

歡慶 Quantum 100 – 開啓 AI 新世紀

2025 瑪麗居禮科學營

林茂雄 (M. S. Lin)

成真股份有限公司

iCometrue

<https://www.icometrue.com/>

2025年7月5日

歡慶 Quantum 100 – 開啓 AI 新世紀

內容：

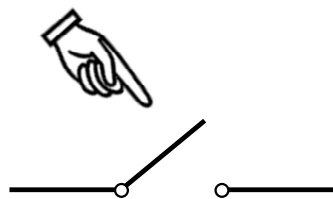
1. 從電晶體到AI (Pages 3-14)
2. 從電晶體數位到量子位元 Qubits (Pages 15-18)
3. AI：杞人憂天的遐想 (Pages 19-21)

從電晶體到AI

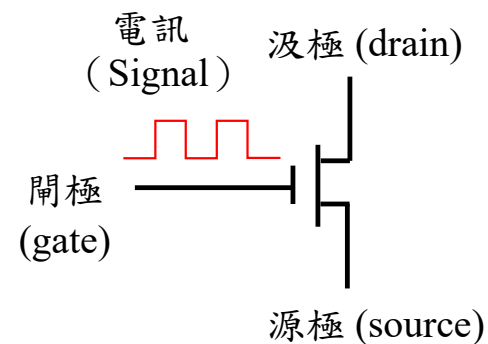
摩爾旅程－電晶體數目爆增的神奇魔力

- 電晶體 (Transistor)：可以用電訊 (signal) 主動 (active) 控制的開關。
- 電晶體主動開關的功能特性暗示預告它具有人工智慧。
- 現在輝達 (NVIDIA) B200 GPU 晶片含有2,000億個電晶體 (人腦含有1,000億個神經元)。

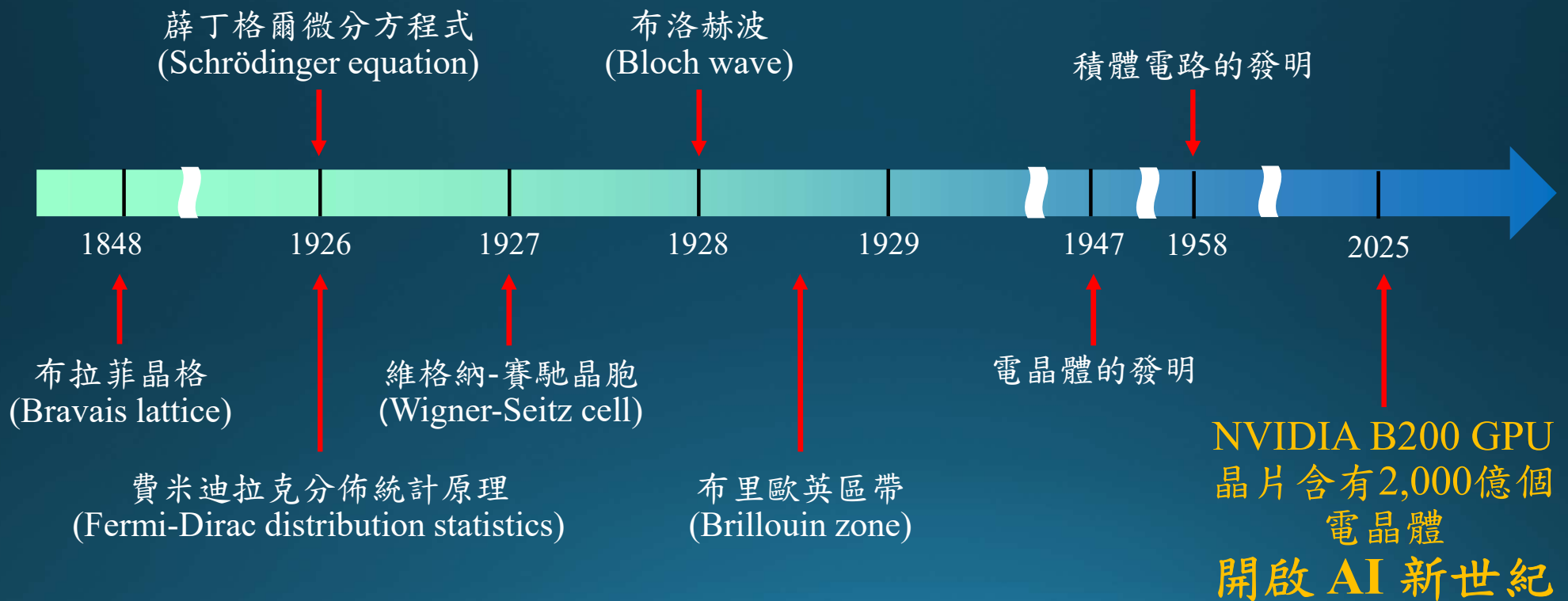
手動開關
(manual switch)



主動開關
(active switch)



1925 – 1930 年量子力學的發展 埋下了今日 AI 的種子



Life vs. AI

What Is Life ? The Physical Aspect of the Living Cell	What Is AI ? The Physical Aspect of the AI
• 1944年 Erwin Schrödinger 用時間/空間以及事件 (event) 的物理原理來解釋生命這個事件，啓發當時很多的科學家開始用物理原理來研究生命，促成1953年 DNA 的發現。 • 細胞是生命的基本單元 (unit)。一個細胞大約含有40兆個原子，而一個人體大約含有100兆個細胞。	• 本演講嘗試用時間/空間以及事件 (event) 的物理原理來解釋 AI 這個事件，希望可以啓發當前的科學家開始用物理原理來研究 AI。 • 電晶體是 AI 的基本單元 (unit)。一個電晶體含大約含有10億個的原子，而一個晶片大約含有500億個電晶體。

了解AI比了解生命簡單的多。AI 的硬體電晶體是人設計製作的，AI 的軟體指令也是人設計撰寫的。照道理來說，人類應該100%了解並完全控制 AI 才對。但電晶體數目遵循摩爾定律爆炸性的增大，AI 是否會產生讓人不了解而失控的神奇魔力呢？

Natural Intelligence vs. Artificial Intelligence

Natural Intelligence	Artificial Intelligence
一個成年人每天消耗的熱量約2,500大卡路里(k-calorie)，頭腦所需的能量約佔全身耗能的20%，則人腦一天耗能500大卡路里，相當於2.1百萬焦耳；也即人腦的耗能功率為24W，則人腦工作一天只消耗約0.58度的電能。	NVIDIA 新開發的 H100 GPU 晶片，一個晶片耗電700W，如果 ChatGPT 使用 2 萬顆 NVIDIA H100 GPU 晶片，則 ChatGPT 工作一天就會消耗33萬度電能。

- AI Machine把能量轉換成智慧的效率和人腦把能量轉換成智慧的效率相差6個次方。
- 神並沒有賜給人類完全及完整創造 AI 的能力。人雖然可以造「機器人」，可是和自然之神造「人」相比，真的差太遠了！自然之神造的人腦溫和輕巧，而人造的 ChatGPT 則火熱暴烈！
- 驅動世界的動力是熵 (Entropy)。但能量 (Energy) 和演化 (Evolution) 可以對抗熵，產生有低熵高度秩序的高品質智慧：牛頓、莎士比亞、貝多芬、愛因斯坦、、、
- AI可以取得足夠能量 (Energy) 往前走嗎？AI可能突變 (Mutation) 和演化 (Evolution) 嗎？

Ref: "Until the End of Time" by Brian Greene

AI 的瓶頸(也即是摩爾旅程的終點)是電能及散熱

- AI Machine 把能量轉換成智慧的效率和人腦把能量轉換成智慧的效率相差6個次方。
- 人腦靠吃食物，吸氧氣及喝水提供能量；AI則單靠電力提供能量。
- 能量轉換成智慧的低效率，使電能及散熱成為AI 的瓶頸，也即是摩爾旅程的終點。

最堅固的晶體結構：鑽石立方結構 (Diamond Cubic)

- 神奇的四價鍵元素 (IVA 族) 形成最堅硬的
鑽石立方晶格結構:

- 一 矽晶格

大小 : 0.543 nm

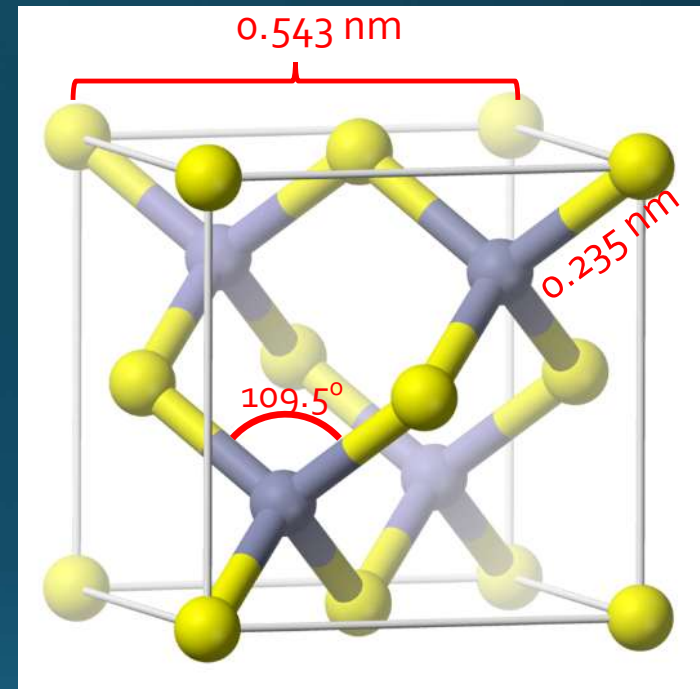
Si-Si : 0.235 nm

- 一 碳晶格 (鑽石)

大小 : 0.357 nm

C-C : 0.154 nm

- 人工鑽石不像矽晶圓可以便宜量產



<https://blogs.ams.org/visualinsight/2016/10/01/diamond-cubic/>

Diamond is Forever, Silicon is for Soul

鑽石永遠保值，矽晶永保活力

元素週期表

Group →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period ↓	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba *	71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra *	103 Lr *	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 57 La	* 58 Ce	* 59 Pr	* 60 Nd	* 61 Pm	* 62 Sm	* 63 Eu	* 64 Gd	* 65 Tb	* 66 Dy	* 67 Ho	* 68 Er	* 69 Tm	* 70 Yb		
			* 89 Ac	* 90 Th	* 91 Pa	* 92 U	* 93 Np	* 94 Pu	* 95 Am	* 96 Cm	* 97 Bk	* 98 Cf	* 99 Es	* 100 Fm	* 101 Md	* 102 No		

一沙一世界
矽：充裕而穩定

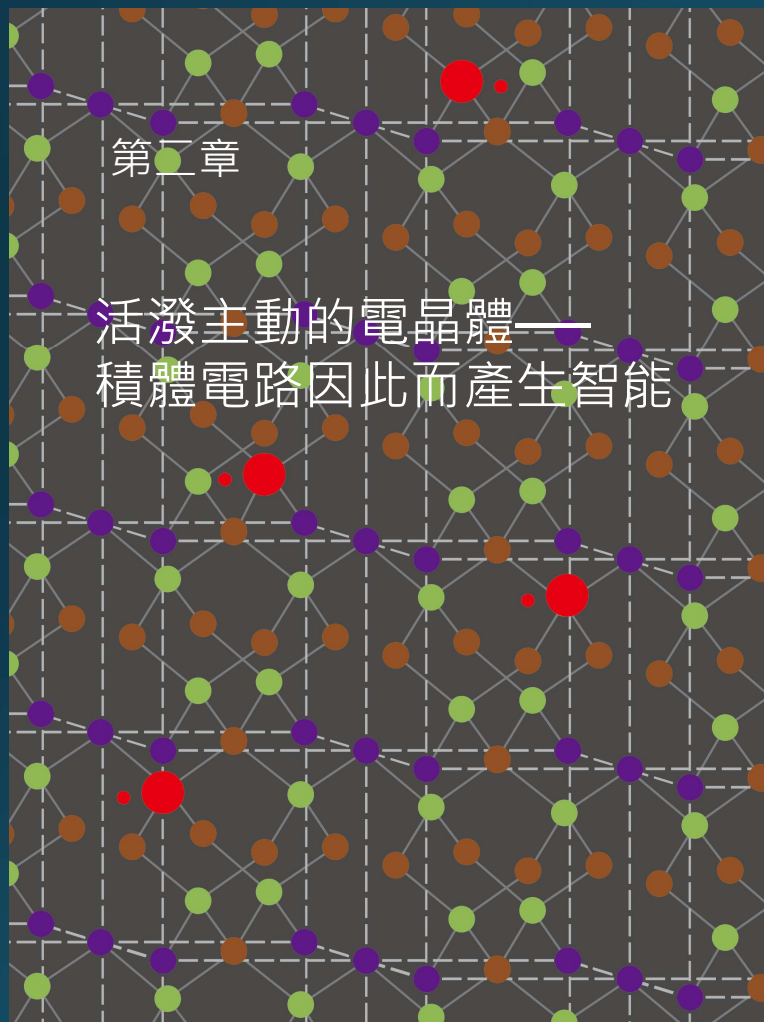
BSiAs 智慧

硼 Boron

矽 Silicon

砷 Arsenic

HCNOPS 有機生命



低頭看看你手上的iPhone，彷彿可以
看到電子的形影，
聽到電子的足音，
進而摸到電子的身體，
甚至細數電子的數目。

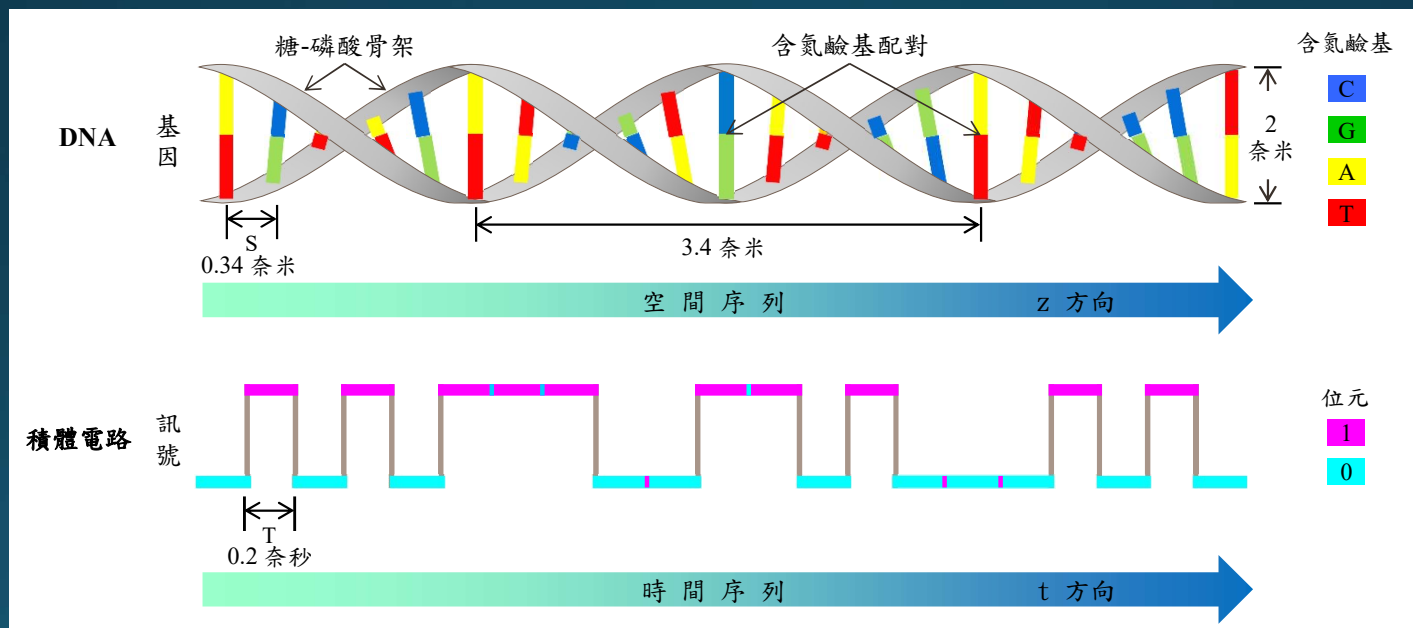
材料和生物有何的差異？

- AI (電晶體) 的智慧是建構在硼 (Boron)、矽 (Silicon) 和砷 (Arsenic) 元素上，也即 BSiAs 無機智慧 (Inorganic Intelligence)。
- 人腦的有機生命建構在氫 (Hydrogen)、碳 (Carbon)、氮 (Nitrogen)、氧 (Oxygen)、磷 (Phosphorus) 和硫 (Sulfur) 元素上，也即 HCNOPS 有機生命 (Organic Life)。
- 今年5月24日張瑛芝博士在 TIA/TITA 演講中提到她常思索材料和生物的不同，引起我的好奇。我以外行人的身份，認為材料和生物的不同可能在於生物的細胞表面的多醣體 (Glycan) 及細胞內的粒腺體 (mitochondria)。多醣體的 cell marker 具有智慧，可以辨識周遭的物質分子；而粒腺體可以發電，產生能源 ATP，驅動生物的化學反應及身體移動。

Ref: “Until the End of Time” by Brian Greene

人造的積體電路和自然界的 DNA 有類似的信息傳遞法則

- 自然界的DNA以A、T、C以及G四種含氮鹼基，在兩股螺旋股幹之間，形成A-T和C-G配對，並依據其中一股螺旋股幹含氮鹼基A，T，C及G 四個位元在空間的序列 (spatial sequence)，忠實精準的傳遞基因，其中空間週期 (S) 為0.34奈米 (兩個相鄰含氮鹼基的距離)。
- 而人造晶片的積體電路則依據0和1兩個位元在時間的序列 (time sequence)，忠實精準的傳遞訊號，其中時間週期 (T) 以奈秒或是皮秒 (nano- or pico-second) 為單位。



時間和空間在 DNA 和積體電路扮演的角色隱藏著深邃的祕密

- 時間和空間在自然界的 DNA 和人造晶片的積體電路扮演的角色也許隱藏著深邃的祕密，這和複雜的時間和空間物理原理有關嗎？這可能蘊藏著 DNA Computing 或是 Quantum Computing 的線索和啟發嗎？
- 時間和空間源遠流長、浩瀚無邊，其中隱含的物理深不可測，令人無法透徹了解，以致於人們陷入迷惑無法自拔的深淵。
- 值得帶著回家的信息：你所知道的時間和空間不是真正的時間和空間。

穿越時空：從宇宙邊到電晶體電流通道



背景是2022年7月12日美國太空總署發佈的照片。韋伯太空望遠鏡 (James Webb Space Telescope) 拍攝到宇宙大爆炸後最早期的星系 (Galaxies)，這些星系約在宇宙大爆炸後3億年形成，相當於距離我們135億光年，可以說是人類可觀察到的宇宙邊緣。照片的前景是距離我們46億光年的SMACS0723星系團 (galaxy cluster)，此星系團形成重力透鏡效應 (gravitational lensing)，將其後方更遙遠、更古老的星系發出的光線偏折和聚焦，形成圖中無數橘紅色弧形的扭曲影像，也即宇宙大爆炸後最早期星系的影像。

右下角的照片是成真公司 (iCometrue) 用電子顯微鏡觀測到的Apple公司 iPhone 12 手機裡A14晶片的鰭式場效電晶體 (FINFET)。每一個鰭式場效電晶體的電流通道寬度5奈米。

0和1數位 vs 量子位元 Qubits...

- 神奇的電晶體把電子的量子布洛赫波 (Bloch wave) 的波動行為轉化成毫無混淆且可靠的 0 和 1 數位。
- 而現今的量子電腦，就真正的直接利用量子力學的粒子波動原理以及幽靈似的 (spooky) 海森堡測不準原理的自然本性來做運算。
- 但是要用自然本性來做運算，那人又如何和自然本性來做溝通呢？這就好比神是萬能的，可以解決任何複雜的問題；但人如何和神溝通呢？又如何從神那裡得到答案呢？

神真的會賜給人類完全及完整鑄造AI的能力嗎？

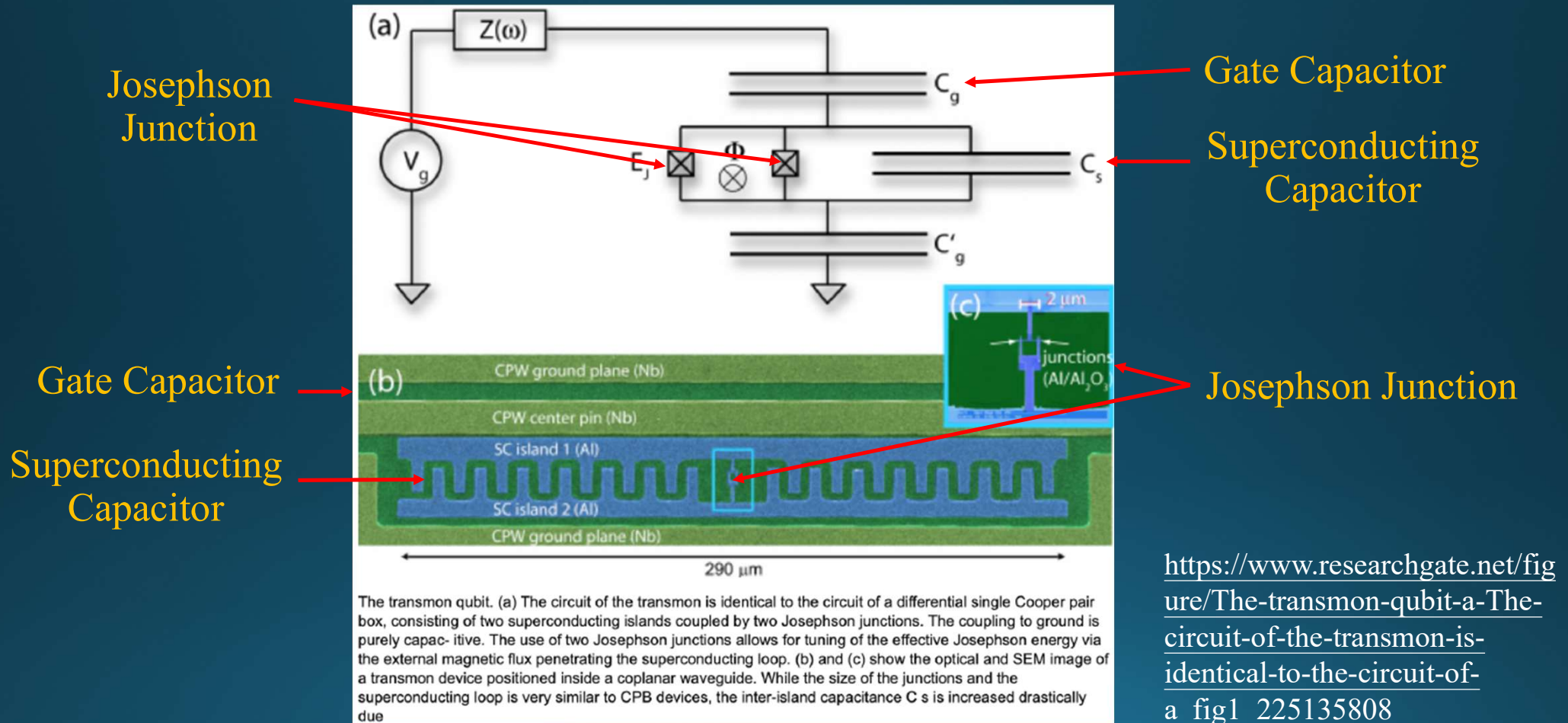
- Quantum Computing

- 事實上所有量子計算的 Qubit，就是在創造一個「人造原子 (Artificial Atom)」
- Superconducting Qubit – Transmon (Artificial Atom) 包含一個約瑟夫森界面 (Josephson Junction) 和1個電容，形成2個能態：基態 (Ground State) 和激態 (Excited State)。 (Ref: <https://www.youtube.com/watch?v=cMe26VU5WRU>)
- 只有在接近絕對零度 (-273 °K) 時，才有量子現象 (2個能態的能階相差0.1 - 1.0 meV)。

- DNA Computing ???

- 「人造分子 (Artificial Molecule)」???
- 時間和空間的物理原理可能給 DNA Computing 一些線索和啟發嗎？

Artificial Atom: Transmon Circuit

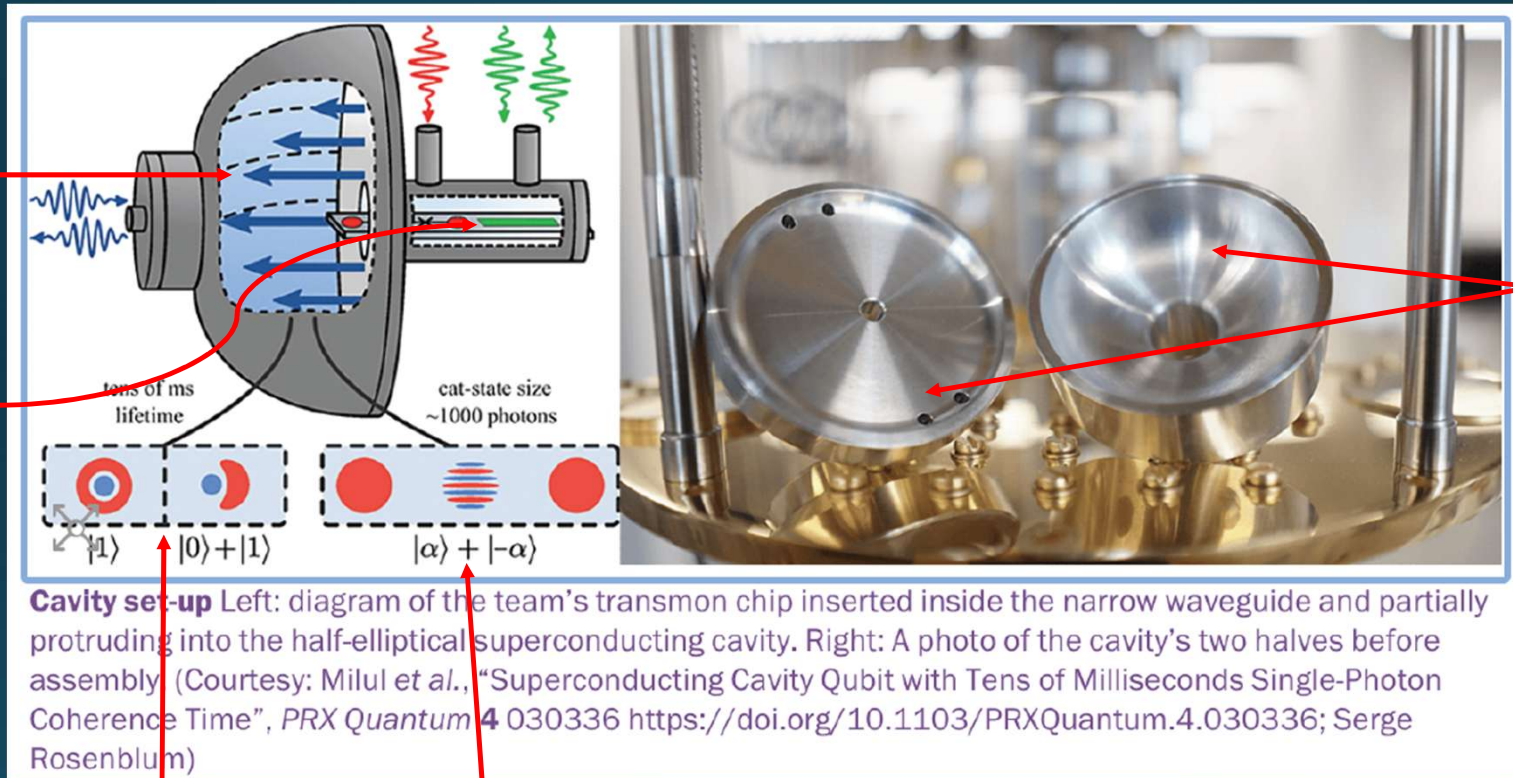


https://www.researchgate.net/figure/The-transmon-qubit-a-The-circuit-of-the-transmon-is-identical-to-the-circuit-of-a_fig1_225135808

Quantum Coherence: Microwave Cavity with Transmon

Microwave Resonator

Transmon



形成
Microwave
Cavity
橢圓球蓋子

Coherence Time 疊加效應

<https://physicsworld.com/a/novel-superconducting-cavity-qubit-pushes-the-limits-of-quantum-coherence/>

杞人憂天的幾個問題

- AI 是否會讓萬物之靈的人類改變或喪失一些大腦的功能呢？
- AI 可能形成「技術黑洞」嗎？

AI 是否會讓萬物之靈的人類改變或喪失一些大腦的功能呢？

- ChatGPT幾乎已經達到哈佛大學通識教育所說的學習、思考和表達的能力了。
- 一台 EUV 曝光機一年可以製造出的電晶體數目已經接近全世界一整年新生兒大腦所含有的神經元數目。
- 2007年 Apple 公司發明的 iPhone 改變了人類的生活方式，甚至改變頭腦的記憶方式和能力。iPhone 使我們喪失記憶親朋好友電話號碼的能力；而應用程式 Google Map 讓我們喪失走路或開車時認路的能力，Google Search 讓我們頭腦喪失儲存知識的能力。
- AI 具有感知、記憶及學習的能力 (sensing, memorizing and learning)，並且能夠辨識、分析及分類 (recognizing, analyzing and classifying)，以回答或解決問題。AI 是否會讓萬物之靈的人類改變或喪失一些上述的功能呢？
- 晶片所含數百億個電晶體產生的摩爾魔法，可能形成「技術黑洞」，將是畢生從事半導體產業且有良知及人性的工程師所最擔憂不安的事情。

AI 可能形成「技術黑洞」嗎？

- 晶片所含數百億個電晶體產生的摩爾魔法，可能形成「技術黑洞」，將是畢生從事半導體產業且有良知及人性的工程師所最擔憂不安的事情。
- 人工智慧機器 (AI machine) 會有「機器個性」或「機性」 (Machinality) 嗎？
- 會有一個管理 AI machine 社會的法律制度嗎？會有 AI machine 的言論自由和機器權利或機權嗎？
- 人類又應當如何自我節制和覺醒，使得 AI Machine 不發展出或不被發展出毫無受限的 Machinality？

謝謝~~