

オプトエレクトロニクス Optoelectronics

教科書：「光エレクトロニクスの基礎」 宮尾亘、平田仁 著 日本理工出版会 (1999)
第 1 章 光とエレクトロニクス
1-1 光の性質 1-2 物質による光の放射と吸収
第 2 章 半導体の基礎
2-1 半導体とは 2-2Si の結晶と電気伝導 2-3pn 接合ダイオード
第 3 章 発光デバイス
3-1 ルミネセンス 3-2 発光ダイオード 3-3 レーザ
第 4 章 光センサ
4-1 光とは 4-2 可視光の測定 4-3 赤外線測定 4-4 可視光センサ 4-5 赤外線センサ
第 5 章 表示デバイス
5-2 プラズマディスプレイ 5-3 エレクトロルミネセンス素子 5-4 液晶表示素子

「光エレクトロニクス」とは？

光電子工学：電子工学と光学を融合する学問

光を演算や通信に利用する

電子と光子を変換する素子（フォトダイオード、レーザ、発光ダイオードなど）

通信に利用する電磁波として、主に電波が利用されてきた。しかし、周波数が低く、通信速度に限界 → 高周波数の光を通信に利用することで、高速な通信を実現

1960 年 レーザ(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation)の発明

1980 年代 光ファイバー伝送の実現…大容量通信、光海底ケーブル

1982 年 CD (コンパクトディスク) の商品化 → MD (ミニディスク)、DVD (デジタルビデオディスク) などの光ディスクの商品化

光エレクトロニクス(Optical Electronics)あるいはオプトエレクトロニクス(Optoelectronics)

……レーザを中心として電子工学(electronics)と光学(optics)に及ぶ学際的技術分野

「光電効果」：光によって材料の電氣的性質が変化… (狭義の) オプトエレクトロニクス

「電気光学効果」：電界によって材料の光学的性質が変化… (狭義の) エレクトロオプティクス

- ・オプトエレクトロニクス

1873 年 セレンの光電導効果の発見

1888 年 外部光電効果 (光電子放出)

- ・エレクトロオプティクス

1845 年 ファラデー効果 (磁気旋光)

1875 年 カー効果 (電気光学カー効果、磁気光学カー効果)

- ・量子エレクトロニクス

1954 年 メーザ Maser(Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation)の発明

1960 年 メイマン(T. H. Maiman) ルビーレーザの発明

波としての光の性質

電磁波の周波数 f [Hz]、波長 λ [m]、光速 c [$\frac{m}{s}$] の関係 $f \cdot \lambda = c$

真空中の電磁波の速度 c_0 $c_0 = 2.99492458 \times 10^8$ [$\frac{m}{s}$]

物質中での電磁波の速度を v とし、 c_0 と v の比をとる $n = \frac{c_0}{v}$

n はその物質の屈折率 (refractive index) という。 n は電磁波の周波数によって異なる値をとる場合があり、これを分散性 (dispersion) と呼ぶ。

物質中での電磁波の波長 λ_g は、真空中での波長 λ_0 の $\frac{1}{n}$ 倍となる。 $\lambda_g = \frac{\lambda_0}{n}$

光学

幾何光学：光を直線で取り扱う(進行方向のみを考える)。光線モデル

波動光学：光を波として取り扱う。電磁波(回折、干渉、偏光現象)

量子光学：光を粒子として取り扱う。光子(フォトン)、物質との相互作用

光学の歴史

年	人名	事項
BC.280 頃	Euclid	直進性、反射の法則の記述
1000 頃		ピンホールカメラの原理
1609	G. Galileo	屈折望遠鏡の製作 (1610 年木星の衛星発見)
1621	W. Snell	屈折の法則の発見
1657	P. Fermart	フェルマーの原理
1668	I. Newton	反射望遠鏡の製作
1690	C. Huygens	ホイヘンスの原理
1704	I. Newton	光の粒子性
1802	T. Young	干渉の説明
1873	C. Maxwell	電磁波の予言
1882	G. Kirchhoff	キルヒホッフの回折理論
1887	A. A. Michelson, E. W. Morley	光速度の測定
1887	H. Hertz	光電効果の発見
1888	H. Hertz	電磁波の実在証明
1900	M. Planck	黒体輻射の式、量子論
1905	A. Einstein	光量子説、特殊相対性理論
1913	N. Bohr	量子論による水素原子のスペクトル説明
1926	E. Schödinger	波動力学
1954	C. Townes	アンモニアメーザの発明
1960	T. Maiman	ルビーレーザーの発振
1960		ガスレーザーの発振
1962		半導体レーザーの発振
1975		光ディスクの実用化
1980		光ファイバ通信の実用化
1990		ハッブル宇宙望遠鏡
1994	S. Nakamura	青色半導体レーザーの常温連続発振

周波数スペクトル

周波数 Hz	波長	名称	応用分野
~30k		超長波(VLF)	
300k~30M	1km~10m	中波、短波(HF)	AM ラジオ
30M~300M	10m~1m	超短波(VHF)	FM ラジオ、テレビ
300M~3G	1m~10cm	極超短波(UHF)	テレビ
3G~30G	10cm~1cm	センチ波(SHF)	電子レンジ、衛星放送
30G~300G	1cm~1mm	ミリ波(EHF)	自動車レーダ
300G~3T	1mm~100μm	サブミリ波	
	:		
	~20μm	極端遠赤外	
	~6μm	遠赤外(FIR)	
	~3μm	中赤外	
	~0.8μm	近赤外(NIR)	光通信
	0.75(0.77) ~0.38μm	可視光	
	~10nm	紫外線	
	~10pm	X 線	
	10pm~	γ線	