

# SSIS・半導体ステップアップ講座 テキストサンプル

・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

・パワーデバイス

講師 吉田 功

・半導体のアプリケーションと業界動向

講師 市山 壽雄

・特別講話 半導体は現代文明のエンジン

講師 牧本 次生

# CMOSプロセス

(半導体物性・デバイス、最新CMOSプロセス、要素プロセス)

半導体産業人協会 教育委員

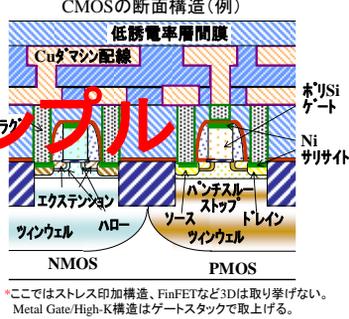
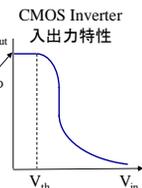
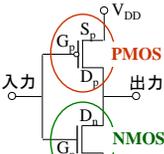
サクセスインターナショナル(株)技術顧問  
元 千葉大学講師、ソニー(株)中研 厚木研究所 LSI 研 課長  
(株)SEN 主席技師  
工学博士 鈴木 俊治

## 目次

- I. 半導体と半導体デバイス
  1. 半導体の性質 2. 半導体デバイス 3. MOSTランジスタの進化
- II. CMOS作製プロセス
  - CMOS作製のプロセスフロー
- III. MOS LSI作製要素プロセス
  1. リソグラフィ 2. 不純物導入 3. エッチング 4. 製膜
  5. 平坦化: CMP 6. ウェー洗浄
- IV. 多層配線
- V. まとめ

## CMOS作製のプロセスフロー

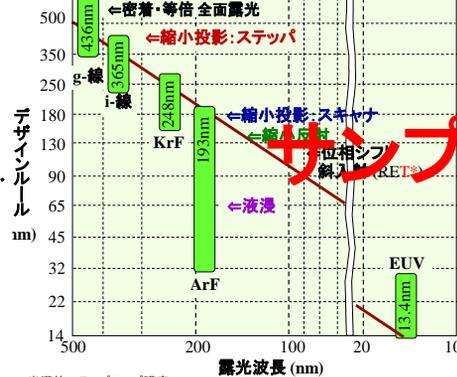
- LSIの高性能化、高集積化のための微細化には様々な課題が伴う。それを解決するために次第に構造が複雑になった。
- ここでは65~45nmクラスに対応するCMOSロジックLSIの作製フローを説明する。



CMOSの断面構造(例)  
G:ゲート S:ソース D:ドレイン  
\*ここではストレス印加構造、FinFETなど3Dは取り上げない。Metal Gate-High-K構造はゲートスタックで取上げる。

## リソグラフィ光源と露光方法

- 微細なパターンはリソグラフィの光源波長により決められている。
- 微細化、ウェーハ径、チップ面角などにより、露光方法も変化してきた。



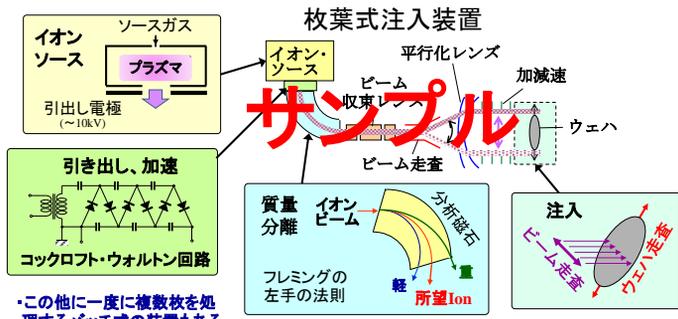
- 等倍露光: マスクは実寸法。
- 縮小投影: マスクパターンは実寸法の4倍(レチクル)&ステッパ: 数チップ分の描画毎にStep & Repeat。
- スキャナ: マスクと基板をスキャンしながら露光。レンズ収差軽減、露光面積拡大、高(低)圧。
- 縮小反射: レンズの代わりに凹面鏡を使う。(超大口径レンズの必要回避、レンズ光吸収の回避)
- 液浸: レンズ-基板間に屈折率の大きい液体を挿入
- デザインルール = 光源波長

サンプル

サンプル

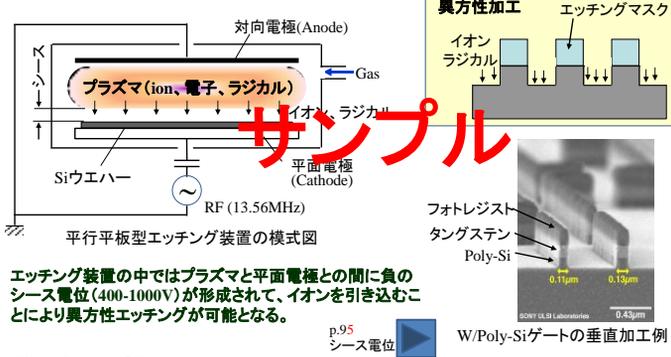
## イオン注入装置

- イオン化した不純物を高電界で加速し、元素の質量によって所望のイオンを選び出して材料に打ち込む。
- 加速電圧で深さを、イオンビーム電流の積算値で導入量を調節する。



## 反応性イオンエッチング (Reactive Ion Etching : RIE)

- 微細デバイスでは垂直形状の加工が必要となり、従来の等方性加工のウェットエッチングに代って異方性加工が可能な反応性イオンエッチングが使われるようになった。



サンプル

サンプル



# 半導体パッケージング技術

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 ソニー半導体パッケージング部長

ハイブリッドIC事業部長

半導体関連会社 社長

池永 和夫

サンプル

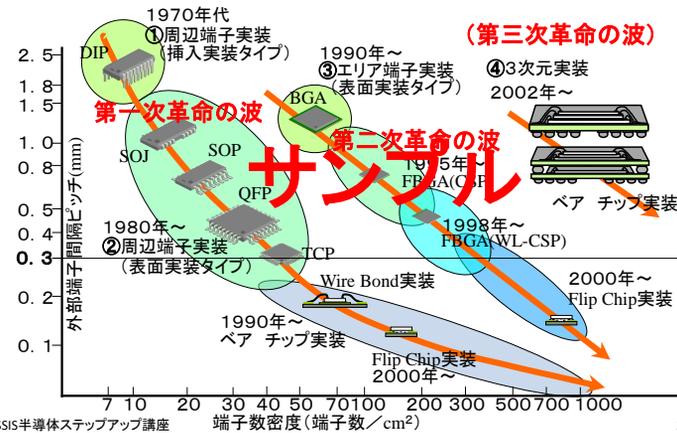
## 目次

1. パッケージの変遷
2. パッケージ技術の動向と課題
  - 2-1. ウェーハレベルパッケージング
  - 2-2. Fan-Out ウェーハレベルパッケージ
  - 2-3. System in Package
  - 2-4. TSV (Through Silicon Via)
  - 2-5. フリップチップボンディング

サンプル

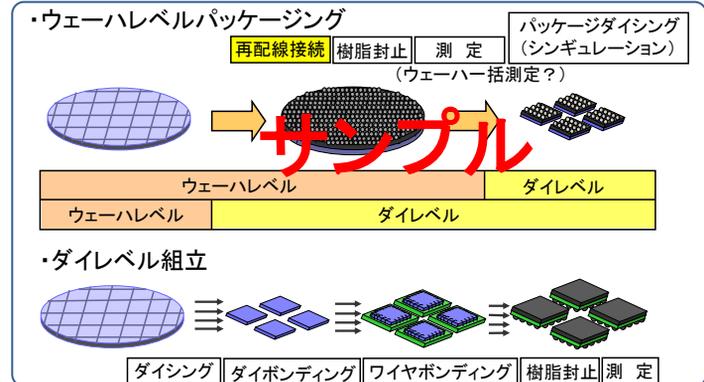
### パッケージと高密度実装技術の変遷

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。



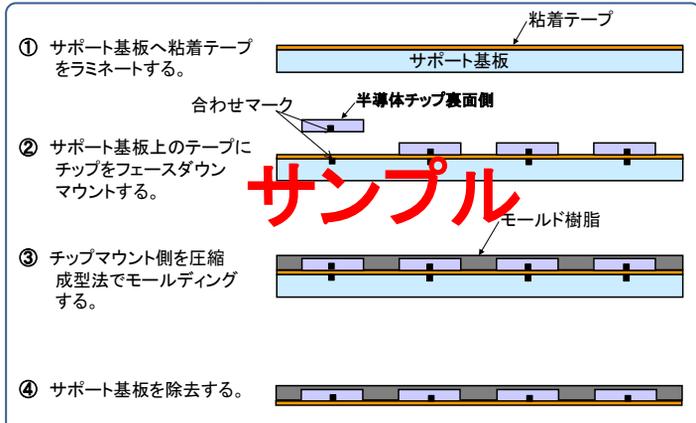
### 注目されるウェーハレベルパッケージング (WLP)

従来のダイレベルの組立は、初期の段階でウェーハ内のチップをダイシング工程で個々にカットして、チップ一個、一個をパッケージに収納して完成させる。それに対してウェーハレベルパッケージングは、パッケージ化までウェーハ状態で一括して行い、最後に個々に切斷・分離する方式である。



### Fan-Out Wafer Level Packageプロセス例

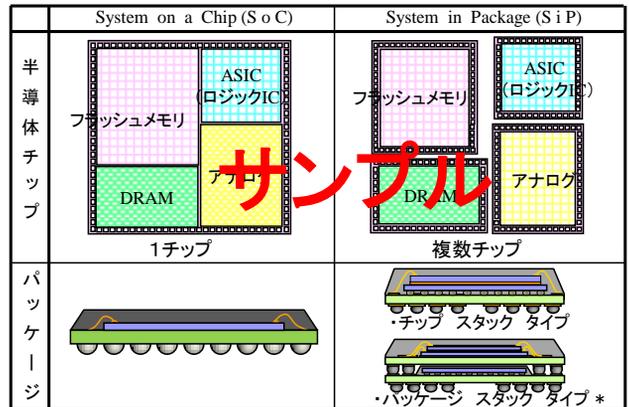
ウェーハ上のチップの歩留り対策や外部端子ピッチを広げるための構造として、Fan-Out Wafer Level Package が登場している。



サンプル

### System in Package

IC 本来の性能を引出す技術の一つとして、半導体チップ内でシステムを構成し、配線長を短くしたSoCと各個のICを3次元に積層したパッケージで配線長を短くしたSiPがある。それぞれの特徴があるが、パッケージ技術としてSiPが注目されている。



\* パッケージ スタック=Package on Package (PoP)



# 目次

## パワーデバイス

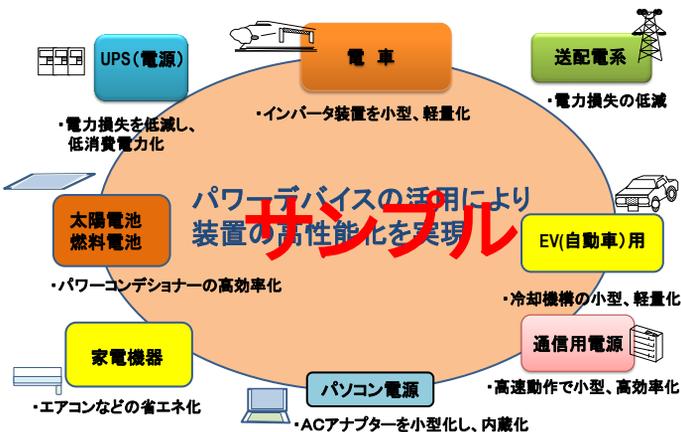
半導体産業人協会 会員  
 元日立製作所中央研究所主任研究員  
 元ルネサステクノロジー主管技師  
 工学博士 吉田 功

1. はじめに
2. パワーモジュールの構造
3. パワーデバイスの市場
4. パワーデバイスの種類と基本動作
5. パワーデバイスの応用回路
6. 製造プロセス
7. パワーデバイスの技術動向
  - ・パワーMOSFET、IGBTの技術
  - ・新材料デバイスの最新動向
8. パワーデバイス企業ランキング
9. まとめ

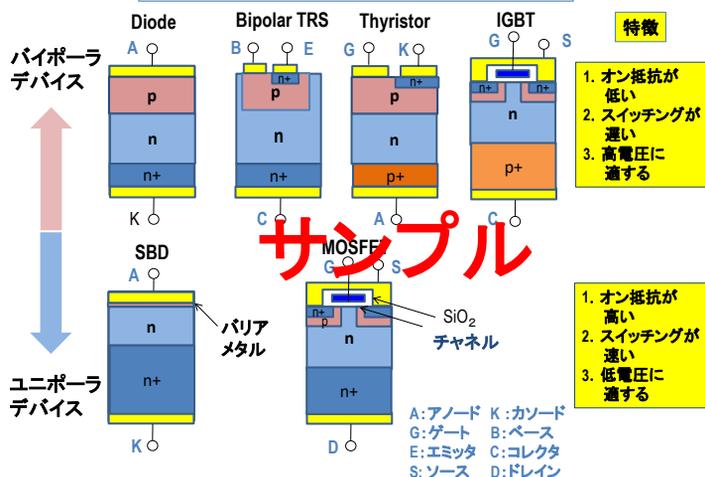


日立中央研究所の庭園(油彩画) 3-2

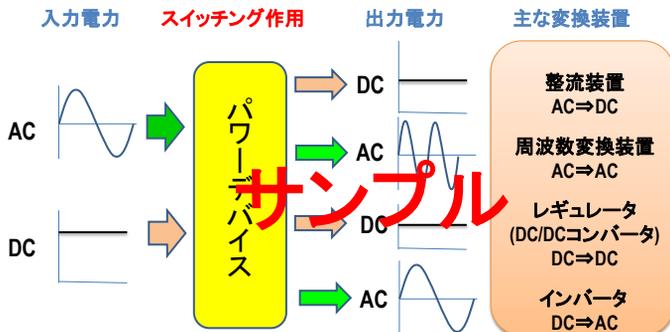
### パワーデバイスの応用(装置の高性能化)



### パワーデバイスの種類と基本構造

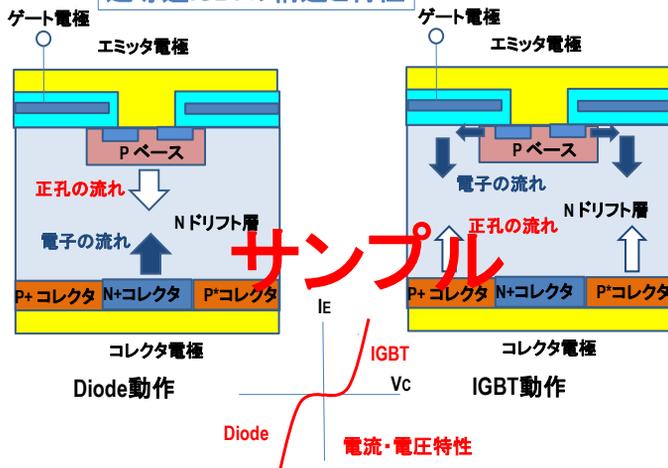


### 電力変換におけるスイッチングデバイスの役割



パワーデバイスは、低損失、高速、高信頼、低コストが要求される

### 逆導通IGBTの構造と特性





# 半導体のアプリケーションと 業界動向(世界と中国)

一般社団法人 半導体産業人協会 副理事長  
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

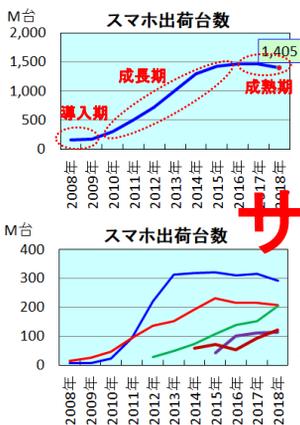
市山 壽雄

## 目次

- 半導体のアプリケーション
  - アプリケーションの推移
  - スマートフォン
  - 自動車
  - ロボット
  - IoT時代の新市場
  - ICの市場規模
- 半導体の業界動向
  - 世界の業界動向
  - 中国の業界動向

# サンプル

### スマートフォン (年間推移)



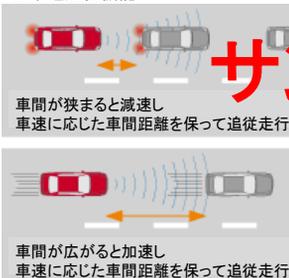
# サンプル

### 自動車 (ADAS)

先進運転支援システムの導入 ⇒ 自動運転へのベースとなる技術

- 衝突回避、車線逸脱警報・回避、全車速追従機能、
- 駐車支援
- ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム)  
路車間通信、車車間通信

全車速追従機能



路車間通信: 右折時注意喚起



# サンプル

### IoT時代の新市場 (IoTとは)

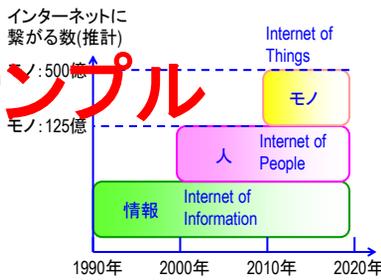
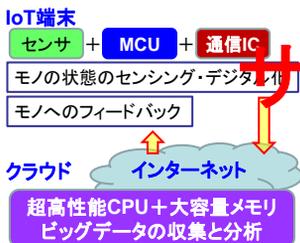
IoT (Internet of Things) とは

色々なモノがインターネット\*に繋がるだけでなく、

情報交換することにより相互に制御する仕組み。

\*インターネットとは複数のコンピュータネットワークを相互接続したネットワーク。

「2020年には500億個のモノがインターネットに繋がる」と予測される。(野村)



(出典: 野村総合研究所の資料を基に作成)

### 中国の半導体業界動向

「中国製造 2025」解説書 2015年6月18日

	~2020年	~2025年
国家製造業革新センター建設	15カ所前後	40カ所前後
高性能自動化製造ライン	コスト削減、工期短縮、不良率の改善30%	コスト削減、工期短縮、不良率の改善50%
強力な産業基盤	核心時基礎部品と重要な基礎材料の自己調達率40%	核心的基礎部品と重要な基礎材料の自己調達率70%
グリーン製造	1000カ所模範工場と100カ所の模範工区	世界先端レベルに到達し、グリーン製造体系の基本を確立
高性能機器・装置の革新	重点領域*で自主研究および応用を実現	重要領域*で自主的財産権の設備を有し、国際トップレベルに到達

# サンプル



# 特別講話 半導体は現代文明のエンジン

サンプル

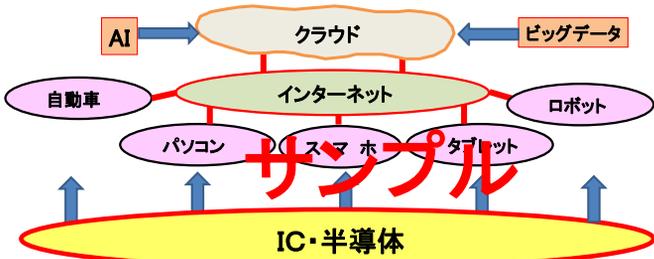
半導体産業人協会 特別顧問  
元 日立専務・ソニー専務  
工学博士・IEEEフェロー 牧本 次生

## 目次

- 現代文明を支える基盤
- 半導体産業の動向
- 技術と市場の将来展望

サンプル

### 現代文明を支える基盤 ITの全体像



サンプル

<2020年の予測>  
生み出されるデータ量: 44ZB (ゼタバイト=10E21)  
ネットにつながるデバイス: 500億個  
センサーの数: 1兆個 (トリリオンセンサー)

### 現代文明を支える基盤 半導体 (CMOS) のインパクト

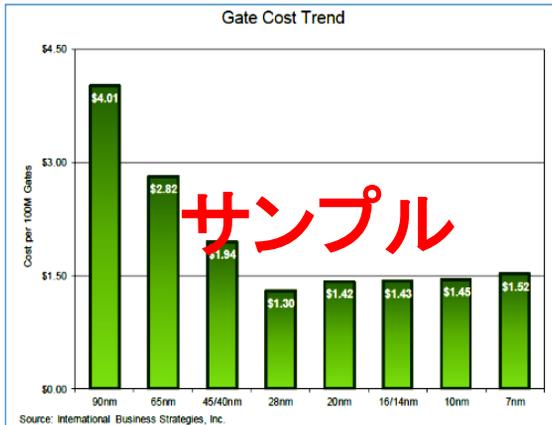
CMOS革新がなければ このようなことは  
起こらなかっただろう!



サンプル

現代文明を動かすエンジンは半導体 (CMOS) !

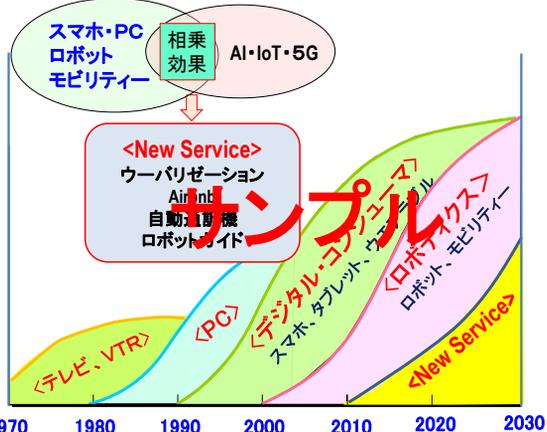
### 技術と市場の将来展望 ゲートコストのトレンド: ムーアの法則は?



サンプル

出典: IBS

### 技術と市場の将来展望 電子産業の牽引役の変遷



サンプル