

SSIS・半導体入門講座  
テキストサンプル

2016年5月

- 半導体産業の歴史と展望  
講師 牧本 次生
- 半導体の基礎とその応用分野  
講師 市山 壽雄
- CMOS前工程プロセス  
講師 鈴木 俊治
- 半導体パッケージング技術  
講師 池永 和夫

# 半導体産業の歴史と展望

## サンプル

半導体産業人協会 特別顧問  
 テクノビジョン 代表  
 元日立専務・ソニー専務  
 牧本次生

## 多岐に渡る半導体関連産業



出典：JEITA、WSTS、SEMI(数値は2013年の実績)

## 半導体産業の歴史と展望

### 目次

- 半導体が拓いた新しい世界
- 半導体産業の動向
- 日本半導体の盛衰
- 将来展望 **サンプル**

## 半導体が拓く新分野

### サンプル



## サンプル

### 半導体産業の特徴

- ★ **社会システムの重要な基盤産業**
  - ITの中核部品としてハイテク産業の原動力
  - IoT(注)の出現により、健康・医療・環境など広範囲をカバー
  - 電子マネー・指紋検出などで金融分野の安全性を確保
  - ロボット、自動運転車など人類の夢を実現  
注=Internet of Things、あらゆるものがネットにつながる
- ★ **好不況のアップダウンはあるが、産業の規模は30兆円以上**  
2000年以前は年率二けた成長、近年は一桁成長
- ★ **各国ともハイテク産業は国家繁栄の礎。その基盤としての半導体を産官学連携で育成、激しい競争へ**
- ★ **半導体の技術は他産業への波及が大きい**
  - 微細加工技術、クリーン技術、成膜技術、測定技術など
  - 波及分野：太陽電池、液晶などディスプレイ、医療・バイオ、精密機械、計測器など

## 半導体に携わる人へ贈る言葉

- 1 半導体は日進月歩、日々新たな気持ちを持って  
● ドッグイヤーの時代、時は7倍のスピードで進む
- 2 グローバルな視野で知識とセンスを磨け  
● 他国の歴史と文化を学べ
- 3 深い専門技術と幅広いコモンセンスを持って  
● 形の良いT定規をめざせ
- 4 プロにふさわしい道具を磨け **サンプル**  
● ITツールと英語はプロの必須アイテム
- 5 高い志をもち、世界のトップ・プレイヤーをめざせ  
● 「国体での優勝」より「オリンピックでのメダル」を

# 半導体の基礎知識とその応用分野

## サンプル

一般社団法人 半導体産業人協会 理事  
 元 ルネサステクノロジ市場企画部長  
 元 WSTS日本協議会会長 & 世界副会長  
 WSTS: WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS  
 世界半導体市場統計

市山 壽雄

### MOSTランジスタを構成する部品の名称

ゲート  
ソース ○ ドレイン  
基板

MOSTランジスタ等価回路

MOSTランジスタがONの時: チャネルが出てソースとドレインが繋がる  
 MOSTランジスタがOFFの時: チャネルが消えてソースとドレインが切れる

ON OFF

ゲート  
ソース ○ ドレイン  
シリコン基板

ゲート  
ソース ○ ドレイン  
シリコン基板

SSIS半導体入門講座 13

# 半導体の基礎知識とその応用分野

## 目次

- はじめに
- 半導体を目指す機能とその特長
- デジタルとアナログ
- MOSTランジスタとは **サンプル**
- CMOS LSI  
CMOSとは、半導体の製品分類、市場規模、主要製品
- 微細化と大規模化  
微細化、大規模化、大口径化、ファブレスとファンドリ、半導体業界の再編、半導体の主要メーカー
- 半導体の応用分野  
半導体の主要用途動向と半導体ユーザのトップ10  
スマートフォン、自動車、IoT、生活関連、医療関連

## 半導体業界の再編 **サンプル**

買収企業	被買収企業	金額	備考
ソニー	東芝・イメージセンサ事業	190億円	大分300mmラインを買収
ON Semiconductor	Fairchild	約2,900億円	パワーで世界2位に1位はインフィニオン
Western Digital	SanDisk	約2.3兆円	中国Tsinghua UniGroup(清華紫光集団)系が筆頭株主
Qualcomm	CSR	約3,000億円	Bluetooth Smart関連やオーディオ処理の技術
インテル	アルテラ	約2.0兆円	FPGA大手 投資効率に疑問の声もある
アパコ 新社名は「Broadcom」	ブロードコム	約4.6兆円	Wi-Fi/Bluetooth、イーサネットスイッチ等
ローム	ルネサス・滋賀8インチライン		パワーやMEMSのライン用
ゾシオネクスト	富士通とパナソニックLSI事業統合		富士通と日本政策投資が40%、パナソニックが20%出資
NXP	フリースケール	約1.4兆円	NXPのRF事業は中国JAC Capitalに売却、Ampleon設立
Hua Capital (中国) 華創投資	OmniVision CMOSイメージセンサの会社	約2,300億円	Tsinghua Holdings and China Fortune-Tech Capital
Uphill Investment (中国)	ISSI (Integrated Silicon Solution)	約900億円	DRAMファブレス企業の買収
Cypress Semiconductor	Spanionと経営統合		車載や産業機器市場へ注力
Infineon	International Rectifier (IR)	約3,600億円	次世代パワーはInfineon: SiC, IR: GaN

SSIS半導体入門講座 出典: 会社資料に基づいて著者が作成 39

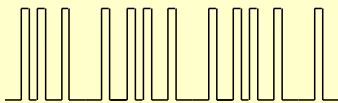
## デジタルとアナログ

半導体にはデジタル信号とアナログ信号をそれぞれに変換するものもある。

アナログ信号の例



デジタル信号の例

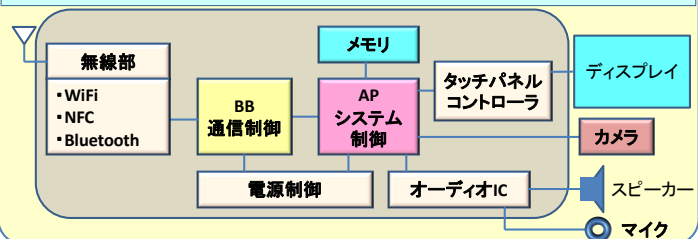


## サンプル

## スマートフォンに使われる半導体

- スマートフォンは以下の半導体を使用している。
- 全体のシステム制御を行うアプリケーションプロセッサ(AP)
  - 通信制御を行うベースバンドプロセッサ(BB)
  - 各種通信用IC
  - タッチパネルの制御を行うタッチパネルコントローラ
  - スピーカーやマイクの制御を行うオーディオIC
  - 各種アプリケーションや写真データおよびシステム駆動用ソフトを入れるメモリ
  - 各種半導体および搭載機器の電源を制御する電源制御用IC
  - カメラ(CMOSイメージセンサ)、マイク(MEMS)

## サンプル





# CMOS前工程プロセス

## CMOS前工程プロセスの概要とプロセスフロー 及び

### 個別プロセス技術の基礎 サンプル

一般社団法人 半導体産業人協会 教育委員  
サクセスインターナショナル(株)技術顧問  
元 ソニー 中研・厚木超LSI研究所 課長  
(株)SEN 主席技師、千葉大学 講師  
工学博士 鈴木俊治

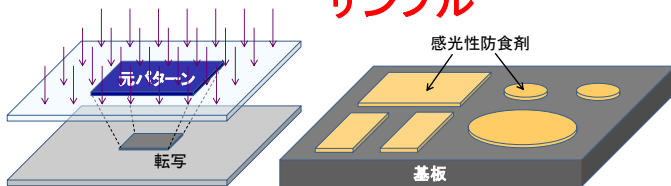
# リソグラフィ:パターンを描くこと

- 古くから美術工芸に用いられてきたリトグラフを発展させてパターンを描く方法が採用された。
- 写真技術を利用し、微細なパターンを描けるように発展させた。
- 基板や膜の加工に対して耐性を持つ感光性樹脂(フォトリソ)のパターンを形成する。



シャガールのリトグラフ

## サンプル



リトグラフ(lithographe(仏), lithography(英))は版面の一種で、石板に松脂の絵を描き、硝酸で掘り込んで版面を刷る。

# CMOS前工程プロセス

## CMOS前工程プロセスの概要とプロセスフロー 及び

### 個別プロセス技術の基礎

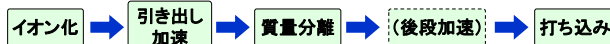
#### 目次

### サンプル

- 半導体加工プロセス概要
- 前工程の環境
- 前工程のプロセスフロー
- 個別プロセスの基礎
- 多層配線技術
- 組み合わせプロセス
- まとめ

# イオン注入技術

- イオン化した不純物を高電界で加速して材料に打ち込み(注入)、材料の電気的、機械的、化学的性質を変化させる。

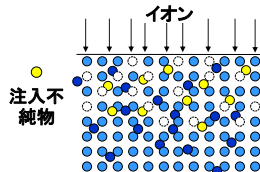


## サンプル

### イオン注入の利点

- 比較的低温で不純物を導入できる。  
900°C~1,000°C  
(抵抗加熱アニーラ炉)
- 不純物層の深さ(加速エネルギー)、濃度(積算イオン電流値)を精度よく導入できる
- 注入深さと注入量の組合せで、任意の不純物分布を形成できる

- イオン注入によって基板結晶が破壊される。
- 結晶性の回復と注入不純物の活性化には熱処理が必要となる。

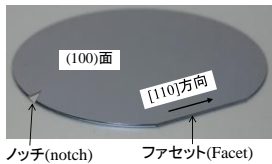


# 半導体製造技術の特徴 プレーナ(Planar)技術

- 半導体材料を平らな板状(ウェーハ)に加工し、その上面にデバイスを作製する。

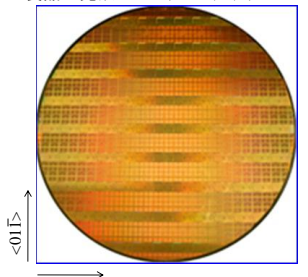
## サンプル

### プレーナ技術で半導体デバイスが作られる平面基板(Si ウェーハ)



- MOS LSIの場合は電子の移動速度が最も大きくなる(100)結晶面上、<110>方向に電子が走るように作られる。
- 面方位を示すために[110]方向を示すノッチ、あるいは、ファセットが形成されている。

製品が完成したシリコン(Si)ウェーハ



Intel社提供

# 多層配線の構造

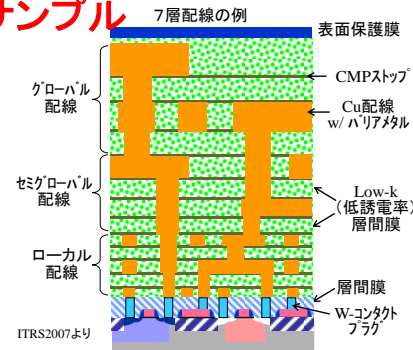
- 論理LSIでは各種信号を複雑な経路でやり取りするために、配線層数が多くなる。
- 最先端の論理LSIでは13層にも達することがある。

## サンプル

- Trの直上層はローカル配線
- 中間はセル間を繋ぐセググローバル配線
- 上層部はブロック間配線、電源配線などとなる

各種LSIの配線層数

Logic	≧ 10
SRAM	≧ 3
DRAM	≧ 3
CMOS Image Sensor	≧ 3



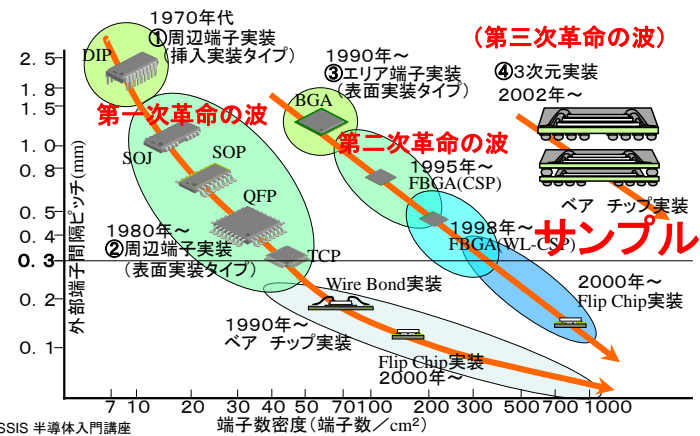
# 半導体パッケージング技術

## サンプル

半導体産業人協会 会員  
 サクセス インターナショナル(株) 技術顧問  
 元 ソニー(株) 半導体パッケージ部長  
 ハイブリッドIC事業部長  
 半導体関連会社 社長  
 氏名 池永 和夫

# パッケージと高密度実装技術の変遷

高密度実装とパッケージは深い相関があり、この二つの技術とICの高集積化により電子機器の小型化、高性能化が進んできた。特に端子ピッチの縮小は高密度実装を促進したが、高度なパッケージ技術と実装技術、基板技術が求められる。



# 半導体パッケージング技術

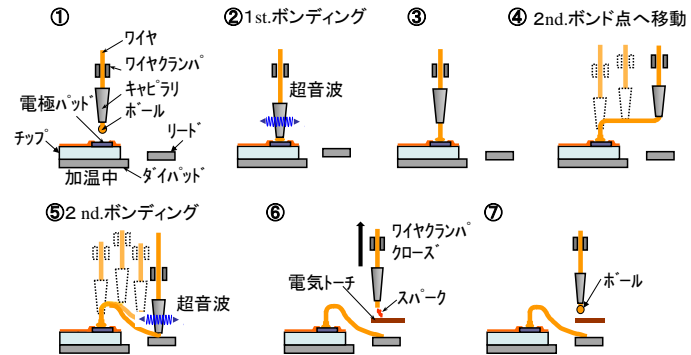
## サンプル

### 目次

1. パッケージに求められる機能
2. パッケージの構造
3. パッケージの変遷と種類
4. LSI後工程プロセス(パッケージ組立工程)
5. パッケージ技術の動向
6. Appendix

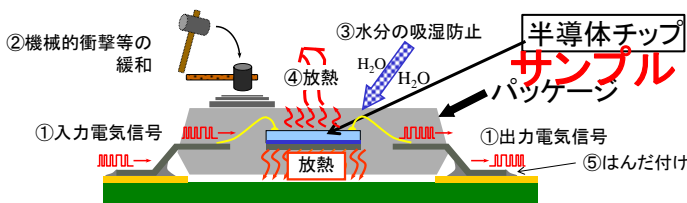
# ワイヤボンディングプロセス サンプル

ワイヤボンディング工程でのチップの電極パッドとリードフレームのポスト部とをワイヤによる結線のプロセスを示す。リードフレームは、ワイヤボンダーのほとんどもとにあり、150~300℃に加熱されている。1サイクルが60~100 mSec.で行なわれ、パターン認識技術を使用してチップ上の全電極パッドとリードフレームポスト部を順次認識して、結線する。



## パッケージに求められる基本機能

### 半導体チップ サンプル



- ① 半導体チップと実装基板との電気信号伝達を可能にする。  
【電気的特性の保持機能】
- ② 半導体チップをハンドリングできる形にする。  
【チップ保護機能】
- ③ 半導体チップを外部環境から保護する。  
【チップ保護機能、ストレス緩和機能】
- ④ 半導体チップの発熱を周囲に放散する。  
【チップ放熱機能】
- ⑤ 半導体チップを実装基板に実装し易くする。  
【寸法整合機能: 端子のピッチ変換】
- ⑥ 半導体チップのコストダウン。  
【コストダウン機能】
- ⑦ ICチップの性能を最大限に引き出す最適化技術が求められる。  
【チップ特性最適化機能】

## モールド封止工程

### サンプル

モールド封止工程は、半導体チップやワイヤを外部からの応力、湿気や汚染物質から守るために、モールド樹脂を用いてカプセルング(外囲化)する工程である。モールド法はトランスファモールド法を用い、樹脂は主に熱硬化性樹脂のエポキシ系樹脂が用いられる。

