



3次元回路素子の秘密

— 平面集積서 高層化指向 —

「3次元回路素子」라는 들어보지 못한 새로운 半導體素子が 클로즈업되어 왔다. 呼稱에서 알 수 있듯이 平面狀으로 만들어 온 종래의 素子에서 단숨에 高層 빌딩으로 만들어 내려는 것이다. 高層빌딩으로 만들면 그 속에 들어가는 素子の 數가 많아지고(高集積) 또한 高速으로 되며 다른 素子を 겹쳐 쌓는 것으로써 많은 機能을 갖추게 된다.

集積度로 말하면 100메가 메모리, 즉 現在開發되어 있는 超 LSI의 256K메모리의 400배나 되는 超大規模集積回路(LSI)라고도 할 驚異의인 素子が 되며 또 無限히 人間の 頭腦에 가까운 人工頭腦로 만들어낼 可能性을 숨기고 있다. 應用은 극히 넓으며 實現되면 超 LSI로 代表되는 마이크로 일렉트로닉스가 가져온 이상의 革命을 일으킬지도 모른다. 그러한 꿈많은 半導體의 새로운 모습이 즉 3次元回路素子인 것이다.

素子を 立體高層化

3次元이란 말의 이미지에서 무엇을 聯想할 수 있는지 그것은 편하다.

文字대로 2次元의 平面으로 퍼져가는데 대해 立體의 世界를 생각해낼 수 있을 것이다.

半導體素子の 世界에서도 지금까지와 같이 平面狀으로 트랜지스터 따위를 만드는 것이 아니라 立體의으로 記憶하는 즉, 素子を 高層빌딩과 같이 쌓아 올리면...하는 생각이 나온 것이다. 그렇게 되면 종래 限定된 面積안에 트랜지스터의

크기를 되도록 작게하고 그밖에도 차곡차곡 組合된 超 LSI보다 더 高集積化한 半導體素子を 實現시킬 수 있다.

半導體素子の 高層빌딩化 — 이것이 3次元回路素子인 것이다.

그러나 단지 많은 素子を 보다 高集積化한 것 뿐만아니라 스피드가 빠르고 多機能化한 것이다. 이 3가지 特徵을 갖는데서 종래의 半導體素子和 다른 집이다.

지금 어째서 3次元回路素子라 불리는 새로운 素子が 주목을 끌게 되었나? 거기에는 물론 理由가 있다. 우리들의 日常 근무처인 事務室을 둘러보면 오피스 컴퓨터, 퍼스널 컴퓨터 그리고 워드 프로세서 등등이 있는 것이다. 서랍속에는 電子計算機도 들어 있을 것이다. 이렇게 볼때 事務室 안에서 事務를 處理하고 있는 것은 事務職員이라기보다 차라리 半導體素子が 代行하고 있다고 보아 옳을 것이다.

半導體를 驅使한 일렉트로닉스 器機는 道具이며 그것들을 사용하고 있는 것은 讀者 여러분이 겠으나 半導體素子が 갖는 뛰어난 能力이 우리들을 도와주고 있는 것이다.

그 半導體素子도 超 LSI時代를 맞아 集積度와 速度의 兩面에 걸쳐 限界가 들어나게 되었다. 잘 알려진 바로서 半導體 IC, LSI는 高速 大容量의 읽기, 쓰기, 自由로운 메모리(다이내믹 RAM)과 함께 發展하여 왔다. 2년에 4배의 페이스로 數밀리角의 面積 안에 素子を 集積하고 超 LSI의 入口로 알려진 64K비트 메모리의 量産時代로부터 지금은 그 4배의 256K메모리 時代에로



移行하려 하고 있다.

研究面에서는 100萬비트 單位の 1메가(M)메모리를 향해 數年後에는 이것도 登場하고 다시 4M級の 素子도 出現할 것으로 豫測되고 있다.

이러한 半導體素子の 集積度の 向上은 回路패턴의 微細化나 素子構造와 같은 回路의 研究開發에 의해 推進되고 있다. 그런데 回路패턴의 最小線幅은 256K로서 2~1.5미크론(1미크론은 1,000분의 1밀리)에 달해 1M水準에 이르면 1미크론에서 1미크론을 짜르는데까지 細密해지며 現在의 半導體 LSI技術의 中心이 되고 있는 先技術에서는 1미크론 잘라내면 그 (波長) 限界에서 이미 無理하게 된다.

또 메모리와 함께 重要な 演算處理하는 理論素子도 集積도가 늘어남에 따라 情報(信號)를 傳達하기 위한 配線部分이 增大하여 이로써 情報傳達時間의 遲延이 無視할 수 없을 정도로 커졌다.

超 LSI에 代表되는 現在의 半導體素子は 1M이나 4M메모리로 向함에 따라서 여러가지 問題가 發生하고 있다. 여기서 超 LSI를 上廻하는 集積規模를 갖는 새로운 機能을 兼備한 素子が 必要하게 된 것이다. 그 有力한 候補의 하나가 3次元回路素子이다.

3가지 커다란 特徵

素子を 많이 集積하는에는 高層빌딩으로 하면 좋다는 것은 쉽게 생각할 수 있다.

現在의 半導體素子は 실리콘結晶에 여러가지 미크론의 加工을 加하여 트랜지스터를 만들어 (2次元의으로 配置)配線하고 있다. 이러한 方法으로는 高集積化도 速度도 바랄 수 없다는 계산이 나와 이 때문에 現狀의 LSI를 10層 建物과 같이 쌓아 올려가면 그만큼 集積度는 一擧에 10배로 늘어난다는 계산이다.

高層化하는 것으로써 集積도가 높아지는 것은 아니다. 情報의 傳達距離가 2次元素子(從來의型)보다 짧아지며 아래 단을 잇는 (물론 平面內로 接續하나 이것은 現在의 LSI와 같음) 것으로서 配線에 의한 遲延 問題를 克服할 수 있다.

스피드가 빨라지는 利點에 덧붙여서 또 한가지 特徵이 있다. 이를테면 맨션 아파트먼트를 연상하면 될 것이다. 數 10채의 집을 1棟建物로 세운 맨션아파트먼트로 한다면 數地面積은 數分の 1로 줄어들며 集合化한 것으로서 各房의 集中廢房管理가 可能해지는등 一棟建物의 住宅의 경우와는 달리 別個의 機能이 주어진다. 이와 마찬가지로 3次元回路素子は 2次元素子에는 없는 새로운 機能이 기대된다.

즉 3次元回路素子を 알기 쉽게 풀이하면 실리콘結晶의 上部에 층과 같은 超 LSI를 만들고 그 위에 絶緣膜을 붙여나간다. 다시 絶緣膜위에 실리콘結晶을 올려 놓고 여기에 超 LSI를 만든다. 몇번이고 이것을 되풀이해서 素子を 高層化上下의 超 LSI를 配線한다. 이것이 3次元回路素子の 이미지라고 생각하면 된다.

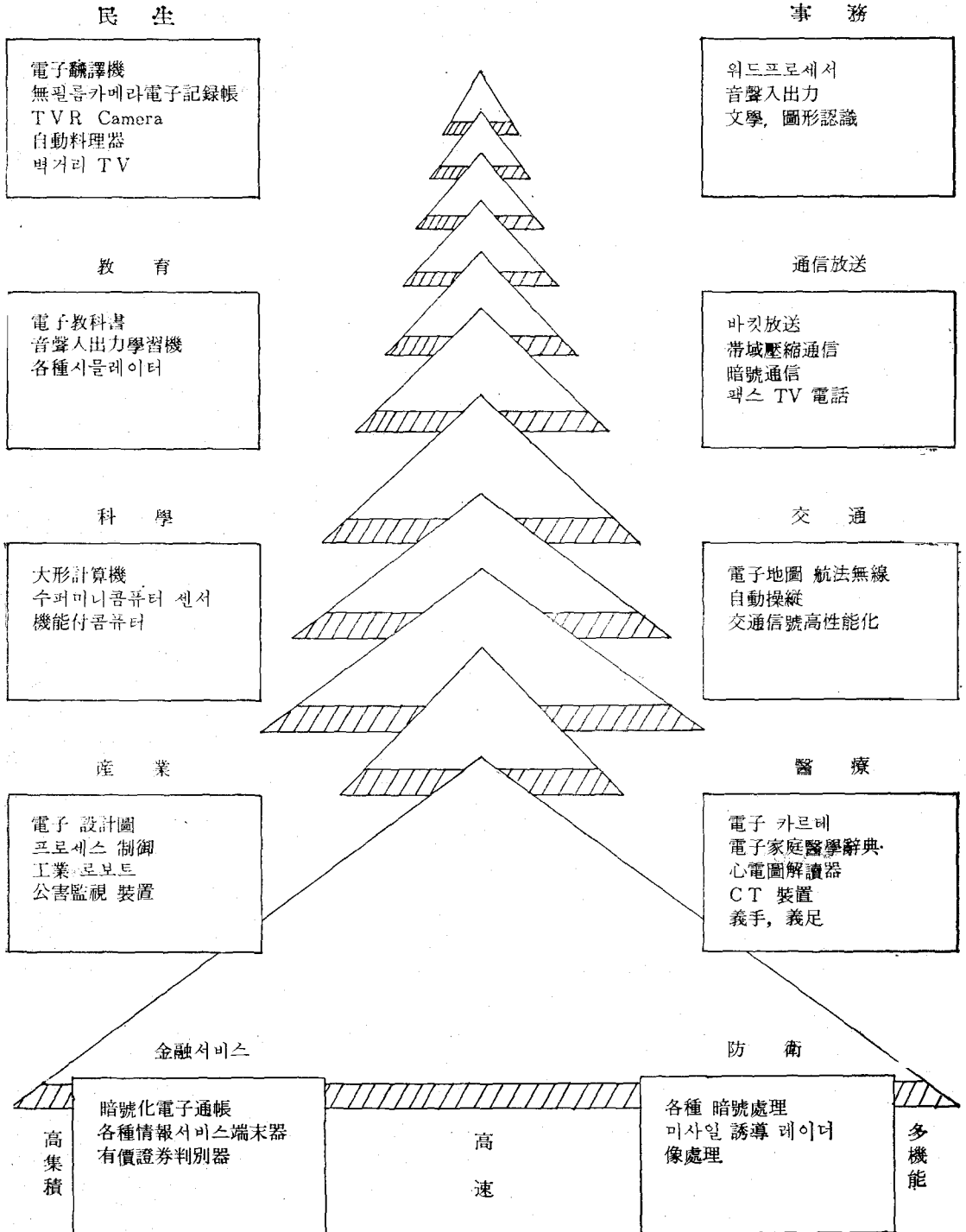
그러나 이러한 方式으로 하면 相異한 機能을 갖는 素子を 쌓는 것이 可能하게 된다. 人間의 눈과 똑같은 機能을 하는 센서回路(光電變換部)를 맨 위에 만들고 演算部(論理素子)나 記憶部(메모리)이런 것들을 制御하는 回路, 電源部, 出力部 등을 한 칩상에 만든다. 이것은 차드르 人工頭腦의인 機能에 지나지 않는다. 人間의 頭腦는 約數億비트의 記憶容量을 갖는다고 한다. 3次元回路素子면 數센티 角의 속에 1億비트가 가까운 記憶이 可能하다고 한다.

원칩 이미지 프로세서 즉 動物의 눈은 3次元回路素子로서만이 實現할 수 있는 手段이라 하는데 人工頭腦에 가까운 機能에 의해 次世代의 知能 로보트는 크게 길이 열린다.

한편 컴퓨터는 손바닥에서 外國語도 기가 막



3次元 回路素子





히게 번역하는 電子翻譯이나 벽거리 TV 등 꿈의 商品을 포장해 줄 것에 틀림 없다.

中心은 SOI 技術

이 可能性을 끌어내는데 있어 最大의 포인트는 絶緣膜의 위에 어떻게 잘(高精度로) 메모리나 論理素子(活性層)를 만들어 내느냐에 있다. 지금 가장 힘을 들여 研究開發되고 있는 것이 실리콘 온 인슈레이터(SOI)라 불리는 技術이다.

SOI는 絶緣物(膜)의 위에 單結晶실리콘을 成長시키는 技術. 이것이 되지 않으면 素子を 多層으로 쌓을 수 없다. 원래 素子を 多層化하는 아이디어는 있었으나 絶緣物의 위에 單結晶실리콘을 만드는 것이 극히 어려웠다. 그 실마리를 제공한 것이 레이저나 電子빔을 이용해서 熱處

理하는 빔어닐이라 하는 方式이다.

3次元回路素子は 밑에 있는 層서부터 차례로 素子(活性層)를 만든다. 絶緣膜을 써서 다른 素子を 겹쳐 쌓는 것으로 위에 素子を 올려 놓을 때 밑에 만든 素子에 影響을 주면 애써 形成한 素子を 망가뜨려버리게 된다.

素子は 絶緣膜上에 成長시킨 單結晶실리콘(通常 多結晶실리콘을 溶解해서 結晶시킨다)으로 만드므로해서 밑의 素子を 破壞하지 않도록 低温으로 結晶成長시킬 必要가 있다. 빔어닐을 사용하면 低温處理가 可能하게 된다.

한편 3次元回路素子は CMOS라고 불리는 素子構造가 가장 有力하다.

CMOS는 消費電力이 적다. 素子は 많이 집어 넣으면 素子自體로부터 나오는 熱이 問題가 되나 CMOS는 電力이 적으므로 高集積化로 나가고 있다.

融通自在한 3次元測定機

— 先進各國 CNC 導入에 拍車 —

生産現場의 FA傾向이 높아감에 따라 CNC 3次元測定機에 많은 關心이 쏠리고 있다. 測定部門의 自動化에 不可缺한 CNC 3次元測定機의 需要도 높아가는 한편 이러한 需要의 물결은 다소 뒤떨어져서는 안된다는 듯 오늘날 世界の CNC 3次元測定機 産業은 旺盛하게 일어나고 있다.

한편 메뉴얼型 3次元測定機 市場도 低價格化의 수요에 應한 製品이 나오고 있으며 그 普及勢도 莫強해지고 있는 實情이다. 앞으로 이 分野에서의 伸張率은 年 50%를 넘을 것으로 豫測된다.

複雜한 形狀物을 個人差도 없이 短時間에 測

定하는 3次元 測定機가 手動機의 全盛時代에서 CNC時代로 移行하기 시작하고 있는 것이다. 이것은 NCI作機械 등으로 加工을 할 때에 나온 製品을 製品라인上에서 測定, 誤差가 있으면 加工機械에 피드백하여야 하는 必要性이 높아가고 있는 것이다.

즉, 生産現場이 FA, FMS化의 傾向을 질게 띠고 있는 가운데 비교적 뒤져 있던 測定の 自動化가 本格的인 니드가 되고 인라인測定機로서 導入하려는 움직임이 보이고 있기 때문이다.

FA, FMS의 導入 目的은 省力化, 品質의 安



定化라고 할 수 있으나 目的을 完全히 이루려면 CNC 3次元測定機를 導入하면 첫째, 省力화가 可能하며 둘째, 測定結果가 正確하고 셋째, 測定場所를 놓치지 않으며 넷째, 作業者가 피로하지 않고 다섯째, 未熟練者라도 비교적 간단히 操作할 수 있는 등의 測定을 追求할 수 있으므로 다른 測定機에 비해 앞으로의 無人化工場用으로 安성마춤이 될 것이다.

그러나 超高精度 CNC 3次元測定機의 境遇 製造라인스에 常溫室이 必要해지며 工程의 번잡성을 일으킨다.

이것을 싫어하는 需要者도 많으며 라인스社의 PMM이나 칼짜이스社의 U시리즈는 現場用이 아니라는 평가가 나오고 있다. 1미크론單位의 精度를 내는데는 그 나름의 環境이 必要한데 어떻게 해서라도 이를 극복하여야겠지만 多量生産라인스에 導入하기 위해서는 하나의 壁이 되고 있다.

CNC 3次元測定機의 構造는 測定데이터의 演算이나 프로브의 移動經路를 記憶하는 外部 CPU와 CPU에서 보내진 移動情報를 X.Y.Z軸의 移動量으로 分解하는 클로톨러部, 그리고 서브모터로 構成되어 있다. 測定方法은 터치信號프로브를 이용한 포인트 쓰이 포인트와 프로브를 사용해서 曲面形狀의 連續測定을 하는 2가지 方法이 있다.

포인트 쓰이 포인트方式은 日本메이커들이 많고 習慣性自動測定은 칼짜이스社와 라이즈社 등 西獨製品이 있다.

測定(스캐닝)프로브의 開發은 日本에서도 一部着手되고 있으나 아직 市場에는 나오지 못하고 있다. 특히 커브面의 測定이라면 포인트 쓰이 포인트 方式으로는 CNC化하지 않으면 精度가 나오기 힘든 것으로 알려져 있다.

따라서 3次元測定機의 性能은 프로브로 결정된다고 할 수 있으며 프로브의 種類에 따라 소프트웨어에도 制約을 주는 라이즈社와 칼짜이스社

의 CNC 3次元測定機가 톱니의 피치測定機나 正圓度測定機의 機能을 다함께 갖는다는 것도 프로브의 性能이라고 할 것이다.

이와 같이 CNC 3次元測定機는 FA, FMS時代에 접어들었다고 하는 生産現場에서 높은 關心이 집중되고 있으나 또한 市場爭奪戰도 熾烈해질 것으로 보인다.

CNC 3次元測定機의 需要增大에 따라 CNC의 물결을 타고 이에 뒤져서는 안되겠다는 世界有名메이커들이 測定로봇 MIC를 發表한 日本의 三豐製作所를 비롯하여 西獨의 칼짜이스, 이탈리아의 DEA社, 美國의 브라운앤드 샤프社가 角逐을 벌이고 있다. 스웨덴 요한슨社등이 莫強한 技術力을 背景으로 英國의 팽테일러 홈슨社와 맞닥드리고 있다.

메뉴얼型 3次元測定機의 普及率은 급속도로 늘어나고 있다. 이미 3次元測定機를 必要로하는 有力企業들은 導入하여 活用段階에 있는 것으로 알려지고 있다. 종래 非生産工程의 測定, 移動工程에 幾人한 設備投資를 하는 企業은 적었으나 製品의 品質向上, 工場의 自動化, 省力化를 추진하는데는 아무래도 測定部門을 充實하게 하지 않으면 안되는 況狀에 와있다.

母企業이 3次元測定機를 導入하면 系列企業으로서도 同機種을 採用하지 않을 수 없게 마련이다. 部品精密度의 水準이 다르면 系列下請企業으로서는 存在할 수 없기 때문이다. 그리고 金型業界로서는 短納期, 高精度, 低價格化라는 需要者 요구를 充足시켜 주기 위해 精力을 쏟고 있으나 그와 같은 수요를 滿足시켜 줄 수 있는 것으로서 3次元測定機에 커다란 期待가 걸려 있다.

특히 短時日內 納品이라는 點에서 최근 動向을 보면 플라스틱成形用 金型의 外徑形狀, 孔피치, 段差, 斷面形狀을 종래의 測尺따위로 測定하면 2시간이 걸리지만 데이터處理付(퍼스널 컴퓨터) 3次元測定機로 가면 불과 15分으로 종래의



8분의 1로 短縮될 수 있다.

燒結齒車用 金型の 경우 心間尺法, 分割角度, 孔位置 등을 하이트마스터, 하니트게이지, 테일링서클러데이블로 測定하면 3時間이 걸리지만 데이터處理付(미니컴퓨터) 3次元測定機로 하면 6분의 1인 30분에 해결된다.

金型 以外도 오디오部門패널의 心間尺法, 徑, 피치, 面間尺法, 角度 등을 그리는데는 마이크로미터 하이트게이지, 角度게이지로 7時間 걸리지만 미니컴퓨터의 데이터處理付 3次元測定機로 하면 5분의 1인 1時間 20분에 測定할 수 있다.

이밖에 많은 例가 있으나 종래의 測定時間에 비해 3분의 1에서 20분의 1로 短縮된다고 한다.

또한 CNC 3次元測定機를 사용하면 機種에 따라 다르지만 라이쯔社의 例를 들면 메뉴얼型の 5.6배의 스피드를 낼 수 있다.

測定時間의 短縮에 의해 納期の 短縮이 可能해지지만 그밖에 返品도 거의 없어진다고 한다. 高精度測定이 可能하며 測定の 個人差가 없으므로 當然히 그만큼 利點이 많다고 보겠다. 高精度 측면에서 에어베어링의 採用도 뒤따르고 있다.

따라서 최근에는 X軸가이드부와 Z軸을 뉴세라믹素材로 바꾸어 輕量化를 꾀한 製品이 開發되고 있는데 이는 精密度를 높이기 위한 한가지 手段인 것이다.

한편 低價格化에 있어서는 普及과 직접 관련되므로 世界의 有名메이커들이 값싼 製品을 앞다투어 만들고 있다. 例를 들어 日本의 三豊製作所의 低價品은 本體만은 약 12,000달러다.

데이터處理裝置가 따르면 약 14,000달러가량 되지만 아직은 이 데이터處理裝置의 新製品은 開發중에 있다. CNC 3次元測定機의 경우 대략 20萬달러에서 40萬달러까지 그 價格幅이 매우 넓다. 20萬달러짜리의 경우 그 精度는 5미크론, 40萬달러짜리는 1미크론 單位가 된다. 20萬달러짜리를 1미크론 單位로 高精度化하는 것이 縮題

라 하겠다. 아무리 값이 싸더라도 소기의 精密度가 나오지 않으면 導入效果를 기대할 수 없다. 결국 싼값에 高精度의 製品이 어떻게 開發되느냐에 따라 CNC 3次元測定機의 普及에 迫車가 加해질 것으로 기대된다.

3次元測定機의 性能은 프로브 90%로 左右한다고 한다. 따라서 프로브와 소프트웨어는 相關關係를 갖는다. 우선 프로브이겠으나 位置決定센서와 變位센서의 2種類가 있다.

DEA나 극히 一部이지만 英國의 레니셔 일렉트릭社의 터치트리거프로브는 位置決定센서로 電氣接點方式을 採擇하고 있다. 이것은 프로브가 워크에 接觸하는 순간에 트리거信號를 발생한다.

變位에서는 칼짜이스社의 多次元電子센서 등이 該當된다. 이 센서는 位置決定센서와는 달리 프로브테트의 測定系가 各軸이 모두 安全하게 靜止했을 때 測定值를 내기 때문에 位置決定精度가 매우 높다고 한다. 그러나 面, 輪廓, 홈의 스캐닝이 可能하여 多樣한 機能을 發揮한다.

프로브의 種類는 多樣하지만 현재 最少의 프로브는 0.3밀리의 것도 있다. 따라서 內徑 0.5밀리까지 測定可能하다고 한다. 다만 깊이에 있어서 1 내지 1밀리까지만 測定되지 않으므로 用途는 限定되어 있다. 圓의 中心座標만을 測定하면 0.5밀리 이하에서 測定이 可能하다.

프로브의 改善 여부가 測定機能을 左右하지만 소프트라 불리는 各種 프로그램은 어떤 것이 있는지 살펴 본다.

칼짜이스의 例를 보면 커브測定프로그램은 터빈블레이드, 로터, 폴리곤 등 2次元이 커브形狀 測定用的 萬能프로그램이 있다. 정해진 軌道를 點一走査, 스캐닝走査에 의해 全自動으로 測定된다. 그러나 任意로 設定된 基準座標系內에서의 形狀決定이 可能하다고 한다. 마스크 워크나 모델로부터의 데이터抽出도 可能하다.