

光システム工学の基礎 (3: pp.21-36)

3.1 光デバイス

光はファイバー通信, ディスク, ディスプレイ, プリンターなどに用いられています. いずれの機器も光を出す発光素子, 光を受ける受光素子, 制御機器などから構成されています.

(a) 半導体レーザー

レーザー光は輝度がきわめて高く, 波長幅がきわめて狭く, コヒーレンス(位相のそろった波形が保たれる度合い)がきわめて高い光線です. 1960年, アメリカのメイマン(Maiman)によって発明され, 1970年には, 半導体レーザーが室温で連続発振しました.

光を活性層に閉じこめるため, 光が出てくる活性層の上下を, それより屈折率がすこし小さい層(クラッド層)ではさんだ構造になっています.

ベースになる材料が

- ・ インジウム-リン(InP): $1.3\ \mu\text{m} \sim 1.5\ \mu\text{m}$
- ・ ガリウム-ヒ素(GaAs): $0.7 \sim 0.8\ \mu\text{m}$
- ・ ガリウム-ナイトライド(GaN): $0.45\ \mu\text{m}$

GaAs や GaN は波長が短いので, 光ディスクなどの情報処理用の光源に, InP は信頼性が高く, 光フ

アイバでの減衰が小さいので光通信用の光源に使われています. なお, オプトメカトロニクスでは, 目的に応じどの材料も使用できます.

(b) フォトダイオード

pn 接合に禁制帯よりもエネルギーの大きい光が入射した場合, 起電力を生じます. すなわちバンド・ギャップ波長より短い波長の光を検出できるので, 検出波長範囲は結晶材料で決まります.

- ・ 可視光: Si
- ・ 近赤外: Ge や InGaAs

小型の pn 接合で光の検出に用いるものをフォトダイオード, 大面積で受光して電気エネルギーを取り出すものを**太陽電池**と呼んでいます.

3.2 微小機械の物理—マイクロメカニクス—

近年, 半導体の微細加工技術は電子回路の製作にとどまらず, 機械部品の加工にも適用されています. この技術が微小電気機械(MEMS: Micro Electro Mechanical Systems)の技術基盤となり, 種々の微小センサやアクチュエータなどのマイクロマシンを生み出しています. さらに, 微小光学が結

合し, オプトメカトロニクスの先端分野である光マイクロマシン(Optical MEMS)という技術分野が生まれつつあります. この背景には, マイクロ化されて高速になった機械(光センサ, 光スキャナ, デジタルミラーディスプレイなど)要素が, 光制御に適するようになったことがあります.

表 3.1 微小機械の特徴

- ・ 粘性力 \gg 慣性力 \rightarrow 表面摩擦の影響が大
- ・ 応答時間 $\tau = m/f \propto L$ \rightarrow 高速度応答
- ・ レイノルズ数 $Re \propto L^2$ \rightarrow 流れは層流
- ・ 運動エネルギー $m v^2 / 2 \propto L^5$
 \rightarrow 低消費エネルギー
- ・ 外界への影響が少ない(センサ, 手術)
 \rightarrow 自然に優しい

(a) 微小化の効果と特徴

(b) 微小機械の作製法

(c) 運動方程式