The World's Most VERSATILE PLATFORM for Rheological Measurements

レオロジー測定のワールドリーダーであるTAインスツルメントより、最も優れた応力制御型レオメータであるDiscovery Hybrid Rheometer(DHR)をご紹介いたします。
DHR用温調システムとアクセサリ全てが優れた性能を有し、使いやすく設計されています。
利便性と汎用性の高いSmart Swap™ジオメトリ、温調システム、アクセサリをご用意しているのは当社のDHRだけです。
Smart Swap™テクノロジーによりアクセサリを素早く簡単に交換でき、接続したアクセサリの情報を自動検出してレオメータに提供します。

注;DHR本体の詳細はDiscovery Hybrid Rheometerカタログをご覧ください

DHR 温度システム＆アクセサリ

The WORLD'S HIGHEST PERFORMING RHEOMETERS

and the **MOST COMPLETE** range of
EASY-TO-USE ACCESSORIES

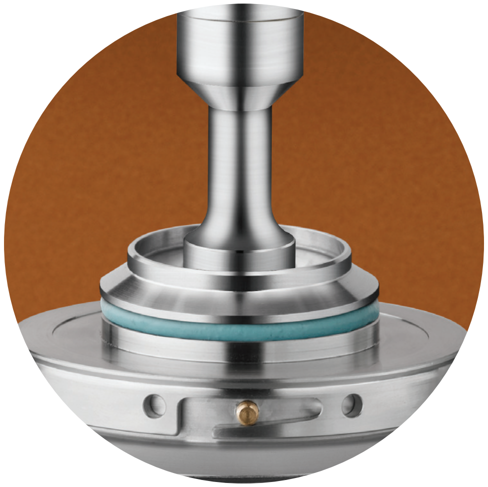
ADVANCED PELTIER PLATE
TEMPERATURE SYSTEM

新しいアドバンストペルチェプレート

新しいアドバンストペルチェプレートは、アプリケーションの最も広い範囲をカバーするように設計されたシングルペルチェプレート温度システムにおいて、卓越した温度性能と最高の柔軟性を兼ね備えています。独自のクイックチェンジプレートシステムは、簡単に装着可能な異なる材料および表面仕上げを有する下部プレート、硬化材料をテストするためのディスポーザブルプレート、流体環境で材料を特徴づける浸漬カップを提供いたします。

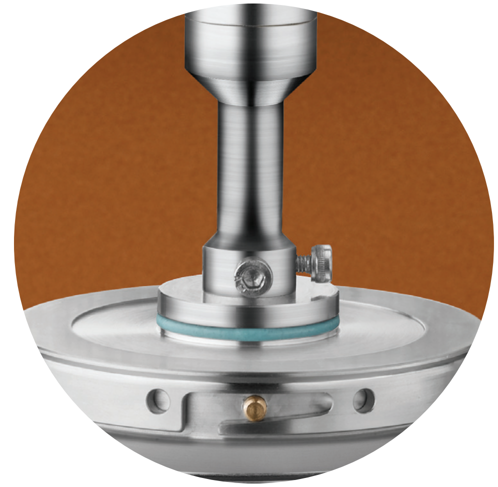
特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー
- 広い温度範囲: −40 ～ 200 ℃
- 正確な温度制御: ± 0.1 ℃
- 直径50 mmまでのプレートとコーン
- 堅牢な硬質クロム仕上げ
- クイックチェンジプレートにより下部ジオメトリ改質表面へ柔軟性を提供
  - –ステンレススチール、陽極酸化アルミニウム、チタンプレート
  - –フラット、サンドブラスト、クロスハッチプレート
  - – 硬化材料のためのディスポーザブルプレート
- 多彩なアクセサリ
  - – 内蔵パージカバー付きの効率の良いソルベントトラップ
  - – 浸漬カップ
  - – カメラビューアオプション
- 特注の下部ジオメトリに容易に適応するオープンプラットフォーム



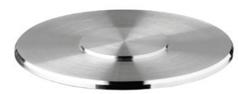
段付プレート

サンドラブラストプレート

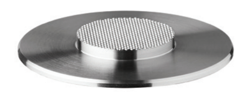


ディスポーザブルプレート

8 mm ステンレススチール



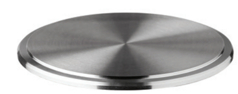
20 mm ディスポーザブル



25 mm クロスハッチ

40 mm 硬質アルミニウム

40 mm サンドラブラスト



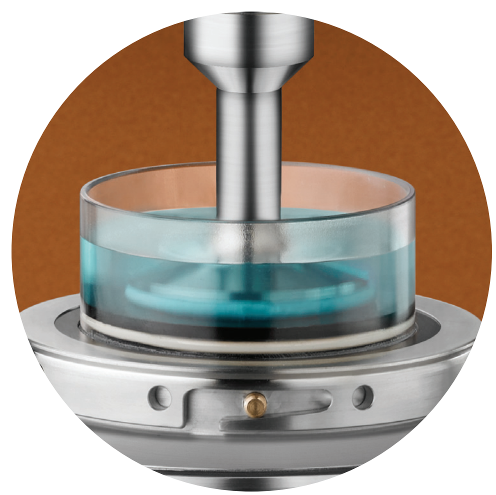
50 mm チタン

クイックチェンジプレート

アドバンストペルチェプレートのシンプルな差し込み式ロックリングカバーにより、フラット、サンドブラストまたはクロスハッチ表面仕上げの硬質陽極酸化アルミニウム、チタン、ステンレススチールプレートを含む幅広く様々な下部プレートが、容易に取り付けできます。標準のディスポーザブルアルミプレートは、硬化材料を　テストするためにシングルペルチェプレートを使用してシステムの機能を拡張しています。

浸漬カップ

アドバンストペルチェ浸漬カップは流体中に試料を完全に浸漬した状態で材料の特性解析を行えます。ゴムリングが流体シールとなっており、サンプルローディング、トリミング、およびその後のシーリングと充填が簡単にできます。浸漬カップは、ハイドロゲル材料の特性解析に最適で、直径40 mmまでのパラレルまたはコーンプレートを適用できます。



PELTIER PLATE TEMPERATURE SYSTEM

完全なペルチェプレート温調システム

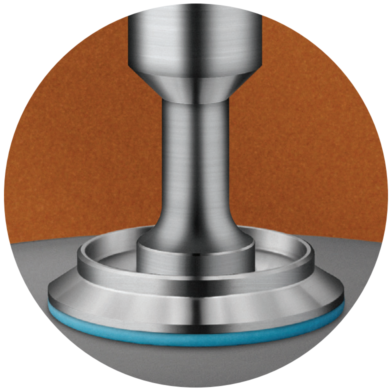
当社は約20年前にレオメータ向けのペルチェプレート温度コントロールを初めてご紹介しました。
以来このコアテクノロジーは日々進化し、お客様のご要望にお応えし続けております。
優れたテクノロジーを有する4種類のモデルがあり、最高の性能、汎用性を発揮します。

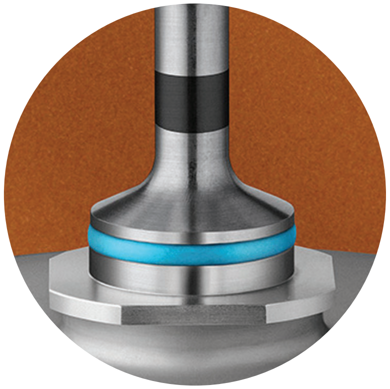
標準ペルチェプレート
・表面は硬質クロムめっきした銅の一枚板
・プレート直径80 mm
・使用できる上部プレートは60 mm以下
・温度範囲 –40～200 ℃

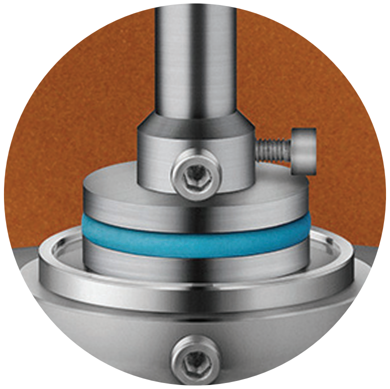
ねじ込み式プレート付段付ペルチェプレート
・25 mm以下の下部プレートが取付可能
・ステンレススチール製　・チタン製
・フラット　・サンドブラスト　・クロスハッチ仕上げ
・温度範囲 –40～200 ℃

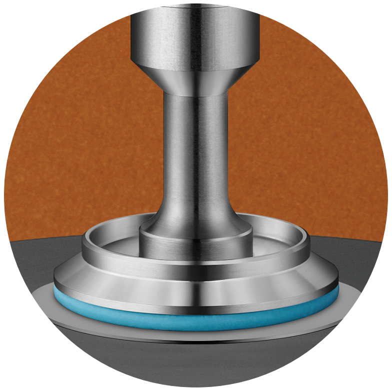
段付ディスポーザブルペルチェプレート
・25 mm以下の下部プレートが取付可能
・標準のディスポーザブルプレートが使用可能
・温度範囲 –40～200 ℃

デュアルステージペルチェプレート
・ペルチェ素子を積み重ねた構造
・低温側の精密な温度制御を必要とするアプリケーションに最適
・使用できる上部プレートは40 mm以下
・温度範囲 –45～200 ℃


標準ペルチェプレート


ねじ込み式プレート付段付ペルチェプレート


段付ディスポーザブルペルチェプレート


デュアルステージペルチェプレート

PELTIER PLATE TECHNOLOGY

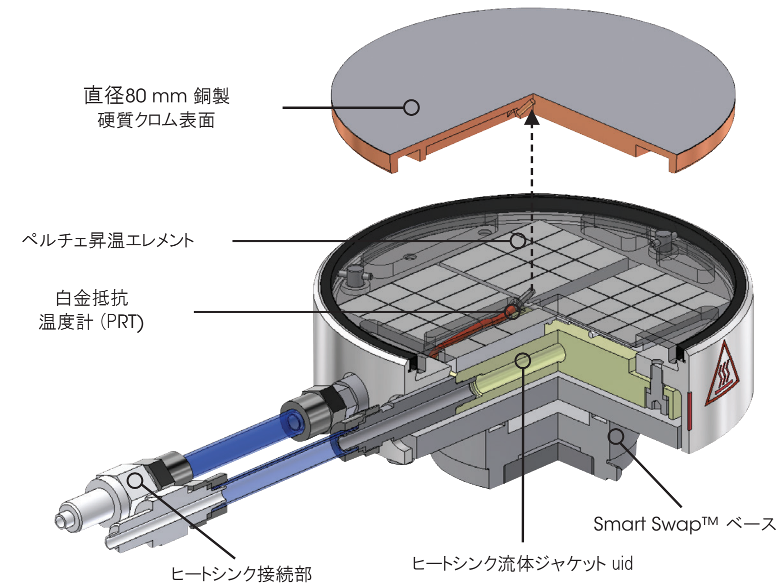
ペルチェテクノロジー

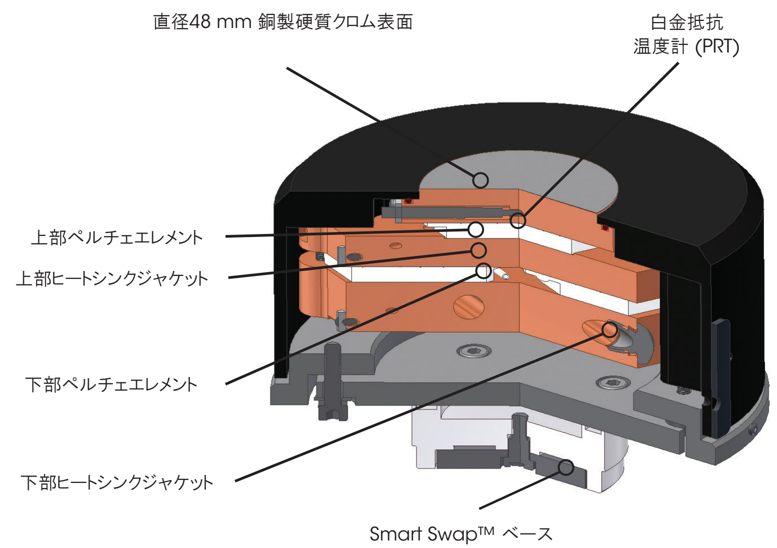
標準ペルチェプレートと段付ペルチェプレートは共に温度範囲-40*～200 ℃、昇温速度最大50 ℃/min、温度精度±0.1 ℃です。内部はペルチェ 昇温エレメントが4個装備され、薄い銅製ディスクに接しており、表面は直径80 mmの堅牢な硬質クロムで覆われています。また、正確な温度測定と制御ができるように、白金抵抗温度計(PRT)を中央に配置しています。このユニークなデザインにより、直径80 mmの表面全体に迅速かつ正確で均一な温度制御が可能になります。標準ジオメトリでは直径60 mmまでの正確な測定が可能です。

*チラー冷却が必要

デュアルステージペルチェプレート

デュアルステージペルチェプレートは、ペルチェ素子を積み重ねたユニークなデザインで、1つのヒートシンクで循環水を使用して-45～200 ℃の温度範囲を提供します。これは2 ℃のヒートシンク1つで全測定温度範囲において低温応答性と連続した温度制御が可能な独自の積層ペルチェ素子で構成されています。このデザインにより、高性能なサーキュレータが不要になります。





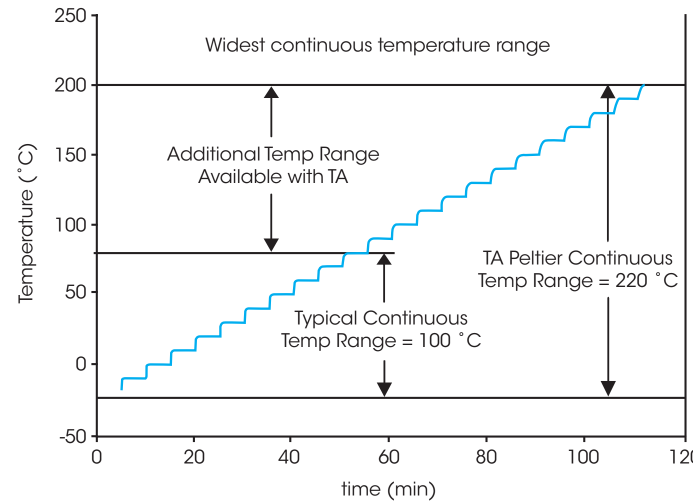
性能

ペルチェ温度制御装置は、一般的な冷却溶媒である水のようなヒートシンクに接続されている必要があります。ほとんどのペルチェシステムでは、1つのヒートシンクで約100 ℃までの温度範囲が実現可能です。TAインスツルメントの標準ペルチェプレート、段付ペルチェプレートのユニークなデザインでは、左図の通り220 ℃までの範囲を測定できます。これにより、1回の測定における実際の使用可能な温度範囲を2倍にすることができます。新製品デュアルステージペルチェプレートでは低温側の温度範囲も広がり、冷却性能を大幅に向上させています。図は2 ℃に設定したヒートシンクで室温から-40 ℃まで冷却するのに10分で到達可能なことを示しています。

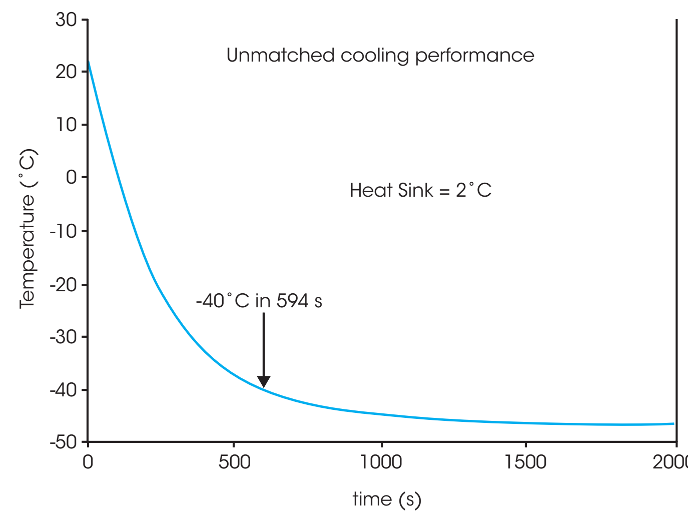
特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー（独自技術）
- 広い温度範囲：-45～200 ℃
- 広い連続使用温度範囲
- 正確な温度制御：±0.1 ℃
- 硬質クロム表面
- 標準・段付・デュアルステージモデル
- 直径60 mmまでのプレートとコーン
- ディスポーザブルプレート
- 多彩なジオメトリの材質・モデル
- 多彩なアクセサリ
  - 効率の良いソルベントトラップ
  - フラット、クロスハッチ、サンドブラストカバー
  - パージガスカバー
  - 断熱カバー
  - カメラビューアオプション
  - 浸漬セル

Peltier Plate Temperature Steps over 220 °C Range



Dual Stage Peltier Plate Cooling Test



PELTIER PLATE GEOMETRIES

8 mm　20 mm　25 mm　40 mm　50 mm　60 mm

Smart Swap™ ペルチェプレートジオメトリ

自動認識機能を有する当社独自のSmart Swap™ジオメトリ(1)は、ペルチェプレートと使用することができます。様々なサイズ、コーン角度、材料のコーン・プレート治具をご用意しております。特注サイズ、材料、表面仕上げ(たとえばサンドブラストやテフロンコーティング等)のカスタムジオメトリのリクエストも承ります。

(1) 米国特許 # 6,952,950

標準ジオメトリサイズ

ペルチェプレートジオメトリは、直径8 mm、20 mm、25 mm、40 mm、60 mmが利用できます。上部コーンジオメトリは、コーン角度0.5°、1°、2°、4°が簡単に入手できます。上記以外の直径やコーン角度については、特注のリクエストを承ります。直径とコーン角度を変えることにより、応力と歪やせん断速度の測定範囲を様々な材料特性に対応させることができます。

フラット　サンドブラスト　クロスハッチ

表面加工と材質の種類

標準で下記の材料のペルチェプレートジオメトリをご用意しております。
ジオメトリはフラット、サンドブラスト、クロスハッチ等、複数の表面仕上げでご利用いただけます。

ステンレススチール：丈夫で耐薬品性に優れ強塩基・強酸に強い
断熱材付ステンレススチール：上記ステンレススチールの特徴に加え、断熱材の利点を追加。上部ジオメトリを周囲の温度変化から絶縁可能
硬質アルミニウム： 優れた熱伝導性、軽量、幅広い耐薬品性
チタン： 軽量、優れた耐薬品性

ペルチェプレート標準ジオメトリタイプ

ペルチェコーンとペルチェプレートジオメトリは、3つの基本タイプでご利用いただけます。ソルベントトラップなし、ソルベント トラップ付、断熱材付があります。断熱材付ジオメトリは、ステンレススチール製のみをご用意しております。ソルベントトラップ付ジオメトリはソルベントトラップシステムとともに使用できるよう設計されています。右の写真は直径40 mmのステンレススチール製ジオメトリです。

ソルベントトラップなし

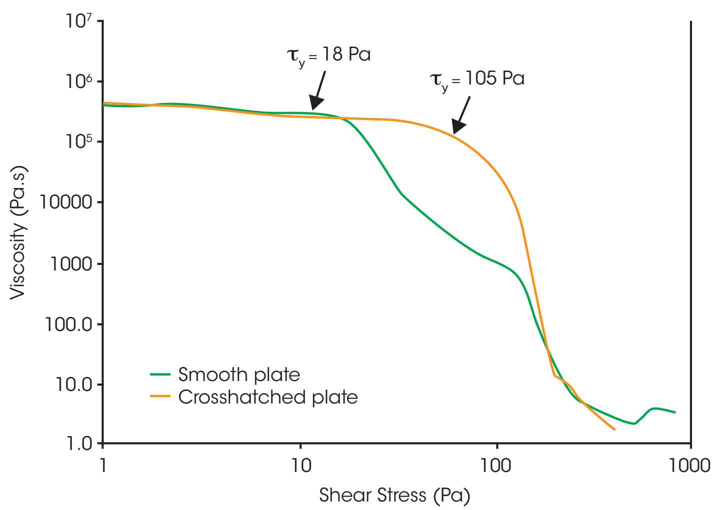
ソルベントトラップ付

断熱材・ソルベントトラップ付

クロスハッチプレートで歯磨き粉測定時のスリップを防止

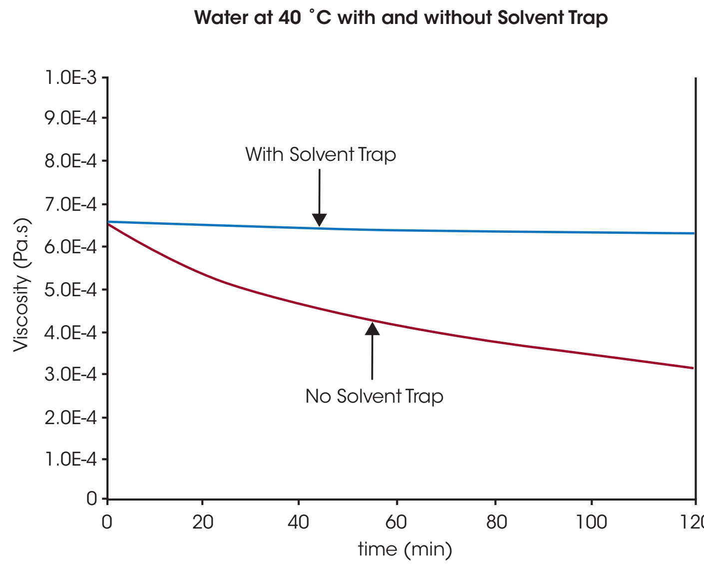
定常せん断測定時等にジオメトリとサンプル界面でのスリップが起こり、測定結果に大きな影響を与えることがあります。このような問題を防ぐために、プレート表面が粗いジオメトリが使われます。右図は歯磨き粉の定常せん断測定においてフラットプレートとクロスハッチプレートを使用した測定結果を示しています。標準的なフラットプレートではスリップしており、降伏応力が18 Pa付近であるかのように測定されており、失敗しているのがわかります。しかし、クロスハッチの場合は、スリップせず、5倍以上高い10^5 Paでの正確な降伏応力が測定されました。

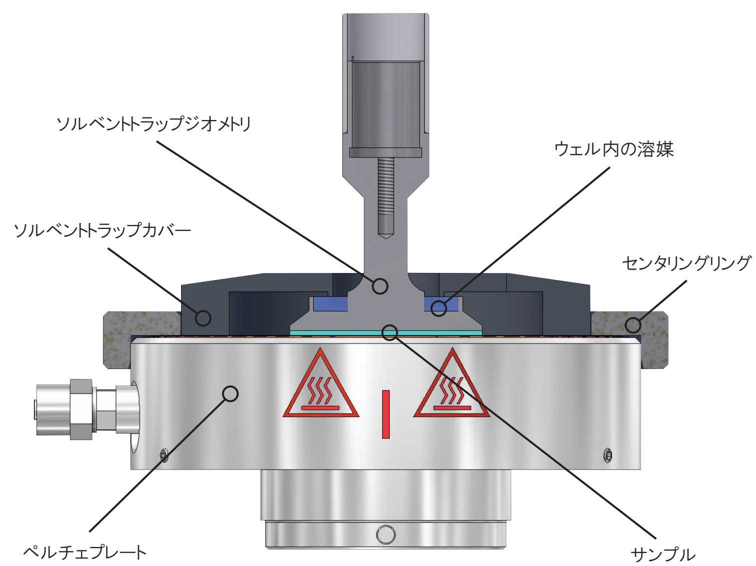
Yield Stress Measurements on Toothpaste



ペルチェソルベントトラップ蒸発防止対策

ソルベントトラップカバーとソルベントトラップジオメトリは、熱的に安定した蒸気バリアを生成して溶媒の蒸発を防止します。下記の40 ℃の水での例を参照ください。ジオメトリのウェルに非常に低粘度のオイルやサンプル中の揮発性溶を含ませます。ソルベントトラップカバーは上部ジオメトリのどの部分にも接触しないウェル内に溶媒を入れるブレードを持っています。ソルベントトラップはペルチェプレート表面に直接置かれています。絶縁されたセンタリングリングは、素早く簡単にサンプルローディングできるよう最適な位置に配置されています。





パージガスカバー

パージガスカバーは硬質アルマイト処理済アルミニウム製で、2つに分かれた直径6 mmの圧縮継手が付いています。絶縁リングはカバーを簡単に正しい位置へ導きます。このカバーは室温で行われた実験中に結露を防ぐために窒素パージする、あるいはサンプルの乾燥を防ぐ加湿パージを行うのに最適です。

断熱サーマルカバー

断熱サーマルカバーは、コアが硬質アルミニウム製で、周りに断熱カバーがついています。アルミニウム製のコアが上部ジオメトリに熱を加え、サンプル全体を均一に加熱します。-10～90 ℃で使用でき、オイルやコーキング、エポキシ、アスファルトバインダー等乾燥に弱いサンプルでの使用に向いています。このカバーと断熱材付ジオメトリのセットをお奨めします。断熱材付ソルベントトラップカバーはアドバンストペルチェプレートと標準ペルチェプレートの両方に使用でき、直径最大50 mmおよび60 mmのジオメトリをサポートします。サーマルカバーと同じ温度範囲の低粘度の材料をテストすることをお勧めします。また、蒸発を防ぐ利点もあります。熱遮断ジオメトリは、断熱カバーとの使用を推奨します。

ペルチェ浸漬リング

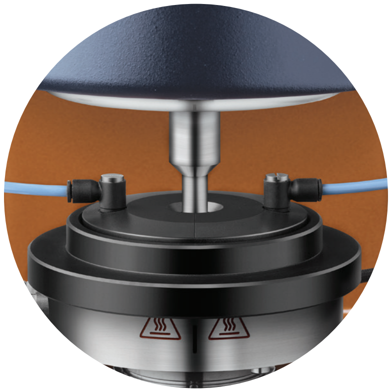
ペルチェ浸漬リングは液体に完全に浸した状態で測定することができます。浸漬リングはペルチェプレートに載せるだけで、全てのペルチェプレートモデルに使用できます。ゴムリングが液体のシールとなっています。ハイドロゲルの特性解析に最適です。

ペルチェプレートカバー

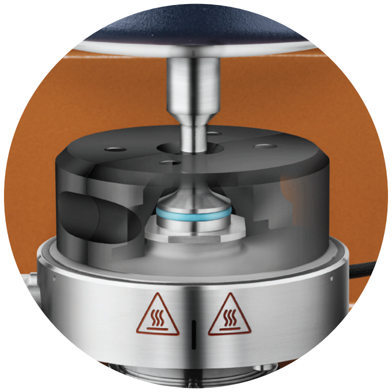
ペルチェプレートのクロム表面を傷つけるような測定や、スリップしてしまうサンプルの場合は、ペルチェプレートカバーを使用してください。カバーの素材にはステンレススチール製、硬質アルミニウム製、チタン製があります。サンプルがスリップしないようクロスハッチやサンドブラストペルチェプレートカバーも使用できます。カバーはソルベントトラップと一緒に使用することもできます。

ペルチェプレートカメラビュアーオプション

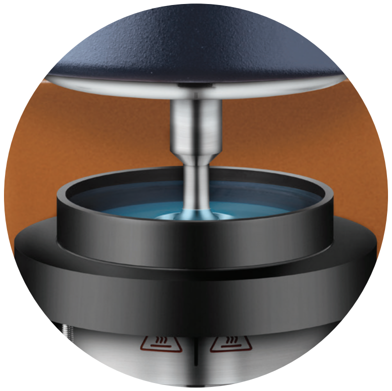
ストリーミングビデオやイメージキャプチャソフトウェアと接続してカメラを使用することができます。リアルタイムの画像をソフトウェア上で表示することができ、各データポイントでイメージを保存し、データ解析中に見ることもできます。カメラのビューアは長時間の無人運転に最適で、サンプルの状態を目視確認することができます。



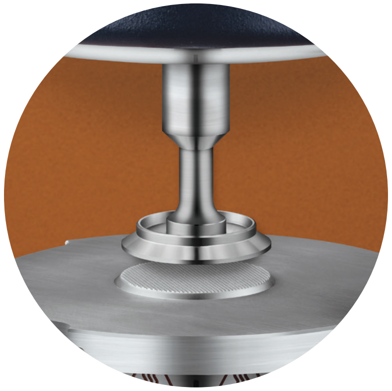
パージガスカバー



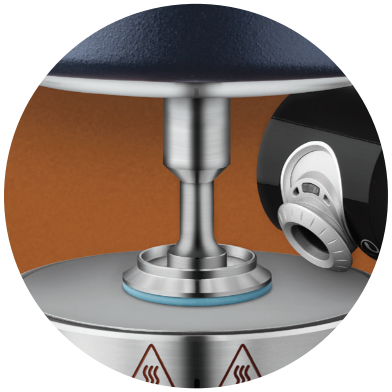
断熱サーマルカバー



ペルチェ浸漬リング



ペルチェプレートカバー



ペルチェプレートカメラビュアー

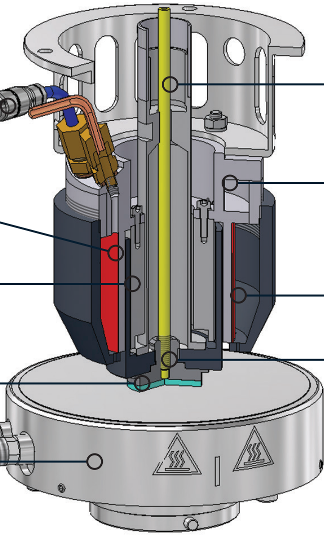
UPPER HEATED PLATE
TEMPERATURE SYSTEM

ペルチェプレート上部加熱プレート (UHP)

UHPはサンプルの上下の温度差を減らすために使用する温調システムです。下部からのみ加熱していると50 ℃以上ではデータに差異を生じる結果となりかねません。UHPは非接触加熱設計で、ヒートスプレッダテクノロジー(1)により熱交換効率を高め、アクティブ温度コントロール(2)により上部プレート温度をダイレクトに測定・制御します。最高150 ℃まで加熱でき、低温側は各種の冷媒およびガス冷却オプションを使用して下げることができます。(注:上部ヒーター温度を200 ℃まで上げる場合は、電気加熱プレートをご覧ください)。

(1) 米国特許 # 7,168,299

(2) 米国特許 # 6,931,915



テクノロジー

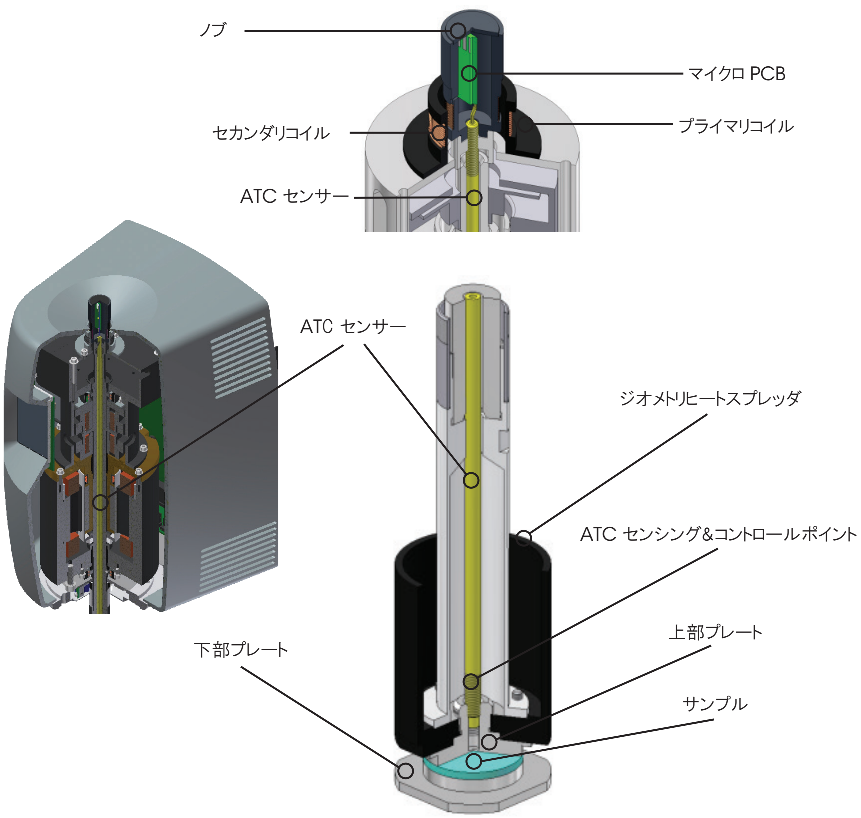
UHPは特許取得済の新技術を使用した非接触加熱設計で、最も正確で信頼性の高い温度制御を実現いたします。電気系バンドヒーター、液体およびガス冷却媒体用の冷却チャネルを有する円筒状の熱伝達ユニットは、円筒状のヒートスプレッダジオメトリを取り囲んで配置されています。これら2つは近接していますが接触していないので、効率的な熱交換が可能で、トルク測定にも影響を及ぼしません。従来品とは異なり、システムとジオメトリが協働してギャップが独立してサンプルに対する熱伝達を行います。またUHPにユニークな特徴として、上部の温度と底部の温度と加熱速度を一致させるキャリブレーションおよびモデリングルーチンがあります。これによりサンプルを両側から均一に加熱することができ、真の温度上昇を与えることができます。上部プレート温度をダイレクトに測定・制御するので、温度オフセットキャリブレーションを行う必要がありません。詳細についてはATCの技術の項をご参照下さい。

アクティブ温度コントロール (ATC)

アクティブ温度コントロール(ATC)は非接触センサーで測定表面のアクティブな温度計測と制御が可能です。ATCドローロッド内に白金抵抗温度計センサー(PRT)が収容されています。この熱電対は上部測定表面に密接して配置されています。ノブのマイクロPCBで温度の読み取りを行い、温度シグナルを非接触のままレオメータへ送ります。この温度読み取りにより上部プレートの温度を直接制御することができます。上部プレートの温度を測定して直接制御できるので、従来の装置に比べ多くのメリットがあります。

ATCの利点：より応答の速い温度制御、温度の急上昇(急降下)の防止、複雑なキャリブレーションおよびオフセットテーブルからの温度推定の必要なし。下部プレートのPRTと共に、両プレートのリアルタイム制御ができるようになるため、真の昇温速度プロファイルにおいて同じ速度で上部、下部とも温度変化させることができます。

注：アクティブ温度コントロール(ATC)は上部加熱プレート(UHP)と電気加熱プレート(EHP)で使用できます。



特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー(独自技術)
- 広い温度範囲：-30*～150 ℃
- 温度急上昇の防止
- ヒートスプレッダ技術
- サンプルの熱平衡時間を最小にした最適化熱変換
- すべてのペルチェプレートモデルと互換性あり
- アクティブ温度コントロール(特許取得済)**
-
  - アクティブな温度測定と非接触上部温度センサーの制御
  - 推測の温度ではなく実際の温度を検知
  - 補正キャリブレーションや表は不要
  - 実質毎分15℃の加熱速度
  - 従来の非接触型システムより速い温度応答
- サンプルトリミングおよびプレート取り外しツール
- ガスパージポートと環境カバー
- ディスポーザブルプレートシステム
- ペルチェ液体冷却、サーキュレータ、またはガス冷却オプションに対応

*適切な冷却装置を使用して
＊＊ 使い捨てのプレートは使用できません

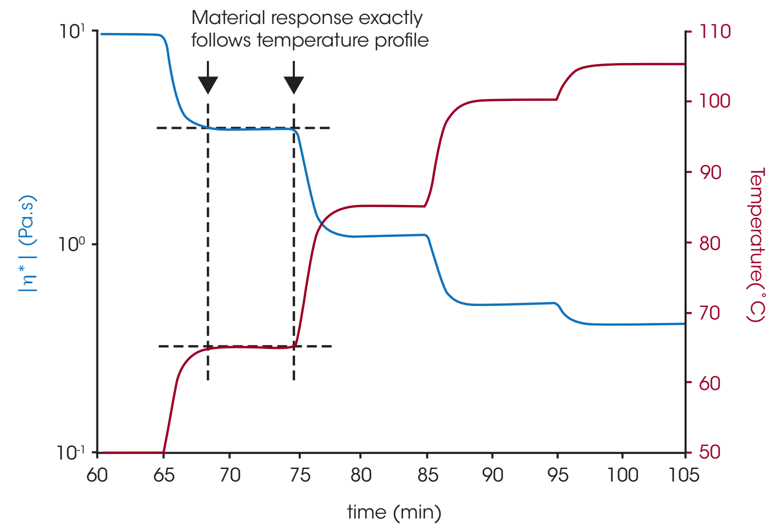
UHP & ATC
TEMPERATURE PERFORMANCE

UHP・ATC 温度パフォーマンス

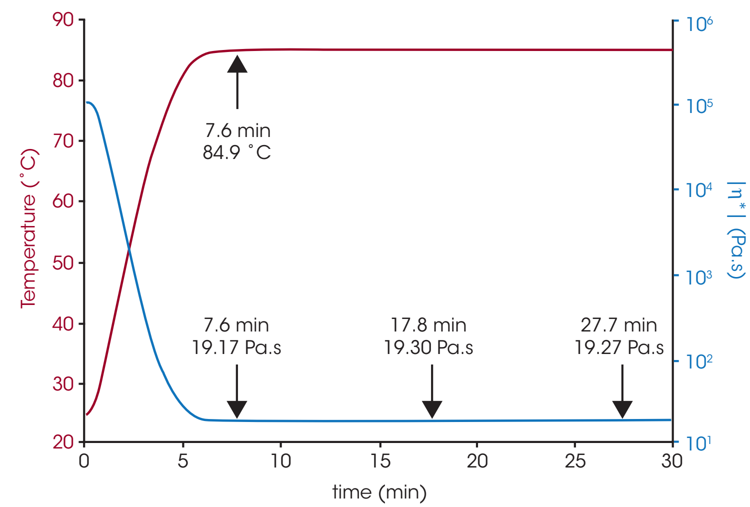
レオメータの温調システムは、装置の温度を報告しサンプルの応答と比較します。この評価には下部ペルチェと加熱部に密接し非接触である装置が特に重要です。上のプレートは下のプレートに比べ温度上昇が遅くなる傾向があります。上下のプレートを異なる速度で加熱すると、装置が拾う測定温度と比べてサンプルの温度が大きく異なる可能性があります。従来の装置では、サンプル応答の遅れはユーザー側で装置の熱平衡時間やプログラムの遅れを補正する必要がありました。弊社のUHPとATCテクノロジーを使用すると、上部と下部のプレート温度を制御できるので、これらの問題を解決できます。この正確な応答を右図の単純なオシレーションタイムスイープ測定の例でご確認ください。

上図のシリコンオイルの粘度規格は、実際の温度プロファイルに伴う複雑な粘度応答を正確に示しており、設定値と実際のサンプル温度の差がありません。同様のテストは連邦規格に沿ってアスファルトバインダーのサンプルで示され、温度が設定値の0.1 ℃以内で完全に平衡状態になるまでテストされません。アスファルトデータはすぐに温度が0.1 ℃以内になり、アスファルトバインダーの粘度が完全に平衡され、20分後の粘度に変化が見られないことを示しています。上部と下部の温度と昇温速度が合い、上部プレートをアクティブに制御することによって、最も先進的かつ正確な非接触加熱技術を実現できました。

Silicone Oil Viscosity Standard Response to Temperature Changes in UHP



Asphalt Binder Response to Temperature Change in UHP



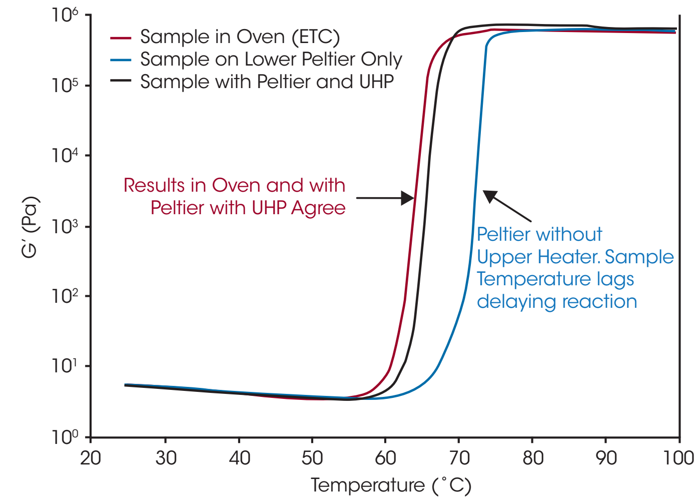
上部加熱プレートを使用したプラスチゾルの評価

プラスチゾルはレジンと可塑剤の混合物で、熱を加えることにより連続フィルムに形成加工できます。低温で硬化するような素材のスクリーン印刷やインク印刷に応用されています。グラフから上部加熱プレート(UHP)を使用することによってサンプル温度の急上昇を低減させていることがわかります。環境テストチャンバー(ETC)、下部ペルチェプレートのみ、UHP付下部ペルチェプレートの3つの温調システムを使用した際のオシレーションタイムスイープを行っています。ETCおよびUHPを使用して上部および下部からの熱でサンプルを囲んでいるときは、G'は急上昇し硬化温度は約60 ℃となります。 しかし、下部ペルチェプレートのみで加熱している場合は、サンプルの温度上昇が加熱より遅れ、硬化点は約70 ℃となっています。

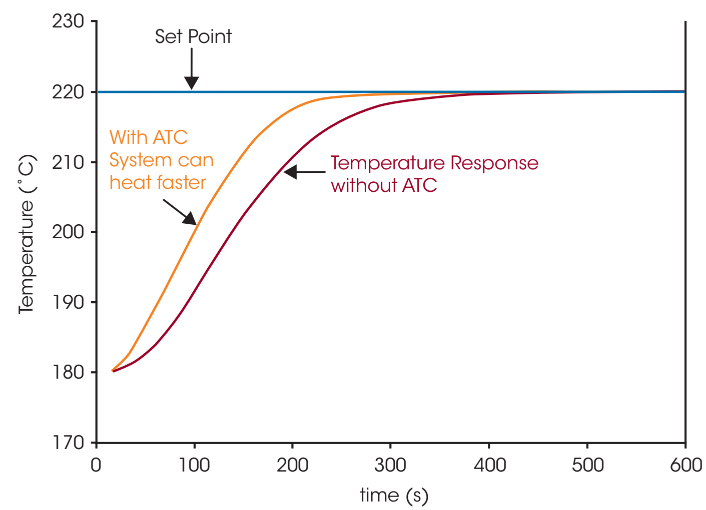
優れたATCパフォーマンス

アクティブ温度コントロール(ATC)はアクティブな温度測定と非接触上部加熱システムの制御を可能にした特許取得済の技術です。この技術の利点は、キャリブレーションの補正が必要な従来の受動的な非接触加熱システムと異なり、最適化された温度制御をご提供できることです。右図のポリマーメルトの結果によりATCの改良された応答性を見ることができます。ATCなしの電気加熱プレート(EHP)で180～220 ℃の温度ステップで測定しています。ATCありの場合は急勾配から分かるように速い加熱ができ、220 ℃の設定温度に素早く達します。

Sample Temperature lags, delaying reaction

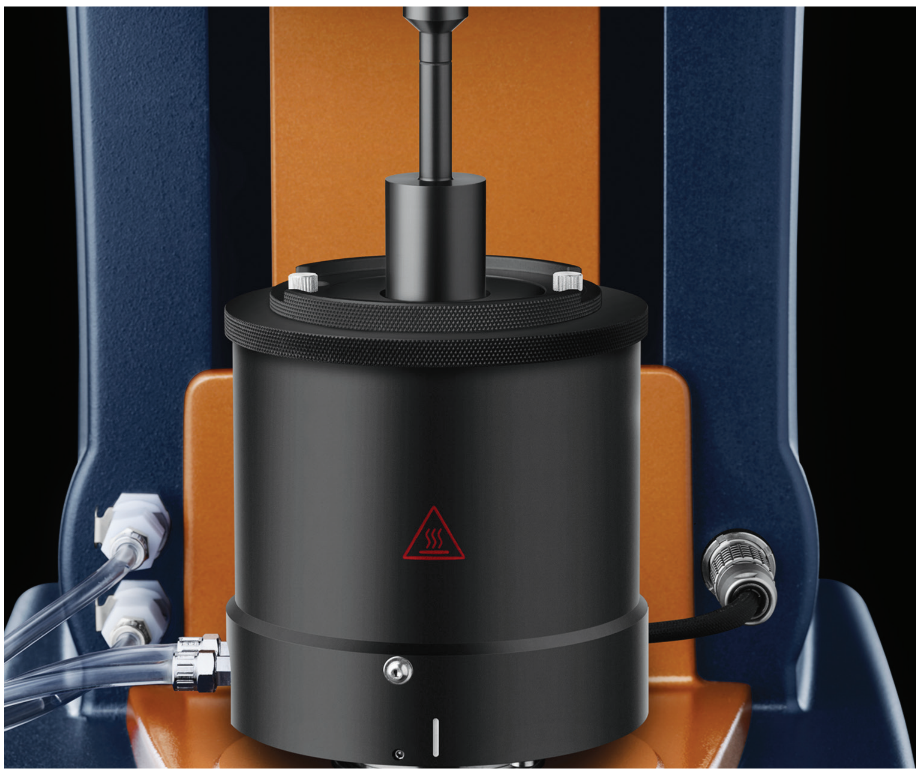


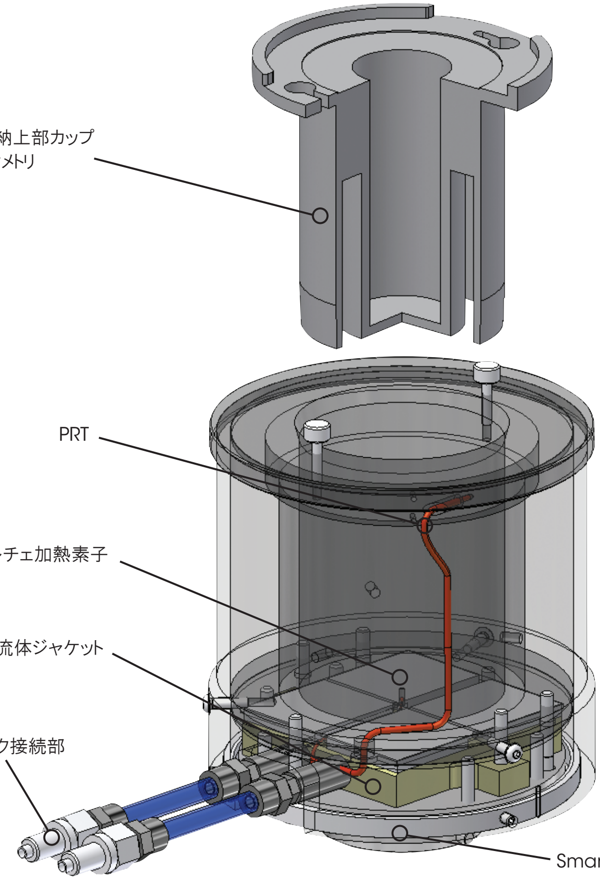
Temperature Response Improvement with ATC



PELTIER CONCENTRIC CYLINDER
TEMPERATURE SYSTEM

ペルチェ共軸円筒温調システム
ペルチェ共軸円筒温調システムは、Smart Swap™とペルチェ加熱テクノロジーの便利さと各種のカップ、ロータージオメトリとを組み合わせています。共軸円筒は一般に、低粘度液体や分散液、カップに注ぐことのできる液体の測定に適しています。共軸円筒に適するサンプルとしては、低濃度ポリマー液、溶媒、オイル、掘削泥水、ペイント、ニス、インクジェット用インク、セラミックスラリ、風邪薬やベビー用フォーミュラなどの医薬品懸濁液、各種発泡体、ジュースなどの食品、増粘剤、ミルクなどの乳製品、サワークリーム、サラダドレッシング、パスタソースなどがあります。





テクノロジー
ペルチェ共軸円筒システムは、温度範囲-20～150 ℃、最大加熱速度13 ℃/minとなります。断熱ジャケットのついた下部カップのすぐそばに4つのペルチェ素子が取り付けられています。下部ジオメトリのユニークな設計(1)により、カップの壁にそって熱交換が極めて迅速・効率的に行われます。カップ上部には白金抵抗熱電対(PRT)が 取り付けられており、正確な温度測定と制御が可能です。制御可能な最大加熱速度は、ヒートシンク流体の温度、サーキュレーターの流速と冷却/加熱能力、ヒートシンク流体の粘度に依存します。
(1)米国特許 # 6,588,254

カップ・ロータージオメトリ

標準タイプのペルチェ共軸円筒には、半径15 mmの標準カップと、凹型ローターまたはDINローターのいずれかが含まれます。どちらのローターも半径14 mm、高さ42 mmです。ダブルギャップ共軸円筒にはシングルギャップ上にもう1つのせん断表面があり、超低粘度溶液に対し、小さい応力と高い感度を与えることができます。

特殊カップとローター

特殊形状として、羽根、ヘリカル、スターチペースト用羽根ローター、大口や溝付カップなどもあります。このような特殊形状のものは、安定性の低い分散液ではサンプルとジオメトリ間のスリップを防ぎ、また粒子の大きなバルクサンプルなどの特性解析には重要です。羽根ローターには半径14 mmと7.5 mmがあります。大口径カップの半径は22 mmです。ヘリカルローターやスターチペースト用羽根ローターは、せん断中にサンプルを混合した状態または粒子を懸濁した状態を保持します。

特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー
- 広い温度範囲 ：-20 ～ 150 ℃
- ペルチェによる迅速な加熱/冷却
- 一般的なDIN 規格、凹型、ダブルギャップオプション
- ステンレス製および硬質アルミニウム製のジオメトリ
- 各種の直径をもつカップ
- 大きな粒子の沈降やスリップを防ぎ、扱いやすくする羽根、翼形状
- トーション浸漬
- 特注ジオメトリの提供も可能


ダブルギャップ
ローター&カップ


DIN ローター&
標準カップ


スターチペースト
羽根&カップ


ヘリカルローター&カップ


羽根型ローター&
溝付カップp

共軸円筒とローターの互換性チャート

ローター / カップ	DIN	凹型	スターチ羽根型	羽根型	ワイドギャップ羽根型	ダブルギャップ型	ヘリカルローター
Standard (rad = 15 mm)	●	●		●	●		
Large Diameter (rad = 22 mm)	●	●	●	●	●		●
Starch (rad = 18.5 mm)	●	●	●	●	●		●
Grooved				●	●		
Double Gap						●	
Helical (rad = 17 mm)							●
Disposable Cup (rad = 16 mm)	●	●		●	●		

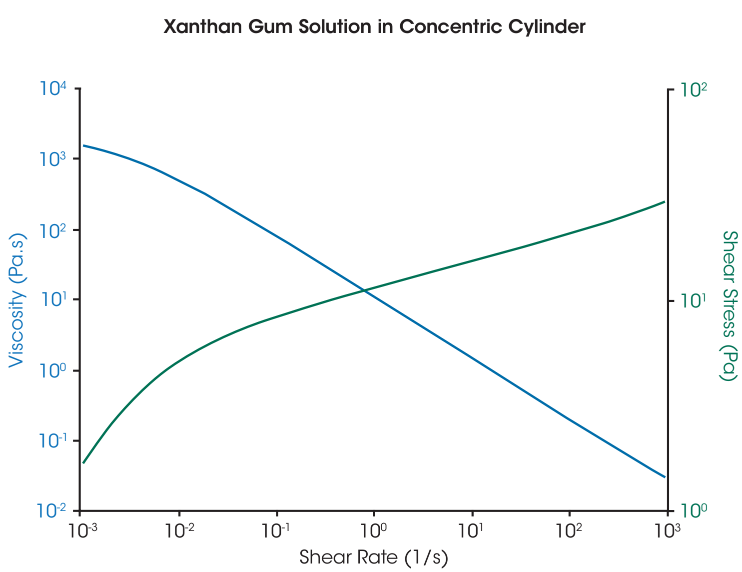
CONCENTRIC CYLINDER
ACCESSORIES & APPLICATIONS

一般的なコンテナホルダー

一般的なコンテナホルダーはSmart Swap™ オプションで、直径最大80 mmまでの任意のコンテナを保持することができます。これによりサンプルローディングから大きなせん断を作らなくても、塗料やニス、クリーム、パスタソース等の材料の評価ができます。ビーカーやジャケット付ビーカーに最適です。

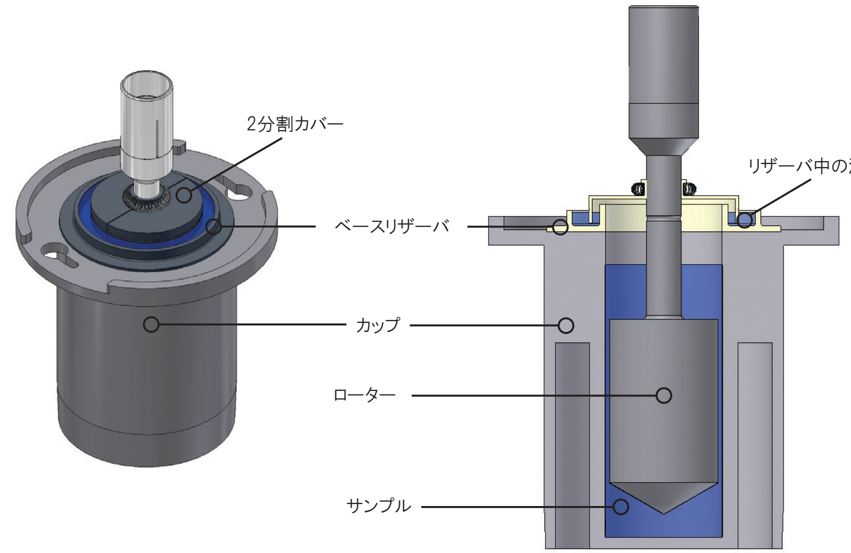
キサンタンガムのフローカーブ

共軸円筒では、広範囲なせん断速度の粘度フローカーブを得ることができます。下図は、キサンタンガム液の例です。せん断速度10^6 s^{-1}にわたり、10^5 Pa·sの粘度が得られています。安定性の低い素材や、プレートからのはみだしや急速な溶媒蒸発を起こしやすい素材の場合は、コーンまたはパラレルプレートの替わりとしても有用です。



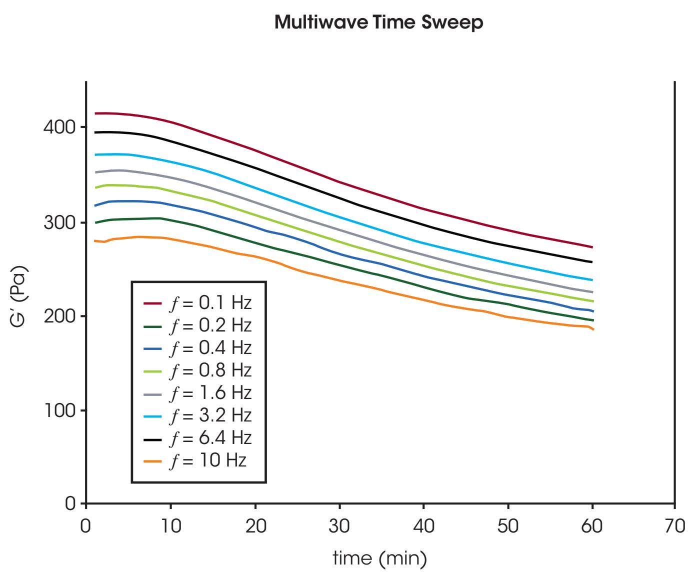
共軸円筒ソルベントトラップカバー

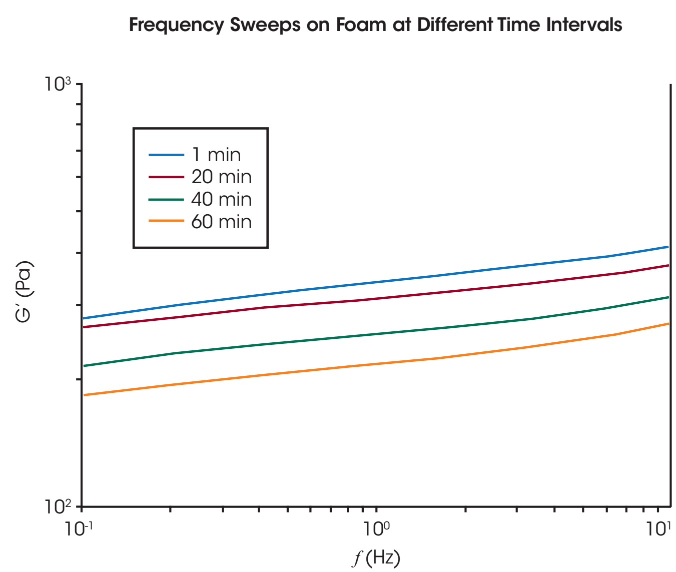
共軸円筒にはソルベントトラップがオプションでつけられます。このオプションに含まれるものは、ベースリザーバとローターのシャフトに取り付ける2分割カバーです。ソルベントトラップは蒸気バリアでカップ内を密閉し、溶媒の蒸発を防止します。



羽根ローターを使用した発泡剤の特性解析

下の図は標準カップと羽根ローターを使用したシェービングフォームの時間依存性と周波数依存性の特性解析です。シェービングフォームの構造は存続期間が短く、安定性も低いです。羽根ローターを使用することで、標準型ではギャップにロードしている間に起こるせん断応力を最小化し、デリケートな泡の構造を測定中も保持します。DHRのMultiwave解析により広範囲な構造情報をすばやく得ることができます。左図は貯蔵弾性率G'が減少し、時間経過とともに発泡体が崩壊していることを示しています。Multiwaveでは広範囲な周波数にわたりデータを同時取り込みすることができます。データは時間の経過に伴う周波数スイープとしてプロットされます。これらのデータはシェービングフォームの時間依存性粘弾性レスポンスを示しています。





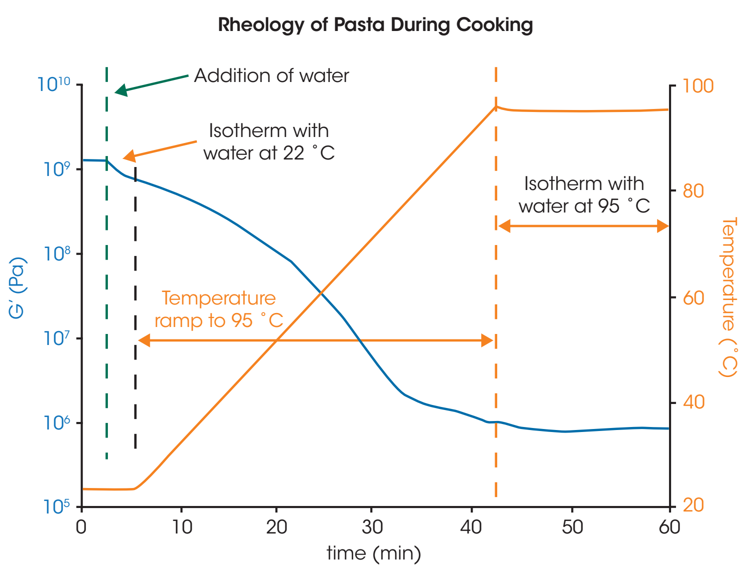
CONCENTRIC CYLINDER
ACCESSORIES

トーションセル浸漬セル

温度制御された流体中に浸漬しながら長方形の棒状サンプルをクランプして評価することができます。膨張や可塑化に起因する性質の結果起こる変化は、オシレーション測定によって分析することができます。このオプションを使用して、生理食塩水中の人工臓器やオイルまたは溶媒下のゴム製シール等、実態に合わせた状態下での材料の評価が可能です。

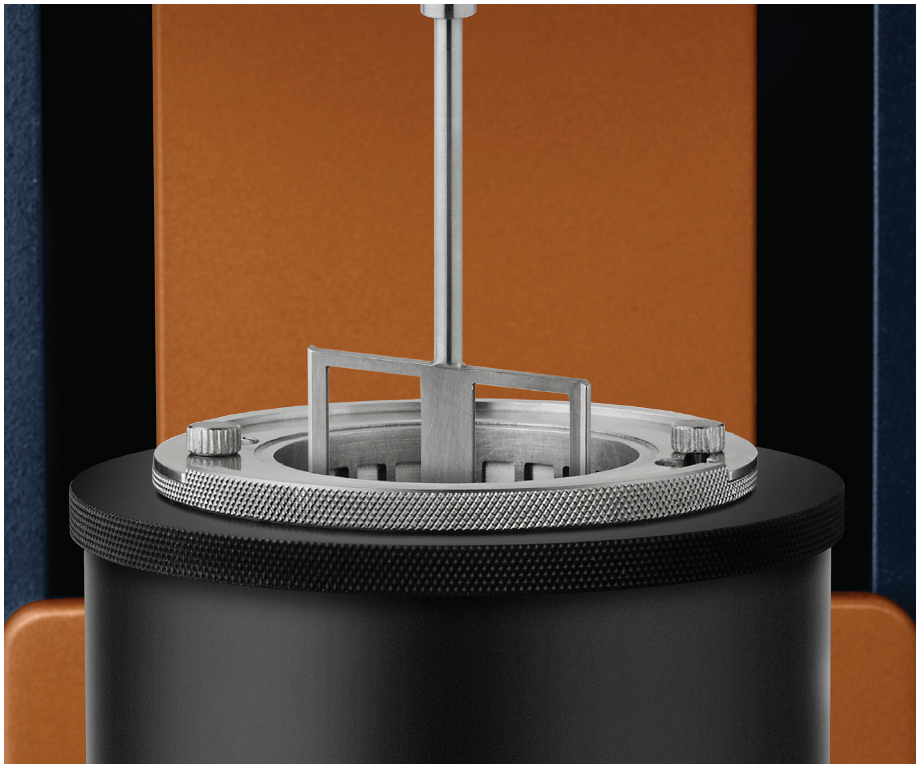
調理中のパスタのレオロジー

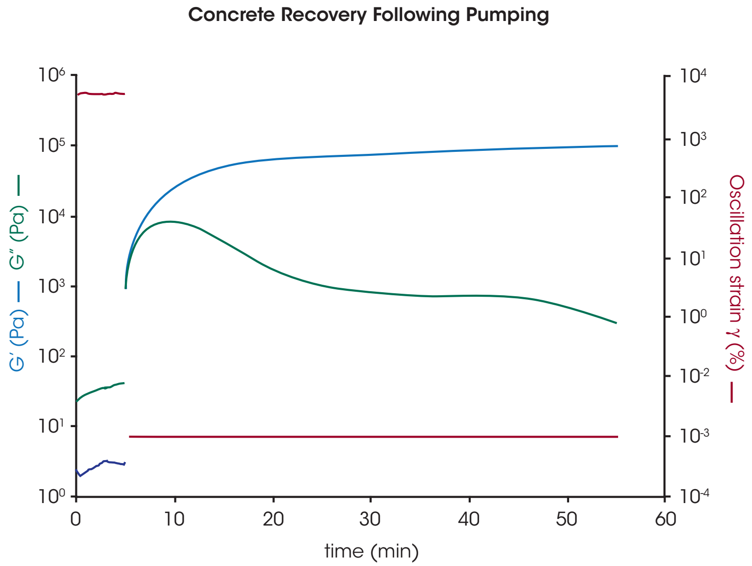
パスタの調理など各種食品のアプリケーションにはトーション浸漬セルが利用できます。この実験では、フェットチーネパスタの1片を周波数6.28 rad/s、温度22 ℃で振動タイムスイープ測定で分析しています。ベースラインの貯蔵弾性率G'を得るために乾燥サンプルで2.5分間データを取り込みました。2.5分経過後に水を添加し、水分の影響はG'の減少として直ちに見られます。5分で温度が95 ℃へ到達し、等温に保持されるところのG'を確認しています。パスタの調理が進むにつれてG'は約3桁低下し、調理が終わると安定状態になります。



DHR 建設材料セル

建設材料用セルは、コンクリートスラリーや混合物などの大きな粒子とサンプルをテストするために特別に設計された、耐摩耗性および耐久性のある共軸円筒カップとローターです。パドル型ローター、スロット付きのケージ、および大径のカップは、カップとローター表面両方のサンプルのスリップを防止しつつ、十分なサンプルの混合を促進します。共軸円筒ペルチェジャケットが正確な温度制御を提供する一方、取り外し可能なスロット付きケージはテスト後に容易にサンプルクリーニングができます。特殊ローターとカップの従来の配置で、新しい建設材料用セルは、建設資材や食料品などの大きな粒子を有するサンプルを多様な範囲でテスト可能な、優れた柔軟性を提供します。下記データは、建設材料用セルを用いて25 ℃でテストしたコンクリート混合物の構造的なリカバリーを示しています。コンクリートサンプルは、ポンピングの間に遭遇する加工条件を模倣するため最初に大きな変形を受けました。その後の小さな歪み高速振動テストは、次のフロー停止サンプルの弾性率の向上をシミュレートしました。その結果、最終的にプラトー値に達する前に、10分以内で材料の貯蔵弾性率が急激に上昇することが明らかになりました。



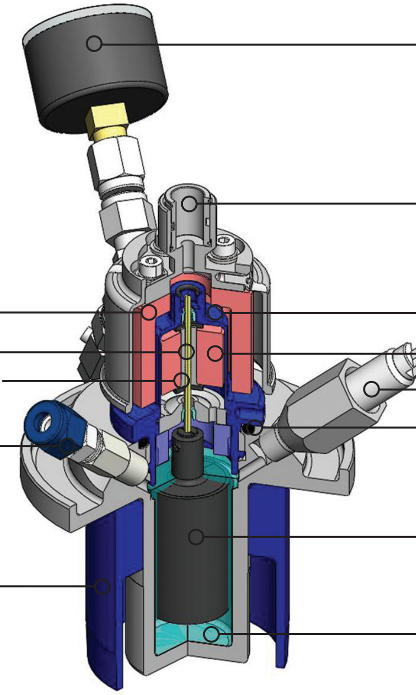


溝付きカゴ　パドルローター　大径カップ

PRESSURE CELL ACCESSORY

圧力セルアクセサリ

圧力セルは密閉されたベッセルで、-10～300 ℃の温度範囲で最大138 bar (2000 psi)の圧力をかけることができます。圧力を かける方法には2種類あります。1つは自己加圧モードで、サンプルの蒸発によって 圧力が高まるものです。もう1つは外部から加圧するモードで、一般には空気または窒素ガスの高圧タンクを使用します。付属品には26 mmの円錐型ローターが含まれます。必要なプラミングやゲージ類はすべてマニホールドアセンブリの中に含まれています。圧力セルは、大気圧下で気化する素材の研究のみならず、粘弾性特性解析における圧力の影響を研究する上で理想的です。



テクノロジー

圧力セルは、ペルチェ共軸円筒ジャケットとともに使用します。密閉および加圧された空間はステンレススチール製カップで 高圧に維持され、熱交換をよくするため 銅製シースで覆われています。カップには圧力インレット、内部圧ゲージ、圧力開放バルブが接続されています。強力な希土類磁石のアウターマグネットアセンブリは ドライブシャフトに取り付けられています。アウターマグネットアセンブリはローターアセンブリのインナーマグネットと磁力により非接触で連結し、中空チタン製円筒ローターを駆動させます。ローターシャフトは低摩擦窒化チタンコーティングされたステンレススチールから作られており、上下を精密なサファイアベアリングで保持されています。この革新的な強力磁石カップリングと低摩擦ベアリングの設計により、安定したせん断と動的測定が可能となります。

圧力セルローター

圧力セルアクセサリは、3つのローター設計のいずれにも互換性があります。
標準ローターは、液体の定量的測定に 最適な円錐ローターです。懸濁液およびスラリーには、沈降を防止するスターチローター、また大きな粒子を許容し、スリップを抑制する羽根ローターを使用したテストがより適しています。

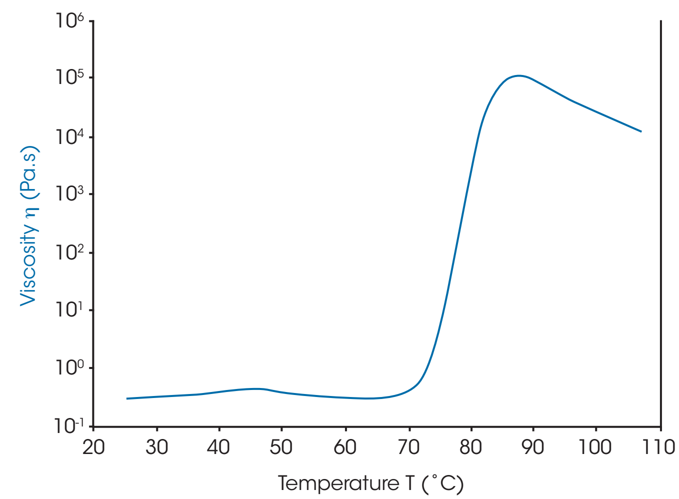
円錐ローター

スターチローター

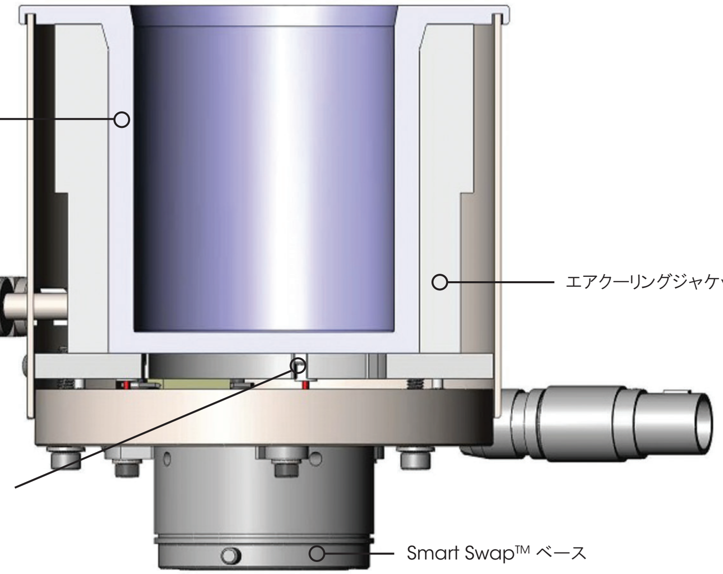
羽根ローター

圧力セル内100 ℃以上の食品加工のレオロジー

高温における水分を多く含む材料のレオロジー研究は、蒸発により困難です。このような材料の場合、圧力セルアクセサリは、蒸発による水分の損失が制御される便利なセルフコンテナベッセルを備えています。 右側のプロットは、コーンスターチを加えたパスタソースの糊化に続く一定のせん断速度での温度ランプを示しています。ベーンジオメトリは、ソースに含まれる大きな野菜片に対応するために使用され、圧力セルは温度制御を提供し、蒸発を防ぎました。低温では、パスタソースの粘度は低く、温度依存は弱いです。しかし、約70 ℃でデンプンの糊化が始まると、急速かつ劇的にサンプルの粘度が増加します。このプロットは、周囲の沸点以上でそのような材料のレオロジーを調べるための圧力セルアクセサリの有効性を示しています。



EHC ACCESSORY



電気加熱式共軸円筒 (EHC)

電気加熱式共軸円筒(EHC)システムは、室温から300℃までの広い温度範囲で共軸円筒レオロジー測定を行います。また、一般的な圧力セルと組み合わせることで、高温・高圧試験に対応し、低粘性液体の高温試験に最適です。高圧・高温試験は、鉱業に関連する鉱山(掘削孔)での流体の特性評価に最適です。

テクノロジー

効率の高い電気ヒーターと最適化された熱伝導により、正確で均一な温度コントロールが可能です。空冷システムを搭載し、冷却時間を短縮します。冷却液体循環器のコストをかけずに、サンプル処理量を大幅に向上させます。

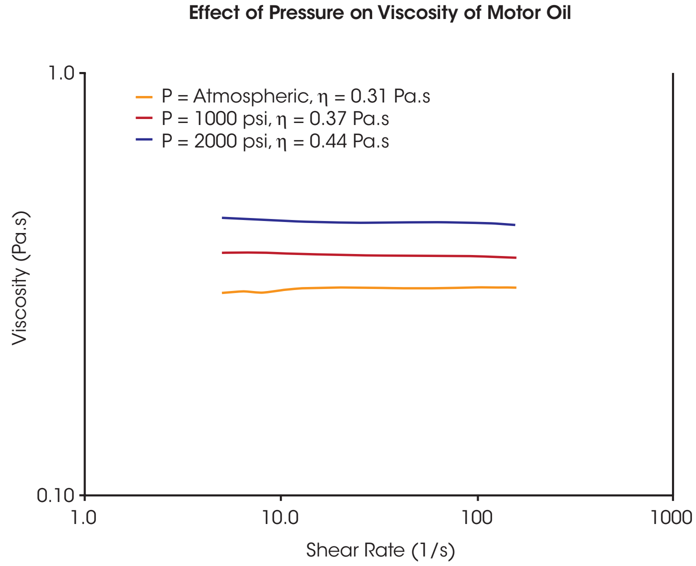
EHCは、円錐DINローター、凹型ローター、ダブルギャップシステム、固体トーションン浸漬、標準的な圧力セルなど、さまざまな共軸円筒カップ、ローター、アクセサリに対応します。

特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- 幅広い温度範囲：室温～300℃
- 高速・正確な温度コントロールを行う強力な電気式加熱
- 一般的なDIN規格、凹型、ダブルギャップオプション
- 大きな粒子の沈降やスリップを防ぎ、扱いやすくする羽根ジオメトリと建築材料測定セル
- 高温・高圧での挙動を研究するための圧力セルアクセサリに対応

モーターオイルへの圧力の影響

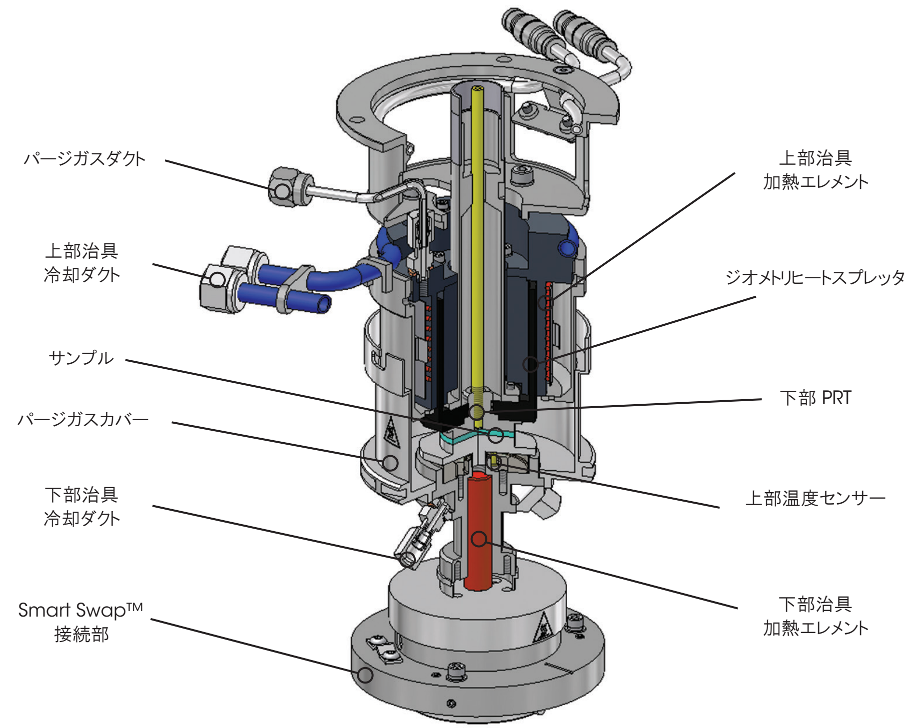
モーターオイルが異なる環境下で必要な潤滑性を与える能力を理解するためには、ある範囲の温度および圧力における粘性を知る必要があります。図は自動車用モーターオイルに行われた定常フロー測定の結果を示したものです。温度は20 ℃に維持され、測定は大気圧、1000 psi（69 bar）、2000 psi（138 bar）の各圧力で実行されました。この結果、粘性が増加していることから、圧力は内部摩擦を増加させるように作用することが示されました

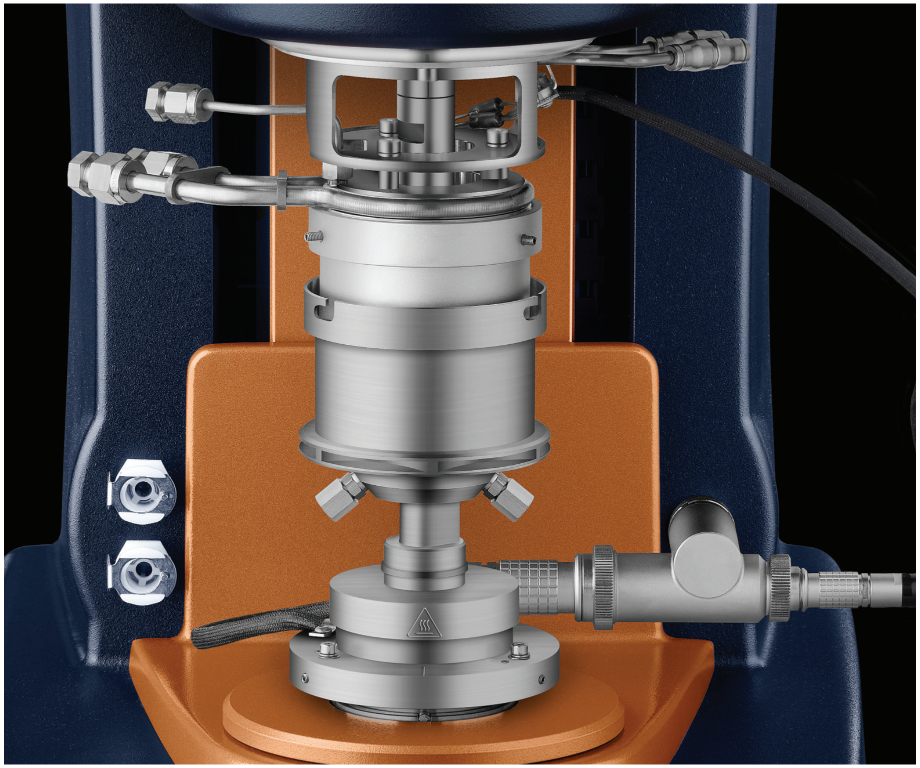


EHP TEMPERATURE SYSTEM

電気加熱プレートシステム (EHP)

EHPはパラレルプレートおよびコーンを活発に加熱・冷却させます。標準型およびディスポシステムでは、ポリマー溶融および熱硬化性素材の最大温度400 ℃までの粘弾性を解析に最適です。オプションのガスクーリングアクセサリでは、最低温度を-70 ℃まで下げることができます。標準型では、直径25 mmのパラレルプレート、環境カバー、加熱パージガスの機能がついています。サンプルを観察したい場合やカメラビューアオプションを使用している場合には、透明カバーのオプションもあります。EHPでは、アクティブ温度コントロール (ATC)もあり、上部および下部プレートを直接温度制御することができます(ATCの項をご参照ください)。上部EHPは200 ℃までの温度制御には下部ペルチェプレートとともに使用できます。またUV硬化オプションでは150 ℃までの温度制御となります。





テクノロジー

EHP下部アセンブリには、下部プレートの下に直接、カートリッジヒーターと冷却装置が組み込まれています。白金抵抗温度計(PRT)は中央に設置され、サンプルに近いところで温度管理するために下部プレートの裏面に接しています。上部アセンブリでは、電気ヒーター、液体/気体の冷却チャネルを内蔵した円筒形の熱伝達ユニットが円筒形ヒートスプレッダジオメトリを囲んでいます。これら2つのコンポーネントは、非常に近接していますが、効率的な熱伝達とスムーズなトルク測定を可能にする非接触なデザインになっています。従来品と異なり、熱伝達ユニットとジオメトリヒートスプレッダは常に均一な熱伝達を保ちつつ、ギャップに依存せず互いに一定の空間関係を維持します。独自のキャリブレーションにより、すべての加熱速度で上部、下部プレート温度が一致します。熱平衡時間を不要とし、両側でサンプルの均一な加熱を確実にすることで、真の昇温プログラムを可能にします。アクティブ温度コントロール(ATC)により上部プレート温度を実際に測定、制御するため、上部ヒーターのキャリブレーションを補正する必要がありません。詳細はATCのセクションをご覧ください。加熱パージとカバーはサンプルの酸化劣化を防ぐために無酸素状態を作ります。

EHP ディスポーザーブルプレート

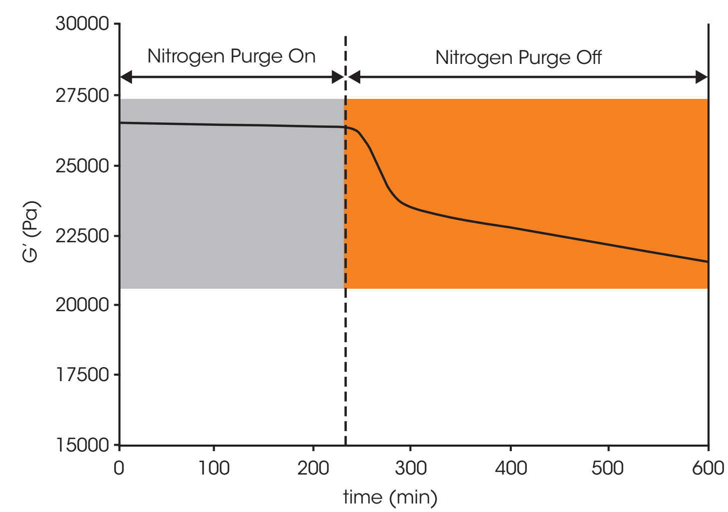
特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー
- 非接触上部温度センター付 (ATC)
- 特許取得済 Smart Swap™ ジオメトリ
- 最大温度 400 ° C
- 冷却は -70 ° C まで
- 最大加熱速度 30 ° C/min
- 加熱速度制御幅 10 ° C/min
- 環境カバーと加熱パージガス
- 平衡状態に達するまでの時間が最小。最適熱伝達モデル。
- サンプルの熱平衡時間を最小にした最適熱交換設計
- サンプルトリミング用ツールおよびプレート取り外し用ツール
- ディスポーザブルシステム
- サンプル観察用およびカメラ用ガラスカバー(オプション)
- QC測定およびR&Dに最適
- すべてのペルチェプレートシステムに使用できる上部ヒーターとUV硬化オプション

測定中のポリマー劣化の制御

ポリマーメルトの粘弾性特性は、昇温で熱および酸化による劣化の影響を受けます。抗酸化剤のような安定剤の効果を評価することと同様に、劣化を起こしていない状態の粘弾性特性を測定することも重要です。図は、200 ℃の10時間タイムスイープ測定です。EHPが市販のポリスチレン溶融環境の制御を効果的に行います。サンプルが窒素でパージされている測定の初期段階では、貯蔵弾性率G'はかなり安定していることがわかります。データはEHP内の環境が無酸素状態であることを示しています。約4時間後、不活性ガスを遮断すると粘弾性に対する酸素の存在の影響が直ちに見られます。G'がシャープに減少していることでポリスチレンが劣化していることがわかります。G'の大きな落ち込みによりポリスチレンが劣化することが証明されています。

Controlling Polymer Degradation During Testing



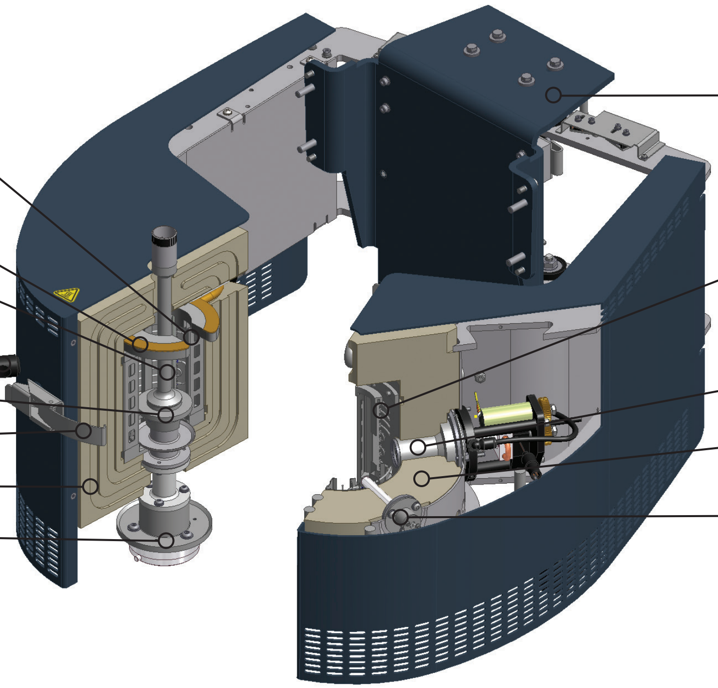
ETC OVEN
ENVIRONMENTAL TEST CHAMBER

環境テストチャンバー (ETC)

ETCは高温Smart Swap™オプションで、制御された対流/放射ヒーター方式を採用しています。温度範囲は-160～600 ℃で、加熱速度は60 ℃/minです。このハイブリッド温度制御デザインは760 ℃にわたる連続温度範囲で高速応答と温度安定性を提供します。ETCはポリマーのアプリケーションとしてとても有名なオプションであり、パラレルプレート、コーン、ディスポプレート、固体の場合は長方形トーションクランプとともに使用でき、SER3で伸長粘度測定が可能です。測定できる一般的な素材は、熱可塑性物質、熱硬化性物質、エラストマー、コーク(コーキング)、粘着剤、固形ポリマー、アスファルトバインダー、オイルおよびグリース類などです。

ETC テクノロジー

Smart Swap™ ETCは2枚貝の形をしています。それぞれの部分にセラミック絶縁ブロックに囲まれた電気放射加熱器があります。空気や窒素ガスをパージリングを通して導入します。ガスフローは加熱コイルの方向へ流れ、対流による熱交換を起こします。準大気圧測定では、ガス状窒素と液体窒素の両方をパージリングを通して流します。冷却が必要なときのみガス状窒素から液体窒素へ切り替えて、液体窒素の使用を最小限とします。温度の測定と制御用として、温度センサーがオーブンと下部プレートの下に使用されています。また、チャンバーの右側のセラミックブロックから取り付けたカメラビューアのオプションもあります。カメラビューアは多光源、リモートフォーカス等の機能があり、また全温度範囲で使用可能です。ストリーミングビデオおよびイメージキャプチャと共に使用すると、リアルタイムのイメージをソフト上に表示することができます。またイメージは後で見ることができるよう、各データポイントで取り込み保存することができます。ETCカメラビューアはデータのバリデーションに理想的なツールです。



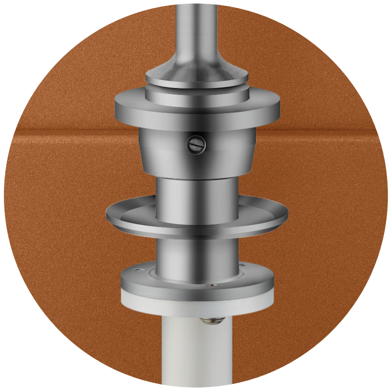
特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー
- 追加の電気ボックス不要
- 対流と放射を組み合わせた加熱設計
- 広い温度範囲: -160 ～ 600 ℃
- 最大昇温速度: 60 ℃/min
- 液体窒素のオプションを直接接続
- 各種ステンレススチールプレート、コーン、クロスハッチ、ディスポーザブルプレート
- 固体サンプルの曲げ、引張り、圧縮テスト用のDMA専用ジオメトリ
- ビルトインカメラビューア(オプション)
- 熱可塑性ペレットサンプル用メルトリング
- シート用打抜型
- サンプルのクリーニングおよびトリミングツール
- SER3 ユニバーサルを使用した伸張粘度測定テストプラットフォーム

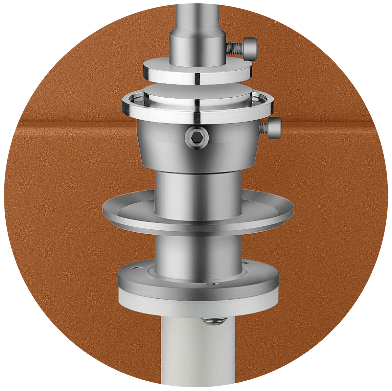
ETC GEOMETRIES

ETC ジオメトリアクセサリキット

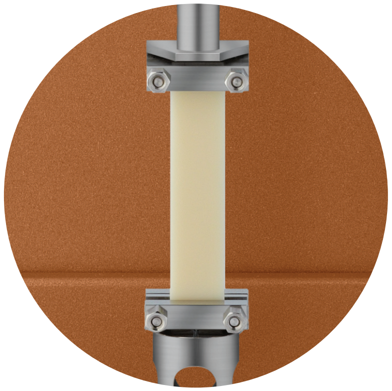
熱可塑性物質およびゴム、熱硬化性物質その他硬化系システム、固体ポリマー、粘着剤、アスファルトバインダのそれぞれサンプルサイズにあわせた5種類の標準ジオメトリアクセサリがあります。またSER3ユニバーサルを使用した伸長粘度測定プラットホームがあります。各種直径およびコーン角度のステンレススチール製、各種ディスポプレートもご用意しております。Smart Swap™ジオメトリで、自動認識、自動設定がなされます。さらに、全種類の動的機械分析(DMA)ジオメトリは、曲げ、引張りおよび圧縮における制御された線形変形の下での固体サンプルテストが可能です。詳細については「DMAアクセサリ」のセクションを参照してください。



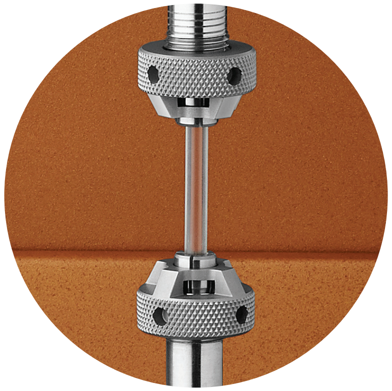
パラレルプレート



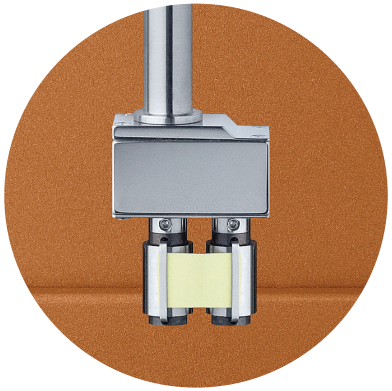
ディスポーザブルプレート



トーション



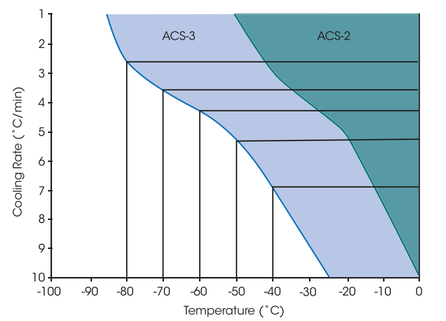
円筒トーション

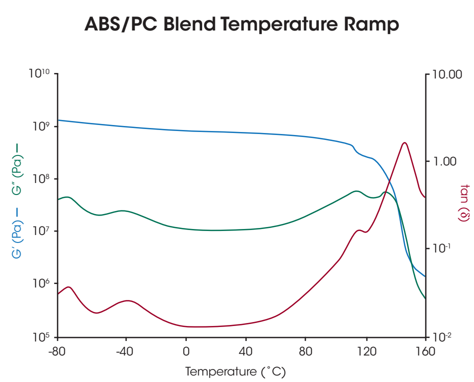


SER3

冷却システム（ACS）

新しいエアチラーシステムACS-3は、環境テストチャンバーの温度管理が-85 ℃まで可能な独自のガスフロー冷却システムです。3段階のカスケーディングコンプレッサが装備されており、液体窒素の代わりに冷媒として圧縮空気(7 bar、200 L/min)を使用して低温環境をコントロールします。ACS-3は、あらゆる研究室からの液体窒素の使用およびそれに伴う危険性を排除または軽減し、投資に対する素晴らしいリターンを提供できます。





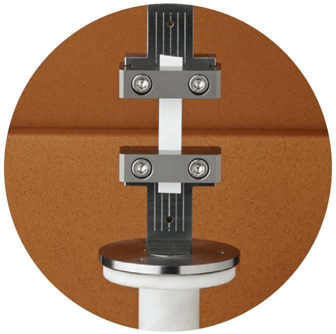
特徴と利点

- 安全：液体窒素や他の冷却ガスが不要
- 便利：最充填や液体窒素タンクの注文が不要で、いつでも稼働 可能
- 小型：同等の液体窒素クーリングシステムと比較して占有スペースが小さい
- 手頃な価格：ガスの環境により大幅なコスト削減を実現

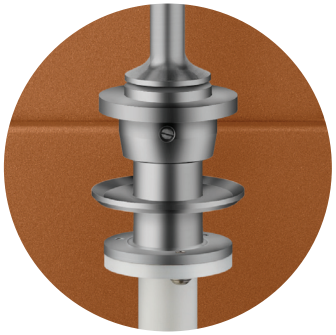
低温でのポリマー転移

ポリマーはしばしば、靭性、弾性率、および加工特性において望ましい組み合わせを得るためブレンドされます。このような組み合わせのひとつが、アクリロニトリルブタジエンスチレン（ABS）とポリカーボネート（PC）のブレンドです。ACS-3は、この多成分サンプルの複数の低温および高温での転移を特徴づけるために、十分な範囲で温度コントロールを行います。図中のデータは、長方形トーションにて温度ランプで測定されました。

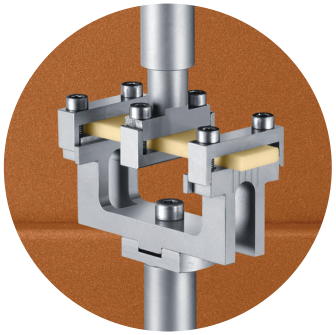
DYNAMIC MECHANICAL ANALYSIS
ACCESSORY



フィルム引張り



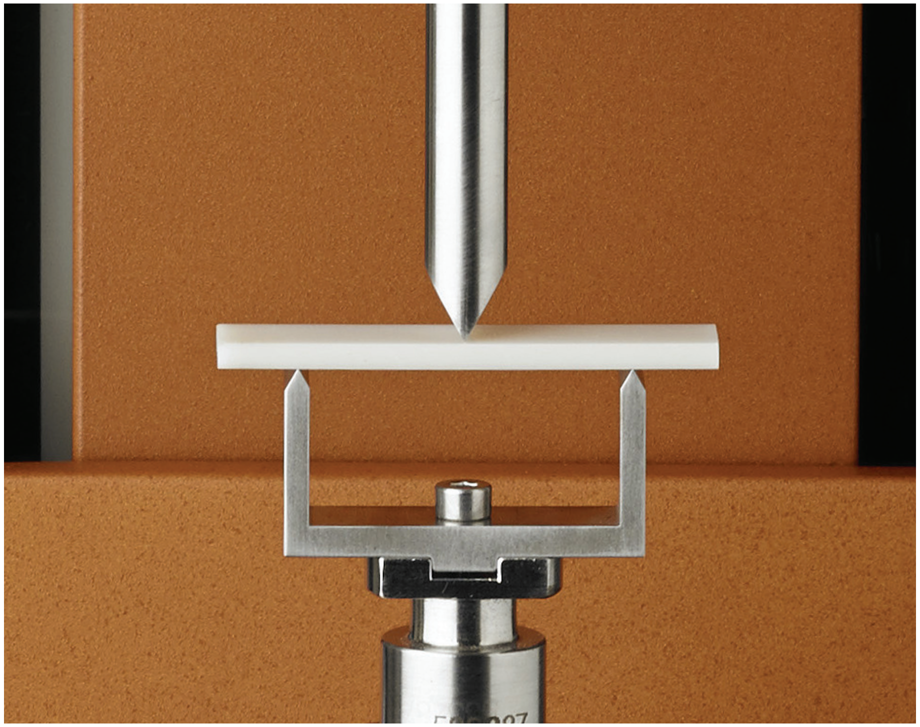
圧縮



シングル/デュアルカンチレバー

動的粘弾性測定 (DMA)

回転レオロジーおよび線形DMA測定におけるTAインスツルメントの40年にわたる技術により確立されたDiscovery Hybrid RheometerのDMAモードは中～高弾性の固体材料をテストするための新たな特徴が加わりました。最も高感度で正確な回転せん断測定に加えて、DHRは正確な**動的粘弾性測定(DMA)**データを提供します。アキシャルDMAは、弾性率、またはヤング率(E)の直接測定を提供することにより、固体ねじり試験を補完します。新しいDMAモードは、材料の転移温度を特定するのに理想的で、機器の全温度範囲にわたって信頼性の高い測定を提供します。



テクノロジー

アキシャルDMA機能は、DHRのアクティブフォースリバランストランスデューサー(FRT)と、軸方向に振幅制御された振動変形を可能にする特許取得済みの磁気ベアリング技術によって実現されています。DMA測定中、アクティブベアリングの位置は、サンプルに振動線形変形を加えるよう直接制御されます。エアベアリングおよびおよびノーマルフォース測定を搭載する競合装置は設計上の制限によりそのような測定は本質的に不可能です。

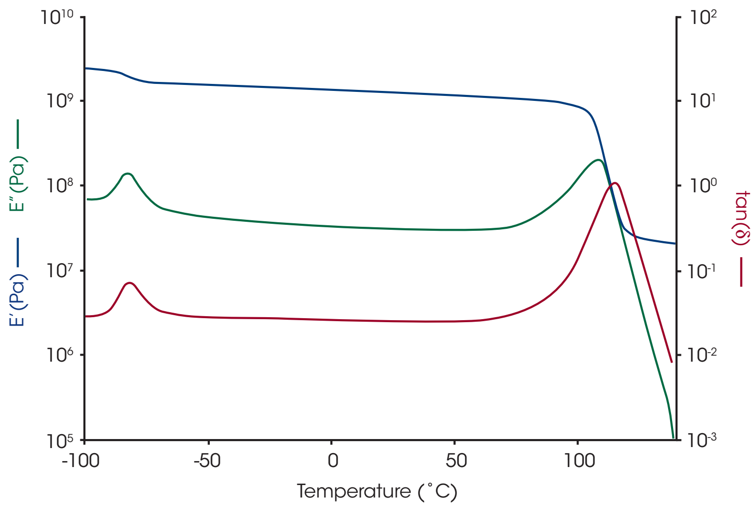
ジオメトリでは数秒で取り付けにSmart Swap™搭載のジオメトリは数秒で取り付けができるので、回転テストと線形テストを簡単に切り替えられます。ETCオーブンおよび相対湿度アクセサリに適応するDMA機能はフィルム張力り、3点曲げ、シングル/デュアルカンチレバーおよび圧縮に対応可能です。**すべてのDHRモデルに対応可能なFRT技術**を備えたDMAモードは、外付け部品のインストールが不要のため、**迅速かつ簡便に優れたデータを取得できます！**

仕様	
モーター制御	フォースリバランストランスデューサー
振動の最小荷重	0.003 N
最大アキシャルフォース	50 N
振動の最小変位	0.01 μm
振動の最大変位	100 μm
アキシャル周波数範囲	$6x10^{-5}$ ~ 100 rad/s (10^{-5} ~ 16 Hz)

特徴と利点

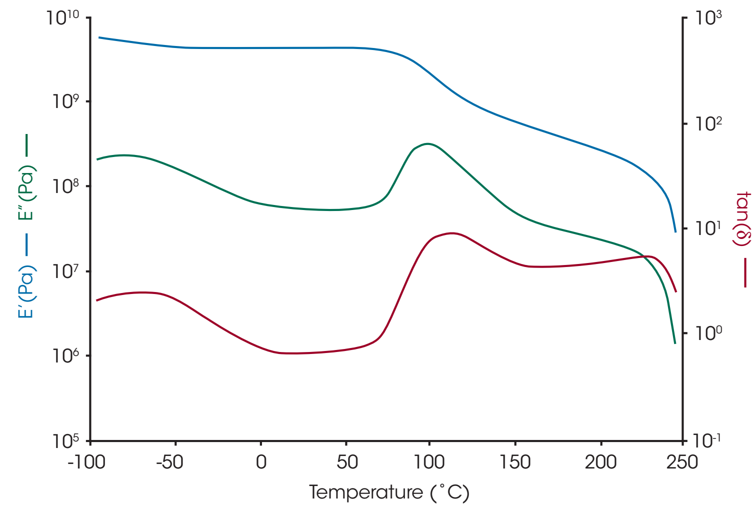
- フォールリバランストランスデューサーモーターコントロール
- クイックインスタレーション用Smart Swap™ テクノロジー
- すべてのDHRモデルに対応可能
- アキシャルテストのためのジオメトリー式:
  - 3点曲げ
  - フィルム/ファイバー 引張り
  - シングル/デュアルカンチレバー (クランプ曲げ)
  - パラレルプレート圧縮
- アキシャルコントロールは材料の剛性を追跡し、自動的に静荷重を調整
- 最大600 ℃までの環境テストチャンバー(ETC)付きの優れた温度コントロール
- -160 ℃までの液体窒素冷却
- 液体窒素なしで-85 ℃まで冷却可能なエアチラーシステム
- オプション/ETCカメラによるサンプル可視化

ABS bar - Cantilever 3 mm x 12.75 mm x 25 mm



上の図は、シングルカンチレバー内のアクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS)サンプルを-100 ～140 ℃の温度範囲で昇温させたときのDMAモードでの性能を示しています。
スチレン(-82 ℃)およびブタジエン(115 ℃)成分の個々のガラス転移に対応する2つの主要な転移が明らかであり、これは2つのモノマーの不適合性を示しています。

PET Film - Tension 50 μm thick



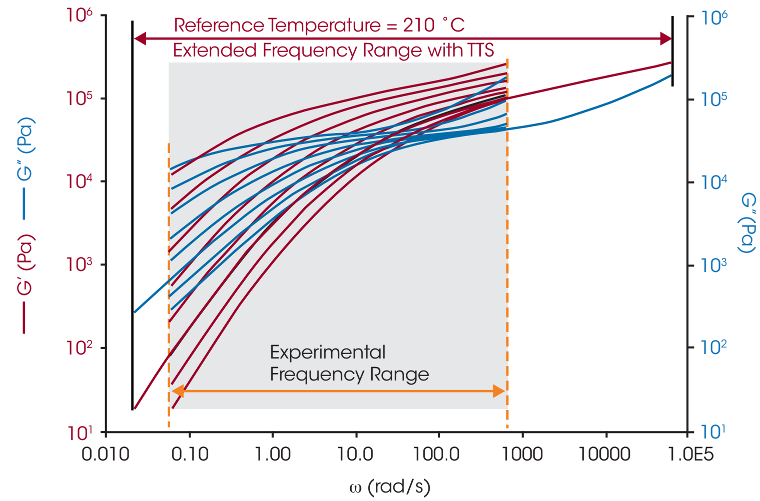
フィルムのアキシャルDMA測定は、テスト全体を通してサンプルを張力で保持する振動力を上回るアキシャルフォースを維持する必要があります。この性質は、-100 ～ 250 ℃の温度範囲において、引張り治具を用いてテストされた50 μm厚のPETフィルム上の温度勾配を示すプロット内で強調されています。観察される3つの主な転移:-80 ℃でのベータガラス転移、約111℃でのアルファガラス転移、236℃での溶融。
データは、2つのアモルファス緩和を伴う半結晶構造を明らかにし、そのようなテストにおけるDHRの荷重追跡機能を実証しています。

ETC & EHP POLYMER APPLICATIONS

パラレルプレートを使用した熱可塑性ポリマーのレオロジー

熱可塑性ポリマー溶融の測定にはパラレルプレートを使用するのが最も一般的です。160 ～220 ℃の温度範囲で特性解析したポリエチレンの例を右図に示しました。0.06～628 rad/sの実験範囲で複数の温度について周波数スイープ測定を行いました。各スイープに対する粘弾性特性、貯蔵弾性率 G'および損失弾性率G"の大きさは、この周波数範囲における温度の増加とともに減少することがわかります。ポリマーメルトは粘弾性があるので、その機械的反応は時間依存性であり、低周波側は長時間の状態を示します。データを高いまたは低い周波数へ広げ、アプリケーションに永久的なリファレンス温度でマスターカーブを生み出すために、時間-温度重ね合わせ(TTS)を使用しました。ポリマーの分子構造はG'およびG"カーブの大きさと形を書き出しています。

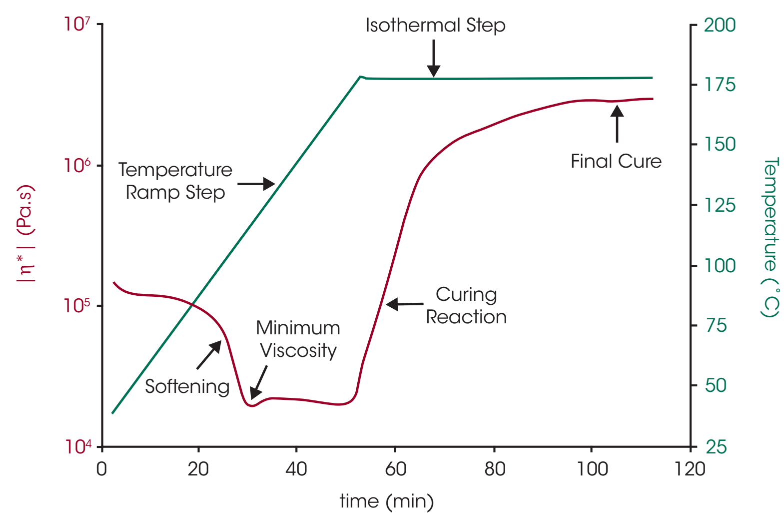
Polystyrene Frequency Sweeps from 160 ˚C to 220 ˚C



デュスポーザブルプレートを用いた熱硬化剤の硬化測定

反応性サンプルの粘弾性特性の変化から、加工や最終製品の特性に関する貴重な情報を読み取ることができます。これらの素材は多くの場合低粘度の液体、ペースト、粉体の形状でスタートし、反応後は高弾性率固体として終結します。素材が硬化して測定表面に付着する場合は、低コストのディスポパラレルプレートが便利です。右図は、直径25 mmのディスポプレートを使用しB-ステージプリプレグを、温度ランプと一定温度保持とを組み合わせた 温度プロファイルで測定した複素粘度曲線を示しています。樹脂はガラス繊維マトリクスに含浸させてあります。樹脂が硬化すると、このガラス繊維マトリクスは恒久的高強度組成構造の一部となります。加熱すると、樹脂は軟化し、粘度が下がります。この最小粘度は重要な加工パラメータです。これが高すぎたり低すぎたりすると、流れず、マトリクスを均一に被膜せず、ボイドが残り、組成内にひびを作ったりします。結果として、粘性が増加し始め、効果反応は大きく損なわれます。温度は加工温度で一定に保たれ、粘度がプラトーに達する反応の終了までモニタしています。

B-Stage Prepreg Temperature Ramp and Hold Cure

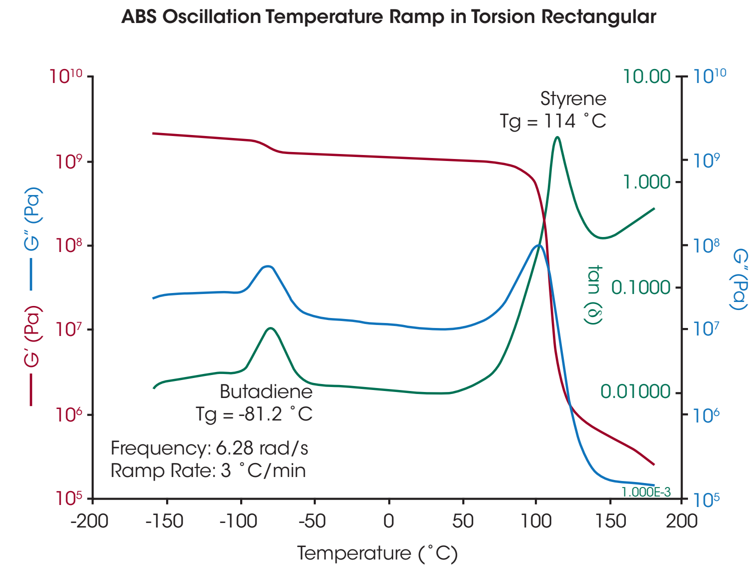


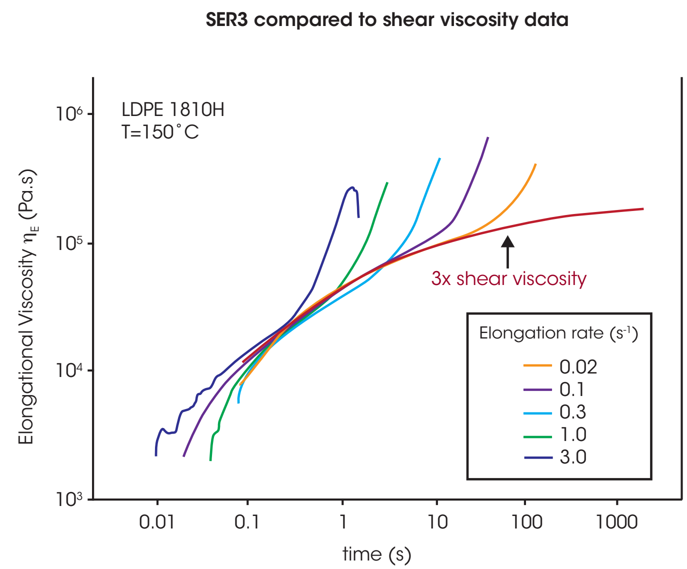
トーションクランプを使用した固体ポリマーのレオロジー

ETCオーブンでは、13 mm(幅)x50 mm(長さ)x5 mm(厚さ)までの大きさの固体サンプルの粘弾性特性解析を行うことができます。図は固体ABSサンプルを振動測定モードで-160～200 ℃まで3 ℃/minで温度スキャンした分析例です。ABSはブタジエンに伴う-81 ℃のガラス転移とスチレンに伴う114 ℃の2つのガラス転移温度を持つコポリマーです。分子セグメントの転移または 緩和は、貯蔵弾性率 G'のステップ状変動、損失弾性率 G"と損失正接 tanδのピークで観測されます。これらのパラメータの大きさと形状は結晶性、配向、フィラー、架橋度のような特性と組成にも依存します。

SER3を用いた伸張粘度測定

ETCはポリマーメルトの伸張粘度測定用のSER3(Sentmanat Extension Rheometer)を使用できます。左図はSER3を使って標準LDPE 1810Hを150 ℃、0.02 ～ 3 s^{-1}で測定した伸張粘度の結果がプロットされています。これらの結果は、異なる伸長速度での伸長の開始直前のゼロせん断粘度と一致し、低せん断速度でのずり粘度の3倍と比較されます。伸張粘度に加えてSER3では、固体の引張り、剥離、裂け、摩擦などの 物理的特性の度合いを調べることができます。

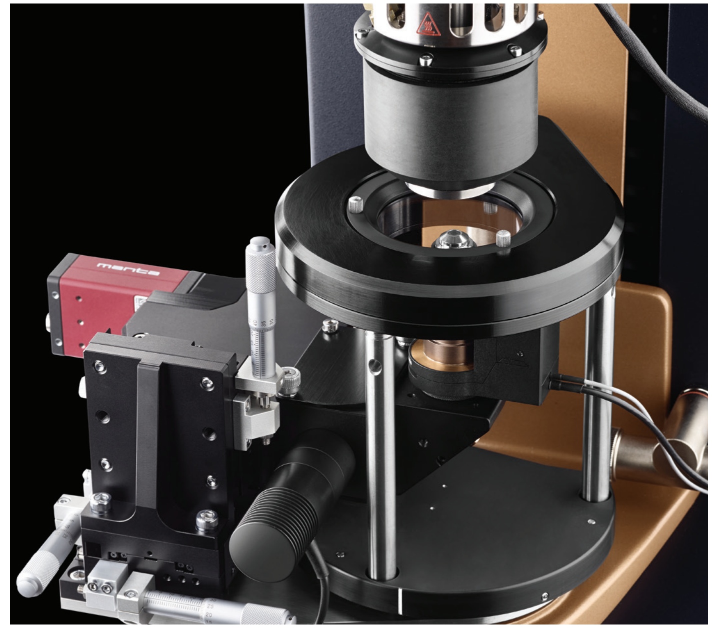




MODULAR MICROSCOPE ACCESSORY

モジュラー顕微鏡アクセサリ(MMA)

モジュラー顕微鏡アクセサリ（MMA）により、Discovery Hybrid Rheometerで同時レオロジー測定による完全なフローの可視化を実現します（逆回転を含む）。高解像度カメラが、最大100倍拡大する業界標準の顕微鏡対物レンズと組み合わせて最大90 fpsで画像を収集します。選択的な照射または蛍光顕微鏡のために、青色LEDからの光を交差偏光子または二色性スプリッターと組み合わせることができます。



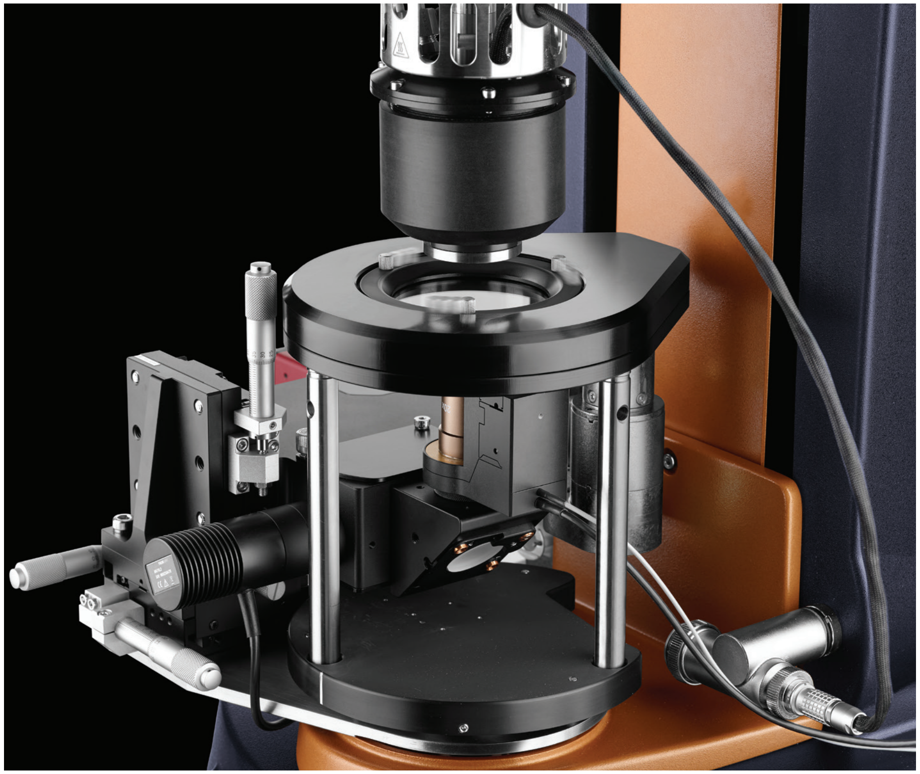
テクノロジー

MMAはDiscovery Hybrid Rheometerに直接取り付けられ、追加のスタンド、リフト、その他のサポートは不要です。これにより、システムがシンプルになり、画像品質を損なう外部の振動やその他の環境干渉源から効果的に分離できます。高精度x-y-zマイクロメータポジショニングシステムにより、顕微鏡の視野をサンプル中の任意の場所に置くことができます。これにより、回転軸からサンプルの端まで、任意の位置でフローの同質性の調査が可能になります。高精度の深さプロフィル分析が光学ピエゾ走査システムにより可能になります。この高精度な原理によって、0.1 mmもの小さい刻みで、100 μmの範囲にわたる定量的深さプロフィル分析で、焦点面の深さをソフトウェア制御により調整できます。MMAは-20 ～100 ℃の温度制御について、上部加熱プレート（UHP）に対応します。

逆回転:滞留面顕微鏡

高いせん断速度のフローが存在する状態で物質を可視化するとき、分析対象の部分は視野を超えて高速で移動するため、サンプルのせん断による変化を観察するために利用できる時間には限度があります。MMAで利用できるオプションの逆回転ストレージは下部ガラスプレートを上部プレートの逆方向に一定速度で回転させます。これにより、速度ゼロの滞留面ができ、カメラに対して流体が停止し、実験を通して視野が固定されます。ギャップ中の速度ゼロ面の場所は、サンプルにおける実効剪断速度を変化させることなく、上部プレートと下部プレートの速度を変化させることで制御できます。この逆回転システムは、Smart Swap™ のアクセサリであり、いつでも追加できます。

交差偏光子	標準装備
蛍光二色性スプリッター	オプション
逆回転	オプション Smart Swap™ システム
Piezo走査機構	オプション, 100 µm 移動
ビデオと画像の保存	ソフトウェア制御, 統合データファイル
視界	320 µm x 240 µm 20倍
照明	ブルーライト LED
画像キャプチャ	640 x 480 pixels, 90fps
温度範囲(UHP付き)	-20 ～ 100 °C
ジオメトリ	最大直径40 mmのプレートとコーン



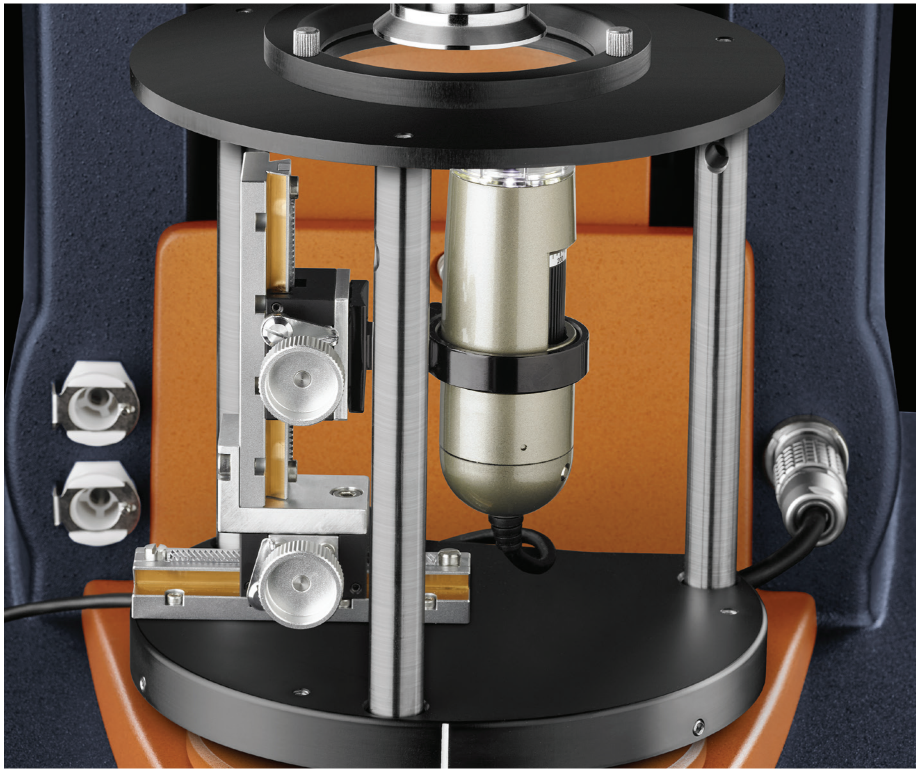
特徴と利点

- 迅速な設置のためのSmart Swap™技術
- Discovery Hybrid Rheometerにおける滞留面イメージングに利用可能
- 高分解能、高フレームレート画像収集
- 上部プレート (UHP) による効果的な温度制御
- アクティブ温度制御によるサンプル温度の直接測定
- 中央、端、または中間半径など、測定場所の任意の位置にビジュアルアクセス
- オプションの交差偏光、蛍光、高精度厚さプロファイル
- 幅広い市販の対物レンズから選択可能

OPTICS PLATE ACCESSORY

光学プレートアクセサリ (OPA)

OPAはレオロジー試験中に変化するサンプル構造を可視化する光学システムであり、流動場での材料の挙動に関する重要な側面を明らかにします。ホウケイ酸ガラスプレートを備えたオープンなプラットフォームはサンプルを直接見ることができる透過光を提供します。これはとくにサスペンションやエマルションといった分散系材料の理解を広めます。アクセサリは使用と取り付けが容易で、幅広い光学システムに対応し、幅広いフロー可視化と顕微鏡で正確な温度制御を提供します。



特徴と利点

- 迅速な設置のためのSmart Swap™技術
- 同時レオロジー測定と直接可視化
- 中央、端、または中間半径など、測定場所の任意の位置にビジュアルアクセス
- 高精度温度測定用のアクティブ温度コントロールを備えた上部加熱プレート (UHP)

テクノロジー

OPAはDHR Smart Swap™の基部に取り付けられ、アクティブ温度制御と共に上部加熱プレートと組み合わせて、-20 ～ 100 ℃の範囲において、正確な直接サンプル温度測定および制御を実施できます。OPAは最大直径60 mmのコーンまたは並行プレートジオメトリと使用できます。

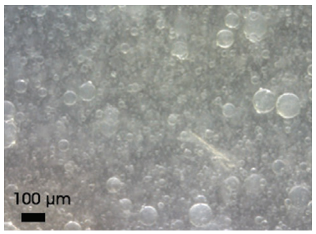
OPAは次のどの構成でも利用できます:

- オープンプレート:すべての光学システムを容易に適応するための8個のM2タップホールなど、カスタマイズが簡単なオープンシステム
- モジュラー顕微鏡アクセサリ (MMA) を備えたOPA顕微鏡用の静的オプティカルステージ
- デジタル顕微鏡を備えたOPA:高分解能デジタルカメラが静的イメージまたはビデオのキャプチャができ、焦点と視野を調整するため、カメラをy-z位置調整ステージに取り付け可能。8個の白色LEDによってサンプルに光が照射。

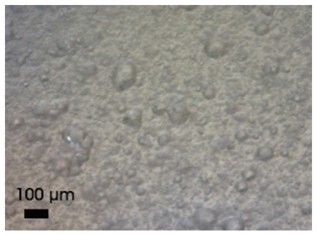
デジタル顕微鏡を備えたOPA	50倍	240倍
有効距離	11.4 mm	11.6 mm
視界	7.8 mm x 6.3 mm	1.6 mm x 1.3 mm
照明	ホワイト LED 8個	
画像キャプチャ	1280 x 1025 pixels, 30 fps	
温度範囲	-20 ～ 100 °C	
ジオメトリ	最大直径60 mmのプレートとコーン	

デジタル顕微鏡を備えたOPA

下の画像は静止状態および剪断流後のPDMS-PIBエマルションの構造を示しています。静止状態では、エマルション構造は多分散性サイズ分布の球状の液滴から構成されます。10 s^{-1}の剪断を10分間行った後、大きい液滴の数に減少が見られ、より均一な液滴のサイズへとシフトしています。



At Rest



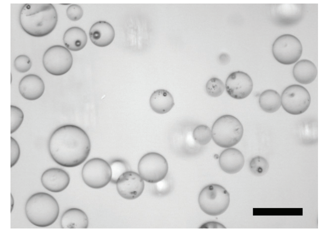
After Shear

MMA: 交差偏光顕微鏡

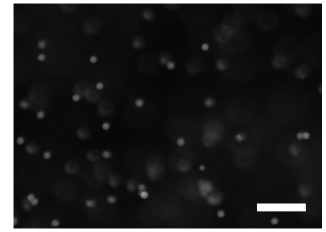
右の図はモジュラー顕微鏡アクセサリを使用して収集された交差偏光顕微鏡データの例を示しています。小振幅振動試験の間、1℃/分の制御された速度で軽質原油のサンプルが25 ℃から0 ℃まで冷却されました。差込図の画像は実験中の各段階におけるサンプルの交差偏光顕微鏡写真を示しています。サンプルは20 ℃で均一な低粘度液体であり、結晶質の特徴はありません。サンプルを冷却するにつれて、15 ℃から粘度が急激に上昇します。このプロセスはoutwaxingと呼ばれ、サンプル中に含まれる長鎖炭化水素とパラフィンワックス成分の結晶化によって発生し、顕微鏡写真には複数の結晶成分が現れます。さらに冷却すると、サンプル粘度は上昇を続け、結晶性ドメインのサイズも増加します。同時イメージングの結果、粘度に増加が見られる原因は結晶化の開始であることが確認されました。この結果はサンプル構造と材料特性との間の関係を分析、理解するために、顕微鏡が役立つことを示しています。

MMA: 明視野 & 蛍光顕微

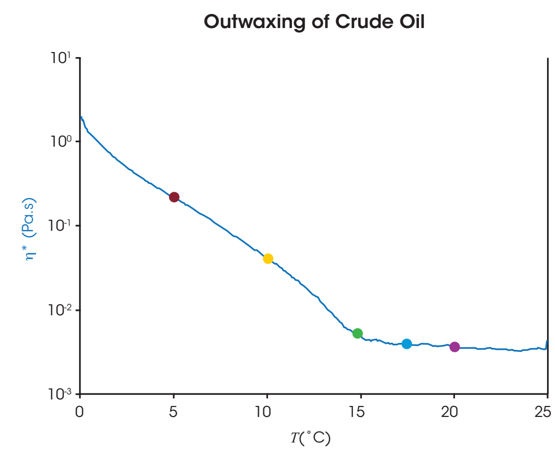
下の顕微鏡写真は明視野＆蛍光顕微鏡モードにおけるMMAのイメージング機能を示すものです。この写真は明視野イメージングでポリジメチルシロキサン (PDMS) に懸濁したガラスの球と、蛍光顕微鏡のダイクロイックスプリッタを使用してイメージングした市販の整髪用ジェルサンプルに分散している蛍光染色ポリスチレンの球を示しています。両方のサンプルをイメージングするために、20倍の対物レンジが使用されました。目盛は50 µmです。



PDMS

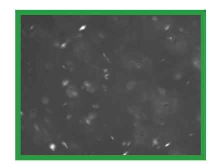


Hair Gel

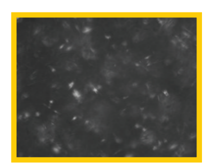


20 °C

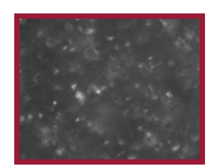
17.5 °C



15 °C



10 °C

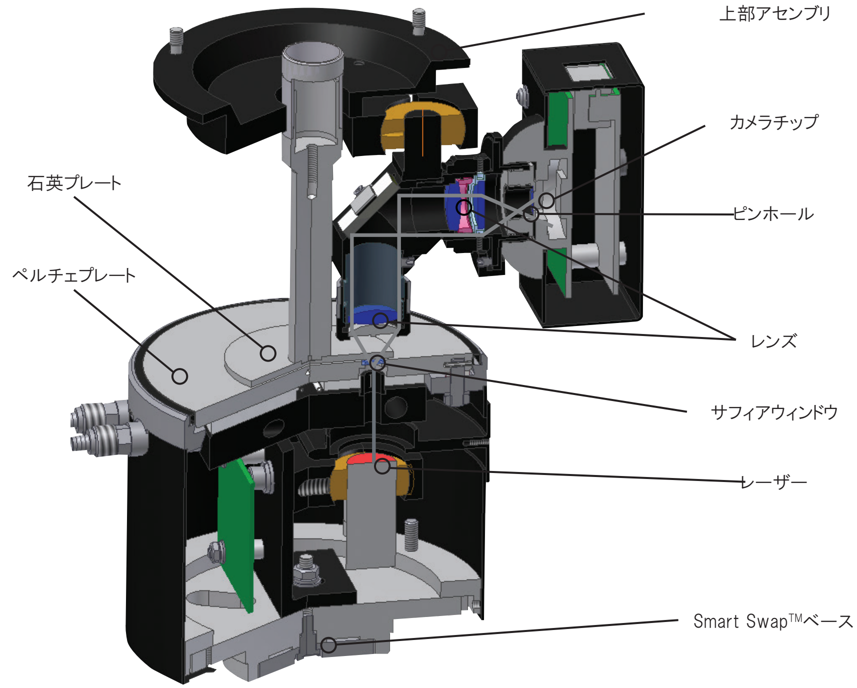


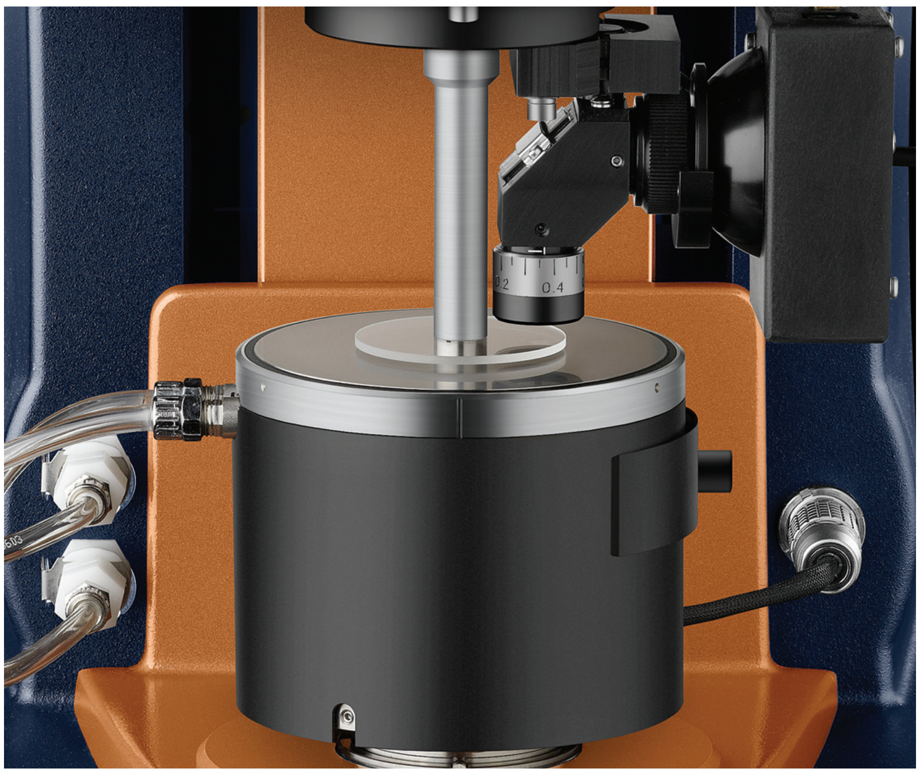
5 °C

SMALL ANGLE LIGHT SCATTERING
ACCESSORY

小角光散乱（SALS）

小角光散乱（SALS）システムは、粒子のサイズ、形状、方向、空間的分布など、レオロジーと構造に関する情報を同時に取得するためのオプションです。DHR-3およびDHR-2レオメータで利用できます。このオプションはTAインスツルメントのSmart Swap™技術を採用し、レオロジー測定とSALS測定を同時に行うため速度とシンプル性を大幅を向上させます。システムはわずか5分間で設置、調整、測定の準備ができます。特許取得済みのペルチェプレート温度制御(1)を備え、測定可能な散乱角度（θ）範囲は約6 ～ 26.8° です。散乱ベクトル範囲（q）は1.38 ～ 6.11 μm^{-1}で、長さスケール範囲は約1.0 ～4.6 μmです。





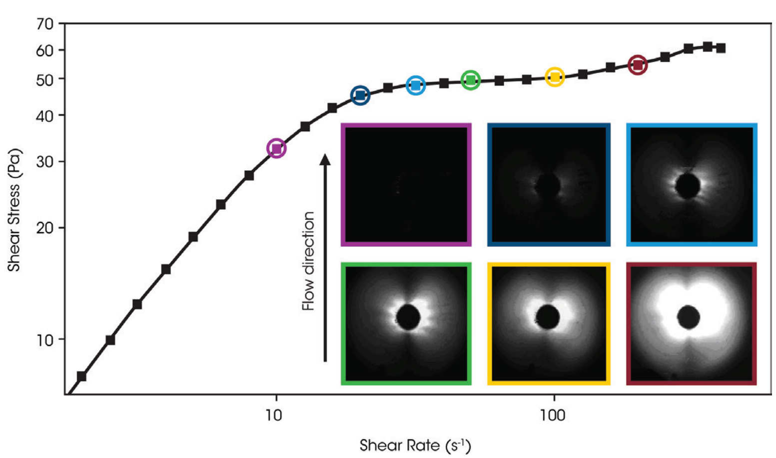
テクノロジー

SALSアクセサリは上部アセンブリと下部アセンブリ、石英プレートのジオメトリから構成されます。下部アセンブリには内蔵型Class 2レーザー（波長635 mmの0.95 mWダイオード）が含まれ、直径5 mmの石英製の窓が付いた特許取得済み（1）のペルチェプレートの下にあります。ペルチェプレート面はステンレス鋼製で、温度範囲は5℃～95℃です。上部アセンブリはレンズとカメラのセットから構成されています。散乱光は高さ調整可能なカップ内部に取り付けられたレンズのペアによって集められ、さまざまなサンプル深さに焦点を合わせることができます。その後、光は第2レンズを通して集められ、偏光測定、非偏光測定の両方に使用される調整可能な偏光子を通って送られます。最後に、散乱光はピンホールを通って集められ、カメラによって記録されます。上部ジオメトリは直径が50 mmで、光学石英ディスクの厚さは2 mmです。並行プレートの単一点補正に従うため、レーザーはプレート半径(プレート回転軸から19 mm)の0.76倍に設定されます。この配置によって、SALSシステムの省スペース性を維持しつつ、位置調整と焦点調整を迅速かつ再現性のある方法で実施できます。レーザー強度を減らすためのオプションとして、NDフィルターを利用できます。(1) 米国特許番号7,500,385

特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- qベクター範囲は約1.38 ～ 6.11 μm^{-1}
- 対象の長さスケール範囲は約1 ～ 4.6 μm
- 散乱角度は約6 ～ 26.8°
- 波長は635 nm
- 調整が最小限で済む小型の上部アセンブリ
- 工場で調整されたレーザーを備えたSmart Swap™下部アセンブリ
- Class 2レーザー – 安全上の問題なし
- オプションのNDフィルターでレーザー強度を調整可能
- さまざまなジオメトリギャップに合わせて調整するため焦点深度を変更可能
- 入射光に並行または垂直方向に散乱させるため偏光子を調整可能
- カメラチップ上に直接焦点が合うイメージ – スクリーンや暗室が不要
- 単分散ポリスチレンビーズの較正により定量的計測が可能
- 特許取得済みのペルチェプレート温度制御

Scattering Images Captured with Rheometry Data



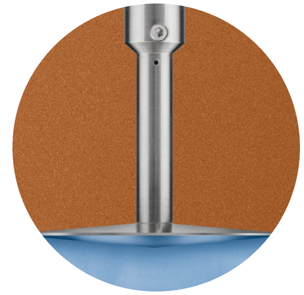
せん断によるミセル溶液の相分離

自己組織化する界面活性剤は、幅広いアプリケーションにおける材料の形成と機能に重要なせん断によるさまざまな微小構造の変化を示します。せん断中にSALSを使用してレオロジーと界面活性剤の微小構造を同時に測定することで、液体中におけるせん断による変化を分析することができます。図のデータは界面活性剤のレイメトリデータと同時に取得した散乱光の画像を示しています。応力プラトー領域未満の、せん断速度が低い部分では、サンプルから測定可能な散乱光は得られません。このことは、大規模な液体の構造化が起きていないことを示しています。しかし、応力プラトー領域では、剪断速度が増加するにつれて、強力な異方性散乱パターンが発達します。この「バタフライ」パターンは、2相間の界面が強力な散乱コントラストを発生させる相分離の結果生じます。

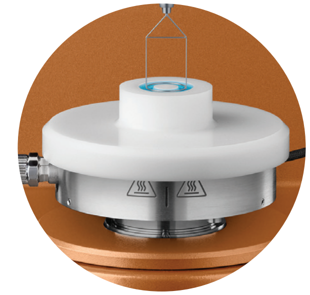
INTERFACIAL RHEOLOGY ACCESSORIES

界面測定アクセサリ

レオメータは、通常、材料の内部特性または三次元特性を測定するために使用されます。医薬品、食品、パーソナルケア製品、コーティングなど多くの材料において、特徴的なレオロジー特性を有する二次元の液体間または期待液体間界面があります。TAインスツルメントは界面レオロジーに関する非常に柔軟で幅広い定量測定に用いる3つの異なる装置を提供します。オプションには、非常に幅広い温度範囲で粘度と粘弾性を定量化するための特許取得済みのダブルウォールリング（DWR）システム、利用可能な量が少ないサンプルに使用するダブルウォール表面張力リング(DDR)、界面粘度測定用の従来型のバイコーンがあります。新しい**界面交換セル**アクセサリは、界面測定中のサブフェーズ組成の制御交換によりDWRジオメトリの機能をさらに拡張します。

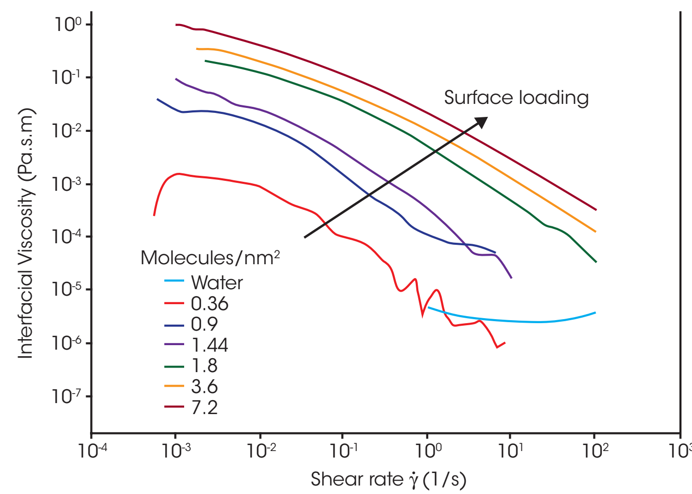


バイコーン



ダブルウォール Du Noüyリング(DDR)

Surfactant Concentration & Interfacial Viscosity

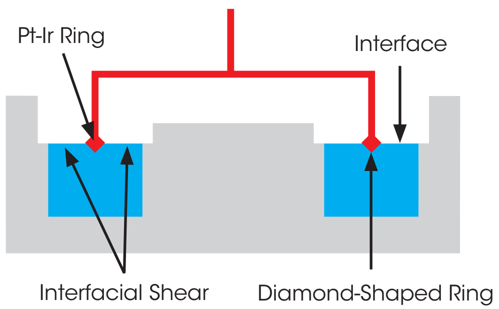


界面レオロジーの流動挙動

この一連の試験では、クロロホルムのSPAN溶液を使用して、水と空気の界面で、界面活性剤SPAN65が均等に噴射されました。クロロホルム蒸発後、ダブルウォールリング界面アクセサリを使用して、水に沈着したSPAN65の膜が測定されました。1平方ナノメートルあたり0分子（水だけで界面活性剤の層が無い）から7.2分子まで、界面活性剤のさまざまな量で試験が実施されました。連続的な剪断実験が実施され、界面粘度が剪断速度と界面濃度の関数として測定されました。予想通り、界面活性剤の層には大幅な剪断流動化が見られました。高い速度では、1.8分子/平方メートル未満の充填量で、副相の寄与が見られました。副相補正は界面粘度が10^{-5} Pa.s.m未満の場合に重要になりますが、DMRの明確に定義されたジオメトリによって、この定量的副相補正が可能になります。界面粘度が高い場合、副相の寄与は無視できるため、補正は不要です。

界面レオロジージオメトリ

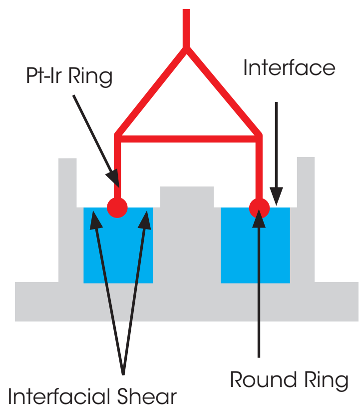
TAインスツルメントの界面レオロジーシステムでは、サンプルはDelrin®トラフに入れられ、液体の状態を見ることができる窓と注入ポートを持っています。ダブルウォールリング (DWR)とダブルウォールデュノイリング (DDR)は白金イリジウム製です。これらの材料は、不活性でクリーニングが簡単です。当社は唯一、単分子層の粘弾性応答に高感度でアプローチできるようジオメトリ表面の両側にせん断面を与えるダブルウォールリング(特許取得済)構造を有したシステムを提供します。



ダブルウォールリング

DWRは界面をジオメトリリングのダイアモンド形の断面で"固定"できるため、真に定量的な粘弾性パラメータを取得できます。この超低慣性リング(1)は、直径60 mmで、使いやすく高い感度を有します。表面の粘度測定は、複雑なサブ相の補正なしで10^{-5} Pa·s·m程度の低粘度でも行うことができます。そしてオシレーション測定は、すべての界面アクセサリで広い周波数範囲にわたって測定可能です。

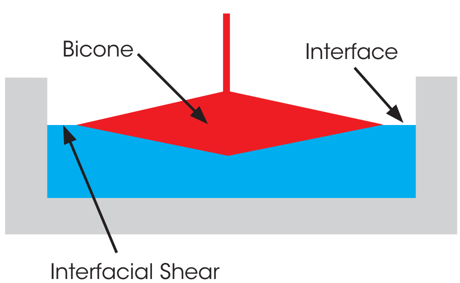
(1) U.S. Patent # 7,926,326



Du Noüy リング

DDRのDu Noüyiリングは、表面張力の測定に使用される業界標準のアクセサリです。断面は円形で、絶対的なデータのわずかな誤差を作りだし、界面とジオメトリ間にメニスカスが生じます。直径20 mmと非常に小さく、サンプル量が限られる生物製剤や医薬品の界面特性の測定にも最適です。

(1) U.S. Patent # 7,926,326

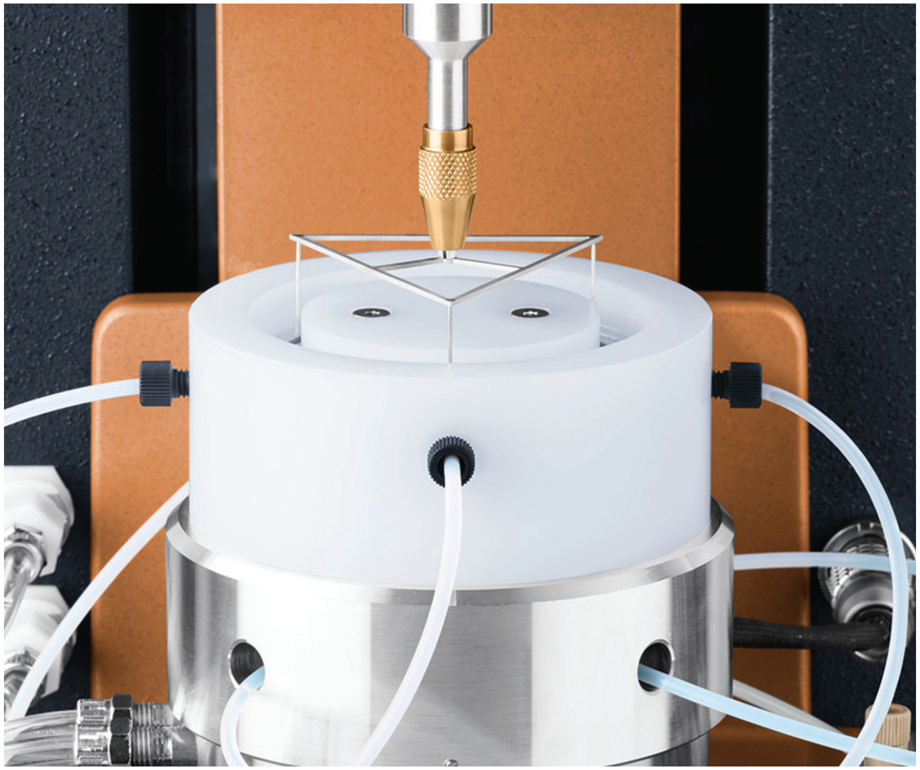


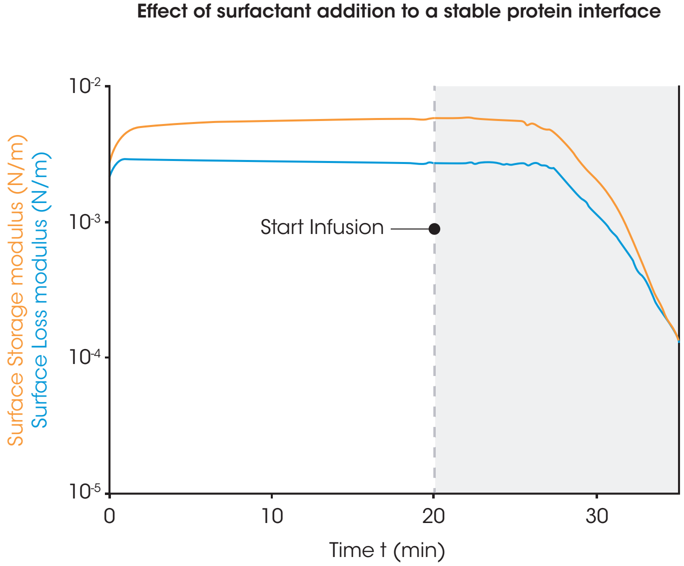
バイコーン

バイコーンは界面を固定して再現性を高めるための鋭いエッジを持った二重円錐形のステンレススチール製ジオメトリです。バイコーンを用いたレオロジー測定では、サブフェーズにコーン表面を沈めるので、定量的なパラメータを取得するために大きな補正をする必要があります。このジオメトリは慣性モーメントが大きいため、測定機能は定常せん断モードでの界面粘度に限定され、休止構造と弾性の重要な測定は実施できません。科学文献で十分に確立されているので、このバイコーンは安定したせん断力で硬い界面を研究するのに適しています。

INTERFACIAL EXCHANGE CELL
ACCESSORIES

界面交換セル
界面交換セルは、レオロジー測定中に下層液層（サブフェーズ）の組成を直接操作する機能を提供することで、TA Instrumentsの界面レオロジーに関する特許取得済み製品を拡張します。この独自の機能により、変更されたサブフェーズ組成に対する界面反応の特性評価、pH、塩、または薬物濃度の変化による影響の定量化のためのオープニングの可能性、または新しいタンパク質、界面活性剤、またはその他の有効成分の導入が可能になります。



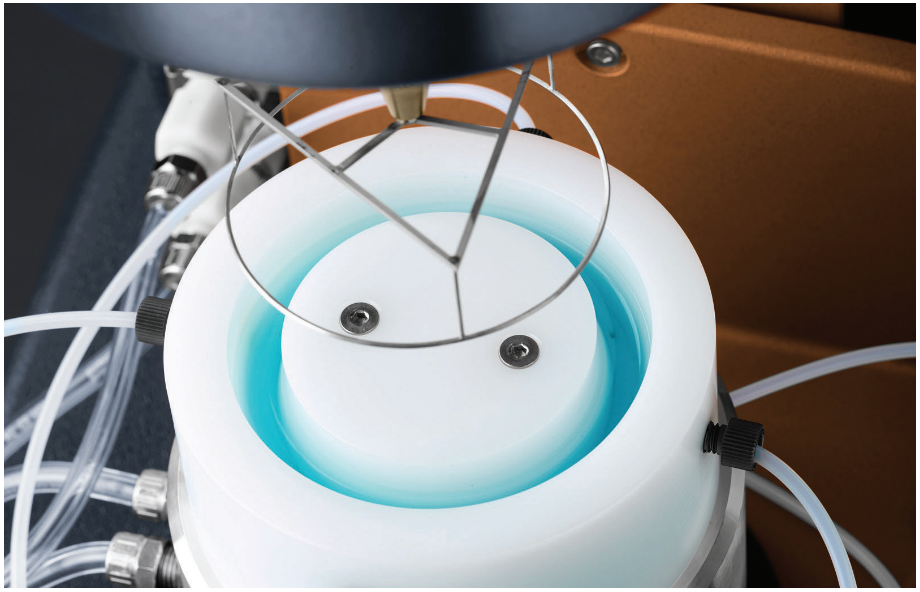


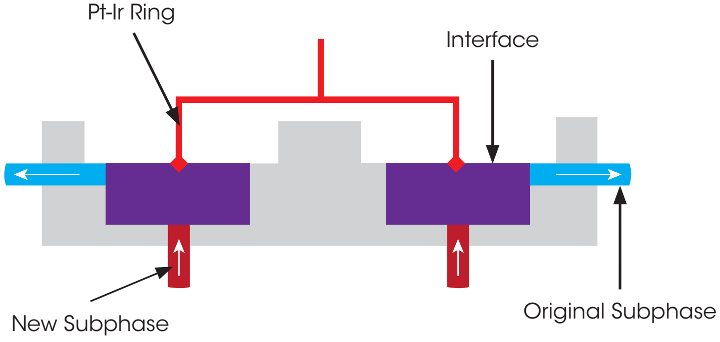
石鹸溶液注入の制御
油/水界面に吸着されたタンパク質ネットワークの界面強度は、pH、塩濃度、および界面活性剤の存在などの要因によって影響を受ける可能性があります。この例では、リン酸緩衝食塩水とドデカンとの間の界面に、強力かつ安定的なウシ血清アルブミンのネットワークが形成されました。

次に、サブフェーズ中の緩衝溶液を非常に希薄な石鹸溶液と交換しました。石鹸溶液の注入後数分以内に、界面係数は数倍低下しており、タンパク質界面の劇的な破壊を反映しています。界面活性剤の導入により、表面張力が低下し、界面からタンパク質分子が追い出されます。時間の経過とともに、界面における界面活性剤の継続的な蓄積により、造山変位または相分離プロセスを介して元のタンパク質界面の壊滅的な破壊をもたらす可能性があります。

テクノロジー

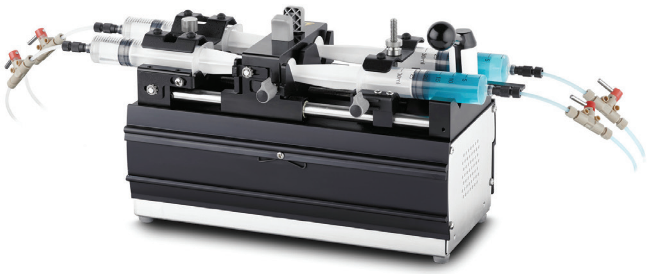
界面交換セルは、ダブルウォールリングリングジオメトリ、吸入口と排出口を備えた交換セルトラフ、およびコンピューター制御のシリンジポンプの3つの主要コンポーネントより構成されています。Schroyrenその他による計算流体力学シミュレーションに基づくセル設計。(1) は、界面の高さを一定に保ちながら組成の均一性を最大化し、流体のセルへの送り込みからの界面での応力を最小化するように最適化されています。





ダブルウォールリング

界面交換セルは、測定ジオメトリとして活性が非常に低いダブルウォールリングリング(DWR)を使用します。これは、大直径とダイヤモンド形断面を特徴とし、リングとの界面を「固定」しているため、高感度で定量的な界面レオロジーデータに最適なプラットフォームになります。



交換セルトラフ

特殊設計のダブルウォールリング界面トラフ (2) は、レオロジー測定中にサブフェーズを交換するために戦略的に配置された流体の注入口と排出口を特徴としています。実験中、セルの底部に位置する4つのポートを通じて新しいサブフェーズが導入され、同時に流体/流体界面の真下に位置する4つのポートを通じて同じボリュームが除去されます。この同時的な交換とバランスのとれたトラフ設計により、試験を通して一定のサブフェーズボリュームおよび界面位置を保証する均一な注入および回収が確保されます。

(1)Schroyen、Gunes、およびVermont著、Rheologica Acta、第56巻、第1号、pp1-10
(2)米国特許第7, 926, 326

シリンジポンプ

サブフェーズ交換は、TRIOSソフトウェアを介して直接制御/プログラムされる同時注入/排出シリンジポンプによって正確に実行されます。各サイドにある一対のシリンジは、一定の界面高さを維持しながら、サブフェーズボリュームの完全かつ均一な交換を可能にします。代表的な6 mL/分の流速では、セル内のサブフェーズボリュームは8分以内に完全に交換可能です。

TRIBO-RHEOMETRY ACCESSORY

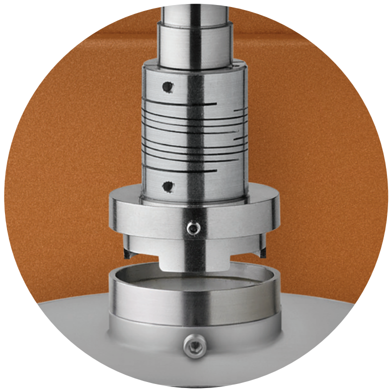
トライボロジー

トライボロジーとは相対的に動いている界面に関する研究のことです。DHRモードで利用可能な新しいトライボレオメトリアクセサリは、乾燥または潤滑条件において、2つの個体表面間の摩擦測定の係数を生成することを可能にします。独自の自己調整設計によって、すべての条件で均一な固体間接触および軸力分散を確実にします。モジュール式の標準ジオメトリと新しいジオメトリの組が各種接触プロファイルと最終用途条件における直接シミュレーションを提供します。TAインスツルメントのレオメータに固有の軸力、回転速度、温度が、広範で優れた摩擦測定を可能にします。

高度なTRIOSソフトウェアは、トライボレオメトリ試験の容易なセットアップと制御を可能にし、摩擦係数（μ）、荷重（FL ）、摩擦力（FF ）、ガンベル数（Gu）などのデータ分析に必要な変数をすべて含んでいます。これらはStribeck曲線の作成、静止摩擦力測定、または、温度、接触力、運動の組み合わせの調査に使用できます。

特徴と利点

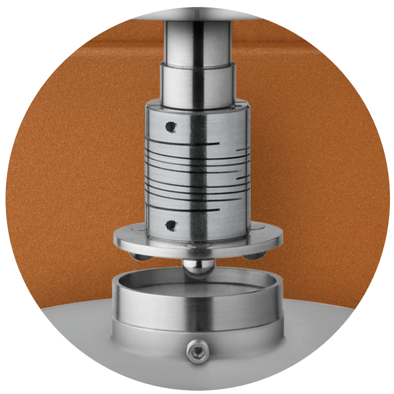
- 段付き使い捨てペルチェプレートおよび環境試験チャンバーに適合
- 物体の摩耗と摩擦係数を乾燥条件または潤滑条件で評価
- 独自の自己調整設計で固体間接触を最適化
- モジュール式ジオメトリのセットが幅広い接触プロファイルを提供
- 基板をカスタマイズするための相互交換可能な部品
- ソフトウェアによる適切な摩擦パラメーターの自動計算
- 取り付けと取り外しが容易



Ring on Plate

Ball on Three Plates

Ball on Three Balls



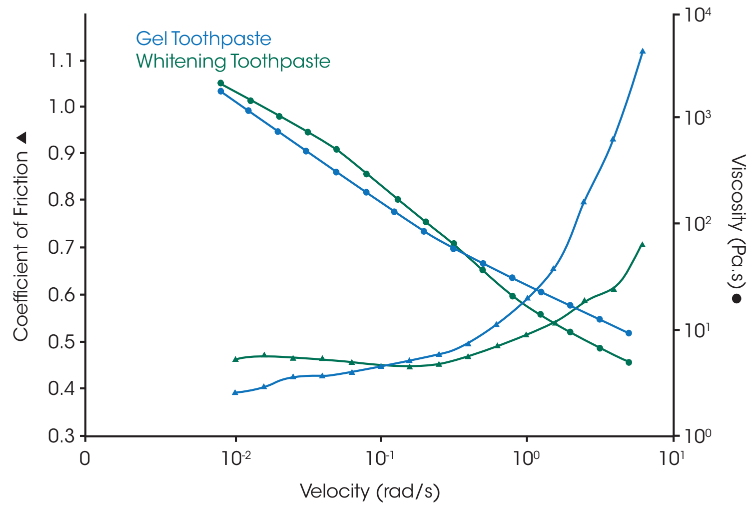
Three Balls on Plate

トライボレオメトリアクセサリは、段付き使い捨てペルチェプレート、および環境試験チャンバー(ETC)の両方に適合し、すべての試験ジオメトリで正確かつ安定した温度制御が可能です。4つの選択可能なジオメトリ(Ring on Plate、Ball on Three Plates、Three Balls on Plate、Ball on Three Balls)はトライボロジーアプリケーションの幅広い要件に適合し、さまざまな接触プロファイルを提供します。Ring on Plateジオメトリは分割型リングとしても構成できます。これにより、2つの個体表面間の潤滑剤を補充できます。アクセサリの垂直構成と容易に交換可能な基板は、自動車部品やグリースなどの物体、人工装具の潤滑、パーソナルケア用のクリームとローションの性能に対する摩擦と長期的摩耗の影響の分析に最適です。

練り歯磨き粉の摩擦測定

下図はプレート構成でリングを使用して凹凸のあるPMMAプレート(歯の代用)間で試験を実施した、市販の練り歯磨き2種類の摩擦係数を示しています。研磨材を含むホワイトニング練り歯磨きは低速で摩擦が大きいですが、ゲル状の練り歯磨きの摩擦プロファイルは高速条件で急激に増加しました。この挙動は2つの練り歯磨きの流動曲線を比較することで説明できます。両方の材料は剪断流動化していますが、ホワイトニング練り歯磨きの粘度はゲル状の練り歯磨きより速く減少しています。その結果、高い回転速度において、流体力学的抗力と摩擦が増加します。

Toothpaste

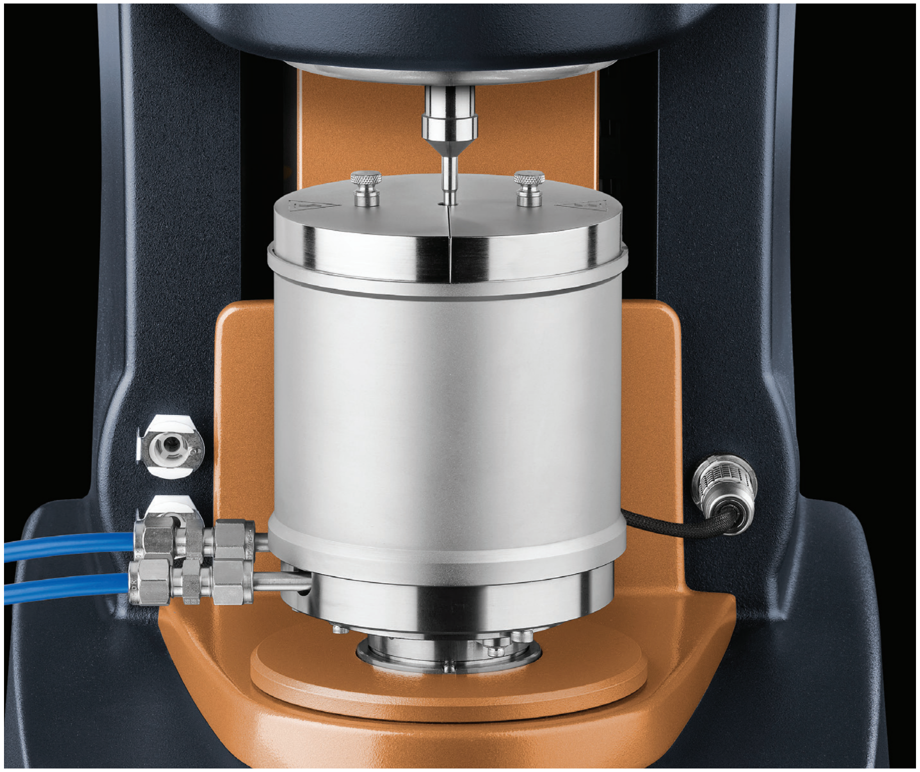


MAGNETO-RHEOLOGY ACCESSORY

磁気レオロジー

新しいMRアクセサリは制御されている流体の影響下における磁性流体の完全な特性評価を可能にします。最大1 Tまでの磁場を適用でき、サンプル温度範囲が-10 ～170 ℃であるMRアクセサリは磁性流体の研究すべてに適しています。

MRアクセサリは一体型のサンプルの下にある電磁コイルによって、制御された磁界を適用します。このコイルは上部のヨークと連動して動作し、正常である均一な磁場をプレート表面で発生させます。システムには、リアルタイム測定とサンプル磁場のクローズドループ制御を行うオプションのホールプローブを格納するチャネルが含まれます。



特徴と利点

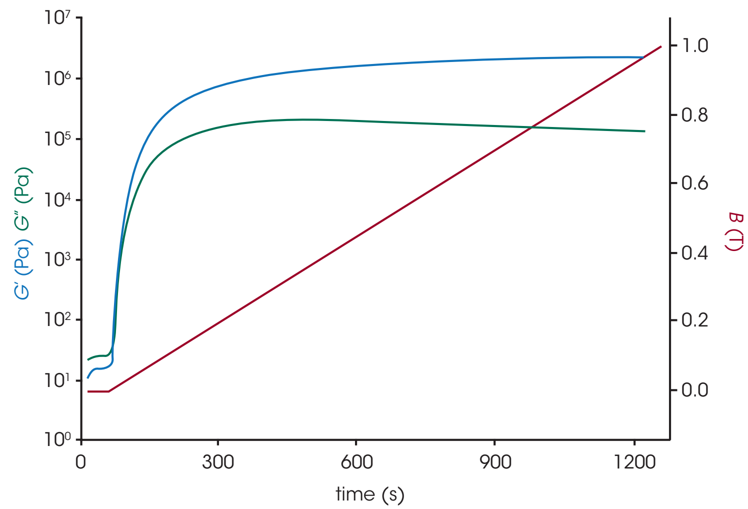
- 迅速な設置のためのSmart Swap™技術
- 磁場プロファイルの制御には、一定、ステップ、ランプ、正弦波、三角波、磁場のオフセットを持つ波形関数が含まれます。
- 特許取得済みのフォースリバランストランスデューサー(FRT)が軸方向コンプライアンスを最小化

高精度で安定した温度制御

サンプル温度制御と磁気コイルの安定化を正確な液体温度制御によって実現します。上部のヨークは熱伝導率が高く、サンプル深度全体の温度を均一にします。すべての場合において、サンプル温度はプレート表面の直下にあるプローブによってモニタリングされ、データファイルに記録されます。サンプル温度の高精度制御を流体循環装置の閉回路制御によって実現し、温度ドリフトを低減し、温度オフセットを不要にします。

仕様	
サンプル温度	5 ～ 75 °C (標準) -10 ～ 170 °C (拡張)
サンプル温度測定と閉回路制御 *	標準
磁場	-1 ～ 1 T
磁場測定と閉回路制御	オプション
テストジオメトリ	20 mm パラレルプレート 20 mm, 2° コーン

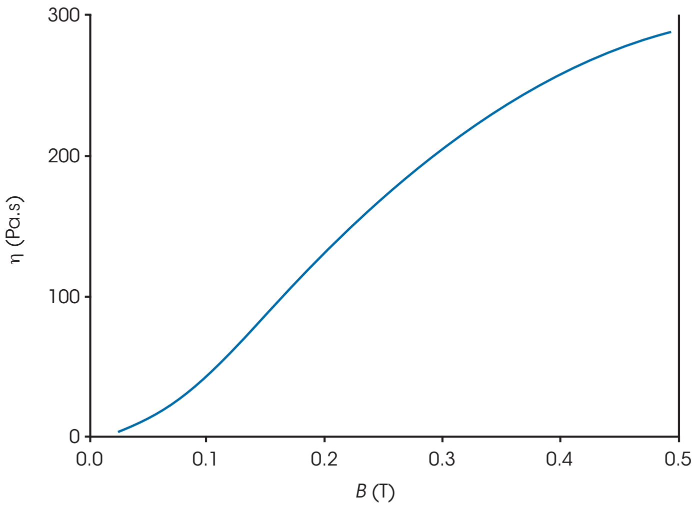
* 適切なコンピューターで制御されたサーキュレーターで構成されている場合。

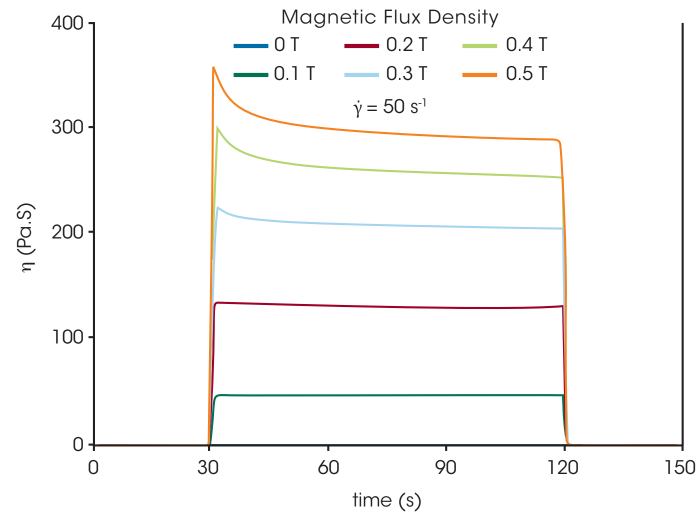


MR流体構造形成

動的特性から、磁場が増加するにつれて構造がどのように変化するか分かります。磁場を適用する前の初期の時間依存性は、磁場に依存しない構造の発達が進行していることを示しています。磁場が増加すると、構造の形成とゲル化が発生します。

MR Fluid Viscous Response





MR流体は、上図に示すように、磁場に対して非線形の粘度依存性を示す傾向があります。粘度は、低電界で電界強度と共に急速に増加することを示しています。サンプルがその飽和強度に近づくにつれて、場による粘度変化の速度は徐々に減少し始めます。MR流体の飽和磁界強度を理解することは、ブレーキ、クラッチ、ダンパーなどの高性能デバイスの設計にとって重要です。

上記のデータは、磁場のステップ変化に対するMR流体の過渡応答を表しています。電界強度を変えることにより、サンプルの粘度を調整する直接的な方法を提供します。より大きな電界強度では、サンプルは電界およびせん断印加時間に依存する構造を発達させ、チキソトロピー応答をもたらします。

RELATIVE HUMIDITY ACCESSORY


標準パラレルプレート


ディスポーザブルパラレルプレート

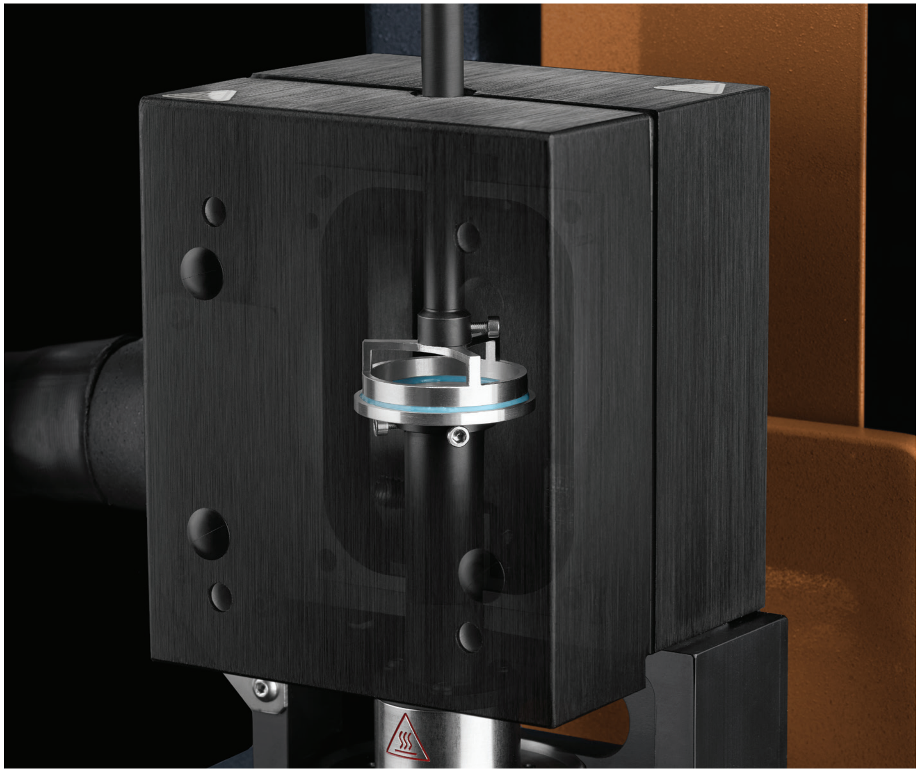

フィルム引張り


アニュラリング


表面拡散

相対湿度アクセサリ(DHR-RH)

DHR-RHアクセサリは、Discovery Hybrid Rheometerの新しい環境システムで、サンプル温度と相対湿度を正確にコントロールします。また、レオロジー測定向けに最適化されたカスタムデザインの湿度・温度チャンバを搭載しています。幅広い動作条件で、安定した信頼性の高い温度・湿度コントロールを行い、湿度管理された環境で発生し、正確な相対湿度制御を不可能にする結露を防ぎます。



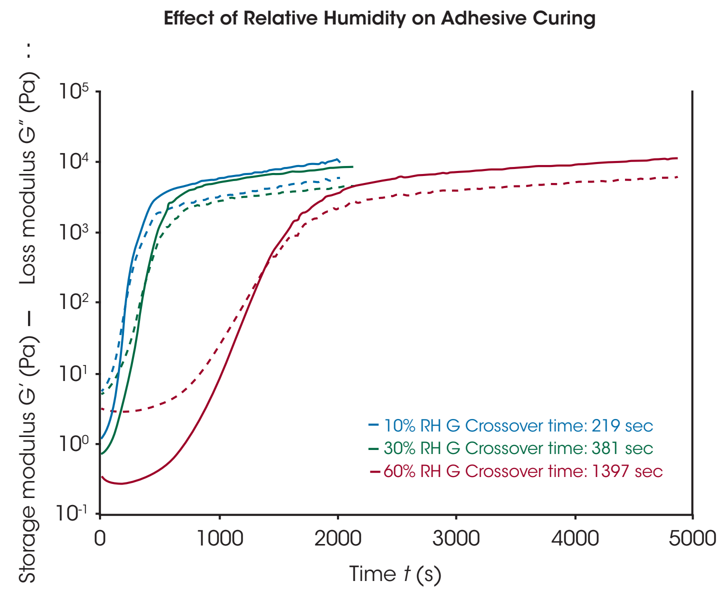
特徴と利点

- 幅広い動作範囲で温度と相対湿度の均一かつ信頼性の高いコントロールを実現
- 気流を最適化することで、ラボの条件による干渉を解消
- 高機能なTRIOSソフトウェアにより、温度、湿度、レオロジーのネイティブコントロールと調整を行う完全統合システム
- 豊富なテストジオメトリ:
  - 標準パラレルプレート
  - ディスポーザブルパラレルプレート
  - フィルム引張り
  - アニュラリング
  - 表面拡散
  - トーションレクタンギュラー
  - 3点曲げ
- RH用の革新的なジオメトリ:拡散に支配されない真の湿度依存性レオロジー
- 真の動的アキシャルフィルム引張り
- **トライボロジー** – リングオンプレート, 3 ボールオンプレート
- アキシャル方向の真の動的変形用**DMAジオメトリ**: フィルム引張り, 3点曲げ, イングル/デュアルカンチレバー

仕様	
温度範囲	5 ～ 120 °C
湿度範囲	5 ～ 95%
湿度精度	5 - 90% RH: ± 3% RH > 90% RH: ± 5% RH

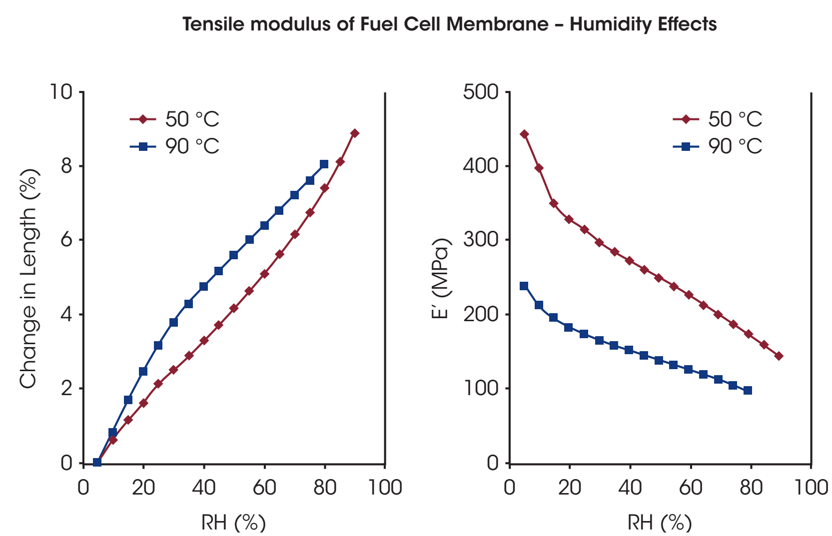
接着剤硬化

ポリ(ビニールアセテート)(PVA)接着剤の硬化プロセスは、接着剤から周囲大気に水分が逃げることによって起こります。この水分損失のレートは、周囲の湿度によって決定します。硬化速度が重要である一方で、接着剤の信頼性も係数が十分かどうかで決まります。添付のデータは、3種類のレベルの相対湿度におけるPVA接着剤の硬化時間と体積弾性率を示します。湿度レベルの高さに比例して硬化プロセスが遅くなることがデータを見ればわかりますが、最終的な弾性値には影響ありません。これらの測定は、アニュアリングジオメトリを使用して実行され、サンプル内の拡散によって制限される動的プロセスを決定します。また、接着性能の評価に必要な定量的体積弾性率を計算できます。



燃料電池膜

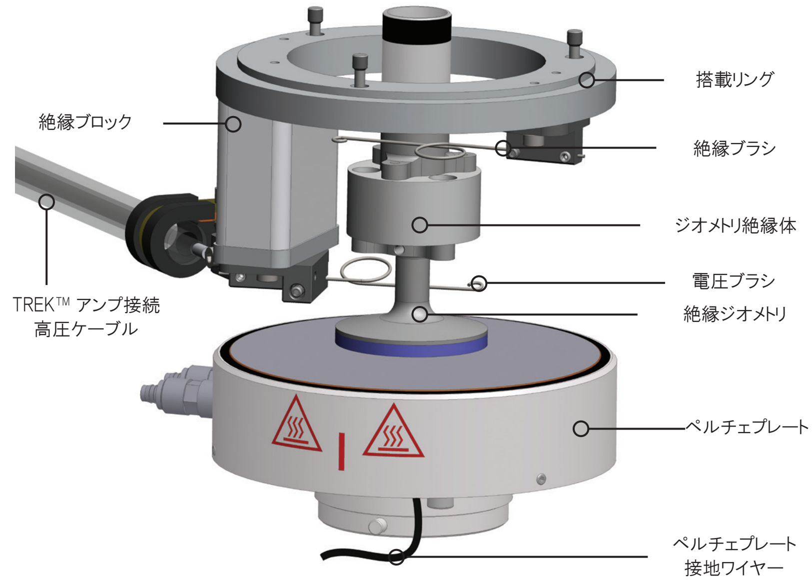
燃料電池プロトン交換膜は、気体湿度の機能としては非常に優れた性能特性を備えています。相対湿度(RH)が低い場合、膜の伝導度が低下し、膜の係数(効率)が低下します。このため、動作環境はRHを高く設定します。これらの膜は、湿度を吸収する吸湿性に優れ、可塑化や体積膨張を実現します。軸フィルム張力を使用して同時に引張弾性率を測定し、サンプル長さの変更を監視しながら、商業用フッ素重合燃料セル膜の有効な温度と湿度を管理します。この情報は、荷重と振動許容範囲の設計、および体積膨張に関する寸法の安全性を判断する上で重要です。

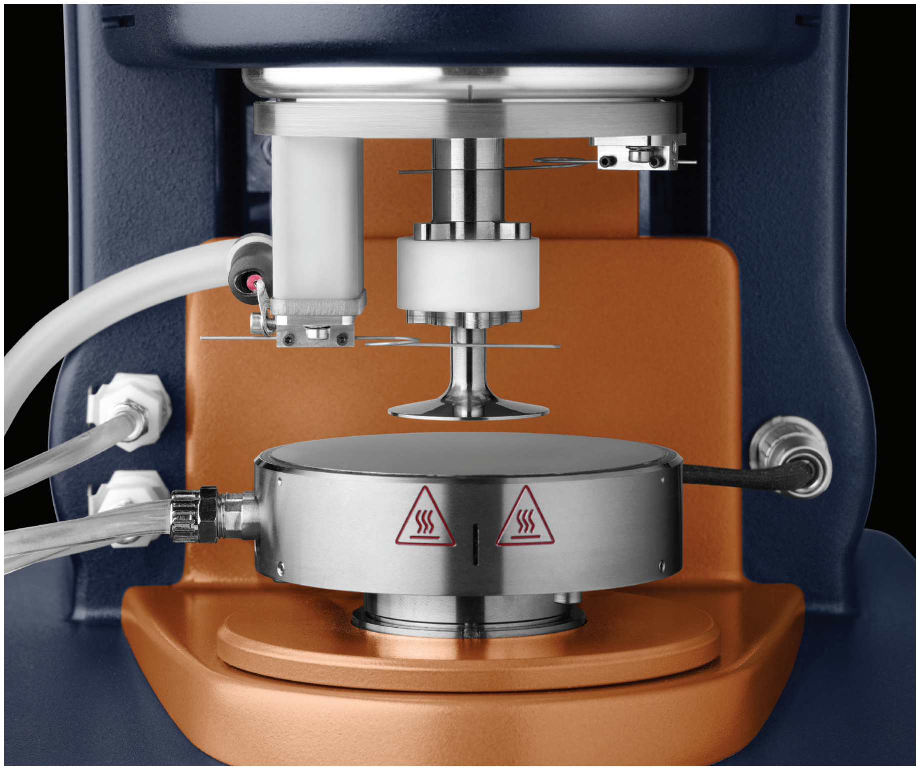


ELECTRO-RHEOLOGY ACCESSORY

エレクトロレオロジーアクセサリ (ER)

エレクトロレオロジー(ER)流体は電気絶縁流体における非電導性の超微粒子の懸濁液です。これらの物質は、電場が適用されると、著しい可逆的なレオロジー上の変化を示します。Discovery Hybrid Rheometer ERアクセサリは並行プレートまたは共軸円筒ジオメトリを使用して、最大4,000ボルトのER流体の特性評価を可能にしますアクセサリはすべてのDHRモデルで利用でき、互換性のある温度システムには一般的なペルチェプレート (-40 ～ 200 ℃) とペルチェ共軸円筒 (-20 ～150 ℃) が含まれます。カスタマイズ可能な波形と関数生成機能は、ユーザーが幅広い電圧プロファイルをTRIOS Softwareから直接プログラムすることを可能にします。電圧プロファイルには、一定電圧、ステップ電圧、ランプ電圧、正弦波電圧、三角波電圧関数、DCオフセットを持つ波動関数が含まれます。このアクセサリで実行できるレオロジーの実験に制限はありません。感電を防止するため、トリガーインターロックを備えた防護用ポリカーボネート製シールドもアクセサリに含まれます。



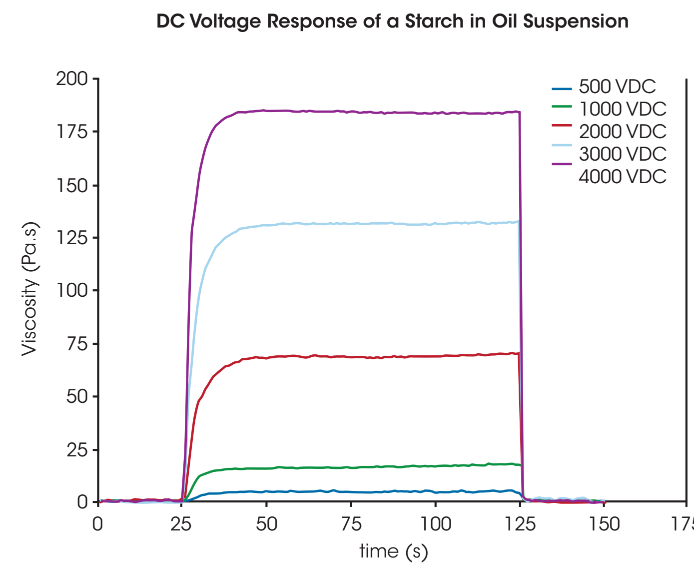


特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- 取り付けと取り外しが容易
- ペルチェプレートとペルチェ共軸円筒に対応
- セラミック製の絶縁材を備えた直径25 mmと40 mmのプレート
- 直径28 mmのDIN共軸円筒ローター
- 幅広い電圧範囲:4000 VDC、4000 VAC (ピーク間 8000 V)
- 互換性のある温度システム
- ペルチェプレート:-40 ～ 200 ℃
- ペルチェ共軸円筒:-20 ～ 150 ℃
- TRIOS Softwareで完全にプログラム可能
- 以下を含む電圧プロファイルの柔軟なプログラミング:
  - 一定電圧
  - ステップ電圧、ランプ電圧
  - 正弦波電圧関数
  - 三角波電圧関数
  - DCオフセットを持つ波動関数

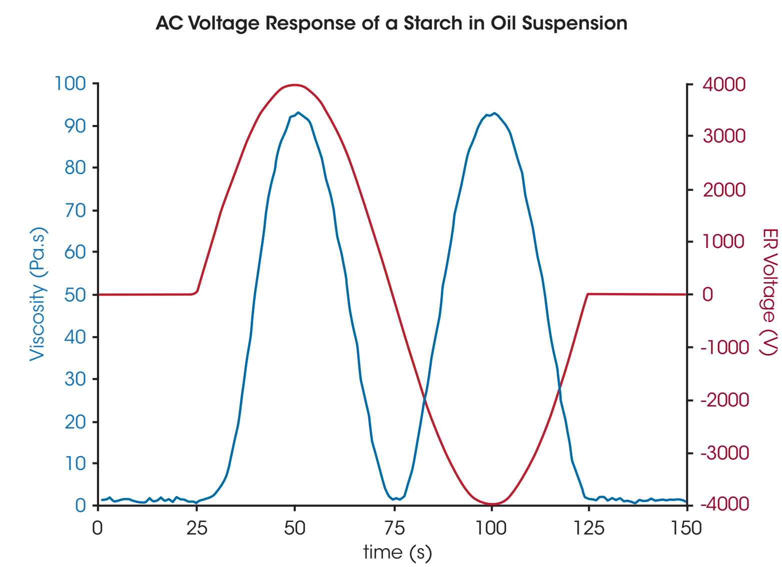
定常せん断でのスターチサスペンションステップ電圧

シリコンオイル中の10 %スターチ溶液は、高電圧を印加した時に構造の劇的かつ可逆的変化を示します。図は500～4000 Vまで100秒間、DC電圧を変化させた時間依存粘性を示します。基本となるレオロジーテストは、構造化プロセスへの妨害を最小限に抑える1 s^{-1}の一定速度で行われます。電界が印加されると、非導電性シリコンオイル中のデンプン粒子の分極は電極プレートの間に配列するデンプン粒子を一列に並べます。この配向は、強力な粘度増加によるものです。粒子を整列させる時間は、懸濁流体の粘度と電界の強さに依存します。せん断速度を適用すると、構造化プロセスの変形は完全には除去されないため、最大粘度は、並んだ粒子の列の形成と破壊との間の動的平衡が実現した際に観察されます。



定常せん断下の正弦波電圧オシレーション

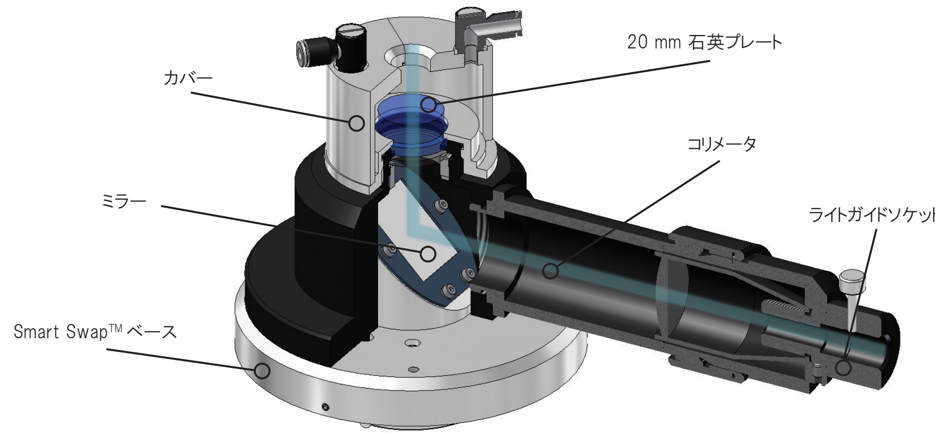
電気材料は、AC電圧プロファイルに興味深い応答を示します。右の図は、4000 Vおよび0.01 Hzの周波数のピーク最大値を有する交流電圧が油懸濁液中のスターチに適用されたときの一定のせん断速度での粘度の応答を示します。この電気的プロファイルを適用下では、粘度は電圧の周波数の2倍で変化します。言い換えれば、電圧の絶対値と同位相です。この挙動は、粘度は電圧サインとは無関係であるため起こります。電界が ゼロ電圧を有する場合には、粘度が最も低い値を示します。



UV CURING ACCESSORIES

UV硬化アクセサリ

UV硬化材料はコーティング、接着剤、インクなど、幅広く利用されています。これらの材料は紫外線の照射を受けると、通常は1秒未満から数分以内という短い時間で架橋反応が発生します。これらの材料のレオロジー特性を評価するための2つのSmart Swap™アクセサリがDHR-3およびDHR-2レオメータで利用できます。一方のアクセサリはライトガイドと反射ミラーアセンブリを使用して、高圧水銀光源からのUV照射を伝達します。もう一方のアクセサリは内蔵型のLEDアレイを使用してライトをサンプルに照射します。UV硬化アクセサリには20 mm石英プレート、UVライトシールド、窒素パージカバーが含まれます。オプションの最大150 ℃までの温度制御は、電気加熱プレート（EHP）オプションを利用することで可能です。ディスポーザブルプレートは、硬化したらプレートから除去することができない固いUVコーティングに利用できます。



UVライトガイドアクセサリテクノロジー

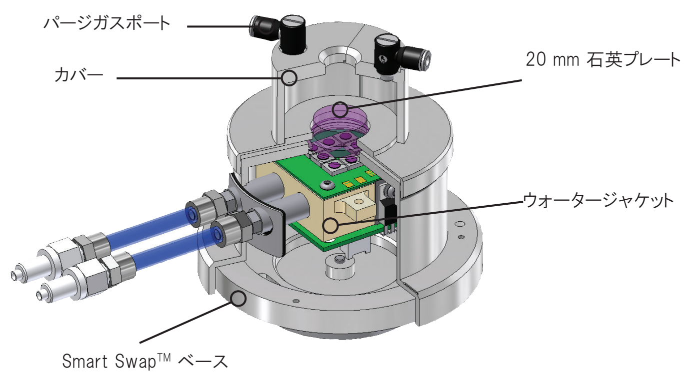
DHR UVライトガイドアクセサリは下部がSmart Swap™アセンブリとなっており、これには石英プレート、光源　マウント、コリメータ、直径5 mmの導光、UV水銀ランプ光源（Exfo Omunicure® S2000）が含まれています365 nmに1次ピークをもつ250～600 nmの広範囲のスペクトルを出すことができます。最大出力強度は300 mW/cm²以上です。光源用として外部フィルタホルダーとフィルターがあります。

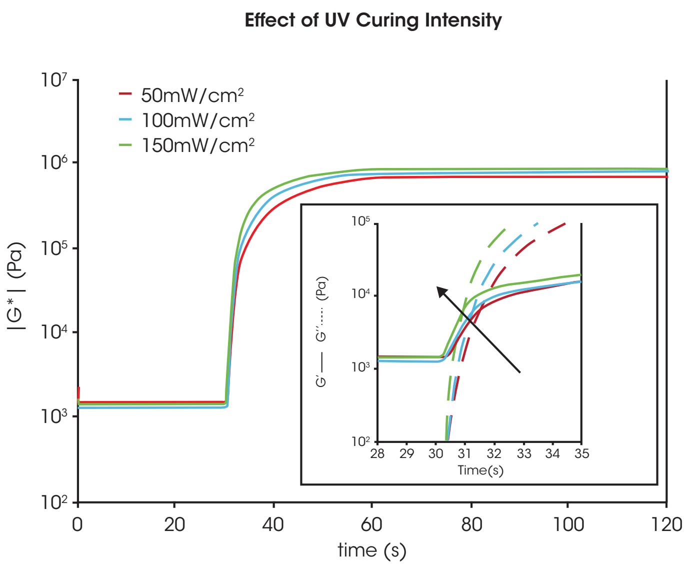
特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- 便利なコンパクト設計
- 平行光とミラーアセンブリによるプレート直径全体に均等な光
- プレートでの最大強度300 mW/cm²
- メインピークを365 nmにもつ広範囲なスペクトル
- フィルタオプションを通してアクセスできる特定波長を　もつ1システム
- 窒素パージポートのあるカバー
- ディスポアクリルプレート（オプション）
- 150 ℃までの温度コントロール（オプション）
- トリガー時間と強度をソフトウェアでプログラム可能

UV LED アクセサリテクノロジー

UV LEDアクセサリではシングルピーク波長光源としてLEDアレイを使用しています。LEDアレイはPCBの上に取り付けられており、使用中にLEDを冷やすウォータージャケットに固定されています。UVライトガイドシステム同様、LEDはあらかじめ調整され、プレートの表面全体に均等な光輝を与えます。LEDアクセサリ には、365 nmと455 nmの2つの波長のものがあります。最大出力強度は、それぞれ150 mW/cm²および350 mW/cm²です。これらはSmart Swap™オプションでレオメータに組み込まれています。トリガータイムと強度はソフトウェアでプログラム可能です。便利です。





特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- 水銀電球システムに取って代わる新しいテクノロジー
- 波長365 nm、ピーク強度150 mW/cm²
- 波長455 nm、ピーク強度350 mW/cm²
- 時間による強度減衰なし
- プレート直径全体に均等な強度、LEDはプレートの直下に 位置
- 電源、強度設定、トリガーなどの機能をもつ完全一体型のコンパクト設計
- 窒素パージポートのついたカバー
- ディスポアクリルプレート（オプション）
- 150 ℃までの温度コントロール（オプション）

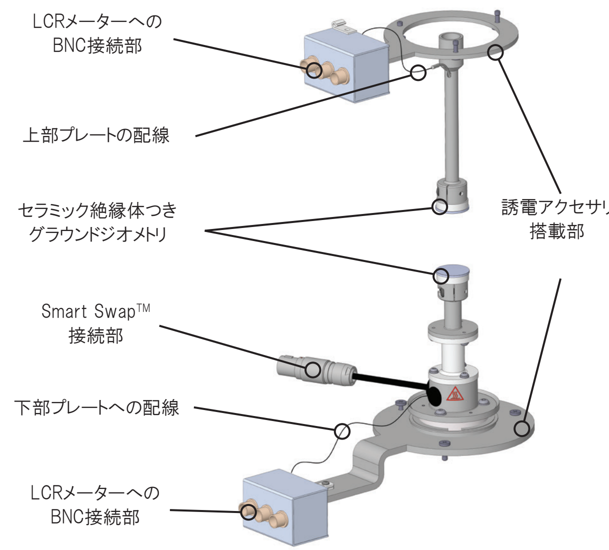
UV アクセサリオプション

このようなアクセサリでは、貯蔵弾性率 G’や損失弾性率 G”をモニタすることでUV硬化反応の研究ができます。左のグラフはUVライトガイドアクセサリで特性解析した粘着剤（PSA）のデータです。PSAは25 ℃の等温に保持され、硬化過程では照射強度を50から150 mW/cm²まで変えて測定しています。サンプルは光がオンになる前に30秒間測定されています。G’とG”のクロスオーバーの時間が短くなることでわかるように、照射強度の増加に伴い迅速な動的反応を示しています。同様の結果が温度制御下でも見られ、反応が高温でより迅速に生じることが確認されます。硬化反応は2秒以内に起こっています。DHRの迅速なデータ取り込みにより（最大50 pts/sec）液-固転移が明確に解析されています。照射強度および測定温度を若干変えることがクロスオーバーポイントをシフトさせています。この情報は、高速UV硬化プロセスの粘着性コントロールパラメータを理解する上で、また　材料を形成する際の開始剤を理解するうえで重要なものです。

DIELECTRIC MEASUREMENT ACCESSORY

誘電アクセサリ

すべてのDHRモデルに使用可能な誘電アクセサリは、動的機械測定と類似した追加技術を提供することで、材料特性評価機能を拡張します。機械的な荷重印加（応力）とは異なり、誘電分析では振動電場（交流電場）が使用されます。振動歪は試料中に電荷（Q）を蓄積します。振動電場（交流電場）を材料バルク体に与え、この技術でどの程度電荷（キャパシタンス）が保存されるか、電荷（コンダクタンス）が通過するかの度合を測定します。DHRは簡単にテストのセットアップとキャリブレーションができる柔軟なプラットフォーム、環境テストチャンバー、アキシャルフォース制御、ギャップ温度補償機能などの標準的な機能で正確性の高いデータ提供します。誘電分析はPVC、PVDF、PMMA、PVAなど極性のある材料や相分離系の物性評価、エポキシやウレタンの硬化反応速度のモニタリングに優れた手法です。誘電解析は通常100 Hzに制限されている典型的な動的機械測定の測定可能周波数範囲を拡張します。



テクノロジー

誘電アクセサリは、特定の電圧および周波数で信号を与える誘電LCRメータ（Agilent Model E4980A LCR）と接合するための配線やハードウェアが備わっている、25 mmパラレルプレートの特別なセットで構成されています。20 ～2 MHzの周波数範囲、0.005～20 Vの電圧範囲で測定可能です。環境テストチャンバーは（28ページを参照）-160 ～ 350 ℃での温度制御を行います。アクセサリは、レオロジー特性および誘電情報の同時測定を可能にし、または誘電測定のみを行うこともできます

特徴と利点

- Smart Swap™テクノロジー
- セラミック絶縁体つき25 mm 径プレート
- 硬化システム用ディスポーザブルプレート
- スタンドアロン誘電測定
- レオロジー測定と誘電測定の組み合わせ
- TRIOSソフトウェアによる完全なプログラム
- 時間-温度重ね合わせ
- マスターカーブ生成
- 広い誘電周波数範囲：20 ～2 MHz
- 簡単な取り付けおよび取り外し
- -160 ～ 350 ℃の温度範囲でETCに適合
- USB接続

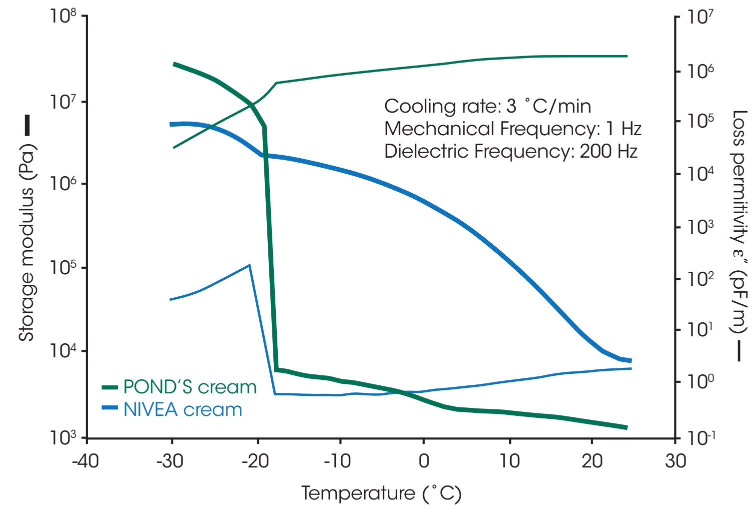
化粧クリームの相分離

食品や化粧品などの材料の温度安定性は、貯蔵・輸送中の製品性能に非常に重要です。レオロジーテストは、広く安定性評価のために使用されます。しかしながら、同時に誘電特性を測定する能力は、複雑な組成に、より価値ある洞察を提供することができます。右の図は25～-30 ℃までの冷却によりテストした2つの水系化粧用クリームの例です。2つの材料のデータの貯蔵弾性率、G 'のみを比較すると、POND'S®クリームは-18 ℃で10^3ジャンプしたあとはほとんど増加しないが、ニベアクリームは、全温度範囲にわたってより連続的弾性率が変化しています。-18 ℃でのPOND'S®のG' の大きなジャンプは不安定性と関係していることを機械的な応答だけから結論付けることができるかもしれません。しかし、 損失誘電率 ε "の同時測定により、主に、これらのサンプル中の水相のイオン移動度の変化に関する情報を提供します。ニベアの ε "はPOND'S®の ε "のわずかな変化に比べて10^2のジャンプを示しています。ε "の大きな増加は水の分離のような材料内のイオン移動度の増加が原因です。最終的な分析では、相分離はニベアでなくPOND'S®で発生します。冷却プロセスの間に、相分離が徐々に生じるにつれ、水相は、モルフォロジーを変えて成長します。モルフォロジーが徐々に変化するにつれ、G 'でも同様な現象が起こります。POND'S®のG 'の大きな変化は、より安定した均一なモルフォロジー転移の結果です。

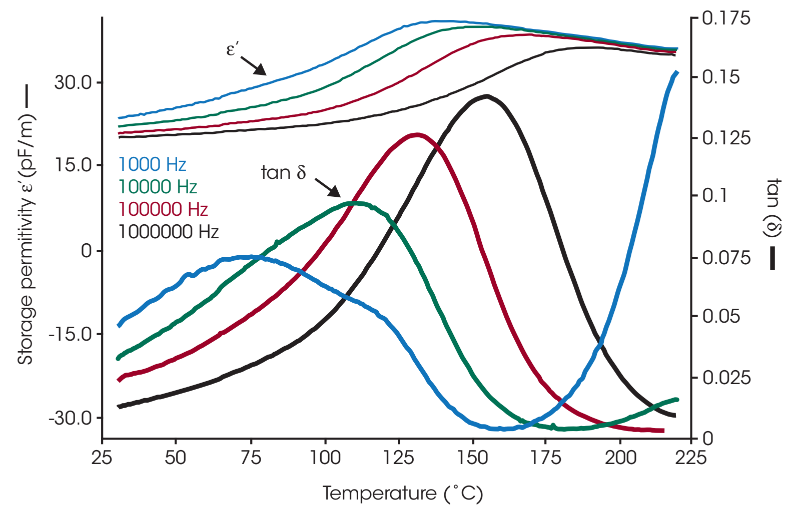
複数の周波数における誘電温度ランプ

右図は1 k～1 MHzの範囲の4つの異なる誘電周波数におけるポリ(メタクリル酸メチル)、すなわちPMMAサンプルの温度ランプを示しています。ここでは転移領域における周波数の増加に伴い ε 'の大きな減少、および周波数の増加に伴いtan δ の転移ピークの高温への移動が見られます。

Simultaneous Dielectric and Rheology of Hand Creams on Freezing



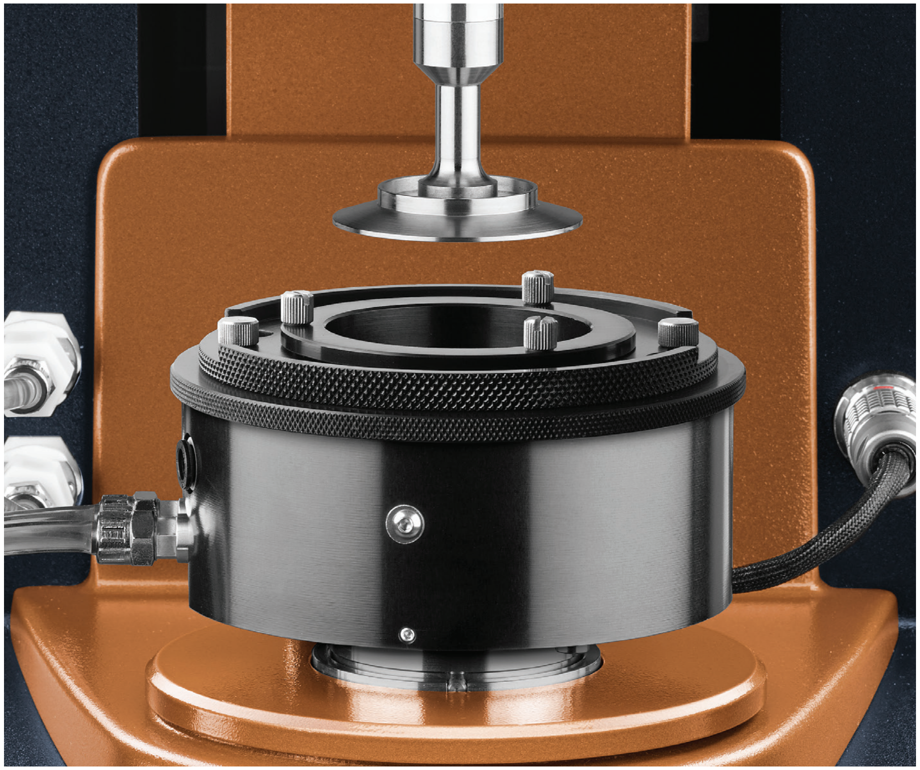
Dielectric Temperature Ramp on PMMA



IMMOBILIZATION CELL ACCESSORY

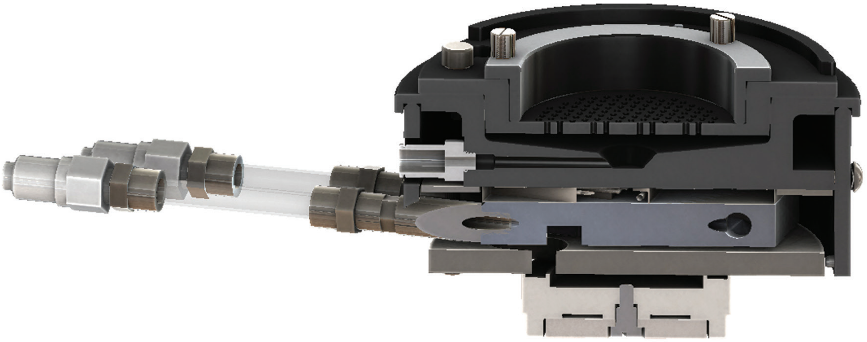
イモビリゼーションセル

イモビリゼーションセルアクセサリは、塗料、コーティング、スラリーの乾燥、保存、固定化の動態を評価することを可能にします。溶液は温度が制御された真空下で、多孔性の下部プレートに取り付けられた紙の基質を通してサンプルから抽出されます。固定化プロセスにおけるサンプルのレオロジー的変化は振動時間掃引試験によって制御されたアキシャルフォースと同時に定量化されます。固体のペルチェの加熱および冷却は、液体ベースの温度制御に頼る競合他社の設計よりも速く、より安定した温度制御を提供し、そして使用が簡単です。 DHR固定化セルは、設置、使用および洗浄が非常に簡単なSmart Swap™システムです。



テクノロジー

イモビリゼーションセルアクセサリは、温度制御されたジャケット、多孔性プラットフォーム、および基板クランプリングで構成されています。ペルチェ温度制御は、冷却サーキュレータなしで安定した応答性の高い制御を提供します。真空を制御し、廃棄物を収集するためのマニホールドがセルに接続されています。このシステムは、上部の50 mm平行プレートジオメトリと組み合わせて使用されます。



仕様	
温度範囲	-10 ～ 180 °C
温度分解能	0.01 °C
コーティングと基材の圧力差	0 ～ 85 kPa**
セル構造	陽極酸化アルミナ

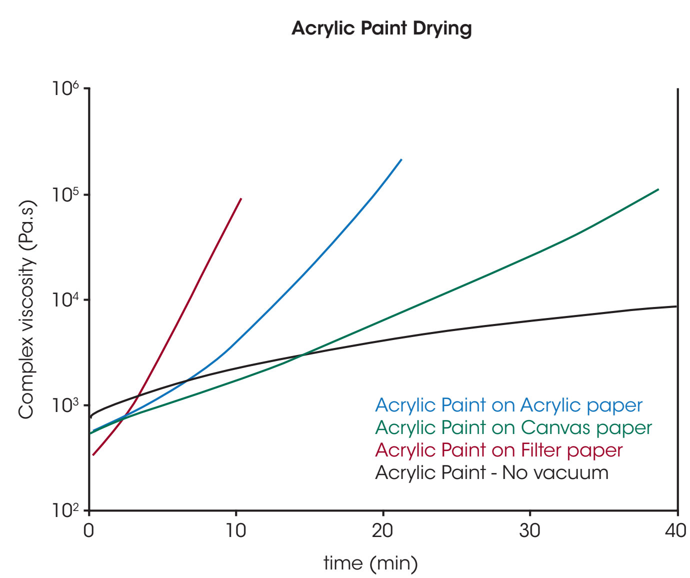
*適切カウンタークーリング使用
**ポンプの容量による

特徴と利点

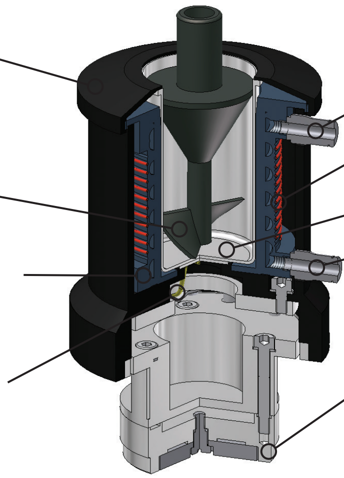
- Smart Swap™ テクノロジー
- ペルチェ温度コントロール
- 容易なサンプルクリーニング
- 交換可能なシーブ
- ソフトウェア制御の真空トリガー
- 制御された応力、歪、速度操作

塗料の乾燥特性

さまざまな紙基材にコーティングされたアクリル塗料の乾燥特性を右の図に示します。 真空にしないと、アクリル塗料はゆっくりと乾燥します。これは、複素粘度が徐々に増加することで示されています。完全な真空状態では、最初は複素粘度が低下し、その後連続的に乾燥して粘度が増加します。乾燥または沈降が起こる速度は、塗料の粒子特性、基材の多孔性と密度などに依存します。



STARCH PASTING CELL ACCESSORY



スターチペーストセル (SPC)

スターチペーストセル (SPC) は生澱粉製品、化工澱粉製品、澱粉ゲルを特性評価するための、より正確で強力なツールを提供します。また、安定性が著しく低い他の多くの材料を特性評価する際にも利用できます。混合、水の損失の低減、試験中における沈殿の抑制のため、革新的なインペラ設計を採用しています。実際のサンプル温度は最高加熱/冷却速度30 ℃/分で温度チャンバー中で測定、制御されます。

テクノロジー

SPCはセルジャケット、インペラ、固定カバーが付いたアルミニウム製カバーから構成されます。セルジャケットは加熱コイル、液体冷却チャネルを格納します。これは加熱と冷却を速く行うためにアルミニウム製のカップを囲んでいます。白金抵抗温度計 (PRT) は高い精度と正確度でサンプル温度を制御するため、カップ底部の近くにあります。サンプルを混合するため、ブレードが付いたインペラが底部にあります。ローター上部の円錐型リングによって溶媒の損失を抑えます。このリングは加熱中の蒸発の結果生じた凝縮水（または他の溶媒）に作用して、サンプルに戻します

特徴と利点

- Smart Swap™ テクノロジー
- 加熱/冷却速度　最大 30 ℃/min
- 正確度を高めて再現性を向上
- 頑丈なカップとインペラ
- 測定中、インペラが懸濁された不安定な粒子を液相状態に維持
- インペラ設計により、水、溶媒の損失を低減
- サンプル温度を直接測定
- すべてのレオメータテストモードはゲル化スターチなどの材料に対する高度な測定に利用可能
- 従来型レオロジー測定用としてオプションのコニカルローターも利用可能

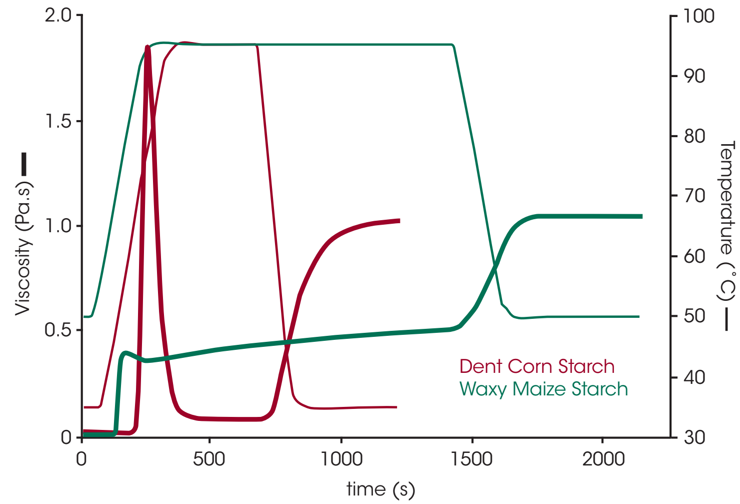
スターチセル製品のゲル化

スターチは食品であるばかりでなく、機能的に変性されたスターチは接着剤、紙、コーティング、木材、パッケージ、医薬品その他の領域で広く使用されています。スターチはある温度以上に加熱されると、スターチ顆粒はいわゆるゲル化という不可逆プロセスに入ります。スターチゲルの特性は生スターチの起源（農作物、ポテトなど）、環境条件（季節）、変性などに依存します。スターチを加熱したり冷却したりして得られる粘性カーブ、いわゆる糊化曲線は、一般に似たような特性形状となります。図は、デントコーンおよびワキシーメイズスターチの2つについてスキャンしたものです。この2つのスターチのペーストカーブの優れた再現性から、当社のレオメータのスターチセル設計の利点が明らかです。

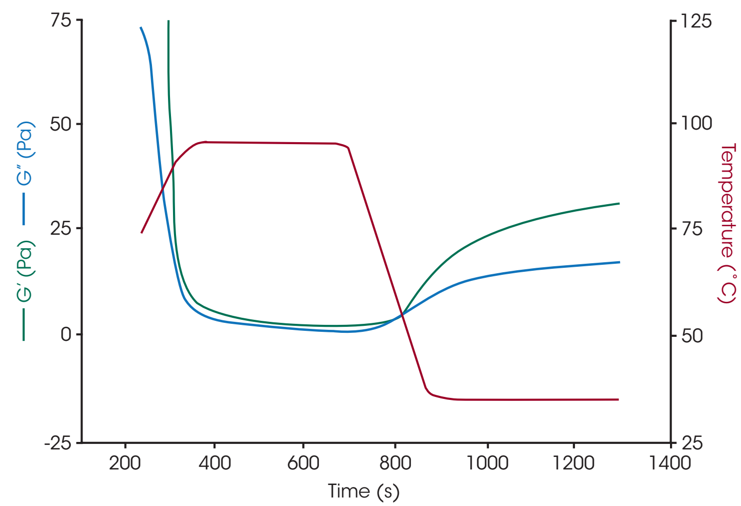
最新のスターチレオロジー

スターチセルでは、スターチの糊化曲線を測定できるばかりでなく、スターチゲルの特性を測定することができます。図はデントコーンスターチで、振動測定を用い、ごくわずかなせん断下でのスターチのゲル化プロセスをモニターしたものです。この測定では、スターチ粒子をけん濁させたまま温度を上昇させてせん断しています。粘度が粒子の安定を阻害する75 ℃で、せん断を中止し、そのままわずかな振動応力で測定を続けています。図では貯蔵弾性率G’および損失弾性率G”が見られます。これらの値はスターチのゲル化および最終ゲルの構造的特性についてきわめて感度の高い情報を提供します。これにより構造ー特性間の貴重な関係を発展させることができます。このような感度の高い測定は従来のスターチ特性解析用装置では実現できません。

Two Scans each of Dent Corn and Waxy Maize Starch



Dent Corn Starch Gelatinization



Expert Training Expert Support

WORLDWIDE

AMERICAS

New Castle, DE USA
Lindon, UT USA
Saugus, MA USA
Eden Prairie, MN USA
Chicago, IL USA
Irvine, CA USA
Montreal, Canada
Toronto, Canada
Mexico City, Mexico
São Paulo, Brazil

EUROPE

Hüllhorst, Germany
Bochum, Germany
Eschborn, Germany
Wetzlar, Germany
Elstree, United Kingdom
Brussels, Belgium
Etten-Leur, Netherlands
Paris, France
Barcelona, Spain
Milano, Italy
Warsaw, Poland
Prague, Czech Republic
Sollentuna, Sweden
Copenhagen, Denmark

ASIA & AUSTRALIA

Shanghai, China
Beijing, China
Tokyo, Japan
Seoul, South Korea
Taipei, Taiwan
Guangzhou, China
Petaling Jaya, Malaysia
Singapore
Bangalore, India
Sydney, Australia