

Bioelektronika II

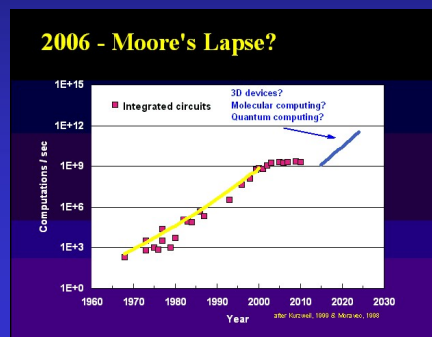
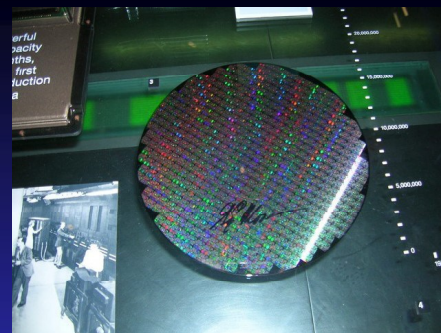
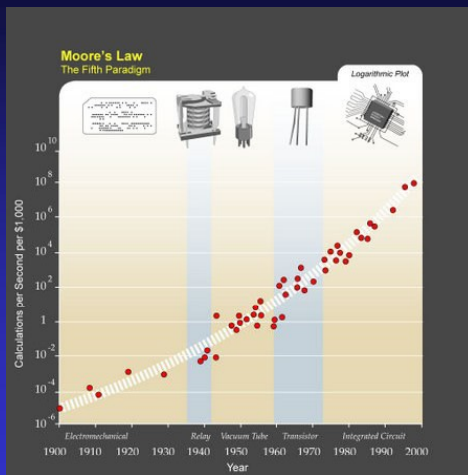
Hogyan segíthet a biológia az információtechnikának?

Dér András
MTA SZBK Biofizikai Intézet

Science - fiction



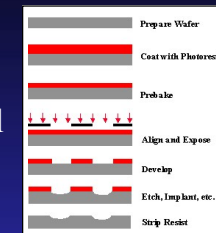
Moore törvénye



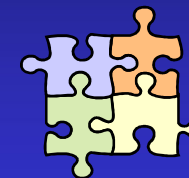
Új alapelvek, anyagok,
eljárások!

Miniatürizálás

Litográfiai eljárások:
molekuláris méreteknél
nehézségek



Alulról építkezés
(„bottom up”):
**Molekuláris
elektronika**



Szén nanocsövek jó vezetők.
Hálózat?

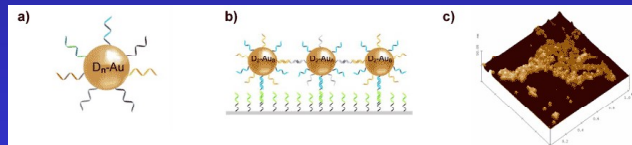
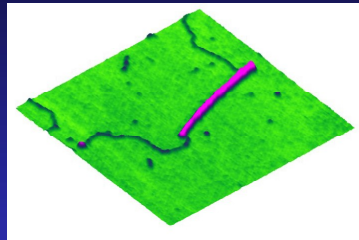


Biológiai anyag

Önszerveződésre képes, speciális funkciókra optimalizált

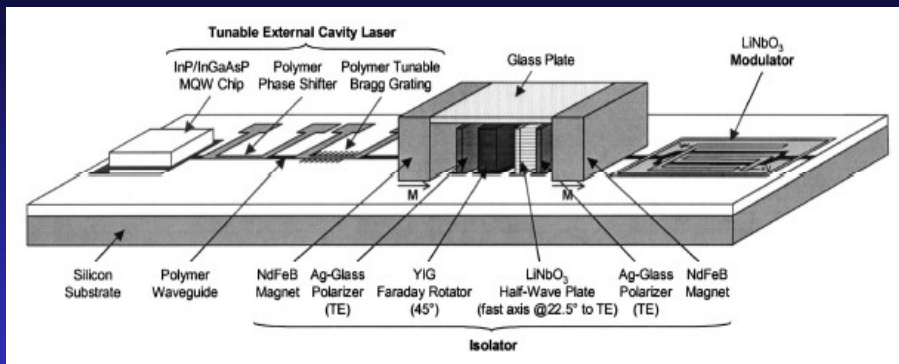
Bioelektronika:

Biológiai
makromolekulák
(fehérjék,
nukleinsavak)



Lem jóslata valóra válik?

Integrált optika

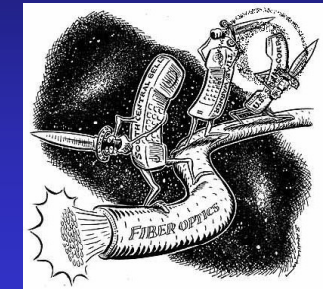


“Szűk keresztmetszet”: megfelelő **nemlineáris optikai (NLO) kapcsolóanyagok** - külső hatásra (elektromos, mágneses tér, fény) törésmutatóváltozás

Kommunikáció fénnel

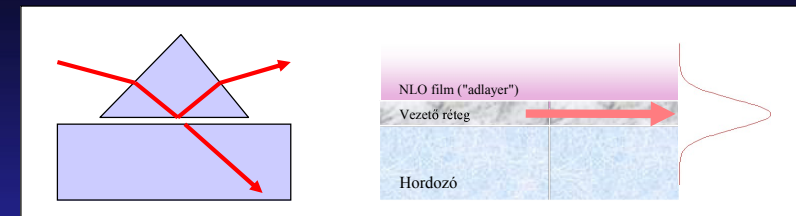


Optikai fényvezető kábel

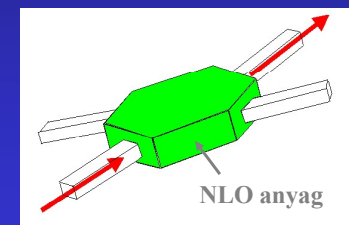


Lehetne ezt kicsiben is?

Az „evaneszcens” fény



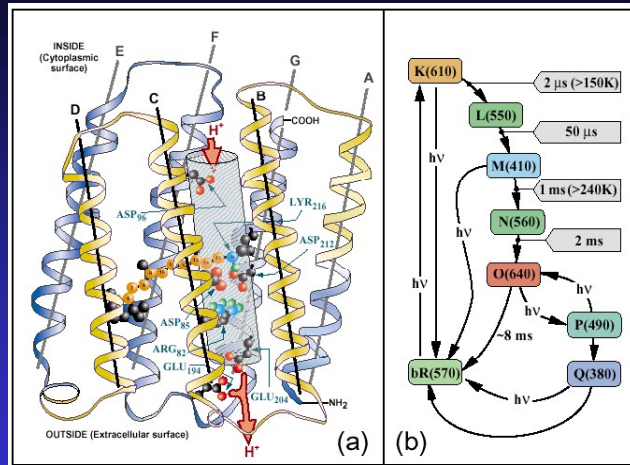
Integrált optikai kapcsoló



Jó lenne kizárólag fényvezérelt áramköröket készíteni.

Követelmények: fény hatására törésmutatóváltozás, gyors kinetika, stabilitás

A bR modellszerepet tölt be az ionpumpáló membránfehérjék között

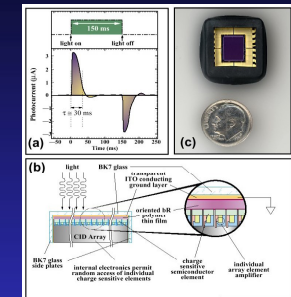
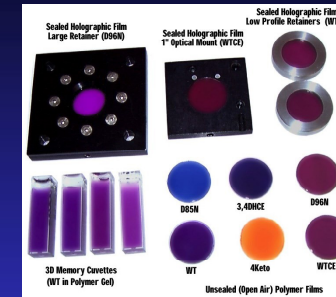


Közel vagyunk az atomi szintű leíráshoz

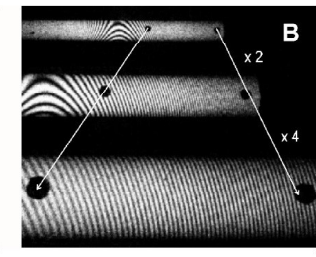
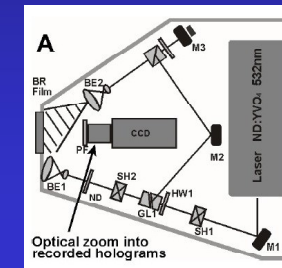
Génszabással, kémiai, fizikai módosítással tetszés szerint alakíthatjuk

Bioelektronikai alkalmazások (bR-alapú filmek)

Keck Center for Molecular
Electronics at Syracuse
University

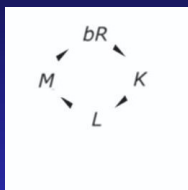


Institute of Physical Chemistry
University of Marburg

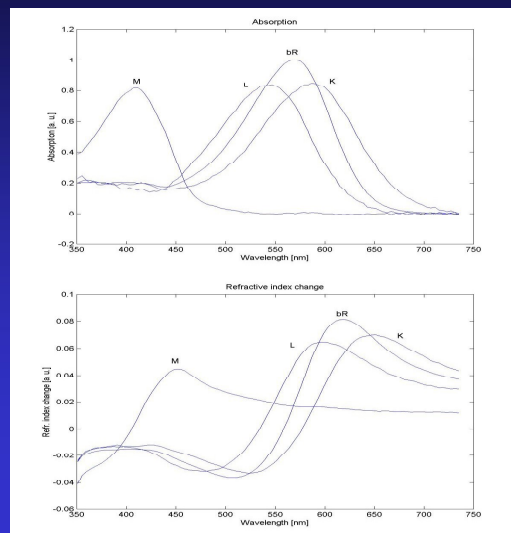


Integrált optikai alkalmazás

Nemlineáris optikai tulajdonság: a törésmutató megvilágítás hatására változik



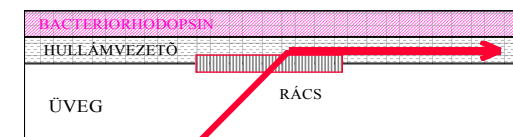
Kramers-Kronig
relációk



A törésmutató mérése

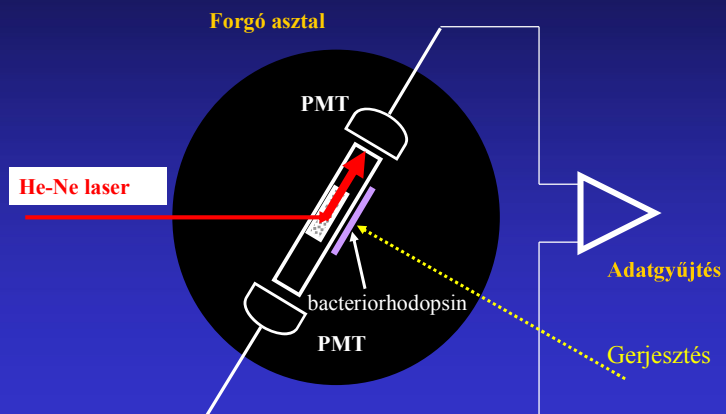
- üveg hordozó $n_s = 1.526 - 1.532$
- hullámvezető réteg $(n_F = 1.77 - 2.3, d \sim 200 \text{ nm})$
- adalék réteg $(d > 1 \mu\text{m})$
- csatoló rács $(2400 - 2700 \text{ vonal/mm})$

A rács csatolású hullámvezető sémája

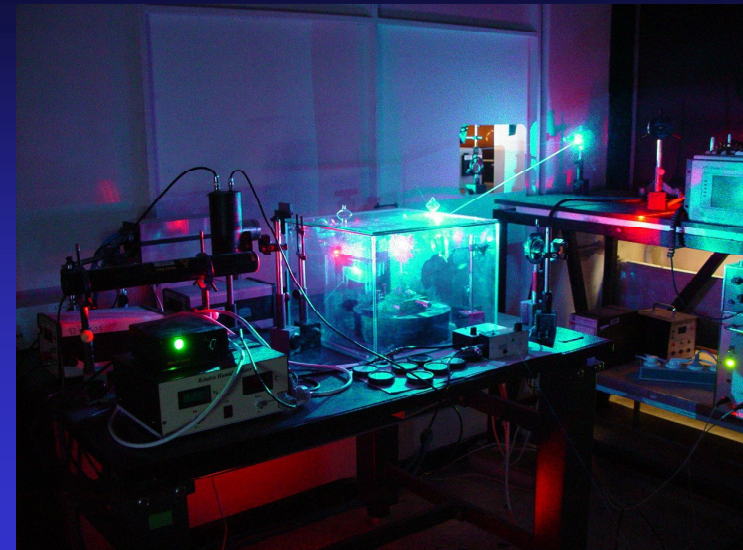


He-Ne lézer fény

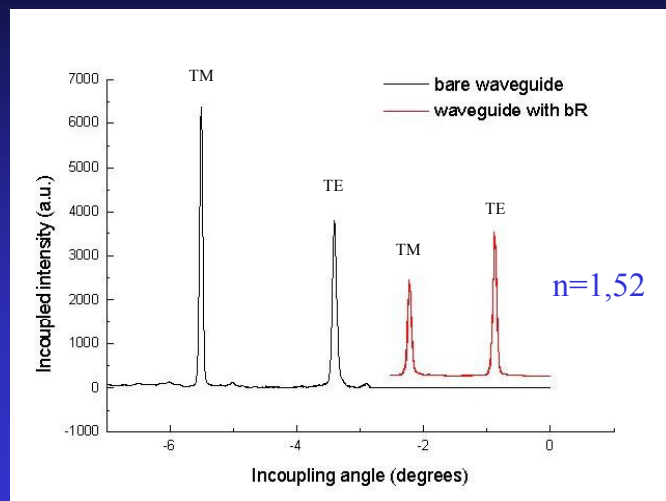
A mérőrendszer



A mérőhely

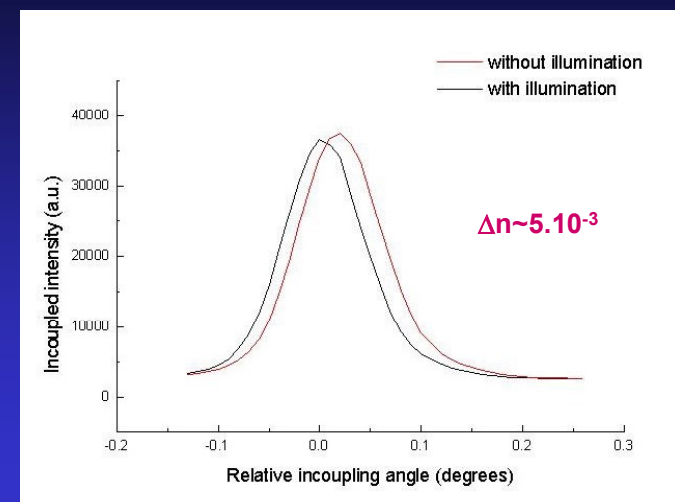


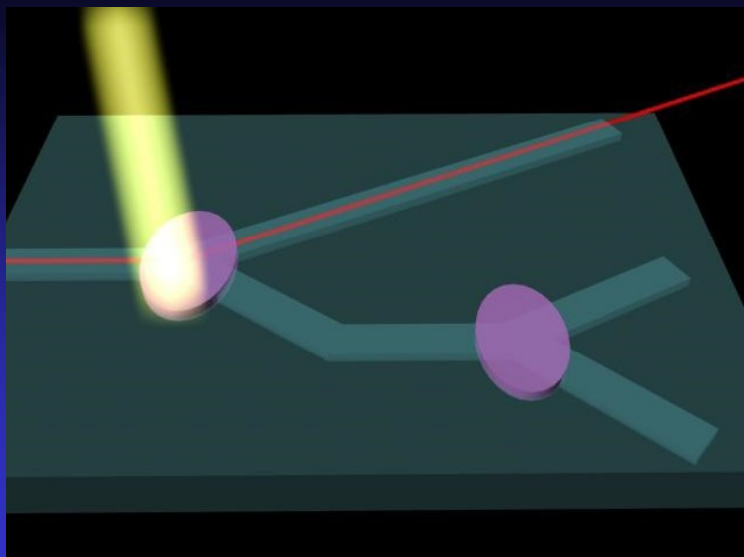
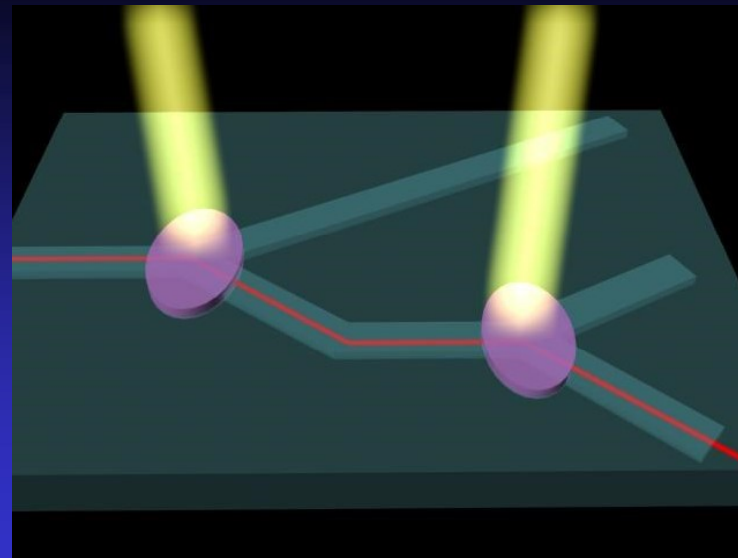
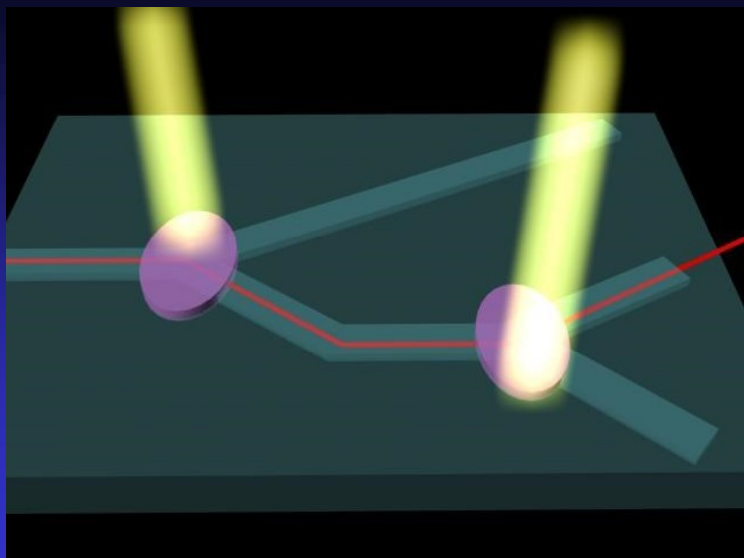
A becsatolt fény intenzitásának szögfüggése



A fényindukált törésmutatóváltozás mérése

A rezonanciasúcs szögeltolódása



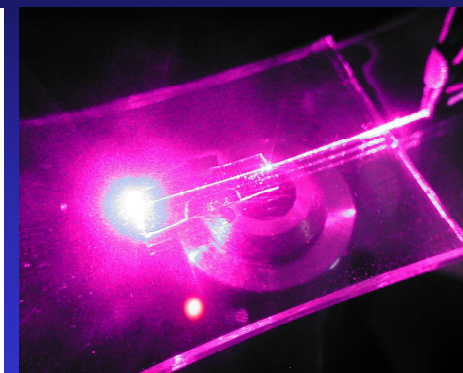


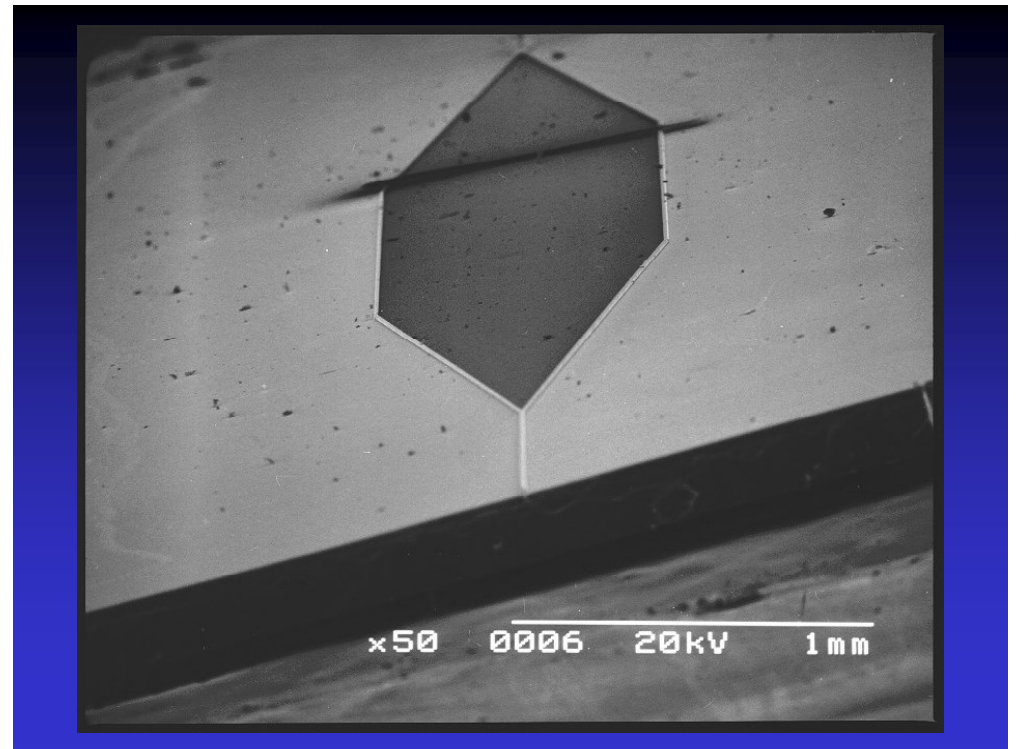
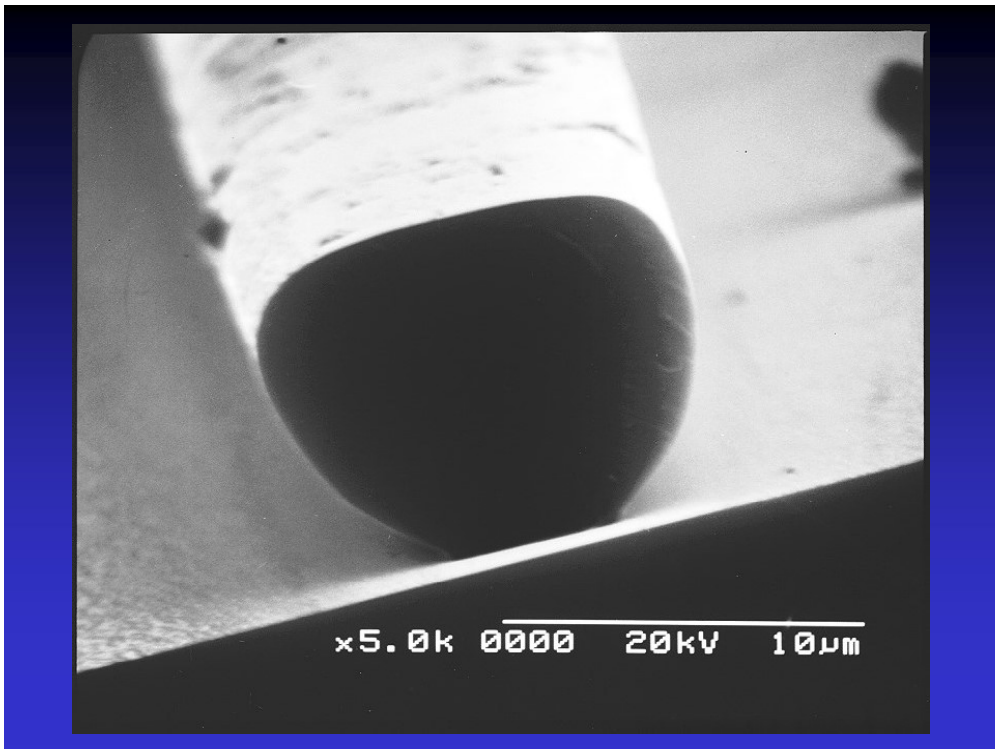
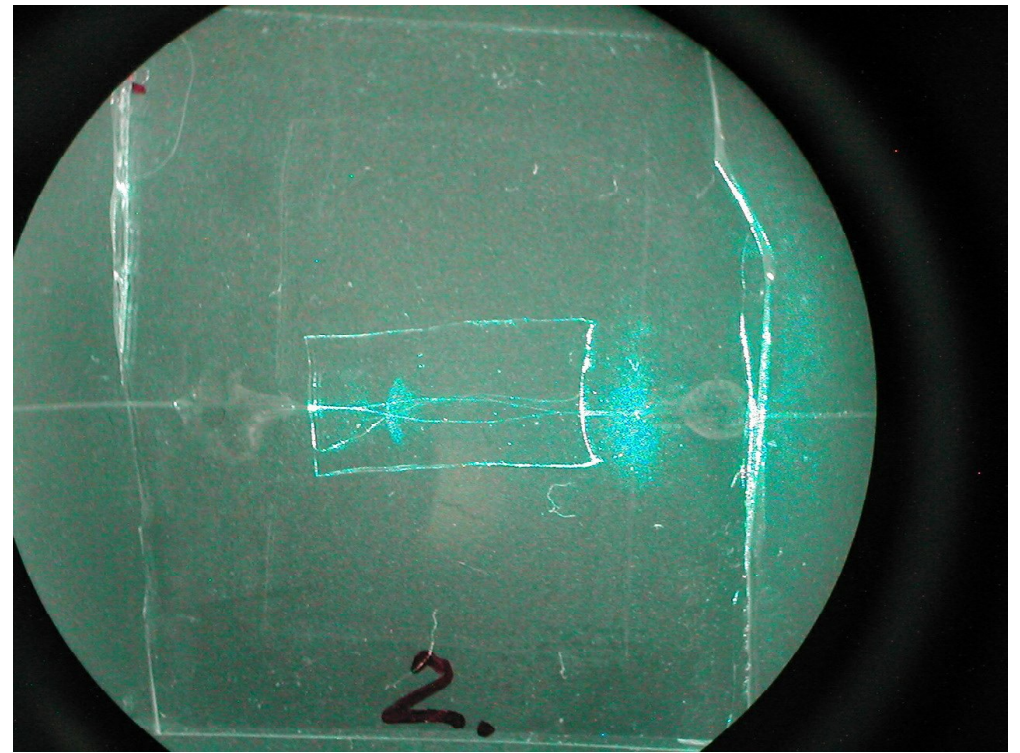
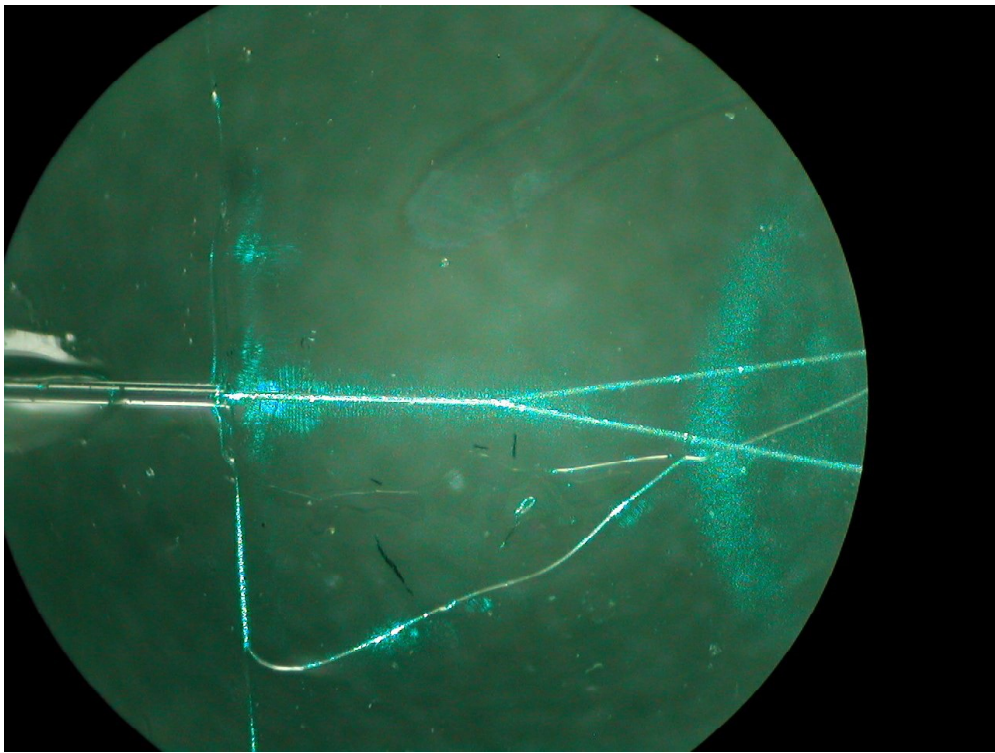
Hullámvezető készítése

fotopolimerizáció

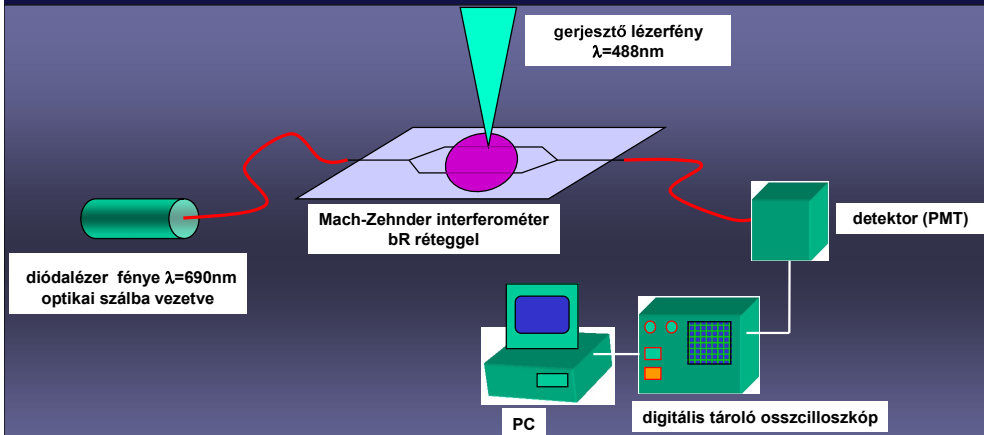


becsatolás

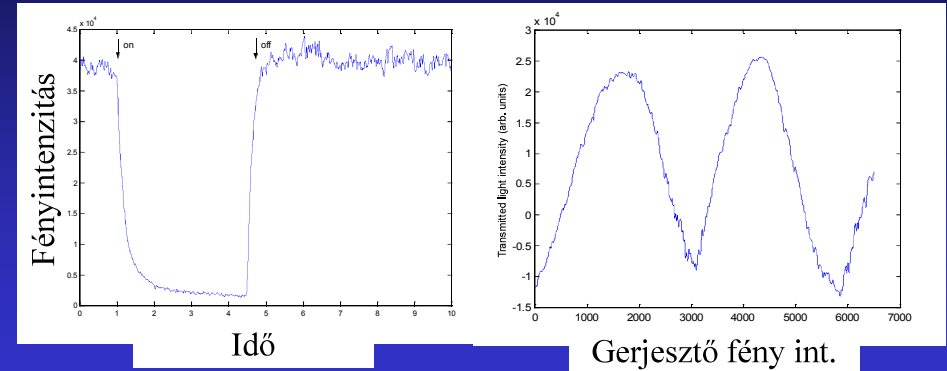




A mérési elrendezés



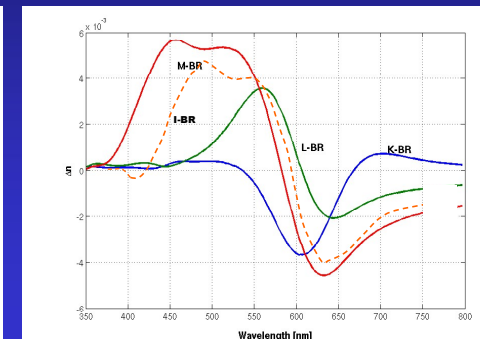
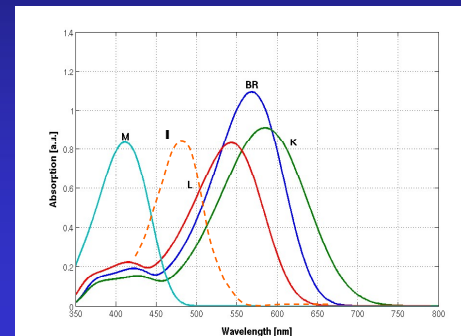
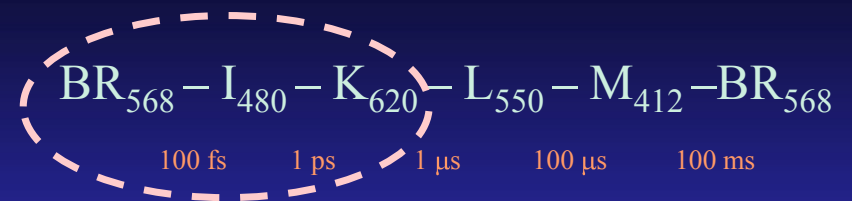
A kapcsolóeffektus demonstrálása



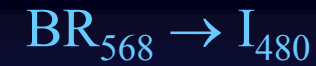
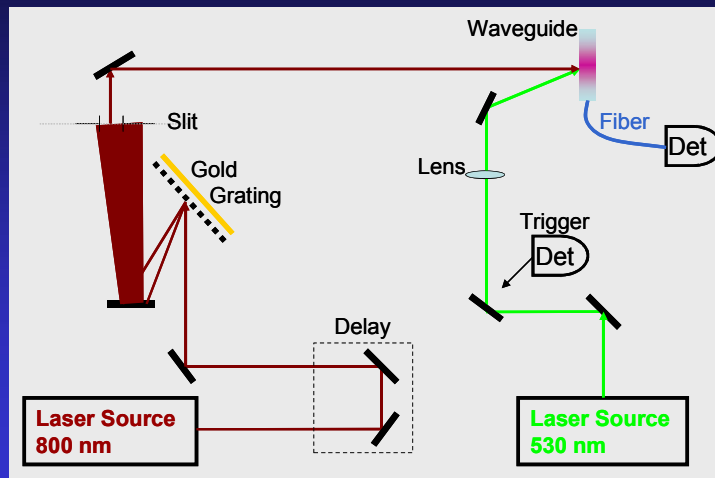
Továbblépési lehetőségek

- I. A kapcsolási sebesség növelése (más reakciók felhasználása, génsebészeti módosítások)
- II. Összetett optikai struktúrák létrehozása
- III. Más pigmentek kipróbálása

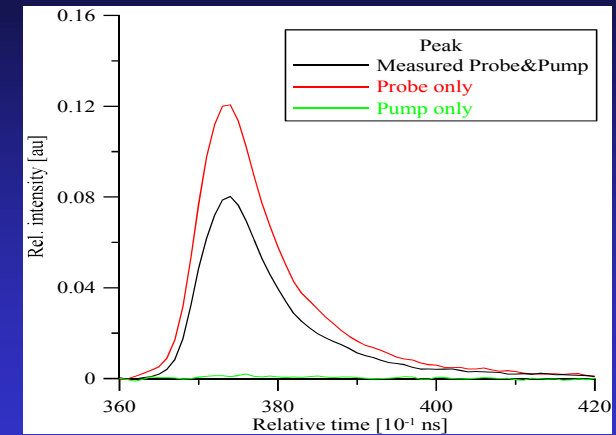
I. A fotociklus elsődleges lépései



Pumpa-próba elrendezés

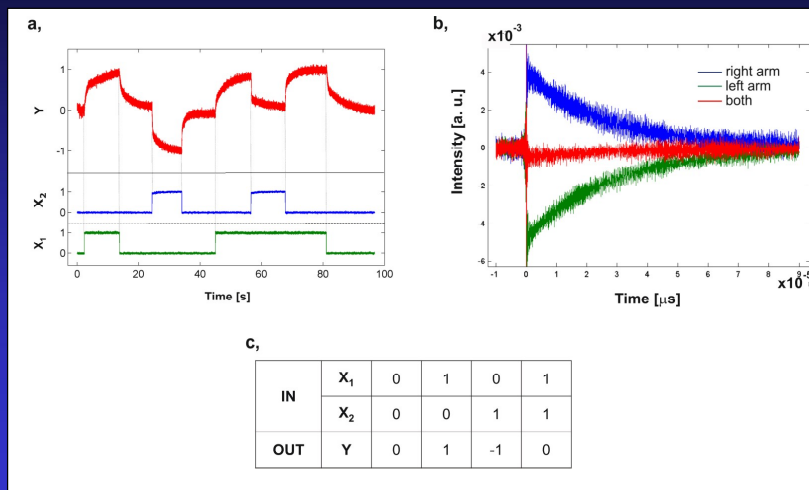


Pumpa: 530 nm 150 fs Próba: 780 nm 3 ps



Két nagyságrenddel gyorsabb, mint a csúcstechnológia!

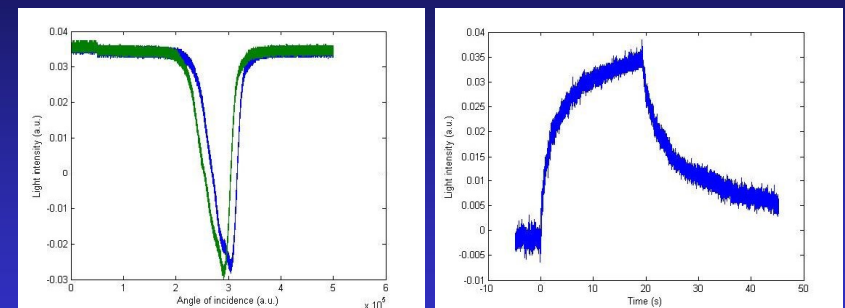
II. Logikai kapuk



III. Photoactive yellow protein (PYP)

kooperáció:

John Fitch
Terry Meyer
Jos van Beewmen



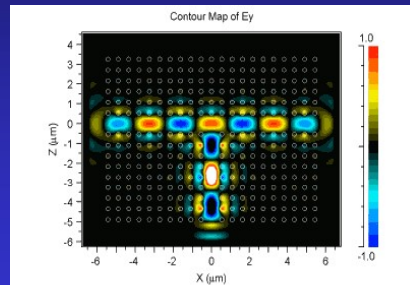
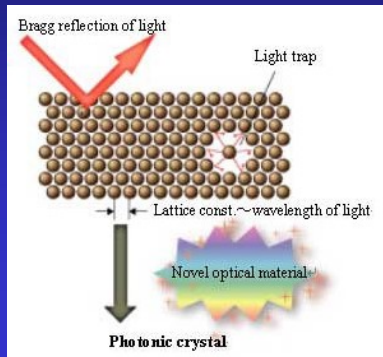
A Biofotonika új ága?

‘Fotobionika’

Mit hoz a jövő?

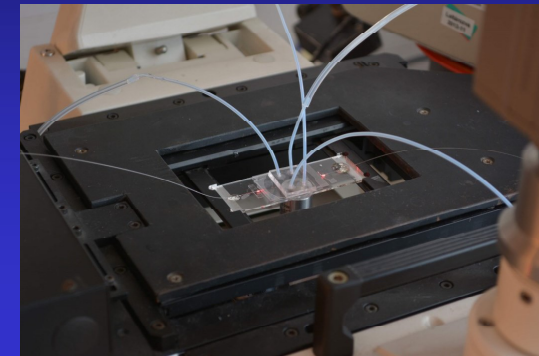
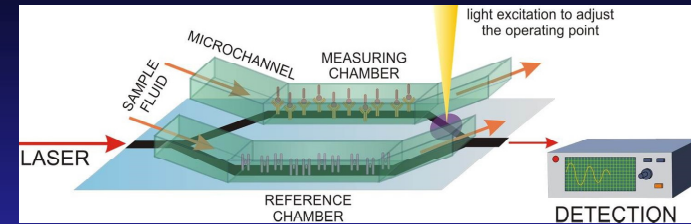
Különböző megoldások párhuzamosan -
hibrid struktúrák

Az integrált optika növekvő szerepe (miniatürizálás,
kombinálás más mikrostruktúrákkal - **mikrofluidika**)



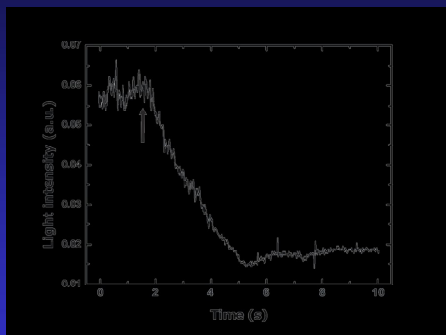
Alkalmazások néhány
éven belül

Bioszenzor

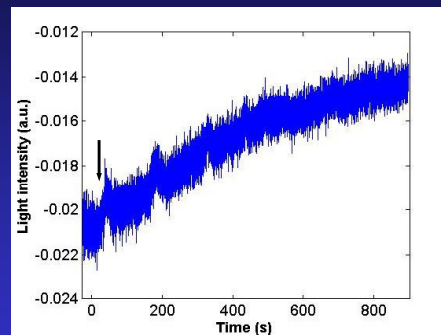


Gyors, jelölésmentes detektálás

fehérjék

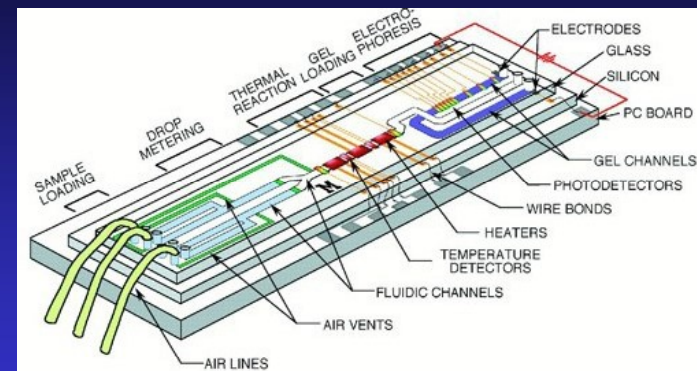


baktériumok



Várható alkalmazások a betegágyl mellett (**„point of care”**) diagnosztikában

„Lab-on-a-chip” alkalmazások



Elektromos, optikai, mikrofluidikai (és mikromechanikai)
elemek kombinálása egy hordozófelületen

Köszönetnyilvánítás

Fábián László

Hámori András

Ormos Pál

Nagy Norbert

Oroszi László

Serényi Miklós

Valkai Sándor

Ferencz Kárpát

Jeremy Ramsden

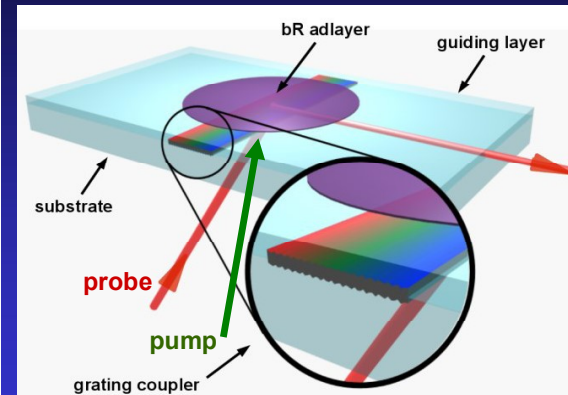
Elmar Wolff

Bionikai Innovációs Központ

Experiment

Device: waveguide + grating + bR

Pump: green pulse to excite for bR₅₆₈
Probe: NIR pulse (no absorption, etc.)



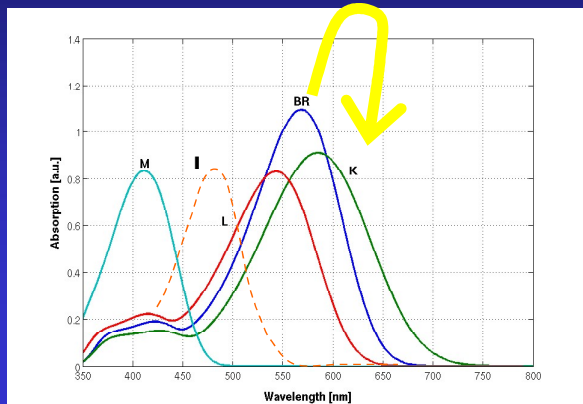
Substrate: BK7, $n_s=1.52$
Grating: 2400 mm^{-1}
Guiding layer: $d \sim 180 \text{ nm}$, $n_f=1.72$

Expected phenomenon:
Induced ref.index change of bR \rightarrow waveguide coupling is changed.

Investigation of BR₅₆₈ \rightarrow K₆₃₀

BR₅₆₈ – I₄₈₀ – K₆₂₀ – L₅₅₀ – M₄₁₂ – BR₅₆₈

100 fs 1 ps 1 μ s 100 μ s 100 ms

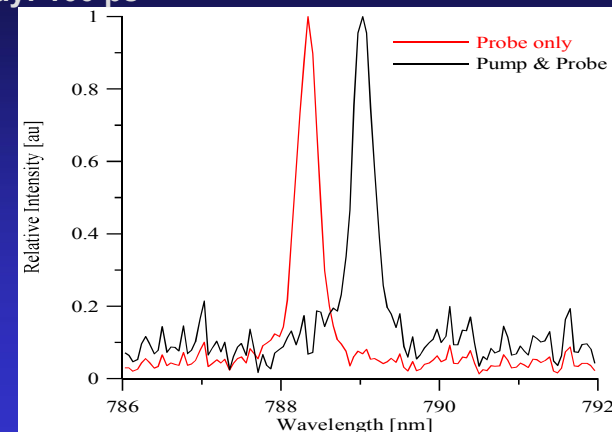


Measurement of BR₅₆₈ \rightarrow K₆₃₀

Pump: 530 nm 45 ps

Probe: 800 nm, 3.5 ps, "broad-band": $\Delta\lambda=3\text{nm}$

Delay: 100 ps



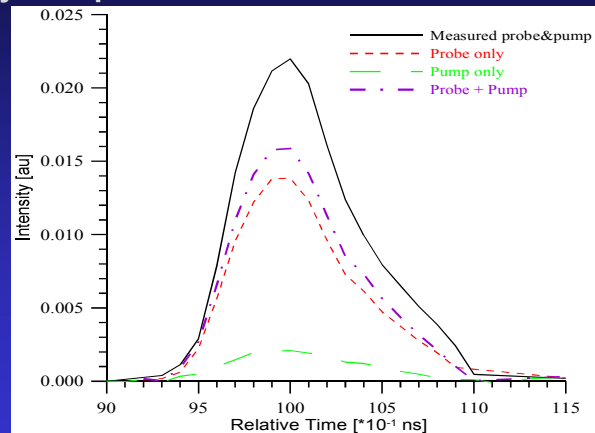
Spectral shift of the peak intensity of the incoupled probe laser pulse.

Investigation of $BR_{568} \rightarrow K_{630}$

Pump: 530 nm 45 ps

Probe: 800 nm, 3.5 ps "narrow-band": $\Delta\lambda=0.8\text{nm}$

Delay: 100 ps



Increase of the intensity of the incoupled probe laser pulse.

Could we see $BR_{568} \rightarrow I_{480}$??

$BR_{568} - I_{480} - K_{620} - L_{550} - M_{412} - BR_{568}$

100 fs 1 ps 1 μs 100 μs 100 ms

