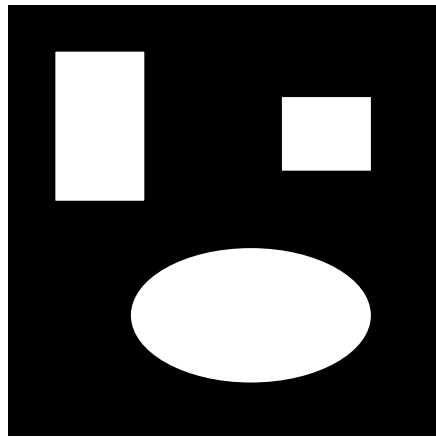


1100-4BW12, rok akademicki 2019/20

WSTĘP DO OPTYKI FOURIEROWSKIEJ

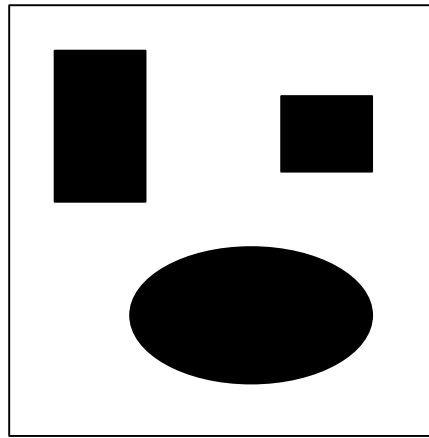
dr hab. Rafał Kasztelanic

Dyfrakcja – zasada Babineteta



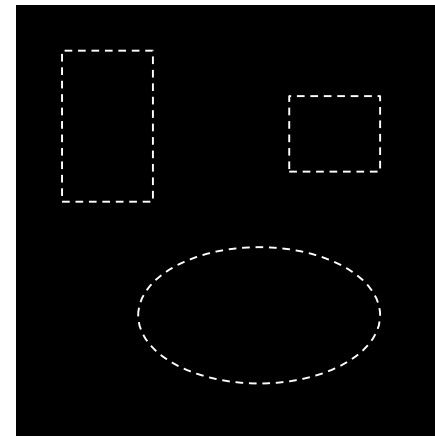
E_1

+



E_2

=



Ekrany

O

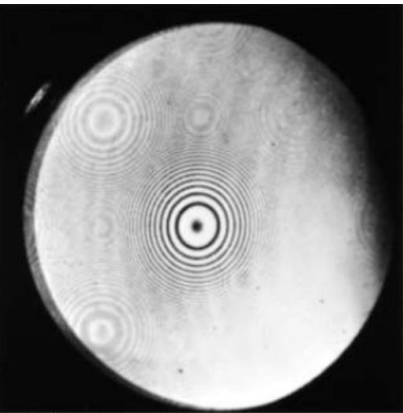
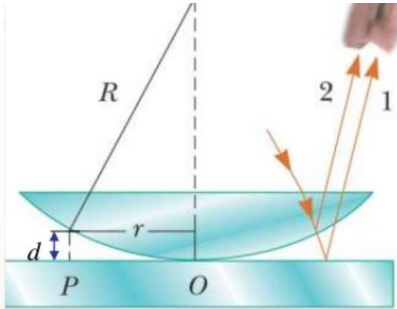
Pole na ekranie

$$E_1 + E_2 = 0 \quad \Rightarrow \quad E_1 = -E_2 \quad \text{To samo tylko w przeciw fazie}$$

Obraz dyfrakcyjny od dwóch nawzajem uzupełniających się ekranów jest taki sam

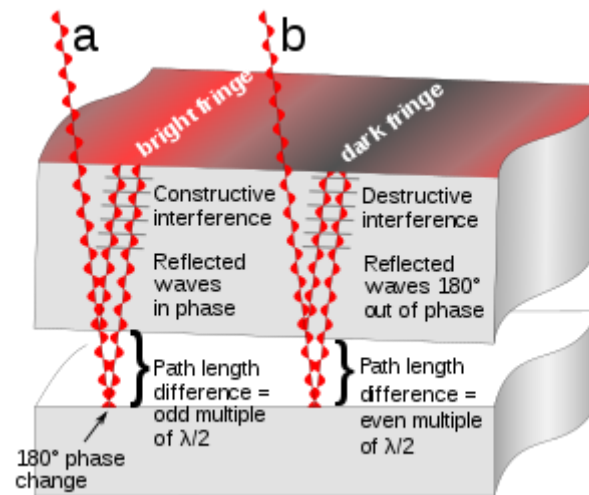
Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela

pierścienie Newtona



Czarny krążek w środku !

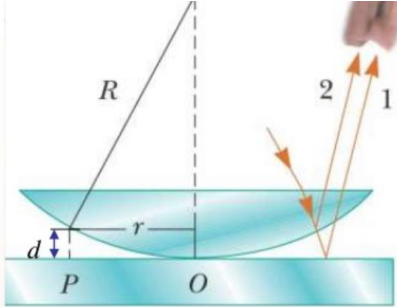
- Światło przy odbiciu zmienia swoją fazę o $\pi/2$ gdy odbija się od ośrodka o wyższym współczynniku załamania
- Przy odbiciu od ośrodka o niższym współczynniku załamania faza się nie zmienia
- Przy przejściu przez granicę między ośrodkami faza się nie zmienia



en.wikipedia.org/wiki/Newton%27s_rings

Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela

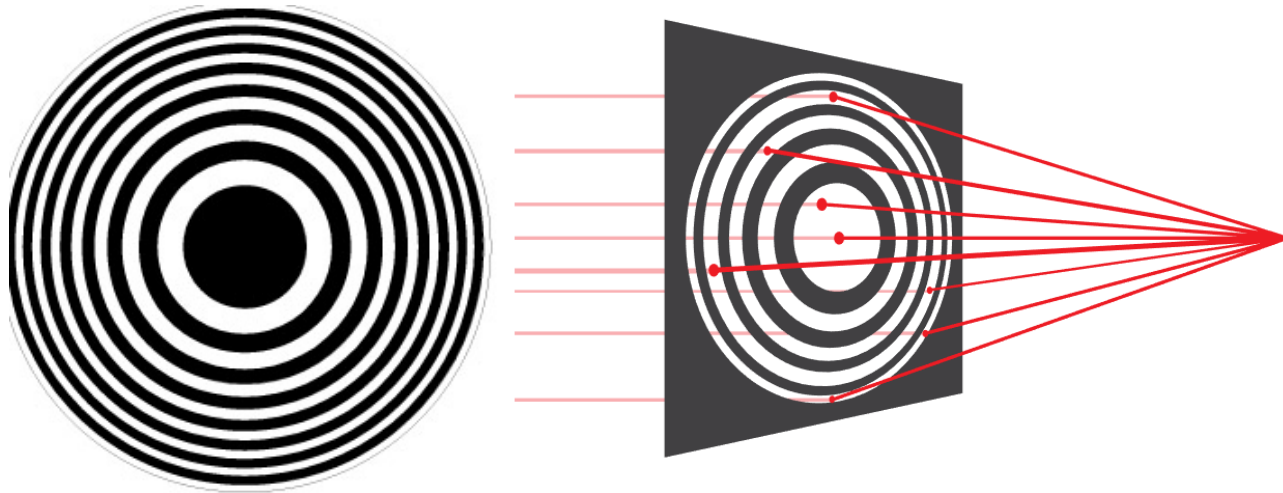
pierścienie Newtona



Soczewka Newtona

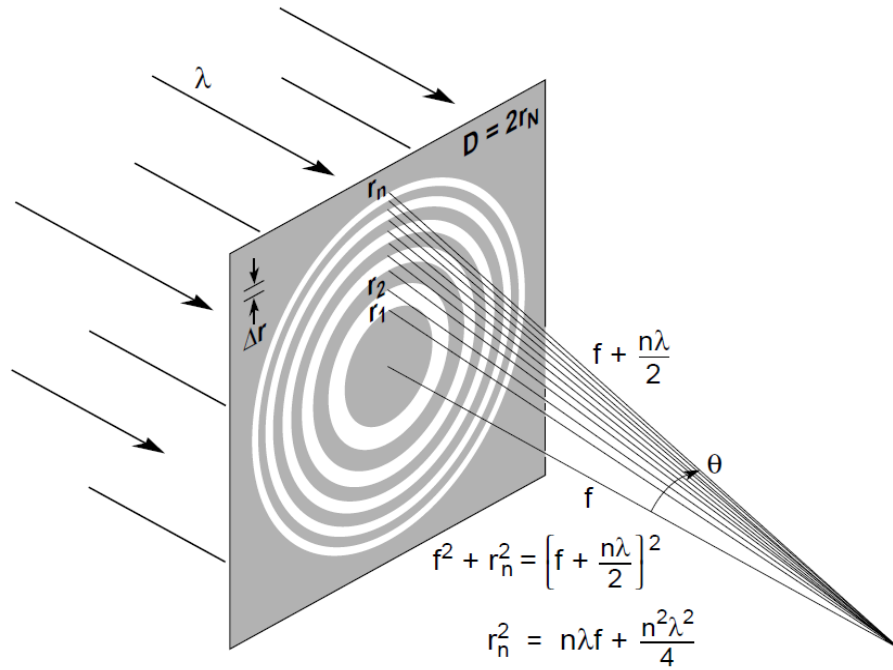
Obszar wewnątrz otworu (kołowy) mogę podzielić na strefy, z których droga optyczna do danego punktu ekranu różni się o wielokrotność połowy długości fali.

Płytki strefowa

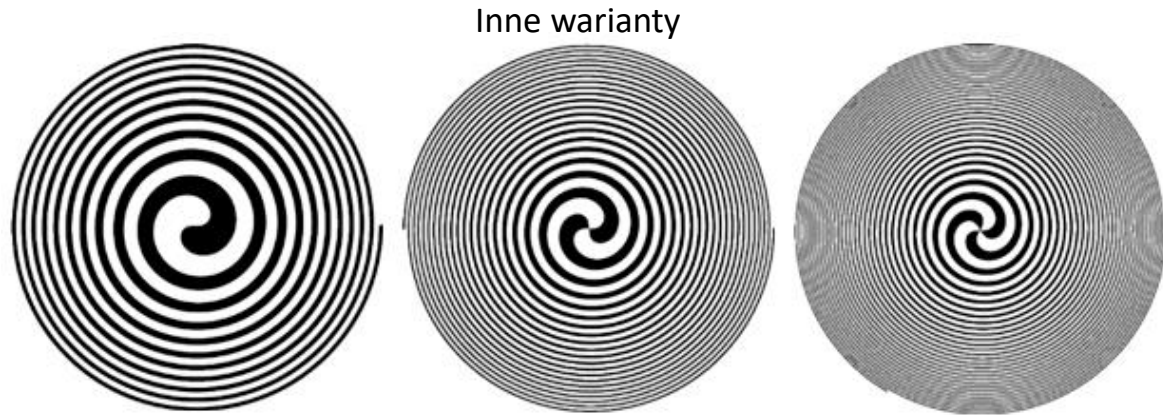
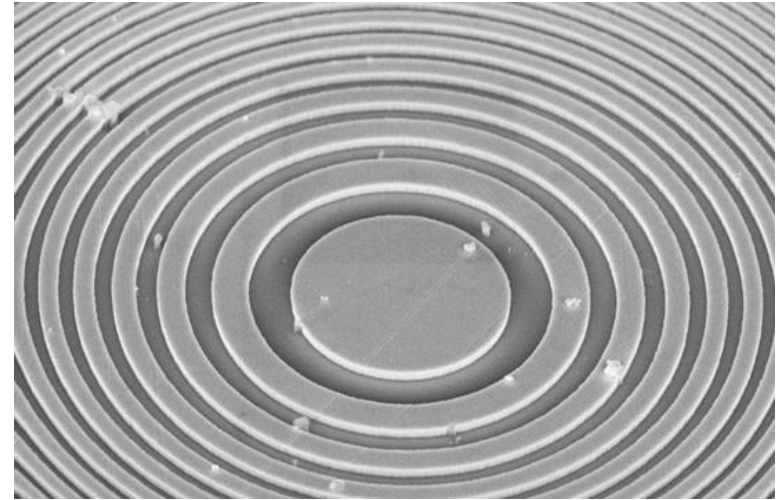


Mozemy taki element traktować jak siatkę dyfrakcyjną o tak lokalnie dobranym okresie aby ugięte promienie (1 rząd ugięcia) trafiały w ognisko.

Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela



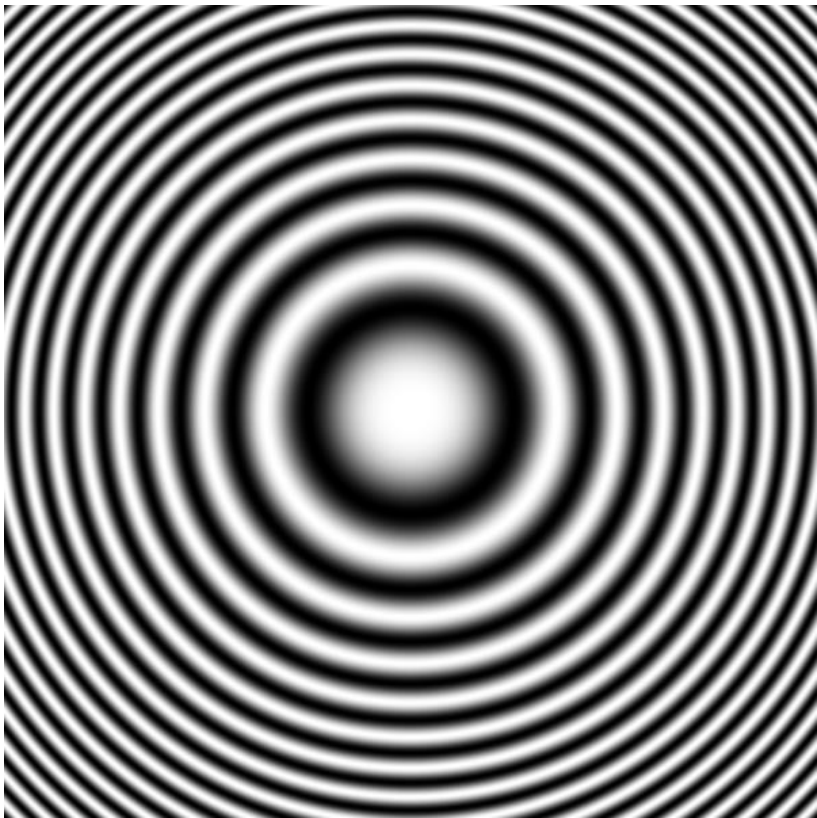
$$r_n = \sqrt{n\lambda f + \frac{n^2\lambda^2}{4}} \approx \sqrt{n\lambda f}$$



Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela

Soczewka Fresnela a płytka strefowa

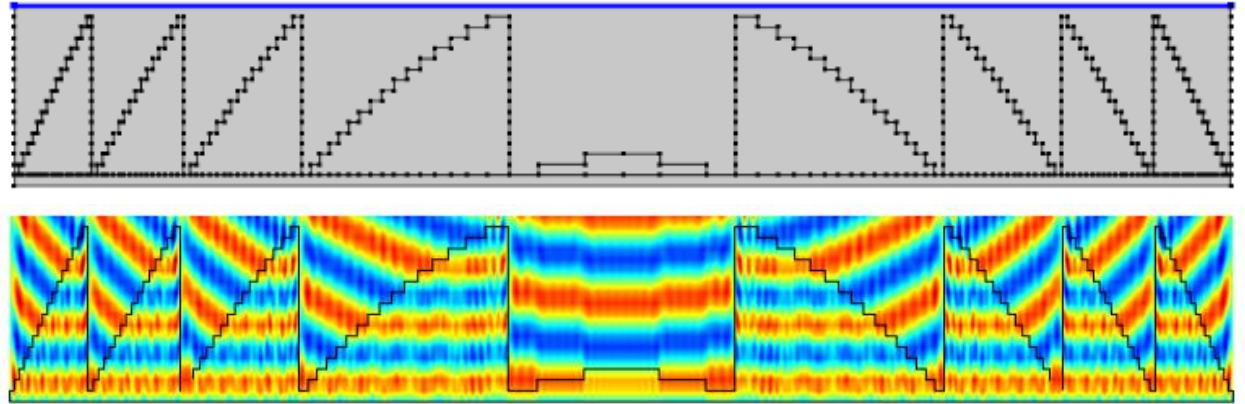
$$\frac{1 \pm \cos(kr^2)}{2}$$



$$\frac{1 \pm \operatorname{sgn}(\cos(kr^2))}{2}$$



Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela

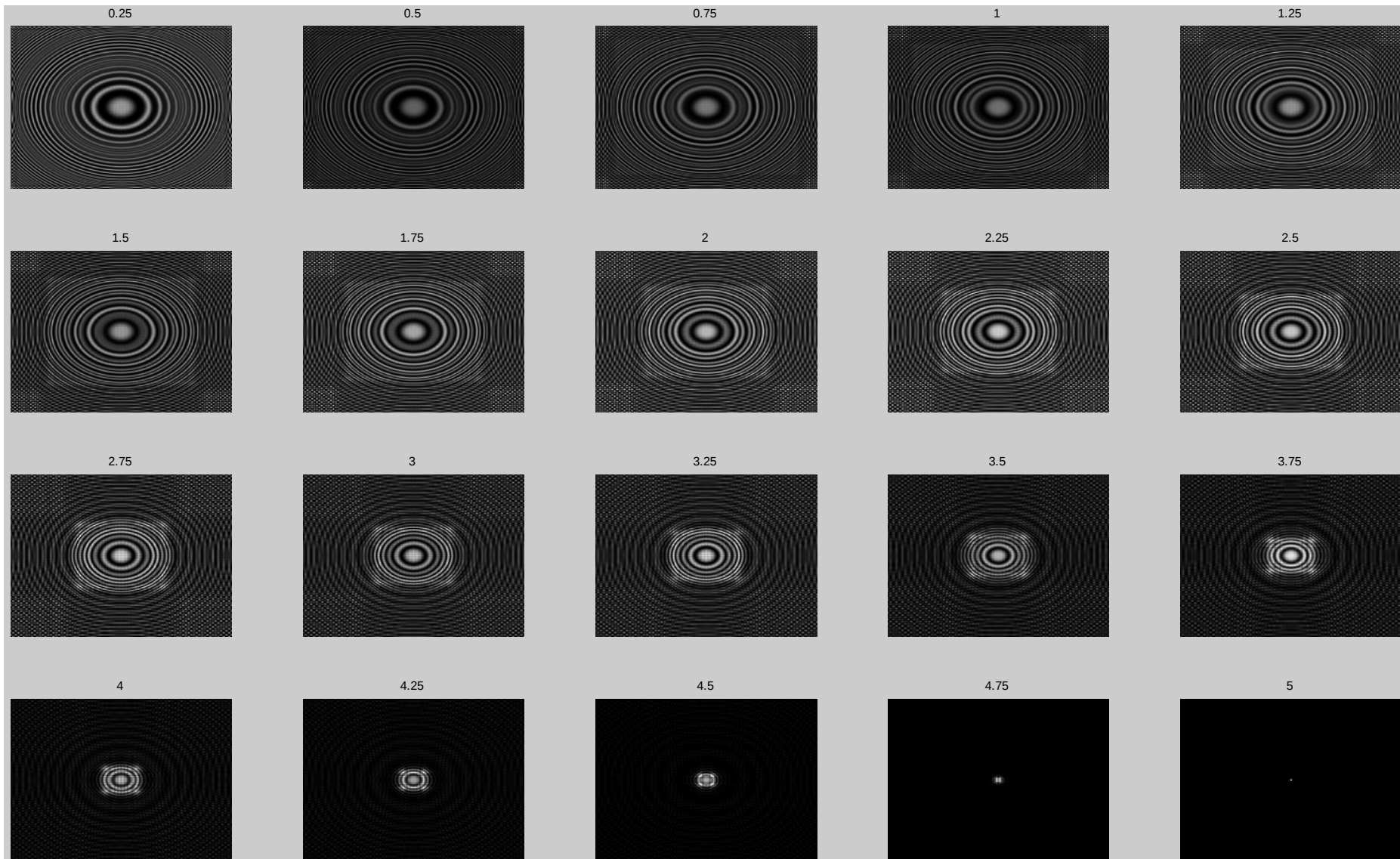


www.comsol.com/blogs/how-to-implement-the-fourier-transformation-from-computed-solutions/

Propagacja za soczewką Fouriera

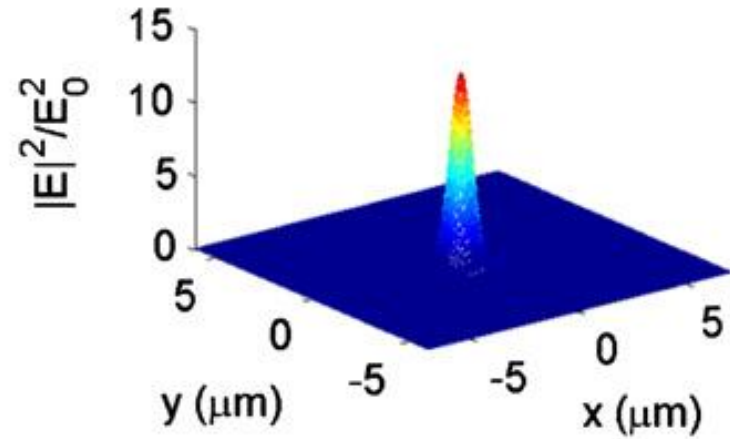
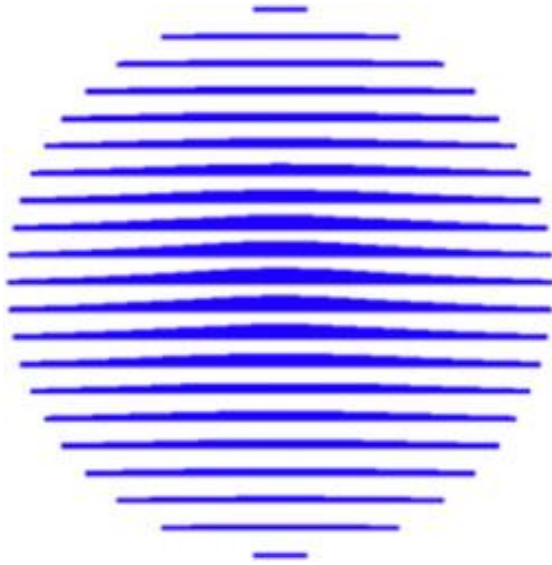


Elementy dyfrakcyjne – soczewka Fresnela

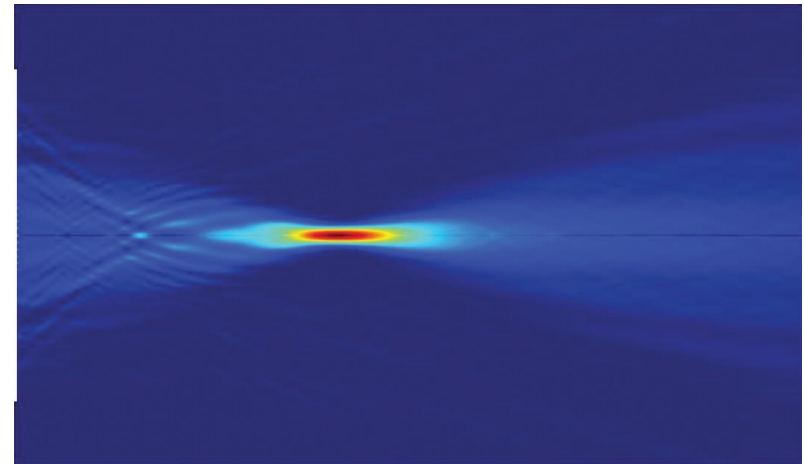
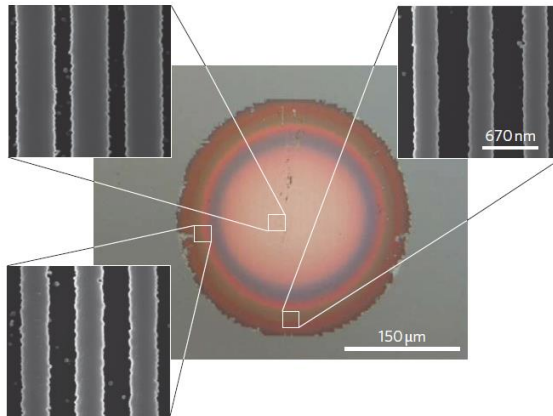


Elementy dyfrakcyjne

Soczewka dyfrakcyjna - zmiana okresu siatki (soczewka skupiająca)

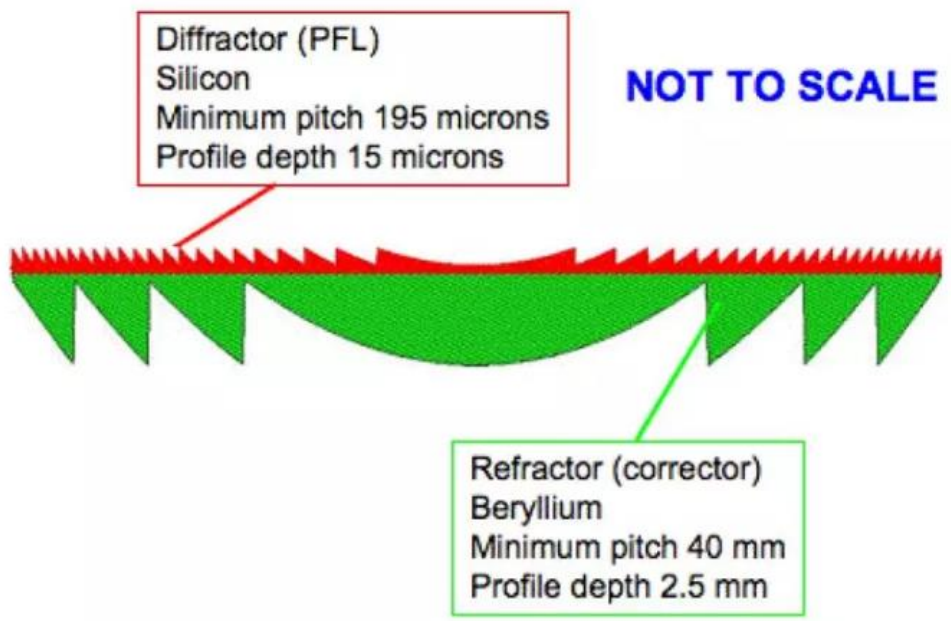


Zmieniająca się długość
i szerokość linii siatki

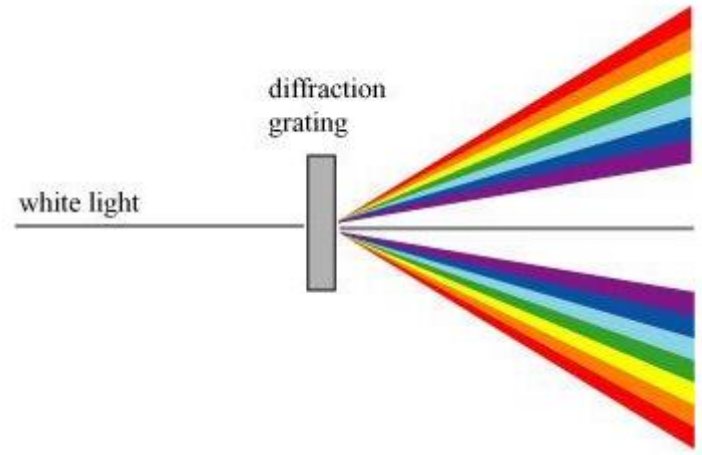
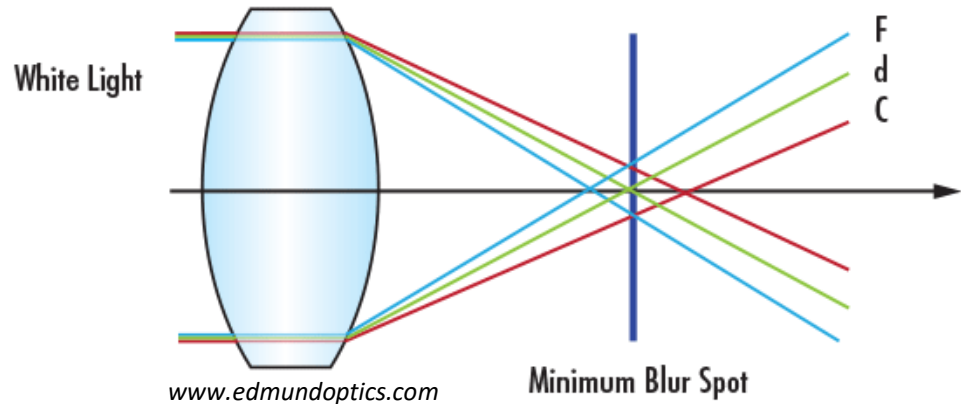
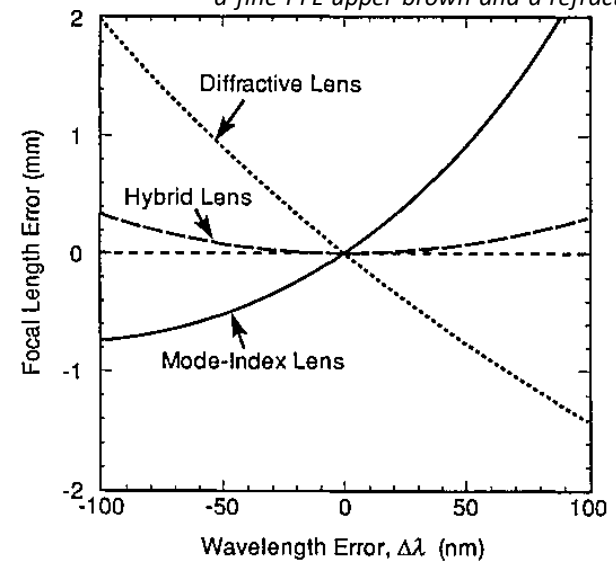


Elementy dyfrakcyjne – soczewka refrakcyjno-dyfrakcyjna

Korekcja aberracji chromatycznej



G, Skinner, at all, „A-diffractive-refractive-achromat-consists-of-a-fine-PFL-upper-brown-and-a-refractive,”

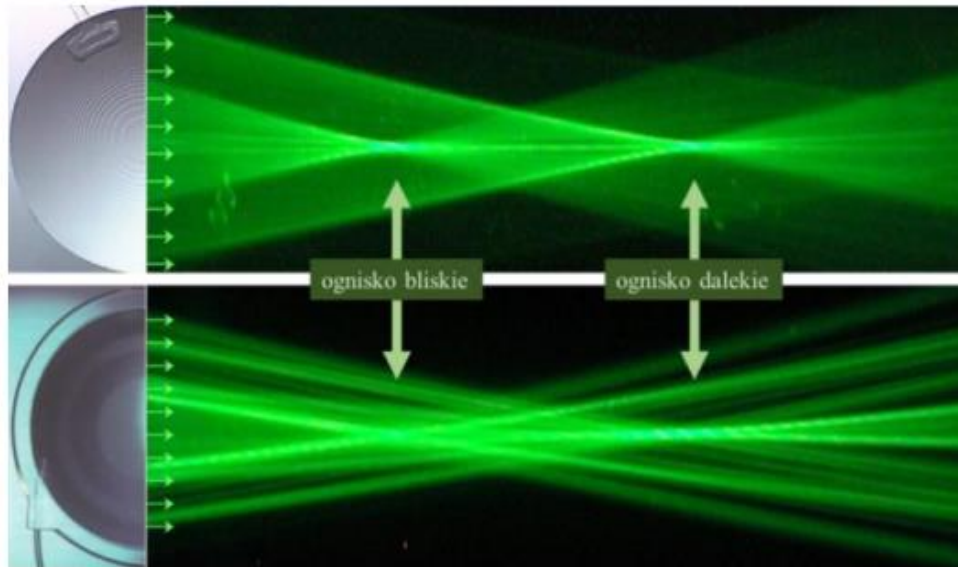


Elementy dyfrakcyjne – soczewka refrakcyjno-dyfrakcyjna

Soczewki wewnątrz gałkowe:

- sferyczne soczewki refrakcyjne jednoogniskowymi,
- strefowe dwuogniskowe i trójogniskowe soczewki refrakcyjne,
- dwuogniskowe soczewki hybrydowe refrakcyjno-dyfrakcyjne,
- apodyzowane hybrydowe soczewki refrakcyjne z asferycznym komponentem refrakcyjnym.

W hybrydowych soczewkach dwuogniskowych komponent refrakcyjny zapewnia ostre odwzorowanie przestrzeni przedmiotowej dalekiej, struktura dyfrakcyjna zapewnia ostre widzenie przedmiotów bliskich

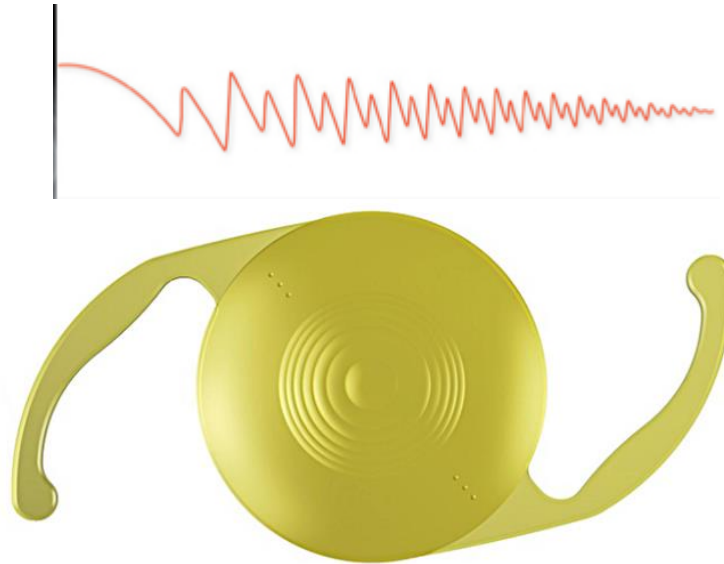


Rozprawa doktorska Macieja Sokołowskiego

Elementy dyfrakcyjne – soczewka refrakcyjno-dyfrakcyjna

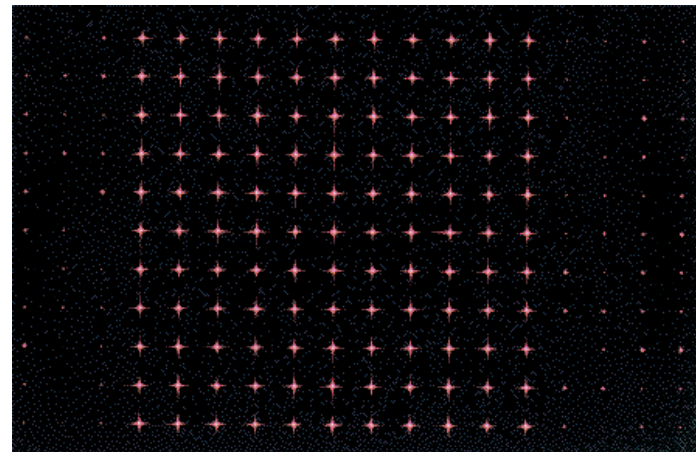
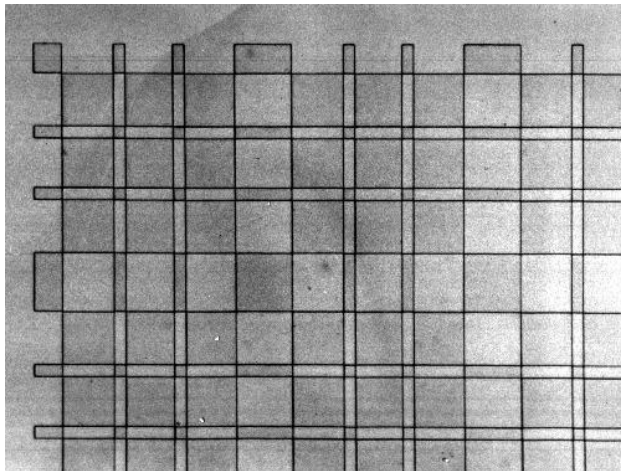
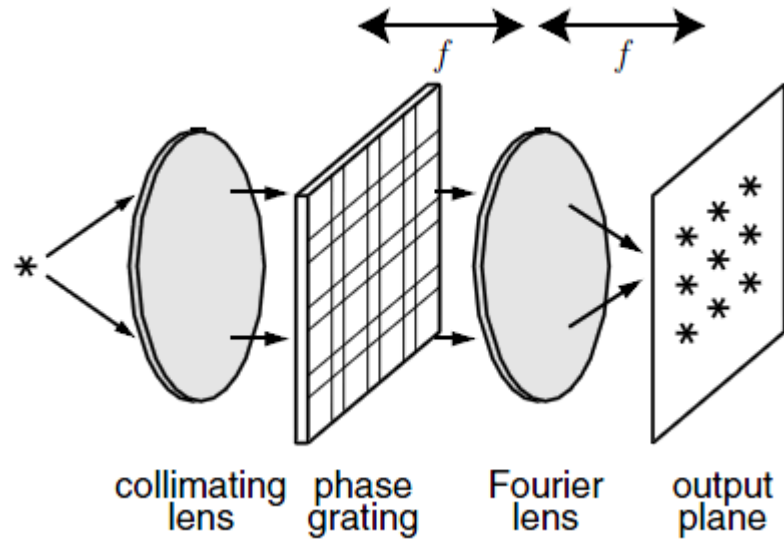
Apodyzacja - zmniejszającą się od centrum do peryferii soczewki wysokość pierścieni dyfrakcyjnych

Dystrybucja światła do bliży, odległości pośrednich i dali, jest uzależniona od rozmiaru źrenicy. Podczas dobrych warunków oświetleniowych wzmacniane jest widzenie bliskie i pośrednie podczas gdy w warunkach słabego oświetlenia, kiedy źrenica jest rozszerzona, więcej energii lokowane jest do widzenia dalekiego.



Elementy dyfrakcyjne – siatki Dammana

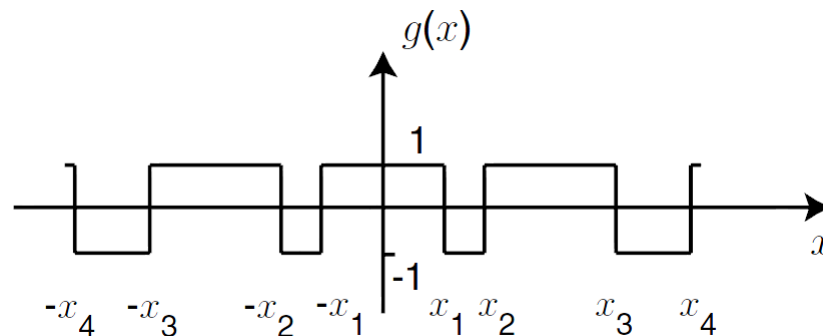
Podział wiązki (beam shaping)



Elementy dyfrakcyjne – siatki Dammana

Założenia:

- struktura siatki fazowej: symetryczna i powielana
- macierz punktów symetryczna
- macierz punktów periodyczna
- separacja wzdłuż osi X i Y



$$g(x) = \sum_{n=0}^N (-1)^n \operatorname{rect} \left(\frac{x - \frac{x_{n+1} + x_n}{2}}{x_{n+1} + x_n} \right) \quad 0 \leq x \leq 0.5$$

gdzie: x_n ($n = 1, \dots, N$) oznaczają punkty zmiany transmitancji siatki

Jak znaleźć x_m ? NIE ISTNIEJE ANALITYCZNE ROZWIĄZANIE !

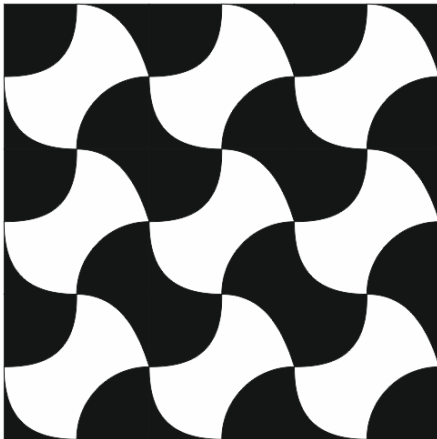
Elementy dyfrakcyjne – siatki Dammana

Znajdowanie x_m - metody iteracyjne:

- Gradientowe,
- Symulowane wyżarzanie,
- Algorytmy genetyczne,
- IFTA.

Uogólnienia siatek Dammana (pozwalają na dowolne rozmieszczenie punktów):

Periodyczność zadanego kształtu

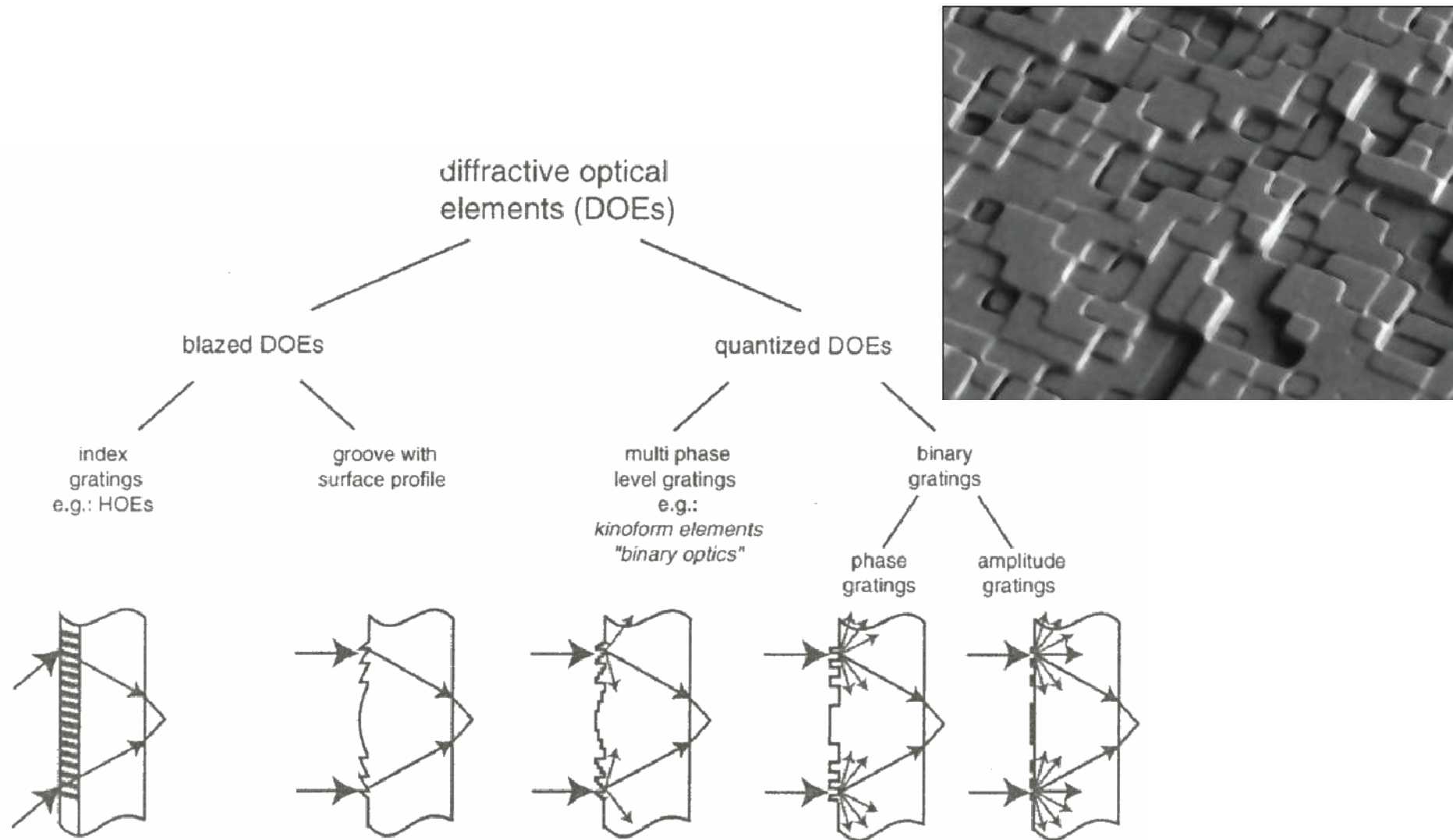


siatki szaroodcieniowe



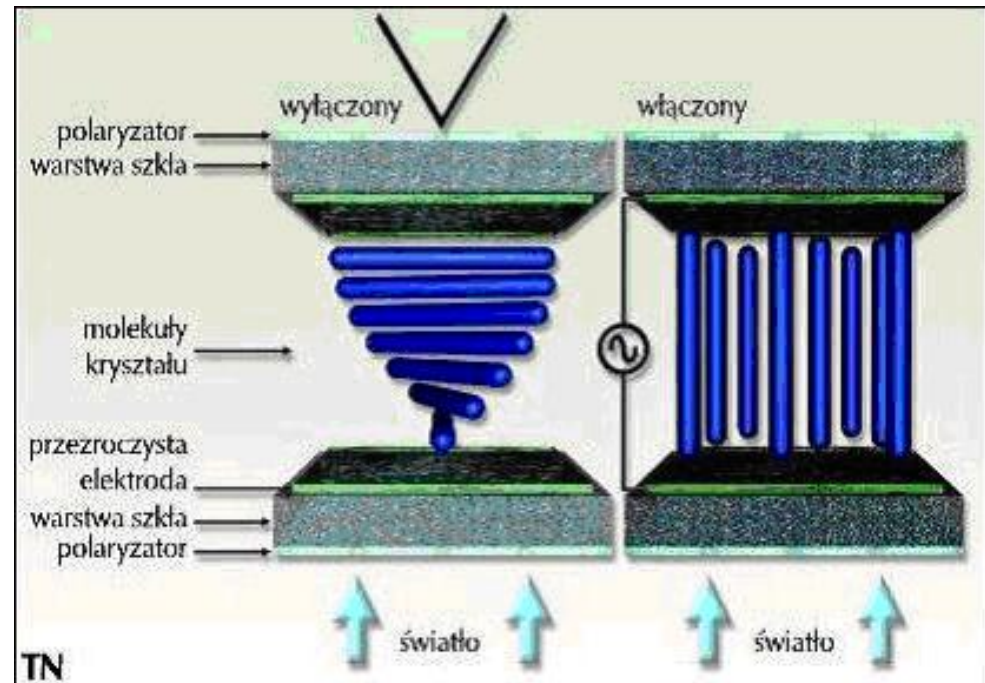
Elementy dyfrakcyjne – DOE

Dyfrakcyjne elementy optyczne (DOE – Diffractive Optical Element)



Elementy dyfrakcyjne – DOE

Przestrzenny modulator światła – SLM (spatial light modulator)



Elementy dyfrakcyjne

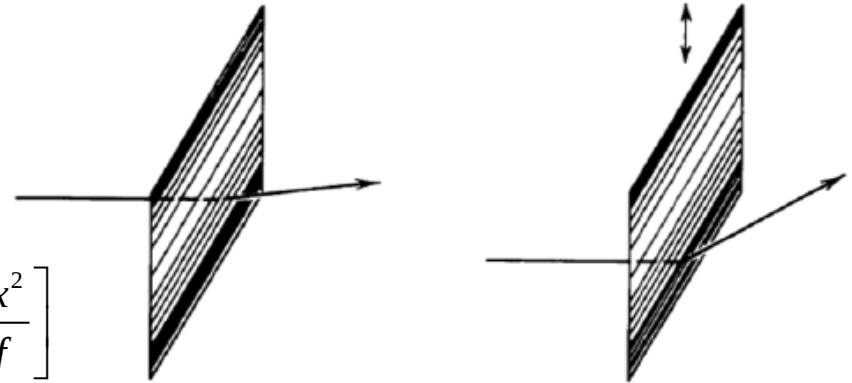
Siatki dyfrakcyjne o zmiennym okresie

- Siatka o liniowo zmiennym okresie, warunek wolna zmiana w porównaniu ze stałą siatki:

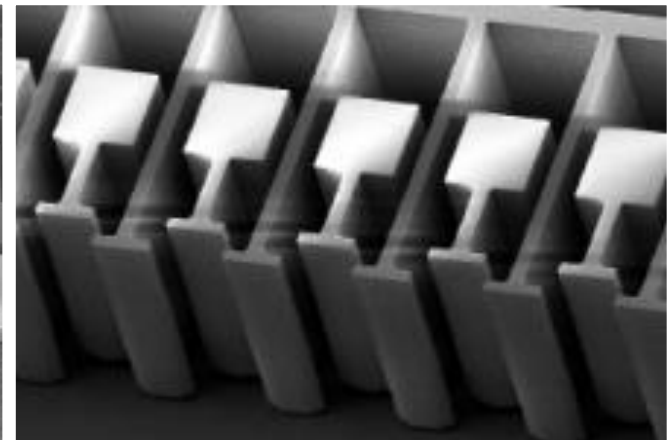
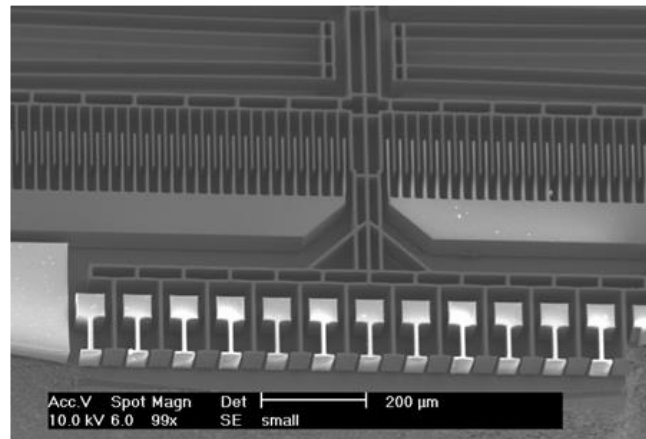
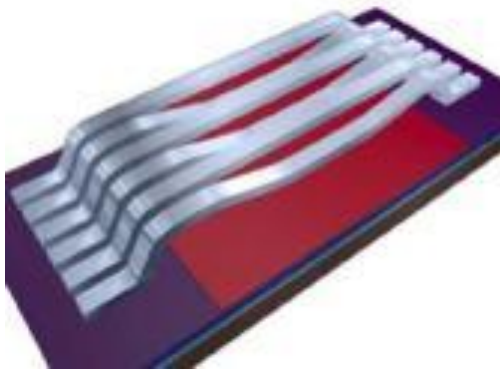
Działa jak soczewka o aberracji chromatycznej

Dla wiązki monochromatycznej może być wykorzystana do odchyłania wiązki:

$$f(x) = \exp\left[\frac{i\pi x^2}{\lambda f}\right]$$

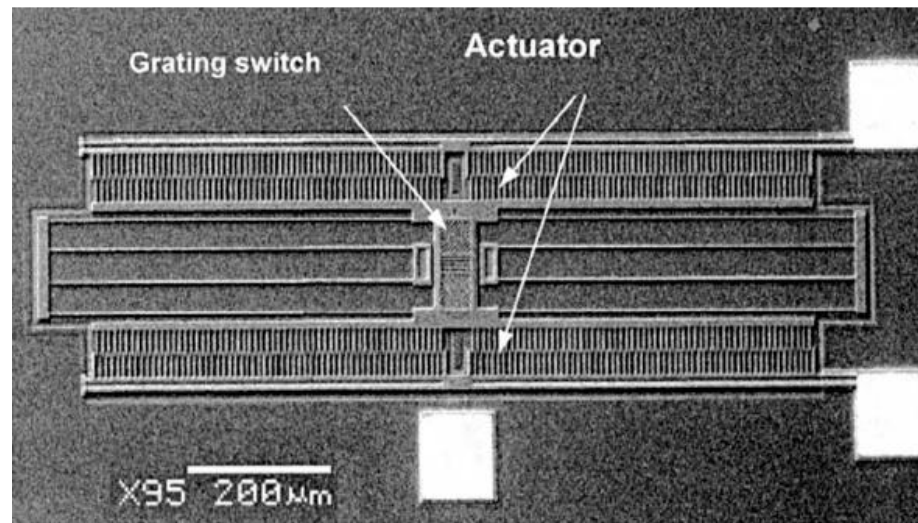
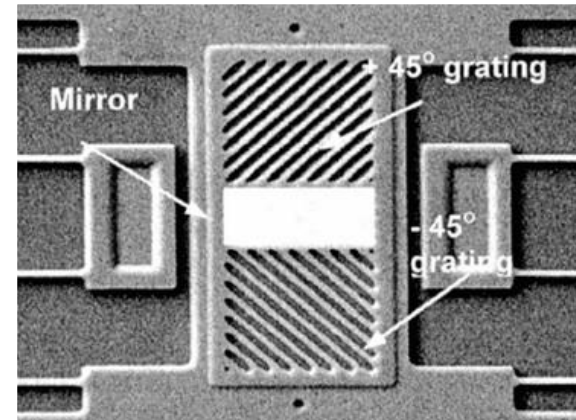
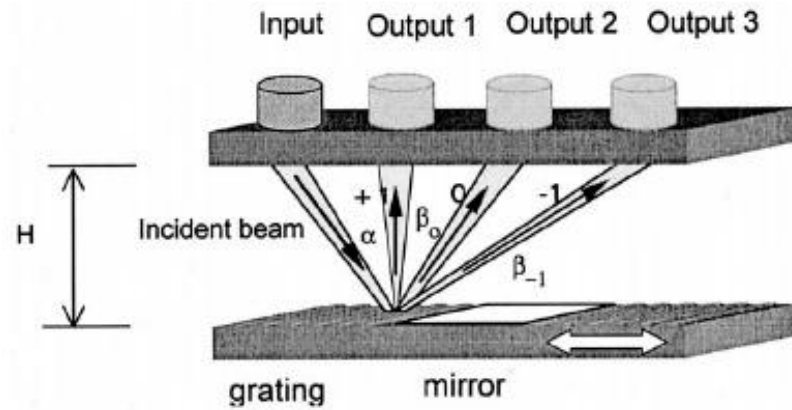


Siatka a regulowanym okresie:



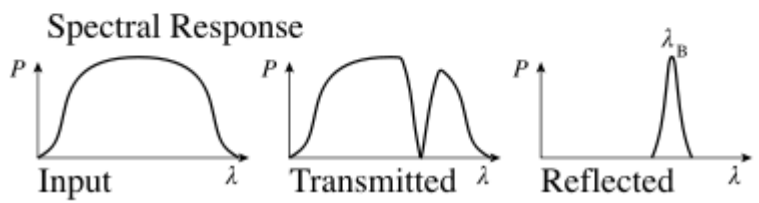
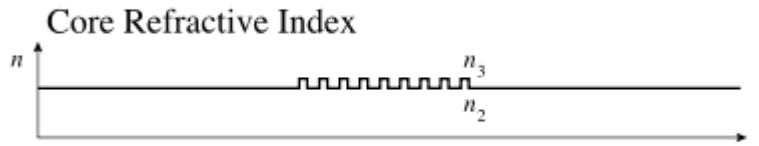
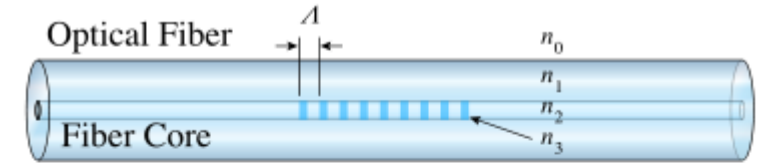
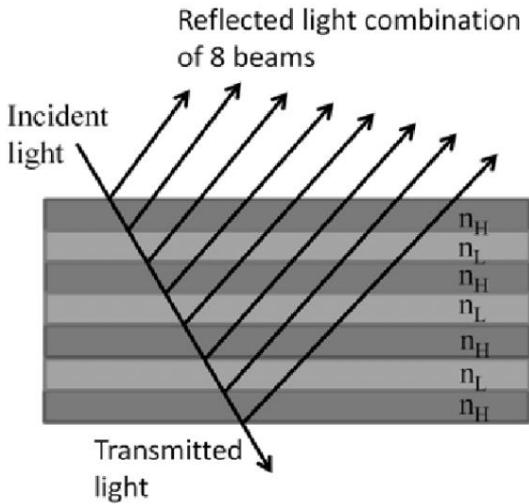
Elementy dyfrakcyjne

Siatki dyfrakcyjne jako przełączniki

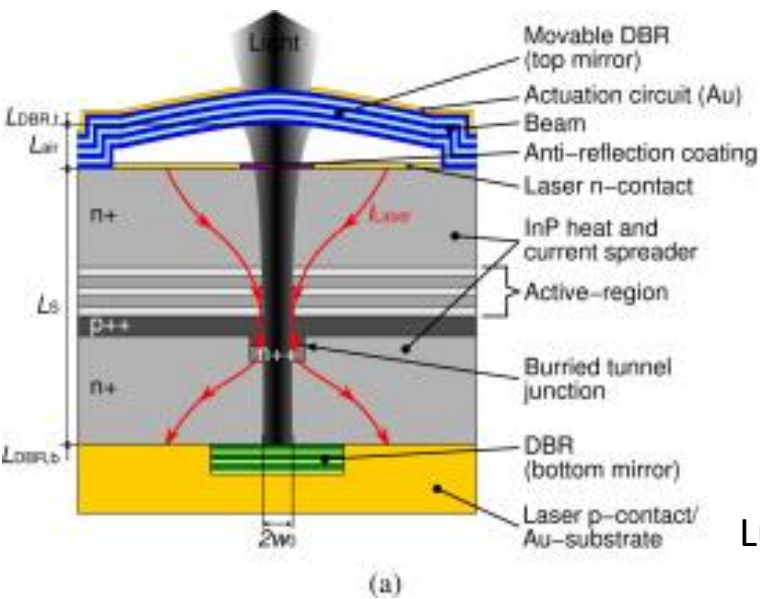


Elementy dyfrakcyjne - DBR

Rozproszony reflektor Bragga – DBR (*Distributed Bragg reflector*)



en.wikipedia.org/wiki/Fiber_Bragg_grating



Lustro DBR na membranie (przestrzajanie)

Elementy dyfrakcyjne – inne zastosowania

Metoda korekty OPC (*Optical Proximity Correction*)

