

電子部品の試料加工と観察、分析・解析 ～真の姿を求めて～ セミナー
第2回

品質技術 兼原 龍二

前回の第1回目は、電子部品の観察、分析・解析において、なぜ試料加工が大切なのか、試料加工の難しさ、また、不具合解析の成否がいかにか『真実の姿』に近づけることが出来るかにかかっていること、試料加工の良否がそれを大きく左右することについてお話ししました。今回からは、その試料加工の中でも最も頻度が高いと思われる断面作製を主に取り上げ、代表的な断面作製手法とその特徴や具体例などについてお話しさせていただこうと思います。

2. 断面作製について

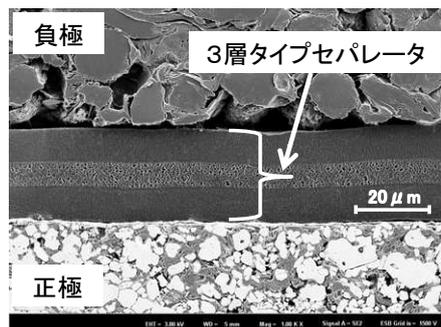
前回は少しだけふれましたが、表1.に代表的な断面作製手法とその特徴を示します。

表1. 代表的な断面作製手法とその特徴

	機械研磨	FIB	イオンポリッシャー	マイクローム
研磨の媒体	一般研磨材料	Gaイオンビーム	Arイオンビーム	ダイヤモンドナイフ
断面の横幅	試料の幅※	10~50 μm	<4mm	<数mm
断面の縦幅	試料の厚み	20 μm	<1mm	<数mm
ピンポイント精度	1 μm~	<1 μm	20 μm~	数 μm~
メリット	広い領域の断面	機械的ダメージを作り込まない	機械的ダメージを作り込まない	隙間への埋まり込みがない
デメリット	機械的ダメージ 埋まり込み ダレ	熱的ダメージ 再付着 Gaイオンの打ち込み	熱的ダメージ 再付着	機械的ダメージ そり、しわ、すじ

※一般的には断面作製領域は最大で数cm~10cm程度まで

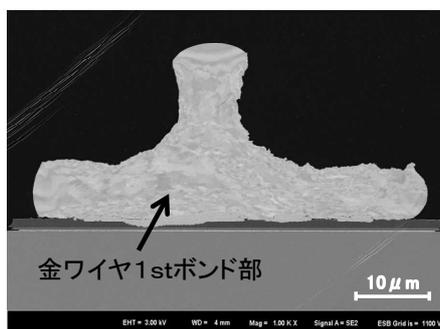
各手法で作製した断面の例を図3.に示します。



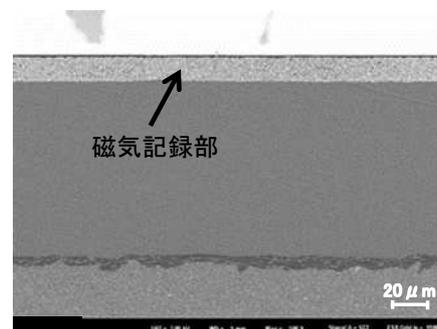
a) 機械研磨の例
試料: リチウムイオン電池



b) FIBの例
試料: 半導体素子



c) イオンポリッシャーの例
試料: LED素子



d) ミクロトームの例
試料: 磁気ストライプカード

図 3. 各手法で作製した断面の例

断面を作製するという事は、観察したい箇所で試料を切断し、その切断部で観察や分析・解析が出来るようにするという事に他なりません。つまり、この切断部をどこまで『真実の姿』に近づけることが出来るかが不具合解析の成否を大きく左右する重要な要因となります。

この切断の方法には幾つかの種類があり、「研磨材料で擦り取る」機械研磨や「イオンビームで原子・分子をはじき飛ばす」FIB (Focused Ion Beam)、イオンポリッシャー、「ナイフで削り取る」ミクロトームなどといった方法があります。

しかしながら、これらの方法は単独では万能ではなく、それぞれにメリット、デメリットがあります。そのため断面作製の目的や対象物の材質、構造、大きさなどに見合った最も適切な手法を選択して断面を作製することになります。表 1. に示した手法を単独で、あるいはそれらを組み合わせることで、ほとんどの場合の断面作製に対応することが出来ます。

まず、表 1. に示した代表的な断面作製手法について、機械研磨から順次説明させていただきます。

3. 機械研磨

3.1 機械研磨の特徴とメリット

機械研磨は最もポピュラーで歴史の長い断面作製手法で、表 1. に示した手法の中では断面作製領域が最大で数cmから 10 cm程度と最も広い領域の断面を作製することが出来るという点に大きな特徴とメリットがあります。他手法の断面作製領域が数mm以下ですから、他手法では対応不可能な大きな対象物の断面作製を行うことが出来ます。

また、断面作製領域が広いことから一回の断面作製で一度に多くの対象箇所の断面観察や分析などを行うことが出来ます。不具合解析においては、正常箇所や別の不具合箇所との比較を行う場合も多々あり、プリント基板やこれに実装された電子部品など比較的大きな対象物の場合には機械研磨は大変有効となります。さらに、精密研磨治具を用いれば、目的とする箇所の大きさが $1\mu\text{m}$ 程度までであれば断面作製が可能という精度も備えています。

機械研磨のみで目的とする断面作製の信頼度を得ることが出来る場合がほとんどですが、機械研磨のデメリットなどにより、作製した断面の信頼度が不十分となるような場合も生じます。このような場合は機械研磨の後、目的とする信頼度を得ることが出来る他手法で追加工による断面作製を行うことが有効です。また、機械研磨を他手法の前処理として実施することも出来ます。いずれにしても、機械研磨の良否が機械研磨後の観察、分析あるいは、追加工を要する場合や前処理加工としての位置付けにおいても、その後の工程の信頼度に大きな影響を及ぼすことがしばしばありますので、機械研磨は断面作製手法の基幹的な位置付けとなる手法と言えるのではないかと思います。

3.2 機械研磨の実際

一般的な回転式研磨機を用いた機械研磨による基本的な断面作製の流れを図 4. に示します。

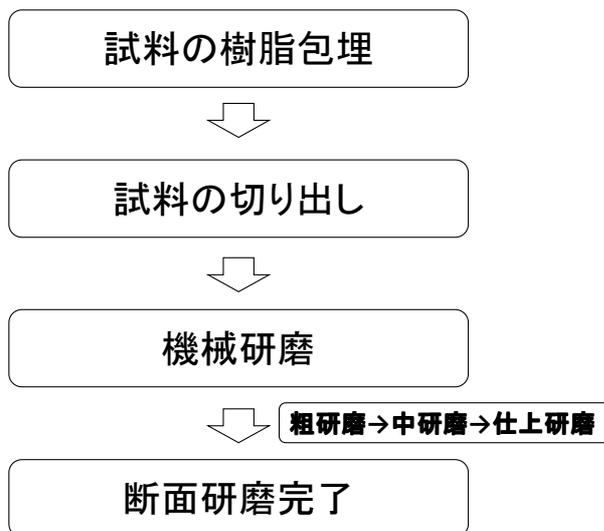


図 4. 機械研磨による基本的な断面作製の流れ

まず、割れや剥がれ、埋まり込みなどのダメージを回避し、本来の形状を保持するために試料を樹脂に埋め込みます。

次に、新たなダメージに注意しながら、適切な大きさに試料を切り出します。この後、機械研磨により断面を作製します。断面研磨は、粗研磨、中研磨、最後に仕上げ研磨の順に進めて行きます。それぞれの段階及び仕上げ精度に応じて、耐水研磨紙やダイヤモンド材、アルミナなどを使い分けて行きます。実際にはさらにこの後で次に行う観察や分析・解析に応じた処理を試料に行うのが一般的です。

流れとしては大変シンプルですが、機械研磨はその後の観察などの信頼度に大きな影響を及ぼす工程であり、最適な研磨材料の選定や研磨条件の設定、作製した断面の解釈など、個人の技能や経験、ノウハウ、センスなどといった人的なスキルへの依存が非常に大きく、『真実の姿』に近づけるためには相当量の熟練が必要となります。

機械研磨による断面作製の例を図 5. に示します。



図 5. 機械研磨による断面作製の例

3.3 機械研磨のデメリット

機械研磨のデメリットについては、機械研磨の切断方法が、「研磨材料で擦り取る」ということですから、表 1. に示したような、機械的ダメージや埋まり込み、ダレといったデメリットが生じます。機械的ダメージには割れや欠け、剥がれ、埋まり込みには空洞部分や隙間への研磨材や研磨屑の埋まり込み、ダレには硬軟材などの材質の違いによる段差や伸びなどがあります。

図 6. に機械研磨のデメリットを模式的に示します。詳細については次回お話しさせていただく予定です。信頼度の高い断面を得るためにはこれらを熟知し回避することが重要となります。

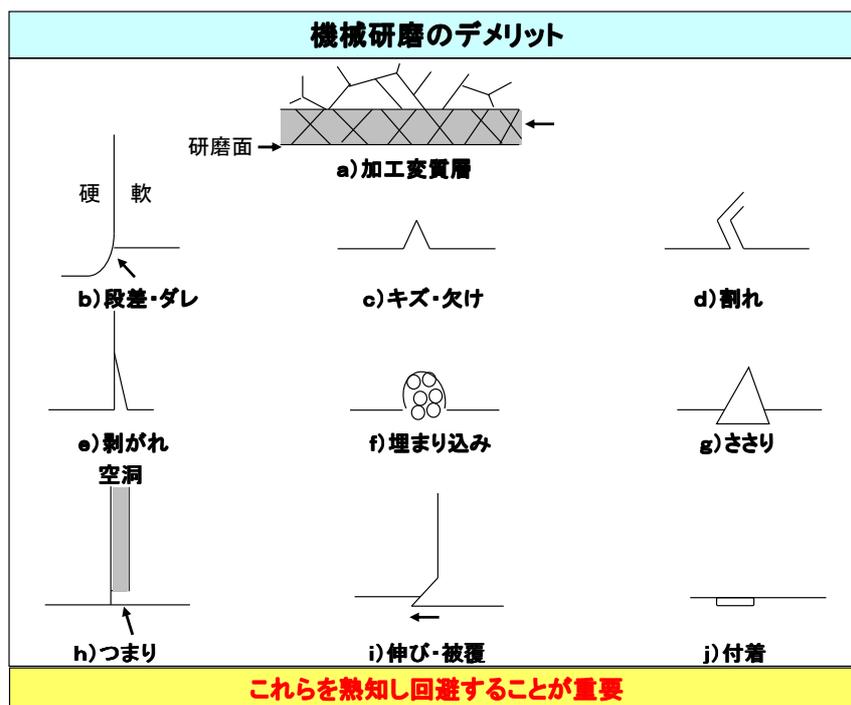


図 6. 機械研磨のデメリット

今回は試料加工の中でも最も頻度が高いと思われる断面作製についてと、表1. に示した代表的な断面作製手法である機械研磨やFIB、イオンポリッシャー、マイクロームについてその特徴と概略を簡単に示しました。また、これらの断面作製手法の中でも最もポピュラーな機械研磨については、少し詳しくお話ししました。次回は機械研磨の信頼度を左右するデメリットについて具体例を交えながらお話しさせていただく予定です。加えて観察目的と断面作製の品質との関係についても解説させていただきます。

次回につづく