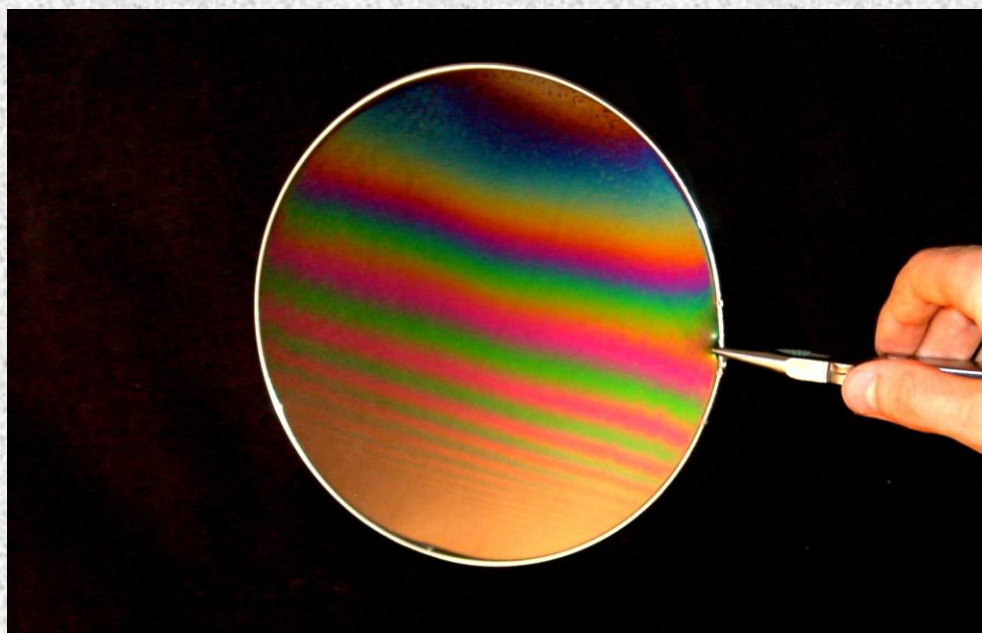


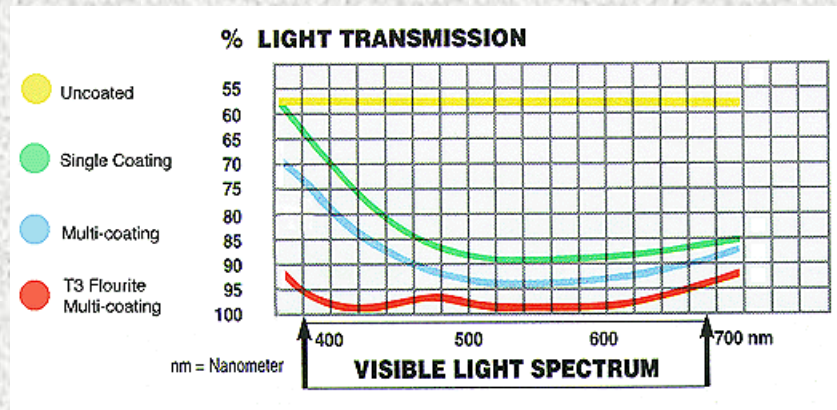


Powłoki cienkowarstwowe

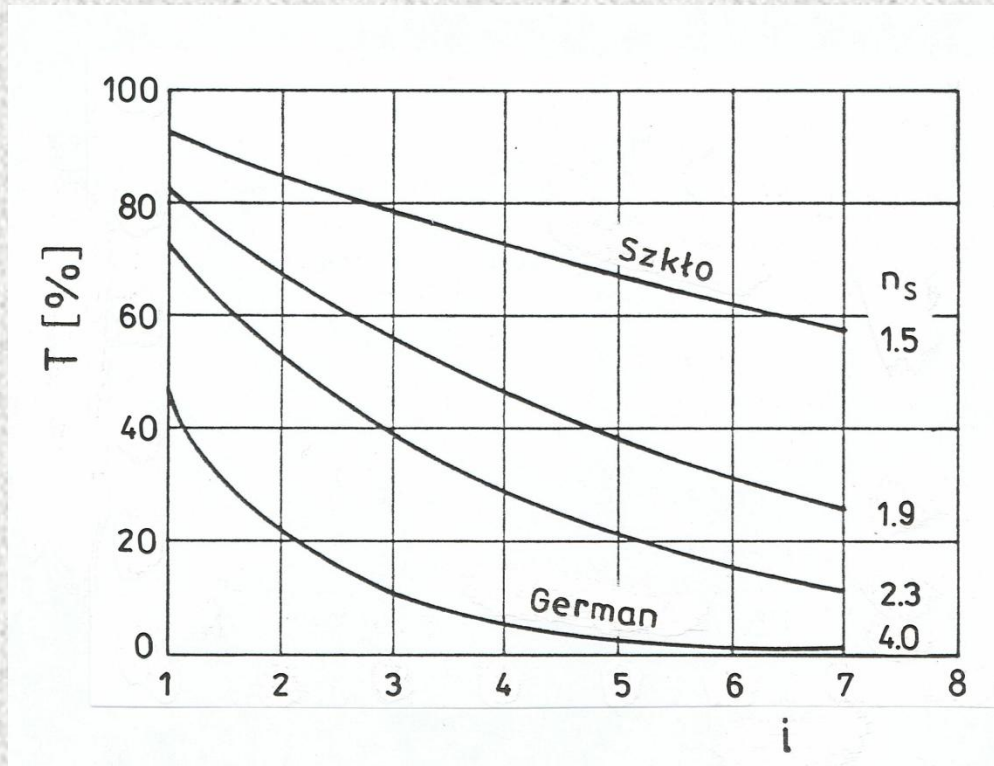


Wstęp

- Powody zastosowania powłok
 - znaczne straty energii - w układach o dużej ilości elementów optycznych (dalmierze, peryskopy, wzierniki)
 - przykład : peryskop - 12% światła wchodzącego do układu przechodzi, ok. 10% zostaje pochłonięte, 78% odbija się od powierzchni elementów optycznych
 - lornetka:



Powody zastosowania powłok

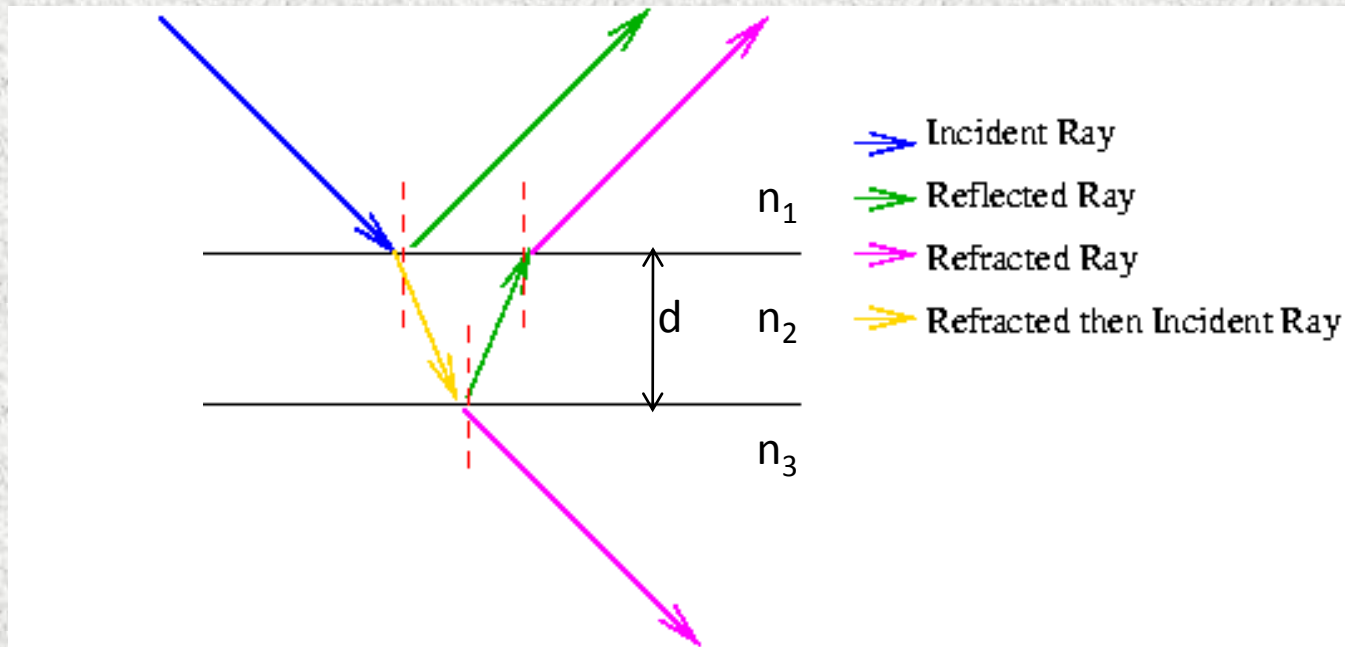


Zależność współczynnika transmisji układu optycznego zawierającego " i " elementów optycznych (np. płytek płasko-równoległych) o współczynniku załamania n_s każdy, przez które przechodzi wiązka światła, w zależności od ilości elementów (płytek), " i "

Wymagania i metody wytwarzania

- maksymalne zmniejszenie wsp. odbicia r_0 ; pożądane wartości są ujęte w normach dla poszczególnych metod powlekania w zależności od gatunków szkła
- maksymalne zmniejszenie wsp. odbicia r_0 ; pożądane wartości są ujęte w normach dla poszczególnych metod powlekania w zależności od gatunków szkła
- metody wytwarzania
 - trawienie szkła kwasami
 - otrzymywanie powłok z roztworów
 - osadzanie przez odparowanie w próżni

Powłoka jednowarstwowa



Zasada działania –
interferencja destruktywna fal odbitych od obu powierzchni cienkiej warstwy

Powłoka jednowarstwowa

współczynnik odbicia na granicy dwóch ośrodków $r = \frac{n_2^2 - n_1^2}{n_2^2 + n_1^2}$
dla typowych szkieł $r=4\div 7\%$

Warunki interferencji destruktywnej w cienkiej warstwie

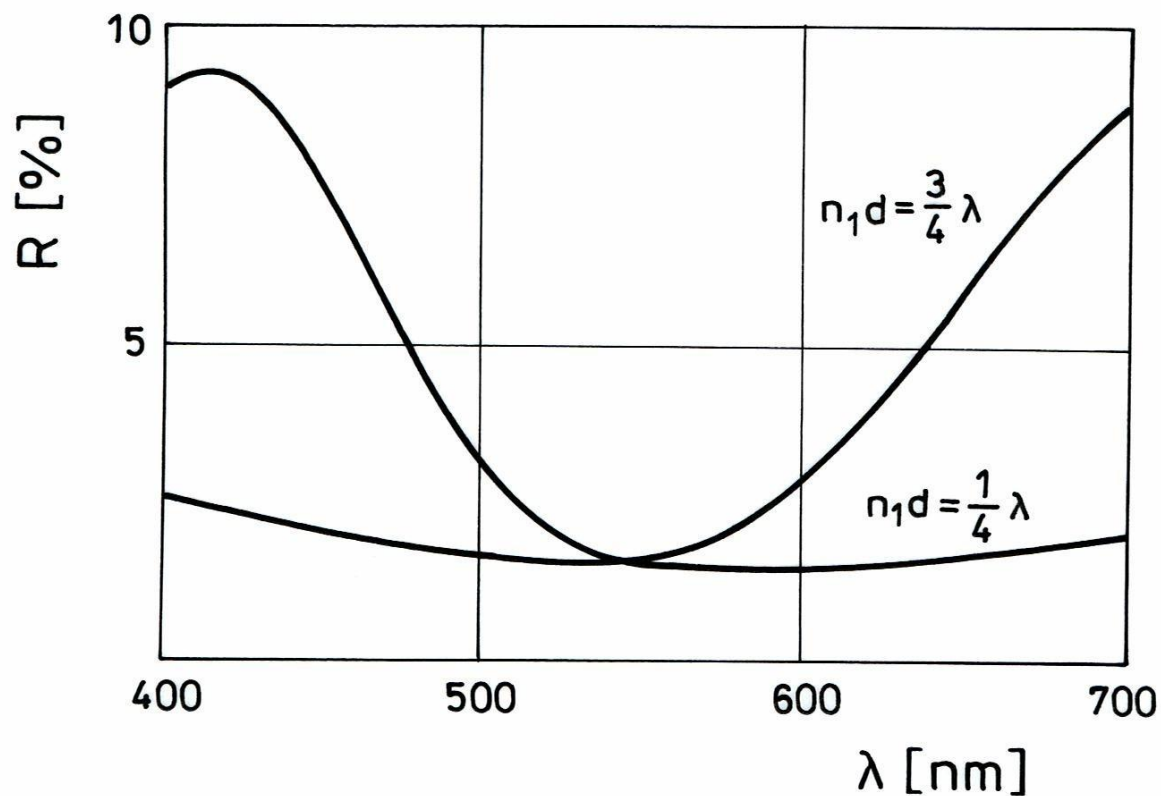
$$d = \frac{2k+1}{4} \lambda \quad n_2 = \sqrt{n_3}$$

Wygaszone będzie światło o jednej długości fali (z obszaru widzialnego); inne długości fal będą osłabione, a barwa światła odbitego będzie uzupełniająca w stosunku do wygaszonej

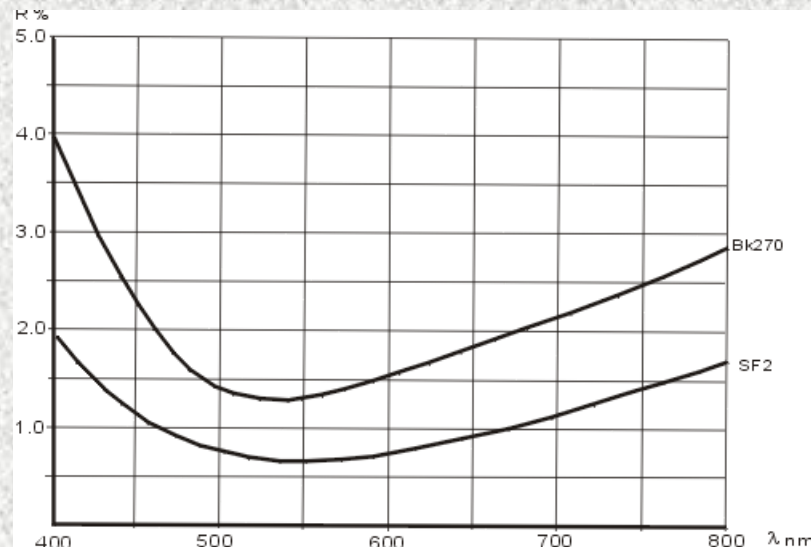
W przyrządach wizualnych wygasa się promienie środkowej części widma ($\lambda=556\text{nm}$)
Stąd podstawowa grubość warstwy - $d=139\text{nm}$
 $k>0$ niepraktyczne (gorsze osłabianie innych długości fal)

$n_2=1.2\div 1.3$ a nie ma takich ciał stałych,
zatem nie ma powłok jednowarstwowych całkowicie przeciwodblaskowych

Powłoka jednowarstwowa

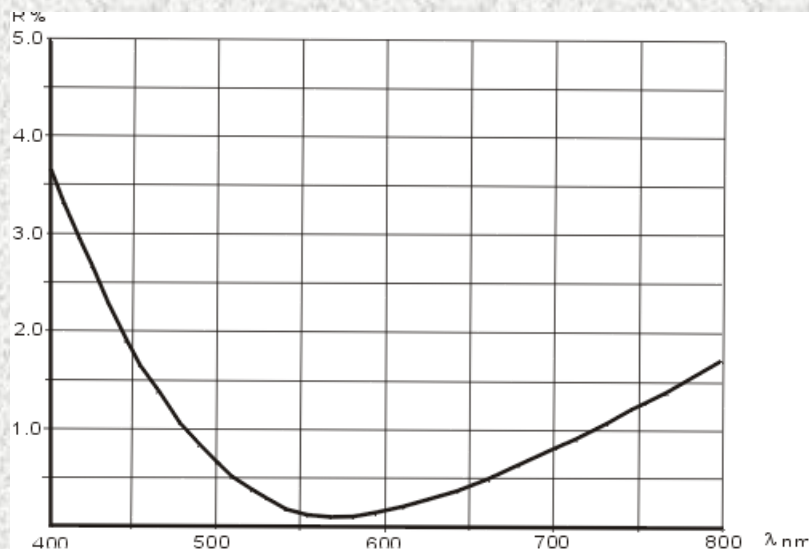


Powłoki jedno- i wielowarstwowe

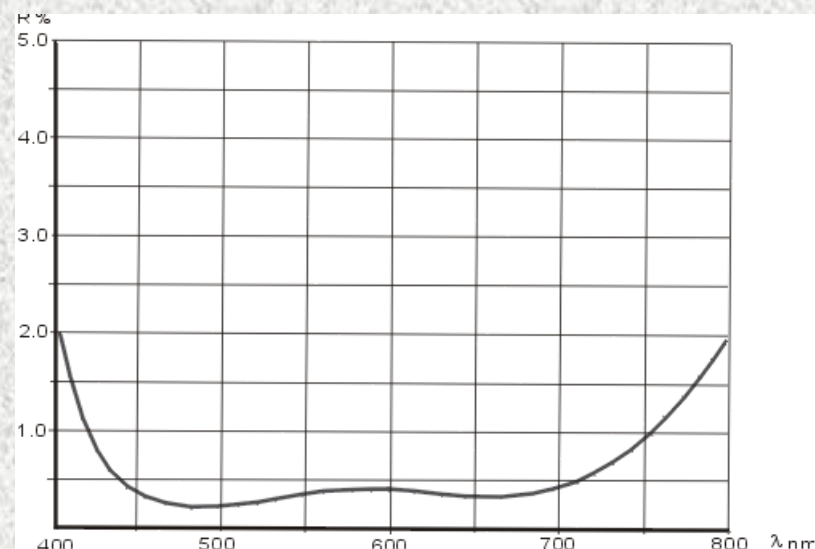


Powłoka jednowarstwowa

Powłoka dwuwarstwowa



Powłoka trójwarstwowa



Metody chemiczne wytwarzania powłok

- dywagacje historyczne – Taylor (1896r.)
- Powlekanie metodą trawienia
- Nakładanie warstwy na szkło przez hydrolizę roztworu estru etylowego kwasu ortokrzemowego

Powlekanie metodą trawienia

- Etapy
 - odświeżanie powierzchni elementów
 - trawienie elementów w kąpeli
 - konieczność termostatowania
 - sprawdzanie grubości i wsp.zał. warstwy
 - odświeżanie : mycie w rozpuszczalniku organicznym, wycieranie ścierką batystową, kąpiel w 0.5n ługu sodowego w temp. $20\div 25^{\circ}\text{C}$ w czasie od 4 do 20min. zależnie od rodzaju szkła, potem kąpiel w kwasie octowym
 - wada metody : mały efekt na szklach kronowych, bardzo długi czas obróbki dla szkieł o dużej odporności chemicznej

Nakładanie warstwy na szkło przez hydrolizę roztworu estru etylowego kwasu ortokrzemowego

- wsp.zał $n_D=1.3862$
- łatwo rozpuszcza się w wielu rozpuszczalnikach organicznych (np. spirytus etylowy, ale szkoda go na to)
- otrzymuje się go w reakcji spirytusu etylowego z czterochlorkiem krzemu
$$\text{SiCl}_4 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \Rightarrow \text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + 4\text{HCl}$$
- cienka warstwa estru szybko hydrolizuje pod wpływem wilgoci
$$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4 + 4\text{H}_2\text{O} \Rightarrow \text{Si}(\text{OH})_4 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$
- warstwę żelu kwasu krzemowego najlepiej uzyskuje się przy wilgotności ok.80%
- wsp.zał. $n_D=1.46$

Nakładanie warstwy na szkło przez hydrolizę roztworu estru etylowego kwasu ortokrzemowego

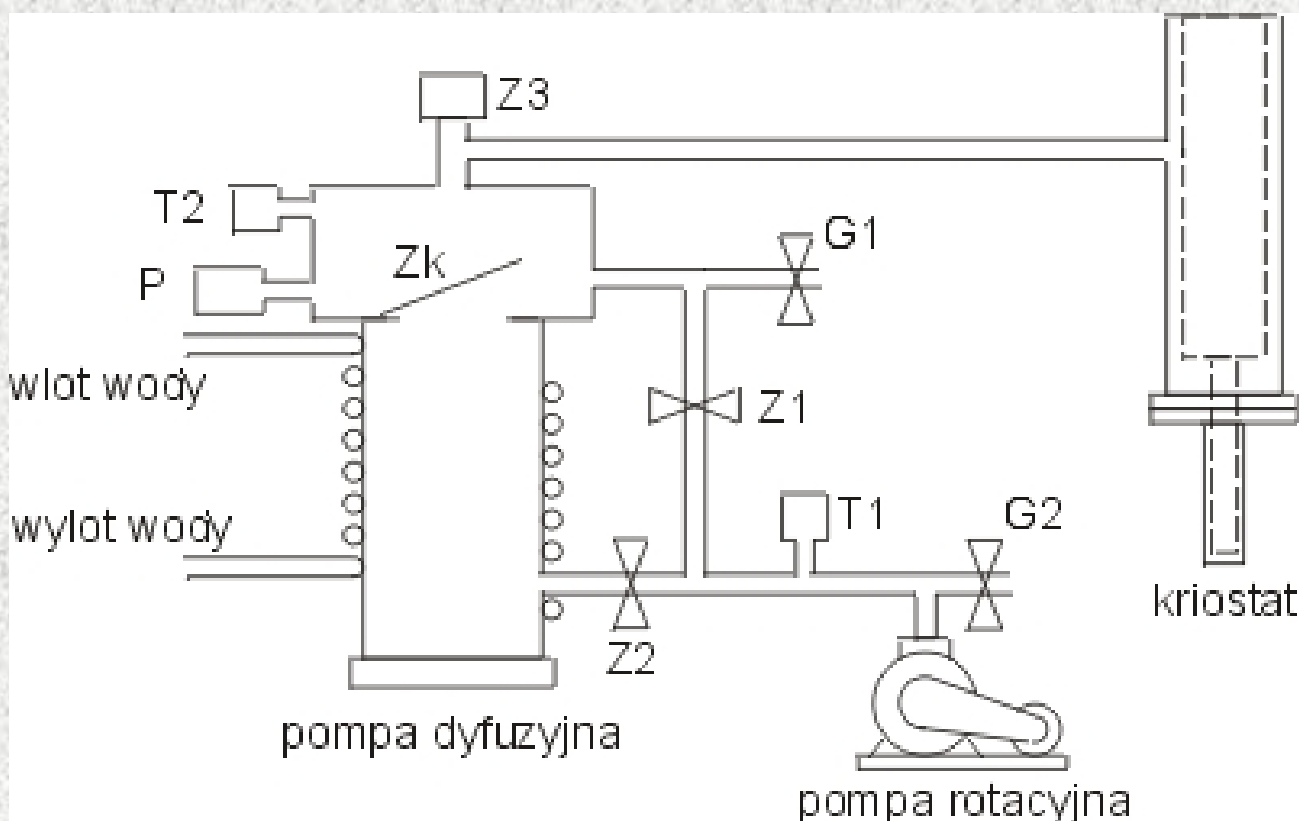
- Powlekanie :
 - wypolerowany el.opt. umieszcza się w uchwycie pionowego wrzeciona wirówki
 - czyści się powierzchnię optyczną
 - pipetą nabiera się roztwór estru i wylewa się go szybko spadającymi kroplami na powlekaną powierzchnię przy nieco zmniejszonych obrotach wirówki
 - po kilku sekundach wirówkę przełącza się na maksymalny bieg
 - po kilkunastu sekundach powłoka jest gotowa
 - świeżą powłokę łatwo zmyć
 - po osuszeniu (40÷60min) powłoka utwardza się i można ją usunąć tylko przez polerowanie
 - grubość reguluje się przez dobór stężenia estru i prędkości obrotu wirówki (głównie) oraz temperatury schnięcia

Metoda wyparowania i kondensacji w próżni

- schemat aparatury próżniowej (komora próżniowa, pompa rotacyjna, pompa dyfuzyjna, zawory, manometry)
- komora próżniowa (urządzenie do wyparowania, urządzenie do bombardowania jonowego, grzejniki, grzejnik do ogrzewania powlekanych elementów)
- dwustopniowe uzyskiwanie próżni : najpierw 400Pa, potem $6.4 \cdot 10^{-3} \text{Pa}$

Metoda wyparowania i kondensacji w próżni

Schemat układu

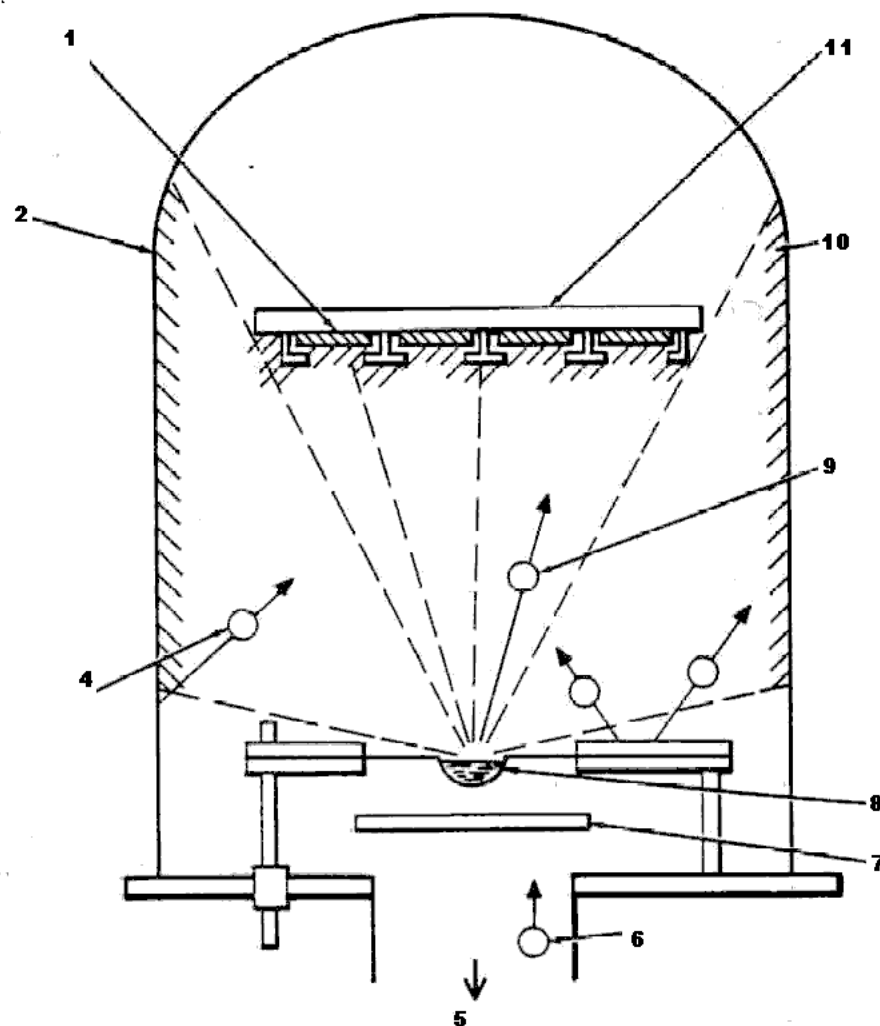


Metoda wyparowania i kondensacji w próżni

Komora próżniowa

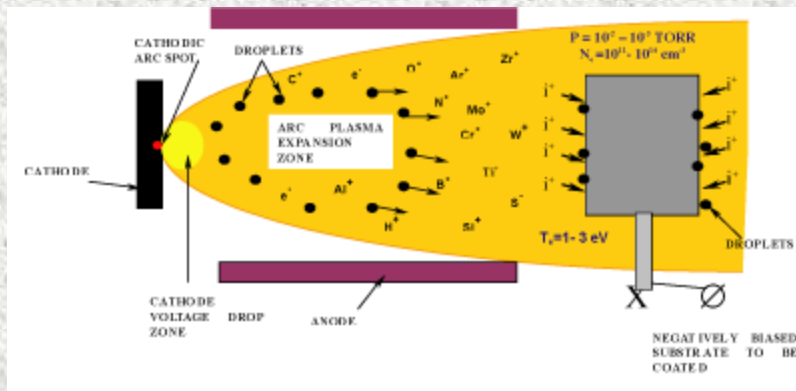
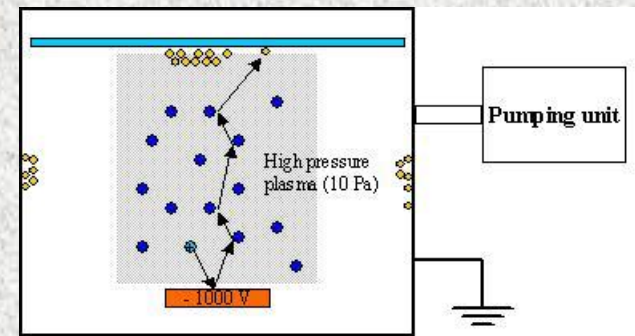
Schematyczne przedstawienie aparatury do naparowywania cienkich warstw:

- 1-podłoża,
- 2-klosz próżniowy,
- 4-cząsteczki gazu uwolnione z wewnętrznych powierzchni aparatury (desorpcja),
- 5-połączenie aparatury z układem pompującym,
- 6-strumień wsteczny gazu od układu pompującego,
- 7-przegroda oddzielającą aparaturę od układu pompującego,
- 8-źródło par,
- 9-cząsteczki gazu uwolnione ze źródła par,
- 10-materiał kondensujący na ściankach aparatury,
- 11- uchwyt podłoża.



Metoda napylania katodowego

w komorze próżniowej
ciśnienie rzędu 1Pa
obecność gazów szlachetnych (bez powietrza)
materiał naparowywany - katoda
zjawisko parowania bądź wytrącania cząstek
metal katody pod wpływem bombardowania
jonowego w rozrzedzonej atmosferze gazu
szlachetnego
Jony poruszając się w polu elektrycznym
naparowywane są bezpośrednio na anodę

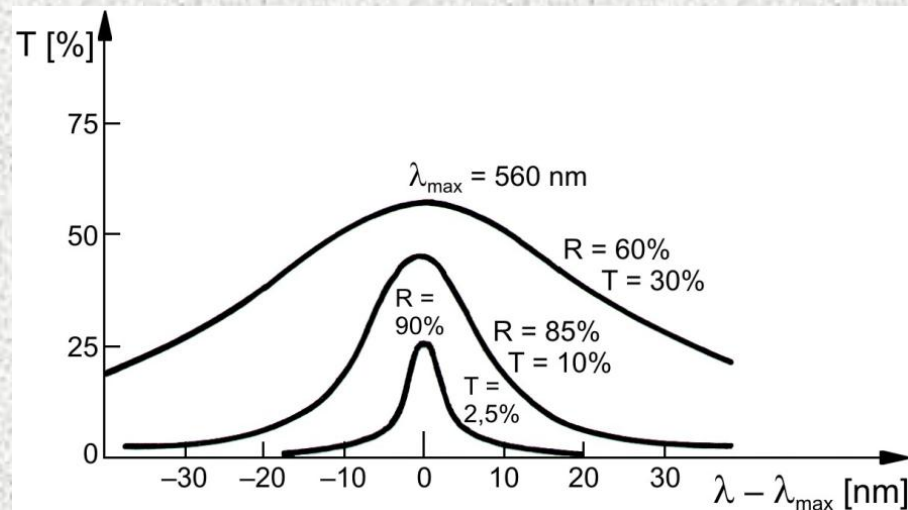
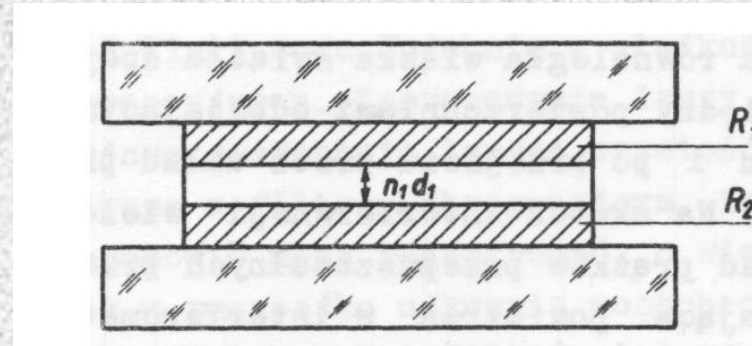


Metalizacja powierzchni

- srebrzenie metodą chemiczną
 - element umieszcza się w roztworze A, a następnie dolewa się roztworu B, co powoduje wytrącanie się srebra
 - po pierwszym srebrzeniu - warstwa jest cienka, proces powtarza się zatem wielokrotnie
 - duże powierzchnie - jak w metodzie hydrolitycznej

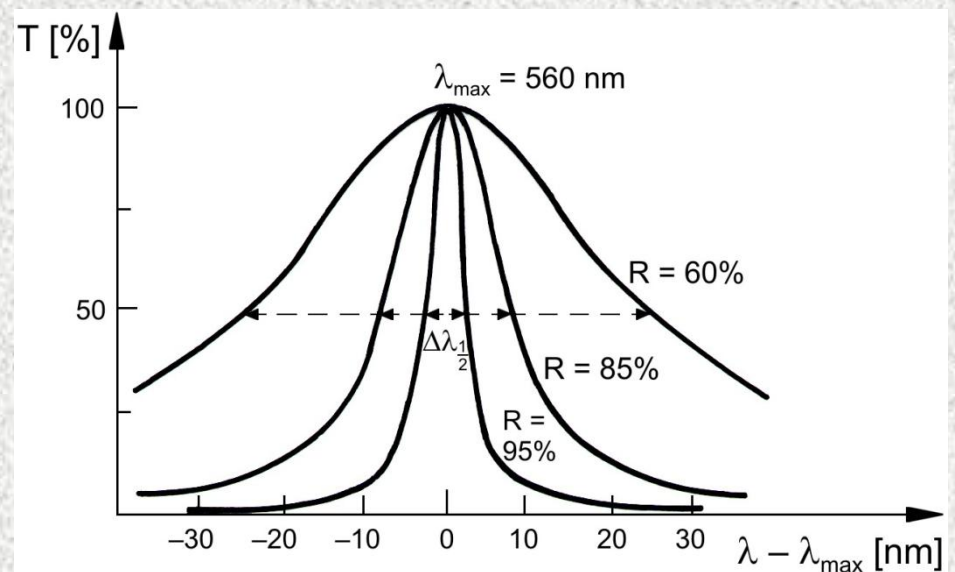
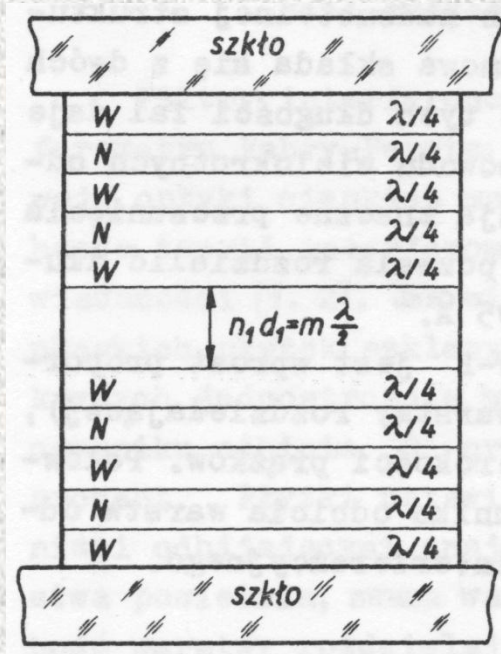
Filtry interferencyjne

- metalowy

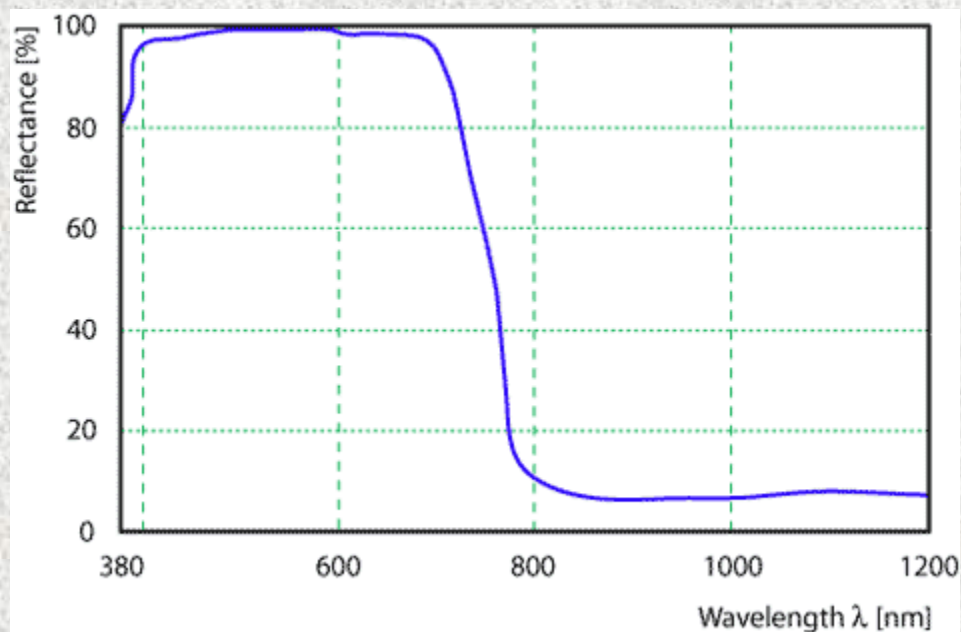
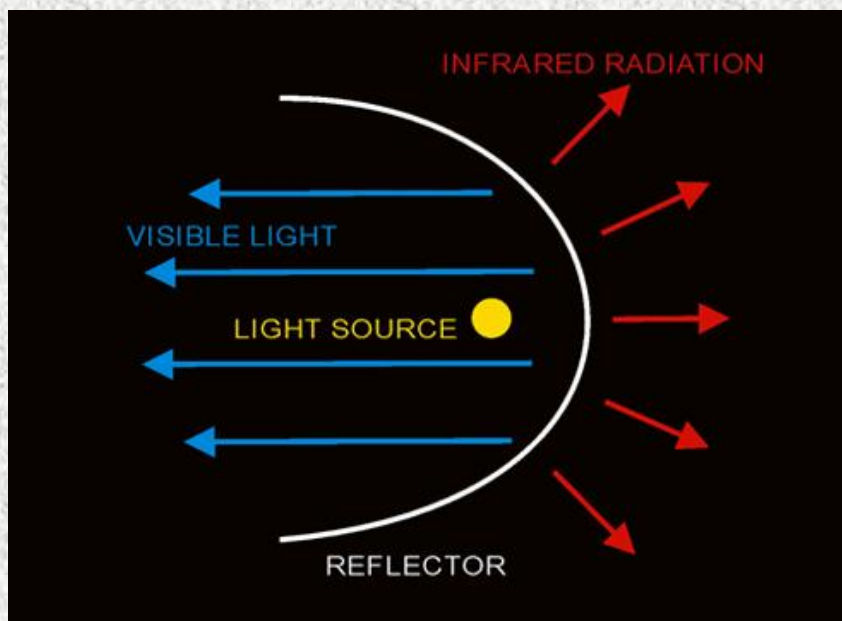


Filtry interferencyjne

- dielektryczny



Filtry cieplne i zimne lustra



zimne lustro

Filtry UV-IR

UV IR Block

