



國立中興大學  
National Chung Hsing University

NCHU

## 材料科學與工程學系簡介

林佳鋒 系主任/教授

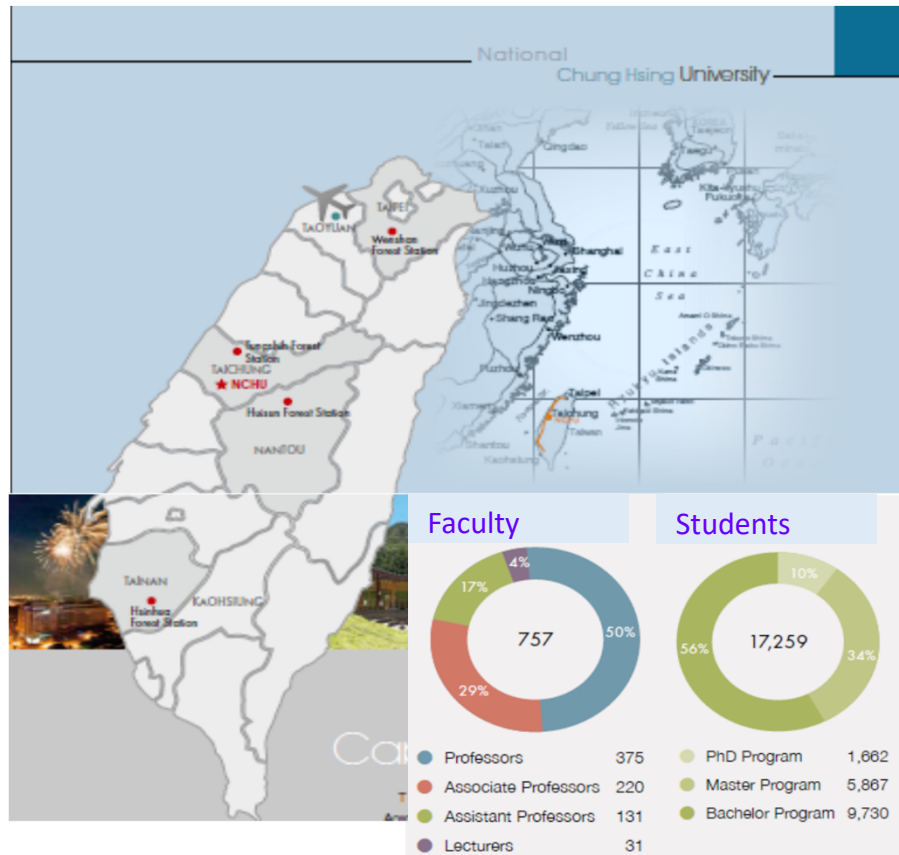
國立中興大學 材料科學與工程學系



However, the department became an independent school again in 1943, and was moved to Taichung.

[www.nchu.edu.tw](http://www.nchu.edu.tw)

# 國立中興大學-定位



- A research-led comprehensive university in Taichung, Taiwan.
- The best university in central Taiwan.



年	事跡
<u>1919年</u>	「農林專門學校」として臺灣總督府により開校
<u>1928年</u>	臺北帝國大學(現在の國立臺灣大學)の「附屬農林專門部」に改編
<u>1943年</u>	台中市に移転し、「台中農林專科學校」と改稱
<u>1946年</u>	「臺灣省立農學院」と改編
<u>1961年</u>	「臺灣省立中興大學」と改編
<u>1971年</u>	「國立臺灣中興大學」と改稱

# 校園景色



# 校園景色



惠蓀林場



新化林場



# 國立中興大學與學術、產業連結

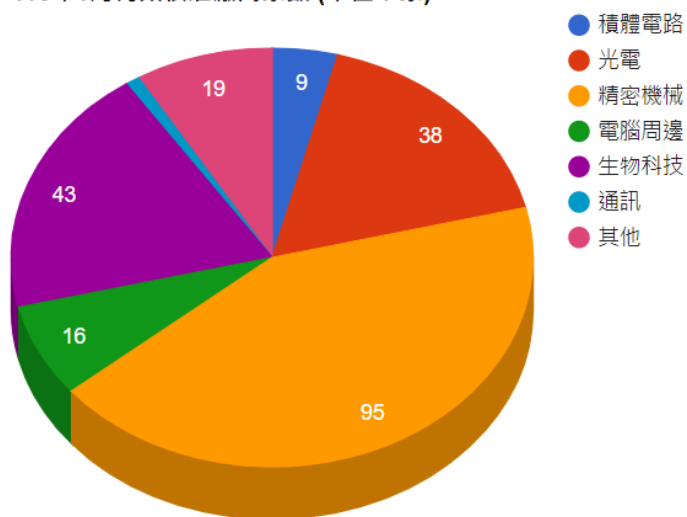
- ▶ 中興大學長久致力於協助中部產業，服務產官學研各界，積極營造有利產學合作的環境及強化產學鏈結。
- ▶ 透過教學、產學研究、學生企業實習、與學塾企業導師、產業預聘，建立學用無縫接軌平台。

市政府、中部科學園區、工業區、協會、政府單位



國立中興大學

110年1月有效核准廠商家數 (單位：家)



相輔相成

財團法人塑膠工業技術發展中心  
財團法人精密機械研究發展中心(PMC)  
工業技術研究院產業服務中心台中辦公室  
中部金屬工業研究發展中心

## 中部科學園區大學分佈

### 台中園區

中興大學、中國醫、中山醫、中教大、中臺科大、弘光科大、亞洲大學、東海大學、修平科大、逢甲大學、朝陽科大、勤益科大、僑光科大、嶺東科大、靜宜大學、臺中科大、臺體大、亞洲大學

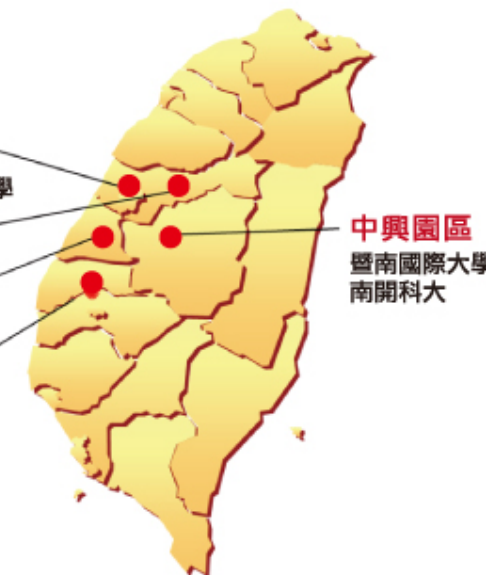
### 后里園區

### 二林園區

彰師大、大葉大學、明道大學、建國科大、中洲科大

### 虎尾園區

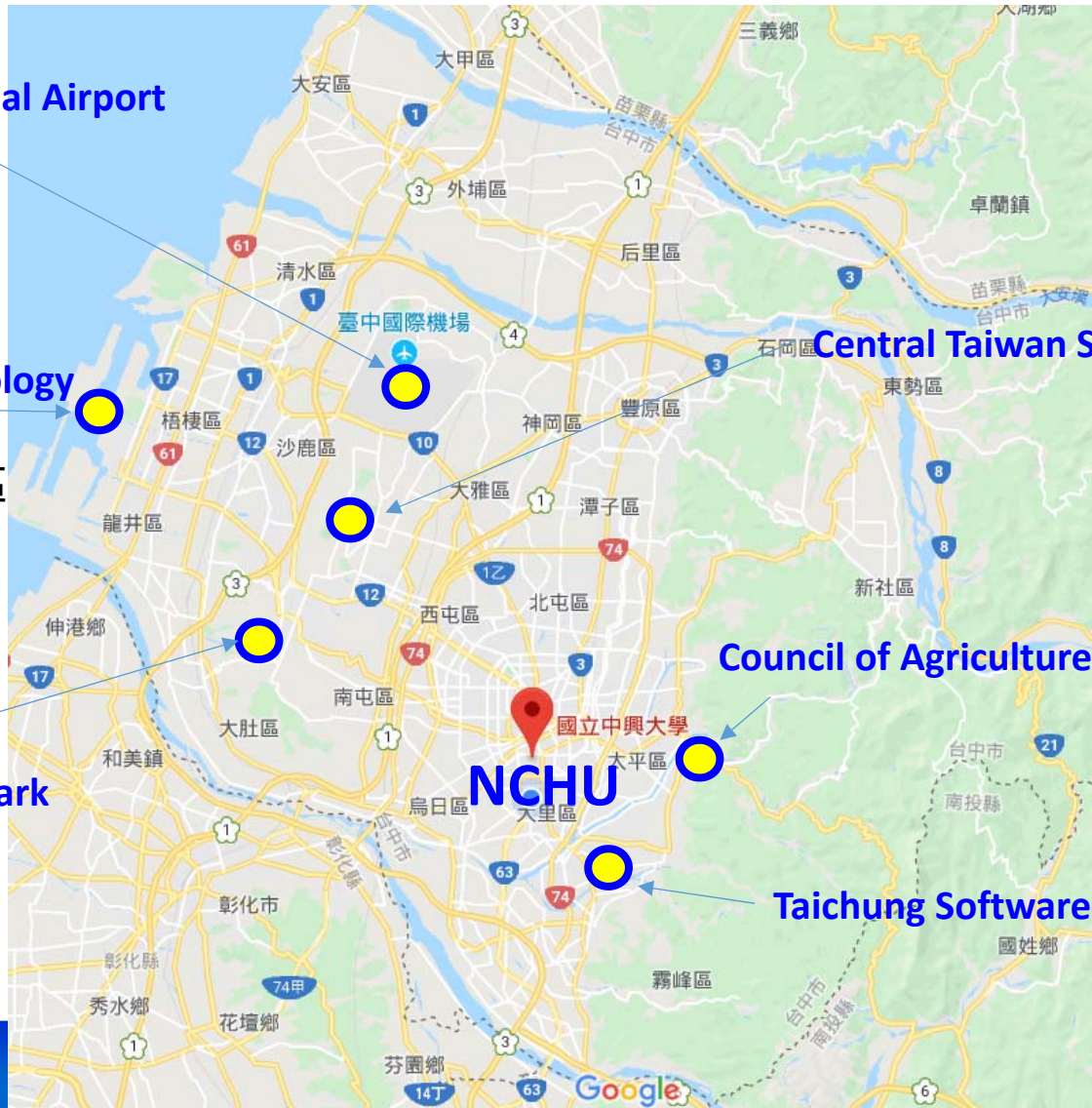
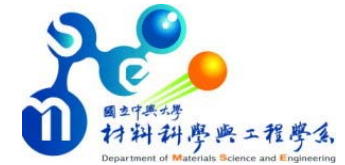
虎尾科大、雲科大、環球科大、中正大學、嘉義大學



110年1月有效核准廠商家數 (單位：家)

積體電路	光電	精密機械	電腦周邊	生物科技	通訊	其他	總計
9	38	95	16	43	2	19	222

# 地理位置：中興大學 ↔ 科學園區



**Taichung International Airport**  
台中國際機場

**Taichung Port Technology Industrial Park**  
臺中港科技產業園區

**Taichung Industrial Park**  
Precision Machinery  
臺中工業區  
智慧機械聚落、光谷

**中部科學園區**

**Central Taiwan Science Park**

Integrated Circuits  
Precision Machinery  
Biotechnology  
Optoelectronics  
Green Energy

**Council of Agriculture, Executive Yuan**  
Agriculture

**Taichung Software Park** 台中軟體園區  
大里工業區

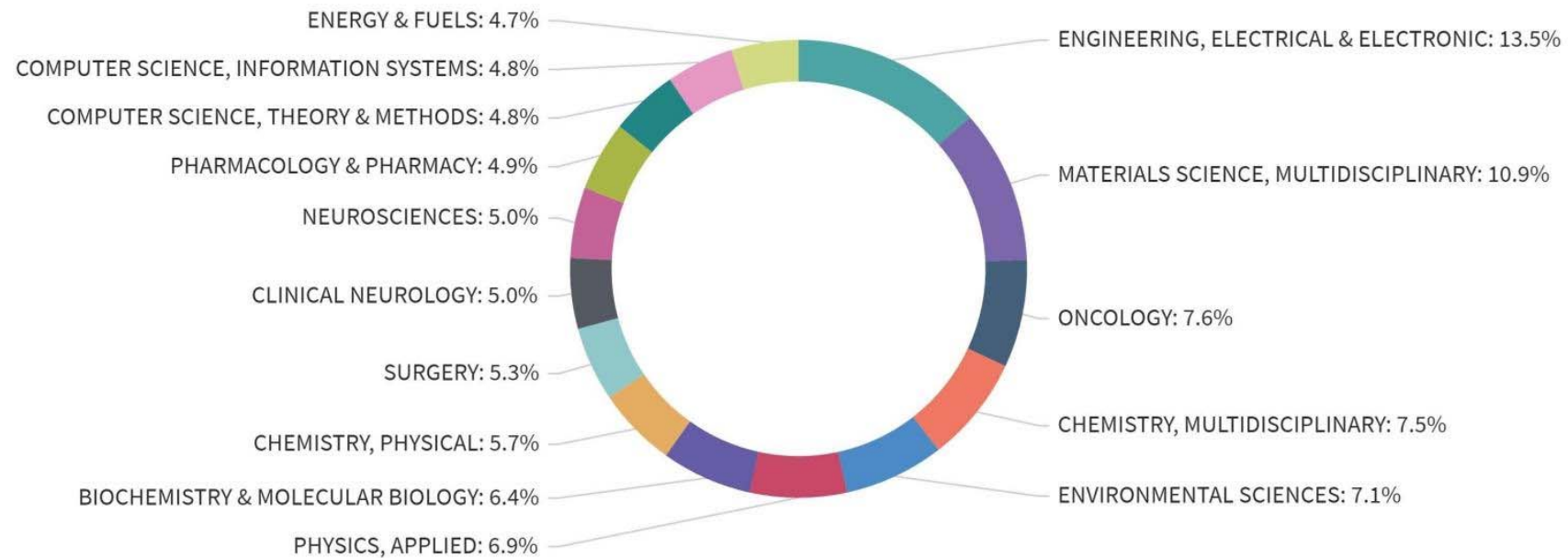
# 中興材料系-地理位置



進中興大學後  
碰到的第一個系

# 材料領域與世界學術潮流之趨勢

- 透過Web of science數據資料庫檢索2017-2021年全球學術論文發表趨勢，材料領域涵蓋材料科學、電子/元件、化學、物理、環工、能源領域，占全球論文發表總數56.3%，
- 材料科學占10.9%，在15個領域中排名第二，與世界學術潮流趨勢有高度匹配性。



Web of science數據資料庫檢索2017-2021年全球學術論文發表趨勢

# 師資介紹 - 講座教授



杜經寧院士

Prof. King-Ning Tu

電子及能源講座教授

專長：金屬-矽反應、  
焊料反應、奈米線點  
接觸反應、界面反應  
動力學。



劉炯權教授

Prof. Chung-Chiun Liu

生醫能源講座教授

專長：  
電化學、化學感應器、  
生物感應器、燃料電池。



施漢章教授

Prof. Han-Chang Shih

奈米科技特約講座教授

專長：  
奈米材料與元件、電漿  
製程技術、超硬質鍍膜、  
蝕刻技術。



李正中教授

Prof. Cheng-Chung Lee

光學薄膜講座教授

專長：薄膜光學、真空  
技術、光學薄膜之製鍍  
及測試、干涉光學、光  
學工程、色彩相關之鍍膜

# 師資介紹 - 專任教授



**顏秀崗 教授**

Prof. Shiw-Kang Yen

國立清華大學博士

專長：生醫材料、薄膜鋰電池、RYGB螢光薄膜、電解沉積陶瓷薄膜、腐蝕工程、氫脆。



**吳威德 教授兼金屬研究中心主任**

Prof. Weite Wu

美國伊利諾大學博士

專長：  
奈米金屬、材料接合、複合材料、金屬材料、新材料開發。



**薛富盛 教授/本校校長**

Prof. Fuh-Sheng Shieu

美國康乃爾大學博士

專長：  
電子顯微鏡、奈米技術、顯示器材料、薄膜技術、燃料電池。



**武東星 教授(合聘教授，國立暨南大學校長)**

Prof. Dong-Sing Wu

國立中山大學博士

專長：  
半導體元件、固態照明、太陽光電技術、影像顯示技術。



**呂福興 教授**

Prof. Fu-Hsing Lu

美國康乃爾大學博士

專長：  
氧化與擴散、陶瓷材料、奈米表面工程、材料缺陷。



**吳宗明 教授**

Prof. Tzong-Ming Wu

美國凱斯西儲大學博士

專長：  
生物可分解高分子、導電高分子、仿生材料、智慧型材料、奈米碳管、微結構分析。

# 師資介紹 - 專任教授



**汪俊延 教授**

Prof. Jun-Yen Uan

國立成功大學博士

專長：

LDH層狀雙層氫氧化物新穎製備法與應用、材料環保製程、超高強度鋁鎂合金開發。



**薛顯宗 教授(退休，兼任教授)**

Prof. Sham-Tsong Shiue

國立清華大學博士

專長：

光纖材料、光電材料、材料機械性質、鍍膜技術。



**曾文甲 教授**

Prof. Wenjea J. Tseng

美國羅徹斯特大學博士

專長：

奈米懸浮體分散及流變行為、微元件快速原形製作、介觀多孔材料。



**林佳鋒 教授/系主任**

Prof. Chia-Feng Lin

國立交通大學博士

專長：

高效率光電化合物半導體、奈米量子發光元件製程技術、光輔助電化學技術、液晶光學顯示技術。



**林克偉 教授**

Prof. Ko-Wei Lin

美國紐約州立大學石溪分校博士

專長：奈米磁記錄媒體、磁性薄膜、離子束濺鍍蝕刻技術、表面科學、高真空技術。



**蔡佳霖 教授**

Prof. Jai-Lin Tsai

國立清華大學博士

專長：磁性材料、薄膜工程、機械合金製程、掃描探針顯微術、電子束微影。

# 師資介紹 - 專任教授



**張立信 副教授**

Prof. Li-Shin Chang

德國司徒加特大學博士

專長：

晶界偏析、表面化學分析、磁控濺鍍、熱電材料、界面反應。



**宋振銘 教授兼研發長**

Prof. Jenn-Ming Song

國立成功大學博士

專長：先進導線材料、微電子構裝製程、奈米材料合成與應用。



**許薰丰 副教授**

Prof. Hsun-Feng Hsu

國立清華大學博士

專長：奈米材料、半導體薄膜、掃描探針顯微術、同步輻射表面分析、電子顯微鏡。



**蔡銘洪 教授**

Prof. Ming-Hung Tsai

國立清華大學博士

專長：高熵合金設計與開發、金屬材料結構與缺陷分析、機械性質與變形行為、相變化。



**薛涵宇 副教授**

Prof. Han-Yu Hsueh

國立清華大學博士

專長：軟物質自組裝與應用，材料化學，界面工程，仿生材料。



**賴盈至 教授**

Prof. LAI, Ying-Chih

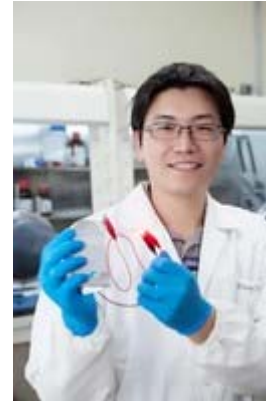
國立台灣大學博士

專長：半導體、軟性電子元件與系統、能源擷取元件、電子皮膚、軟性機器人、自供電感測與系統

# 師資介紹 - 專任教授



**劉恒睿 助理教授**  
Prof. Heng-Jui Liu  
國立清華大學博士  
專長：強關聯電子薄膜材料、  
多功能性氧化物奈米介晶系統、  
低微度氧化物磊晶材料



**林孟昌 副教授**  
Prof. Meng-Chang Lin  
國立中興大學博士  
專長：金屬離子電池、  
氫能技術、原位界面反應

# 師資介紹 - 兼任教師/業界兼任教師



**薛康琳 兼任副教授**  
Prof. Kan-Lin Hsueh  
美國克拉克遜大學博士  
任職：國立聯合大學理工學院院長  
專長：燃料電池、電化學系統模擬、電鍍、儲能電池。



**廖文毅 兼任助理教授**  
Prof. Wen-Yih Liao  
國立清華大學博士  
專長：  
太陽光電技術、光資訊儲存技術、薄膜工程、磁性材料、螢光奈米材料。



**江東昇 博士**  
業界專案兼任副教授  
國立成功大學博士  
任職：矽品精密工業股份有限公司  
專長：積體電路封裝製造



**高森田 博士**  
業界專案兼任教授  
國立成功大學博士  
任職：高鋁雷射技術公司  
專長：鋁合金冶金學

- ◎ 82年(1993) 研究所碩士班
- ◎ 85年(1996) 博士班
- ◎ 89年(2000) 大學部
- ◎ 94年(2005) 碩士在職專班
- ◎ 95年(2006) 碩士推廣教育學分班
- ◎ 96年(2007) 更名為材料科學與工程學系

# 材料科學與工程學系現況



在校學生人數約		畢業系友人數	
大學部	236	大學部	560
碩士班	133	碩士生	588
碩士在職專班	125	碩士在職專班	120
博士班	41	博士生	100
<b>小計</b>	<b>535</b>	<b>小計</b>	<b>1,368</b>
教師人數		行政人員	
專任教師	19	助教/行政助理	1/1
兼任教師	4	技士	1
<b>小計</b>	<b>23</b>	<b>小計</b>	<b>3</b>

# 教育目標

## (Educational Objectives)

- 一、提供材料性質、製程與應用及跨領域知識與訓練
- 二、培育具獨立思考、創新與實作能力之材料科技人才
- 三、培養團隊合作精神與溝通協調整合能力
- 四、建立多元價值與國際觀
- 五、強化綠色材料科技教育

## 材料系教育 - 核心能力

- A. 運用數學、科學及材料工程知識能力。
- B. 設計與執行材料實驗及分析數據之能力。
- C. 執行材料工程實務所需之技術與能力。
- D. 製程整合及元件實作之能力。
- E. 溝通協調之能力與團隊合作之精神。
- F. 獨立思考、解決問題、終身學習之習慣與能力。
- G. 培養國際觀及認識綠色材料對全球環境的影響。
- H. 瞭解材料工程人員的社會責任與專業倫理。

本學系未來發展方向將朝下述兩項重點領域，以建立一具有區域特色並符合國家發展需求之完整材料系。

- **材料製程**：以各種製程及加工技術在材料科技之應用。包含奈米技術、半導體磊晶、微機電、電漿製程、厚膜、薄膜、金屬加工、表面工程技術和材料接合技術。
- **功能材料**：研發具有特殊物理與化學特性之材料。包含奈米材料、能源材料(太陽電池、燃料電池)、金屬材料、光電材料(顯示器與發光二極體)、高分子材料、電子及半導體材料、陶瓷材料、生醫材料、感測材料、光儲存材料和高溫材料。

# 由週期表出發 - 走向各種材料應用

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																					
1	1 H 氫 1.008	序號 符號 名稱 重量																	2 He 氦 4.0026																																				
2	3 Li 鋰 6.94	4 Be 鈹 9.0122	<table border="1"> <tr> <td colspan="10">金屬</td> <td>類金屬</td> <td colspan="2">非金屬</td> </tr> <tr> <td>鹼金屬</td> <td>鹼土金屬</td> <td colspan="2">鋼系元素</td> <td>過渡金屬</td> <td>貧金屬</td> <td rowspan="2">類金屬</td> <td rowspan="2">活潑非金屬</td> <td rowspan="2">稀有氣體</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">鋼系元素</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>															金屬										類金屬	非金屬		鹼金屬	鹼土金屬	鋼系元素		過渡金屬	貧金屬	類金屬	活潑非金屬	稀有氣體						鋼系元素					5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007	8 O 氧 15.999	9 F 氟 18.998	10 Ne 氖 20.180
金屬										類金屬	非金屬																																												
鹼金屬	鹼土金屬	鋼系元素		過渡金屬	貧金屬	類金屬	活潑非金屬	稀有氣體																																															
		鋼系元素																																																					
3	11 Na 鈉 22.990	12 Mg 鎂 24.305	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>固體</td> </tr> <tr> <td>Hg</td> <td>液體</td> </tr> <tr> <td>H</td> <td>氣體</td> </tr> <tr> <td>Rf</td> <td>未知</td> </tr> </table>															C	固體	Hg	液體	H	氣體	Rf	未知	13 Al 鋁 26.982	14 Si 矽 28.085	15 P 磷 30.974	16 S 硫 32.06	17 Cl 氯 35.45	18 Ar 氬 39.948																								
C	固體																																																						
Hg	液體																																																						
H	氣體																																																						
Rf	未知																																																						
4	19 K 鉀 39.098	20 Ca 鈣 40.078	21 Sc 鈦 44.956	22 Ti 鈦 47.867	23 V 釩 50.942	24 Cr 鉻 51.996	25 Mn 錳 54.938	26 Fe 鐵 55.845	27 Co 鈷 58.933	28 Ni 鎳 58.693	29 Cu 銅 63.546	30 Zn 鋅 65.38	31 Ga 鎵 69.723	32 Ge 鍺 72.630	33 As 砷 74.922	34 Se 硒 78.971	35 Br 溴 79.904	36 Kr 氪 83.798																																					
5	37 Rb 銣 85.468	38 Sr 銻 87.62	39 Y 鈾 88.906	40 Zr 鋯 91.224	41 Nb 鈮 92.906	42 Mo 鉬 95.95	43 Tc 錳 (98)	44 Ru 鈷 101.07	45 Rh 銲 102.91	46 Pd 鈀 106.42	47 Ag 銀 107.87	48 Cd 鎘 112.41	49 In 銦 114.82	50 Sn 錫 118.71	51 Sb 銻 121.76	52 Te 碲 127.60	53 I 碘 126.90	54 Xe 氙 131.29																																					
6	55 Cs 銫 132.91	56 Ba 鋇 137.33	57-71	72 Hf 鈷 178.49	73 Ta 鉭 180.95	74 W 鎨 183.84	75 Re 鐳 186.21	76 Os 銱 190.23	77 Ir 銱 192.22	78 Pt 鉑 195.08	79 Au 金 196.97	80 Hg 汞 200.59	81 Tl 鉍 204.38	82 Pb 鉛 207.2	83 Bi 鉍 208.98	84 Po 釷 (209)	85 At 砒 (210)	86 Rn 氡 (222)																																					
7	87 Fr 釷 (223)	88 Ra 鐳 (226)	89-103	104 Rf 釷 (267)	105 Db 鉭 (268)	106 Sg 鐳 (269)	107 Bh 鉍 (270)	108 Hs 銱 (277)	109 Mt 錳 (278)	110 Ds 銱 (281)	111 Rg 銱 (282)	112 Cn 鎢 (285)	113 Nh 鉍 (286)	114 Fl 鈷 (289)	115 Mc 鎢 (290)	116 Lv 鉍 (293)	117 Ts 鉍 (294)	118 Og 鉍 (294)																																					
對沒有穩定同位素的元素，其同位素中半衰期最長的重量的在括號中標示。																																																							
			6	57 La 鐳 138.91	58 Ce 鈾 140.12	59 Pr 鐳 140.91	60 Nd 釷 144.24	61 Pm 鉕 (145)	62 Sm 釷 150.36	63 Eu 鈾 151.96	64 Gd 鈾 157.25	65 Tb 鉕 158.93	66 Dy 鐳 162.50	67 Ho 鈾 164.93	68 Er 鉕 167.26	69 Tm 鈾 168.93	70 Yb 鉕 173.05	71 Lu 鐳 174.97																																					
			7	89 Ac 釷 (227)	90 Th 釷 232.04	91 Pa 鐳 231.04	92 U 鈾 238.03	93 Np 釷 (237)	94 Pu 鈾 (244)	95 Am 鈾 (243)	96 Cm 鈾 (247)	97 Bk 鉕 (247)	98 Cf 鈾 (251)	99 Es 鐳 (252)	100 Fm 鈾 (257)	101 Md 鈾 (258)	102 No 鈾 (259)	103 Lr 鉕 (266)																																					

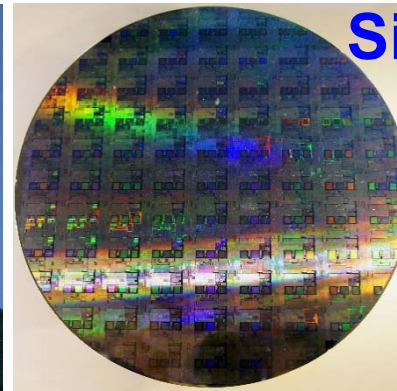
# 由週期表出發 - 走向各種材料應用

## 4A 元素 最具“錢”景

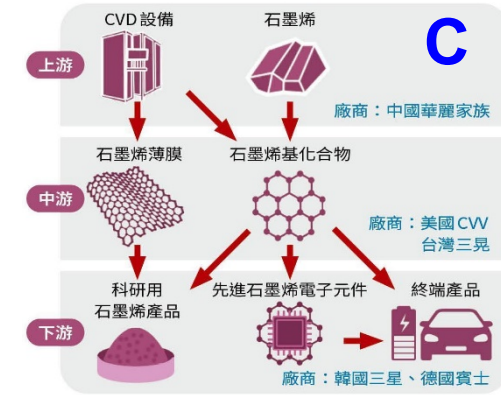
3A	4A	5A
5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007
13 Al 鋁 26.982	14 Si 矽 28.085	15 P 磷 30.974
31 Ga 鎵 69.723	32 Ge 鍮 72.630	33 As 砷 74.922
49 In 銦 114.82	50 Sn 錫 118.71	51 Sb 銻 121.76



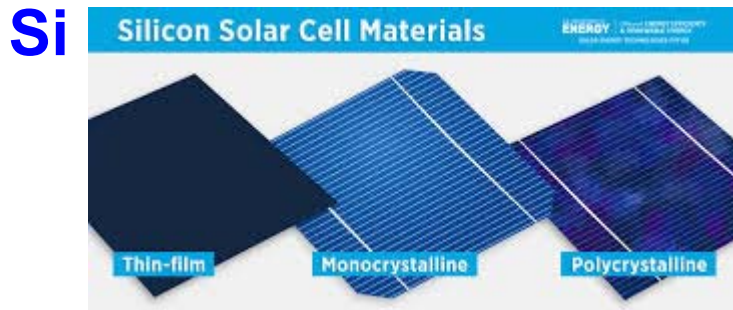
**First transistor**  
John Bardeen, William Shockley and Walter Brattain at Bell Labs, 1948



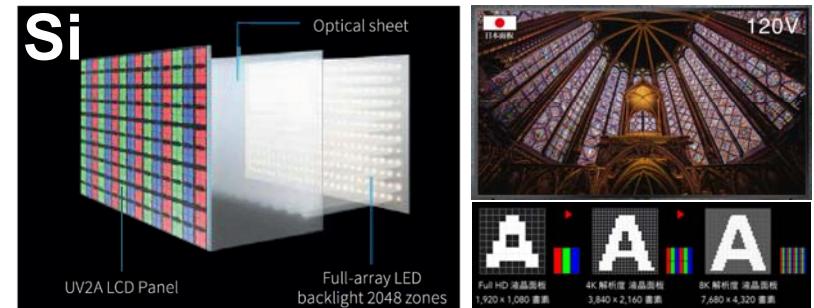
**12 吋 矽晶圓片**  
台灣積體電路製造  
護國神山  
2022



**石墨烯材料(Graphene)**  
高效能電子元件  
英國劍橋大學Paragraf 公司  
2022.10.03



太陽能電池 (矽薄膜、單晶矽、多晶矽)

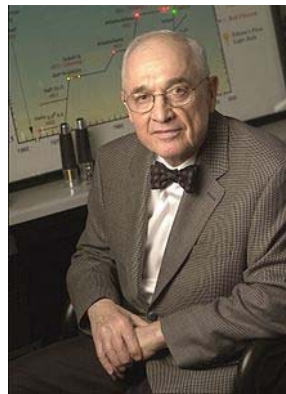


液晶顯示器 (非晶矽、多晶矽薄膜電晶體)

# 由週期表出發 - 走向各種材料應用

## 3A-5A 元素聯手最吸“金”

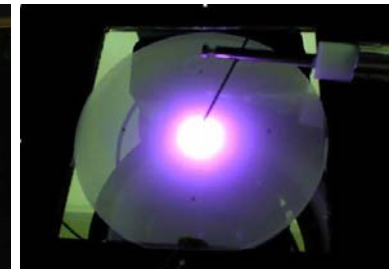
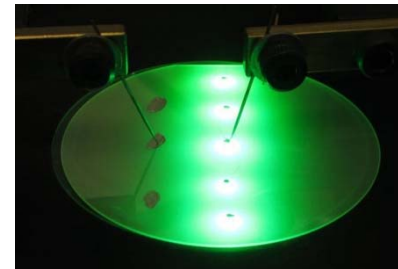
3A	4A	5A
5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007
13 Al 鋁 26.982	14 Si 矽 28.085	15 P 磷 30.974
31 Ga 鎵 69.723	32 Ge 鍺 72.630	33 As 砷 74.922
49 In 銦 114.82	50 Sn 錫 118.71	51 Sb 銻 121.76



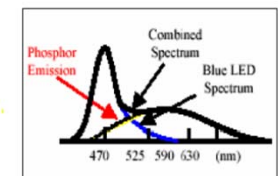
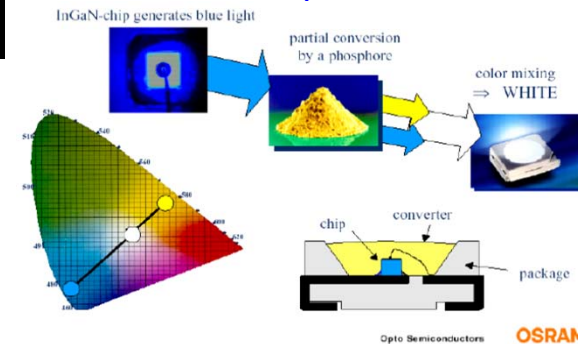
**Inventing red LED**  
Nick Holonyak Jr.  
Illinois, 1962



**GaAs**



**InGaN Green and Blue LED**  
(氮化銦鎵綠光、藍光LED)



**白光LED**

## The Nobel Prize in Physics 2014

### GaN



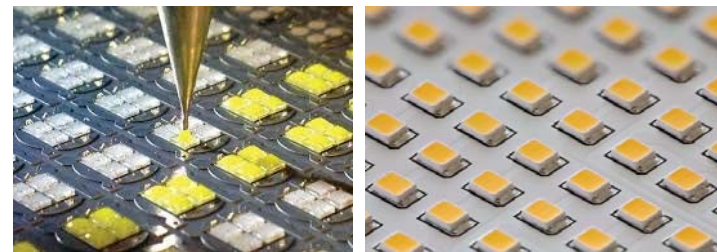
© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud  
Isamu Akasaki



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud  
Hiroshi Amano



© Nobel Media AB. Photo: A. Mahmoud  
Shuji Nakamura

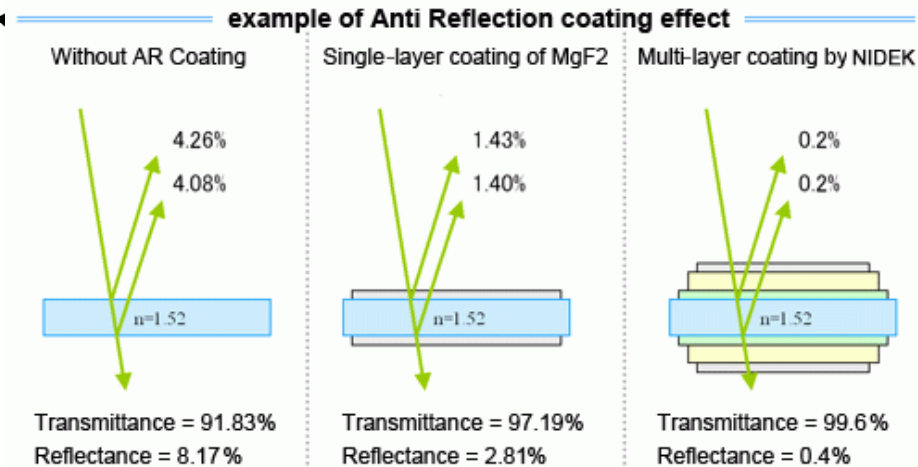
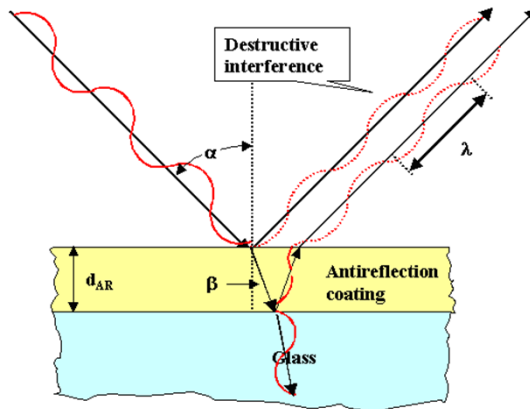


**GaN氮化鎵  
極速智能充電器**

# 由材料光學折射率進入光電產業

玻璃( $n=1.52$ ) 反射率=8.17% 鍍上低折射率 $MgF_2$  ( $n=1.41$ ) 反射率=2.81%

$$R = \left[ \frac{(n - n_0)}{(n + n_0)} \right]^2$$

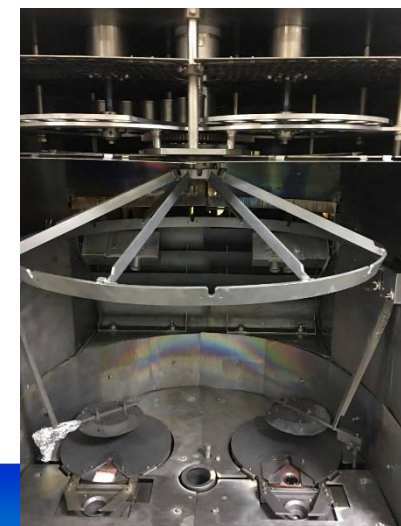
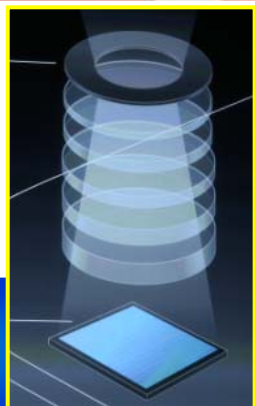


鍍抗反射光學膜



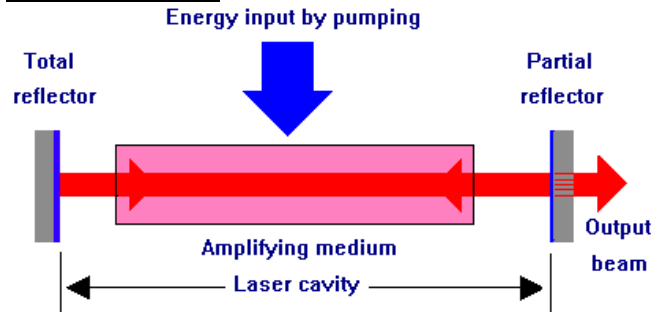
手機鏡頭-抗反射膜  
(台中-大立光-iphone 供應商)

大立光電捐贈中興大學-光學鍍膜機



# 由材料光學折射率進入光電產業

## 共振腔結構



## 布拉格反射鏡 (DBR, 10對TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub>=2.5/1.5)

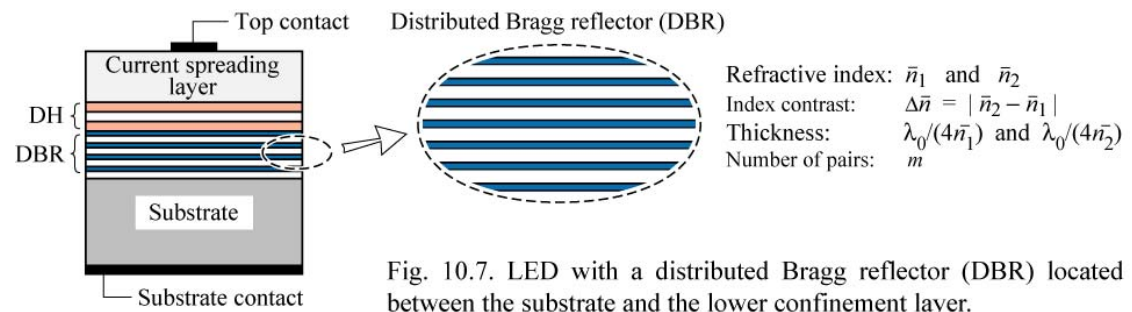
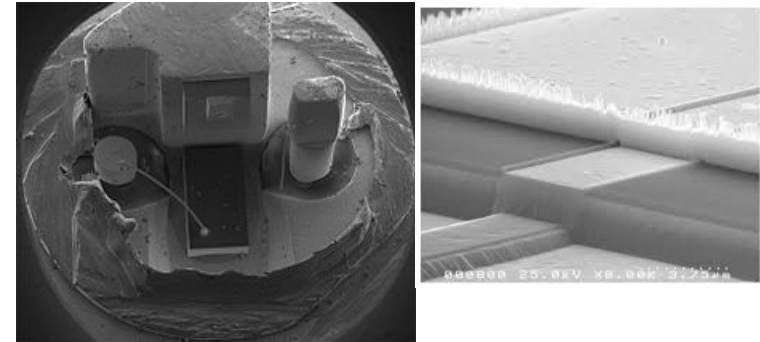
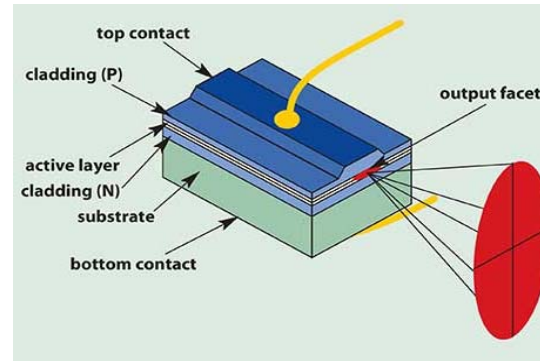
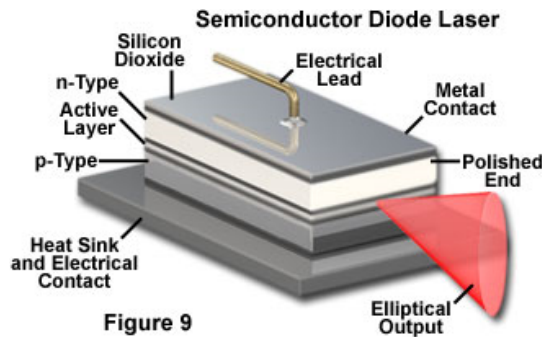
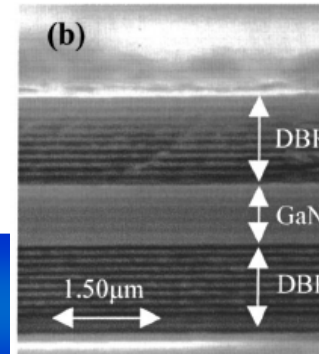
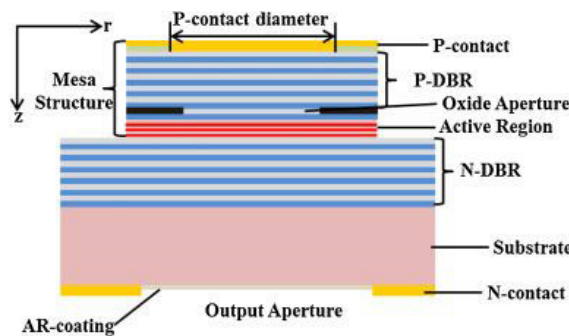
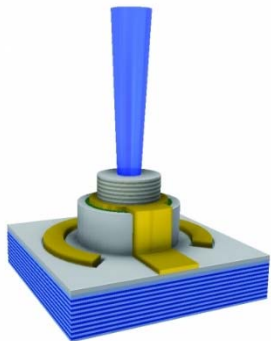


Fig. 10.7. LED with a distributed Bragg reflector (DBR) located between the substrate and the lower confinement layer.

## 1. Edge emission laser (邊射型雷射)



## 2. Vertical Cavity Surface Emitting Laser (垂直共振腔面射型雷射, VCSEL)



# 由週期表出發 - 走向各種材料應用

## 3A-5A 元素聯手最吸“金”

3A	4A	5A
5 B 硼 10.81	6 C 碳 12.011	7 N 氮 14.007
13 Al 鋁 26.982	14 Si 矽 28.085	15 P 磷 30.974
31 Ga 鎵 69.723	32 Ge 鍮 72.630	33 As 砷 74.922
49 In 銦 114.82	50 Sn 錫 118.71	51 Sb 銻 121.76



iPhone 14 Pro

Lidar 光達 (3D掃描 空間重建)



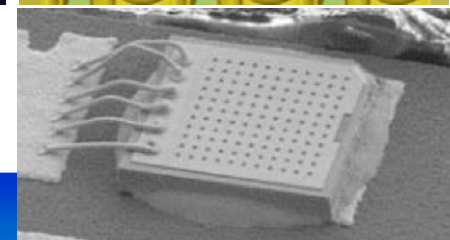
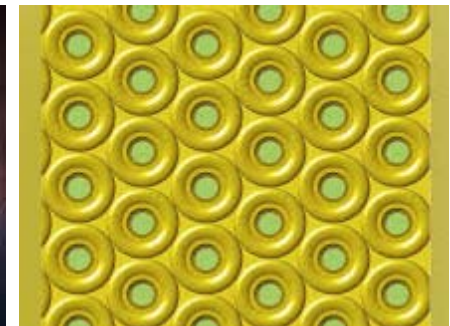
LiDARs 雷射波長  
(750 nm to 1.5 $\mu$ m)



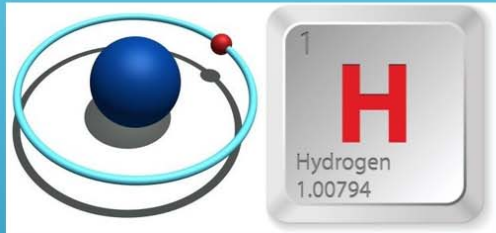
Face ID (人臉辨識)



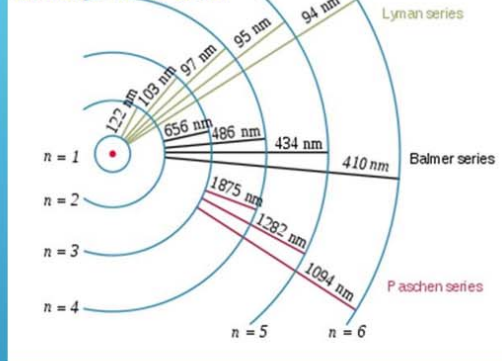
使用940nm波長 (人眼不吸收)  
面射型雷射陣列光源



### 高中氫原子光譜結構



### 能階躍遷光譜



### 材料分類: 中興材料 19名 教授

金屬材料: 吳威德 汪俊延 宋振銘

陶瓷材料: 呂福興 曾文甲

磁性材料: 林克偉 蔡佳霖 劉恒睿

半導體材料: 武東星 林佳鋒 許薰丰

高分子材料: 吳宗明 薛涵宇

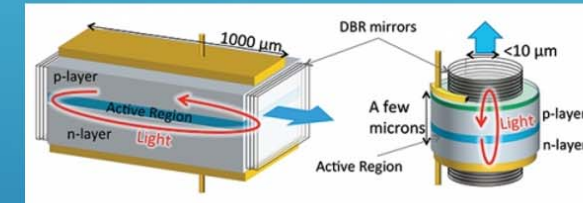
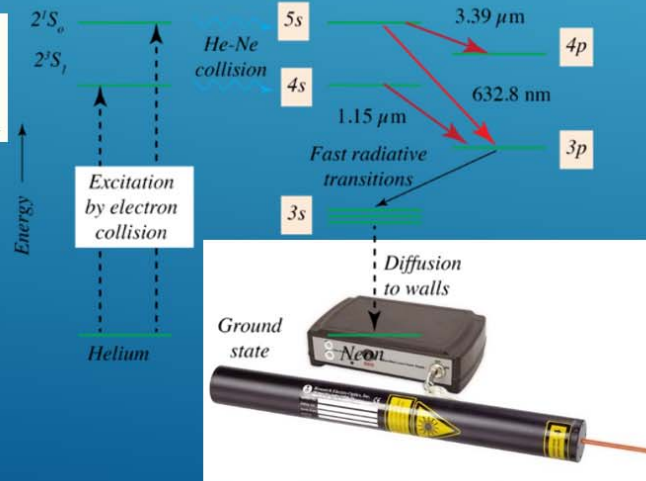
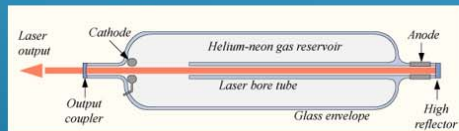
高熵合金: 蔡銘洪

電池材料: 顏秀崗 薛富盛 賴盈至 林孟昌

熱電材料: 張立信

### 半導體雷射: 3D人臉辨識、光達自駕車

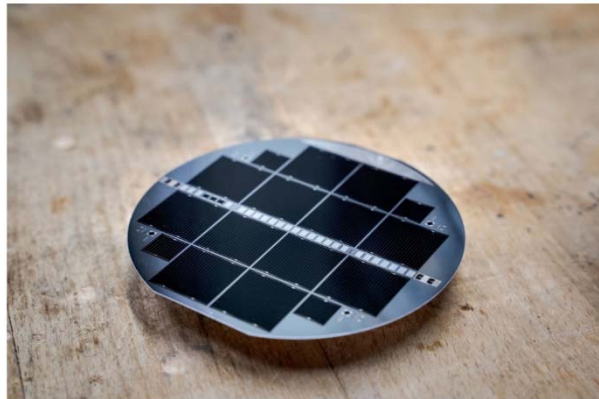
### 氣體雷射原理與應用



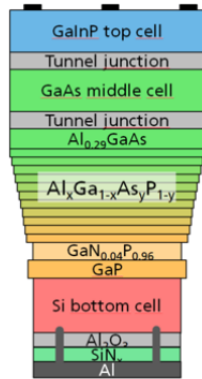
# 4A + 3A/5A 超高效率太陽能電池 (衛星)

10 August 2020

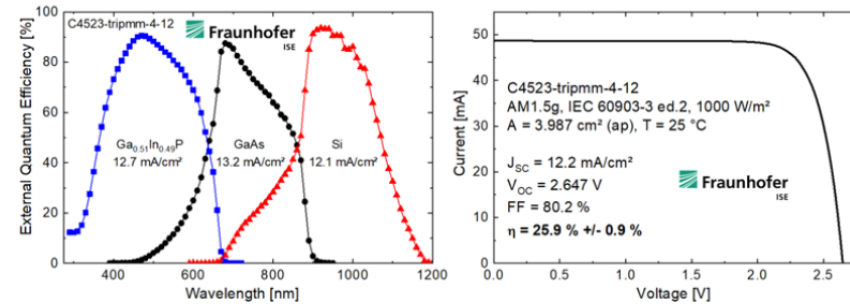
Fraunhofer ISE sets efficiency record of 25.9% for III-V/Si tandem cell grown directly on silicon  
Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE of Freiburg, Germany



Picture: Several III-V tandem solar cells on a 10cm-diameter silicon substrate.



## GaAs/AlGaAsP/GaP/Si



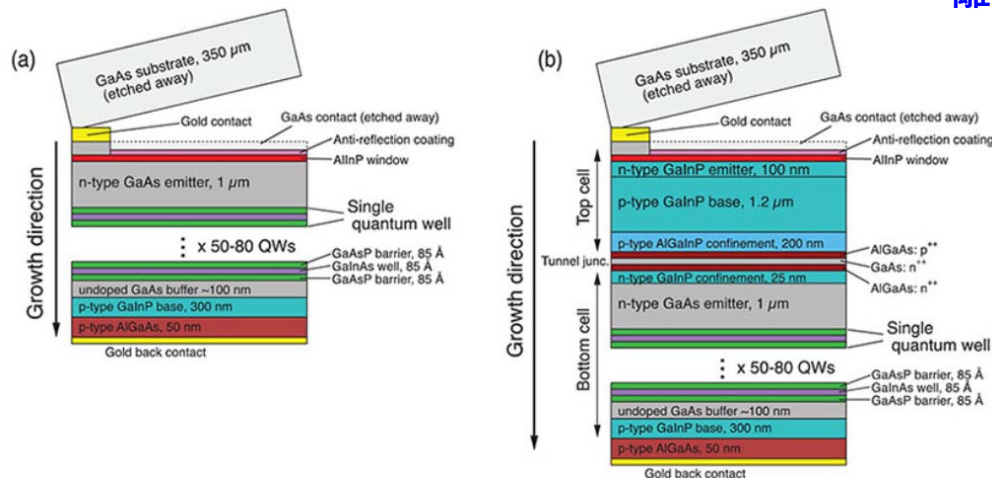
Graphic: III-V/Si multi-junction solar cell layer structure, quantum efficiency and IV characteristics under AM1.5g spectral conditions.

22 December 2020

NREL and UNSW raise two-junction solar cell efficiency record to 32.9%

The US Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) and the University of New South Wales (UNSW) in Australia

離地面 550 公里低軌通訊衛星(7.5km/s、96min)



鴻海研究院 | 低軌衛星通訊計畫

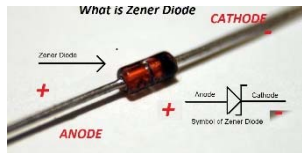
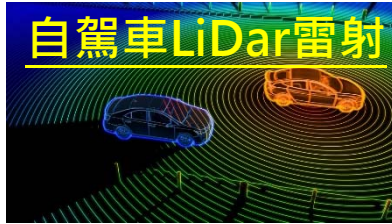
■ 6U 實驗立方衛星  
 尺寸：  
 本體：W10xD20xH30 cm  
 太陽能板：10cm x 30cm x1  
 20cm x 30cm x2  
 重量：~12kg

■ 通訊酬載特色  
 ✓ 大型相位陣列天線  
 ✓ 上行及下行全雙工  
 ✓ 支援 Ka/Ku band  
 ✓ 支援多模寬頻通訊  
 空規格式通訊衛星  
 設計與垂直

20221018

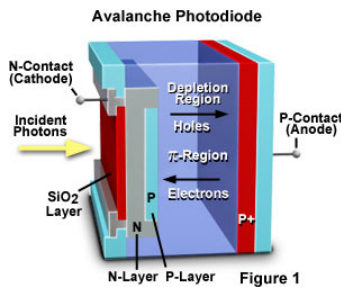
# 教材編選：二極體

## PN二極體(diode)之特徵曲線



### 齊納二極體

電子元件電壓保護IC



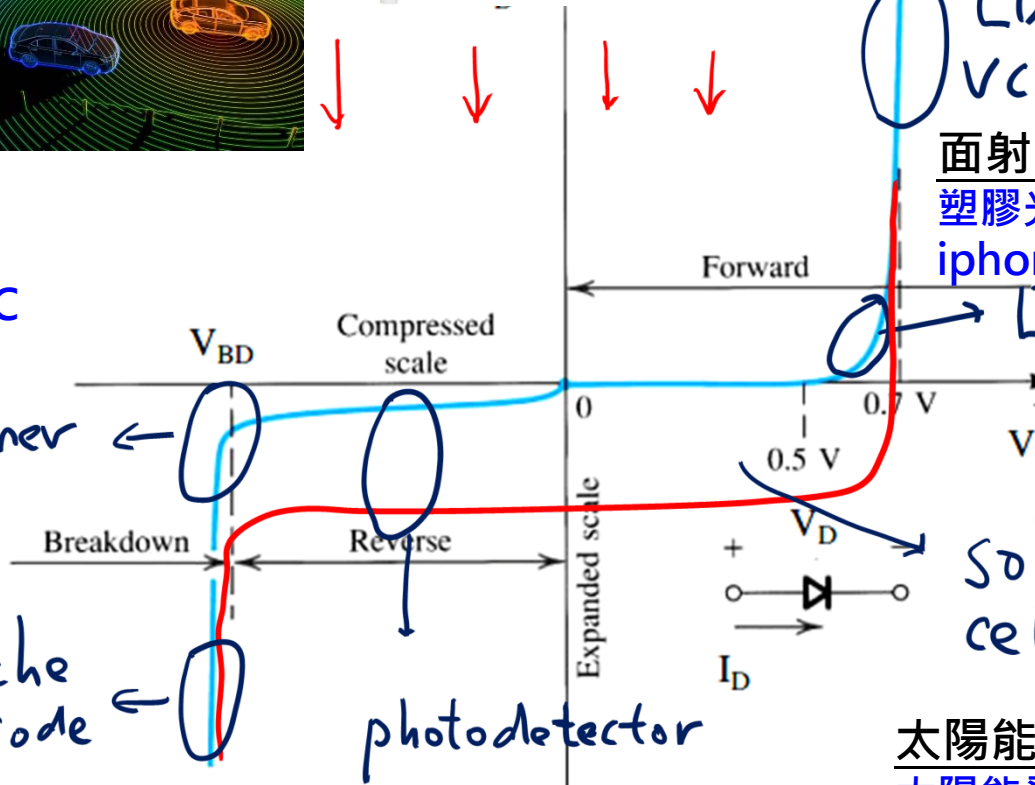
avalanche photodiode

### 雪崩式二極體

光纖放大器、雷射測距、自駕車LiDar接收器



light



### 光偵測器二極體

IOT感測器、手機CCD照片感光器

### 雷射二極體

光碟機、自駕車雷射測距、  
數位製造機械定位控制



### 面射型雷射

塑膠光纖通訊、Data center  
iphone人臉辨識

### 發光二極體

紅綠燈、煞車燈、  
手機背光、室內照明



### 太陽能電池

太陽能發電、衛星用充電電源

# 材料系 – 課程地圖 (大學部)

學期									
1	物實	普物	普化	生科	材導	微積			英文
2	化實								
3	材實	材料力學	材料熱力學	物理冶金	有機化學	工程數學		電工學	
4	材實	量物導論			金屬材料				
5	材實	材機	材物	陶瓷材料	電子材料	分析 I		應用光學	
6	專題實作	固態擴散	材料設計與選用	應用電子學		分析 II	奈微米機電系統	光電材料	
7	專題討論		鋼鐵冶金	磁性材料	高分子材料	顯示器材料		薄膜製程	
8		腐蝕與防蝕	再生能源材料			材料製程概論		半導體製程	

1. 半導體產業
2. 光電半導體產業
  - 發光二極體 (量子井)
  - 雷射二極體
  - 太陽能電池 (黑體輻射)
3. 光學鍍膜產業
4. TFT-LCD 顯示器技術
5. 記憶體產業 (穿隧效應)
6. 電漿鍍膜產業 (原子光譜)
7. 自駕車產業 (LiDar)

## Tunneling effect application

掃描穿隧顯微鏡，是一種利用量子穿隧效應探測物質表面結構的儀器。它於1981年由格爾德·賓寧及海因里希·羅雷爾在IBM位於瑞士蘇黎世的蘇黎世實驗室發明，兩位發明者因此與電子顯微鏡的發明者恩斯特·魯斯卡分享了1986年諾貝爾物理學獎。

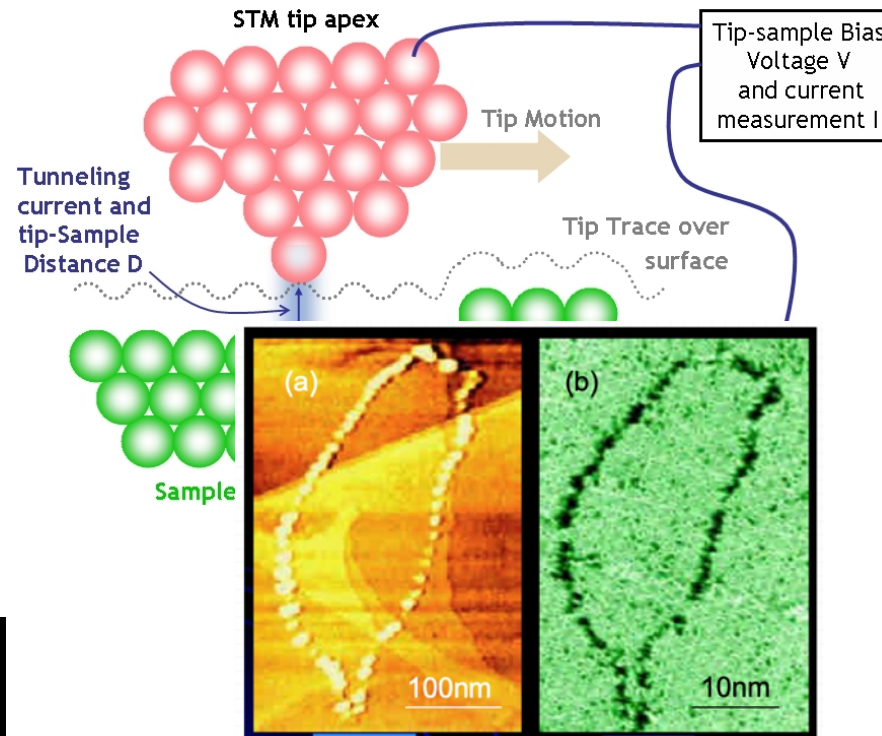
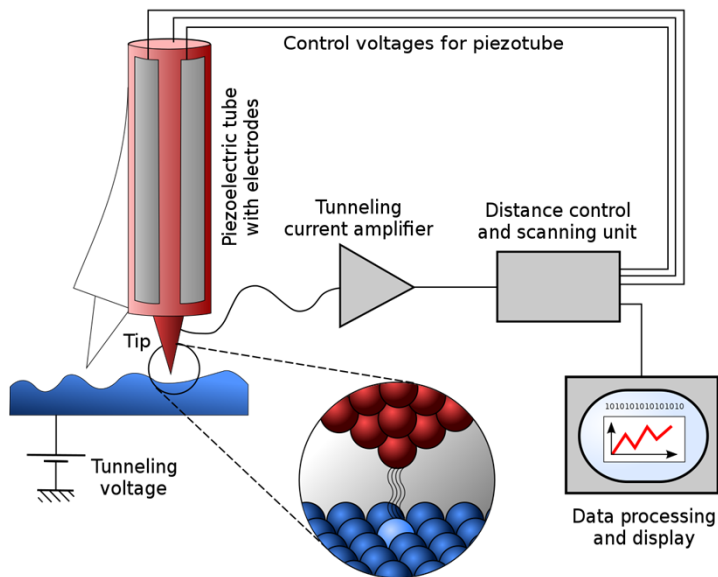
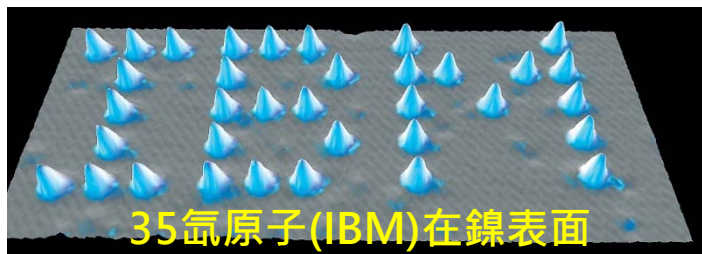


Fig. 7 台灣奈米地圖-鄭天佐院士及其團隊在 (a) 金表面上利用電場梯度引發擴散操控原子圖；  
(b) 矽(111)-7x7表面上利用場發射攝取移除矽原子，其線寬只有~2 nm [8].

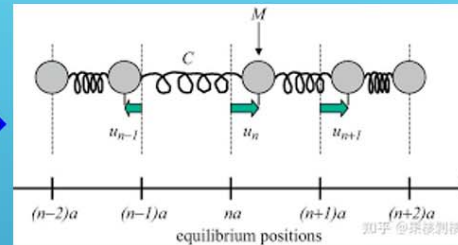
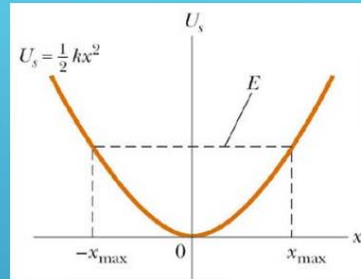
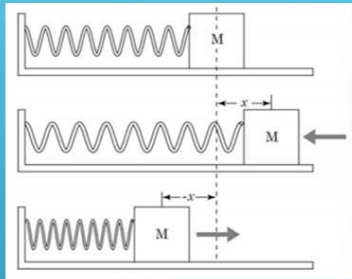


中研院鄭天佐院士-金表面操控原子圖

1989, D. M. Eigler, E. K. Schweizer pick up 35 xenon atoms and spell IBM in 5 nm tall letters on a cold nickel surface .

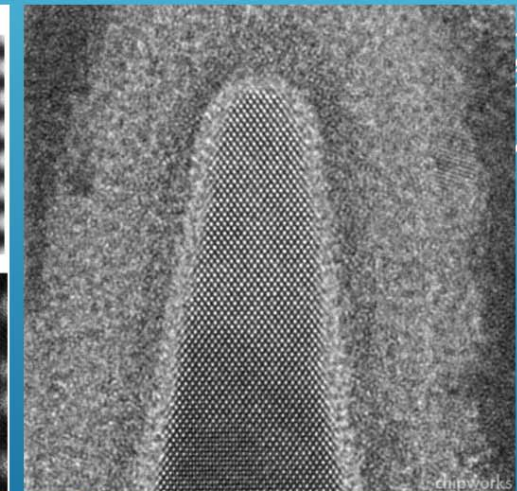
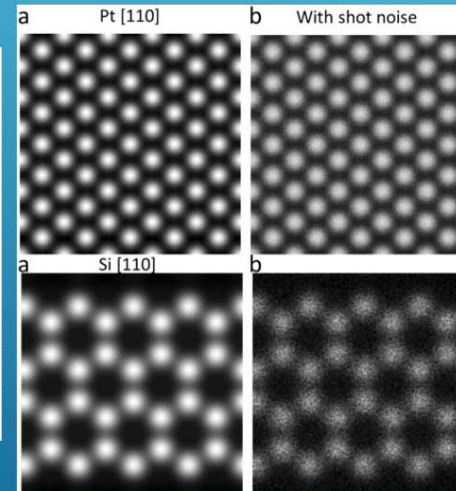
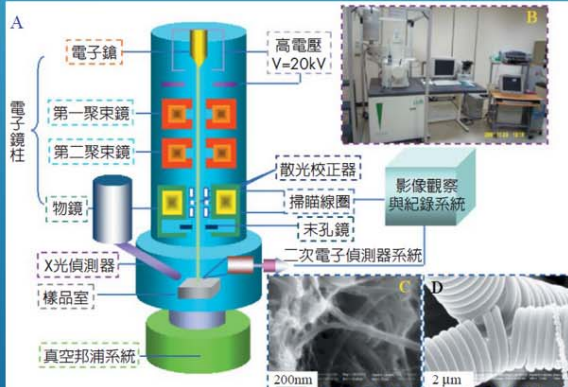
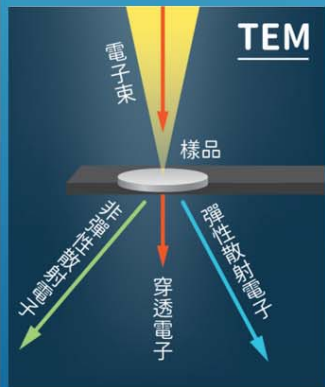
# 高中彈簧運動? 解釋材料膨脹與吸熱

## 高中彈簧簡諧運動



原子吸熱震動  
 原子結構計算(BCC、FCC)  
 材料熱容量( $C_v$ )、比熱( $s$ )  
 能帶結構: 透明材料  
 振動頻率變化: 材料應力分析

理想原子影像: 透過移除熱擾動頻率

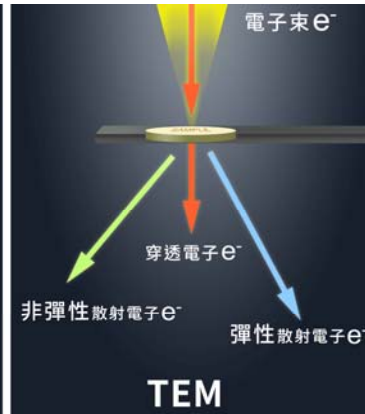
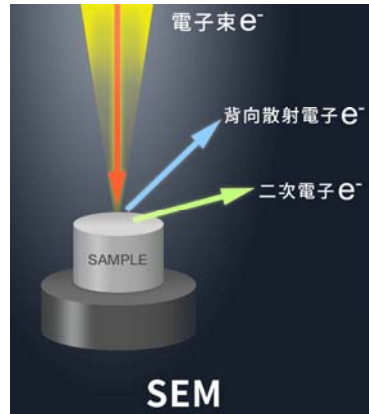
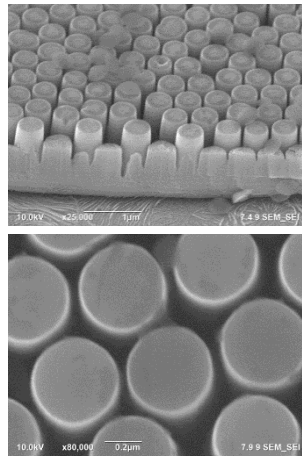


中興大學貴重儀器發展中心簡介影片

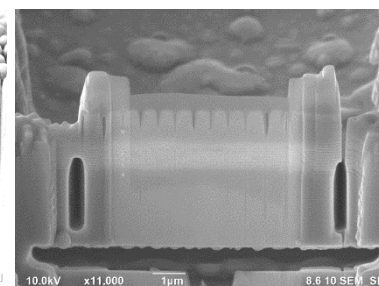
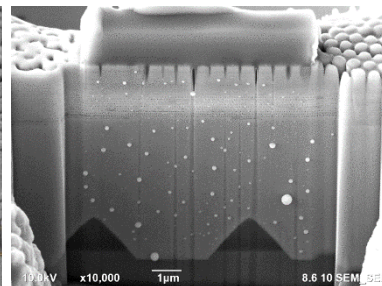
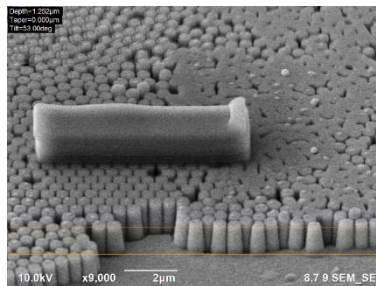
[https://www.youtube.com/watch?v=9C0i7WpBUY&ab\\_channel=M.Z.Lin](https://www.youtube.com/watch?v=9C0i7WpBUY&ab_channel=M.Z.Lin)

# 如何觀察原子排列? 只有材料系有能力

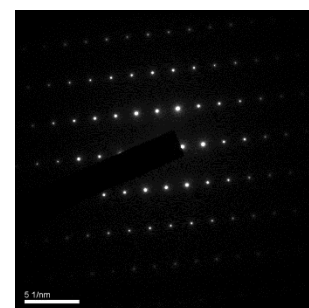
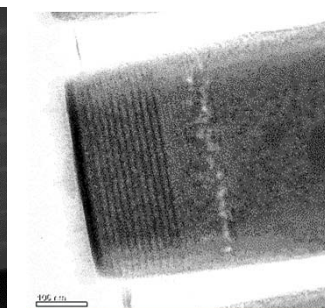
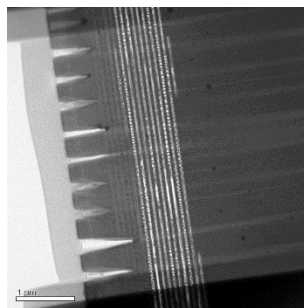
## 聚焦離子束顯微鏡-材料的解剖刀



多功能聚焦離子束顯微鏡  
鎵離子加速30KV-解析度30nm



發射穿透式電子顯微鏡(FE-TEM)  
電子加速 200KV-放大倍率 1500K



氮化鎢鎵藍光奈米柱發光二極體

謝謝各位同學聆聽

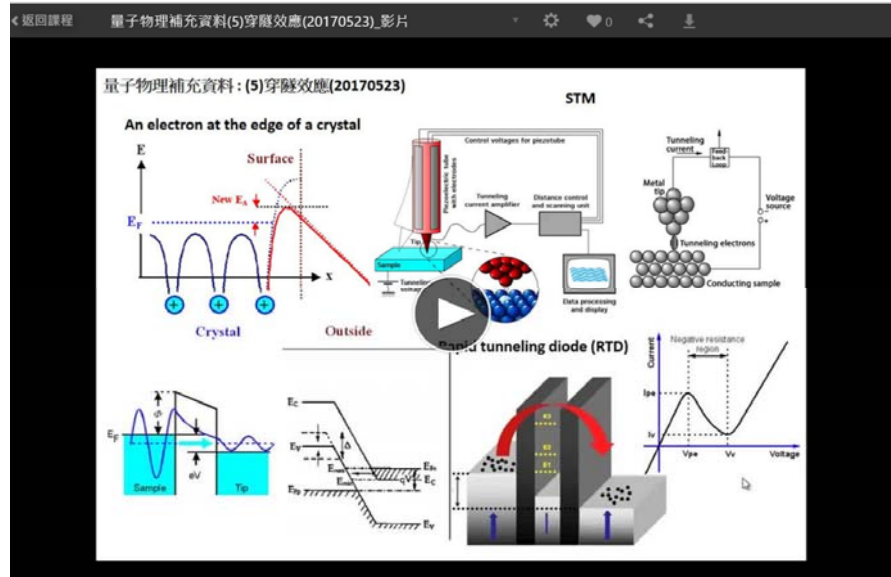
歡迎加入中興材料大家庭

Q & A

# 教材編選：量子穿隧效益

量子穿隧效益: 錄製iLearning影音檔(圖示或公式推導)

巴黎蒙馬特「穿牆人」(旅遊拍照)



當粒子呈現波動特性時→具備量子穿隧效應

1. 掃描穿隧式顯微鏡: 原子排列、分析表面缺陷
2. 快速穿隧式二極體(RTD): 負電阻訊號放大
3. 金屬/半導體之歐姆接點(ohmic contact): 半導體製程

星際大戰-人類「瞬間傳送」

