

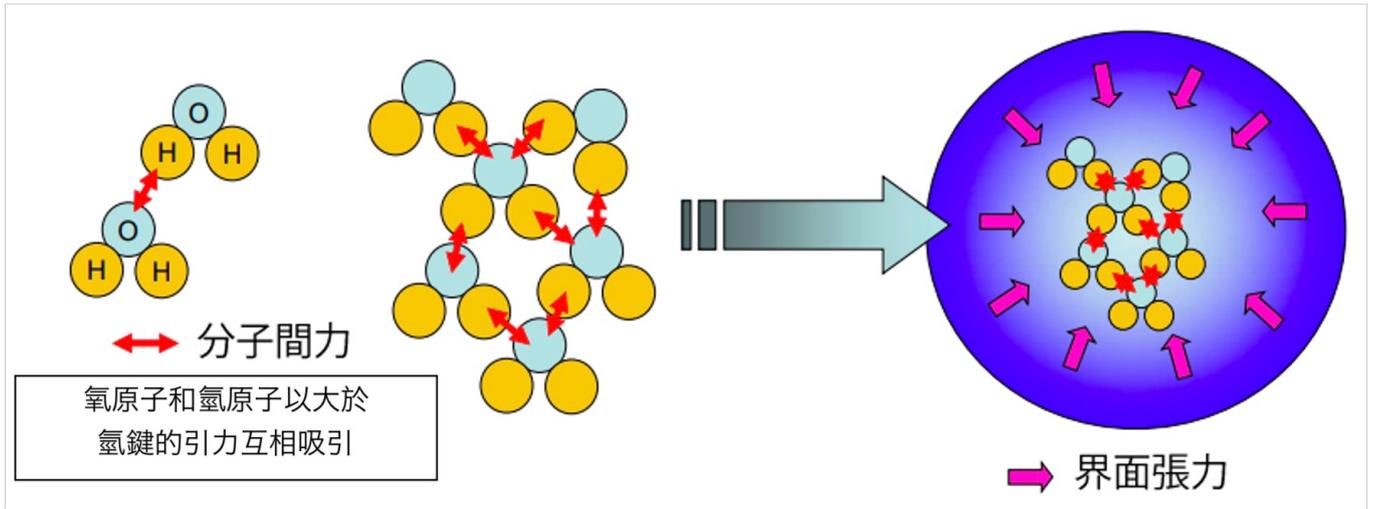
# 氟素塗層劑在電路板、電子產品的防濕、防鏽、耐酸性 技術及其應用

## 目錄

1. 常溫型氟素塗層劑的基礎知識
  1. 撥水撥油的機制 (表面張力)
  2. 氟素塗層劑的基本功能
  3. 氟素塗層劑(撥水撥油處理劑)的種類
  4. 撥水撥油處理劑、防濕塗層劑 (氟素丙烯酸樹脂)
    1. 丙烯酸氟素塗層劑的特徵
    2. 撥水撥油處理劑和氟素防濕塗層劑的差異
  5. 無定型氟素塗層劑
  6. 防污、防指紋附著塗層劑 (結合反應型)
    1. 玻璃結合型(矽烷型)的結構
    2. 結合反應型 皮膜形成的形狀
    3. 氟素防污塗層劑 (氟素矽烷型的塗佈方法比較)
  7. 防污、防指紋附著塗層劑 UV 硬化型添加劑
  8. 氟素防污塗層劑 (矽烷型和 UV 硬化型之比較)
2. 氟素塗層劑所使用的溶劑
  1. 氟素溶劑：使用上的優/缺點
  2. 氟素溶劑：氟素塗層劑使用的氟素溶劑之例
  3. 氟素溶劑：氟素塗層劑使用的氟素溶劑一覽
3. 電路板、電子零件的防濕、防水塗層劑
  1. 電路板、電子零件用防濕保護塗層劑
    1. 應用介紹 電路板、電子零件用防濕保護塗層劑
    2. 氟素防濕塗層劑 Fluoro Surf FG-3000 系列的特點 (特性上的優點)
    3. 氟素系防濕塗層劑 Fluoro Surf FG-3000 系列的特點 2 (使用現場的優點)
  2. 防濕、耐酸塗層用 Fluoro Surf 一覽
    1. 防濕塗層劑：各體系比較表
    2. 氟素防濕塗層劑的定位
    3. 防濕塗層劑：特性比較表 (代表性例子)
    4. 氟素系防濕塗層劑的有效性
    5. 傳統防濕塗層劑 VS 氟素防濕塗層劑
  3. 氟素防濕塗層劑：選擇重點
  4. 現有應用之介紹 (防污+撥水撥油+保護塗層劑)
    1. 應用實例：防止接點部位之腐蝕
  5. 現有應用之介紹 (鋰電池電解液保護塗層)
  6. 現有應用之介紹：防止 LED 鍍銀之硫化
    1. LED 鍍銀板耐硫化測試
    2. 應用實例-1：防止 LED 燈帶之硫化
    3. 施工的技巧①
    4. 施工的技巧②
4. 超撥水塗層
  1. 荷葉結構
    1. 超撥水皮膜(荷葉結構)的問題點
    2. 荷葉結構超撥水之例
  2. 超撥水在印刷電路板之應用
  3. 超撥水測試套件 FS-7010 (噴霧槍塗佈用)

# 1. 常溫型氟素塗層劑的基礎知識

分子間力 = 分子間的吸引力

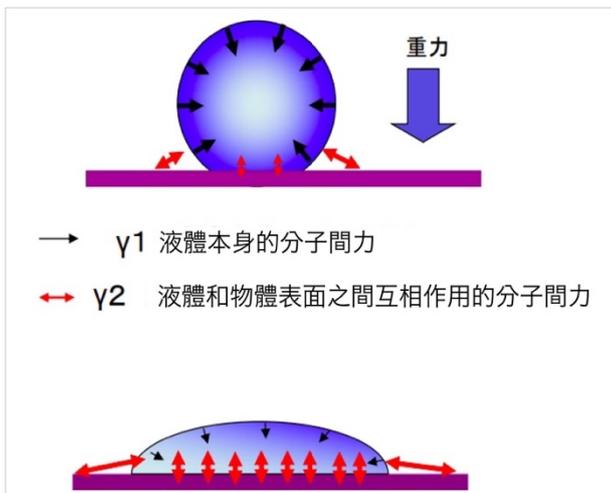


在無重力空間裡液體會形成圓球狀，是由於均等的分子間吸引力互相吸引所致。  
= 表面張力

Q：在無重力空間裡擰濕毛巾會有甚麼現象？

A：水分會聚集在毛巾內，擰不乾！

## 1-1. 撥水撥油的機制 (表面張力)



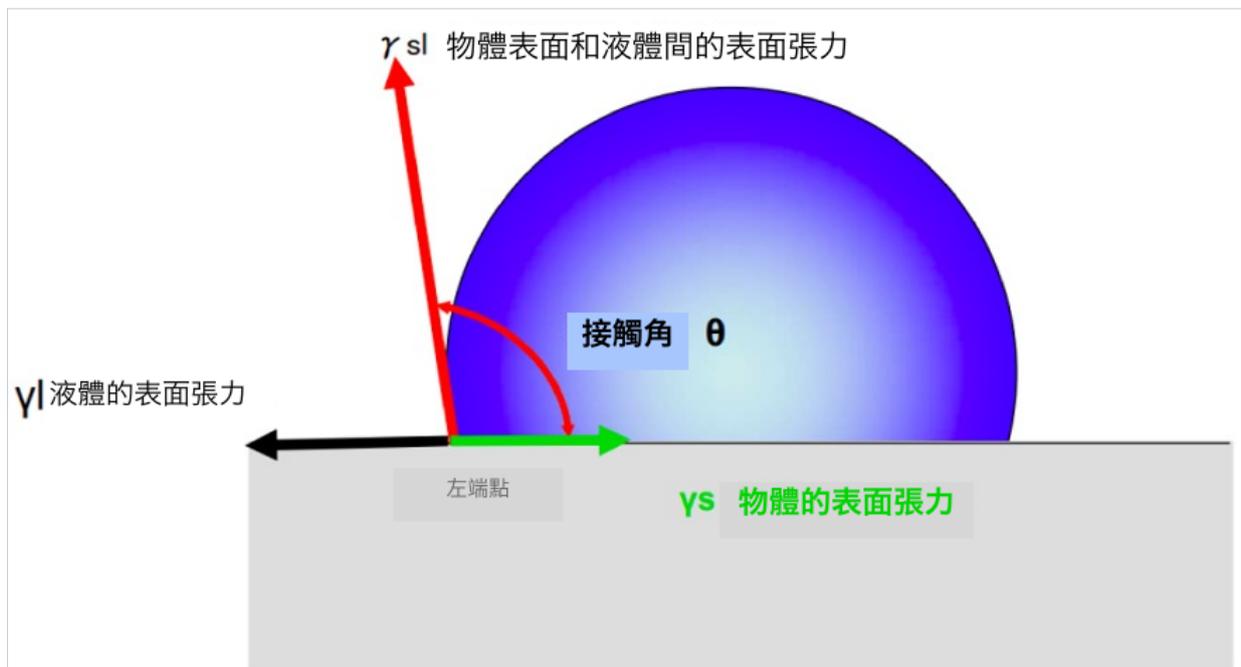
在低表面能皮膜上，液體由於本身的分子間力形成液滴。

$\gamma_1$  和  $\gamma_2$  的作用力差異越大液滴就越圓。  
= 接觸角越大

液體	表面張力 dyn/cm <sup>2</sup>
丙酮	23.3

乙醇	22.6
矽油	16–22
水	72.8
樹脂	表面張力 dyn/cm2
撥水撥油劑	12-15
PTFE	18.5
聚乙烯	31
矽烷	24
PVC	39
丙烯酸	41

## 静止接觸角



## 1-2. 氟素塗層劑的基本功能

- 以液體形式提供。
- 以刷毛、噴霧槍、塗佈裝置等都可以塗佈。
- 常溫乾燥後形成透明的皮膜。



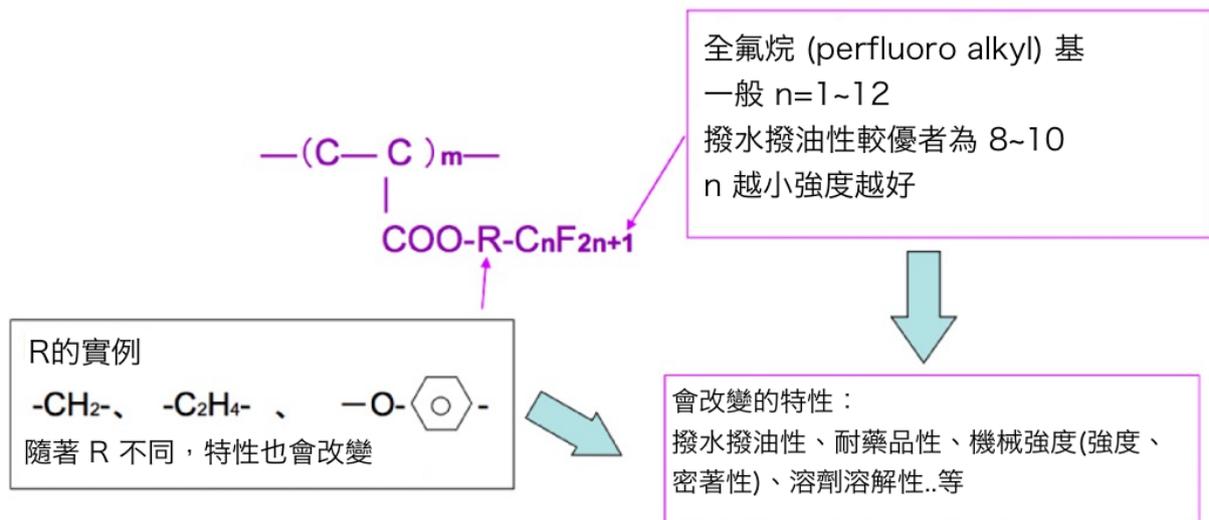
## 1-3. 氟素塗層劑 (撥水撥油處理劑)的種類

類別 (Fluoro Surf 系列)	特徵	用途
傳統撥水撥油劑 (FS-1060 系列)	薄膜、速乾、高撥水撥油性 皮膜的機械物性弱	油屏障、助焊劑屏障 纖維撥水、離型劑、降低光反射
防濕保護塗層劑 (FG-3650 系列)	可達到 20 微米以上之膜厚 高防濕、耐酸性	PCB 防水、防濕、耐酸保護
反應型塗層劑 (FG-5083, 5093 系列)	高密著性、超薄膜、防指紋 可真空蒸鍍、離型性	防止指紋付著 (玻璃、金屬) 防污塗層 離型劑、乾式潤滑
UV 硬化型塗層劑 (FS-702X 系列)	添加於 UVHC 使用 UV 照射後聚合(含有機溶劑)	防止指紋付著 (塑膠) 內部添加型離型劑 乾式潤滑

## 1-4. 撥水撥油處理劑 防濕塗層劑 (氟素丙烯酸樹脂)

基本結構及特徵：傳統撥水撥油劑 防濕塗層劑

氟素聚合物例 1：全氟烷基乙基丙烯酸(Perfluoro Alkyl Acrylate)聚合物



### 1-4-1. 丙烯酸系 氟素塗層劑的特徵

和其他的單體(丙烯酸系、乙烯基系等)共聚，可以加添某些特性。  
不論特性上或成本上，氟素樹脂中它都是最適合作為防濕塗層劑的。

#### 【共聚單體之一例】

- 賦予密著性：  $-OH, -COOH$ ，等側鏈。
- 增加溶解度： 溶解度根據側鏈烷基的特性而變化。
- 增加強度向上(架橋結構)： $-COOH, -OH$  等反應性側鏈+架橋劑。
- 增加強度(增加  $T_g$ )：短側鏈或高  $T_g$ (玻璃轉化點)。
- 提供柔軟性：低  $T_g$ 。長鏈烷基→溶於石蠟溶劑。  
OH 基 → 溶於酒精等極性溶劑。

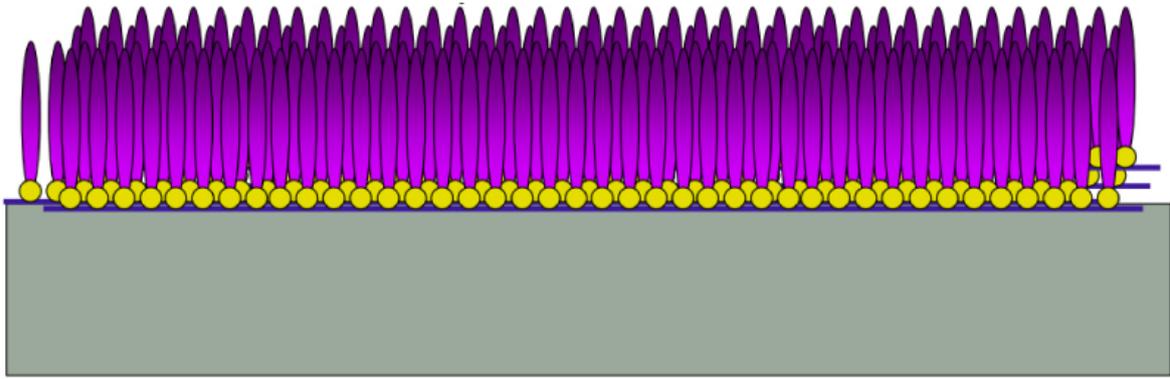
#### 【皮膜形成時的圖像】

溶劑蒸發後，聚合物折疊重覆地吸附在所塗佈的基材上。



藉著間隔基團吸附在基材表面，全氟烷基則朝向表面。





↓  
在全氟烷基(碳數 8~10)的情況，形成微晶結構。

↓  
藉著排列在外側的  $CF_3$  基表面張力降到最低，獲得了良好的撥水撥油性。  
 $C_8F_{17}$  的情況 → 水接觸角  $119\sim 120^\circ$ 、正己烷接觸角  $78\sim 80^\circ$

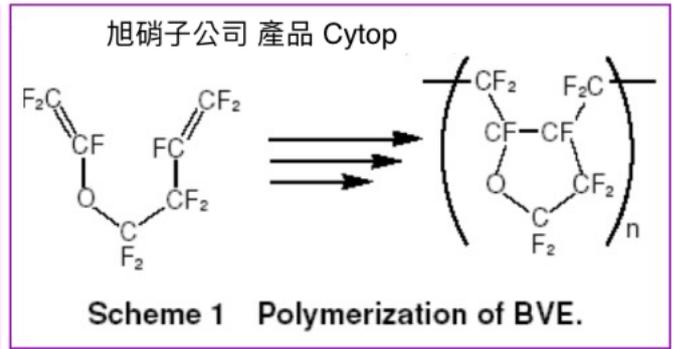
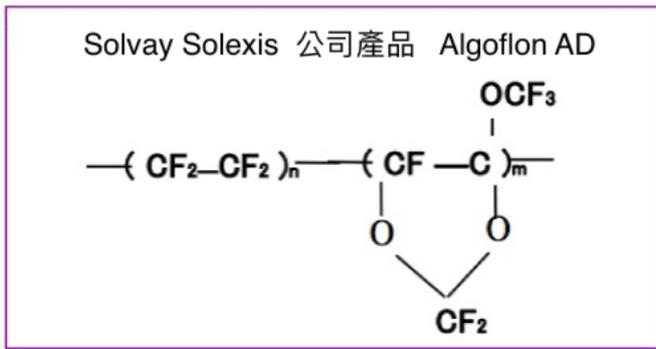
### 1-4-2. 撥水撥油處理劑和氟素防濕塗層劑的異同

	撥水撥油處理劑	防濕塗層劑
功能	強調撥水撥油性	防濕・耐酸性重視
皮膜結構	氟素丙烯酸	氟素丙烯酸
皮膜的機械特性	硬且脆	柔軟 (耐熱衝擊)
膜厚	0.01-1 $\mu$	1-30 $\mu$
絕緣性 (阻抗率)	高絕緣性	高絕緣性
誘電率	低誘電率	低誘電率
溶劑	不燃性氟素溶劑	不燃性氟素溶劑

### 1-5. 無定型氟素塗層劑

基本結構及特徵：異型(hetero)氟素塗層劑(無定型)

- 打破 PTFE 的結晶性而獲得透明性
- 高透光率
- 硬度為鉛筆硬度 2-4H 的程度，是易碎的皮膜



- 起初是為了光學的用處(光纖、防反射膜等)而開發的。
- 由於價格太高(100 萬日圓/kg)，不適合防濕應用。

### 無定型氟素塗層劑與其他氟素樹脂的代表性特性比較

分類	無定型 氟素塗層劑	傳統型 撥水撥油劑	氟素樹脂
聚合物	Butenyl vinyl ether 丁烯基乙基醚 聚合物	Fluoro Acrylate 氟素丙烯酸 聚合物	PTFE 聚四氟乙烯
商品例	CYTOP	FLUORO SURF	TEFLON
折射率	1.34	1.34	1.35
透光率	95%(200μ)	96% (10μ)	不透明
誘電率 (1MHz)	2.1-2.2	2.25	2.1 以下
誘電正接	0.0007 (60Hz)	0.0100 (1MHz)	0.0002 以下 (60Hz)
接觸角(水)	110	119	104

### 1-6. 防污、防指紋塗層劑 (結合反應型)

傳統的撥水撥油劑(氟素丙烯酸型) → 鉛筆硬度最多 4 H 左右；耐刮、耐摩耗不佳。

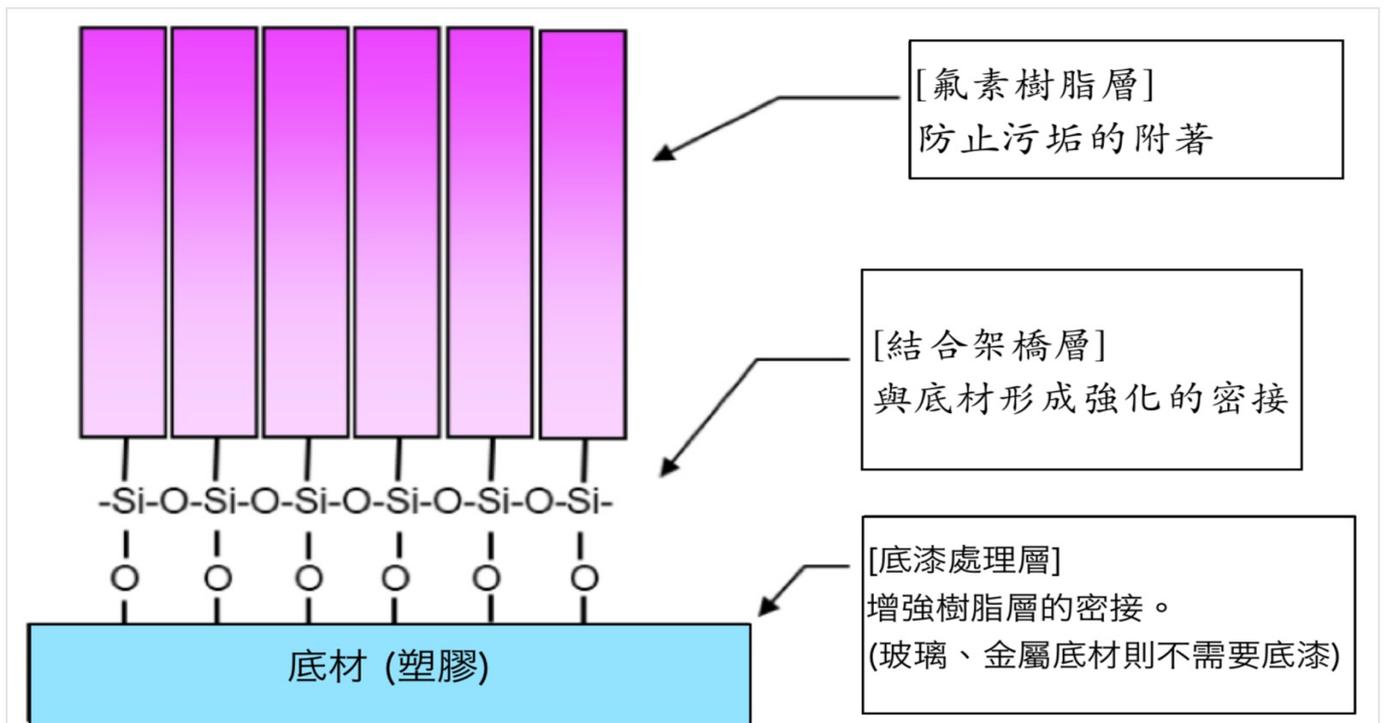
要獲得密著性和硬度則必須要完全不同的分子結構。



### 密著反著應型塗層劑的出現。

- 氟素化合物 + 偶聯功能 例)  $C_8F_{17}C_2H_4-Si-(OR)_3$
- 使用新開發的底漆塗劑
  - ① 可獲致耐擦拭的高密著塗層。
  - ② 常溫下 20-48 小時硬化。(空氣中的水份成為觸媒)
  - ③ 玻璃、金屬、FRP、PET、PC、PVC、PMMA、PE、人工大理石等材質均可使用。
  - ④ 膜厚 10-20nm 的透明薄膜，對底材的質感和光學特性均無損。
  - ⑤ 劣化時不會看起破舊。

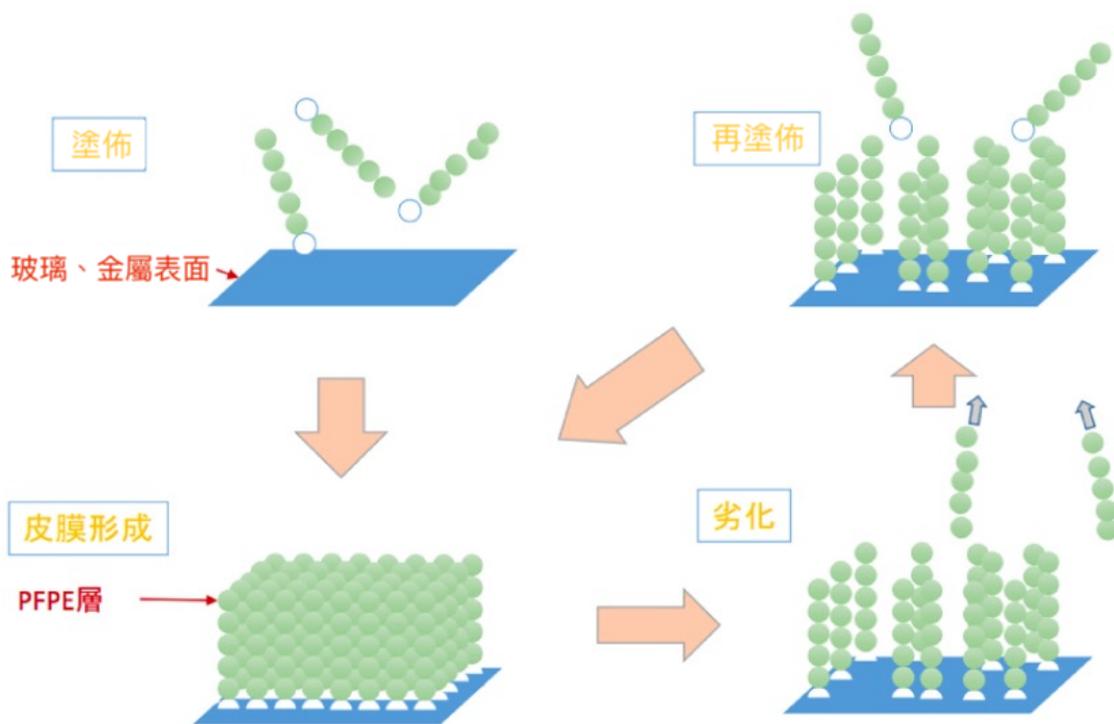
### 1-6-1. 玻璃結合型 (矽烷型)的結構



#### 氟素樹脂層：

- 全氟烷基 (Perfluoro Alkyl, Rf) 型  $-C_8F_{17}$ 、 $-C_6F_{13}$  等
  - 全氟聚醚 (Perfluoro Polyether, PFPE) 型  $CF_3-O-(CF_2CF_2O)_n-(CF_2O)_m-$  等
- 性能面・環境面來看 PFPE 型 逐漸成為主流。

### 1-6-2. 反應結合型 皮膜形成的圖像



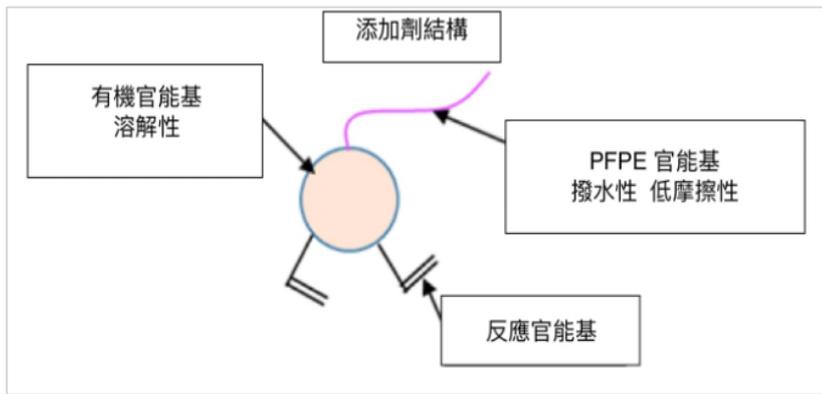
### 1-6-3. 氟素防污塗層劑 (氟素矽烷型 依塗佈方法比較)

		塗層 (濕式塗佈)	真空蒸鍍 (乾式塗佈)
鍍膜特性	撥水性	110°	110°
	撥油性	66-68°	66-68°
	耐久性	○	◎
特徵	優點	施工容易 個別性能差異小	耐久性佳
	缺點	耐久性較短	費用高(面積越大越不利) 有時有個別性能差異
操作	設備	一般的塗佈工具： 噴霧、浸塗、旋流(spin flow)等	真空蒸鍍設備
	溶液	樹脂濃度 0.1-0.2%	樹脂濃度 3-20% (載體 pallet 浸泡後使用)

## 1-7. 防污、防指紋塗層劑 UV 硬化型添加劑

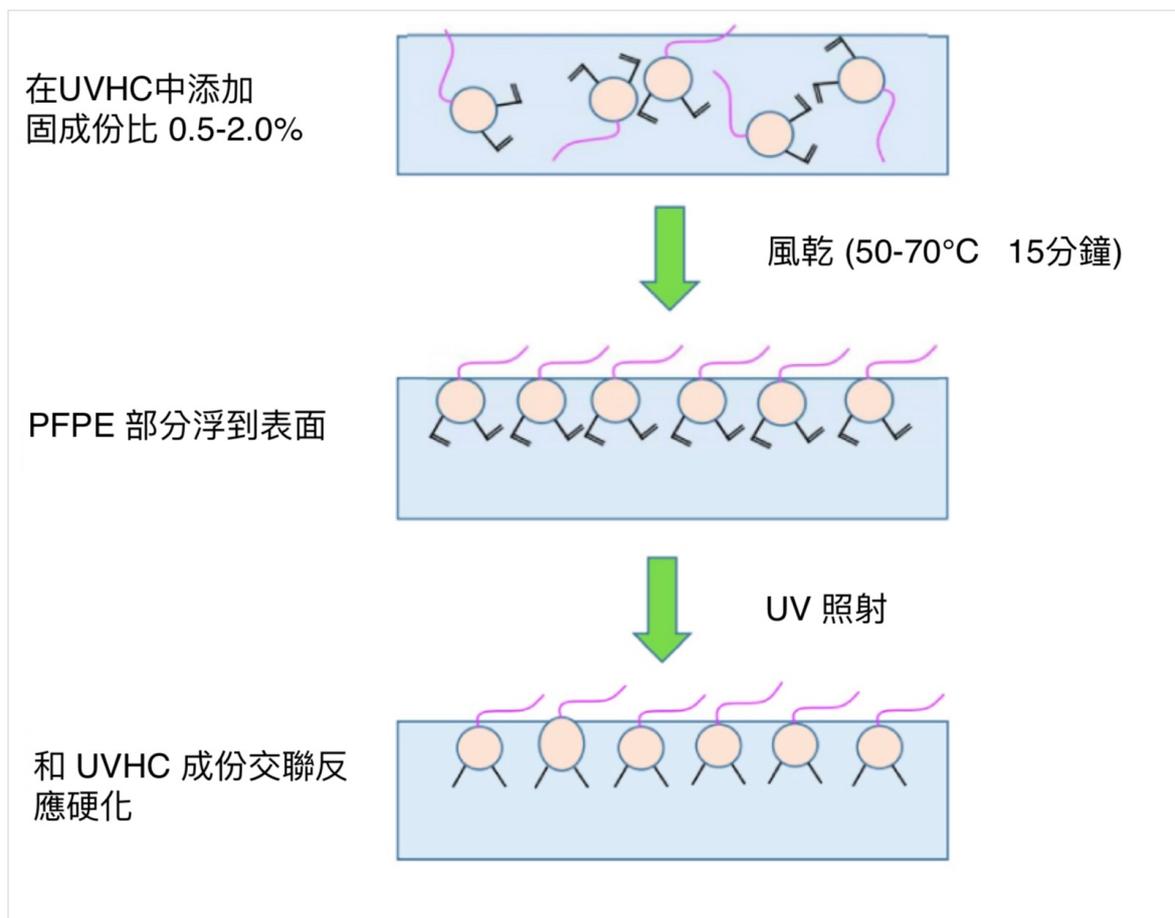
【UVHC 添加劑】：作為 UVHC 的添加劑，提供防污性、潤滑性、低折射率。

\* FLUORO SURF FS-7020series FS-7024 / FS-7025 / FS-7026 / FS-7027



- PFPE：發揮潤滑性和防污性。不溶於 UVHC 劑部分
- 有機基：提供溶解性，撥揮溶於 UVHC 劑之功能
- 反應基：UVHC 劑硬化時一起反應結合

### 添加劑的作用機制

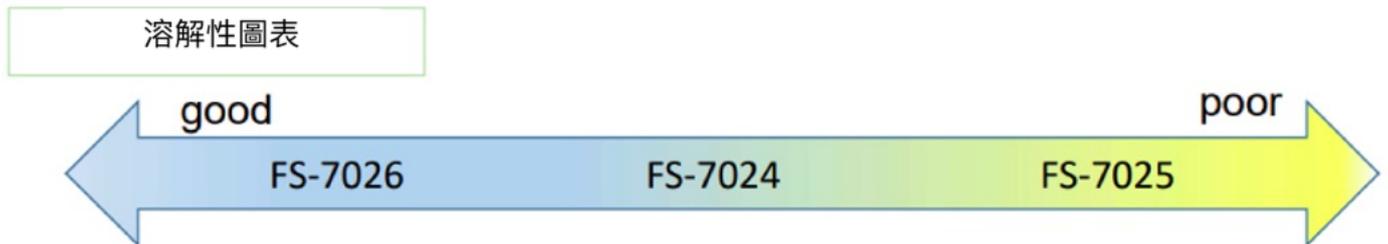


### FS-7020 系列的效益

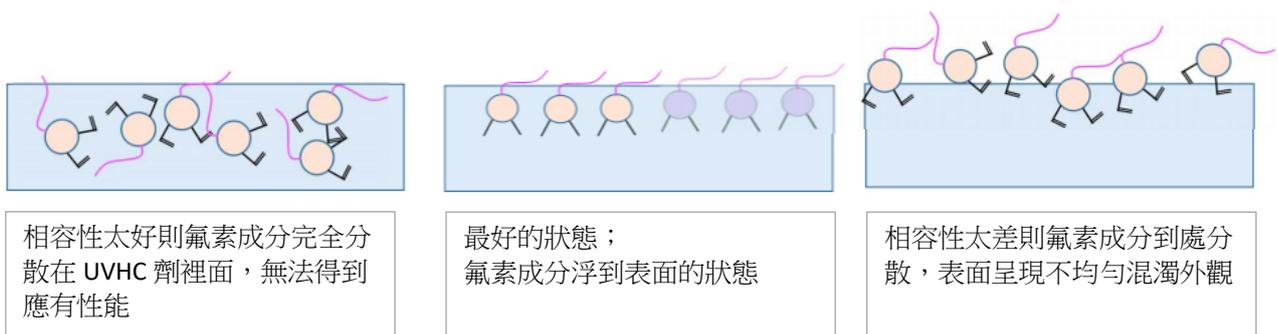
	數據
接觸角 (水)	105~109 deg *
接觸角 (油)	68~70 deg *
摩擦係數	0.09
固成分 %	20%
溶劑	丙二醇甲醚 (PGME, Propylene Glycol Monomethyl Ether) (易燃)

## Fluoro Surf FS-7020 系列優點

### 1. 提供不同溶解性的 3 款產品



客戶使用的 UVHC 種類繁多，客製化的情況也不少。性能受和 UVHC 的相容性影響，單一規格無法完全滿足。



### 1-8. 氟素防污塗層劑 (矽烷型和 UV 硬化型之比較)

		氟素矽烷(FG-5083)
塗層特性	撥水性	110°

	撥油性	66-68°
	硬度	9H 以上(依賴塗層底材)
	耐刮性	OK
	防指紋性	○
	硬化速度	常溫 12 小時 或 100°C 60 分鐘
	膜厚	0.01 – 0.1 微米
	外觀	不影響底材外觀
	底漆處理	玻璃、金屬以外需要底漆
硬化前特性	操作時注意事項	無 (底漆為有害物質)
	可燃性	無 (底漆為可燃性)

		UV 硬化型 (FS-7020)
塗層特性	撥水性	109°
	撥油性	70-73°
	硬度	6H
	耐刮性	OK
	防指紋性	○
	硬化速度	3 秒/ 1kW 高壓水銀燈 距離 10cm

	膜厚	0.1–10 微米
	外觀	透明塗層狀 (閃亮的)
	底漆處理	不必要
硬化前特性	操作注意事項	皮膚刺激性 (弱) 有害物質 (含有機溶劑)
	可燃性	危險品 (含有機溶劑)

## 2. 氟素塗層劑所使用的溶劑

### 2-1. 氟溶劑：使用上的優/缺點

#### 優點

- 安全性：非可燃性，不受安全、消防法規範。
- 毒性：相對地低毒性。
- 材料相容性：除 HFC 系以外沒有問題。
- 乾燥：從快到慢的乾燥時間可調整。
- 低表面張力：任何材質皆可塗佈。(無驅避性) 縫隙內也可塗佈。
- 異味：低異味。

#### 缺點

- 高成本。
- 地球暖化係數高。

### 2-2. 氟素溶劑：氟素塗層劑所使用的氟素溶劑例

- HFE : Hydrofluoroether 氫氟醚  $C_4F_9OCH_3$
- HFC : Hydrofluorocarbon 氫氟碳化合物  $CF_3(CFH)_2C_2F_5$
- PFPE : Perfluoropolyether 全氟聚醚  $CF_3(OCF(CF_2)-(OCF_2))-OCF_3$
- HFPE : Hydrofluoropolyether 氫氟聚醚  $HCF_2O-(CF_2O)-(C_2F_4O)-CF_2H$
- PFC : Perfluorocarbon 全氟化碳  $C_6F_{14}$
- HCFC : Hydrochlorofluorocarbon 氫氯氟烴  $CF_3CF_2CHCl_2$

### 2-3. 氟素溶劑：氟素塗層劑所使用氟素溶劑一覽表

	HFO	HFE	HFC	HFPE
沸點	110	56-76	56-118	85-180
ODP*	0	0	0	0
GWP(100Y)**	9 以下	55 - 870	250-1500	1300-4000
法規			部分被指定為溫室氣體	
注意點		燃燒性	不適用於丙烯酸纖維等	已停產
代表產品	Vertrel スーペリオ /三井 Dupont Chemical	Novec /3M	Vertrel XF/三井 Dupont Fluoro Chemical	H-Galden /Solvay Solexis

ODP\* ozone depletion potential 臭氧破壞潛勢

GWP(100Y)\* global warming potential 全球暖化潛勢(100 年)

	PFPE	PFC	HCFC
沸點	55-270?	55-215?	54
ODP	0	0	0.033
GWP(100Y)	6000-9000	6000-9000	370
法規		部分被指定為溫室氣體	2020 全廢除 PRTR 法
注意點		部分生物累積性*	毒性?
代表產品	Galden/ Solvay Solexis	Fluorinert/3M RM 系列/ Miteni	AK-225/旭硝子

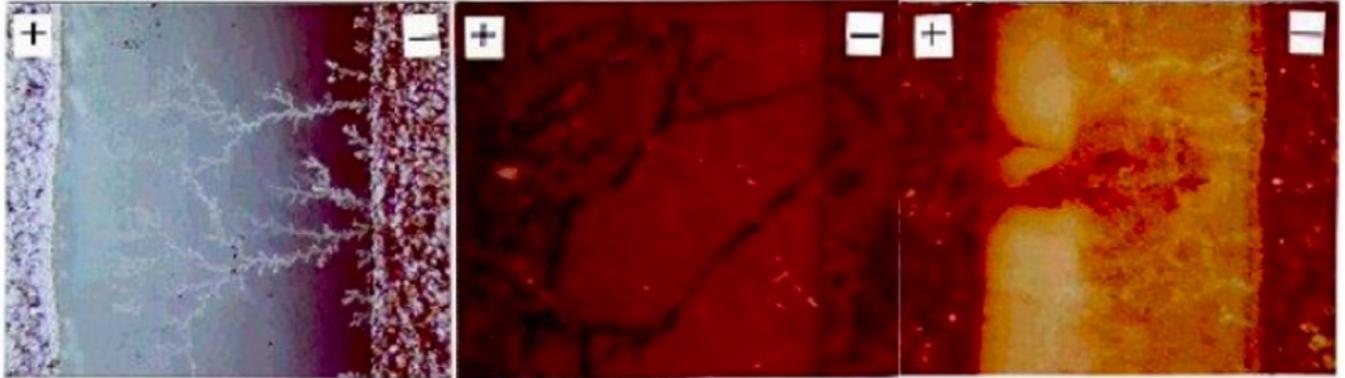
\* PFC 沸點 100°C 上下之規格在 2007 年 5 月被化審法指定第 2 種監視物質。

### 3. 電路板、電子產品的防濕、防水塗層劑

#### 3-1. 電路板、零件防濕保護塗層劑

• 電路板防濕塗層劑的意義

① 防止由於離子遷移造成短路



樹突狀

CAF (導電性細絲物)

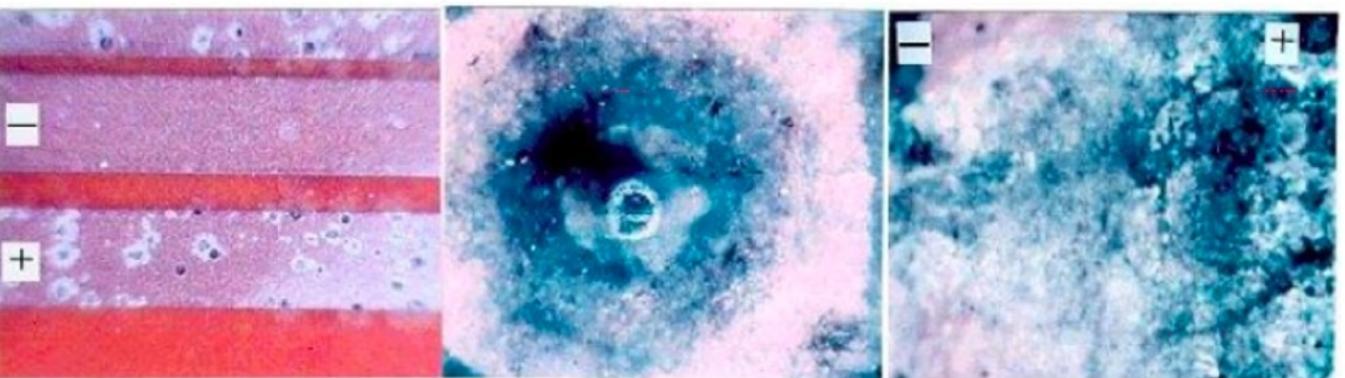
橋狀



雲狀

雲狀(層方向)

鬚狀



電極的樣子

山狀

土石流狀

印刷電路板上的鹵素離子加上水分造成金屬離子遷移。

遷移之金屬離子與電子結合再一次金屬化，形成新的電流路徑。

參考：藤城敏史 著

「印刷電路板的離子遷移及其可靠度分析」

- ② 防止因濕氣、酸性氣體、電池電解液等造成之金屬腐蝕
- ③ 防止因冷凝、水侵入、電池電解液等造成之誤動(防止洩漏)

### 3-1-1. 應用介紹 電路板、零件防濕保護塗層劑

**\* 目前使用實例**

汽車的電子控制器(ECU)電路板、電水器的控制電路板、空調室外機電路板  
交通號誌控制電路板、行動電話基地台電路板等  
室外機器及可靠度要求要求高的電路板均可使用。

### 3-1-2. 氟素防濕塗層劑 FLuoro Surf FG-3000 系列的特點 1 (特性上的優點)

- 高防濕性：→為相同膜厚聚氨酯、丙烯酸の 3 -4 倍防濕性。(最適合輕量型機器)
- 高電氣絕緣性：高體積阻抗值、表面阻抗率。
- 撥水撥油性・防污性：水接觸角 115-119°
- 耐酸性、耐鋰電池電解液
- 低誘電率：2.25 (1GHz) (最適合高周波電路板)

### 3-1-3. 氟素防濕塗層劑 FLuoro Surf FG-3000 系列的特點 2 (使用現場的優點)

- 安全性：
  - ➡使用不燃性氟素溶劑不受 PRTR 法、消防法規範
  - ➡不用防爆設備。
- 有速乾型和慢乾型多重選擇 ➡ 可配合塗佈設備選擇
- 膜厚選項(濃度設定)多 ➡ 配合用途、要求程度選擇  
2%、4%、8%、20%、30%
- 也可配合客戶需求客製化

## 3-2. 防濕・耐酸塗層用 Fluoro Surf 一覽

產品型號	用途	特點	基本濃度範圍
<b>FG-3620 系列</b>	廣用	稍硬的皮膜	0.5-30 %
<b>FG-3650 系列</b>	電路板用	柔軟皮膜	0.5-30 %

<b>FG-5040 系列</b>	廣用、耐硫化	高硬度	0.5-8%
-------------------	--------	-----	--------

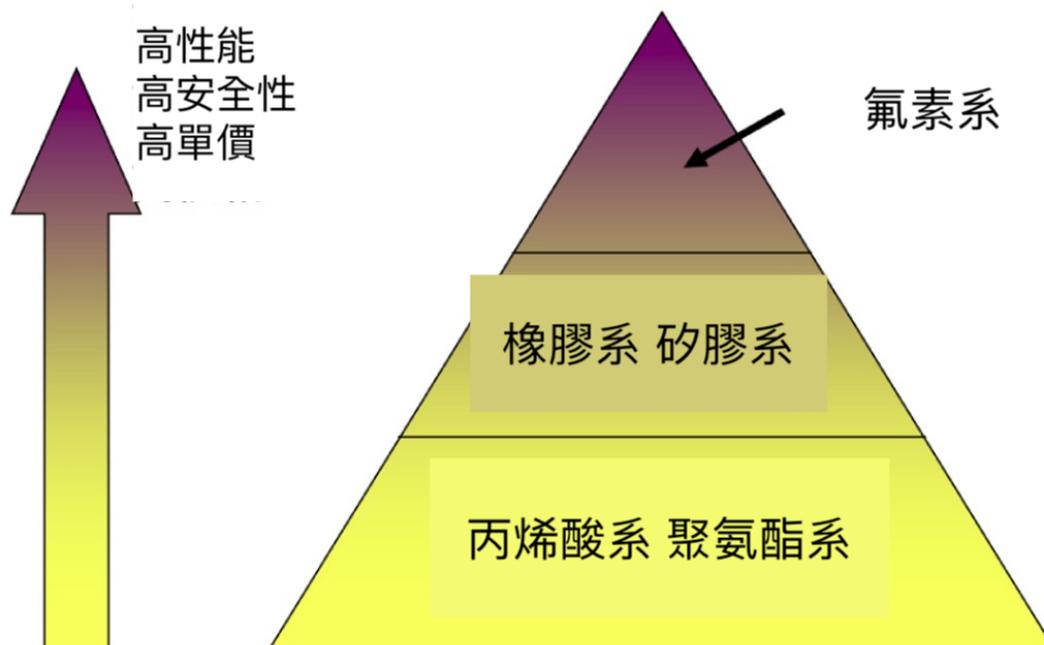
### C8 型 (停止生產)

製品型番	用途	特點	基本濃度範圍
<b>FG-3020 系列</b>	廣用	稍硬的皮膜	0.5-30 %
<b>FG-3030 系列</b>	電路板	柔軟皮膜	0.5-30 %
<b>FG-3050 系列</b>	電路板	柔軟皮膜、耐熱性	0.5-30 %
<b>FG-3070 系列</b>	廣用、耐硫化	高硬度	0.5-8%

### 3-2-1. 防濕塗層劑 系統別比較表

	溶劑型	無溶劑型	氟素不燃性溶劑型
皮膜成分	聚氨酯 丙烯酸 橡膠	聚氨酯 矽膠	氟素系
優點	便宜	無溶劑 高膜厚	安全性 高防濕性 耐酸性 高電氣特性 乾燥性 低粘度=操作簡便
缺點	受 PRTR 法規範 可燃性 -> 消防法 毒性	高粘度 乾燥 可靠度	高成本

### 3-2-2. 氟素防濕塗層劑的定位



### 3-2-3. 防濕塗層劑 特性比較表 (代表例)

系統別	体積阻抗率*1	誘電率*2	透濕性*3	不燃性*4
氟素 (Fluoro Surf)	8E-15	2.5	40	V-0
聚氨酯	3 E-14	3.5	290	V-0
丙烯酸	8 E-14	2.5	240	可燃
矽膠	5E-13	2.7	800	V-0
烯烴	3 E-16	N/A	20	可燃

\*1 40°C90%RH ( $\Omega \cdot \text{cm}$ )

\*2 1 Mhz

\*3 JIS Z 0208 (g/m<sup>2</sup>/24H) 膜厚 100 $\mu$

\*4 UL94

### 3-2-4. 氟素防濕塗層劑的有效性

和其他用於電子零件和電路板防濕的有機系皮膜相比，防濕性較高。

樹脂種類	膜厚(μ)	透濕性(g/m <sup>2</sup> /24H) (JIS-Z-0208)
聚氨酯 1 液	30	880
丙烯酸 1 液	100	240
聚氨酯 1 液	100	290
FG-3650TH-8	8	660
FG-3650C-40	30	250
FG-3650C-20 *	120	48

\* (噴塗 3 次)

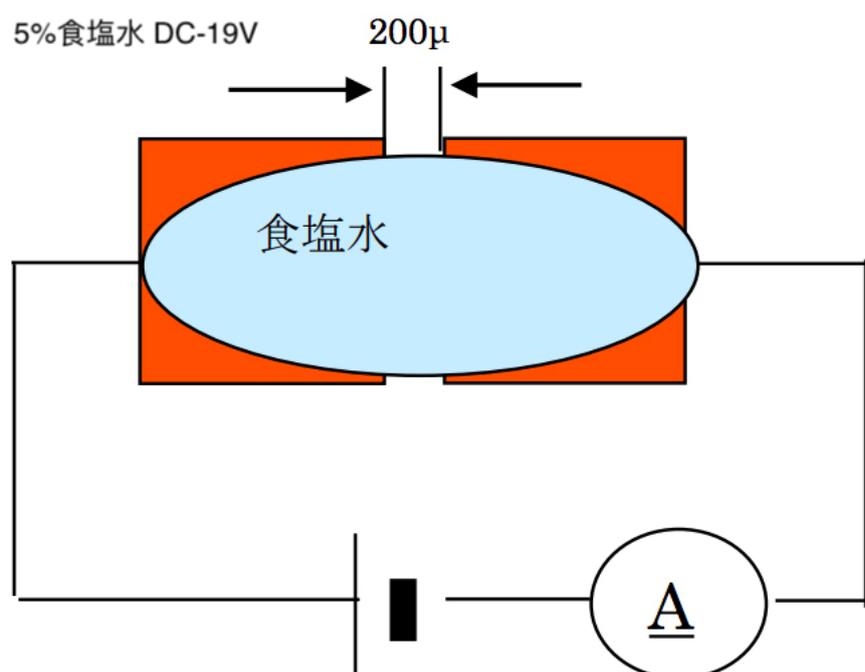
### 3-2-5. 傳統防濕塗層劑 VS 氟素防濕塗層劑

氟素防濕塗層劑的有效性 (防水性、耐鹽水性)

型號	FG-3650TH-8	聚氨酯	FG-3650C-30
樹脂成分濃度	8%	15%	30%
塗佈方法	浸漬	噴霧 2 次	浸漬 2 次
膜厚 (μ)	5-8	5-8	15-20
絕緣破壞的時間	4 分鐘	瞬間	150 分鐘
最大電流值 (μA)	620	1000 以上	1.0

型號	聚氨酯	FG-3650C-40
樹脂成分濃度	15%	40%

塗佈方法	噴霧5次	浸漬
膜厚 (μ)	15-20	20-30
絕緣破壞的時間	3秒	185分鐘
最大電流值 (μA)	1000以上	2.6



### 3-3. 氟素防濕塗層劑選擇要點

依印刷電路板所被使用的環境，所要求的防濕水準也隨之不同。

底下為本公司自己的防濕、防水水準分級。

複製至此：保護電子電路和組件在正常條件下免受空氣中濕氣的影響

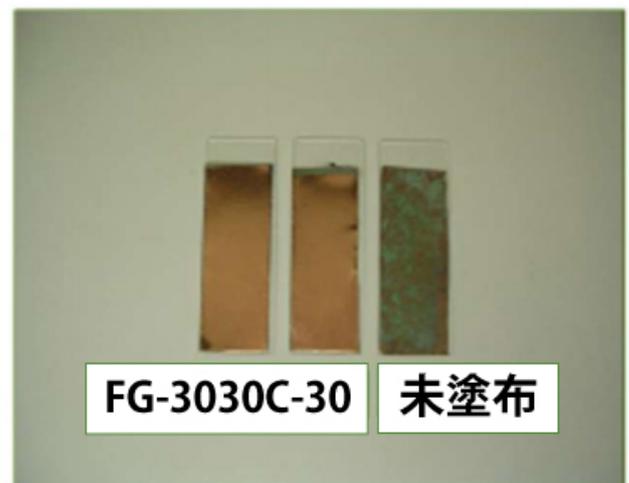
分級	使用要求	推薦膜厚 (μ)	推薦濃度
I	一般條件下保護電子電路和零件免受空氣中濕氣的影響。	2-4	4-8%
II	如沿海地區高溫潮濕的條件下保護電子電路和零件。	4-8	8-10%

III	有時可能被水濺到；或在二次電池電解液、酸性空氣下，保護電子電路和零件。	6-10	20%
IV	電子設備浸水 10 分鐘仍能確保作用、保護電子電路和零件。	20-40	30%
V	電子設備浸水 60 分鐘仍能確保作用、保護電子電路和零件。	30-50	40-50%
VI	即使半永久性地沒入水中，仍能保護電子電路和零件。	50 以上*	40-50%

\* 建議外箱也一併使用；僅使用塗層劑無法防水。

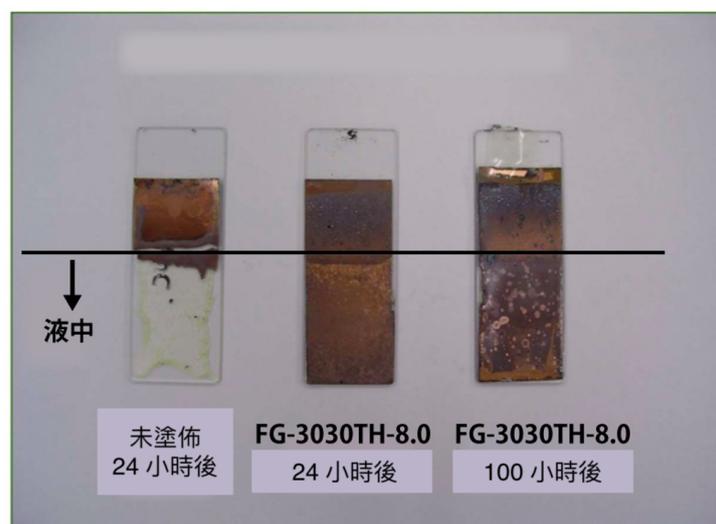
## 氟素防濕塗層劑的有效性 (耐鹽水性)

### 保護性能 (鹽水噴霧試驗)



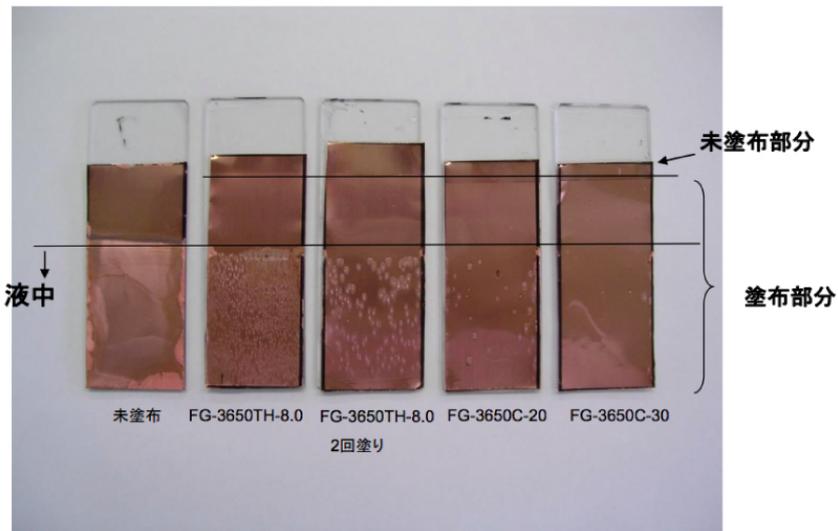
FG-3030C-30 樹脂成分濃度 30%  
以浸漬法塗佈 塗層膜厚約 20 微米  
5%食鹽水噴霧/間隔 2 小時/總共 480 小時/30°C

## 氟素系防濕塗層劑的有效性 (耐酸性)-1



浸漬 10%硝酸溶液 室溫 25°C

## 氟素系防濕塗層劑的有效性 (耐酸性)-2

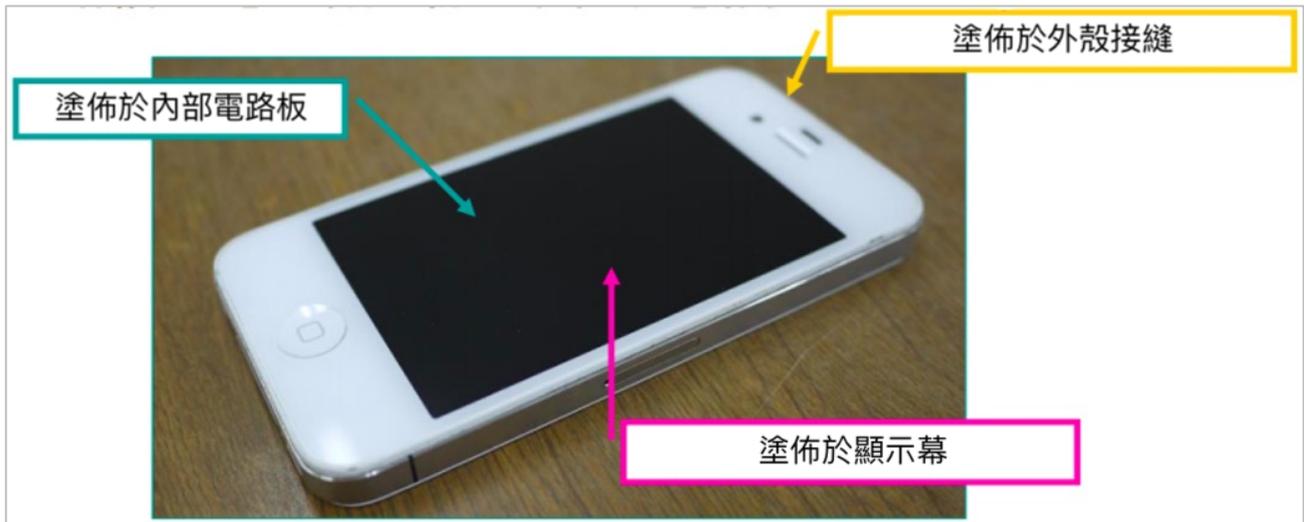


浸漬 10%硫酸溶液中 室溫 25°C 15 天

### 3-4. 現有應用介紹 (防污+撥水撥油+保護塗層)

行動電話例：

- 防污→ 防皮脂和指紋附著(FG-5084)
- 撥水→ 防止水分從縫隙侵入(FS-1610)
- 撥油→ 微形振動馬達的油屏障(FS-1610)
- 保護→ 電子零件的防水、絕緣、耐電解液(FG-3650)



\* 圖片上的機種為塗佈對象之示意例。

#### 3-4-1. 應用實例 電子接點的防腐蝕



### 3-5. 現有應用介紹 (鋰電池電解液保護塗層劑)



電動自行車



平板電腦、行動電話



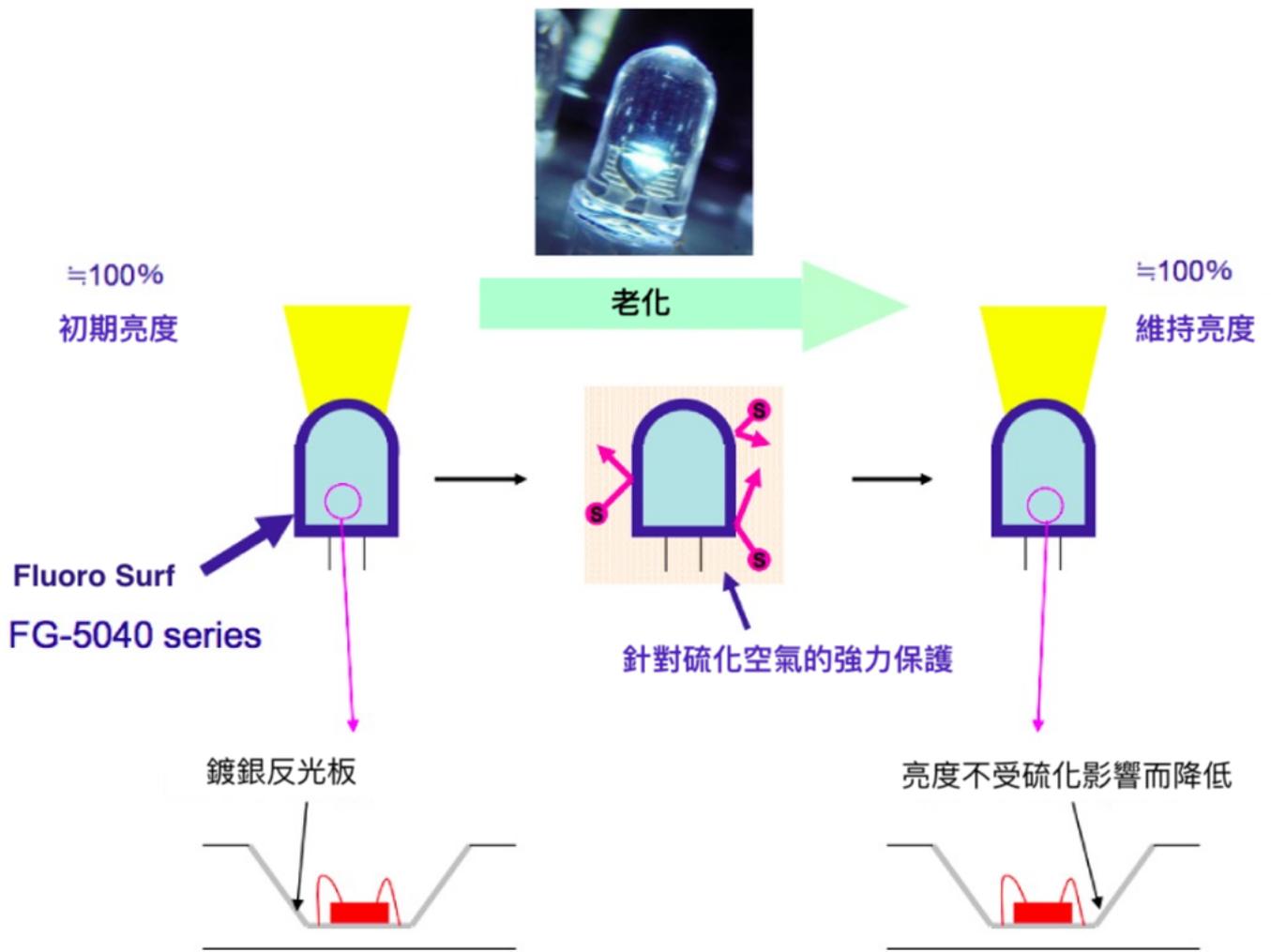
充電式電動工具



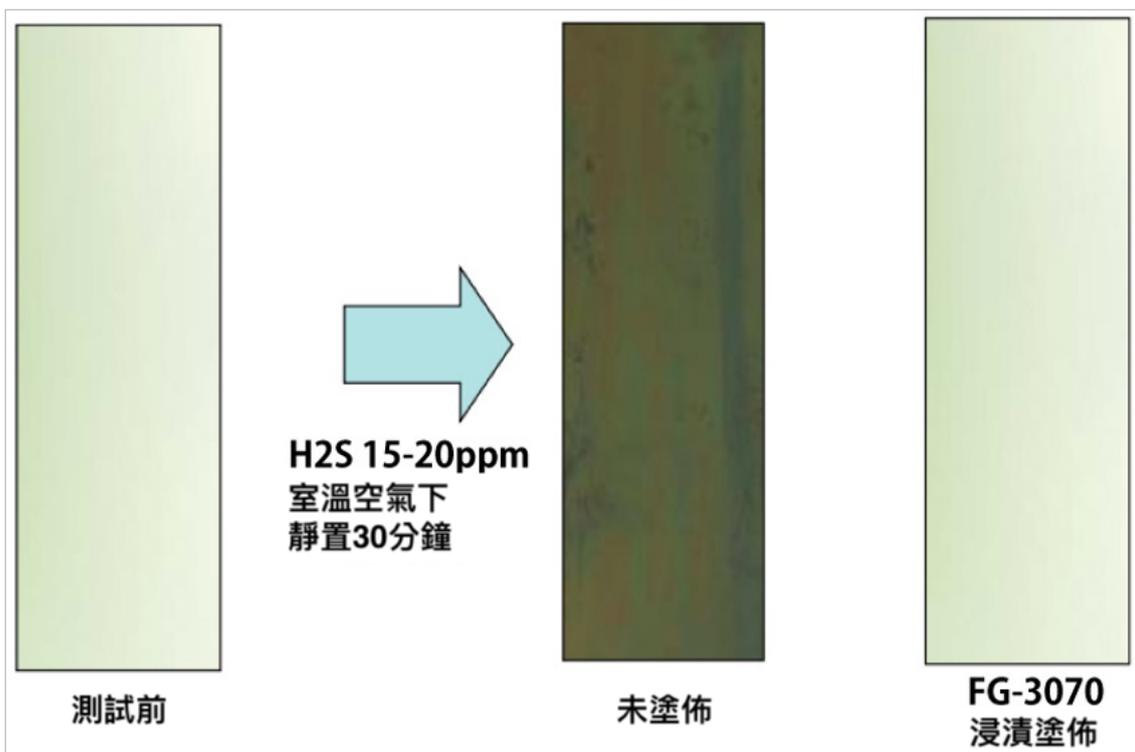
飛機用電子器材

\* 圖片上的機種為塗佈對象之示意例。

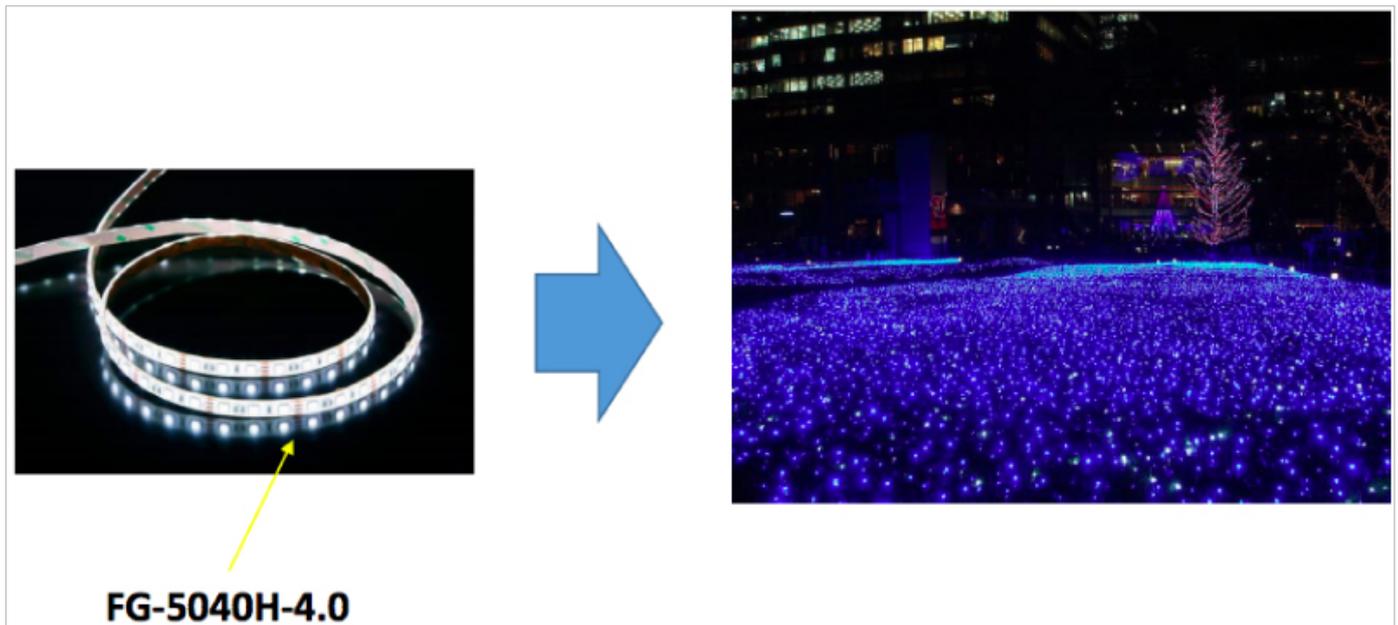
### 3-6. 現有應用介紹 (LED 防止鍍銀硫化)



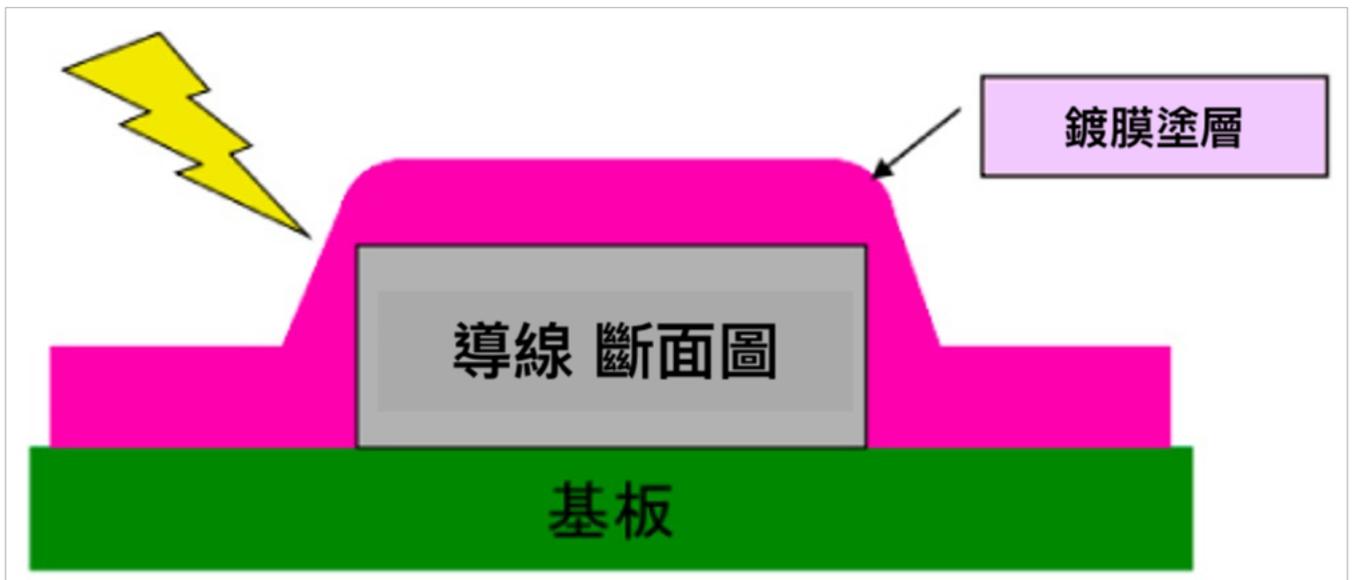
### 3-6-1. LED 鍍銀板 耐硫化測試



### 3-6-2. 應用實例 1 LED 燈帶的防硫化



### 3-6-3. 施作技巧 ①



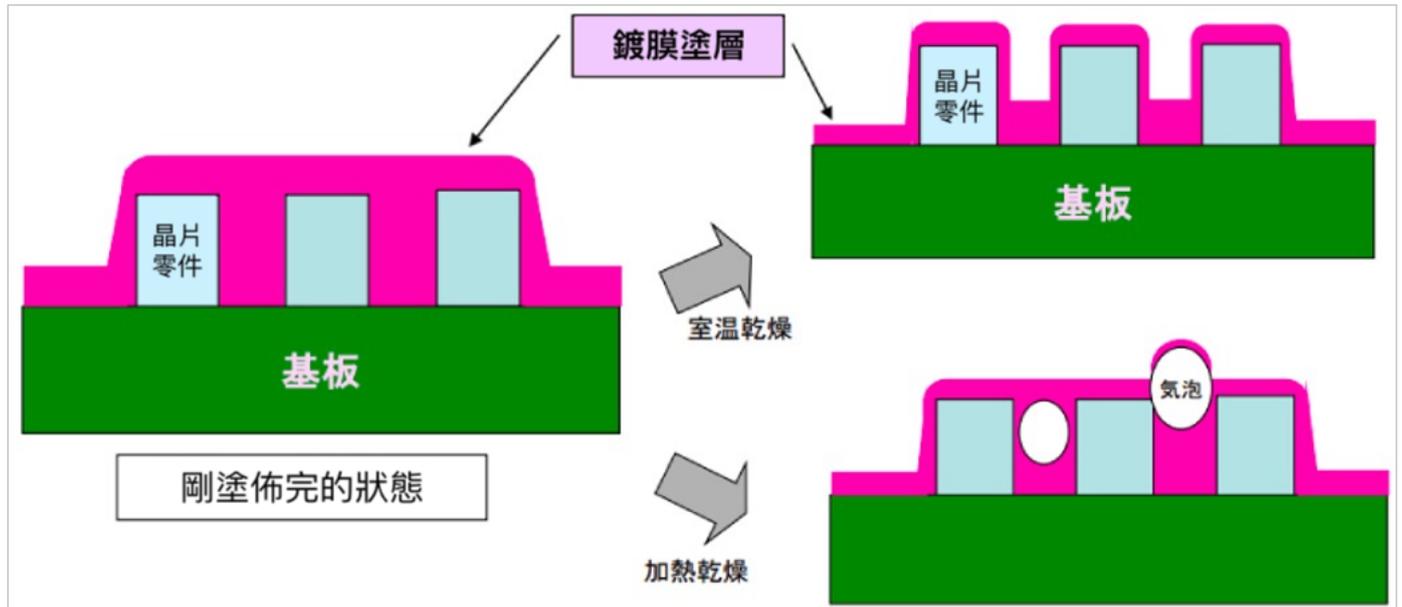
轉角部分的塗膜厚度容易變薄。如之前所提過的，薄膜厚度與防濕性能成正比；QFP 導線尖端等尖角部分塗厚一些會更好。

### 3-6-4. 施作技巧②

為防止氣泡，請在室溫下乾燥，無需加熱。  
特別是預定膜厚超過 20 微米的情形，晶片零件之間的凹谷部分可能形成一池液態狀，有時會形成超過預定膜厚的塗層。在這種狀態下，薄膜的表面會先乾燥，而溶劑仍殘留在凹處的液池中。  
室溫乾燥時，溶劑會慢慢揮發，不會產生氣泡而形成漂亮的皮膜；加熱乾燥時，殘

留的溶劑會形成氣泡而破壞皮膜。

另外，氟素溶劑因絕緣性高，殘留在皮膜中不會影響電氣特性。

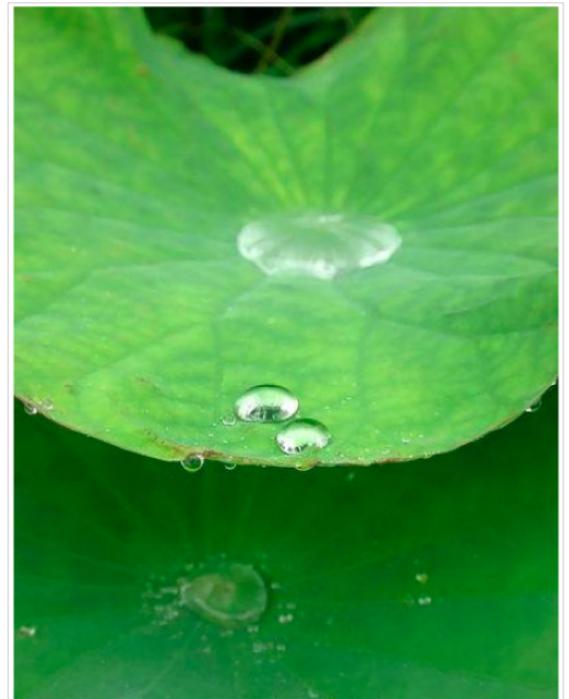
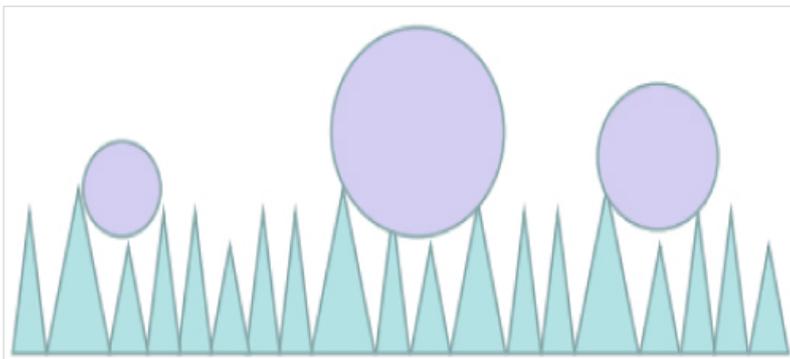


## 4. 超撥水塗層

### 4-1. 荷葉的結構

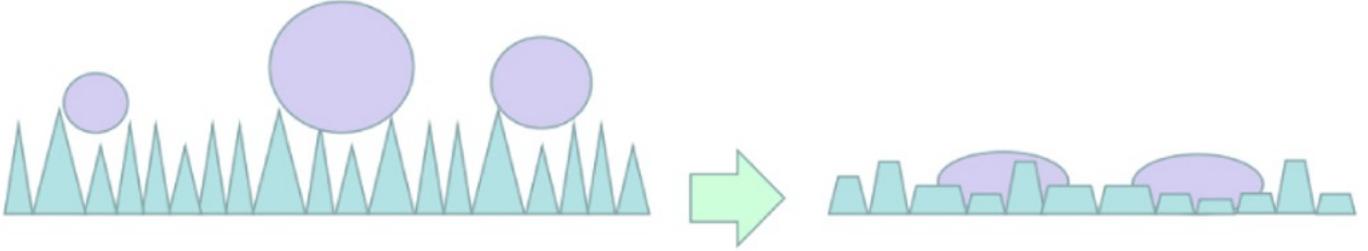
荷葉的表面覆蓋著一層具有撥水性的纖毛。

規則的立體構+撥水性  
產生了超撥水性 (接觸角  $160^\circ$  以上)

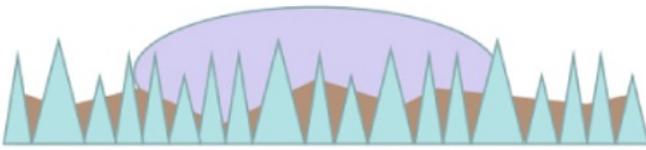


#### 4-1-1. 超撥水塗層(荷葉結構)的問題點

## 1. 形狀的維持：微小結構容易崩壞

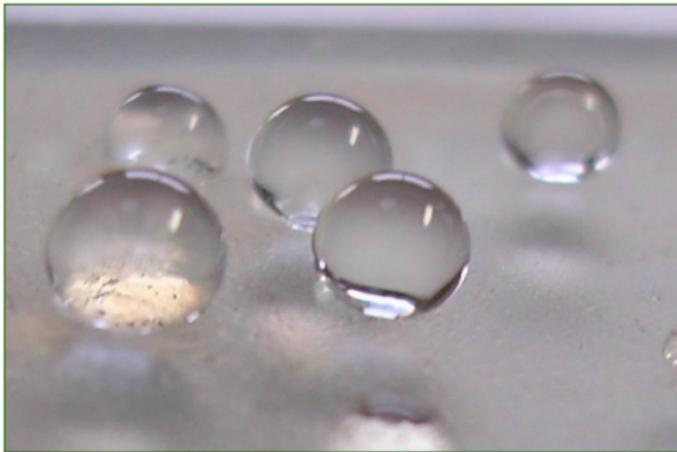


## 2. 進入複雜形狀的污垢無法去除 + 污垢會使撥水性劣化



### 4-1-2. 荷葉結構的超撥水例

= 對約 50nm-10 $\mu$ m 連續凹凸進行防水處理



フロロサーフ FS-7010 (試作品)

目前的問題：

- ① 透明化
- ② 穩定的皮膜的形成方法
- ③ 超撥水性的耐久性



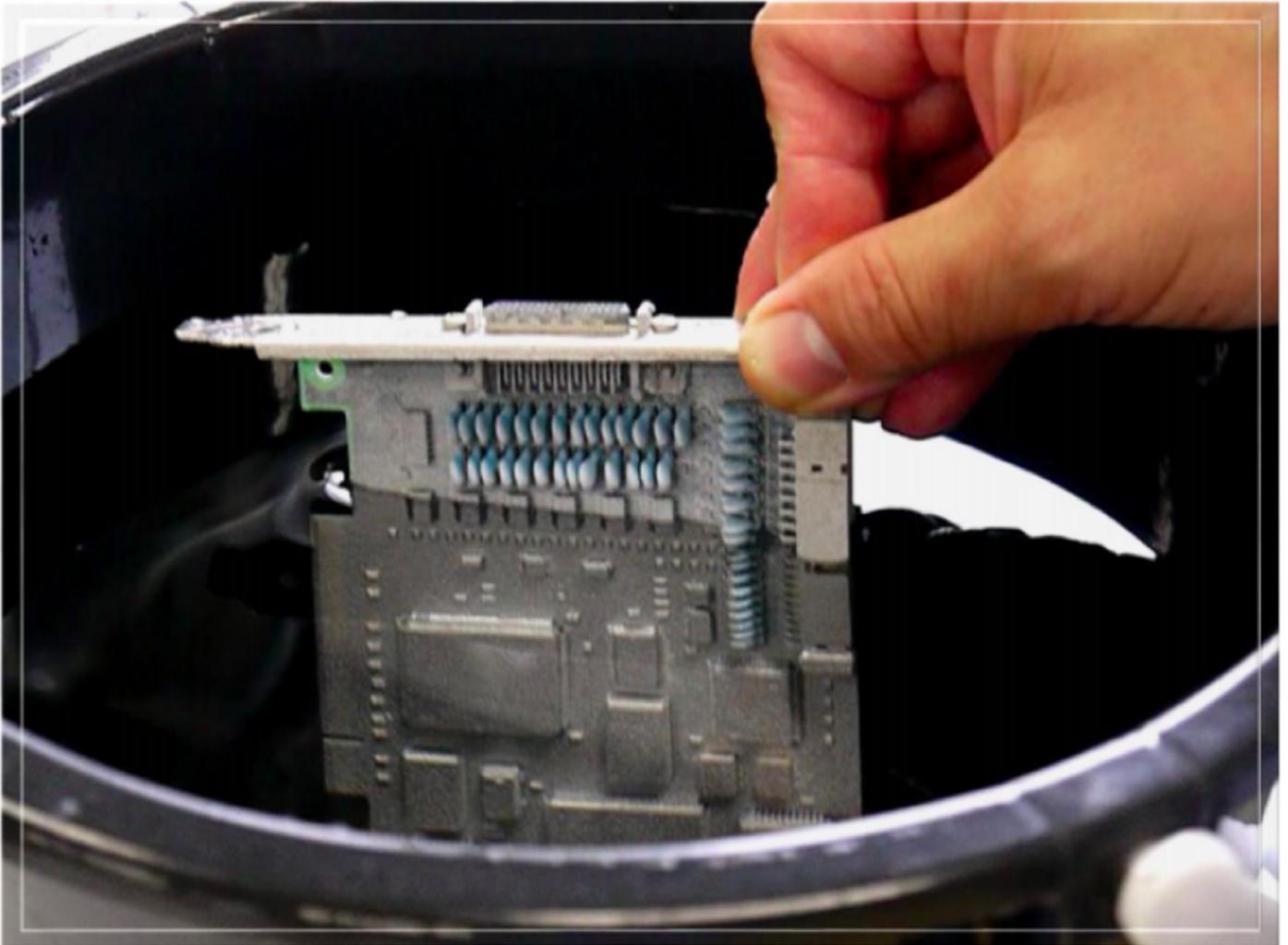
可實用的用途

- \* 人手不會碰觸的地方
- \* 屋內



印刷電路板的防水處理！

### 4-2. 超撥水 印刷電路板的應用



### 4-3. 超撥水測試套組 FS-7010 (噴霧槍塗佈用)

#### 套組內容

- A: 撥水塗層液 100g
- B: 微粒子粉末 1 袋
- C: FS-7010 專用器具洗滌劑 100g

#### 使用方法

- ① 將 B:微粒子粉末倒入 A:撥水塗層液的容器內，充份攪拌。
- ② 攪拌後靜置 10 秒~1 分鐘，倒入噴霧槍的槽內。為避可能導致噴霧槍堵塞，儘量使用上層的混合液，塗層液容器底部沈澱部分請勿使用。
- ③ 以噴霧槍均勻塗佈；在被塗佈物表面少許距離處噴塗，可以獲得良好的超撥水性。
- ④ 如果噴太多，可能無法獲得超撥水性。請少量噴塗 2 - 3 次。
- ⑤ 使用過的噴槍，請用 C:器具洗滌劑清洗。