

H29 年度 群馬大学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、松浦達治先生、飯野俊雄先生

後期授業 火曜日、16:00-17:00

教室： 群馬大学理工学部(桐生キャンパス)3号館 509号室(E大教室)

産業界での実務経験豊富な先生方の高いレベルで分かりやすい講義です。
奮って受講してください。

連絡先： 小林春夫

I. 中谷隆之先生担当分

本講座の前半 5 回では、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)について最新動向を解説します。本講座を受講される学生諸子において、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、技術以外の重要性も理解してもらいたいと思います。

第 1 回

題目： 「2017 年版半導体市場動向」

講師： 中谷隆之氏（群馬大学）

日時： 2017 年 10 月 3 日(火) 16:00～17:30

概要：

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、ドラスチックに変化している最新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

- ・2016 年度および 2017 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
- ・寡占化:半導体売上 top5 社の売上推移
- ・最新 2017 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 AI/IoT へ
- ・注目の IoT 市場
- ・テクノロジーのハイプサイクル最新版

5)最近の半導体ビジネス関連注目 topic

- ・寡占化
- ・スマホ市場の急激な変化、中国勢の躍進
- ・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
- ・ムーアの法則(微細化)の終焉 など

講義資料: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/news/pdf/2017/2017-10-3-nakaya.pdf>

~~~~~

### 第 2 回

題目: 「2017 年版半導体ビジネスにおける戦略の重要性」

講師: 中谷隆之氏 (群馬大学)

日時: 2017 年 10 月 10 日(火) 16:00~17:30

概要:

世界の半導体業界は激しく変化しています。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概観したいと思います。

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
- ・日本半導体再編と現状

#### 2)戦略とは

- ・戦略と戦術の違い、そして勝つ戦略とは
- ・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

#### 2) 成功を収めてきた海外半導体各社や注目企業の戦略を見る。しかし今、苦悩する企業が多い・・・

- ・Intel ,Samsung ,Qualcomm ,MediaTek, TSMC, NVIDIA
- ・Apple, Google, Amazon など

講演資料: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/news/pdf/2017/2017-10-10nakatani.pdf>

~~~~~

第3回

題目: 「SoCの概要と最新アプリケーション動向」

講師: 中谷隆之氏 (群馬大学)

日時: 2017年10月17日(火) 16:00~17:30

概要:

1) システム LSI(SoC)の概要

- ・システム LSI(SoC)とは
- ・SoC 構成要素概要と技術動向
CPU、GPU、DRAM、NAND、アナログなど

2) 最近のシステム LSI(SoC)のアプリケーションを見る

- ・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

講演資料: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/news/pdf/2017/2017-10-17nakatani.pdf>

~~~~~

### 第4回

題目: 「半導体技術の概要と動向」

講師: 中谷隆之氏 (群馬大学)

日時: 2017年10月24日(火) 16:00~17:30

概要:

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を紹介します。

#### 1) 高集積化技術動向

- ・MPU、DRAM、NAND の高集積化推移

#### 2) 微細化技術動向

- ・ITRS2.0 国際半導体技術ロードマップによる微細化動向(ITRS は 2016 年で終焉)
- ・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

#### 3) チップ内 3DNAND 技術

#### 4) ポスト NAND/DRAM と 3D Xpoint メモリ

#### 5) 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、TSV、FOWLP(Fan Out Wafer Level Package)

講演資料: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/news/pdf/2017/2017-10-24nakatani.pdf>

~~~~~

第5回

題目: 「半導体プロセスの概要」

講師: 中谷隆之氏 (群馬大学)

日時: 2017年10月31日(火) 16:00~17:30

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)

2)SEM 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、露光装置、イオン注入、成膜、エッチング、

洗浄、ダイシング、試験装置とクリーンルーム

4) 次世代露光技術:EUV 露光装置の動向

講演資料: <http://www.el.gunma-u.ac.jp/~kobaweb/news/pdf/2017/2017-10-31nakatani.pdf>

~~~~~

## II. 松浦達治先生担当分

本講座の中間5回では、システムLSI(SoC)の設計について基本的な知識を講義します。2015年まで半導体設計について教育・研究を行う会社として STARC (Semiconductor Technology Academic Research Center: 半導体理工学研究センター) という会社がありました。その STARC が編纂した半導体製品に関する設計の教育スライドを5回分使って LSI 設計の基礎知識を講義します。

## 第6回

題目: 「システムLSIとは、システムLSI設計フロー」

講師: 松浦達治氏 (群馬大学)

日時: 2017年11月7日(火) 16:00~17:30

概要:

システムLSIの定義や、組み込みシステムとは何かをお話しします。次にシステムLSIの設計フローに従って、システムLSIがどのように設計されていくのか説明します。後半ではIPを使ったシステムLSIの設計について解説します。

### 1)システムLSIの定義

- ・システムLSIの概念
- ・組み込みシステム
- ・LSI設計フロー

### 2)システムLSIの設計手順

### 3)システムLSIの構成要素1

- ・マイクロプロセッサIP

## 第7回

題目： 「IPを使ったシステム LSI 設計」

講師： 松浦達治氏（群馬大学）

日時： 2017年11月14日(火) 16:00～17:30

### 3)システム LSI の構成要素1(続き)

- ・マイクロプロセッサ IP
- ・メモリ IP

### 4)システム LSI の構成要素2

- ・システム LSI のバスシステム
- ・IP を活用したシステム LSI の例

## 第8回

題目： 「論理合成」

講師： 松浦達治氏（群馬大学）

日時： 2017年11月21日(火) 16:00～17:30

### 1)論理合成

- ・順序回路、組合せ回路

### 2)順序回路の生成と最適化

### 3)組合せ回路の最適化

### 4)テクノロジーマッピング

### 5)論理合成ツール

## 第9回

題目： 「レイアウト設計」

講師： 松浦達治氏（群馬大学）

日時： 2017年11月28日(火) 16:00～17:30

場所： 群馬大学理工学部

### 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

- CMOSトランジスタと論理ゲート
- 標準セルのパターン設計
- デザインルール検証と接続検証

### 4)モジュールのライブラリ

- セルライブラリー
- セル特性抽出

## 第10回

### 題目： 「低消費電力設計」

講師： 松浦達治氏（群馬大学）

日時： 2017年12月5日(火) 16:00～17:30

場所： 群馬大学理工学部

- 1)低消費電力設計はなぜ必要か
- 2)SoC の内部構造 –電力を食うのはどの部分か–
- 3)CMOS 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

### III. 飯野俊雄先生担当分

本講座の後半5回の概要をご説明します。最初の回では、導入として近年話題になっているIoTとセンサの密接な関わりについて講義をします。次回以降はIoTとの関連も考慮にいれながら磁気センサ、光センサ、位置センサ、流量センサについて、センサの動作原理を中心にして講義を行い、主要なセンサの基本的な知識を身につけていただきたいと思いますと考えています。また、位置センサの回では、講師の実体験に基づいた、センサ開発の方法論にも触れて講義を行います。

## 第11回

### 題目： センサから見たIoT

講師： 飯野俊雄氏（群馬大学、工業所有権協力センター）

日時： 2017年12月12日(火) 16:00～17:30

- 1)センサの定義と分類
- 2)トリリオンセンサ、スマートダスト
- 3)通信から見たIoT向けセンサ
- 4)IoT向けセンサの開発プロジェクト
- 5)IoT向けセンサの実例
- 6)センサ生産の概要
- 7)IoT親和性の高いセンサ
- 8)IoTの事例紹介
- 9)工業用センサネットワーク
- 10)スマートメータ

## 第12回

### 題目： 磁気センサの基礎

講師： 飯野俊雄氏（群馬大学、工業所有権協力センター）

日時： 2017年12月19日(火) 16:00～17:30

- 1)磁気センサとは
- 2)電流・磁気効果によるセンサ
  - ・ホール素子
  - ・MR センサ
  - ・GMR/TMR センサ

3)磁気インダクタンス効果によるセンサ

- ・フラックスゲート

4)磁気インピーダンス効果によるセンサ

- ・MI センサ

### 第 13 回

#### 題目： 光センサの基礎

講師： 飯野俊雄氏（群馬大学、工業所有権協力センター）

日時： 2018年1月9日(火) 16:00～17:30

1)光センサとは

2)量子型光センサ

- ・光伝導効果
- ・焦電効果
- ・光起電力効果
- ・光電子放出効果

3)撮像素子とカメラ

- ・CCD センサ
- ・CMOS センサ

### 第 14 回

#### 題目： 位置センサの基礎

講師： 飯野俊雄氏（群馬大学、工業所有権協力センター）

日時： 2018年1月16日(火) 16:00～17:30

1)位置センサ(エンコーダ)とは

2)磁気式エンコーダ

- ・インクリメンタル方式
- ・レゾルバ

3)光学式エンコーダ

- ・インクリメンタル方式
- ・アブソリュート方式

### 第 15 回

#### 題目： 流量センサの基礎

講師： 飯野俊雄氏（群馬大学、工業所有権協力センター）

日時： 2018年1月23日(火) 16:00～17:30

1) 体積流量計

- ・電磁流量計
- ・渦流量計
- ・差圧式流量計

2) 質量流量計

- ・コリオリ流量計
- ・熱線式流量計

### 3) 身近な流量計

- ・水道メータ
- ・ガスメータ