

# 103年高性能彈性體輔導與聯盟推動 成果報告

廖春雄／工業技術研究院  
中 華 民 國 103 年 11 月 17 日

# 簡報大綱

壹、計畫背景

貳、103年重要成果說明

參、結論與建議

# 壹、計畫背景

## 市場狀況

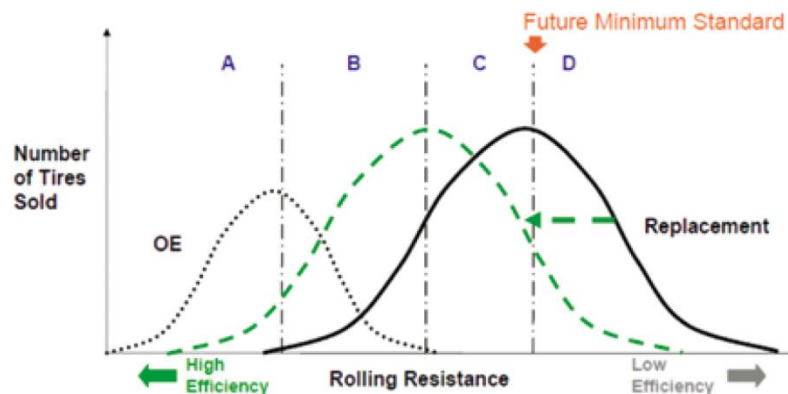
➤ 歐盟實施 汽車輪胎分級與標示，藉由提升輪胎品質，降低輪胎滾動阻力，減少能源消耗與CO<sub>2</sub>排放，目前白煙與橡膠界面已藉由Silica/Silane 界面結合技術改善。

➤ 為進一步，降低輪胎滾動阻力，需導入高省油性碳黑。

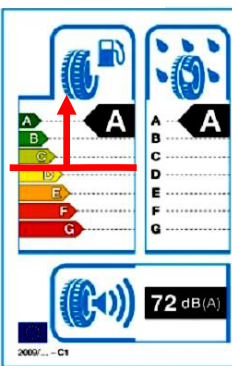
## 產業面臨問題

➤ 碳黑與橡膠界面相容性差，分散不易，在輪胎滾動時兩者所產生的摩擦力為滾動阻力來源

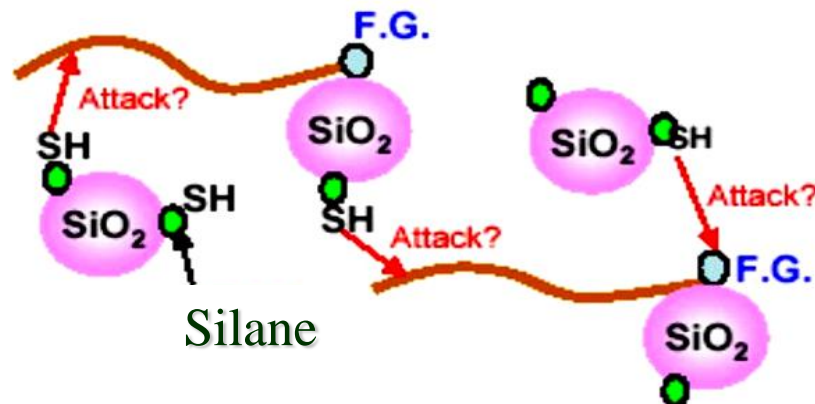
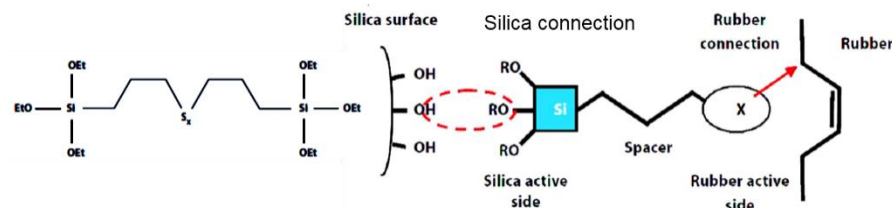
➤ 目前高階界面相容性好省油性碳黑為國外大廠(Orion)所生產，國內尚無生產能力，且對於新型碳黑國內無法區別其與一般傳統碳黑差異性。



C1 tyres		C2 tyres		C3 tyres	
RRC in kg/t	Energy efficiency class	RRC in kg/t	Energy efficiency class	RRC in kg/t	Energy efficiency class
$RRC \leq 6.5$	A	$RRC \leq 5.5$	A	$RRC \leq 4.0$	A
$6.6 \leq RRC \leq 7.7$	B	$5.6 \leq RRC \leq 6.7$	B	$4.1 \leq RRC \leq 5.0$	B
$7.8 \leq RRC \leq 9.0$	C	$6.8 \leq RRC \leq 8.0$	C	$5.1 \leq RRC \leq 6.0$	C
Empty	D	Empty	D	$6.1 \leq RRC \leq 7.0$	D
$9.1 \leq RRC \leq 10.5$	E	$8.1 \leq RRC \leq 9.2$	E	$7.1 \leq RRC \leq 8.0$	E
$10.6 \leq RRC \leq 12.0$	F	$9.3 \leq RRC \leq 10.5$	F	$RRC \geq 8.1$	F
$RRC \geq 12.1$	G	$RRC \geq 10.6$	G	Empty	G



## Silica/Silane Technology ➡ 改善Silica/Silane 界面



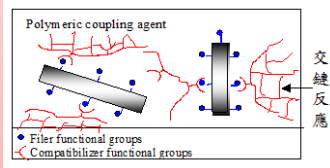
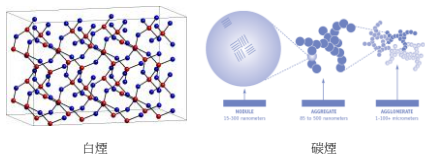
# 壹、計畫背景

## 上下游聯盟整合推動架構

中上游石化品原料項目

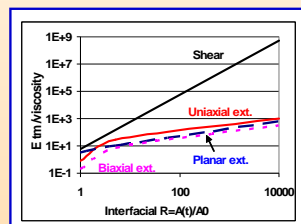
設計驗證與產品化

下游應用



無機化學改質  
高階碳黑分析

Extruder (TSE/SSE) 剪切分散組合系統  
-kneader/T-die  
-單、雙軸/剪切分散組合



高分散/高性能彈性體

各種汽車輪胎



各種摩托車輪胎



技術核心

技術內容

潛力廠商

單位連結

- 高階碳黑分析
- 碳黑表面改質
- SSBR種類篩選

中橡/環拓

材化所

- 高性能彈性體配方設計
- 高效率混練與分散製程
- 彈性體性能分析

正新

材化所

- 材料/製品創新應用與設計
- 材料/產品可靠度驗證
- 產品效能驗證

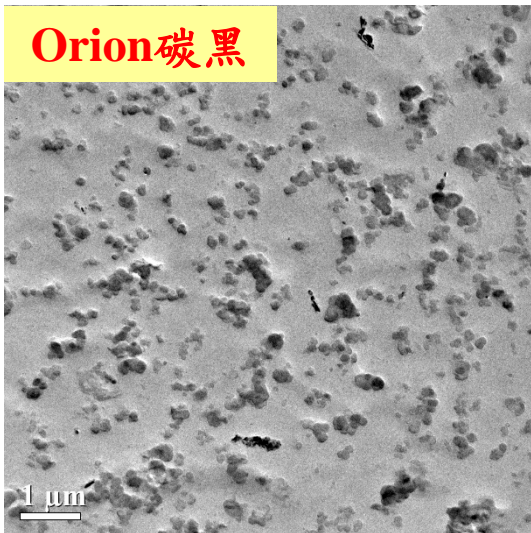
正新

材化所

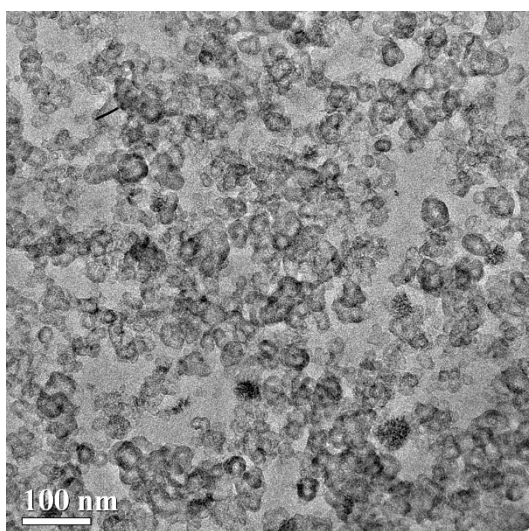
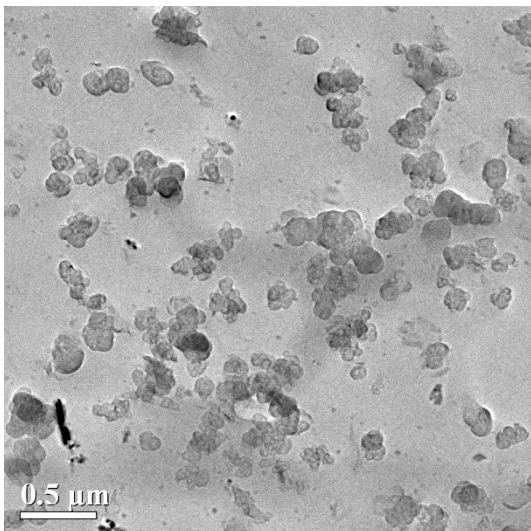
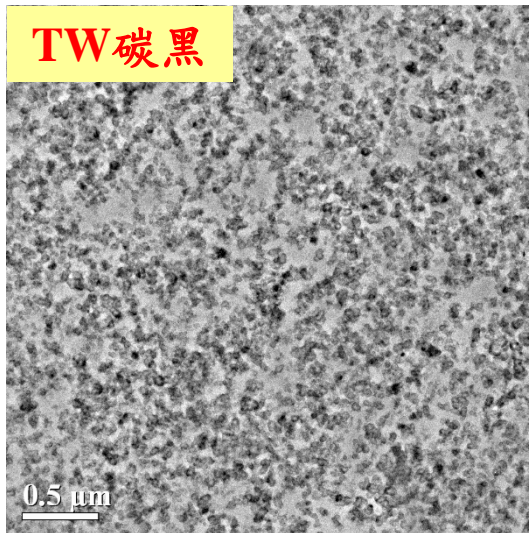


# 貳、103年重要成果說明

Orion碳黑



TW碳黑



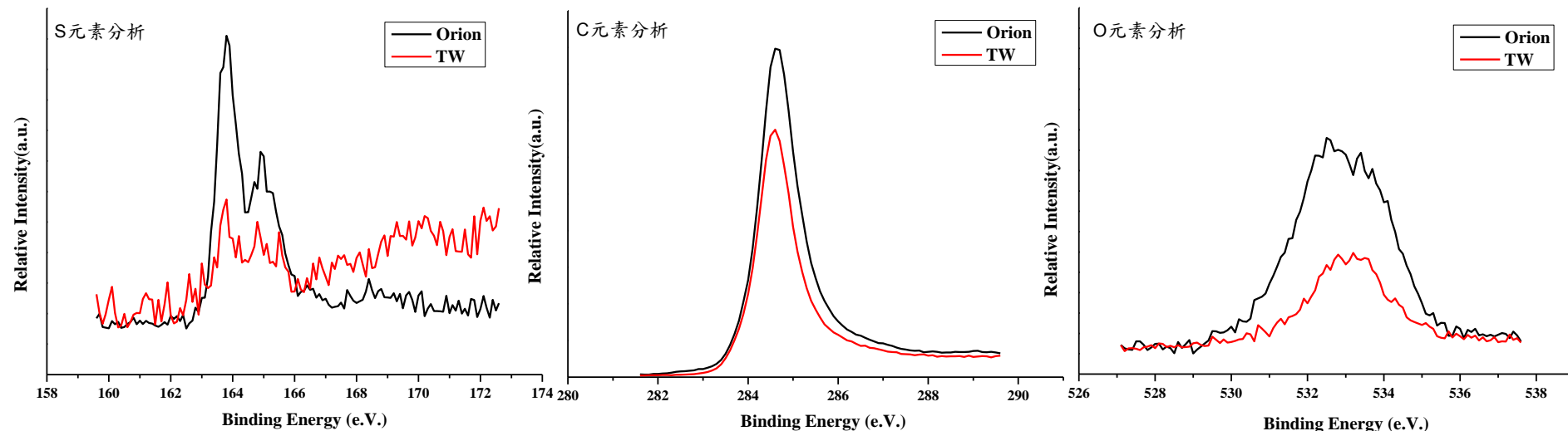
Rubber Tests

Sample	Orion	TW
Tensile strength	112.6	173.6
Elongation	315	356
100% Modulus	30.5	31.7
硬度(Shore A)	72	65
<b><math>\tan\delta(60^{\circ}\text{C})</math></b>	<b>0.121</b>	<b>0.269</b>

- 台灣碳黑於橡膠補強效果比Orion碳黑稍微好，但滾動阻力指標( $\tan\delta(60^{\circ}\text{C})$ )卻遠高於Orion碳黑
- 由型態分析可明顯看出台灣碳黑於橡膠補強效果好

# 貳、103年重要成果說明

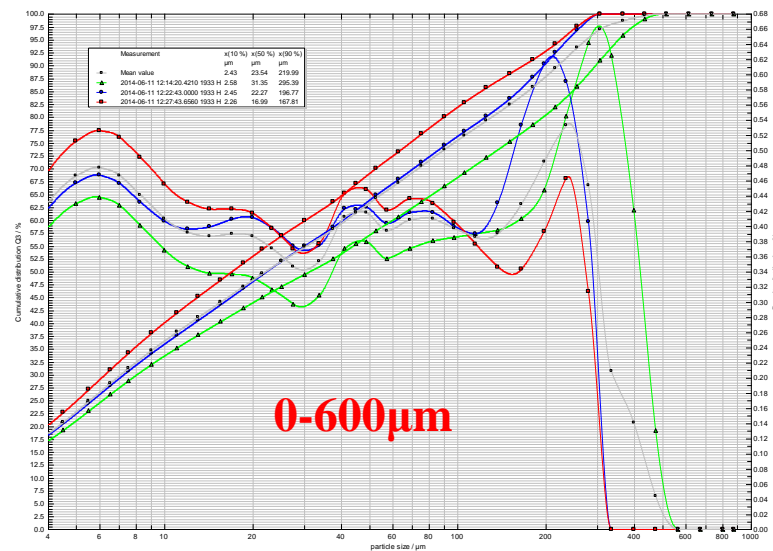
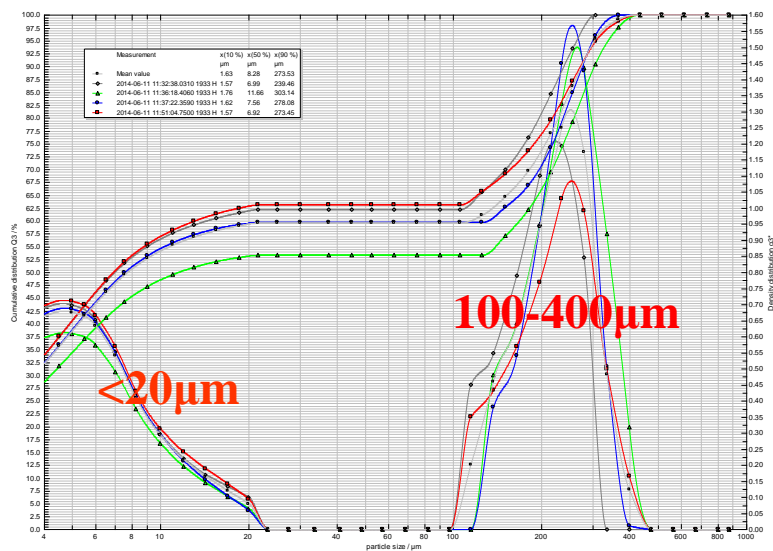
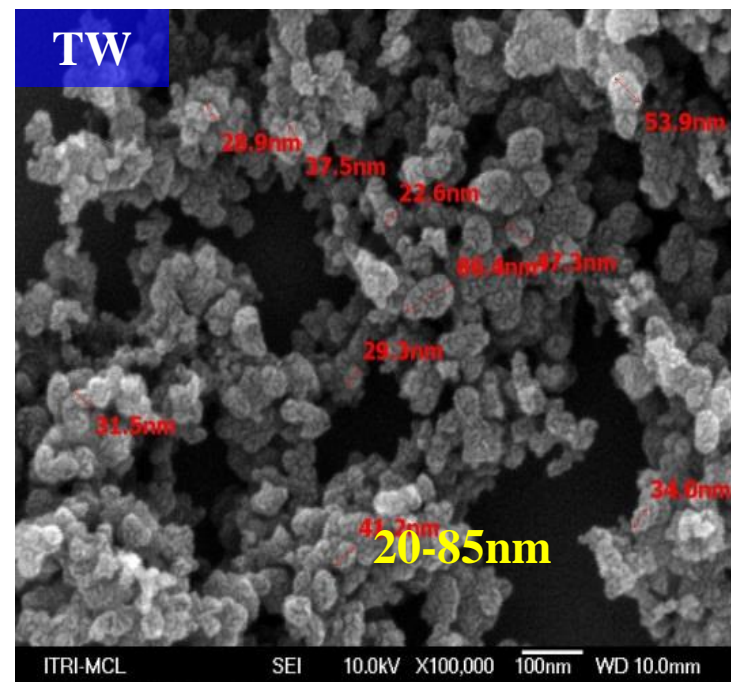
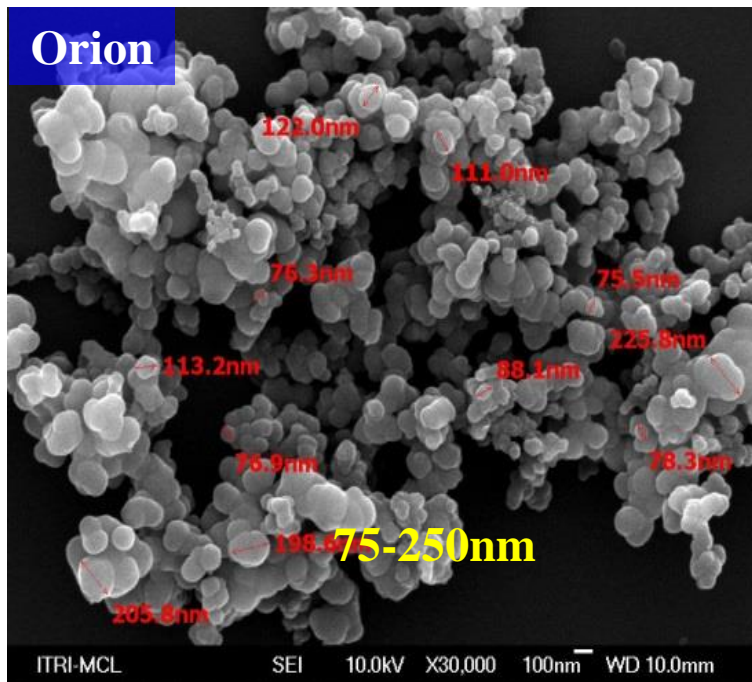
## Orion與國內碳黑商品XPS表面元素含量分析



	S(%)	C(%)	O(%)
Orion	0.8	95.3	3.9
TW	0.6	97.3	2.1

- Orion碳黑含硫量、含氧量均高出國內碳黑商品。
- Orion碳黑表面極性官能基含量較多所以可以藉由一些表面偶合劑增加界面相容性，進而提升橡膠強度。

# 貳、103年重要成果說明





# 貳、103年重要成果說明

Carbon Black Physical Test Properties

Sample	Unit	測試方法 ASTM	Orion	TW
Surface Area (N.S.A.)	(m <sup>2</sup> /g)	D6556	22.7	111.6
Iodine No.		D1510	19.4	116.9
DBP Absorption	(cm <sup>3</sup> /100g)	D2414	137.1	131.2
24M4 DBP	(cm <sup>3</sup> /100g)	D2414	79.6	101.3
Residue #35/325		D1514	2/176	0/63
pH		D1512	6.9	7.3
Tinting Strength	(%)	D3265	31.7	109.8
Volatile Content	(%)		0.98	1.48
Ash	(%)	D1506	0.39	0.41
Fines		D1508	5.6	3.2

單顆碳黑性質

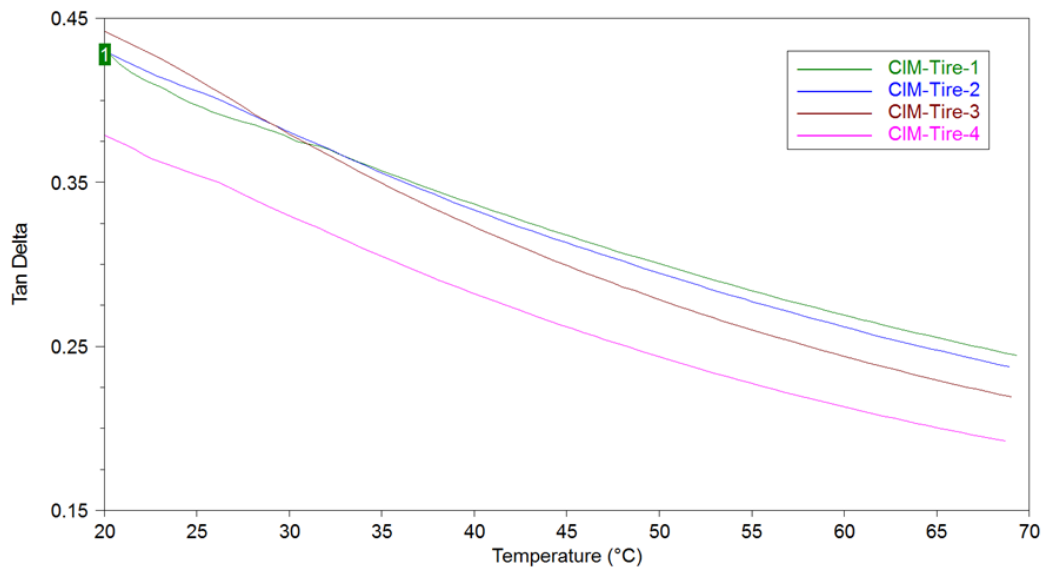
碳黑結構性質

- Orion碳黑比表面積小，所以碳黑與橡膠摩擦面積小，故滾動阻力低
- Orion碳黑結構高，所以碳黑補強效果高
- 由碳黑粒徑、表面積、碘值與DBP吸收值可判斷出Orion碳黑屬於軟質碳黑而台灣節能碳黑屬於硬質碳黑。



# 貳、103年重要成果說明

Sample Name	CIM-Tire-1	CIM-Tire-2	CIM-Tire-3	CIM-Tire-4
SSBR-1	103	103	103	103
SSBR-2	125	125	125	125
St-acid	6	6	6	6
活性氧化鋅	4	4	4	4
TW-1碳黑	120			
TW-1-O6碳黑		120	120	120
Si 偶聯劑-1			4	
Si 偶聯劑-2				4
穩定劑	5	5	5	5
S		4.44	4.44	4.44
硫化加速劑		2.80	2.80	2.80
黏彈特性， $\tan\delta(60^\circ\text{C})$	0.269	0.262	0.244	0.213



- 國內碳黑經過粒徑篩選、氧化改質與Si偶聯劑導入，成功解決碳黑與橡膠界面問題可大幅降低 $\tan\delta(60^\circ\text{C})$ 值，降低橡膠與碳黑之間的摩擦力。

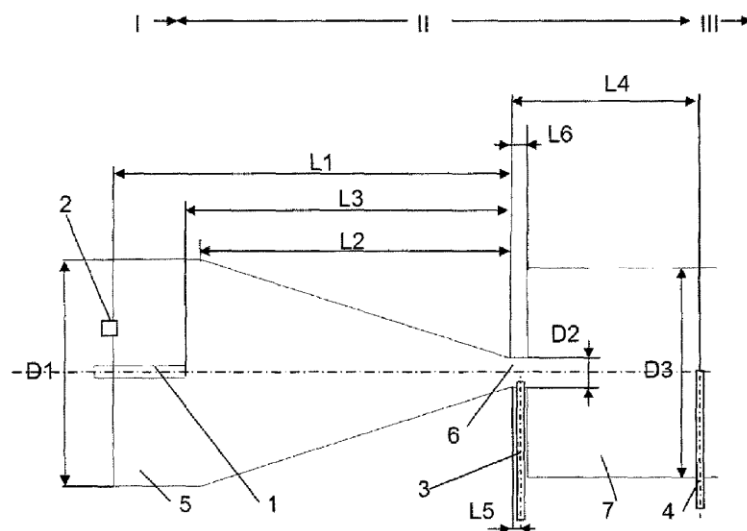
# 貳、103年重要成果說明

## 專利分析-特殊碳黑生產製程

Patent No.	專利權人/時間	實施方法
US 8852739 B2	Evonik Carbon Black Gmbh/2014.10.07	本發明涉及一種碳黑具有十六烷基三甲基溴化銨 (CTAB) 表面積為20~49 m <sup>2</sup> /g的範圍，;且COAN值大於90毫升/ (100克);此外壓縮吸油值 (COAN) 和吸油值 (OAN) 總和大於235毫升/ (100克)。(其中CTAB表面積與碘值/NSA相似，OAN和COAN值與DBP值相似)；此炭黑利用爐法生產，反應爐經特殊設計且用於生產碳黑的反應料分別以不同重量比於不同進料點進入反應爐。此碳黑主要用在橡膠混合物。

### Claim

### 特殊設計反應爐與製程



### 低滾動阻力橡膠組合物

		Natural rubber mixture	
		Mixture 1	Mixture 2
		Carbon black (52 phr)	
		Comparative carbon black 1	Carbon black 1
Vulcanizate data			
Vulcanization time	min	15	15
Tensile strain properties			
Tensile strength	MPa	20.1	19.9
100% modulus	MPa	2.7	3.2
300% modulus	MPa	14.3	15.6
Elongation at break	%	441	414
Rolling-resistance index	%	100	100
MTS E * 60° C.	MPa	8.12	9.08
50 +/- 25N	—	0.080	0.076
MTS tan δ 60° C.	—	0.076	0.072
50 +/- 25N	—	0.109	0.103
MTS E * 60° C.	MPa	8.07	9.06
1 +/- 0.5 mm	—	0.076	0.072
MDR tan δ 60° C.	—	0.109	0.103

## 參、結論與建議

- 完成國內外碳黑商品XPS、XRD、SEM、XRF、基本性質分析，並探討其導入橡膠之差異性，完整解析出國內外碳黑商品差異點。
- 完成國內碳黑表面酸化改質並針對碳黑表面改質後表面成分改變差異進行完整解析，並將改質碳黑導入橡膠降低橡膠滾動阻力。
- 完成高性能彈性體材料開發，達到規格如下：硬度(Shore A)：70，拉伸模數：31.6，拉伸強度：177 kgf/cm<sup>2</sup>，伸長率：348%，黏彈特性， $\tan\delta(0^{\circ}\text{C})$ ：0.73，黏彈特性， $\tan\delta(30^{\circ}\text{C})$ ：0.33，黏彈特性， $\tan\delta(60^{\circ}\text{C})$ ：0.21