

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

英國 Universal(AGM)公司石墨烯介紹

石墨烯簡介：

石墨烯是一種多功能碳基奈米材料，強度比鋼高出 200 倍，且拉伸量可以達原始長度的 25%。此材料是由物理學家 Sir Andre Geim 和 Sir Konstantin Novoselov 所發現，進而於 2010 年獲得諾貝爾獎。

石墨烯特性如下：

- 緊密結合的碳原子排列成六方晶格
- 強度比鋼高出 200 倍，但又具有類似橡膠的特性，拉伸量可以達其原始長度的 25%
- 導電性比銅更佳
- 導熱性能比任何材料都好
- 光學透明性
- 原子級阻隔性能

跨行業的商業應用：

經濟效益高且環保：將石墨烯導入多種材料中可以將使用量減少 25% 以上，進而達到低碳並減少溫室氣體排放。

工業



潤滑油、水泥、化學品、
複合材料、油漆和塗料、
輪胎和橡膠

包材



飲料、化妝品、食品、
標籤、個人護理產品

消費者



服裝、鞋類、造型、
LED 照明

汽車



輪胎、黏合劑、塑料/發泡件、
電池、車輪、油漆

運動用品



高爾夫球、曲棍球棒、水翼艇、
橄欖球、自行車車架

電子



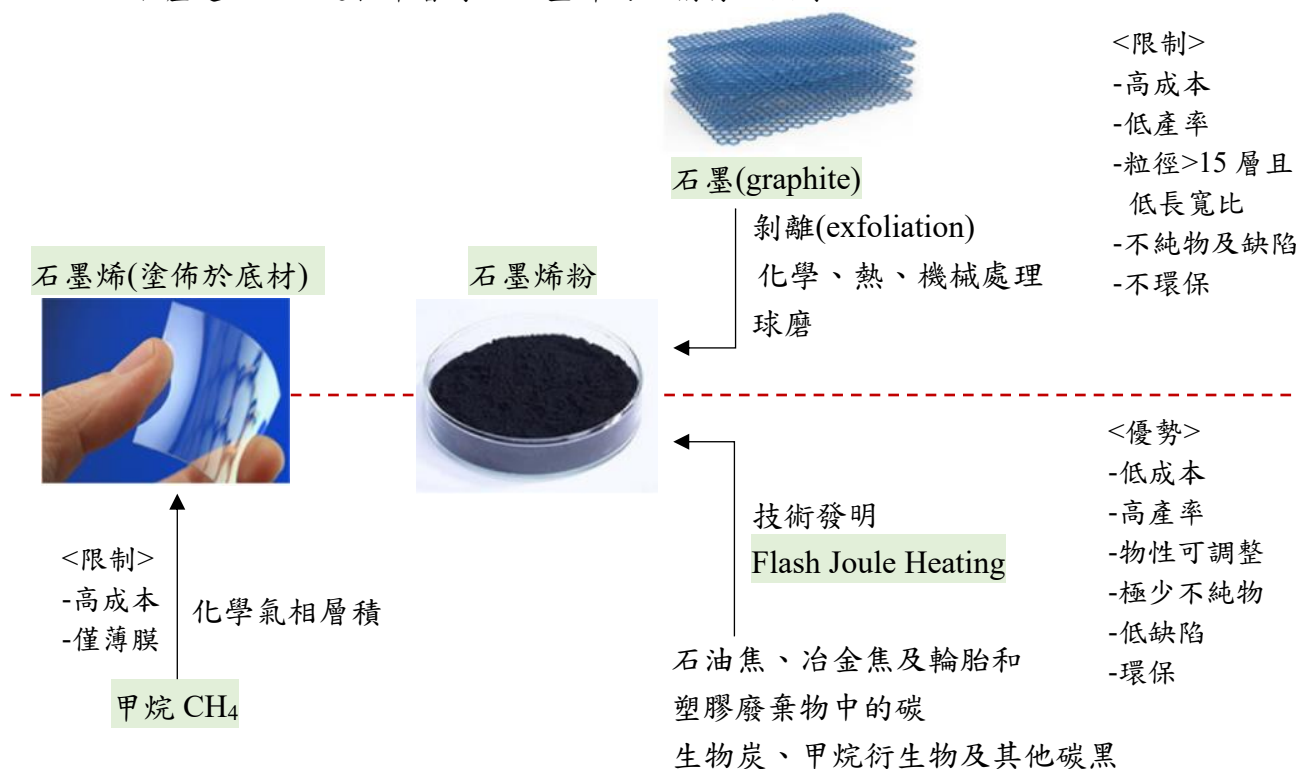
導熱黏合劑、電池、
基板、可穿戴電子產品

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

石墨烯的生產：

大規模、低成本生產高品質石墨烯一直是整個行業面臨的艱鉅挑戰。目前大量生產的石墨烯常是以價格相對昂貴的石墨(graphite)作為基料，需要大量化學溶劑、能源和熔爐處理，此過程常會導致石墨烯的結構有缺陷穿孔。

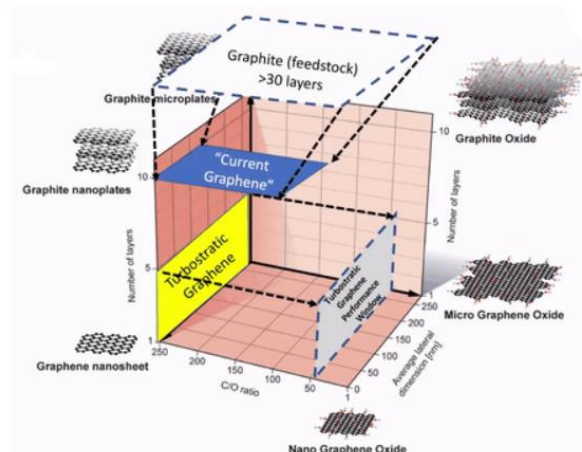


競爭優勢：

Universal 公司正將一項專利申請中的新工藝進行商業化，以成為最經濟、最優質的全球領先石墨烯供應商，此石墨烯本質上是亂序結構(turbostratic)。這種新工藝還可利用非常廣泛的碳基原料，包括再生塑料和生物質(biomass)。這項技術和其他發展預計將支持幾個主要行業可廣泛採用石墨烯。

此專有的商業流程是德州休斯頓萊斯大學的有機化學及奈米技術教授、**Universal 共同創始者兼科學顧問—James Tour 博士**的發明。

1. 該分類框架是根據石墨烯基材料的三個基礎特性對不同石墨烯類型進行分類：
① 石墨烯層數、② 平均橫向尺寸和
③ 碳/氧原子比。根據文獻指出的橫向尺寸和層數，繪製在盒子六個角上的不同材料代表了理想狀況。

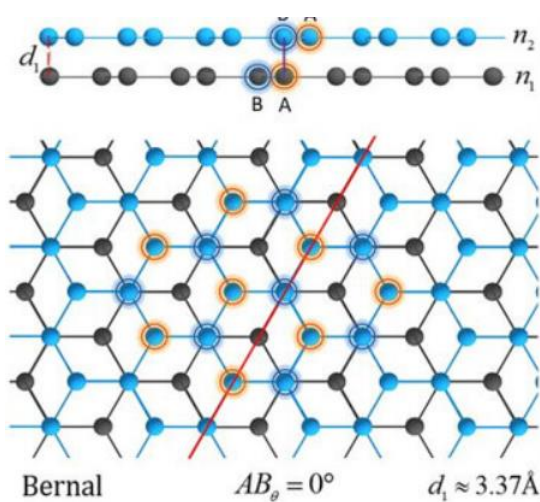


安鋒實業股份有限公司

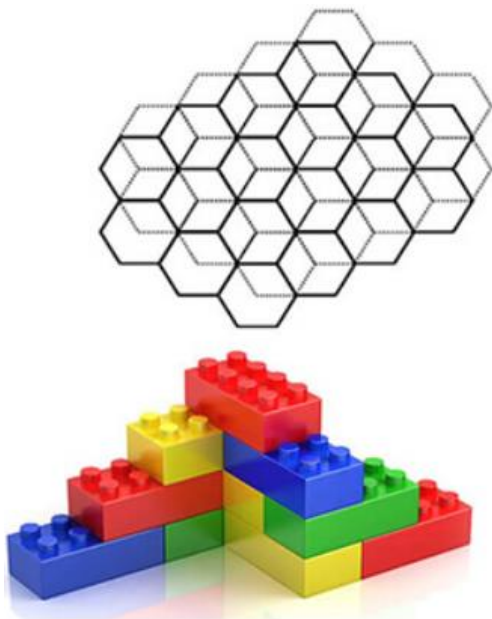
台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

- 2.多數大塊石墨烯是藉由石墨剝離法(上部方法)所生產的，通常需要大量溶劑並進行高能混合、剪切、超聲波處理或電化學處理。雖然石墨反應成氧化石墨烯的化學氧化會促進剝離，但需要搭配嚴苛的氧化劑，且在隨後的還原步驟中會生成有缺陷穿孔結構的石墨烯。目前市場中的多數石墨烯結構都與”石墨烯奈米片(nanoplatelet)”更相近。
- 3.Universal 公司將許多低價碳源(例如：煤炭、石油焦、生物炭、碳黑、廢棄食品和混合塑料廢物)以 Flash Joule Heating (FJH)生產出亂序石墨烯(TG)。此工藝不須使用熔爐、溶劑或活性氣體。從結構方面來看，此工藝產生的亂序石墨烯結構與”石墨烯奈米薄片(nanosheet)”更相近。

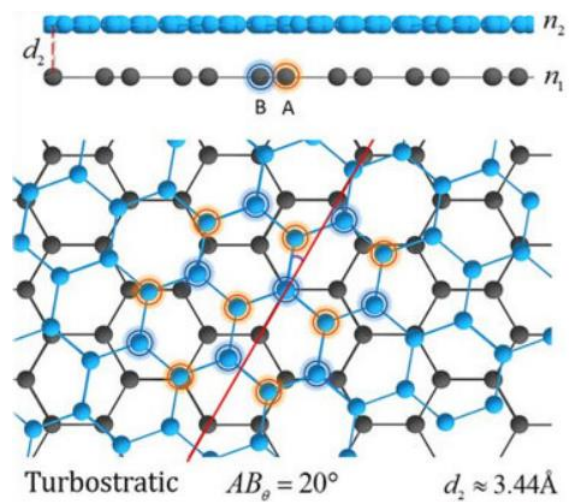
Bernal 堆疊→典型石墨烯



Bernal 堆疊(AB 形式)



亂序堆疊→Universal 的石墨烯



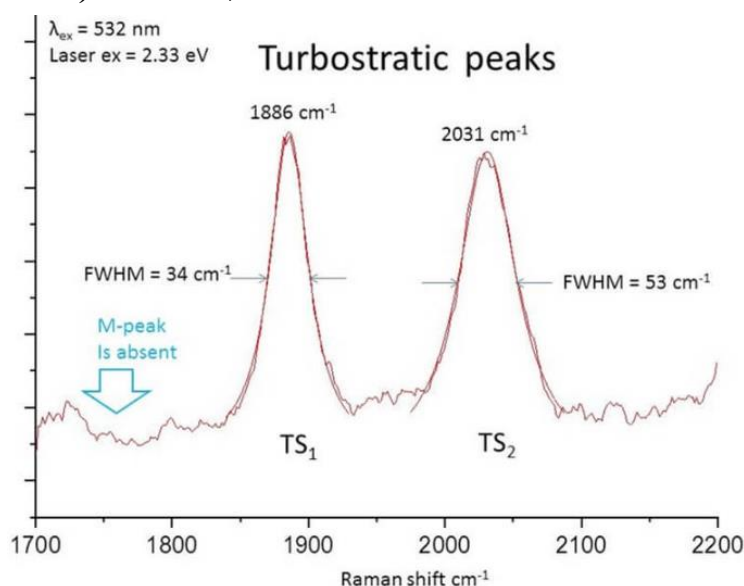
亂序堆疊



安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

4. 亂序石墨烯的旋轉堆疊有助於減輕層間耦合並增加晶面間距，因此在重量相似時比競爭者石墨烯結構有更優異的物性。相鄰層堆疊方向的細微差別體現在產品性能的重要差異上。亂序少層石墨烯(fewer layer graphene, FLG)的一項重要性能優勢是雙層和三層結構更容易分離成單一層，且往往不會再次偶合。
5. 較少量的少層石墨烯(FLG)可以產生相同的結構表現、更好的導電性和導熱性。
6. 碳層之間具有相對旋轉的多層石墨烯，稱為亂序石墨烯，可以有效地解耦相鄰層的電子態，維持與單層(單壁)石墨烯(single layer graphene, SLG)相似的特性。



Universal 公司 flash 石墨烯的亂序堆積明確顯示出有兩個拉曼光譜峰 TS₁ 和 TS₂，且缺少必要的 M 峰。

7. 藉由拉曼光譜分析，亂序石墨烯(TG)顯示出低強度或缺失的 D 帶，I_{2D}/G 達到 10 以上，有時甚至達到 17，使少層石墨烯(FLG)成為目前為止缺陷最低的石墨烯之一。藉由 X 光粉末繞射(powder X-ray diffraction, XRD)分析觀察到了亂序性質，表示石墨烯層間幾乎不存在有序性。因此，在複合材生成中，混合後會促使石墨烯快速剝離。
8. 亂序石墨烯具有優異分散性，下圖左瓶為市售石墨烯分散液靜置 8 小時後的狀態，而右瓶為亂序石墨烯分散液儲放 6 個月後的狀態。

市售石墨烯
15~30 層
0.2g/L
0.02%



亂序石墨烯
1~5 層
5.0g/L
0.5%

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

環境優勢：

1. 石墨烯有潛力提供顯著的环境優勢，因其可以增強我們每天使用的許多原材料的強度，進而降低使用量，包括混凝土、瀝青、塑料、橡膠和油漆等。對於用量無法降低的應用，**石墨烯則有望大幅改善產品的生命週期，例如：將石墨烯用於瀝青中的已被證明可以延長道路使用壽命達 300%。**由於其優異的純度和分散性，Universal 公司可用更少量的石墨烯來提供所有這些優勢。
2. 石墨烯在欲增強材料中的均勻分佈是提供優異性能和耐用性的關鍵。
3. **併用石墨烯來減少混凝土等主要材料的使用及利用可再生或回收的原料製造石墨烯**，結合以上兩種方法在減少人類足跡和減少溫室氣體排放來遏制全球暖化方面具有巨大的潛力。
4. Universal 的亂序石墨烯與市售一般石墨烯的比較：

	市售產品	Universal 產品	優勢性
原材料	石墨	石油焦(易取得性和較低成本)	✓
替代原材料	無	低成本碳源	✓✓
產品品質/純度	通常是 15~30 層 石墨烯含量 95%	1~5 層 石墨烯含>99%	✓
製程程序	化學/機械剝離 耗時以小時計	Flash Joule Heating 僅需<1 秒	✓
製程成本	中~高成本 現有技術	極低成本 新穎石墨烯技術	✓✓
產品特徵	FLG, Vflg, MLG, GNP 不同的化學純度	亂序 FLG 最少不純物/缺陷	✓✓
典型表面積	約 30 m ² /g	約 300 m ² /g	✓
水分散性	0.2 mg/mL 或 0.02%	5 mg/mL 或 0.5% 亂序性提供有效率的分散	✓
醫療級	不可能	無毒製程且 符合 FDA 的活性碳材	✓
經濟效益	高成本	支持市場大量使用	✓✓

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

Universal 的石墨烯產品：

Universal 公司為以下主要市場領域提供世界上最高品質之一的石墨烯：醫療技術、太陽能及儲能、汽車、電子及感測器和建築材料。在每個重要領域，石墨烯都用於提高、加強並最終提高產品質量。

產品編號	石墨烯含量	溶劑	黏度(Pas)	D ₉₀ 粒徑(μm)
Genable 1200	1.0 wt%	環氧樹脂 HV	50~75	<50
Genable 1230	0.5 wt%	BAC	0.2~2.5	6~12
Genable 1231	0.5 wt%	二甲苯	0.3~1.0	6~28
Genable 1232	0.5 wt%	MEK	0.9~2.6	10~35
Genable 1233	0.5 wt%	EAC	1.0~3.0	8~15
Genable 1250	0.5 wt%	水	<4.0	12~20

*另有供應粉末產品。

石墨烯應用潛力：

A. 混凝土材料

1. 混凝土是地球上消耗量第二大的產品，年消耗量約 200 億噸，僅次於水。儘管水泥材料被廣泛使用，但其機械性能往往較差，且對水和其他有害化學物質的滲透性較高，導致耐久性較差。混凝土材料中所用水泥的生產也是二氧化碳排放的最大來源之一(每年佔全球人為二氧化碳排放量的 5~6%)。
2. 對於抗壓強度和抗拉強度，亂序石墨烯具有成本效益/物性提升的潛力，進而減少水泥消耗量並降低碳排。添加量達 0.06wt% 亂序石墨烯於混凝土中的初步測試顯示出這些關鍵性能提高了 30% 以上，因而混凝土的體積減少達 30%，同時維持相等的結構完整性。

B. 潤滑油

1. 潤滑油是使用最廣泛的產品之一，藉由減少摩擦和磨損，在保持工業平穩運行方面發揮重要作用。儘管潤滑劑得到廣泛使用，但仍有很大一部分能量用於克服移動機械系統中的摩擦。減少 1.3% 的摩擦和零件磨損將節省 1.73 億桶石油或約美金 120 億。
2. 亂序石墨烯具有化學惰性、高機械強度以減緩材料磨損和剪切有利表面等特性，因此具有作為固體潤滑劑(比其他乾潤滑劑光滑 5 倍)和液體潤滑劑用添加劑的潛在應用。無論乾燥還是潮濕環境，都能提供潤滑性。



大陸手機：1350-9624401(技術)，1382-5211745(業務)

第6頁，共8頁 (第一版 2023.09)

安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL: 886-4-23501155(代表) FAX: 886-4-23507373
E-mail: anvictor@ms45.hinet.net 網站: www.twanfong.com

C. 複合材

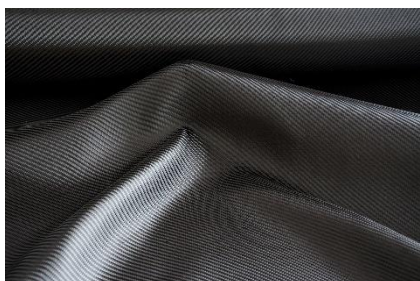
1. 多種高性能玻璃、碳和木質複合材料已擴展到主流市場，舉例來說，強化聚合物複材不再僅是屬於航太領域，也不再只是體育用品等相對小眾的領域。另外，**高溫複合材料(通常是環氧樹脂)**用於防火和防爆牆以及火災或爆炸風險高的**環境包層**，例如：石油和天然氣或軍事用途。
2. **亂序極少層石墨烯(very Few Layer Graphene, vFLG)**為熱固性樹脂提供**有效且穩定的分散液**，這些樹脂在應用前通常為液體系統。石墨烯可以為這個多元化行業提供一些關鍵潛在特性，例如：**增強的機械性(耐久性、彎曲模量、衝擊韌性)**、**熱變形溫度**、**抗生物淤積及高長寬比形成的耐蝕性**。

D. 塗料

1. 塗料通常側重於保護底材免受磨損和其他環境損害。下一代功能性塗層旨在利用石墨烯可以將許多特性導入材料，**包括導電性**。舉例來說，**船舶塗料可以利用石墨烯的耐蝕性和抗生物淤積等特性，並同時提高耐用性**。
2. 亂序石墨烯可以很容易分散於液體系統，但也可以維持穩定的分散液，這通常是具有挑戰性的。

E. PU 發泡

1. 全球聚合物發泡市場規模巨大，以聚氨酯(PU)為主。**硬質發泡非常適合包裝、和建造等隔熱應用(由於導熱性低)或汽車(這是成長最快的領域之一)**。在軟質聚氨酯發泡(FPF)市場中，約三分之一的銷量來自寢具和家具應用。
2. **PU 發泡搭配亂序石墨烯與不含添加劑或搭配其他類型石墨烯的相比，表現出更好的機械性**。具體來說，與不含添加劑的 PU 發泡相比，**抗壓強度和熱變形溫度提升了 40%，吸音係數提高了 17%**；與含有其他類型石墨烯的 PU 發泡相比，**抗壓強度和熱變形溫度則是提升了 20%**。此外，PU 發泡的製造因亂序石墨烯而可以使用較高階的生質材料。



安鋒實業股份有限公司

台中市南屯區工業 24 路 29 號 TEL：886-4-23501155(代表) FAX：886-4-23507373
E-mail：anvictor@ms45.hinet.net 網站：www.twanfong.com

F.輪胎及橡膠

- 1.輪胎的大部分研發都聚焦在增強耐磨性、滾動阻力和濕地抓地力等關鍵性能。
- 2.亂序石墨烯可以潛在增強這些關鍵性能，同時還可以改善總體成本/性能的平衡。此外，廢棄輪胎可以成為 Flash 石墨烯工藝的碳源，進而提高整體的永續性。

G.柏油

- 1.柏油混凝土是一種廣泛用於鋪路的粒料/膠泥混合物，全球柏油(瀝青)市場的年用量超過 1 億噸。標準針入度的瀝青是最廣泛使用的鋪路等級之一，在道路建設中相當重要。標準針入度級的瀝青以添加量約 5~7%加到柏油混凝土中。
- 2.亂序石墨烯作為瀝青的改質劑，具有改善彈性能力、抗永久變形、防裂紋擴展、防水性並最終提供更高耐久性的潛力。



注意：此為一指導性資料，並不具有約束力，我們建議使用者能在使用之前做有必要的測試，不要把它當做一種直接的替代品，如此才能確保產品適合於指定的應用。