

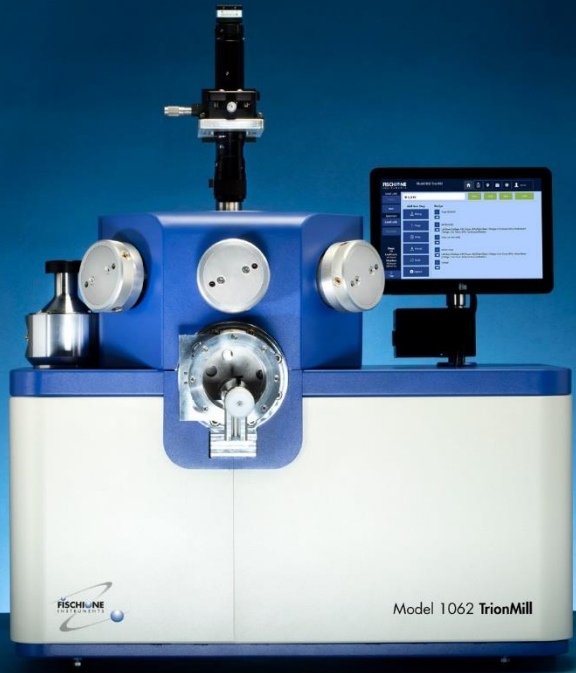
Model 1062



TrionMill

平面試料および断面試料にスケールの大きなミリング処理を加え、イオンミリングならではの極めて均一で平滑な表面性状を広範囲にわたって創出します。環境に敏感な試料を扱うための究極のワークフローを提供します。





モデル 1062

TrionMill

この装置は、完全に自動化された卓上型アルゴンイオンミルで、ミリングパラメーターの設定自由度を大幅に改善したことで平面および断面試料の大規模なミリング加工を行います。3つのイオン源の搭載により、直径50 mmまでの試料を効果的に処理し、イオンミリングならではの極めて均一で平滑な表面性状を広範囲にわたって創出します。周囲環境に敏感な材質の試料もSEMやFIBへ直接移動が可能です。

- 独立して調整可能なTrueFocusイオン源を3つ搭載
- 平面試料は、直径50 mm x 高さ25 mmのサイズまで対応可能
- 高エネルギーによる高速ミリング/低エネルギーによるポリッシングのいずれにも対応
- 広範な加速電圧（100 eV～10 keV）にわたり調整可能なビーム径
- ファラデーカップがイオンビームのパフォーマンスを定量測定
- イオン源のメンテナンスを軽減
- 試料の高さを自動的に検出することで、所定のミリング平面に加工、解析結果の再現性を向上
- 調節可能なミリング角度（0～+10°）
- ミリング加工中の試料観察と撮像（オプション）
- 525Xまたは1,960X高倍率マイクロ스코プ（オプション）
- 時間設定/温度設定による自動停止
- 試料ステージの液体窒素冷却（オプション）
- 真空/不活性ガス封入/極低温の移動システムにより周囲環境に敏感な試料を保護（オプション）
- 位置調整可能な10インチタッチスクリーンは、操作性に優れ、ミリングパラメーターも容易に設定

イオンミリング

イオンミリングは、主に物理科学の研究で利用される、試料の表面性状を改善する加工技術です。一般に、不活性ガスのアルゴンをイオン化し、試料表面に向けて加速照射します。この際の衝突イオンの運動量移行を利用し、試料表面の物質を自在にスパッタ除去します。

先進的な試料作製

現代の多くの先端材料の構造および特性を解析する上で、SEM分析は最良の方法です。

Fischione Instrumentsのモデル1062 TrionMillは、SEMによる撮像/分析に適した材料本来の表面性状を得るための優れたイオンミリング装置です。

TrionMillに搭載された3つのイオン源は、平面試料および断面試料に対し広範囲にわたってミリング加工を行います。高エネルギー処理は、広範囲（最大直径50 mm）の高速ミリングを可能にする一方、低エネルギー処理は、試料の微細なポリッシングを行います。

大型試料に対応

TrionMillは、イオンミリングで達成可能な最大かつ最も均一な平滑面を生みだします。本装置に装着可能な試料のサイズは次の通りです：

- **平面試料**
最大：50 mm（直径）x 25 mm（高さ）
[1.968 x 0.787 インチ]
- **断面試料**
最大：10 x 10 x 4 mm
[0.39 x 0.39 x 0.157 インチ]

断面ステーション（オプション）

Fischione Instrumentsの断面ステーションは、TrionMillで断面イオンミリングを行う際に利用する前準備用のツールです。

この断面ステーションを利用すると、対象領域の正確な位置決めが簡単に行える為、半導体デバイス、多層材料、セラミックス、高分子化合物、硬質／脆性材料などの多様な試料に対して、正確な断面ミリングが可能になります。処理された領域は、平坦かつダメージのない表面状態に仕上がりますので、SEMによる撮像および分析に最適です。

ユーザーフレンドリーなデザインのローディングステーションで試料にマスクを付けることで、迅速かつ簡単に高品質の断面試料が作製出来ます。この方式で処理を行えば、試料内層の性状を変えることなく、試料本来の状態での撮像および分析が可能です。

高性能TRUEFOCUSイオン源



特許取得済みのTrueFocusイオン源は、100%近くまでイオン化効率を高めるための最適化設計がなされ、その結果、安定したビーム電流を維持する高効率イオン源となりました。モデル1062 TrionMillには、この特許技術が組み込まれています。

TrueFocusイオン源は、低加速電圧時でもイオンビーム径を小さく維持します。この特性により、イオンビームは試料のみに照射され、試料ホルダーもしくはチャンパーからスパッタ除去された物質が再堆積する心配がありません。

加速電圧はプログラミングが可能で、高速ミリングに適した10 keVから、最終仕上げの試料ポリッシングに適した100 eVまで連続的に変更出来ます。ビーム電流密度は最大10 mA/cm²まで調節可能です。本イオン源は、コンパクトで必要とするガス流量もわずかでありますが、広範囲のイオンビームエネルギーに対応します。

加速電圧を高くすれば、低入射角度であってもミリング速度は速くなります。加速電圧を低くすれば、アーチファクトを生成することなく、試料表面から材料を少しずつスパッタ除去出来ます。

TrueFocusイオン源はアクセスしやすい場所に配置されており、メンテナンスに便利です。

断面ステーションは、幅広い試料サイズに対応しています。マスクと試料のアラインメントは横方向と角度方向に調節出来ます。

迅速な試料移動

圧空式真空ゲートバルブを用いたフロントローディング方式のロードロックが、試料の高いスループットを実現し、パヨネット構造の試料ホルダーのクイックリリース機構が、試料の迅速な移動を可能にします。



簡単な断面試料作製

オプションの断面ステーションは、断面ミリングの前準備を迅速に行うためのツールです。この断面ステーションを使用することで、対象領域の精確な位置決め（ x 、 y 、および θ ）が行えます。

試料移動用ロッドは、不使用時、折り畳んで収納されるので操作の邪魔になりません。

精確な角度調節

ミリング角度は、イオン源の傾斜角度で決定されます。TrionMillでは、イオン源を傾斜させることでミリング角度を 0° から $+10^\circ$ まで連続して調節できます。3つのTrueFocusイオン源は、3台同時使用の他、1台または2台のみの使用も可能ですが、各イオン源のビーム角は、互いに同期して動きます。

3つのイオンビームを試料面に照射すればミリング速度は3倍となり、試料の平面ポリッシングなどに有効です。ファラデーカップは、各イオン源が発生するビーム電流を直接測定できるので、特定用途に最適とされるイオン源のパラメーター調整に活用できます。

自動ミリング角度調節

タッチスクリーンの操作で自動ミリング角度調節機能を使えば、工程毎にミリング角度を自動的に調節させるなど、各種のマルチステップミリングシーケンスを作成できます。

プログラミング可能な試料の動作

試料は平面上で 360° 回転します。回転速度は可変で、試料を揺動させることも可能です。自動高さ検出により、所定の高さにミリング面が形成され、再現性の高い解析結果につながります。



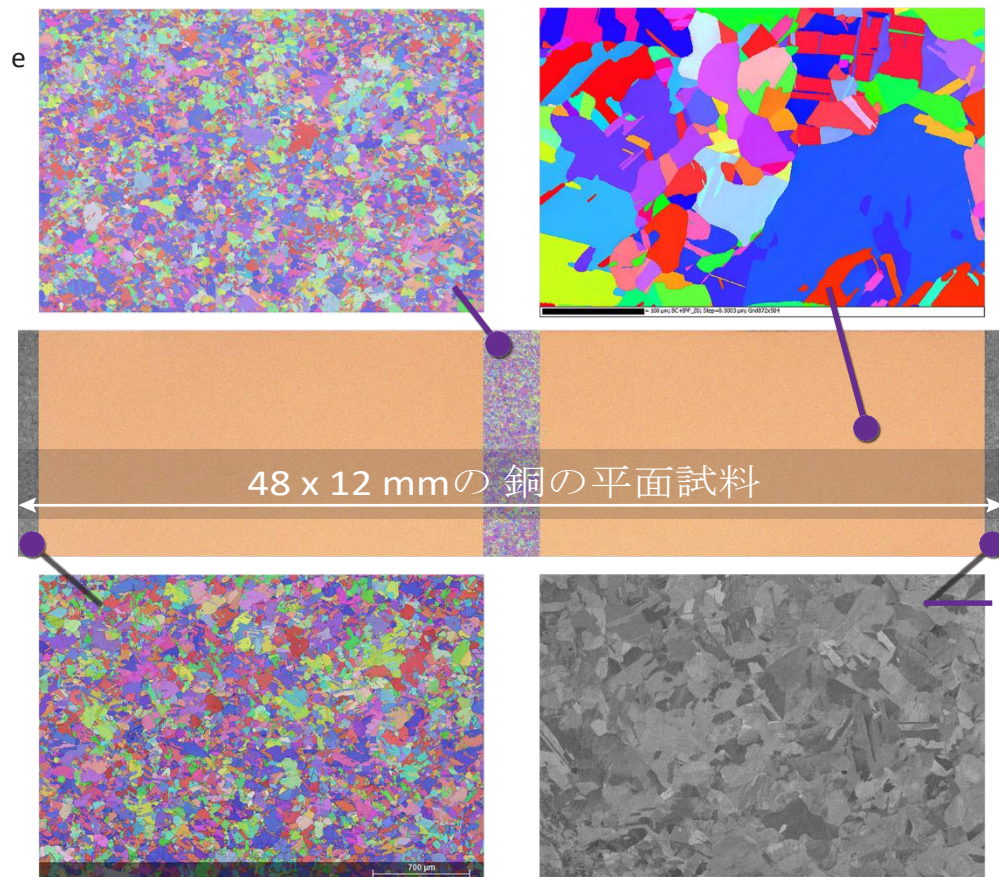
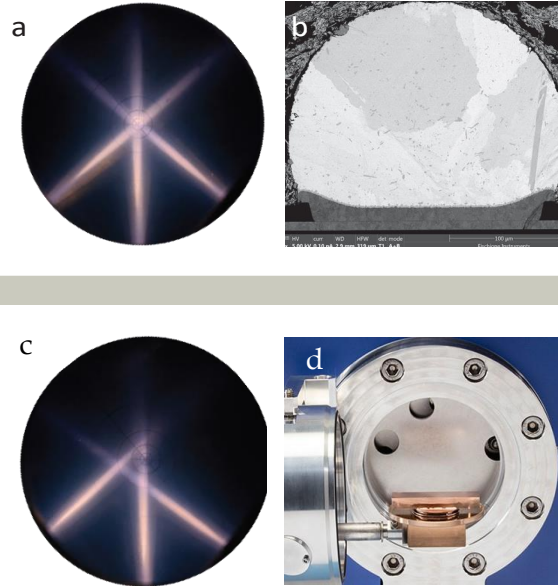
試料移動ロッドを折り畳み収納

TrionMillの試料移動ロッドは、試料の装着および取り出しの際、引伸ばして使用し（左）、不使用時は、折り畳んで操作の邪魔にならないようにします（右）。



調節可能なビーム位置

3つのイオン源の位置は、それぞれが独立して調節可能であり、イオン源から照射されるビームの位置が変わればミリングの特性も異なったものとなります。例えば、イオンビームをデフォルトの位置 (a) に配置すると、4.5 mmの半導体実装用はんだパンプのSEM解析用断面試料 (b) を作製するのに理想的なミリング特性が得られましたが、大面積の平面ミリング対応のビームの配置 (c) は、SEMおよび電子後方散乱回析 (EBSD) 用の50 mm銅試料の作製 (d) に最適な配置となりました。因みに、この銅試料の撮像結果 (e) は、時計回りに、左から試料の中央上部、右中央部、右下部、および左下部です。





一体型ステージ冷却

TrionMillのオプションとして用意された液体窒素システムでは、装置内部の作業者がアクセスし易い位置に液体窒素収納用のデュワーが組み込まれています。

真空チャンバー

TrionMillの真空チャンバーは、操作中常に真空状態が維持されます。ロードロックが真空チャンバーを大気環境から隔離するため、試料の交換時にもチャンバー内は最適な真空度に保たれます。

一体型ステージ冷却（オプション）

低エネルギー、低入射角度によるイオンミリングを行えば、試料の温度上昇を抑えられます。しかし、温度感受性の高い試料ではさらなる冷却が必要です。液体窒素による試料ステージの冷却は、熱によるアーチファクトの生成を防ぐ上で非常に有効です。

TrionMillの液体窒素システムでは、装置内部にデュワーが組み込まれています。素早く操作できるように、デュワーは作業者に近い位置に配置されています。温度は、タッチスクリーンに常時表示されます。このステージ冷却機能は、最大18時間極低温状態を維持します。

プログラミング可能な温度設定

TrionMillは、周囲温度から極低温まで所望の温度を維持する機能を持っています。

極低温下でのイオンミリングが終了すると、ベント前にステージ温度は自動的に周囲温度まで上昇し、試料への霜付きと汚染を防ぎます。またサーマルセーフガード機構が付いており、閾値温度を設定しておけば、デュワー内の液体窒素が枯渇して温度が上昇した場合には、イオンミリングを自動的に停止します。

真空/不活性ガス/極低温移動システム（オプション）

このシステムにより試料を真空状態、不活性ガス内、あるいは極低温で直接SEMまたはFIBに移動できます。試料の移動中もシステムはポンプを使って高真空を維持します。この移動システムは、Quorum Technologies Ltdとの共同開発によるものです。

試料観察（オプション）

以下のオプションの高倍率マイクロ스코プのいずれかを利用すれば、ミリング位置におけるミリング処理の状況を実際に観察できます：

- 高倍率 (525X) マイクロ스코プ
- 高倍率 (1,960X) マイクロ스코プ

観察窓はシャッターで保護され、スパッタ除去された物質が窓に付着、蓄積し、試料観察の障害となることを防止します。

試料撮像（オプション）

オプションの試料撮像には、CMOS（相補型金属酸化膜半導体）カメラが用いられ、ミリング中の試料を撮影し、その場観察とその場撮像を行います。



試料の撮像

TrionMillの試料撮像システム（オプション）は、CMOS (相補型金属酸化膜半導体) カメラ、補助モニター、画像処理コンピューター、キーボード、およびマウスで構成されています。

この試料撮像システムは、レイヤー解析のプロセスをモニタリングするのに有効です。撮像システムの構成機器は次の通りです：

- CMOSカメラ
- 補助モニター
- 画像処理コンピューター
- キーボード
- マウス

撮影された画像は、画像処理コンピューターに保存または他のコンピューターへ転送可能です。

試料の照明

高倍率マイクロスコープはいずれも調整可能な落射照明を装備しており、試料の反射光観察が可能です。

タッチスクリーン制御

各ミリングパラメータは、10インチのタッチスクリーンから入力します。タッチスクリーンの高さや視野角は、作業者の好みに合わせて簡単に調節することが可能です。イオンビームエネルギー、ミリング角度、試料の回転、試料の位置、ミリング終了条件など様々なパラメーターをこのタッチスクリーンから入力します。

一連のミリングシーケンスをプログラミングし、操作を自動化、無人化することも出来ます。一般的な手順としては、まずは高い加速電圧で試料表面の材料を高レートで除去します。試料の厚さが十分薄くなったら、加速電圧を下げて試料をポリッシングします。こうしたミリングシーケンスは簡単に保存でき、いつでも読み出して利用することが可能です。

ミリング加工中、ミリングシーケンスの進行状況と装置の状態がリアルタイムでタッチスクリーン上に表示されます。

さらに、TrionMillは、環境設定、管理および診断用ツールに加え、メンテナンスファイルやログファイルなど高度な機能を備えています。これらの先進機能へのアクセスは、それぞれのユーザーのレベルに応じて付与された権限に基づいて管理され、ログイン認証情報の入力が必要です。

遠隔操作（オプション）

TrionMillが施設のイントラネットに接続されていれば、離れた場所のコンピューターからミリング処理の様子を遠隔監視することが出来ます。また、次のようなタスクもリモートで実行可能です：

- レシピ（ミリングシーケンス）のプログラミング
- 処理の開始、中断、停止、および再開
- 試料観察
- 試料撮像
- 動作パラメーターの監視
- 保守診断

スタックライト表示（オプション）

スタックライトは、部屋のどこにいてもシステムの状態を確認できるインディケーターです。

自動停止機能

イオンミリング工程は、経過時間または温度設定により自動的に終了させることが出来ます。

MODEL 1062 Trion Mill



人間工学に基づくタッチスクリーン

各ミリングパラメーターは、10インチタッチスクリーンから入力します。タッチスクリーンは、好みの高さに調節でき、画面を見やすい角度に傾け回転させることが可能です。

時間設定

予めタイマーに時間を設定しておけば、設定時間が経過するとイオンミリングが自動的に停止します。ロードロックがベントされるまで、試料は真空下に保持されます。

温度

試料冷却システムと連携したサーマルセーフガード機構は、試料ステージが予め設定した温度に達するとイオンミリングを自動的に停止させます。

自動ガス制御

2つのマスフローコントローラーが、各イオン源に供給されるプロセスガス（アルゴン、純度99.995%以上）の流量を自動制御します。流量調整アルゴリズムにより、あらゆる加速電圧に対して、安定したイオンビームが出力されます。

統合型ドライ真空システム

多段ダイアフラムポンプとターボ分子ドラッグポンプを組み合わせたオイルフリーの統合型真空システムを採用しており、クリーンなミリング環境が保証されています。真空度は冷陰極型のフルレンジゲージで計測され、常時タッチスクリーン上に表示されます。

必要最小限のメンテナンス

高いイオン化効率の恩恵により、TrueFocusイオン源のメンテナンスは最小限で済み、各構成部品の寿命も非常に長くなっております。イオン源自体からスパッタされる材料は無視できるほどわずかなことから、試料の汚染および構成部品のメンテナンスを最小限に抑えられます。自動開閉式のシャッターは、スパッタ除去された物質が観察窓に堆積することを防ぎます。全ての構成部品は、日常的な清掃がし易いように配置されています。

リモート診断

Fischione Instrumentsでは、お客様が装置を最大限に利用するためのサポートを提供いたします。その一環として、TrionMillにはリモート診断機能が組み込まれています。装置本体がインターネットに接続されていれば、遠隔地であってもFischione Instruments Serviceが迅速なトラブルシューティングおよび診断サポートを行います。

修理と予防保守

Fischione Instrumentsが提供する修理と予防保守のプログラム全般につきましては、service@fischione.comまでお問い合わせください。

輸入総代理店

㈱ニューメタルス エンド ケミカルス コーポレーション

本社 〒104-0031 東京都中央区京橋1-2-5 京橋TDBビル5F

Tel:03-5202-5665 e-mail: shibata@newmetals.co.jp (担当: 柴田)

大阪 〒541-0041 大阪市中央区北浜2-5-23 小寺プラザビル9F

Tel:06-6202-5108 e-mail: tanino@newmetals.co.jp (担当: 谷野)

販売代理店