

# SSIS・半導体アドバンス講座 12年テキスト サンプル

2012年10月4,5日実施

- 半導体物性と各種デバイス、CMOS  
前工程プロセス説明 講師：鈴木 俊治
- 半導体パッケージング技術 講師 池永 和夫
- LED 講師：石谷 彰康
- 太陽電池 講師：坂田 功

# 半導体物性・各種デバイス、CMOS前工程プロセス

(社)半導体産業人協会  
サイエンティフィックプロセスソリューション代表  
琉球大学博士研究員  
千葉大学講師  
**サンプル** 元ソニー 中研・厚木超LSI研 課長  
工博 鈴木俊治  
e-mail:toshiharusuzuki11@gmail.com

## 目次

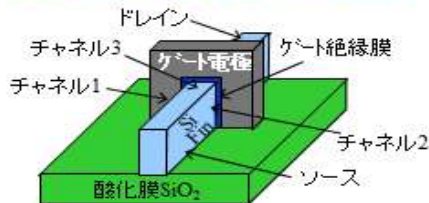
- I. 半導体と半導体デバイス
  - 1. 半導体の性質 2. 半導体デバイス 3. MOSトランジスタの進化
  - 4. Si基板の大口徑化
- II. CMOS作製プロセス
  - 1. プレーナー技術 2. CMOS作製のプロセスフロー
- III. MOS LSI作製要素プロセス
  - 1. リングラフィー 2. 不純物導入 3. エッチング 4. 成膜
  - 5. 平坦化: CMP 6. ウェハー清浄化
- IV. 多層配線&組み合わせプロセス
  - 1. 多層配線 2. 組み合わせプロセス
- V. まとめ

## サンプル

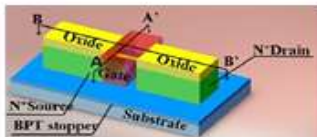
## デバイスの3次元化(≤22nm)

- デバイスを微細化してゆくに従い、短チャネル効果が厳しくなる。
- この問題を解決するためにチャネルの横方向、下面にもゲートを設け、ゲートによる閉まりを良くする構造が検討されている。

- マルチゲートTr
  - Si Finの両側面、および、上面をチャネルにする (FinFET)。
  - Intelはこの構造を採用することを宣した。



- SiナノワイヤーTr (Gate All Around)



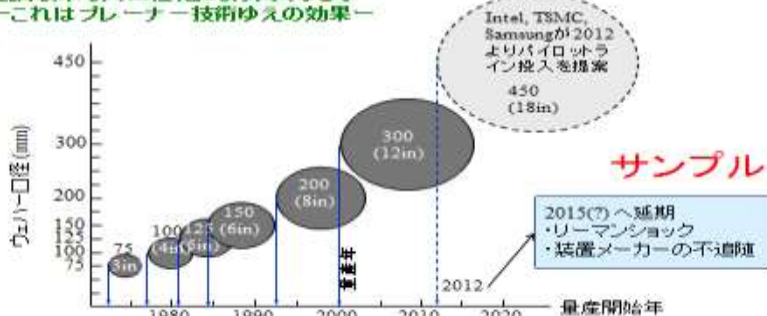
Peking U, '07IEDM 34.3

## サンプル

- 製法、S/Dの寄生抵抗低減に課題がある。
- 電流駆動力確保にはFinFETの並列化が必要となる

## Si基板の大口徑化

- LSIの高集積化にはチップサイズの増大を伴う場合が多い。
- 一度に多量のチップを生産するには、大口徑のウェーハを用いるほうが有利。
- 理論収率も大口徑化により高くなる。
- これはプレーナー技術ゆえの効果—

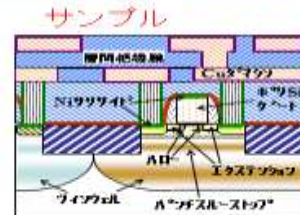


SSS 半導体アドバンスト講座 2012

## 2. 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 伴う様々な課題が伴う。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。

- 互の高性能化
  - ：高濃度n+Siゲート(一ゲート)、高濃度i-クスタンション、シフトSD & コンタクト、チャネルストレス
- 低消費電力化
  - ：高誘電率の絶縁膜 & 金属ゲート
- 短チャネル効果抑制
  - ：埋SD & SD/Liスタンション、パワーストープ、HfO<sub>2</sub>
- 高信頼化
  - ：LDD(二クスタンション)、フィクル
- p-n-1rの最適化
  - ：チャネルドープ、フィクル、デュアルゲート

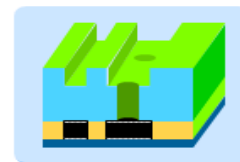


\* ここでは ストレス 追加構造、FinFETなど 3Dは 取り扱わない、Metal Gate High-K構造は ゲート ストープも 取り上げる。

SSS 半導体アドバンスト講座 2012

## ダマシン (Damascene) 法によるCu配線

- Cuはドライエッチング加工が困難である。このため、層間膜に溝を掘り、その中にCuを埋め込み、余剰部分を研磨する、いわゆる「ダマシン法」により、配線を形成する。
- 層間膜に溝と接続孔の両方を掘り、これらの中に同時にCuを埋め込んだ後、余剰部分を研磨する方法を「デュアル・ダマシン法」という。こちらの方が、工程数が少なくて済む。



## サンプル

### デュアルダマシン プロセスフロー





# LED

一般社団法人 半導体産業人協会

サクセスインターナショナル(株)技術顧問  
元・ソニー(株)半導体事業部門設計部長  
石谷彰康  
e-mail: Ishita243@aol.com

SSIS 半導体アドバンス講座

## 目次

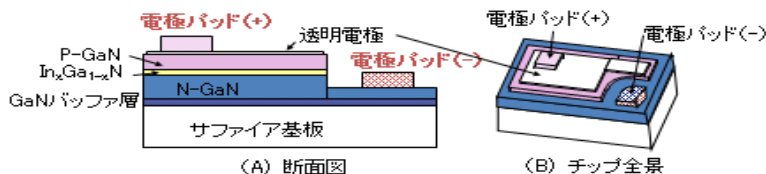
	ページ
1 LEDの歴史	3
2 P型・N型半導体とダイオード	4
3 LED発光の原理	10
4 LEDの種類と基本特性	13
5 青色・白色LED	22
6 LEDの基本製造工程	35
7 LEDの応用市場について	43
8 特性改善	54
9 LEDの信頼性	57
10 まとめ	61
11 LEDの参考書	62
12 補足	63

SSIS 半導体アドバンス講座

## 青色InGaN LEDの基本構造

一般に青色InGaN LEDはサファイア基板にGaN結晶を成長させて形成される。サファイアは絶縁物なので、N側の電極も上面から取り出される。

GaN結晶基板上にLEDを作ると、高品質の結晶が得られているが、GaN結晶基板はまだ極めて高い。



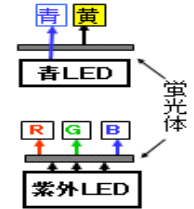
一般的なInGaN青色LEDのチップ構造

SSIS 半導体アドバンス講座

## 白色LED

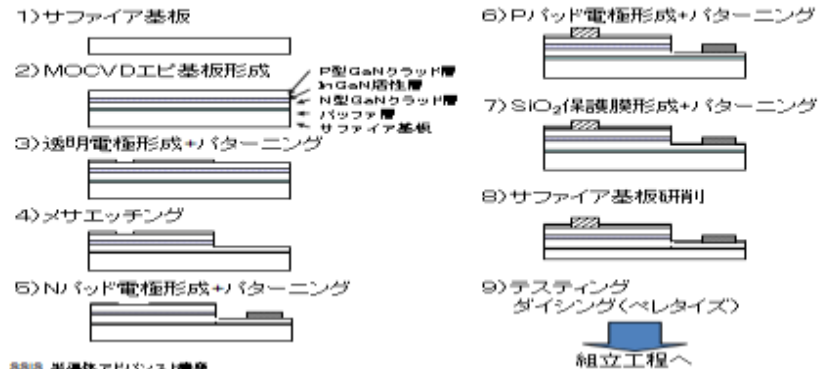
- 青～紫外LEDが実現され、このチップを用いて、**1チップ白色LED**が実用化出来た。
- LEDチップ自体は狭い波長の発光しかしながら、蛍光体を用いて、波長変換し、**白色光**を出す事が出来る。
- 携帯電話、デジカメのLCDパネル・液晶TVのバックライトに導入が進んでいる。
- 白熱電球・蛍光灯を置き換える一般照明用への導入が始まっている。
- **蛍光灯の発光効率を超える白色LEDが実現されている。**
- 照明用には、発光効率に加え、演色性も重要で、**新しい蛍光体の開発も盛んである。**
- **RGBの3チップをパッケージに内蔵して白色を得る方法もある。**

	青色LED+ YAG系蛍光体	紫外LED+ RGB蛍光体	RGB-LED (3チップ)
発光効率	○	△	○
単価	○	○	△
寿命	◎	◎	◎
一般照明用	○	◎	X



SSIS 半導体アドバンス講座

## GaN LEDの製造方法



SSIS 半導体アドバンス講座

## 10. まとめ

- 白色LEDは、現在最も注目を浴びている半導体デバイスの1種である。
- ノートパソコンのバックライト用としては急激にCCFLからLEDに置き変わった。
  - 次に液晶モニターのバックライト用が置き換わっている。
  - 液晶TVのバックライト用も置き換えが進んでいる。
  - 照明用は、東芝が白熱電球の生産を廃止した。国内メーカーも2012年中には生産廃止の予定で、急激に電球型蛍光灯、LED電球に置き換わりつつある。
  - 蛍光灯は水銀を使っているため、今後、LED、有機EL等への置き換えが進むであろう。
  - 今後更にLEDの低コスト化、効率改善が進んでいく。
  - LED照明に関しては、機器の規格化、使い方の追求も重要である。

\* CCFL=Cold Cathode Fluorescent Lamp(冷陰極蛍光灯)

SSIS 半導体アドバンス講座

サンプル

太陽電池

－ 結晶シリコン太陽電池を中心に －

産業技術総合研究所  
太陽光発電工学研究センター 実用化加速チーム長

工学博士 坂田 功

Isakata@aist.go.jp

講演概要

サンプル

1. エネルギー問題と地球温暖化: 再生可能エネルギーの必要性
2. 太陽電池の動作原理
3. 太陽電池の種類
4. 結晶シリコン太陽電池の作成プロセス、構造、高効率化
5. 太陽電池・太陽光発電の歴史、現状、課題、将来
6. まとめと参考書

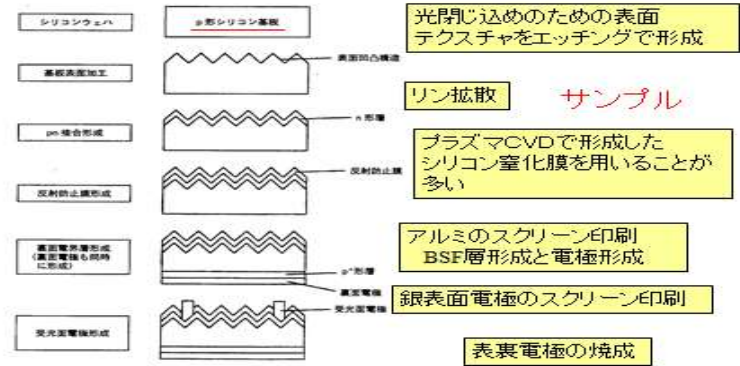
各種太陽電池の変換効率(%)

種類	研究レベル(セル)	実用レベル(モジュール)
単結晶シリコン	25.0	21.9
多結晶シリコン	20.4	18.2
HIT ヘテロ接合	23.7	18.7
薄膜シリコン[1]	12.4	10.4
CIGS	20.3	15.7
III-V族化合物[2]	43.5	-

[1] タンデム型(2接合)セル・モジュールでの値

[2] GaInP-GaAs-GaInNAsセルで418倍集光下での値

結晶シリコン太陽電池の製造工程 セル工程の1例



太陽電池: 光入射を可能にしたpnダイオード

単結晶シリコン太陽電池と多結晶シリコン太陽電池

動作原理、構造、製造工程はほとんど同じ

違い:	高品質	低価格
	単結晶	多結晶
成長方法	引き上げ	鑄造あるいはリボン
結晶粒界	なし	あり
均質性	良好	問題あり (同一基板内でも)
セル効率	24.7%	20.3%
モジュール効率	22.7%	15.3%

結晶成長法

結晶粒界でのキャリア再結合が効率の違いを生む

太陽電池・太陽光発電の課題と将来

結局、発電するだけ(？) サンプル

付加価値をつけにくい: 発電コストの勝負になる  
高価格でも購入するか?: 環境意識の高い消費者に限られる

一層の普及 → 発電コストの低減

- 3つのアプローチ ← 多様な太陽電池の開発の必要性
1. 同じ性能の太陽電池・太陽光発電システムを低価格で製造
  2. 太陽電池・太陽光発電システムの高性能化(高効率化)
  3. 長寿命化: 使用期間を伸ばす → 総発電量の増大

価格低減: 大型家電に近づけるか? (製造コストを1/2以下に)

エネルギー収支 (energy payback time) の観点からも、2,3が課題

- 多様な太陽電池: 結晶Si、薄膜Si、化合物薄膜、色素増感、有機薄膜、...
- ・ 将来は、それぞれの特長を生かした「組み合わせ」
  - ・ 「安かろう悪かろう」は生き残っていない ← 太陽電池の研究開発経緯から
  - ・ 環境負荷、リサイクルの観点 ← クリーンエネルギーの観点