武器와 尖端技術(최종회)

③ 第3部 電子部品材料

편 집 실 譯

지금 電子技術分野에서 비약적인 發展을 거듭하고 있다. 半導體, 光섬유, CCD 등의 획기적인 發展과 더불어 軍事用 機器에 적용되는 電子部品材料를 中心으로 여기에서 다루고자 한다.

集積回路(IC)

電子工學을 혁명적으로 進步시킨 것은 1958年에 완성된 半導體集積回路였다. 그때까지 眞空管으로 만들어진 電子回路는 크게 轉換하게 되어 이후 20數年間에 VLSI(超大規模集積回路)에 이르기까지 高集積化와 대량의 情報를 순시간에 처리하기 위해 超高速素子의 개발이 추진되어 왔다.

高集積化를 도모하기 위해 基板(트란지스터回路를 조립하기 위한 土臺) 材料로 실리콘을 사용한 MOS技術에 의해 現在의 VLSI가 만들어졌다.

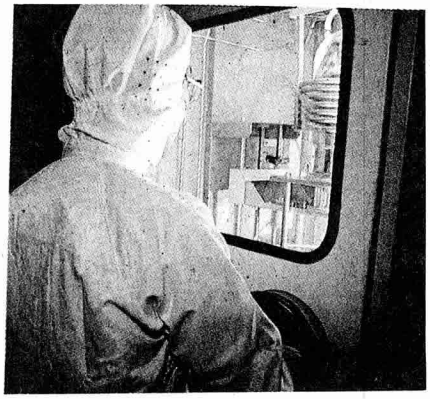
그러나 IC의 高集積化(數밀리의 칩上에 몇個의 素子가 올려지는가)가 進展됨에 따라 絕緣性이나 放熱性이 뛰어난 精密한 것이 要求되었으므로 세라믹스 등이 그 材料로 사용되게 되었다.

基板材料로서 요구되는 條件은 ① 높은 電氣的 絕緣抵抗이 있다. ② 熱傳導性이 높다. ③ 機械的 强度가 높다. ④ 放射線의 放出이 적다. ⑤ 平滑表面을 形成한다. ⑥ 化學的으로 不活性이다. ⑦ 變形變質하지 않는다. ⑧ 費用이 싸다. 등이고 그 가운데서도 電氣的 絕緣性과 熱傳導性의 두가지 性質은 절대로 불가결한 條件으로 되어 있다. 왜냐하면 IC의 高密度實裝化가 이룩됨에 따라 半導體素子에서 발하는 熱의 처리가 큰 문제가 되기 때문이다. 그것이 高集積化를 가로막고 있다. 그래서 高熱傳導材料의 選定에 의해 效率이 좋은 放熱에 대한 대책을 강구하지 않으면 안된다.

현재로서는 세라믹스材로 가장 적합한 것은 알루미나이다. 그 외로는 베리리아는 알루미나보다 10倍나 熱傳導性이 좋아 상당히 有望했지만 그 毒性때문에 특수한 경우를 除外하고는 사용할 수 없고 汎用으로 사용하기에는 아득하다.

또한 炭化珪素에 酸化베리륨을 첨가함으로써 電氣的 絕緣性을 높인 HITACERAM SC-101이 開發되어 실리콘과 代替되는 基板材料로서 注目받고 있다.

한편, 실리콘材料보다 낳은 超高速素子材料로 개발이 추진되고 있는 것으로 GaAs(갈륨砒素)



갈륨砒素 IC의 結晶實驗

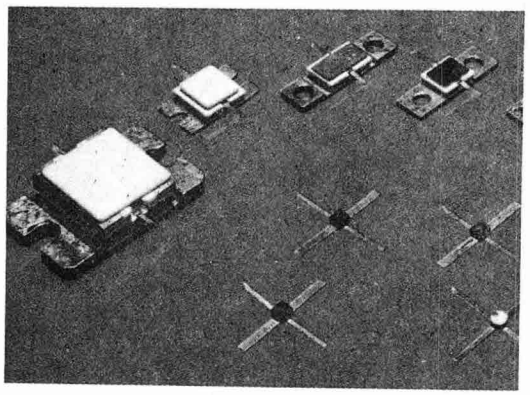
結晶이 있다. 超高速處理의 열쇠는 基板中의 電子移動의 속도에 있다. 갈륨砒素集積回路는 실리콘에 비해 5倍의 移動속도를 가지고 있다. 더우기 半絶緣性 基板을 사용할 수 있어 실리콘集積回路보다도 超高速·低消費電力動作의 點에서 크게 기대를 가질 수 있다.

죠셉손素子는 極低溫에서 볼수 있는 죠셉손 效果를 이용한 超傳導集積回路이고 半導體集積回路보다 훨씬 높은 性能을 발휘한다. 현재는 −268℃의 상태에 둘수 있는 冷凍機를 만들고 大型컴퓨터시스템으로의 適用을 위해 硏究中이지만 앞서있는 IBM社가 개발계획을 축소했기 때문에 實現이 멀어지고 말았다.

日本에서도 "富士通"가 개발중인 HEMT라는 素子가 있어 內外에서 주목받고 있다. 이것은 갈륨砒素와 알루미늄砒素의 混合結晶에 의해 格子構造에 나타난 二次元素子의 高移動性에 착안해서 이를 게이트電極으로 制御하는 일종의 트란지스터이다. 低溫에서 超高速性을 발휘하고 常溫下에서도 갈륨砒素集積回路보다 뛰어나다고 한다.

그러나 CPU나 메모리, 게이트아레이 등의 高集積素子를 다수 가진 하이브리트IC(混成集積回路)의 개발이 수행되고 있다. 이것은 단순한 部品이라고 하기보다는 高度로 시스템化된 電子機器라고 하는 편이 더 적합할 것이다.

이를테면 미사일의 시스템에서는 CPU나 메모리, 이들의 周邊制御로직回路 뿐만아니라 A/D 變換, P/A 變換과 같은 아날로그回路, 거기에다 자이로의 回路, 또는 飛行翼을 콘트롤하는 파워



갈륨砒素半導體素子

트란지스터를 포함한 高發熱 아날로그드라이브回路까지 전부를 超小型·輕量化해야 하기 때문에 미사일시스템에 있어서 하이브리드集積回路化의 요구는 매우 높아져 있다.

그래서 多層配線基板材料로 熱傳導性이 높은 材料의 개발이 진행되고 있고, 前述한 炭化珪素나 窒化알루미늄 등의 세라믹스材料도 주목받고 있다.

또한 軍用機器의 경우 耐放射線特性이 요구되므로 갈륨砒素나 CMOS/SOS 등이 앞으로 필요해질 것이다.

더우기 軍用裝備의 輕量小型化, 信賴性向上을 위해 마이크로波集積回路의 개발이 추진되고 있다. 開發當初에는 종래의 立體回路部品을 마이크로波 集積回路化하는 방향으로 진행되었지만 小型輕量化한 개개의 마이크로波 集積回路를 코넥터나 케이블 등으로 接續해 둔다면 무엇때문에 小型化했는지 알수 없게 되므로, 이제는 構成密度를 높이는 方法을 생각하고 있다.

특히 航空機나 衛星탑재장치 등의 容積·質量 등에 制約이 있는 것에 대해서는 電子走査안테나나 衛星通信, 放送用 受信器와 같이 동일한 종류의 것을 多數 사용하는 장치에는 最適일 뿐만 아니라 費用面에서도 기대되는 바가 크다. 마이크로波集積回路의 基板材料에는 알루미나가 가장 많이 사용되고 있고, 大電力用으로는 베리리아가 사용되고 있다.

VHSIC(超高速集積回路)는 美國 國防省에서 1980年에 시작한 事業으로 1988年에 完成을 목표로 하고 있다. 이것은 주로 高速實時(Real Time)의 信號處理를 하는 것을 목적으로 하며, 1990年代의 武器體系에 극히 중요한 영향을 끼칠것으로 보인다.

실리콘 VLSI의 高速化는 현재보다 약 100倍 빠르게 할것을 겨냥하고 있다. 그렇게 함으로써 레이다, 電子戰, 畵像·信號處理, 컴퓨터 등 軍用電子部門 全般에걸쳐 革命的인 변화를 일으키려는 것으로, 또한 그것에 의해 시스템의 强化를 꾀할 수 있다.

이 계획은 3段階로 나누어져 있다. 1段階에서는 1.25미크론 技術開發과 그것을 사용한 新시스템과 칩의 開發을 휴즈社, Honeywell社, TI社,

TRW社, Westinghouse社, IBM社의 6個社에 의해 수행되며, 2段階는 Honeywell社, TRW社, IBM社의 3個社가 각각 擔當하는 것으로 이번에 결정되어 0.25미크론技術의 개발에 의해 더욱 두자리수자가 빠른 속도를 달성할 것을 目標로 하고 있다. 3段階에서는 서포트技術의 개발을 하게 되어있다.

光 纖 維

光섬유傳送技術에 대한 軍用裝備쪽에서 要求하는 것이 극히 高度의 것이다. 光纖維케이블의 規格은 현재 美國防省의 規格인 MIL-C-85045(光纖維케이블通則)과 MIL-C-85045/1(50/125GI纖維個別規格)이 制定되어 있지만, 傳送用 光纖維케이블(코어徑 50미크론, 코어그릿트徑 25미크론의 一般產業用)에 비해서 軍用光纖維케이블은 그것보다 굵은 코어徑의 것이 사용되고 있다. 이를테면 美國에서 100/140 光纖維가 사용되고 있지만 그 理由는 특수한 高速데이타링을 除外하고 傳送速度의 太半이 每秒 數十메가비트 이하이고, 機器나 케이블에 코넥터의 脫着이 빈번하기 때문에 接續損失을 낮게할 것을 목적으로 해서 굵은 코어徑의 纖維를 사용하고 있다.

한편, 光纖維를 미사일誘導의 信號傳送系로 사용한 光纖維指令誘導가 있다. 光纖維는 雙方向의 廣帶域傳送이 가능함으로 다만 미사일에 대한 誘導信號傳送 뿐만아니라, 미사일로부터의 情報를 地上에 보내는데도 사용되고 畵像信號와 같은 廣帶域信號의 傳送에도 사용될 수 있다.

光纖維의 材料强度는 有線誘導미사일에서 從前에 사용하고 있던 와이어의 引張强度가 300 kg/mm² 이던 것에 대해 石英系 光섬유의 경우 引張强度는 500kg/mm² 이나 되고 高速으로 날아가는 有線미사일에 충분히 적용가능하다.

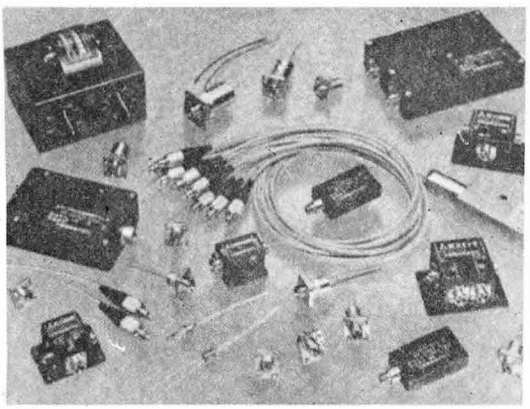
미사일의 誘導시스템에 光纖維를 사용하는 경우, 從來와 같이 단순히 誘導信號를 傳送하는 이외에 더 큰 利點이 있다. 그것은 미사일에 탑재한 TV카메라나 赤外線映像器 등으로 표적을 잡아 그것을 光纖維를 통해 地上에 傳送한다. 그것을 다시 計算機에 의해 畵像處理해서 경우에 따라 操作者의 판단도 加해서 標的을 추적한다.

이 方式이면 디스프레이로 모니터하면서 誘導할 수 있으므로 操作者는 몸을 敵에 노출할 필요없이, 오히려 敵이 볼수 없는 位置에 숨어서 誘導할 수 있다.

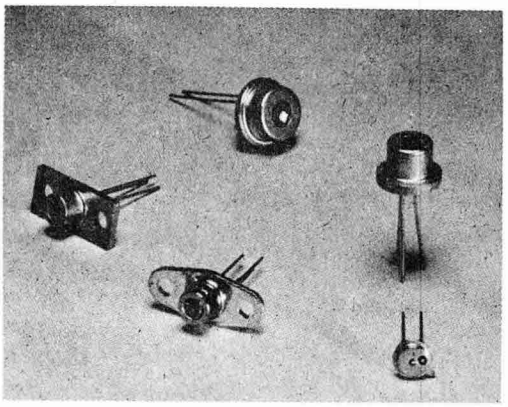
光纖維材料의 향상이나 送受信系의 발달로 표적까지의 距離延長도 어렵지 않는듯 하다.

또한 光纖維는 센서에도 이용되어 數種類의 형태로 개발이 진행되고 있다. 光纖維센서는 光纖維내를 傳播하는 빛(强度, 位相, 偏光, 周波數 등)이 표적의 物理的 性質에 의해 변화하는 것을 이용한 것이다.

光纖維센서 가운데서도 특히 軍用機器에 응용되는 것으로는 "光纖維音響센서" "光纖維磁界센서" "光纖維溫度센서"를 생각하고 있다. 光纖維音響센서의 纖維材料로서 音響에 대해 歪曲效果가 높은 나일론이나 폴스테렌系의 에라스토마를 被覆材料로 사용하고 있다. 이 材料가 音響에 反



光通信部品



光半導體素子

應해서 伸縮하고, 光纖維出射端面에서 빛의 位相이 변화하는 것을 이용하고 있다

이 센서는 電磁誘導雜音의 영향을 잘 안받고 더구나 超高感度를 가질 수 있어 美海軍에서 현재 개발을 진행하고 있다.

光纖維磁界센서는 纖維의 被覆材料로서 磁氣歪曲効果를 가지고 있는 니켈이나 金屬유리를 사용해서 磁界에 의해 光纖維의 伸縮하는 性質을 이용한다. 이 센서의 感度는 현재 磁氣探知器에 사용되고 있는 光磁氣共鳴型의 磁氣探知計보다 두자리數字만큼이나 좋다.

光纖維磁界센서는 죠셉손素子를 사용한 SQUID센서와 같은 정도의 感度를 가지고 있지만, SQUID센서처럼 冷却器를 사용할 필요도 없고, 電磁誘導의 영향을 받기 어렵다는 點에서 對潛戰 등에서 磁氣探知器로서 활약에 기대를 걸고 있다.

光纖維溫度센서에서는 被覆材料를 熱팽창의 材質로 바꾸는것 뿐으로 光纖維伸縮을 이용한 點에서 앞의 두가지와 같다.

최소의 檢出感度는 1千萬分의 1℃라 하며, 현재 사용되고 있는 水中溫度分布計測器보다 훨씬 뛰어난 성능이다.

固體撮影素子

固體撮影素子는 1970年에 CCD(電荷結合素子)를 發明한 이래, 급속하게 進步한 기술이다. 현재에 와서는 赤外素子와 CCD의 信號處理장치와의 結合에 의한 赤外撮影素子(IRCCD)의 개발을 하고 있고, 미사일 등에 있어서 赤外線探知·追尾를 위한 센서의 중요한 技術로서 注目받고 있다.

IRCCD는 素子를 二次元的으로 배열하고 電子的으로 走査를 해서 映像을 얻는 赤外線檢知器로 이미 3~5미크론帶에서 感度를 얻는 실리콘과 인듐안티모나이트를 사용한 素子의 개발이 실용단계에 와있다.

더우기 8~14미크론帶에서 感度를 가진 水銀/카드뮴/텔루늄을 사용한 素子도 멀지않아 등장할 것이다.

IRCCD는 素子를 항상 −170℃ 이하로 냉각해 두지않으면 안되지만 機械的 可動部分이 없으므로 裝置로서의 構成이 간단하고, 앞으로 FCS用 센서로 이용이 많을 것으로 보인다.

맺 음 말

이상에서 新素材가 가지는 性質을 각각 用途別로 武器技術로서의 應用可能性과 現況에 대해 살펴보았다.

新材料 뿐만아니라 近年에 여러 方面에서 갑자기 클로즈업되고 있는 하이테크노로지에서 이때까지와는 다른 특수한 一面을 볼수 있다. 그것은 이때까지의 新技術의 개발은 항상 軍事用을 위한 先行研究에서 얻어진 것으로 뒤늦게 民間으로 도입이 이루어졌다 .

이를테면 에어콘이나 冷電器具외에 初期 電算機, 斷熱材, 無線通信技術, 農藥, 醫藥品 등은 모두 군사개발의 副產物로 轉用된 것이다.

그러나 80年代에 와서 尖端技術이라는 民間技術가운데 일부는 완전히 民間水準이 軍事技術보다 앞서있다는 現狀을 볼수 있다. 兵器技術은 重工業을 中心으로한 이때까지의 형태에서 마이크로컴퓨터 등에 의한 小型化, 高精密化로 바뀌고 있고, 以前에는 전혀 있을 수 없다고 생각되던 民間技術의 軍事轉用可能性이 현실화되기 시작했다. 소위 民間과 軍事의 共用性(Dual Use)이다. 이를테면 밀리波, 光섬유, CAD, 세라믹스, 音聲入出力技術 등을 순수하게 民間에서 개발한 것들이다.

앞으로도 하이테크노로지는 한층 進步해 갈것이며, 그에 따라 새로운 武器體系도 나올 것이다. 技術의 複合化와 多樣化가 만들어 낼 武器開發을 앞으로 훨씬 놀라울 만큼 展開되어 갈것임에 틀림없다. 技術의 進步는 戰略을 바꿀 수 있어도 戰略은 기술을 바꿀수 없기 때문이다.

참 고 문 헌

(軍事研究, 1985年 4月號)