

# 薄膜的應用領域

國立高雄應用科技大學

模具工程系塑膠精密加工研究室

黃俊欽 教授

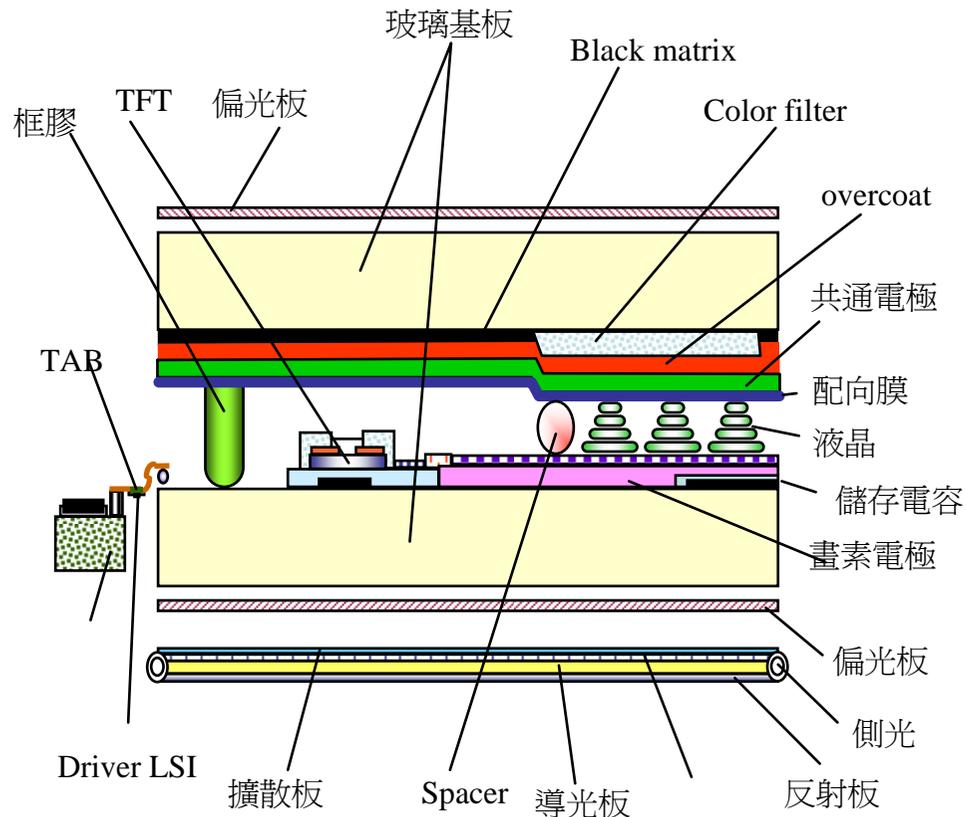
# 薄膜的應用

領域	過去	→	未來
<b>能源</b>			
照明，標示 能源	白熱燈，日光燈 煤炭，石油，瓦斯 核能		LED，有機EL 再生能源 ( 太陽能電池，充電電池，燃料電池 )
<b>IT</b>			
媒體 配送方法	報紙，書籍，電影，音樂 店頭		平面顯示器 ( 液晶，有機EL，電子紙 ) 網際網路、無線傳輸
<b>生命科學</b>			
醫藥品、食品	簡易包裝		個別包裝，負荷包裝，高機能化，輕量化

# 高機能性薄膜

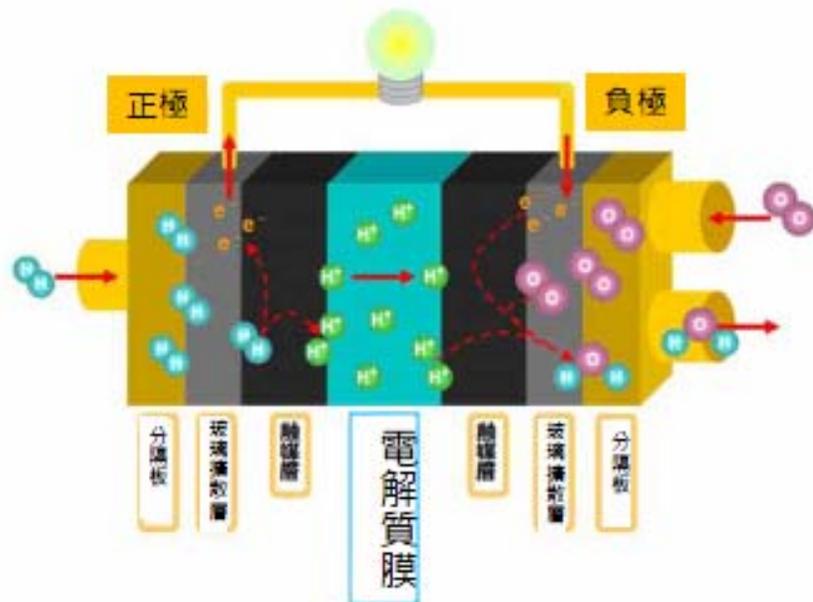
	Types	Products	Required Properties	Problems
<b>Electronics &amp; IT Area</b>	<b>LCD Film</b> •Polarizing Film •Retardation Film •Wide View •Prism Film •Reflection •Protect Film Organic EL Conducting Film Electric Paper Condenser	LCD-TV Note Book PC Desk Top PC PDA Mobile Phone Monitor Touch Panel Books, ElectricProduct Battery	High Transparent High Barrier Dimension Stability Low Birefringence Optical Properties Low Residual Stress Low Contamination Low Retardation Heat Resistance High Transparency	Thickness Uniformity Orientation Contamination Bowing Secondary Processability Ex.) Coating Surface Treatment Transfer
<b>FoodPackage</b>	<b>High Barrier Shrink Film</b>	Long Life Food Simple Package	High Barrier Low Temp. Shrink	Uniformity Processability
<b>Eco-Friendly</b>	<b>Bio Degradation Non-Halogen</b>	Agricultural Material Food Package	<b>Bio-Degradable Non-Halogen Material</b>	
<b>Battery</b>	<b>Solar Battery, Li Battery, Fuel Battery</b>		Thin Film, Insulation, Heat Resistance	

# LCD液晶顯示器



用途	優點	材料
偏光膜	提升產能 高機能化(配向特性)	PVA(聚乙烯醇) TAC(三醋酸纖維素)
偏光膜/保護膜	更大的加工寬度 降低厚度	TAC
相位差膜	更大的加工寬度 機能複合化	PC、TAC、 CPO(聚丙烯流延薄膜)
鍍鏡片	機能複合化 微細化	PET、PMMA、 PC
擴散膜	降低成本 提升光利用率	PET、PMMA、 PC
反射膜	提升反射率 減少組件數目	PET、PMMA、 PP
透明導電膜	降低成本	PET、PC
標示材料 用保護膜	減少異物 黏著、剝離性	PET、PMMA、 PP、PE

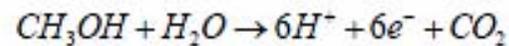
# 燃料電池與電解質膜



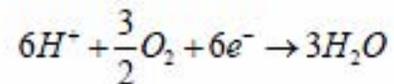
## 電解質膜

- Perfluorosulfonic acid (PFSA)
- Poly(vinyl alcohol) / Tungsten
- Polybenzimidazole / phosphoric acid
- 架橋聚乙烯/含磷酸凝膠
- Sulfonated polyimide

Anode (正極)

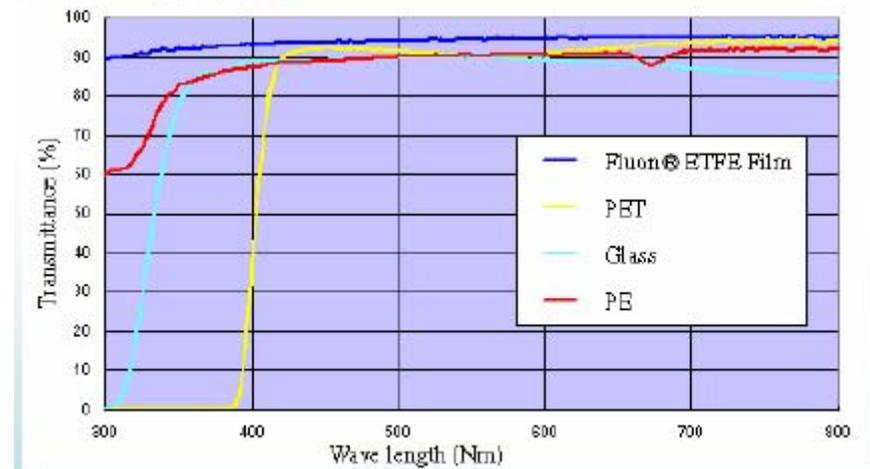
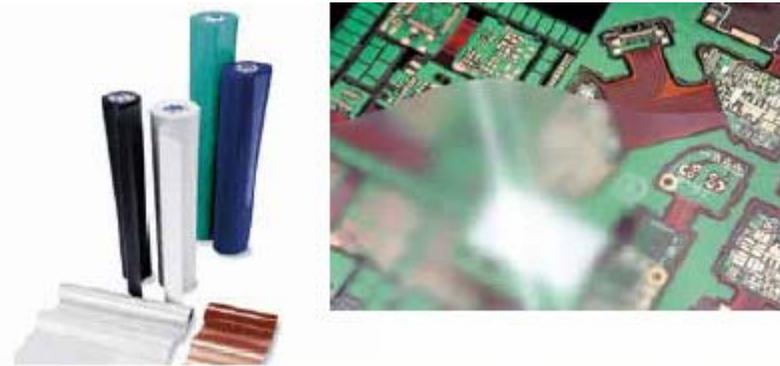


Cathode (負極)



# 覆蓋膜

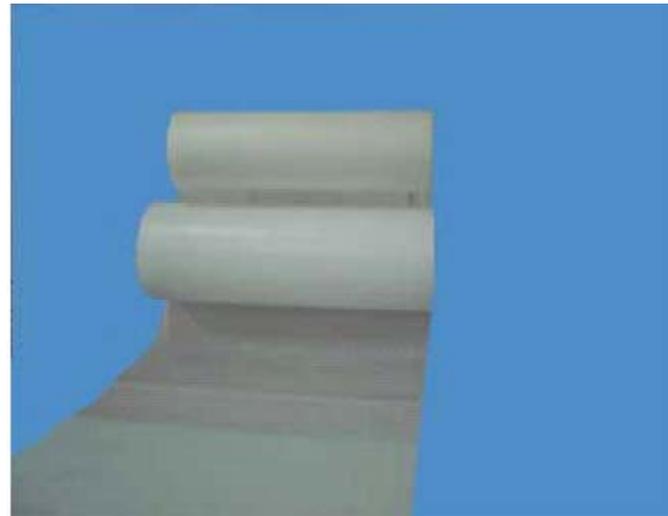
- 玻璃是目前最常用在覆蓋膜部分的材料，具有光穩定性、剛性、不滲透性、抗撞擊與提供絕緣性等優點。其最大的缺點在於重量、撓曲性與有破裂的可能性。
- ETFE是目前最常用來取代玻璃的材料。與玻璃相比，ETFE薄膜的透光量超過玻璃的10%。另外一個條件就是“抗衝擊性。玻璃受到衝擊後會即刻粉碎，但ETFE薄膜很柔軟，不會斷裂。與玻璃相比，ETFE薄膜的抗汙性和重量輕也是很大的優點。正因為是具有這些功能的薄膜，才被下一代撓性太陽能電池所採用。ETFE薄膜還有耐熱、抗劃傷、不易燃、難結露等特點。



# 封裝膠膜

常溫下無粘性，便於操作。經熱壓便發生熱交聯硬化與粘接增強反應，產生永久性的粘合密封，是一種新穎的熱固性熱熔膠膜。

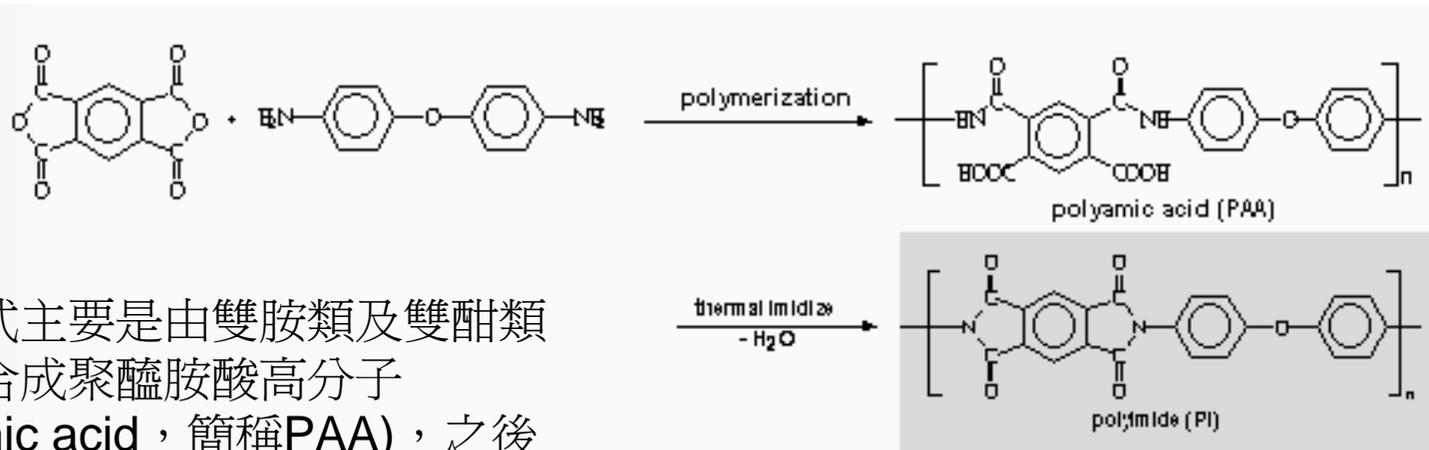
- 耐熱性、耐低溫性、抗濕及耐候特性
- 接著性
- 流動性、封膠性
- 光穿透度及透明性



# PI膜

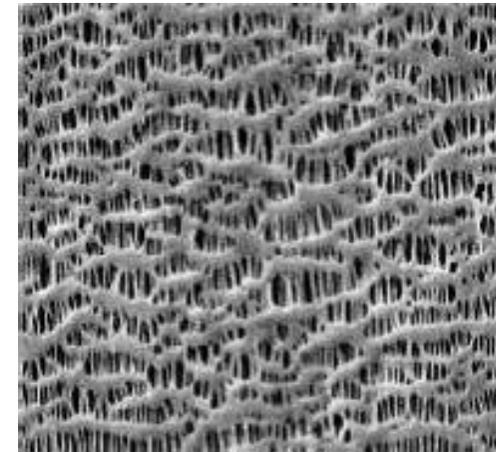
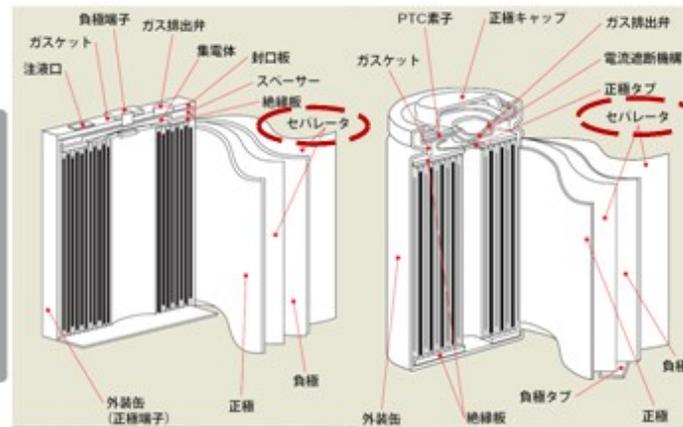
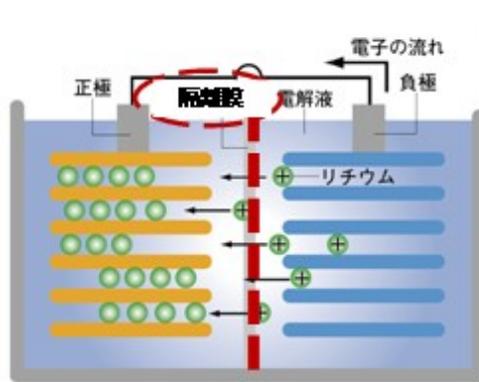


- 聚醯亞胺(Polyimide，簡稱PI)，具有優異的熱安定性及良好的機械、電氣及化學性質，一直是高性能高分子材料的首選。
- 主要用途：電子 IC工業上，如高溫膠帶、軟性電路板、IC的鈍化膜(Passivation coating) LCD的配向膜，漆包線等絕緣材等等。



製備方式主要是由雙胺類及雙酞類反應聚合成聚醯胺酸高分子(Polyamic acid，簡稱PAA)，之後經過高溫熟化脫水(Imidization)形成聚醯亞胺高分子。

# 鋰電池隔離膜



	角型電池	18650圓筒型
隔離膜用量	約0.08m <sup>2</sup> /個	約0.14m <sup>2</sup> /個
占整體BOM比例	15.7%	14.6%
占整體產品生產成本比例	7.4%	7.2%

Celgard公司以乾式法開發共擠押之三層隔離膜(PP/PE/PP)

■ 充電時的時候鋰離子是由正極材料(鋰的氧化物、鋰鈷、鋰鈷鎳或鋰錳氧化物嵌入)，經過隔離膜，透過電解液把鋰離子傳遞到負極材料裡面；放電的時候再從負極材料經過電解液、隔離膜回到正極材料。當電池出現異常溫度上升時，隔離膜也必須能夠關閉(thermal shutdown)原先作為離子通道的細孔，使電池停止充放電反應，避免溫度持續升高導致電池發生熱爆走(Thermal Runaway)，引起電池爆炸

(資料來源：Sanyo、旭化成、工研院IEK (2010/04))

# 隔離膜的特性要求

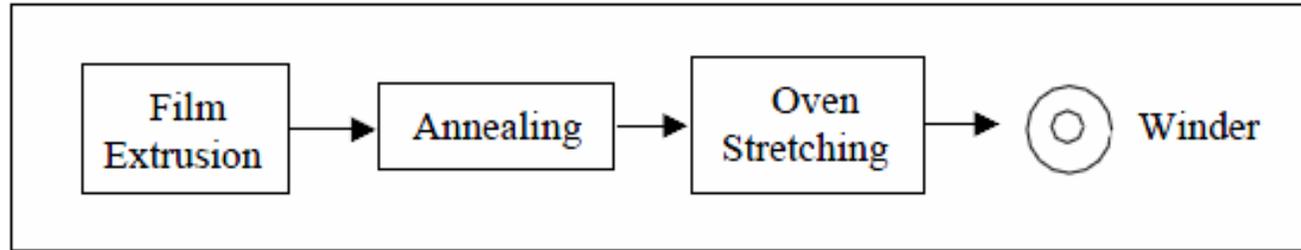
- 對電解液及電極的耐化學性要佳
- 厚度(10~40 $\mu\text{m}$ )、孔隙率(Porosity 35~55%)、孔隙尺寸(Pore Size, 30~200 nm)
- 機械強度高，足夠之穿刺強度(Puncture Strength)，常溫25 $^{\circ}\text{C}$ 最好為2.5~20N/20 $\mu\text{m}$ ，小於0.7 N/20 $\mu\text{m}$ 則易受電極等銳利部分刺穿，導致針孔或龜裂。
- 滲透性(Permeability)及潤濕性(Wet ability)高，有利於離子的通過
- 具有熱閉孔(Thermal Shutdown)特性，在20 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升溫速率下，孔閉塞溫度最好為140 $^{\circ}\text{C}$ 以下。
- 具離子導電度而非電子導電度
- 均勻的孔洞，以避免金屬顆粒之沈積

# 隔離膜的特性要求

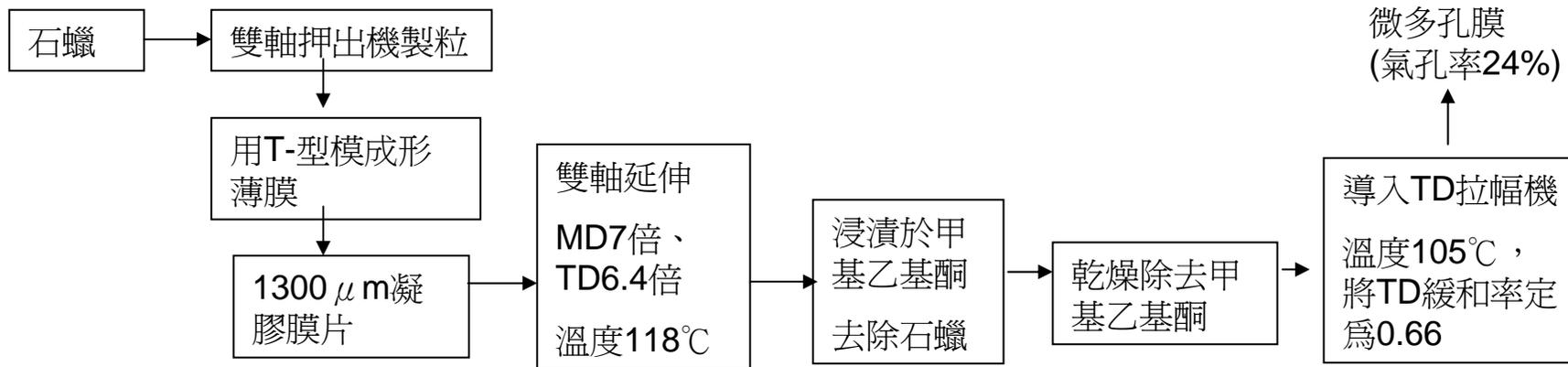
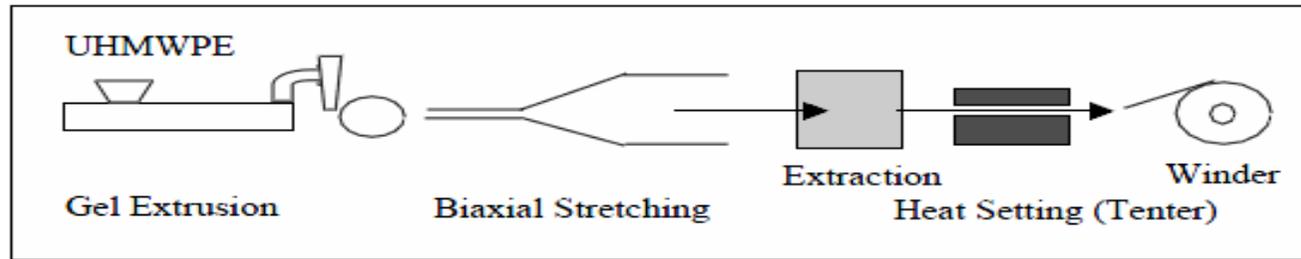
- 高的耐熱溫度，避免隔離膜熔化收縮導致極板接觸，造成短路，同時引發極板與電解液間之劇烈放熱反應，造成電池爆炸。在耐熱性方面，隔離膜在 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 升溫速率下，熱破膜溫度最好為 $190^{\circ}\text{C}$ 以上。在熱收縮特性方面，膜在 $120^{\circ}\text{C}$ 下，最好熱收縮率能在 $20\%$ 以下。而且爲了確保電池升溫時的安全性，孔閉塞後的熱收縮應力最好在 $500\text{kPa}$ 以下，以達到保護電池的目的。
- 開孔結構(Open Pore)，避免電解液中或電極表面之金屬顆粒之電架橋(Electronic Bridging)效應。

# 微多孔薄膜製程

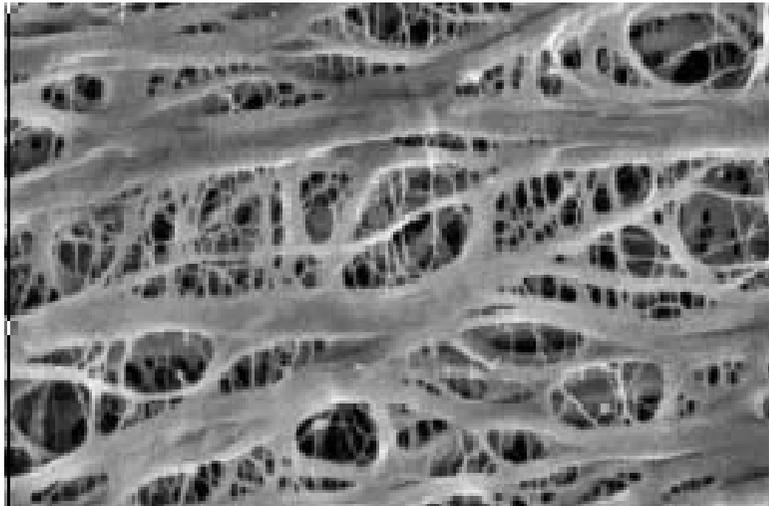
乾式法



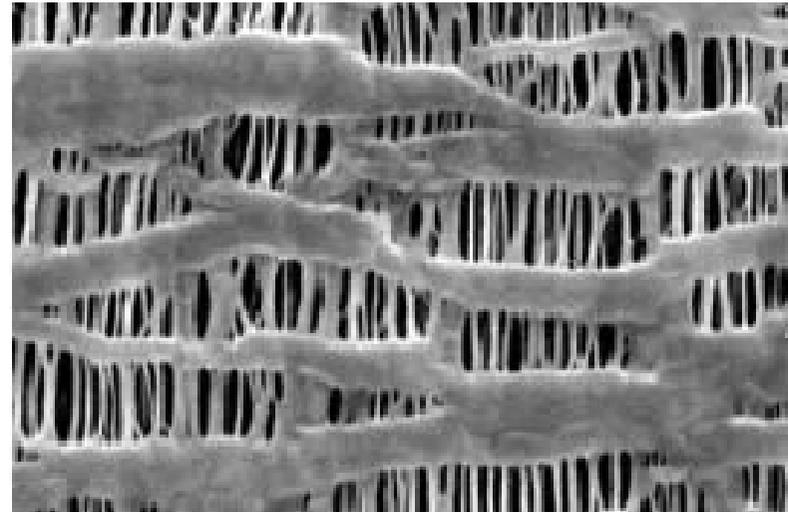
萃取製程



# 微多孔形態



萃取製程



乾式拉伸製程

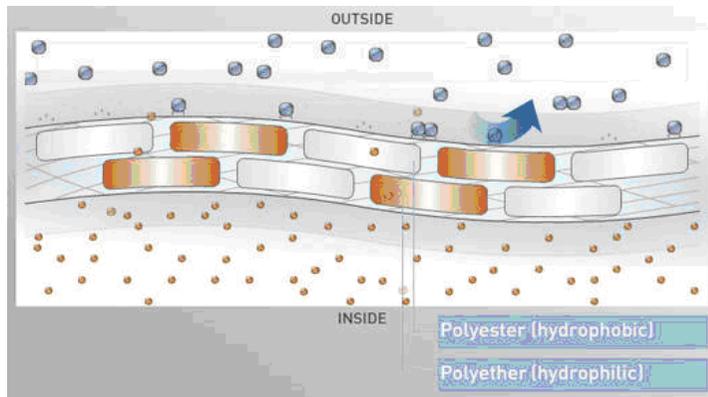
# 透濕防水薄膜

- 是一種能防止液體穿透又能將濕氣排出，使用時內部不會發生結露而導致濕冷不舒服之狀況。
- 材料以PTFE、TPU、聚酯為主

PET	TPU	PTFE
高耐水壓	高耐水壓	中耐水壓
高撕裂強度	高撕裂強度	低撕裂強度
耐水洗	耐水洗	不耐水洗
壽命長	壽命中	壽命短
無溶劑殘留	無溶劑殘留	有溶劑殘留
加工性高	加工性中	加工性低
可回收	自然降解	毒害廢棄物

# 聚酯系（PET）透濕防水薄膜

- 其優點為輕薄、伸長率好、加工性更佳、不易黃化、無孔特性沒有堵塞問題，透濕功能壽命可達**10**年以上。並且可回收熔融成再生料，降低環境負擔而不犧牲功能、品質、設計，此為不可多得之附加效益，消費性產品的生態循環也為此材料帶來競爭力。全球透氣防水貼合材料非常著名的**Sympatex®**屬聚酯貼合薄膜材料，用於針梭織布料貼合十分普遍，杜邦公司的**Hytrel®**亦屬聚酯貼合薄膜材料
- 聚酯（PET）薄膜透濕防水機制：無孔質

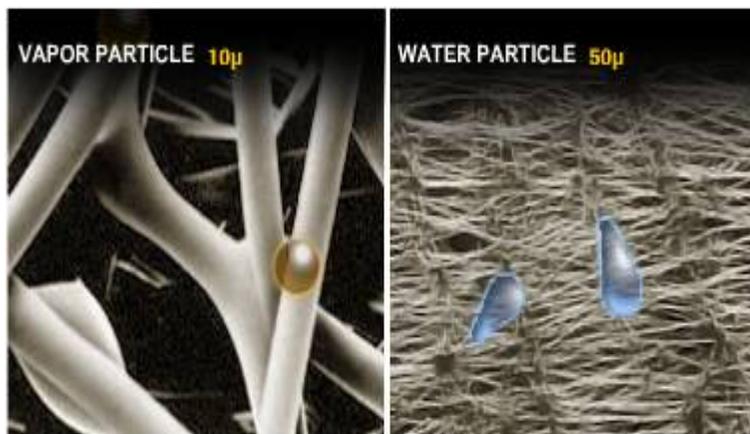


Sympatex



# 聚四氟乙烯透濕防水薄膜

- 聚四氟乙烯（PTFE）薄膜防水機制：微孔質
- 其產品對於環境影響重大，生產聚四氟乙烯過程中使用的原料之一全氟辛酸鈹(PFOA)具有致癌作用。該成分之薄膜無法分解，需燃燒350°C以上才可熔融，且剝蝕物可令鳥致死，並可使人產生類似流感的癥狀。在環境保護的政策下，該類產品使用率逐漸受到已開發國家之限制。而疏水性材質，使用者長時間穿著時，服飾內層會產生結露現象，造成使用者穿著的不適感。
- PTFE（Gore-tex）薄膜其製程需使用有機溶劑，且為有孔性薄膜，會因孔洞堵塞而降低透濕功能，



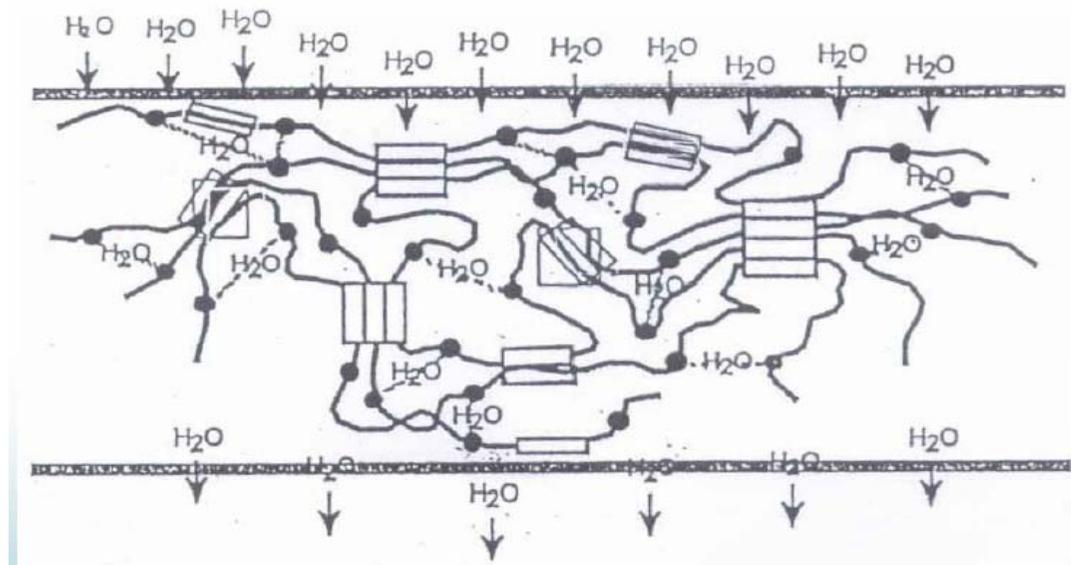
Gor-tex產品



# 熱塑性聚氨酯 (TPU)透濕防水薄膜

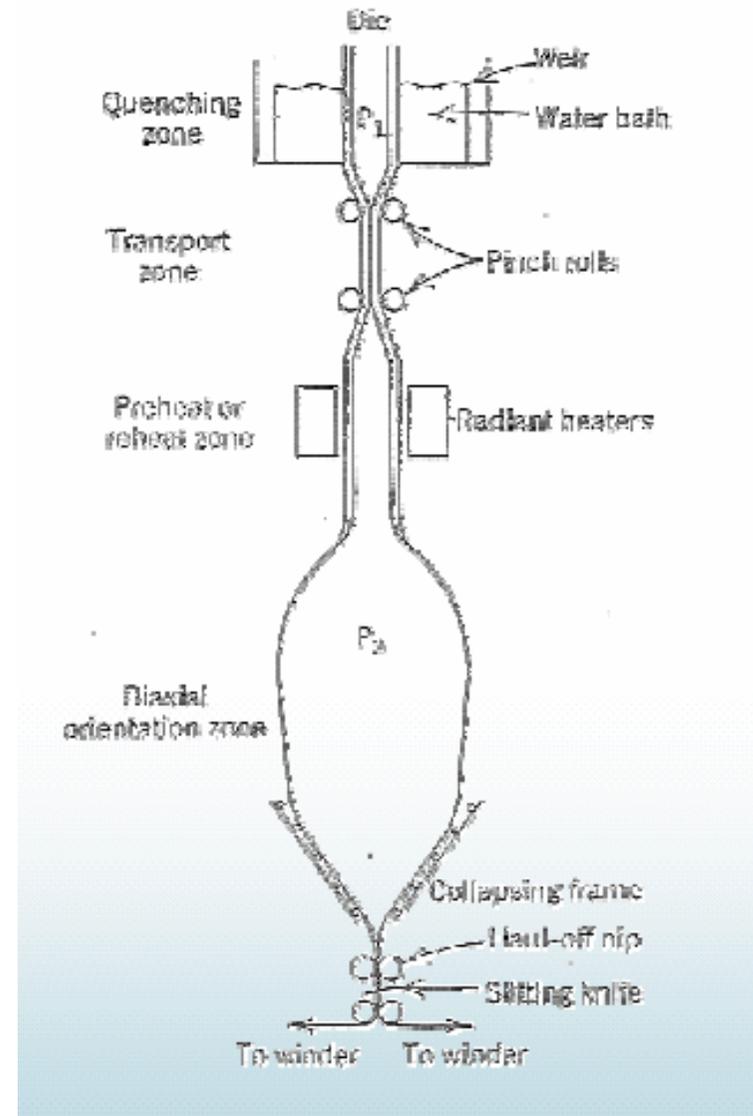
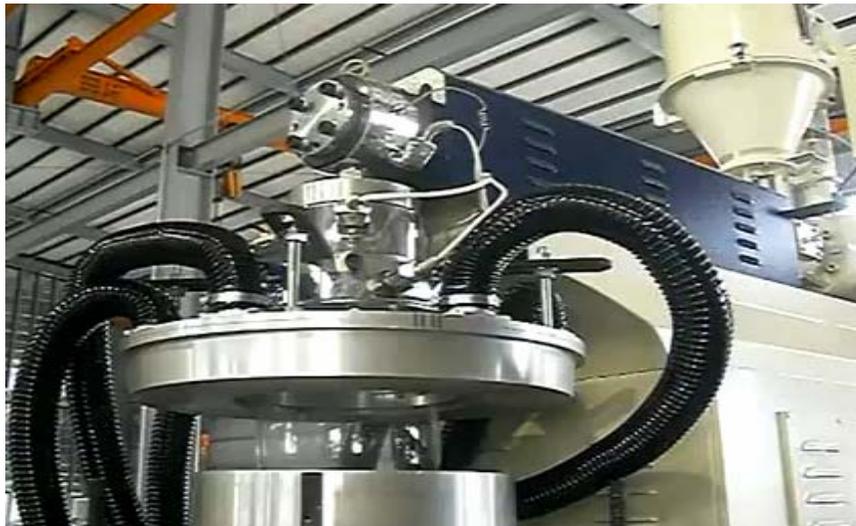
- 與聚酯系薄膜同為無孔質具親水基之薄膜，加工性良好，但仍稍不及聚酯系薄膜，且該產品在大陸已有多家廠商相繼生產，利潤和未來性與當年相比已衰退許多。

DINTEX產品



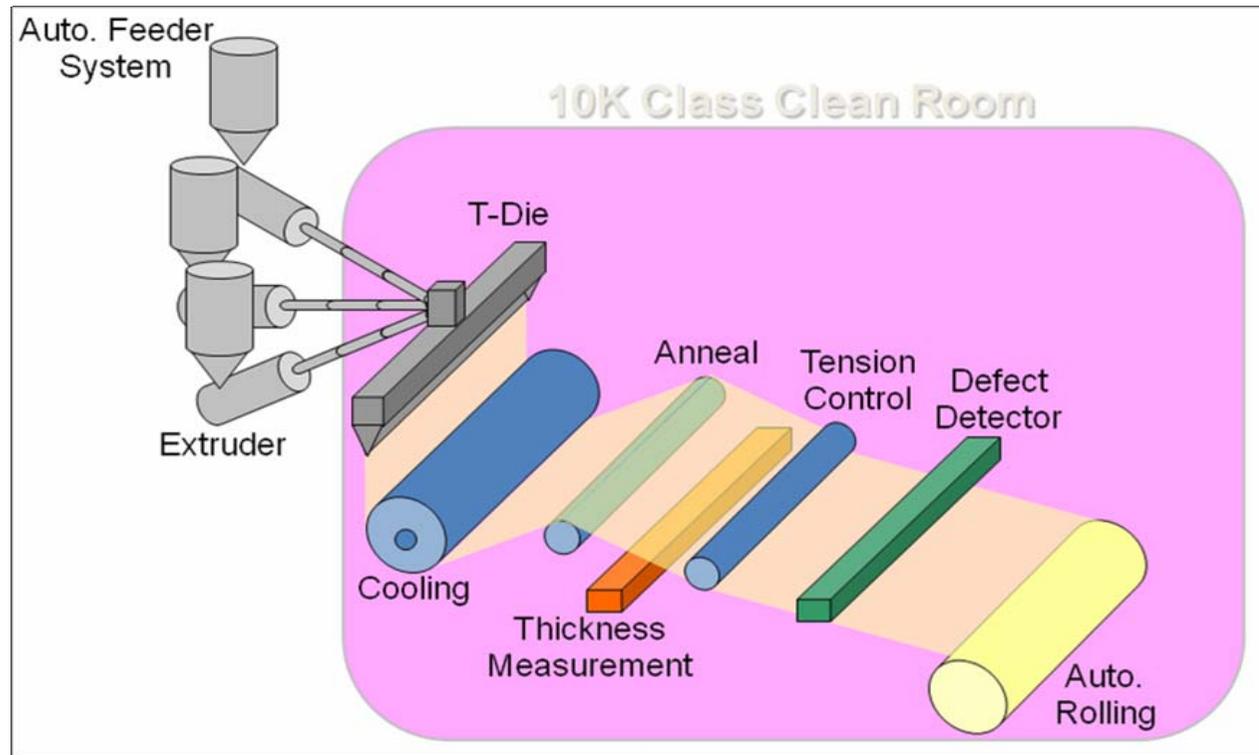
# 環保收縮膜

- 材料：PETG、PS、PLA



<http://www.youtube.com/watch?v=vL1zjRxVctg>

# 光學級保護膜製程圖示

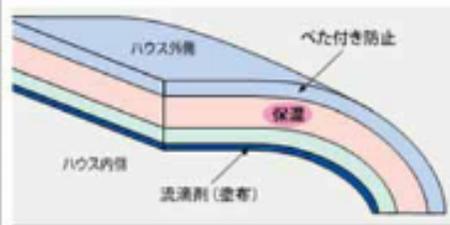
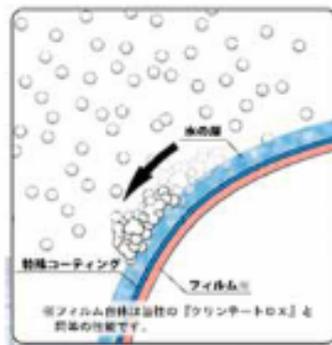
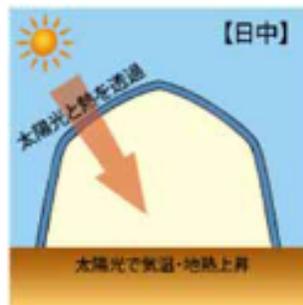


■ T-die式共押膜製造技術。

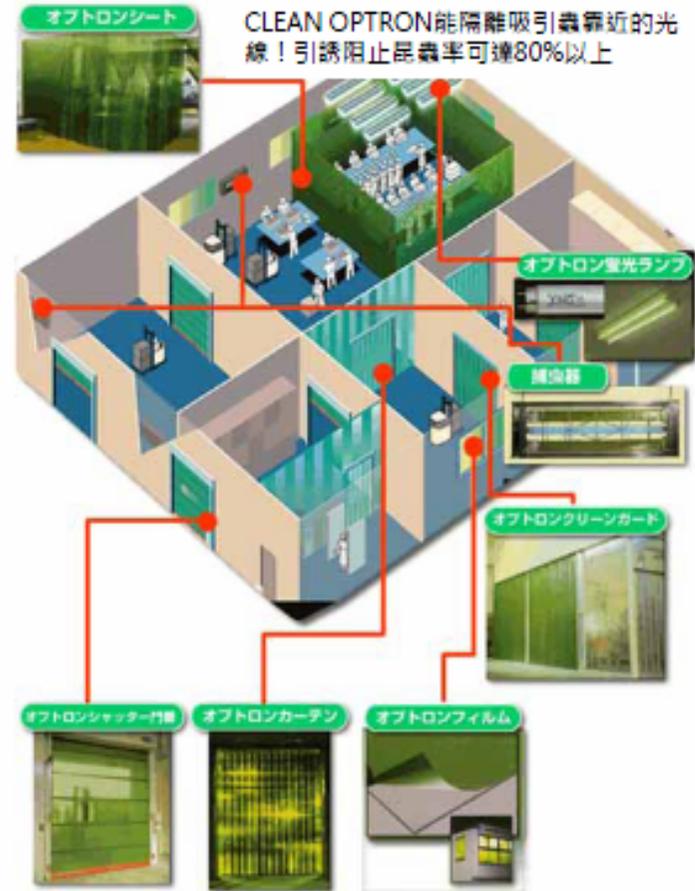
■ 黏著層的材料有苯乙稀-丁二稀橡膠(SBR)、石油樹脂增黏劑(Tackifier)、抗氧化劑(Antioxidants)、聚丙稀(Polypropylene)等原料混合而成，混煉而成的合成樹脂具有柔軟性、耐低溫特性、壓縮永久變形性、耐高溫性、耐候性、加工時不發生分子量分佈變化、不產生變色、高黏著性。

# 農業用膜

## 農業



- 農業温室内の保温、隔離紫外線，避免雪、霜傷害



- 防蟲膜可讓農業温室、工廠內保持潔淨

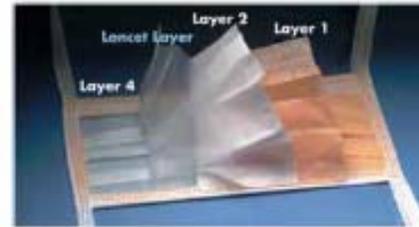
# 醫療用膜



放射線滅菌膠膜



輸液袋



護膜

口罩



保



高阻隔膜  
(附封口)



拋棄式手套



具有通氣性膠膜

銀髮族尿布

- 為了因應少子高齡化社會的來臨，超高齡者使用、個別包裝、高度阻隔、高機能性方向發展

# 氣調包裝(MAP)膜

- 以聚苯乙烯參入5%至30%的苯乙烯-丁二烯共聚物(SBC)進行改性處理，如Chevron/Phillips公司的K-樹脂，或Atofina公司的Finaclear。
- 這些薄膜以用作氣調包裝(MAP)材料而聞名。主要用於新鮮食品包裝。食品包裝材料所要求的透氣性水準取決於所使用的SBC改性劑的總量，這是因為它的透氣率較純的聚苯乙烯高。在包裝成熟的水果時可以使用20%~30%的SBC，以允許氧自由進入，二氧化碳自由排出。
- 另一產品由EVA(3  $\mu$  m)、高SBC改性的聚苯乙烯(10  $\mu$  m)組成。這種較厚(16  $\mu$  m，在SBC/聚苯乙烯芯層的兩側各有3  $\mu$  m的EVA層)的Permapack薄膜，它可用於包裝整隻雞和帶骨肉的托盤。
- 義大利Bari的Europlast 公司在1995年開始吹塑單層聚苯乙烯，用於生產信封視窗和標籤。

# 食品包裝膜

## 食品包裝



保鮮膜



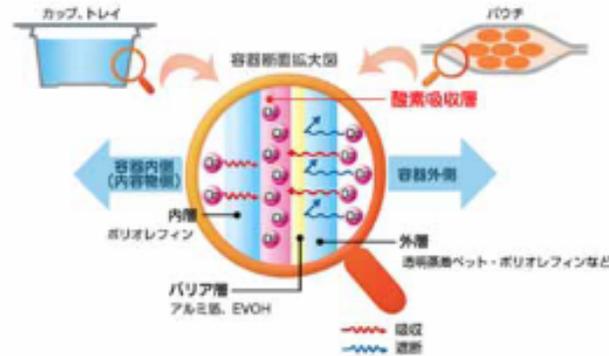
易撕膠膜



易切膠膜



防霧膠膜



吸氧膠膜



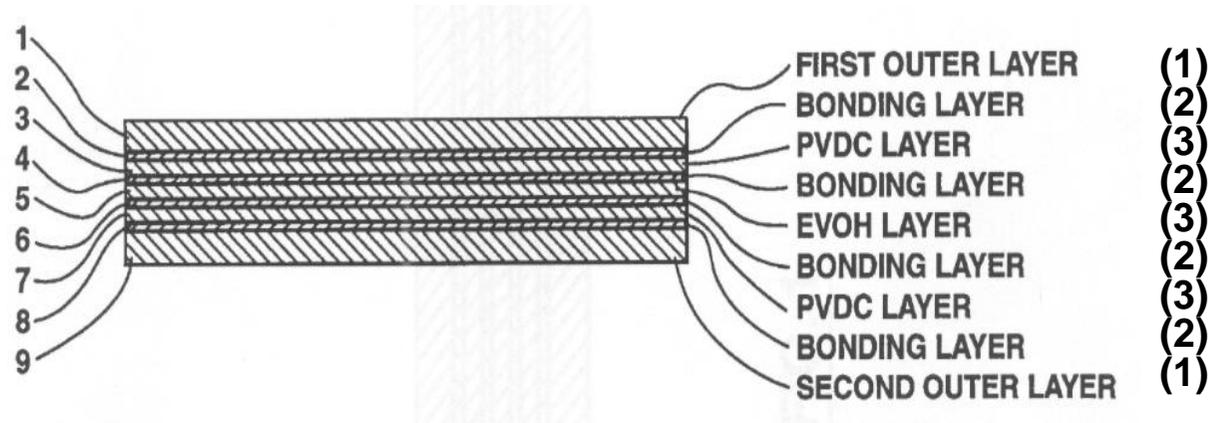
有視窗的包裝

# 食品包裝多層膜種類與用途

混合膠料	特殊性質	主要用途
LDPE/EVA、HDPE/EVA	熔合性佳、有殺菌能力	荷重袋、拉伸包裝、醫學物品、保護膜
HDPE/LDPE	強度佳	麵包食品、食物、蕃茄汁
LDPE/ionomer	熔合性佳、可抵抗刺穿	乾燥產品、食物、醫學儀器、一般包裝
LLDPE/LDPE or LLDPE/EVA	彈性佳、表面黏著性佳	伸張膜
LDPE/HDPE/LDPE	兩面均可熔合、降低捲縮趨勢	麵包食品、食物、蕃茄汁、點心、零食(玉米片)
EVA/PP/EVA	兩面均可熔合、降低捲縮趨勢	麵包食品、食物、蕃茄汁、點心、零食(玉米片)
EVA/HDPE/EVA	有殺菌能力	麵包食品、食物、蕃茄汁、點心、零食(玉米片)
LDPE/TL/PA	阻氣性及阻水性均佳	肉、香腸、魚、火腿、乳酪、蛇麻草
LDPE/HDPE/EVA	熔合性佳、剛性佳	麵包食品、食物
LDPE/EVA/PP	熔合性佳、剛性佳	麵包食品、食物
LDPE/TL/PA/TL/LDPE	不捲縮、阻氣性及阻水性均佳	肉、香腸、魚、火腿、乳酪、蛇麻草
EVA/TL/PA/TL/EVA	不捲縮、阻氣性及阻水性均佳	肉、香腸、魚、火腿、乳酪、蛇麻草
LDPE/TL/EVAL/TL/ LDPE	不捲縮、阻氣性及阻水性均佳	肉、香腸、魚、火腿、乳酪、蛇麻草、奶粉、葡萄酒包裝
EVA/TL/EVAL/TL/EVA	不捲縮、阻氣性及阻水性均佳	肉、香腸、魚、火腿、乳酪、蛇麻草、奶粉、葡萄酒包裝

# 阻隔性多層膜基本組態

- (1) **支撐性原料(support material)**—支撐性原料必須具有合理的價位、良好的加工性、熔合性及印刷性等。
- (2) **連接層原料(bonding agent)**—連接層的厚度約 $3-5 \mu m$ ，作為連接層原料其特性必須對所有標準組合層有良好的適用性及較廣的熔融流動指數(MFI)適用範圍，而且黏著後的撕裂強度必須大於 $500g/15mm$ 。
- (3) **阻隔性原料(barrier material)**—作為阻隔功能的原料則必須具有良好的阻隔性功能，例如含有阻氣層(如PA、Polyester、EVOH)的多層膜主要是用於食品、藥品或芳香物品的包裝。



# 多層膜結構設計

- 以series model估算多層膜之性質

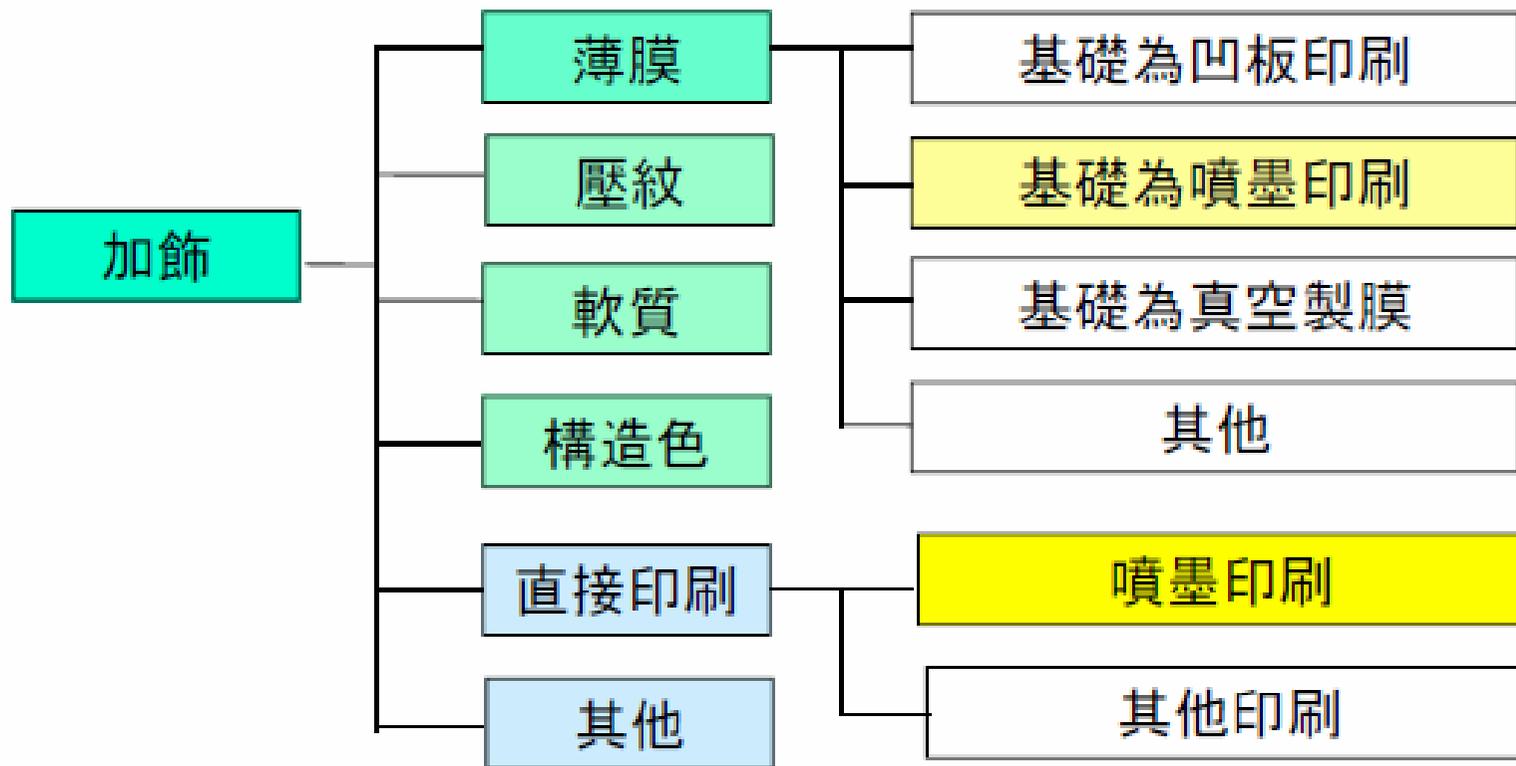
$$\frac{1}{P_{multilayer}} = \sum_{i=1}^N \frac{\varphi_i}{P_i}$$

例如LDPE/PA-6雙層膜

$$\frac{1}{P_{LDPE/PA-6}} = \frac{\varphi_{LDPE}}{P_{LDPE}} + \frac{\varphi_{PA-6}}{P_{PA-6}}$$

其中  $\varphi$  是體積分率，P是氣體穿透速率 ml/24hr /atm/m<sup>2</sup>

# 用於塑件表面加飾的薄膜



# 模內裝飾成型

## ■ IMF – In Mold Forming

模內貼合(IMF)-印刷加工後的箔膜(Film)經熱壓裁切成3D造形  
注塑時,將裁切後的箔膜貼合在模具內一起注射  
使薄膜黏貼於塑殼上以達到3D的外觀裝飾效果.

## ■ IML – In Mold Label

模內貼合(IML)-印刷加工後的箔膜(Film)經裁切成2D形狀,在注塑  
時將薄膜貼附於模具上一一起注射使薄膜黏貼於塑  
殼上達到外觀色彩圖樣多樣化,作為外觀裝飾效果

## ■ IMR – In Mold Release

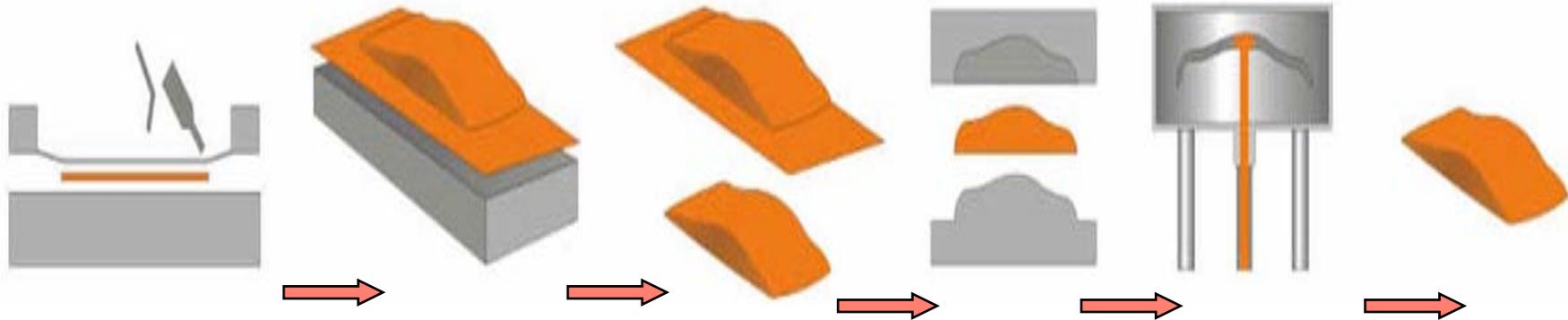
模內轉印(IMR)-印刷加工後的箔膜(Film)在模內注塑時,箔膜經送  
箔裝置將薄膜批覆於模具上一一起注射將多色多樣的  
油墨轉印於塑件表面使外觀達到色彩圖案多樣  
多色的外觀裝飾效果.

# Series Products



其產品為NB A Cover, 採用IMR模內熱轉印方式將其圖騰裱裝在塑膠件上

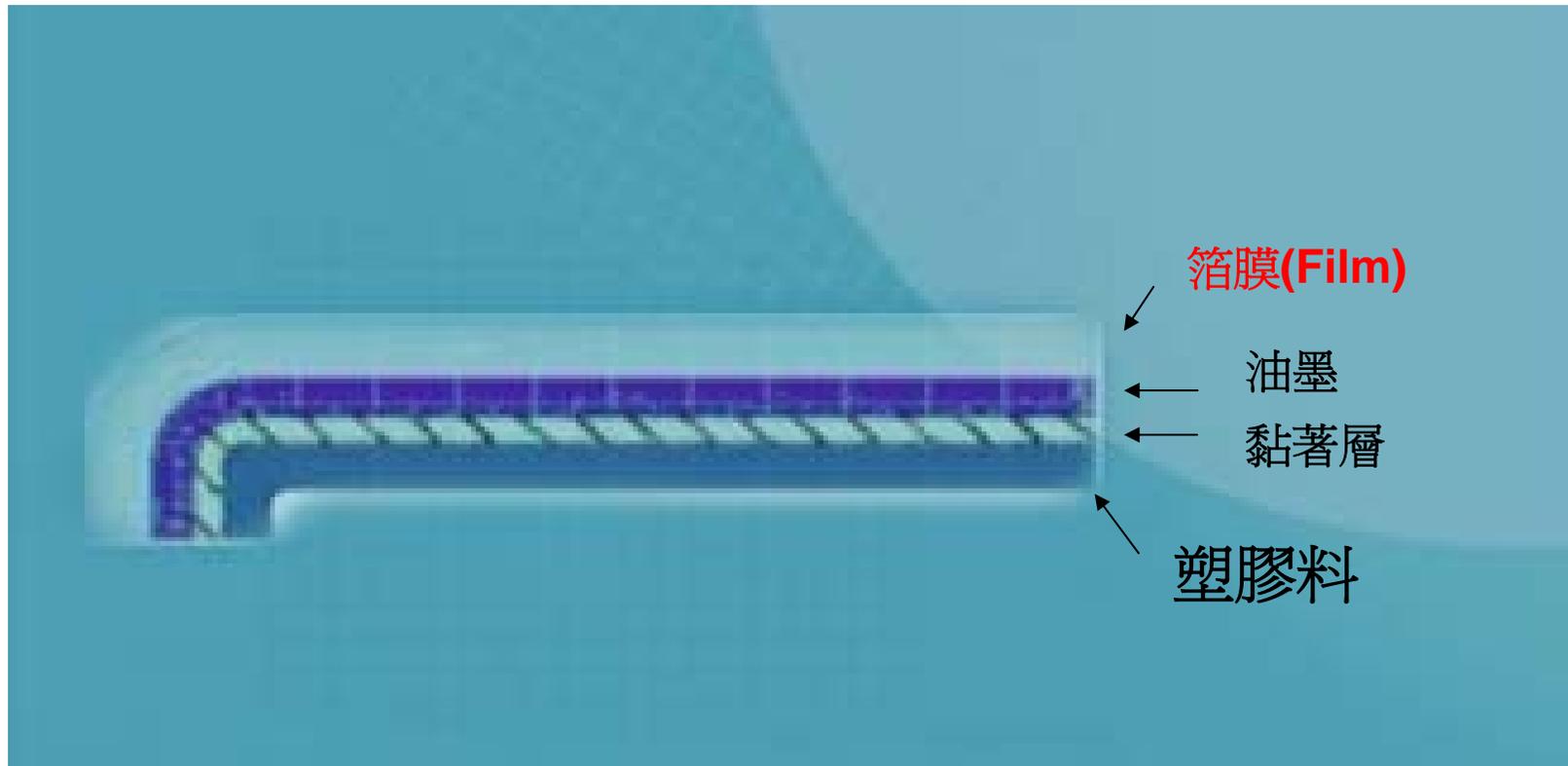
# 模內貼合(IMF)製造流程



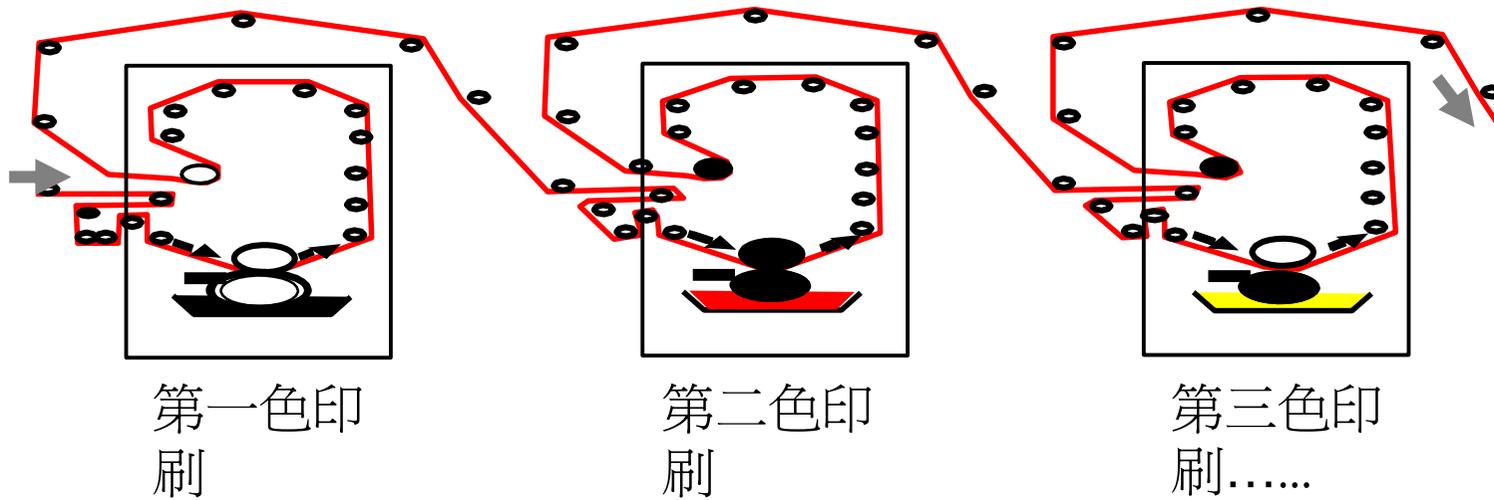
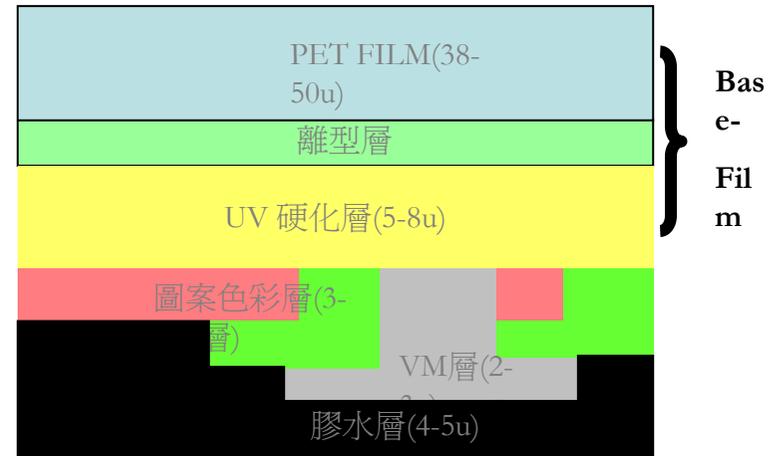
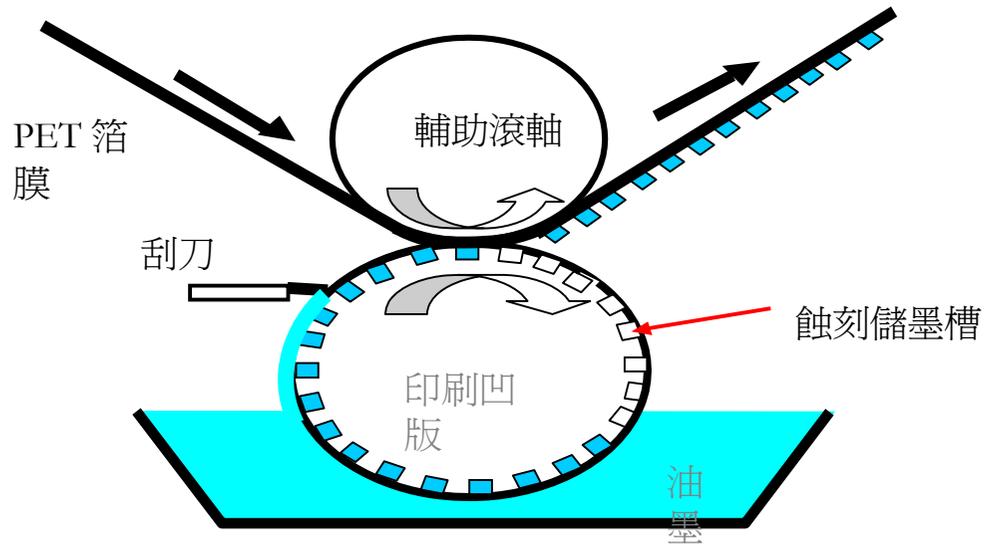
1.在箔膜上印出顏色圖案>2.真空成形>3.裁切多餘邊料>4.置入射出模具>5.進行塑料射出成形>6.取出成品,進行整修



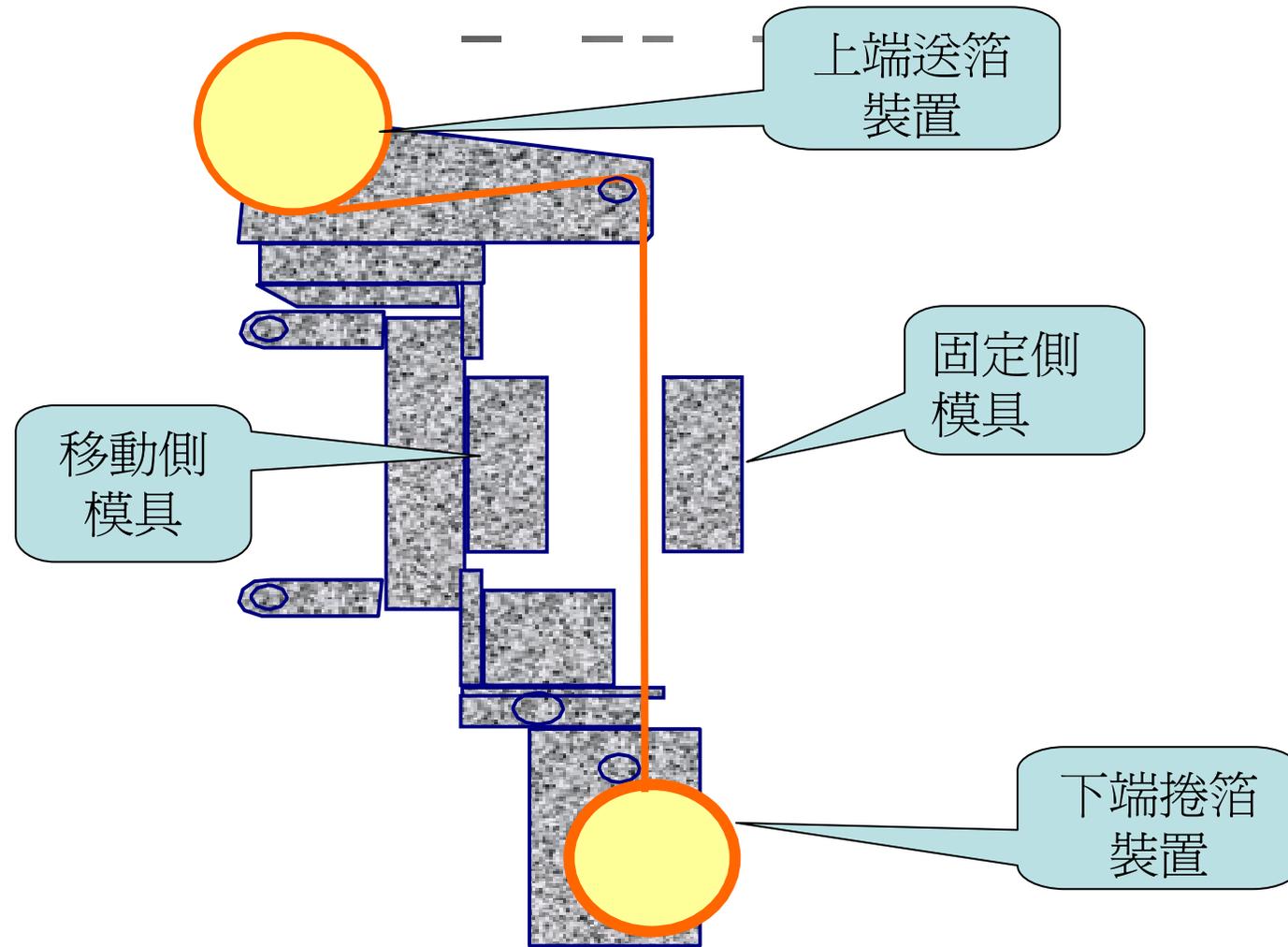
# 模內貼合(IMF)成品結構



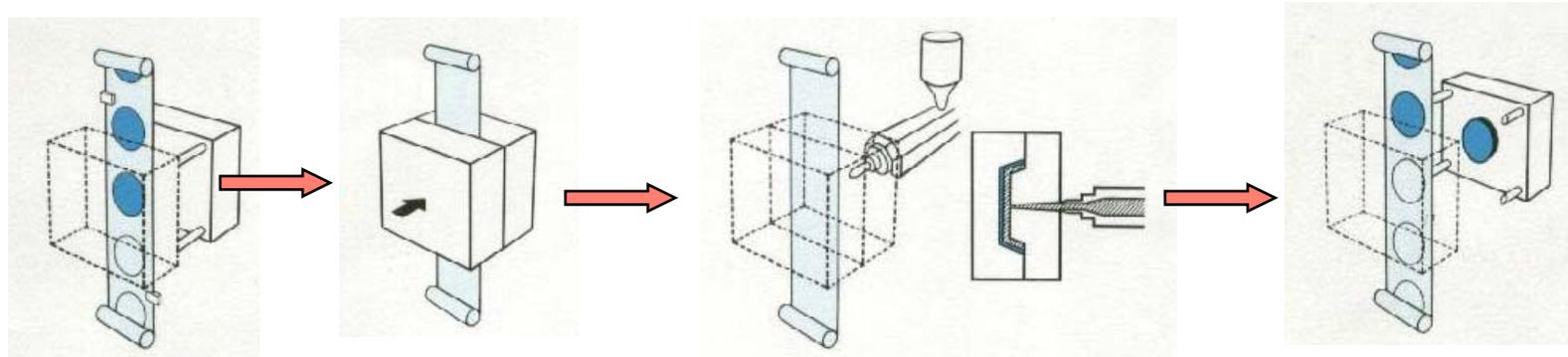
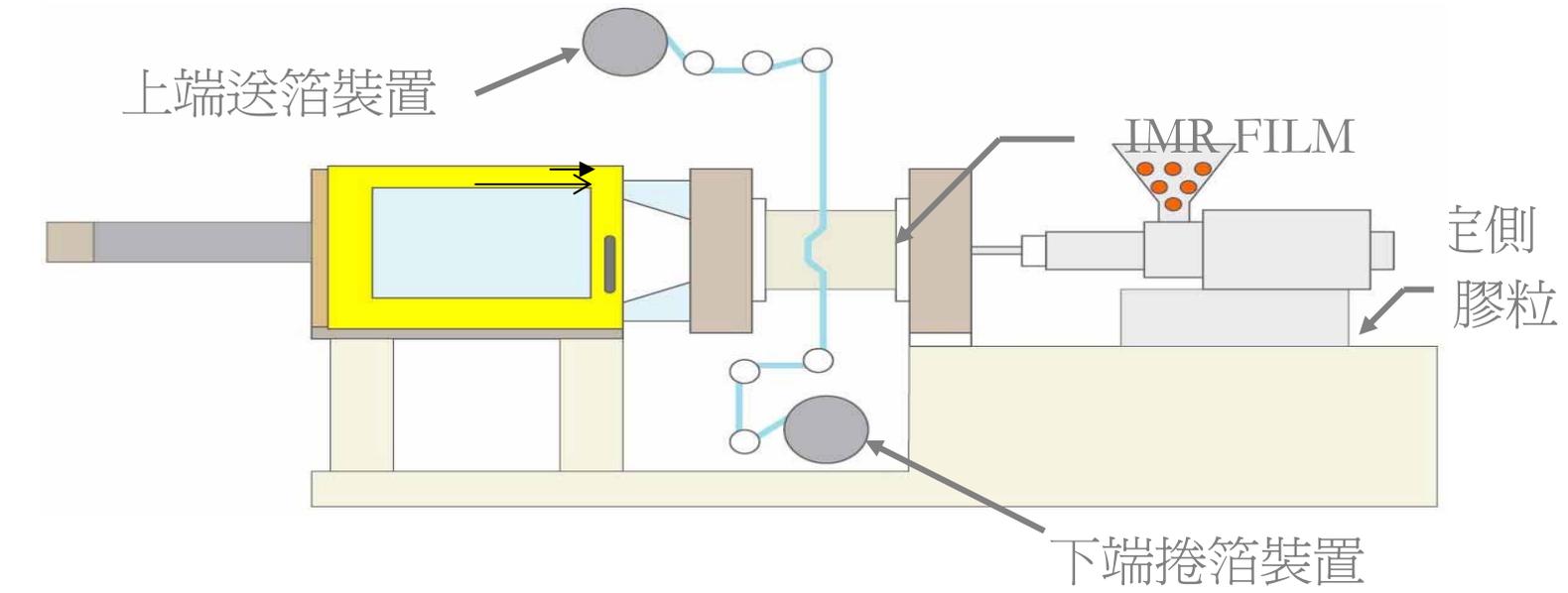
# IMR Film--凹版印刷原理



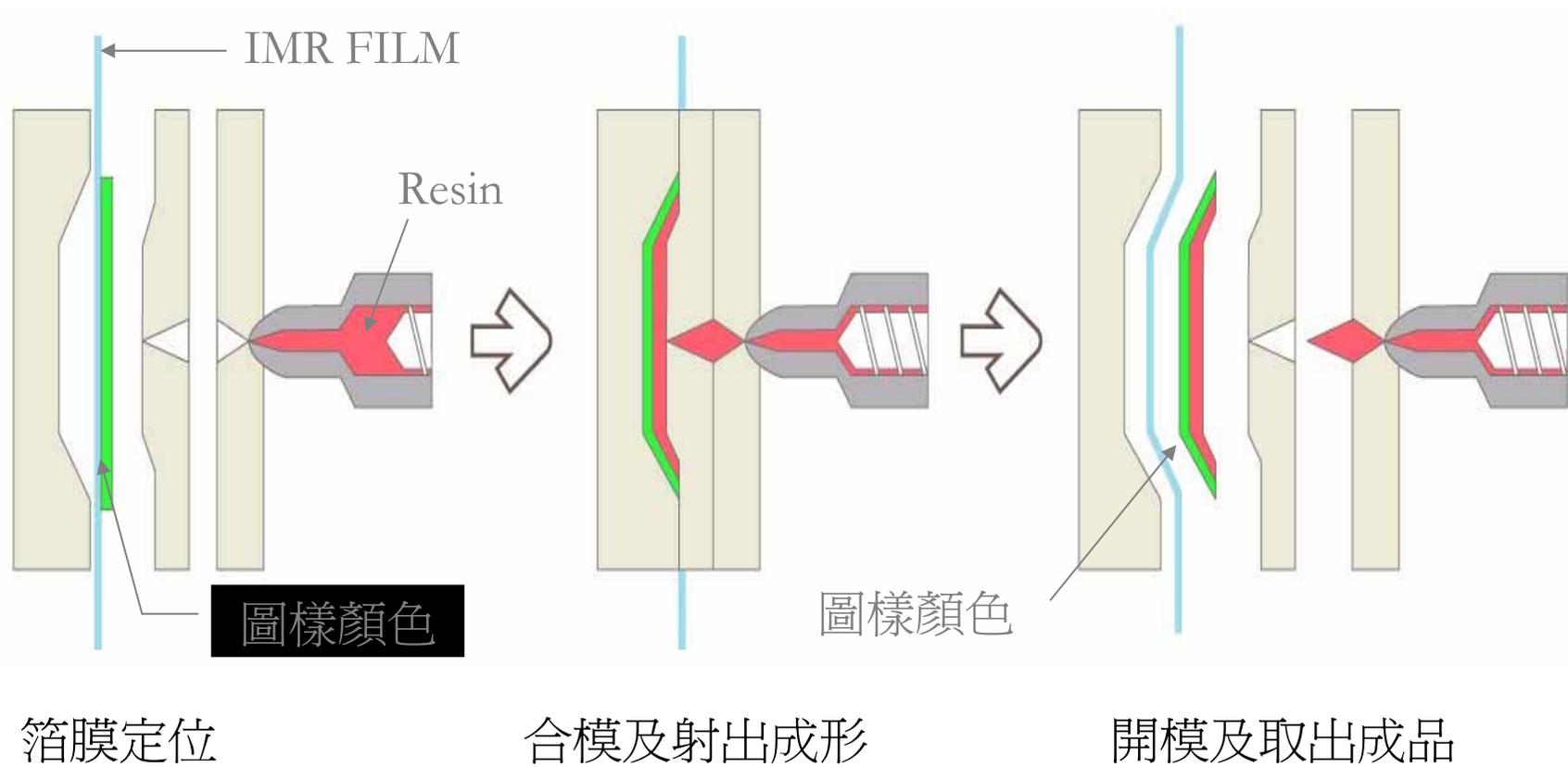
# IMR 送箔裝置與成形機的裝配



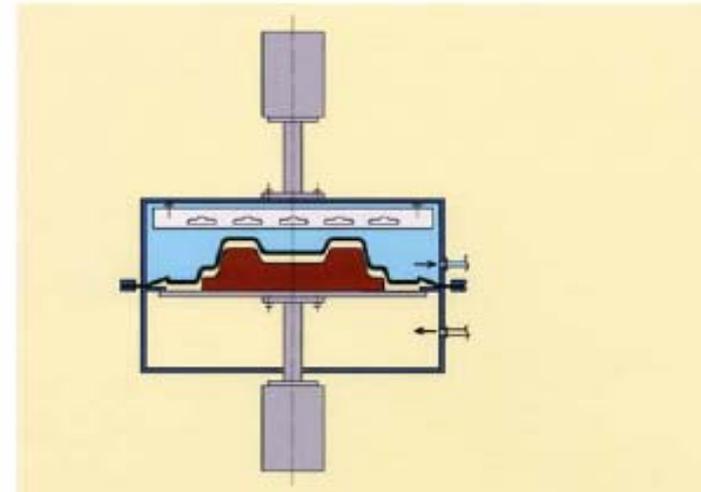
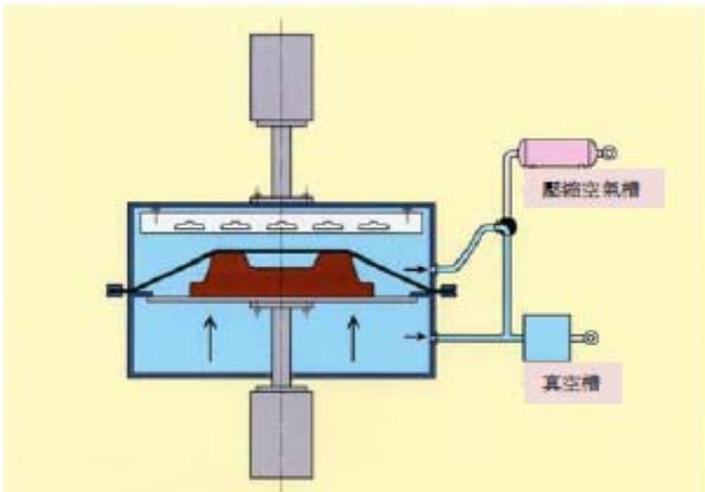
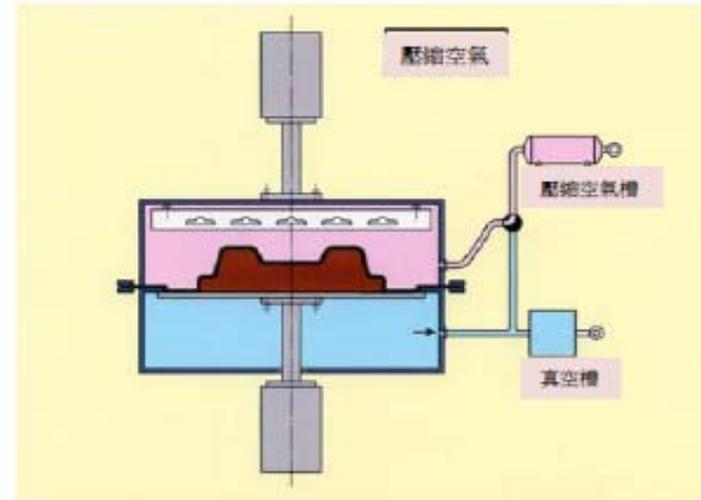
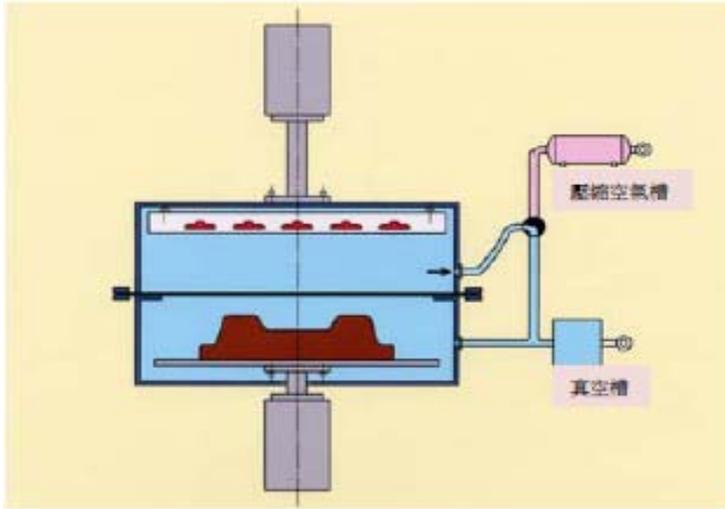
# 4.IMR製程示意圖



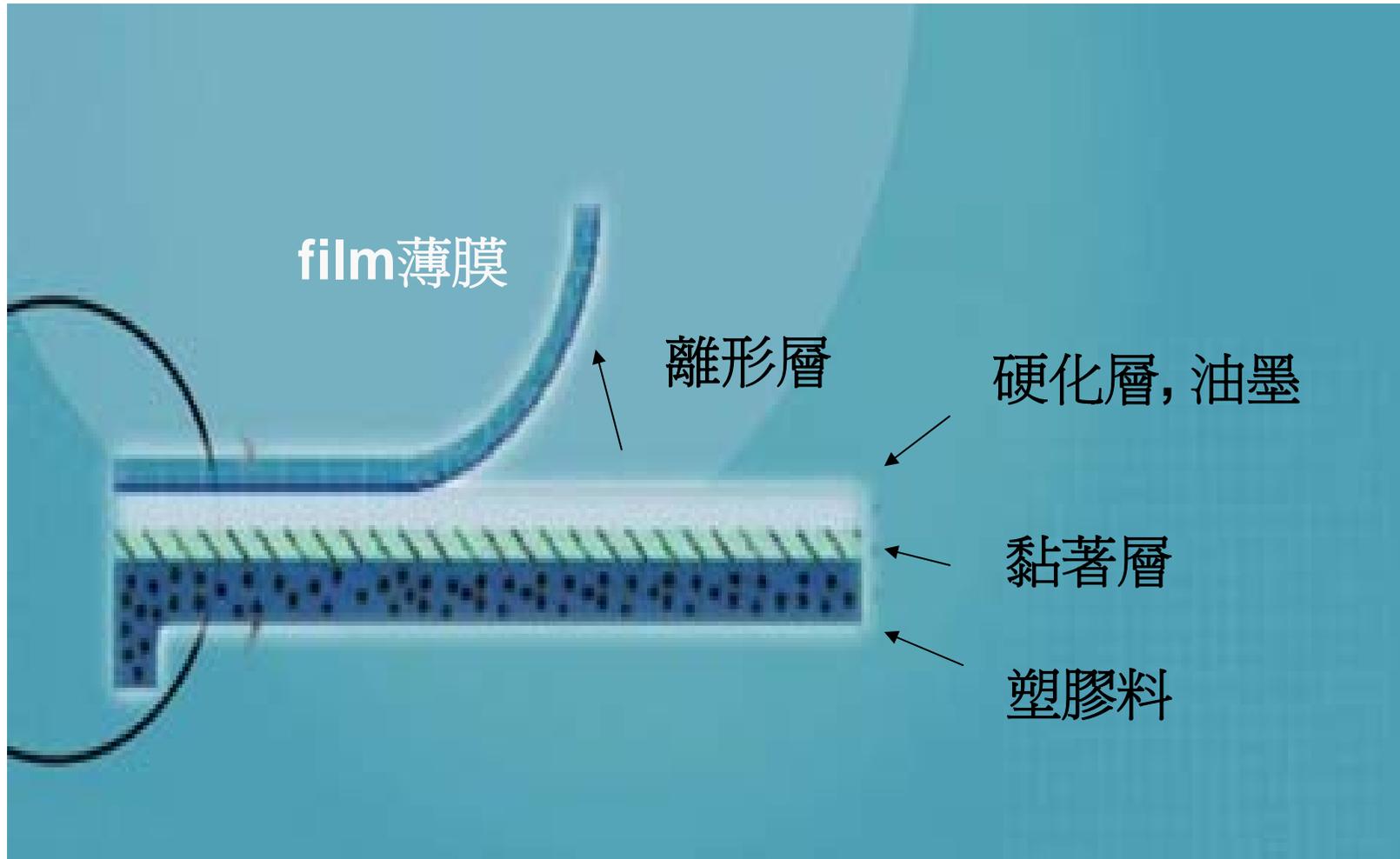
# IMR 射出成型示意圖



# 布施真空TOM工法



# 5.IMR 成品結構



薄膜貼合・轉印加飾

## F I M L , F I M T 製品例



日本寫真印刷



住友3M



大日本印刷



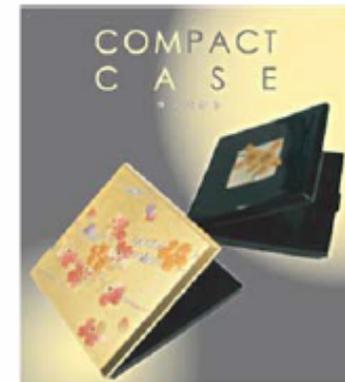
三菱工程塑膠



第一塑膠



TORAY



吉田Cosme work<sup>35</sup>

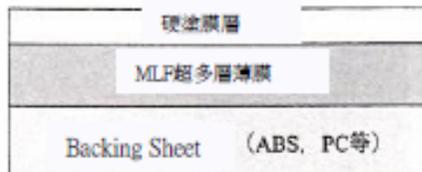
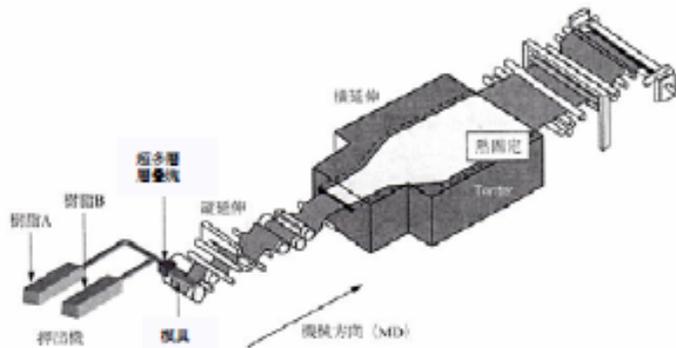
# 加飾用基本薄膜

薄膜材質	主要供應公司	所使用的成形方法	所使用的設計表現
易成形PET	TORAY、東洋紡 帝人杜邦薄膜	(FIMD、OLF)	薄肉多層構造色 (印刷、塗裝、着色)
MMA	住友化學、KURARAY 三菱RAYON	(FIMD、OLF)	(印刷、塗裝、着色)
PC	Bayer Material SABIC Innovation	(FIMD、OLF)	(印刷、塗裝、着色)
聚烯烴類	TORAY、出光UNITECH	(FIMT)	
特殊樹脂 (汽車外裝規格)	歐美各公司	(FIMD、OLF)	(着色等)
PVC	日本合成化學、Aicello	水壓轉印	印刷
註1) FIMD：薄膜模內加飾、FIMT：薄膜轉印成形			
OLF：Overlay成形			

# 模內層壓用薄膜的比較

項目		通常PET	易成形PET	PC	PMMA
厚度 (μ)		25	25	300	500
拉張特性	190°C強度 (MPa)	70	30-45	0.1	1
	190°C伸度 (MPa)	120	250-300	280	400
熱特性	融点 (°C)	260	220-250	220-240	-
	玻璃轉移溫度 (°C)	70	59-65	105-150	72-105
耐藥性	耐酸性	○	○	○	△
	耐鹼性	○	○	x	△
	耐溶劑性	◎	◎	△-x	x
	耐油性	○	○	○	△
燃燒性		HB	HB	自己滅火性	HB

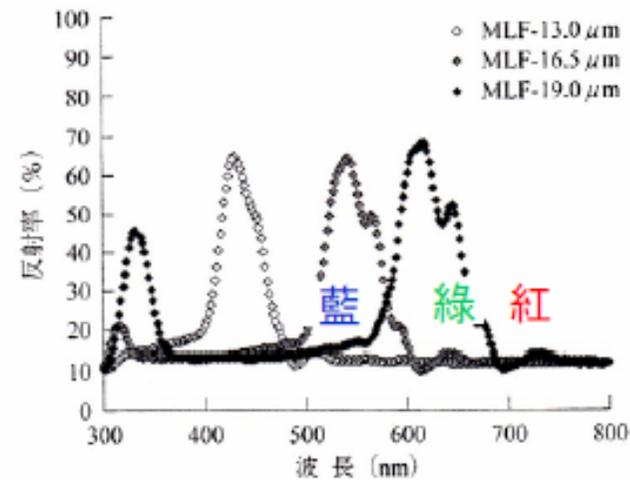
# MIL超多層薄膜



交互層疊 2 種屈折率不同層，當各界面的反射光、  
 穿透光的位相差滿足特定條件時

因干擾反射光會強化彼此的光學干擾現象

干擾若發生在可視光的領域薄膜就會發色。



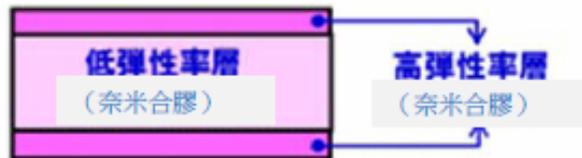
以周期200nm變化厚度時，各波長的反射率

# 耐熱行與易成形兼故的離型膜

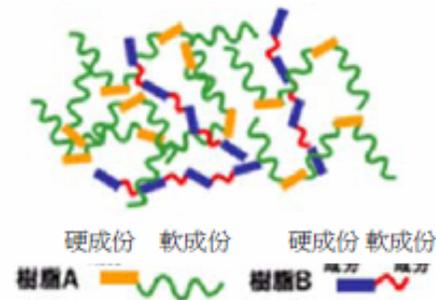
以獨家的“奈米合膠Nano Alloy®”技術與製膜時的高精度積層技術所製造的離型膜。

- 在塗工・乾燥時即使在高溫下也不易變形(塗工耐熱性)。
- 在低成形溫度也容易加工，能追隨複雜的形狀因應(易成形)。
- 使用後容易剝落。

【薄膜結構】



【奈米合金意象圖】



	PVC	A-PET	PMMA	ABS	PC	開發品 Development article
塗工耐熱性(80°C) Heat resistance (80°C)	△	△	○	○	○	○
成形性 Forming	低溫(～120°C) low (～120°C)	○	△	△	×	○
	高溫(120°C～) High (120°C～)	—	—	○	○	○
離型性 Easy release	×	×	×	×	×	○
耐溶劑性 Solvent resistance	×	×	×	×	×	46 ○
高光澤Gloss	△	○	○	△	○	○

**THE END**