

# SSIS・半導体入門講座テキスト サンプル

2015年5月

- 半導体産業の歴史と展望      講師：牧本次生
- 半導体の基礎知識とその応用分野      講師：市山壽雄
- 最近の注目デバイス概論      講師：生駒英明
- 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

サンプル

## 半導体産業の歴史と展望

半導体産業人協会 前理事長  
(元日立専務・元ソニー専務)  
牧本 次生  
メール: makimoto@tsugio.jp

## 半導体産業の歴史と展望

- ◆半導体産業はどのように始まったか
- ◆半導体はどのような新分野を拓いたか
- ◆世界および日本半導体の動向 サンプル
- ◆半導体は現代文明のエンジンだ！
- ◆半導体は人類の未来に何をもたらすか

## 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
  - 高度な電子機器の実現により、健康・医療など新産業を創出
  - 電子マネー・指紋検出などで金融分野の安全性を確保
  - 電子機器や自動車の省エネを実現し、地球環境に貢献
- ★好不況のアップダウンはあるが、約30兆円と規模が大きく1970年以降、平均年率14%で成長、近年は1桁成長
- ★各国ともハイテク産業が国家繁栄の基ととらえ、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
  - LCDや有機ELなどのディスプレイ分野
  - 太陽電池など再生可能エネルギー分野
  - バイオ技術と結んで医療・食品・化学分野

サンプル

## 多岐に渡る半導体関連産業

電子産業 (1兆6420億\$)

半導体デバイス (3056億\$)

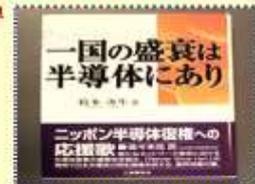
サンプル

設計関連	製造装置 (319億\$)	材料部品 (435億\$)
<ul style="list-style-type: none"> <li>・IC設計</li> <li>・システム設計</li> <li>・検証ツール</li> <li>・ソフト開発</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェーハプロセス</li> <li>・組立</li> <li>・検査</li> <li>・マスク製造</li> <li>・関連装置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・シリコンウェーハ</li> <li>・パッケージ</li> <li>・マスク</li> <li>・薬品類</li> <li>・各種ガス</li> </ul>

出典: JEITA, WSTS, SEMI (数値は2013年の実績)  
SSIS半導体入門講座

## 一国の盛衰は半導体にあり

- 半導体はあらゆるハイテク産業を支える基盤
  - 情報・通信・放送、電子機器、自動車、医療、金融、流通、農業など
  - 1個のLSが欠けても自動車のラインを止める！
- 大震災後ユーザーの日本離れ、メーカーの海外シフトの動き
  - 半導体を失って日本の将来はない！
- 半導体は現代文明のエンジン
  - 半導体エンジンの進化はこれからも続く
  - ロボット、自動運転、医療革新、スマート社会



(2006年出版)

SSIS半導体入門講座

## 半導体の将来展望

- 集積度はさらに高まり、新しい応用分野が広がる
  - スマホ/タブレット/ウェアラブルの機能はさらに拡充
  - 自動車はADAS(先進運転支援システム)から自動運転へ
  - ロボットの実用化が始まり、長期的には半導体の牽引役となる
- More Than Moore デバイスの進化
  - センサーがインターネットにつながるスマート社会... IoT, IoT
  - パワーデバイスの進化で省エネ効果... SiC, GaN
- 将来技術の方向
  - 次世代リソグラフィ技術の本命は？  
EUV? ナノプリント? マスクレス?
  - 450nmへの移行時期はいつ? 牽引するのはどこ?
  - 高集積不揮発性RAMの実用化時期はいつ?

サンプル

# サンプル 半導体の基礎知識とその応用分野

一般社団法人 半導体産業人協会 理事  
 大智コンサルティング 代表  
 元 三菱電機(株)半導体マーケティング部長  
 元 WSTS日本協議会 会長  
 市山 壽雄  
 ichiyama@ssis.or.jp

## 半導体の基礎知識とその応用分野

### 目次

- はじめに
- 半導体が目指す機能と種類とその特長
- デジタルとアナログ
- MOSTランジスタとは
- CMOS LSI
- 微細化と大規模化
- 半導体の応用分野  
 半導体の主要用途動向とメーカーの主要製品  
 半導体ユーザのトップ10の推移  
 スマートフォン、自動車、IoT、  
 生活関連、医療関連

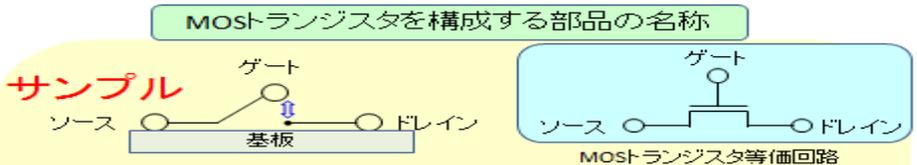
## サンプル

### デジタルとアナログ

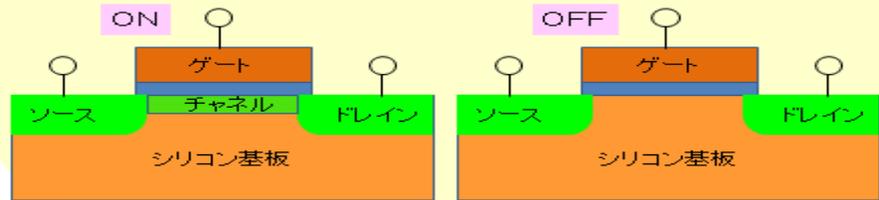
**デジタル処理とはデジタル信号処理**  
 例えば、整数で表わした信号(情報)の処理(計算)  
 コンピュータでは「0」と「1」で表わされた情報の計算  
 半導体でも「0」と「1」で表わされた情報の計算を行うものがある。  
 ... 半導体の約70%(金額ベース)を占める

**アナログ処理とはアナログ信号処理**  
 「連続した」信号(情報)の処理(増幅・減衰)  
 例えば、ステレオの音量調節、テレビの色調調節  
 半導体でも「連続した」信号(情報)の処理(増幅・減衰)  
 を行うものがある。

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。



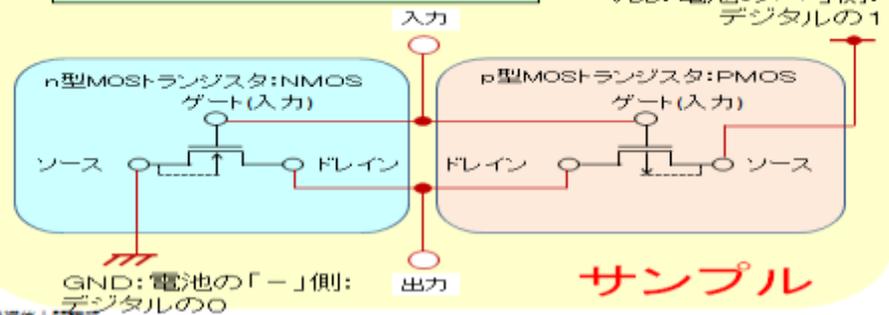
MOSTランジスタがONの時: チャネルが出来てソースとドレインが繋がる  
 MOSTランジスタがOFFの時: チャネルが消えてソースとドレインが切れる



SSIS半導体入門講座

### CMOSとは

Complementary MOS: 相補型MOS  
 NMOSとPMOSで構成



## サンプル

SSIS半導体入門講座

### 半導体メーカーの主要製品

## サンプル

2013年	社名	売上(B\$)	シェア(%)	主要製品(主な用途)
1	インテル(米)	48.6	15.4	マイクロプロセッサ(PC) ベースバンド(通信制御)
2	サムスン(韓)	30.6 (総売上 64.9B\$)	9.7	DRAM, NAND, (スマホ, PC) ロジック(スマホ)
3	クアルコム(米)	17.2	5.5	ロジック(スマホ): [ファブレス]
4	ハイニクス(韓)	12.6	4.0	DRAM, NAND(スマホ, PC)
5	マイクロン(米)	11.9	3.8	DRAM, NOR, NAND(スマホ, PC)
6	東芝(日)	11.3	3.6	NAND(スマホ, PC)
7	TI(米)	10.6	3.4	アナログ
8	ブロードコム(米)	8.2	2.6	ロジック(スマホ): [ファブレス] ベースバンドから撤退
9	STマイクロ(伊・仏)	8.1	2.6	パワー、マイコン、アナログ & MEMS
10	ルネサス(日)	8.0	2.5	マイコン(自動車、デジタル家電)
	その他	147.9	45.9	
	合計	315.0	100.0	

SSIS半導体入門講座

# 最近の注目デバイス概論 (LED、パワーデバイス)

サンプル

講師: 生駒 英明  
 理博 半導体コンサルタント  
 元 (株)東芝・半導体技術研究所・部長  
 東京理科大学電子系学科教授  
 e-mailアドレス [0717114501@jcom.home.ne.jp](mailto:0717114501@jcom.home.ne.jp)

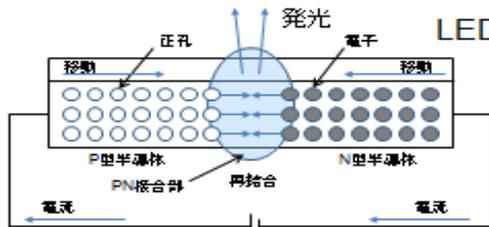
## 最近の注目デバイス概論

[目次]

- (0) 注目されている理由
- (1) LED(発光ダイオード)について
- (2) パワーデバイスについて

サンプル

## LEDの発光原理及び青色LEDの構造



### LEDの発光原理

サンプル

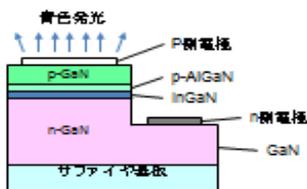
PN接合に電圧を加えると電子がN→Pへ、正孔がP→Nへ注入され、接合領域で再結合してエネルギーが発生する。

このエネルギーが大きいと光に、小さいと熱変化する。  
 化合物半導体(前の表)では光となり、発光する。Siでは熱となるのでSiは発光しない。

### GaN系青色LEDの構造:

GaNは材質制御が難しいので左図のような複雑な構造になる。

(AlGaIn: 窒化アルミニウム・ガリウム)、



## 白色LEDの種類

サンプル

白色LEDの主要な構造として以下の3種類がある。

- 青色LED・赤色LED・緑色LED
- 青色LED+黄色蛍光粉体
- 近紫外LED+青色・赤色・緑色蛍光粉体



青・赤・緑のLEDを全て発光させる事で白色を表現する。  
 青色LEDが発光して黄色の蛍光粉体を透過する事で疑似白色として白く見える方法を。する  
 紫色の近紫外LEDが発光して青・赤・緑の発光粉体にあてる事で白色を表現する方法です。

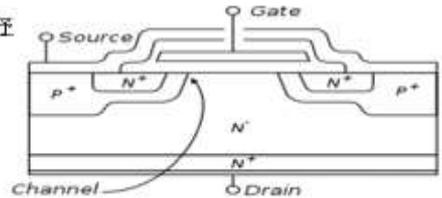
青色LEDで黄色の蛍光粉体粉末(透明樹脂に分散させる)を照射する方式(上の中央の図)が最も安定で現在の主流である。  
 (ただし、疑似白色なので純粋の白色よりやや青っぽい。)

## パワーMOSFETの構造及び応用分野

サンプル

### パワーMOSFETの構造(プレーナ型)

- MOS型でも大電流が得られ、耐圧(素子の破壊しない最大電圧)が充分大きくなるような構造(電流はIGBTより小さい)
- パワーMOSの応用分野  
 家電機器用スイッチング電源、パソコン・携帯機器の電源、自動車の電装部品のバッテリー電源など。



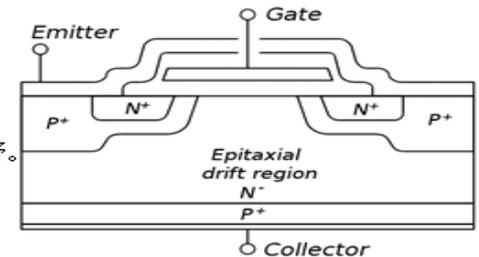
高速動作で比較的に低電力の分野が中心。

## IGBTの構造及び応用分野

サンプル

### IGBT(絶縁ゲートバイポーラ・トランジスタ)の構造

- バイポーラ型でもオン・オフが速くできるような構造。  
 (ただしMOSトランジスタよりはやや遅い)
- IGBTの応用分野  
 鉄道・車両ドライブ、工業用大型駆動装置、自動車の動力関連、家庭用調理器具など。  
 MOSより大電力の分野。近年、急速に需要量が增大している。



# CMOS前工程プロセス

サイエンティフィックプロセスソリューション 代表  
 元千葉大学講師  
 元ソニー 中研・厚木超LSI研 課長  
 元 SEN 首席技師  
 工博 鈴木俊治  
 e-mail:toshiharusuzuki11@gmail.com

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

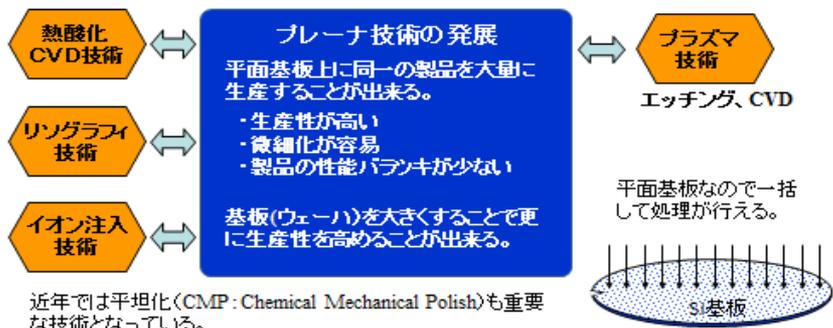
サンプル

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

# プレーナ技術の発展

サンプル

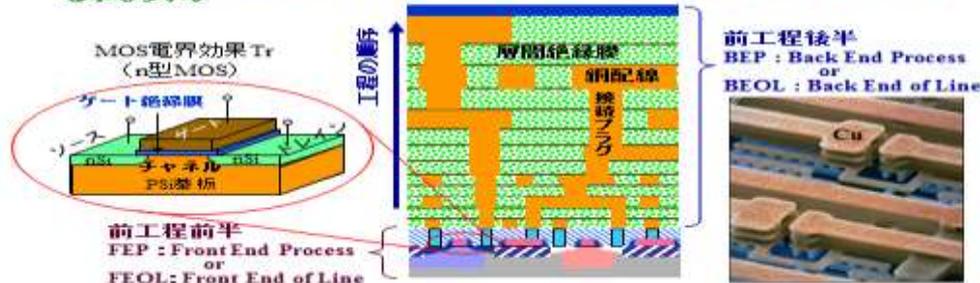
- ・プレーナ技術を基礎にすることにより、リンググラフィ、イオン注入、プラズマ等の技術を効果的に活用することが出来た。
- ・また、これらの技術はデバイスの微細化に適しており、LSI技術の発展に大きく貢献した。



# 前工程とMOSLSIの構造

サンプル

- ・トランジスタ形成から多層配線形成までを前工程と呼ぶ。
- ・前工程プロセスを、前半(FEP, FEOL)と後半(BEP, BEOL)に分けて説明される事も多い。



# リンググラフィ技術の変遷

サンプル

- ・微細化、チップ面積の増大、ウェーハの大口径化に伴い露光方法も変化してきた。

光源	波長	露光方法	デザインルール(node)
水銀ランプ g-線	436nm	密着・等倍 縮小投影	≥ 1.0 μm
水銀ランプ i-線	365nm	↓	ウエーハの大口径化対応
KrFエキシマレーザ	248nm	↓	0.35 μm
ArFエキシマレーザ	193nm	↓	0.25 μm
		縮小投影 縮小反射	広画角対応
		↓	0.13 μm
		↓	65nm
EUV*	13.5nm	縮小反射	≤ 28 nm

大凡の Design Rule

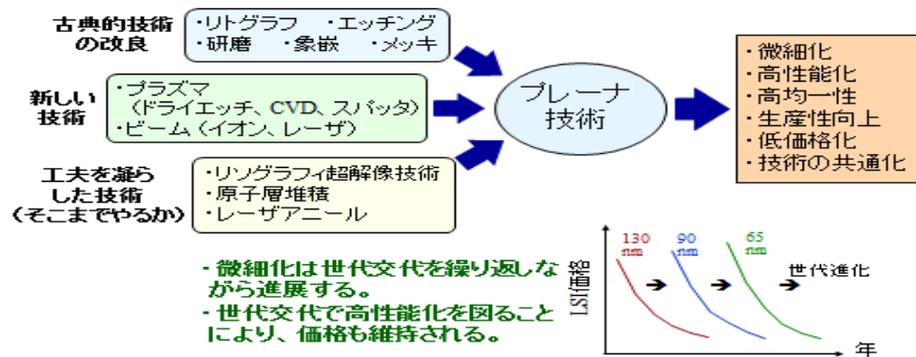
- ・等倍露光: マスクのパターンは実寸法。
- ・縮小投影: マスクのパターンは実寸法の4倍(レティクル)。
- ・Stepper: 数チップ分の描画毎に移動し、Step & Repeat。
- ・Scanner: Maskと基板をScanしながら露光する。(レンズの収差補正、露光面積拡大、高NA化)
- ・縮小反射: レンズの代わりにミラーを使う。(超大口径レンズの必要回避、レンズ収差の回避)

\* EUV\*: Extreme Ultra Violet (極紫外光)

# VII. 半導体プロセス技術まとめ

サンプル

- ・プレーナ技術を基礎に新、旧様々な技術を組み合わせそれらを発展させることにより、多くの効果をもたらす。



# サンプル 半導体パッケージング技術

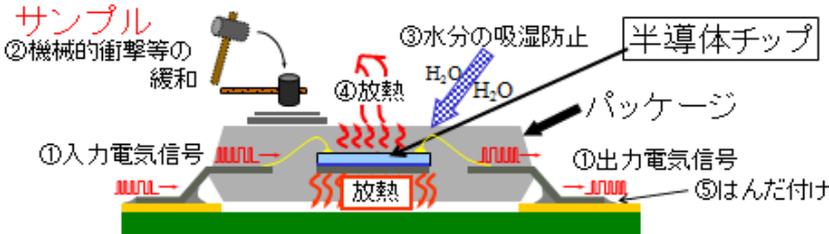
一般社団法人 半導体産業人協会

現 サクセスインターナショナル社 技術顧問  
元 ソニー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  
池永 和夫  
E-mail ikenaga @ayu.ne.jp

## 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
  - 5-1. フリップチップボンディング
  - 5-2. ウェーハレベルパッケージング
  - 5-3. System in Package
  - 5-4. システム設計統合技術

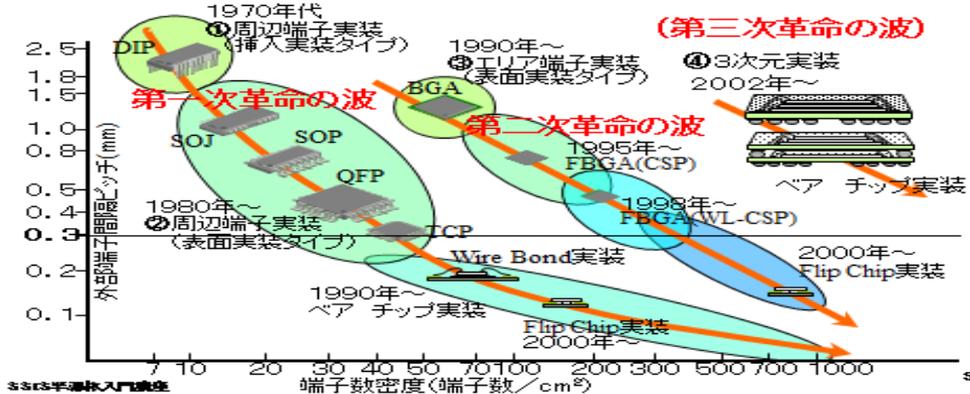
## パッケージに求められる基本機能



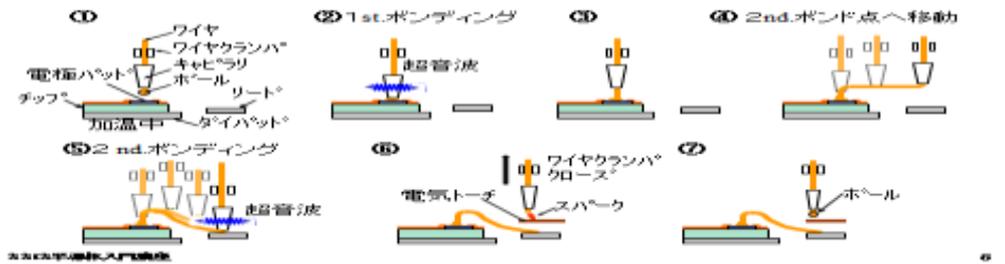
- ① 半導体チップと実装基板との電気信号伝達を可能にする。  
**【電気的特性の保持機能】**
- ② 半導体チップをハンドリングできる形にする。  
**【チップ保護機能】**
- ③ 半導体チップを外部環境から保護する。  
**【チップ保護機能、ストレス緩和機能】**
- ④ 半導体チップの発熱を周囲に放散する。  
**【チップ放熱機能】**
- ⑤ 半導体チップを実装基板に実装し易くする。  
**【寸法整合機能:端子のピッチ変換】**  
**【規格、汎用機能】**
- ⑥ 半導体チップのコストダウン。  
**【コストダウン機能】**
- ⑦ ICチップの性能を最大限に引き出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

## 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お乳、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。



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核のプロセスを示す。リードフレームは、ワイヤボンダのヘッド部上にあり、150～300℃に加熱されている。1サイクルが80～100 msecで行なわれ、リ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、結核する。



## モールド封止工程

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たカプセル化(外面樹脂化)する工程である。モールド法はトランスフォーマー法を用い、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。

