



HUMMINGBIRD SCIENTIFIC



ガス導入ホルダー

技術仕様



	1300 Series - Single Channel	1300 Series - Multi-Channel
Pressure Range at Sample	1 to 2 bar	10 ⁻⁶ mbar up to 2 bar
Experimental Gas Inlets	1	3 - 8*
Purge Capability	Yes	Yes
Gas Analysis Capability	No	Yes
Tubing System	All Metal	All Metal
Biasing Contacts	4 contacts	4 contacts
Heating Temperature	> 1000°C	> 1000°C
Holder Cleaning	Bakeable to 160° C	Bakeable to 160° C
EELS / EDS Compatible	Yes	Yes
TEM Compatibility	TFS, JEOL, Hitachi, Zeiss	TFS, JEOL, Hitachi, Zeiss

* Contact us for Custom Configurations

特徴



ガス導入ホルダーは、ガス中および高温(1000°C以上)での材料挙動を研究するためのもので、実際の反応温度と圧力で気体-固体相互作用の原子分解能画像を得ることができます。

ガスは専用の供給システムにより、微細加工された環境セルに導入されます。セル内の圧力は、ユーザーの設定で高真空から大気圧以上まで調整することができます。試料の局所加熱は、精細な読み取りのために校正された温度センサーを備えたMEMSヒーターを介して行われます。クリーンなガス供給を確保するため、ホルダー全体を最高160°Cでバークすることができます。また、カスタムデータオプション/画像統合オプションが追加されました。

ガス環境セル内で現実的な反応条件を作り出すことができ、研究への適用例として以下のようなものがあります。

- ガス触媒
- ナノ構造体の成長
- 燃料電池の研究
- 薄膜形成

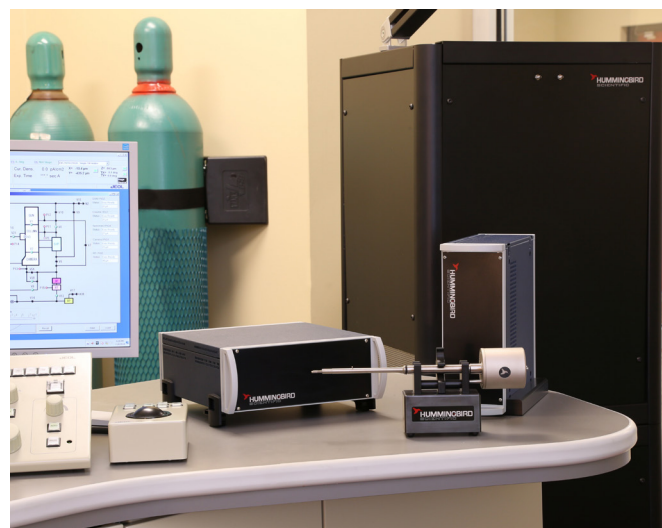
ガス供給システム

シングルチャンネル・ガス供給システム

当社のシングルチャンネル・ガス供給システムは、単一の圧力制御された実験用ガスを試料ホルダーに供給するシステムです。このシステムは、安全に洗浄するためのパージラインを内蔵しており、ガスセル内圧が大気圧または、大気圧よりわずかに高い状態で動作します。ガス制御ソフトウェアにより、ユーザーは圧力制御されたガス供給をクローズドループ・フィードバック・モードで操作でき、システムの完璧な電子制御が可能になります。また、このソフトウェアは、ガス供給パラメーターの記録を取ることができます。

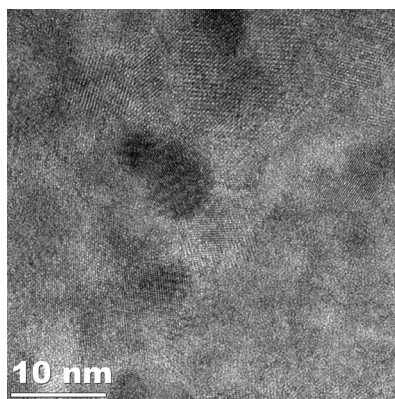
マルチチャンネル・ガス供給システム

当社のマルチチャンネル・オプションは、複数の圧力制御ガスを環境セルに供給するために設計された、全設定が可能な拡張性のあるガス供給システムです。最大8つのガス供給路を搭載し、ユーザーが定義した比率で個別に、または同時に動作させることができます。シングルチャンネル・システムと同様に、マルチチャンネル・システムにもパージラインが内蔵されており、ガスフロー経路を安全に洗浄することができます。高真空(7 Torr以下)から大気圧以上まで、あらゆる圧力で動作します。混合機能に加え、ガス制御ソフトウェア、および反応後の分析用ガス・アナライザーを内蔵しています。また、オプションのヒーティングシステムやヒーティングチップと組み合わせることで、TEM内での触媒反応のリアルタイム観察にも対応しています。

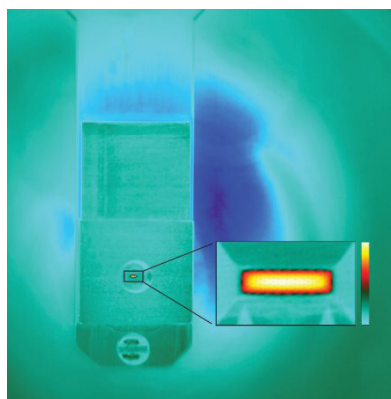


当社のガスフロー用ホルダーには、シングルチャンネルまたはマルチチャンネルの供給システムがあります。

加熱システム



ガスセルホルダー内の1気圧の窒素中、
700°CでのSiN基板上のTiN膜



高温加熱中のガスフローチップのIR画像

ガス導入ホルダー用の薄膜加熱システムは、ガスセル内の試料を1000°C以上に加熱します。低ドリフト、高い画像安定性、160時間以上の長寿命により、この加熱システムは堅牢であるだけでなく、高倍率でのイメージング中に、関心領域の追跡を可能にします。

加熱は、独自設計のコントロールボックスとソフトウェアによって制御され、クローズドループ温度制御と、オンチップセンサーによる4点プローブの温度センシング機能を備えています。このセンサーは、試料の温度を測定するだけでなく、ナノカロリメトリを実行できるほどの小さなパワー変化をも検出できる精度を備えています。

安全性

雰囲気制御ホルダーを効果的に使用するためには、試料とシステムの入念な準備が必要です。ホルダーシステムの重要な構成機器は、高真空リークチェック・ステーションです。

当社の高真空ポンプステーションは、TEM試料台用の真空保持とシールチェックを一体化したコンパクトな機構です。このステーションは、短い脱気時間、低いベース圧(<1e-6 mbar)、ホルダータイプ用のガラス製ビューイングポートが特徴です。



アクセサリーについて



ガスフロー用ホルダーに使用できるアクセサリーをご紹介します。

- ▶ 特殊ガスセルチップ
- ▶ 真空チップカバー

対応機種

ThermoFisher
SCIENTIFIC

THERMO FISHER SCIENTIFIC TEM

JEOL

JEOL TEM

HITACHI

HITACHI TEM

ZEISS

ZEISS TEM

注目の研究

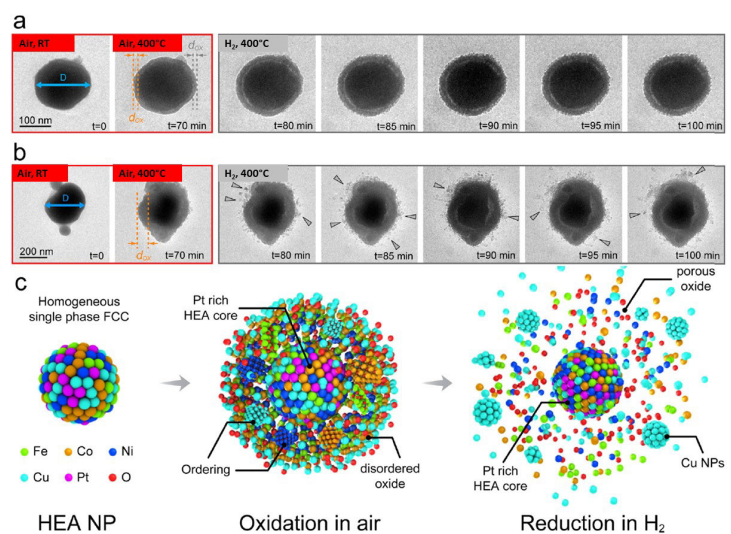
高エントロピー合金ナノ触媒の高温還元反応の、その場TEM観察

気体と個体の原子レベルにおける相互作用は、様々な触媒材料の作用メカニズムを理解する上で重要である。特に5種以上の元素を原子レベルで混合した、高エントロピー合金(HEA)の場合が顕著です。イリノイ大学シカゴ校(UIC)、アルゴンヌ国立研究所(ANL)、ピッツバーグ大学、カリフォルニア大学リバーサイド校、ノースウェスタン大学の研究チームは、当社のガスフロー・ホルダーを用いて、FeCoNiCuPt HEAの酸化および還元挙動を、400°Cの空気および水素ガス中でそれぞれ実験観察しました。400°Cの空气中で粒子を加熱すると、粒子の周囲に酸化膜の成長が見られます。水素ガスを導入することで酸化膜はさらに膨張し、多孔質構造に変化しました。そして、すべての遷移金属(Fe、Co、Ni、Cu)が外部に拡散されることを確認しました。

今回発表された研究内容は、触媒用途に向けた新しい部類の合金ナノ粒子に関する基礎的な洞察を与えるものです。

参考文献 Song et al. Nano Lett. 2021, 21, 4, 1742–1748.

DOI: 10.1021/acs.nanolett.0c04572



図：CoNiCuPt ナノ粒子を400°Cで加熱すると、空气中と水素中でそれぞれ酸化と還元が起こる。模式図に示すように、すべての遷移金属が拡散している。一方で、Ptはコアにそのまま残っていることがわかる。

Image Copyright © 2021 American Chemical Society

本ホルダーに関連した論文

Boao Song, Yong Yang, Timothy T. Yang, Kun He, Xiaobing Hu, Yifei Yuan, Vinayak P. Dravid, Michael R. Zachariah, Wissam A. Saidi, Yuzi Liu, and Reza Shahbazian-Yassar. **"Revealing High-Temperature Reduction Dynamics of High-Entropy Alloy Nanoparticles via In Situ Transmission Electron Microscopy,"**

Nano Letters (2021) "その場透過電子顕微鏡法による高エントロピー合金ナノ粒子の高温還元ダイナミクスの顕在化"

Boao Song, Yong Yang, Muztoba Rabbani, Timothy T. Yang, Kun He, Xiaobing Hu, Yifei Yuan, Pankaj Ghildiyal, Vinayak P. Dravid, Michael R. Zachariah, Wissam A. Saidi, Yuzi Liu, and Reza Shahbazian-Yassar. **"In Situ Oxidation Studies of High-Entropy Alloy Nanoparticles,"**

ACS Nano (2020) "高エントロピー合金ナノ粒子のIn Situ酸化研究"

Mathilde Luneau, Erjia Guan, Wei Chen, Alexandre C. Foucher, Nicholas Marcella, Tanya Shirman, David M. A. Verbart, Joanna Aizenberg, Michael Aizenberg, Eric A. Stach, Robert J. Madix, Anatoly I. Frenkel & Cynthia M. Friend. **"Enhancing catalytic performance of dilute metal alloy nanomaterials,"** Communications Chemistry (2020) "希薄金属合金ナノ材料の触媒性能の向上"

Boao Song, Timothy T. Yang, Yifei Yuan, Soroosh Sharifi-Asl, Meng Cheng, Wissam A. Saidi, Yuzi Liu, and Reza Shahbazian-Yassar, **"Revealing Sintering Kinetics of MoS2-Supported Metal Nanocatalysts in Atmospheric Gas Environments via Operando Transmission Electron Microscopy,"** ACS Nano (2020) "オペランド透過電子顕微鏡法による大気圧ガス環境下でのMoS2担持金属ナノ触媒の焼結カイネティクスの解明"

最新情報については、

<http://hummingbirdscientific.com/gas-holder-selected-publications/> をご覧ください。



Visit our Website

HUMMINGBIRD
SCIENTIFIC

35 Tonowari, Jinnoshinden cho,
Toyohashi, AICHI 441-8077 Japan
t: +81 532-31-2061 - f: +81 532-32-6534

www.hummingbirdscientific.com

©Hummingbird Scientific 2023 - The specifications provided are subject to change without notice.

TFS, JEOL, Hitachi and Zeiss are registered trademarks of their respective companies.