

IV7 ユニバーサル イオンミリング装置

TEM/XTEM 前処理用全自動デュアルイオンビーム研磨装置



- 一台で高速研磨、仕上げ研磨およびクリーニングが可能。
- 全自動イオンガンのセットアップ、イオンミリング操作。
- 広範囲なイオンガンエネルギー：100eV - 20keV
低エネルギーイオンガン (100eV~2keV)
高エネルギーイオンガン (2keV~20keV)
- 非常に高いミリングレート：
1300 μ m/h、多結晶 Cu 20keV 45°
300 - 600 μ m/h、単結晶 Si 16 - 20keV 45°

Technoorg社IV7モデルは非常に高速で高品質なTEM/XTEM用研磨装置として開発されました。

この装置は不活性ガスタイプの超高エネルギーイオンガンによる高速研磨と特許を取得した低エネルギーイオンガンによる仕上げ研磨やクリーニングが一台で行えるよう設計されています。

アプリケーション

IV7 ユニバーサル イオンミリング装置は新素材や新規試料作製用に開発された、高ミリングレートによるダイヤモンドやサファイアなどの非常に切削が困難な材料を研究するユーザーにお推めの装置です。また、低エネルギーイオン研磨は低ダメージと人為的影響の無いサンプル作製能力に優れており、テクニカルサイエンスや材料研究などの広範囲な分野で天然素材や合成材料のナノ構造研究に適しています。

最先端のイオンガン

IV7 ユニバーサル イオンミリング装置は二つの独立制御のイオンガンを搭載しています。フォーカスタイプの超高エネルギーイオンガン及び低エネルギーイオンガンで広範囲のエネルギー設定が可能です。

超高エネルギーイオンガン

- ・超高エネルギーイオンガンは高レートのミリング用に開発されました。
- ・20keVまで印加可能なイオンガンは非常に切削が困難な材料用に最適のイオンガンです。

低エネルギーイオンガン

- ・低エネルギーイオンガンの独特な構造により全領域で高密度のビーム電流が得られます。
- ・非常に低いエネルギーの不活性ガスイオンビームは表面層の損傷やイオンビームによるアモルファス化を最小限にします。

イオンガンのコントロール

- ・加速電圧とビーム電流を含むすべてのイオンガンのパラメータはデジタルフィードバックによって自動的に制御されます。イオンガンパラメータの初期値は自動または手動設定が可能で、常時コンピュータでモニターし、表示されます。また、試料加工の工程中でも手動で変更可能です。

自動運転

- ・全自動コンピュータ制御と使いやすいグラフィカルインタフェース。印加電圧、ガス流量、サンプルモーション/チルト、および工程のタイミングと穿孔検出等の機能は任意に設定、保存ができます。IV7のこの完全に自動化された機能で、ユーザーは高品質なサンプル作製が最小の操作で行えます。

オンラインモニターとサポート

IV7にはオンライン・テクニカル・サポートのためのソフトウェアが付属します。オンライン・テクニカル・サポートはインターネットを通してエラー検出と問題解決を可能にします。

IV7 ユニバーサル イオンミリング装置

仕様

超高エネルギーイオンガン

- ・イオンエネルギー： 2keV - 20keV 連続可変
- ・イオン電流密度： >150mA/cm²
- ・ビーム電流： 250 μA
- ・ビーム径： 100 - 300 μm (FWHM)
- ・ミリングレート： 300 - 600 μm/h on c - Si at 16keV - 20keV 45°

低エネルギーイオンガン

- ・イオンエネルギー： 100eV - 2keV, 連続可変
- ・イオン電流密度： 最大 10 mA/cm²
- ・ビーム電流： 7 - 80 μA
- ・ビーム径： 750 - 1200 μm (FWHM)
- ・ミリングレート： 28 μm/h on c - Si at 2keV 30°

試料ステージ

- ・ミリング角度： 0° - 45°、0.1°ステップで設定可能
- ・コンピュータ制御の面内回転と面内スイング。
面内スイング： 0° - 120°、10°ステップで設定可能。
- ・厚さ 30 - 200 μmのTEM 試料取り付け可能。

真空排気系

- ・ファイファー製ダイヤフラムポンプとターボ分子ポンプ、ピラニ/ペニングタイプのフルレンジ真空ゲージ

ガス供給

- ・Ar ガス 純度 99.999%
- ・圧力モニター出力及び専用レギュレーター
- ・モーター駆動ニードルバルブによるガス流量制御

イメージングシステム

- ・観察用CCDカメラ
- ・5Mピクセル 高解像度CCDカメラ
- ・50 - 400倍マニュアルズームレンズ

コンピュータ制御

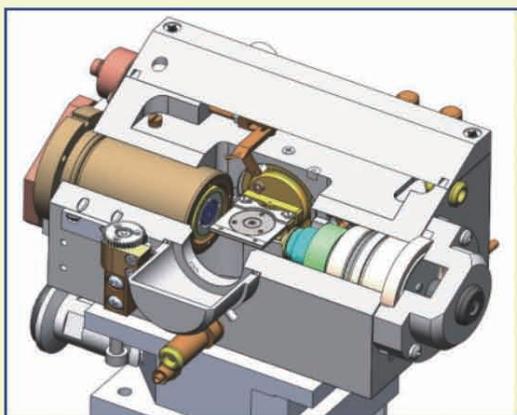
- ・内蔵型コンピュータ
- ・イオンガン及びガスフロー制御
- ・機械的及び電氣的なミリングパラメータ設定
- ・自動サンプル導入

自動終了

- ・光学的にサンプル穴あけを検出するか、または表面形状の変化をモニターする画像解析モジュールによりミリング工程を終了します。

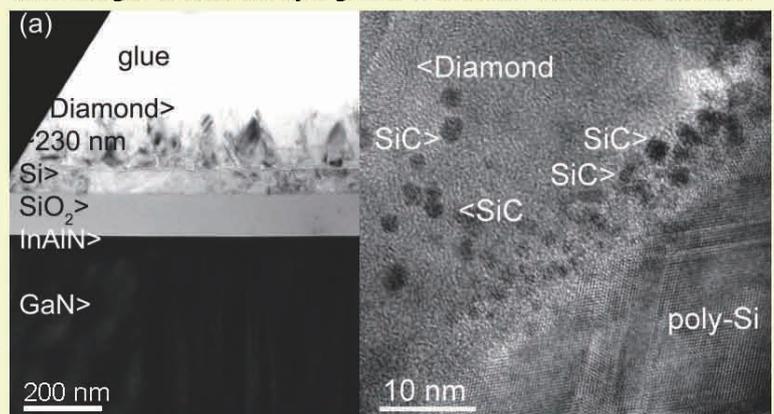
電源

- ・単相100 - 120V/4.0A または 220V - 240V /2.0A
50/60Hz 3P電源ケーブル



IV7 vacuum chamber with two ion guns

TEM images of diamond layer grown over InAlN/GaN HEMT structure



Cross-sectional bright field image of the HEMT structure covered by SiO₂, Si and diamond layers

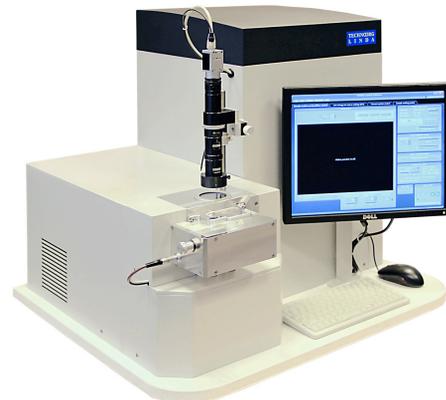
High resolution TEM image showing a transition zone between the Si layer and the diamond field with cubis SiC grains

* 本仕様および内容は予告なしに変更されることがございます。

IV7 Universal Ion Mill

Fully automated ion beam thinning system for TEM/XTEM sample preparation

- Fast thinning and gentle polishing/cleaning with the same instrument
- Fully automated ion source setup and ion mill operation
- Widest range of ion energies: from 100 eV to 20 keV using ultra-high-energy and low-energy noble gas ion sources
- Extremely high milling rates:
 - 1300 $\mu\text{m}/\text{hour}$ for polycrystalline Cu at 20 keV and 45°
 - 300-600 $\mu\text{m}/\text{hour}$ for monocrystalline Si at 16-20 keV and 45°



The new IV7 model of Technoorg ion mills has been designed for extremely rapid preparation of high-quality TEM/XTEM samples with unsurpassed high thinning rate. The design of the instrument enables both rapid milling with the ultra-high-energy noble gas ion source and final polishing and cleaning with the patented low-energy ion gun.

APPLICATIONS

The IV7 Universal Ion Mill is recommended to users developing new materials or new sample preparation methods and due to its extreme milling rate it is also recommended for studying materials of very low sputtering rate, such as diamond, sapphire, etc. Its exclusive capability of producing damage- and artifact-free samples by low-energy ion bombardment provides unique opportunity to study real nanostructures in synthesized and natural materials in all fields of technical sciences and materials research.

STATE-OF-THE-ART ION SOURCES

The IV7 Universal Ion Mill includes two independently controlled ion sources: one focused high- or ultra-high-energy ion gun and one focused low-energy ion gun.

High- and ultra-high-energy ion sources

Technoorg's high- and ultra-high energy ion sources provide the highest milling rate in the market. The ion gun operating up to 20 keV is especially designed for TEM sample preparation for materials of very low milling rate.

Low-energy ion source

The exceptional construction of the ion source allows to reach high beam current densities in the whole operating range. The beam of extremely low energy noble gas ions guarantees minimization of surface damage and ion beam induced amorphization.

Ion source control

All ion gun parameters including accelerating voltage and beam current are controlled automatically by a digital feedback loop, but they can always be changed manually during the sample preparation process. The initial values of the ion source parameters are set either automatically or manually and are continuously monitored and displayed by the computer.

AUTOMATED OPERATION

The IV7 model of Technoorg ion mills is provided with full computer control utilizing an easy-to-use graphical interface. All milling parameters including the electrode voltages, working gas flow, sample motion/tilt and further parameters of process timing and perforation detection can be stored or pre-programmed in arbitrary number of steps. This fully automated feature of the IV7 allows to produce high-quality samples with minimum user intervention.

ON-LINE MONITORING AND SUPPORT

The IV7 is supplied with a software extension for on-line technical support, which enables instant error detection and problem elimination via the Internet.

SPECIFICATIONS

ION SOURCES

Ultra-high-energy ion source:

- Ion energy: 2000 – 20000 eV, continuously adjustable
- Ion current density: $>150 \text{ mA/cm}^2$
- Beam current: 250 μA
- Beam diameter: 100 - 300 μm (FWHM)
- Milling rate: 300-600 $\mu\text{m/h}$ on c-Si at 16000-20000 eV and 45° angle of beam incidence

Low-energy ion source:

- Ion energy: 100 - 2000 eV, continuously adjustable
- Ion current density: max. 10 mA/cm^2
- Beam current: 7 - 80 μA
- Beam diameter: 750 - 1200 μm (FWHM)
- Milling rate: 28 $\mu\text{m/h}$ on c-Si at 2000 eV ion energy and 30° angle of beam incidence

SPECIMEN STAGE

- Milling angle: 0° - 45°, electronically adjustable in 0.1° increments
- Computer controlled in-plane specimen rotation and oscillation (0° - 120° angular range, electronically adjustable in 10° increments)
- Remarkable thickness range of the accepted TEM samples (30 - 200 μm)

POWER REQUIREMENTS

- 100 - 120 V/4.0 A/60 Hz or 220 - 240 V/2.0 A/50 Hz – single phase

IMAGING SYSTEM

- CCD camera image for full visual control and milling supervision/termination
- High-resolution (5 Mpixel) color CCD camera
- Manual zoom video lens of 50 - 400× magnification range

COMPUTER CONTROL

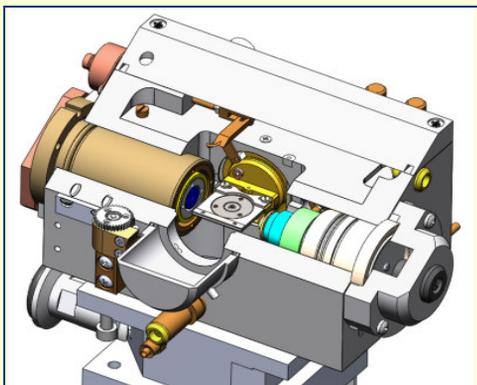
- Built-in industrial grade PC
- Easy-to-use graphical interface and image analysis module
- User-independent ion source setup including gas flow regulation by motorized needle valve
- Pre-programmed milling recipes for automatic setting of mechanical and electronic milling parameters (manual adjustment is also possible)
- Automated sample loading
- Automatic termination: optical termination of the milling process supported by an image analysis module detecting the sample perforation or monitoring the evolution of surface topography

GAS SUPPLY SYSTEM

- 99.999% purity argon gas of 1.3 - 1.7 bar absolute pressure
- Dedicated pressure regulator for noble gas service with electronic outlet pressure monitoring
- High-precision working gas flow control via motorized needle valve

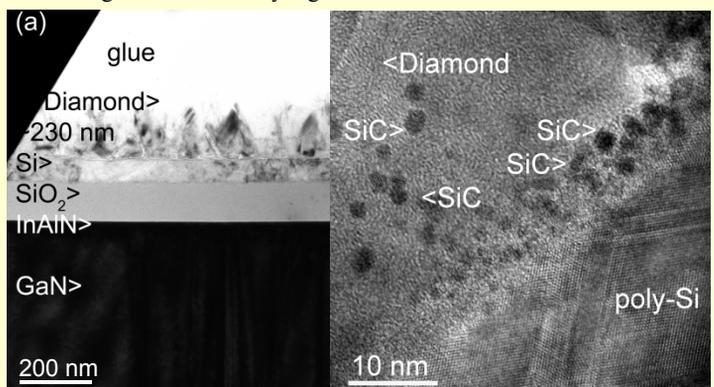
VACUUM SYSTEM

- Pfeiffer vacuum system with oil-free diaphragm and turbomolecular pumps equipped with compact, full-range Pirani/Penning vacuum gauge



IV7 vacuum chamber with two ion guns

TEM images of diamond layer grown over InAlN/GaN HEMT structure



Cross-sectional bright field image of the HEMT structure covered by SiO, Si and diamond layers

High resolution TEM image showing a transition zone between the Si layer and the diamond field with cubic SiC grains