



高性能工程塑膠

聚苯硫醚(*PPS*)聚合技術發展

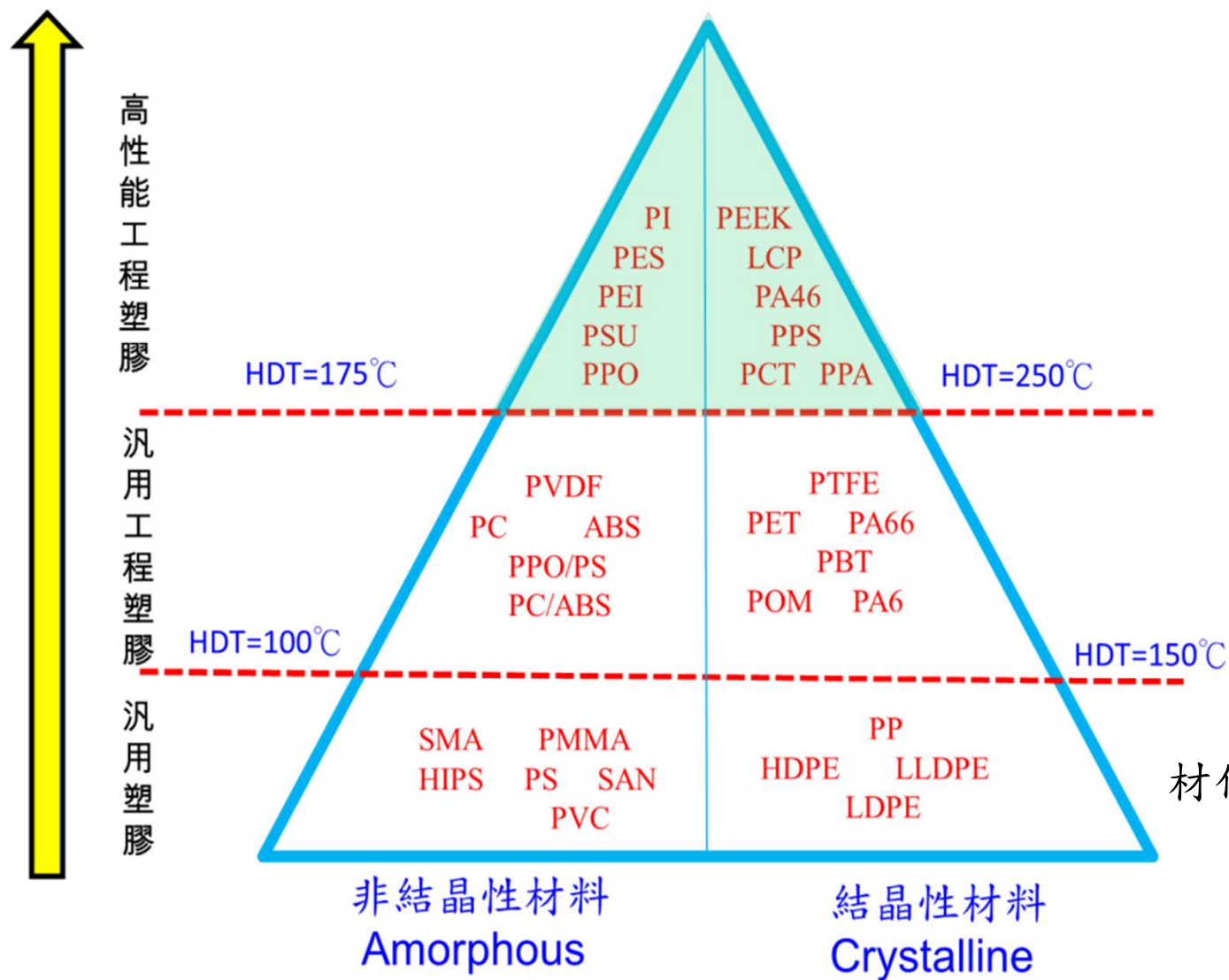
工研院材化所(MCL)

何柏賢 研究員

2016年7月27日



高性能工程塑膠



熱可塑性高性能工程塑膠中，
僅**聚酯類(LCP)**與**聚醯胺類(PA)**
聚合是使用非鹵製程



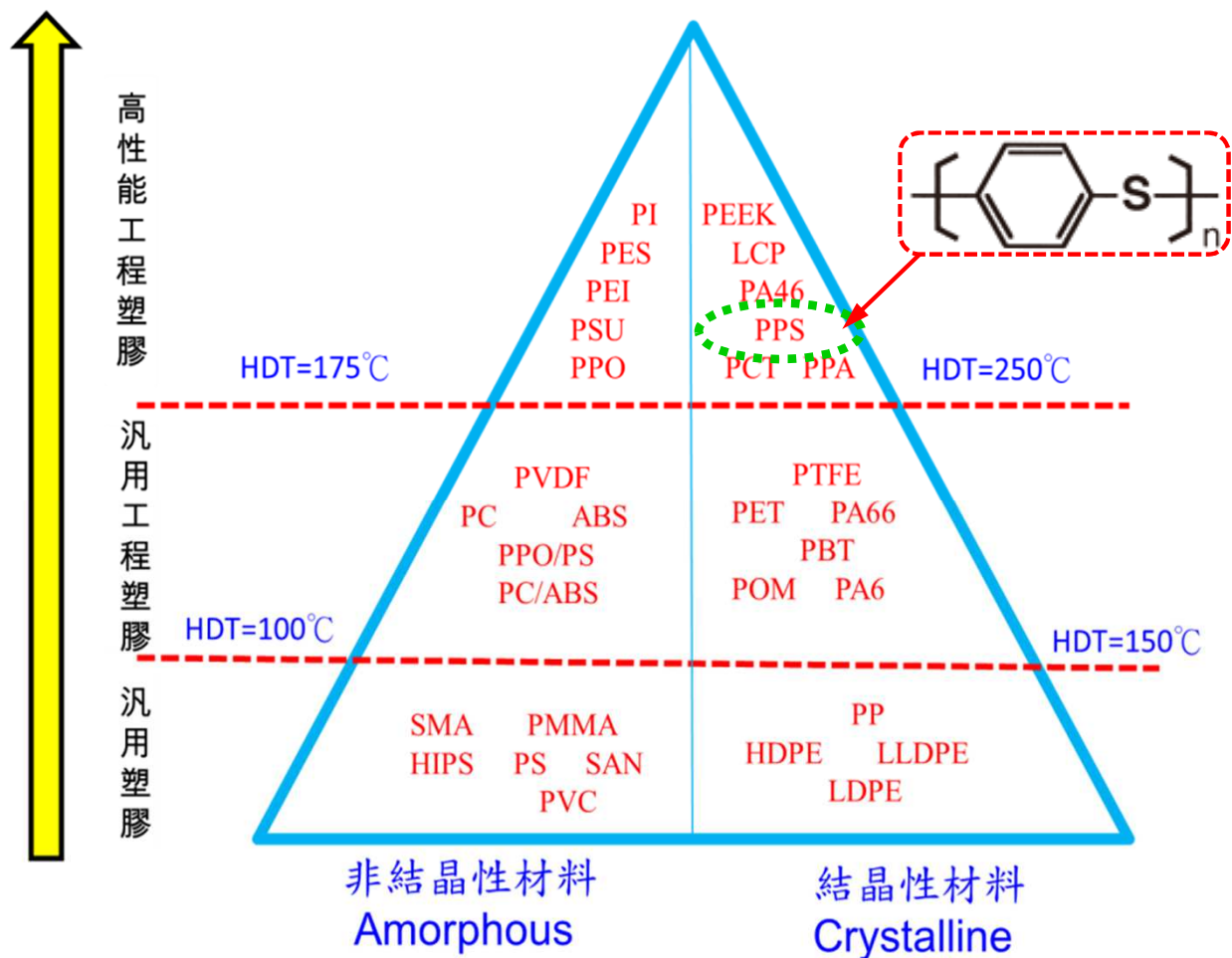
PEEK, **PBS**, PSU, **PESU** 等高性能工程塑膠，皆為含鹵製程，
產生大量**鹽類副產物**



材化所開發方向：無鹵環保聚合製程

PPS市場趨勢

- PPS於2015年PPS需求約9萬噸，總產值約300億元，以年成長率5%穩定成長；國內年需求約為3000噸，為國內斷鏈材料；市場預測指出在2020年需求會超過17萬噸。



■スーパーエンブラの出荷動向

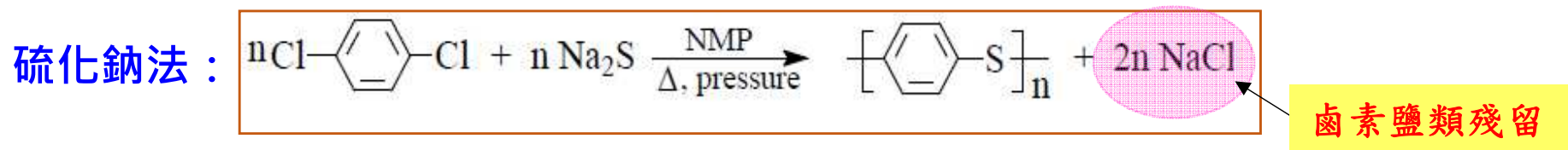
スーパーエンブラ出荷実績(2013ワールドワイド)

種類	数量(t)	%
PA11・PA12	88,000	16.1
PPS	98,600	18.0
PA6T	47,500	8.7
LCP	37,305	6.8
PA46	32,300	5.9
PSF・PSFF	18,350	3.4
PAMXD6	14,210	2.6
PEI	13,780	2.5
SPS	12,310	2.2
PA9T	11,200	2.0
PES	10,580	1.9
PEEK	4,100	0.7
PAR	2,185	0.4
PAI	213	0.0
TPI	98	0.0
PBI	9	0.0
フッ素樹脂	156,400	28.6

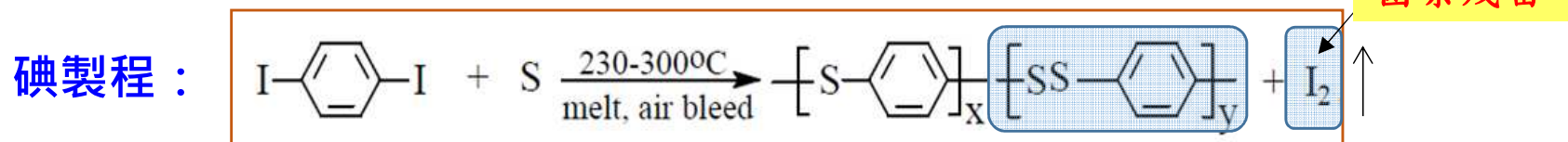
富士経済調べ

PPS 聚合製程技術

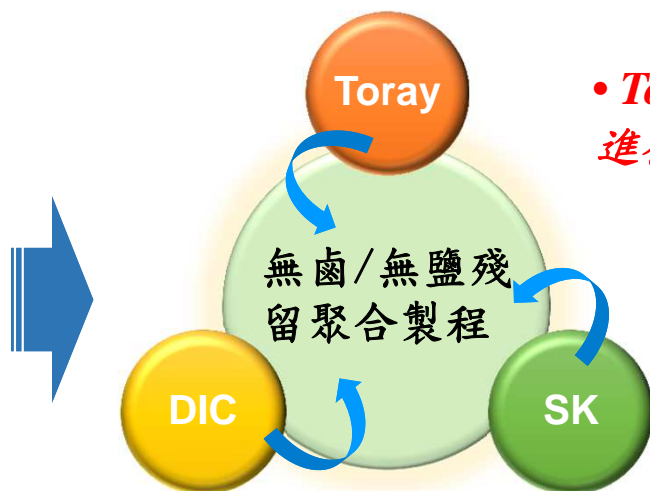
- 市售 benchmark PPS 材料之製造方法為硫化鈉法，係使用氯製程，有大量鹵化金屬鹽類殘留影響材料物化性，主要廠商為：Toray、Tosoh、DIC、Ticona與Solvay(Phillips)。



- 2014年SK與帝人合資投入PPS碘製程(硫磺熔融法)，製程較Green，可避免金屬殘留，卻仍存在碘殘留問題。



關鍵問題：
鹵素殘留



• Toray, DIC與SK目前進行低鹵PPS產品開發

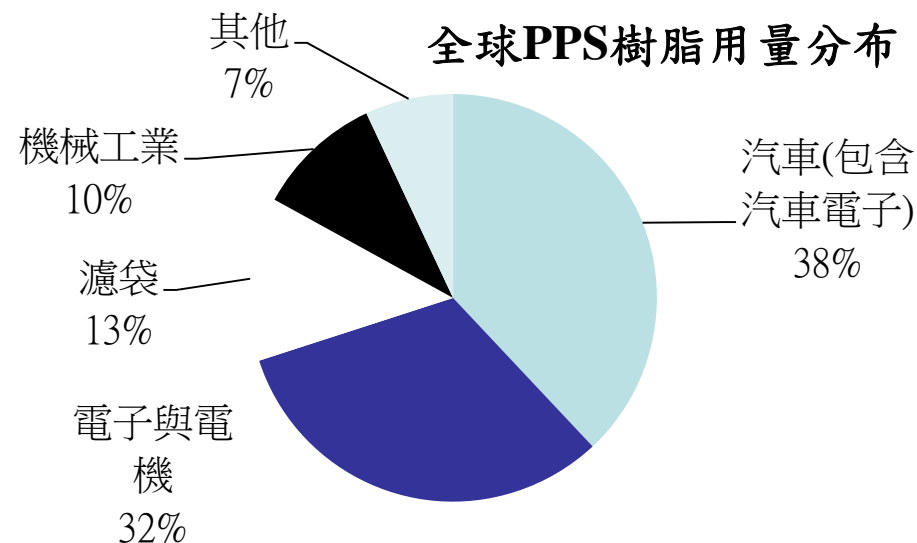
Greener Product Needed

全球PPS產能與需求

市場	特定使用需求	產品關鍵技術
汽車產業	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 水泵葉輪 ✓ 進氣歧管 ✓ 各式機殼(輕量化) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升聚合物分子量 2. 提升聚合物剛性與韌性
電子產業	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 電子連接器 ✓ 電容器 ✓ 鋰電池元件 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升聚合物分子量 2. 降低鹵素含量 3. 降低鹼金屬含量
環保濾材	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 火力發電濾網 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升聚合物分子量
國防航空產業	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃料泵葉輪 ✓ 燃油泵 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升聚合物分子量 2. 提升聚合物剛性與韌性 3. 降低鹵素含量 4. 降低鹼金屬含量
民生產業	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 火車&高鐵內殼塗裝 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提升聚合物分子量 2. 提升聚合物剛性與韌性

PPS 樹脂供應商	全球產能(公噸)
DIC (大日本油墨)	19,000
Toray (東麗)	14,000
Kureha (吳羽化學)	10,000
Tosoh (東曹)	2,700
Ticona (泰科納)	15,000
Chevron Phillips Chemical(現屬Solvay)	20,000

PPS樹脂市場多年來均被少數美、日廠商掌控



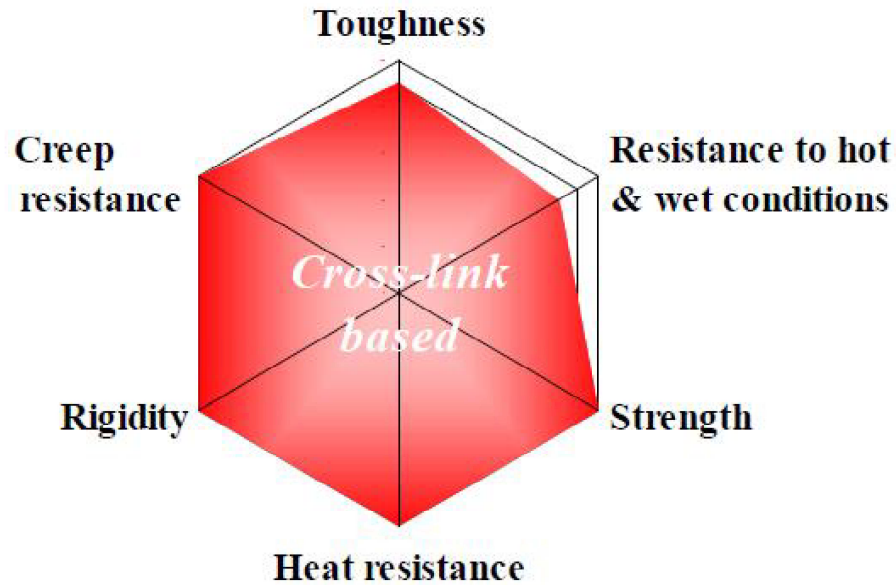
資料來源：IHS；工研院IEK推估(2016/07)



PPS開發歷程－國際大廠發展狀況

	PHILLIPS	DIC	TOHPREN	BAYER	FORTRON	TORAY	KUREHA	TOSOH
1972	Start PPS Plant TX, USA							
1976		Start PPS Compounds with Phillips PPS Polymer <small>(at the same time, Hodogaya/Shinetsu/Asahi Glass started, now only Asahi Glass is keeping small compound business)</small>						
1980		Introduce Phillips Compound Technology						
1984	Expire Patent of PPS Polymer Technology							
		Kashima Plant, Ibaragi Pref.	Sodegaura Plant, Chiba Pref.	Germany		Tokai Plant, Aichi Pref.	Nishiki Plant, Fukushima Pref.	Yokkaichi Plant, Mie Pref.
1987		Start PPS Polymer Plant Capacity=750t/Y (Considering to expand to 1,500t/Y)	Start PPS Polymer Plant Capacity=1,800t/Y (Considering to Expand to 3,600t/Y)	Start PPS Polymer Plant Capacity=3,000t/Y		Start PPS Polymer Plant Capacity=5,700t/Y Contracted with Phillips	Start PPS Polymer Plant Capacity=3,000t/Y	Start PPS Polymer Plant Capacity=2,000t/Y
		Substitute of Phillips Polymer	Investment Ratio : Tohto Chemical/Tonen Chemical 55/45					
1990		Expire Compound Technical License with Phillips	Investment Ratio : Tohto Chemical/Tonen Chemical 10/90		Wilmington, USA			
1991					Stat PPS Polymer Plant Capacity=3,000t/Y			
1993				Withdrawal from PPS Business	Investment Ratio : KUREHA/TICONA 50/50			(Supplied PPS Polymer to GE Plastics, GE withdrew in 2004)
1994		Introduce BAYER Polymer Technology		Transfer Polymer Technology to DIC				
2000			Transfer to DIC		For USA/EU Market			
2001	Expire Contract with TORAY (Remaining Market Segregation)	Acquire TORPREN, Establish DIC-EP with Kashima Plant and Sodegaura Plant						
2004~2006		Investment for De-Bottle Necking			Investment for De-Bottle Necking	Expand 3 lines to 5 Lines	Investment for De-Bottle Necking	
After De-Bottle Necking	(Capacity=9,800t/Y)	Capacity=10,000t/Y			Capacity=8,500t/Y	Capacity=9,000t/Y	Capacity=10,000t/Y	Capacity=2,000t/Y
2007~2009	New Plant Plan (Linear Type)	New Plant (New Process, Mainly Linear Type)			Expansion Investment Capacity=15,000t/Y	New Plant Plan (Cross-Link/Linear)		
2011		Acquire Primef PPS Compounds						
2012		Launch Compounding in Austria						
2013		Next Plant Plant (New Process, Mainly Linear Type)						
	Transfer to Solvay							
TYPE	Cross-Link/Linear	Cross-Link/Linear			Linear	Cross-Link/Linear	Linear	Cross-Link

Linear & Crosslink PPS比較

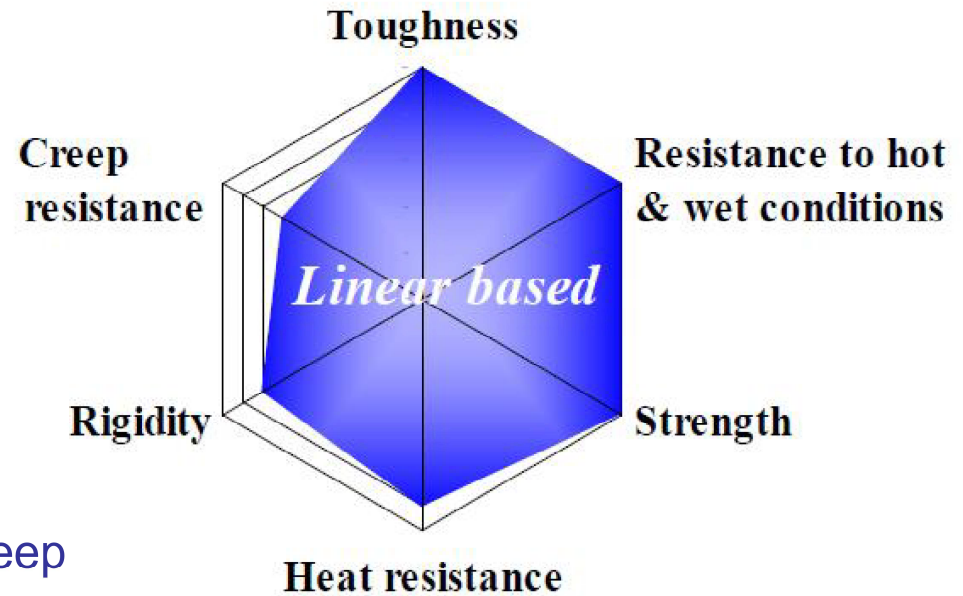


– Why linear PPS?

Example charge air cooler

=> Linear PPS performs often better when impact & fatigue resistance are required

韌性佳，適合射出級、膜級、纖維級產品(色澤為白色)



– Why cross-linked PPS?

Example brush holder

=> Cross-linked PPS is often used when creep resistance and stiffness is required

剛性佳，尺寸安定性高，適合射出級產品(色澤為棕色)

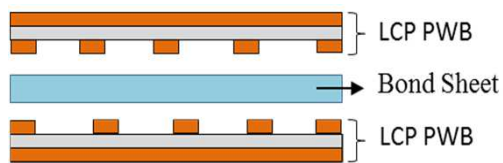
From DIC corp. report



工程塑膠 Road map (高 Atomic Economy Process)

應用:光電/車材/濾材/醫材

應用:高頻多層板



應用:車燈、醫療器材

高耐熱聚酯材料
(US7923525, TW, CN)

應用:ITO 薄膜

Branch型 聚酯材料
(P54030004, US, TW, CN)

分子結構設計

耐熱/耐水解
PET/TPEE

反應押出

應用:高階色帶
超薄型 聚酯膜
(US9045604, TW, CN)

快速相轉
LCP材料

分子序列設計

膜級LCP/
接著劑

應用:智慧型手機

高韌性/低熱膨
LCP膜



Green 聚合製程技術

化學路徑設計

Green 製程
PPS

結構設計

中間體設
計

高耐熱PPS
共聚體

應用:水處理、滅菌醫材



Green 晶/
非晶系工
程塑膠

PSF
PESF
PEEK

Green
聚縮合
結構設計



應用產業結合:膜、纖維、元件

分子結構設計:功能性/耐熱性

2010

2012

核心技術結合應用發展

2014

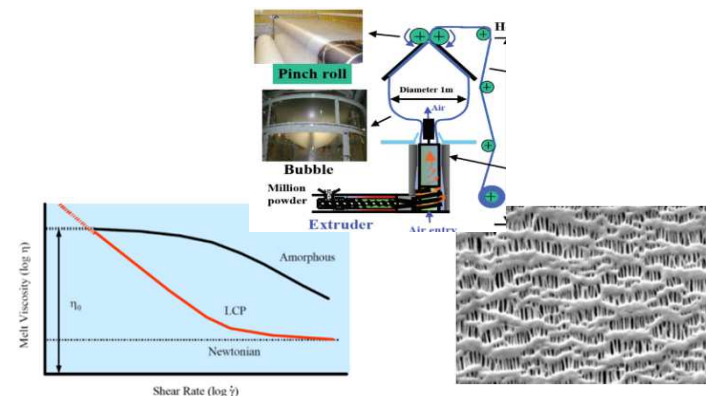
2017

高分子組工程塑膠發展方向

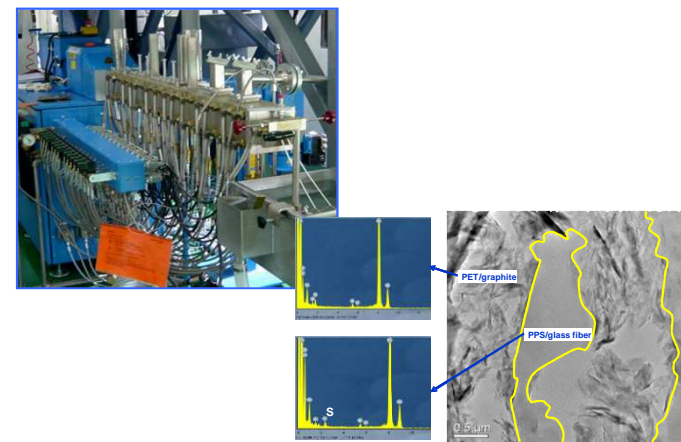
- 區塊領域：大宗高分子功能化，功能性新材料開發與價值鏈連結。
- 策略：建立以流變，型態操控之高分子物理為核心之結構設計、改質與複合化、及精密加工之產業高值化技術平台，結合產業/廠商專精能力(TBB)，形成國內產業高值化OIP，開創產業新商機

:高分子物理:流變、型態操控與改質

◆流變與精密加工技術平台



◆複合與型態操控技術平台



分子結構設計

精密聚合

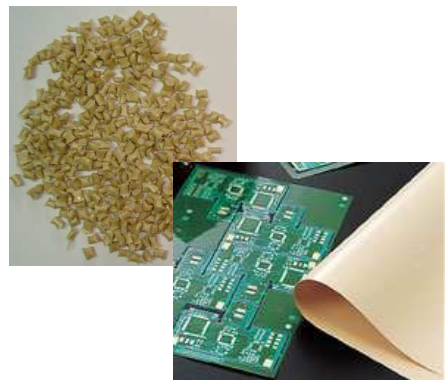
精密加工

高分子物理

複合化改質



功能設計

製程設計



Green PPS競爭力分析

- 2015年全球PPS需求約9萬噸,材料直接產值約300億台幣,國內進口量約3000噸,材料直接產值約10億,主要應用於耐溫SMT連接器,台灣連接器產值約2000億台幣,耐溫SMT連接器約佔五成以上!
- 因應歐盟環保指令法規(WEEE/RoHS/EuP)的日益嚴格,綠色供應鏈/價值鏈為Mega-trend, Green PPS具Green原料/高Atom-economy/清潔製程/可回收再利用等利基特色,可望突破綠色貿易障礙,切入國際品牌產品綠色供應鏈!
- Green PPS比傳統鹵素製程PPS有更低之綠色清潔製程成本,未來可望成為綠色工程塑膠之標竿材料!

比較項目別	創新Green PPS	傳統鹵素製程 PPS
單體原料成本(USD/KG)	2.5	2.5
PPS產率(%)	>90	70
最終PPS鹵鹽殘存量(ppm)	無	>900
PPS外觀色澤		



Toray公司生產之PPS膜材

