

産業・社会基盤を支える集積回路チップ その中を見てみよう

担当教員： 須川 成利 教授
黒田 理人 准教授

受講人数： 5人

実施期間・時期： 第2セメスター



概要

産業や社会で使われている品々 中には必ず集積回路（LSI）がある！

スマートフォン・タブレット PC

車・自動運転

ゲーム機・携帯音楽

コンピュータ・データセンター

デジタルカメラ

インターネット・ネットワーク機器

ロボット・AI

ロケット・人工衛星

スマート家電

LSIって一体どんな物なの？

LSIはどうやって動いているの？

LSIはどんな所で作っているの？

こんな疑問が湧きませんか？

集積回路（LSI）チップは、現代社会のいろいろなところで使用され、我々の生活を根底から支えていると言っても良いのですが、その大きさがあまりに小さく、製品内部の奥深いところに隠れているため、目にとまりにくい存在となっています。また、もし集積回路チップを見かけたとしても、それがどういう目的で使われ、どういう仕組みで動作しているかを知っている人は少ないでしょう。

実習を中心とした本研修で、集積回路チップの分解・顕微鏡撮影・レイアウトパターン解析・回路製作・集積回路チップ動作実験を体験して、ブラックボックス化している集積回路の中身・仕組みを探ってみましょう。（COVID-19の状況によっては実習内容に変更が生じる可能性があります）

連絡先

メールアドレス： rihito.kuroda.e3@tohoku.ac.jp
TEL： 022-795-4833 (研究室)
東北大学工学研究科 総合研究棟8F 811号室

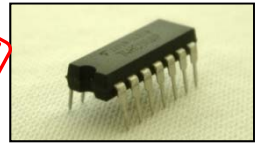
研修スケジュール

第1回：顔合わせ・研修内容説明

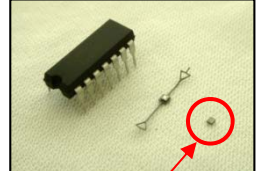
第2回：集積回路チップの光学顕微鏡撮影・電子顕微鏡観察

半導体LSIを構成する最も基本的な素子であるMOSトランジスタやインバーターゲート、NANDゲートについてとことん調べつくしましょう！
まず今回は、研究室で試作した半導体LSIと「74シリーズ」を対象に、このチップを細かいところまで光学顕微鏡で写真に撮ってもらいます。電子顕微鏡を使った評価も体験してもらいます。同時に半導体LSIを作るための「クリーンルーム」や「プロセス装置」等の設備も見学できます。

実習



半導体LSI「74HC00」

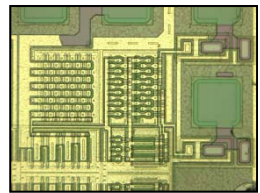


中身(チップ)を取り出します

第3回：集積回路チップ全体の把握

前回撮った写真を拡大印刷して貼り合わせます。LSIチップ上の模様に合わせて繋いでいきます。MOSトランジスタの外観や、LSIチップ全体の端子・素子の配置を把握してもらいます。

実習

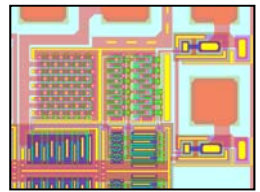


顕微鏡で見るとこんな模様が、

第4回：MOSトランジスタと基本回路の電氣的測定

観察したMOSトランジスタ、インバーターゲート、リングオシレーターの電氣的な特性を測ります。実際に顕微鏡を覗きながらプローブ(針)を素子の端子に当てて、電氣信号を印加します。取得したデータを基に、MOSトランジスタがどう動作しているのか考えてみましょう。

実習

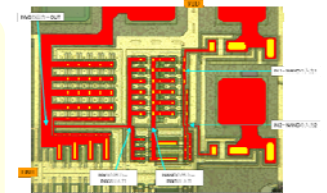


回路の模様をトレース

第5回：MOSトランジスタと回路の動作の理解

前回取得したMOSトランジスタ、インバーターゲート、リングオシレーターの電氣的特性の結果を基に、MOSトランジスタの動作原理、製造方法を解説します。解説内容を基に、構造パラメーターの違うインバーターゲートやリングオシレーター、NANDゲートやNORゲート等の基本論理ゲート素子の特性を説明できるかチャレンジしてもらいます。

講義



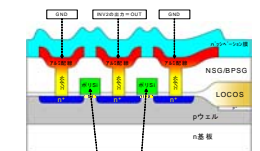
模様の意味を読み取りましょう

第6回：集積回路チップの測定基板作成(1)

第7回：集積回路チップの測定基板作成(2)

実際に半導体LSIを動かしてみよう！
その前に半導体LSIを動かすための「基板」を作らなくてはなりません。半導体LSIがのっかっている緑色の板や小さな部品の事です。この基板を作ることで電子工作を体験してもらいます。半田付けのやり方から説明します。

実習



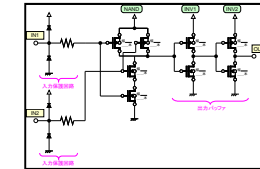
断面構造と作り方を説明します

第8回：集積回路チップの電氣測定(1)

第9回：集積回路チップの電氣測定(2)

前回作った測定基板を使って、半導体LSIがどのように動いているのか体験してもらいます。半導体LSIにいろんな入力信号を入れて、どんな反応を示すか見てみます。第5回で予想した通りに動いていますか？

実習

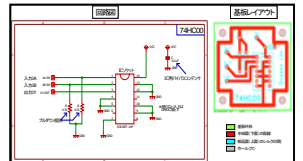


回路図になるまで解析します

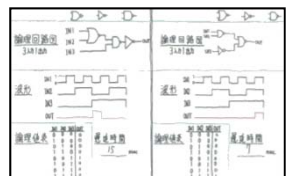
第10回：集積回路の回路設計とシミュレーション

自分の思った通りに半導体LSIを作って動かすためにはどうしたらいいのでしょうか？LSI回路の設計の方法や、実際に作る前に半導体LSIの動作を予測する方法(シミュレーション)についてコンピュータを使って体験してもらいます。

実習



測定するための基板を作ります



実際に動作させて測定します