

NanoTube N2



ナノスケール分解能の
進化へようこそ

製品紹介

NanoTube N2 60 kV

NanoTube N2 110 kV

NanoTube N2について

高印加電力と高管電圧での最高レベルの分解能を実現

ExcillumのNanoTube N2は、X線による幾何学的拡大撮影で業界最高レベルの分解能と、電圧60 kVでは当社の従来製品ナノチューブN1と比べて3倍以上の画像取得速度を実現しました。またNanoTube N2は、管電圧110 kVでより高い透過能力かつ高速の画像取得が可能です。

NanoTube N2は、高度な電子光学と最新のタングステンダイヤモンド透過ターゲット技術を用いています。電子線自動焦点と非点収差補正により、可能な限り小さく真円度の高いスポットを得ることができます。

NanoTube N2には、現在のスポットサイズをX線源内部で測定して表示する独自の機能を備えています。さらに最新の冷却および熱設計により、長時間露出でも高い安定性を備えています。これにより、従来にはない150nmのLine&Space分解能を発揮します。

特長と利点

- ・ 自動電子線焦点による真円形スポットの生成
- ・ 管球内部での焦点寸法測定機能
- ・ 60 kVでNanoTubeN1比3倍以上の照射強度を実現（110 kVではさらに高強度）
- ・ 長寿命カソード
- ・ 焦点位置を変更せずに焦点寸法と印加電力の設定変更が可能
- ・ 焦点近くへのアクセスを向上する円錐形の設計



技術仕様 NanoTube 60 kV			
管電圧	20～60 kV ¹⁾	ターゲット印加電力	0.3～2.4 W
高輝度 Lab _o 陰極		ターゲット物質	ダイヤモンド基板タングステン (W)
分解能	150 nm～600 nm	ターゲットタイプ	透過型
焦点試料間最小距離	100 μm	長時間使用における焦点位置の安定性	< 50 nm

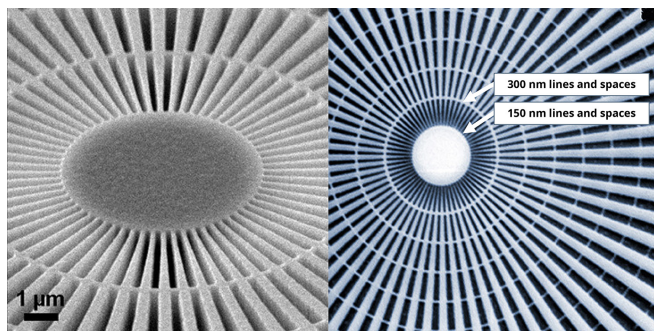
技術仕様 NanoTube 110 kV			
管電圧	20～110 kV ¹⁾	ターゲット印可電力	1.3～6.1 W
高輝度Lab _o 陰極		ターゲット物質	ダイヤモンド基板タングステン (W)
分解能	150 nm～600 nm	ターゲットタイプ	透過型
焦点試料間最小距離	100 μm	長時間使用における焦点位置の安定性	< 50 nm

1) 40 kV以上で焦点寸法完全自動制御

真円形スポット

NanoTube N2が生成する真円形焦点により、Simensスター分解能標準による計測で最も内側にある150 nmラインパターンとの識別が可能であることを実証しました。

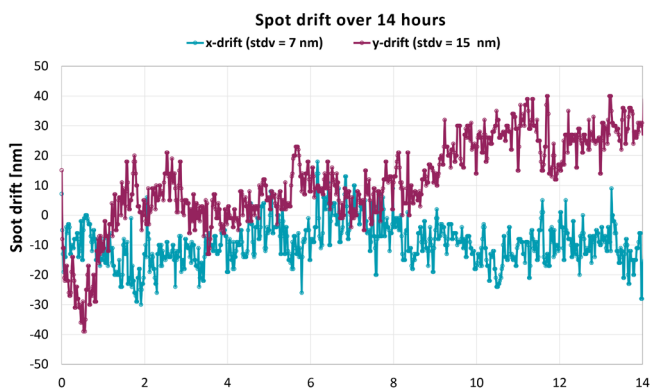
次の図はSimensスターを、それぞれSEM顕微鏡撮影(左)とNanoTube N2投影X線撮影(右)したものです。



Dectris PILATUS3 X CdTe 300K-W検出器を用いたFraunhofer IIS (NanoCTシステム)との共同実験による経験から

長時間使用における焦点位置の安定性

NanoTube N2は、高度な電子線システムと一体型の熱制御システムにより、長時間の使用でも優れた安定性を発揮します。次のグラフは、熱平衡状態とした陽極上の焦点位置の変動を14時間にわたり計測したものです。連続した計測をする場合、当然ながらイメージングシステムの安定性も画像の質に影響します。



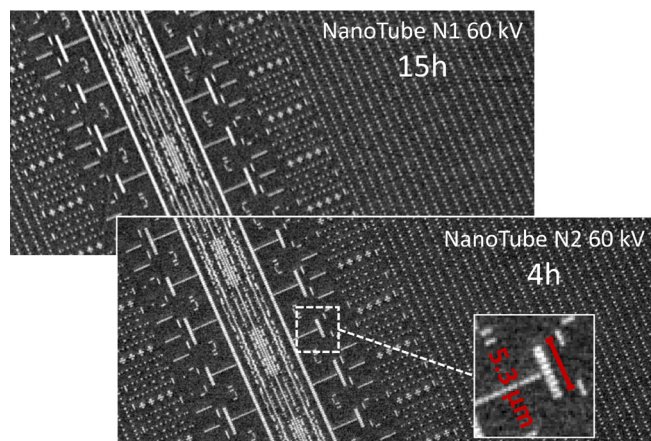
優れた幾何学的設計

透過ターゲットが突出した形状になっているため、試料を可能な限りX線焦点に近づけることができます。フロント部を円錐形とすることにより、試料ホルダに十分なスペースをとることができます。

照射強度の向上

NanoTube N2は非常に高い照射強度が得られます。NanoTube N2 60 kVでは、従来製品NanoTube N1 60 kVと比較して3倍の照射強度を達成しました。次の画像はSDカードのNanoCTによる断層スライス画像で、上がNanoTube N1 60 kV、下がNanoTube N2 60 kVを用いています。NanoTube N2 60 kVの画像は200nmのVoxelサンプリングを達成しています。

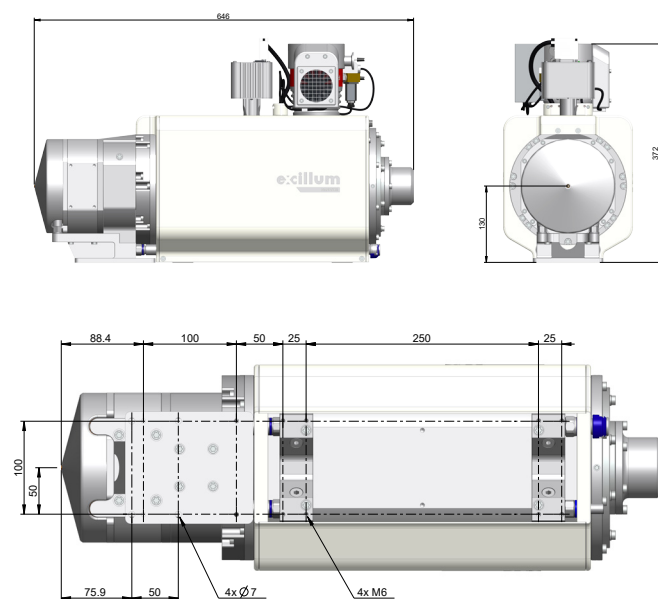
NanoCTによる比較測定は光子カウント数を同程度に行いました。NanoTube N2 60 kVでは照射強度が上がっているため、計測時間は15時間から4時間に短縮されたばかりでなく、同時にCT測定時の機械的ドリフト減少により画質が改善され、さらに高S/N比の画像が得られました。



写真提供者：Dr. Christian Fella、フ라운ホーファーIIS集積回路研究所(ドイツ、ヴュルツブルク)

寸法

646 x 220 x 372 mm [長さx幅x高さ(ケーブルを除く)]



これまでにない高い精度でナノ構造を観察

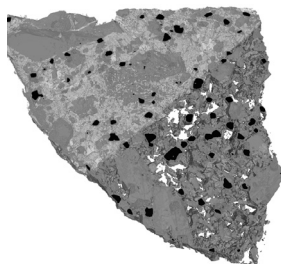
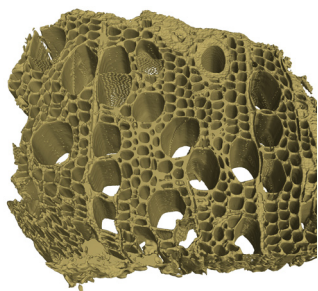
材料評価のためのNanoCT

Excillumの新しいNanoTube N2を搭載したNanoCTシステムは、ドイツ、ヴュルツブルクにあるフラウンホーファーIIS集積回路研究所が開発設計を行いました。この装置はEIGER2 CdTe検出器と組み合わせることにより、材料評価と非破壊検査への適用に最適化されています。

別途明記しない限り全ての写真は、フラウンホーファーIIS集積回路研究所（ドイツ、ヴュルツブルク）のDr. Christian Fellaによる提供

地質学及び採掘試料

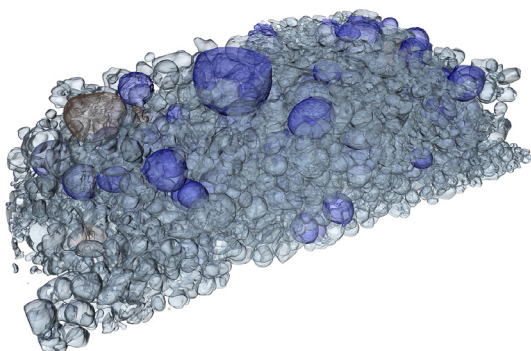
右の図は、ハンノキ試料のNanoCTによる3次元位相コントラスト再構成像です。300nmのVoxelサンプリングで内部の微細構造を観察できます。



左の図は、玄武岩試料のNanoCTによる3次元位相コントラスト再構成像です。350 nmのVoxelサンプリング像で異相、元素、構造を明らかにし、地質学者の試料解明に役立っています。

バッテリー研究

下の図は、リチウムイオン電池陰極（NCA / LCO-E）のNanoCTによる140 nmのVoxelサンプリング3次元位相コントラスト再構成像です。異なるサイズの粒子を観察できます。



安全性およびコンプライアンス

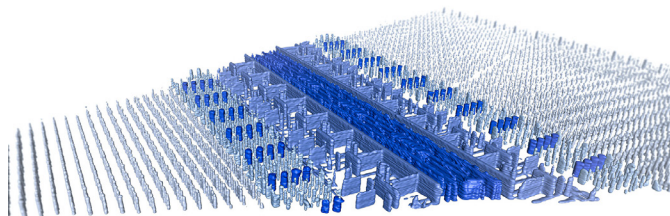
全てのExcillumX線源の安全性およびコンプライアンスについては、当社のWebサイト: excillum.com/complianceをご覧ください。

法定通知

全ての登録または未登録商標、ドメイン名、著作権はそれぞれの所有者に帰属します。Excillum, MetalJet, MetalJet D1, MetalJet D2, MetalJet D2+, MetalJet C2, MetalJet E1, MetalJet E1+, NanoTube, NanoTube N1, NanoTube N2 は、Excillum社の登録商標または商標です。Excillum社のX線源と技術は、以下に述べる特許、各国における特許および申請中の特許によって保護されています。US Patents Nos. US 6 711 233, US 8 170 179, US 8 681 943, US 8 837 679,

NanoCTの非破壊試験、計測、検査への適用

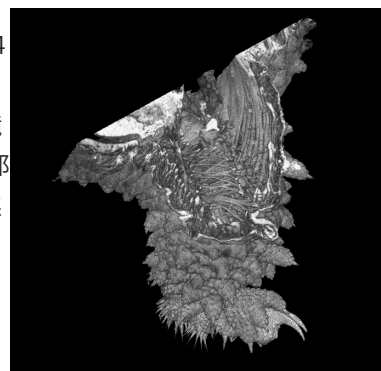
下の図は、SDカードの200 nmのVoxelサンプリングによる3次元位相コントラスト再構成像です。内部の特徴および構造を完璧に再構築しています。



NanoCTのライフサイエンスへの適用

NanoTubeと光子計測検出器で構成されたNanoCTにより、非常に高い分解能の断層撮影画像が得られます。この装置は、ドイツのミュンヘン工科大学にて、100nmあるいはそれ以下の空間分解能を達成し、位相コントラストイメージングへの適用が可能であることを示しました。

NanoCTによる鉤虫（長さ0.4 mm）の脚の画像。表面形状については走査電子顕微鏡法と同等の画質を、また内部の筋肉組織については共焦点レーザー顕微鏡よりも高い分解能を達成しました。



出典: M. Müller, et al., "Myoanatomy of the velvet worm leg revealed by laboratory-based nanofocus X-ray source tomography", PNAS (2017).

US 9 171 693, US 9 245 707, US 9 380 690, US 9 530 607, US 9 564 283, US 9 947 502, US 10 784 069, US 10 818 468, US 10 825 642. Chinese Patents Nos. ZL 01816396.3, ZL 200780026317.0, ZL 200980155094.7, ZL 200980158566.4, ZL 201080070417.5, ZL 201280075230.3, ZL 201410213235.9, ZL 201510020687.X, ZL 201610033696.7, ZL 201780012946.1

この装置の開発プロジェクトは、研究とイノベーションを推進する欧州連合（EU）のプログラム「Horizon 2020」に採択され研究開発資金の助成を受けています。（Grant No. 768883） 

© 2021 Excillum AB