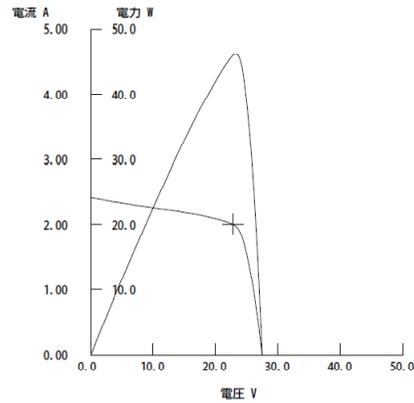


CNS2010-141 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| | |
|----|--|
| 型式 | |
|----|--|

| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| 定格 | 59.2 | | | | |
| 初期値 | - | - | - | - | |
| 測定値 | 45.67 | 27.51 | 2.41 | 12.08% | 2010 |

外観抽出品

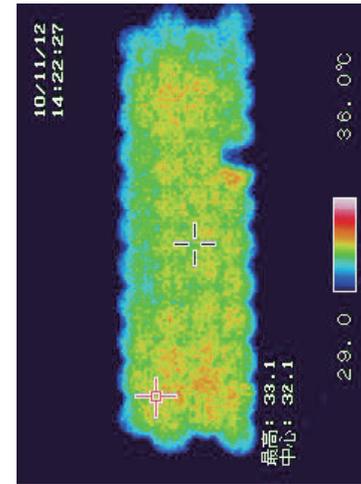


なし

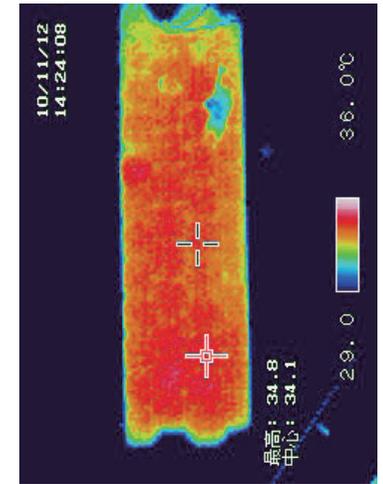
初期値

測定値

CNS2010-141 外観抽出品 <順熱画像>



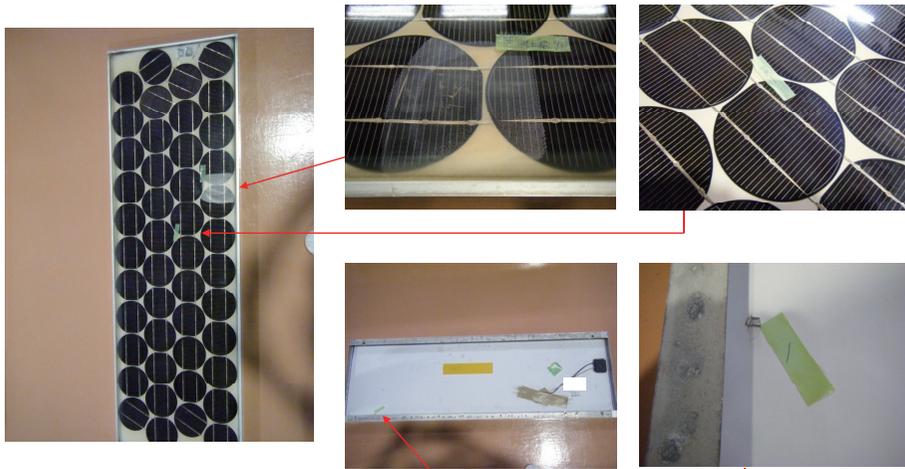
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

裏面の低温部はガムテープの位置と一致しています。

CNS2010-141 外観抽出品 <外観>

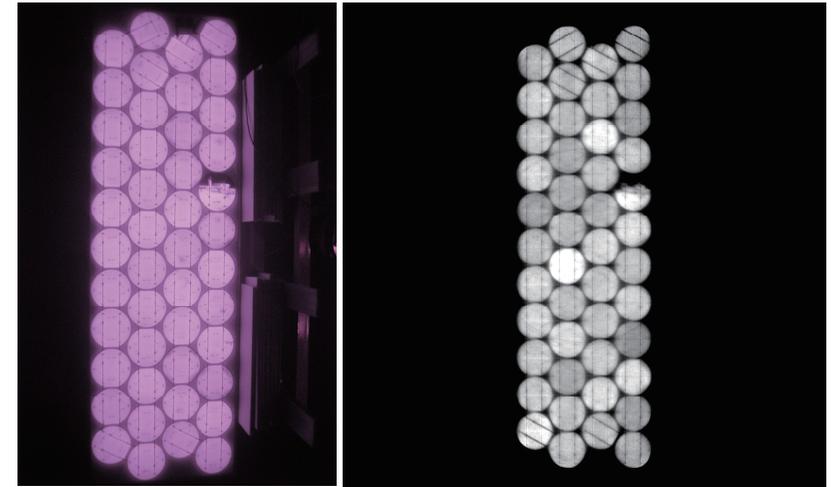


外観(表面)

拡大写真

白濁+クラック、変色、めくれ(バックシート)

CNS2010-141 外観抽出品 <EL, MAP>



EL像

MAP像

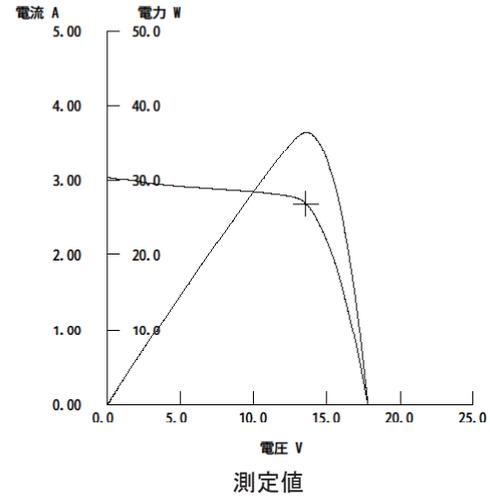
白濁部下側のセルは、クラックが多数入っている。
EL,MAPで暗くなっている部分のバックシートにはがれが見える
MAP像でシャント気味のセルが確認できる

CNS2010-144 <I-Vカーブ>

コメント:黄変、バックシート変形

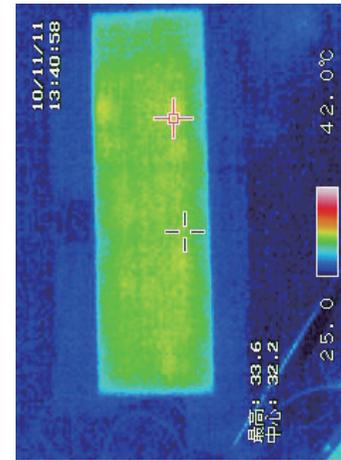
型式

| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff |
|-----|-------|-------|------|-------|-------|
| 定格 | 42.0 | 18 | 3.26 | - | - |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 36.26 | 17.81 | 3.03 | 67.17 | 10.17 |

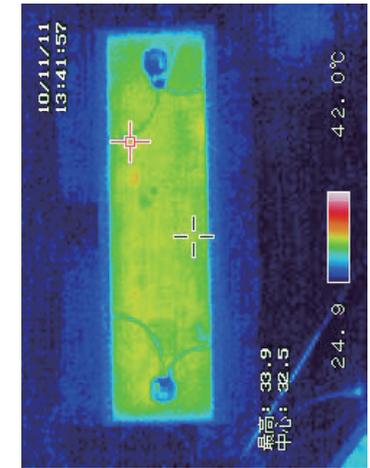


初期値

CNS2010-144 <順熱画像>

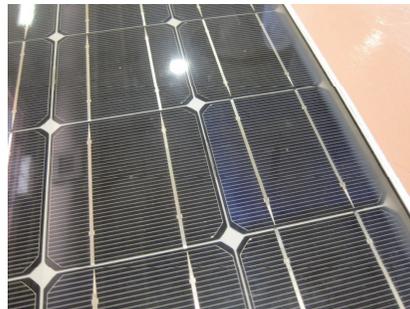


表面(ガラス面)

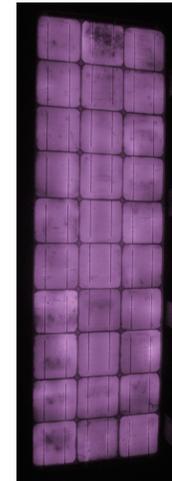


裏面(バックシート面)

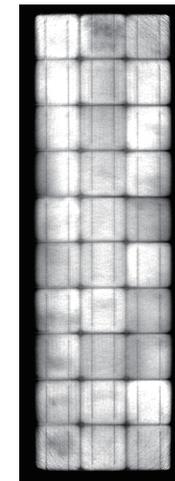
CNS2010-144 <外観>



CNS2010-144 <EL、MAP>



EL像



MAP像

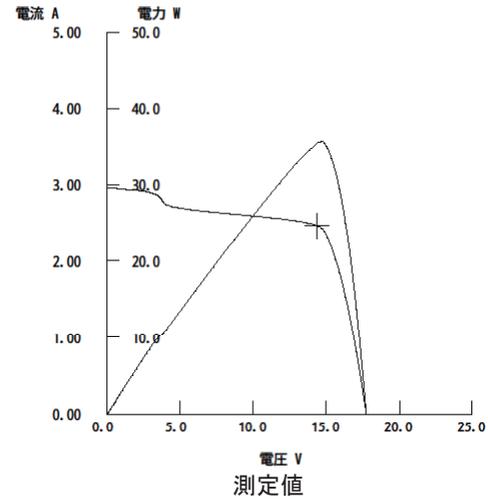
コメント: ELの影の部分とMAPの影の部分がほぼ一致。
MAPでシャント部を複数確認。(出力には大きな影響ないと思われる)

CNS2010-145 (外観抽出品) <I-Vカーブ>

型式: _____

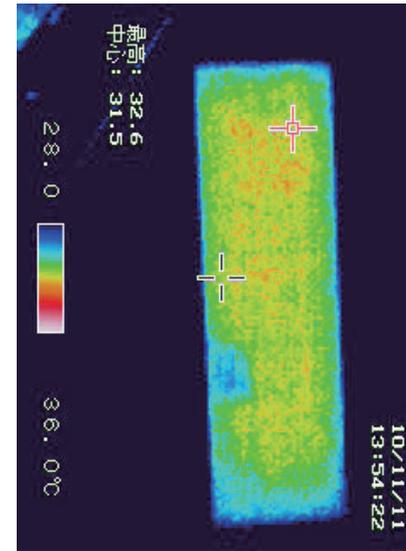
| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff |
|-----|-------|-------|------|-------|------|
| 定格 | 42.0 | 18 | 3.26 | - | - |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 34.78 | 17.70 | 2.97 | 66.21 | 9.78 |

コメント:

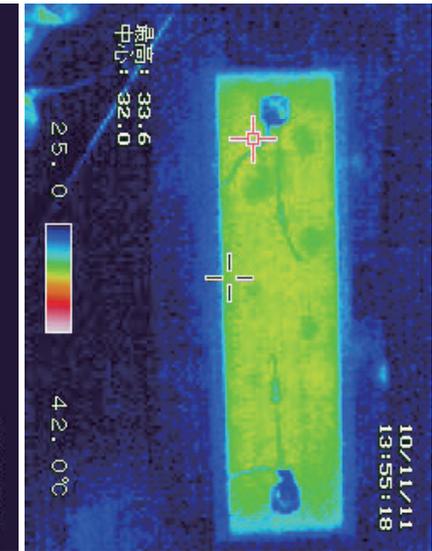


初期値

CNS2010-145 <順熱画像>



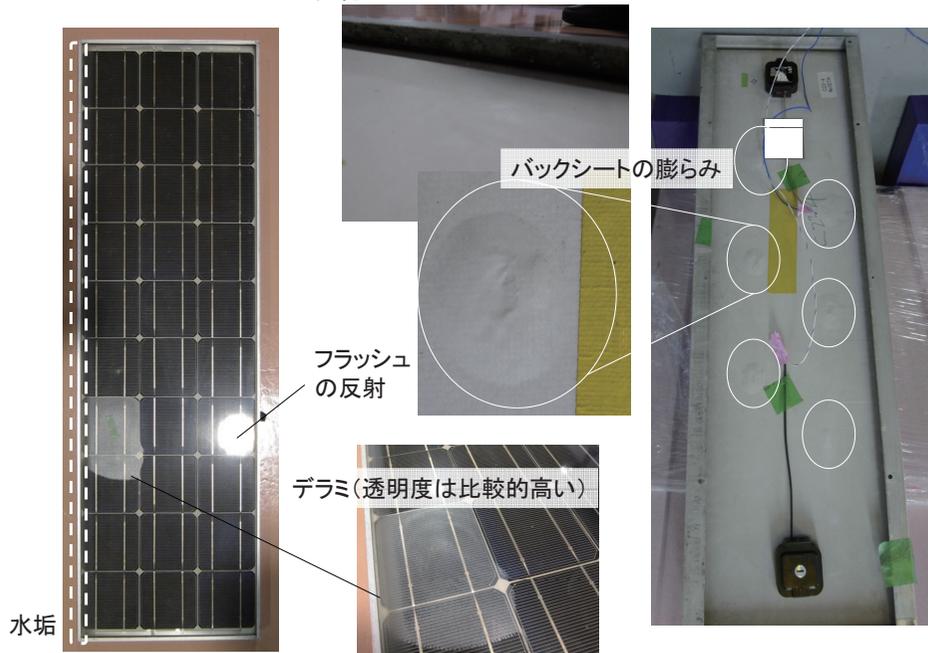
表面(ガラス面)



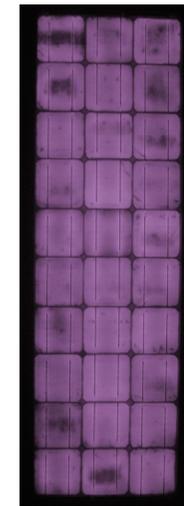
裏面(バックシート面)

(180° 回転→熱画像取得時手違い)
デラミ部と低温部が一致する

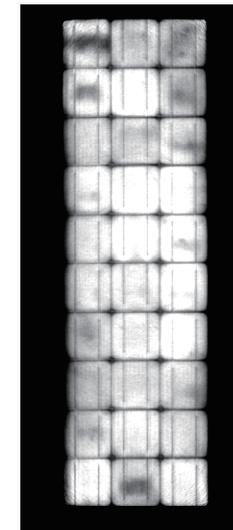
CNS2010-145 <外観>



CNS2010-145 <EL, MAP>



EL像



MAP像

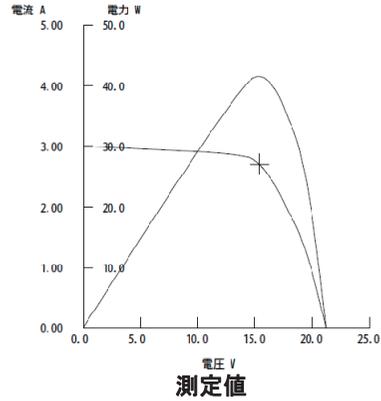
コメント:
MAP像によるとデラミ部の出力低下は少ない(10%以下) 他モジュールより白濁度が低い
ガラスのテクスチャが残っていることからガラス⇄封止材間の剥離ではないか
バックシートの膨らみはセル裏面同士を固定するテープが起因しているものと思われる
(膨らみ検証資料参照)

CNS2010-146 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | | | | |
|-----|-------|-------|------|--------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF |
| 定格 | 51.0 | | | |
| 初期値 | — | 21.48 | 3.04 | — |
| 測定値 | 41.88 | 21.23 | 3.00 | 65.70% |

コメント:

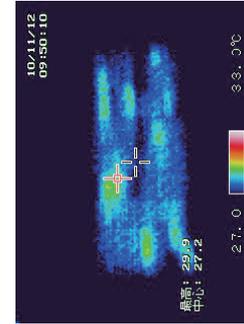
外観品に付き無し



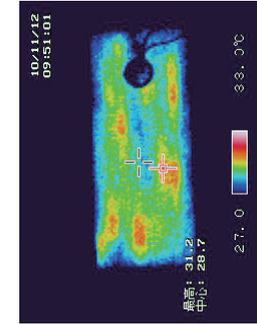
初期値

測定値

CNS2010-146 外観抽出品 <順熱画像>



表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:

CNS2010-146 外観抽出品 <外観>



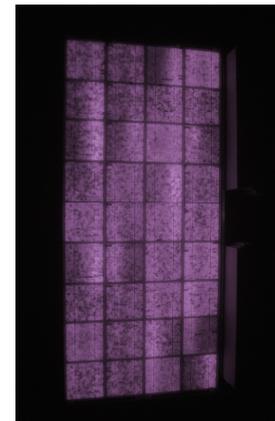
外観(表面)



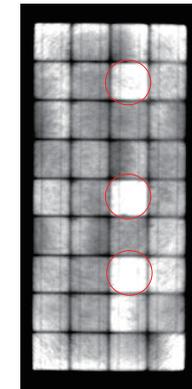
拡大写真

コメント:
外観OK, 裏にはセル間などにスジが見られるが、
同じメーカーの製品は初生品含めて全て同様で、作成時からあったと推測される。

CNS2010-146 外観抽出品 <EL, MAP>



EL像



MAP像

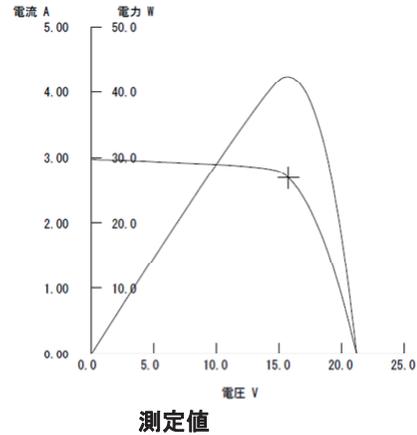
シャント気味

コメント:
ELとMAPで明暗部が明確に相関するセルが多く確認されたが、MAPのみ確認される明部も確認された(シャント)。
熱画像 発熱部がEL明部に対応している。

CNS2010-151 外観抽出品 <I-Vカーブ>

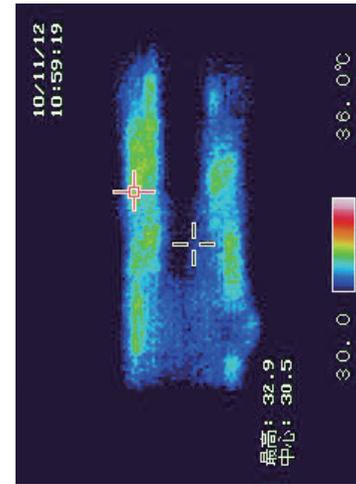
| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|------|
| 定格 | 51.00 | 21.48 | 3.04 | | | |
| 初期値 | 48.86 | 21.53 | 3.04 | 75.00% | | 1991 |
| 測定値 | 42.38 | 21.22 | 2.97 | 67.20% | 9.68 | 2010 |

コメント:
外観不良なしで定格からの特性低下あり。

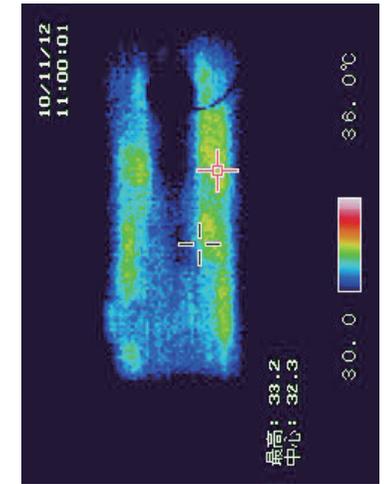


なし

CNS2010-151 外観抽出品 <順熱画像>



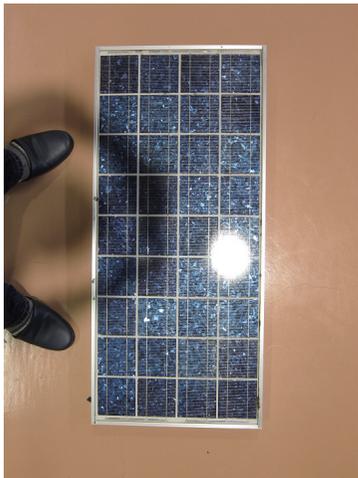
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:

CNS2010-151 外観抽出品 <外観>



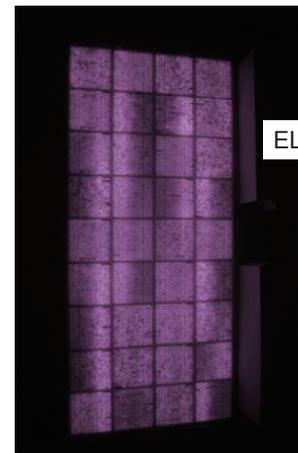
外観(表面)



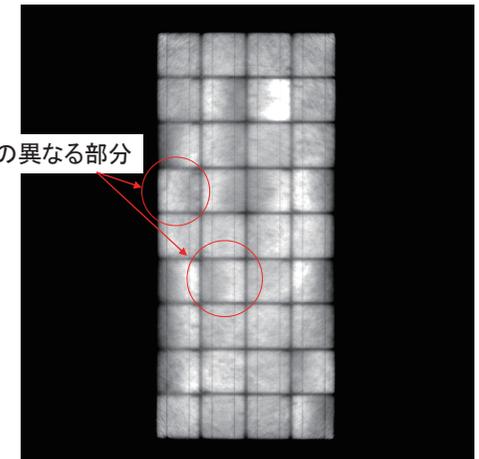
外観(裏面)

コメント: 外観上の不良なし

CNS2010-151 外観抽出品 <EL, MAP>



EL像



MAP像

コメント: スtringの2本のバスバーのうち一方のバスバーに沿って暗部が集中。サーモの低温部に対応。ELとMAPで異なる部分がある。

CNS2010-162 経時特性抽出品(Pmax,FF低下) <I-Vカーブ>

CNS2010-162

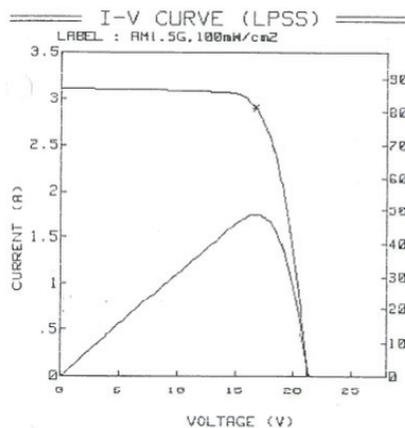
型式

Type:多結晶

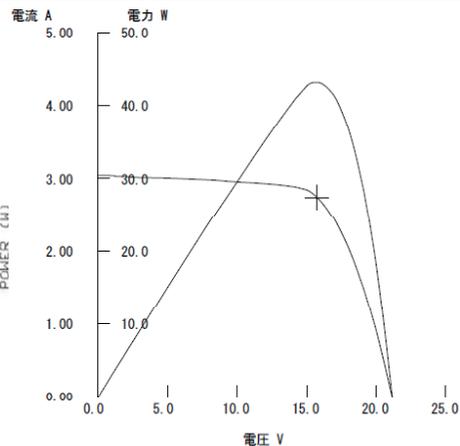
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| 定格 | 51.0 | 21.48 | 3.04 | | |
| 初期値 | 48.57 | 21.21 | 3.11 | 73.70% | 1992 |
| 測定値 | 43.22 | 21.15 | 3.05 | 66.93% | 2010 |

コメント:

外観レベル「0」で、経時特性が劣化しているモジュール
同一型式でPmax・FF
共に最も劣化しているモジュール

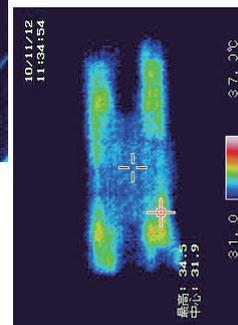
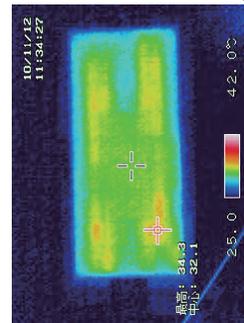


初期値(1992)

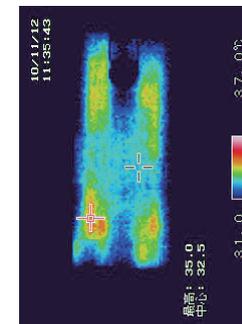


測定値(2010)

CNS2010-162 経時特性抽出品(Pmax,FF低下) <順熱画像>



表面(ガラス面)

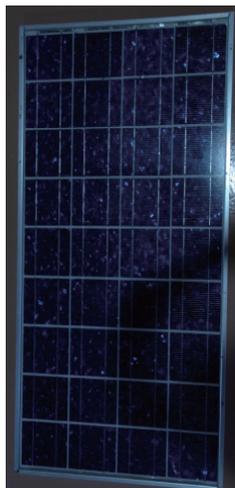


裏面(バックシート面)

コメント:

写真ファイル T00238IR.JPG~T00242VB.JPG

CNS2010-162 経時特性抽出品(Pmax,FF低下) <外観>



外観(表面)

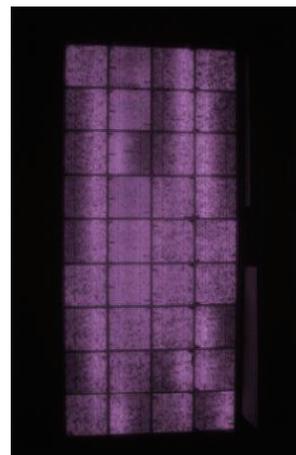
無し

拡大写真

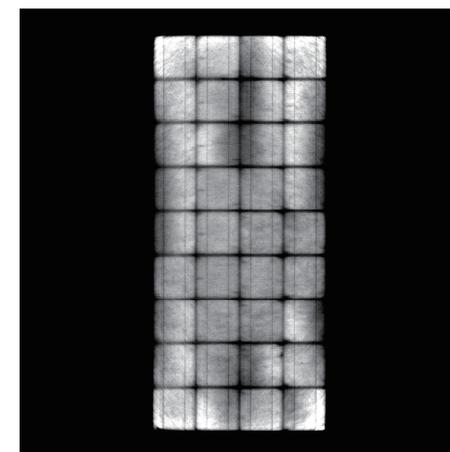
コメント: 判定0

写真ファイル RIMG0201.JPG

CNS2010-162 経時特性抽出品(Pmax,FF低下) <EL、MAP>



EL像



MAP像

コメント:

セル上の片方のバスライン側にMAP像暗部が集中。EL像暗部とも比較的良好に対応。
程度はセルによりバラバラ。同型式予備品(167,480)ELでも一部セルに兆候?
→明暗それぞれのサイドのタブ線の接続状況が異なる?
暗部は熱画像で低温

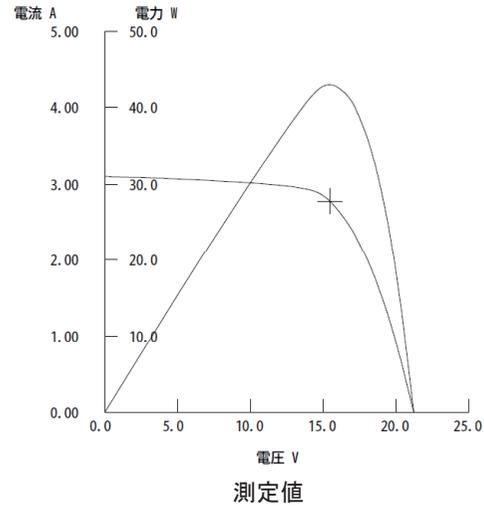
CNS2010-163 <I-Vカーブ>

型式

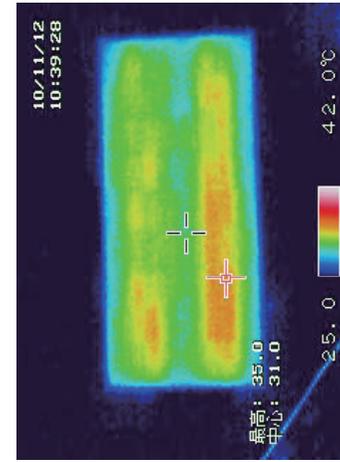
| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff |
|-----|-------|------------|-----------|-------|-------|
| 定格 | 51.00 | 21.48(Vpm) | 3.04(Apm) | - | - |
| 初期値 | 48.22 | 21.19 | 3.11 | 73.3 | 10.96 |
| 測定値 | 42.92 | 21.23 | 3.10 | 65.17 | 9.80 |

1992

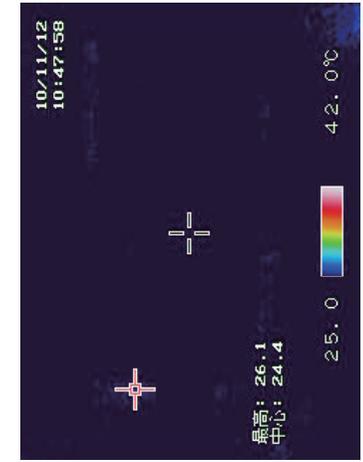
コメント:Pmaxが初期測定より10%程度低下
FFの低下も確認される。
162のn増し相当品



CNS2010-163 <順熱画像>



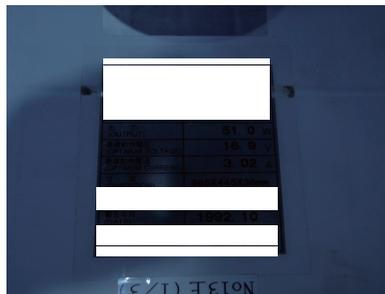
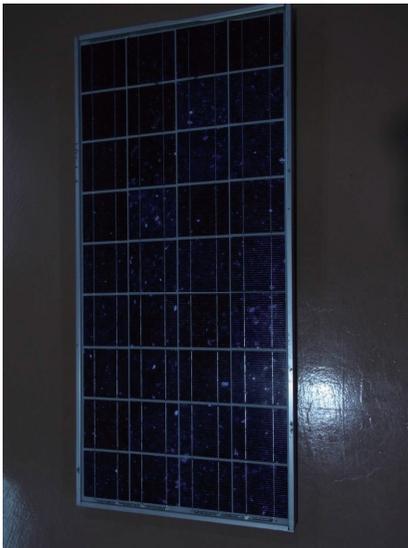
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

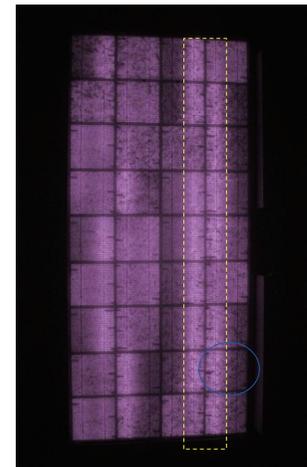
発熱箇所あり

CNS2010-163 <外観>

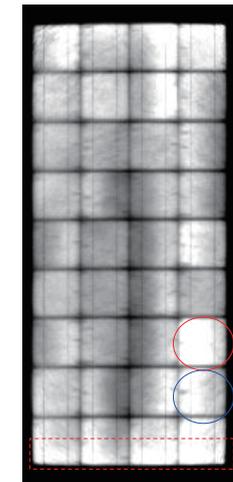


外観OK, 裏にはセル間などにスジが見られるが、D社品は初生品含めて全て同様で、作成時からあったと推測される。

CNS2010-163 <EL、MAP>



EL像



MAP像

MAP画像と照らし合わせ、
180°C回転させました。

コメント:

ELとMAPは明暗部が良く対応しているが、MAPのみに見える明部が一部確認された。
ELにおいて、右から1列目セルは左側が、2列目セルは右側が明部が縦に連続している傾向が確認。

CNS2010-167 経時データ抽出品 <I-Vカーブ>

CNS2010-167

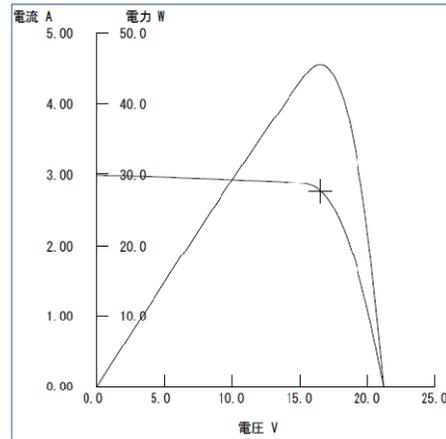
型式

| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| 定格 | 51.0 | 21.48 | 3.04 | | |
| 初期値 | 48.16 | 21.21 | 3.04 | 75.00% | 1991 |
| 測定値 | 45.52 | 21.17 | 2.98 | 72.07% | 2010 |

コメント:

- ・リファレンス用
- ・予備品(ID CNS2010-480より初年度古い)
- ・この程度の低下は仕様か？

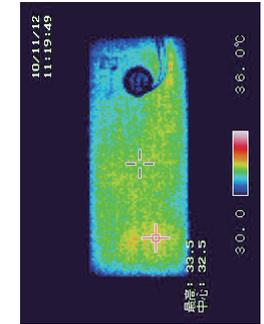
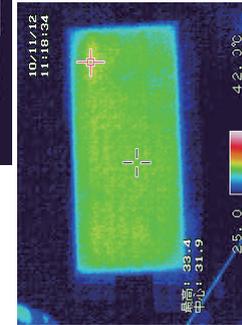
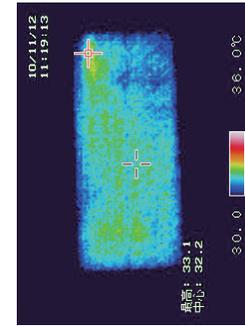
IVカーブは平成3年(1991年)のドットファイル中にありませんでした。



初期値(1991)

測定値(2010)

CNS2010-167 外観抽出品 <順熱画像>



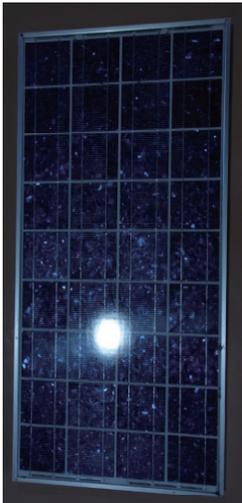
表面(ガラス面)

裏面(バックシート面)

コメント:

写真ファイル T00233IR.JPG~T00237VB.JPG

CNS2010-167 外観抽出品 <外観>



外観(表面)

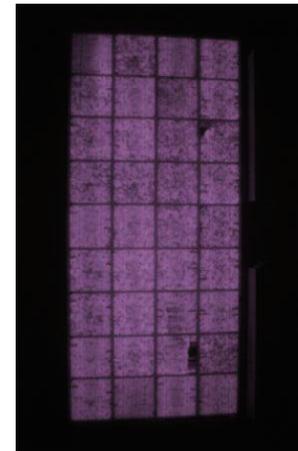
無し

拡大写真

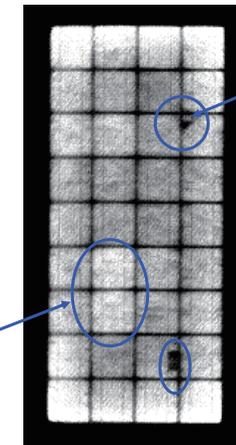
コメント:

- ・判定0(屋外で実暴露されていたようには見えない美品)
- ・写真ファイル RIMG0170.JPG

CNS2010-167 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

コメント:

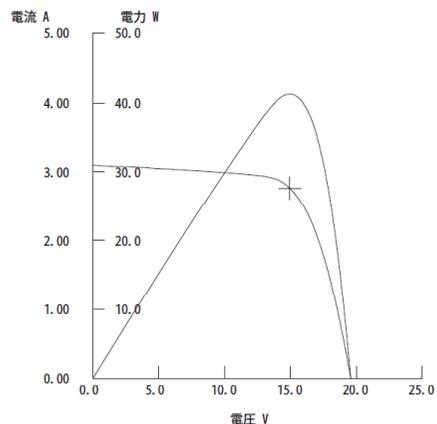
CNS2010-216 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| | |
|----|--|
| 型式 | |
| SN | |

コメント:Pmaxで定格値の86%。

| | Pmax[W] | Ipm[A] | Vpm[V] | Isc[A] | Voc[V] |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 定格値 | 47.2 | 2.97 | 15.9 | | |
| 測定値 | 41.3 | 2.76 | 14.9 | 3.10 | 19.6 |

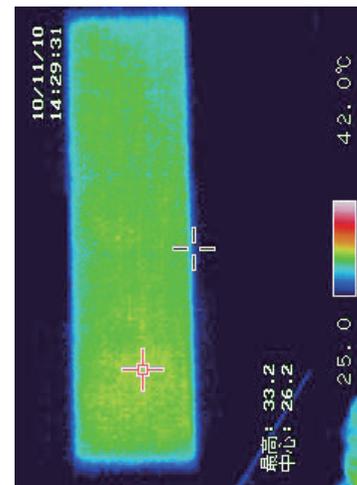
なし



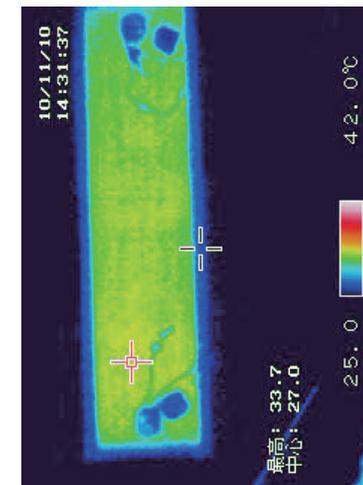
初期値

測定値

CNS2010-216 外観抽出品 <順熱画像>



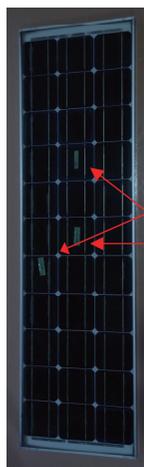
表面(ガラス面)



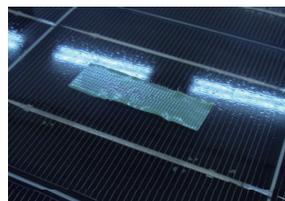
裏面(バックシート面)

コメント:温度分布はほぼ一定。白濁・デラミ箇所で見られる大きな変化は見られなかった。

CNS2010-216 外観抽出品 <外観>



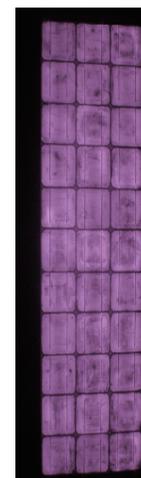
外観(表面)



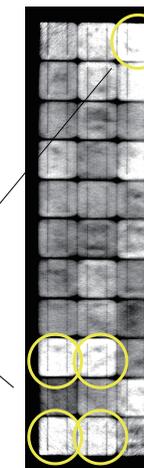
拡大写真

コメント:外観劣化レベル2。タブ線付近に白濁・デラミを複数確認。

CNS2010-216 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

シャント

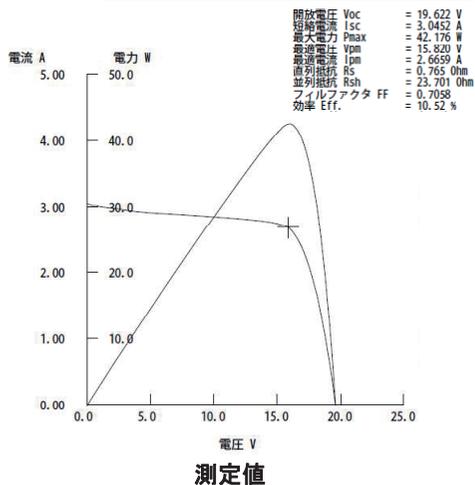
コメント:白濁・デラミ箇所に大きな欠陥等は見られなかった。EL, MAPでほぼ同様なパターン

CNS2010-227 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| | |
|----|--|
| 型式 | |
| SN | |

コメント: Pmaxで定格値の87%。

| | Pmax[W] | Ipm[A] | Vpm[V] | Isc[A] | Voc[V] |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 定格値 | 48.5 | 3.05 | 15.9 | 3.40 | 19.8 |
| 測定値 | 42.2 | 2.66 | 15.9 | 3.04 | 19.6 |

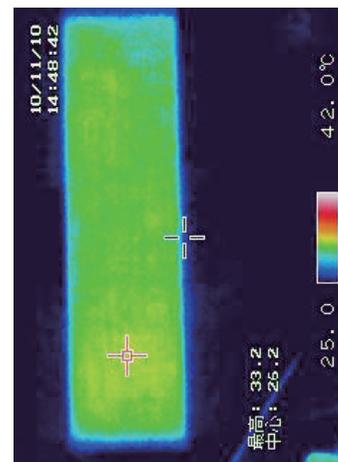


なし

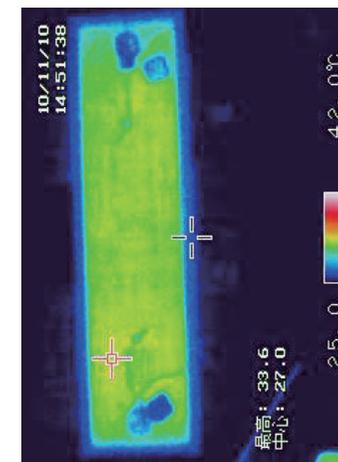
初期値

測定値

CNS2010-227 外観抽出品 <順熱画像>



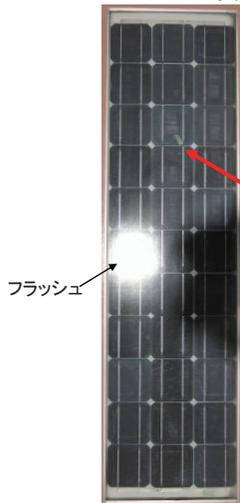
表面(ガラス面)



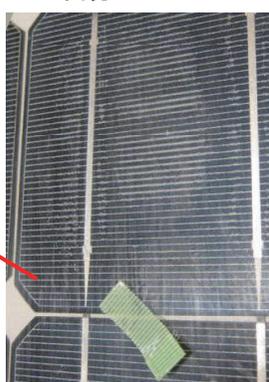
裏面(バックシート面)

コメント: 温度分布は表面・裏面ともにほぼ一定。

CNS2010-227 外観抽出品 <外観>



外観(表面)



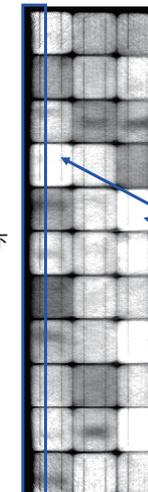
拡大写真

コメント: 外観劣化レベル1。タブ線付近、セル中央に僅かに白濁・デラミ発生。

CNS2010-227 外観抽出品 <EL, MAP>



EL像



MAP像

水垢による出力低下

シャント

コメント: EL像: 約1/3のセルで中央部分に暗輝度箇所有り。デラミ発生箇所との相関は無し。

MAP像: シャントぎみのセル多数。EL像の暗輝度箇所はMAPとほぼ一致。
白濁・デラミによる出力低下なし。右端に水垢(?)による出力低下あり。

CNS2010-239 外観抽出品 <I-Vカーブ>

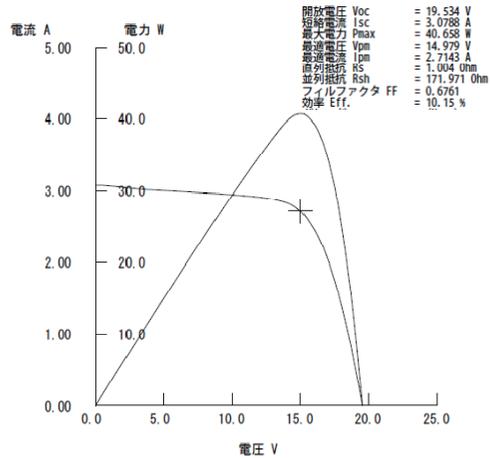
型式

| | Pmax(W) | Voc(V) | Isc(A) | Vpm(V) | Ipm(A) |
|-----|---------|--------|--------|--------|--------|
| 定格 | 47.2 | - | - | 15.9 | 2.97 |
| 測定値 | 40.7 | 19.5 | 3.1 | 15.0 | 2.71 |

<コメント>

・初期スペックをラベル値とすると、下記の変化が見られることになる。

Pmax: 47.2W→40.7W
Ipm: 2.97A→2.71A
Vpm: 15.9V→15.0V

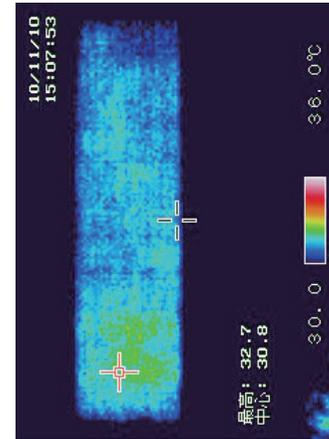


「中古モジュールチェックシート」では平成13年のみありとなっているが、見つからず。

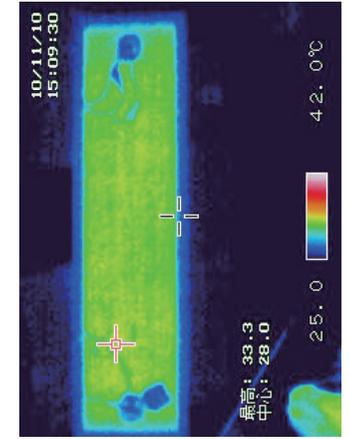
初期値(ラベル値)

測定値

CNS2010-239 外観抽出品 <順熱画像>



表面(ガラス面)

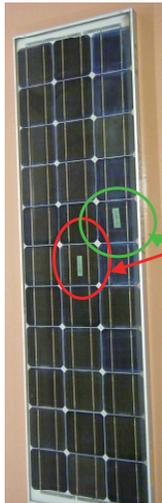


裏面(バックシート面)

<コメント>

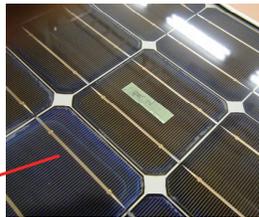
・位置特異的な温度ムラは表面からの観察、裏面からの観察のいずれにおいても見られず。

CNS2010-239 外観抽出品 <外観>

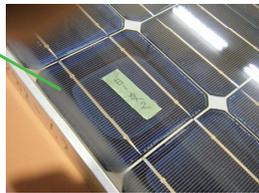


外観(表面)

①黄変



②白濁



拡大写真

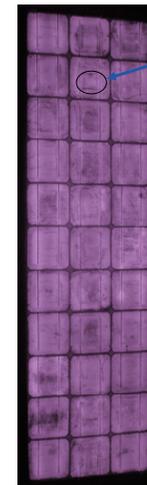


外観(裏面)

<コメント>

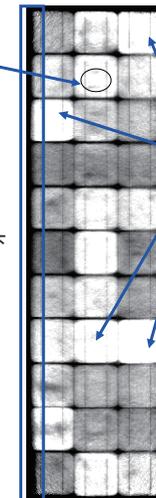
・黄変レベル 2 ⇒①の拡大図
・白濁/デラミレベル 1 ⇒②の拡大図

CNS2010-239 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像

フィンガー断線



MAP像

シャント

水垢による出力低下

<コメント>

EL: ・セル割れ、目だったクラックなどは見られない。

・ところどころ暗い部分があるが、外観変化(黄変)との明確な相関は無い。

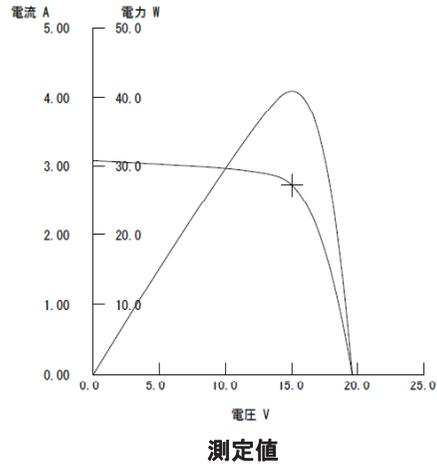
MAP: シャントぎみのセル多数。白濁、黄変の出力低下なし。右端に水垢(?)による出力低下あり。

CNS2010-241 外観抽出品 <I-Vカーブ>

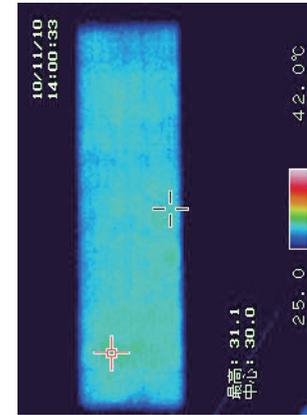
| 型式 | | | | | |
|-----|---------|--------|--------|-------|------|
| | Pmax(W) | Voc(V) | Isc(A) | FF(%) | 測定年 |
| 定格 | 47.2 | 15.9 | 2.97 | | 1989 |
| 初期値 | | | | | |
| 測定値 | 40.87 | 19.6 | 3.08 | 67.74 | 2010 |

コメント: 定格と比較して、Pmaxのみ劣化が見られる。

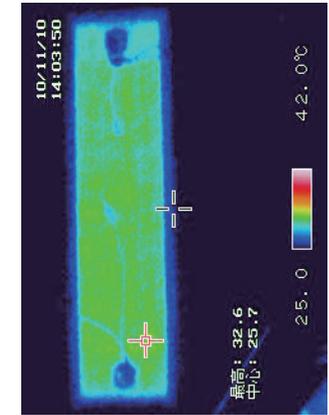
なし



CNS2010-241 外観抽出品 <順熱画像>



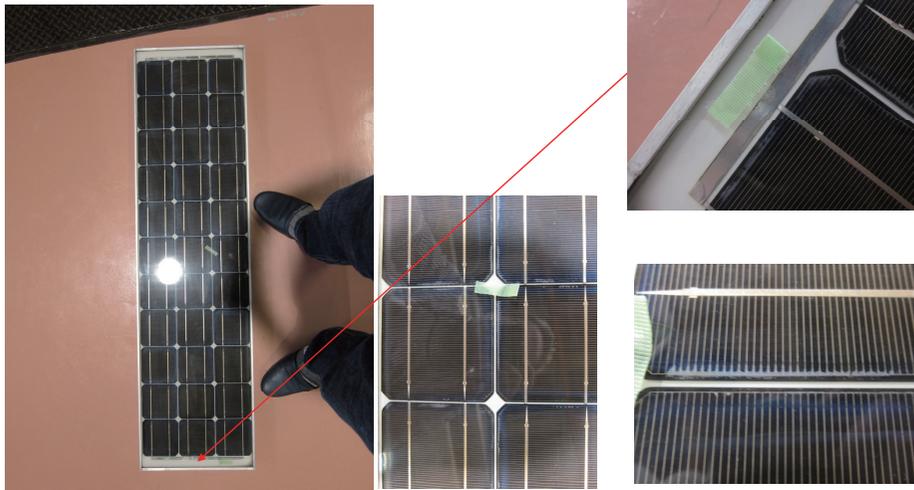
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:
特に変化なし

CNS2010-241 外観抽出品 <外観>

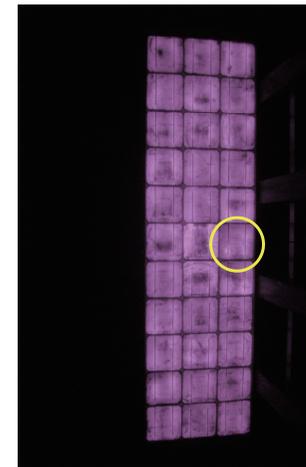


外観(表面)

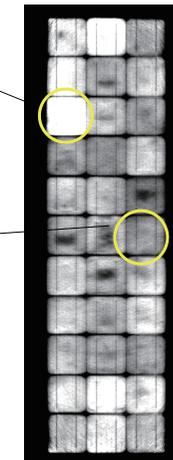
拡大写真

コメント:
変形度合は、「封止材:黄変2,白濁/デラミ1,配線:その他1, 総合判定:2(備考:配線変色)」
一部の拡大写真と外観(表面)写真との相関とれず。中央の反射している部分?

CNS2010-241 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

シャント

ELとMAPで
一致していない? 部分

コメント:
EL像: IVカーブに異常が見られる同型のA社品モジュールと比較して、
特に大きな差は見られない。ただし、無数の小さな異常(シミ)は見られる。
また、無数のクラックのような傷が見られる。
ELとMAPは1箇所を除いて一致している

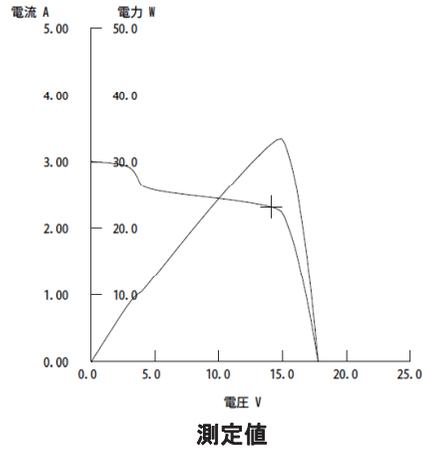
CNS2010-242 外観抽出品 <I-Vカーブ>

コメント: I-Vカーブ異常。CNS-145と同じ症状?
セル別のI-V測定してはどうか

| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff |
|-----|-------|-------|------|-------|------|
| 定格 | 42.0 | 18 | 3.26 | - | - |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 32.48 | 17.76 | 3.01 | 17.76 | 9.15 |

なし

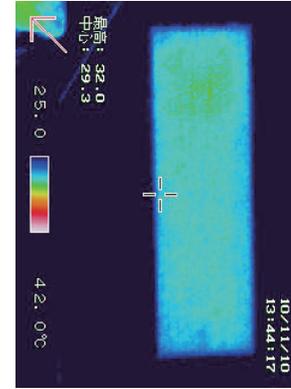
「中古モジュールチェックシート」
では平成13年のみありとなっているが、見つからず。



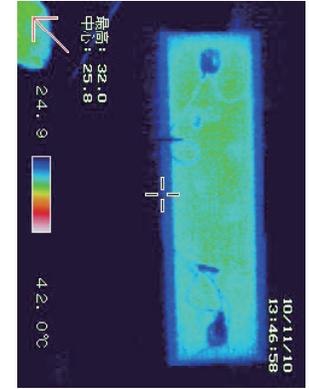
初期値

測定値

CNS2010-242 外観抽出品 <順熱画像>



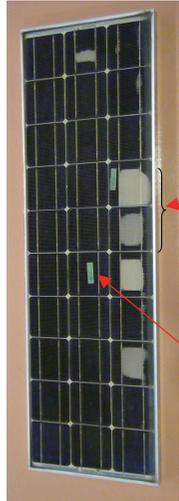
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント: 特異的な温度ムラなし。

CNS2010-242 外観抽出品 <外観>

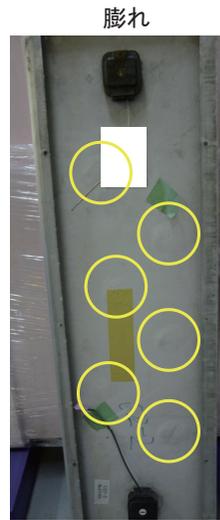


外観(表面)



デラミ

黄変

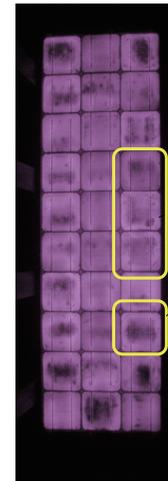


膨れ

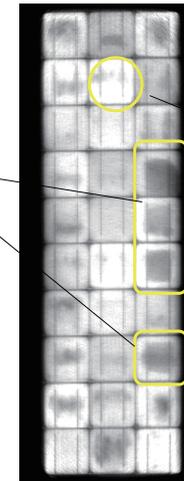
拡大写真

コメント: レベル3の白濁/デラミ、レベル2の黄変。
バックシートの膨らみはセル裏面同士を固定するテープが起因しているものと思われる
(膨らみ検証資料参照)

CNS2010-242 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

白濁位置

シャント

コメント: EL像の影が多数みられる。欠陥外観異常との位置相関なし。
MAP像の影と白濁の位置が一致。白濁部では40%程度の出力低下が見られる。

CNS2010-243 外観抽出品 <I-Vカーブ>

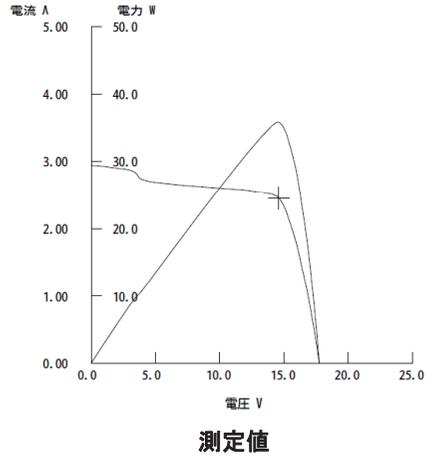
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| 定格 | 42.00 | 18.26 | 3.33 | | |
| 初期値 | - | - | - | - | |
| 測定値 | 34.91 | 17.79 | 2.94 | 66.73% | 2010 |

コメント:
外観品
黄変 → 小
白濁、デラミ → 大

別紙、経時変化シート等から切り貼り

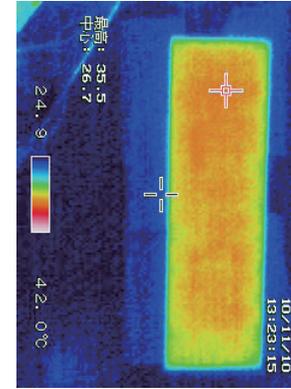
なし

初期値

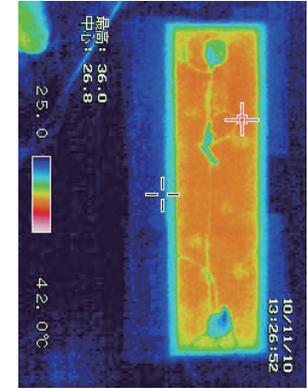


測定値

CNS2010-243 外観抽出品 <順熱画像>



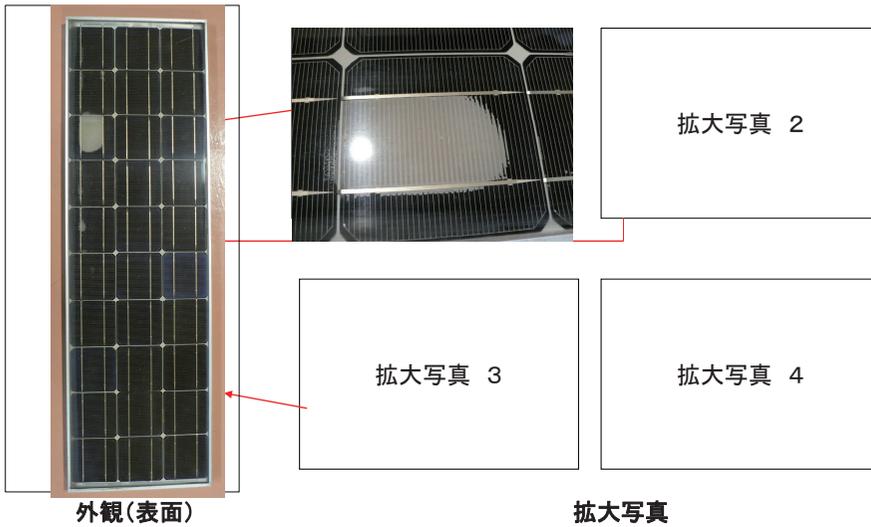
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:

CNS2010-243 外観抽出品 <外観>

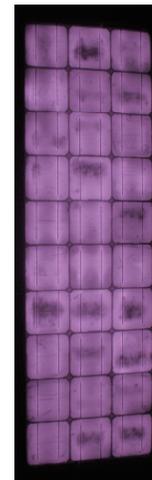


外観(表面)

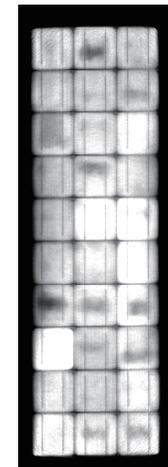
拡大写真

コメント:

CNS2010-243 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

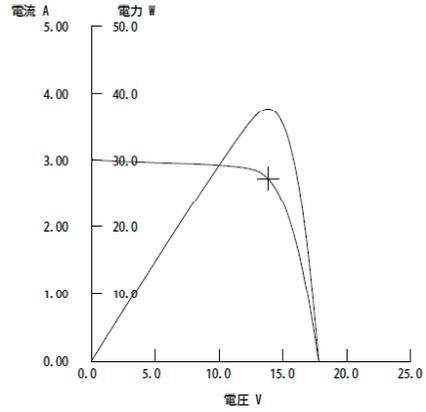
コメント: ELの影の部分とMAPの影の部分がほぼ一致。
MAPで白濁部の影を確認。(ELの影とも重複するが、MAPで差が出る)
MAPでシャント部を複数確認。(出力には大きな影響ないものと思われる)

CNS2010-244 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|--------|-------|--------|-------|
| 定格 | 42.0 | 18.26 | 3.33 | | |
| 初期値 | — | — | — | — | |
| 測定値 | 37.67 | 17.806 | 3.012 | 70.23% | 2010年 |

コメント:
外観異常→コゲ、白濁/デラミ、黄変

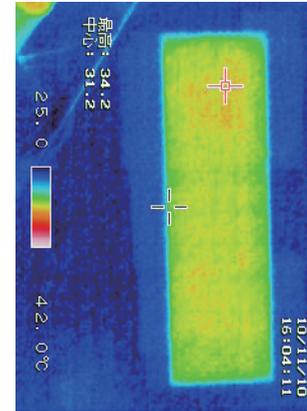
なし



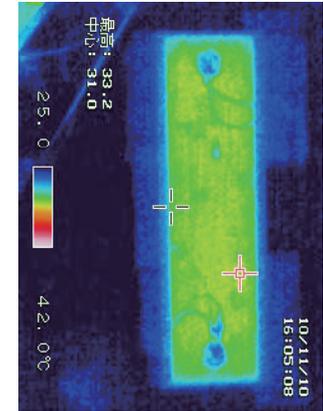
初期値

測定値

CNS2010-244 外観抽出品 <順熱画像>



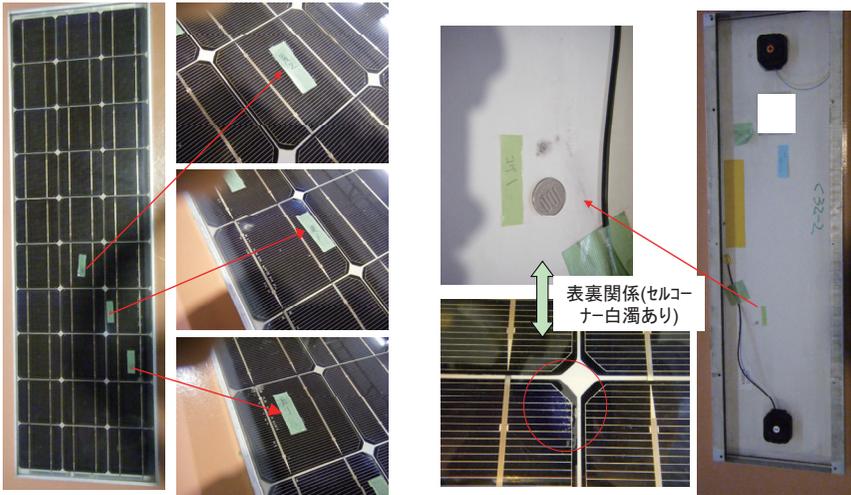
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:

CNS2010-244 外観抽出品 <外観>



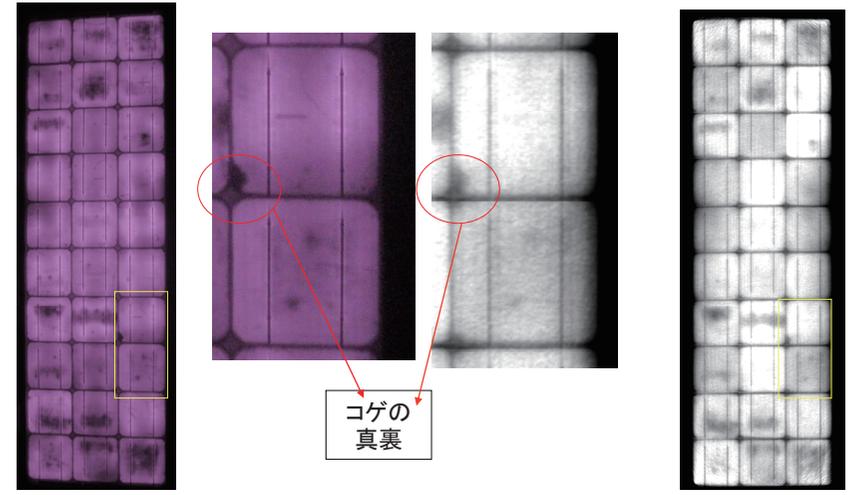
外観(表面)

拡大写真

外観(裏面)

コメント:
黄変色、白濁/デラミ、コゲ
コゲの真裏にセルコーナ-部の白濁が見られた。

CNS2010-244 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像

MAP像

コメント: コゲの真裏のセルコーナ-白濁部がEL,MAPとも影がある。
EL,MAPの傾向はほぼ同じ

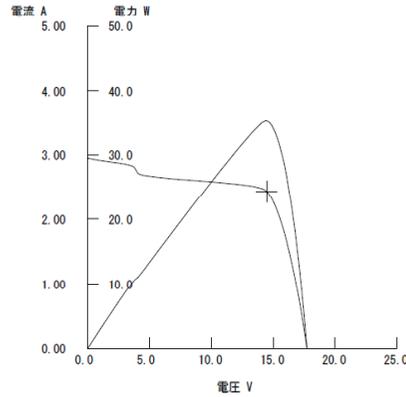
CNS2010-245 外観抽出品(デラミ) <I-Vカーブ>

Type:単結晶

コメント:定格と比較して、Pmaxの劣化が激しく、IVカーブから不良が確認される。

| | Pmax(W) | Voc(V) | Isc(A) | FF(%) | 測定年 |
|-----|---------|--------|--------|-------|------|
| 定格 | 42.0 | 14.5 | 2.9 | | |
| 初期値 | | | | | |
| 測定値 | 34.4 | 17.7 | 2.95 | 65.77 | 2010 |

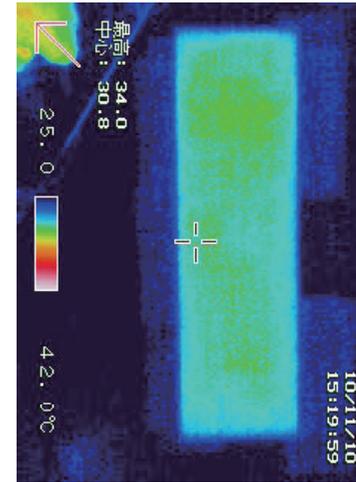
なし



初期値

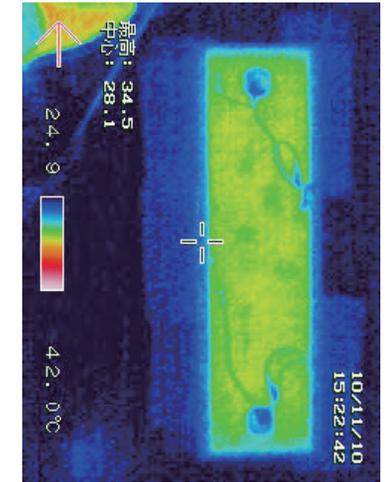
測定値

CNS2010-245 外観抽出品(デラミ) <順熱画像>



表面(ガラス面)

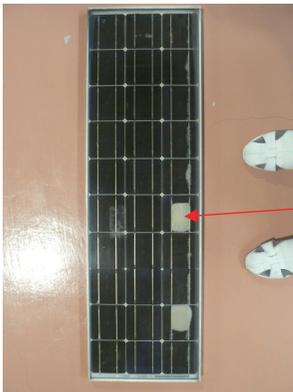
(画像向き修正済み)



裏面(バックシート面)

コメント:画像ファイルNo.T00072~T00076、T00132~T00137
特に変化は見られず。

CNS2010-245 外観抽出品(デラミ) <外観>



(画像向き修正済み)

外観(表面)

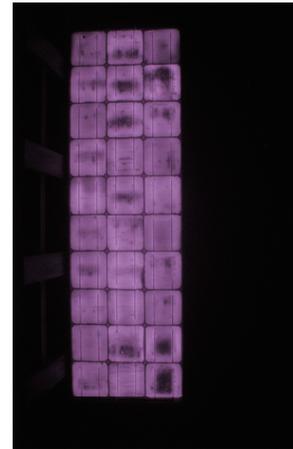


拡大図

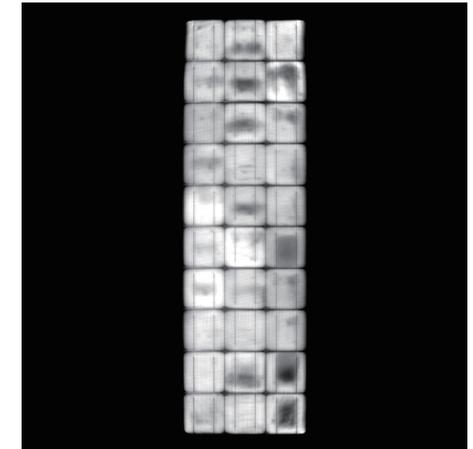
拡大写真

コメント:
変形度合いは「封止材:黄変1,白濁/デラミ3,バックシート:変形1,総合判定:3」
デラミは、セルの周辺ではなく、バスバー部分から起きている。
また、大型(セルの中央の大多数)と小型(配線付近)しかみられず、中型のものが無い。
左右のバスバー電極付近がデラミすると、一気に大型になる?

CNS2010-245 外観抽出品(デラミ) <EL, MAP>



EL像 (画像向き修正済み)



MAP像

コメント:
EL像 :セル中央に異常(シミ)多数。特に、写真右下の2箇所が大。端子ボックス付近にできやすい?
外観右中央の大デラミ部分はEL像ではやや不鮮明。外観右下の大デラミはEL暗部とも位置、形状一致。
また、数箇所クラックのような傷が見られる。
MAP像:EL像暗部に対応するように暗部が見られる。外観右中央の大デラミ部分はEL像では不鮮明だが、
MAP像では位置、形状とも一致。外観右下の大デラミ部分はEL、MAPとも位置、形状一致。
EL像では見られない明部が見られる(中央付近、右上)(シャント短絡?)

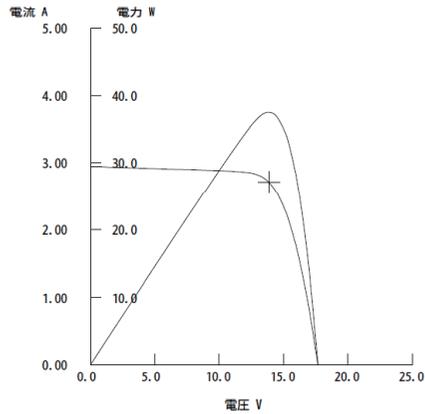
CNS2010-246 外観抽出品(245比較,BS変形)

<I-Vカーブ>

Type:単結晶

| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| 定格 | 42.0 | 18.26 | 3.33 | | |
| 初期値 | - | - | - | - | |
| 測定値 | 37.51 | 17.67 | 2.95 | 72.06% | 2010 |

コメント:
CNS-245のデラミ小比較。バックシート膨れあり。



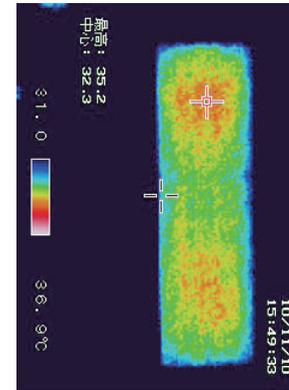
なし

初期値

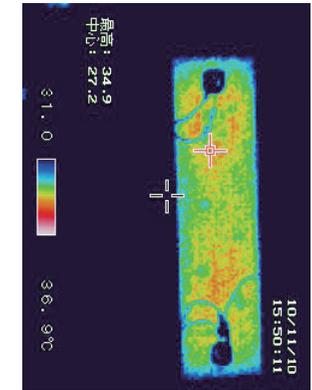
測定値

CNS2010-246 外観抽出品(245比較,BS変形)

<順熱画像>



表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント: T00081~T00085、T00138~T00142
表面に顕著な異常なし。裏面バックシート膨れ部に低温スポット?

CNS2010-246 外観抽出品(245比較,BS変形)

<外観>



外観(表面)

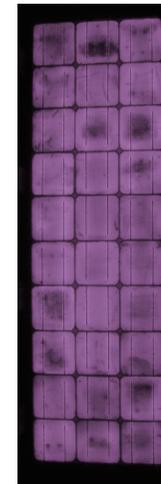


拡大写真

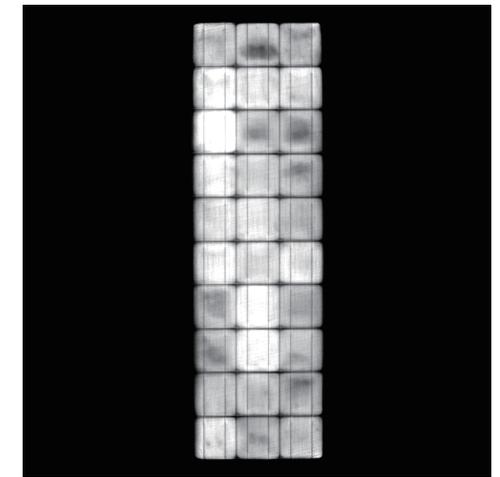
コメント:
CNS2010-245と同型式でデラミ白濁少ない。
セル(ストリング)間隙間の封止材変色(デラミ?)→該当部裏面のバックシート膨れ変形。

CNS2010-246 外観抽出品(245比較,BS変形)

<EL、MAP>



EL像



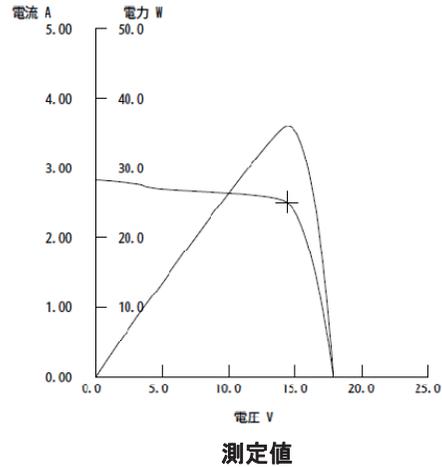
MAP像

コメント: 大まかにはCNS-245と同傾向。
EL画像でセル中ほどを中心に大きな雲状の暗部多数。MAP画像の暗部とも相関あり。
MAP画像で明るいセル(シャント短絡?)はEL画像では異常はあまり見られない。

CNS2010-253 外観抽出品 <I-Vカーブ>

コメント: 主な外観異常→バックシートの膨れ

| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|--------|-------|--------|-------|
| 定格 | 42.0 | 18.26 | 3.33 | | |
| 初期値 | — | — | — | — | |
| 測定値 | 35.62 | 17.838 | 2.828 | 70.62% | 2010年 |

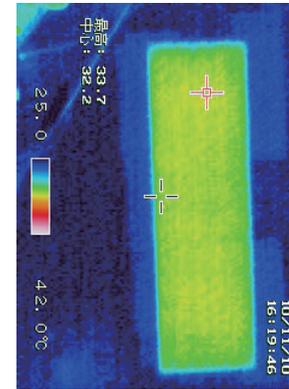


なし

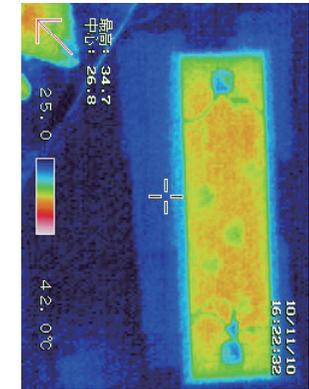
初期値

測定値

CNS2010-253 外観抽出品 <順熱画像>



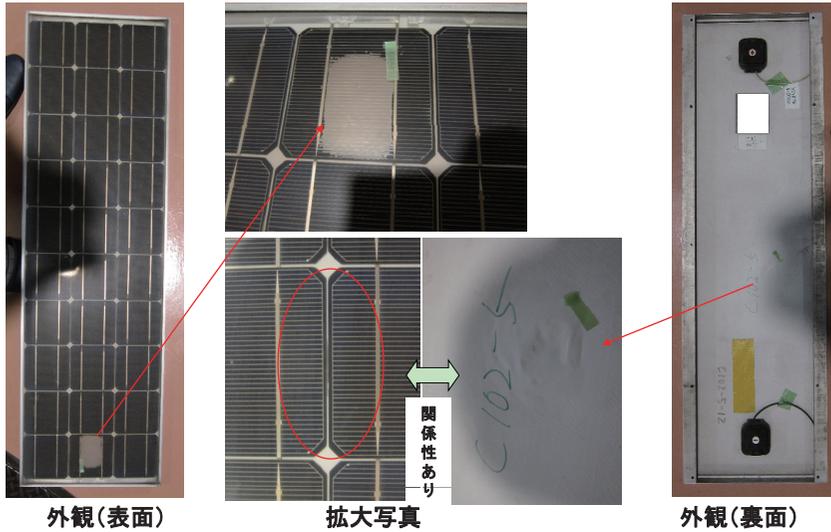
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

コメント:裏面の数箇所低温部は膨れ箇所と一致(膨れ層による断熱によるものと思われる)

CNS2010-253 外観抽出品 <外観>



外観(表面)

拡大写真

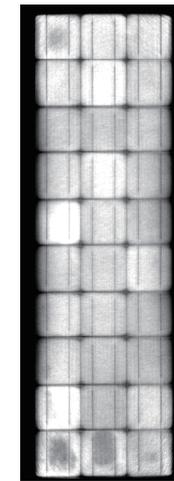
外観(裏面)

コメント:
黄変色、白濁/デラミ、バックシート変形
バックシート膨れの真裏のセル間でセル端面の白濁、バックシート変色が見られる。
(ほぼすべての膨れで共通)

CNS2010-253 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

コメント: 白濁部→ELでは異常なし。MAPで出力低下あり。
MAPでシャントやや低下セル複数あり(出力には大きな影響ないと思われる)

CNS2010-257 <I-Vカーブ>

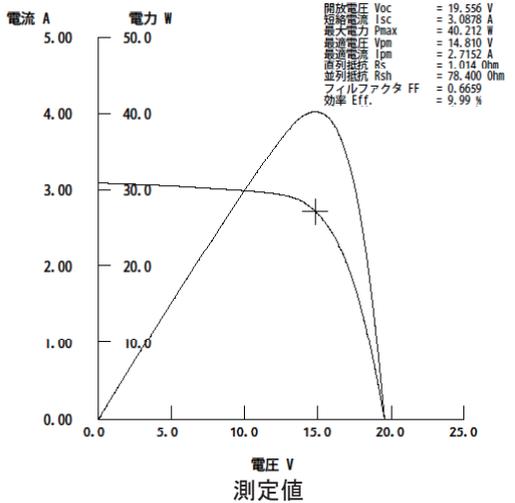
型式

| | Pmax | Voc | Isc | Vpm | Ipm |
|-----|-------|-------|------|------|------|
| 定格 | 47.2 | - | - | 15.9 | 2.97 |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 40.19 | 19.55 | 3.09 | 14.8 | 2.72 |

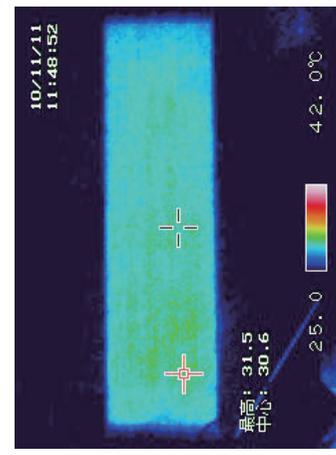
コメント:Pmaxで定格の85%
 黄変:レベル1
 白濁・デラミ:レベル2
 配線変色あり(場所が特定できるほどではない)。

なし

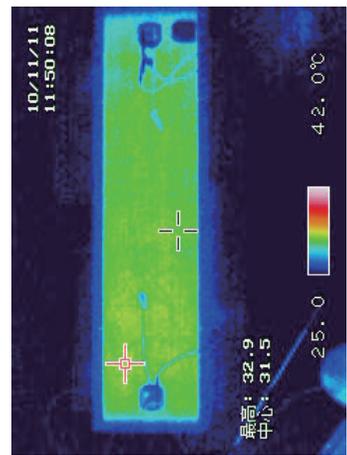
初期値



CNS2010-257 <順熱画像>

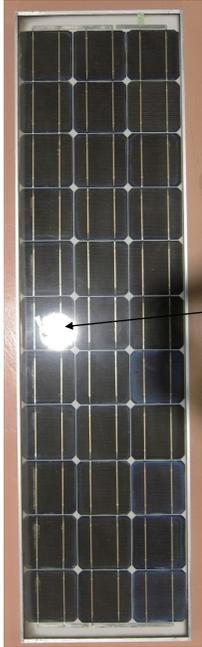


表面(ガラス面)

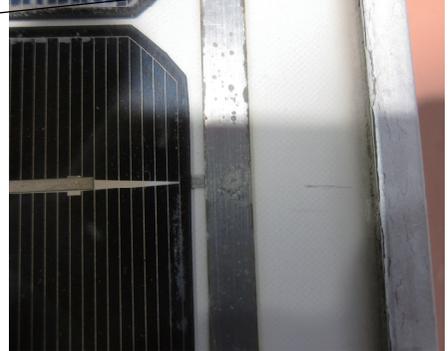


裏面(バックシート面)

CNS2010-257 <外観>

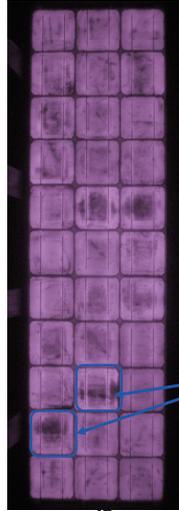


フラッシュ

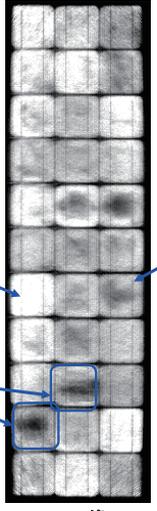


裏面は異常なし。
 バックシート側からセル裏面同士を固定するテープの跡あるが膨れはない。

CNS2010-257 <EL、MAP>



EL像



MAP像

シャント
 黄変、白濁の模様と一致せず。→出力への影響はない。

ELとMP150が若干異なる

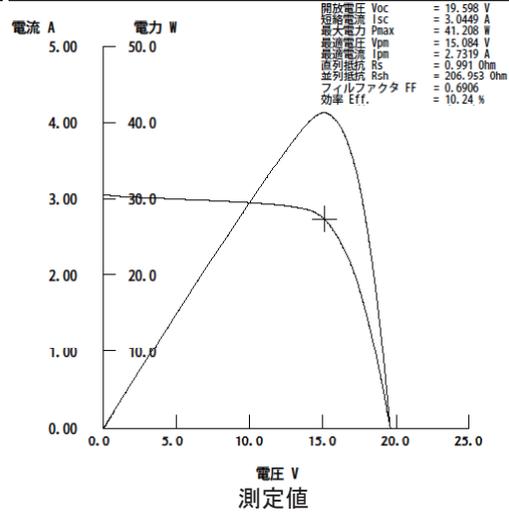
コメント:黄変、白濁の出力への影響はない。
 一部の影が、ELとMP150で若干異なる。

CNS2010-264 <I-Vカーブ>

型式

| | Pmax | Voc | Isc | Vpm | Ipm |
|-----|-------|-------|------|-------|------|
| 定格 | 47.2 | - | - | 15.9 | 2.97 |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 41.20 | 19.59 | 3.05 | 15.08 | 2.73 |

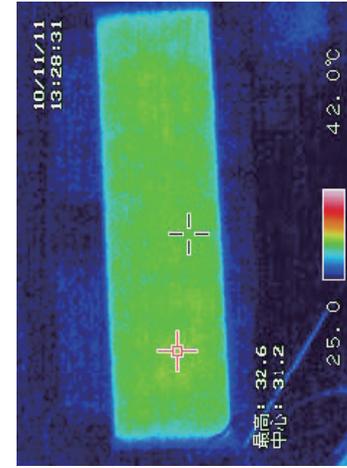
コメント:Pmaxで定格の87%
 黄変:レベル2
 白濁・デラミ:レベル1
 配線ズレあり。



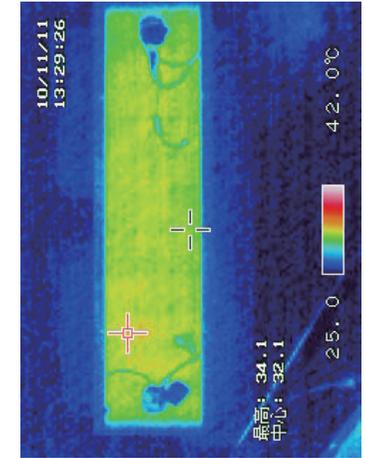
なし

初期値

CNS2010-264 <順熱画像>

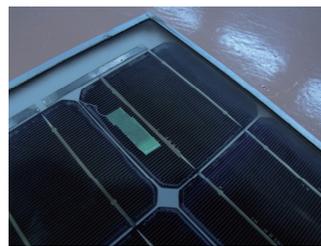
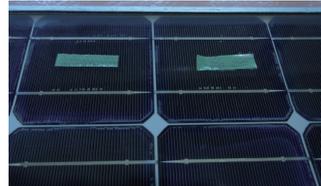


表面(ガラス面)



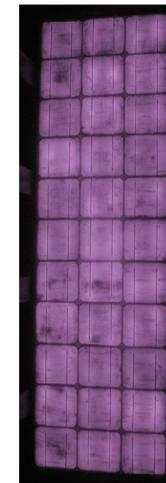
裏面(バックシート面)

CNS2010-264 <外観>

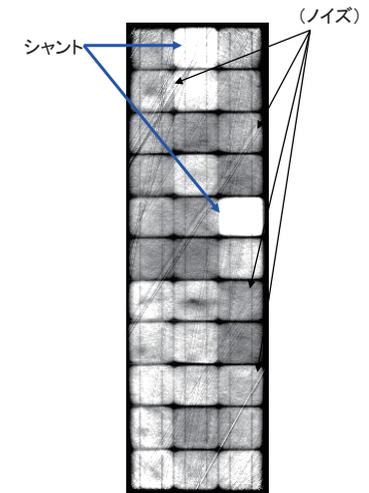


裏面は異常なし。
 バックシート側からセル裏面同士を固定するテープの跡があるが膨れはない。

CNS2010-264 <EL、MAP>



EL像



MAP像

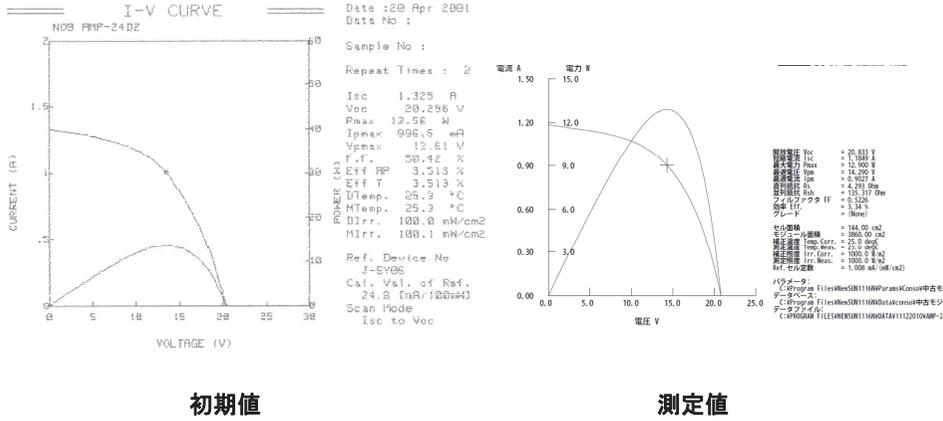
コメント:
 セルの影が少なく、比較的良好品。

CNS2010-449 経時抽出品 <I-Vカーブ>

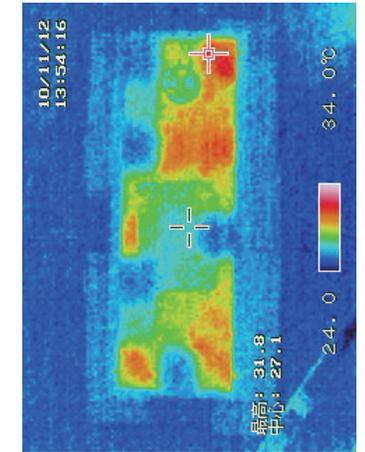
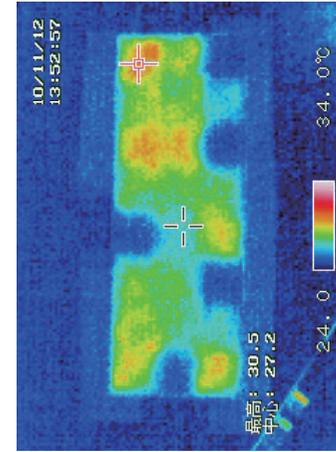
| | |
|----|--|
| 型式 | |
|----|--|

| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|------|------|
| 定格値 | 21.20 | 22.07 | 1.54 | | | |
| 初期値 | 21.60 | 22.19 | 1.46 | 67.00% | 0.06 | 1992 |
| 測定値 | 12.88 | 20.86 | 1.19 | 52.10% | 3.34 | 2010 |

コメント:
FFは、476(60%) >> 449(52%) > 475(40%)であり、
同モジュールと比較して、劣化の度合いは中程度。
ただし、Iscは475(1.27A)と比較して低い。



CNS2010-449 経時抽出品 <順熱画像>



コメント:

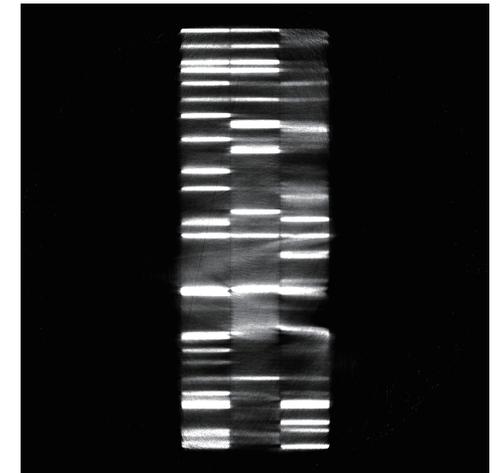
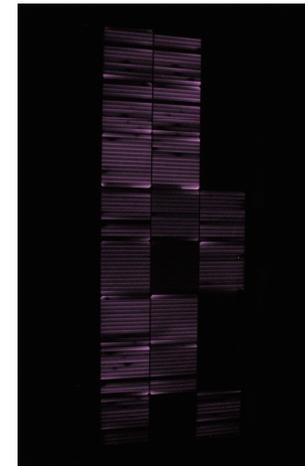
CNS2010-449 経時抽出品 <外観>



拡大写真

コメント:外観異常なし

CNS2010-449 経時抽出品 <EL, MAP>



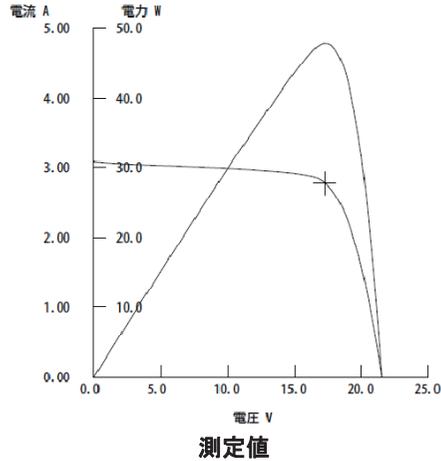
コメント:

EL像 : 発光していないセルが見え、スクライプの線に沿った影も多い中央部の影はサーモの影と位置が異なる。
MAP像: EL像とMAP像で相関あり。ただし、EL像では黒色になっているのに対し、シャントの劣化による白色部分が多数見られる。また、この部分は476(初生品)と比較して、明らかに多い。
また、発電部位はCNS475と比較して多いが、Iscは低い。シャント部分で溜まっている？または配線の影響？

CNS2010-450 経時抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | 単結晶 | | | | 測定年 |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 54.00 | 21.91 | 3.30 | | |
| 初期値 | 53.70 | 21.93 | 3.28 | 75.00% | 1992年 |
| 測定値 | 47.87 | 21.55 | 3.07 | 72.30% | 2010年 |
| 測定値/初期値 | 10.86% | 1.73% | 6.40% | 3.60% | |

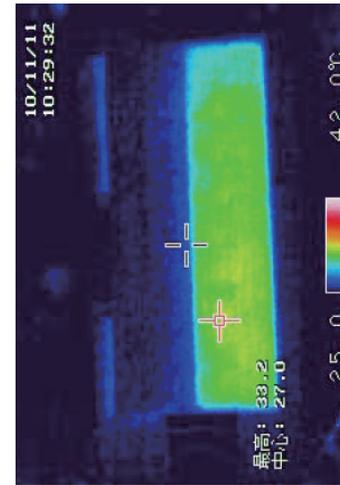
・Pmaxのみが劣化
(CNS-451のn増し位置付け)



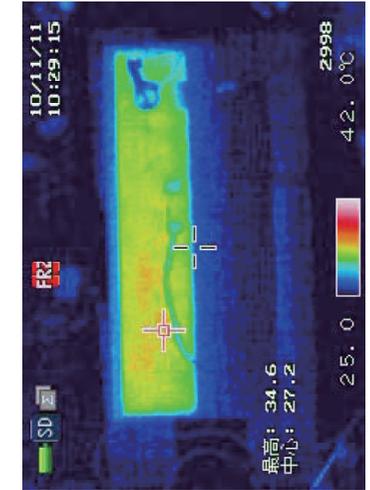
なし

初期値

CNS2010-450 経時抽出品 <順熱画像>



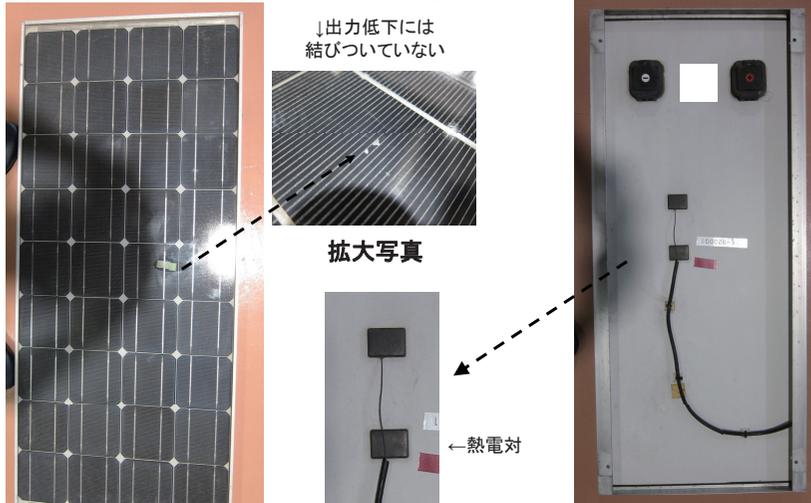
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

・2列発熱なし

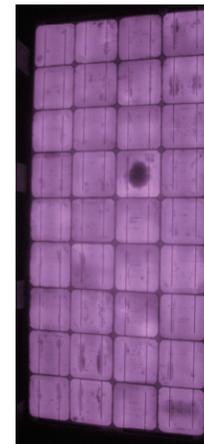
CNS2010-450 経時抽出品 <外観>



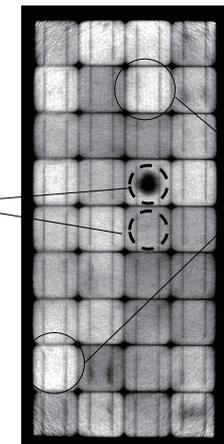
外観(表面)

- ・小規模なデラミ(マイグレーション)発生
- ・裏面バックシートは綺麗。熱電対2箇所有り

CNS2010-450 経時抽出品 <EL, MAP>



EL像



MAP像

- ・暗輝度部はELとMAPで対応。目視での異常は確認できない。しかし、熱電対の片方の位置と一致。
- ・暗輝度部の熱電対はモジュール内部の温度を測定している? →他の熱電対モジュールで確認?
- ・シヤント気味セルあり

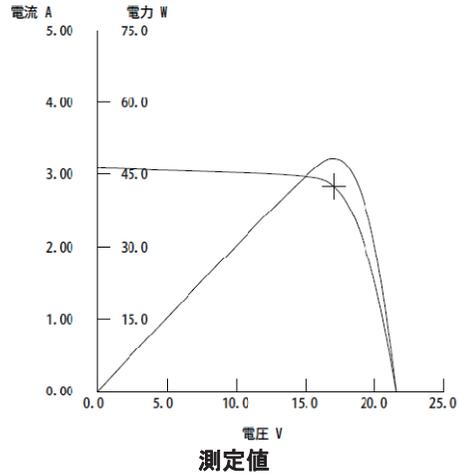
CNS2010-451 経時抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | 単結晶 | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 54.00 | 21.91 | 3.30 | | |
| 初期値 | 53.44 | 21.88 | 3.28 | 74.00% | 1992年 |
| 測定値 | 48.18 | 21.56 | 3.08 | 72.51% | 2010年 |
| 測定値/初期値 | 9.84% | 1.46% | 6.10% | 2.01% | |

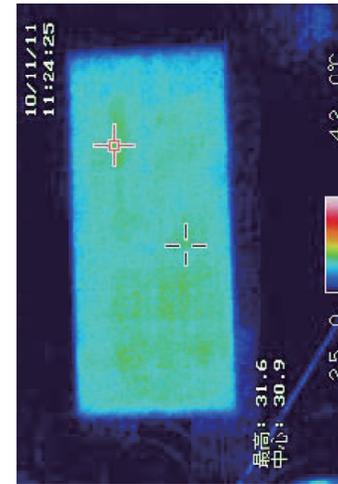
・Pmaxのみが劣化

なし

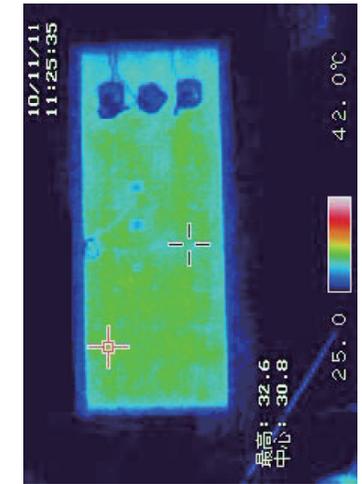
初期値



CNS2010-451 経時抽出品 <順熱画像>



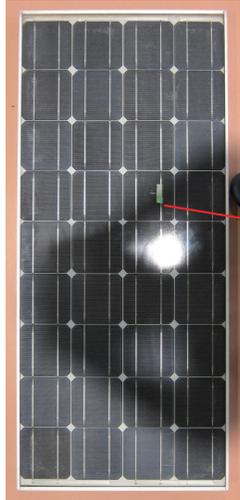
表面(ガラス面)



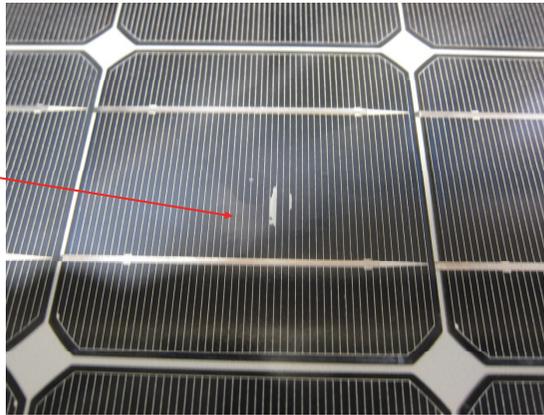
裏面(バックシート面)

・異常なし

CNS2010-451 経時抽出品 <外観>



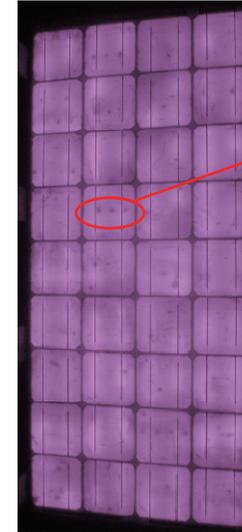
外観(表面)



拡大写真

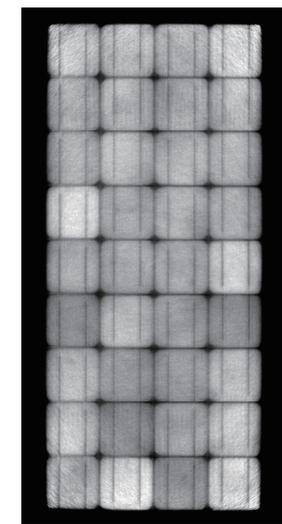
・小規模なデラミ(マイグレーション)発生

CNS2010-451 経時抽出品 <EL, MAP>



EL像

セルに
規則的な黒点
(2-3点)



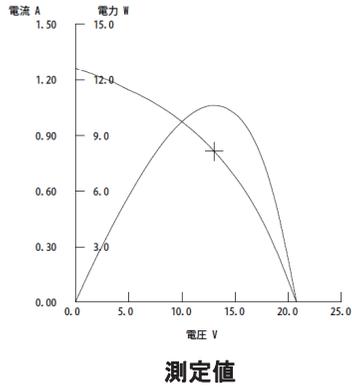
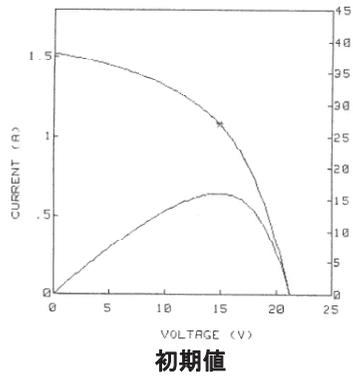
MAP像

・セルに規則的な黒点あり(CNS-450, 451, 485, 488)

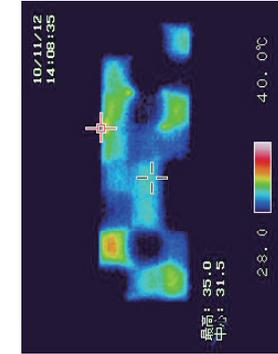
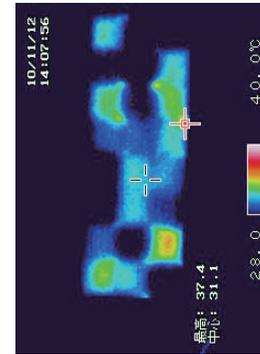
CNS2010-475 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | | | | | |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 21.20 | 22.07 | 1.54 | | |
| 初期値 | 19.77 | 22.18 | 1.56 | 57.00% | 1991 |
| 測定値 | 10.62 | 20.78 | 1.27 | 40.11% | 2010 |

- ・経時抽出111146
- ・性能大幅劣化(同型式の中で最も劣化している)



CNS2010-475 外観抽出品 <順熱画像>



一部、外部とまったく同じ温度の部分がある。通電していない？

CNS2010-475 外観抽出品 <外観>

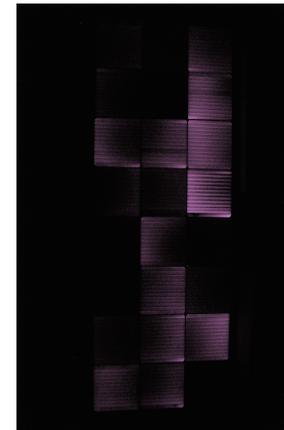


外観(表面)

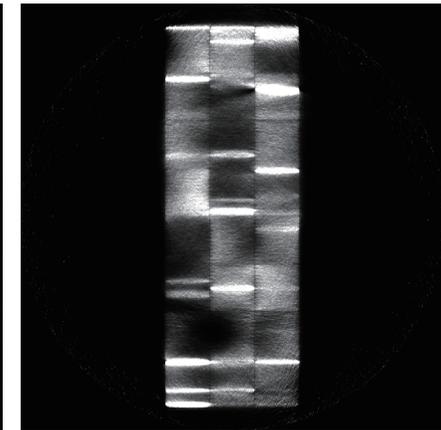
拡大写真なし

外観上、同タイプのものと比較しても、特に大きな変化はなし。

CNS2010-475 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



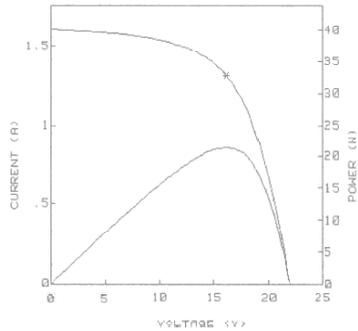
MAP像

EL像とMAP像で相関あり。なお、MAP像では、シャントの劣化による白色部分が多数見られる。(18箇所) 476, 449と比較して、発電しているセルは少ない。

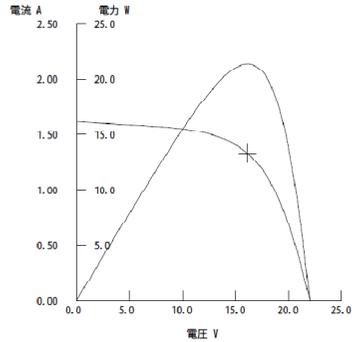
CNS2010-476 外観抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | | | | | |
|-----|-------|-------|------|--------|------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 21.20 | 22.07 | 1.54 | | |
| 初期値 | 21.13 | 21.89 | 1.60 | 60.20% | 1995 |
| 測定値 | 21.41 | 22.00 | 1.61 | 60.30% | 2010 |

・初生111137
 ・保存品は性能が向上している
 (2001測定値/1995初期値=Pmax: -5.9%, FF: -1.0%)
 ・同型式の初生品

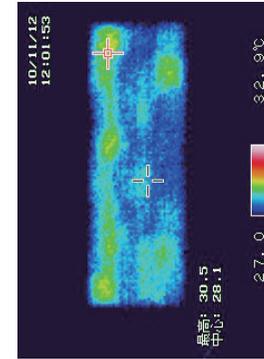


初期値

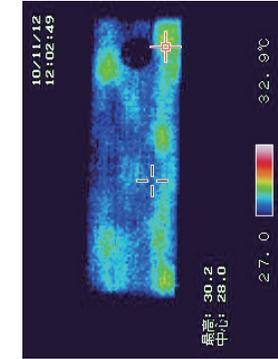


測定値

CNS2010-476 外観抽出品 <順熱画像>



表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

全体的に、通電による発熱が見られる。ただし、
 なお、最も劣化の激しいCNS-475には見られたが外温と同等の箇所は見られない。

CNS2010-476 外観抽出品 <外観>



外観(表面)

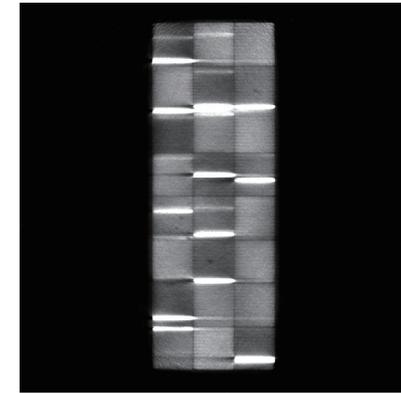
拡大写真なし

外観上、同タイプのものと比較しても、特に大きな変化はなし。

CNS2010-476 外観抽出品 <EL、MAP>



EL像



MAP像

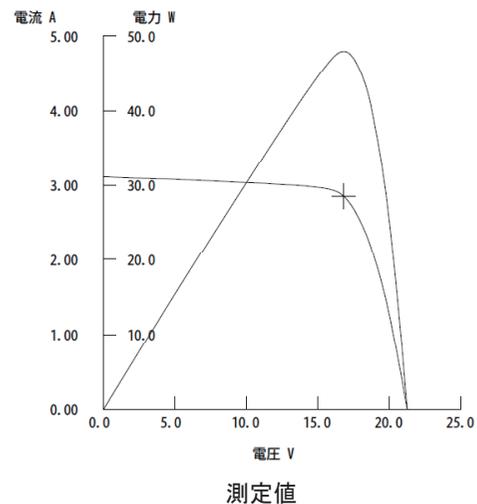
EL像とMAP像で相関あり。ただし、EL像では黒色になっているのに対し、
 MAP像では、よる白色部分が多数見られる。(17箇所)
 シャントの劣化(もしくは、初期からすでにダメージを受けている)可能性あり。
 また、シャント部分は、横のセルと相関があるようにも見受けられるが不明。

CNS2010-480 経時データ抽出 <I-Vカーブ>

型式

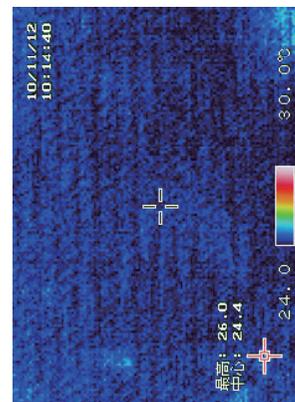
| | Pmax | Voc | Isc | FF | Eff |
|-----|-------|------------|-----------|-------|-------|
| 定格 | 51.00 | 21.48(Vpm) | 3.04(Apm) | - | - |
| 初期値 | - | - | - | - | - |
| 測定値 | 47.93 | 21.23 | 3.11 | 72.47 | 10.94 |

- ・同型式で最もI-V特性の劣化が進んでいない(予備)
- ・CNS2010-163と対応

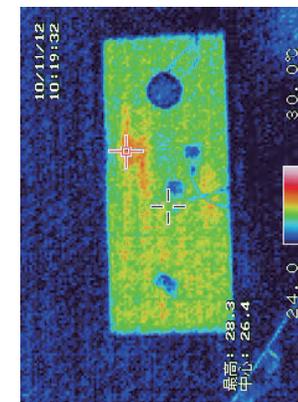


初期値

CNS2010-480 経時データ抽出 <順熱画像>

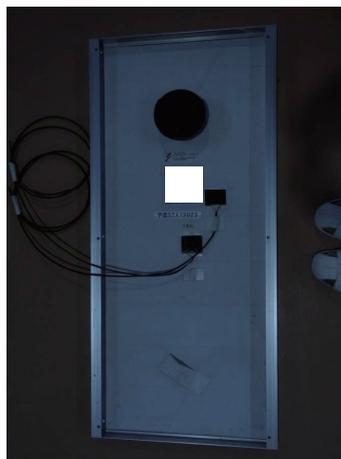
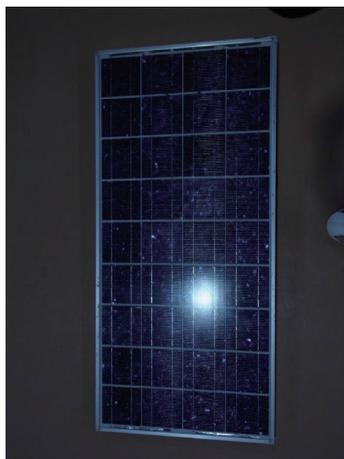


表面(ガラス面)



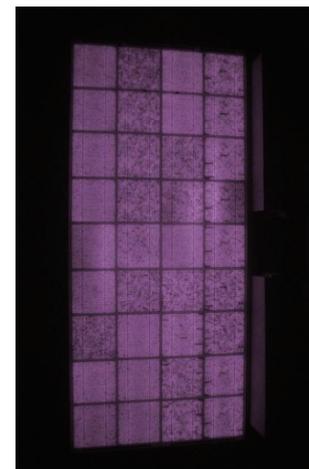
裏面(バックシート面)

CNS2010-480 経時データ抽出 <外観>

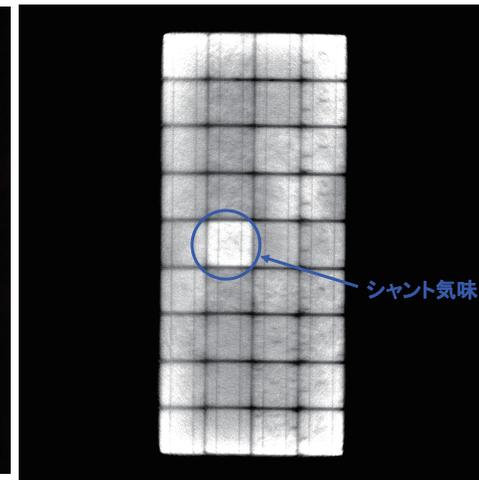


外観異常なし

CNS2010-480 経時データ抽出 <EL、MAP>



EL像



MAP像

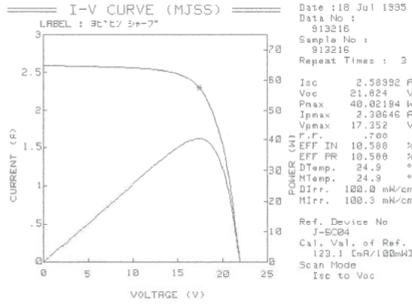
外周部のセルがどちらかと言うとシャント気味に見えるが、全般的には良好。

CNS2010-482 経時データ抽出品 <I-Vカーブ>

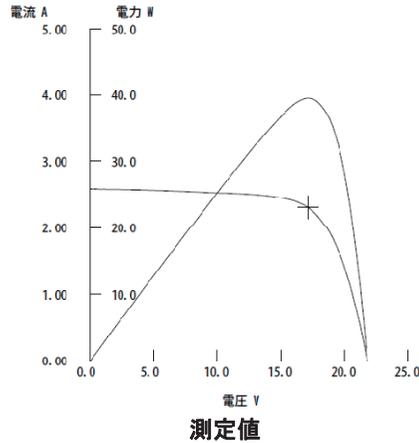
形式

1991→1995年での特性低下大

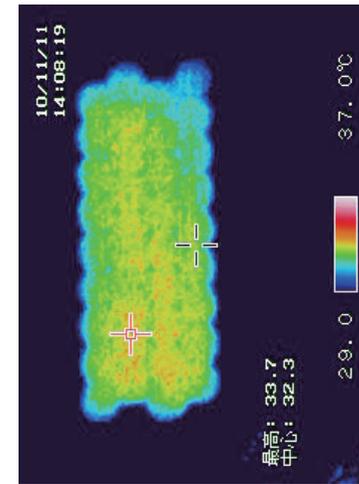
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|-------|------|
| 定格 | 45.0 | 22.46 | 2.71 | | |
| 初期値 | 43.41 | 22.48 | 2.73 | 0.710 | 1991 |
| 測定値 | 40.02 | 21.82 | 2.59 | 0.708 | 1995 |
| 測定値 | 40.50 | 21.95 | 2.54 | 0.712 | 2001 |
| 測定値 | 39.52 | 21.82 | 2.58 | 0.703 | 2010 |



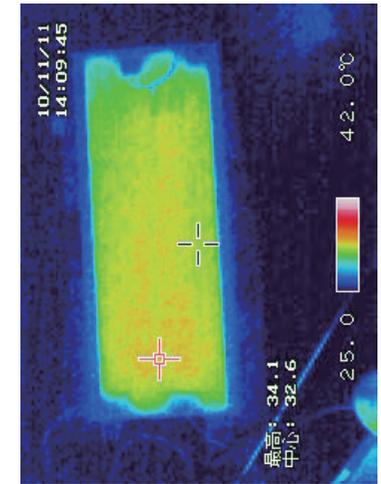
測定値-1995
(初期値なし)



CNS2010-482 経時データ抽出品 <順熱画像>



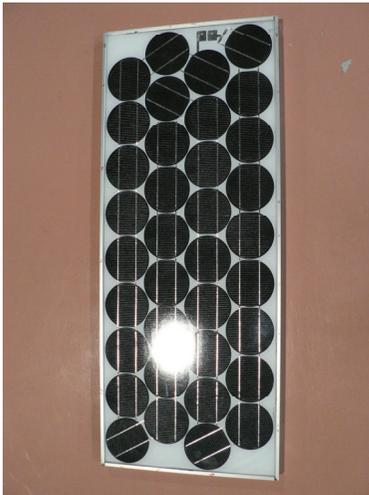
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

異常なし

CNS2010-482 経時データ抽出品 <外観>

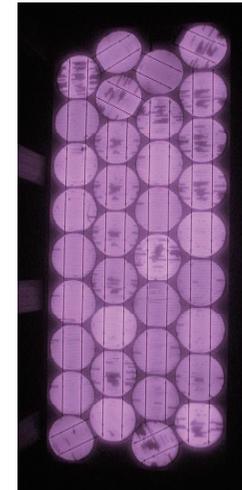


外観(表面)

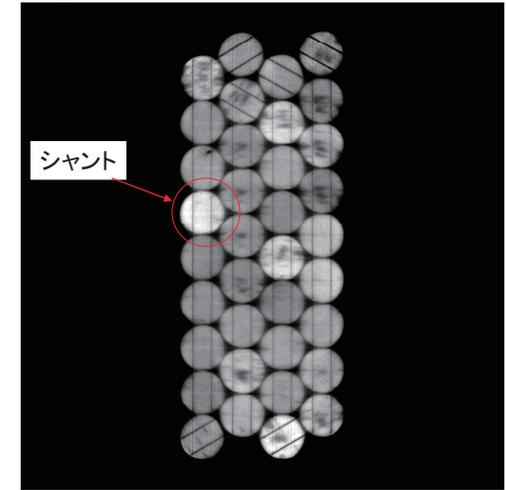
拡大写真なし

異常なし

CNS2010-482 経時データ抽出品 <EL, MAP>



EL像



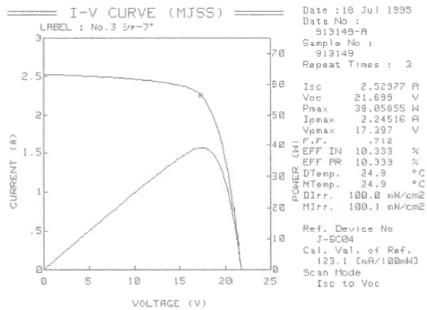
MAP像

セル起因?
MAPでシャント気味のセルが確認できる。

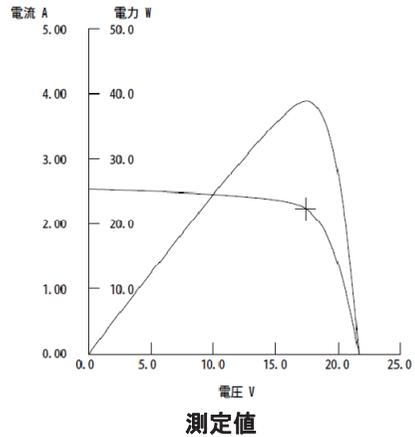
CNS2010-483 経時データ抽出品 <I-Vカーブ>

| | | | | | |
|-----|-------|-------|------|-------|------|
| 形式 | | | | | |
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 45.0 | 22.46 | 2.71 | | |
| 初期値 | 39.06 | 21.70 | 2.53 | 0.712 | 1995 |
| 測定値 | 39.40 | 21.80 | 2.54 | 0.712 | 2001 |
| 測定値 | 38.89 | 21.69 | 2.53 | 0.710 | 2010 |

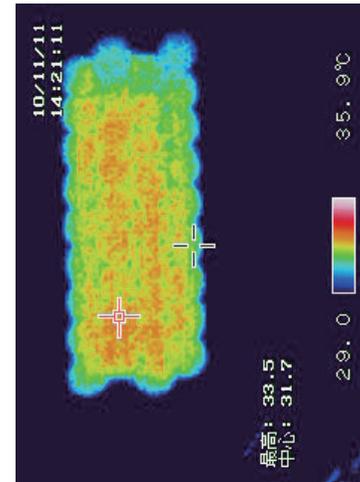
CNS-482と違い、初期値は1995年(1991年のデータなし)



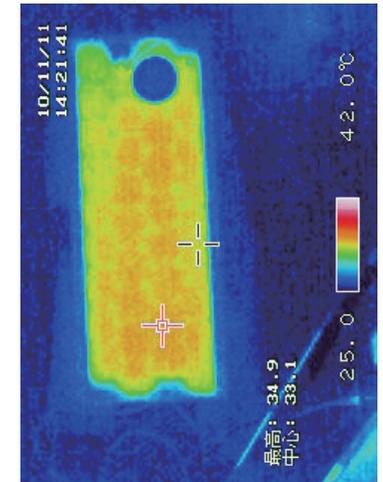
初期値



CNS2010-483 経時データ抽出品 <順熱画像>



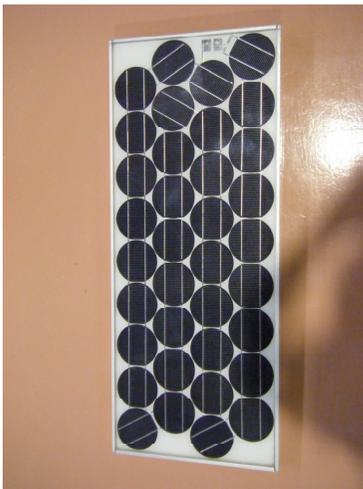
表面(ガラス面)



裏面(バックシート面)

異常なし

CNS2010-483 経時データ抽出品 <外観>

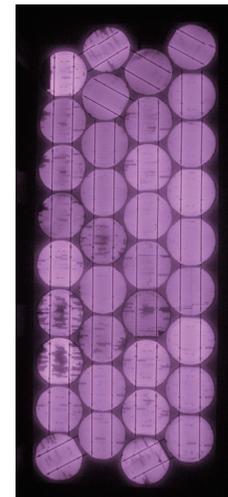


外観(表面)

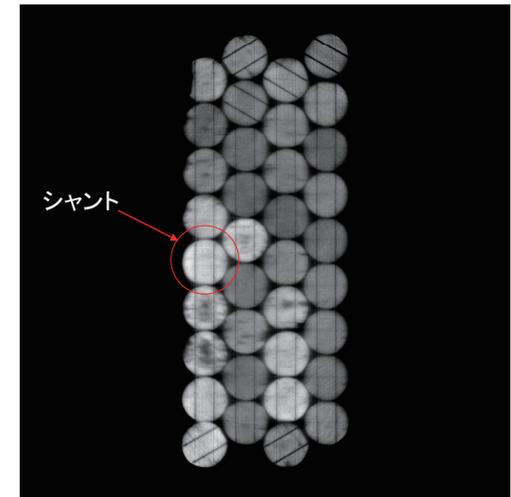
拡大写真なし

異常なし

CNS2010-483 経時データ抽出品 <EL, MAP>



EL像



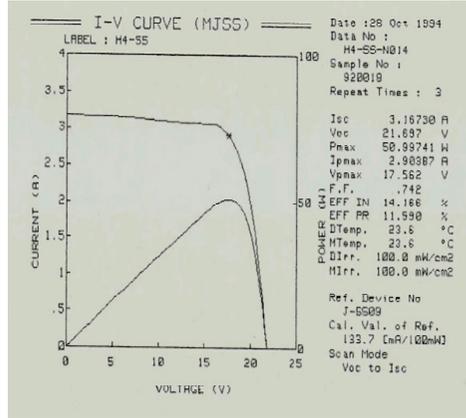
MAP像

セル起因?
左上のセルは肉眼では、クラック、白濁等は見えない

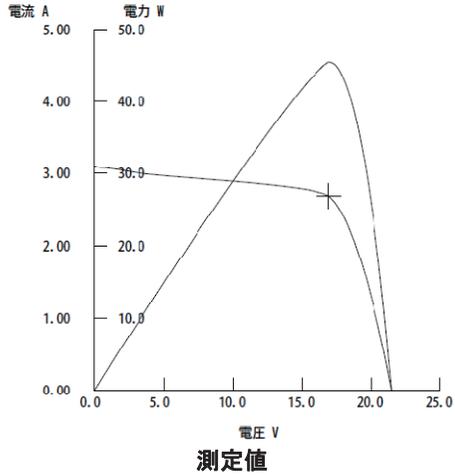
CNS2010-485 経時抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | 単結晶 | | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | 測定年 |
| 定格 | 54.00 | 21.91 | 3.30 | | |
| 初期値 | 51.00 | 21.70 | 3.17 | 74.20% | 1994年 |
| 測定値 | 45.04 | 21.50 | 3.09 | 67.86% | 2010年 |
| 測定値/初期値 | 11.69% | 0.92% | 2.52% | 8.54% | |

- ・同型式で最も低下大。
- ・Pmax、FFともに低下していて、外観レベルも悪い。
(黄変: 2 デラミ: 1)

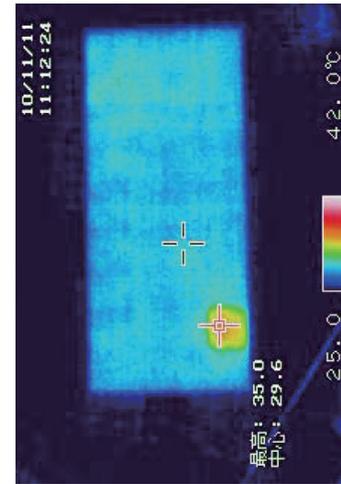


初期値

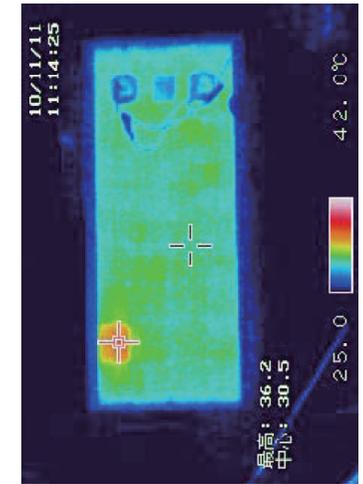


測定値

CNS2010-485 経時抽出品 <順熱画像>



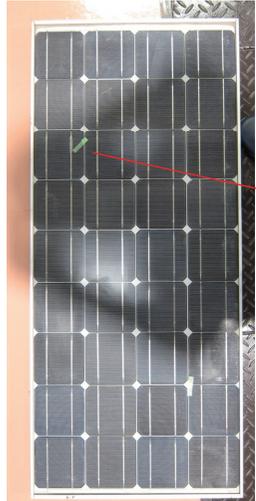
表面(ガラス面)



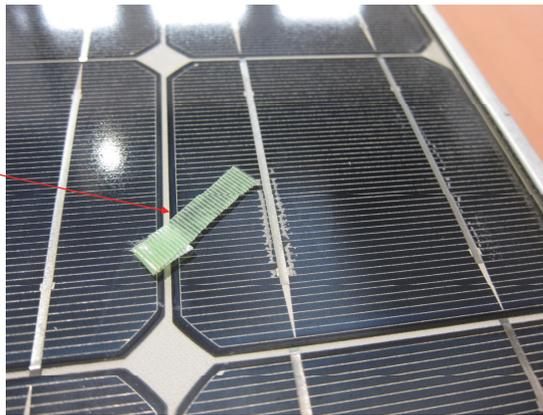
裏面(バックシート面)

- ・右下2段目セルに異常あり。外観写真の異常部とは不一致。

CNS2010-485 経時抽出品 <外観>



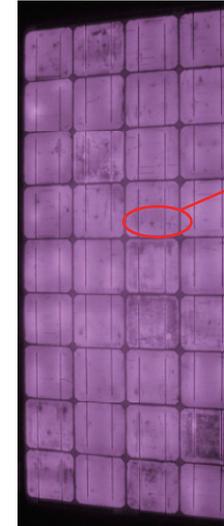
外観(表面)



拡大写真

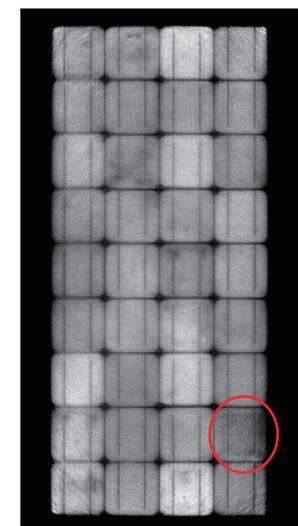
- ・デラミ(マイグレーション)発生

CNS2010-485 経時抽出品 <EL、MAP>



EL像

- セルに規則的な黒点(2-3点)



MAP像

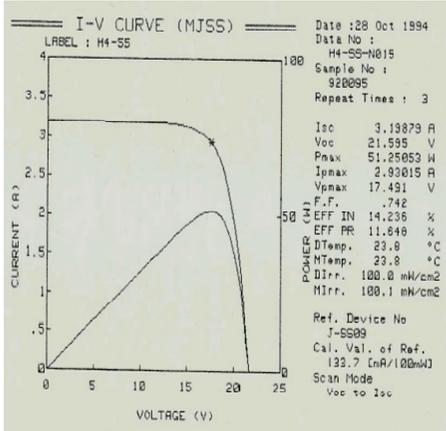
- Rs増加

- ・右下2段目セルに異常あり。熱画像データと一致。外観写真の異常部とは不一致。
- ・セルに規則的な黒点あり(CNS-450, 451, 485, 488)
- ・右下より2セル目のRs増加

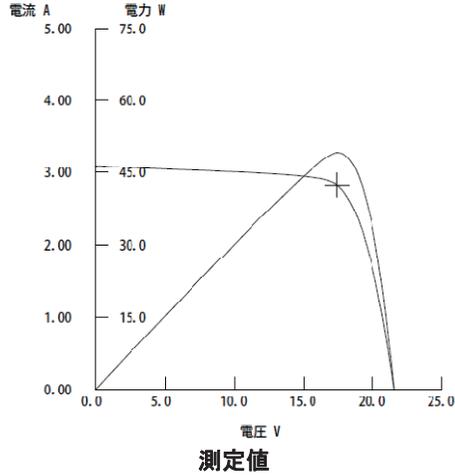
CNS2010-488 経時抽出品 <I-Vカーブ>

| 型式 | 単結晶 | | | | 測定年 |
|-----|-------|-------|------|--------|-------|
| | Pmax | Voc | Isc | FF | |
| 定格 | 54.00 | 21.91 | 3.30 | | |
| 初期値 | 51.25 | 21.60 | 3.2 | 74.20% | 1994年 |
| 測定値 | 48.98 | 21.55 | 3.08 | 73.72% | 2010年 |

・同型式で最も劣化していない。
(劣化していない代表)

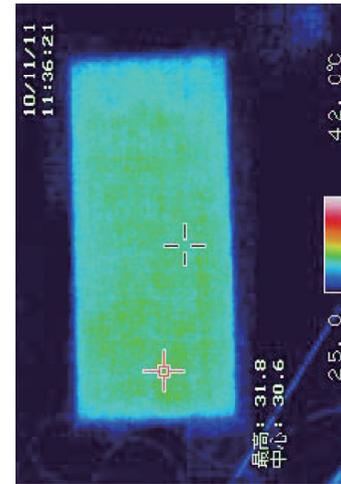


初期値

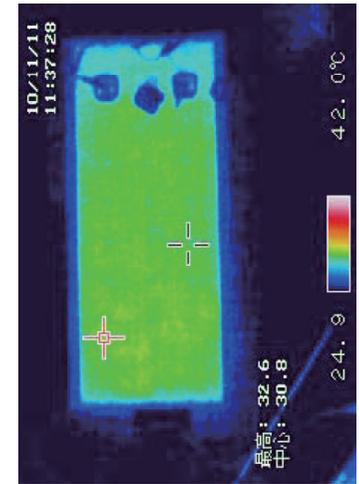


測定値

CNS2010-488 経時抽出品 <順熱画像>



表面(ガラス面)



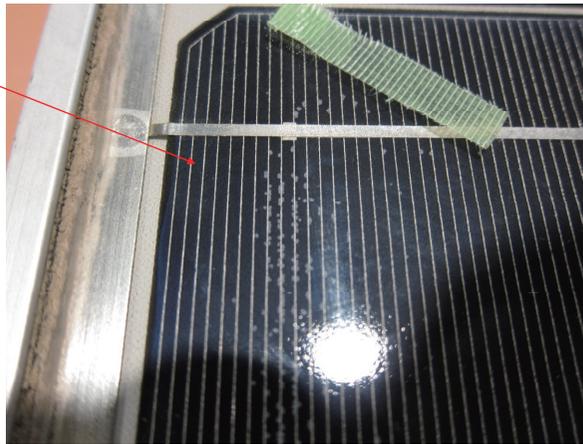
裏面(バックシート面)

・異常なし

CNS2010-488 経時抽出品 <外観>



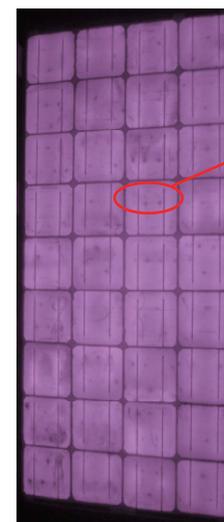
外観(表面)



拡大写真

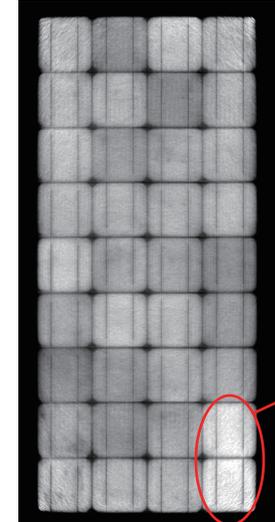
・デラミ(マイグレーション)発生

CNS2010-488 経時抽出品 <EL、MAP>



セルに
規則的な黒点
(2-3点)

EL像



Rsh低下

MAP像

・セルに規則的な黒点あり(CNS-450, 451, 485, 488)
・右下2セルのRsh低下

太陽電池変換効率分布測定 (MAP シリーズでのモジュール測定)

レーザーテック株式会社 先端開発室 平川 琢己

太陽電池効率分布測定機開発の背景

太陽電池モジュールは、25年を越える長期信頼性を担保しながら、コストの引き下げを要求されている。そのために、長期の使用でモジュールの内部で何が起きているかを把握することが重要であり、特に直接電气的特性に影響を及ぼす、電流密度分布を把握することは、モジュールの状態を把握するための基本事項と考えた。

従来、レーザービームを照射して光電変換特性を測定する方法“LBIC (Laser Beam Induced Current)”はあったが、レーザーという特殊な光源のため太陽光からの変換効率分布とはかけ離れた測定になってしまう。そこで太陽光をシミュレートする光源として一般的なクセノンランプと大気での吸収特性を補正するエアマスフィルター、バンドルファイバーを組み合わせ、太陽光スペクトルに近いライン光源を構成し、シリンダカル光学系で太陽電池に投影する光学系を選定した。このライン照明を太陽電池に当てて出てくる電流値は照明に沿って線積分された値であり、そのままでは二次元の情報を持たないが、CT (コンピュータド・トモグラフィ) の技術を応用したソフトウェアにより、測定データの二次元化を行った。それは、点光源のスキャンでは、セルレベルで一枚数時間という測定時間を要し、モジュールレベルではとても実用化出来ないからである。ライン照明スキャンとCTソフトウェアの組み合わせで電流密度分布の正確、かつ迅速な測定結果をもたらし、太陽電池変換効率分布測定機MAPシリーズの製品化につながった。

変換効率分布を測定するための技術

標準の太陽光強度 ($100 \text{ mW}/\text{cm}^2$) 下で太陽電池セルの変換効率 η は

$$\eta = J_{sc} * V_{oc} * FF$$

の式で定義される。つまり効率分布を測定するためには短絡電流密度 J_{sc} 、開放電圧 V_{oc} 及びフィルファクター FF を分布データの形で求められなければならない。言い換えれば太陽電池セル各部分の I-V カーブを全て求めなければならないことになる。MAP シリーズでは負荷電圧を変えながら、暗電流と光を当てたときの光電流、両方を計測しながら測定する全ての画素 (測定の単位面積) に渡ってフィッティングを行っている。光源として光学系の特性を含めてエアマスフィルターを設計することでスペクトルミスマッチを抑え”Class A”精度、照明幅は 0.25mm 、最大で太陽光強度の 10 倍に達する高強度ライン照明を装備している。測定の絶対値を確保するためにキャリブレーションされたセンサーを使い照明強度が正確に 1 SUN ($100 \text{ mW}/\text{cm}^2$) となるように自動調整する機能も備えている。

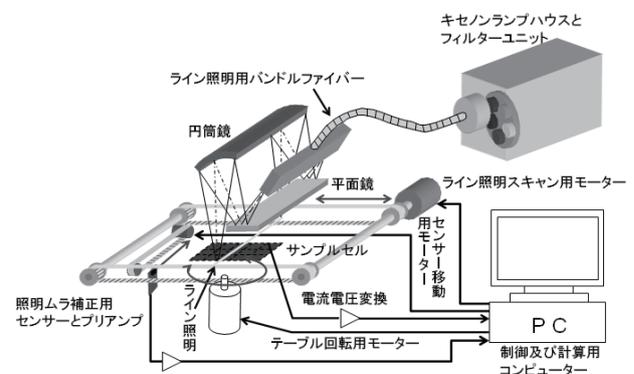


図-1 MAP システムのブロック図

図-1 に MAP システムのブロック図を示す。測定するための可動部は照明の移動とサンプル台の θ 回転のみとシンプルな構造となっている。

変換効率分布の数値化

光源のスキャン中に太陽電池で発生した光電流は高精度の I-V 変換回路 (電流・電圧変換回路) を通して

デジタル化され、コンピューター上に記録される。これをプロットしたものを図-2に示すが、これは「サイノグラム」と呼ばれる。サイノグラムをCTソフトウェアで二次元データに変換したものを図-3に示す。



図-2 測定電流値をプロットした「サイノグラム」

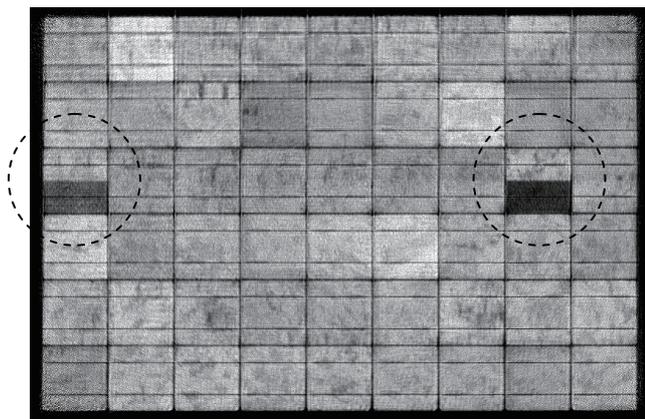


図-3 CTソフトで二次元化した電流密度マッピング

図-3に示すように、セル内の明暗は、疑似太陽光を当てた時の取り出せた電流密度のマッピングを示している。この結果はEL法で取得したデータと一致している。また波線で囲まれたセルは、セルを二分割する様に、効率にばらつきが出ており、インターコネクタの接続不良等の不具合が考えられる。

次に MAP シリーズの大きな特徴である、電流密度分布の数値比較を示す。

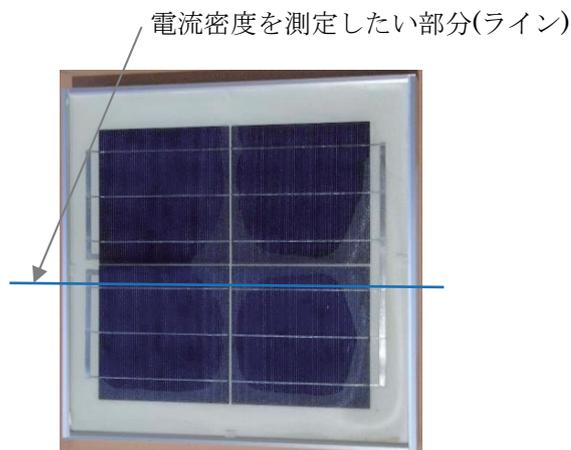


図-4 白濁のあるモジュール

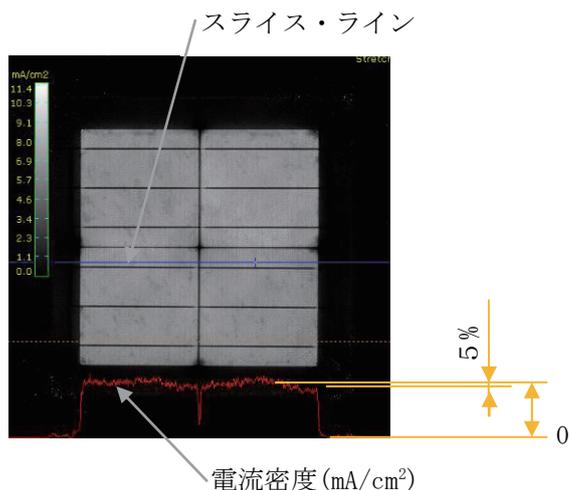


図-5 白濁による電流密度の低下

図-4のように白濁のあるモジュールの電流密度の違いを実測するには、図-5に示すMAP画像のライス機能で、測定したい部分をスライス・ラインで指定して、スライス・ライン上の電流密度(mA/cm^2)を表示させ、その出力のCSVファイルより算出する。このようにマッピング画像からは確認できない微小な電流密度の変化もスライス機能を使い正確に計測出来る。図-4のガラス/充填剤間の剥離では、5%ほどの電流密度の低下が確認できた。

同様に、図-7のようにバックシートの電流密度分布への影響も計測出来る。



図-6 単セルモジュールの外観

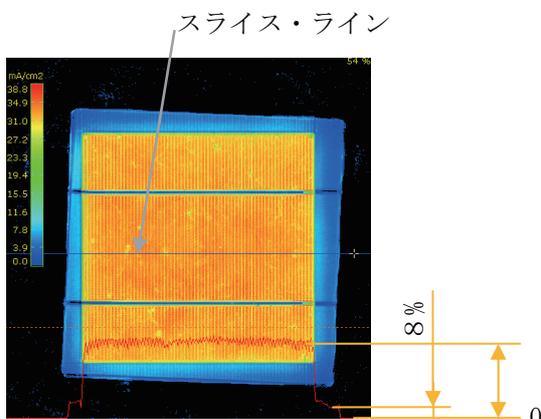


図-7 単セルモジュールの MAP 画像
(疑似カラー表示)

図-6に示す単セルモジュールのMAP画像を図-7に示す。測定光に対して出力電流が発生した位置の電流密度を表示するので、バックシートに測定光が当たり、モジュール内反射光がセルに到着した場合にも電流密度としてマッピングする。図-7の場合はバックシートの寄与は8%程度である。このスライス機能を使い、封止材の変質による電流密度分布の変化や、水垢による電流密度の低下などを計測することが出来る。

このようにMAPシリーズでは測定したすべての画素で電流密度が mA/cm² 単位で算出されているので、他のマッピング方法では困難な電流密度の数値比較が可能となっている。

モジュール状態のセル Rsh について

モジュール状態でセルに印加される電圧は、セルの固有の特性によってモジュールの端子電圧が分圧されるが、その分圧された電圧を決定する要因として暗電流カーブがある。

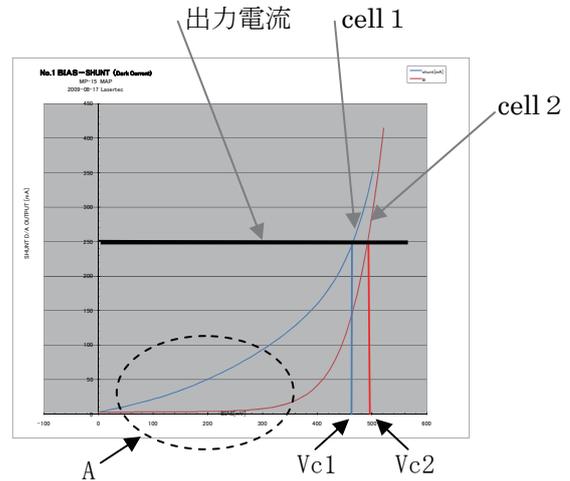


図-8 セルの暗電流特性

図-8に示す様に cell 1、cell 2の暗電流カーブのA部の傾きはセル固有のRshによって支配されているため、出力電流一定の場合、セルに加わる電圧 Vc1 と Vc2 は Rsh と相関がある。MAP シリーズでは、測定時にモジュール全体の暗電流特性より求めた負荷電圧を加えているため、セルに加わる電圧は前記の Vc1、Vc2 の状態となっている。

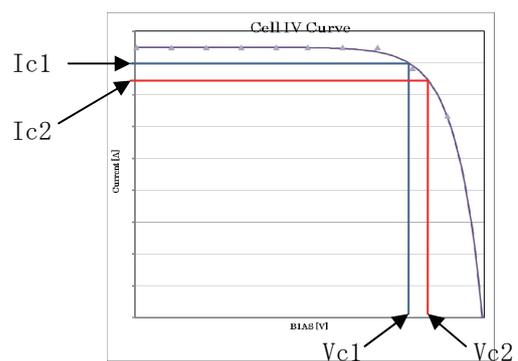


図-9 セルの電流値

この状態での電流出力は図-9に示すセルの I-V カーブの特性に従っているため、セルの動作電圧が低いほど、電流出力が高く見える。

そのため、MAP 画像には、セルごとの Rsh に見合った、明るさがセルにオフセットされた画像を得ることが出来る。

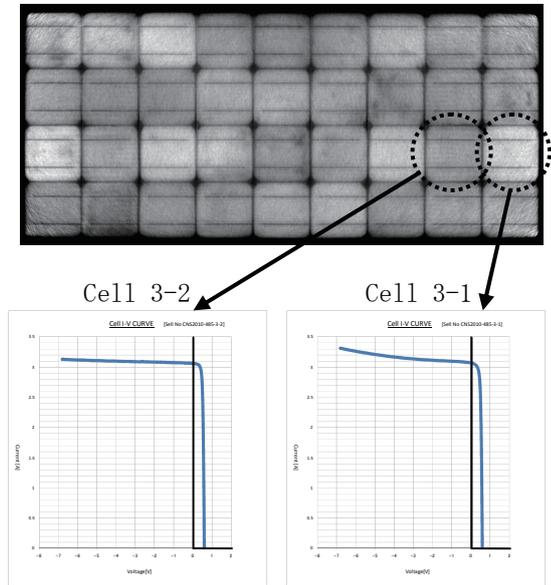


図-10 Rsh の分布

図-10に、製造後20年近く経過したモジュールのMAP画像と、モジュール裏面より引き出し線を取付け、各セルのI-V特性を、ソーラーシュミレータで測定した結果を示す。第2象限のI-V特性よりCell 3-1はRshが低下していることが確認できるがこれはMAP画像で明るく表示されているセルと一致している。

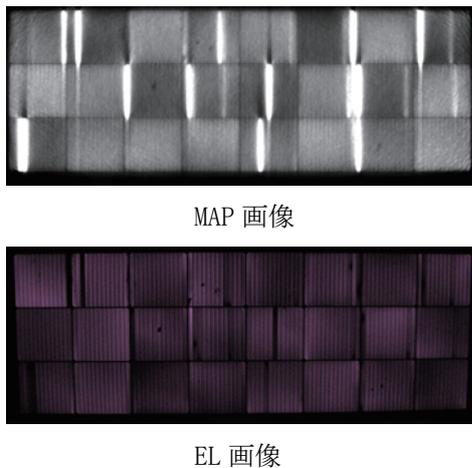


図-11 薄膜モジュールの Rsh

図-11に20年近く経過した薄膜モジュールのMAP

画像とEL画像を示す。MAP画像では、高感度でRshの低下を明るく示している、EL画像では同じ位置が暗く見える。

短絡電流密度分布の測定

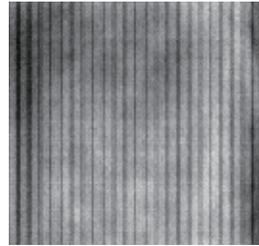


図-12 Pmax 近傍の電流密度分布 (CIGS)

図-12に示す様に通常モジュールを測定する際はPmax 近傍の負荷電圧をモジュールに加えてセルのインピーダンスを下げ、電流密度分布を測定している。特に短絡状態での電流密度からPmax までの広い範囲での電流密度分布を測定する場合は、図-13に示すインテリジェントホルダを使用できる。薄膜モジュールの裏面電極にプロービングが必要だが、各セルをマルチプレクサで順次ON-OFFして単セルとして扱い、測定系と同期して測定していく方法である。

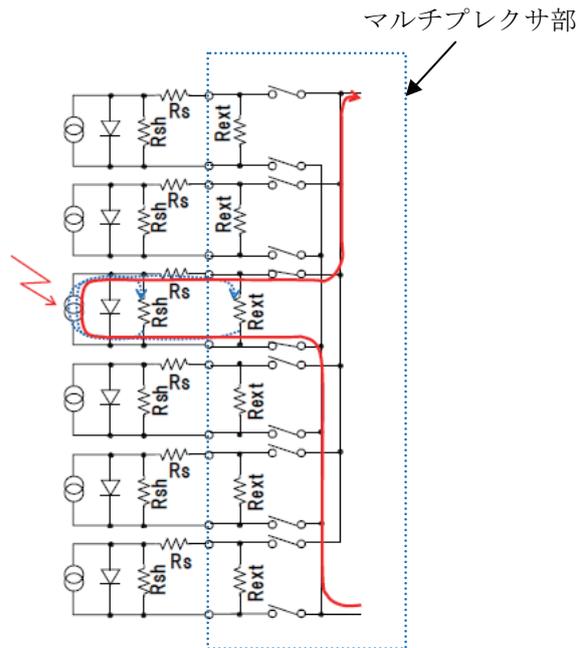


図-13 インテリジェントホルダ概要

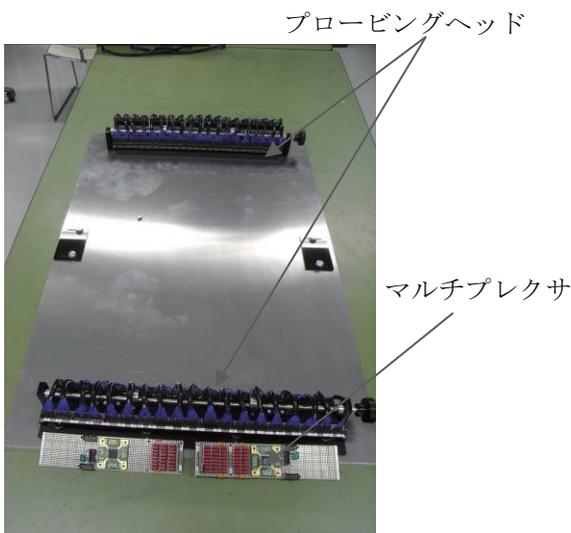


図-14 インテリジェントホルダ外観

図-14に示す、セルピッチに合わせた、専用測定治具を追加することにより、短絡状態の電流密度分布を測定できる。

Rs 分布測定

負荷電圧を高くすると、流れこむ電流が増加するが、Head アンブ部の容量を増加しておくこと、Voc に近い部分の電流分布密度の測定が可能となる。

MAP シリーズでは、負荷電圧を変化して測定する場合、すべての画素（測定の単位面積）で I-V 特性を算出しているため、図-15のA部、B部に示す I-V カーブの傾きより Rs の面内分布を得ることが出来る。

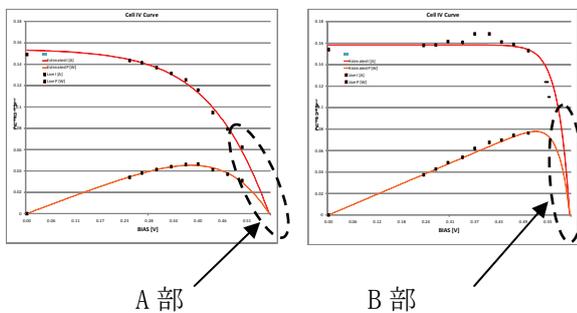


図-15 Rs の推定

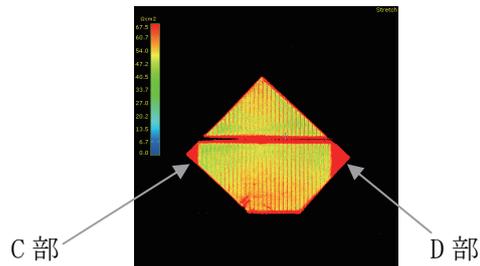


図-16 Rs マップ

図-16にセル内のRsの分布を示す、C部、D部はフィンガーが切断されているためRsが高い。単位は $\Omega \text{ cm}^2$ である。

色素増感セルの測定

色素増感セルは、光によって発生した電荷が電解液中イオンの移動という形で電極に到達するために、光を当ててから一定の時間を置いて出力が得られ反応の遅い電池と言える。そのため電流密度分布を測定する場合は結晶系、薄膜系のセルを測定する場合と比べてスキャン速度を落とす必要がある。MAP シリーズはこのスキャン速度を自由に変えられる上、ラインスキャンから得られた光電流値をCT計算で二次元の電流密度分布に変換するという能率の良い測定方法を採用しているため、ゆっくりとしたスキャン速度でもスピーディーに測定を進められる。



図-15 色素増感セルの電流密度測定

波長選択機能の応用

一般的な測定は1 SUNの光強度とエアマス1.5相当のスペクトル下で行われるが、MAP シリーズは光強度、スペクトルともに選択可能である。

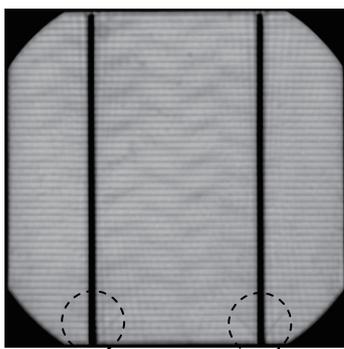


図-16 IRでのマッピング

図-16に赤外照明でのMAP画像を示す。暗い網目部分ではセルの熱処理に起因する裏面電界効果(BSE)欠如があると考えられる。又、バスライン下部にクラックが確認できる。このように赤外照明を用いるとセルの裏面の状態を観察出来る。

同様に実際にモジュールが使われている状態に合わせた曇天時の状態を再現した測定や、波長別感度の異なる複数の受光層を有するモジュールで、波長と電流密度分布を比較することも可能である。

まとめ

MAP シリーズを使う太陽電池モジュールの解析には以下の手法があり、出力電流密度分布の測定の実績を積んでいる。

1. セルおよび構成部材に起因する、電流密度分布の数値比較。

具体的には、クラックやPNジャンクションの劣化、集電部の不具合による分布の面内アンバランス、封止材及び構成部材の不具合による電流密度の低下、バックシートの発電への寄与。

2. 結晶系セルの Rsh 低下セル及び薄膜系の Rsh 低下部位の特定。
3. インテリジェントホルダを使用したの直列薄膜モジュールの短絡電流密度分布から Pmax 以上までの電流密度分布までの測定。
4. 負荷電圧を Pmax より高くまで測定して、Rs の測定。
5. スロースキャン機能を使い時間応答性の低い色素増感セルの測定。
6. 波長選択機能を使用した、裏面や、波長感度別マッピング、曇天時の効率マッピング、

このように全種類の太陽電池モジュールの電流密度分布、Rsh、Rs 分布を短時間のうちに計測出来る MAP シリーズは、EL 測定、熱画像測定と合わせて、モジュールの評価には効果的なツールである。