

# 材料科學導論

市面常見的飲料容器大多由三種不同材料所製成，以可口可樂汽水為例，他有三種不同材質容器裝載飲料。圖 1 的可口可樂汽水分別為塑膠瓶（高分子）與鋁罐（金屬）等材質。圖 2 則採用玻璃瓶（陶瓷）的材質。當然還有許多飲料利用複合材料如利樂包等（如圖 3），由鋁（金屬）、紙（高分子）、塑膠膜（高分子）等共同組合而成。



圖 1 保特瓶與鋁罐之可口可樂汽水



圖 2 玻璃瓶裝之可口可樂汽水



圖 3 利樂包麥香紅茶

## 材料的分類

固體材料一般區分成三個基本類別：金屬、陶瓷和高分子。此種描述主要是基於其化學成分和原子結構，雖然有些是中間物，但大部分材料會落在一個可區別的類屬。

## 一、 金屬(Metals)

金屬材料通常由金屬元素所組成，其具有大數目的自由電子；也就是說，這些電子不會被特定的原子所束縛。金屬的許多性質直接歸因於這些電子。金屬是電及熱的良導體，且可見光通常不能穿透；拋光的金屬表面具有光澤的外貌（圖 4）；此外，金屬雖然十分強硬，但也會彎曲變形（圖 5），其結構上的特質被人們廣泛應用在於各種場合。



圖 4 鈦鍍手鍊



圖 5 因地震造成鋼軌的變形

## 二、 陶瓷(Ceramics)

”陶瓷”一詞來自希臘字”Keramikos”，意思是”焦赭色物質”，這也代表著這些材料的優良性質是藉由焙燒(firing)的高溫熱處理過程而達成。

大約 50 年前，此類物質中最重要的材料被命名為”傳統陶瓷”，主要原料是泥土；傳統陶瓷的製品有陶瓷、瓷器、磚、瓦、玻璃和高溫陶瓷。

現在陶瓷是指無機和非金屬材料。陶瓷是金屬和非金屬元素間的化合物；它們最常見的是氧化物、氮化物和碳化物（圖 6）。大多數的材料落在此類中，其中包括由黏土礦物、水泥和玻璃所組成的陶瓷（圖 7）。這些材料是典型的電和熱的絕緣體，且比金屬和高分子更耐高溫 and 苛刻環境。陶瓷的機械性，表現很硬但非常脆。這些新材料對我們的生活有相當大的影響；充斥於電子、電腦、通訊、航太和其他工業上。

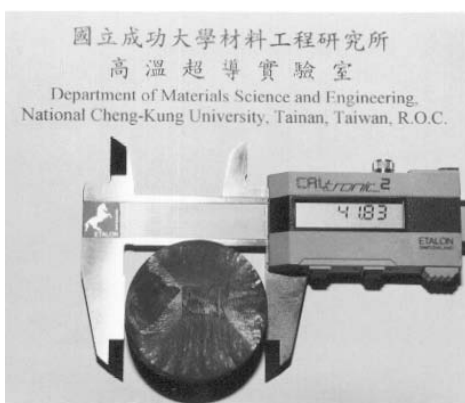


圖 6 高溫超導 鈣鋇銅氧化合物(Y-Ba-Cu-O)



圖 7 陶瓷汽缸 外表為金屬，內部才是陶瓷

### 三、高分子(Polymers)

高分子( macromole-cule )，通常是指一種材料的分子量大於 1 萬以上，而另一個名詞聚合物 ( polymer )，卻是由許多可重複出現的小單元，連結而成的巨大分子。

來自於植物及動物的天然高分子，包括木材、橡膠、棉花 (圖 8)、羊毛、皮革及線。其他的天然高分子如蛋白質、酵素、澱粉和纖維素，在植物和動物的生理上扮演重要的角色。現代化的科學工具 (如電子顯微鏡 STM、SEM) 更加幫助我們了解材料的分子結構。事實上，自二次世界大戰之後，合成高分子的出現使得材料的領域幾乎歷經一場革命；人工製品價格低廉，且它們的性質甚至達到或優於原物質。在某些應用上，由於它們令人滿意的性質和較低的價格，金屬和木頭零件逐漸被塑膠取代。

常見的高分子 (或聚合物) 包括熟悉的塑膠和橡膠材料 (圖 9)，它們大部分是有機化合物，其化學上以碳、氫、氧和其他非金屬元素為基礎；此外，它們有非常大的分子結構，這些材料典型地具有低密度、低強度、高延展的機械特性。



圖 8 天然棉花



圖 9 寶特瓶為聚合物

## 常見的工程材料

現在許多工業上為了各式各樣的需要的而製造出不同的材料，包括下列幾種重要工程材料：複合材料、半導體、生醫材料、先進材料和聰明材料。複合材料是由兩種或更多種不同的材料所組成，半導體具有特殊的導電及發光特性，生醫材料則是用於植入人體中，先進材料則是指高技術 (高科技) 應用的材料，而聰明材料則是本身具有感測與處理信息之能力。

### 一、複合材料(Composites)

許多工程用的複合材料是由多種的材料型式所組成，組合每一種材料的最佳特性而成。如玻璃纖維便是將玻璃纖維埋進聚合體材料中 (圖 10)；其所需的強度來自玻璃，而柔軟性則來自高分子 (圖 11)。



圖 10 光纖管.



圖 11 玻璃纖維安全帽，總重 1200 公克佩帶輕盈卻不會有壓迫感

## 二、半導體材料(Semiconductors)

半導體的導電性位於導體和絕緣體之間，而這些材料的電特性對於存在的少量雜質，非常敏感，可用摻雜（doping）的技術來提高材料導電性。半導體使積體電路的時代來臨，積體電路大舉革新電子、電腦工業及未來的生活（圖 12、13）。



圖 12 在台北縣碧潭旁的太陽能標誌

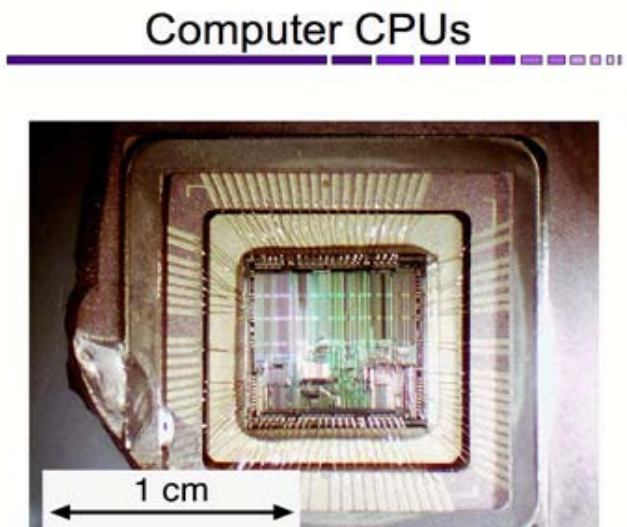


圖 13 CPU

## 三、生醫材料(Biomaterials)

生醫材料用於植入人體中，以替代疾病或身體損傷的部分零件，這些材料必須不產生毒物，且必須與身體的組織相容，不允許導致不良的生化反應產生。上述的所有材料：金屬、陶瓷、高分子、複合材料和半導體，都可用來當做生醫材料。例如：人工髌骨（圖 14）



圖 14 美國生產的 Zimmer Multilock 型無骨水泥人工髖關節（左側為全人工髖關節、右側為雙極半人工髖關節）

#### 四、先進材料（Advanced Materials）

先進的材料意指應用高技術或高科技的材料，而高技術意指某一元件或產品的操作或功能，乃使用相當難懂且複雜的原理；包括電腦、光纖系統或最近被開發的高性能材料。此外，它也可以是所有材料的形式（例如：金屬、陶瓷、高分子），應用於 CD（圖 15）、雷射、積體電路、液晶顯示器（LCD）（圖 16）、纖維光學或太空梭熱保護系統的材料。



圖 15 CD



圖 16 液晶顯示器（LCD）

#### 五、聰明材料（Smart Materials）

聰明材料能感覺環境上的變化（包括溫度、電場或者磁場），然後回應變化，以改變形狀、自然頻率或機械特徵的形式來顯現出來。一般常見的聰明材料包含下列數種類型材料：形狀記

憶合金（圖 17）、壓電陶瓷（圖 18）和磁伸縮材料。

“Espoir-Desespoir,” Olivier Deschamps

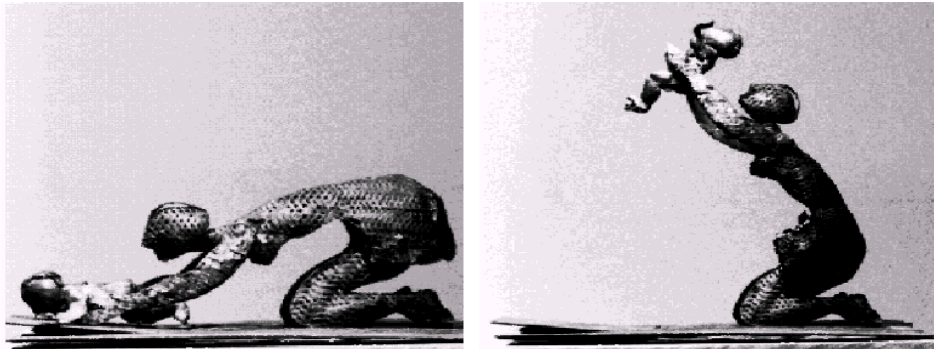


圖 17 記憶金屬雕刻



圖 18 壓電材料，經手給予壓力後造成材料導電性提高，使得門能自動開啟

## 未來的材料－奈米科技

"nano" 表示這些結構個體位於 1 毫微米( $10^{-9}$  m) 至 100 毫微米之間（圖 19）。奈米技術能夠對物質作極微細尺寸的操縱，甚至能直接移動原子。如果可以隨意操縱組成物質的原子，就能任意改變、創造物質。

而奈米材料的應用包括具有不沾污垢、自潔功能的奈米馬桶（圖 20、21、22），或是奈米化妝品（圖 23）-包括珍珠乳液、除皺乳液、防曬乳液等。利用光通過高折射率的奈米粒子的部分吸收與漫射，使反射光呈現珍珠般色澤，或增加光反射量來淡化皺紋。

奈米材料已徹底改變了材料的原本特性，例如：

- (1) 奈米銅材：銅是「良導體」，而奈米銅卻是「絕緣體」。
- (2) 奈米瓷材：瓷器是「易碎品」，而奈米瓷器材料「可在室溫下任意彎曲」。

(3) 奈米碳管：奈米碳管的強度是「鋼的 100 倍」。

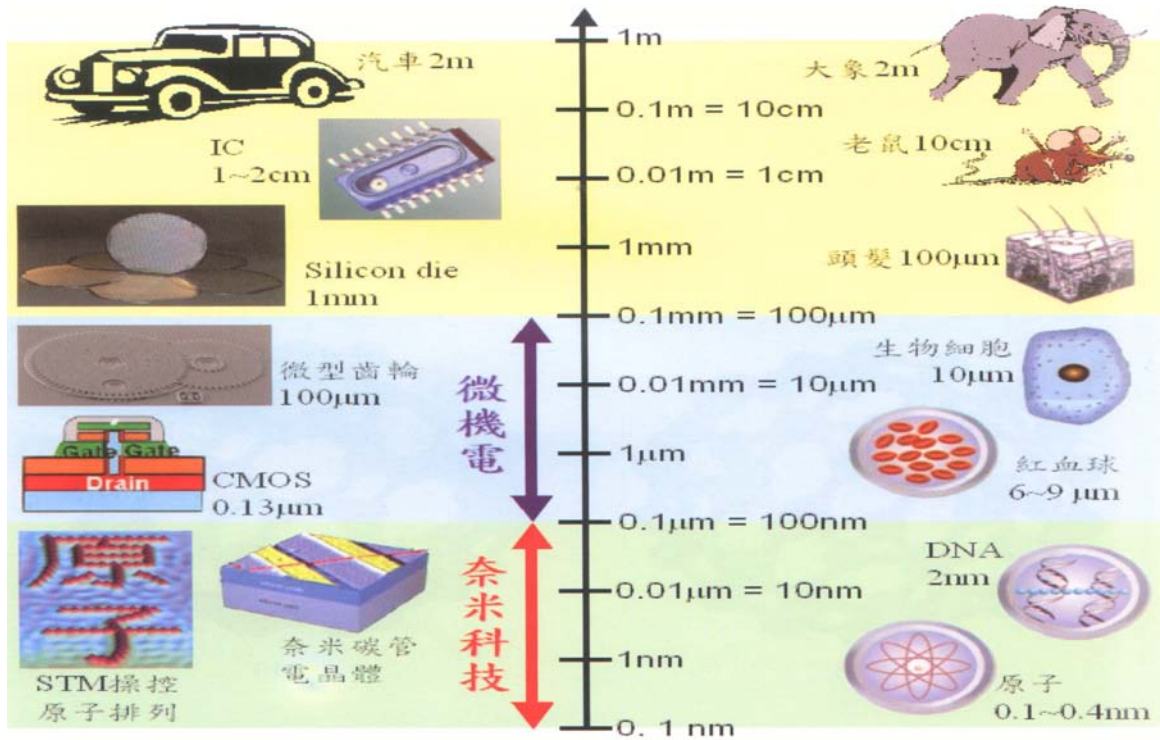


圖 19 物體尺寸對照圖



圖 20 具有奈米特性的物體表面，水漬污垢不易沾附

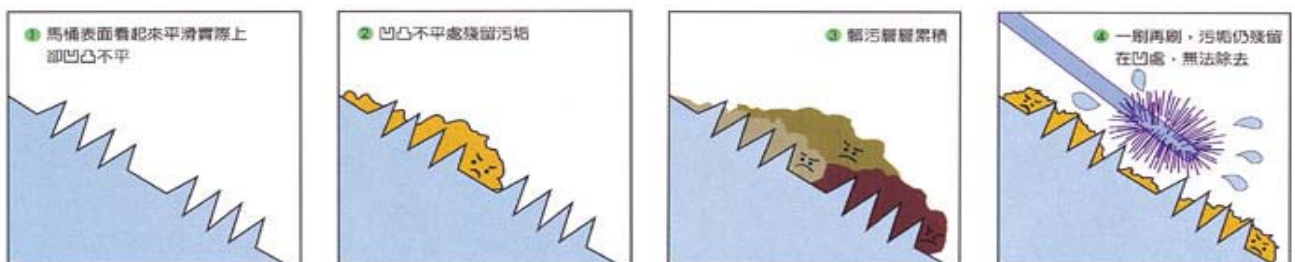


圖 21 馬桶表面污垢附著現象

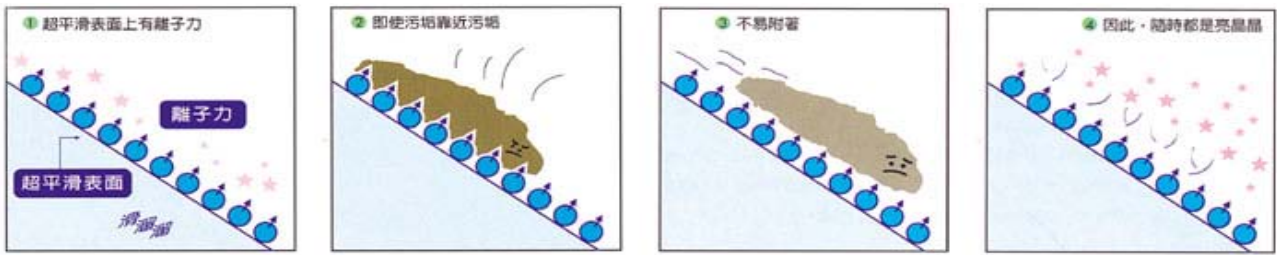


圖 22 經奈米化處理後表面現象



圖 23 各式各樣的奈米保養品

## 總結

材料科學是一門研究材料結構與性質的科學，而材料對材料工程師就如同病人對醫生一般；相同種類的材料具有類似的性質，而不同的材料在外觀、導電度及結構上均有不同，端看工程師如何應用。研究材料必需要考慮人們面臨到的問題，如能源、環境、水、食物、污染、疾病…，亦也可以從各種生物中找到解決的方法（仿生學），如由蜘蛛絲中造出比鋼強 100 倍的物質。現今熱門的材料之一為奈米材料，奈米特性的廣泛利用，將可以更加改變未來的面貌。