

## 最佳「助手」 電子皮膚

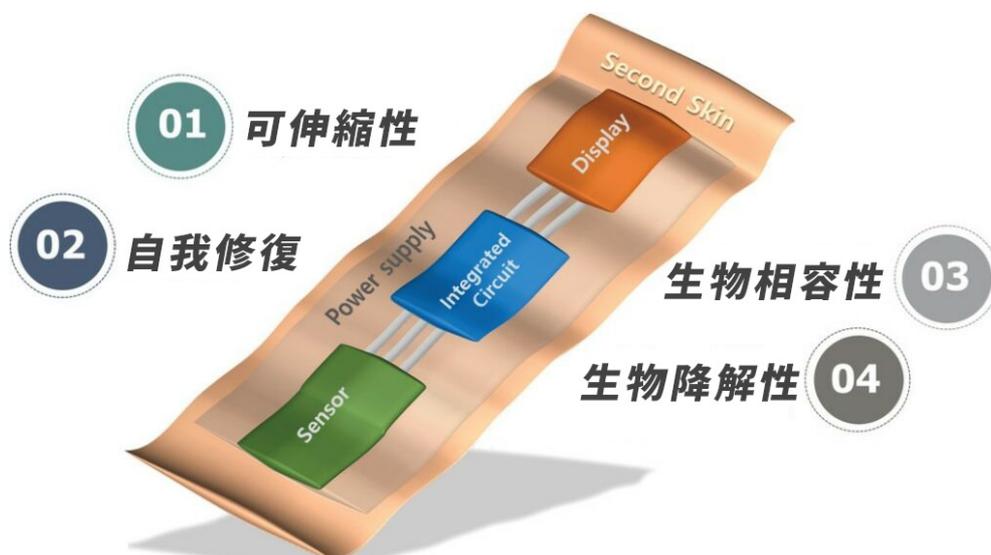
記者 徐曼妮 報導

2021/05/02

人類的皮膚能夠感受冷暖與疼痛，然而這些知覺也許再也不只是人類專有的感受。一項結合材料、化學、電機、生物等等專業領域所研發的電子皮膚技術，不僅讓機器能夠感知觸覺，更有許多廣泛的應用。

### 四大研究重點

科學家們希望實現的系統是讓電子皮膚具有多重模擬狀態感測能力的裝置，該裝置可以模擬出人體皮膚的感知。也就是說，他們的目標是創造出一種有辦法感受到觸覺、振動、溫度和壓力的人造皮膚。



電子皮膚有許多重要的研究方向，以及須要努力研發才能具備的能力與條件。（圖片來源 / [Wiley Online Library](#)）

電子皮膚需要具備什麼條件呢？目前有幾個必備的重要功能成為研究的主要方向。依照上圖的順序，首先就是要參考並模仿出人體的皮膚，找到具可伸縮性（Stretchability）的材料。因為電子皮膚可以用於治療帕金森氏症及癲癇症患者，必須長時間貼在人體身上，要能夠隨著人體的肢體動作伸縮，卻又不能讓使用者感到不適。因此該電子裝置要具備能夠拉長、伸縮的能力，其次是自我修復（Self-Healing）的能力，電子產品能夠自我修復聽起來十分神奇，且難以實

現。如何讓嵌入在其中的電子零件不在拉扯的過程中斷裂或受到破壞，的確是一項挑戰。

科學家研發出能夠自體修復的材料，其背後的原理是利用分子的特性，包括氫鍵以及分子間的作用力，讓斷裂的部分重新修復。這簡單又能重複利用的特性是他們主要研究的方向，因為其作用力並不大，如何加強會是一大課題。接著是生物相容性 (Biocompatibility)，如同先前所述，該產品未來會放入體內或是貼在人類皮膚上，如何使人體不排斥並且兼顧透氣功能十分的重要。最後是生物降解性 (Biodegradability)，意思是對環境友善，使微生物可以分解以達到永續環境的效果。

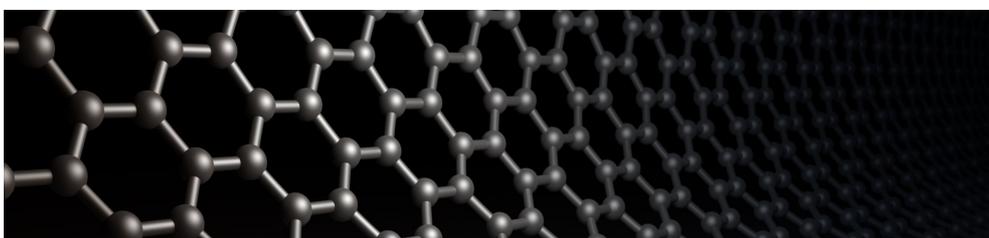
## 肌膚彈性的重要性

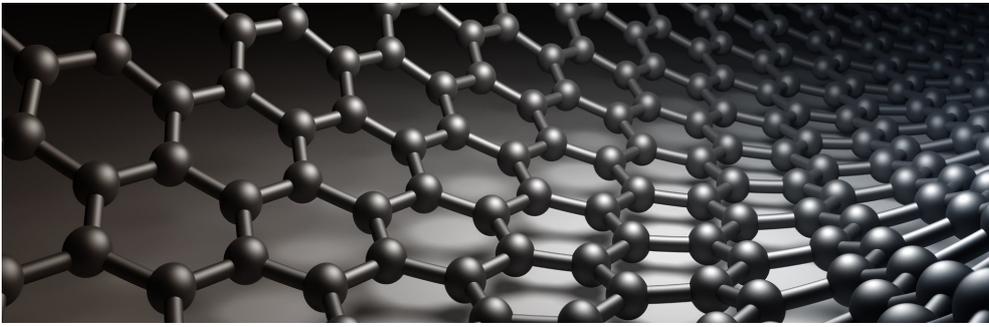
目標看似明確，研究方向也已經清楚列出，然而在研發路上還是遇到許多阻礙。其中最令人頭痛的是使該電子產品具備延展性，其實要做出一般的人造皮膚，具備延展性並不困難，困難的是電子皮膚中會有導電需要的「電極」。當該裝置被伸縮時，會影響電阻值，導致電路無法正常運作，該如何讓電極受到拉扯又能回復電阻值是製作該裝置最困難的地方。然而，隨著時代進步與技術的提升，使其具備伸縮能力的材料出現了。由成均館大學 (Sungkyunkwan University) 電機學系的助教孫東熙 (Donghee Son) 帶領的團隊找到了突破口。

他們利用奈米碳管 (Carbon nanotubes) 以及名為 PDMS-MPU-IU 的半導體聚合物作為該裝置的材料。PDMS-MPU-IU 具有良好的延展性與修復能力，該基質能讓作為電極的奈米碳管跟著一起修復，進而使電阻回到原先的大小，解決了先前的瑕疵。但仍然存在一些待解決的問題，包括若受到太過劇烈的外力衝擊，仍然難以在短時間之內自我修復完畢，以及未具備生物降解性的環保議題。

## 電子產品必然耗電 如何續航

電子皮膚就像手機一樣是隨身電子產品，因此電力的續航力會是一大重點。於是英國的格拉斯哥大學 (University of Glasgow) 電子皮膚研究團隊便提出了一個想法：利用太陽能來為電子皮膚充電、提供能量。2020年底，該團隊將具備內在觸覺感測的自供能量電子皮膚 (Energy Generating Electronic Skin With Intrinsic Tactile Sensing Without Touch Sensors) 發表在《IEEE 機器人學彙刊》上。從論文題目中就可以知道，他們研發出的電子皮膚不需配備觸控感測器，且能夠達到完全能量自給自足。



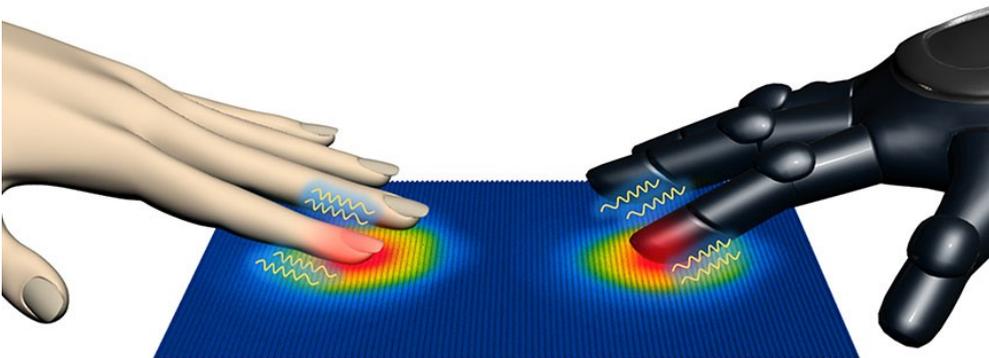


奈米材料石墨烯獨特的結構以及特性非常適合應用在電子皮膚。(圖片來源 / [The Motley Fool](#))

提升電子產品續航力的方法包括開源與節流。研究團隊首先想到節流的方法，也就是降低該裝置的耗電量。他們利用具備高導熱性、高延展性、極薄、高韌度、高透光率的奈米材料——石墨烯來製作感光發電感測器。由於石墨烯特別的二維結構，使它非常的薄卻非常強韌，石墨烯同時也具備自癒能力，再加上巨大的表面積讓他對周圍環境十分敏感，這樣敏銳的感知能力讓面板可以準確且快速地感受到壓力，減少延遲。而石墨烯不僅能快速導電，也因為很薄，所以幾近是透明的，這樣就能夠讓將近百分之百比例的光線穿透，以便進行太陽能充電，石墨烯著實是製作電子皮膚十分理想的材料。

## 皮膚隨時在感受 運算如何處理

德國慕尼黑工業大學 ( Technische Universität München ) 的研究人員伯格納 (Florian Bergner)想要解決大表面積的電子皮膚在處理單次資訊量的侷限性，由於傳統的資訊處理對於裝置的運算效能要求出奇地高，又有許多缺點，包括容易丟失訊號、訊號延遲、高功率耗損等等。有趣的是，其實人類皮膚的感受器並不是時時刻刻向大腦傳送資訊，他們往往是不活動的狀態，直到發生變化或是有非正常狀態才會發送訊號給大腦。伯格納便運用了這個概念，在每一個人造皮膚細胞的系統中添加另一個感測器，用來感測該皮膚細胞接收到的變化是否大到足以回報給處理器，如此便解決了耗費能源的問題。



要製作出與人類觸覺一樣敏銳的電子皮膚需要進行大量運算。(圖片來源 國立交通大學機構典藏系統版權所有 Produced by IR@NCTU)

## 電子皮膚廣泛的應用

電子皮膚除了能夠讓義肢具備觸覺、溫度等等感受能力，幫助使用義肢的人們理解動作，進而恢復對外在事物的真實感受。還可以進軍車輛領域，包括電動車以及主打互動式的車輛，將電子皮膚包覆在車輛外能使該車具有更加好的近距離感測能力，進而更方便感測到正在往車輛接近的行人以及障礙物。也能在工業以及醫療環境照護中實施應用，該裝置可以為這些場合中的各類機器人提供增強的觸碰功能，增進人機互動的安全性以及準確度。電子皮膚彷彿功能更完善、力量升級的人類皮膚，該裝置的進展乃至於活用，都能夠為各領域盡一臂之力。

關鍵字：奈米材料、生醫科技、電子皮膚

縮圖來源：[Unsplash](#)



記者 徐曼妮



編輯 郭揚