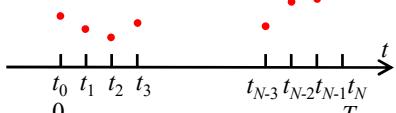


前回の復習:

離散フーリエ変換(Discrete Fourier Transform: DFT):

$$f_0 f_1 f_2 f_3 \dots f_{N-3} f_{N-2} f_{N-1}$$



区間 $[0, T]$ を N 分割した各点 t_l で、ある関数 $f(t)$ の関数値 f_l がサンプリングされているとする。つまり、

$f_l \equiv f(t_l) = f(lT/N), \quad (l = 0, 1, 2, \dots, N - 1)$
この時、関数 $f(t)$ に似せた擬似的な関数 $f_s(t)$ をデルタ関数(付録1参照)を使って、以下の様に定義する。

$$f_s(t) \equiv \frac{T}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f_l \delta\left(t - \frac{lT}{N}\right), \quad (12.1)$$

前回の復習: 離散逆フーリエ変換とフーリエ変換は、

$$f_l = \sum_{m=0}^{N-1} c_m e^{\frac{2\pi i}{N} lm} \quad (12.2), \quad c_m = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f_l e^{-\frac{2\pi i}{N} lm} \quad (12.3)$$

となる。(注意: 名前は変換でも、実際は級数展開)

また、離散フーリエ変換の基底関数の直交性は、

$$\sum_{m=0}^{N-1} \left(e^{\frac{2\pi i}{N} lm}\right)^* e^{\frac{2\pi i}{N} km} = \sum_{m=0}^{N-1} e^{\frac{2\pi i}{N} m(k-l)} = N \delta_{k,l}, \quad (12.4)$$

$$k = l \text{ の時: } \sum_{m=0}^{N-1} e^{\frac{2\pi i}{N} m(k-l)} = \sum_{m=0}^{N-1} 1 = N,$$

$$k \neq l \text{ の時: } \sum_{m=0}^{N-1} e^{\frac{2\pi i}{N} m(k-l)} = \frac{1 - e^{2\pi i(N-1)}}{1 - e^{2\pi i/N}} = 0,$$

となる。

前回の復習: 離散フーリエ変換の行列表示: 下記の様に W_N を定義すると、離散フーリエ変換(12.2),(12.3)式は、

$$f_l = \sum_{m=0}^{N-1} c_m e^{\frac{2\pi i}{N} lm} = \sum_{m=0}^{N-1} c_m W_N^{-lm},$$

$$c_m = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f_l e^{-\frac{2\pi i}{N} lm} = \frac{1}{N} \sum_{l=0}^{N-1} f_l W_N^{lm}, \quad (W_N \equiv e^{-\frac{2\pi i}{N}})$$

となる。従って、離散フーリエ変換は行列を使って、

$$N \begin{pmatrix} c_0 \\ c_1 \\ \vdots \\ c_{N-2} \\ c_{N-1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 & 1 \\ 1 & W_N^{-1} & \cdots & W_N^{-N-2} & W_N^{-N-1} \\ \vdots & \ddots & \ddots & \vdots & \vdots \\ 1 & W_N^{-N-2} & \cdots & W_N^{-(N-2)^2} & W_N^{-(N-2)(N-1)} \\ 1 & W_N^{-N-1} & \cdots & W_N^{-(N-1)(N-2)} & W_N^{-(N-1)^2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_0 \\ f_1 \\ \vdots \\ f_{N-2} \\ f_{N-1} \end{pmatrix}$$

(12.13)、と表される。

前回の復習:

高速フーリエ変換 (Fast Fourier Transform: FFT):

離散フーリエ変換を行うには(12.13)式、逆フーリエ変換を行なうには(12.14)式を計算すれば良い。これらの行列計算では、通常サンプリング数 N の 2 乗(N^2)回の掛け算を行う必要がある。

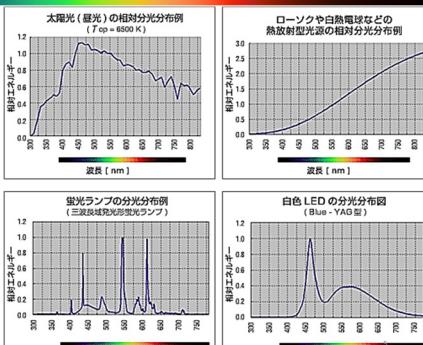
しかし、サンプリング数 N が 2 の累乗数($2, 4, 8, 16, \dots$)の時は、この行列計算の計算量を大幅に減らすことができる。一般に N 個のサンプリング数の場合には、計算量は N^2 から $N \log_2 N$ 程度に減少する。この方法を高速フーリエ変換(FFT)という。FFTを使うと、電子計算機で高速に離散フーリエ変換を行うことができる。

光: 光は電磁波で、人間の目には波長によって色が異なって見える。可視光の波長は、およそ380~780nm。



光を波長ごとの成分に分けることを分光と呼び、波長ごとの成分量を分光分布と呼ぶ。

シーシーエス株式会社サイトより転載



光の吸収と反射:

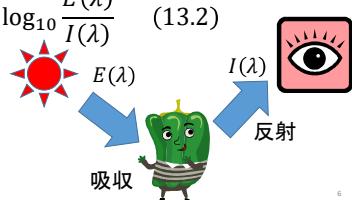
光源から照射された光は、対象物の表面で一部が吸収され、残りが反射されて観測者の目に届く。 $E(\lambda)$ を光源の分光分布、 $I(\lambda)$ を目に入る光の分光分布とすると、波長ごとの反射率、

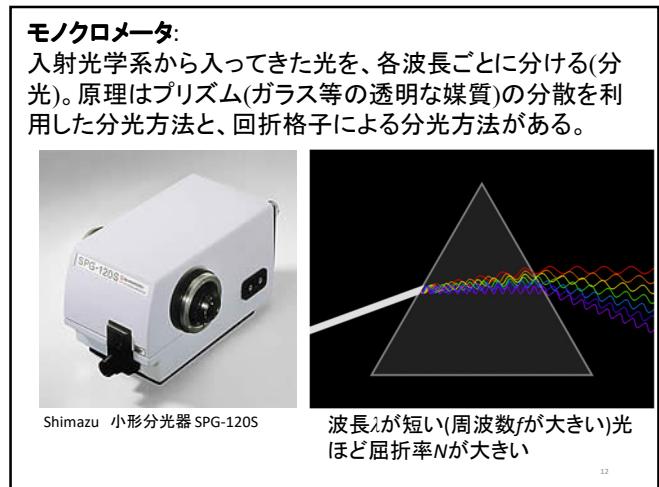
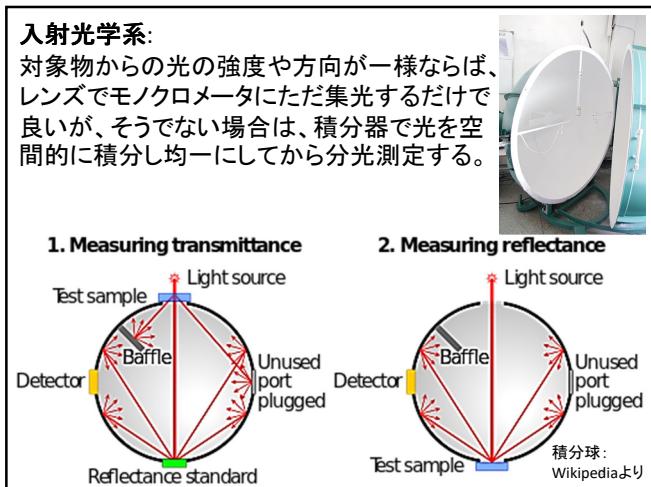
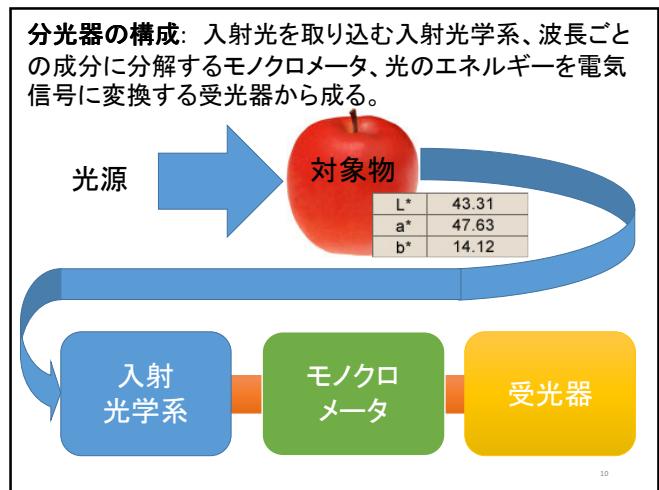
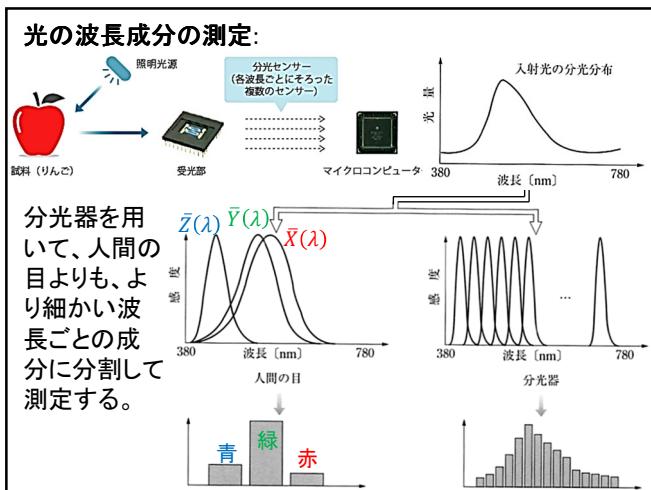
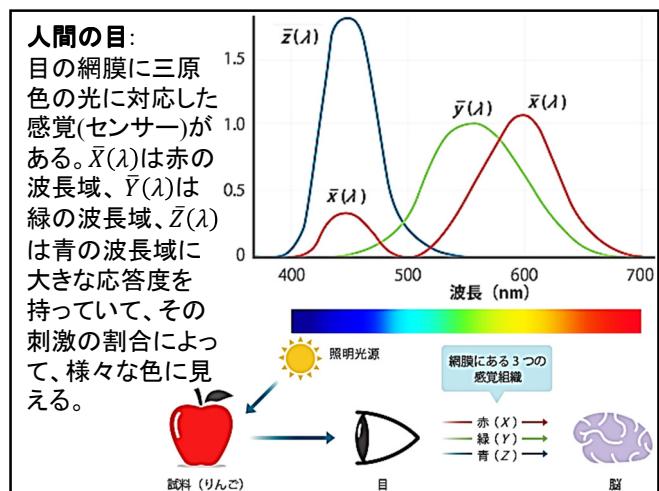
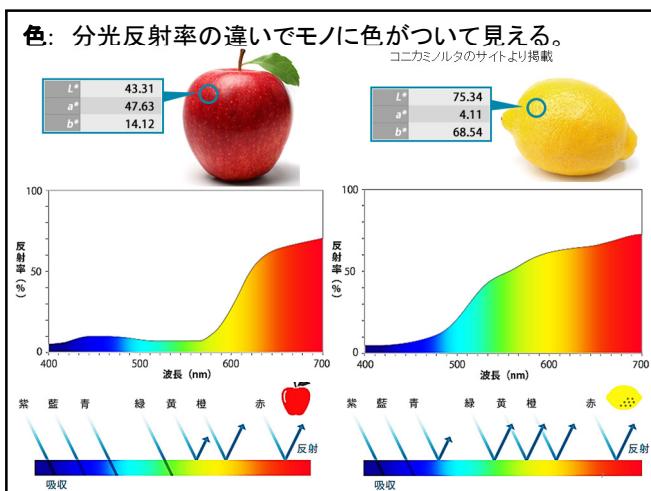
$$R(\lambda) = 100 \times \frac{I(\lambda)}{E(\lambda)} \quad (13.1)$$

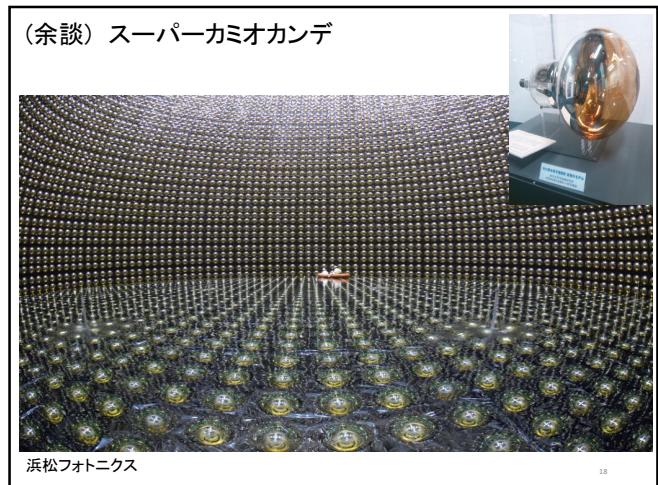
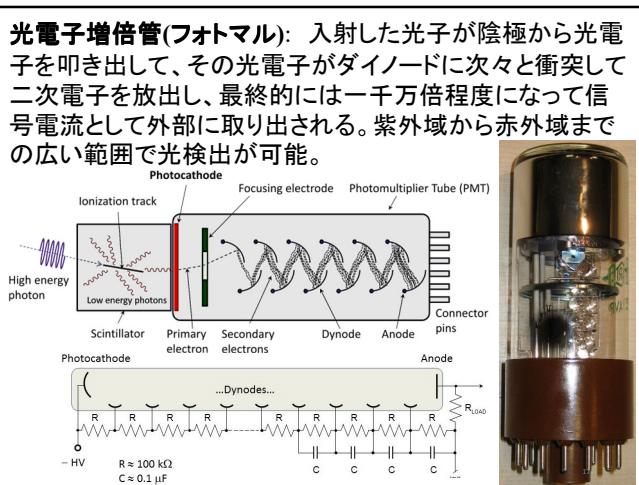
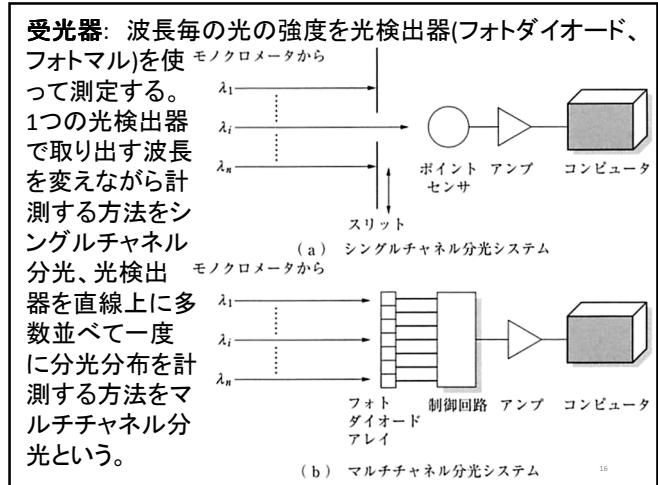
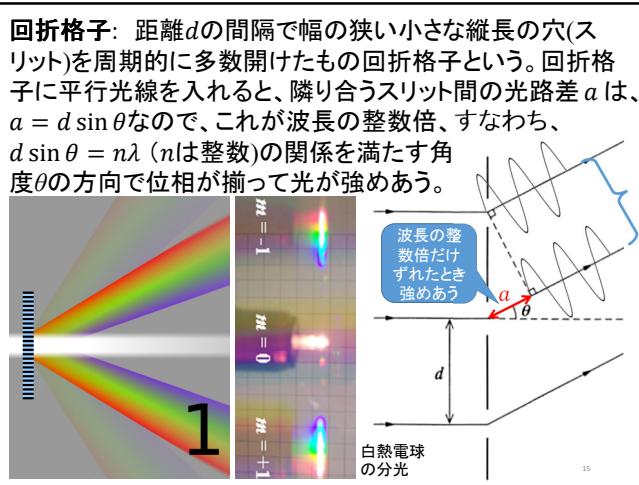
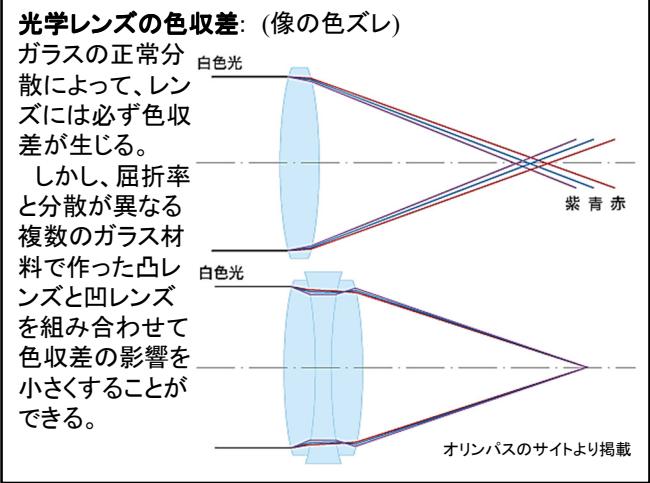
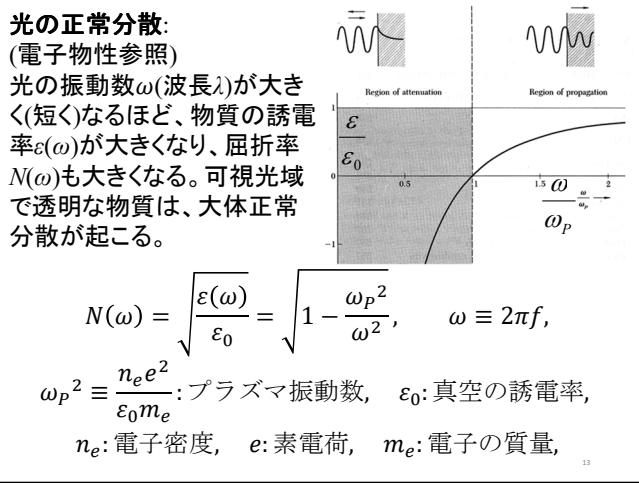
を分光反射率と呼び、波長ごとの吸光度、

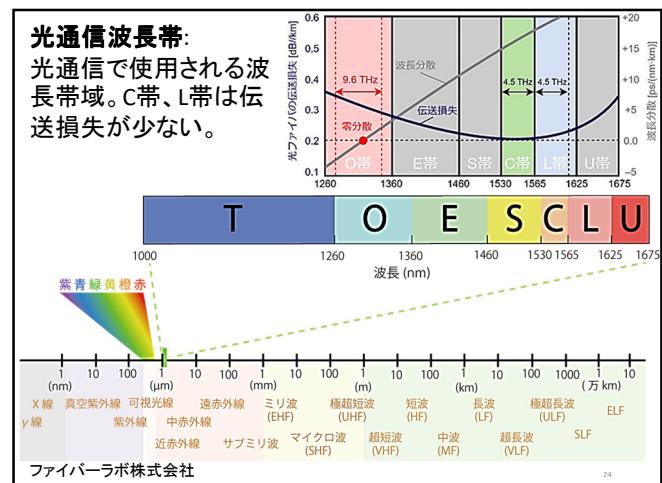
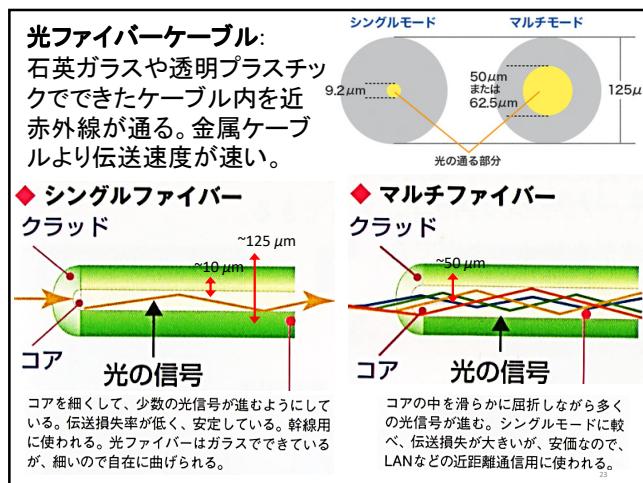
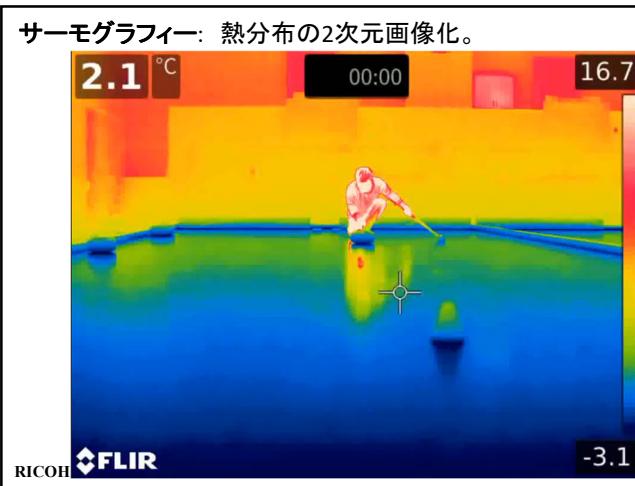
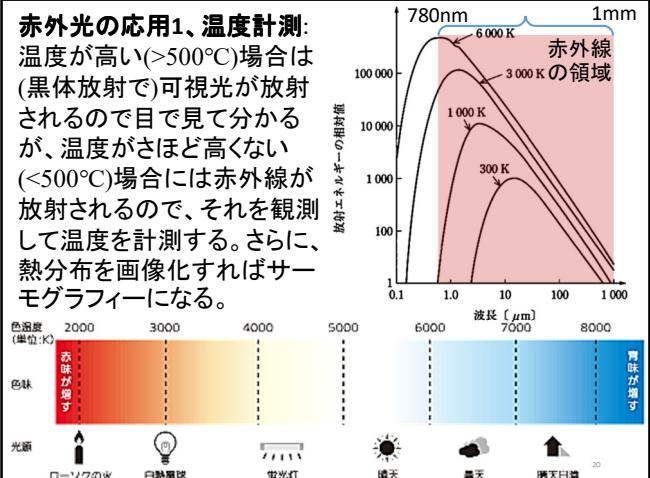
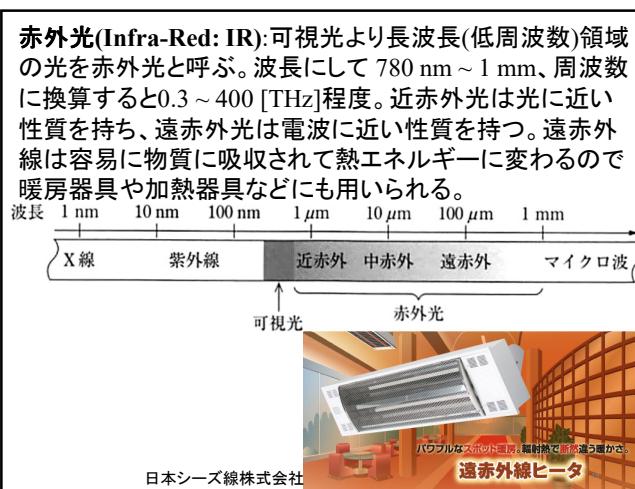
$$A(\lambda) = \log_{10} \frac{E(\lambda)}{I(\lambda)} \quad (13.2)$$

を分光吸光度と呼ぶ。









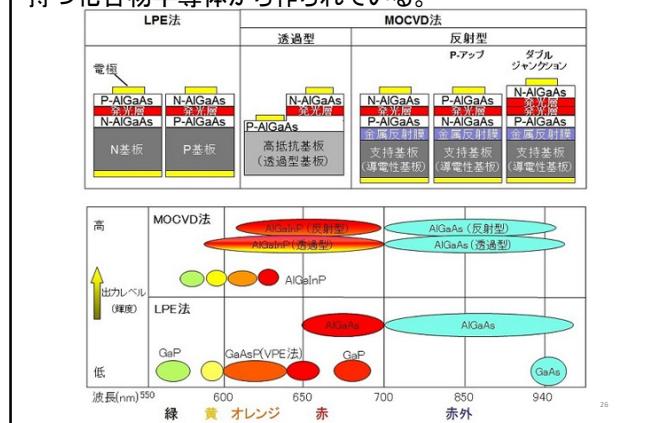
光ファイバーケーブルの解説:

光ファイバーの拡大イメージ

コア
クラッド



発光ダイオードの構造例: 直接遷移型のバンドギャップを持つ化合物半導体から作られている。



発光ダイオード(LED)の解説:

発光ダイオード

Light Emitting Diode = LED

- 色々な電子機器に幅広く利用されている
- 1993年に青色発光ダイオードの開発によりRGBの3原色がそろう
➡より幅広い用途へ利用される
- P N接合ダイオードの一種



リード型
提供: 株式会社東芝



表面実装型
提供: 株式会社東芝

半導体レーザの解説:

半導体レーザ

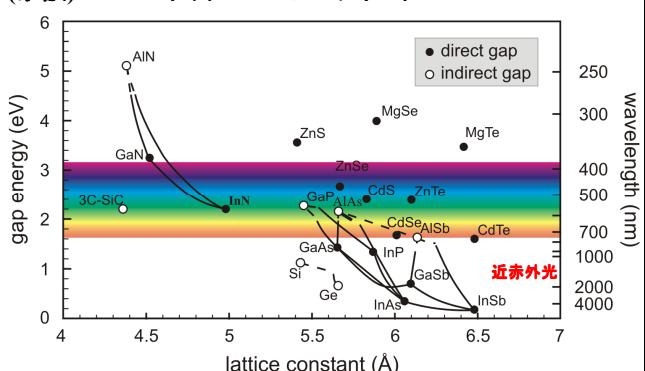
主な応用分野	発振波長域	結晶の種類
光ディスク(DVD) バーコードリーダ	0.63～0.69 μm (赤色)	InGaAlP
光ディスク(DVD) レーザビームプリンタ	0.75～0.88 μm (近赤外)	GaAlAs
光通信	1.3～1.5 μm (赤外)	InGaAsP

大容量DVD

青色レーザ 波長: 約0.4 μm

高密度な記録が可能

(余談) バンドギャップエンジニアリング



化合物半導体では、化学組成でバンドギャップの大きさを変えられるので、様々な波長のLEDやレーザーが作れる。

赤外光の応用3、赤外カメラ:

人の目には見えない近赤外光を照明光にすれば、夜間撮影が可能なので、防犯カメラ等で利用される。また、人体に透過しやすい性質があるので、これを用いて静脈パターンを読み取る生体認証技術もある。



静脈認証装置
富士通フロンティック



近赤外画像



静脈パターン画像

