

韓國 電子工業의

戰略製品 概要와 技術特性 III

IX. IC

1. 製品의 概要

1984年の 트랜지스터의 發明에서 시작하는 半導体 技術의 進展은 1960年 前後의 選擇拡散法, 프레나 技術, 에피덕설 技術 등의 확립을 경유해, 1962年の 소규모 IC의 出現을 초래하였다. 그 후로 回路技術과 프로세스技術의 발달에 응하여 集積度의 향상이 현저하고 1970年에 들어와서는 MOS IC에서는 컴퓨터用的 IC메모리라든가 電卓用 IC를 軸으로 高集積化가 進行되었으며 더욱기 마이크로프로세스의 發展을 보게 되었다. 한편, 바이폴라 IC에서는 컴퓨터用的 演算素子로서 로직IC의 高度化, 高集積化가 發展하여, 컬러TV 等 가정용市場을 배경으로 리니어IC의 技術이 加速度化 되어 왔다.

半導体技術의 歷史

- 1948年 트랜지스터의 發表
- 1957年 選擇擴散法의 確立
- 1959年 플레너 技術의 確立
- 1960年 MOS트랜지스터의 開發
- 1962年 에피덕설 技術의 確立, IC生産의 開始
- 1968年 실리콘게이트 技術의 確立
- 1970年 다이내믹 메모리의 開發
- 1971年 이온注入技術의 確立, 마이크로컴퓨터의 開發
- 1974年 4Kbit의 MOS메모리 開發
- 1979年 64Kbit의 MOS 메모리 開發

IC의 製品分類

- 바이폴라 로직IC
 - { 飽和形(DTL, TTL, S-TTL, L-TTL, LS-TTL, I²L)
 - { 非飽和形(ECL...)
- 바이폴라 메모리IC
 - { RAM (ECL, TTL)
 - { ROM (ECL, TTL)
- 바이폴라 리니어 IC
 - { 汎用(앰프 電圧콘퍼레타, 電圧레규레타, 콘버터)
 - { 專用(通信用, 自動車用, 計測用, TV用, VTR用, 音響用...)
- MOS 로직IC - PMOS, NMOS, CMOS
- MOS 메모리IC
 - { RAM (다이내믹, 스태틱)
 - { ROM (마스크ROM, EP-ROM, EA-ROM)
- 마이크로프로세스 - 4bit, 8bit, 12bit, 16bit

電子機器에 대해 IC技術이 미친 영향을 발전시키는 것은 곤란한 상황에 있다. 또한 종래의 電子技術과는 인연이 적었던 電氣機械分野에서 電子化를 촉진하고 새로운 타입의 製品化를 가능케한 것도 IC技術의 進전에 힘 입은바가 크다.

1) 바이폴라 로직IC

바이폴라 로직IC로서 당초 DTL이 興성히 사

용되었으나, 1960년의 중반에 개발된 TTL이 이것을 代替하였고, 그 후 스탠다드한 TTL에서 S-TTL(쇼트키-TTL), LS-TTL(전력 쇼트키-TTL), Super S-TTL(슈퍼 쇼트키-TTL)과 고속화, 저電力化의 方面에서 開發이 進전함에 따라 代替가 確實하게 行해져서, 現在는 中速의 標準로직으로서 LS-TTL이 主宗으로 되어 있다. TTL은 컴퓨터 중심으로 특히 産業機器의 디지털化에 큰 공헌을 남기고 왔다. TTL보다 더욱 高速性이 요구되는 分野에서는 ECL의 이용이 확대해서 컴퓨터의 CPU를 중심으로 高速 標準로직의 地位를 確立하고 있다.

로직IC의 LSI化도 確實하게 進전하고 있어, 컴퓨터의 CPU에 利用되는 로직IC로서 이미 1,000게이트/IC Chip을 超越하는 바이폴라의 LSI도 實用化되고 있다. 今後 점점 高集積化가 進전되고 專用化함에 따라 마스타스라이스方式이라든가, PLA方式의 採用에 의해 코스트다운의 노력이 계속될 것이다.

그리고 또 高速化의 面에서는 1970年 전반에서 TTL, LSI에 의해 6~7 ns/게이트이던 것이, 現在에는 約 1/10인 0.7ns/게이트의 ECL, LSI가 實用化 되고 있다.

TTL, ECL과 함께 바이폴라 로직IC를 代表하는 I²L은 MOS, LSI와 競合할 수 있는 高集積化가 가능하고, Chip上에 아날로그部分과 디지털部分이 共存하는 複合의 디바이스라는 事實에서 中래의 디지털 處理分野에 한하지 않고, 넓은 이용이 예상된다.

2) 바이폴라 메모리IC

바이폴라 메모리는 MOS 메모리에 比較하면, 一般的으로 集積化라는 点에서는 열등하나 高速化라는 点에서는 우수하여, 컴퓨터의 CPU周邊의 콘트롤 메모리라든가 메모리 階層에 있어서 바이폴라 메모리 등을 中心으로 利用되고 있다. 現在 集積度의 實用化 레벨에서는 TTL, ECL메모리 모두 4Kbit가 最高이다.

MOS메모리의 高速化도 急速的으로 進展하고 있어 이미 TTL을 상회하는 것까지 출현하고 있

기 때문에 금후 바이폴라 메모리의 高集積化는 주로 ECL메모리가 주체가 될 것으로 예측된다.

더우기 1980年代 전반에는 16K ECL 메모리가 개발될 것이다.

3) MOS 로직 IC

MOS로직 IC는 電卓用IC로서 實用化를 보고 나서, 주로 LSI로서 발전해 왔고, 현재는 CMOS標準 로직이라든가 마이크로 프로세스와 같은 汎用IC와 電卓用, 時計用 등의 專用IC로서 구성되고 있다.

CMOS 標準로직은 低電力 消費型으로, 노이즈 마진이 크다는 特別 長點으로, 당초 그다지 高速化를 요구치 않는 분야에서 TTL을 代替해 왔으나, 最近의 高速化 실현에 따라 LS-TTL과의 競合이 激烈化 되었다.

컴퓨터의 CPU부분을 하나의 Chip화한 것을 마이크로프로세스라고 부르고, 電卓用IC의 개발을 통해서 출현한 것이며, 태반이 MOS IC이다. 處理데이터의 誇張에 의하여 현재 4bit, 8bit, 16bit, 비트스라이스의 마이크로프로세스가 되면 보다 미니컴을 의식한 아크테크자를 指向하고 있어 장래의 미니컴의 性能을 월등하게 할 수 있는 것이 개발될 것으로 예상된다.

專用의 MOS, LSI로서는 電卓用, 時計用, 樂器用 등이 가장 대표적인 것이고, 大量生産에 의하여 코스트다운을 필요로 하는 분야에 이용된다. 한편 上記한 마이크로프로세스에 있어, RAM, ROM, I/O 등을 Chip內에 수장한 소위 Chip마이크로 컴퓨터의 性能向上, 低價格化 경향은 專用 MOS, LSI의 存在價值를 감소케 할 것으로 豫想된다.

4) MOS메모리IC

MOS메모리 IC는 다이나믹 RAM, 스태틱RAM, ROM으로 분류 된다. 다이나믹RAM은 컴퓨터의 메인메모리用으로서 코아를 代替한 이래 그 高集積化에 따라 컴퓨터의 性能向上에 크게 영향을 주어, IC메모리로서 大容量으로 비트당 가격이 싸게 되기 때문에 周邊端

末機와 制御用시스템 등 각 방면에 이용이 증가하고 있다.

더우기 마이크로컴퓨터의 出現에 따라 다이나믹 RAM의 용도는 한층 확대되고 있다. 構造가 트랜지스터와 콘덴사 1 개씩의 記憶 Cell의 반복 패턴으로 되어, 高集積化하기 쉽기 때문에 1970年代 당초, 1Kbit/Chip이던 것이, 그後 4Kbit, 16Kbit의 개발과 이어서, 現在에는 64 Kbit의 메모리容량의 것도 실용가능으로 되었다.

스타틱 RAM은 Flip Flop 回路로 記憶 Cell을 構成하기 때문에 集積度의 点에서 다이나믹型에 미치지 못하나, 複雑한 리후레슈 콘트롤을 필요로 하지 않는다는 특징을 살려서 지금까지 주로 마이크로 컴퓨터용으로 利用 되어 왔다. 다이나믹RAM의 주류가 현재 16Kbit임에 대하여 스타틱의 경우는 4Kbit이다.

그러나 리후레슈 콘트롤 機能付의 마이크로프로세스의 出現과 다이나믹RAM 자체가 리후레슈 컴퓨터용으로 다이나믹RAM가 利用되는 傾向이고, 따라서 최근에는 스타틱RAM은그의 高速성을 살려서 바이폴라 메모리와 경합을 의식한 需要분야로 향해 開發의 重点이 이행되고 있다.

MOS型의 ROM은 읽어내기 專用의 메모리로써 주로 마이크로 컴퓨터의 프로그램 記憶용으로 開發되고 있다. 製品타입으로는 IC製造工程中에 固定메모리 內容이 세트되는 마스크ROM, 製造 후 電氣的으로 프로그램이 可能한 EPROM이 있다. 마스크ROM은 64Kbit의 것이 實用化되고 있어, 128Kbit, 256Kbit의 製品도 試作研究가 進行되고 있다. 그리고 EPROM에서는 32 Kbit까지 實用化되어 있어, 더우기 64Kbit, 128 Kbit의 製品發表가 이미 되어 있다.

2. 世界의 IC需要

Captive Market를 除한 世界의 IC需要는 1980年 약 85億弗로서 Captive를 包含해서 大略 100億弗의 市場을 形成한다고 推定된다. 今後도 年率 20% 정도의 높은 成長에 기대되어, 1985

年의 IC需要는 210億弗에 달할 것으로 豫측된다.

세계의 IC市場을 地域別로 나누어 보면, 최대의 需要國은 美國으로 전체의 47%를 점유하고, 日本, 西歐가 각각 23%前後를 占한다. 他 地域은 5% 정도로 적다.

메이커 別로 공급률을 살펴보면, 美國系 메이커가 압도적으로 강하여 전체의 67%를 차지하고, 이에 日本 메이커의 24%가 다음이고, 其他國의 메이커 Share는 西歐系 메이커 中心으로 8%程度이다.

表 IX-1 世界의 IC需要

(單位: 億弗)

	1979	1980	1984	年平均成長率(%) 80-84
바이폴라디지털IC	18	21	39	16.7
바이폴라리니어IC	18	21	37	15.2
MOS 로직	17	17	37	21.5
MOS 메모리	17	26	71	28.5
計	70	85	184	21.3

(資料: Data quest)

製品別로 보면 1980年 바이폴라디지털 및 리니어 IC가 각각 21億弗, MOS 로직IC가 17億弗, MOS 메모리IC가 26億弗로 금후의 成長製品은 MOS 메모리의 分野에서 年率 30% 가까운 伸長이 豫見 된다.

MOS 메모리IC에 있어서는 RAM이 60%가 占하게 차지하고, 그중의 70% 정도는 다이나믹 RAM에 의하여 차지되고 있다. 다이나믹 RAM이 現在의 需要 주체는 16bit로서, 이에 4bit가 그 다음을 차지하나 數年後에는 64Kbit가 主宗이 되어 完全 移行하고 一部 256Kbit의 것도 出現할 것으로 豫想된다.

表 IX-2. 記憶容량別 다이나믹RAM(構成比)

(單位: %)

	1979	1980	1984
4Kbit	25	22	9
16Kbit	75	76	31
64Kbit	0	2	57
256Kbit	0	0	3

資料: Dataquest

마이크로프로세스 및 마이크로컴퓨터 分野의 世界需要는 1980년에 페리체탈, I/O를 포함해서 (단, 메모리는 제외) 약 8億弗의 需要가 추정된다. 금후의 伸長은 年率 30% 弱으로 MOS메모리와 함께 IC 中에서는 높은 成長이 豫測된다.

그리고 4 bit 製品에서는 1Chip化에 依하여 그 大半이 마이크로 컴퓨터로서의 需要가 되나, 8 bit, 16bit로 됨에 따라, 프로세서로서의 需要비율이 높아 진다.

表 IX-3 世界의 마이크로프로세스, 마이크로 컴퓨터 需要

(單位: 百萬弗)

	1979	1980	1984	年平均成長率 80-84
마이크로프로세스	95	146	470	33.9
마이크로컴퓨터	169	351	750	20.9
페리체탈 I/O(메모리 제외)	226	327	1,030	33.2
計	490	824	2,250	28.5

資料: Dataquest

(IC 應用分野)

- 오디오·비디오機器
 - 비디오機器(黑白TV, 컬러TV, 프로젝션TV, VTR, 비디오카메라, 비디오 플레이어.
 - 오디오機器(一般라디오, 카라디오, 카스테레오, 카세트스테레오, 스테레오콘솔 電子樂器, 스테레오部門)
- 情報處理関連機器
 - 데이터 프로세싱 시스템
 - 大型컴퓨터, 中小型컴퓨터
 - 오피스컴퓨터, 마이크로컴퓨터
 - 入出力裝置(音聲認識裝置 OCR, 各種프린터)
 - 데이터端末裝置(와이드프로세스 CRT端末, 프린터 端末, 그래픽端末座席豫約시스템, POS시스템, 銀行시스템)
 - 記憶裝置(磁氣디스크, 磁氣테이프)
 - 事務用機器(ECR, 複写機, 自動販賣機, 在庫管理機, 各種會計機, 高級電卓, 電子写真機, 電子저울)
- 通信機器
 - 데이터通信裝置, 光화이버通信, 팩시밀리
 - 無線裝置(CB트랜시버, 移動無線, 自動車電話)
 - 音聲交換裝置(電子交換機, 電話機)
 - TV裝置(TV電話, 카프덴시스템, 放送裝置, CATV機器)
- 퍼스날 엘렉트로닉스 — 카메라, 퍼스날電卓, IC라이다, 電訊器, 玩具, TV Game, 어학 및 회화교육장치時計.
- 콤팩트 엘렉트로닉스
 - 家電機器(洗濯機, 冷蔵庫, 룸에어콘, 가스機器, 電子렌지, 調理器, 미싱瀉煎器, 홈 컴퓨터, Security시스템, 自動檢針시스템, 照明)
 - 自動車(電圧레귤레이터, 燃料噴射裝置燃料計, 排가스制御裝置, 安全裝置, 集中콘트롤 시스템)
- 計測制御
 - 工業用電子機機(프로세스콘트롤, 시퀀스콘트롤, 超音波發振器, NC制御裝置, 各種檢査裝置, 産業用 로봇, 交通制御, 엘리베이터, 에스카레이터, 公害監視裝置)
 - 試驗測定分析機器(各種分析裝置, LSI테스타, 各種記錄計, 오실로스코프, 各種計測器, 디지털멀티메타)
 - 醫療用機器(腦波心電計, X線診斷裝置, 超音波診斷裝置, 血壓計, 페스메카)
- 其他 — 電源裝置

表 IX - 4. bit 사이즈別 마이크로프로세스
마이크로컴퓨터의 CPU需要

(單位: 百萬元)

	1979	1980	1984
4bit 프로세스 컴퓨터	0.3 50.2	0.2 95.0	0.1 275.0
8 bit 프로세스 컴퓨터	14.1 9.3	20.5 28.0	50.0 140.0
16bit 프로세스 컴퓨터	0.6 -	1.6 0.1	18.8 4.0

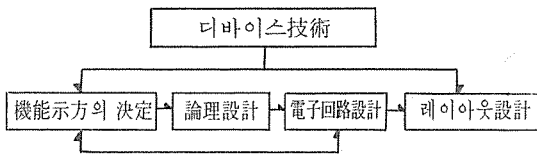
資料: Dataquest

3. IC의 製品 開發技術

1) 製品設計技術

IC의 設計는 보통, IC의 디바이스技術을 背景으로 機能 示方의 決定→(論理設計)→電子回路設計→레이아웃設計라는 順序에 따라 進行되고, 이러한 設計를 통해서 얻은 各種情報는 最終的으로는 IC製造와 檢査에 필요한 정보로서 磁氣테이프에 取藏된다.

IC設計가 複雜해짐에 따라, 人力에 依한 設計에는 能力에 限界가 있기 때문에 最近에는 CAD (Computer Aided Design)에 依해 論理의 시뮬레이션과 回路解稱을 효율적으로 行하고, 또 配線, 配置用의 Algorithm을 利用하여 最適化를 도모하는 등, 設計와 製圖의 生産性을 향상시키고 있다. 그리고 CAD를 통해서 設計工程과 製造工程이라든가 檢査工程간의 情報伝達이 正確하고 소요시간이 단축화 되어 있다.



(1) 機能·示方의 決定

開發할 IC에 요구되는 特性, 機能에 입각하여 電氣的인 示方과 論理的인 示방을 결정한다.

(2) 論理設計

論理設計를 필요로 하는 로직IC의 境遇, IC

의 論理 示方에 입각해서 AND, OR, NOT 등 의 基本게이트로서 게이트레벨의 構成을 정한다. 이때의 論理信號는 「1」「0」의 디지털量으로서 取扱되고, 設計結果는 Bull式 論理回路圖로서 表示된다.

(3) 電子回路設計

論理回路와 電氣的示方에 基礎해서 微細加工技術과 프로세스技術 등으로 決定되는 製品合格比率를 考慮한 다음에 트랜지스터와 抵抗器 등으로 이루어지는 電子回路 構成을 決定한다.

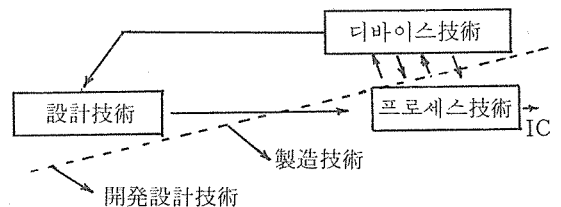
(4) 레이아웃設計

디바이스技術을 고려에 넣으면서, 電子回路設計 결과에 基礎하여, IC Chip內에 搭載하는 부품과 部品間的 配線 패턴을 가능한 限 効率 좋게 配置, 配線하도록 決定한다.

2) 디바이스技術

IC를 構成하는 基本的인 것은 MOS 트랜지스터 或은 바이폴라 트랜지스터이며, 디바이스技術은 製造工程이 용이하고 또한 製品合格比率이 높고, 더우기 점유면적을 적게 그리고 지연 時間電力積을 적게 할 수 있는가 등의 조건을 만족시킬 수 있는 각 素子의 物理的 구조와 配線構造 등과 電氣特性, 溫度特性 등을 고려에 넣으면서 개발해 나가는 技術이며, IC技術의 가장 基本이 되는 것이다.

디바이스技術의 역할은 IC에 요청되는 高集積化, 高速化, 低電力化 등 때문에 MOS와 바이폴라 素子 등의 回路素子를 어떻게 웨이퍼上에 형성하는가에 있고, 現狀態로 가능한 디바이스製造技術 레벨이 IC製品設計에 피이드백되어, IC의 機能, 示方, 電子回路 및 레이아웃이 결정된다.



4. IC의 生産技術

IC의 Chip에 포함되는 素子數를 증가시키고 高集積化를 도모하는 동시에 動作速度를 상승 시킨다는 機能, 性能의 향상을 目標로 하고, 한편에서는 信賴性을 增大시키면서도 製品合格 비율의 改善을 圖謀하고, 製造코스트의 抵減을 실현한다는 각각 상대적 요구에 부응하기 위해, IC는 극히 高度의 材料, 生産技術 등을 필요로 한다.

材料 레벨에서는 실리콘單結晶 不純物(돈나, 액셀터)氣相成長材, 微細加工用的 포토마스크, 호트레지스트, 확산 霧田氣材, 에칭材, 電極材, 絶緣膜材, 洗淨液, 패케이징材 등 극히 多種類의 金屬, 有機物, 無機物가스가 필요로 되며, 어느 경우도 그레이드가 대단히 높은 것을 요구한다.

製造裝置, 시스템에서는 單結晶成長裝置, 露光裝置, 에피타기살 成長裝置, 擴散爐, 이온注入裝置, 蒸着裝置, 에칭裝置, 웨하스크라이바 裝置, 본딩裝置 등, 그 태반이 高價로서 IC技術의 進전에 맞추어 性能의 개선을 도모해 나가지 않으면 안되는 장치들 뿐이다.

檢査裝置로서는 IC테스타, 오토한드라 등이 있어 集積化가 진보됨에 따라 檢査 項目이 증가하기 때문에 高速化가 요구 된다.

半導체産業은 소위 裝置産業이고, 品質 및 生産性은 製造裝置와 其他 設備에 의존하는 바가 크다. 특히 LSI의 生産에 관해서는 多大한 設備投資가 필요하고 더우기 IC技術의 進歩와 더불어 부단히 裝置·設備의 改善과 最新銳의 것을 도입해 가는 것이 필요하다.

微細加工技術을 위시해서, IC製造工程에서는 먼지와 오염을 멀리하기 때문에 製造環境의 無塵化, 淸淨化에 특별히 유의해야 한다. 이러한 環境 대책에 따라 製品의 合格比率이 크게 좌우 된다.

그리고 종래 IC製造 공정은 組立공정을 위시해서 勞動集約的인 色彩가 強했으나, 最近에는 裝置의 自動化가 進歩하여 量産效果를 올리기 위해서도 製品系列, 製造工程을 교묘하게 交錯

화시켜 효율적 라인을 조직해 나갈 필요가 있다.

1) 單結晶製造技術

실리콘 單結晶에 대한 傾向으로는 大口徑化, 無欠陥化가 進전되고 있으나, 大口徑化함으로 새로운 웨이퍼 歪曲과 결함의 문제가 생기고, 웨이퍼 處理加工裝置와의 사이즈의 맞징의 問題도 있어, 반드시 모든 IC에서의 大口徑의 웨이퍼를 필요하는 것은 아니다. 오직 尖端的인 IC의 경우, 製品合格率이 나쁘기 때문에 大口徑의 웨이퍼를 志向하는 傾向이 있다.

(IC製品別로 본 웨이퍼 사이즈(1980年))

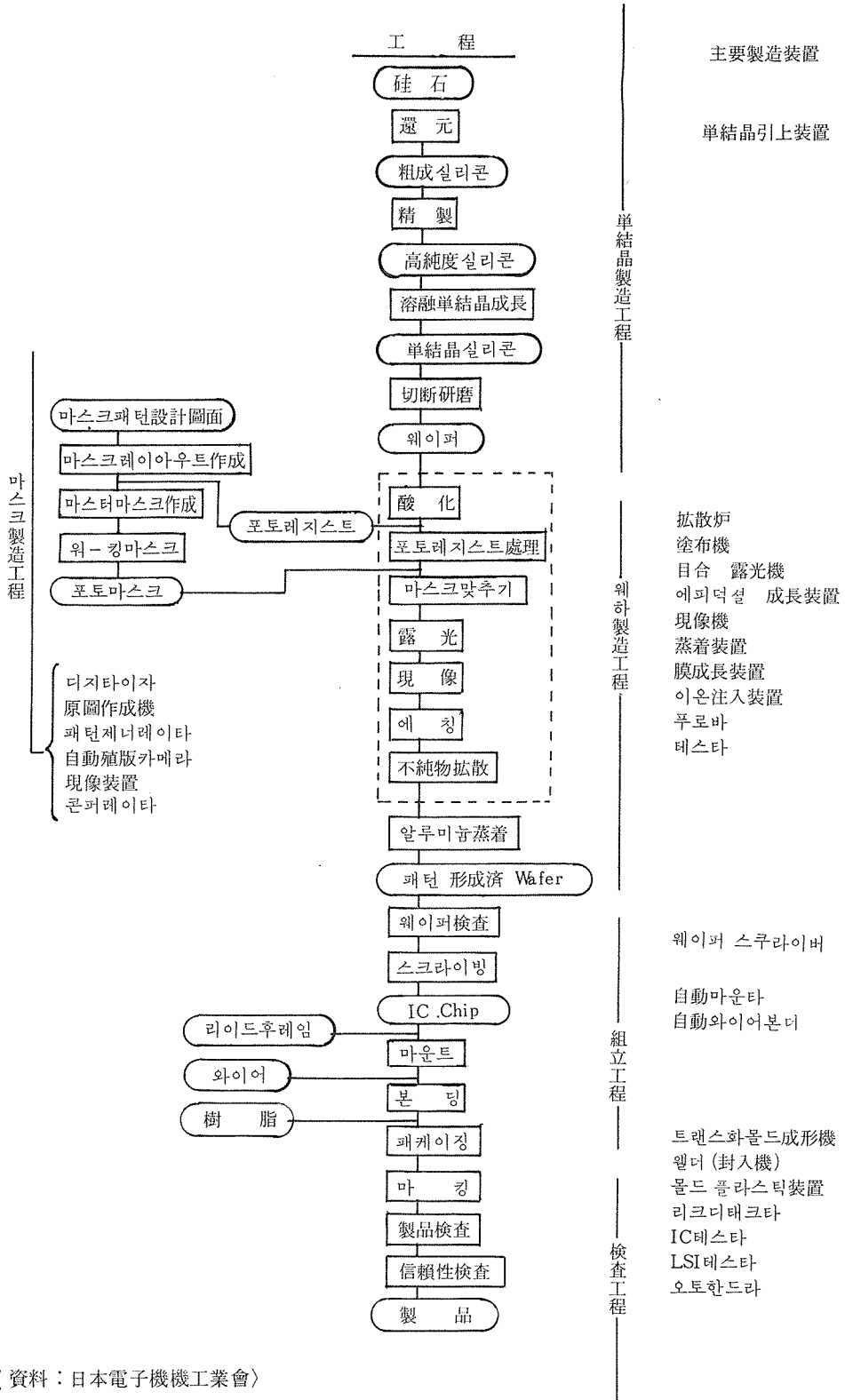
MOS로직 IC	
CMOS 로직	3"
電卓用LSI	4"
時計用LSI	4"
마이크로프로세스	4"
MOS 메모리 IC	4"
바이폴라 로직 IC	3"
바이폴라 메모리 IC	3"

웨이퍼상의 결함은 IC製造上の 製品合格比率에 큰 영향을 주기 때문에 가능한 한 결함이 적은 單結晶을 製造할 필요가 있다.

單結晶의 製造方法에는 CZ法과 FZ法이 있다. CZ法은 石英 도가니에서 電氣的으로 活性酸素라든가 Al, B 등의 不純物의 混入을 避할 수 없기 때문에, 抵抗率이 0.5Ωm 이상의 結晶을 製造한다는 것은 어려우나, 大口徑化가 용이하고 不純物에 對해서도 웨이퍼化된 段階로서 表面 附近에서는 除去 가능하기 때문에 一般 IC, LSI의 大部分이 CZ法에 의한 실리콘單結晶을 이용하고 있다.

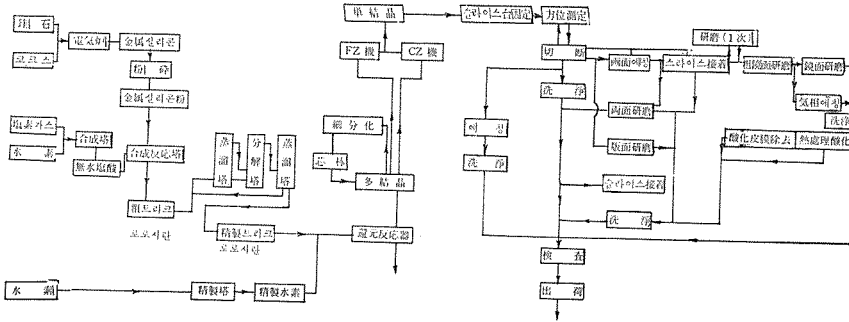
FZ法은 結晶成長 과정에서 不純物의 混入 정도가 製法上 낮기 때문에 10Ωm 정도의 높은 抵抗率이 얻어진다. 普通 製造上 大口徑化가 곤란함으로, 現在 FZ法에 의한 單結晶은 태반이 웨이퍼트랜지스터 등 個別半導体로서 이용되고 있다.

圖 IX-1. 半導體的 製造工程



〈資料：日本電子機械工業會〉

圖Ⅱ-2 실리콘 單結晶 및 웨이퍼 製造工程



인고트 형에서 成長된 실리콘單結晶은 웨이퍼状(4"의 境遇 두께 $540 \pm 10 \mu m$)으로 슬라이스되어 SiO_2 粉末에 依하여 鏡面이 研磨된다.

2) CVD 技術

CVD 技術은 바이폴라 IC에 있어 高耐圧을 얻기 위하여 필요로 하는 에피덕셀 層의 形成과 IC 一般에게 표면의 保護膜, 配線膜 등을 형성할 경우의 중요한 技術이다. CVD法은 氣相化學反應을 사용해서 氧化物 등의 堆積을 행케 하는 方法으로서, 比較的 低溫下에서 均일한 高純度膜을 얻을 수 있다. 이 때문에 結晶性이 좋고, 高純度로서 均一한 膜을 必要로 하는 에피덕셀 成長의 境遇, 이미 擴散과 金屬配線이 되어 있는 웨이퍼상에 再擴散과 金屬配線 과의 反應없이 保護膜과 配線膜을 形成하는 경우 등에는 低溫度下에서의 反應을 이용하는 CVD 技術이 有效하다.

3) 포토리소그래프 技術

(1) 포토마스크 製造 技術

웨이퍼상에 形成되는 電子回路의 패턴 設計圖를 基礎로, 먼저 아트 워크에 의하여 原圖를 작성하고, 이것을 에말론마스크와 크롬 마스크 등으로 불리우는 포토마스크상에 호트리피타를 사용하여 多數縮小 轉写하고, 먼저 마스타 마스크를 作成한다. 이 마스타 마스크상의 패턴을 또 다른 포토마스크 라인에 必要한 수만 轉写를 행하고, 워킹마스크를 얻는다.

포토마스크에는 평탄한 玻璃에 感光性의 乳劑를 塗布한 에말론마스크와 크롬 등을 蒸着한 하드마스크가 있어, 하드마스크 쪽이 微細 패턴으로 향해 있다.

따라서 一般的으로 바이폴라 IC 製造의 境遇에는 패턴 線幅이 $5 \mu m$ 以上으로서는 엘마존 마스크가, $5 \mu m$ 以下에서 크롬마스크가 使用되고, MOS IC에서는 微細한 패턴이 많으므로, 대개 크롬마스크가 使用 된다.

그리고 最近에는 LSI의 高集積化가 進展하여, 패턴 線幅이 $1 \mu m$ 内外의 것도 출현하고 있으며, 이 境遇에는 포토마스크상에 直接 電子빔으로 패턴을 그리는 方法이 사용된다.

1 枚의 웨이퍼를 加工處理하는 데 必要한 포토마스크의 수는 IC의 타입에 따라 다르나, 예전대 電卓用의 MOS IC로서 10種類, 8bit의 마이크로프로세서로서 9種類, LS-TTL로서 7種類라고 한 것처럼 IC의 경우 7-12枚 정도 必要하다.

(2) 웨이퍼 露光 技術

먼저, 웨이퍼상에 포토레지스트를 스피너로 均일하게 塗布 한다. 사용되는 포토레지스트에는 네가타이프나 포지타이프가 있어 普通은 고무系 레지스트인 네가타이프가 使用되나, 微細 패턴의 경우 모노마系 레지스트인 포지타이프도 使用된다.

포토레지스트가 塗布된 웨이퍼에 대하여, 앞의 포토마스크를 密着 또는 약간의 간격을 두어 露光하고, 必要한 패턴을 웨이퍼 상에 轉写

한다. 이 轉寫에 의하여 포토레지스트에 轉寫 패턴에 응한 변화 (예컨대 光線이 닿은 부분이 重合)가 생기고, 現像處理함에 따라 패턴대로의 구멍이 포토레지스트에 뚫림으로 포토레지스트의 밑에 있는 酸化膜과 窒化膜의 露出을 가능케 한다.

포토마스크를 使用한 露光方法에는 前記와 같이 패턴 幅 $4\mu m$ 정도까지는 密着露光 또는 若干의 間隔을 둔 프로기미터 露光이라 불리는 方法이 사용되나, $4\mu m$ 이하가 되면 프로젝션 노광이라고 불리는 方法이 사용된다.

더우기 微細加工을 필요로 하는 경우에는 電子빔 露光에 의하여 포토마스크를 사용치 않고, 직접 패턴을 웨이퍼 상의 포토레지스트에 印刷한다.

4) 에칭技術

포토레지스트의 露光, 現像에 따라 露出한 부분의 酸化膜, 窒化膜, Al蒸着膜 등을 에칭처리에 의하여 제거하고, 不純物擴散用的 窓口를 내거나, Al配線 패턴을 形成하게 된다.

에칭技術로서 종래는 에칭材에 液体를 사용한 웨이퍼 프로세스가 採用되고 있으나, 最近에는 가스를 使用하여 에칭精度를 控制하기 쉬운 드라이 프로세스로 변화하고 있다.

5) 不純物擴散技術

바이폴라트랜지스터의 베이스, 에미타 콜렉터 그리고 MOS 트랜지스터의 소스, 트레인, 게이트 등을 형성하기 위한 不純物擴散은 上記 에칭에 의하여 생긴 窓 구멍을 사용해서 행해진다.

종래부터 사용되어 온 方法은 케리아 가스에 의한 熱擴散法이나 最近에는 擴散量과 擴散의 깊이 등을 控制하기 쉬운 이온 注入 방식을 채용하는 케이스가 증가하고 있다.

6) 蒸着技術

電極配線 공정은 配線材料인 Al의 웨이퍼에 대한 全面蒸着과 選擇的 에칭에 의한 配線패턴

의 형성 및 오믹 콘택트를 取하기 위한 熱處理 공정으로 구성되어 있다.

Al의 蒸着에서는 眞空蒸着이 사용되고 있으며, 일반적으로 眞空度 10^{-5} Torr以上, Al의 純度 10^{-6} 정도가 요구된다. 그리고 웨이퍼 상에 格差가 클 경우에는 때때로 스파타링法이 使用된다.

7) 본딩技術

IC Chip을 實裝하는 方法에는 여러가지가 있으나, 最近에는 와이어본딩과 강그본딩이 一般的으로 행해진다. 본딩은 종래 人力에 依賴하는 作業으로서, 극히 勞動集約的의 面을 갖고 있었으나, 현재에는 대폭 自動化가 進行되었다.

와이어본딩은 普通 $25\sim 35\mu m\phi$ 의 金 혹은 Al을 配線材로 사용하고, IC Chip 상의 電極部와 패키지 基板上的 導體面과 결부하는 것이다.

LSI와 같이 電極數가 증가함에 따라, 手動으로서의 본딩에서는 信賴性과 作業性에 문제가 있어, 自動와이어본딩 장치의 開發에 따라 最近에는 1와이어 0.2~0.4秒로 高速으로 再現性이 좋은 連續본딩이 가능한 것으로 되어 있다.

강그본딩技術에는 휘리프 Chip方式 Beam 리이드方式, Film Carrier方式 등이 있고, 와이어본딩과는 달리 熱壓着과 超音波壓着 등에 의하여, 한번에 多數의 電極이 본딩할 수 있는 매리트를 갖고 있다.

全般的으로 電極構造가 複雜化하는 등의 缺點도 있고, 와이어본딩만큼 廣範圍하게 이용되지는 않으나, 하이브리드 IC, 멀티 Chip의 IC, 기타 표준적 패키지를 가지지 않으며, 基板에 다이렉트로 裝着하는 경우에는 강그본딩이 有效하다.

와이어본딩 裝置의 自動化는 日本에 있어서 급속한 발전을 보았다. 이것은 生産量이 많고 핀數가 비교적 적은 표준조직을 중심으로 美國系 IC 메이커가 人力이 드는 본딩 作業을 주로 아시아의 低賃金國의 勞動力에 의존하여 自動化가 늦어진데 對하여, 日本의 경우 電卓用IC等 핀數가 많은 IC生産의 웨이퍼가 높았다는

事實도 影響이 있었다. 또한 海外組立을 하기 보다는 國內에서 本딩作業의 機械化, 自動化를 發展시킬 方途를 선택하였다. 이러한 사실이 와이어 본딩技術에 있어서 美國과 日本의 格差를 초래했다고 말할 수 있다.

8) 팩케이징技術

세라믹팩케이징의 경우는 鉛系低融点 글라스에 의하여, 또 플라스틱 팩케이징의 경우는 에폭시 또는 실리콘 樹脂에 의한 몰드 封入이 一般的으로 행해 진다.

9) 檢査試驗技術

微細加工의 技術 수준을 유지 향상시켜, 信賴性的인 높은 IC를 製造하기 위해서는 실리콘單結晶 自体는 물론이고, 各 공정에서 사용되는 關連機械, 藥品, 用水 등이 고도의 품질이 요구된다. 따라서 受入檢査에 의해 이들은 엄격한 品質檢査를 받고, 그리고 IC 자체 웨이퍼 프로세스의 단계와 組立의 단계에서 각각 몇차례의 檢査, 스크링을 경유한다. 圖IX-3에 代表的인 檢査方法을 나타냈다.

試驗技術은 현재 그 대부분이 IC테스타, LSI테스타에 依存하고 있다. IC의 高集積化에 의하여 試驗하지 않으면 안되는 항목이 증가하기 때문에 어떻게 이것을 단시간에 처리하고 生産性을 향상시킬 것인가가 큰 문제이다.

圖 IX-3. MOS, LSI의 工程內檢査

主要工程	主要체크項目	체크回数
〈웨이퍼〉		
受入檢査	결함密度	每 룫 트
	比抵抗	每 룫 트
	外觀	100%웨이퍼
〈마스크〉		
受入檢査	마스크맞기精度	100%웨이퍼
写真蝕刻	에칭精度	100%웨이퍼
洗淨	酸化膜두께	每 룫 트
拡散 및 酸化	層抵抗	每 룫 트
多結晶 실리콘成長	多結晶 실리콘膜 두께	處理時마다

配線形成	알루미늄膜 두께	處理時마다
알로이	스레슬드電圧	100%웨이퍼
과시패이손	과시패이손膜 두께	處理時마다
特性체크	直流項目	100%Chip
스크라이브	外	
Chip 目視	外觀	100%Chip
〈리이드 후레임〉		
受入檢査		
마운트材		
受入檢査		機械마다
Chip 마운트	마운트의 젖은 狀態	每 日
Chip 目視	外觀	每 룫 트
〈와이어〉		
受入檢査	본드 못쓰게 된 量이	每 日
와이어본딩	본드強度	每 룫 트
〈樹脂〉		
	스파이라루후로	每 룫 트
受入檢査	몰드成形成性	每 룫 트
封入前目視	外觀	100%IC
물 드		
封入前目視	外觀	100%IC
에 칭		
渡 金	外觀	每 룫 트
渡金檢査	납땜性	每 日
	渡金두께	每 日
溫度사이클		100%IC
리이드切斷 및 꾸부리기		
捺 印		
捺印外觀	外觀	每 룫 트
1次選別	直流全項目	100%IC
바아은인		100%IC
2次選別	直流・交流全項目	100%IC
許容不良率		每 룫 트
그레이트捺印		
信賴性保證試驗		
入庫檢査		每 룫 트
入庫/出荷		

5. IC의 設計投資

IC産業은 극히 多額의 研究開發과 設備投資를 위한 자금을 필요로 하는 산업이다. 高集積化, 高速化, 高信賴化를 강하게 요구되는 IC

에 대하여, 그것을 기대하는 기술은 종합적으로 広範圍하게 커버해야 하는 동시에 깊이를 증가하고, 또한 製品과 技術의 라이프 사이클이 짧으므로, 製造裝置의 陳腐化를 재촉하는 형편이다.

表IX-1는 日本 및 美国의 IC売上에 대한 研究開發費 및 設備投資金額의 比率를 표시한 것이다. 일반적으로 研究開發費가 売上額의 15%前後, 設備投資金額의 경우는 日本이 15%정도, 美国이 25% 정도이며, 他産業에 비교하면 현저히 비율이 높다.

그리고 表VI-15에는 1979年과 1980年의 日本의 주요 IC메이커의 設備投資金額과 生産額을 표시한다.

表 IX - 1. IC売上高에 대한 研究開發費比率 및 設備投資比率 (單位: %)

		1974	1975	1976	1977	1978	年平均
日本	売上額에 대한 研究費의 比率	22.2	19.9	14.7	15.7	15.1	16.6
	売上額에 대한 設備投資의 比率	21.1	10.5	21.3	14.1	18.2	16.0
美国	売上額에 대한 研究費의 比率	15.3	23.0	16.7	16.4	14.4	16.6
	売上額에 대한 設備投資의 比率	25.1	29.6	24.8	23.5	24.4	25.0

資料: 通産省資料, ITC資料

表 IX - 2. 日本IC메이커의 IC生産額과 設備投資 (單位: 億円)

	IC 生産額		IC 設備投資		生産額에 대한 設備投資의 比率(%)	
	1979年度	1980年度	1979年度	1980年度	1979年度	1980年度
日本電機	1,575	2,220	270	320	17.1	14.4
日立製作	1,300	1,700	150	230	11.5	13.5
東芝	1,000	1,400	100	130	10.0	9.3
富士通	565	850	160	270	28.3	31.8
松下電子工業	500	800	100	200	20.0	25.0
샤프	563	730	88	85	15.6	11.6
三菱	440	600	80	100	18.2	16.7
東京三洋	310	410	43	85	13.9	20.7
沖電氣	192	280	55	134	28.6	47.9
富士電機製造	150	230	18	30	12.0	13.0
計	6,595	9,220	1,064	1,584	16.1	17.2

資料: 日経産業新聞

이와같이 IC産業에서는 不단한 技術革新을 추구하기 때문에도, 그리고 創出하기 때문에도 多額의 投資資金을 필요로 한다. 表IX-3은 1978年 당시에 있어서 LSI月産 50만個의 모델프랜트에서 製造設備 비용을 표시한 것이며, 機械裝置와 附帶設備로 약 32억圓의 투자를 필요로 하였다. 現在로 VLSI의 開發을 豫定했을 경우, 라인을 갖는 工場의 경우 300억圓까지 달한다고 한다. 今後 豫想되는 VLSI의 開發에는 지금까지 以上の 資金이 요구되며, IC産業은 점차 資本集約 産業化해 가고 있다.

6. IC에 있어서 금후의 製品開發動向

IC의 製品開發에서는, IC의 機能, 性能, 品質, 信賴性을 향상시킴과 동시에 抵價格化를 도모하기 위하여, 디바이스技術, 設計技術, 웨이퍼프로세스技術, 組立技術, 檢査, 試驗技術 등으로 전반적인 개량이 가해져 왔다.

一般的으로 集積 정도에서 IC는 다음과 같이 분류되어 있고, 현단계에서는 64Kbit의 MOS메

表 IX - 3 : IC製造設備모델프랜트 (LSI月産 500K個)

(單位: 百万円)

工程	設備名	金額	工程	設備名	金額
마사스	디지타이저	200	組立	自動마운트	30
	原圖作成機	100		自動와이다본다	70
	패턴제너레이터	170		몰드프레스	20
	自動殖版카메라	240		小計	120
타	現像裝置	100	檢査	LSI 테스트	440
	콘파레타	150		其他	40
	小計	960		小計	480
웨이퍼製造	擴散爐	300	附帶設備	純水裝置	120
	塗布機	110		廢水裝置	100
	目合露光機	150		空調設備	80
	에피택실성장裝置	180		其他	100
	現像機	100		小計	400
	蒸着裝置	30			
	膜성장裝置	60			
	이온注入裝置	70			
	프로바	80			
	테스타	80			
其他	30				
小計	1,190	合計	3,150		

資料: 日本電子機械工業會(EIAJ)

모리 정도가 實用化 단계에 들어감으로써, 소위 VLSI開發의 입구에 발을 들여 놓았다고 할 수 있다.

〈Chip當의 素子數에 의한 分類〉

SSI : 100素子以下

MSI : 100~1000素子

LSI : 1000~100,000素子

VLSI : 100,000~1,000,000素子

集積度에 대해서는 종래 무아의 法則으로서 알려져 있는 것처럼, 年率2倍의 속도로 集積化가 기도되어 왔으나, 최근에는 年率 2倍 정도를 저하하고 있다. 이것은 주로 微細加工 기술상의 制約에 기인한다. 이러한 상황속에서 주목되는 것이 日本을 중심으로 하는 VLSI의 開發로서, 開發 성과의 그 업계의 波及效果에 따라 IC 技術 수준이 진전할 것으로 보이며 VLSI技術의 進展을 包含한 今後 開發의 초점은 製品技術面에서 다음과 같은 것을 들 수 있을 것이다.

- MOS메모리
64Kbit에서 256Kbit 더욱 그 이상의 대용량 메모리의 實用化
- MOS로직
미니컴을 증가하는 마이크로프로세스의 開發 1 Chip 마이크로컴퓨터의 高機能化
- 바이폴라 로직
標準로직의 一層高速化, 低電力化 論理 LSI의 高集積化, 高速化, 그리고 가스탑化
- 바이폴라 리니아 : VTR, 비디오디스크用的

LSI開發 IC의 製造技術面의 今後 動向은 다음과 같은 점을 들 수 있다.

- 單結晶製造工程
전체로서 大口徑化가 進行되고, MOS IC에서는 5"가 또, 바이폴라 IC에서는 4"가 主流된다. 1980年 中반까지는 MOS의 VLSI, 메모리의 5"化, 바이폴라에서는 TTL의 一部와 I²L, Power用과 A/D컨버터 등에서는 4"化가 進行되고 있다.
- 마스크製造工程
全面的으로 CAD의 채용을 볼 수 있고 Pattern의 微細化에 응해서 電子 露光과 X線 露光技術이 導入된다.
- 웨이퍼製造工程
웨이퍼의 大口徑化, Pattern의 微細化에 따른 호토티그라프 工程의 개량, 더우기 電子빔 露光, X線露光 技術이 웨이퍼프로세스에 대한 應用, 에칭 工程 등 전반적으로 드라이화가 進展, 그리고 웨이퍼Chip의 工程間의 Handling의 自動化를 포함해서 웨이퍼프로세스 公程의 전면적인 자동화의 進展, .
- 組立工程
마이크로컴에 의한 群管理 System의 導入, 강그본딩方式의 본딩技術의 이용 증가.
- 檢査工程
高集積化, 高精度化, 各 機能化 등에 대응한 試驗裝置가 導入된다.

● 新刊 ●

電子工業二十年史

한국 電子工業의 20년 역사의 발자취를 集大成하여 편찬한 책자로서 고난과 역경의 과거를 정리하고 대망의 80년대를 기약하는 좌표이자 敎訓書. 4×6배판 · 양장 케이스 · 400면.

韓國電子工業振興會