

SSIS・半導体ステップアップ講座 テキストサンプル

・半導体は現代文明のエンジン

講師 牧本 次生

・半導体パッケージング技術

講師 池永 和夫

・MEMS

講師 金尾 寛人

・CMOSプロセス

講師 鈴木 俊治

・パワーデバイス

講師 吉田 功

特別講話 半導体は現代文明のエンジン

半導体産業協会 特別顧問
元 日立製作所 専務
工学博士 牧本次生
IEEE Lifeフェロー



Dr. T. Makimoto

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

現代文明を支える基盤

現代文明を象徴する四つの「I」

IT=Information Technology

ITは2000年の新語流行語、それ以来急速に広がる
類語 ICT=Information and Communication Technology

IoT=Internet of Things

1999年にケビン・アシュトンが使用、2008年頃から広がる
類語 IoE=Internet of Everything
類語 M2M=Machine to Machine
類語 CPS=Cyber Physical System

AI=Artificial Intelligence

1956年、ジョン・マッカーシーが提唱。
2016年、囲碁の名人を 破り話題に

IC=Integrated Circuit

1958年にジャック・キルビーが基本コンセプト発明
1959年にロバート・ノイスが実用化技術の発明

現代文明を支える基盤

過去10年の新しい社会現象

半導体(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!



半導体(CMOS)は現代文明を駆動するエンジン!

技術と市場の将来展望

カーボンニュートラルへ向けての動き

「2025年にはAIデータセンターだけで世界の総電力使用量の
およそ1割を消費することになるだろう」。
(ギャリー・ディッカーソン、Applied Materials CEO、2019年7月)

●汎用品指向からカスタム品指向へ



グーグルのTPU
消費電力当たりの性能は従来比10倍

IBMのTrue North
消費電力当たりの性能は従来比100倍

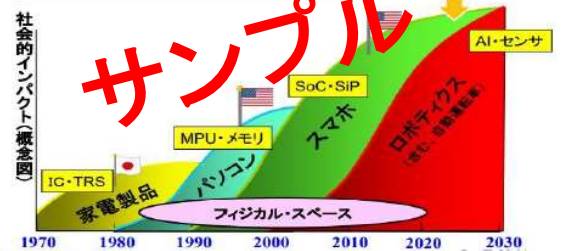
●微細化指向から3次元集積指向へ

- ◆微細化は技術的難度が高くなり、装置の高騰もあって、ゲート単価は高くなる傾向、経済的メリットが薄れる
- ◆3D実装によって別パッケージのチップを同一パッケージ内に積層することによりエネルギー効率(性能/消費電力)は10倍になる

技術と市場の将来展望

半導体主力市場の変遷

- ◆日本は家電製品を制し半導体シェアは50%に、PCとスマホでは敗退しシェアは10%へダウン
- ◆日本の復活はロボティクス分野にかかると



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部長
 アイリッド事業部長
 半導体関連会社 社長
 池永 和夫



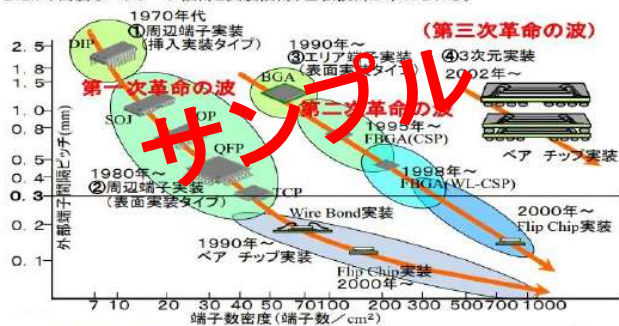
サンプル

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. フリップチップボンディング
 - 2-2. System in Package
 - 2-3. ウェーハレベルパッケージング
 - 2-4. Fan-Out ウェーハレベルパッケージ
 - 2-5. TSV (Through Silicon Via)

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。



ウェーハレベルパッケージング マーク・パッケージング工程

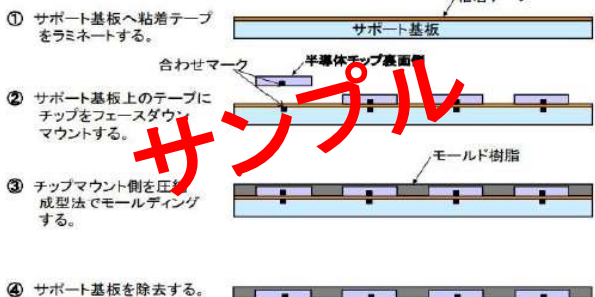
バックグラインディング後のシリコン ウェーハの裏面にマーク用のシートを貼り、マークを鮮明にすると共に薄くなったウェーハ(パッケージ)の抗折強度を向上させる



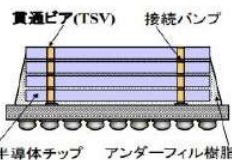
Fan-Out Wafer Level Packageプロセス例①

「チップファースト」「フェースダウン」のプロセス

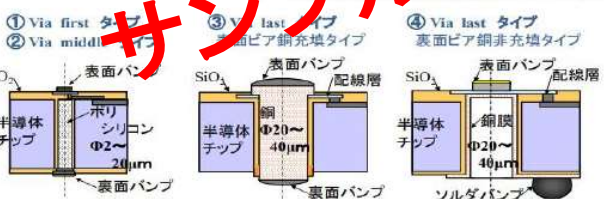
* eWLB (embedded Wafer Level BGA) に近いプロセス



3次元実装の本命TSV技術



最近では超高密度実装、高速信号伝送を実現させる方法として、半導体デバイス間の伝導パスを最短経路とするために、半導体チップ同志、半導体チップとウェーハ、ウェーハ同志を三次元積層することが行われる。そのために、半導体チップ内またはシリコンインタポーズの上面と下面を導通させる微小な導通貫通穴であるTSV (Through Silicon Via) を形成することが行われている。このTSVの製法、接続のプロセス、材料は各々方法が開発されつつある。



MEMS

～ 製造技術とアプリケーション ～

SPPテクノロジーズ株式会社
マーケティング部
マーケティングコミュニケーショングループ長
金尾 寛人



目次

1. “MEMS”とは ～MEMSの歴史～
2. MEMS特有の製造技術
3. 各種MEMSデバイス (各)最近のアプリケーション例
4. まとめ
5. 補足資料

“MEMS”とは？

“MEMS”とは？

- MEMS: Micro Electro Mechanical Systems (微小電気機械システム)
 - ▶ 半導体生産にて開発・確立された微細加工技術を駆使・発展使用することにより、集積回路 (LSI) ではなく、可動部がある3次元機械構造物として製作されるデバイス
 - ▶ 特徴:「可動」・「駆動」・「検知」
- MEMSプロセス
 - ▶ 集積回路 (LSI) で必要としなかった微細加工プロセスの開発・確立
- MEMS応用例
 - ▶ 自動車エアバッグ用加速度センサ, 姿勢制御用ジャイロセンサ
 - ▶ スマートフォン用加速度センサ
 - ▶ ゲーム機 (Wii) 用加速度センサ
 - ▶ インクジェットプリンターノズル
 - ▶ 光通信スイッチ等部品
 - ▶ 携帯電話用素子



MEMSアプリケーションの拡がり

自動車を始め民生分野にも広く応用することでMEMS市場が拡大

自動車: 姿勢制御 (ジャイロセンサ), TPMS (圧力センサ), エアバック (加速度センサ), エンジン (燃焼制御 (圧力センサ))

ビデオカメラ: ジャイロセンサ

PC: マイクロフォン (加速度センサ)

ゲーム: 加速度センサ

スマートフォン, タブレット: マイクロフォン, IP-MEMS, 各種センサ (加速度, ジャイロ, 磁気, 圧力, 温度)

プロジェクト: DMD (速度センサ, 温度センサ)

電子レンジ: 温度センサ

血圧計: 圧力センサ

エアコン: 温度センサ, 湿度センサ

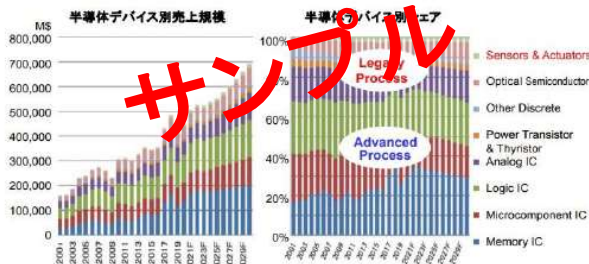
ガスメータ: 圧力センサ

インクジェットプリンタ: ノズル

センサ&アクチュエータの市場動向

More than Mooreの製品が拡大

- ・ Memory, Micro, Logicの比率が低下し、レガシープロセスの製品比率が上昇
- ・ Industrial, Automotive分野の成長に必要な半導体は別



(出典: OMDIA/南川明, 「エレクトロニクスと半導体市場の需要予測」, SEMICON Japan Virtual 2020)

光 MEMS

光 MEMS

- 用途: 下記表に記載
- 光MEMSの3つの分類
 - ・単純な幾何光学に基づく: 鏡やレンズを動かして光を走査するスキャナやスイッチ等
 - ・光の波動性を利用: 干渉を利用した可変長フィルタ等
 - ・ナノフォトニクスの原理を利用: エバネッセント光を用いた近接場光学顕微鏡等

デバイス	要素	用途
スキャナ	回転ミラー	プリンタ, 投射ディスプレイ
スイッチ	可動ミラー, シャッタ	光通信, 応用測定器
マイクロレンズ	回折レンズ, 屈折レンズ	コリメータ, 自動ピント合わせ
干渉計	並進ミラー	フィルタ, 波長可変レーザ
近接場光デバイス	ナノメートル開口	近接場光学顕微鏡

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)中野 木超 研究課長
株SEM 首席技師



工学博士 鈴木 俊治

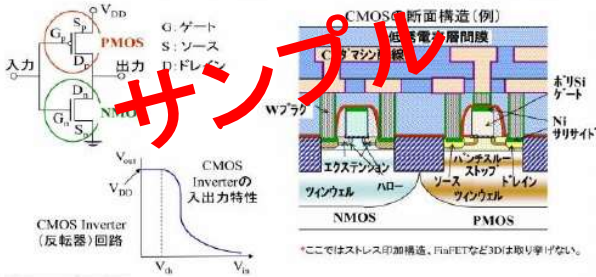
目次

- 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. MOS Trの微細化と課題
- II. CMOS作製プロセス
CMOS作製のプロセスフロー
- III. CMOS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. 成膜
 - 5. 平坦化: CMP 6. ウェーハ洗浄
- IV. 多層配線
- V. まとめ

II. CMOS作製 プロセス

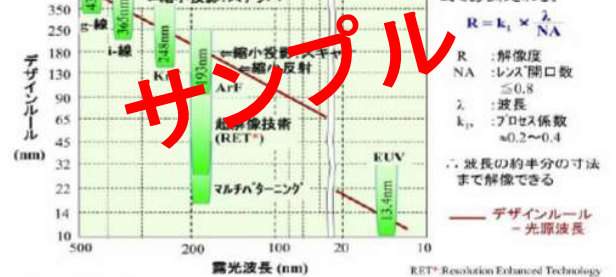
CMOS作製のプロセスフロー

- ・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。



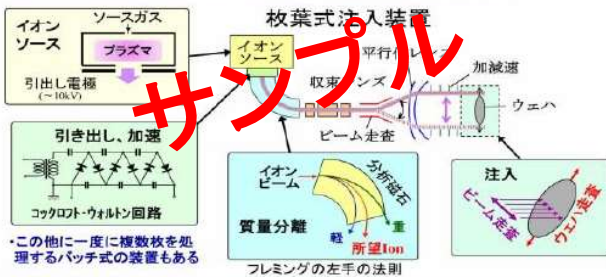
リソグラフィ光源と露光方法

・パターンの細かさはリソグラフィの光源波長と光学系の性能により決められる。



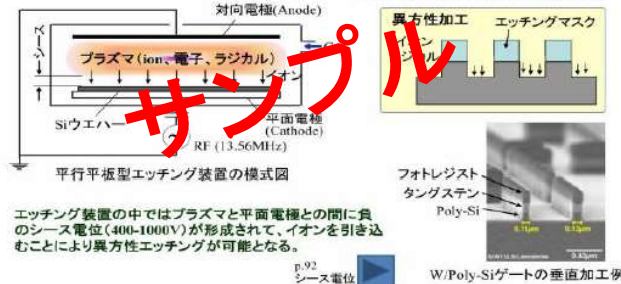
イオン注入装置

- ・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。



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
 元ルネサスエレクトロニクス 主管技師
 工学博士 吉田 功



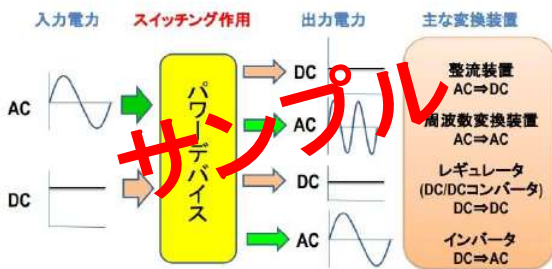
目次

- はじめに
- パワーデバイスの市場
- パワーデバイスの種類と基本動作
- パワーデバイス、モジュールの構造
- 製造プロセス
- 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
- パワーデバイス企業ランキング
- まとめ
- 補足



日立中央研究所の庭園(油彩画F40)

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

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

	タイオード	トランジスタ	サイリスタ	IGBT	特徴
バイポーラデバイス	A ● p n n+ K ●	B ● E ● p n n+ C ●	G ● K ● p n p+ A ●	G ● S ● p n n+ C ●	1.オン抵抗が低い 2.高電圧に適する 3.スイッチングスピードが遅い
ユニポーラデバイス	A ● n n+ K ●	MOSFET			1.オン抵抗が高い 2.低電圧に適する 3.スイッチングスピードが速い

図字名称
 A: フォート K: カソード
 G: ゲート B: ベース
 E: エミッタ C: コレクタ
 S: ソース D: ドレイン

逆導通IGBTの構造と特性

