

SSIS・半導体アドバンスト講座 テキスト サンプル

2010年10月28,29日

- 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
- 半導体パッケージ新技術と各種デバイス
適用例紹介、MEMS 講師：村上元
- LED 講師：石谷彰康

半導体物性・各種デバイス、CMOS前工程プロセス

(社)半導体シニア協会
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
元ソニー 中研・厚木超LSI研 課長
工博 鈴木俊治
e-mail:t_suzuki_tuyu@yahoo.co.jp

サンプル

目次

- I. 半導体と半導体デバイス
 - 1. 半導体の種類と構造
 - 2. 半導体の物性
 - 3. 半導体デバイス
 - 4. MOSTランジスタの進化
- 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. リングラフイー
 - 2. 不純物導入
 - 3. エッチング
 - 4. 成膜
 - 5. 平坦化: CMP
 - 6. ウェハー洗浄化
- 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

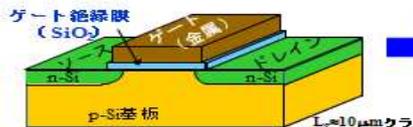
- ・半導体材料
- ・結晶構造
- ・エネルギーバンド構造
- ・不純物

MOS Trの進化 高集積化&高性能化

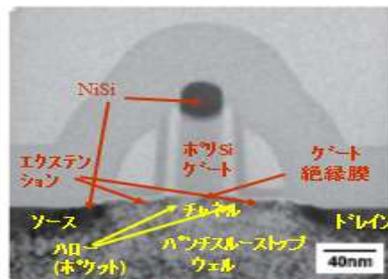
素子の微細化に伴う様々な課題を解決するために次第に構造が複雑になった。
高性能化: 高濃度利Siゲート(-カルゲート)、高濃度Eカステーション、リザイド/S/D&コンタクト、チャンネルストレス導入

低消費電力化: 高誘電率(High-K)ゲート絶縁膜(ϵ_r /マルチゲート)*
短チャネル効果抑制
*浅S/D & S/D/Eカステーション、ハンチスレスタップ、HTR

高信頼化: LDD(-Eカステーション)、ワイケル
p-n-Trの最適化
*チャンネルドープ、ワイケル、デュアルゲート



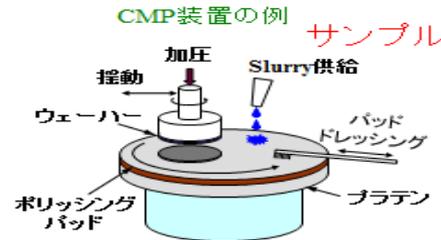
$L_g=10\mu\text{m}$ クラスのMOS Tr



40nm MOS Trの断面SEM写真

*High-K/カルゲートについては組み合わせプロセス&Appendixで詳しく説明

CMP装置とスラリー



- ・ウェハーとプラテンに回転が加えられる。
- ・均一化のためにウェハーステージが揺動が加えられる。
- ・研磨速度を保つため研磨パッドがドラッシングされる。
- ・終点を検出する計測系が備えられている。

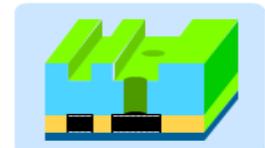
・研磨用途毎のスラリー(Slurry)

被研磨材	用途	スラリー
SiO ₂	配線層間膜	ヒュームツリカ
	STI	酸化Ce コイタルシリカ 酸化Zr系 酸化Mn系
ポリSi	トレンチ・キャパシタ	コイタルシリカ
タム (Al, W, Cu)	W-コンタクトフラグ	Al ₂ O ₃ 系
	A配線 Cuフラグ& タマン配線	酸化Mn系 コイタルシリカ

・スラリー除去のための後洗浄が重要。
一度乾燥するとスラリー材が取れ難くなるため、濡れたまま洗浄工程に移す(Wet in wet out)。

ダマシン(Damascene)法によるCu配線

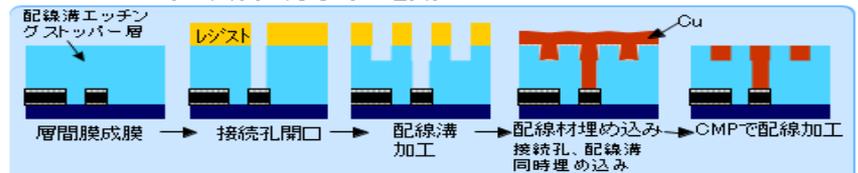
- ・Cuはドライエッチング加工が困難である。このため、層間膜に溝を掘り、その中にCuを埋め込み、余剰部分を研磨する、いわゆる「ダマシン法」により、配線を形成する。
- ・層間膜に溝と接続孔の両方を掘り、これらの中に同時にCuを埋め込んだ後、余剰部分を研磨する方法を「デュアル・ダマシン法」という。こちらの方が、工程数が少なくて済む。



デュアルダマシン構造

サンプル

デュアルダマシン プロセスフロー



半導体プロセス技術のまとめ

- ・プレーナー技術を基礎として様々な技術を組み合わせて発展してきた。
- ・デバイス構造、原理の進化に伴いプロセス技術も変化してきた。

古い技術の再活用

- ・リングラフイー ← リトグラフ
- ・Cuダマシン配線 ← Damascene 兼 露光 ← メッキ技術
- ・ウェットエッチ ← 銅版エッチング
- ・CMP平坦化 ← 研磨技術

新構造 & 新材料

- ・プレーナー-CMOSの限界を超える試み
- ・マルチゲート構造 ex.: FinFET
- ・ゲートオールアラウンド: Nanowire Tr
- ・カーボンナノチューブ(CNT)
- ・グラフェン

非平衡プロセスの採用

熱平衡プロセス
→ 熱的非平衡プロセス(定常状態)
プラズマ、ビームの活用

- ・不純物熱拡散 → イオン注入
- ・熱CVD → プラズマCVD
- ・ウェットエッチ → ドライエッチ (RIE)
- ・平衡熱処理 → レーザーアニール
- ・エピタキシー → 分子線エピタキシー (MBE)

サンプル

半導体パッケージ新技術と各種デバイス適用例紹介、MEMS ～積層技術はSiP・TSVからMiPへ～

村上元
工博 (株)元天 代表
「半導体新技術研究会」理事
元日立 半導体・パッケージ開発副部長
元日立電線(株) 技術部長
元DIAI他 パッケージ規格化委員会委員長
office@genten.co.jp
http://genten.co.jp/index.html

サンプル



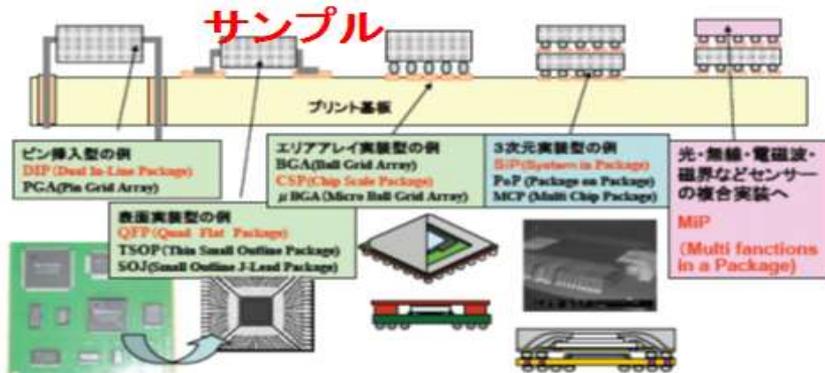
講演題目 1

- 1 半導体パッケージとは
- 2 半導体パッケージ開発の変遷
- 3 半導体パッケージ名称と外形寸法表示法
- 4 半導体デバイス適用例紹介
- 5 MEMS適用例紹介
- 6 今後の注目技術
- 7 まとめ

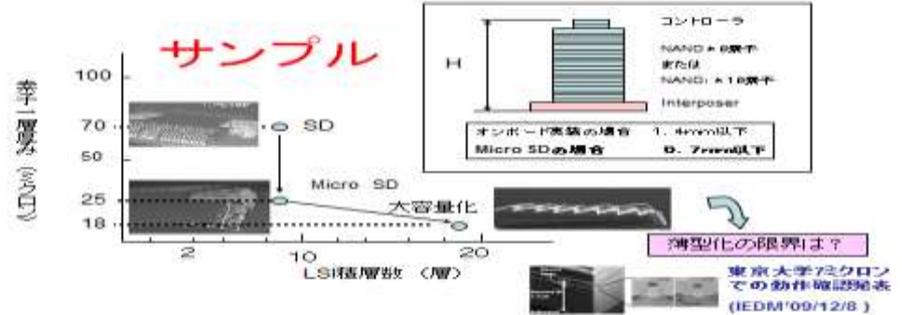
サンプル

LSIパッケージ実装方式の変遷と進展

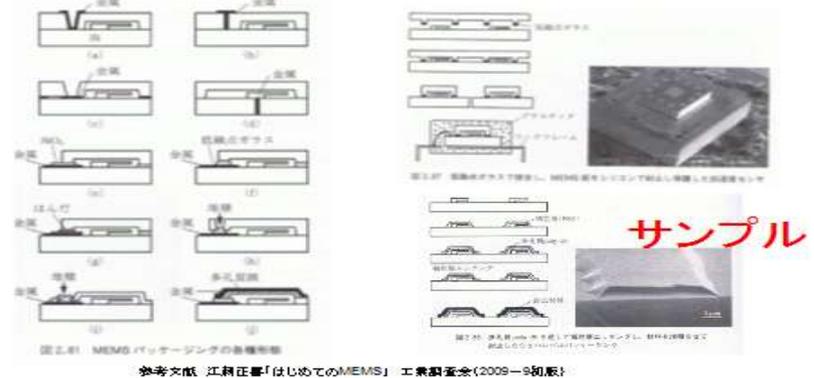
1970年代 ⇒ 1980年代 ⇒ 1990年代 ⇒ 2000年代 ⇒ 2010年代
ピン挿入実装型 ⇒ 表面実装型 ⇒ 小型実装型 ⇒ 3次元実装型 ⇒ システム実装型へ



NANDフラッシュの多段化実装技術変遷



MEMS素子の中空パッケージング



まとめ

- 1 半導体パッケージは電子機器の生命を制する重要技術である。
- 2 半導体パッケージ技術は、電気電子・物理・化学などあらゆる学問の集大成技術。幅広い見識を持つことが求められる。
- 3 日本は半導体パッケージ設計技術・材料・装置で世界をリードしてきた。
- 4 日本の知性と感性をMiPなど複合PKGIに集約させる協調体制の構築が望まれる。
- 5 生体などの電子伝導メカニズムを究明し、超省エネルギーデバイスを開発し、次世代電子機器の開発競争でも世界をリードし続けていただきたい。

サンプル

LED

サンプル

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

目次

サンプル

	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	9
4 LEDの種類と基本特性	11
5 青色・白色LED	19
6 LEDの基本製造工程	31
7 LEDの応用市場について	38
8 特性改善	53
9 LEDの信頼性	55
10 ZnO系青色LED	58
11 まとめ	59
12 LEDの参考書	60

LEDの歴史

(Light Emitting Diode)

サンプル

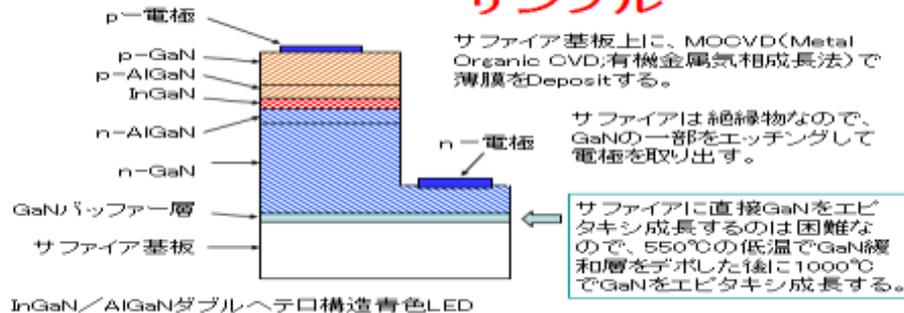
1955年	GaPで発光を観測
1962年	GaAs/GaAsP系赤色LED (GE・ホロニアック、他)
1969年	SiC系青色LED 変換効率0.005%
1969年	GaP系赤色LED 外部量子効率7.2%
1969年	GaP系緑色LED 外部量子効率0.6%
1971年	GaNのMIS構造ダイオードで青色及び緑色の発光を観測
1992年	GaN系青色LED(ホモ接合) 外部量子効率1%
1993年	InGaN系高輝度青色LED(ヘテロ接合)(日亜・中村)
1995年	InGaNダブルヘテロ構造青色LED 外部量子効率10%
1995年	InGaN緑色LED
1997年	蛍光体による白色LED
2000年前後	青色LEDの特許論争(日亜化学)
2009年	LED照明元年

2010年は、LEDが実現してから58年目

* MIS=metal Insulator Semiconductor

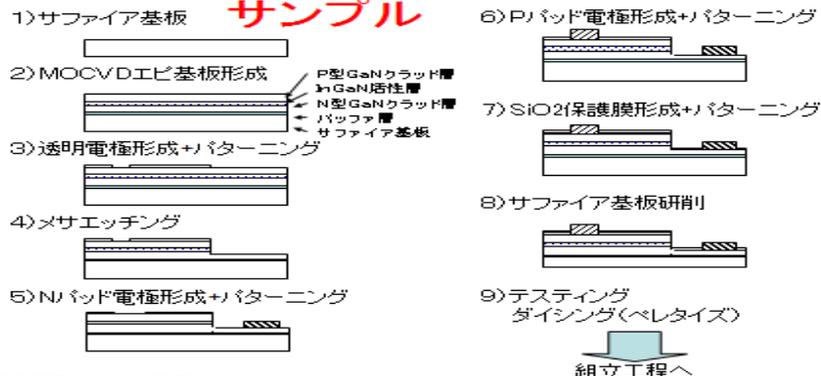
青色LEDの構造(日亜の例)

サンプル



GaN LEDの製造方法

サンプル



まとめ

サンプル

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に置き換わった。
- 刻ま液晶モニターのバックライト用が置き換わっていく。
- 液晶TVのバックライト用は置き換えが始まっているが、LEDは使用量が多く、供給問題があり、既に結晶成長炉(MOCVD装置)の取り合い問題が起きている。
- 照明用は、東芝が白熱電球の生産を廃止した。他メーカーも数年後には生産廃止の予定で、急激に電球型蛍光灯、LED電球に置き換わる。
- 蛍光灯は水銀を使っているため、近い将来には、LED、有機EL等に置き換わっていくであろう。

- 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)