



2021「中技社科技獎學金」

2021 CTCI Foundation Science and Technology Scholarship

創意獎學金

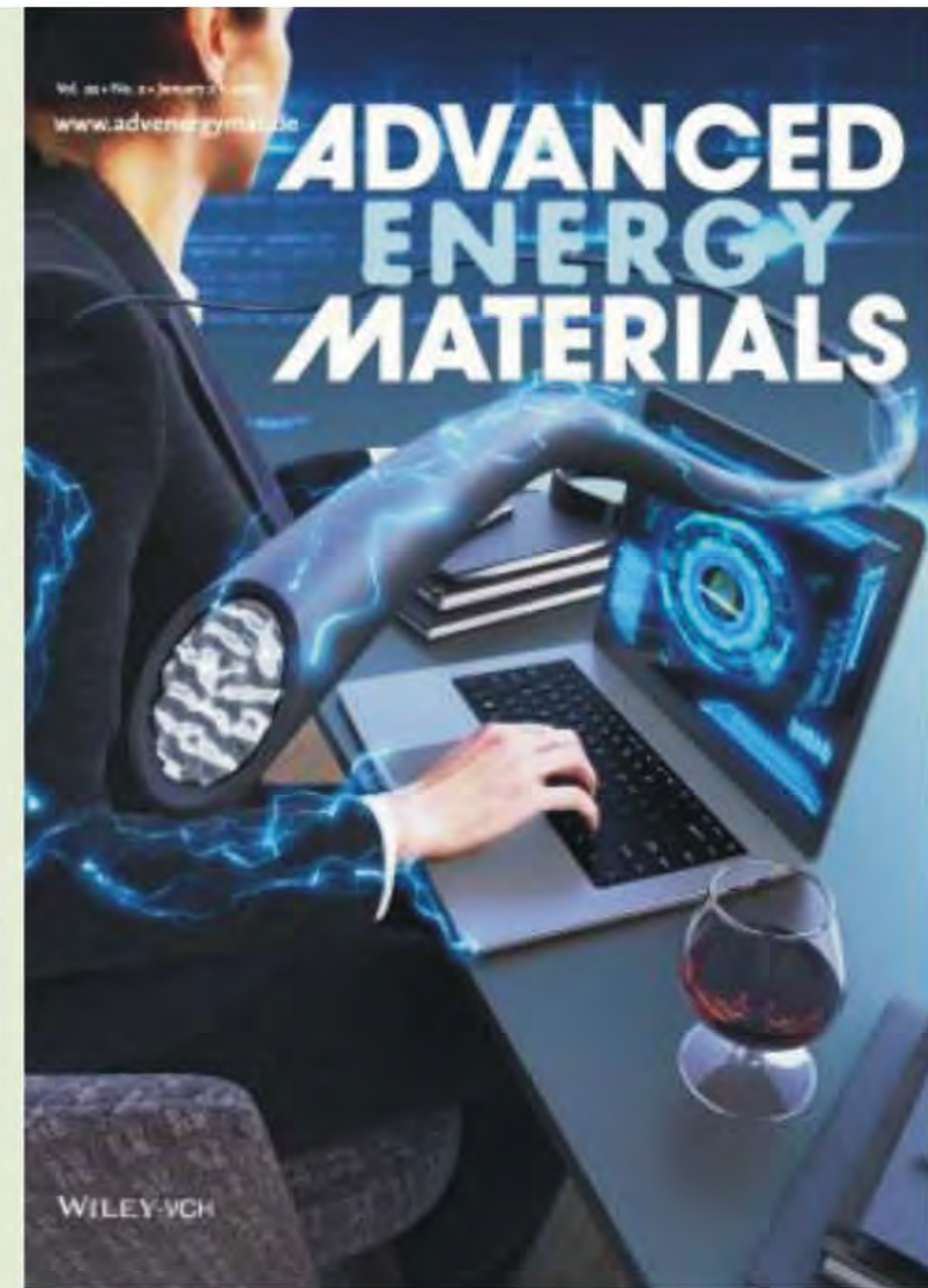
Innovation Scholarship



可收集「環境電磁輻射」與「身體動能」的發電與自驅動感測纖維 Elastic Multifunctional Liquid-Metal Fibers for Harvesting Mechanical and Electromagnetic Energy and as Self-Powered Sensors

盧弘惟 賴盈至

國立中興大學材料科學與工程學系



1. 前言

人類生活隨著科技的進步與發展已相當依賴科技與電子產品，近來可穿戴和軟性的電子產品吸引了世界廣泛的興趣，除了有許多相關研究被提出，也被認為將是廣為普及的未來科技之一，因為它可以極大化地擴展電子產品的應用空間(如:智慧紡織品, 智慧鞋等); 然而電池可以說是軟性可穿戴電子產品所面臨的一大挑戰, 傳統電池除了會有更換頻繁的問題外更無法滿足柔性的穿戴式需求, 若能提出一個自供電的解決方案將為軟性電子的發展再向前邁進一大步。在本次研究中, 我們便提出了世界第一個彈性且多功能的液態金屬纖維, 可以同時擷取人體機械能並收集電器用品所散發出的電磁波, 除了可以將多種能源浪費轉化為電能外, 還可以作為主動式的自供電生物力學感測器

2. 材料與方法- ISLMF 多功能可拉伸液態金屬纖維

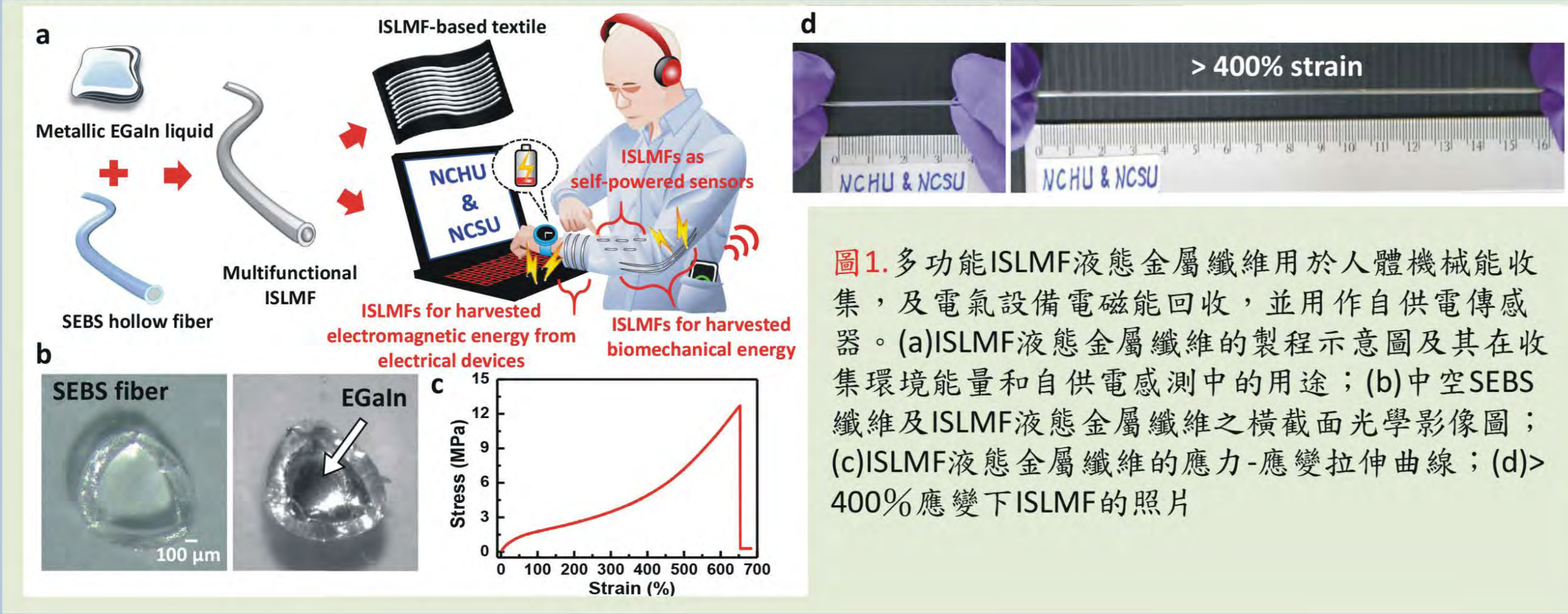
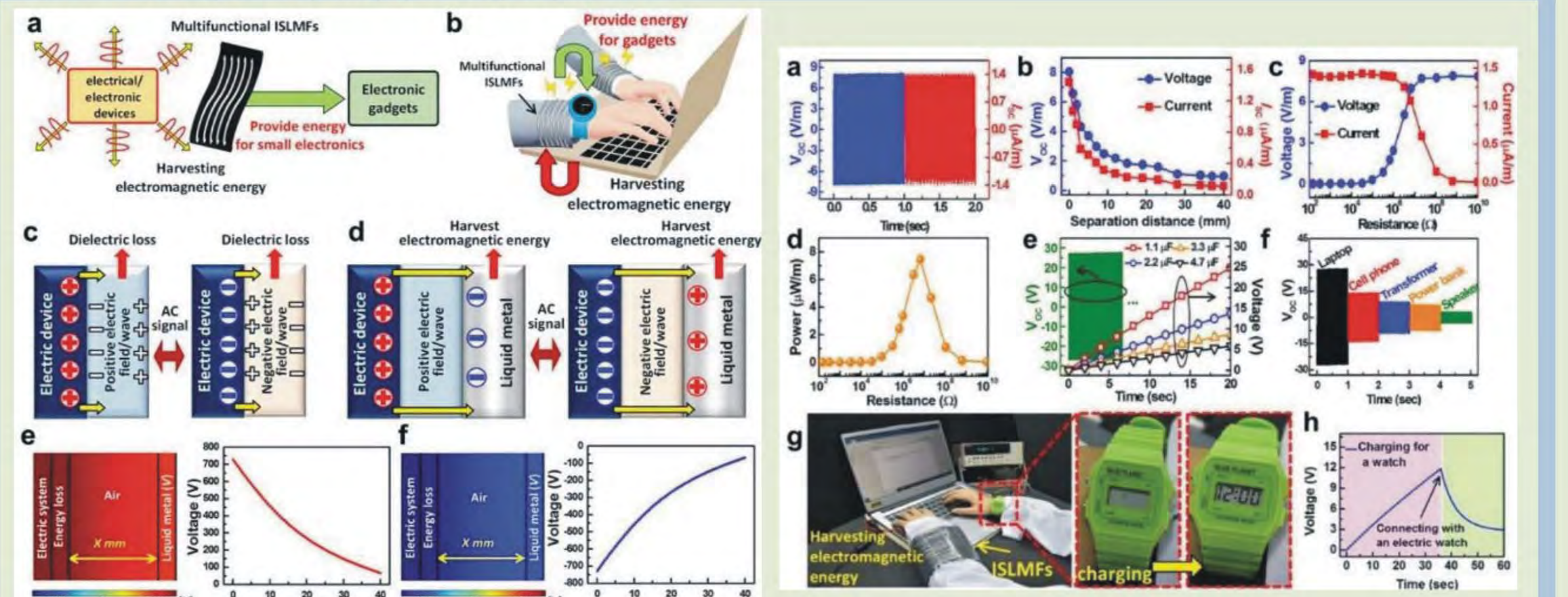


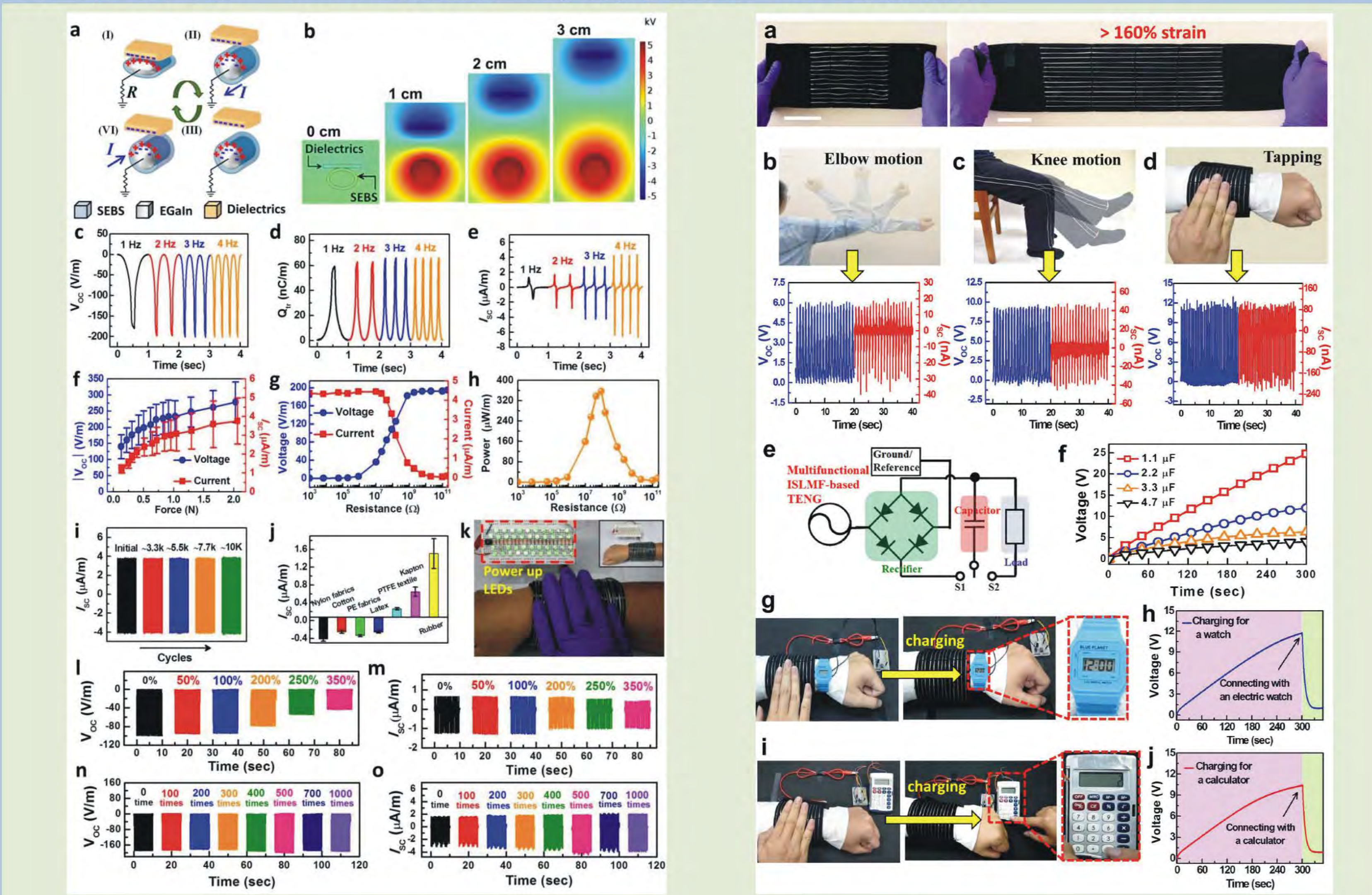
圖1. 多功能ISLMF液態金屬纖維用於人體機械能收集, 及電氣設備電磁能回收, 並用作自供電傳感器。(a) ISLMF液態金屬纖維的製程示意圖及其在收集環境能量和自供電感測中的用途; (b) 中空SEBS纖維及ISLMF液態金屬纖維之橫截面光學影像圖; (c) ISLMF液態金屬纖維的應力-應變拉伸曲線; (d) >400%應變下ISLMF的照片

ISLMF 液態金屬纖維收集電磁能



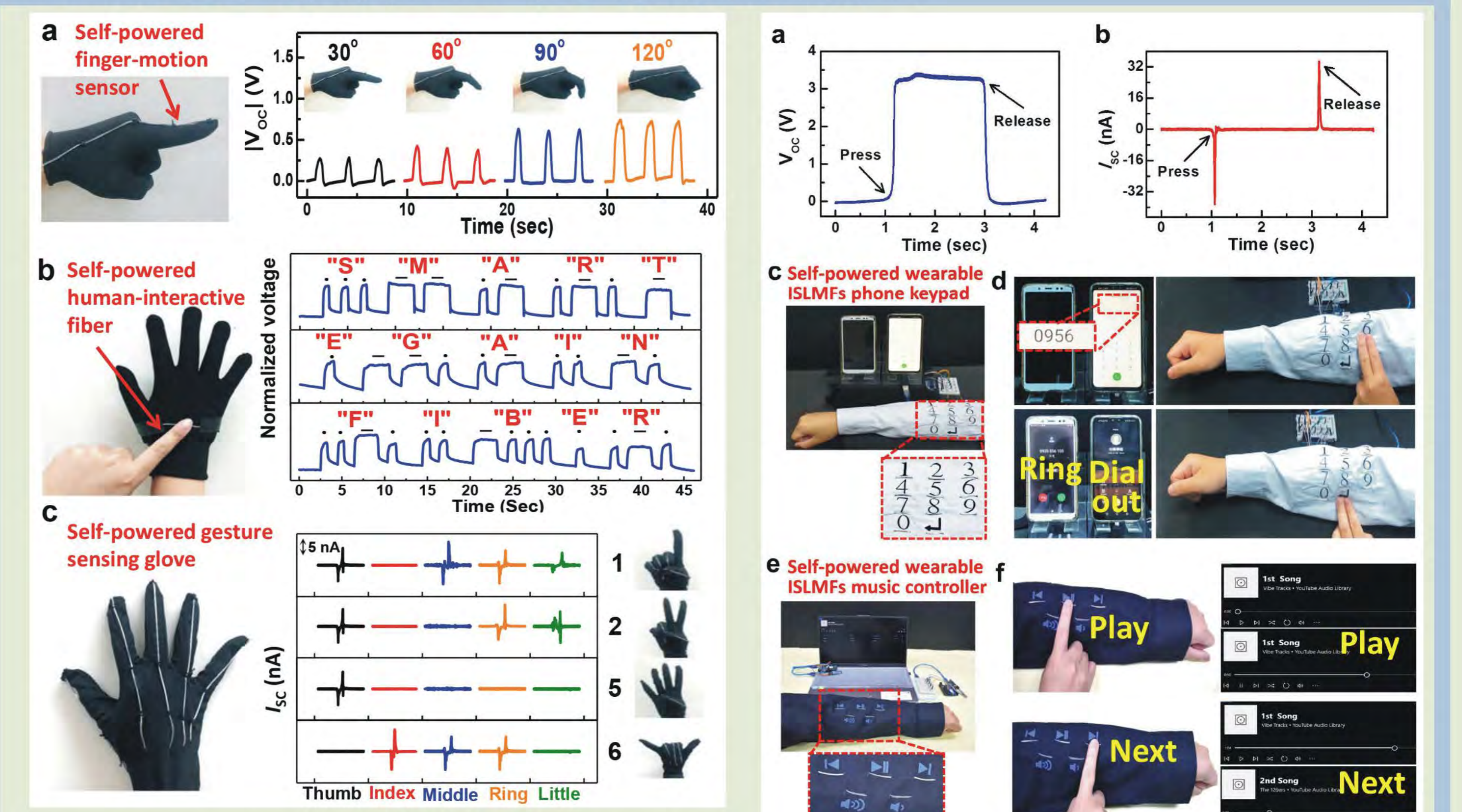
(左)圖4. (a、b) ISLMF液態金屬纖維從環境電器中收集電磁能概念的示意圖; (b)電磁能從周圍將電子產品轉換為可穿戴設備的可用能量的應用; (c)電子元件運作的介電損耗原理示意圖; (d)通過液態金屬擷取電磁能的原理示意圖; (e、f)液態金屬中產生的感應電勢與距離的關係模擬。
(右)圖5. ISLMF液態金屬纖維用於擷取筆電電磁波的響應電壓和電流; (b) ISLMF液態金屬纖維和筆電之間的輸出與距離關係; (c)連接不同大小外部負載的輸出電壓和電流; (d)連接不同大小外部負載的瞬時功率; (e)7.65m ISLMF液態金屬纖維對不同電容大小的充電曲線; (f)收集不同電子設備的介電損耗能量而產生的響應電壓輸出; (g)收集筆電散發出的電磁能來驅動電子手錶; (h)實時充電曲線; (i)收集筆電散發出的電磁能來驅動計算機; (j)實時充電曲線。

3. 研究結果- ISLMF 液態金屬纖維擷取人體機械能



(左)圖2. (a) ISLMF液態金屬纖維收集人體機械能量的工作機制示意圖; (b) ISLMF液態金屬纖維和橡膠接觸分離期間, 在開路條件下的模擬電勢分佈; (c) ISLMF液態金屬纖維和橡膠在1N接觸力下的響應電壓; (d)響應電荷, 以及(e)電流響應; (f)響應電壓及電流在不同接觸力下的輸出關係; (g)連接不同大小外部負載時的響應電壓和電流; (h)連接不同大小外部負載的瞬時功率; (i)10000次循環運作下的電流響應; (j) ISLMF液態金屬纖維與不同材料接觸的電流響應。 (k)輕拍ISLMF液態金屬纖維點亮43個LED之照片; (l) ISLMF液態金屬纖維在不同拉伸應變程度下的響應電壓及(m)電流響應; (n) ISLMF液態金屬纖維在200%反復拉伸應變後的響應電壓及(o)電圖3. 基於ISLMF液態金屬纖維的能源擷取演示。
(右)圖3. (a)基於ISLMF液態金屬纖維的彈性紡織元件照片, 可拉伸>160%; (b-d)上部: 基於ISLMF液態金屬纖維的彈性紡織元件分別從肘部運動、膝部運動及拍打下獲取能量。下部: 分別為肘部運動、膝部運動及拍打下獲得的電壓與電流響應; (e) ISLMF液態金屬纖維用於驅動電子元件的等效電路設計; (f)不同電容大小的充電曲線; (g)展示透過輕拍ISLMF液態金屬纖維驅動電子表運作, 以及(h)實時充電曲線; (i)展示透過輕拍ISLMF液態金屬纖維收集能量來驅計算器, 以及(j)實時充電曲線。

ISLMF 液態金屬纖維用於智慧感測與人機介面



(左)圖6. 各種可穿戴式自供電傳感應用中的多功能ISLMF。(a)左: 將ISLMF演示為自驅動手指運動傳感器; 右: 手指彎曲到不同角度時的實時輸出; (b)左: 將ISLMF演示為自供電的人機界面。右: 用手指觸摸ISLMF生成的摩斯密碼, 表示短語“SMART EGAIN FIBER”; (c)左: ISLMF示範作為自供電的手勢感應手套。右: 代表“1”, “2”, “5”和“6”的數字的不同手勢的輸出電流。
(右)圖7. 多功能ISLMF液態金屬纖維作為各種自供電穿戴的人機界面。(a)按壓ISLMF的響應電壓; (b)按壓ISLMF的電流響應; (c、d) ISLMF液態金屬纖維演示自供電可穿戴電話鍵盤; (e、f)以ISLMF液態金屬纖維演示使用自供電可穿戴音樂控制器

4. 結論:

本次研究我們提出了世界第一個可以同時擷取人體機械能及電器用品所散發出之電磁波的彈性且多功能的液態金屬纖維, 不但可以將多種能源浪費轉化為電能, 還可以作為多種主動式的自供電生物力學感測器, 我們所提出的自供電解決方案打破了過去機械能擷取的單一發電方式, 讓使用者即使在靜止或休息時也可以有效地擷取周遭電器用品所散發出的電磁能並進一步驅動簡易的電子元件運作, 也使穿戴性電子領域的發展能再向前邁進一大步。