

## H28 年度電気電子工学特別講義Ⅱ（集積電子回路工学）

**担当:** 中谷隆之先生(元 アドバンテスト)

松浦達治先生(元 日立製作所中央研究所、ルネサスエレクトロニクス)

**曜日、時間:** 後期 火曜日 9-10限(16:00-17:30)

**教室:** 理工学部(桐生キャンパス)3号館509号室(E大教室)

本講座(15 回開催予定) では半導体技術の概要と動向および様々な機器に使用されているシステム LSI(SoC)の設計技術を解説します。さらに最近の半導体市場動向やグローバルに成長する半導体企業の戦略を見て、技術以外の重要性を技術系の皆さんにもぜひ理解してもらいたいと思います。

なお本講座はシステム LSI 設計技術については STARC 提供教育資料をベースに解説します。

### 第 1 回(10/4) 2016 年版半導体市場動向

講師 中谷隆之先生

半導体市場成長の歴史を概観し、直近の世界半導体市場動向(半導体売上ランキングや市場の動きなど)を概説します。

また今後の半導体市場の変化や、最近の注目半導体関連記事にフォーカスし、ドラスティックに変化しているグローバル半導体市場を概観してみたいと思います。

#### 1) 重要な言葉の理解

- ・半導体の分類と SoC(システム LSI)
- ・WSTS(国際半導体市場統計)による半導体分類
- ・水平分業化: IDM, ファブレス、ファウンドリについて

#### 2) 世界の半導体市場の歴史を振り返る

- ・マクロ半導体市場推移歴史
- ・地域別シェア推移およびアプリケーション別シェア推移

#### 3) 最近の半導体市場

- ・2015 年度とおよび 2016 年上期半導体売上ランキング
- ・ファブレスランキングおよびファウンドリシェア
- ・半導体売上 top5 社の売上推移
- ・半導体消費企業 top10
- ・最新 2016 年春版 WSTS による今後の市場予測

#### 4) 半導体市場を牽引するアプリケーションの変化

- ・ユビキタスからクラウドそして IoT へ

- ・注目の IoT 市場
- ・テクノロジーのハイプサイクル 2016 年版

#### 5) 最近の半導体ビジネス関連注目 topic

- ・寡占化と大型 M&A
  - ソフトバンクが ARM を 3 兆 3 千億円で買収
  - アナログデバイスがリニアテクノロジーを 1 兆 5000 億円で買収
- ・スマホ市場の急激な変化、
  - Qualcomm の落ち込み
  - 台湾 MediaTek, および中 Spreadtrum の伸長
- ・Intel のチックタック戦略終焉とモバイル事業撤退
- ・中国の国策による半導体強化
- ・ITRS (国際半導体技術ロードマップ) 終焉の驚き
- ・ムーアの法則 (微細化) の終焉 など

### 第 2 回(10/11) 2016 年版半導体ビジネスにおける戦略の重要性

講師 中谷隆之先生

世界の半導体業界はドラスティックに変化しています。この厳しい半導体業界で成功を収めるには技術だけでは難しく、戦略(技術+ビジネス)が不可欠です。そこで成功してきた海外半導体企業の戦略を見てみたいと思います。ただし、これら成功を収めてきた企業も、環境変化に対応できなくなり苦悩している企業も多く、このあたりも垣間見てみたいと思います。

#### 1) 日本の半導体衰退の歴史

- ・日本半導体シェア推移歴史
- ・日本半導体再編
- ・なぜ、日本の半導体は衰退してしまったのか

#### 2) 戦略とは

- ・戦略と戦術の違い
- ・勝つ戦略とは
- ・イノベーションのジレンマ
- ・過去の成功体験が新たなビジネスへの足枷となる

#### 3) 成功を収めてきた海外半導体各社の戦略を見る。しかし今、苦悩する企業が多い……

- ・Apple、Samsung、TSMC、Qualcomm  
MediaTek、Intel、ARM、Google など

### 第3回(10/18)半導体技術の概要と動向

講師 中谷隆之先生

半導体はムーアの法則で技術進化してきました。この高集積化の技術動向の歴史と概要を解説します。またチップ内3次元化技術(FinFET技術や3D NAND技術)およびパッケージ内3次元化技術の最近動向も解説予定です。

#### 1)概要

#### 2)高集積化技術動向

- ・MPU、DRAM、NANDの高集積化推移

#### 3)微細化技術動向

- ・ITRS2.0 2015年版ロードマップ。しかしITRSは2016年2月で終焉
- ・ITRSにおける寸法定義
- ・スケーリング則
- ・微細化に伴う高性能化技術
- ・3D FinFET技術

#### 4) NANDのチップ内3D技術の概要

#### 5)ポストNAND/DRAMと3D Xpointメモリ

#### 6)パッケージ内3次元実装技術

パッケージ内3次元実装技術概要

チップ積層ワイヤボンディング実装、PoP実装、TSV

Apple iPhone7で採用予定とされるFOWLP(Fan Out Wafer Level Package)

### 第4回(10/25) システムLSI (SoC)の概要

講師 中谷隆之先生

#### ①システムLSI (SOC)

#### ②SOC構成要素技術の概要と技術動向

CPU、GPU、DRAM、NAND、アナログ(ADC、DAC、RFなど)、ニューロンチップなど

### 第5回(11/1) システムLSIにおけるデジタル信号処理技術

講師 中谷隆之先生

システムLSIにて重要なデジタル信号処理技術の概要

#### ①オーディオ信号処理技術と音声圧縮技術

- ・デジタルオーディオ: CDとMD
- ・音声圧縮技術

- ・その他、音声信号処理技術
- ② 画像圧縮技術とデジタルテレビ信号処理技術
  - ・画像圧縮技術
  - ・地デジ信号処理技術の概要
- ③ GPU（コンピュータグラフィクス）信号処理技術

## 第6回(11/8) 最近のシステム LSI アプリケーション

講師 中谷隆之先生

最近のシステム LSI(SOC)が使われている製品内部をみる

スマートフォン、タブレット、ウェアラブル端末、IoT、パソコン、ゲーム機、デジタルテレビ、医療装置、自動車（ハイブリッドカー）など

## 第7回(11/15) 半導体製造プロセスの概要

講師 中谷隆之先生

### ①半導体製造プロセスの概要

製造プロセス概観

設計工程、マスク製作、ウェハ製造工程

前工程（トランジスタ工程、配線工程）

後工程（ダイシング、実装、試験）

### ②SEM 断面写真に見る最近のデバイス例

### ③主な半導体製造装置

マスク描画、光露光、イオン注入、成膜、エッチング、洗淨、ダイシング、試験装置とクリーンルーム

## 第8回(11/22) キーとなる半導体製造装置：露光装置の概要と技術

講師 中谷隆之先生

半導体製造におけるキーとなる半導体製造装置である露光装置の概要と技術動向を概説

### ①露光装置市場と概要

- ・市場動向
- ・露光装置技術ロードマップ
- ・露光技術の概要

### ②光露光装置

- ・光露光装置技術の概要
- ・高解像度化技術

### ③EUV 露光装置

- ・EUV 露光装置技術の概要

## 3)システム LSI(SoC)の設計技術（講師 松浦達治）

以下、第9回～第14回は STARC の LSI 設計教育資料を利用します。

### **第9回(11/29) システム LSI 設計フロー**

講師 松浦達治先生

- ①第9回～第14回の概要
- ②システム LSI 設計フロー
  - ・システム LSI 実装の種類
  - ・システム LSI の設計手順
- ③システム LSI の構成要素 IP 活用の観点から
  - ・マイクロプロセッサ IP

### **第10回(12/6) IP を活用したシステム LSI の設計**

講師 松浦達治先生

- ①マイクロプロセッサ IP (続き)
- ②メモリ IP
- ③システム LSI のバスシステム
- ④IP を活用したシステム LSI の例

### **第11回(12/13) 機能論理設計**

講師 松浦達治先生

- ①動作記述と RTL 記述
- ②動作合成 原理編
  - ・動作合成の意義
  - ・動作合成の基礎
  - ・動作合成のアルゴリズム

### **第12回(12/20) 論理合成**

講師 松浦達治先生

- ①論理合成
  - ・順序回路生成・最適化
  - ・組合せ回路最適化
  - ・論理合成ツール

### **第13回(1/10) レイアウト設計**

講師 松浦達治先生

- ①レイアウト設計とは
- ②モジュールの種類とレイアウト方式
- ③モジュールのレイアウト

④モジュールのライブラリ

#### **第 14 回(1/17) 低消費電力設計**

講師 松浦達治先生

- ①低消費電力設計はなぜ必要か
- ②SoC の内部構造 – 電力を食うのはどの部分か–
- ③CMOS における電力消費の基礎
- ④消費電力の解析技術
- ⑤設計フローと低消費電力化のポイント

#### **第 15 回(1/24) SoC テスト技術(中谷先生)**

第 1 回～8 回および第 15 回は中谷先生が担当、第 9 回～14 回は松浦先生が担当予定です。

連絡先 電気電子 小林春夫