

集積回路 (Integrated Circuits)		5 年・通年・2 学習単位 (β)・必修 情報工学科・担当 岩田 大志
[準学士課程(本科 1-5 年) 学習教育目標 (2)]	[システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標 B-2(70%), D-1(30%)]	[JABEE 基準] (d-1), (d-2a)
[講義の目的] 集積回路 (VLSI) は電子情報通信機器の高性能化や小型化・省電力化に不可欠な要素である。本科目は、JABEE 基準、基礎工学、材料・バイオ系科目群を担うことから、特に動作原理、材料、製造方法の観点について集積回路の基本回路、技術ロードマップなどを習得することを目的とする。		
[講義の概要] 集積回路の基礎である半導体デバイス原理と基本素子、材料、論理回路の構成方法から、メモリやプロセッサ、SoC など今日の VLSI 技術に発展させた内容で講義を行う。また、バイオチップや光半導体など最先端の VLSI 技術についても紹介する。		
[履修上の留意点] 講義では、一部教科書に載っていない現在の商用化 LSI 製品技術なども扱うため、必ずノートをとること。		
[到達目標] 前期期末試験：トランジスタの動作原理、VLSI 製造プロセスや各種材料の特徴、CMOS 回路の理解 学年末試験：VLSI 設計技術の理解と、設計検証、テストに対する理解 講義項目は学生の理解度に応じて柔軟に変更する。		
[自己学習] CPU、メモリ、SSD など身近な集積回路技術について学ぶ。今使っている PC やスマートフォンがどのような材料・原理で動いているのか、どのような技術を用いて製造されているのかなどを考えながら予習、復習を怠らないように。また、半導体関連のニュースを積極的に読み、最新の半導体に関する情報収集を行うと学んだことが身につくやすいため推奨する。		
[評価方法] 定期試験 (80%)、課題・レポート (10%)、ノート作成 (10%)		
[教科書] 「図解雑学 最新半導体のしくみ」、ナツメ社、西久保靖彦著 [補助教材・参考書] 「図解入門 よくわかる最新半導体の基本としくみ」、秀和システム、西久保靖彦著 「図解入門 よくわかる最新半導体プロセスの基本と仕組み」、秀和システム、佐藤淳一著		
[関連科目・学習指針] デジタル回路、論理回路、コンピュータアーキテクチャ、回路理論、電子回路、コンピュータ援用論理設計と関連する。		

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	VLSI の基礎	ガイダンス、VLSI の基本、技術ロードマップ	
第2週	半導体	エネルギーバンド、半導体材料、P 型・N 型半導体	
第3週	ダイオードの基本	キャリア、PN 接合、ダイオード	
第4週	バイポーラトランジスタ	トランジスタの種類、バイポーラトランジスタ	
第5週	MOS トランジスタ	MOS トランジスタの動作原理、CMOS 論理回路	
第6週	CMOS 回路の消費電力	リーク電流、消費電力対策、High-K 材料	
第7週	半導体材料の応用	ツェナーダイオード、化合物半導体、GaAs、IGBT	
第8週	シリコンウェーハ	シリコンウェーハ、クリーンルーム、歩留まり	
第9週	LSI 製造工程	LSI の製造工程、薄膜の役割、レイアウト図	
第10週	薄膜形成	熱酸化法、スパッタ法、CVD 法	
第11週	リソグラフィ 1	レジスト、露光技術、フォトマスク	
第12週	リソグラフィ 2	エッチング、レジスト除去	
第13週	不純物拡散	熱拡散法とイオン注入法、金属配線、多層配線	
第14週	後工程	パッケージング、パッケージの種類、SIP	
第15週	最先端の VLSI 技術	バイオチップ、光半導体など新材料を用いた VLSI	
前期期末試験			
第16週	半導体デバイス 1	半導体デバイスの種類、光半導体、発光ダイオード	
第17週	半導体デバイス 2	フォトダイオード、レーザーダイオード、太陽電池	
第18週	半導体センサ	磁気センサ、圧力センサ、加速度センサ、イメージセンサ	
第19週	メモリセル	DRAM メモリセル、フラッシュメモリ、RFIC	
第20週	様々な VLSI 1	LSI の分類、マイコン、ASIC、ゲートアレイ、UPIC	
第21週	様々な VLSI 2	アナログ IC、ミックスドシグナル IC、DSP	
第22週	設計検証	ソフトウェアテスト、動的検証と静的検証	
第23週	構造カバレッジ	トグルカバレッジ、分岐カバレッジ、パスカバレッジ	
第24週	機能カバレッジ	FSM カバレッジ、アサーション	
第25週	最新の検証事情	カバレッジ駆動開発、アサーションベース検証	
第26週	製造テスト	検証とテスト、故障診断、故障発生メカニズム	
第27週	故障モデル	論理故障、遅延故障、縮退故障モデル、遷移故障モデル	
第28週	テスト生成	テスト生成アルゴリズム、D アルゴリズム	
第29週	テスト容易化設計	完全スキャン設計、組込み自己テスト	
第30週	最新のテスト事情	微小遅延欠陥と 2 パターンテスト、テスト時の消費電力	
学年末試験			

* 4 : 完全に理解した, 3 : ほぼ理解した, 2 : やや理解できた, 1 : ほとんど理解できなかった, 0 : まったく理解できなかった.
 (達成) (達成) (達成) (達成) (達成)