

## 前言

## 透過半導體裝置實現網路普及的社會



Renesas Electronics Corporation.

生產本部技術開發部門

MCU device 開發部 主管技師

奧山 幸祐

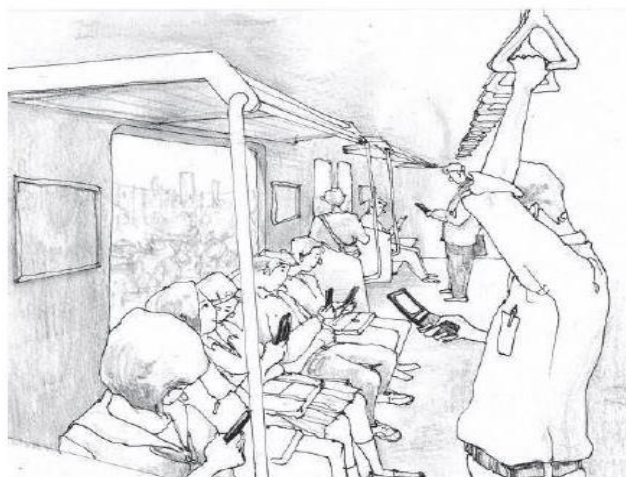
曾任日本瑞薩生產本部的技術開發部主任技師，現為日商富提亞科技的社長—奧山幸祐先生，因 SEAJ 事務局的邀請，於 SEAJ Journal 2008. 5 No. 114 開始連載名為「淺談半導體」的專欄合集。

在尖峰時刻的電車內，放眼望去絕大部分的人手持智慧型手機，目不轉睛地盯著那小小的螢幕。在現今社會這樣的光景早已見怪不怪，但若是發生在 20 年前的話，那肯定是令人覺得不可思議。因為「手機」的誕生，不管在任何地點、任何時間都可以透過電話或簡訊與對方聯繫，也因為如此，曾幾何時隨處可見的電話亭也漸漸的消失了。

隨著手機的日新月異，最新機型的厚度只有幾毫米，手掌大的尺寸，搭載大型的彩色螢幕，並同時具備發送郵件、上網、攝影、遊戲及看視頻等電子機能，至此手機的便利性又更上一層樓。只要隨身攜帶一支手機，不只能夠講電話，天氣預報或即時新聞、音樂、交通情報等等各式各樣的資訊，都能在一瞬間到手，不只如此，透過手機也可以搭乘電車或巴士、購物或飲食，不管是在家裡或街角、車內等地方皆可看視頻、玩遊戲，也可以將喜歡的風景拍照留作紀念，若是迷路了也可以透過衛星導航知道自己的位置。就像是擁有一個多拉 A 夢的百寶袋似的，雖然不能像百寶袋一樣有時光機的功能等等，但以「取得情報」來說是非常足夠的。

喜愛多拉 A 夢動畫的小孩們，都對百寶袋的內部十分感興趣，但多拉 A 夢的作者卻從來沒有給我們一探究竟的機會。相較於此，手機則

可以在被拆解後一窺其內部的奧妙。像是負責輸入的麥克風及鍵盤，負責輸出的揚聲器、顯示器及負責通知來電的振動器等零件，另外還有天線訊號的收發器，中心則有一塊電子電路板。最基本的功能是透過輸入元件，將輸入的類比訊號(聲音及電波)透過電子電路板上的電路轉換成數位訊號，一部分透過記憶體保存，之後在進行演算，並將演算出來的數位訊號轉換為類比訊號，再透過輸出元件輸出(電波、聲音、影像)。除了輸入、輸出、輸入/出裝置以外的其他功能所構成的部分稱之為電子電路板。例如：接收放大器，發送功率放大器，天線開關，發送混頻器，接收混頻器，音頻 A/D/D/A 轉換器，解調電路，調製電路，頻率控制電路，接收信號強度檢測電路，發送波形生成電路，處理電路，通信控制 CPU，聲音處理 DSP，各種存儲器 (SRAM, Flash, ROM, EEPROM, LCD 驅動器) 等。這些電路大多數都安裝在電子電路板上的 5 至 6 個數十毫米的黑色樹脂封裝裡。這些被密封在數毫米見方的半導體晶片封裝中的電子電路，需要通過電子顯微鏡觀察才可看到。如上所述，拜這些數量驚人的裝置構成的電子電路 (大規模集成電路：LSI) 所賜，體積小又極具高功能便利性的手機成為可能。



在過去的數十年內，這些裝置的尺寸以驚人的速度不斷縮小。例如：35年前，在製造這些裝置時的最小的尺寸為 12.5 微米，但如今已量產的最新裝置最小的尺寸為 45 納米。設備的邊長幾乎減少至 1/300，而面積則縮小到 1/90000。這種驚人的縮小程度大大提高了手機的機能，它不僅讓僅有幾毫米有限區域的半導體晶片上能夠裝載大規模電子電路，更為我們的生活帶來無限可能。

汽車而言 LSI 更是不可或缺的一部分。除此之外，車內也搭載了像是衛星導航、電視等電子儀器，汽車已經從「運輸工具」進化成了「享受生活的配備」之一了。汽車因配有安全氣囊、車距保持功能及倒車影像等機能，安全性更是全面提升，而這一切都是由 LSI 去控制的。在不久的將來，隨著 LSI 的技術越來越發達，全自動駕駛也不再只是個夢想，全車將搭載數十個以上的 LSI。

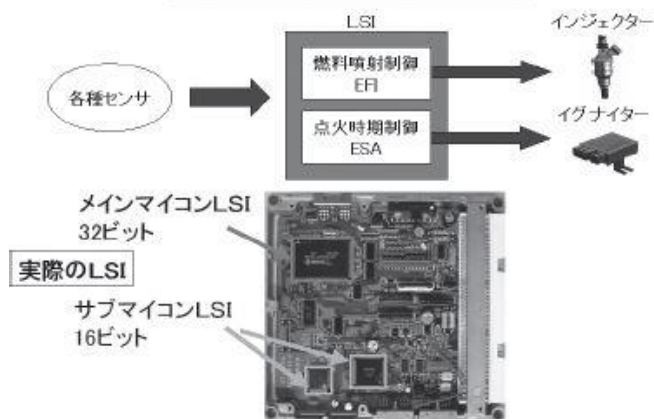
車用 LSI 使用實例



使用半導體裝置之產品例



汽車引擎控制器的概要



除此之外，家裡使用的個人電腦、炊飯機、微波爐、烤箱、冷氣、冰箱、洗衣機、吸塵器、電視、DVD、浴缸自動加熱系統、安全設備等家電都將變得智能化。舉例來說像是炊飯機，現在已經研發出一種程式，能使炊飯機煮出如早期用爐灶煮出的米飯香，或甚至更好吃的滋味！這些全都歸功於 LSI。又或者像是工廠所使用的工業機器人等，可利用 LSI 的項目不勝枚舉。在我們身邊有搭載 LSI 的機器其實超出我們的想像，而我們也從中受益良多。LSI 因為被裝置在這些機器的內部，所以它是不易被看見的，正因如此，受惠於 LSI 的我們並不了解其活躍性，這是十分遺憾的事呀！

另一方面，看著在路上奔馳的汽車，與以前相比，排放的廢氣減少了，汽車也變得越來越環保。在以前汽車是只會吐黑煙的機器，吐出來的濃濃黑煙也讓路上的行人感到十分痛苦。這種環保化的改變雖然主要歸功於過濾器的技術創新，但設置於引擎控制部裡的 LSI 也功不可沒，有了它，調節燃料注入量及點火的時機點等的效率便可大幅提升，這也大大的減少了燃料的使用量及燃燒後所產生的廢氣。最近搭載燃料電池的汽車也相繼問世，對於這樣規格的

但也因為這樣它才能成為神秘的魔法道具也不一定。LSI 的開發技術團隊日以繼夜的研發，為的就是希望加強 LSI 的魔法力量，讓人們在使用這些搭載 LSI 的電子儀器時能露出不可置信的神情。先前舉例的個人電腦，其性能的演算速度（工作頻率）已經超過了 1 千兆赫，但這在 20 年前可是需要使用大型計算機才能達到的性能。那時的外型是高達數公尺的四方形機器，是需要一個大空間去放置的大小。現在的尺寸

則是 A4 大小，厚度為 2 釐米以下 (筆記型電腦)。拜其所賜，現在的筆電擁有早期大型計算機的性能，體積卻變小了，不但攜帶方便而且便宜，普通家庭也能同時擁有好幾台，每個人都可以輕易作到上網及收發郵件等資訊交流。驅動所需的電力也減少一個數量級，並且可以使用內部電池連續使用好幾個小時。而且它具備易讀的大螢幕和輕便的機身，與 20 年前的大型計算機相比，恍如隔世。這些體積縮小、效能提升、降低功耗等的因素與降低成本息息相關，筆記型電腦與先前舉例的手機成為 20 世紀後半資訊革命的重要推手。

1947 年 12 月，被命名為「電晶體」的鍺點接觸電晶體在貝爾實驗室誕生，並於次年 6 月對外發布。從那之後又過了 60 年。在這期間人類在石油、天然氣等的石化燃料及各種礦物資源的驅使下，也助長了地下資源文明這部分的發展。在這樣的發展下，技術進步的半導體裝置給予了使用地下資源所製成的機械「智能」，再利用這些被賦予智能的機械從事高難度技術的工作，進而讓人類文明快速進展。而這些被賦予智能科技的機械又促進了智能科技的進步，從原本單一的機械裝置到智能機器人，這樣的變化將持續發展下去。

在不久的將來，或許就能看見一個家庭裡有好幾台人型的智能機器人正活躍著的光景也不一定。我自己本身在年少時很喜歡閱讀漫畫，對於漫畫裡有機器人出現的未來心生嚮往，特別是已故畫家手塚治虫先生的漫畫「原子小金剛」，讓我覺得非常有趣，也從中獲得了很多夢想。隨著半導體裝置的發展，我想在不久之後原子小金剛的世界也將不再只是個空想。

另一方面，先前提到的手機及筆記型電腦等通訊功能的進步引發了全球性的資訊革命，我想在今後也將會帶來更大的變化與衝擊吧。在現今社會及生活中，到處都有電腦及 IC 標籤的存在，人們也無時無刻都因電腦而受惠，而這樣的生活型態被美國施樂公司所屬的帕洛阿爾托研究中心稱作「網路普及社會」。如上所述，「網路普及社會」這個概念正快速的拓展中，想必今後也能達成超出預想的進展吧！此外，半導體的好處不僅是半導體本身，因製造技術

的創新，使得半導體技術的進步成為可能，並持續影響著重要產業的發展。將半導體裝置微小化的製造技術，例如：奈米級加工技術，薄膜形成技術，雜質控制技術，測量技術等，也被廣泛運用在其他的產業上。

話說回來，對日常生活及產業極具影響力的「半導體」究竟是何方神聖呢？在本文中，我們將解釋 60 年前電晶體是如何誕生的？隨後半導體又是如何發展？而一般被認為難以理解的是哪種半導體？並淺談半導體的類型及功能等等。

我將承襲著邀請我撰寫本文的 SEAJ 事務局的初衷，盡可能地避免使用專業用語來解說，並且讓與半導體產業無直接關係的人們，也能透過本文去了解半導體。不過我並沒有十足的自信能將電子與電洞或能階等概念說明的淺顯易懂，如果感興趣的您能幫助我們，我將感激不盡。

此外，雖然化合物半導體有好幾種種類，但本文將聚焦在矽(Si)上，因為這 60 年間 Si 在半導體的發展上扮演著舉足輕重的角色。不過 GaAs 等等的化合物半導體裝置也有相當顯著的發展，若是文長允許我將稍微提及。