

半導體製程技術之簡介

簡介

1

(Science 293, 2001: the first electronic digital computer (1950s), ENIAC, 19,000 vacuum tubes, 30 tons)

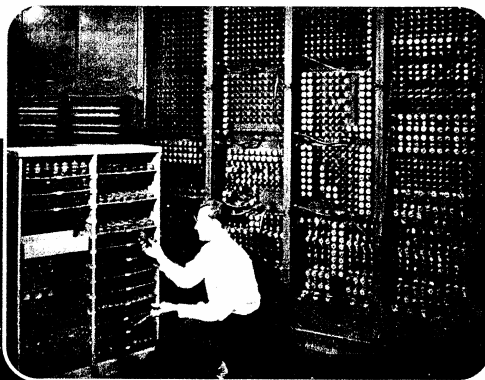
or a well-
racter with
nds. How is
haping our
s with the
American

Lane

h support
ago, when
laced one
vacuum
on ENIAC,
nic digital
ntage pho-
gallery of
ages not-
Museum of

curators have gleaned more than 100 links that span the
calculating machines to the Internet. Biographical sites track
puter pioneers like Alan Turing, who helped crack the Ger-
e during World War II but was driven to suicide after the
his homosexuality. You can also read official histories of
M and Intel or check out sites for many earth-bound com-
and historical associations. The deeply nostalgic can even
or software that will allow their computers to run like a
odore Amiga or a 1950 EDSAC mainframe.

vmoc.museophile.sbu.ac.uk



EDUCATION

Next-Gener Computing

The sands of time a
out for silicon, as e
computer chips near
limit. However, th
faster, better, cheap
may not end if scient
velop quantum com
encode information
ferent quantum stat
vidual atoms. To l
about the principles
embryonic technolo
primer. You'll need a
in physics and math
follow the explanati
jects like why the bits in
computer (known as qubits) can be in
and 1 states simultaneously and how
method for factoring numbers, known a
gorithm, spurred interest in quantum
This shorter, denser treatment covers si
same ground.†

www.imsa.edu/~matth/cs299

† www.sees.bangor.ac.uk/~schmuel/comp/

Send great Web site suggestions to netwatch@

2

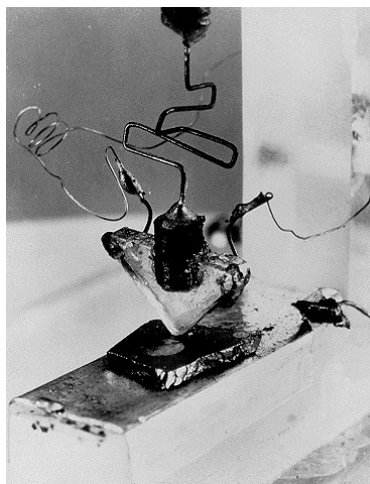
簡介

- 第一個半導體電晶體, AT&T Bell Labs (貝爾實驗室), 1947
- 第一個鍺單晶, 1952
- 第一個矽單晶, 1954
- 第一個IC元件, TI, 1958
- 第一個IC產品, Fairchild Camera, 1961

3

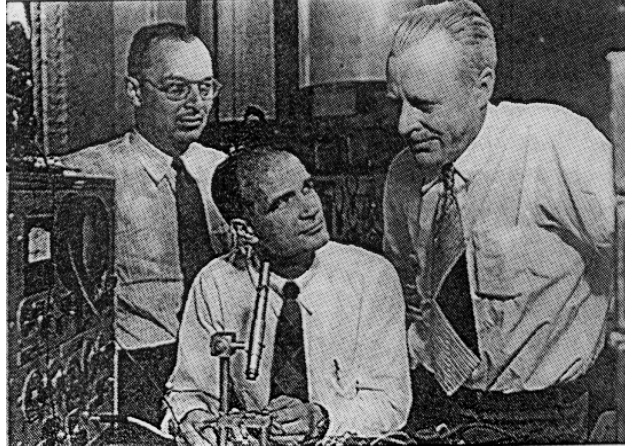
第一個電晶體, Bell Lab, 1947

Photo courtesy:
AT&T Archive



4

第一個電晶體及其發明者



John Bardeen, William Shockley and Walter Brattain

Photo courtesy: Lucent Technologies Inc.

5

第一個IC元件，Jack Kilby of Texas Instrument，1958

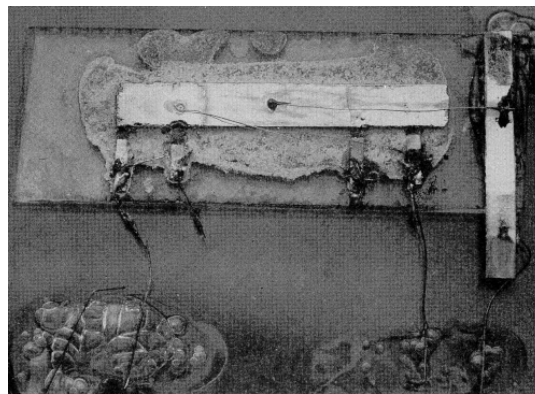


Photo courtesy: Texas Instruments

6

第一個矽IC晶片，Robert Noyce of Fairchild Camera，1961

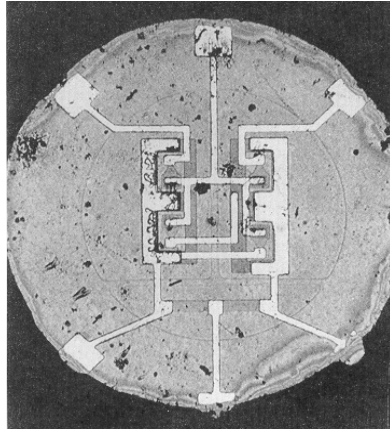


Photo courtesy: Fairchild Semiconductor International

7

摩爾定律

，倍一加增月個18每能效腦電

摩爾宣稱

92.12 經濟日報

余壽鄉、陳如媽／綜合報導
 英特爾共同創辦人暨前董事長摩爾 (Gordon Moore) 週一在國際固態電路會議 (ISSCC) 中演講時表示，摩爾定律至少還將持續十年，但仍有部份困難仍待克服。
 七十四歲的摩爾在演講中指出，隨著電路愈趨精密，工程師必須專注於克服電力漏損問題，並且降低度水準。
 摩爾表示，沒有任何晶體數能夠永遠持續增長，而工程師的任務是將「永遠」延後。
 對於摩爾定律是即將在可見的未來失效，摩爾表示，應該可再延緩十年。這些事情不會突然就遭違背。
 摩爾同時澄清，他從未表示每十八個月，(相同大小的晶片內)，電晶體數目即會增加一倍，即外界所稱的摩爾定律。
 他說，最初他是說晶片上的電晶體數目每年增加一倍，後來於一九七五年時改為每二年電晶體數目即會增加一倍。可是當時英特爾一名主管麥斯 (Max Mearns) 則認為，電腦效能每十八個月即會增加一倍。

年10續持可還

服克待亟題問度熱、力電但，「礙阻遭然突會不」

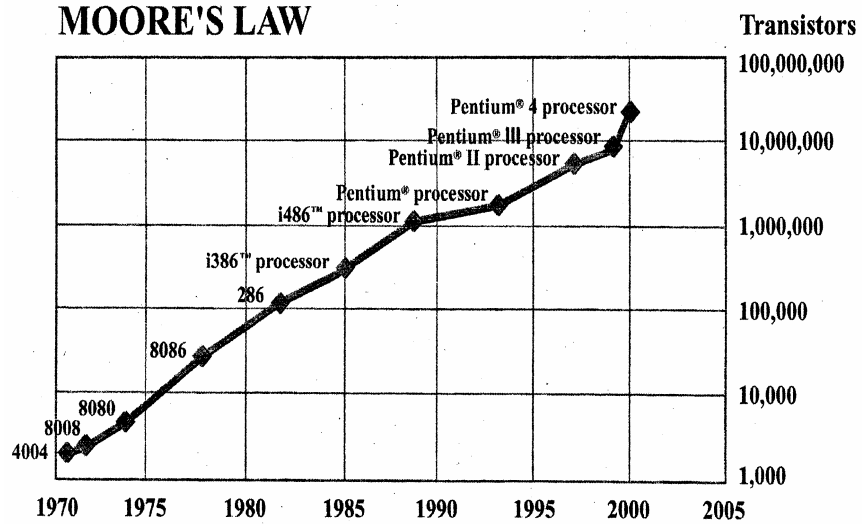
實際上，麥斯斯的比較接近，因為電腦效能每十八個月即增加一倍。是麥斯說十八個月，不是我說的。」摩爾表示，他又說，這項所謂的定律比他想像的更為準確。
 近來有人擔心，摩爾定律會在實際的物理負荷或經濟負擔下破滅，而如果不能製造出更小或能容納更多電晶體的晶片，半導體最終將會停滯不前。
 摩爾在談到半導體業的發展時表示，一九九〇年代末期，部份晶片上的電晶體數目為一百個，但至二〇〇五年前，英特爾將生產擁有十億個電晶體的晶片。
 不過，摩爾指出，未來的進展將有困難，也可能出現某種程度的減緩。
 例如，目前晶片用電量高，常常發生漏電問題。設計師必須採用將如混合應變的 (Strained Silicon) 之類的技術，並重新設計電晶體以控制能源消耗。他說，「我可不希望我的筆記型電腦內有一千瓦的電力。」
 英特爾研究員布洛格也表示，「一般硬體都無電功能，擬議解決方案是在晶片內創立一個微型電路，專注處理如網協定或是多媒體計算之類的特別工作。」

摩爾定律

- 英代爾共同創辦人Gorden Moore 於1964提出
- 每18個月單位面積內電晶體的數目增加一倍
- 定律令人驚奇地仍然正確，其可能可沿用至2010。

9

MOORE'S LAW



10

IC規格

積體電路層級	縮寫	晶片上的元件數
小型積體電路	SSI	2 to 50
中型積體電路	MSI	50 to 5,000
大型積體電路	LSI	5,000 to 100,000
非常大型積體電路	VLSI	100,000 to 10,000,000
極大型積體電路	ULSI	10,000,000 to 1,000,000,000
特大型積體電路	SLSI	over 1,000,000,000

11

更多新聞...

張忠謀在去年初的一場演講中也提及，摩爾定律在物理極限及經濟上的限制。而經濟上的障礙則是在於機器成本，例如○·一微米理論上在實驗室可以做出，但是在晶圓廠裡進行量產則要很貴的機器，相關設備廠商就算開發出可供量產的機台，市場也不會大，既然市場不大，設備廠商能否賺到足夠的獲利進行下一代研發，也是問題。不過他認為摩爾定律的終極，應該是現在往後推十年，大約是二〇一〇年，之後就會進入後摩爾定律時代，以既有的製程技術，發展出更多的應用產品。

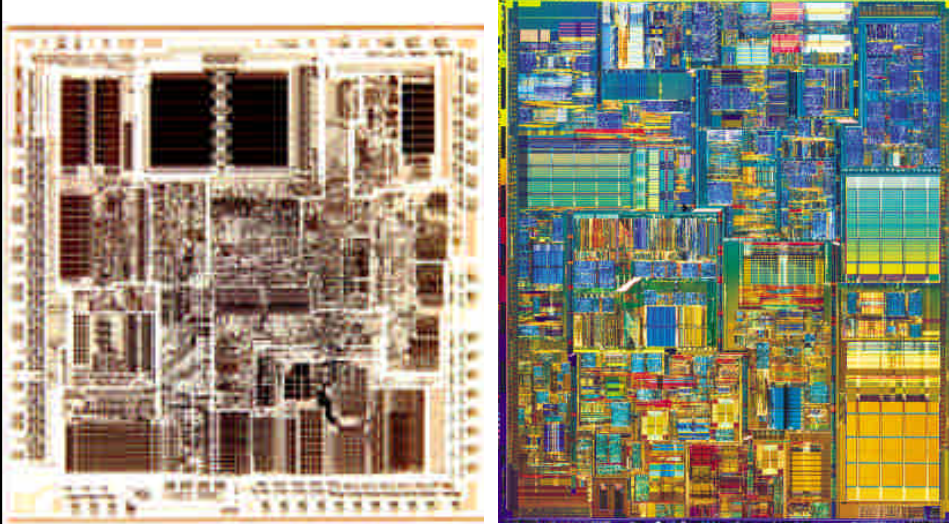
更多新聞...

隨著半導體先進製程的推進，摩爾定律是否仍然適用於半導體產業量產現況，已成為近來外資法人最愛向台積電董事長張忠謀請教的議題，英特爾共同創辦人摩爾週一在一場會議中強調，摩爾定律至少仍將持續十年，惟每二年電晶體數目即會增加一倍的現象，可能出現某種程度的減緩。此與張忠謀觀察半導體○一八微米製程提升至○一三微米量產轉換時間長達三、四年之久，預期新一代技術的量產時間將拉長的說法相符。

半導體工業Road Map

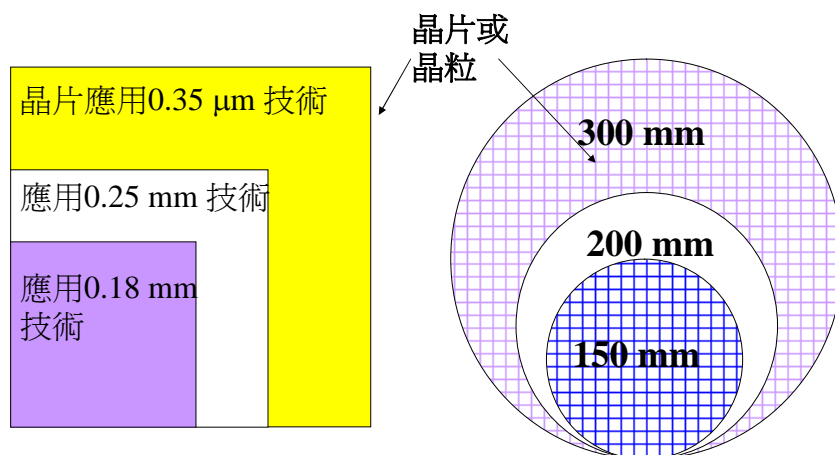
	1995	1997	1999	2001	2004	2007
最小圖形尺寸 (μm)	0.35	0.25	0.18	0.13	0.10	0.07
DRAM Bits/chip	64 M	256 M	1 G	4 G	16 G	64 G
Cost/bits @ volume (millicents)	0.017	0.007	0.003	0.001	0.0005	0.0002
微處理器 電晶體/cm ²	4 M	7 M	13 M	25 M	50 M	90 M
Cost/Transistor @ volume (millicents)	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.02
ASIC 電晶體/cm ²	2 M	4 M	7 M	13 M	25 M	40 M
Cost/Transistor @ volume (millicents)	0.3	0.1	0.05	0.03	0.02	0.01
晶圓尺寸 (mm)	200	200	200 - 300	300	300	300 - 400 (?)

80286 vs Pentium 4



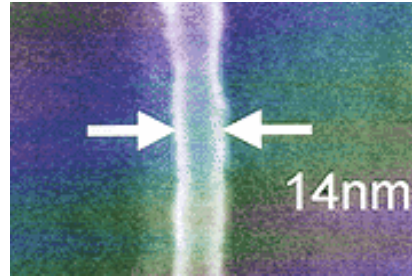
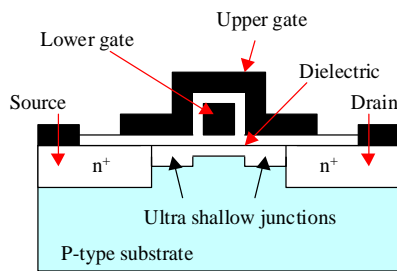
15

圖形尺寸及晶圓尺寸



16

已知之最小電晶體由NEC在 1997所製



0.014 微米以下底部閘極寬度 Photo courtesy: NEC Corporation

17

IC元件之限制

- 原子尺寸：數 Å
- 需要一些原子以形成一元件
- 最終極限可能約在100埃或是0.01微米
- 大約 30個矽原子

18

IC 設計：第一個 IC

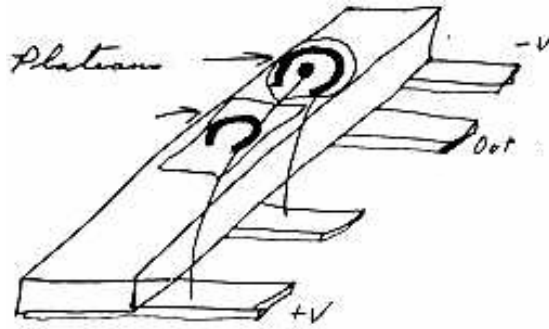
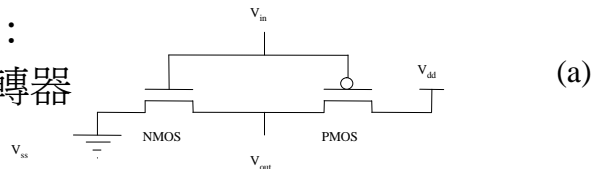


Photo courtesy: Texas Instruments

19

IC 設計： CMOS 反轉器



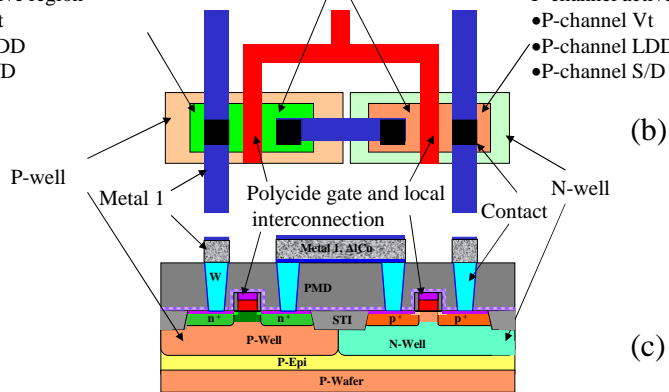
Shallow trench isolation (STI)

N-channel active region

- N-channel Vt
- N-channel LDD
- N-channel S/D

P-channel active region

- P-channel Vt
- P-channel LDD
- P-channel S/D



20