

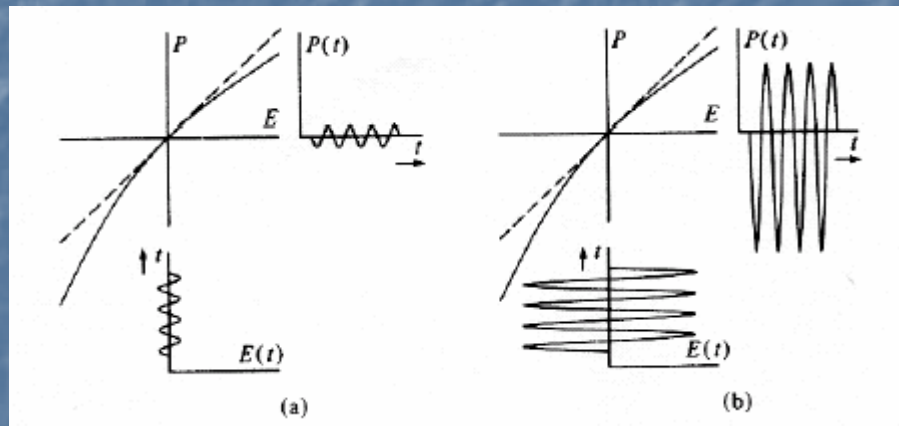
Periodinēs dielektrinēs struktūros

Skirmantas Ališauskas
M1 kursas

Netiesinė optika I

Bangų sklidimą medžiagoje aprašo Maksvelo lygtys.

Kai į medžiagą krintančios šviesos bangos elektrinio lauko stipris prilygsta vidiniam atomo laukui pasireiškia netiesiniai reiškiniai, t.y. pasireiškia netiesinė optinių medžiagos savybių priklausomybė nuo lauko stiprio E .



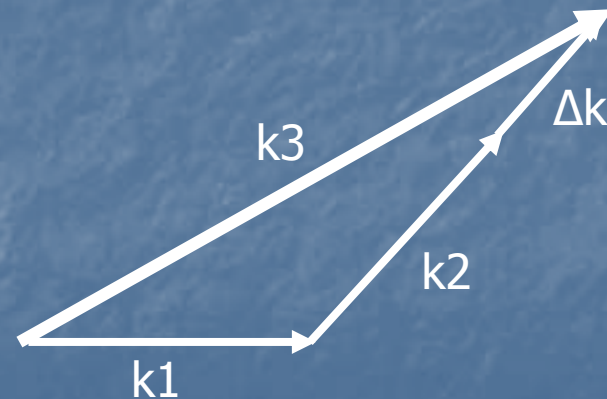
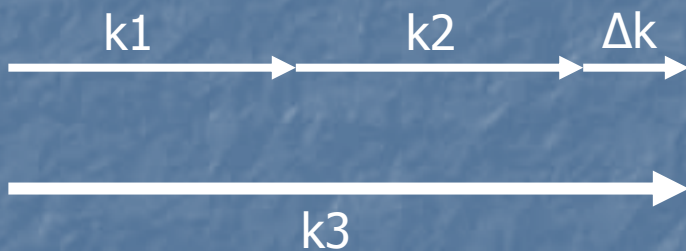
$$\begin{aligned}\vec{P} &= \chi^{(1)} \vec{E} + \chi^{(2)} \vec{E}^2 + \chi^{(3)} \vec{E}^{(3)} + \dots = \\ &= \vec{P}^t + \vec{P}^{kv} + \vec{P}^{kub} + \dots\end{aligned}$$

Dėka netiesinių narių galima naujų dažnių generacija.

Netiesinė optika II

Kai yra $\vec{P}^{(kv)}$, tai gali sąveikauti trijų dažnių bangos, t.y. $\omega_1 \pm \omega_2 = \omega_3$.

Kad tai vyktų efektyviai turi būti tenkinama **fazinio sinchronizmo sąlyga**: $\Delta \mathbf{k} = \mathbf{k}_3 - (\mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2) = 0$.



$$k(\omega) = \frac{n(\omega)\omega}{c}$$

Problema:

Kaip efektyviai keisti spinduliuotės dažnį (kokie galimi būdai tenkinti fazinio sinchronizmo sąlyga)?

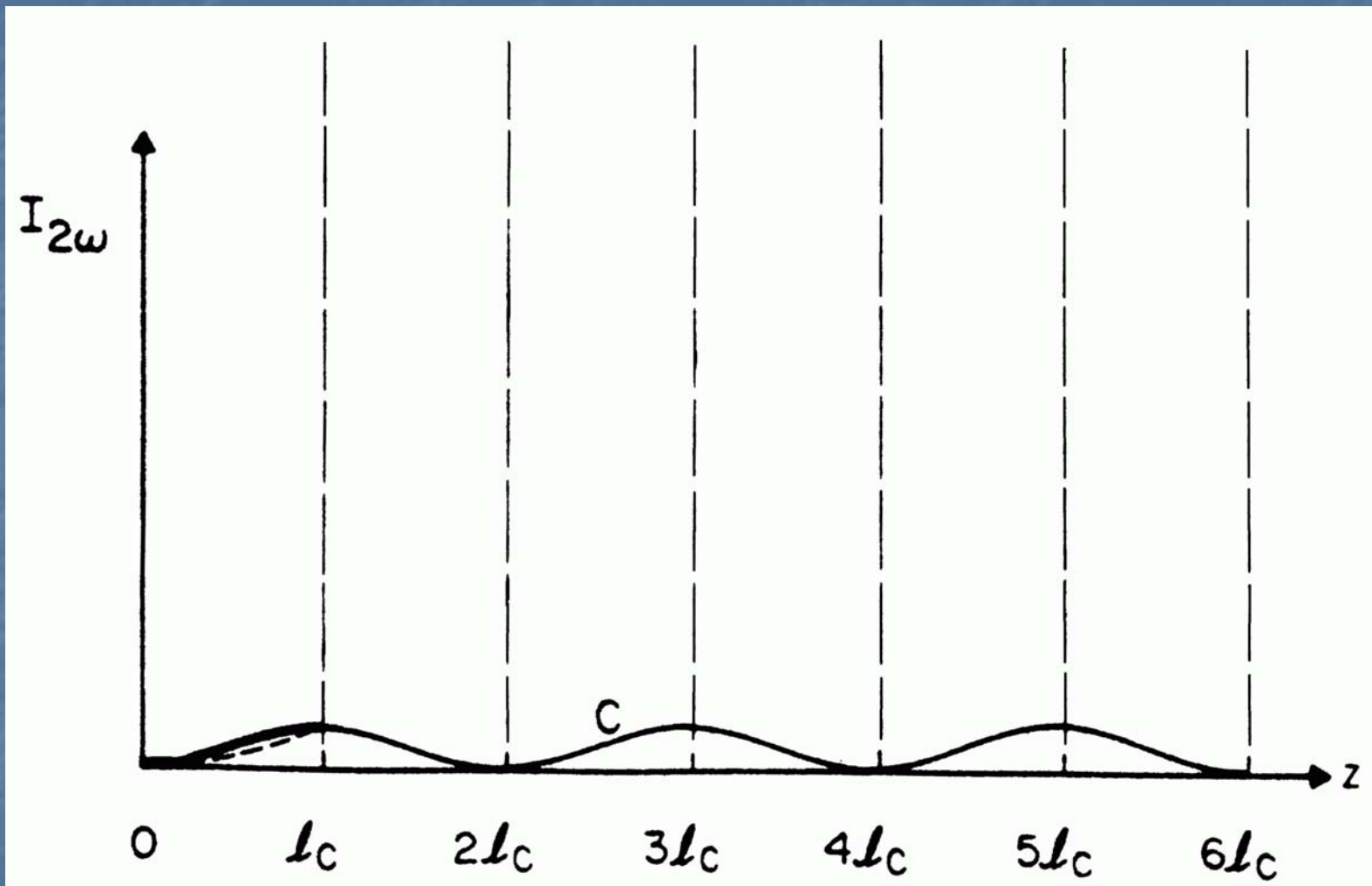
Galimi būdai:

- 1) anomalios dispersijos panaudojimas;
- 2) anizotropijos panaudojimas dvigubą lūžį turinčiuose kristaluose;
- 3) kvazisinchroninė sąveika periodiškai orientuotuose dielektrikuose (kristalai).

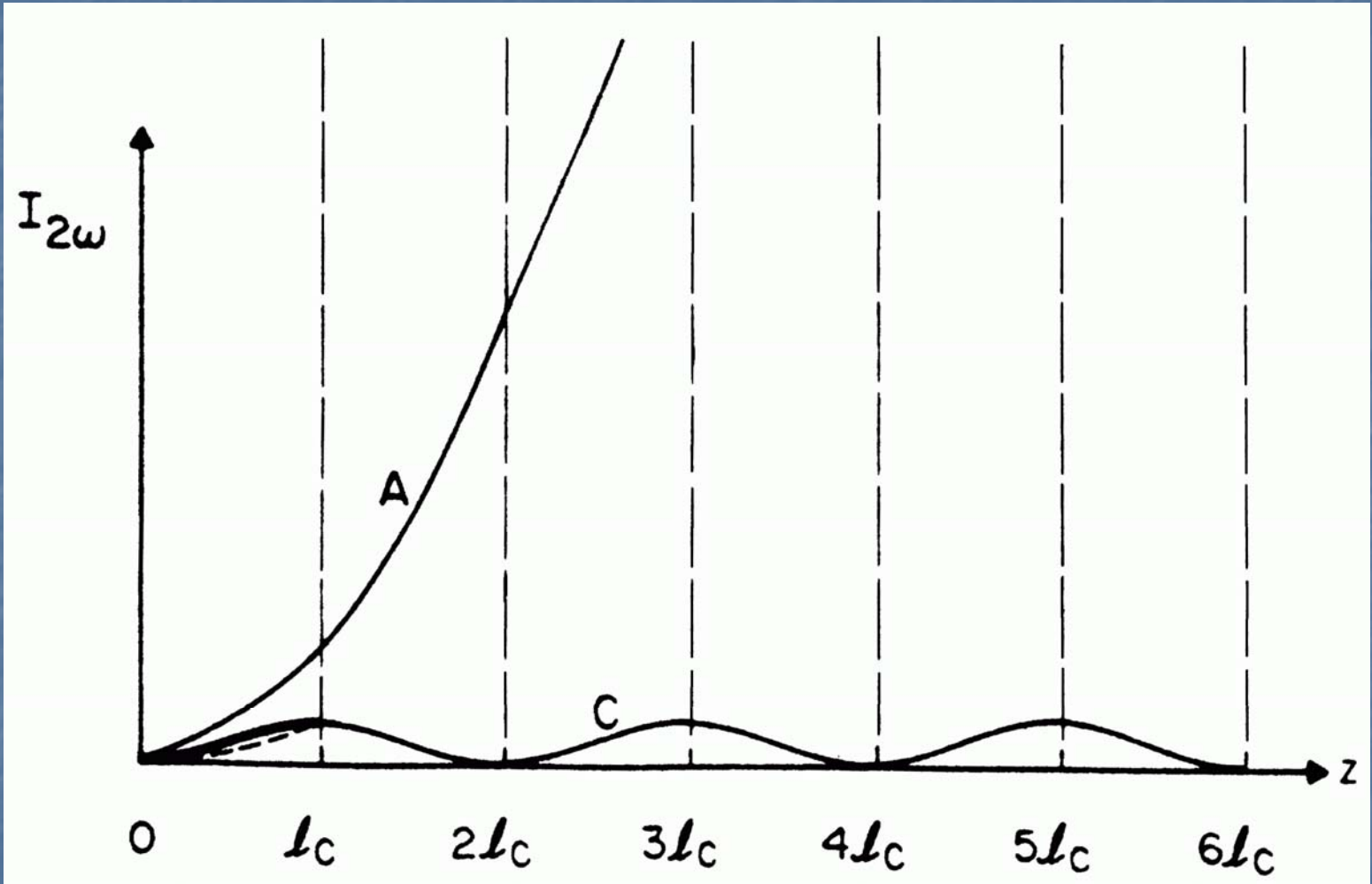
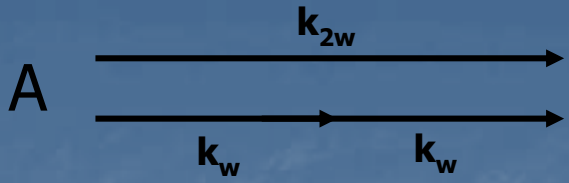
Jei fazinio sinchronizmo sąlyga yra nepatenkinta, iš pradžių energija tekės iš kaupinimo bangos į signalinę, tačiau nepastoviai. Šio energijos srauto ženklas priklauso nuo sąveikaujančių bangų fazių skirtumo, o dėl dispersijos visos šios bangos sklinda medžiagoje skirtingais faziniais greičiais. Taigi, bangoms prabėgus tam tikrą atstumą, fazių skirtumas tarp bangų pasidarys toks, kad energijos srauto ženklas pasikeis į priešingą. Tas atstumas vadinamas koherentiškumo ilgiu. Bet jei netiesiškumo koeficiento ženklas pasikeičia kas koherentiškumo ilgį l_c , tai sąveika vyksta toliau ir energija toliau tekės iš kaupinimo bangos į signalinę.

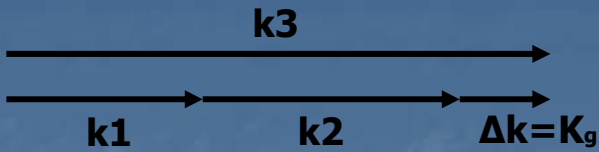
Jei netiesiškumo koeficiento inversija atliekama, kas $n l_c$, tai yra sakoma, kad KFS eilė yra n . Efektyviausias yra pirmos eilės KFS.

Kvazifazinis sinchronizmas

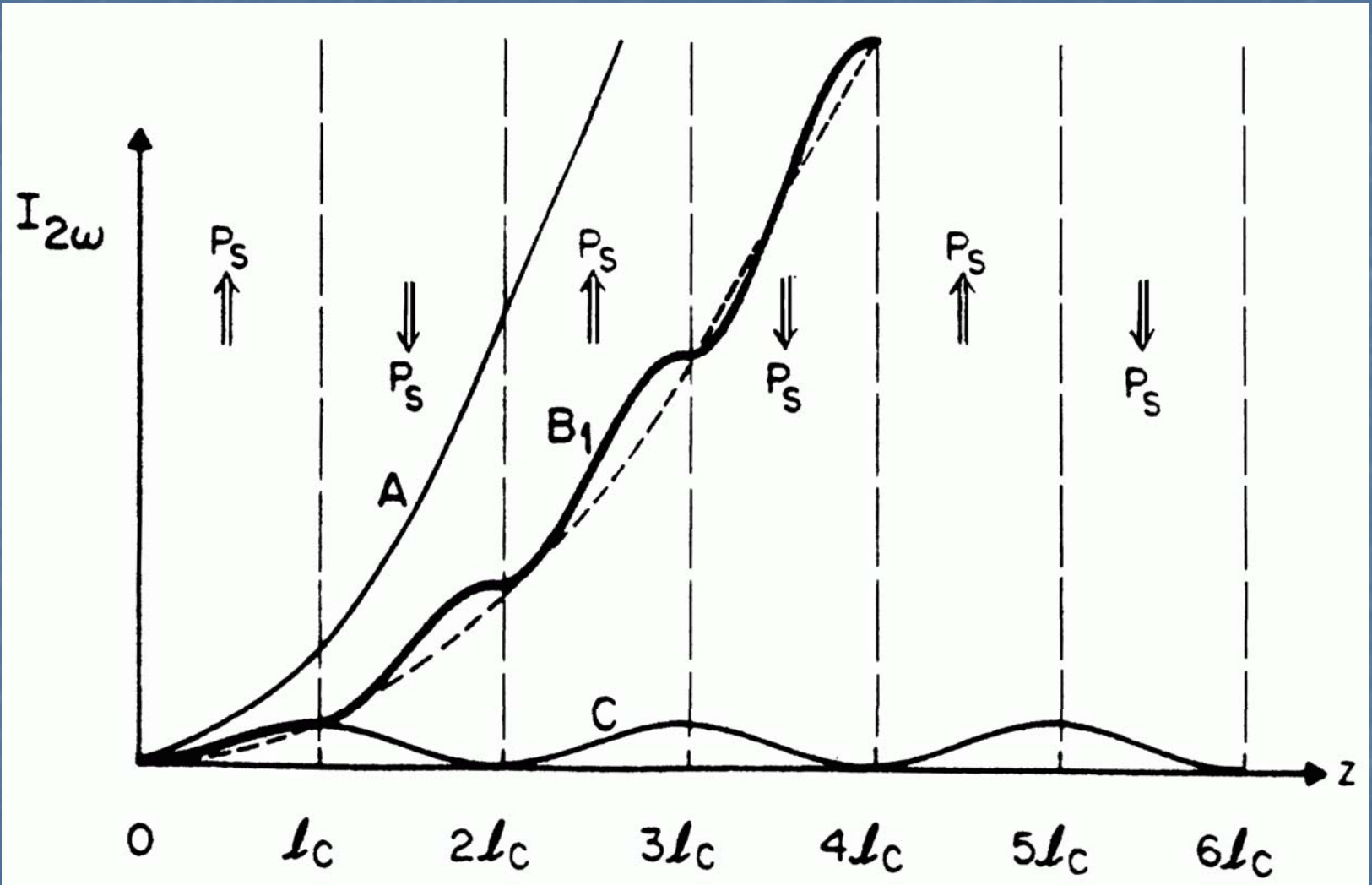


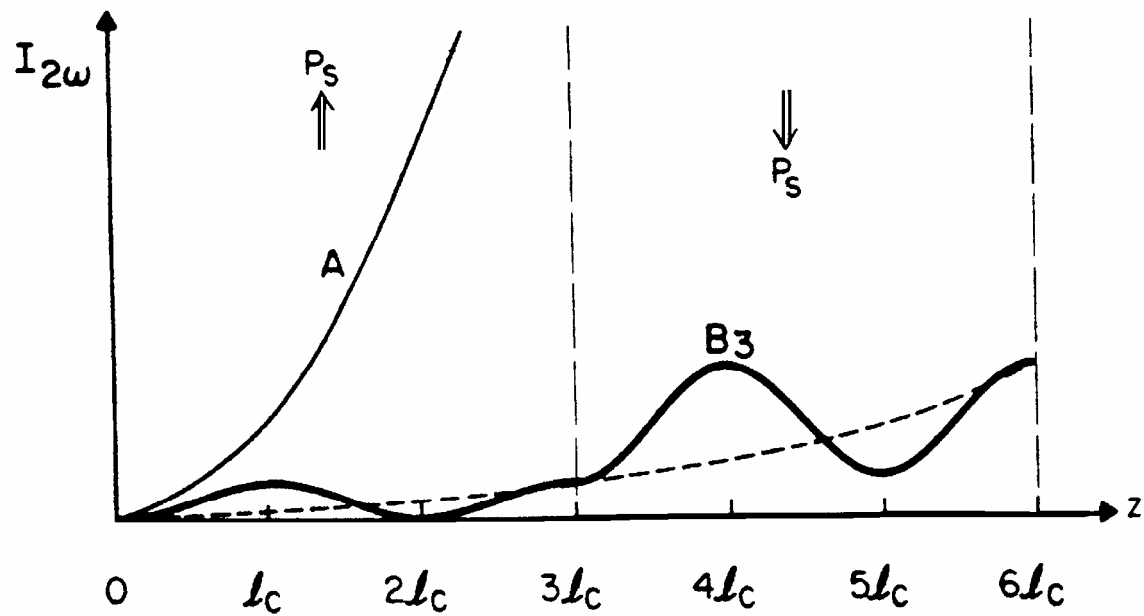
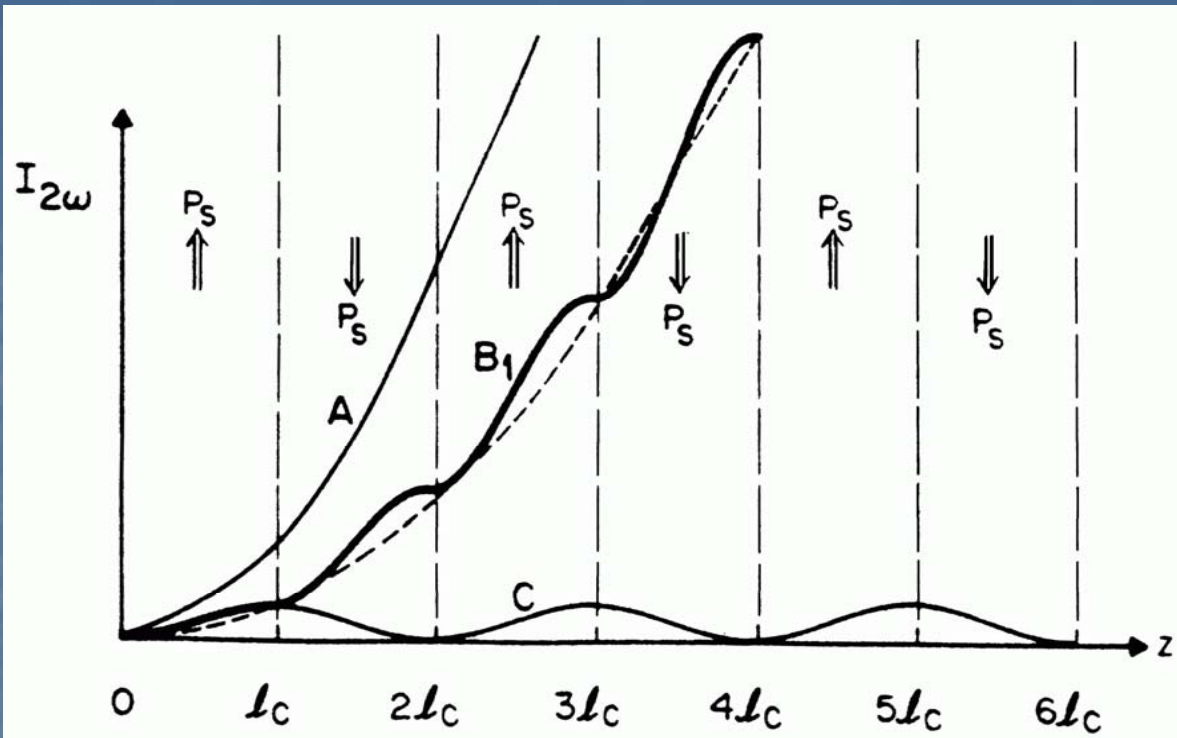
$l_c = \pi / \Delta k$ – koherentinis ilgis



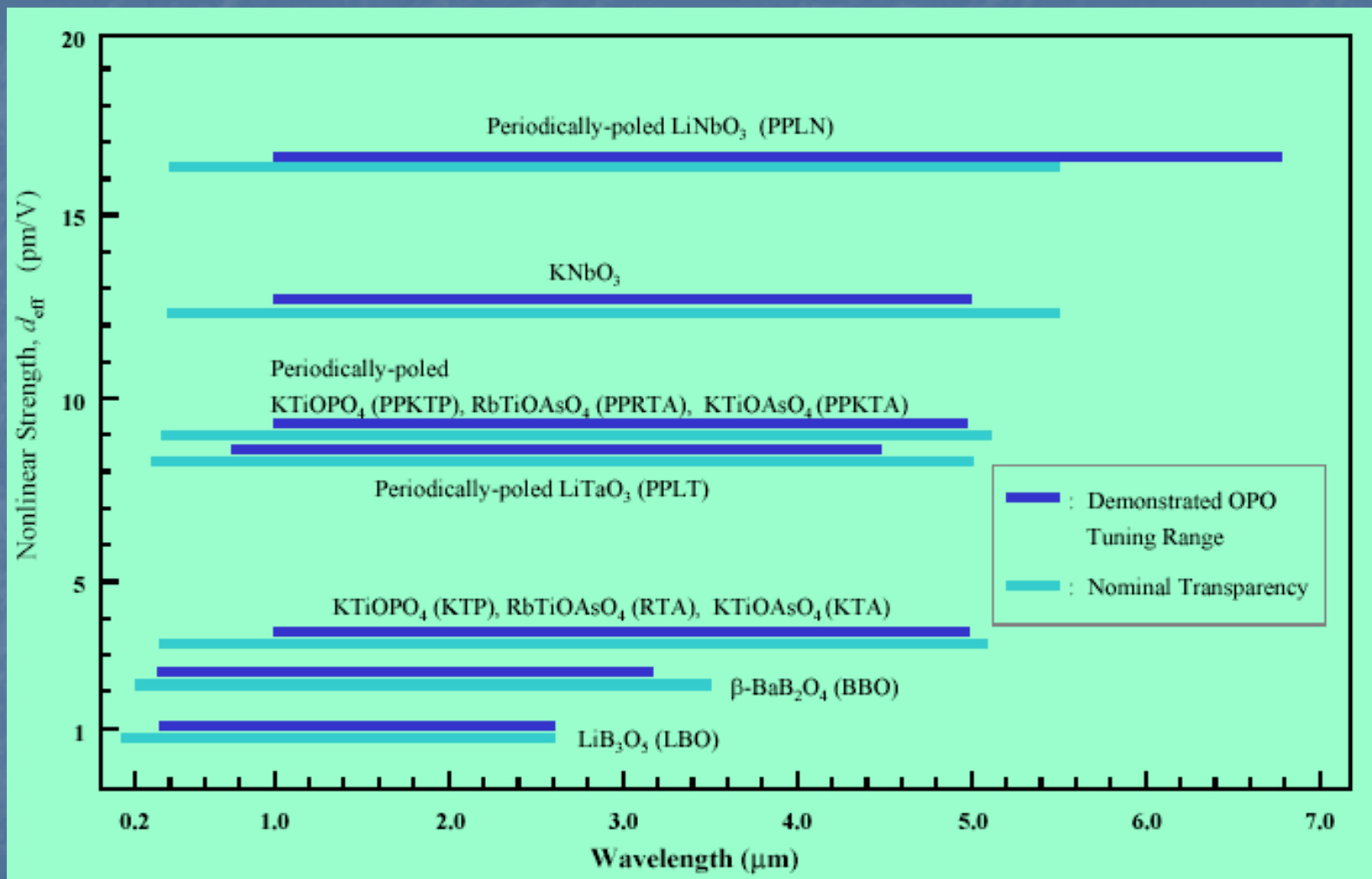


$$\Delta k = k_3 - (k_2 + k_1 + 2\pi/\Lambda) = 0$$



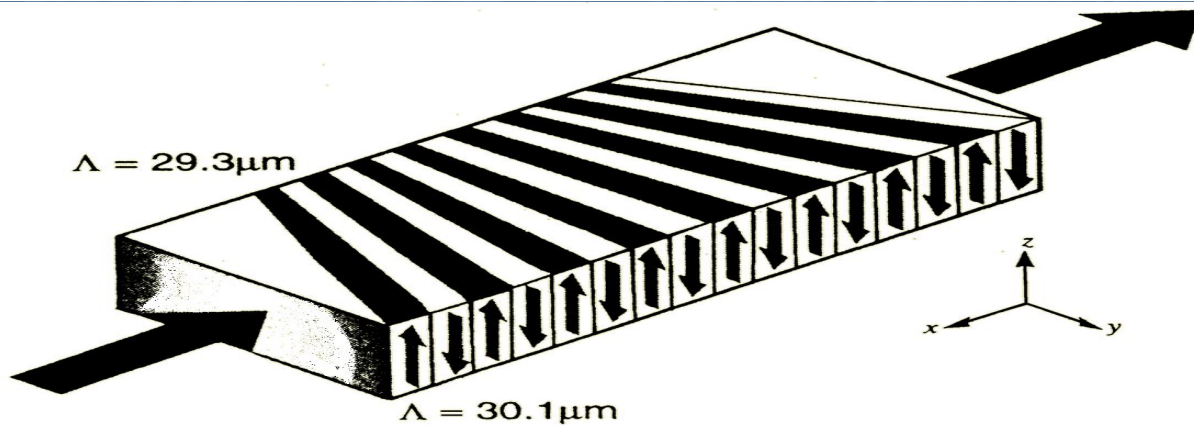
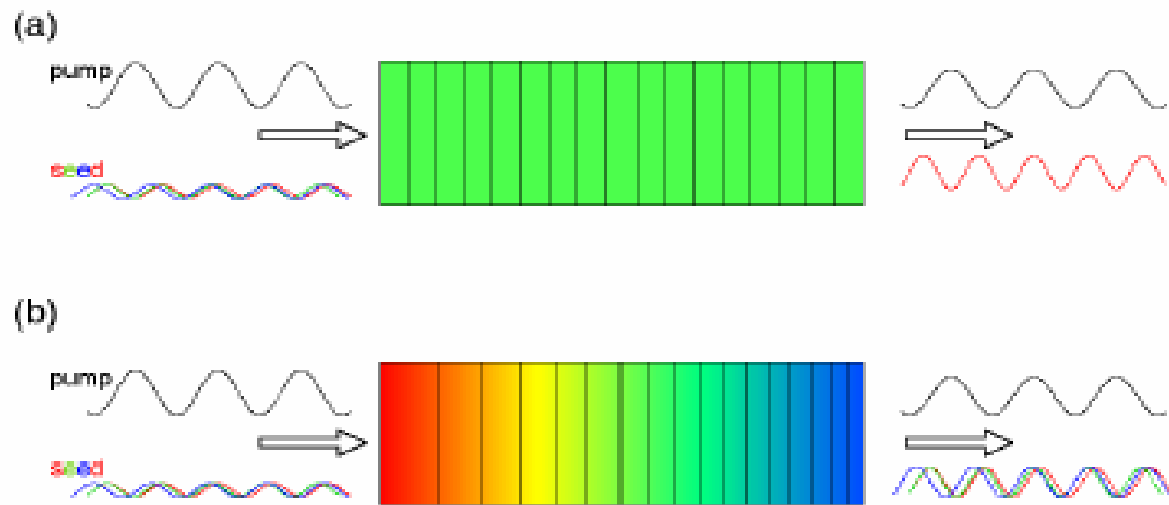


Efektyvumas



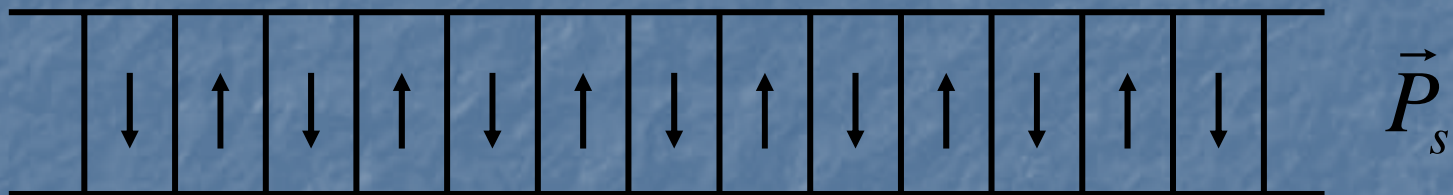
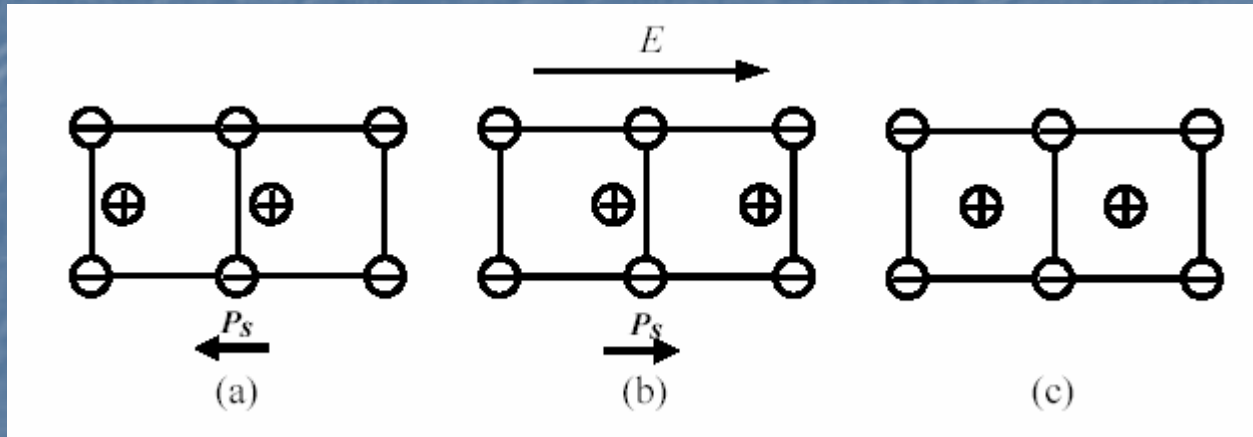
Keitimo efektyvumas proporcingas d_{ef} kvadratui.

Taikymai



Feroelektrikai

Feroelektrikai - tai kristalai turintys domeningą struktūrą ir kurie poliarizuojasi tam tikrame temperatūrų intervale be išorinio lauko.



Gamyba I

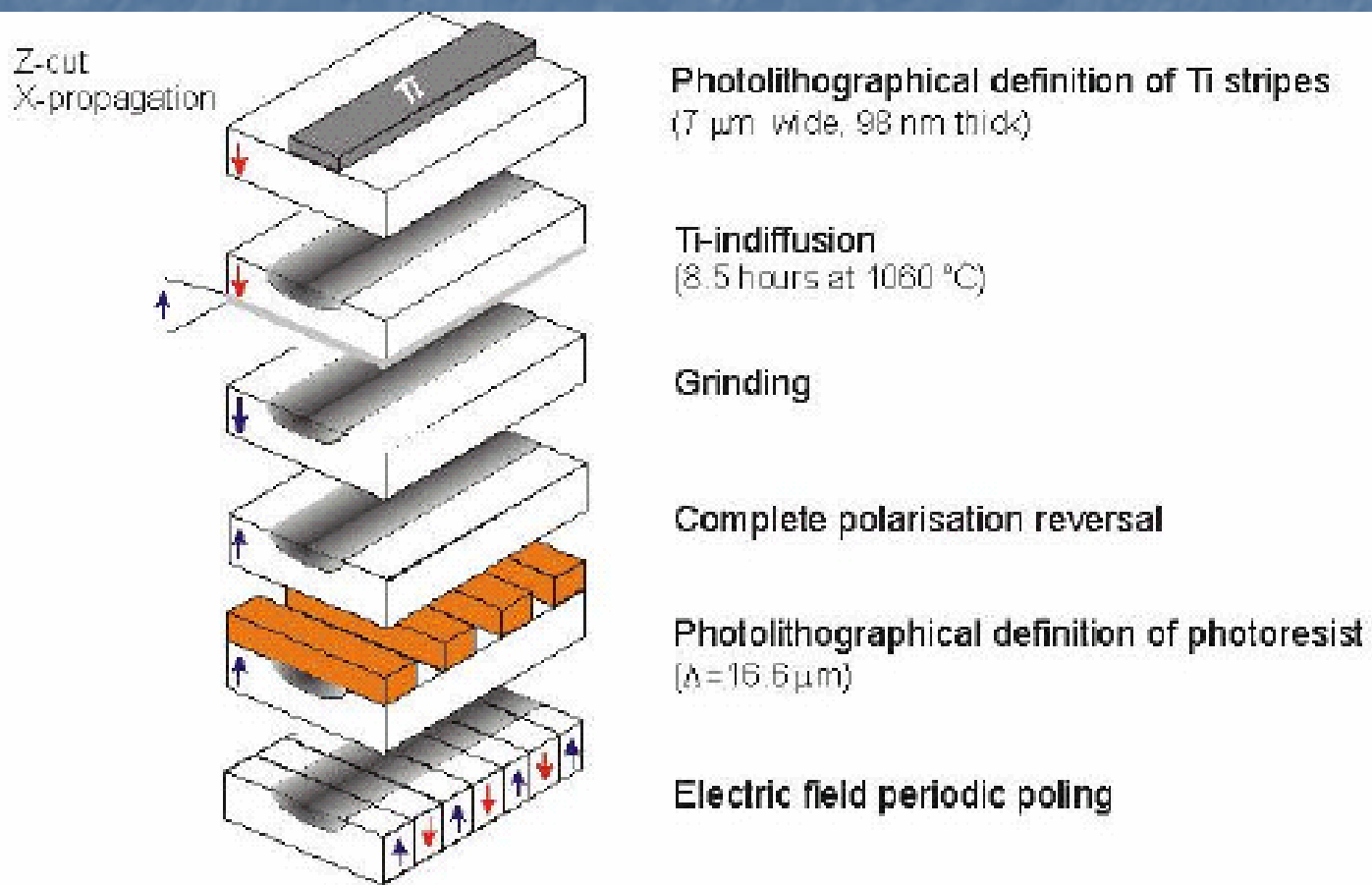
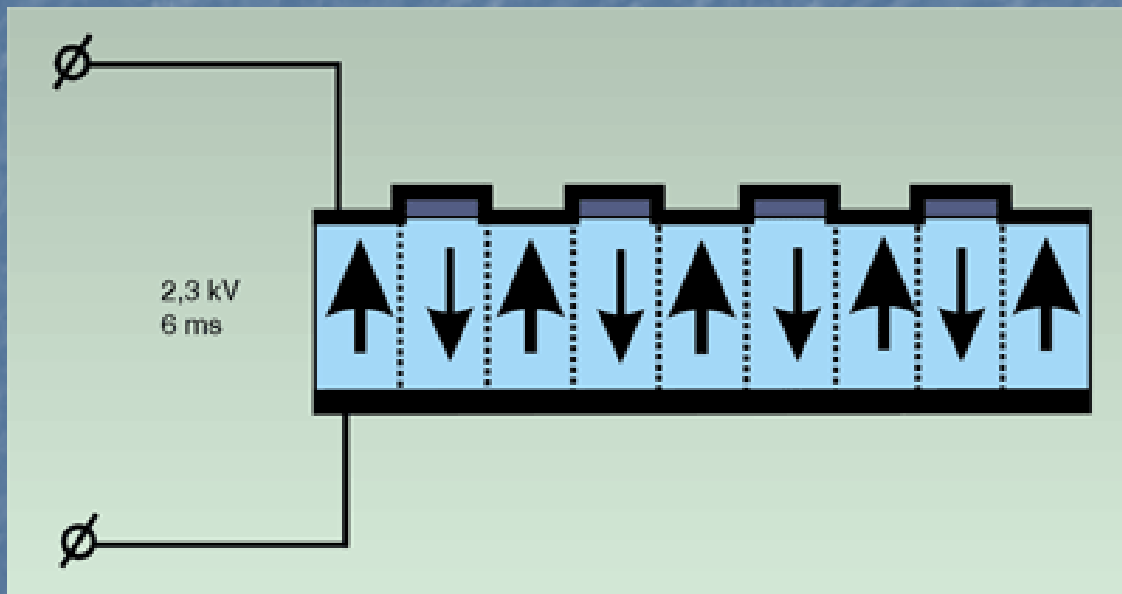


Fig. 2.1: Schematical representation of the steps for Ti:PPLN channel waveguides fabrication.

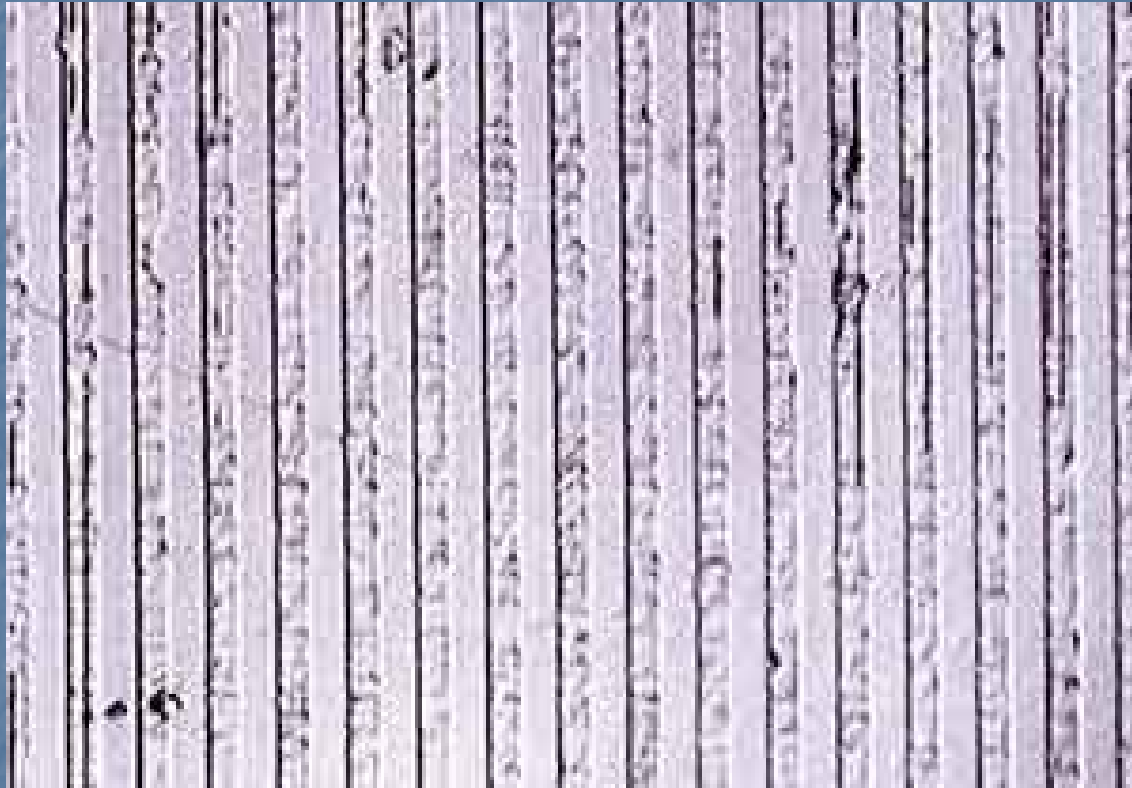
Gamyba II

Naudojant tas pačias fotolitografijos technologijas, kaip ir mikroelektronikoje, padaroma periodinė metalinių elektrodų sistema ant kristalo paviršiaus, o po to pridėjus trumpą didelės įtampos impulsą kristalo poliarizacija po elektrodais apverčiama.



Spontaninės poliarizacijos kryptis netiesiniame feroelektrike periodiškai apverčiama pridėjus stiprų impulsinį elektrinį lauką.

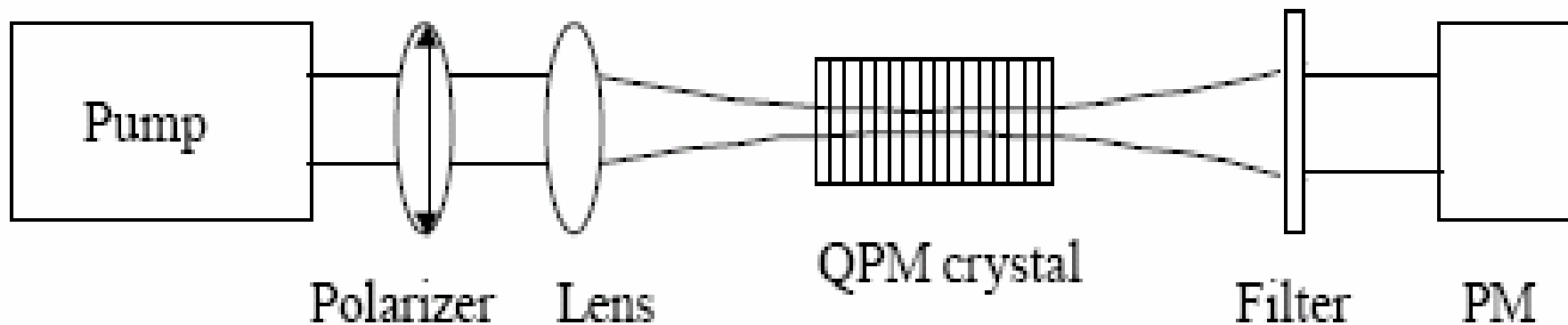
Gamyba III



$\Lambda = 4 \div 50 \mu\text{m}$

Pasiekimai ir taikymai I

Atsiradus periodiškai poliarizuotiems netiesiniams optiniams kristalams, parametrinės osciliacijos slenkstį pasidarė įmanoma pasiekti prie kaupinimo energijų, mažesnių nei 10 mJ, ir parametrinė šviesos generacija iš karto tapo prieinama mažos galios impulsiniams lazeriams, tarp jų ir miniatiūriniams lazeriams.



Apibendrinimas

- Tinka bet kokiems bangos ilgiams (skaidrumo srutyje);
- 90° fazinis sinchronizmas;
- Didžiausias d_{eff} ;
- Visos bangos gali būti tos pačios poliarizacijos.