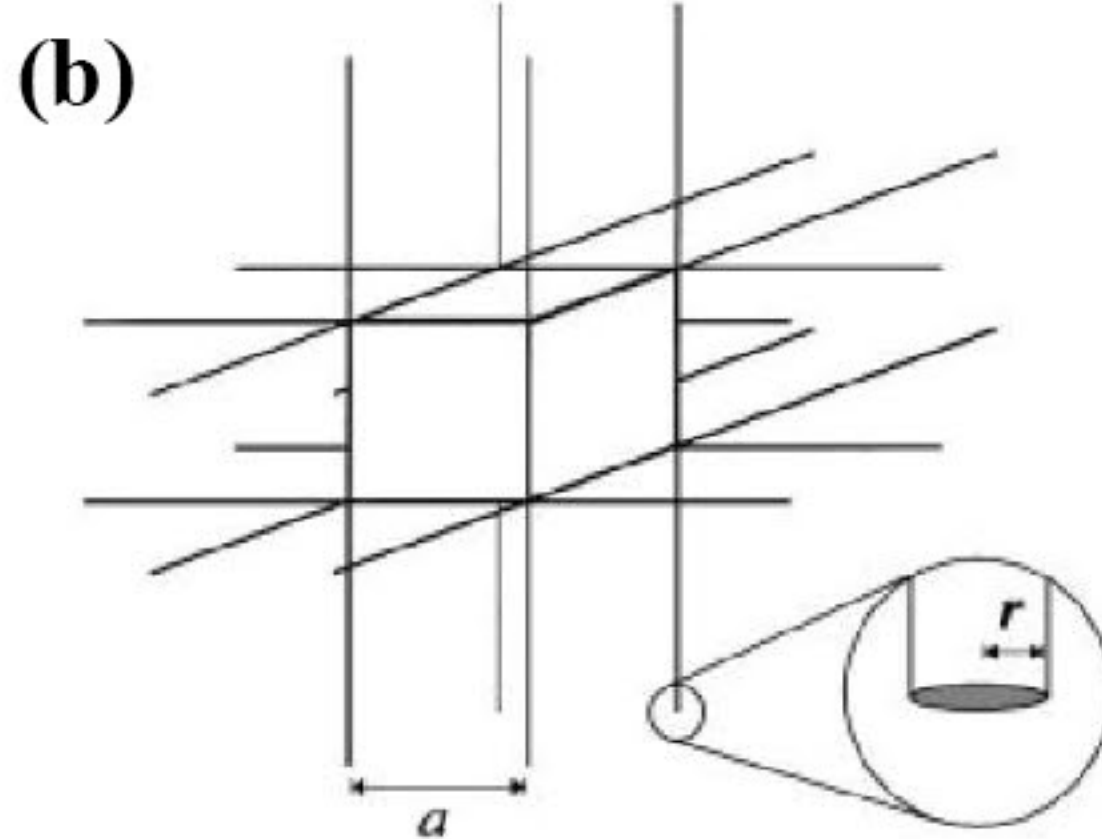
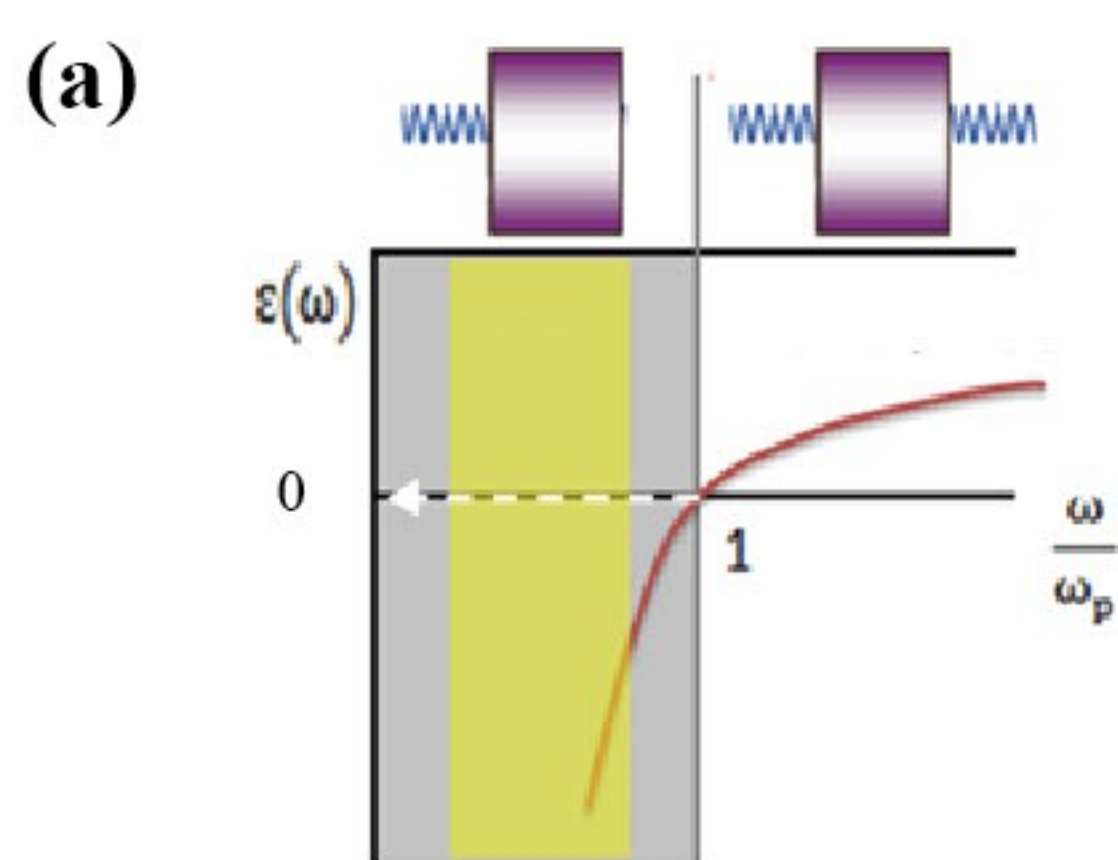


魚與熊掌一舉兩得： 透明導電的金屬電極

國立清華大學 | 作者：蘇東盛 | 指導老師：嚴大任

透明導電電極的原理與實現

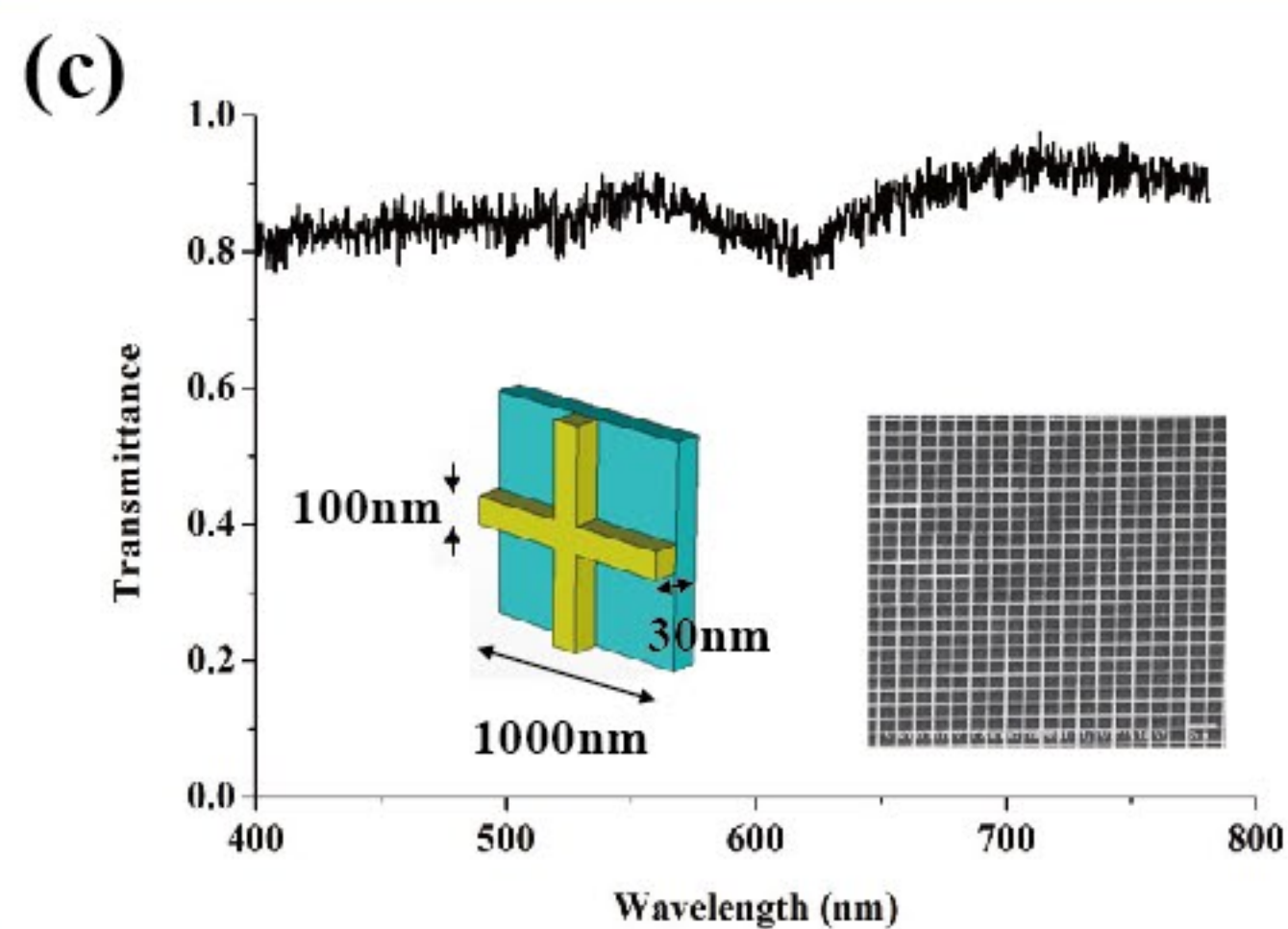


$$n_{\text{eff}} = n \frac{\pi r^2}{a^2}$$

$$m_{\text{eff}} = \frac{\mu_0 \pi r^2 e^2 n}{2\pi} \ln(a/r)$$

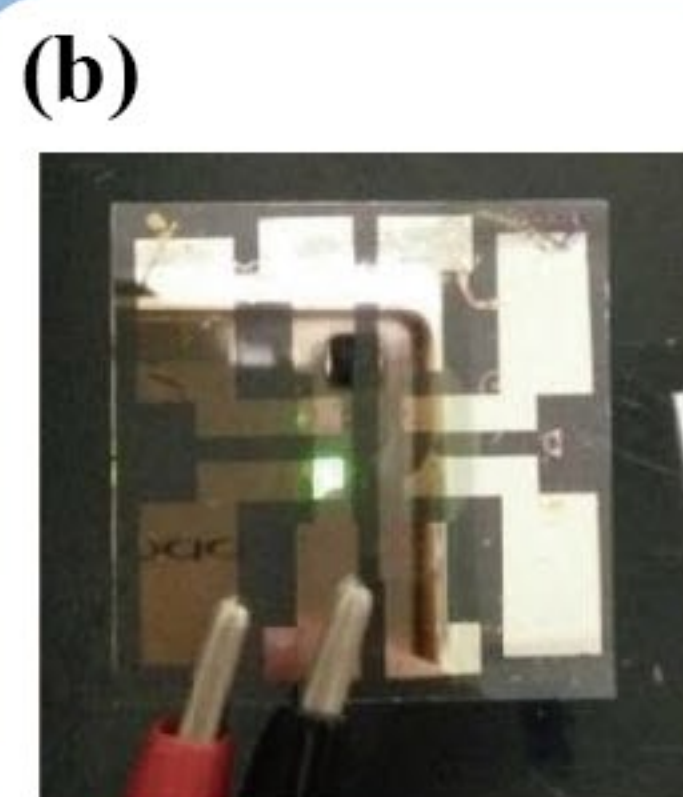
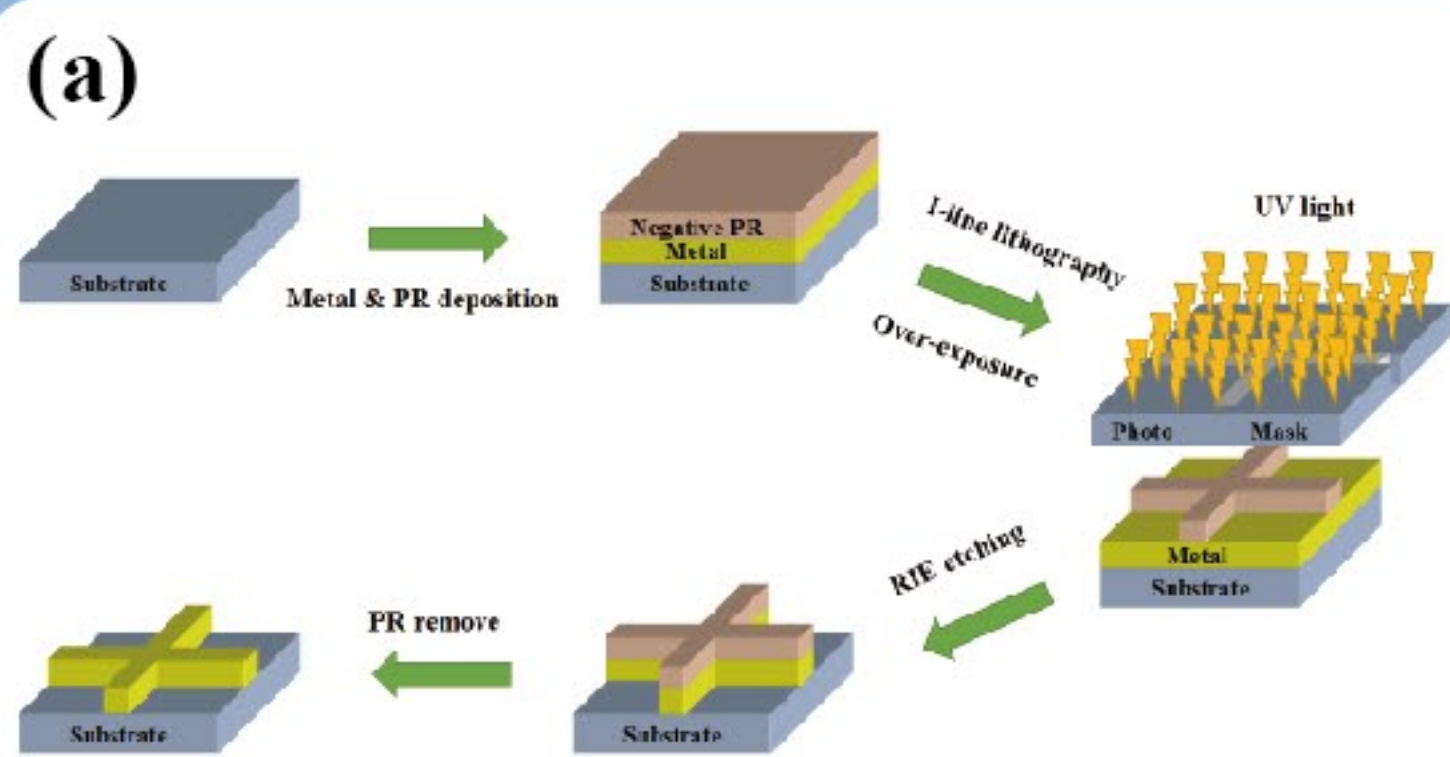
$$\omega_p^2 = \frac{ne^2}{\epsilon_0 m_{\text{eff}}}$$

Physical Review Letter 76(25) 1996

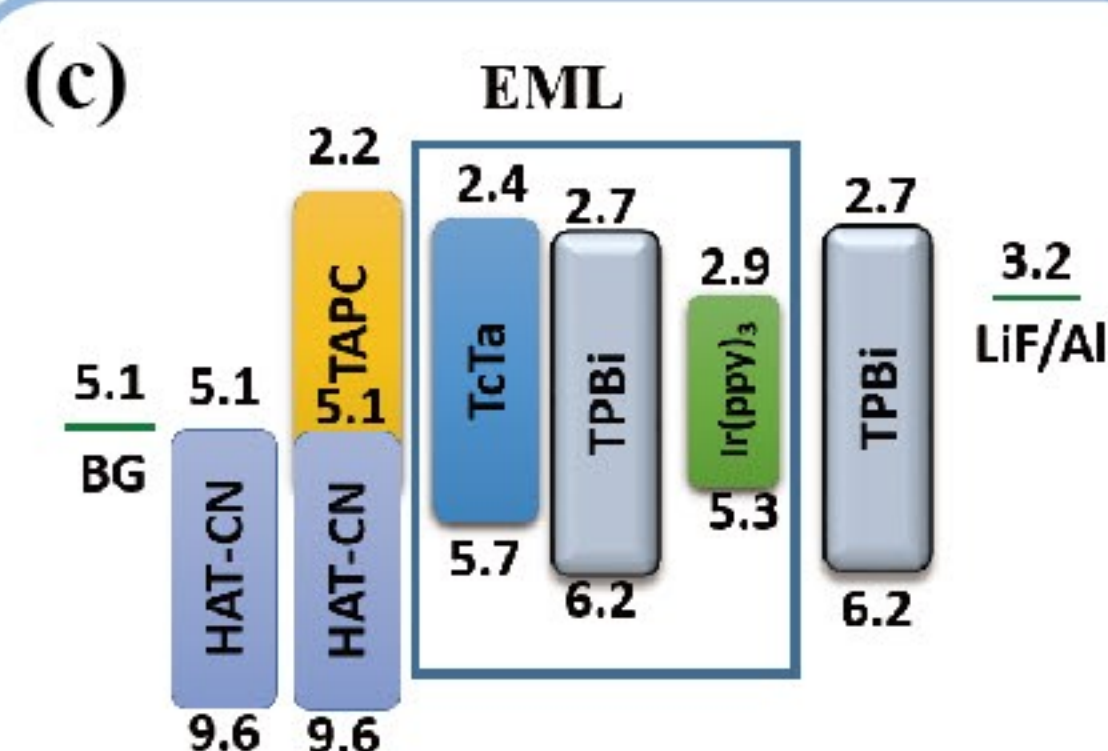


圖(a)為本題目創作的原理，對於材料而言，當操作頻率(ω)小於材料本身的電漿頻率(plasmonic frequency, ω_p)，則此材料在該頻率下為不透光的狀態；若操作頻率高於材料的電漿頻率，則為可透光狀態。圖(b)為調控材料的電漿頻率的方法，我們只需要調整材料的線寬(r)、週期(a)，我們就可以將金屬的電漿頻率從紫外光範圍調整至近紅外光範圍。因此我們設計出十字形奈米網格結構來實現超材料透明導電電極的概念，如圖(c)所示，並量測其穿透率(86.41%)及片電阻值($10.37\Omega/\square$)皆優於傳統電極ITO(穿透率：84.33%，片電阻值 $37.4\Omega/\square$)。

透明導電電極與有機發光二極體的整合



我們以I-line微影製程搭配蝕刻技術來實現超材料透明導電電極，製做流程如圖(a)所示。I-line微影製程最大的優勢在於大面積製造及量產，並且與現今半導體產業具有極高的相容性。圖(b)為超材料電極與有機發光二極體元件整合的照片。圖(c)為OLED元件的量測結果，藉由與傳統透明導電電極ITO元件整合的比較，其結果顯示出超材料電極在出光效率及能量效率等量測結果皆獲得比傳統ITO更好的表現。



Device	T_{vis} (%)	R_{sh} (Ω/\square)	V_d [V]	L_{max} (Cd/m^2)	$\eta_{\text{ext, max}}$ [%]	η_c [$\text{cd}/\text{A}, \text{V}$]	η_p [$\text{lm}/\text{W}, \text{V}$]	CIE, (x,y)
Au-TCE	86.41	10.37	2.57	172501	22.4	118.1, 3V	123.6, 3V	(0.26, 0.69)
ITO	84.33	37.4	2.5	127989	20.3	98.9, 3V	103.1, 3V	(0.29, 0.64)