

力旺電子 2020 年 第二季線上法說會 Q&A

2020 年 8 月 12 日

2020 營收/展望相關

- 1) 有提到 NeoPUF 由兩個 NeoFuse 組成，未來營收認列上單一 wafer 認列的 percentage 是否會是兩倍？

技術上來說，NeoPUF 是延制於 NeoFuse。基本上這兩個在 function 上不同：NeoFuse 本身是一個儲存的裝制，但是 NeoPUF 是一個產生信任根的裝制，在力旺內部這兩個是不同的 IP。對個別技術我們都有對應的權利金及授權費的收入。去年我們投資子公司以 PUF 為基礎的 Security IP，目的不只要把 Security IP 做得更完整，也把 Security IP 及 PUF 的價值更大化，所以單一 wafer 上認列的權利金不只兩倍，而甚至會是更多。力旺不只提供最基礎的技術，也把完整 IP 價值帶進來，未來在權利金上的貢獻不只兩倍。

- 2) 力旺成立將屆 20 周年並已成為亞洲最大 (全球前十大) 的 IP 公司，可否請董事長談談力旺下一個成長目標？

據董事長說，這 20 年力旺主要靠 NeoBit，且現在 NeoBit 還在成長中。這幾年 NeoFuse 也開始發酵，主要應用在 12 吋晶圓，而 12 吋的 market size 比 8 吋的 market size 大很多。接下來，NeoPUF 主要市場是晶片安全的市場，而物聯網的時代未來也將會是趨勢，今年也看到在安全上很大的需求。力旺 20 年已成為亞洲最大，如果說有多少晶片用力旺的 IP，我們估算每年會有 50 億顆晶片有力旺 IP 授權，而每年會有將近 100 億顆晶片有 ARM 的 IP 授權。NeoFuse 已經很快速的在成長，相信 NeoPUF 會比 NeoFuse 更快速的成長，主要是因為晶片安全市場，所以 NeoPUF 提供具有更安全的 solution。NeoFuse 和 NeoPUF 都在 12 吋晶圓(先進製程)上，所以下一個成長目標希望可以達到 100 億顆，這也是我們的期許。據總經理說，要達 50 億顆的目標是很容易的，從客戶量產的成果來看，這幾年在各個應用佈局達到出貨量一年超過 100 億顆的速度會非常快，或許在未來幾年就可以達到這個目標。

- 3) 請問為什麼 12 吋的權利金大幅成長？12 吋產品未來會應用更多的原因是什麼？

12 吋權利金大幅成長有幾個面向：第一個是新的應用，從以前在 8 吋的貢獻是 DDI

到現在 12 吋貢獻有 TDDI、OLED、數位電視、STB、Multimedia 相關應用、WiFi 及 SSD controller 等，這些產品都不是在 8 吋上量產，而且會延伸出不同新的應用，所以過去幾年在 12 吋客戶 tape out 上大幅增加會帶來新的應用。第二個是晶片 ASP。製程的 advancement 在 12 吋是比 8 吋還要高，比如：從 28 奈米到 12 奈米的晶片金額售價是大幅提高的。對力旺來說，我們是收晶片售價的幾個 percent，當然在權利金上也會看到絕對值的成長，包括應用變多、單價提高等，所以會看到權利金成長，而這個成長我們預期還會再成長。12 吋產品未來應用更多的原因是因為 security。客戶用 OTP 來存 secure key，而 PUF 會讓客戶的產品更安全，所以先進製程上，OTP 跟 PUF 可以讓客戶產品更具有安全性，也在未來應用上會更多。另外，12 吋的貢獻也來自 DRAM。力旺過去兩三年很成功在 DRAM 上進入了 25 奈米，接下來也會進入 20 奈米以及更先進的 DRAM 製程。DRAM 對力旺的貢獻也會持續的佔某個比例，未來除了會成長之外，更多產品應用也會帶動 12 吋對力旺權利金的貢獻的比重會更高。

4) 請問預期 8 吋的應用是否都會慢慢轉移至 12 吋上？還是 8 吋會有新的應用？

在半導體產業裡，因為有許多新的想法與創新產品，所以會帶動很多新的應用。在 8 吋的權利金我們認為還會持續成長，12 吋也會成長。在 8 吋的製程上有些適合用 8 吋製程來製造，並不會轉移到 12 吋去，因為在 12 吋製程平台不會對其產品帶來加值。這些產品就是適合用更小更精細的製程讓產品做更小或具有更高的效率，有些產品像高電壓、電源管理或影像處理應用並不需要用到 12 吋製程，比如：手機應用的電源管理都是用 8 吋製程。所以 8 吋的產品應用有些會轉移到 12 吋，有些新的應用還是會留在 8 吋，而這些應用特別是跟類比相關的應用，因為需要更高的精度及更好的穩定性，所以力旺的 IP 就是其應用需要採用的 IP 來提升整個產品的穩定性和競爭力。我們預期 8 吋會因為這些類比相關應用的產品來帶動更多的成長，同時 12 吋因為先進應用像 Multimedia 相關及 Security 應用等會成長。

5) 請問 12 吋量產產品使用力旺 NeoFuse 哪些成長最大，未來還會有哪些應用？ISP 權利金的進展有多少？

過去這一陣子有看到 12 吋客戶產品 tape out，這些 tape out 有包括 OLED、SSD controller、WiFi、數位電視、STB 等。那去看整個市場每年的出貨量和每個 IC 本身的大小在 12 吋貢獻裡未來會持續成長，相信 OLED、ISP 在絕對值上是相當可

觀的，同時在成長性上來說，相信 WiFi、TWS 在未來幾年可以看到逐年會成長。

6) 為什麼 5G 的 PMIC 數量會增加 2 到 3 倍？

PMIC 的顆數來說在 5G 裡不是 2 到 3 倍，我們提的 2 到 3 倍是 5G PMIC 對力旺的整個貢獻，畢竟 PMIC 有分 main PMIC, sub PMIC 等。為何會需要這麼多 PMIC 是因為 5G 手機時代有好幾個 band 需要去做傳輸，而手機的電池容量也並不會大幅提升，因為大家都在追求更薄的手機。另外，手機本身也有更多功能包括顯示、攝影等。這些不同的 IP 都有不同的工耗，於是 5G 手機俱備更複雜的功能時，各自特殊應用就需要對應的電源管理機制，在整個系統架構上各自 function 要有一個控制電源 unit 來做。5G 手機為了可以讓來自電池所供電的電源可以更有效更省電的管理，所以在手機上就需要更多的電源管理 IC 來執行。

7) 過去力旺的 OTP 應用在 specialty 製程產品比重很高，未來是否會有 logic 類似 ISP processor 等處理器的應用？

力旺過去幾年在先進製程的佈局非常完整，像 ISP 現在已有營收貢獻了。我們預期除了 ISP 之外，還有數位電視晶片、STB 等這些產品應用，而過去幾年這些應用都持續在貢獻權利金，且比重越來越高。所以並不是說力旺的 OTP 只有 specialty，而在 logic 上也經營了很多年，我們也看到這部分權利金的比重一直逐步增加。

8) 未來公司發展方向持續朝資安方向前進還是朝記憶體相關設計？

力旺是一家從記憶體發展出來的公司，長期來說，記憶體會是公司一個部份因為它是公司的基礎，但是在面對整個物聯網、聯網大幅增加和大家對資安的重視下，力旺在未來的資安所帶來的營收貢獻，甚至在資源投入的比例上，都會逐步增加，所以可以預期力旺未來會是一個提供資訊安全方案的公司。

PUFsecurity 相關

9) 請問 NeoPUF 的第一筆權利金可能來自哪一種應用？請問熵碼的 business model 是什麼？

以目前客戶 tape out 的狀況來看，很大來自 IoT 或 NB-IoT 相關的產品會進入量產，也就是跟物聯網相關的應用會最有可能貢獻 NeoPUF 第一筆權利金。熵碼的 business model 跟力旺的 business model 是類似的，因為都是 IP 公司，所以一樣

有授權金和權利金，權利金也是量產時跟客戶收取，授權金是當客戶要開案時用我們的 IP 時就會取得我們的授權。

風險管理相關

10) 中美貿易戰美國政府都要求大家選邊站，請問力旺如何管理這方面的風險？

我們的技術和 IP 都授權到全世界幾乎所有的 foundry，我們也有非常多的 fabless 客戶，所以選邊站基本上是由客戶與 foundry 自己做決定，無論 foundry 和客戶做什麼決定，力旺還是他們重要的 IP vendor。

11) 美國對華為的制裁是否會對力旺造成影響？

這是看客戶被影響的狀況。力旺在手機的 DDI 跟 PMIC 是 default solution。DDI 未來最大 momentum 是能導入三星，而 PMIC 是 content 增加 2 到 3 倍。海思目前是我們的客戶，未來很多產品都會導入我們的 IP，像在 IoT 和自駕相關，我們也是他們的唯一選擇。所以我們在這市場的 TAM 有很大的發揮成長空間，我們目前在全球 foundry 滲透率只有 6%，且集中在 8 吋晶圓。我們的 8 吋晶圓權利金的滲透率是 20%，12 吋只有 2%，所以若公司 12 吋能達到 20% 的滲透率，公司至少成長 3 倍。目前公司也在開發 5 奈米製程，設計定案也到了 7 奈米製程，預計明年 28 奈米權利金會大幅成長。

Security 相關

12) NeoPUF Mechanism 安全性功能是否所有產品都可以應用上？

NeoPUF 的安全性 IP，提供的是可信任的根，也就是所有元件與元件之間互相溝通的過程中所需要的很重要基礎。簡單來說，就是聯網就一定需要 NeoPUF 安全性 IP。另外，IC 跟 IC 之間的溝通也會需要，所以要提供更安全的系統及更安全的使用環境，這樣的技術都可以被廣泛的使用，或許現在不是所有的產品都可以使用，但是在未來很多 IC 上都會需要這樣的技術來強化它的安全性。

13) 請詳細說明公司未來在車用 Security 的展望及未來有可能的貢獻。

車用在未來車子逐漸走向自駕或車子聯網相關功能，這會跟行車安全或行車資料交付交流都有關係。因此，NeoPUF 可提供更安全的功能之外，我們最近一些車規項目及客戶也開始採用我們的 OTP。我們的 NeoFuse 及 NeoPUF 是沒辦法被逆向工

程讀出裡面的資料，所以在車用 security 上，在這一兩年來在先進製程上有越來越多客戶採用。

14) Counterpoint 的 IoT 安全服務最新研究數據顯示，2019 年，嵌入式硬件安全智能手機的銷量同比增長 39%，基於安全元素的系統佔了 89% 的出貨量，而帶有 PUF 的系統佔了 2019 年安全智能手機銷量的 10%。多家安卓廠商如華為、三星、小米、一加、OPPO、vivo、LG 和索尼等，都在其設備上採用了與蘋果 Secure Enclave 類似的嵌入式硬件安全技術。但蘋果 Secure Enclave 安全晶片爆硬體漏洞，舊款設備無法修復，請問這是否是力旺 NeoPUF 的機會？

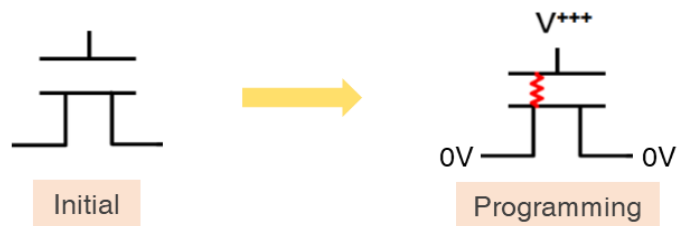
確實現在各個手機都希望能夠做到所謂的 Secure Smartphone，裡面都會慢慢轉到有 Secure Element 在裡面的 smartphone。最先使用 PUF 的是三星，其他家在做 Secure Element 的時候都是用比較傳統的方法，大部分都是用 eFuse 來儲存密碼，而 eFuse 做反向工程是會看到的。所有新的 solution 都是這樣：首先需要教育客戶，它們知道這新技術的好處後，也看到其他人都在使用，技術就會慢慢導入。未來在手機上會有機會從原來舊的 Secure Element 儲存鑰匙的方式轉成 PUF 相關的技術。未來手機會是很大的付款平台，所以其安全性要非常高才能防止手機裡的個人財產因為手機當著教育平台而造成損失。

補充：Quantum Tunneling Effect of eMemory Security IP Solution

首先我先介紹我們 NeoFuse 的工作原理，如圖 1 所示，我們的 NeoFuse 在寫入 Data 時，會加電壓，將電晶體的閘極氧化層造成一條電子穿隧路徑，而此穿隧路徑，我們稱為量子穿隧。所以在 programming 之後，通道形成，在一般工作電壓即可測出流過通道之電流來判別“0”或“1”。

Programming Mechanism

- Apply one high voltage, V^{+++} , to form a Quantum Tunneling path.



Read Mechanism

- Apply a normal operation voltage, V_R , to read the current flow through the tunneling path.

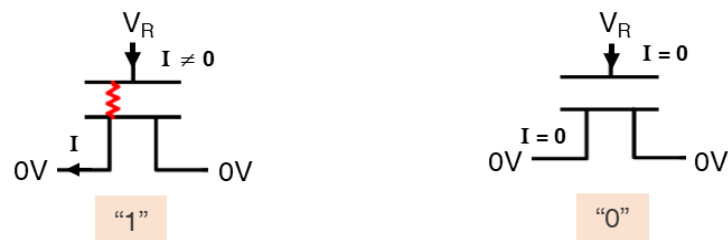


圖 1: NeoFuse 原理

接下我們來講解 NeoFuse 的量子穿隧機制，圖 2，左邊是二氧化矽原子結構的二維橫截面，右邊是相應的能帶圖來解釋懸鍵（缺陷）輔助的量子穿隧。

左上圖顯示的氧化層有比較多的缺陷（懸鍵），左下圖的氧化層是沒有缺陷。在半導體物理學上，氧化層的缺陷叫 trap 陷阱，而相對應的能量叫做量子阱。當施以電壓，電子會從一邊的矽基底，利用氧化層的缺陷所形成的懸鍵跳到另一個懸鍵，而跑到金屬柵極，形成的電流通道，就是量子穿隧。而這個通道產生後，除非在高於 600 度的攝氏溫度，是不會受到一般的溫度、干擾或電壓等環境因子影響，因為這些變化並不會使懸鍵癒合。左下圖是在沒有懸鍵或缺陷的結構中，電子從矽基底傳輸到金屬柵極的可能性很小，也就是沒有穿隧效應。

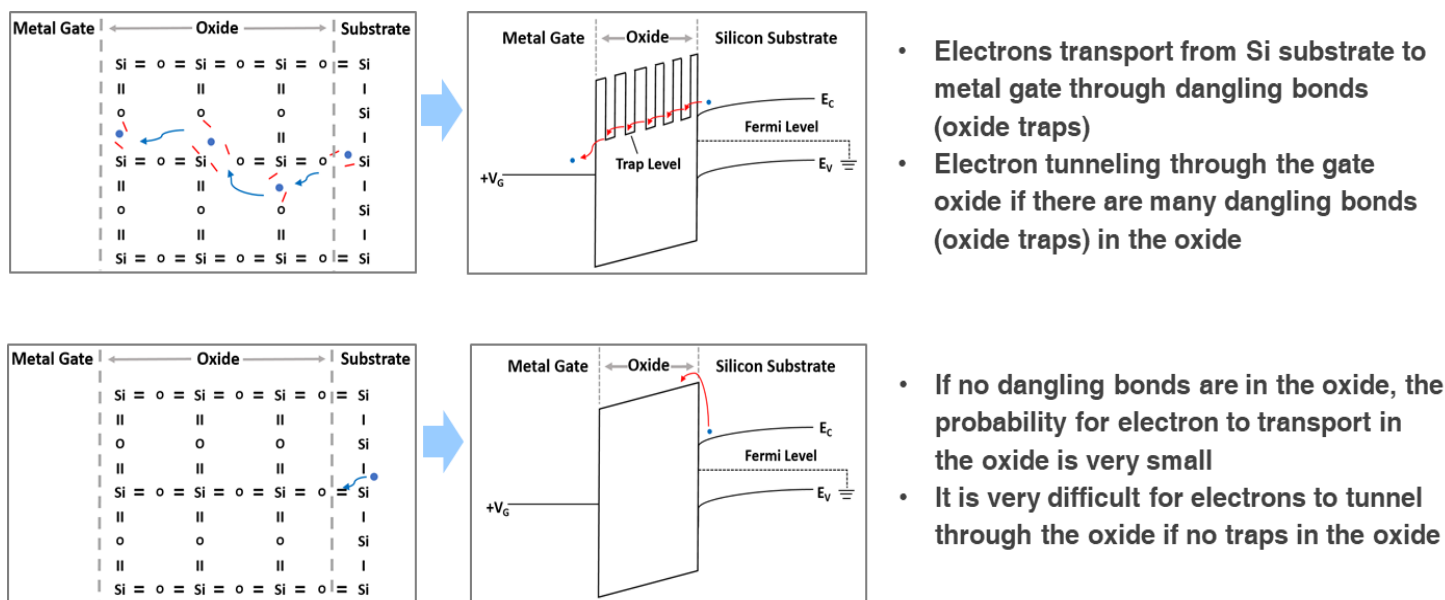
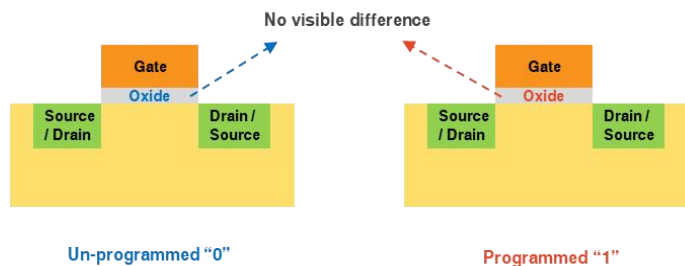


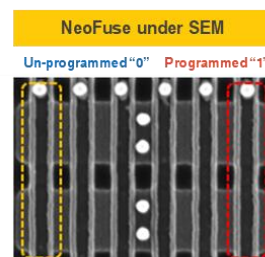
圖 2: 量子穿隧機制

圖 3 顯示，我們的 NeoFuse 就是利用量子穿隧原理產生的“0”或“1”的值，它們在微觀結構的差異無法透過任何方式來偵測或物理追溯，所以 NeoFuse 的特性是高穩定度，看不到、在物理上無法被探測出來，是用來儲存密碼、金鑰最佳的選擇。相對於目前最普遍被使用的 eFuse，是用大電流來燒斷 fuse，呈現“0”或“1”的值，是很容易被反向工程，造成電路圖跟數值的外洩。

NeoFuse



- Invisible
- Untraceable
- Reliable



e-Fuse



- Visible
- Insecure

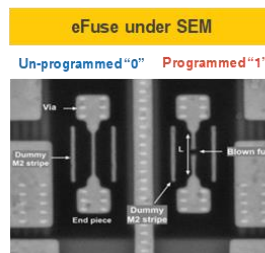


圖 3: NeoFuse vs. eFuse

圖 4 裡，我們來介紹 NeoPUF 的原理，是利用一組相連 NeoFuse 電晶體，施以電壓，由於這兩個 NeoFuse 的氧化層的質料不會完全一樣，在電壓下會造成其中一個缺陷比較多的產生更多的懸鍵，就會先產生量子穿隧效應。先產生一端在左方的，我們定義為“1”，在右方的則定義為“0”。而且我們無法預知哪一方會先產生穿隧效應。就會產生一群無法預測哪一個是“0”或是“1”的數值，就叫 PUF (physical unclonable function) 物理不可複製的數值，這是一串不可預測的獨特亂數列，就像擲硬幣，正面和反面的機率是 50%，而且這些數值具有隨機性、獨特性、穩定性及不可追溯性。

- A path of oxide quantum tunneling would be located at either left or right one after high voltage is applied to a pair of NeoFuse in parallel, which depends on the micro-difference in oxide quality variations.
- Awarded 2018 ISSCC outstanding paper

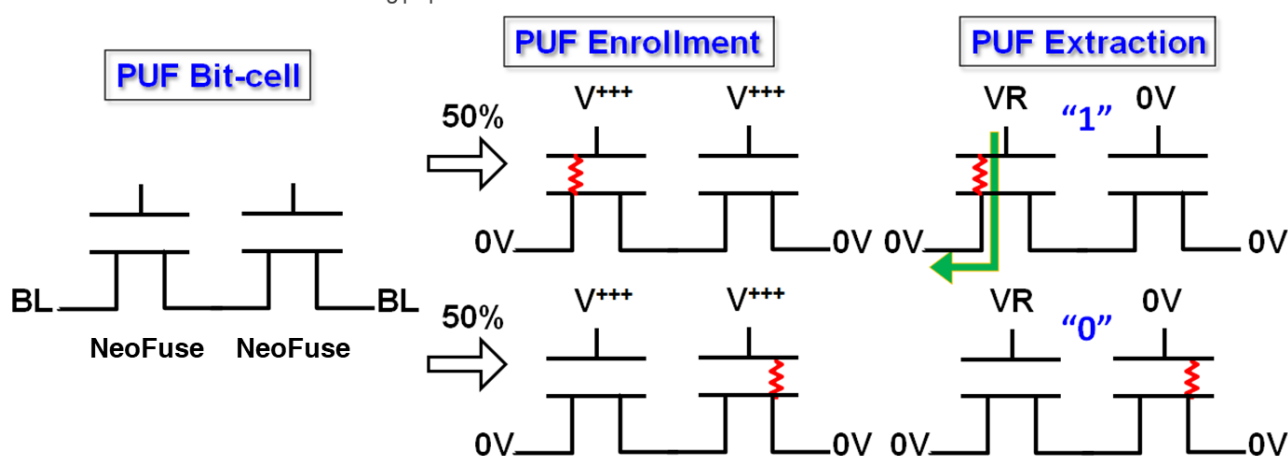


圖 4: NeoPUF 原理

所以，我們 NeoPUF 的產生是建構在 NeoFuse 的平台，而我們已有很多 NeoFuse 平台，所以同樣的也有這麼多的 NeoPUF 平台。這樣的 NeoPUF 是唯一用 Quantum tunneling 機制產生，已有很多的平台可使用，這是沒有任何其他對手或新的競爭對手可以做到及趕得上的。所以我們相信我們 NeoPUF 的技術是現在全世界最好的 PUF 技術。

接下來圖 5 跟圖 6，我要解釋 HRoT - Hardware root of trust, 硬體信任根，以及我們的 Neofuse 和 NeoPUF 如何產生硬體信任根。首先，什麼叫信任根，信任根就是作為加密使用的密鑰，其產生方式及儲存方式，不可被知道，也不可被發現，或被利用反向工程讀出來，如此，利用此密鑰加密的資料才能安全。所以，能達到不為人知的密鑰產生及儲存的的方式的功能，即為信任根。系統中的資料儲存、傳輸資料的保護，資料的真實性，以及傳送方及接受方之間的認證，都有賴使用信任根的密鑰來完成。

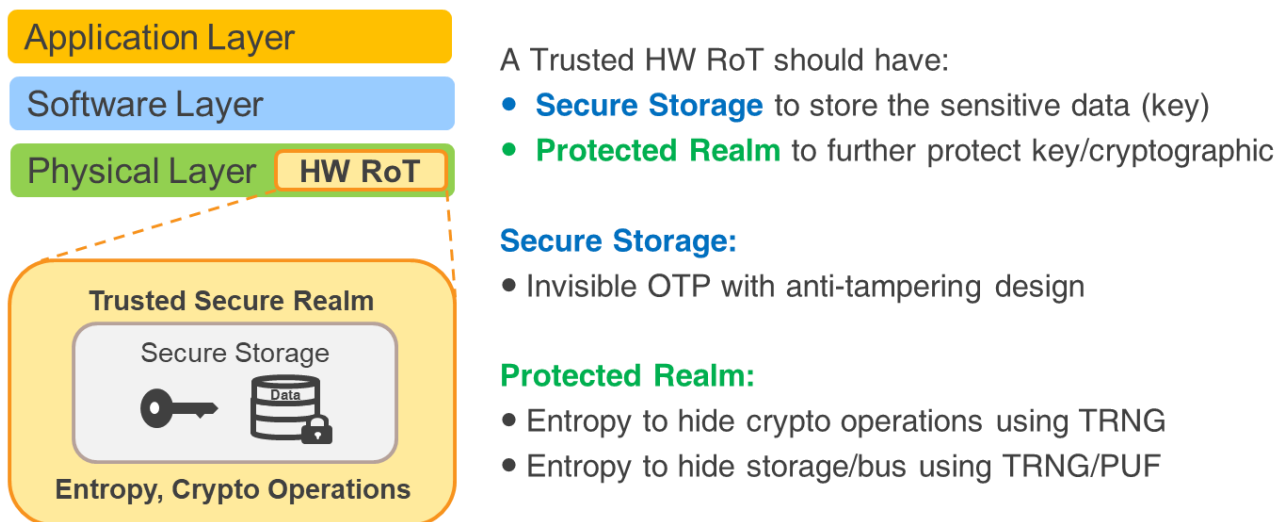
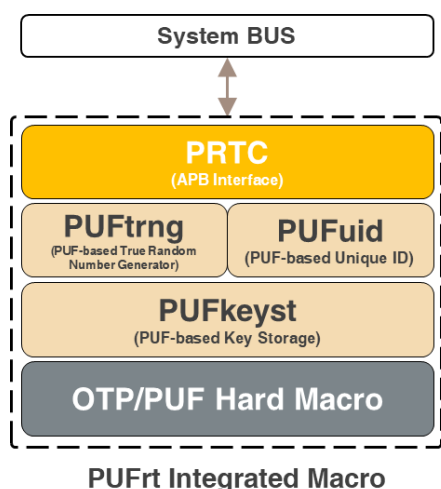


圖 5: 硬體信任根 – Hardware Root-of-Trust (HRoT)

而我們提供的 PUFrt, 即是以 NeoPUF 和 NeoFuse 來達到信任根的功能。首先, 由 NeoPUF 中抽取一組密碼作為晶片的 UID (unique ID, 晶片指紋或身份證), 將此密碼存入 NeoFuse 中, NeoFuse 做為 secure storage, 儲存於其中的密碼無法被看到, 也無法從逆向工程中去追溯來源。利用此組密碼, 再透過亂數產生器, 去產生更多的密鑰, 供系統處理其他加密功能使用。由 NeoPUF 跟 NeoFuse 產生的信任根, 具有高速、省電、容易使用及低成本的功能。以前要達到這樣的功能, 需要整合不同的 IP, 或者買非常昂貴的硬體亂數產生器來達成。所以無論在成本、方便性、即時性及可量產性, 我們的 PUFrt 在市場上有極大的優勢, 相信未來在市場上, 一定是領導地位。



A Highly Integrated PUF-based HRoT




- PRTC: **R/W Access Authority** Control Interface
- PUFuid: **Instant Ready** On-chip UIDs 
- PUFtrng: **Instant Ready** PUF-based TRNG 
- PUFkeyst: **Trusted Self-encrypted** Storage 
- Complete **Anti-Tampering** Design

圖 6: PUFrt