

# 太陽能電池之散熱貼膜 - 宥定設計(VMS)

宥定設計(VMS)  
Nov.-2017'

# 內容

- 摘要
- 測試報告I- 工研院(ITRI) STC
- 測試報告II- 工研院(ITRI)屏東NOCT
- 可靠度測試報告
- VMS散熱膜符合歐盟REACH法規與RoHS要求

## 摘要 (1/5)

### ■ 宥定設計(VMS)散熱膜

- 宥定以獨家之技術，研發革命性的“散熱材料”，並將此“散熱材料”應用於太陽能電池產業，成功地開發出獨步全球之太陽能電池散熱膜。
- 宥定散熱膜具有以下功效。
  - ▶ 降低太陽能電池面板晶片溫度(以下稱太陽能電池面板工作溫度)，因陽光強度照射之昇溫，減少光能轉換成熱能之耗損。
  - ▶ 提升太陽能電池光能轉換效率，增加發電總量之產出。

### ■ VMS散熱膜功效 I - 降低太陽能電池面板工作溫度。

- 黏貼VMS散熱膜於太陽能電池模組背板上，其降溫效果如下：
  - ▶ 工研院STC測試，在29°C環溫下，實驗組(有貼VMS散熱膜)之太陽能電池面板溫度，較對照組(未貼VMS散熱膜)降低約8°C。

## 摘要 (2/5)

### ➤ VMS散熱膜功效 II - 增加發電總量之產出，

- ▶ 工研院STC測試，在29°C環溫下，實驗組與對照組比較，增加了3.9%的發電量。
- ▶ 工研院NOCT測試(僅收集日照強度大於500 W/m<sup>2</sup>之 Data)，實驗組與對照組比較，最高增加了7.0%，平均增加了5.8%的發電量 (該NOCT測試時間是四月初，日照條件遠不及夏季來得佳)。

### ▣ VMS散熱膜功效實驗

- 工研院2組實驗功效測試資料，說明上述材料特性。
- ▶ 工研院STC環境下之功效測試: 細節請參閱 8~12頁資料。
- ▶ 工研院NOCT環境下之功效測試: 細節請參閱 13~17頁資料。

### ▣ 客戶端電廠實際上線結果

- 太陽能電池背板貼VMS散熱膜，不同地區不同案場，平均多了3.0% ~8.0%不等的發電量。
- ▶ 上述數據來自12個電廠資料，其地區分佈在台灣、泰國、柬埔寨...等國。
- ▶ 所有客戶均簽NDA，VMS不被允許揭露客戶資訊及相關數據。

## 摘要 (3/5)

- VMS散熱膜環境測試與貼附於太陽能背板工研院(ITRI)可靠度測試報告
  - VMS散熱膜環境測試已通過已下項目測試。
    - ▶ UV test(紫外線測試): 500hrs PASS, no bubble & no peel off
    - ▶ Thermal cycling test(熱循環測試): PASS, no bubble & no peel off
    - ▶ Humidity freeze test(濕冷凍循環測試): 200hrs PASS, no bubble & no peel off
    - ▶ Abrasion test (磨耗測試) : 5,000 cycles PASS, no bubble & no peel off
    - ▶ Damp heat test(濕熱測試): 2,016 hrs PASS, no bubble & no peel off
  - VMS散熱膜貼附於太陽能背板之工研院(ITRI)可靠度測試報告。
    - ▶ Damp heat test(濕熱測試): PASS, 10607C00502-2-1-02。
    - ▶ UV test(紫外線測試): 500hrs PASS, 10607C00502-3-1-02。
    - ▶ Thermal cycling test(熱循環測試): PASS, 10607C00502-4-1-02。

## 摘要 (4/5)

- ◆ Damp Heat Test(濕熱測試)散熱能力與時間之測試報告。
- ▶ DHT 1,560與2,016小時後，散熱力沒有衰退。80°C檢測下，降溫可達10度以上。
- ◆ VMS散熱膜環境測試及可靠度報告細節請參閱 17~19頁資料。
  
- ▣ VMS散熱膜材料乃100%環保材質。
- ◆ VMS散熱膜材料符合歐盟REACH法規與RoHS要求。
- ◆ SGS檢驗報告細節請參閱第20頁資料。

# 測試報告 I- 工研院(ITRI) (1/5)

## 目的


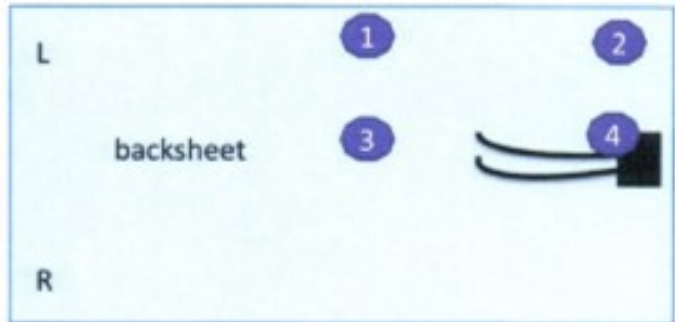
- ◆ 此實驗目的是在STC (Standard Test Conditions)的條件下，當宥定設計(VMS)散熱膜貼在太陽能電池模組背板後，去得知太陽能電池面板工作溫度之降低度數。

## 背景與方法

- ◆ 此測試是在STC 模擬方法下執行。
  - ▶ 世界公認的地面太陽能電池模組標準測試條件 ( **STC** ) : **AM=1.5; 1000W/m<sup>2</sup>; 25°C**。
  - ✓ **AM**: 指**air-mass** (大氣品質)定義是: 光線通過大氣的實際距離比上大氣的垂直厚度，**AM1.5**，即指光線通過大氣的實際距離為大氣垂直厚度的1.5倍。
  - ✓ **1000W/m<sup>2</sup>**: 指標準測試太陽電池的光線的輻照度。
  - ✓ **25°C**: 指在25°C的溫度下工作。太陽電池效率會隨溫度升高有一定下降，它在使用時溫度會升高，再由溫度係數就可以得出他工作時的電壓電流和輸出功率。
- ◆ 此實驗由工研院執行ITRI (Industrial Technology Research Institute, [www.itri.org.tw](http://www.itri.org.tw)) 。
- ◆ 測試太陽能面板: 260W (60 cells poly crystalline photovoltaic module, Neo solar power D6P260B3A) 。

# 測試報告 I- 工研院(ITRI) (2/5)

## ➔ 測試方法

10.19	TABLE: Light Soaking Test
Module temperature [°C]	See the raw data
Radiant source	Class CCC solar simulator
Test Method	Attach 4 temperature sensors on the front side of module and 4 temperature sensors on the back side of module, as shown in the following graph. Record the performance and temp data from the module every 1 minute for 1 hour.
Temperature measurement is shown below.	
	



# 測試報告 I- 工研院(ITRI) (3/5)

## 1. Date and Location of Test

The test was performed at RM.168, Bldg.21, No.195, Sec.4, Chung Hsing Rd., Chu Tung, Hsin Chu, Taiwan 310, R.O.C., on December 20, 2016.

## 2. Test Methods

2.1 The test items and test methods listed in this report have been approved by the commissioners and commissioned parties and then been adopted for the test.

2.2 All tests were carried out according to IEC 60904-1:2006.

## 3. Equipment of test

Standard equipment	Serial No.	Traceability Unit	Report No.	Traceability Date	Due Date
PV reference cell	101-2008	CMS (TAF2436)	10507C02289-1-1-04A	2016/07/04	2017/07/03
PS Load	1289	BERGER	1289-23591	2016/02/01	2017/01/31
Thermal couple	TC13	CMS (TAF0016)	10507C00595-4-1-03A	2016/06/26	2017/06/25
Multi meter	1246287	CMS (TAF0016)	10507C03322-4-1-03A	2016/10/05	2017/10/04

## 4. Environmental conditions

The test was performed under the following environmental conditions.

Ambient temperature:  $(25 \pm 15) ^\circ\text{C}$

# 測試報告 I- 工研院(ITRI) (4/5)



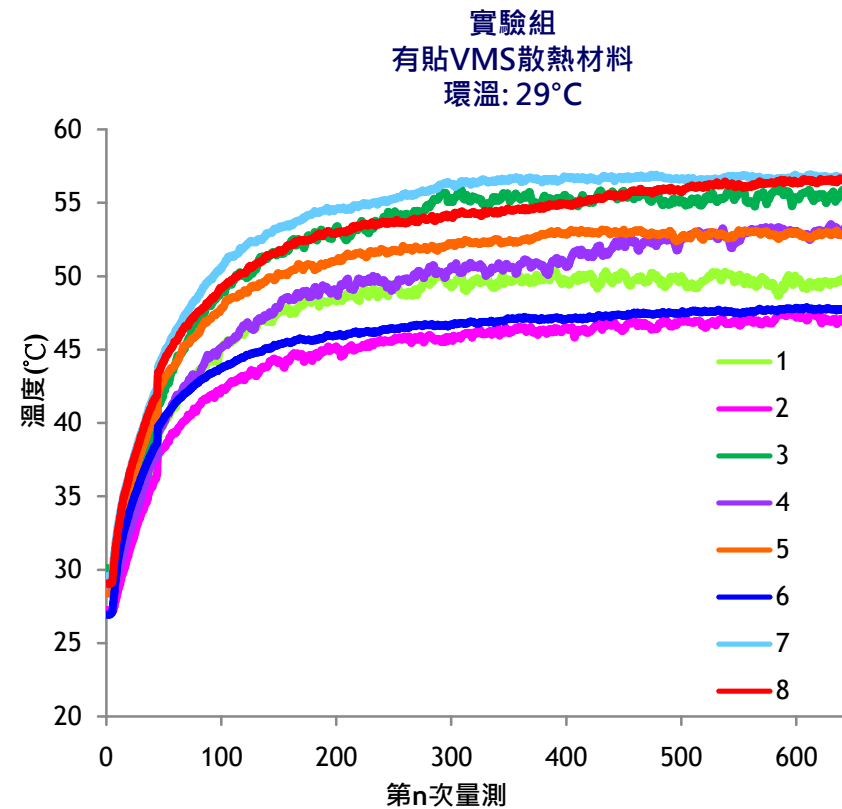
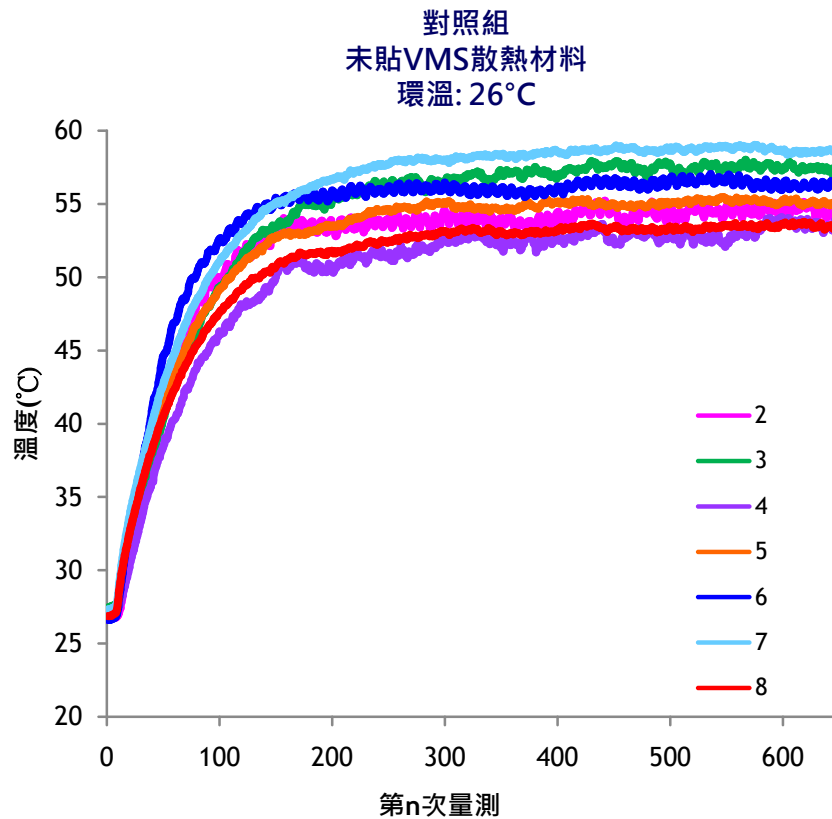
## ■ 測試結果

- 在29°C環溫下，太陽能電池面板溫度降低約8°C，其結果為在對照組(未貼VMS散熱膜)與實驗組(有貼VMS散熱膜)，常態化環溫3°C調整後結論。
- 此實驗組與對照組比較，增加6W多的電力(約3.9%)。
- ▶ 此測試是在STC模擬條件下完成。依VMS散熱材料特性，若在真實環境下，其光能轉換提升效率將表現更好。
- 詳細內容請參閱工研院(ITRI)報告，文號10607C00018-1-1-02。



10607C0018-1-  
1-02

# 測試報告 I- 工研院(ITRI) (5/5)



- ▶ 實驗組(有貼VMS散熱膜)相較於對照組(未貼VMS散熱膜) , 其平均溫度降低約5 °C.
- ▶ 實驗組的環溫相較於對照組是高3 °C 。
- ▶ 經常態化環溫3°C調整後 , 其實驗組降低約8°C 。

## 測試報告 II- 工研院(ITRI)屏東NOCT(1/5)

Table 1 : Module Group Assignment

Sample #	Sample Group ID	Model no.	Sample S/N
10607C00502-01	A	TS60-6P3-265	TS-16CT1-04725
10607C00502-02	A	TS60-6P3-265	TS-16CT1-04729
10607C00502-03	A	TS60-6P3-265	TS-169T1-05092
10607C00502-04	A	TS60-6P3-265	TS-16CT1-04730

Supplementary information:  
The backsheet of sample (10607C00502-02~04) was covered with heat dissipating material.

01對照組

02~04

實驗組  
貼VMS散熱膜

- 工研院文號: 10607C00502-1-1-02 。
- 此測試是在自然太陽光NOCT 。
- 測試地點:屏東 。
- 共有四組太陽能面板 , 01為對照組 , 02~04為貼VMS散熱膜實驗組 。
- 收集日照大於500 W/m<sup>2</sup> 。
- 資料時段: 8:00~17:00



10607C00502-1  
-1-02

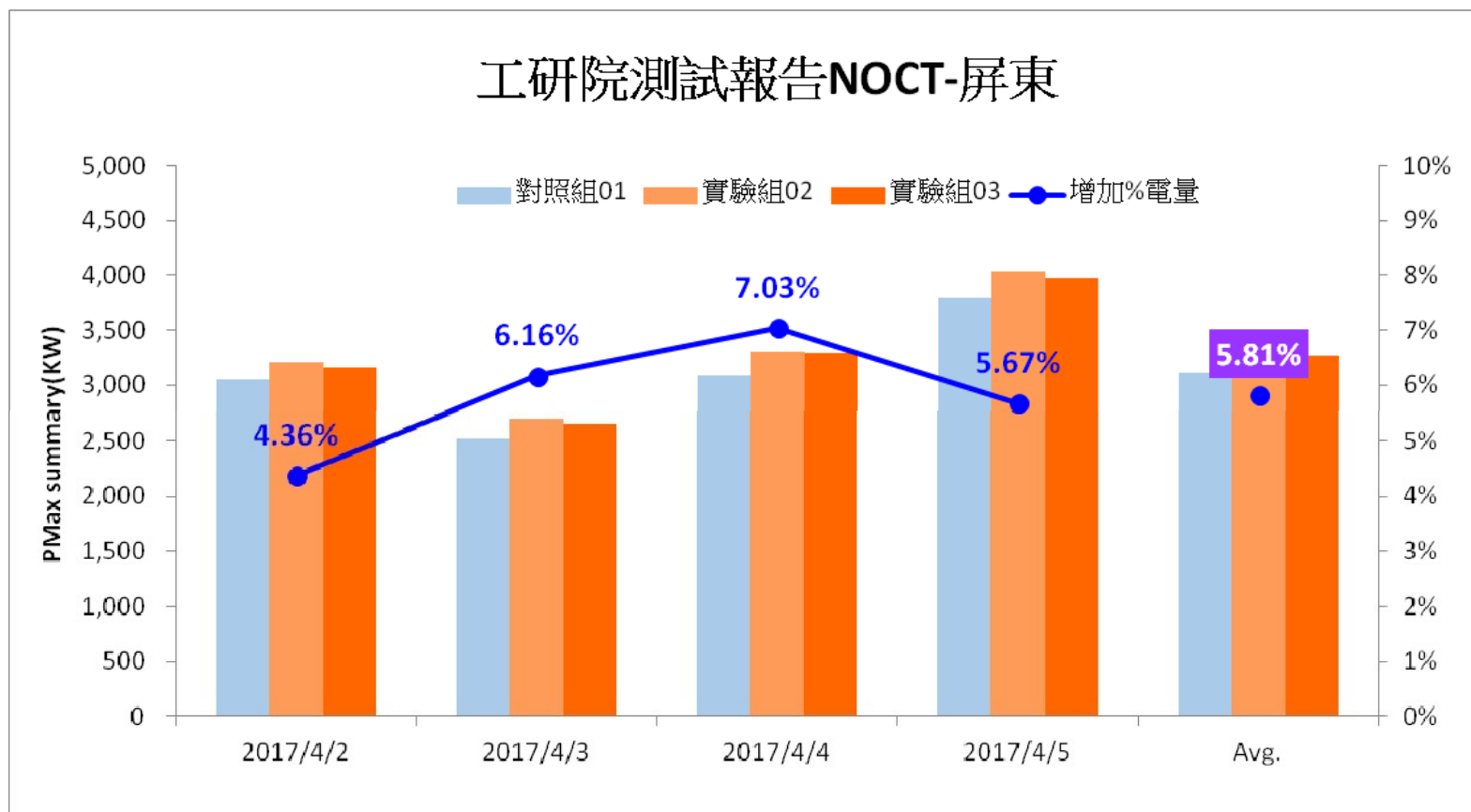
# 測試報告 II- 工研院(ITRI)屏東NOCT(2/5)



## ■ 測試結果

日期	Pmax summary (kW)				02 & 03平均較01增加發電量%
	對照組01	實驗組02	實驗組03	實驗組04 感應器異常 不列計算	
2017/4/2	3045.3	3202.4	3154	3140.3	4.40%
2017/4/3	2520.1	2699.3	2651.4	2601.9	6.20%
2017/4/4	3081.3	3306.5	3289.6	3246.2	7.00%
2017/4/5	3791.2	4037.5	3974.6	3910.4	5.70%
				平均	5.80%

➡ 貼VMS散熱膜，單日最高增加量7.0%電量，四天平均增加5.8%。



➡ 貼VMS散熱膜，單日最高增加量7.0%電量，四天平均增加5.8%。

# 測試報告 II- 工研院(ITRI)屏東NOCT(4/5)



## 氣象觀測資料

### 4/2 日照

4/2	Temperature(°C)	露點溫度 Td dew point(°C)	相對溼度 RH(%)	日照時數 Sun.Shine(hr)	全天空日射量 GloblRad(MJ/m <sup>2</sup> )
1	19	10.5	58		0
2	18.7	10.8	60		0
3	18.5	9	54		0
4	18.5	8.7	53		0
5	18.6	6.3	45		0
6	18.4	5.7	43	0	0
7	18.9	6	43	0.5	0.26
8	20.6	7.6	43	1	1
9	22.6	10.8	47	1	1.96
10	23.2	12.5	51	1	2.7
11	24.1	13	50	1	3.23
12	24.5	12.2	46	1	3.6
13	25	11.9	44	1	3.6
14	24.6	11.4	44	1	3.43
15	24.5	11	43	1	2.83
16	24	11.2	45	1	2
17	23.3	11	46	1	1.08
18	22.4	11.3	49	0.7	0.31
19	22.2	11.6	51	0	0
20	21.6	11.4	52		0
21	21.5	11.5	53		0
22	21.1	11.2	53		0
23	20.5	11.9	58		0
24	19.9	11.7	59		0

### 4/3日照

4/3	Temperature(°C)	露點溫度 Td dew point(°C)	相對溼度 RH(%)	日照時數 Sun.Shine(hr)	全天空日射量 GloblRad(MJ/m <sup>2</sup> )
1	19	11.8	63		0
2	18.7	11.2	62		0
3	18.7	11.1	61		0
4	18.4	10.6	60		0
5	18.1	10.5	61		0
6	18.2	10.7	62	0	0
7	18.8	10.9	60	0.4	0.25
8	21.1	12.3	57	1	0.98
9	23.6	14.3	56	1	1.88
10	24.7	14.9	54	1	2.59
11	25.7	15.4	53	1	3.14
12	25.9	15.1	51	1	3.6
13	25.9	15.2	52	1	3.6
14	26.5	15.7	52	1	3.19
15	25.9	15.6	53	1	2.67
16	25.4	15.4	54	1	1.95
17	24.3	14.3	54	0.9	0.98
18	23.8	13.6	53	0	0.22
19	23.4	14	56	0	0
20	23.3	14.6	58		0
21	23.3	14.7	58		0
22	22.9	13.6	56		0
23	22.8	13.4	55		0
24	22.8	13.5	56		0

Station:高雄 KAOHSIUNG (467440)

Source:<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>

# 測試報告 II- 工研院(ITRI)屏東NOCT(5/5)



## 4/4 日照

4/4	Temperature(°C)	露點溫度 Td dew point(°C)	相對溼度 RH(%)	日照時數 SunShine(hr)	全天空日射量 GloblRad(MJ/m <sup>2</sup> )
1	22.4	13.4	57		0
2	22.2	12.7	55		0
3	21.6	12	54		0
4	20.6	11.5	56		0
5	20.2	11.8	58		0
6	20.2	11.3	57	0	0
7	20.8	11.3	54	0.5	0.25
8	22.8	12.5	52	1	0.96
9	24.3	14.6	55	1	1.77
10	24.7	14.6	53	1	2.48
11	25.9	15.3	52	1	3
12	26	16.4	55	1	3.46
13	26.2	16.6	56	1	3.54
14	26.3	16.7	56	1	3
15	26.2	16.6	56	1	2.57
16	25.4	16.4	57	1	1.81
17	24.6	15.6	57	0.2	0.63
18	24	15.8	60	0	0
19	23.6	16.4	64	0	0
20	23.5	15.9	62		0
21	23.7	16	62		0
22	23.8	16	62		0
23	23.6	16.1	63		0
24	23.1	15.9	64		0

## 4/5日照

4/5	Temperature(°C)	露點溫度 Td dew point(°C)	相對溼度 RH(%)	日照時數 SunShine(hr)	全天空日射量 GloblRad(MJ/m <sup>2</sup> )
1	22.4	15.5	65		0
2	21.9	15	65		0
3	22	14.5	62		0
4	21.6	14.4	64		0
5	21	14.8	68		0
6	20.9	15	69	0	0
7	21.6	15.7	69	0.5	0.24
8	23.6	16.9	66	1	0.96
9	25.7	17.8	62	1	1.75
10	26.7	17.8	58	1	2.41
11	27.3	18	57	1	3
12	27.8	17.9	55	1	3.4
13	27.8	17.8	55	1	3.45
14	27.9	17.7	54	1	3
15	28	18	55	1	2.53
16	27	17.9	58	1	1.72
17	26.5	17.7	58	0.7	0.95
18	25.7	17.1	59	0	0.27
19	25.4	17.1	60	0	0
20	25.2	17.2	61		0
21	24.8	17.1	62		0
22	24.5	17.1	63		0
23	24.3	16.7	63		0
24	23.5	15.9	62		0

Station:高雄 KAOHSIUNG (467440)

Source:<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>



# 可靠度測試報告(1/3)

## ■ VMS散熱膜環境測試報告

◆ 測試材料：VMS散熱膜。

◆ 測試條件與結果

項目	條件	測試結果
<b>UV test</b> (紫外線測試)	<b>60°C ±5°C, Total UV irradiation(280~385nm) 15kWh/m<sup>2</sup> (280~320nm, at least 5kWh/m<sup>2</sup>)</b>	<b>500hrs :合格, 無氣泡 &amp; 無剝離</b>
<b>Thermal cycling test</b> (熱循環測試)	<b>minus40°C (10mins)→85°C (10mins), 50cycles (temperature ramp down/up &lt; 100°C/hr)</b>	合格, 無氣泡 & 無剝離
<b>Humidity Freeze Test</b> (濕冷凍循環測試)	<b>85°C /85%RH(20hrs)→minus 40°C (30mins), 10cycles (temperature ramp up &lt; 100°C/hr, ramp</b>	<b>200hrs : 合格, 無氣泡 &amp; 無剝離</b>
<b>Abrasion Test</b> (磨耗測試)	<b>500g + wet lawn</b>	合格, <b>5,000</b> 循環, 無剝離 & 刮痕
<b>Damp Heat Test</b> (濕熱測試)	<b>85±2°C /85±5%RH, 1000hrs</b>	<b>2016hrs :合格, 無氣泡 &amp; 無剝離</b>

◆ 紫外線測、熱循環測試、濕冷凍循環測試與磨耗測試皆已完成，且通過其要求之規格。

◆ 濕熱測試已累積通過2,016小時測試。

# 可靠度測試報告(2/3)

## ■ VMS散熱膜貼附於太陽能背板之工研院(ITRI)可靠度測試報告

項目	工研院(ITRI)文號	版本	日期	PV Module	條件	測試結果
Damp Heat Test (濕熱測試)	10607C00502-2-1-02	B	2017/4/26	TSEC	85±2°C / 85±5%RH, 1000hrs	合格, 無氣泡 & 無剝離
UV test (紫外線測試)	10607C00502-3-1-02	A	2017/4/14	TSEC	60°C±5°C, Total UV irradiation(280~385nm) 15kWh/m <sup>2</sup> (280~320nm, at least 5kWh/m <sup>2</sup> )	合格, 無氣泡 & 無剝離
Thermal cycling test (熱循環測試)	10607C00502-4-1-02	B	2017/4/26	TSEC	minus40°C (10mins)→85°C (10mins), 50cycles (temperature ramp down/up <100°C/hr)	合格, 無氣泡 & 無剝離

### Damp Heat test



10607C00502-2-1-02

### UV test



10607C00502-3-1-02

### Thermal Cycling Test



10607C00502-4-1-02

# 可靠度測試報告(3/3)

## ■ Damp Heat Test(濕熱測試)散熱能力與時間之測試報告

- ➔ DHT 1,560小時後，散熱力沒有衰退。80°C檢測下，降溫可達10度以上。
- ➔ DHT 2,016小時後，散熱力沒有衰退。80°C檢測下，降溫可達10度以上。

測試日期	測試物件	電壓(V)	電流(A)	環溫(°C)	濕度(%)	Chamber 內環溫 (°C)	LED旁溫度 (°C)	鋁板A點溫 度(°C)	鋁板B點溫 度(°C)
2017/1/31	20cm*20cm鋁板	50.9	0.75	24.6	49.3	26.4	83.3	77.4	76.2
	20cm*20cm鋁板貼VMS散熱膜	50.9	0.75	24.7	49.7	26.8	72.6	66.3	65.3
	貼VMS散熱膜鋁板與未貼膜鋁板溫差							-10.7	-11.1
Damp Heat Test 1,560 Hrs (2017/4/6)	20cm*20cm鋁板	46.1	0.75	28.7	38.5	30.4	83.6	77.2	77.2
	20cm*20cm鋁板貼VMS散熱膜于85 ±2°C / 85±5% RH環境下DHT 1,560 Hrs	46.5	0.75	28.2	38.7	30.0	72.7	66.1	66.1
	貼VMS散熱膜鋁板與未貼膜鋁板溫差							-10.9	-11.1
Damp Heat Test 2,016 Hrs (2017/4/25)	20cm*20cm鋁板	49.2	0.73	23.1	56.4	24.0	82.3	72.6	71.5
	20cm*20cm鋁板貼VMS散熱膜于85 ±2°C / 85±5% RH環境下DHT2,016 Hrs	49.6	0.73	23.0	56.2	24.4	72.1	62.1	61.2
	貼VMS散熱膜鋁板與未貼膜鋁板溫差							-10.2	-10.5

# VMS散熱膜符合歐盟REACH法規與RoHS要求



## ➔ 經SGS驗證，符合歐盟REACH法規

### 測試需求(Test Requested) :

依據客戶指定，參考REACH之Regulation (EC) No 1907/2006的公告進行以下測試 / As specified by client, the sample(s) was/were tested with reference to Regulation (EC) No 1907/2006 concerning the REACH.

(1) 173項高關注物質候選清單，於2017年1月12日公告 / 173 Substances of Very High Concern (SVHC). Candidate list is published on January 12, 2017

(2) 2項高關注物質建議清單，於2017年03月09日公告 / 2 Substances of Very High Concern (SVHC). Proposed list is published on March 09, 2017



REACH

**測試結果(Test Results)** : 請見下一頁 (Please refer to next pages).

**總結(Summary)** : 根據歐洲法院對於REACH規範下成品定義的裁決以及指定範圍和分析技術，送測樣品中所選擇的零件成品的高關注物質(SVHC) 測試結果濃度均小於0.1%(w/w) / According to the ruling of the Court of Justice of the European Union on the definition of an article under REACH, and the specified scope as well as analytical technique, the test results of the selected component article are  $\leq 0.1\%$  (w/w) in the submitted sample.

## ➔ 經SGS驗證，符合RoHS指令暨(EU) 2015/863之限值要求

### 測試需求(Test Requested) :

(1) 依據客戶指定，參考RoHS2011/65/EU Annex II及其修訂指令(EU) 2015/863測試鎘、鉛、汞、六價鉻、多溴聯苯、多溴聯苯醚，DBP, BBP, DEHP, DIBP. (As specified by client, with reference to RoHS 2011/65/EU Annex II and amending Directive (EU) 2015/863 to determine Cadmium, Lead, Mercury, Cr(VI), PBBs, PBDEs, DBP, BBP, DEHP, DIBP contents in the submitted sample.)

(2) 其他測試項目請見下一頁 . (Please refer to next pages for the other item(s).)



RoHS

**測試結果(Test Results)** : 請見下一頁 (Please refer to next pages).

### 結論(Conclusion) :

(1) 根據客戶所提供的樣品，其鎘、鉛、汞、六價鉻、多溴聯苯、多溴聯苯醚，DBP, BBP, DEHP, DIBP的測試結果符合RoHS指令暨(EU) 2015/863之限值要求. (Based on the performed tests on submitted samples, the test results of Cadmium, Lead, Mercury, Cr(VI), PBBs, PBDEs, DBP, BBP, DEHP, DIBP comply with the limits as set by RoHS and amending Directive (EU) 2015/863.)