







材料種類	原始形狀	在室溫下變形	加熱
形狀記憶合金棒			
普通金屬棒			

形狀記憶合金棒與普通金屬棒的比較

## 形狀記憶合金

1958年美國某海軍研究員奉命研製新式武器，在領回一些彎彎曲曲的鎳鈦合金絲並把它們逐根拉直後，卻驚奇地發現當溫度升到某定值時，鎳鈦合金絲竟然全部恢復到原來彎曲的形狀。

### 蘇明德

形狀記憶合金簡稱「記憶合金」，是一種功能性金屬材料，能在一定條件下恢復原來的形狀。換句話說，這種合金對形狀有記憶能力，而且它的「記性」相當好，有些在反覆改變500萬次

後，仍能在一定條件下恢復原狀，普通金屬就沒有這個本領。

「記憶合金」具有記憶能力，這是在偶然情況下發現的。1958年美國某海軍研究員奉命研製新式武器，並領回了一些鎳鈦合金

形狀記憶合金簡稱「記憶合金」，這種合金對形狀有記憶能力，能在一定條件下恢復原狀，普通金屬就沒有這個本領。

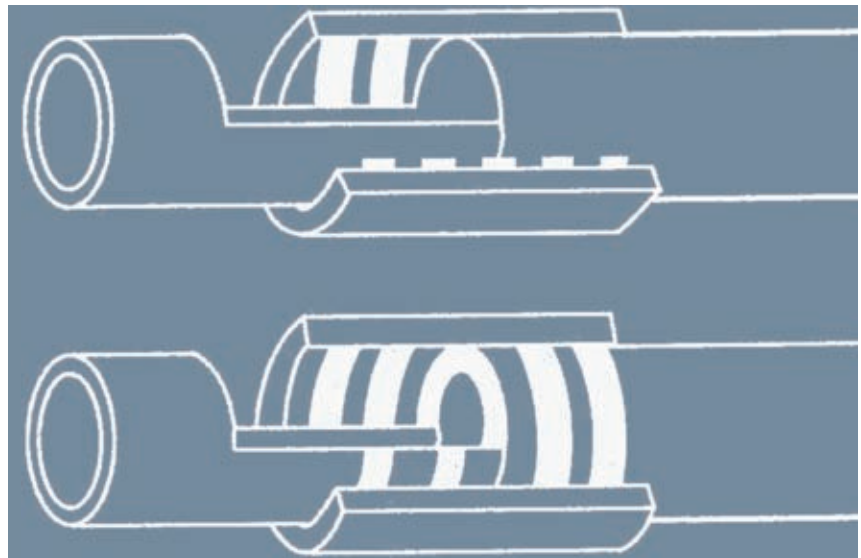
絲。由於這些合金絲彎彎曲曲，研究人員就把它們一根一根拉直。但在實驗過程中卻驚奇地發現，當溫度升到某定值時，鎳鈦合金絲竟然全部恢復到原來彎彎曲曲的形狀。即使多次反覆試驗，結果還是相同。

「記憶合金」為什麼具有記憶能力呢？金屬是由相同原子緊密堆積而成的，合金則是由不同的金屬原子堆積形成的。由於金屬原子的大小和結構各有不同，合金形成的條件也相異，因而形成不同的晶體結構，分為「沃斯田體結構」和「麻田散體結構」，兩種結構間的轉換則稱為「沃斯田體相變」。

一般都認為「記憶合金」具有麻田散體相變，加熱到相變溫度時，就從「麻田散體結構」轉變為「沃斯田體結構」，恢復原來的形狀。換句話說，具有「麻田散體相變」的合金，在相變溫度時具有記憶能力，這種相變溫度就稱作「記憶合金」的「記憶溫

一些形狀記憶合金及其相變溫度

合金系	相變溫度 (°C)
Ni-Ti	-50~80
Ni-Al	-180~100
Cu-Al-Ni	-140~100
Cu-Al-Zn	-180~100
Cu-Au-Zn	-190~40
Cu-Sn	-120~-30
Cu-Zn	-180~-10
Ag-Cd	-190~-50
Au-Cd	30~100
Ti-Ti	60~100



以形狀記憶合金製成的管路接頭

度」。

到目前為止，已知具有形狀記憶能力的合金主要有3類：鐵基合金；鎳-鈦合金；銅基合金，如銅-鋅-鋁、銅-鋁-鎳等。這些「記憶合金」各有千秋，如鎳-鈦合金的性能好，可靠性強，但價格貴。銅基合金價格較便宜，只有鎳-鈦合金的10%，但可靠性差。至於鐵基合金的價格則最便宜，剛性好，強度也大，又易加工。此外，金-鎳、鈮-鈦合金也具有記憶能力，但因價格太貴了，應用並不多。

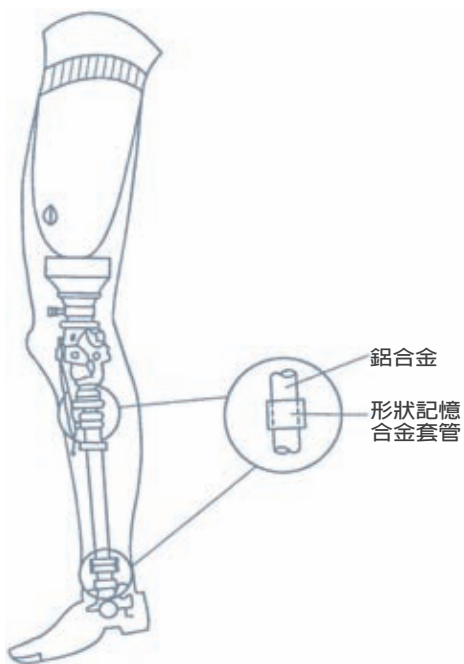
記憶合金由於具有特殊的記憶功能，得以廣泛應用於航空、衛星、醫

療、生物工程、能源、自動化等方面。鎳-鈦合金的應用比較廣泛，因為它的「記憶溫度」可以藉由成分來調節。一般來說，鎳含量高的記憶溫度就會降低。例如，50%鎳和50%鈦的合金記憶溫度是攝氏40度，但55%鎳和45%鈦的合金在室溫下就具有記憶能力了。當鈦的含量略高時，合金的記憶溫度甚至可達攝氏120度以上。

鎳-鈦合金在1960年代就成功地用於製作軍用飛機液壓系統的接頭。原先，飛機液壓系統中的接頭經過熱漲冷縮後，很難保證其密封性。據統計，三分之一的飛行事故都是因為液壓系統接頭洩漏引起的。若採用鎳-鈦「記憶合金」的接頭，就可確保萬無一失。因為它把記憶溫度是攝氏40度以下的記憶合金經過內徑

鎳-鈦記憶合金的應用比較廣泛，因為它的「記憶溫度」可以藉由成分來調節。

一些特殊封閉容器若採用普通的方法是無法鉚接的，  
但用「記憶合金」製成的鉚釘就可以解決這一難題。



以形狀記憶合金套管連接的鋁合金假腿

擴孔處理後，才套到不銹鋼管上的。使用時若套筒接頭受熱達到攝氏40度以上，合金就會收縮到原本的內徑，並與不銹鋼管緊密地壓合，使管路接頭天衣無縫。

據統計，一架F14戰鬥機的液壓系統就要使用八百多個這種套筒接頭，至今各式飛機上使用的數量已達百萬件以上。它不僅廣泛用於飛機上，還用於艦船、海底輸油管和其他管件上。目前，骨科用的鋁合金假腿也常採用「記憶合金」做為套管接頭。

另外，飛機上一些特殊部位所用的鉚釘也是用「記憶合金」製成的。一般而言，一些特殊封閉容器若採用普通的方法是無法鉚接的，使用「記憶合金」製成

的鉚釘就可以解決這一難題。製作時，先把「記憶合金」鉚釘製成鉚接時的形狀，在使用時先讓它冷卻到「記憶溫度」以下，並把它的兩隻腳拉直後插進被緊固的孔中。然後使溫度恢復到「記憶溫度」以上，這時鉚釘恢復原來的形狀，兩隻被拉直的腳也恢復原形，在不需錘擊的情況下就能達到緊緊鉚住固定件的目的。

鎳一鈦「記憶合金」也可以製成天線。自

1967年人類首次搭乘「阿波羅」號太空船登上月球後，陸續又有多次成功的登月飛行。在這些登

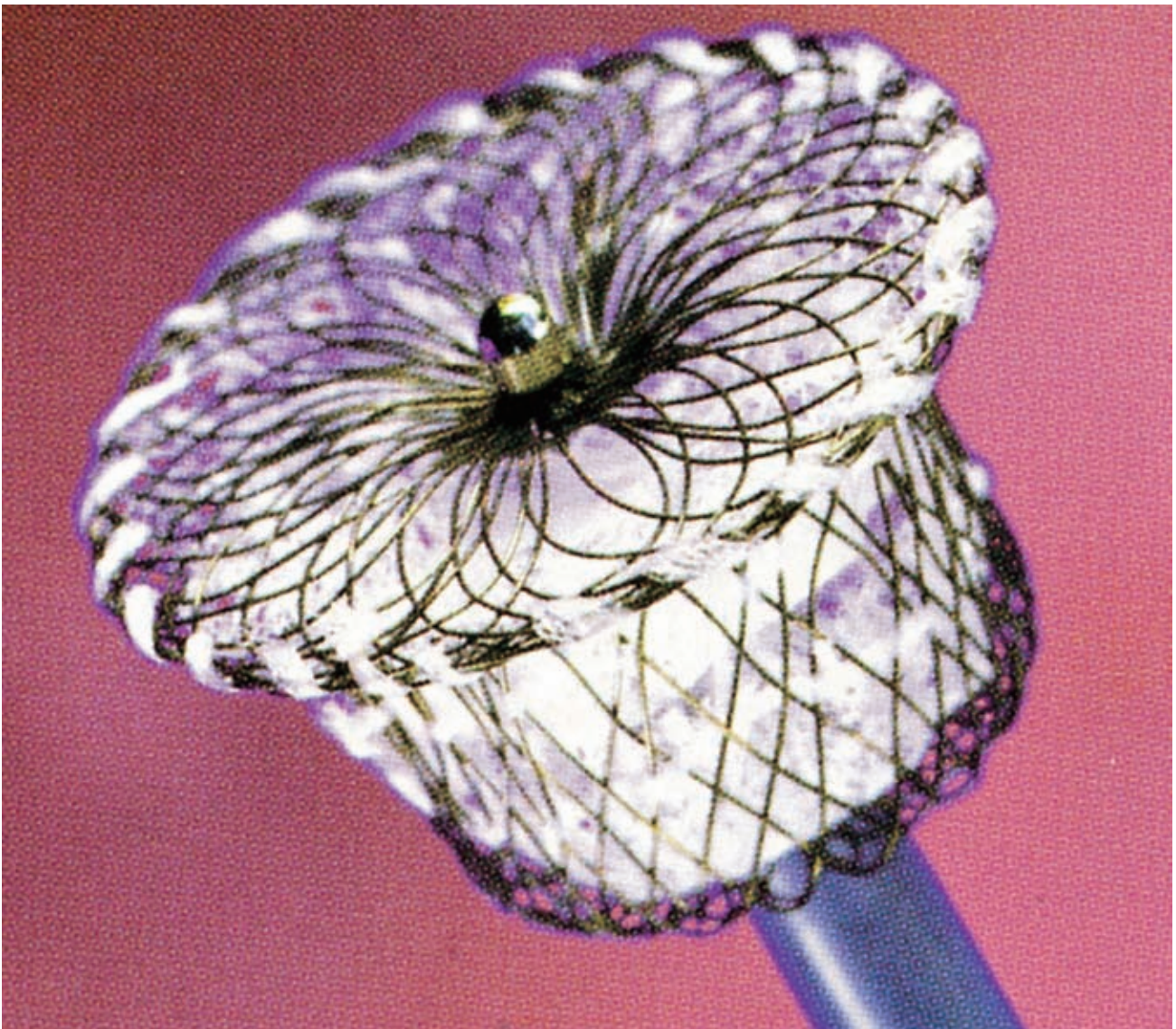
月活動中，人們就是依靠鎳一鈦「記憶合金」製成的天線，把月球上蒐集到的大量珍貴資料，發送到地面。

太空船需要非常龐大的天線，若用普通金屬製作，由於太空船體積有限，無法攜帶升空，但若採用「記憶合金」就可解決這個問題。做法是在攝氏40度以上的環境，把鎳一鈦「記憶合金」做成半球形的月面天線，然後使它冷卻到攝氏40度以下，這時天線會收縮成一個小球團，就可順利裝備於太空船上。當太空船到達月球後，由於陽光的照射，溫度很容易就會升到40度以上，這時小球團會像折疊傘般自動張開恢復原形，開始執行任務。

「記憶合金」植入人體後，也可以依靠人體體溫啟動，進行治



形狀記憶合金彈簧



用於心臟疾病方面的安普拉茲動脈導管關閉器（Amplatzer PDA occluder），也是以鎳鈦合金的記憶金屬做成的。

療。例如，有一種可以植入靜脈血管的過濾器，在植入前是直的，但當植入靜脈血管後會逐漸恢復成網狀，達到阻止凝血塊流向心臟和肺部的目的。實驗顯示 95% 的凝血塊可以被這「記憶合金」做成的過濾器所阻擋，治療效果良好。

在骨科應用中，「記憶合金」常用來製成接骨用骨板。這裝置可以產生兩種作用：一是把兩段斷骨固定起來；另一是利用骨板

在恢復原來形狀的過程中產生的壓力，迫使斷骨很快癒合。

在自動化方面，形狀「記憶

合金」可以製成各種自控裝置。例如，以「記憶溫度」攝氏 120 度以上的鎳—鈦合金製成的自動



雙向記憶合金加熱和冷卻過程中形狀的變化



鎳—鈦記憶合金

報警器，它的電源觸頭在室溫下是彎的。一旦起火了，室內溫度上升，具有雙向記憶功能的合金片便會自動伸直，接通警報電源，發出火警信號。因此，以「記憶合金」製作火警報警器和自動滅火器，應是頗為安全的選擇。

在日常居室中，也可以見到「記憶合金」用來自動控制窗戶的開和關。它的機制是：當太陽升起時，因為室內溫度升高，「記憶合金」製成的窗臂就使窗戶自動打開；太陽下山後，室內溫度降低，窗臂又自動關閉窗戶。

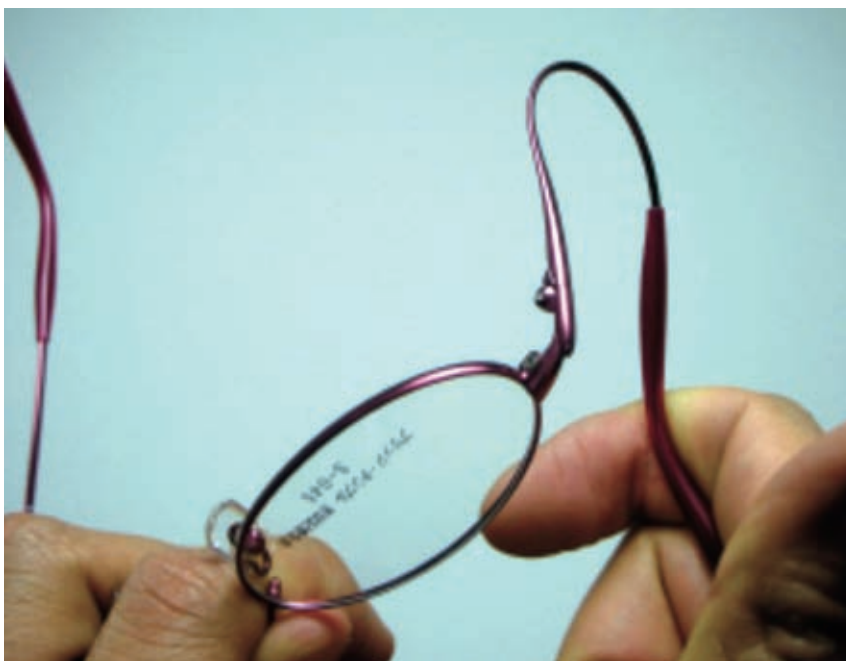
在汽車工業中，形狀「記憶

合金」也沒有缺席。汽車發生碰撞後，凹扁的車身即使是技術精湛的師傅也很難使它完全復原。但採用形狀「記憶合金」的汽車車身就不同了，車主只要在撞扁的地方澆上幾桶熱水或用熱吹風機一吹，就可以完全恢復原形，因為車身所用的合金在加熱下能記憶起原來的形狀。

在眼鏡行業中，形狀「記憶合金」常用來製成眼鏡片固定絲。一般認為眼鏡片固定絲裝入鏡片凹槽時並不緊，其實任憑使用者用勁擦拭或氣溫如何變化，鏡片都不會從鏡框上脫落，因為這種用「記憶合金」做的眼鏡片固定絲能利用自身的超彈性逐漸繃緊。

在能源開發利用方面，科學家對「記憶合金」也有期待。他們構想，若把「記憶合金」反覆加熱和冷卻，合金的形狀也會隨之反覆變化，若能利用這種形變來推動機器主軸旋轉，在不消耗煤、油及電力的情況下，也可以讓機器做功。這對面臨能源危機和飽受環境污染煎熬的人類來說，無疑是一個美好的憧憬。

形狀「記憶合金」雖然很年輕，但已廣泛應用在各領域，並展現了美妙的遠景。今後努力的方向應是降低成本、提高產量與增加合金種類。 □

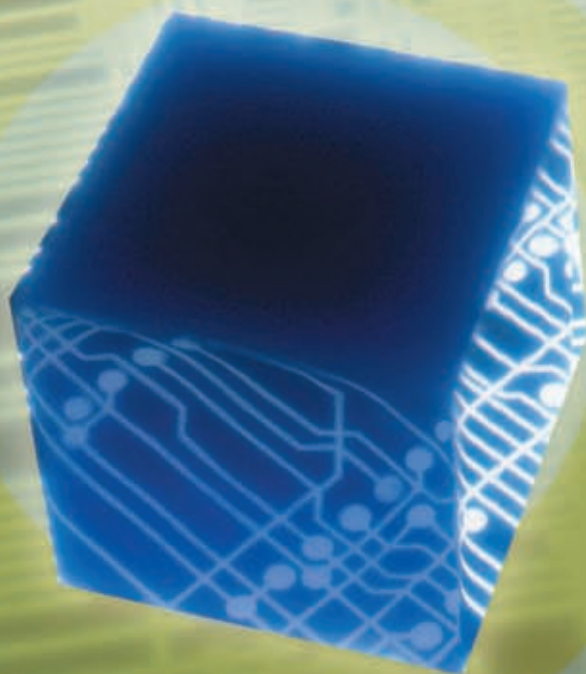
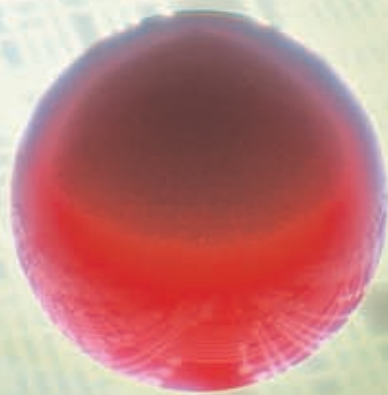
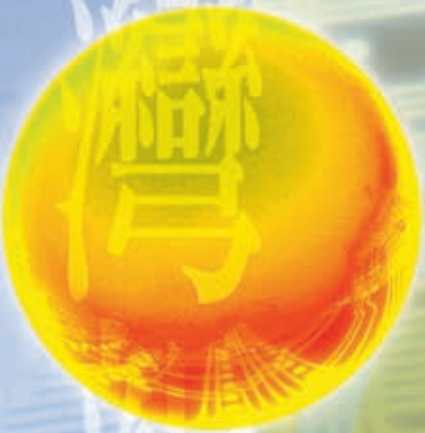


記憶合金做成的超彈性鏡框

蘇明德

嘉義大學應用化學系

台灣  
新發現



# 剛出爐的麵包 最香

好 康 的 報 給 大 家 知

您的國科會研究計畫有新發現要與國人分享嗎？

請洽：國科會科教處編輯科

電話：(02)27377539

傳真：(02)27377248

我們有專人為您撰稿！

有「台灣新發現」專欄為您服務！