

# NEC 半導体開発の黎明期に関わった人々

SSIS 歴史館委員

深津 英雄

本内容は、以下の文献より抜粋、編集をしたものです。

- ・「半導体のあゆみ」長船廣衛著(日本電気文化センター発行)、
- ・「シリコン事始め」黒澤敏夫著(日本電気株式会社・半導体企画室(非売品))

## 1. 半導体開発のきっかけ

### 1) 1948年(昭和 23 年)

日本電気(株)の無線通信部門に所属していた森田正典や川橋猛は、マイクロ波によるテレビの無線中継は必至とみて、マイクロ波真空管の見目正道と研究所の長船廣衛に協力を要請し、長船には低雑音のミキサ・ダイオードの開発を注文した。長船は、日比谷にあった進駐軍のCIE図書館にでかけて、波長が30cm以下ではシリコン、周波数が100MHz以下ではゲルマニウム・ダイオードがいいという記事に出くわした。

この年の末、米国のベル研究所でトランジスタが発明されたという情報が、進駐軍から入った。ゲルマニウム結晶の表面に細い線を 2 本立てただけで、真空管と同じように増幅作用をするという。

### 2) 1949年(昭和 24 年)

昭和 24 年 9 月 6 日、日本電気(株)本社の技師長室に数名の技術者が集められ、「トランジスタと鉱石検波器(ダイオード)」に関する情報交換と技術対策を協議した。まず、ゲルマニウム原料は、米国が戦略備蓄のため世界中から集めてしまい、長船らの手は届かない。一方、シリコンなら、純度98%以下だが、研究所に1Kgほど残っていた。それに無線技術屋はマイクロ波通信の将来に確信を持ち、シリコンの低雑音ミキサ・ダイオードをキー・デバイスとして待望していたから、長船はシリコンによるダイオードの線を進め、ゲルマニウムを入手できたらトランジスタに切替えたらいと提言し、開発を担当することになった。

## 2. シリコンのミキサ・ダイオード開発

### 1) 1949年(昭和 24 年)

昭和 24 年 10 月初旬、CIE図書館で出会ったバーディン、ブラッテンの論文「トランジスタ作用の物理学的原理」はよく理解できなかったが、「硝酸と塩酸の混酸によるシリコンの精製」という論文を読み、12 月中旬から、シリコン粉末と適当な不純物を加えて

真空溶融をすることにし、3 回目の実験でようやく溶融に成功し、シリコン・インゴットが出来上がった。その後、カッターや測定器を手作りで揃え、特性を測定できるようになった。

## 2) 1950年(昭和 25 年)

昭和 25 年 7 月に、電気通信研究所にサンプルを持参した。しかし特性が安定せず、10 月になって、ようやく再現性のあるダイオードを作れるようになった。電気通信研究所で第 2 回目のミキサ・ダイオードのコンクールが行われ、良好な結果が出た。一度良い結果が出ると、大学関係から注文が殺到し、その対応に追われるようになった。また、この年の 8 月に、ベル研究所製の点接触トランジスタが、小林正次技師長の土産物として届いた。

## 3. ダイオード時代

### 1951年(昭和 26 年)～

昭和 26 年 2 月に入手したゲルマニウム粉で、マイクロ波機器に使用するゲルマニウム・ダイオードの開発に取りかかった。9 月頃には「偏析」によりゲルマニウムの純度を上げることが分かり、その後、材料入手や単結晶の引き上げ装置も完成していった。しかしながら、量産を目の前にして、保管中に高湿劣化が発生し、対策に苦慮した。その後、ガラス封止をすることで信頼性を保つことができることが分かり、商品化ができたのは、1954年(昭和 29 年)の終わりの頃であった。

その後、超高周波ダイオードとして、技術革新が極めて激しく進み、多数の素子(デバイス)をゲルマニウム、シリコン、ガリウムで開発が行われた。

このような状況で、早くトランジスタの開発に着手したいと思いながら、ダイオードの開発を手掛けざるを得なかった長船は、不満を持ちながらも、後に「半導体の基本の物性に触れることができたこと」「常に(通信)市場の先端のニーズに対応できたこと」はたいへん有意義であったと語っている。

## 4. トランジスタ時代

### 1952年(昭和 27 年)～

昭和 27 年 3 月に文部省の補助金を得て「点接触トランジスタ」の開発に着手し、昭和 28 年 5 月には生産設備も準備できたが、特性や信頼性が安定せず、実用化には至らなかった。日本電気(株)ではコンピュータのトランジスタ化が計画された。高速を要求される特性としてはコレクタ内部抵抗の低い「合金型(アロイ)トランジスタ」がよいが、速度が生命のコンピュータでは遮断周波数 5MHz 以上が要求されたが、当時の技術では 1MHz がやっとであった。それでも良品を使用し、1958年(昭和 33 年)世界最初のトランジスタ化したコンピュータが完成し、翌年(昭和 34 年)6 月の情報処理国際会議の

展示会に出品された。

また、同年(昭和 33 年)11 月に、米国 GE 社と技術援助契約が結ばれ、1954年(昭和 34 年)正月に、長船、鈴木政男、川路昭が、第一回技術調査団として渡米した。その後、毎年 3 名のチームを年 2 回くらい派遣し、膨大な技術を手に入れた。特に技術管理、生産管理、品質管理等の管理手法の修得は有意義であった。

その後の主なトランジスタの開発は以下のように進んだ。

1960年(昭和 35 年)2 月 ゲルマニウム・メサ・トランジスタの試作第一号完成

シリコン・メサ・トランジスタの試作第一号完成

1963年(昭和 38 年) エピキタル・プレーナ・トランジスタを「マイクロ  
ディスク」の商品名で発売

1970年(昭和 45 年) エミッタ・メサ・トランジスタが、木星探査人工衛星  
パイオニア 10 号に採用

## 5. IC 事始め

### 1) 1961年(昭和 36 年)

昭和 34 年ころには米国では、マルチチップの IC が出来上がっていたが、日本ではトランジスタの増産に夢中で、まだ IC 化への動きは無かった。

1960年(昭和 35 年)より IC 開発の準備を進めた。同年 10 月に米国に留学していた(当時)有線工場の国広敏郎が帰って来て半導体工場をたずねて来た。彼は米国の交換機やコンピュータのスイッチング回路を我々に説明し、「今後はトランジスタの数を多くして、回路を簡単にする方向になる」と主張し、①固体回路加(IC 化)、②高速化、③低価格化、④高信頼度化を要求していった。

IC 試作の準備が整ったのは、1961年(昭和 36 年)のはじめの頃だった。同年 4 月に開発課が発足し、黒澤敏夫、佐々木、柴宏、柳川隆之が集められ、開発に専念することになった。手始めは簡単なものからと、5 月にトランジスタを 2 個直列につないだダーリントン回路を作った。この回路が RC フィルターに使えることが分かり、翌年の通信学会で発表した。昭和 36 年秋に試作した IC は、簡単なデジタル回路で、AND、OR、NOR 等のゲート類であった。

これらの IC は練習問題として行っただけで、使ってくれる相手はいなかった。しかし、交換機(部門)の国広敏郎が試作品の詳細な測定データをとって、良い点悪い点を明確に指摘してくれたので、設計作業が円滑に進み、やりがいがあった。

### 2) 1962年(昭和 37 年)

昭和 37 年には、プレーナ型を作り、接合絶縁もできるようになり、複合(6 個程度)トランジスタを一片のシリコンチップ上にも作った。時分割方式の電子交換機のマイクロ実装方式に適したものを試作し、それが米誌「エレクトロニクス(7 月 27 日号)」の表紙になった。その商品名をマイクロパック(MICROPACK)とした。集積回路を搭載した試作電

子交換機 NTD2 号が同年 11 月発表されたが、これが私どもの作った IC の実用化の第一号であった。この頃、回路設計の面で製品計画課に遠藤征士が加わり、設計技術、製造技術共に格段の進歩を示した。

しかしながら、IC の出発時点で一番困ったのは市場がなく、事業計画が樹立できないことだった。

### 3) 1964年(昭和 39 年)～

昭和 39 年 8 月に、WESCON ショーに、DTL5 品種と増幅器を出展した。

1965年(昭和 40 年)5 月、「固体回路課」が発足した。固体回路課は半導体事業部のなかに作られたが、課員は 40 名位で、試作設備や測定器の整備に時間を要した。しかし志気は大いに上がり、試作回路の数も急激に増加した。

このころから、市場もようやく動きはじめ、市場の展開と技術革新の高まりもあって、集積回路事業グループへと 3 段とびの事業展開に踏み切ったのは 1966年(昭和 41 年)11 月のことだった。集積回路設計本部、半導体集積回路製造本部、混成集積回路製造本部の 3 本部制である。

## 6. 電卓と MOS・IC

### 1966年(昭和 41 年)～

MOS デバイスに注目した昭和 35 年頃は、IC ではなく、バラクタ・ダイオードであった。しかし、特性に経時変化があり実用にならなかった。その後、特性改善が進み、MOS デバイスの安定化に自信が出来たころに、シャープ(当時早川電機)から電卓の IC 化の話がきた。

1966年(昭和 41 年)、シャープの佐々木正、浅田篤の両氏から秘密保持協定締結の申し入れがあった。昭和 41 年の暮、電卓用の MOS・IC を 10 キット分納めた。昭和 42 年から本格的に納入を開始し、シャープは、MOS・IC の電卓の発売を発表した。

1968年(昭和 43 年)からシャープのほか数社から注文が殺到し、生産力増強のため、熊本市に九州日本電気を設立することになった。

1970年(昭和 45 年)から 1971年(昭和 46 年)にかけて、泥縄式の LSI 開発が進み、数個の LSI(MCS4)で電卓が構成できるところまで進み、1972年(昭和 47 年)にはワンチップ電卓まで漕ぎつけた。1973年(昭和 48 年)には国内生産で首位の座を占めるにいたった。同年 C・MOS 技術の開発にも成功し、パーソナル電卓への体制が固まった。この C・MOS によるパーソナル電卓は、1977年(昭和 52 年)から 1978年(昭和 53 年)にかけて、電卓の主流になった。

昭和 41 年頃から出川雄二郎(当時常務)が半導体事業を統括していたが、彼はその事業の進め方として「戦略方式」を取り入れた。これは市場や技術の将来を予測し、日

常業務の遂行と並行して、未来対策を進めるというものである。電卓用 IC の市場についていえば、営業部門の報告と並行して、完全に独立した機構の市場調査班をもち、両者の市場調査結果をたえず比較していた。その独立部隊から、欧州のマーケットは悲観的という報告が入った頃から、脱電卓戦略を進めることになった。

## 7. MOS メモリ

### 1965年(昭和 40 年)～

昭和 40 年、1ビット・p チャンネルのスタティック・メモリ(アソシアティブメモリ)を中央研究所と黒澤敏夫、白石正道、山本宏彦が開発を進め、1966年(昭和 41 年)の ISSCC(国際固体回路会議)で発表した。

1968年(昭和 43 年)には144ビットの高速 n チャンネルの SRAM を松倉保夫らが開発、1969年(昭和 44 年)に学会に報告した。1970年(昭和 45 年)にインテル社が、有名な「i1103」という名称の p チャンネルの 1k・DRAM の発表があった頃に、社内のコンピュータ陣と IC 陣とで、p か n かの大論争が起きていた。

1970年(昭和 45 年)に、n チャンネルの512ビット DRAM( $\mu$ PD401)を開発、1971年(昭和 46 年)n チャンネルの1k・DRAM( $\mu$ PD403)を開発、そして1978年(昭和 48 年)に、n チャンネルの4k・DRAM の商品化に成功した。かつては n チャンネルに反対していたインテル社も、4k・DRAM は n チャンネルで発売した。以後、16k、64k、256k の DRAM は全て n チャンネルが世界の標準になった。

## 8. マイコン

### 1970年(昭和 45 年)～

昭和 45 年春に、ある回路を受注し、開発を進めていた。同じころ、名古屋の電卓メーカービジコン社の嶋正利が来社し、米国のノイス氏を紹介してもらいたいと言い、紹介状を書いた。その時、嶋が考えていた回路は MPU であった。

受注した回路は、昭和 47 年 4 月に完成した。それは、2チップの CPU と5チップの周辺回路との構成( $\mu$ PD700 シリーズ)で、これがわが国最初のマイコンであった。4ビットに続き、昭和 49 年 8 月には8ビット、同年 11 月には16ビット・マイコンを発表し、その後4ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータは  $\mu$ PD75X シリーズ、8ビット・シングルチップ・マイクロコンピュータは  $\mu$ PD78K シリーズ、16ビットと32ビットのプロセッサは V シリーズの V20、V30 から V60、V70 へと引きつがれていった。

## 9. リニア IC

### 1964年(昭和 39 年)～

昭和 39 年 5 月、米国のレンカート・エレクトロニクス社のチャンネルアンプ、およびカイザー・エアロスペース社の作動増幅器の計画が舞い込んできた。回路設計は伝送工場に依頼し、最初のサンプルを 2 か月で作りあげた。性能も期待通りであったが、実際のビジネスには結びつかなかった。この頃には、補聴器用アンプ、ビデオアンプ、翌年にはプリアンプを開発した。

1966年に村瀬清隆の設計によりオペレーショナルアンプ  $\mu$ PC51を開発、これがヒット商品となった。引き続き各種オペレーショナルアンプ、コンパレータ等を商品化し、国内のシェアを独占した。

## 10. CAD

### 1967年(昭和 42 年)～

現在 LSI の設計には CAD なしには考えられないが、昭和 42 年に集積回路事業部が誕生した頃から、設計にコンピューターを使用しようとする動きが高まり、LSI プロジェクト内で可児賢二等により積極的に研究が進められた。しかし当初はデバイスの進歩に追いつけず、折角開発した CAD プログラムも、出来上がった頃には実際には使えないというような状態であった。ところが努力の甲斐があって、数年後から論理シミュレータ、回路シミュレータ等が実用に供されるようになり、更にレイアウトやその検証へと発展していった。

2015 年 9 月