

自動試料研磨機

キーワード：自動研磨、組織観察、光学顕微鏡、電子顕微鏡、EBSD、硬さ試験

はじめに

製品や材料の内部構造を視覚的に明らかにする断面観察は、品質検査や研究開発にとって重要な手法です。観察対象となる材料は、セラミックスや金属などの硬い材料から、樹脂などの柔らかい材料、さらにはそれらの複合材料など多岐にわたります。また、内部構造の観察だけではなく、構成元素の分析や硬さの評価、結晶性材料であれば結晶構造の分析を実施する場合があります。これらの観察・分析を適切におこなうためには、研磨により質の高い断面を作製する必要があります。しかし、試料の材質によって適切な研磨条件が異なることから、研磨傷のない平面を手作業で仕上げるためには、高度な研磨技術が求められる場合があります。さらに、手作業では複数のサンプルを同時に研磨することができないため、多くの時間と手間を要します。当研究所では、研磨作業者の経験と技術によらず、試料断面を高品質かつ短時間で作製できる自動試料研磨機(PRESI社製MECATECH300 SPC:図1)を導入しました。ここでは、本装置の概要と研磨例について紹介します。

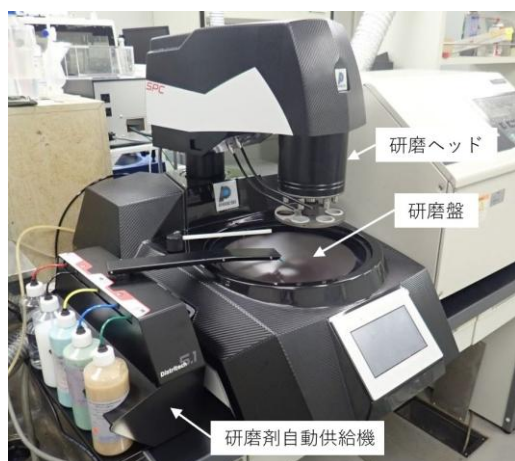


図1 自動試料研磨機の外観

本装置の仕様および機能

本装置は回転式研磨装置で、本体は回転する研磨盤からなるベース部と、保持した試料を研磨盤へ加圧しながら回転する研磨ヘッド部で構成されています。また、直径 10 μm 以下の砥粒を含む研磨剤を自動的に供給するユニットも付属しています。

表1 自動試料研磨機的主要仕様

試験機本体	MECATECH300 SPC
研磨盤	
直径	300 mm
回転数	20~700 rpm
回転方向	時計方向・反時計方向
研磨ヘッド	
荷重モード	個別荷重/全体荷重
個別荷重用加圧脚	6 本
回転数	20~150 rpm
回転方向	時計方向・反時計方向
研磨量設定	10~3000 μm (全体荷重モード時)
個別荷重時加圧力	0.1~5 daN
最大加圧力	30 daN (全体荷重モード時)
潤滑剤供給口	2 本
個別荷重用ホルダ	ϕ 160 mm・最大 6 試料 (試料直径 25 mm/30 mm)
全体荷重用ホルダ	ϕ 160 mm・最大 6 試料 (試料直径 25~32 mm)
フラットホルダ	ϕ 160 mm (全体荷重モード時)
研磨剤自動供給機	DISTRITECH5.1

その主要仕様は表1に示す通りです。本装置では、①研磨盤への加圧、②研磨盤と試料との相対運動、③研磨剤や潤滑剤の塗布を自動制御することにより試料を研磨します。

① 研磨盤への加圧

研磨盤への加圧は、個別荷重と全体荷重のどちらかのモードを選択できます。個別荷重の場合、図2に示すように、研磨ヘッドには6本の加圧脚があり、直径25もしくは30mmの樹脂埋め試料であれば最大6つの試料を同時に研磨することができます。個別荷重モードの研磨において、試料は内径25もしくは30mmのガイドリングに通されているのみで、試料ホルダに固定されていません。試料に対して加圧脚が個々に加圧して研磨するため、試料が1つの場合でも研磨することが可能です。

全体荷重においても、図3に示すように、直径25~32mmの試料であれば最大6つの試料を同時に研磨することができます。全体荷重の場合には、試料を試料ホルダに固定する必要があります。また、試料ホルダを研磨盤に押し当てた際、試料ホルダが研磨盤と水平になっていない場合には研磨する

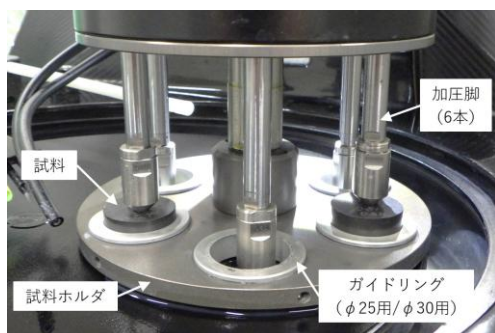


図 2 個別荷重モードでの研磨時の様子

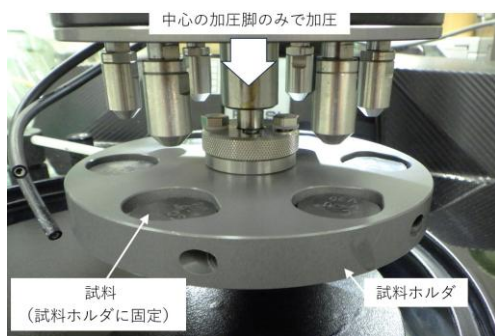


図 3 全体荷重モードでの研磨前の様子



図 4 フラットホルダ（全体荷重）での研磨例

ことができないため、試料の個数と位置を調整（足りない場合にはダミー試料を使用）する必要があります。全体荷重モードでは大きな試料を研磨することができます。図 4 は、幅 15 mm、長さ 50 mm の疲労試験片をホットワックスで固定して研磨した直後の写真です。付属する直径 160 mm のフラットホルダに固定できれば、研磨が可能です。

② 研磨盤と試料との相対運動

研磨ヘッドはヘッドの支柱を中心に旋回でき、研磨盤の回転中心とは異なる位置に回転中心を設定して研磨できます。さらに、研磨盤と研磨ヘッドは、回転方向と回転速度を個別に設定することができます。研削力を高めたい場合には、試料を保持する研磨ヘッドと研磨盤の回転方向を反対にする方法を、研磨面をなめらかにしたい場合には、回転方向を一致させる方法を選択することで、目的に応じた研磨が可能となっています。

③ 研磨剤や潤滑剤の塗布

一般的な研磨工程は、耐水研磨紙による研磨の後、精密研磨として直径 10 μm 以下のダイヤモンド砥粒を含む研磨剤で研磨し、直径 100 nm 以下の酸化物系砥粒を含む研磨剤で最終仕上げ研磨を行います。精密研磨では、研磨盤に対して研磨剤と潤滑剤を逐次塗布する必要がありますが、本装置には、研磨剤自動供給機が付属されています。供給機には、4 種類の研磨剤（9 μm ダイヤモンド、3 μm ダイヤモンド、1 μm ダイヤモンド、コロイダルシリカ）が装着されており、塗布量 (ml) と塗布間隔 (秒) を設定することで、作業者の手間を省くとともに、作業者によるばらつきのない安定した品質の研磨面を作製することができます。

研磨例（純錫の研磨）

図 5 は純錫を樹脂包埋し、本装置で研磨して EBSD 解析¹⁻³⁾により錫の結晶方位を色で表現した結果です。錫は、金属の中でも柔らかく、傷つきやすいため、質の高い断面を作製することは非常に難しい試料です。図 5 では、研磨傷である黒い直線は観察されず、純錫のような高度な研磨技術を要する試料においても EBSD 解析も可能な高品質な断面が得られることがわかります。

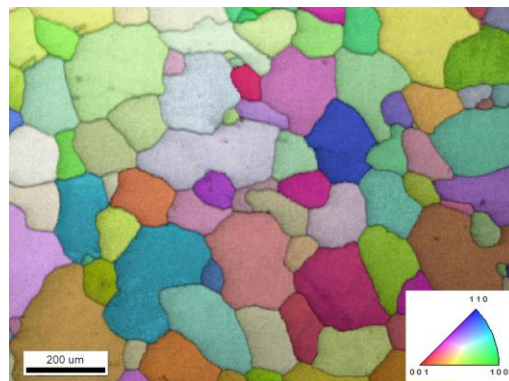


図 5 研磨された純錫の EBSD 解析結果

おわりに

本装置は、研磨が難しい試料でも、作業者の技術によらず質の高い断面を、短時間に複数個作製できます。そのため、製品の品質検査や、新しい材料開発のため材料の内部構造・組織・硬さなどを評価したい場合において、利用価値の高い装置となっています。本装置にご興味がありましたら、担当職員までお気軽にお問い合わせください。

参考文献

- 1) 大阪産業技術研究所テクニカルシート No.11001.
- 2) 大阪産業技術研究所テクニカルシート No.15010.
- 3) 大阪産業技術研究所テクニカルシート No.24-03.

発行日 2025 年 7 月 1 日

作成者 金属材料研究部 微細構造評価研究室 田中 努、澤 源士郎、平田 智丈