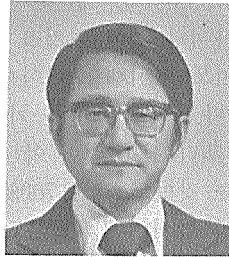


限界에 다다른 高集積度化



金 貞 欽
高麗大 教授 / 理博

1M DRAM 時代

작년부터 見本品이 나돌던 1메가비트 (1 M Bit) DRAM이 드디어 금년 4월부터 月産 100만개씩의 量産 体制에 들어갔다. 日本 도시바 (東芝)에 이어 日立(히다찌), 日本電氣 (NEC), 후지쓰(富士通), 미쓰비시(三菱電機) 등 大型 컴퓨터 업체들도 곧 뒤따라 量産 体制에 들어갈 채비를 하고 있다. 그리하여 1980年代 後半期는 記憶素子도 드디어 메가비트時代에 突入하게 된 셈이다.

플래이너 技術의 發達

한 장의 칩(chip) 위에 數10個의 트랜지스터를 올려놓고 그것을 電子回路로 연결시킨 IC (集積回路)가 開發이 된 것은 1959年이었다. 그리고 무서운 속도로 그 集積度는 늘고 있다. 1960

年에서 1976年까지 이 集積度는 거의 어김없이 每年 2倍씩, 1977年부터는 2年에 3倍씩 또는 3年에 4倍씩 늘어나고 있다.

每年 2倍씩이라면 10年에는 $2^{10}=1,024$ 배가 늘는 셈이며 四捨五入을 하면 10年에 대략 1,000배가 된다. 또 2年에 3倍씩이라면 12.5年에 1,000배가 되고, 3年에 4倍씩이라면 15年에 약 1,000배, 따라서 10年에는 100배 (5年에 10배)의 率로 증가한다.

결국 1977年부터 현재까지는 대략 5年에 10배씩(10年에 100배, 15年에 1,000배, 1.5年에 2배) 集積度는 늘고 있다고 보아도 무방하다.

그 결과 1970年代에 들어서자 IC의 集積度는 칩당의 素子數가 數萬個인 LSI (大規模 集積回路)로 늘어났다. 또 1979年度부터는 컴퓨터 技術의 發達로 數많은 電子素子를 좁은 면적에 채워주는 回路設計가 가능해지고, 短波長 寫眞製板 技術도 發達하여 微細加工의 回路製作도 가능해져서 드디어 칩당 15萬個의 素子를 포함한 64K DRAM이라는 超大規模 IC (Very Large Scale Integrated Circuit)가 出現한 것이다. 모두가 1959年度에 開發된 플래이너(planar) 技術 덕택이었다.

플래이너技術이란 실리콘基板 위에 寫眞製板 技術을 써서 微細한 加工을 여러차례 해줌으로써 트랜지스터나 캐퍼시터(容電器) 또는 저항 등 電子素子, 그리고 그 電子素子들을 연결시켜 주는 回路線 등을 만들어 가는 技術이다.

LSI의 低코스트化

우리들이 電子回路를 써서 무엇인가 有用한 回路를 實用的인 규모로 만들려고 한다면, 간단한 것이라도 1,000個에서 1萬個 정도의 트랜지스터가 필요해진다. 그러니 이런 것들을 단 한개의 칩(chip) 속에 모아놓을 수만 있다면 그 편리성은 이만 저만이 아니다. 더구나 그 칩은 손톱크기 정도로 작게 만들 수만 있다면 얼마나 좋을까! 이런 목적을 위해 開發된 것이 트랜지스터 등 電子素子로 1萬個 이상을 포함한 LSI였던 것이다.

사실 우리가 지금 흔하게 손목에 끼고 있는 손목時計가 디지털화된 것은 1975年の 일이다.

이 시대는 디지털 손목시계는 수10만원도 더 하는 무척이나 비싼時計였다. 그것이 10년이 지난 오늘날에는 단 2,000원, 3,000원 정도면 살 수 있을 정도까지 값이 내려가고 있다. 어린이들이 끼고 있는 慢画 그림이 들어가 있는 손목시계, 電子게임까지 할 수 있는 장난감 같기도 한 손목시계, 그러면서도 옛날의 機械式時計에 비하면 무척이나 정확한時計가 가능해진 것도 CMOS 型의 LSI가 開發된 덕분이었던 것이다.

個人 컴퓨터의 登場

LSI의 登場은 손목시계, 扇風機의 自然風 장치(선풍기가 亂數發生機라는 LSI의 指示에 따라 자연스럽게 바람이 불어 오듯 強風·中風·弱風·停止 등등의 기능을 스스로 해 주는 선풍기)·卓上計算機·TV의 各가지 制御機能·NC(數值制御)工作機械 등등에 응용되고, 各가지 家電製品 속에도 들어오게 되었다. 電氣밥솥·電子렌지·IC式 冷藏庫, 그리고 드디어는 금년 및 작년부터는 말하는 冷藏庫, 말하는 時計 등도 등장하고 있다.

그리고 물론 IC나 LSI에 의해 크게 바뀐 것은 컴퓨터이다. 1946年 人類 최초의 컴퓨터인 ENIAC 發明以來 컴퓨터는 눈부시게 그 기능이 發達되는 동시에 그 크기는 무척이나 작아져가고 있다.

그리하여 1980年代에 들어와서는 드디어 퍼스널 컴퓨터가 보급되기 시작했다. 퍼스널 컴퓨터에서는 약 數萬個의 트랜지스터가 필요하다. 따라서 단 한개의 칩으로 된 CPU(中央演算處理裝置)와 몇個의 記憶裝置(Memory)로 된 타이프라이터 크기의 퍼스널 컴퓨터(PC=Personal Computer)가 우리나라에도 導入이 되었고, 또 製品化도 되어 이미 20餘萬台가 보급이 되었고, 100萬台 前後가 輸出되고 있다. 모두가 LSI의 高集積度化에 힘입은 것이었다.

VLSI 및 ULSI의 必要性

컴퓨터의 기능 向上을 위해서는 무엇보다도

記憶 칩(Memory chip)의 記憶容量의 확대가 시급한 문제이다. 아다시피 64K DRAM(64 Kilo Dynamic Random Access Memory, 記憶유지動作이 필요한 수시 기입 및 수시 읽어내기型 記憶장치)은 64킬로 즉 64,000(엄격히는 $64 \times 1,024 = 65,536$) 비트의 情報를 기억시켜 둘 수가 있다. 비트(bit) 대신 바이트(byte) 즉, 英文 알파벳이나 한글字母 또는 數字나 기타 記号 등 $256 = 2^8$ 가지를 구별해 주는 單位(1byte는 8bit를 한 묶음으로 묶어서 表示하는 單位)를 쓰면 약 8,000바이트, 즉 英文 8,000字를 기억시켜 둘 수가 있다.

그런데 우리가 利用하고 있는 한글은 26個의 英語 알파벳과는 사정이 달라 24字 만으로 表示될 수 있는 성질의 것은 아니다. 왜냐하면「가, 감, 구, 군, 굶……」등등 字母의 結合法이 10餘가지나 있어 이것을 일일이 指示해주는 指令까지도 지시해 주어야만 읽어낼 수가 있게 되어 있다. 그래서 일단 기억시킨 것을 읽어내는 일은 그리 쉬운 일이 아니다. 더구나 한글은 常用하는 것만도 약 1,700餘字가 있고 특수한 發音까지 합치면 3,500字도 넘어 常用漢字의 數만큼이나 그 수가 많다. 그래서 한글도 漢字와 마찬가지로 그 하나 하나를 字形으로 記憶시킨다면「밖」과 같은 복잡한 것까지 表示하려면 한 文字를 워드프로세서(Word Processor, 文書情報處理機, 文書作成編輯機)모양 24×24 도트(dot)로 表示하는 것이 바람직하다. 그 결과 한글 또는 漢文 한 글자의 記憶에는 $24 \times 24 = 576$ 비트의 메모리가 필요하다.

그런데 우리가 보통 쓰고 있는 漢字는 약 1萬字이다. 여기에 한글 3,500字까지 합치면 1萬3,500字가 필요한데, 이것을 모두 기억시켜 두려면,

$$576 \times 13,500 = 777萬6,000$$

비트의 記憶容量이 필요하다.

따라서 64K 비트의 메모리라면 약 120個가 필요하다. 아무리 64K DRAM이나 64K ROM(Read Only Memory, 읽기專用 메모리)이 손톱크기라 해도 120個나 되면 퍼스널 컴퓨터로서는 배치하기가 힘들게 된다.

또 64K의 4倍인 256K를 쓰더라도 그 수는

여전히 30個나 필요하다. 그러나 이것이 1M 비트의 메모리가 된다면 단 8個면 충분하게 된다.

그 결과 1M 메모리를 쓴다면 PC(퍼스널 컴퓨터)의 능력은 그 크기는 그대로 남아 있으면서 記憶能力이나 其他의 能力이 64K 時代의 16倍, 16K 時代의 64倍로 늘어난다. 대단한 能力向上인 것이다.

이것이 왜 우리가 애써서 64K DRAM이 나오기가 무섭게 256K DRAM을 開發해야 했고, 그 256K DRAM이 미처 보급도 되기 前에 1M DRAM이 商品化되어야만 하는가 하는 이유의 하나가 된다.

集積化와 演算速度

集積化가 高度化가 되면 演算速度도 빨라진다. 왜냐하면 素子間의 거리가 짧아진 결과 記憶시킨 情報을 읽어낼 때 電氣信號의 效果가 왕복하는 거리 즉 스위치를 열어주고, 回路內를 電子가 移動해야 할 구간거리가 짧아진 결과 읽어내는 데 필요한 時間도 짧아지기 때문이다.

예전대 64K 비트의 경우는 메모리 하나를 읽어내는 데 150 나노秒(nano second, 10億分の 1 초) 즉 1,000萬分の 1.5秒가 걸리지만, 256K 비트의 경우는 이보다 단축되어 약 100 나노秒로 줄어든다.

이렇게 集積化가 高度化되는 데 따라 記憶시켜 둘 수 있는 情報數는 늘면서도 그 읽어내기 시간은 오히려 단축이 되니 정말로 「핑먹고 알먹고」式的 좋은 일만 일어난다. 그리고 비트당의 가격도 줄어든다.

그 결과 美·日·유럽 등 여러 나라에서는 기를 쓰고 高集積度의 VLSI(電子素子 10萬個 以上), ULSI(아직도 정확히 定義는 안되어 있으나 電子素子數 100萬個 以上, 사람에 따라 素子數를 더 크게 잡는 사람도 있다. ULSI=Ultra Large Scale Integrated Circuit의 略字), SLSI(Super LSI 素子數 1,000萬個 以上), ELSI

(Extremely LSI 素子數 1億個 以上) 등의 開發을 서두르고 있거나, 목표를 세우고 있다.

高集積度에는 限界가 있다.

지금까지의 半導體 IC의 集積度는 4倍씩 늘고 있다. 이것은 세로로 集積度를 2倍로 하는 동시에 가로로도 集積度를 2倍로 늘리는 것이 設計上 쉽기 때문이다.

또 사실은 그보다도, 集積度를 단순히 2倍로 늘리면 開發이 늦어지는 경우 他社의 더 빨리 商品化된 4倍로 늘린 製品과 경쟁이 안된다는 危險負擔도 있기 때문이다.

어쨌든 4K 다음이 16K, 그 다음이 64K, 그 다음이 256K, 그 다음이 1,000K 인 1M, 그 다음이 4M 등등의 順으로 DRAM 등이 그 集積度를 一舉에 4倍씩 늘려왔다.

集積度가 4倍로 늘면 回路의 線幅은 半으로 줄어든다. 예전대 256K 메모리의 線幅은 2 마이크로(μ , 1μ 은 1,000分の 1mm) 정도인데 1M 메모리를 만들려면 線幅은 1 마이크로 以下여야 한다. 그 결과 寫眞術을 쓸 때 보통의 可視光線을 써서는 만들 수가 없게 된다. 波長이 훨씬 작은 X線을 쓰거나 電子線을 써야만 된다.

그러나 이런 電子線을 쓴다 하더라도 현재의 실리콘 基板을 쓰는 限, 集積度의 高度化에는 한계가 있다. 그 한계는 理論上으로는 16M bit 라 한다. 그러나 실제로 量産化를 하는 데는 4M 비트가 한계라고 한다.

그러니 1M DRAM이 이미 量産化되어 있는 현재 실리콘 基板을 쓴 현재의 VLSI는 이미 실용적 한계에 거의 육박하고 있는 셈이다.

따라서 集積度를 16M 以上으로 높으려면 전혀 다른 方式을 開發해낼 수밖에 없다. 그런 새 方法을 위해서는 基礎物理로 다시 돌아가 基礎研究에 投資를 하는 筈에 없다. 그래서 이미 外國에서는 그런 方向을 향한 움직임이 일고 있고, 또 國家政策으로 陰으로 陽으로 多大한 支援을 아끼지 않고 있는 중이라고들 한다.