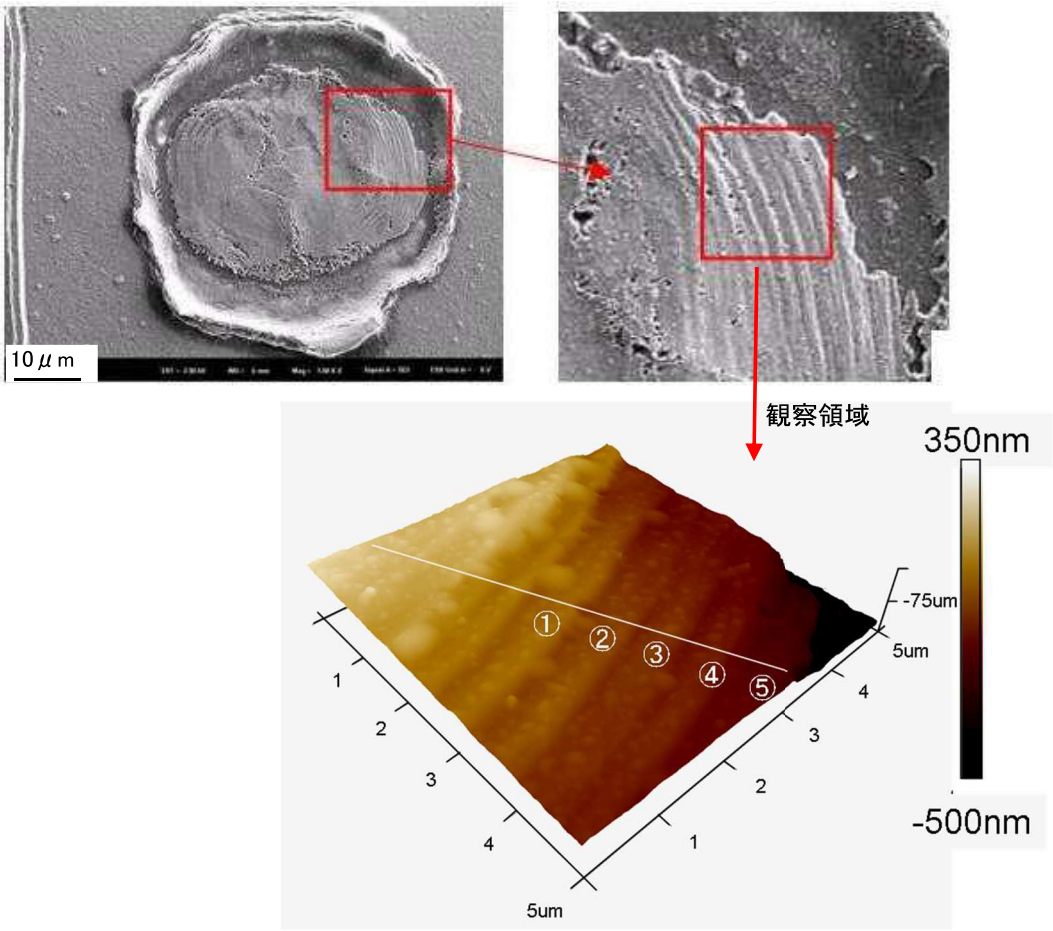


図　Al接合面上に見られる種々の特徴的パターン

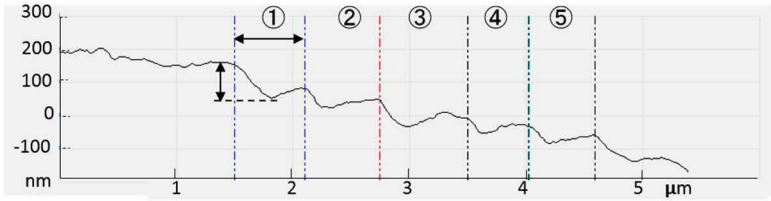
Al接合面のAFMによる観察

Al接合面のAFMによる観察

1）SEMによる表面および断面観察と同様の段差ステップ形状を確認
2）ステップ幅や段差、段差角度も同様に測定（SEMでは断面と表面からの両方が必要となる）
3）非破壊で垂直方向を含めた高分解能な観察、測定



AFM鳥瞰像



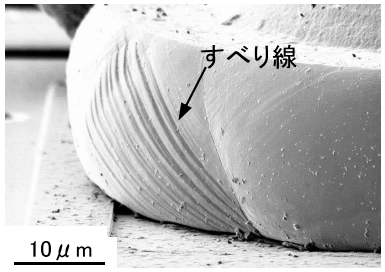
部位	段差(nm)	ステップ間隔(μm)	角度(°)
①	95.240	0.595	17.764
②	50.195	0.658	21.503
③	79.307	0.743	20.480
④	43.090	0.531	22.090
⑤	45.232	0.573	16.925

断面形状と測定結果

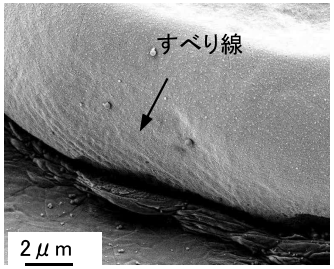
図　Al接合面のAFM測定結果

すべり線の対比

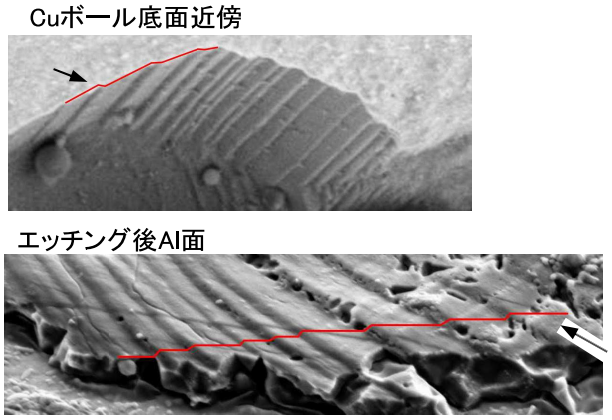
1．ボール表面のすべり線
1）Cuボール表面にもAuボールと同様のすべり線形状
2）これはAl面上の線状模様と酷似
3）Cuボールのすべり線がAl電極に押し付けられたと判断
4）すべり線上にもさらに外周方向への線状模様が見られるものがある



a) Auボール表面



b) Cuボール表面



c) Cuボールのすべり線とAl面上のパターンの対比
矢印：表面凹凸形状の外挿線

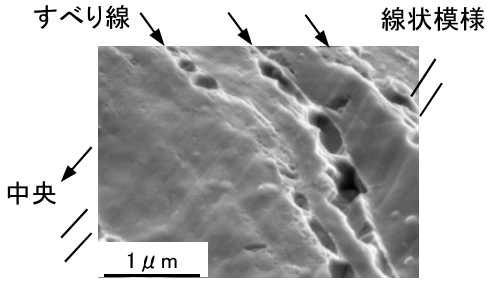


図　Al接合表面のすべり線間の線状模様

図　1stボンドボール表面に見られるすべり線との対比

2．ボンディング周囲のAl電極面のすべり線
1）ボンディング周囲のAl電極にもグレインごとに方向が変わるすべり線が見られる
2）周囲の薄いAl電極にもボンディングの影響

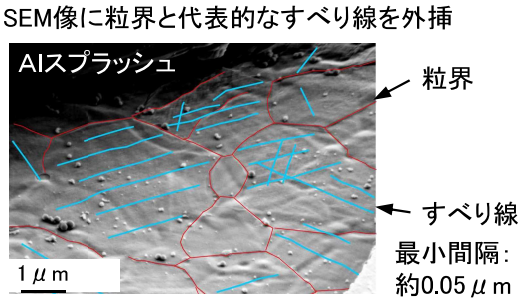


図　ボンディング周囲のAl電極表面に見られるすべり線

Al接合面上のエッチング痕とCu-Al化合物及びその形状

Al接合面上のエッチング痕とCu-Al化合物及びその形状

1）断面で観察される、点在化合物の多くは多角形状
2）断面観察時のすべり線段差部で生じた化合物と同じく、Al接合面上の段差部でエッチング痕
3）エッチング痕形状は断面観察と同様に多角形状
4）未エッチング部からのCu検出により、エッチング痕はCu-Al化合物痕と判断

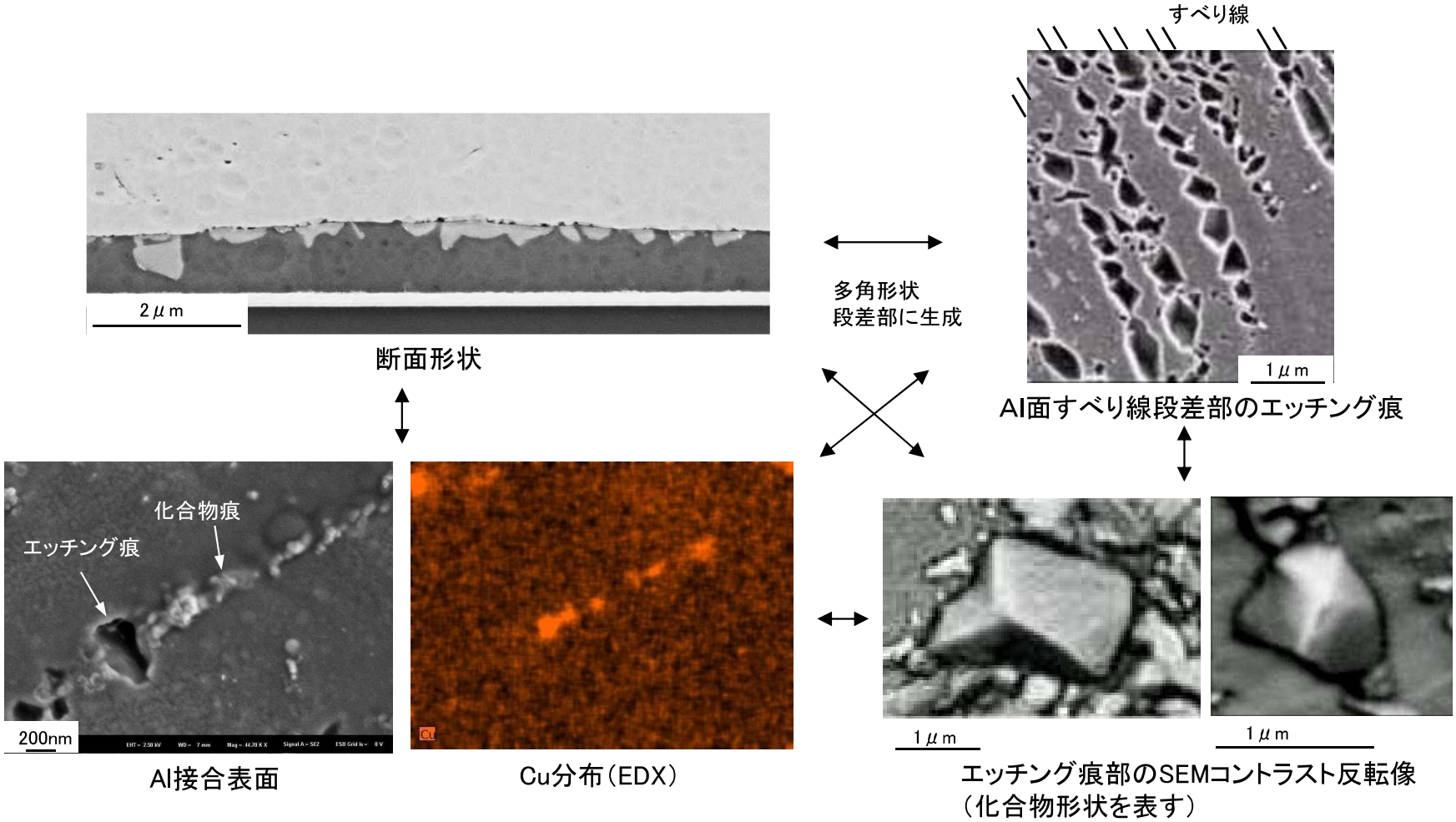


図　Al接合面上のエッチング痕とCu-Al化合物痕およびその形状

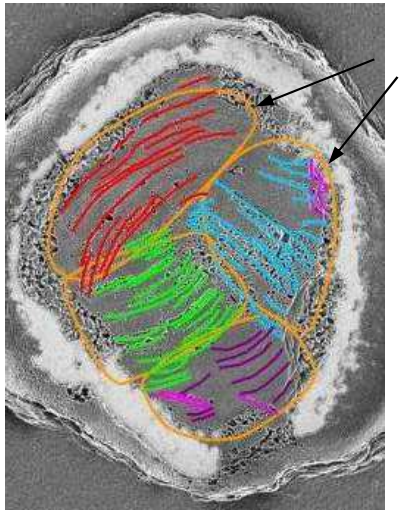
Al接合面上のすべり線と1stボンド断面のEBSD

Al接合面上のすべり線と1stボンド断面のEBSD

1）Al面上に幾つかの凹凸平面（加圧面）が見られる

2）その面上には多くのすべり線が円弧状に分布し、その面ごとに方向が変わる

3）接合界面に接するCuグレインは比較的少なく方位が変わることから、そのグレインごとにすべり方向が変わる



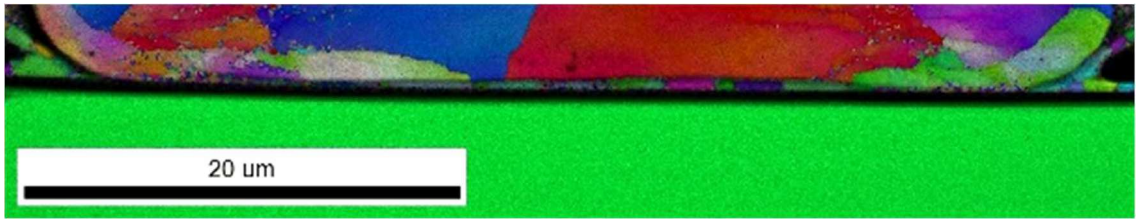
a）Al接合表面のすべり線

すべり線を外挿

Cuボール



初期品



高温放置品

b）断面における接合界面近傍のEBSD分析（Cu-IPF像）

a, b）は別箇所

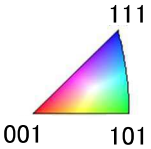


図　Al接合面のすべり線と接合断面におけるCuグレイン

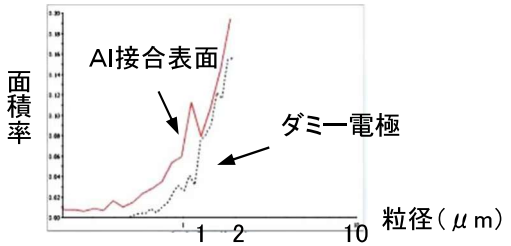
＊ a）の各すべり線の配色とEBSDの結晶方位配色とは無関係

Al接合面上のすべり線とAlグレイン

Al接合面上のすべり線とAlグレイン

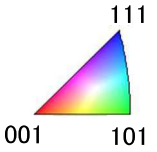
1）すべり線パターンは方位の異なるAlグレイン上に広がる
2）一部では粒界上に見られる
3）応力状態は高く、すべり線パターンに沿う傾向
4）接合面のAlグレインはダミー電極に比べやや細かく方位も若干変化
5）EBSDの結果でもCu加圧時に生じたCuのすべり線がAl面に反映したと判断

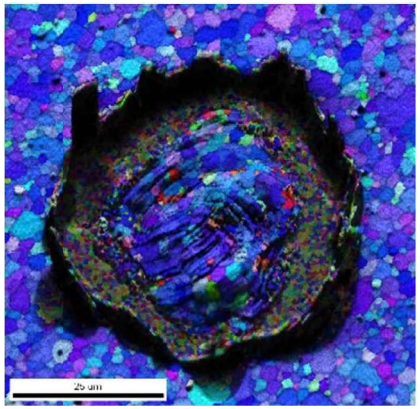
・GROD像：結晶粒内の平均方位からのずれを示したもので歪の分布を表す
・逆極点像：ND方向を法線として配向した結晶面の分布強度を表したもの



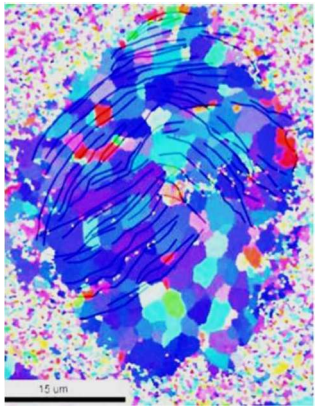
粒径分布

＊粗大粒とデータ不十分箇所を除く

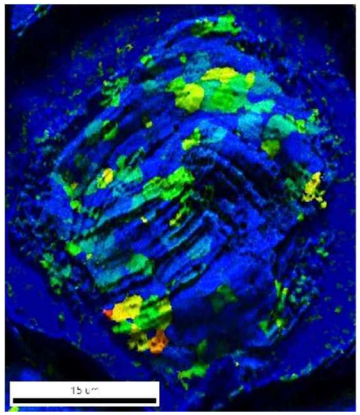




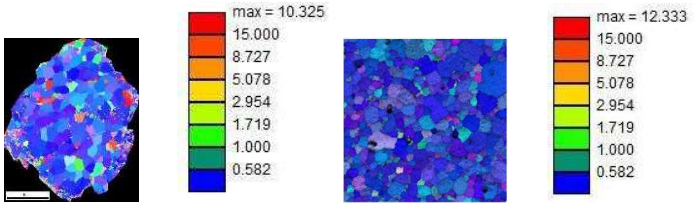
a）Al接合表面（Al-IPF像）



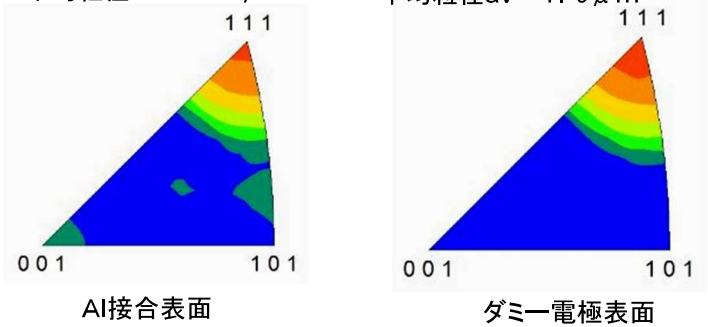
b）Al接合表面のIPF像とすべり線の重ね合わせ



c）応力分布（GROD像）



平均粒径av＝1．2μm　　平均粒径av＝1．5μm



Al接合表面　　ダミー電極表面

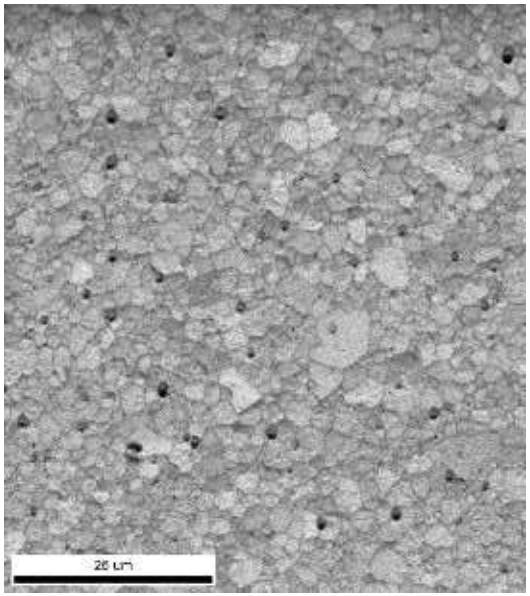
d）Al表面の結晶方位（ND逆極点図）と平均粒系の比較

図　Al接合面のすべり線パターンとEBSD分析におけるAlグレイン及び応力分布との関係

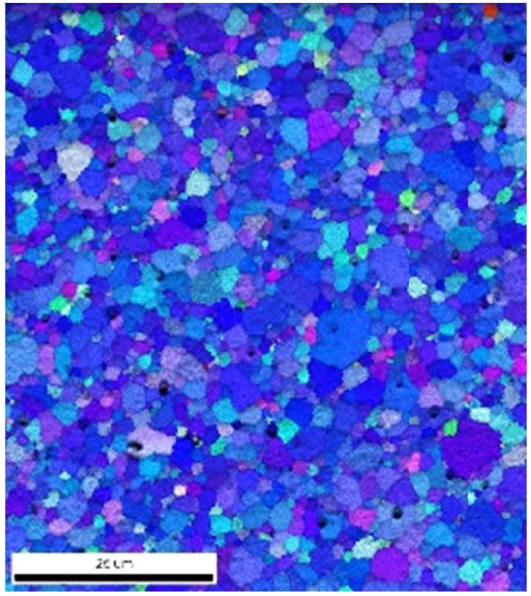
ダミー電極のEBSD

ダミー電極のEBSD

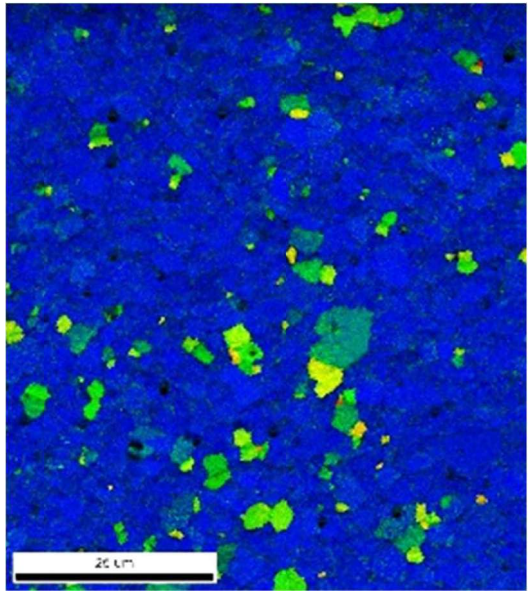
同一チップ上のダミー電極は、グレインの大きさ、方位、応力分布はほぼ均等



Al電極表面（IQ像）

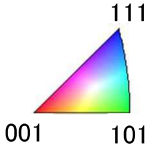


IPF像



応力分布（GROD像）

図　ダミー電極のAlグレイン及び応力分布

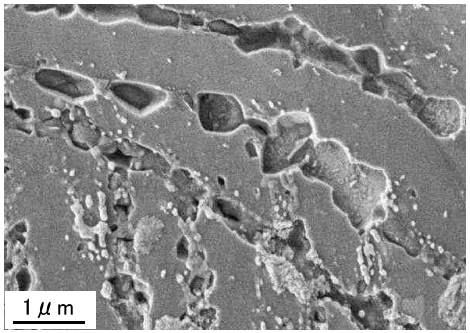


Cu-Al化合物の生成

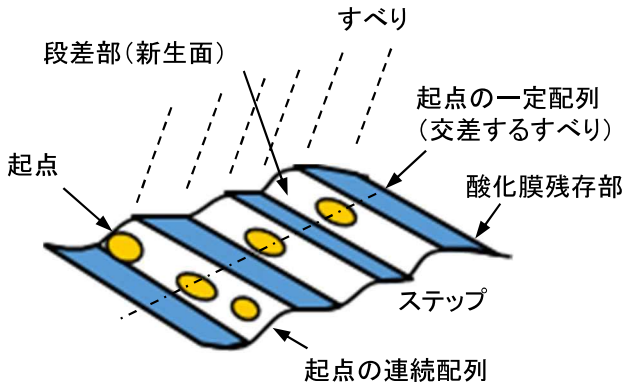
超音波併用熱圧着法によるCu-Al化合物の生成

1）Cuボール加圧時のCuの塑性変形によるすべり発生
2）すべりがAlに押し付けられ、その段差部でAlの酸化膜が破壊され新生面が露出
3）その面上で化合物の生成核が点状に形成
4）Cu原子がAl側に拡散して界面のAl側で化合物$CuAl_2$生成
5）そのCu側界面ではCu組成の高い化合物（CuAl②）が少量生成
6）高温放置により、中央部では単独粒の成長、端部では同一段差上や段差を超えて連続的に繋がる。
　最端部では全て化合物化することにより純Alが消失する箇所も
7）すべりの大小や超音波振幅の影響により（＊）、接合中央部と端部とでは生成形態が異なる
8）2方向からのすべりと重なるような段差部では、段差間でも一定配列のように化合物が生成する
9）すべり変形量やその間隔、すべりの交差等により、化合物の生成は部分的に一定間隔や偏りが生じることがある

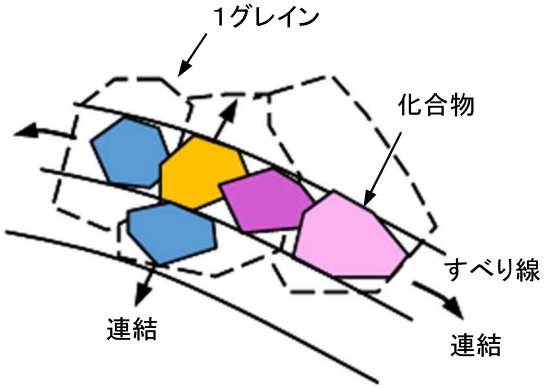
＊ 本実験ではすべり形状が明瞭に見られることから、熱圧着の影響が大きいと考えられる



Al接合表面の連続的な化合物痕



化合物の起点と配列



化合物の連結

図　Cu-Al化合物の生成

カーケンダルボイドの生成

カーケンダルボイドの生成

1）すべり変形により第1相化合物（CuAl2）が生成
2）中央部ではすべり変形が小さく化合物は単独粒、端部ではすべり変形が大きく化合物は層状
3）高温放置によりCu界面を中心として第2相化合物が生成
4）第2相は端部では層状として成長するが、接合中央部では単独粒のCu界面を中心として少量生成
5）端部では初期の接合界面（酸化膜）が大きく分断され、第2相はその分断された接合界面周囲を覆うように成長
6）接合中央部では小さなすべりにより細かく酸化膜が破壊されることが加わり、界面部でCu、Alの相互拡散が不均一となりAl側へのCu原子の流出量が多くなる結果、カーケンダルボイドが生成する。第2相はその周囲で成長するが少ない。
7）一定間隔のボイド列は微細なすべり間隔とほぼ同じ
8）すべり変形のパターンによっては、このボイドも短い範囲では一定の特徴的配列が生じることがある

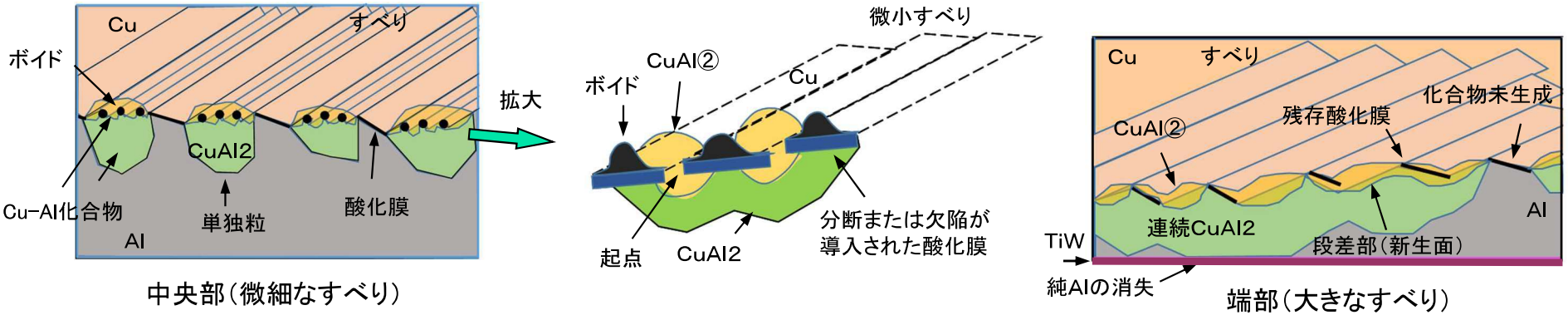


図　Cu-Al化合物及びカーケンダルボイドの生成

結　論

超音波併用熱圧着法Cuワイヤも、熱圧着法Auワイヤと同じ接合機構である
ボンディング時にボール側のすべり変形が押し付けられる（ステップ状）
↓
Al電極面の酸化膜がすべり段差部で破壊、分断され、新生面が生じる
↓
その新生面でCuとAlの化合物化が起こり接合する

Cu-Al系化合物は2相生成するが少なく、高温条件ではボイドも発生する

中央部
- 微細なすべり変形で界面が小さく破壊
- 第１相化合物(CuAl2)は単独粒、多角形で点在、第２相はCu界面にわずかに生成
- 化合物のCu側界面にボイド

端部
- 大きなすべり変形で界面が大きく破壊、分断
- 化合物は2相ともに層状に生成、第１相は特に厚く生成。全て化合物化し純Alが消失する箇所も
- ボイドは見られない

ボール表面、底面近傍のすべり線
Alパッド接合表面にもすべり線
→ 段差、ステップ形状
→ すべり帯、微小すべり、交差するすべり等

中央部：
→ 微細なすべりと小さな段差
→ 化合物もボイドも一定配列になることがある

端部：
→ 大きなすべりと大きな段差
→ 化合物の連結

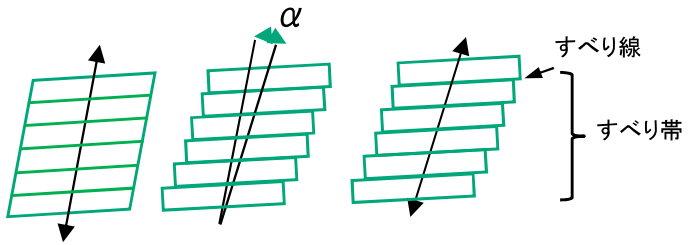
ステップ段差に伴う化合物やボイドの生成は、接合がすべり変形機構であることを示し、
その連続的な規則性は特徴的な現象であり指標ともなる

参考文献

1）石坂、岩田、山本：日本金属学会誌、41（1977）、1154
2）宇野、巽：日本金属学会誌、63－7（1999）、828
3）金属データブック（日本金属学会編）
4）柘植、水野、宇野、巽：日本金属学会誌、59（1995）、1095

補足：用語説明

1）すべり変形
金属に引張りや横方向のせん断応力が加わった場合に、ある厚みの束がずれるように原子面の結合が切れて次々変形（塑性変形）していくこと。
段差を伴うすべり線が試料表面に生じる。
結晶系によりすべりは特定な面、方向で生じ、CuやAlの様な面心立方晶では、すべり面は（111）、すべり方向は[110]となる。



すべり面に沿って相対的ずれ　→　角度α軸での回転

図　引張りによるすべり変形

2）Auワイヤボンディング
製造的には超音波併用熱圧着法が主流であるが、熱圧着法によるAlパッド上へのAuワイヤボンディングでは、Auボールのすべり変形によって段差が生じ、これがAl電極に押し付けられてAl上の酸化膜が破壊され、その箇所でAu-Al化合物が生じ接合するとされる。
Au-Al化合物の不均一な成長とともに、接合界面にはボイド（カーケンダルボイド）が発生し強度の低下、またパッケージ樹脂中の難燃剤による腐食が発生する等、種々の不具合で問題になることがある。

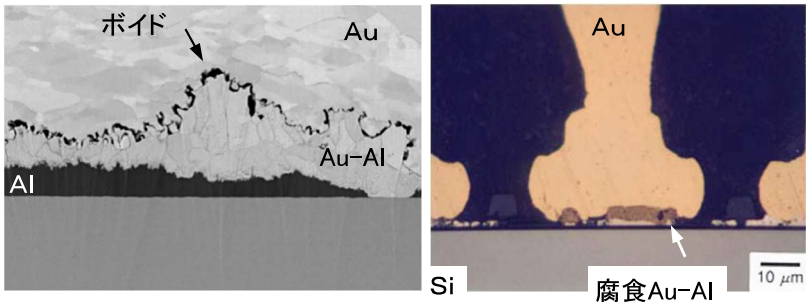


図　Au-Al化合物に見られるボイドと腐食

3）カーケンダルボイド
2種の金属内に、これらと化合物を作らない別金属を入れ、加温した場合に、その金属が移動する現象でカーケンダル効果と呼ばれる。固体中の拡散が空孔により起こることを示したもので、その拡散速度差により生じた余剰空孔が巨視的ボイドとなる。また界面の酸化膜が部分的に破壊された箇所での不均一な相互拡散によっても生じるとされる。電子材料では、はんだ付け部のCu-Sn化合物部に生じ強度低下を引き起こすことが知られている。

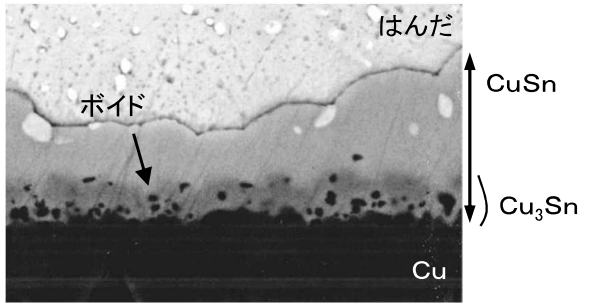


図　Cuーはんだ界面のCu-Sn化合物に見られるボイド

International Test & Engineering Services Co., Ltd

ITES

SOLUTION
PROVIDER

www/ites.co.jp