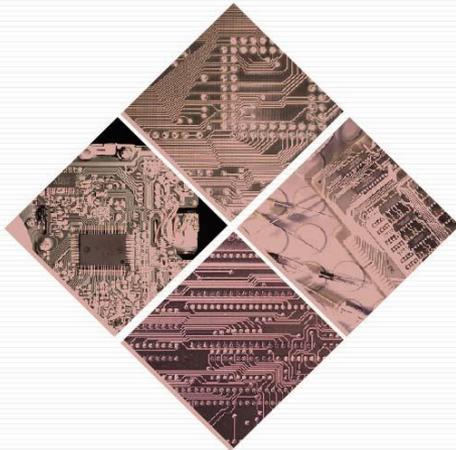


# 半導体デバイス工学 講義資料

## 半導体デバイス工学

安田幸夫 校閲

大山英典・葉山清輝 著



森北出版株式会社

使用教科書：

「半導体デバイス工学」  
森北出版

安田幸夫校閲  
大山英典， 葉山清輝共著

# 半導体デバイス工学 講義資料

## 第1章 半導体デバイスの歴史とその役割 (p. 1～p. 5)

# 1. 半導体デバイスの歴史とその役割

## 1.1 トランジスタの登場

## 1.2 集積回路による技術革新

## 1.3 半導体と社会との係わり

# 1.1 トランジスタの登場(1)

## 半導体工学の前史

- ・フレミングによる2極真空管の発明(1904年)
- ・ド・フォレストによる3極真空管の発明(1906年)

真空管の誕生 → ラジオ, 無線通信応用分野の広がり  
エレクトロニクス産業が一般に深く浸透

※真空管主流の時代が約半世紀の間続く.

一方, 高周波検波器や電力用整流器の開発に附随し,  
半導体に関する基礎的物性の研究も進行



トランジスタ誕生の下地を創った

# 1.1 トランジスタの登場(2)

## 半導体産業の幕開け

- ・ Ge(ゲルマニウム)点接触形トランジスタの発明(1947年)  
米国ベル研究所のショックレー, バーディン, ブラッデンら

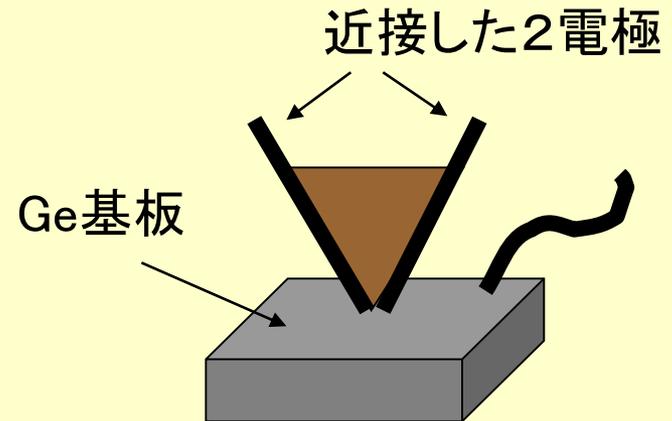
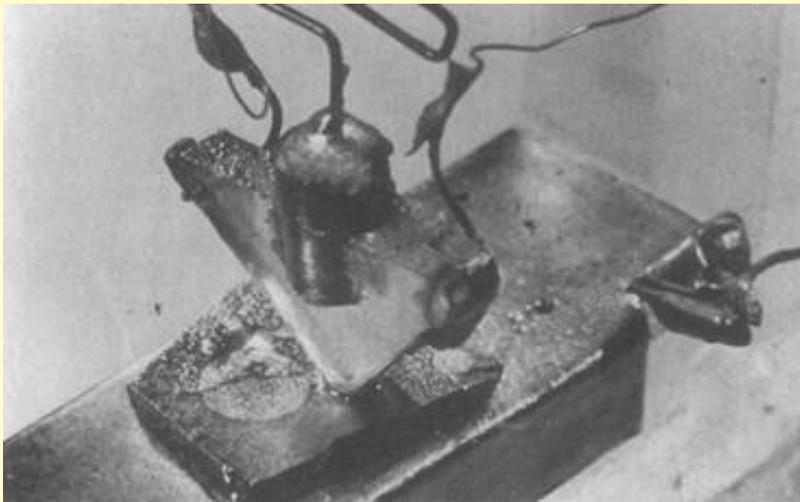


図1-1 点接触形ゲルマニウムトランジスタの様子

# 1.1 トランジスタの登場(3)

- ・接合形のGeトランジスタの発明(1949年)(ショックレーら)  
→ RCA社とレイセオン社で直ちに量産が開始(1952年)
- ・東京通信工業(現ソニー)によるトランジスタラジオ(1955年)
- ・Si(シリコン)トランジスタの登場(1956年)
- ・FET(電界効果トランジスタ)の改良(1957年)
- ・Siトランジスタを使ったテレビジョンの市販(1960年)



家庭電化へのトランジスタ製品の普及が一気に加速された

# 1.2 集積回路による技術革新(1)

## 集積回路(IC)の発明

- ・ホーニーのアイデア(プレーナ構造)  
Si酸化膜によって塵やガスなどの汚染物から内部素子を保護する
- ・ノイスのアイデア(プレーナ特許)  
1つのチップ上に複数のトランジスタや抵抗器を相互に接続して一体化
- ・デュマーがICの概念を発表(1952年)  
電子部品の信頼性向上の見地からの機能デバイス
- ・キルビーによるアイデア(キルビー特許)(1958年)  
半導体基板の上に抵抗などの受動素子やトランジスタなどの能動素子を1つのチップ上に作り込むICの基本技術
- ・ノイスとムーアがTrや抵抗器の形成方法を考案(1959年)  
→ RCA社とIBM社がハイブリッドICなどを市販

## 1.2 集積回路による技術革新(2)

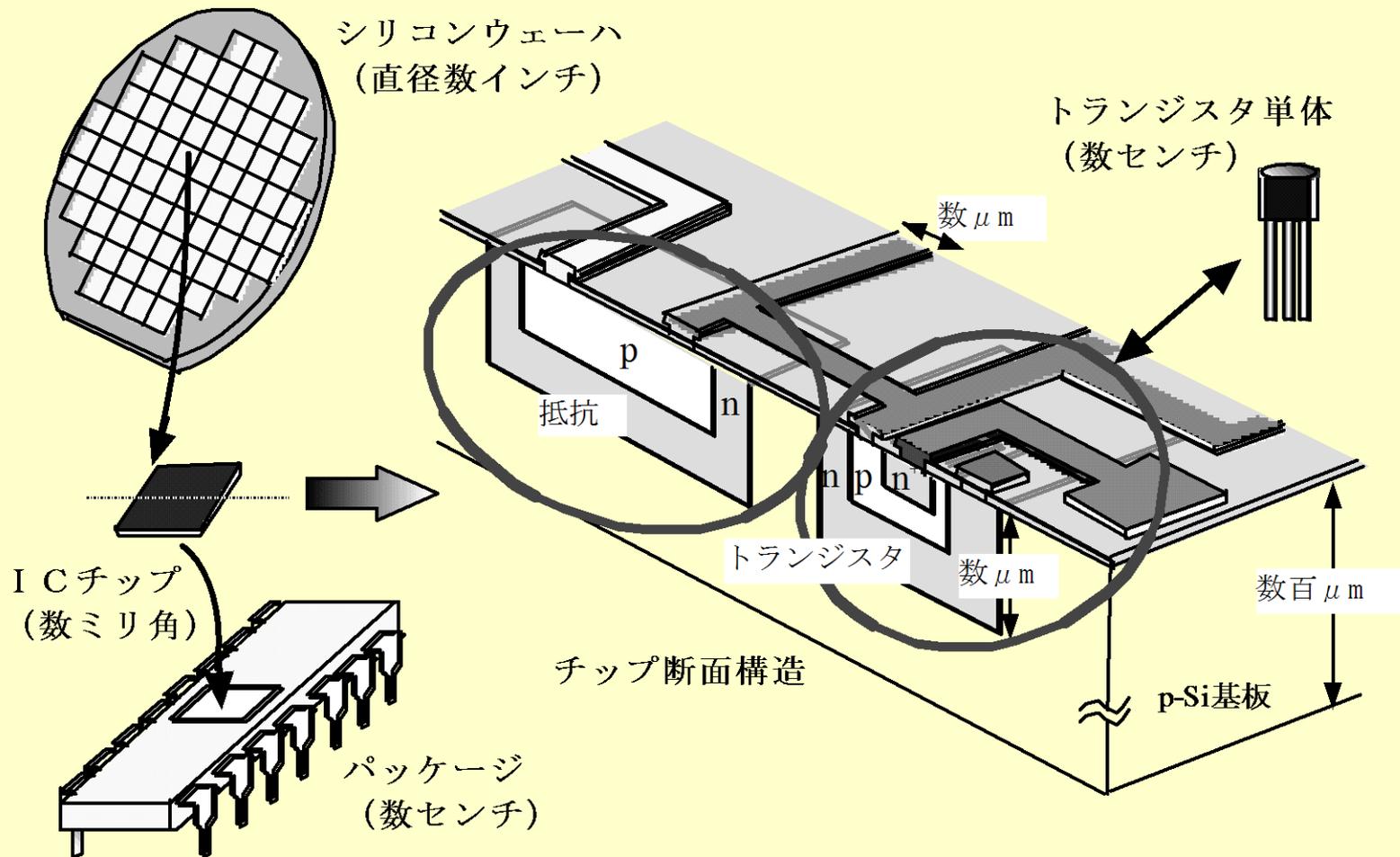


図1-2 モノリシックICの一例

## 1.2 集積回路による技術革新(3)

- ・カニングがSi MOS ICを開発(1962年)  
それまでバイポーラICが主流→ 集積度の増加, MOSICが地位逆転  
(構造が簡単で, しかも工程数が少ない)
- ・1トランジスタ型MOS-DRAM(呼出しメモリ)(1968年)  
インテルで1kビットDRAM(dynamic random access memory)
- ・ベル研究所でCCD(charge coupled device)の開発(1970年)  
コンピュータのメインメモリ:磁気メモリ→DRAM

### 半導体メモリ

- ・64kビットメモリの開発(1976年)
- ・1Mビットメモリの開発(1982年) 『メガ』の時代
- ・現在では, 256MビットのDRAM が市販 『ギガ』の時代へ

## 1.2 集積回路による技術革新(4)

### マイクロプロセッサ (CPU, MPU)

- ・4ビットCPU(1971年)
- ・8ビットCPU(1975年)
- ・16ビットCPU(1981年)

※チップの微細化と高集積化は3年で約4倍の割合(ムーアの法則)

IC → LSI → VLSI → ULSI

半導体市場は・・・

トランジスタ時代のテレビ, ラジオ



大型コンピュータ, PC, 電卓, 通信機器, 家電製品, 携帯電話  
TVゲームなど, あらゆる電子機器へと拡大

## 1.2 集積回路による技術革新(5)

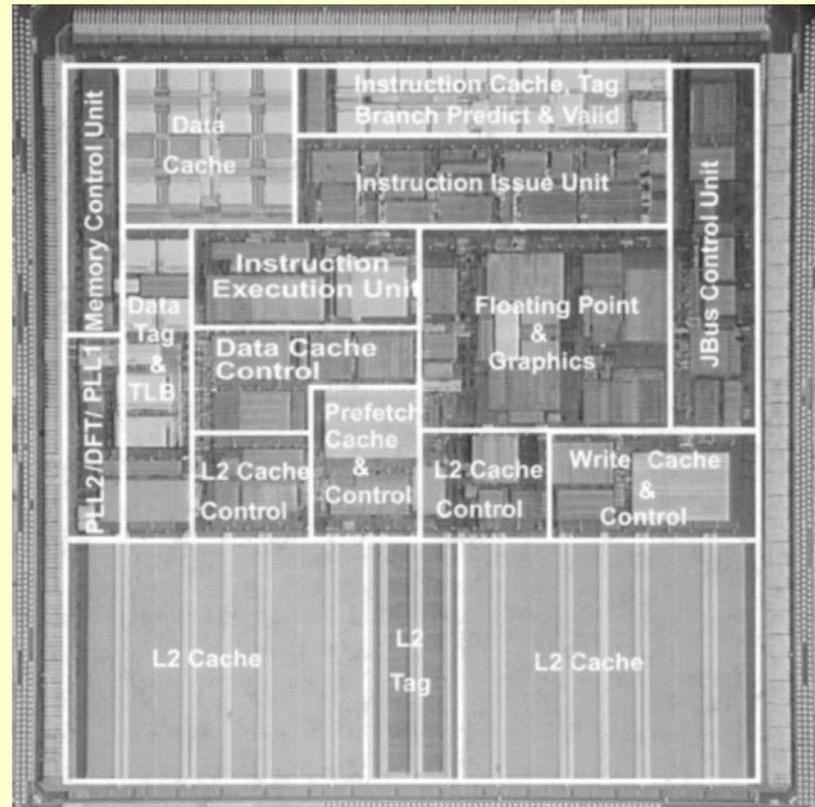
・PC, 電卓, 携帯電話, TVゲーム

MPUによって半導体デバイスにソフトが搭載されて初めて実現したのである。  
(真空管やトランジスタの時代には存在不可能)

・第3世代の64ビットMPU  
(2002年)

銅配線

動作速度は1GHz以上



## 1.2 集積回路による技術革新(6)

・微細加工技術の向上→高集積化が可能

・複数の機能を持つシステムをチップ上にまとめることが可能

高機能化・高付加価値化

小型・軽量化

低消費電力化

1つの機能当たりの価格は低下

ICのコストダウンが実現( Siは低価格, 大量に生産)

半導体デバイスの集積化

→電子機器の低コスト化を加速し, 大衆化を促進

『機能を向上させながらコストが下がる』

という理想的で好循環な経済サイクルが起こった

## 1.3 半導体と社会との係わり(1)

トランジスタが発明されて約半世紀……

半導体産業はエレクトロニクス産業の中核

- ・チップ規模で15兆円
- ・応用製品も含めれば世界市場100兆円

エネルギーや物質は有限だが、情報量は無限  
情報に対する欲求も無限大……

- ・半導体の市場規模が高い成長を続けていける要因の1つ
- ・半導体は『産業の米』
- ・半導体時代は『珪石器時代』

## 1.3 半導体と社会との係わり(2)

技術革新により、微細化と集積度の増加

→半導体デバイスの機能や性能を幾何級数的に向上

→電子機器の機能でICの担う役割が増大



更なるエレクトロニクス機器の技術革新の源流にもなっている

逆に考えると……

ICは複雑化する社会環境に技術革新が対応していくために生まれた社会的、歴史的必然性の副産物？！

50年前のラジオ受信機 ⇔ 最新の電子機器  
(10個前後の部品)      (億に近い膨大な数の構成素子)

社会的要請に応じて電子装置の構成素子が指数関数的に大形化・複雑化してきた

## 1.3 半導体と社会との係わり(3)

### IC+ソフト→知識を持った電子機器

計測, 制御, 計算, ノウハウ, 画像処理など様々な人類の知恵が爪の先ほどのチップに組み込まれ, 電子機器の高付加価値化, 高機能化に貢献していった.

### 情報機器が半導体によって大衆化

- ・電子機器は飛躍的に使い勝手が良くなった.
- ・低価格化
- ・電子機器の軽薄短小化(ラジオ, TV, PCなど)
- ・機器の高効率, 省エネ, 安全性も向上した.



家電やメディアとの関係: 半導体産業の発展が実現された