



xSol High-Temperature Stage

xSol加熱ステージ

- 800°Cまで加熱可能—高温でのナノ力学特性評価ステージ

xSol 加熱ステージ

高温で定量的、正確、信頼性の高いナノ力学特性評価ができます

高温という極限の動作環境で信頼性の高い

性能を発揮する材料を開発するには、

高温環境下におけるナノスケールの力学

特性を理解する必要があります。ブルカー

のxSol®加熱ステージは、広い温度範囲にわたって

高分解能のナノ力学特性評価を行うことができる

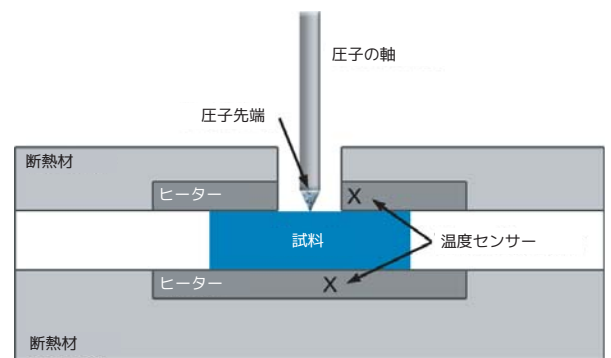
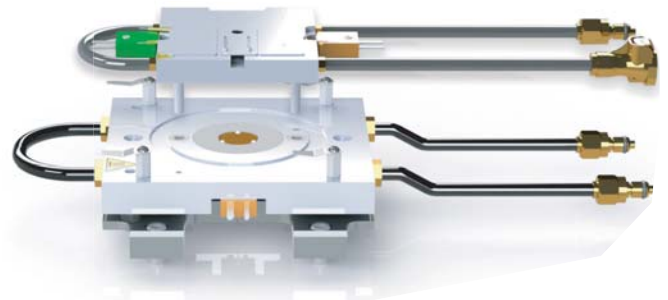
ステージです。xSolステージでは、優れたフィード

バック制御により高い温度精度、厳しいPIDコント

ロールにより高速安定化を実現しました。また、高

い熱安定性により800℃までの高温領域において

定量的、正確、信頼性の高いナノ力学特性評価が可能です。



xSol加熱ステージの構造

業界をリードするブルカーのナノ力学特性評価装置群にフィット

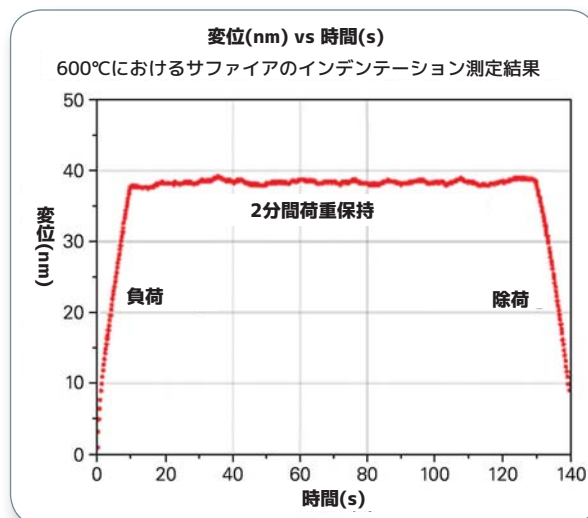
ブルカーのxSol加熱ステージは、Hysitron®TIシリーズが誇る優れたナノ力学特性評価機能を高温環境下でも使用可能となるように特別に設計されています。xSolステージを用いることで、高温環境下でのナノ力学特性、ナノトライボロジー特性を評価するために、in-situ SPMイメージング、ナノインデンテーション、ナノスクラッチおよびナノ摩耗試験を行うことができます。また、さらなるオプションとして、湿度コントロールや冷却コントロールも可能となるように機能を拡張することもできます。さらに、nanoDMA®III(ナノ動的粘弾性評価)と組み合わせることで、時間-温度変換則を用いた粘弾性材料の評価や長時間の高温におけるクリープ試験などを正確かつ確実に行うことができます。



● Up to 800°C and Beyond

優れた試験安定性

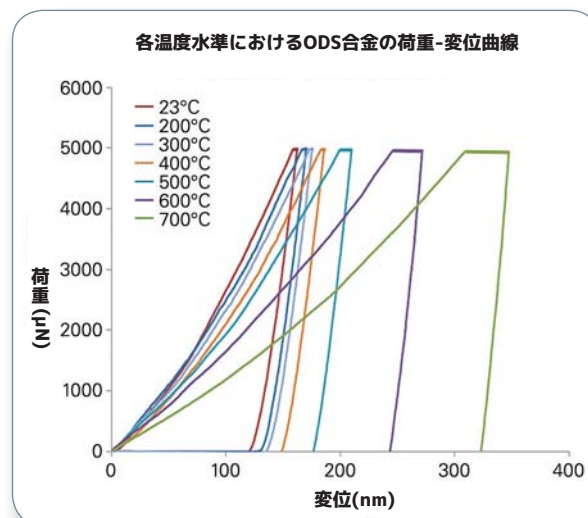
ブルカーの xSol ステージには、低熱膨張かつ断熱性の優れた材料を採用しており、試験中の熱ドリフトを最小限に抑えます。PID フィードバックループで高精度抵抗加熱ヒーターを制御することで、高速で目的温度まで到達し、高い温度安定性を実現します。またステージの加熱部を絶縁セラミックスで囲むことで、ステージ内部に均一な温度領域を作り出します。なお、ステージの加熱部以外への放熱は、xSol ステージに一定温度で流しているクーラントにより、装置外部へと放出されます。この機構により、xSol ステージの寸法安定性を確保、システムの他の領域に熱が散逸するのを防ぎ、超高精度測定を実現しました。



xSol加熱ステージの長時間にわたる高い熱安定性

温度の均一性

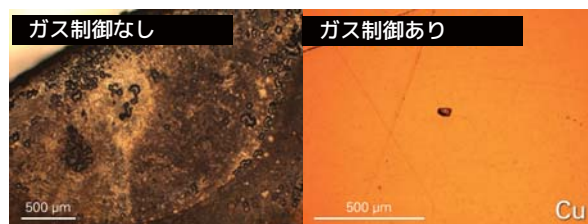
ナノ力学特性の温度依存性について正確な評価を行うためには、試料表面温度の正確な制御が必要です。xSol ステージでは、試料の加熱に上部と下部からそれぞれ独立して制御される2つのヒーターを挟み込む構造を採用し、熱安定性を確保しています。また、試験に使用する圧子は、圧子の軸の熱抵抗を最大にするように設計することで、加熱部から軸への熱伝導をごくわずかに抑え、熱ドリフトを軽減しました。このことにより、圧子先端が測定を行う前にステージの加熱部に入った際、スピーディーに試料表面と圧子先端の間に熱平衡が生じるようになっています。試料表面と圧子先端の温度を均一にする機構を備えた xSol ステージを用いることで、広範囲の温度にわたって定量的、高分解能なナノ力学特性評価の実施が可能です。



700°Cまでの各温度水準における準静的なノインデンテーション測定により得られた荷重-変位曲線(負荷時間10秒、保持時間5秒、除荷時間1秒)

雰囲気ガスのカスタマイズ

ブルカーの xSol ステージでは、加熱された試料を囲む空間の雰囲気ガスの制御が可能です。酸化などの試料表面上の化学反応を防ぐために、試料加熱部を不活性ガスなどでパージすることができます。これらの雰囲気ガスは予熱されて試料加熱部に導入されるため、試料表面と圧子先端の熱平衡を保ち、高い熱安定性を実現します。



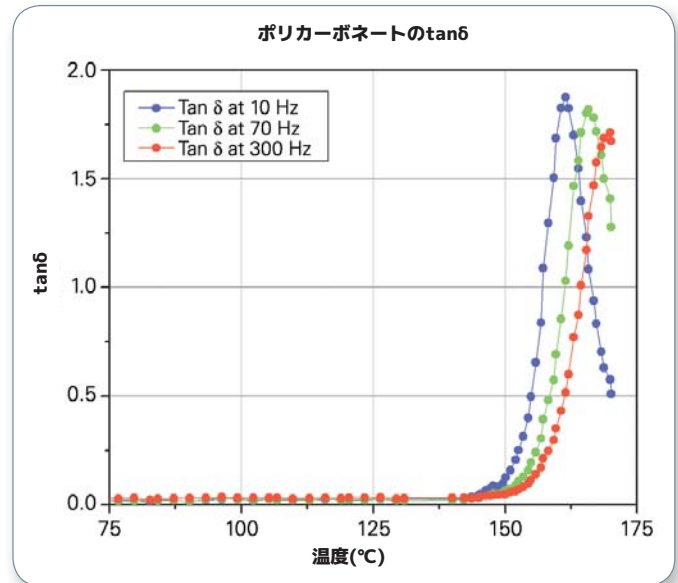
雰囲気ガス制御有無による600°Cにおける銅試料の違い

様々な環境下で行うナノ力学特性評価は現象解明に極めて有効です

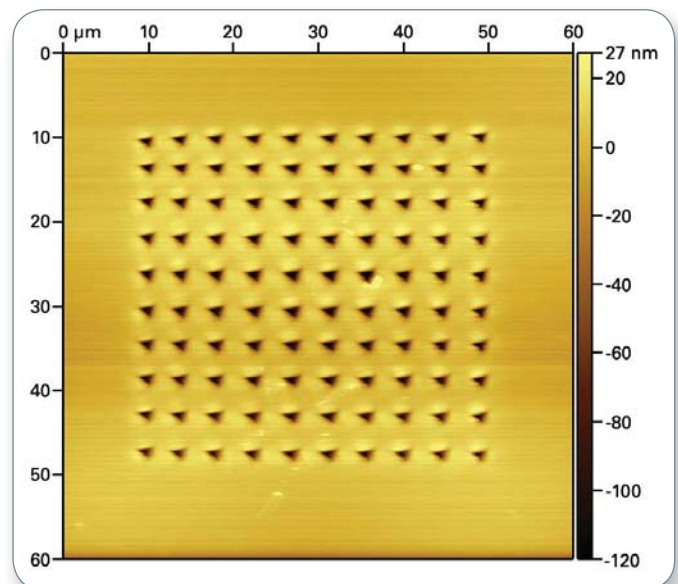
xSol ステージは、ブルカーの in-situ SPM イメージング、ナノインデンテーション、ナノスクラッチ、ナノ摩耗試験、nanoDMA III 技術にそれぞれ適応しており、高温でのナノ力学特性およびトライボロジー特性の評価を可能にします。nanoDMA(動的)試験を様々な周波数および温度で行い、時間 - 温度換算則に当てはめることで、ナノスケールの材料の動的評価が可能です。また、長期間にわたるクリープ測定は、nanoDMA III のリファレンス周波数測定技術を用いれば、安定的に測定できます。さらに xSol ステージと高速マッピング技術 (XPM™) を組み合わせることで、高温環境下でより迅速な試験が可能になります。

xSol加熱ステージの特徴

- 熱的に安定したステージ設計により、最大 800°C までのナノ力学特性評価が可能
- 上下の加熱ヒーターで試料を挟み込む設計のため、試料の温度が安定
- 試料加熱部の雰囲気ガスを制御可能
- ステージの高い熱安定性と安定した温度フィードバック制御アルゴリズムにより、800°C においてもサブオングストローム / 秒の低ドリフトを実現
- サンプルの取り付けが容易な機械的な固定のステージ設計を採用したことで、高温接着剤が不要
- 加熱環境下でも in-situ SPM イメージング機能により、表面形状観察、高い測定位置精度を実現
- ブルカーの高機能なナノ力学特性、トライボロジー評価技術に適合
- nanoDMA III リファレンス周波数測定技術により、広範囲の温度および長時間にわたる測定でも、ドリフト補正を行い正確な結果を得ることが可能
- 過酷な環境下において迅速なスループットを得るために、ブルカーの XPM(高速マッピング技術) を利用可能



各温度・周波数におけるnanoDMAIIIによるtan δの測定結果



XPM試験後に800°Cにおいて取得したSPM像

● **ブルカー・ジャパン株式会社 ナノ表面計測事業部 Bruker Nano Surfaces Division**

東京都中央区新川1-4-1

Phone 03-3523-6361

Info-Nano.BNS.JP@bruker.com

www.bruker.com/nanomechanical-testing