

RAZORBILL INSTRUMENTS PRODUCT BROCHURE 2020



RAZORBILL
INSTRUMENTS

なぜ一軸ひずみが必要？

- 凝縮系物理学の重要な要素は、材料の電子特性を調整する能力です。
- 以前は、温度や外部磁場を変更したり、あるいは、静水圧を加えたりすることによって、材料の電気特性を調整していました。
- 最近では、一軸ひずみを調整パラメーターとして使用し、明確で驚くべき結果を導き出した注目の論文がいくつかあります。
- Razorbill Instruments 社製品は、極低温環境下において、精密に制御された応力やひずみを加えることができる、市場で唯一のシステムです。

興味深い研究分野

凝縮系物理学の分野において、重要な目的のひとつは、凝縮系システムで発生した電気的特性を、その結晶構造と関連付けることです。以前は、単位格子（原子間隔）のサイズなどの構造特性を継続的に調節する唯一の方法は、圧力セルを用いて静水圧を加えるか、サンプルを圧電材料に直接取り付けられていました。しかしながら、前者はすべての結晶軸に影響を与え、後者はわずかな範囲のひずみしか発生しません。また、いずれの手法も発生するひずみは温度によって異なります。連続的に調整可能である必要がなく、一定のひずみのみが必要な場合、冷却前にマニュアル操作によりクランプ間でサンプルにひずみを加えることができますが、上記のケースと同様に、熱膨張に違いがあることから、最終的な温度におけるひずみを計算することは非常に困難です。原子間隔を変更する最後の方法は、結晶の化学組成を変更することですが、この方法は、結晶の未知の化学作用が発生し、予測困難な方法ですべての結晶軸に影響を与えます。

Razorbill Instruments社製ひずみセル

Razorbill Instruments 社製品は、これらの技術を大幅に改善します。単結晶方位に沿って調整可能で温度補償された一軸応力をサンプルに加えることを可能にし、構造と特性を結び付ける理論をテストするユニークな製品を提供します。



このテクノロジーが提供するもの

Razorbill Instruments 社には、1インチのマグネットボアの限られたスペースに収まりながら、大きな応力とひずみをサンプルに加えることができる、さまざまな製品があります。これらのデバイスは、極低温環境下や高磁場環境下でも機能し、電気輸送、磁化率、光学およびその他のビーム測定、および操作プローブ技術を含む、幅広い実験プローブと互換性があります。選択した製品に応じて、サンプルに加えられた力か変位を測定することができますので、加えられた応力またはひずみを求めることができます。最後に、Razorbill Instruments 社の全製品の重要な特徴は、冷却時の熱収縮が互いに打ち消し合うように設計されていることです。このことは、放置状態におけるひずみが最小限であることを意味します。

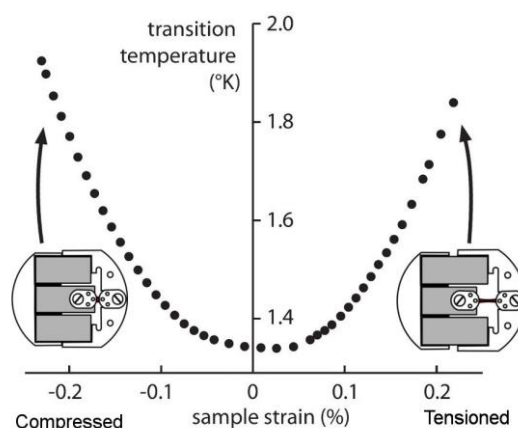


Figure 1. ルテニウム酸ストロンチウムの超電導転移温度に対する一軸ひずみの驚くべき影響を示す実験データ。
Hicks et al. *Science* (see below)

Notable publications

- Hicks et al. *Science* 344 6181 283-285 (2014)
- Steppke et al. *Science* 355, 6321 (2017)
- Kissikov et al. *Nature Comms* 9, 1058 (2018)
- Kim et al. *Science* 362, 1040, (2018)
- Ikeda et al. *Phys. Rev B*, 98, 245133 (2018)
- Hristov et al. *Phys. Rev. B* 99, 100101 (2019)
- Luo et al. *Phys. Rev. X* 9, 021044 (2019)
- Pustogow et al. *Nature* 574, 72-75 (2019)
- Ikeda et al. *Rev. Sci. Inst.* 90, 083902 (2019)
- Jo et al. *PNAS*, 116 (51) 25524-25529 (2019)

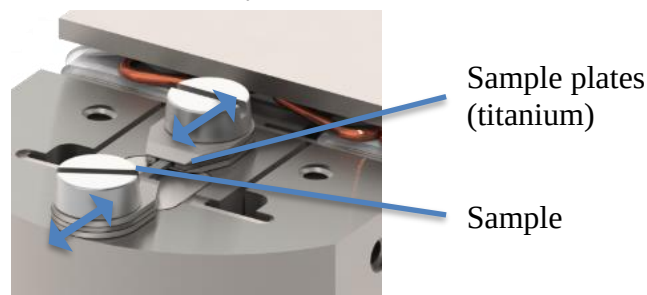
CS100シリーズ ひずみセル

- 極低温環境下で、サンプルに正確で調整可能な圧縮および引張りひずみを加える。
- 内蔵変位センサー
- 非常にコンパクトで、最小モデルは 1 インチのマグネットボアに水平または垂直に収まります。
- 温度補償—加えられるひずみは、温度によって大きく変化しません。
- 1K 未満の温度および高磁場で動作します。
- サンプルへの広角アクセス。極低温走査プローブ顕微鏡に適しています。



サンプルマウンティング

セラミック、二次元材料やヘテロ構造体など、多種多様なサンプルにひずみを与えることができます。サンプル両端は、2つのチタン製サンプルプレート間に固定されます。サンプル両端をしっかりと保持するために、エポキシが使用されます。大きささまざまなサイズのサンプルに対応するために、サンプルプレート間のスペースを近づけたり遠ざけたり調整することができます。特殊なサンプルプレートが用意されていることから、透過モードプローブ用にサンプルを横向きに取り付けたり、非常に小さな二次元材料サンプル用に初期間隔を小さくしたりすることができます。



セルのサイズ

直径 24mm のフットプリントの CS100 から、長さ 37mm の CS130 まで、さまざまなサイズのひずみセルが用意されています。より大きなひずみセルには、より長い圧電スタックを備えているため、より大きなひずみをサンプルに加えることができます。

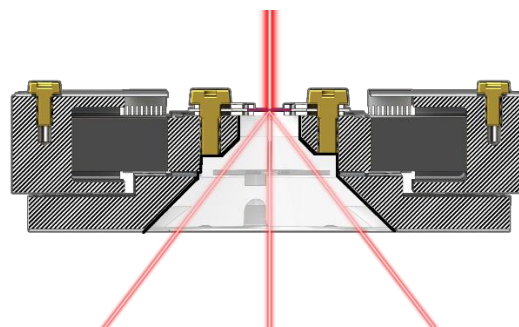
モデル名		CS100	CS110	CS120	CS130
寸法	長さ 高さ 重さ	24mm 13mm 5g	28mm 13mm 5g	32.5mm 13mm 5.5g	37mm 13mm 5.5g
ゼロ荷重での最大印加変位	室温 極低温	$\pm 6 \mu\text{m}$ $\pm 3 \mu\text{m}$	$\pm 7 \mu\text{m}$ $\pm 4 \mu\text{m}$	$\pm 13 \mu\text{m}$ $\pm 7 \mu\text{m}$	$\pm 17 \mu\text{m}$ $\pm 10 \mu\text{m}$
材質	筐体 圧電スタック	非合金チタン (グレード 2) PZT セラミック			
コネクタ	デバイス センサー	HV ケーブル x 4 同軸ケーブル x 2			
センサー	変位	容量センサー			

CS200T ひずみセル

- ひずみセル CS シリーズのパワフルな大型バージョン。
- 2 インチのサンプルスペースに適合
- デバイスのちょうど中心にサンプルを配置
- 透過モードおよび散乱測定に最適
- 90° の超ワイドサンプルアクセスコーン
- シンクロトロンやその他ビームラインに最適

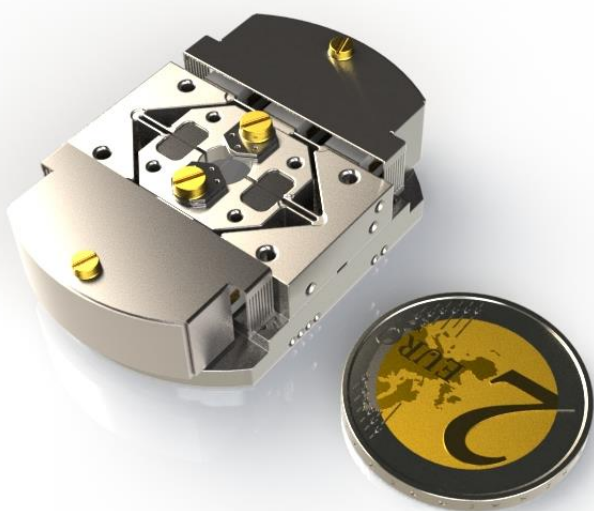
透過および回折測定

電磁放射線または粒子ビームがサンプルを通過する必要があるプローブ技術が数多くあります。



クリーンな信号を取得するためには、ビームがデバイスの金属部品を通過せずに、サンプルのみを通過する必要があります。CS200T は、ビームが妨げられることなく進むことができるように、セル背部に 90° の大きなアクセスコーンを持つように特別に開発されています。

CS200T は新しく開発されたデバイスですが、Science 362, 1040, (2018)に掲載されたキム氏らが開発した技術に密接に基づいています。



モデル名		CS200T
寸法	長さ 高さ 重さ	49mm 13.5mm 170g
ゼロ荷重での最大印加変位	室温 極低温	$\pm 15 \mu\text{m}$ $\pm 8 \mu\text{m}$
材質	筐体 圧電スタック	非合金チタン (グレード 2) PZT セラミック
コネクター	デバイス センサー	HV ケーブル x 4 同軸ケーブル x 2
センサー	変位	容量センサー

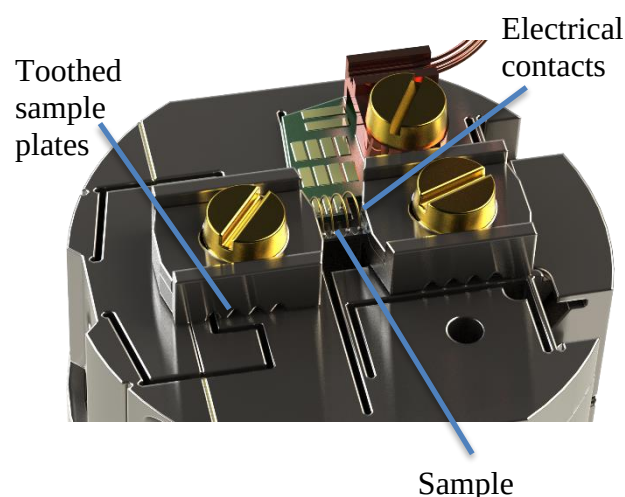
FC100 ストレスセル

- プレミアム高性能デバイス
- 極低温環境下で非常に高い力を印加可能
($\pm 100\text{N}$ at 4K)
- 統合された力センサー
- コンパクトな設置面積 (直径 25mm)
- 1K 以下 & 高磁場環境下で動作
- サンプルへの広角アクセスにより、極低温走査プローブ顕微鏡に最適

イメージング、磁化率、電気測定など、さまざまなプローブと組み合わせて使用することができます。

強力なツール

FC100 を使用することで、サンプルに対して非常に大きな力を加えることができます。これにより、極度のひずみを大きなサンプルに与えることができます。極低温環境下で大きなひずみを発生させる技術は、つい最近開発されたばかりです。このことは、膨大な量の新しい科学が研究される必要があることを意味します。



さまざまな技術に対応可能

FC100 ストレスセルは、極低温測定システムに理想的なデバイスです。X線回折、走査型プローブ顕微鏡、光学

モデル名		FC100
寸法	直径	25.4 $\pm$ 0.1 mm
	高さ (サンプルボルトを含む)	62 $\pm$ 1 mm
	重さ	100g
ゼロ荷重での最大印加変位 ($\pm 10\%$)	最大印加変位@300K	$\pm 45 \mu\text{m}$ (-20V ~ +120V)
	最大印加変位@4K	$\pm 25 \mu\text{m}$ (-200V ~ +200V)
ゼロ変位での最大印加力 ($\pm 10\%$)	最大印加力@300K	170N (-20 ~ +120V)
	最大印加力@4K	100N (-200 ~ +200V)
動作条件	動作温度	<300mK ~ 325K
	磁場	0T ~ >30T
フィードバックセンサー	レンジ	$\pm 200\text{N}$
	感度@ON	0.5fF/N
	初期容量	1.1pF
	ヒステリシス	0.7%

UC200 ユニバーサルセル



- ストレスとひずみの調整による最高レベルの制御
- カセンサーと変位センサーを内蔵
- 構造遷移は、測定された力／変位曲線からの機械的特性の変化から観察できます。
- 2 インチのサンプルスペースに適合（セル直径 47mm）
- 1K 以下 & 高磁場環境下で動作
- サンプルへの広角アクセスにより、極低温走査プローブ顕微鏡に最適

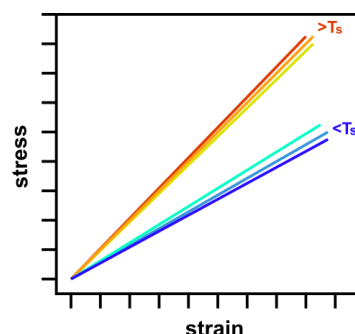


力と変位を組み合わせた検出の利点

力と変位を同時に測定することの利点の一つは、重大な問題が発生すると、すぐに明確な兆候を簡単に検出でき

ることです。例えば、サンプルに極端なひずみがかかる場合、混乱したプローブデータから、何が起こったかを後から合理化しようとするのではなく、接着剤が滑っているのか、サンプルが塑性変形しているのか、またはサンプルが壊れているのかを明確に判断することができます。

極低温下においてストレスとひずみの両方を測定することにより、これまでは間接的にしか観察されなかった新しい物理現象を確認する機会が得られます。例えば、材料が構造遷移を移動するときに、ストレス対ひずみグラフの勾配の急激な変化を確認することができます。



構造遷移温度よりも高温または低温における、ストレス-ひずみ曲線（適用される力と変位から推定）を示すイラスト。

幅広いプローブに対応

上記のように材料の機械的特性をモニタリングするだけでなく、UC200 は、電気輸送、AC 磁化率、NMR、ラマン分光法、X 線散乱、走査型プローブ顕微鏡、光学イメージングなど、他のさまざまな実験プローブと互換性があります。

モデル名		UC200
寸法	直径 高さ 重さ	47 ± 0.1 mm 16 ± 0.1 mm 100g
ゼロ荷重での最大印加変位 (±10%)	最大印加変位@300K 最大印加変位@4K	±15 μm ±9 μm
ゼロ変位での最大印加力 (±10%)	最大印加力@300K 最大印加力@4K	±50N ±35N
動作条件	動作温度 磁場	<300mK ~ 325K 0T ~ >30T
フィードバックセンサー	タイプ 初期容量	力および変位 5 ~ 10pF

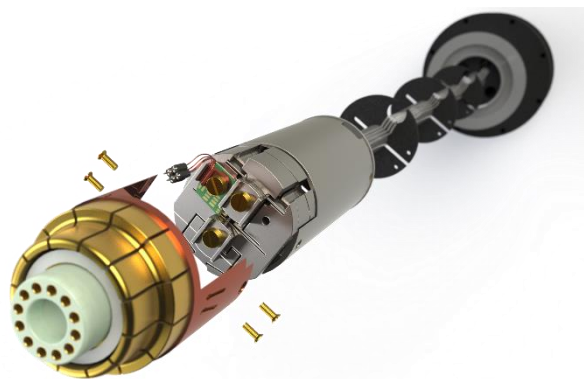
アクセサリ



RP100電源

すべてのストレスセルおよびひずみセルを駆動させることができるカスタム 2 チャンネル電源。RP100 は USB 経由で ASCII コマンドを使用して制御することができるので、自動化された実験に組み込むことが可能です。

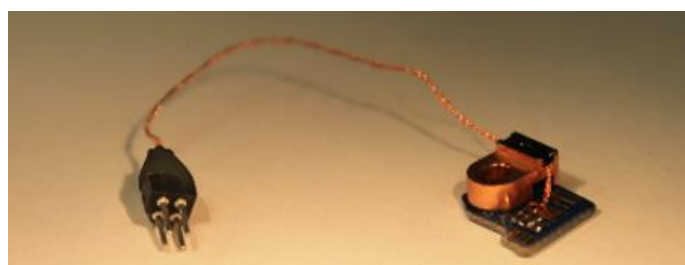
すべての AC メイン/グリッド電源と互換性があります。



改造PPMSプローブ

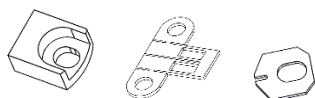
Razorbill Instruments 社では、Quantum Design USA が製造し、Razorbill Instrument 社が改造を施した PPMS プローブを提供しています。このプローブは PPMS クライオスタットに取り付け可能で、クライオスタットを改造することなく実験を開始することができます。

CS100 シリーズと FC100 の両方に適合します。



配線プラットフォーム – WP100

サンプルに非常に近い電機接続を必要とする実験向け。



サンプルプレートオプション

さまざまな用途向けのサンプルプレートを提供します。e.g. 非常に小さなサンプルや 2D サンプル用サンプルプレートや、サンプルを持ち上げてサンプルにアクセスしやすくするサンプルプレートなど。



PPMSコンバージョンキット

すでに Quantum Design PPMS クライオスタットを所有している場合、コンバージョンキットを使用してプローブを変換することで、CSI00 または FC100 を使用することが可能です。コンバージョンキットには、高電圧および同軸ライン用のフィードスルーと、それらに対応するケーブルが含まれています。

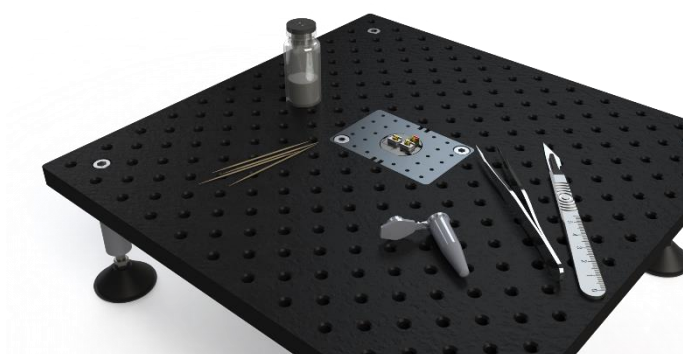
キットには、輸送および磁化率測定を PPMS 配線と統合できるように、2 組の WPI00 配線プラットフォームと対応する Quantum Design の新しい PPMS パックが提供されます。

PPMS プローブへの穴あけや不可逆な改造は必要ありません。



デバイススタンド

Razorbill Instruments 社製デバイスを取り扱う場合、セルを直立させるためにこのスタンドがとても便利です。これにより、サンプルをマウントして、顕微鏡を使ってコンタクトを接続するという面倒なプロセスがより簡単で便利になります。



サンプルマウンティングテーブル

サンプルマウンティングテーブルは、上記のデバイススタンドを収めることができるように設計されています。このテーブルは、ツールを立て掛けたり、置いたりするために使用することができます。また、非常に複雑な作業のためにマイクロマニピュレーターをボルトで固定することができるように、タップ穴がたくさんあいています。





<Razorbill Instruments 社日本総代理店>
テガサイエンス株式会社
〒277-0832 千葉県柏市北柏 3-5-4
T : 04-7168-5311 F : 04-7168-5671
info@tegascience.co.jp
<http://www.tegascience.co.jp>