

SolarPaq

取扱説明書

対応ソフト:
insight
software

第 1 号

DATAPAQ®

A Fluke Company

SolarPaq

取扱説明書

対応ソフト:

insight
software

第1号



Datapaq®社は世界でも一流のプロセス温度モニタリング計器のメーカーです。当社は、先進的で使いやすいトラッカーシステムの絶えまない開発を通して、このリーダーシップを維持します。

ヨーロッパとアジア

Datapaq Ltd.
Lothbury House, Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
United Kingdom
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
Email sales@datapaq.co.uk
www.datapaq.com

北米と南米

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry
NH 03038
USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
Email sales@datapaq.com
www.datapaq.com

安全警告

Datapaq 設備の安全な使用のために、必ず

- 付属の使用説明書を遵守します。
- 設備に表示されるすべての警告サインを遵守します。



潜在的危険の表示

Datapaq設備上では、このサインは通常高温を示しますが、このしるしを目にした時は、マニュアルを参照し、より詳細な説明を獲得してください。



高温警告

Datapaq設備上にこのしるしが現れた際、設備表面は著しく高温（または低温）になっており、皮膚やけどを引き起こす恐れがあります。

© Datapaq Ltd., Cambridge, UK 2010

不許複製

Datapaq社はこの内容に関していかなる説明や保証もいたしません、同時に特定の目的のための商品性または適合性のいかなる黙示保証をも明確に拒否します。Datapaq社はこの中に含まれる誤り、またDatapaqソフトウェア、関連ハードウェア及び本資料の供給、性能または用等に関する偶発的あるいは間接的損害に対して、一切その責任を負いません。

Datapaq社は度々本出版物を修正しその内容を変更する権利を保留し、その際この修正および変更についていかなるものにも通知する義務を負いません。

Microsoft及びWindowsはマイクロソフト社の登録商標です。

その他の言語の取扱説明書もごさいます。

詳細についてはDatapaq社へご連絡ください。

目次

7 はじめに

9 基本ハードウェアとその使用方法

9 システムコンポーネント

9 耐熱ケース

10 熱電対プローブ

15 温度プロファイリングの実行

15 概要

16 ロガーの準備

16 ロガーを耐熱ケースにインストール

17 システムを炉に入れる

17 炉からの取出し及びデータのダウンロード

18 分析のためのデータ準備

19 有線遠隔測定の使用

19 トラブルシューティング

21 反射防止コーティング（スパッタリング）

21 耐熱ケース

22 熱電対

23 温度プロファイリングの実行

25 接点焼結（金属化）

25 耐熱ケース

26 熱電対

27 温度プロファイリングの実行

29 モジュールラミネーション

29 耐熱ケース及び保護フレーム

30 熱電対

30 温度プロファイリングの実行

はじめに

Insight™ Solar Tracker® ソフトウェア付き Datapaq® SolarPaq は、太陽電池製造に使用されるさまざまな熱処理プロセスにおける製品の温度プロファイルモニターし分析する完全なシステムです。そのパワーとフレキシビリティによって、SolarPaq はプロセス温度モニタリング（試運転やトラブルシューティングからプロセスの最適化まで）用の理想的なツールとなり、一貫した製品品質と最大効率を確保します。

Insight ソフトウェアの革新的**分析技術**は問題の発見やプロセスの微調整及びランニングコストの低減に有効です。パワフルな**レポート作成機能**により、ユーザはカスタマイズしたプリントアウト（任意又は全ての分析結果や生の温度データなどを含む）を生成することができます。

本書に詳述した資料および手順は正確で再現可能な温度プロファイルを取得することに役立ちます。Datapaq は結晶太陽電池製造に使用され且つ最もよくプロファイリングされるプロセスへの専用ソリューションの開発に取り組んでいます。ここではこれについて詳しくご説明いたします。また、SolarPaq システムの薄膜太陽電池製造など関連産業での基本用法も記述されています。

本書の内容は以下のとおりです。

- **基本ハードウェアとその使用方法** (P.9) —耐熱ケース、熱電対プローブ及びそれらの仕様と使用方法。
- **温度プロファイリングの実行** (P.15) —太陽電池製造中の各種プロセスに共通な温度プロファイルを獲得する全ステージ（**有線遠隔測定**を通じてリアルタイムで温度プロファイルの変化をフォローすることなど）。
- SolarPaq で対応できる特定プロセス：**反射防止コーティング（スパッタリング）** (P.21)、**接点焼結（金属化）** (P.25)、**モジュールラミネーション** (P.29)。

データロガーの専用マニュアルもご参照ください。ロガーの操作方法は下記のとおりです。

- Insight をインストールして、ロガーとパソコン間の通信を確立。
- 新しいデータ収集パラメータでロガーをリセット。
- 収集したデータをパソコンにダウンロード。
- 遠隔測定の使用。
- ロガー故障のトラブルシューティング。

Insight ソフトウェアの使用方法については、ソフトウェアをインストールした際に使用可能になるオンラインヘルプシステムをご参照ください。

基本ハードウェアとその使用方法

太陽電池製造に関する色々なプロセスに対応するために、SolarPaq システムは使用目的に応じて様々な配置で提供されています。本章の情報はすべてのシステムに適用します。電池製造において、下記のプロセスに特別に対処する必要があります。

- 反射防止コーティング（スパッタリング）プロセス（P.21）。
- 接点焼結（金属化）（P.25）。
- モジュールラミネーション（P.29）。

データロガー及びその他の専用ハードウェアの使用方法については、それぞれの付帯資料をご参照ください。

システムコンポーネント

典型的な SolarPaq システムには下記のものが含まれています。

- データロガー（通信ケーブル、充電器など）。
- データロガーユーザマニュアル（ロガーのモデルにより異なる）。
- 耐熱ケース（炉内にある期間でロガーを保護）。
- 熱電対プローブ。
- SolarPaq 取扱説明書。
- Insight ソーラートラッカー（Solar Tracker）ソフトウェア。

耐熱ケース

耐熱ケースはデータロガーに対して、苛酷な炉内環境に耐え抜くように、必要な熱的/機械的保護を与えます。

様々なロガーとプロセスに合わせた各種耐熱ケースが使用可能ですが、それらの仕様と用途について本書の関連部分で述べられています。

セラミックファイバークロスで覆われたマイクロポーラスセラミック耐熱層が主要な熱的保護を提供するので、システムは高温で長時間動作できます。

耐熱ケースが**真空プロセス**で使用されようとし、且つしばらくの間ほっておかれた場合、セラミック耐熱層からのガス放出のため、真空化プロセスは通常より長くかかります。

耐熱ケースの選択

あるプロセスの温度プロファイリングを実行する前に、SolarPaq システムが適切であることを確保しなければなりません。

使用する耐熱ケースの規定耐熱時間はプロセス中で経験する時間/温度プロファイルの耐熱時間を超えなければなりません（本書における耐熱ケース仕様ご参照）。**耐熱ケースの誤用は耐熱ケース及び/又はロガーに修復不能な損傷をもたらす恐れがあります。**

自由かつ安全にプロセスを通過できるように、SolarPaq システム（主に耐熱ケース）の**物理的なサイズ**を考慮すべきです。システムを安全に炉に入れたり炉から取り戻したりできることに特に注意を払わなければなりません。

耐熱ケースの選択について何か疑問がございましたら、プロセスの全詳細でDatapaqまでご連絡ください。

熱電対プローブ

熱電対プローブは 19 世紀に発見されたゼーベック効果 (Seebeck effect) をベースとしています。この効果によると、どんな導電材料でも不均等の温度下で起電力を生じます。実際の測定電圧は、熱電対の「熱」及び「冷」の接点（「熱」接点は測定接点、「冷」接点は熱電対と測定計器間の接点）間の温度差に比例します。

熱電対の実際運用には、潜在的な測定エラーを除去する高度な電子装置が必要です。これらのエラー例としては、測定範囲内の不良直線性、冷接点での温度バラツキによる不正確さなどが挙げられます。これらの問題に対処するために、測定システムにおける電子装置は、冷接点での0°Cをシミュレートするとともに、熱電対の動作範囲に現れる非直線性を補償しなければなりません。

時間の推移とともに、感度、直線性（有用な温度範囲内での感度の一致性）、価格、可用性などで選ばれた材料を使用することで「標準」熱電対が開発されてきました。現行の標準には K、N、R、S、T タイプがあり、それぞれコネクタの色で識別できます。

熱電対仕様

太陽電池製造中の炉動作に必要な標準熱電対プローブは **Kタイプ** であり、それはニッケルクロム合金とニッケルアルミニウム合金を合わせた熱接点を有しています。Kタイプの国際規格は 0~1,250°C の範囲内での感度と直線性を定義していますが、動作範囲は実際にケーブル耐熱層によって制限されます（下記参照）。

プローブタイプ	温度範囲	ケーブル耐熱層	Datapaq プローブの精度
K	-150~1,370°C	鉬物、PTFE、セラミック	0~1,250°C では ±1.1°C 又は ±0.4%（いずれか大きい方）

Datapaq の K タイププローブは **グリーンコネクタとケーブル** と同梱されており、IEC584 標準色に従っています。

熱電対ケーブル耐熱層

熱電対プローブの実際の動作温度はケーブル耐熱層の温度特性により制限されます。太陽電池製造用のプロセスに対して、プローブの耐熱層として鉬物と PTFE をお勧めします。

耐熱層	温度上限
鉬物耐熱層 (MI)	1,250°C
PTFE	265°C
バインダレスガラス繊維	1,000°C

鉬物耐熱 (MI) プローブの密閉接点は電気干渉を抑制できるので、スパッタリングプロセスに特に役立ちます (P.21)。PTFEほど柔軟ではありませんが、最高 1,250°C の場合に適用します。

バインダレスガラス繊維 はとても軽量で柔軟なので高温に適用します。接点焼結のようなプロセスに使用されます。

PTFE (ポリテトラフルオロエチレン) 耐熱プローブは 265°C 以下での一般的な用途に適しています。PTFE は丈夫、柔軟、ノンスティックで、熱質量が低く、反応が速いです。

警告

PTFE は燃焼ををサポートしませんが、265°C 以上では分解し少量の有毒ガスが出ます。

主な PTFE 熱分解産物：

下記の温度以上の場合	産物
400℃	注参照*
400℃	テトラフルオロエチレン
440℃	ヘキサフルオロプロピレン
475℃	パーフルオロイソブチレン
500℃	フッ化カルボニル* (湿った空気中ではフッ化水素ガスに変わる)

* PTFE テープを長時間 400℃ で維持した場合にも生じる可能性があります。

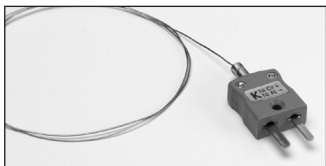
健康被害データ

- PTFE 分解産物を吸い込むと、「ポリマーガス熱」を引き起こし、その症状はインフルエンザに似ています。
- 摂取または皮膚接触はリスクをもたらしません。
- 通常 PTFE への暴露は医学的条件を悪化させません。

救急及び応急措置

- PTFE ガスにさらされたら、その被災者を空気のきれいなところへ移してください。
- 消火の際には、自給式呼吸器や防護服などを着用してください。

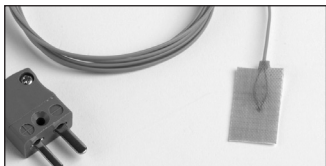
熱電対タイプとアクセサリ



超微細高温熱電対

鉬物耐熱ケーブル、直径 0.5 mm。BSEN 60584.2 Class 1 に適合。短時間で最高 1100℃。

- PA1570 0.3 m
- PA1571 0.6 m
- PA1572 1.0 m



接着パッチ熱電対

接着パッチ及び/又は高温テープで直接に軽量金属又はプラスチックに取付可能。即応を必要とする場合又は赤外線プロセスに理想的。PTFE 耐熱ケーブル。最高 265℃。

- PA0061 1.0 m
- PA0060 1.5 m
- PA0062 3.0 m

バインダレスガラス繊維熱電対

1/0.2 フラットペアケーブル、熱接触を改善するようにフラット化した熱接点。ANSI MC 96.1 Special Limits of Error に適合。最高 1,000°C。

PA1144 0.5 m

PA1145 1.0 m

カプトンテープ 高温接着

露出接点プローブを固定。シリコーン感圧接着剤。最高 400°C。

HT0090 9 m

熱電対プローブの使用方法

Datapaq プローブは幅広い用途に適用できます。さまざまなプロセスとそれぞれのプローブ位置に応じて上記のリストから適切なタイプを選択します。

プロセス温度によって熱電対の耐熱材を決定することがあります。プロセス温度が十分に低い場合、PTFE の方は好ましい (P.11)。

熱電対チップ (熱接点) の機械設計は製品に適する必要があります。結晶電池の表面温度を測定するには、非常に軽量なフラットチップがベストです。厚めのガラスパネルの温度を測定するには、ロバスト性改善のためにより重いプローブを使用することができます。

製品をデータロガーに繋ぎ戻せるように熱電対の十分な**長さ**を選択すべきですが、過剰ワイヤはシステムがプロセスを通過していると同時にひっかかたり捕われたりする恐れがあります。

熱電対タイプ (K、N、R、S 又は T) は使用されたデータロガーのタイプにマッチしなければなりません。

プローブの位置付け

製品の幾何形状及びプロセスの熱要求はテストに必要な熱電対の数量と位置を決めます。場合によっては、製品全体を覆うように数多くの熱電対の配列をインストールする必要があります。その他の場合では、製品の特定期間をモニタするように熱電対を位置付けます。

プローブの装着

精確で再現可能な温度プロファイルを獲得するために、プローブを製品に装着するのはキーステップです。製品の具体的な性質とプロセスの温度に応じて下記のオプションを選択してください。

- **粘着テープ。**
- **接着剤** (高温エポキシ又はセラミック使用可能)。
- **機械装着** (クランプ機構により)。

熱電対チップとその固定具の熱質量は製品の熱質量より低いべきです。従って、測定値は通常生産で発生する製品温度を真に反映できます。

表面温度をモニタする際には、熱電対プローブの先端と製品をしっかりと機械的に接続しなければなりません。不良な熱接触は、製品のプローブに対する加熱速度を減少させ、ひどい場合にはプローブが同じ温度に到達することさえ妨げます。装着前に、プローブチップが清潔であることを確保します。

再現性を向上させプローブの寿命を最大化するために、熱電対が永久に装着してある標準製品をテストピースとして使用することが望ましいです。

熱電対プローブのテスト

熱電対は通常ロバストですが、使用中に破損することもあります。熱電対の取り付け後の動作状態を確認するには、

- 有線遠隔測定にてプロファイリング実行をモニタする場合 (P.19) のようにシステムをセットアップし、熱電対によって記録され且つ Insight で表示された温度に注意します。又は
- K タイプのデジタル温度計を使用します (それぞれの熱電対を順に温度計のコネクタに接続)。又は
- 全セットの熱電対がロガーに装着されており且つロガーがパソコンに接続されている状態で、Insight で「通信セットアップ」ダイアログ中の「診断」セクションを開きます。すると、現在のプローブ温度は表示されます。

以下のように続けます。

1. まず周囲温度での測定値に注意します。Insight がデータなし又はデジタル温度計に開路あり (「通信セットアップ」ダイアログで *OC*) を表示したら、熱電対は破損したかもしれません。一貫性のない測定値は間欠ショートを示します。
2. 満足のいく周囲温度が記録されたら、指又は別の熱源で熱電対チップに熱を加えます。温度上昇が示されたはずです。
 - 測定値が変わらなかった場合、熱電対がショートしているので、それを交換しなければならない。
 - プローブが空気温度を測定した場合、ケーブルはたぶん破損した。(そのため新しい熱接点が生まれた)
 - 温度計が温度下降を示した場合、熱電対は逆に接続された。
3. 熱電対チップを沸騰水に入れることで正しい動作を確認します。
4. 破損したケーブルの付いた熱電対を交換します。

温度プロファイリング の実行

本章の情報はすべての SolarPaq システムに適用します。下記の特定システムの詳細もご参照ください。

- 反射防止コーティング（スパッタリング）プロセス（P.21）。
- 接点焼結（金属化）（P.25）。
- モジュールラミネーション（P.29）。

温度プロファイルは以下の二つの方法より得られます。

- **標準プロファイリング** — ロガーと製品が炉を通過した後、データをロガーからパソコンにダウンロードし、Datapaq Insight ソフトウェアで表示し分析します。
- **有線遠隔測定を使用**して — ロガーが炉内の製品からデータを収集しながら、データは有線接続を通じて直接にパソコン伝送されます。温度プロファイルの変化状況はリアルタイムで観察することができます（P.19）。

本章では、製品又はテストピースを炉に通し遠隔測定不使用で温度プロファイルを獲得するという基本段階について述べられています。

概要

製品とデータロガーを炉に通す前に、新しいデータを受信する準備として、Insight ソフトウェアでロガーをリセットします。ロガーを炉から回収したら、再び Insight ソフトウェアでプロファイルデータをダウンロードしディスクに保存します。手順は以下の通りです。

- 熱電対プローブを位置付けて装着する。
- データロガーとパソコン間の通信をセットアップする（前回のプロファイリング実行の際にセットアップされていない場合）。
- 新しいデータを受信するためにロガーをリセットする。この期間では、サンプリング間隔とデータ収集のトリガ方法を設定したりロガーのバッテリーステータスをチェックしたりできる。
- ロガーを耐熱ケースに入れる。
- テストピース及びロガー／耐熱ケースを炉に通す。
- ロガーから Insight ソフトウェアにデータをダウンロードする。
- 必要ならば、データ内に炉スタート位置を設定する。

- プロファイルデータと一緒に記録したい追加情報を追加する。

以後、必要に応じて Insight でプロファイルデータを分析できます。

ロガーの準備

データロガーを初めてパソコンに接続する場合には、両者間の通信を確立する必要があります。また、プロファイリング実行前に、データ収集パラメータを確立するために Insight ソフトウェアでロガーをリセットしなければなりません。ロガーの専用マニュアル又は Insight のヘルプシステムをご参照ください。

ロガーのおすすめ**サンプリング間隔**（リセットプロセスにおいて選択）がモニタされているプロセスによって異なることに注意します。
本書の関連部分をご参照ください。

ロガーのバッテリーがプロファイリング実行に不十分と疑う時にも、リセット手順に従ってバッテリーステータスをチェックしなければなりません。

関連手順については、ロガーの専用マニュアル又は Insight のヘルプシステムをご参照ください。ロガーは使用後 35℃ 以下に冷却してください（手袋なしでも快適に持てる程度）。

ロガーを耐熱ケースにインストール

耐熱ケースが前回の使用後十分に冷却していることを
ご確保ください。

1. 熱電対をロガーの番号付きソケットに差込みます。プロセスファイルを使用している場合には、ロガー上のプローブ/ソケット番号がプロセスファイル内のプローブ番号及び位置を定義するのに使われるものに対応するようにしてください（プロセスファイルについては Insight ソフトウェアご参照：F1 を押しまたはメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択し、「プロセスファイル：ファーンレス、レシピ、製品」をクリック）。
2. 耐熱ケースのシールが清潔で破損していないことを確保します。データロガーの保護のために、耐熱ケースと熱電対ケーブル間の良好な密封は必要不可欠です。耐熱ケースが閉じている時に可能な限り最良のシールを確保するために、熱電対ケーブルが耐熱ケースから出てくる場所で交差しないことを確保します。
3. トリガモードがスタートボタンの場合、緑 LED がサンプリング間隔で点滅し始めるまでそのボタンを約 1 秒間押します。

4. 耐熱ケースを開めます（蓋がしっかり閉じるように）。

システムを炉に入れる

炉を通過するラインスピードが非常に速いかもしれませんから、システムのいずれかの部分をプロセスにロードする前に注意深くすべての準備を整えておかなければなりません。多くの場合には、プロセスの入口でアクセススペースとアクセスタイムが限られているので、システムをどのようにインストールするかをしっかりと計画してください。

1. 計器搭載テストピースを炉のコンベヤー又はローディング機構に載せます（熱電対ケーブルが後ろに向いて且つアセンブリが移動中に炉の任意の部分をぶつからないように）。多くの用途では、テストピースが耐熱ケースより先にプロセスに入れば、最良の結果は得られます。（製品温度を測定する際に熱擾乱を最小化）
2. システムがプロセスに長い間ある場合、期待退出時間を計算できるように入り時間に注意してください。

炉からの取出し及びデータのダウンロード

警告

耐熱ケース（恐らくロガーも）は非常に熱いので、防護手袋を使用してください。

システムが炉から出てきた途端又はシステムへのアクセスが可能で安全になり次第、システムを回収します。適切な操作のために炉の付近に十分なスペースが使用可能でなければなりません。

耐熱ケースを開けて**ロガーを取り出します**。

熱い耐熱ケースからロガーを取出さなかったら、ロガーを破損させる恐れがあります。

耐熱ケースを全開し冷たい表面上におくと、冷却速度が速まります。

セットアップが許せば、熱電対プローブは後続のプロファイリング実行のためにそのまま置いておくことができます。熱電対ををそのままにしておけば、摩擦とケーブルストレスを減らせるのでその寿命を最大限に伸ばせます。

データ収集を手動停止する必要がある場合、ロガーの赤ストップボタンを赤と緑ロガーステータス LED が同時に点灯するまで押し続けてください。赤LEDが5秒毎に1回点滅することは、データがロガーに保存されていてまだパソコンにはダウンロードされていないことを示します。

Insight ソフトウェアでロガーからデータをパソコンに**ダウンロード**します。関連手順については、ロガーの専用マニュアル又は Insight のヘルプシステム (Insight のメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択) をご参照ください。

分析のためのデータ準備

Insight のパワフルな分析機能については、そのオンラインヘルプ (Insight のメニューバーから「ヘルプ」>「目次」>「データ分析」を選択) をご覧ください。ダウンロードされたデータの完全分析を始める前に、下記の手順が望ましい。

- **プロセスファイル** (プロセスファイルについては Insight ソフトウェアをご参照: F1 を押したまたはメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択し、「プロセスファイル: ファーネス、レシピ、製品」をクリック) を適用する。
- データに**炉起動位置**を指定する (下記参照)。
- **熱電対修正係数**をデータに適用する (下記参照)。
- プロファイリング実行に関するいかなる**注記**を記録する (下記参照)。

炉起動の指定

ダウンロード中にプロセスファイルをデータに適用していなくて (上記参照)、または適用したプロセスファイルが調整すべき**炉起動位置**を指定していないから、今炉起動位置を調整したい場合には、メニューバーから「プロセス」>「炉起動の調整」を選択し又は右クリックメニューを使用してください。

これは異なるパックファイル (つまり異なる温度プロファイリング実行から得たデータ) を互いに比較するのに有用です。この時点で炉起動位置を調節したくない場合には、後でいつも調節可能です。

炉起動及びその調節方法については、「炉起動の調節」ダイアログの「ヘルプ」をクリックしてください。

熱電対修正係数

熱電対の校正データによって修正係数を確立することで精度を高めることができます。一連の温度値の修正係数を知り、且つ隣接温度値間の線形関係を仮定すれば、適切な修正は、校正された温度範囲内の全データに適用できます。Insight はこれらの修正係数を「修正係数ファイル」に保存し、修正はこのファイルをデータに適用するだけで行なえます。

修正係数ファイルの作成と使用については、Insight のオンラインヘルプシステムの「修正係数」トピックをご参照ください。

注記の保存とレポートの印刷

Insight でプロファイリング実行データと関連づけたい注記又は写真を保存するには、「編集」>「注記」を選択してください。


プロファイリング実行データ及びその分析結果のカスタマイズレポートの印刷オプションを選択するには、「ファイル」>「印刷オプション」をクリックしてください。

有線遠隔測定の使用

標準オフライン分析のほかに、有線遠隔測定によるリアルタイム分析も Insight ソフトウェアで行なえます。

従って、熱電対が炉から引きずり、そして炉外におけるロガーに装着されている状態で、ロガーの収集しているデータは通信線を通じて直接パソコンに伝送されると同時に、温度プロファイルの変化状況はリアルタイム（つまりデータ受信中）で観察することができます。

実行完了後、受信されたデータは新規パックファイルとして保存できません（データが実行中にロガー内部にも保存されているので、実行終了後ロガーからデータをパソコンにダウンロードして最終パックファイルとして保存可能）。

トレーリングリード線ウィザード（Insight ツールバー上の  をクリック又はメニューから「ツール」>「ウィザード」を選択）に従ってステップバイステップでプロファイリング実行を行なえます。さらなる詳細については、ロガーの専用マニュアルをご参照ください。

トラブルシューティング

熱電対プローブのチェック

熱電対プローブは通常は信頼できますが、不適当な使用または対処による破損は誤った測定値をもたらします。無効なデータが温度プロファイル（パックファイル=paqfile）に入ったと疑ったら、Insight ソフトウェアの分析ウィンドウ中の「データ表示」タブを選択し、ロガーからダウンロードした生データをチェックしてください。パックファイルに含まれる様々なタイプの無効データは下記のように分析グリッドに示されます。

OC 開路。

NA データは使用不能。

- *LO* 測定された温度はロガーの範囲を下回っている。
- *HI* 測定された温度はロガーの範囲を上回っている。
- *** 計算不能（無効データによるとは限らない）。「データ表示」分析モードには現れない。

断続的な開路があるプローブは不規則でスパイクなプロファイルを生じる恐れがあります。データ収集中のデータロガーからプローブをはずした時には、スパイク (spike) が必ず起こります。無効または中断データの典型的な原因：

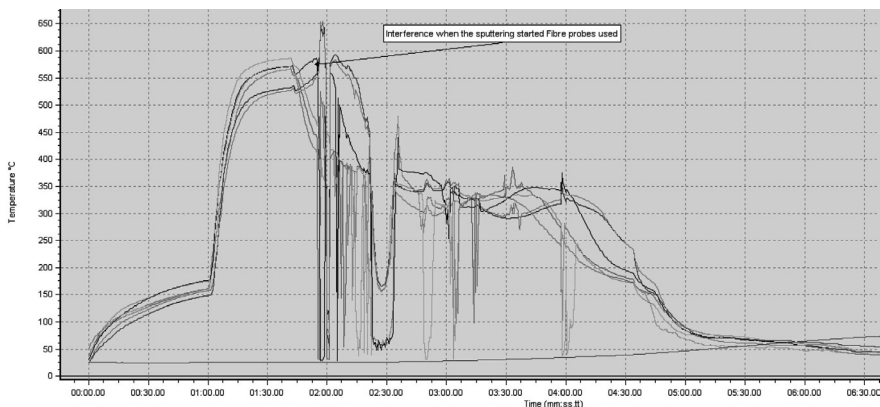
- 熱電対がロガーからはずれている。
- 接続不良。

他のプローブ測定値と一致しない不良な熱電対測定値は、ショート（裸ワイヤは熱接点の前に接触が発生する）による可能性があります。これは「虚偽熱接点」と呼ばれます。耐熱ケース内部の耐熱層が破損している場合には、この現象はそこにも現れます。

全てのケースでは、関連プローブを交換しなければなりません。

干渉

不規則又はスパイクな測定値は過度の外部電気干渉で生じますが、通常適切な熱電対タイプによって除去することができます。これは反射防止コーティングを太陽電池に塗り付けるためのスパッタリングプロセス（SolarPaq システムがプラズマにさらされる）をモニタする時の特殊問題です（P.21）。この場合では孤立接点式鉬物耐熱プローブをご推薦します。励起されたプラズマ内でセラミック又はガラス繊維耐熱プローブを使用したら、不規則で誤った測定値は生じることがあります。



あるスパッタリングプロセスからの温度プロファイル（孤立接点式鉬物耐熱プローブを使用せずにプロファイリングを行なった時の典型的な干渉）。

反射防止コーティング (スパッタリング)

下記の SolarPaq ハードウェアおよび手順は、太陽電池製造において反射防止窒化ケイ素コーティング塗布用のスパッタリングおよびそのほかのプロセスをモニタするのに適用します。

コーティングプロセスを厳密にモニタすることはプロセスの最適化及び太陽電池の最終効率にとって大切です。SolarPaq システムは全プロセスを通過しながら電池表面温度を測定し、さらにプロセス内のすべての点での動態データを提供できます。

太陽電池キャリアフレームがプロセスを通過すると同時に、ロガーとその熱保護装置をキャリアフレームに入れるだけで OK です。SolarPaq システムがちょうど 156mm 電池位置の 1 つを占めるので、キャリアを変更する必要はありません。システムは通常生産のようにプラズマフィールドの励起状態で全プロセスを通過します。

本章のテーマ、つまり SolarPaq システムの反射防止コーティング (スパッタリング) プロセスへの適用に関する説明は本書の他の部分で述べられた基本用法や手順 (P.9 と P.15) の補充ですから、それと一緒にご参照ください。

耐熱ケース

耐熱ケースの基本用法と選択については、P.9 をご参照ください。

反射防止コーティングプロセス用の耐熱ケースは標準 6 チャンネルモデル K タイプ Q18 データロガー (DQ1863) に適用します。

TB7400

温度°C	450				
持続時間 (分)	8				
寸法	高さ 18 mm	幅 149 mm*	長さ 148 mm*	重さ 0.44 kg	

* 固定用フランジ (幅 10 mm) は 3 側に装着してある。

耐熱ケースに付随するスペーサーブロックにより、プロセス室の寸法に適するようにキャリアフレームの高さを調節できます。



Q18 データロガー（TB7400 耐熱ケースにあり、反射防止コーティングプロセス用）。

熱電対

反射防止コーティングプロセスにとって、孤立式接点鉤物耐熱タイプの熱電対をご推薦します。こういう熱電対はプロセスプラズマ室内で生じた電場対して最大保護を提供します。それ以外のいかなるタイプの熱電対では、不規則で誤った測定値を引き起こす恐れがあります（P.20）。

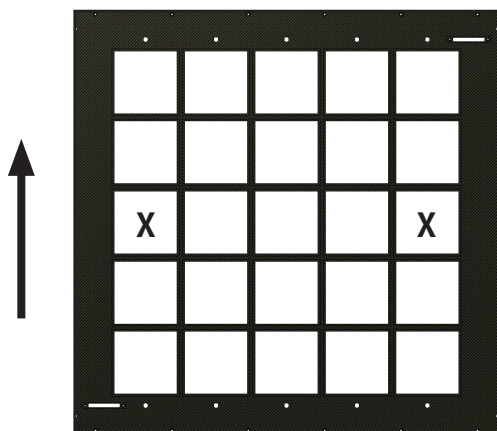
Datapaq 超微細高温熱電対（PA1570。P.12 参照）をお薦めします。

プローブの位置付け及び装着

プローブの太陽電池への装着方法はプロセス温度次第です。低めの温度では、カプトンテープ（P.12）は合理的な結果を速く獲得する方法として使えますが、恐らく各プロファイリング実行後に交換しなければなりません。高めの温度では、高温接着剤で又は熱電対ケーブルを円弧状に曲げる（ケーブルの弾力性によって電池との接触を保つために）だけでプローブを固定できます。

モニタされる太陽電池の数量と位置はプロセスエンジニアによって決定され、且つ炉と炉プロファイリングの理由に依存します。

耐熱ケースはキャリアフレームの片側にできるだけ近いところに且つフレーム前後の中間に位置づける必要があります。こうすれば、キャリアがプロセス室で加熱されている時にシステムの重さで垂れ下がる可能性を低減できます。熱電対ケーブルは、プロセス室に引っかかる可能性を最大限に低減するように、できる限り注意深くロガーと耐熱ケースにルーティングし戻す必要があります。



反射防止コーティング（スパッタリング）プロセスにおける太陽電池用の典型的なキャリアフレーム（SolarPaq 耐熱ケースアセンブリは必ず X マーク付き位置に置かれる。矢印はプロセスでの進行方向を示す）

熱電対プローブが後続のプロファイリング実行のためにそのまま置いてある専用キャリアは望ましいです。熱電対ををそのままにしておけば、摩耗とケーブルストレスを減らせるのでその寿命を最大限に伸ばせます。

温度プロファイリングの実行

基本手順については P.15 をご参照ください。

ロガーの準備

サンプリング間隔を 0.5 秒に設定します。こうすれば、十分なデータ解像度は得られます。より短いサンプリング間隔は電気干渉をもたらすことがあります (P.20)。0.5秒又はそれ以上のサンプリング間隔では、ロガーの内部回路は干渉を最大限に低減するように設定されています。


ロガーを耐熱ケースにインストール

耐熱ケースは上記のようにキャリアフレームにインストール、さらに熱電対はそれぞれ1つずつ耐熱ケースの前面における出口スロットに置くべきです。

システムをプロセス室に入れる

SolarPaq システムをキャリアフレームにインストールしてから、キャリアの自動ローディングシステムでキャリアをプロセス室にロードします。

温度プロファイルのチェック

ロガーからダウンロードされたプロファイルデータを Insight で分析する際に、「反射防止」を炉タイプとして選択していることを確保します。これを実現する方法として**プロセスファイル**（プロセスファイルについては F1 を押し又はメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択して「プロセスファイル：ファーンレス、レシピ、製品」をクリック）の使用はベストです。あるいは、「プロセス詳細」ダイアログの「ファーンレス」タブ（Insight ツールバー上の  をクリック又はメニューから「プロセス」>「プロセス詳細」を選択）で炉タイプを設定してください。

Insight ウィンドウの下部におけるタブから専用**反射防止分析モード**を選択します。特に興味ある分析データはピーク温度や上昇/下降スロープ、ユーザ指定温度間の平均スロープです。

接点焼結（金属化）

太陽電池から得られる最適性能は主に接点焼結プロセスに依存します。不正確な温度プロファイルは接触抵抗及びフィルファクターに影響し、且つ直接に生産量を減らしてしまいます。ロガーは炉を通過しながらテスト電池の上下部の6点から温度プロファイルを記録するので、SolarPaq システムで通常生産をを中断せずにプロセスをモニタできます。

接点焼結プロセスに適用する SolarPaq ハードウェアと手順は下記のとおりです。

本章のテーマ、つまり SolarPaq システムの接点焼結プロセスへの適用に関する説明は本書の他の部分で述べられた基本用法や手順（P.9 と P.15）の補充ですから、それと一緒にご参照ください。

耐熱ケース

耐熱ケースの基本用法と選択については、P.9 をご参照ください。

接点焼結プロセスに適用する二種の耐熱ケースは耐熱時間が異なります。両方とも標準6チャンネルモデルKタイプ Q18 ロガー（DQ1860）に適用します。

TB7200

温度°C	200	400	600	800	
持続時間（分）	6.5	2.0	1.5	1.0	
寸法	高さ 19.5 mm	幅 165 mm	長さ 234 mm	重さ 1.0 kg	

TB7250

温度°C	200	400	600	800	
持続時間（分）	19	5.5	4.5	3.5	
寸法	高さ 23 mm	幅 165 mm	長さ 224 mm	重さ 1.25 kg	



接点焼結プロセス用 TB7200 耐熱ケース (TB7250 は類似)。

熱電対

Datapaq 超微細高温熱電対 (PA1570) 又はバインダレスガラス繊維熱電対 (PA1144) をお勧めします (P.12)。

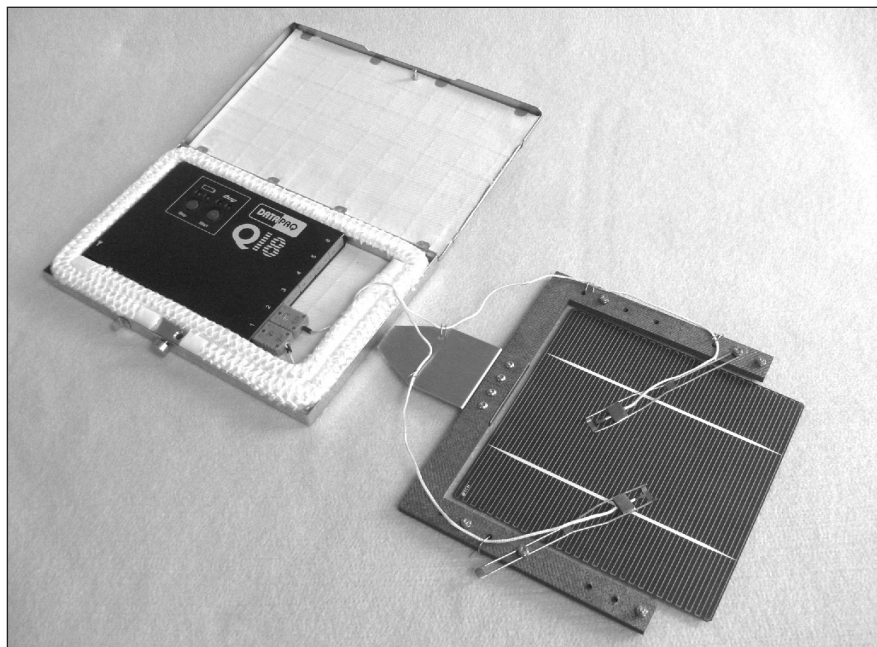
プローブの装着

その基本的な考慮事項については P.13 をご参照してください。

Datapaq 電池クランプの使用

電池クランプ PA2070 は最大 156 mm 角の太陽電池に適用します。電池がしっかり位置付けられている間に、プローブはクランプの両側におけるネジで固定されています。こうして、ユーザは単に付随プローブチップ (probe-tip) を電池表面上の所要位置にスライドするだけで OK です。このクランプは最大 4 つの上側プローブおよび 2 つの下側プローブと一緒に使えます。

使用前に、電池をサポートするワイヤが十分な張力を与えるように調整されていることを確保します。こうして、電池の過度屈曲を防止し、良好な熱接触を提供することができます。プローブを調整する時に、アセンブリの全幅が炉壁や炉に付いているいかなる電池ガイド装置にぶつからないようにします。熱電対ケーブルは、炉コンベヤーに引っかかる可能性を最大限に低減するように注意深くロガーと耐熱ケースにルーティングし戻す必要があります。



接点焼結プロセス用 SolarPaq システム（ロガーは開いた耐熱ケースにあり、電池クランプは2つの熱電対プローブを電池の上側に固定）。

クランプ不使用での装着

クランプを使用せずにプローブを薄い電池に装着するのは非常に時間がかかるだけでなく、慎重に実施しなかったら、再現可能な結果がなかなか取りにくいです。最もよく使われて且つ有効な方法として、0.5 mm 鉚物耐熱プローブ PA1571 をお勧めします。これらのプローブは電池の後方に少し離れたところで炉コンベヤーに押し下げられる必要があります（ケーブルの最後の 150 mm は、ケーブルの弾力性によって電池との接触を保つように、円弧状に曲げられる）。

Datapaq はガラス業界で熱電対を平板ガラスに装着するのに広く使われているセラミックセメントを提供できます。しかし、電池が非常に壊れやすく且つセメントのさらなる熱質量が温度測定に悪影響を与えるので、このソリューションは太陽電池に理想的ではありません。

温度プロファイリングの実行

基本手順については P.15 をご参照ください。

ロガーの準備

可能なかぎり最速のサンプリング間隔（0.05 秒）を選択します。こうして、非常に速い温度上昇と下降期間で最良のデータ解像度は得られます。

温度プロファイルのチェック

ロガーからダウンロードされたプロファイルデータを Insight で分析する際に、「接点焼結」を炉タイプとして選択していることを確保します。これを実現する方法として**プロセスファイル**（プロセスファイルについては F1 を押し又はメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択し「プロセスファイル：ファーネス、レシピ、製品」をクリック）の使用はベストです。又は「プロセス詳細」ダイアログの「ファーネス」タブ（Insight ツールバー上の をクリック又はメニューから「プロセス」>「プロセス詳細」を選択）で炉タイプを設定します。

Insight ウィンドウの下部におけるタブから専用**接点焼結分析モード**を選択します。特に興味ある分析モード：

- **スロープ** — 加熱/冷却速度。スロープの経時変化を表示するには「編集」>「バーチャルプローブ」>「一階導関数」を選択してください。
- **曲線下面積** — 焼結温度以上にある太陽電池によって吸収されたエネルギーの尺度として使用可能です。

モジュールラミネーション

太陽電池モジュールがラミネーションプロセス中でさらされた温度プロフィールはEVA接着剤の硬化効果にとって大切で、それゆえにモジュールの寿命に直接影響します。SolarPaq システムはモニタしようとするシートと一緒にラミネータに入れられるので、通常生産をを中断せずにプロセスをモニタできます。

本章のテーマ、つまり SolarPaq システムのラミネーションプロセスへの適用に関する説明は本書の他の部分で述べられた基本用法や手順 (P.9 と P.15) の補充ですから、それと一緒にご参照ください。

耐熱ケース及び保護フレーム

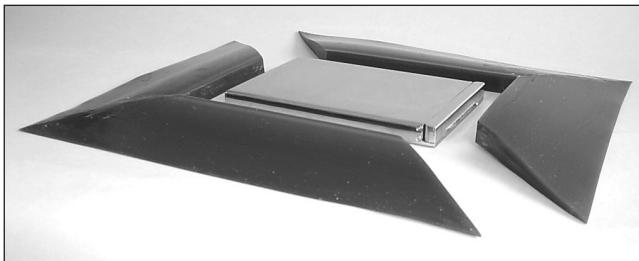
耐熱ケース及びその保護フレームはラミネーションプロセスの温度と圧力からデータロガーを保護できるだけでなく、余分なストレスポイントがラミネート膜上に発生しないことを確保できます。

TB7100耐熱ケース

耐熱ケースの基本用法と選択については、P.9 をご参照ください。

ラミネーションプロセス用の耐熱ケースは標準6チャンネルモデルKタイプ Q18 データロガー (DQ1860) に適用します。

寸法	高さ	幅	長さ	重さ
	20 mm	147 mm	219 mm	1.25 kg



ラミネーションプロセス用の TB7100 耐熱ケース (保護フレームの2セクションは耐熱ケースにぴったり合う)。

TB7150 シリコン保護フレーム

2部からなるフレームはシリコンゴムから作られています。

寸法	高さ	幅	長さ	重さ
	20 mm	365 mm	443 mm	0.65 kg

熱電対

ラミネーションプロセスが 250℃ をはるかに下回る温度で行なわれるので、柔軟な PTFE 耐熱熱電対（PA0061 など）をお勧めします（P.12）。

プローブの装着

PA0060 シリーズ熱電対はフラット化した接点及び付随粘着テープを有しているため、必要に応じガラス表面又は太陽電池モジュールのバックリング膜に貼り付けるだけでよいです。熱電対をモジュールの中央及びエッジ、コーナーに置くことで、モジュールにわたる温度をモニタでき、さらにすべての点での温度を仕様内に保つことを確保できます。

お互いに交差しないように熱電対ケーブルを配置すべきです。耐熱ケースアセンブリをテストモジュールのすぐ後ろにおけるシート上に置き、且つすべての熱電対をアセンブリにルーティングし戻した方が望ましいです。

温度プロファイリングの実行

基本手順については P.15 をご参照ください。

ロガーの準備

サンプリング間隔を 0.5 秒に設定します。こうして、10～20 分間の典型的なプロセス持続時間にとって十分なデータ解像度が取れます。

ロガーを耐熱ケースにインストール

ロガーを耐熱ケースにスライドしてから耐熱ケースを閉めます（同時に、熱電対ケーブルが開き戸（hinged door）のベースにおけるカットアウトから出てくるようにする）。そして、耐熱ケースを厚紙板又はガラス板上に、且つシリコン保護フレームを耐熱ケースの周囲に置く必要があります。熱電対ケーブルは保護フレームとフレームが載っている板の間を通過すべきです。

システムをラミネータに入れる

多くの大型ラミネータは自動ローディングシステムを有していますが、SolarPaq システムをローディングエリアに載せられるように、手動操作は優先すべきことがあります。


計器搭載モジュールと耐熱ケース/フレームアセンブリをローディングベルト上に置きます。ラミネータ内における真空シールを形成する高価な膜を保護するために、保護フレームがしっかり固定されているのを確保してください。

保護フレームを正確に位置付けなかったら、ラミネータは破損する恐れがあります。

ラミネータからの取出し及びデータのダウンロード

ラミネートからシステムを回収した後、保護フレームはそのままにしておくことができますが、耐熱ケースからロガーを取り出せるように、フレームのフロントセクションだけを取り外す必要があります。

温度プロファイルのチェック

ロガーからダウンロードされたプロファイルデータを Insight で分析する際に、「ラミネータ」を炉タイプとして選択していることを確保します。これを実現する方法として**プロセスファイル**（プロセスファイルについては F1 を押し又はメニューバーから「ヘルプ」>「目次」を選択し「プロセスファイル：ファーンエス、レシピ、製品」をクリック）の使用はベストです。あるいは、「プロセス詳細」ダイアログの「ファーンエス」タブ（Insight ツールバー上の  をクリック又はメニューから「プロセス」>「プロセス詳細」を選択）で炉タイプを設定します。

Insight ウィンドウの下部におけるタブから専用**ラミネーション分析モード**を選択します。特に興味ある分析データはピーク温度とユーザ指定温度以上で費やした時間です。EVA 接着剤の仕様には必要な架橋結合温度と時間に関する詳細情報が含まれていますが、分析項目を設定することで、その情報を表示したり、あるプローブのプロファイルが仕様を満たさなかった際にアラームをトリガしたりすることができます。

ヨーロッパとアジア

Datapaq Ltd
Lothbury House
Cambridge Technopark
Newmarket Road
Cambridge CB5 8PB
Großbritannien
Tel. +44-(0)1223-652400
Fax +44-(0)1223-652401
sales@datapaq.co.uk

北米と南米

Datapaq, Inc.
3 Corporate Park Dr., Unit 1
Derry, NH 03038
USA
Tel. +1-603-537-2680
Fax +1-603-537-2685
sales@datapaq.com

中国

Datapaq Ltd
3rd Floor, Lane 280-6
Linhong Road
Shanghai 200335
China
Tel. +86(0)21-6128-6200
Fax +86(0)21-6128-6221
Fax +86(0)21-6128-6222
sales@datapaq.com.cn



A Fluke Company

www.datapaq.com