

光・量子エレクトロニクス 市田正夫

1. 光エレクトロニクスとは
2. 光の性質
3. 光と物質の相互作用
4. レーザー
5. 光受動素子
6. 光導波路
7. 光の制御
8. 光の応用

講義の前に

- 出席はとらない
→聞く気がある人だけ出席してください。
- 成績は学期末試験の成績次第
→レポートの提出(任意)は考慮します。
- 退席、退出は自由
→講義室で私語はしないこと。
- 講義はプロジェクターで
→資料を配布

光エレクトロニクスとは

光の利用： 人類の歴史……

太陽光 → 照明

火 → 照明、暖房、調理、通信

19～20世紀： 電磁気学の知識の増大



電氣の利用 照明、動力、通信

通信： 電氣信号の制御

= エレクトロニクスが発展

エレクトロニクス： 半導体、トランジスタ

集積回路(IC: Integrated Circuit)

LSI(大規模集積回路: Large Scale IC)

CPU (Central Processing Unit)

演習問題1

太陽光や火などの自然の光を使う通信について、その方法や、問題点などを考えてみましょう。
それに対して、電氣を使う利点は何でしょうか。

Intel 4004 (1971年)

- ・製造プロセス: 10 μ m
- ・トランジスタ数: 2,300
- ・コア数: 1
- ・動作クロック周波数: 750kHz



Intel CPU: Core i9-12900K (2021年)

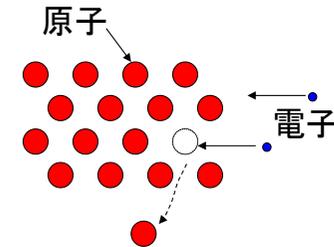
- ・製造プロセス: 10nm
- ・トランジスタ数: 数十億
- ・コア数: 16
- ・動作クロック周波数: 3.2GHz

集積化の問題点

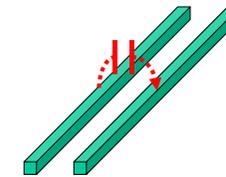
集積化により、配線が細くなる(微細化)。

→ 信号(電流)が流れにくくなる。
信号が、隣の線に洩れる。
信号の伝達に時間がかかる。

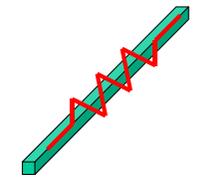
・エレクトロマイグレーション



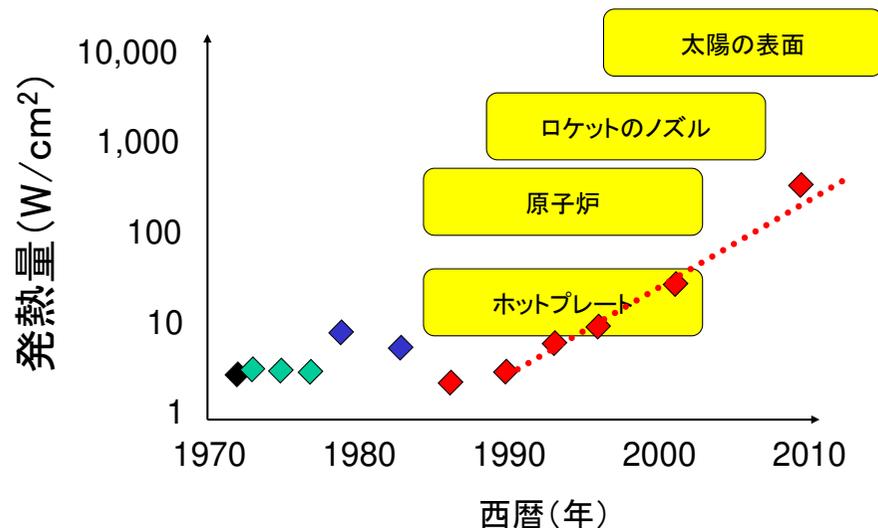
・漏話



・RC時定数



高速化の問題点 → 消費電力の増大



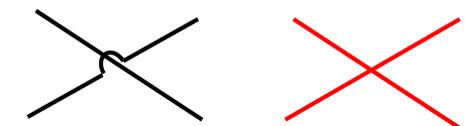
光の利用: 光エレクトロニクスへ

光を利用するうえでの利点

1. 伝送速度が速い(光速)
2. 周波数が高いので大容量情報の伝送が可能 (>THz)
3. 細いビームに収束可能 (波長オーダー)
4. 電磁誘導の影響を受けない(クロストークが無い)
5. 空間多重化が可能(重なってもよい)

さらに光ファイバー利用で

6. 低損失 (長距離通信可能)
7. 細い、軽い



1960年 レーザーの発明

LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)

量子エレクトロニクス: レーザー及びその応用の分野



半導体レーザーの小型化
光ファイバーの低損失化

光ファイバー通信



送信機: レーザー
受信機: 光検出器

+

光変調器、光導波路、光スイッチ
光増幅器、光アイソレーター

スーパーコンピューターを越える (データ量) × (演算速度)

↓
エレクトロニクスでは不可能

↓
光エレクトロニクスへ

エレクトロニクス
+
光技術

現在の利用例

- 光ストレージ (CD, DVD, BD.....)
- 光ファイバー通信 (電話、インターネット)
- CCDカメラ
- など

講義予定

1. 光エレクトロニクスとは
2. 光の性質1: マクスウェルの方程式
3. 光の性質2: 物質中での光
4. 光の性質3: 干渉、回折、屈折
5. 光と物質の相互作用: 光の吸収・放出
6. レーザーの原理: 誘導放出・反転分布
7. 種々の光源: ランプ、LED、レーザー
8. 半導体レーザー
9. 光検出器
10. 撮像装置
11. 光導波路: 光ファイバーの原理
12. 光の制御: 光変調法
13. 光ディスクについて
14. 非線形光学現象について
15. まとめ