



INTEGROVANÁ OPTIKA: MODERNÍ FOTONICKÉ VLNOVODNÉ STRUKTURY

(2013-2014)

Jiří Čtyrský

Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

ctyroky@ufe.cz

ufe

1

Osnova

1. Příklady součástek a struktur integrované optiky
2. Základy teorie planárních a kanálkových vlnovodů
3. Vyzařování z ohybů, vlastní vidy zakřivených vlnovodů.
4. Metody analýzy složitějších vlnovodných struktur
5. Některé významné technologie
6. Zajímavé vlnovodné součástky
7. Mikrorezonátory, křemíková fotonika,
fotonické krystaly, plazmonika

ufe

Integrovaná optika

Anotace:

Základní součástky a struktury integrované optiky pro aplikace zejména v optickém sdělování; fyzikální principy jejich funkce; základy teorie, numerického modelování a technologie přípravy.

Osnova přednášky:

- Úvod. Elektromagnetická teorie planárních a kanálkových vlnodů. Metody výpočtu vlastních vidů. Vyzářování z ohybů. Vlastní vidy zakřiveného vlnovodu.
- Metody „šíření optického svazku“. metoda Fourierovy transformace, metoda rozkladu ve vlastní vidy. Komerční programové soubory.
- Úvod do technologie integrované fotoniky. Skla, LiNbO₃, polovodiče A₃B₅, SiO₂, SOI.
- Metody charakterizace vlnodných struktur. Vazební hranol a mřížka, vidová spektroskopie. Měření rozložení pole a útlumu ve vlnovodech, grupový index lomu. Využití mikroskopu skanujícího blízkého pole
- Stručný přehled fyzikálních jevů využívaných v integrované fotonice. Termooptické, elektrooptické, akustooptické a nelineární optické jevy, Franzův-Keldyšův jev, jevy v kvantově ohraničených strukturách.
- Pasivní struktury integrované optiky (děliče výkonu, oddělovače polarizace, spektrální de/multiplexory). Dynamické struktury – modulátory, laditelné filtry, konvertory polarizace.
- Struktury s velkým kontrastem indexu lomu, křemíková fotonika vlnodvy, vlnodvné struktury s mikrozonařory.
- Základy teorie fotonických krystalů, vlnodvy a mikrozonařory ve fotonických krystalcích. Základy „plazmoniky“.

Literatura:

T. Tamir, ed.: Guided-wave optoelectronics, Springer, 1988

D. L. Lee: Electromagnetic Principles of Integrated Optics, John Wiley & Sons, 1986.

E.J.Murphy, ed.: Integrated optical circuits and components, Dekker, New York 1999.

B. E. A. Saleh, M. C. Teich, Fundamentals of Photonics, John Wiley & Sons, 1991.

J. D. Joannopoulos, R. D. Meade, J. N.Winn, Photonic Crystals: Molding the Flow of Light. Princeton University Press, Princeton, 1995 (a další)

G. Liřante: Integrated Photonics: Fundamentals, John Wiley & Sons, 2003.

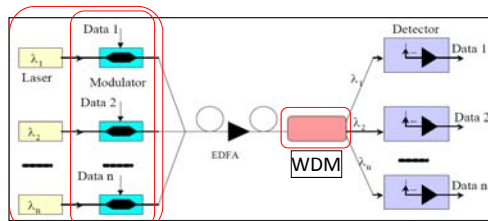
K. Okamoto: Fundamentals of Optical Waveguides, Academic Press, 2005.

Články v časopisech *Nature Photonics*, *Optics Express*, *Optics Letters*, *J. Lightwave Technol.*, *IEEE Photon. Tech. Lett.* aj.

<http://www.ufe.cz/~ctyroky/fifi/into/12into.pdf>

ufe

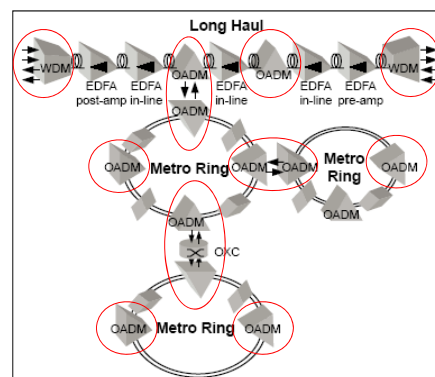
Aplikace v telekomunikačích



WDM – spektrální de/multiplexor

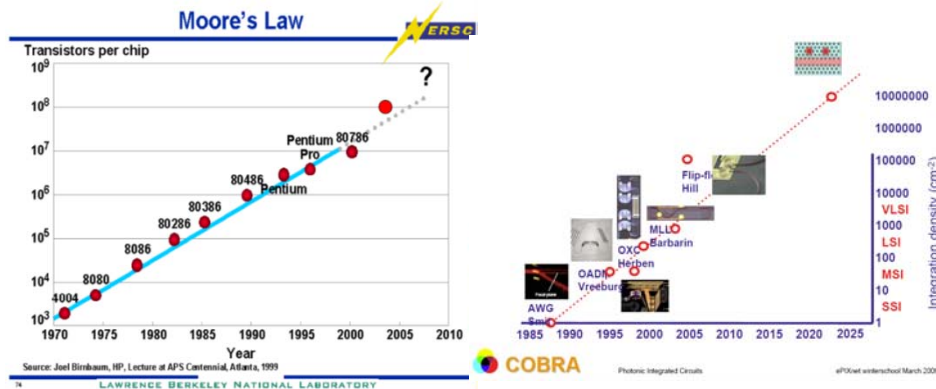
OADM – začleňovací a vyčleňovací demultiplexor

OXC – optický řepínač



ufe

Hustota elektronické × fotonické integrace



Elektronická integrace:
 $\sim 10^6$ tranzistorů/mm²

Fotonická integrace:
 $\sim 10^2$ elementů/mm²

life

Nejvýznamnější oblasti aplikací:

1. Optické komunikace

(externí modulátory; spektrální a časové de/multiplexory, „prostorové“ přepínače, filtry, laditelné lasery, konvertory vlnových délek, prvky pro kompenzaci disperze, prvky pro řízení polarizace, ...)

2. Informační technologie

(optické spoje mezi počítači, mezi deskami počítače, mezi procesory, uvnitř procesoru, ...)

3. Optické senzory

(IO čipy pro optický vláknový gyroskop; senzory fyzikálních, veličin, chemické senzory, biosenzory, ...)

4. Zpracování signálů, mikrovlnné aplikace, ...

(spektrální analýza radarových signálů, fázování anténních řad, generování mm vln, ...)

life