

奈米標章產品驗證制度

奈米金屬氧化物透明隔熱膜驗證規範

文件編號：TN-034

版次：1.0



制定/修正紀錄

版次	日期	制定/修正摘要	審查/核准
1.0	100.12.29	規範制定	推行審議會 100 年度第 2 次審議會通過。

前 言


奈米技術產品為一新興科技產品，21 世紀全球各先進國家均積極研發生產，市場上各類型之奈米產品亦日益增多，為提升奈米技術產品之品質與形象，保障民眾消費權益，進而促成國內奈米產業之健全發展，特由經濟部主導，工業局主管，並委由工業技術研究院推動「奈米標章產品驗證制度」。

奈米技術產品均為新興產品，多無相關之產品及檢測標準可供遵循，故由奈米標章專業執行機構敬邀國內相關學者專家，組成工作小組，起草制定產品規範草案，並予以檢測確認。產品規範草案完成後，經「奈米標章技術評議會」評議同意，送請「奈米標章推行審議會」審議通過後公告，作為奈米標章產品檢測確認及審查之依據。

奈米標章對奈米技術產品之驗證，主要重點包括產品的奈米尺寸、奈米功能及其他要求：(1)奈米尺寸：確認為真正之奈米技術產品，其奈米之粒徑尺度需小於 100 nm，或具有奈米結構者；(2)奈米功能：應較原傳統產品增加新功能，或增強原有功能者。如奈米技術紡織品，可能增加抗菌功能，或增強抗紫外線、保暖、散熱...等功能者；(3)其他要求：包括產品安全仍由主管機關審理。奈米技術產品如係法定管制品者，另需符合相關法規之要求；同時產品耐久性亦需符合產業一般要求。

奈米標章驗證產品規範之制定，主要是針對上述奈米尺寸及奈米功能之品質要求及試驗方法制定之。並為確保產品之品質，依產品規範之試驗方法，將廠商所申請之產品，交由具公信力之檢測機構確認其測試結果符合產品規範之要求。

有鑒於透明隔熱膜在使用上能具有日光紅外線阻隔功能，特制定本產品規範，藉由含奈米級金屬氧化物原材料利用刮塗或塗抹等方式製成之透明薄膜，使其具有日光紅外線阻隔功能，減少室內因日光照射而溫度上升達到節能的功效。

奈米標章驗證 產品規範	奈米金屬氧化物透明隔熱膜驗證規範	編號	TN-034
			
<p>1. 適用範圍</p> <p>本規範適用於含奈米級金屬氧化物原材料利用刮塗或塗抹等方式製成之透明薄膜，並具有日光紅外線阻隔功能者。</p> <p>2. 參考資料</p> <p>2.1 CNS 12381 平板玻璃透射率、反射率、放射率及日光輻射熱取得係數試驗法。</p> <p>2.2 CNS 13105 紅外線分光光度分析法通則。</p> <p>2.3 ISO 9050 Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors。</p> <p>2.4 ISO 16700 Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification。</p> <p>2.5 ISO 22309 Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above。</p> <p>2.6 ASTM G154 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials。</p> <p>3. 用語釋義</p> <p>3.1 奈米金屬氧化物透明隔熱膜：係指透明薄膜材料之表面或內部含奈米級金屬氧化物材料或結構（平均尺寸小於 100 nm）特徵，藉由材料或結構之奈米特徵，以維持透明性並達到日光紅外線阻隔功能之薄膜。</p> <p>3.2 可視光透射率（可視光透過率）：晝光⁽¹⁾垂直照射至隔熱膜表面，透射光之光通量（Luminous Flux）⁽²⁾與入射光之光通量的比值。</p> <p>註⁽¹⁾：晝光係指國際照明委員會（International Commission on Illumination，簡稱 CIE）所規定之晝光。CIE 所規定之晝光，係以觀測值為基礎，黑體輻射之色溫，與相同色溫之晝光之分光照度分佈，與波長 560 nm 之值的比對值。</p> <p>註⁽²⁾：光通量（Luminous Flux，亦稱光束）係以各輻射線波長之放射線能量（Radiant Energy Flux），與各放射線波長之視感度（Spectral Luminous Efficacy）值之乘積數值，對波長之積分表示之。</p>			
公布日期 100 年 12 月 29 日	奈米標章產品驗證制度印行	修正日期 年 月 日	

- 3.3 可視光反射率：晝光垂直照射至隔熱膜表面，產生之反射光之光束，與入射光之光束之比值。
- 3.4 日光紅外線：日光紅外線光束係為參考 ISO 9050 規範中之日光光束（波長範圍在 300 nm~2500 nm），扣除近紫外線（波長範圍在 300 nm~380 nm）與可視光線（波長範圍在 380 nm~780 nm）後，得到之 780 nm~2500 nm 波長範圍稱之為日光紅外線。
- 3.5 日光紅外線阻隔率：指 100 % 減日光紅外線（波長為 780 nm~2500 nm）穿透率所得值，日光紅外線穿透率為照射至隔熱膜之入射日光輻射光束中，透過隔熱膜之近紅外線光束，與入射近紅外線光束的比值。上述之光束是指分光射線與日光照度之積對波長之積分。

4. 判定基準

奈米金屬氧化物透明隔熱膜須符合下列要求水準，方可取得奈米標章

項目	特性	要求水準	備註
奈米尺寸	隔熱膜中所使用之奈米級原料之粒徑及成分。	奈米金屬氧化物成分須確認，其平均粒徑任一維在 100 nm 以下。	1. 廠商須提供測試報告或證明。 2. 依照一般認定，QUV 試驗 200 小時約估算為 1 年，QUV 試驗 500 小時約估算為 2.5 年。
奈米功能	隔熱膜隔絕日光紅外線的能力與特性。	可視光透射率 50 % 以上、日光紅外線阻隔率 75 % 以上及可視光反射率 25 % 以下。	
其他要求	耐久性 加速耐候試驗測試隔熱膜能維持原功能性之年限。(QUV 試驗)	QUV 試驗 500 小時，加速試驗後，其透光率與紅外線阻隔率變動需小於原產品功能之 10 %。	

5. 試驗方法

- 5.1 奈米尺寸（詳見附錄 1「奈米金屬氧化物透明隔熱膜奈米性試驗方法」）：
以電子顯微鏡（TEM/SEM）鑑定奈米隔熱膜奈米金屬氧化物材料之粒徑；以 EDS 鑑定奈米金屬氧化物成分。
- 5.2 奈米功能（詳見附錄 2「奈米金屬氧化物透明隔熱膜隔熱功能性試驗方法」）
以分光光度計測量產品的日光透光率與紅外線阻隔率。
- 5.3 耐久性（詳見附錄 3「奈米金屬氧化物透明隔熱膜耐久性試驗方法」）。
以紫外光耐候試驗機加速老化產品後，依 5.2 之方法測量產品的日光透光率與紅外線阻隔率。

6. 試驗報告

- 6.1 奈米尺寸之試驗報告至少應包含以下內容：
- (1) 所鑑定產品中所含奈米金屬氧化物成分。
 - (2) 所鑑定產品所含奈米金屬氧化物粒徑大小。

6.2 奈米功能及耐久性之試驗報告至少應包含以下內容：

- (1) 樣品名稱
- (2) 試驗方法
- (3) 可視光透射率、日光紅外線阻隔率、可視光反射率與耐久性試驗結果

6.3 報告內容應符合 CNS 17025 [測試與校正實驗室能力一般要求]第 5.10 節之要求。

6.4 對於奈米尺寸、奈米功能及其他要求之試驗報告應包含充分數據資料，必要時附加照片以茲佐證。

7. 標示

符合奈米標章之產品應標示下列附加事項：

- (1) 認可產品名稱
- (2) 使用之奈米級原材料及加工方式
- (3) 奈米標章及認可之產品功能說明（可視光透射率、日光紅外線阻隔率、可視光反射率與耐久性試驗結果）
- (4) 產品使用應注意事項

8. 附則

本規範由工作小組制定，經奈米標章技術評議會評議及奈米標章推行審議會審議核准後發行，修正時亦同。



附錄 1

奈米金屬氧化物透明隔熱膜奈米性試驗方法

掃描式或穿透式電子顯微鏡/能量散射光譜儀 (SEM TEM/ Energy Dispersive Spectrometer, EDS)

1. 參考資料

- 1.1 掃描式/穿透式電子顯微鏡 – 參考 ISO 16700 [Microbeam analysis – Scanning electron microscopy – Guidelines for calibrating image magnification]之規定。
- 1.2 能量散射光譜儀 – 參考 ISO 22309 [Microbeam analysis – Quantitative analysis using energy-dispersive spectrometry (EDS) for elements with an atomic number of 11 (Na) or above]之規定。

2. 樣品製備

- 2.1 SEM：將樣品裁切，將試片以導電碳膠固定於樣品座，表面鍍導電層後進行分析。
- 2.2 TEM：將欲分析之樣品厚度處理至電子束可穿透厚度後進行分析。
- 2.3 EDS：可直接使用 SEM 或 TEM 之樣品進行分析。

3. 原理

3.1 SEM：

利用高能量的電子與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品表面的形貌影像。樣品表面影像量測操作方法主要是利用 0.1 kV~30 kV 左右的加速電壓使電子鎗產生電子束，此電子束會經由多組電磁透鏡作聚集並經由掃描線圈來控制偏折程度以對樣品表面進行二度空間的掃描，此來回掃描的動作會設計得與陰極射線管 (Cathode Ray Tube, CRT) 上的掃描動作同步。而由於電子與樣品作用會激發出以二次電子 (Secondary Electron, SE) 或背向散射電子 (Back Scattered Electron, BSE)，電子被偵測器偵測後，經由訊號放大送到 CRT，CRT 上的亮度與對比即根據所偵測到電子訊號的強弱而作改變，如此電子束掃描樣品任意點所產生的電子訊號強弱將可一一對應到 CRT 螢光幕上對應點的亮度，因此樣品的表面形貌影像即可藉由亮點同步成像方式一一呈現出來。

3.2 TEM：

利用高能量的電子 (200 keV) 與樣品產生的交互作用作為基礎而獲得樣品的微結構影像。在穿透式電子顯微基本成像原理中，低、中倍率 (倍率適用範圍為 2500 X ~150 kX) 之 TEM 顯微成像主要是利用穿透式電子束成像，因而形成明視野像 (Bright Filed)，此種影像主要源自於振幅對比 (Amplitude Contrast)。而高分辨電子顯微影像成像 (倍率適用範圍為 200 kX~1.0 MX) 是利用穿透電子束與繞射電子束交互干涉而成週期性條紋或是晶格影像。其成像原理是來自於各電子束間的相位差，因此所產生的對比稱之為相位對比 (Phase Contrast)。接著利用電荷耦合元件攝相機 (Charge Coupled Device Camera) 紀錄影像，最後再根據影像利用分析軟體作為所欲量測輪廓兩點間之水平距離的量測。

3.3 EDS：

能量散佈光譜儀（Energy Dispersive Spectrometer, EDS）之原理係當原子的內層電子受到外來電子束的激發而脫離軌道時，外層電子將躍遷至內層軌道並釋放特定能量的 X 光。由於各元素之能階分佈不同，因此藉由分析此特性 X 光能量或波長即可用以鑑定材料的組成元素。

4. 注意事項

- 4.1 本檢測法為乾式量測法，毋須浸泡於溶液中。
- 4.2 系統須抽真空，易污染真空腔者，應作特殊處理。
- 4.3 檢測設備須使用具追溯的標準樣本先行驗證，以確認檢測設備的準確性。
- 4.4 如必要時可將試樣鍍金，以增加系統的判讀性。



附錄 2

奈米金屬氧化物透明隔熱膜隔熱功能性試驗方法

1. 試驗方法

1.1 試驗儀器：使用能檢測 300 nm~2500 nm 波長範圍積分球分光光度計。

1.2 參考規範：

1.2.1 CNS 12381 平板玻璃透射率、反射率、放射率及日光輻射熱取得係數試驗法。

1.2.2 ISO 9050 Glass in building – Determination of light transmittance, solar direct transmittance, total solar energy transmittance, ultraviolet transmittance and related glazing factors。

1.3 試驗樣品：

從隔熱膜中截取 7 cm × 10 cm 面積大小之試片進行量測。

1.4 檢測原理：

當分子中的電子遭受到光線的照射時，會吸收特定的能量，一般而言，不同的光線能量會造成不同的電子躍遷，在紫外光/可視光的範圍，即形成 UV/VIS 光譜。紅外線區域則利用分子振動或轉動時需的能量和紅外線能量相近的原理，紅外線的吸收光譜會因為分子或不同官能基而有轉動或振動能量，因此在不同的波長上會有不同的吸收。藉此測量可見光透光率、紅外線阻隔率。

1.5 檢測注意事項：

1.5.1 分光透光率之測定，入射光與試片法線平行。透射光需以積分球收集偵測。透光率之波長間隔按 ISO 9050 所附之附件—D65 光源（可見光波長 380 nm~780 nm）波長能量加權比重係數表中之設定，紅外線穿透率之波長間隔按 ISO 9050 所附之附件—日光紅外線波長（780 nm~2500 nm）能量加權比重係數表中之設定。

1.5.2 可視光透射率、日光紅外線阻隔率之計算：

測量結果之計算按 ISO 9050 所列公式計算可視光透射率，依日光透射率計算方式計算日光紅外線透射率，日光紅外線阻絕率等於 100 % 減日光紅外線透射率。

1.5.3 可視光反射率之計算：測量結果之計算按 ISO 9050 所列公式計算可視光反射率。

(1) 可視光透射率計算公式：

$$\tau_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \tau(\lambda) D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}$$

式中， τ_v ：可視光透射率； $\tau(\lambda)$ ：透射光譜

D_{λ} ：CIE 晝光 D65 之分光分佈（參考 ISO 9050）

$V(\lambda)$ ：CIE 明亮度之標準比視感度（CIE Light Adaptation Relative Luminous Efficient）（參考 ISO 9050）

(2) 日光紅外線阻絕率計算公式:

$$\text{日光紅外線阻絕率} = 100\% - \frac{\sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} \tau(\lambda) S_{\lambda} \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=780 \text{ nm}}^{2500 \text{ nm}} S_{\lambda} \Delta\lambda}$$

式中， $\tau(\lambda)$: 透射光譜

S_{λ} : 日光標準分光分佈 (參考 ISO 9050)

(3) 可視光反射率計算公式:

$$\rho_v = \frac{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} \rho(\lambda) D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}{\sum_{\lambda=380 \text{ nm}}^{780 \text{ nm}} D_{\lambda} V(\lambda) \Delta\lambda}$$

式中， ρ_v : 可視光反射率

$\rho(\lambda)$: 反射光譜

D_{λ} : CIE 晝光 D65 之分光分佈 (參考 ISO 9050)

$V(\lambda)$: CIE 明亮度之標準比視感度 (CIE Light Adaptation Relative Luminous Efficient) (參考 ISO 9050)

2. 試驗環境

於(20 ± 5) °C 及(50 ± 20) %RH 溫控室，或是於該環境中進行測試。

附錄 3

奈米金屬氧化物透明隔熱膜耐久性試驗方法

1. 試驗方法

1.1 參考資料：ASTM G154 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials。

1.2 儀器設備：

(1) QUV 耐候試驗機：

依 ASTM G154 Standard practice for operating fluorescence light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials cycle 1 所規定之設備，燈管波長為 340 nm。

(2) 曝曬條件：

Cycle	Lamp	Typical Irradiance	Approximate Wavelength	Exposure Cycle
1	UVA-340	0.89 W/m ² /nm	340 nm	8 h UV at 60 (± 3)°C Black Panel Temperature; 4 h Condensation at 50(± 3)°C Black Panel Temperature

1.3 檢測原理：

紫外光耐候試驗機採用紫外光燈為光源，通過模擬自然陽光中的紫外輻射和冷熱循環，對材料進行加速耐候性試驗，以獲得材料耐候性的結果。

2. 試片製作及處理

2.1 試片應從產品本身選取或提供相同材質、相同製程所製備之試片，準備大小為 7 cm × 10 cm 之試片一片。

2.2 試片的清潔

將 2.1 的試片以蒸餾水洗淨，以確保試片之表面清潔，然後將試片於標準狀態實驗室乾燥 24 小時。

3. 測試操作

將試片置於 QUV 耐候試驗機中，進行 500 小時之耐久試驗。

4. 試驗結果報告表示方法

試驗結果紀錄包含下列項目：

4.1 測試日期。

4.2 試片的種類、大小、形狀。

4.3 實驗室的溫度、濕度。

4.4 使用的耐候試驗機設備之廠牌、型號、序號。

4.5 經耐候試驗後之試片，其奈米功能測試之結果。