



Podstawy Nauki o Materiałach – Właściwości optyczne

Oddziaływanie światła z materiałem

- Transmisja
- Odbicie
- Adsorpcja
- Załamanie
- Efekt fotoelektryczny

Tradycyjnie właściwości optyczne wiążą się z zachowaniem się materiałów pod wpływem działania fali elektromagnetycznej w zakresie zbliżonym do światła widzialnego

Podstawy Nauki o Materiałach – Właściwości optyczne

Widmo światła widzialnego

Wavelength (in meters)

High Energy ← → Low Energy

Odbicie i transmisja

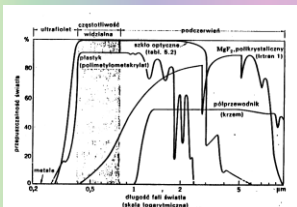
Odbicie światła:

$$R = [(n - 1)^2 + a^2] / [(n + 1)^2 + a^2]$$

Transmisja (przepuszczalność)

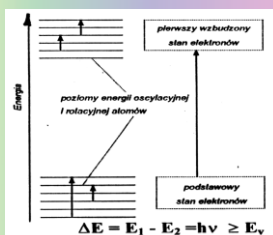
Natężenie fali elektromagnetycznej przechodzącej przez materiał wynosi:

$$I = I_0 + I_a + I_t$$



Absorpcja

Absorpcja fotonów zachodzi przez wzbudzenie (przejście) układów energetycznych w materiale (atomów, jonów, elektronów) do wyższych stanów energetycznych



Wzbudzone elementy mogą powracać do stanów niższych emitując promieniowanie o odpowiedniej długości. Materiał może absorbować jedynie kwanty energii większe od wartości energii przerwy energetycznej

Absorpcja

I. METALE

- Dla metali przy braku przerwy energetycznej możliwe jest pochłanianie kwantów energii promieniowania praktycznie w całym zakresie promieniowania widzialnego. Metale są więc nieprzeźroczyste dla światła widzialnego. Niektóre metale mogą mieć barwę wskutek selektywnego odbicia światła (złoto, miedź)

II. PÓLPRZEWODNIKI

- W typowych półprzewodnikach szerokość przerwy energetycznej wynosi 1-4 eV co odpowiada długości światła widzialnego. Półprzewodniki są więc nieprzeźroczyste dla światła widzialnego natomiast przeźroczyste dla podczerwieni.

III. IZOLATORY

- Czyste (stechiometryczne) kryształy jonowe i kowalencyjne posiadają wielkość przerwy energetycznej > 10 eV, co czyni je przeźroczystymi dla światła widzialnego. W polikryształach następuje absorpcja światła na tych elementach mikrostruktury (ziarna, pory), które posiadają wymiary większe od długości światła (0,4 - 0,7 μm). W praktyce polikryształy ceramiczne są nieprzeźroczyste barwy białej.

Barwa

Selektywna absorpcja lub odbicie światła powodująca wyeliminowanie części promieniowania prowadzi do odczucia barwy (oko ludzkie). Mechanizmy powstawania barwy wiążą się z występowaniem w izolatorze centrów barwnych. Są to występujące w materiale lokalne dodatkowe poziomy energetyczne, które mogą absorbować światło w zakresie widzialnym. Zagadnienia te są bardzo ważne praktycznie dla pigmentów, szkła, szkliv ceramicznych, kryształów do laserów itp.



Barwa

Mechanizmy powstawania barwy wiążą się z występowaniem w izolatorze centrów barwnych. Są to występujące w materiale lokalne dodatkowe poziomy energetyczne, które mogą absorbować światło w zakresie widzialnym. Zagadnienia te są bardzo ważne praktycznie dla pigmentów, szkła, szkliv ceramicznych, kryształów do laserów itp.

Typy centrów barwnych:

- I. Domieszki metali grup przejściowych - jony metali grup przejściowych (ziem rzadkich) ze względu na nieobsadzone wewnętrzne orbity mogą absorbować promieniowanie w zakresie widzialnym stając się podstawowym sposobem barwienia szkła i kryształów. Długość absorbowanego promieniowania może być modyfikowana w zależności od otoczenia (koordynacji) w jakiej jony znajdują się w strukturze.

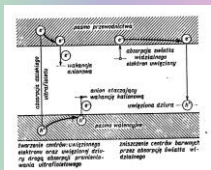


Barwa

Mechanizmy powstawania barwy wiążą się z występowaniem w izolatorze centrów barwnych. Są to występujące w materiale lokalne dodatkowe poziomy energetyczne, które mogą absorbować światło w zakresie widzialnym. Zagadnienia te są bardzo ważne praktycznie dla pigmentów, szkła, szkliv ceramicznych, kryształów do laserów itp.

Typy centrów barwnych:

- II. Defekty punktowe w kryształach - Defekty punktowe w kombinacji z defektami elektronowymi mogą stanowić dodatkowe poziomy energetyczne, które pochłaniając selektywnie promieniowanie widzialne barwią kryształy.

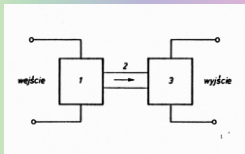


Optoelektronika

Optoelektronika to wykorzystania światła do transmisji sygnałów w elektronice i telekomunikacji. Zastosowanie światła pozwala zwiększyć szybkość transmisji, pojemność łączy i zmniejszyć straty energii. Optoelektronika to także zapis danych na dyskach optycznych.

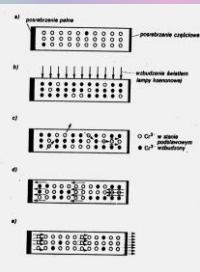
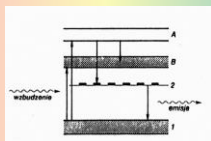
Element układu optoelektronicznego – optron:

1. Elektroluminescencyjne źródło światła (+ laser),
2. Światłowód,
3. Fotodiobornik,



Optoelektronika

Lasery – źródła spójnego promieniowania jednej długości

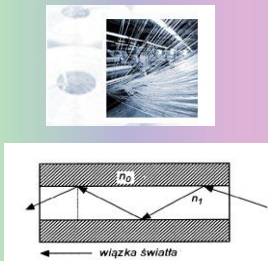
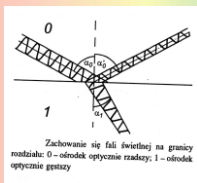


Typowe parametry niektórych rodzajów laserów

Typ lasera	Radziej dławienia	Długość fali, nm	Moc promieniowania, W	Energia promieniowania, J	Czas impulsu, s
He-Ne (spójny)	ciężki	633	10^{-1}		
CO ₂ (spójny)	ciężki	10 000	10^3		
Szklane neodymowe	impulsowe	1 060	$10^{2.5}$	10^{-1}	10^{-11}

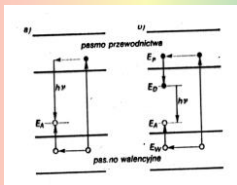
Optoelektronika

Transmisja światła jest możliwa dzięki zastosowaniu światłowodów wykorzystujących zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia światła. Światłowody zbudowane są to włókna szklane z dwu lub więcej warstw szkła o różnej gęstości optycznej (współczynników załamania).

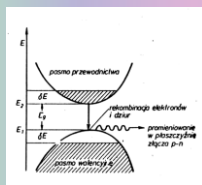


Optoelektronika

Luminescencja- emisja światła po wzbudzeniu czynnikami zewnętrznymi



Schemat mechanizmu luminescencji



Fotodioda

Optoelektronika

W odbiorniku wykorzystujemy zjawisko fotoprzewodnictwa tj. zmiany oporności pod wpływem promieniowania świetlnego (fotoopornik). W ten sposób sygnał elektryczny zostaje przetworzony na sygnał świetlny w fotodiodzie, przekazany przez światłowód i z powrotem zmieniony na elektryczny w fotooporniku.

