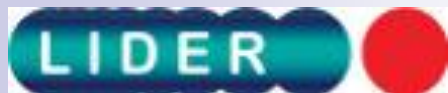




W stronę plazmonowego wzmocnienia efektów magnetoptycznych

Joanna Papierska

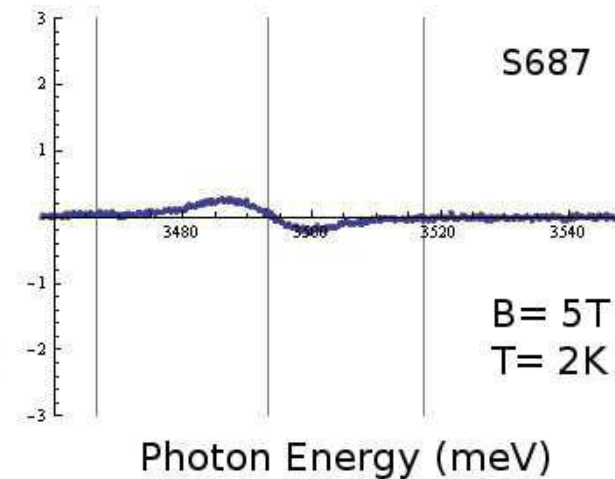
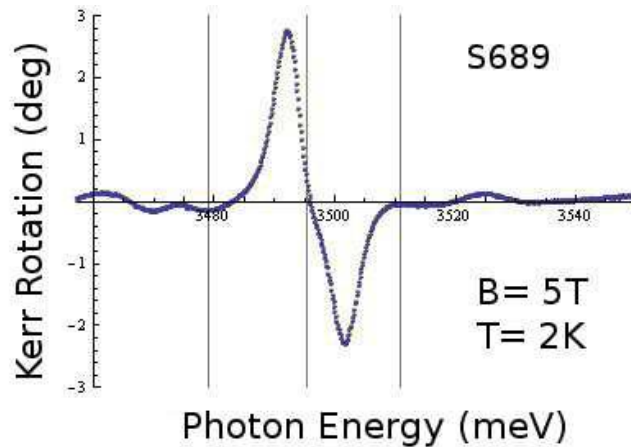
J. Suffczyński, M. Koperski, P. Nowicki, B. Witkowski, M. Godlewski,
A. Navarro-Quezada, A. Bonanni



Plan prezentacji

- Motywacja
- Efekty plazmonowe na:
 - * studniach na bazie GaN
 - * warstwach ZnO z wyspami Ag
- Plany na przyszłość

Motywacja



Jean-Guy Rousset, praca magisterska 2011

PRL 98, 077401 (2007)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

week ending
16 FEBRUARY 2007

Extraordinary Magneto-Optical Effects and Transmission through Metal-Dielectric Plasmonic Systems

V. I. Belotelov*

A. M. Prokhorov *General Physics Institute RAS, Moscow, 119991 Russia*
and M. V. Lomonosov *Moscow State University, Moscow, 119992, Russia*

L. L. Doskolovich

Image Processing Systems Institute RAS, 151, Molodog. st., Samara, 443001, Russia

A. K. Zvezdin

A.I.M. Prokhorov General Physics Institute RAS, Moscow, 119991 Russia
(Received 25 March 2006; published 14 February 2007)

We predict theoretically a significant enhancement of the magneto-optical Faraday and Kerr effects in the bilayer systems of a metallic film perforated with subwavelength hole arrays and a uniform dielectric film magnetized perpendicular to its plane. Calculations, based on a rigorous coupled-wave analysis of Maxwell's equations, demonstrate that in such structures the Faraday effect spectrum has several resonance peaks in the near-infrared range, some of them coinciding with transmittance peaks, providing simultaneous large Faraday rotation enhanced by an order of magnitude and high transmittance of about 35%.

ARTICLES

PUBLISHED ONLINE: 24 APRIL 2011 | DOI: 10.1038/NNANO.2011.54

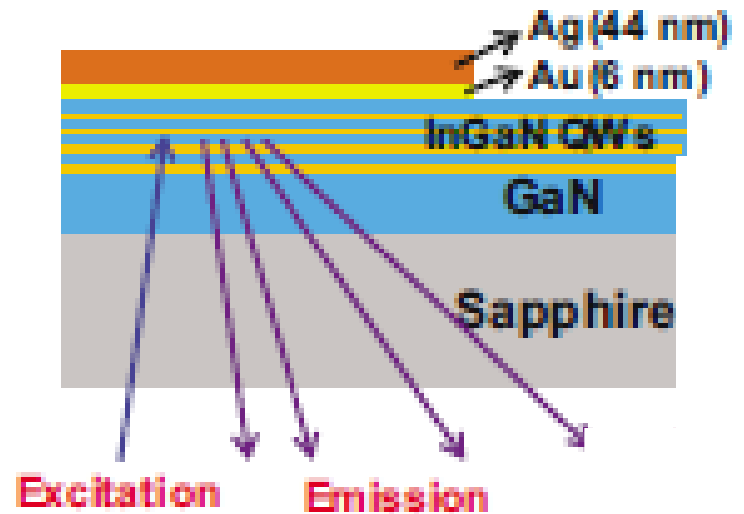
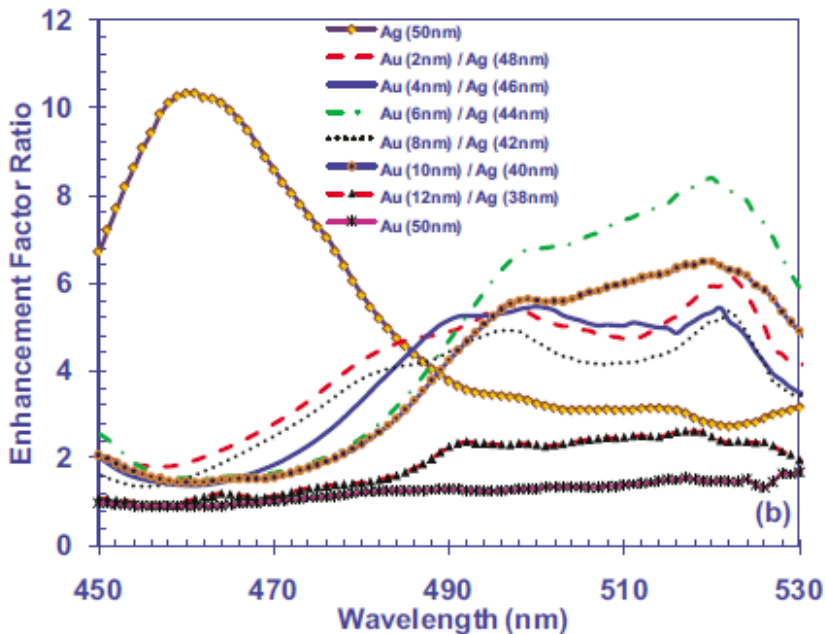
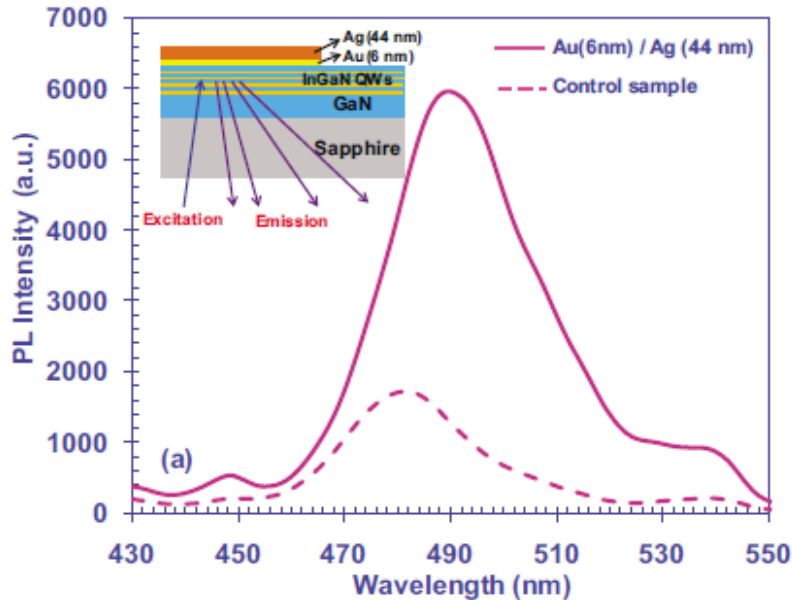
nature
nanotechnology

Enhanced magneto-optical effects in magnetoplasmonic crystals

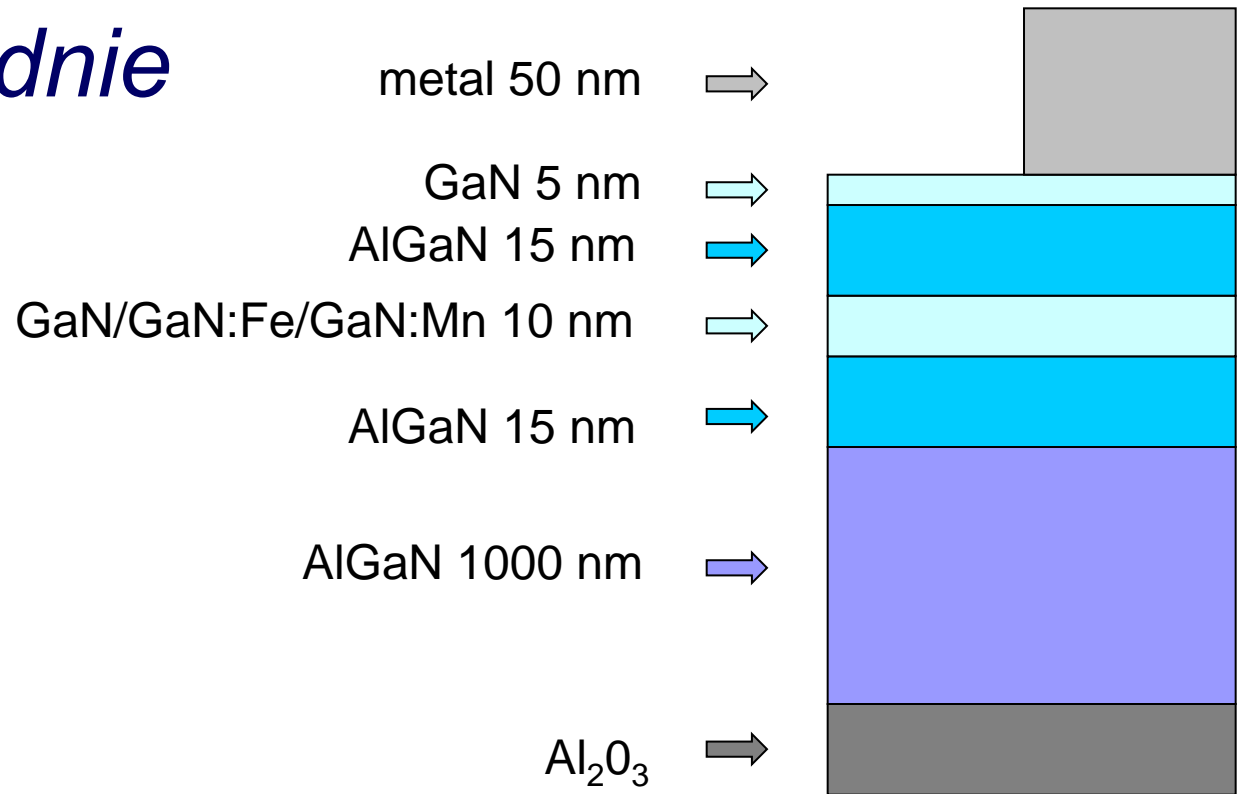
V. I. Belotelov^{1,2*}, I. A. Akimov^{3,4*}, M. Poh⁵, V. A. Kotov^{1,5}, S. Kasture⁶, A. S. Vengurlekar⁶, Achanta Venu Gopal⁶, D. R. Yakovlev^{3,4}, A. K. Zvezdin¹ and M. Bayer³

Plasmonics allows light to be localized on length scales much shorter than its wavelength, which makes it possible to integrate photonics and electronics on the nanoscale. Magneto-optical materials are appealing for applications in plasmonics because they open up the possibility of using external magnetic fields in plasmonic devices. Here, we fabricate a new magneto-optical material, a magnetoplasmonic crystal, that consists of a nanostructured noble-metal film on top of a ferromagnetic dielectric, and we demonstrate an enhanced Kerr effect with this material. Such magnetoplasmonic crystals could have applications in telecommunications, magnetic field sensing and all-optical magnetic data storage.

Inspiracja - wzmocnienie na QWs InGaN/GaN



Próbki studnie



□ **s1341** – QW **GaN**

- Al 50 nm

□ **s1343** – QW **GaN:Mn**

- Ag 6 nm
- Al. 44 nm

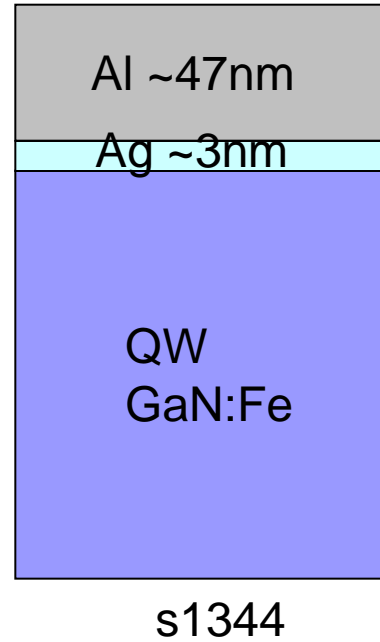
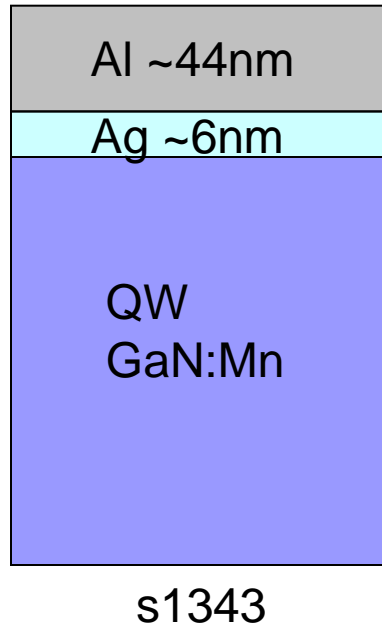
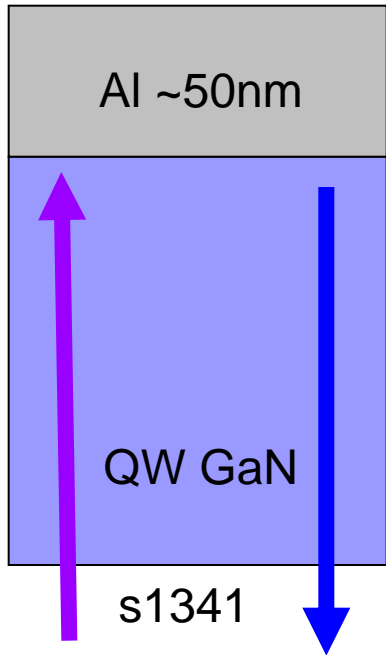
□ **s1344** – QW **GaN:Fe**

- Ag 3 nm
- Al. 47 nm

P. Nowicki IFPAN

A. Navarro-Quezada, Alberta Bonanni JKU Linz

Jakie metale i dlaczego?



$$\hbar\omega_{sp_Ag} \approx 3eV$$

$$\hbar\omega_{sp_Al} \approx 5eV$$

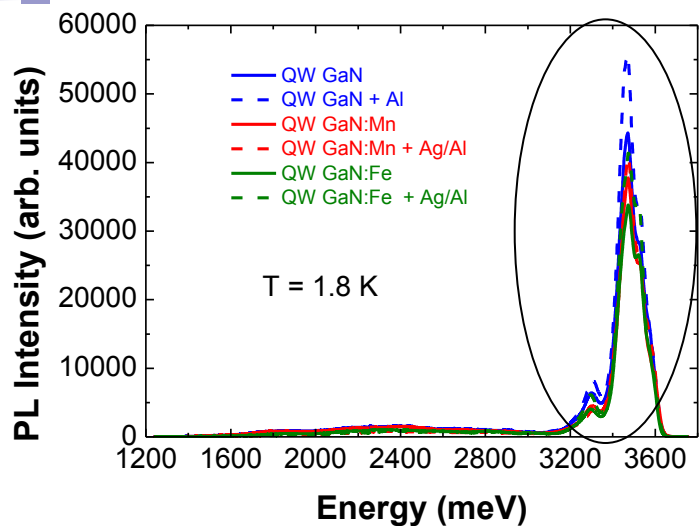


$$\hbar\omega = 3.5eV$$

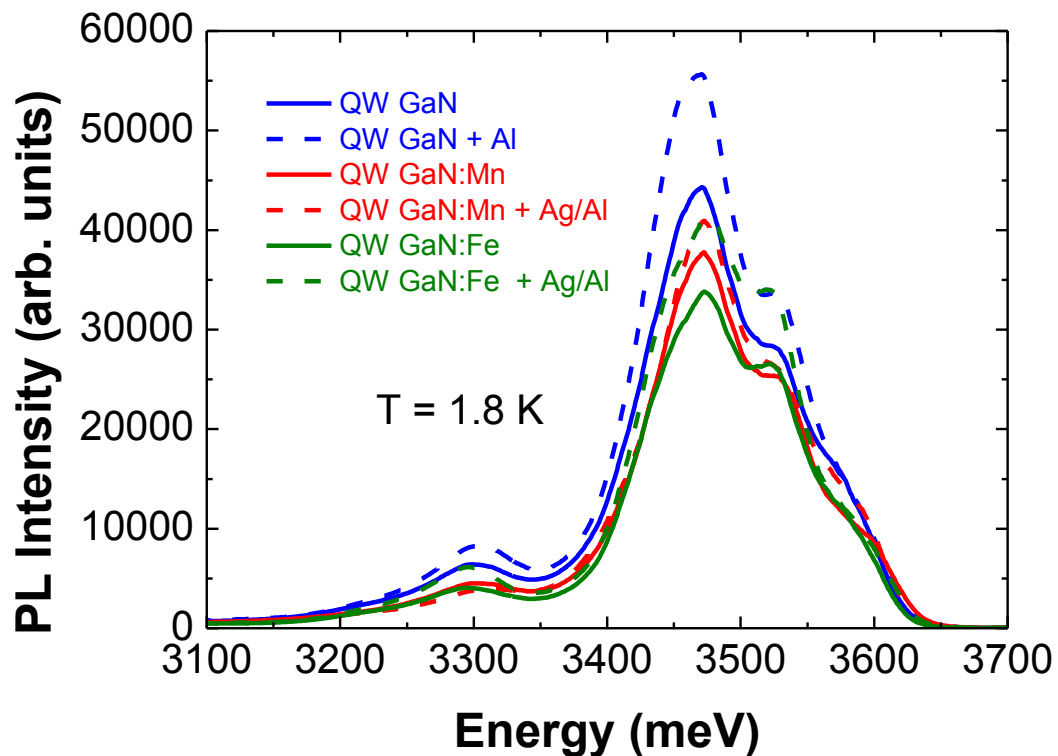
Wzbudzenie

He-Cd

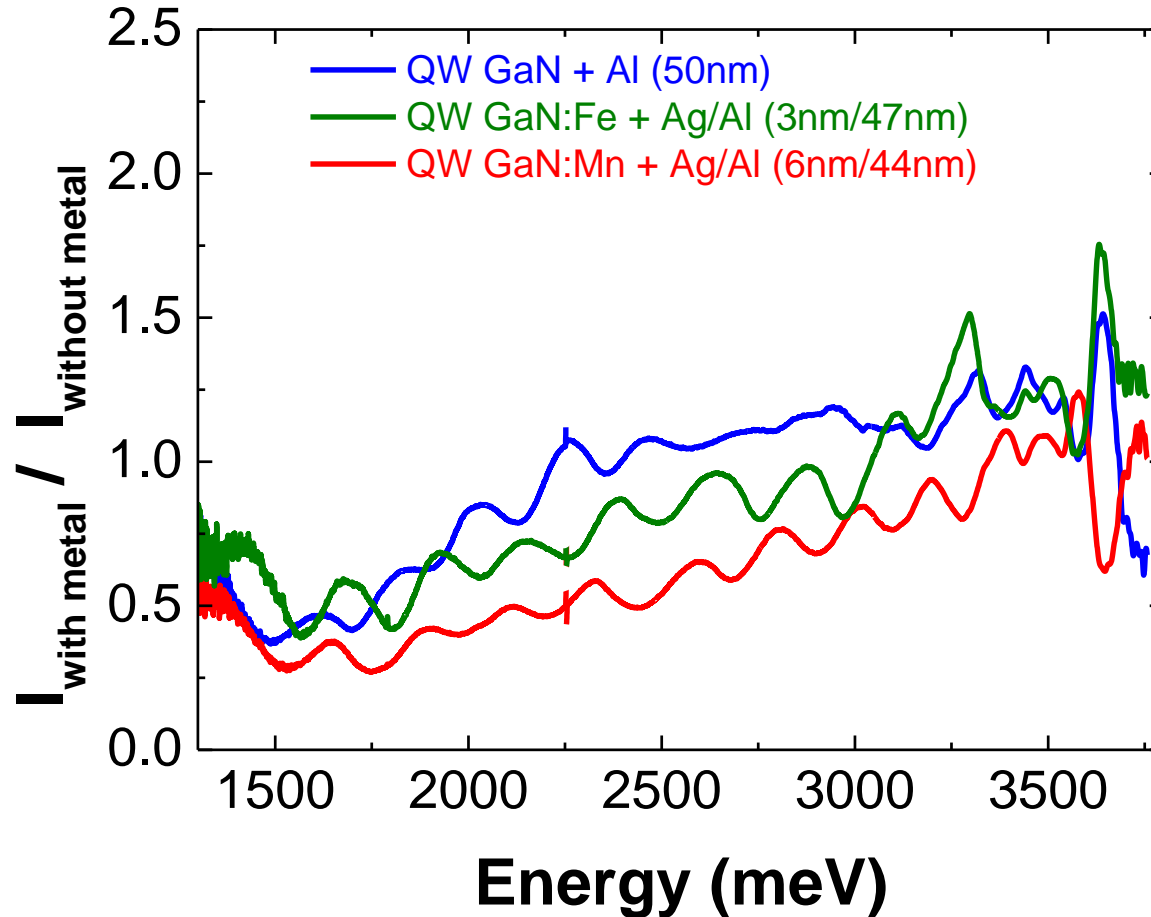
325 nm (3.81 eV)



*„Wzmocnienie”
plazmoneczne dla studni
GaN/AlGaN (T=1.8K)*

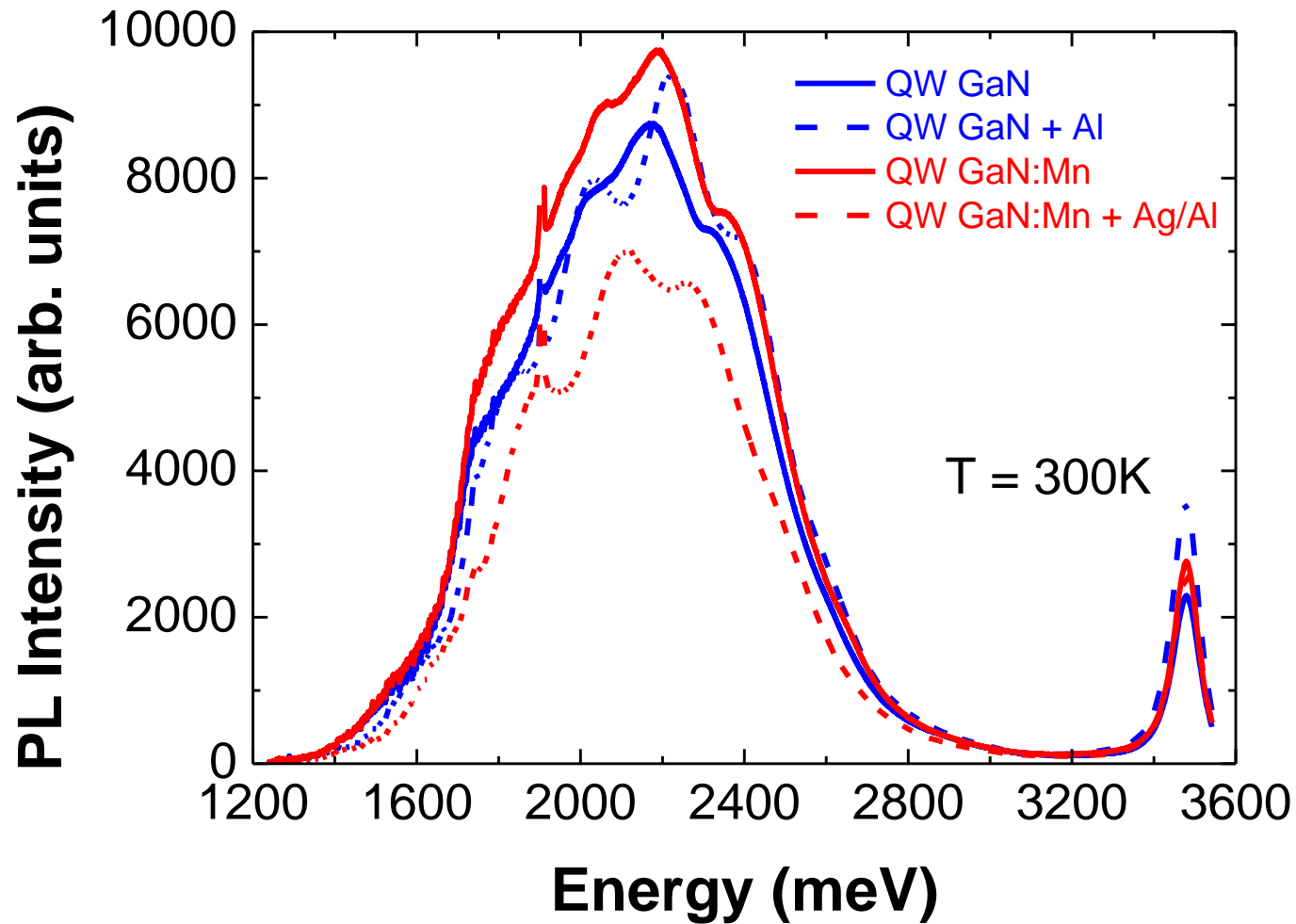


„Wzmocnienie” plazmoneczne dla studni GaN/AlGaN ($T=1.8K$)

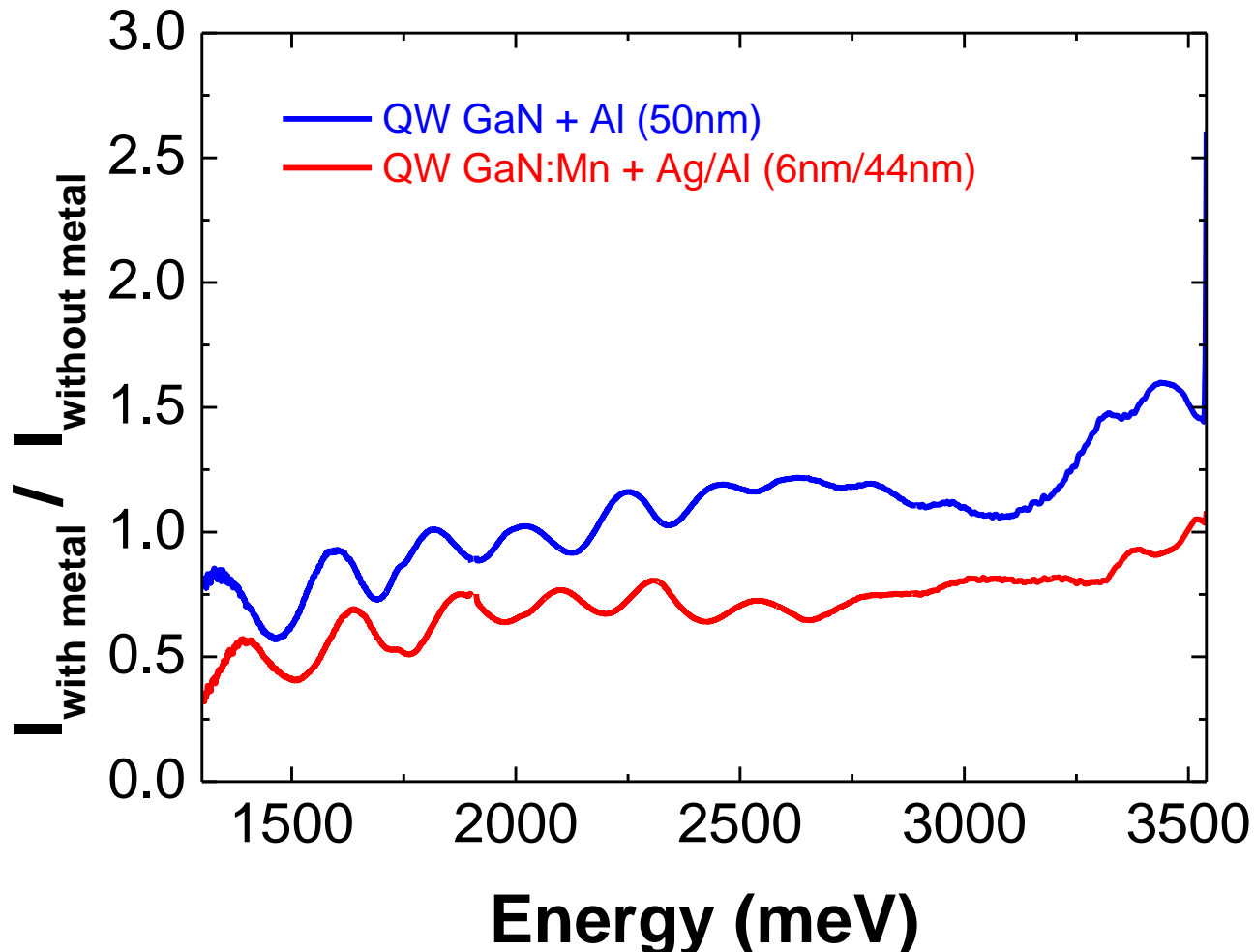


Oslabienie systematycznie zależy od grubości warstwy Ag

*„Wzmocnienie” plazmonowe dla studni
GaN/AlGaN ($T=300K$)*



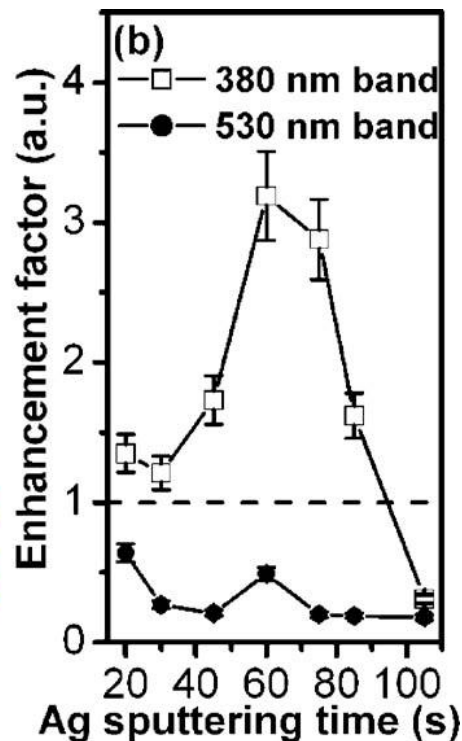
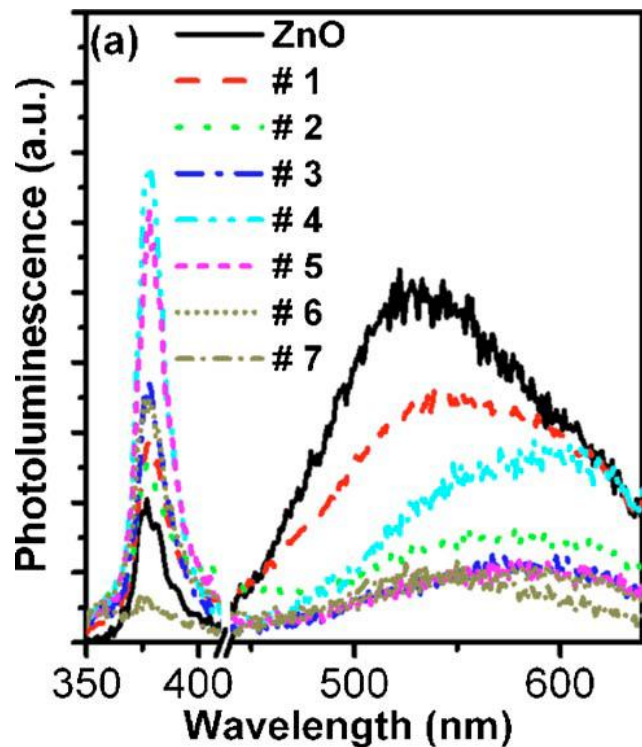
„Wzmocnienie” plazmonowe dla studni GaN/AlGaN ($T=300K$)



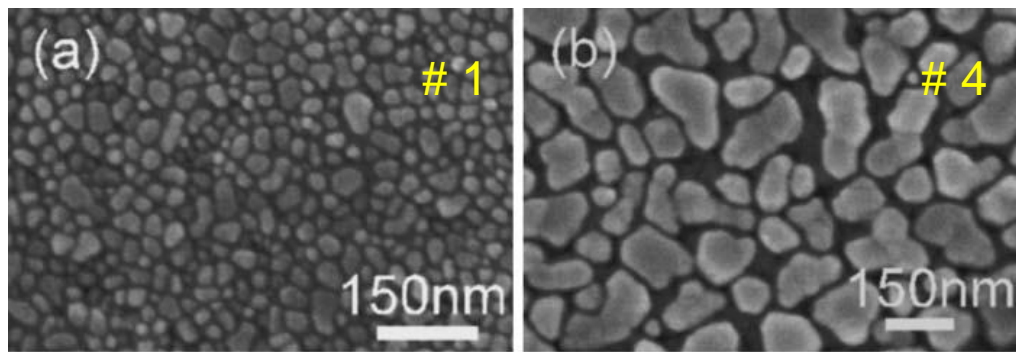
Oslabienie systematycznie zależy od grubości warstwy Ag

Wnioski – studnie GaN/AlGaN z napyłoną warstwą metalu

- Brak wzmocnienia plazmonowego, także w obszarze ekscytonowym ($\sim 3300\text{meV}$) – istotny wpływ oksydacji?
- Plazmony wydajnie absorbują światło, ale powstałe w ten sposób wzbudzenie plazmonowe zanika nieradiacyjnie?
- Obserwowany efekt nie zależy znacząco od temperatury.
- Widoczny wpływ Ag na obserwowane osłabienie emisji .



*Inspiracja -
plazmonowe
wzmocnienie
emisji w ZnO
(wyspy z Ag)*

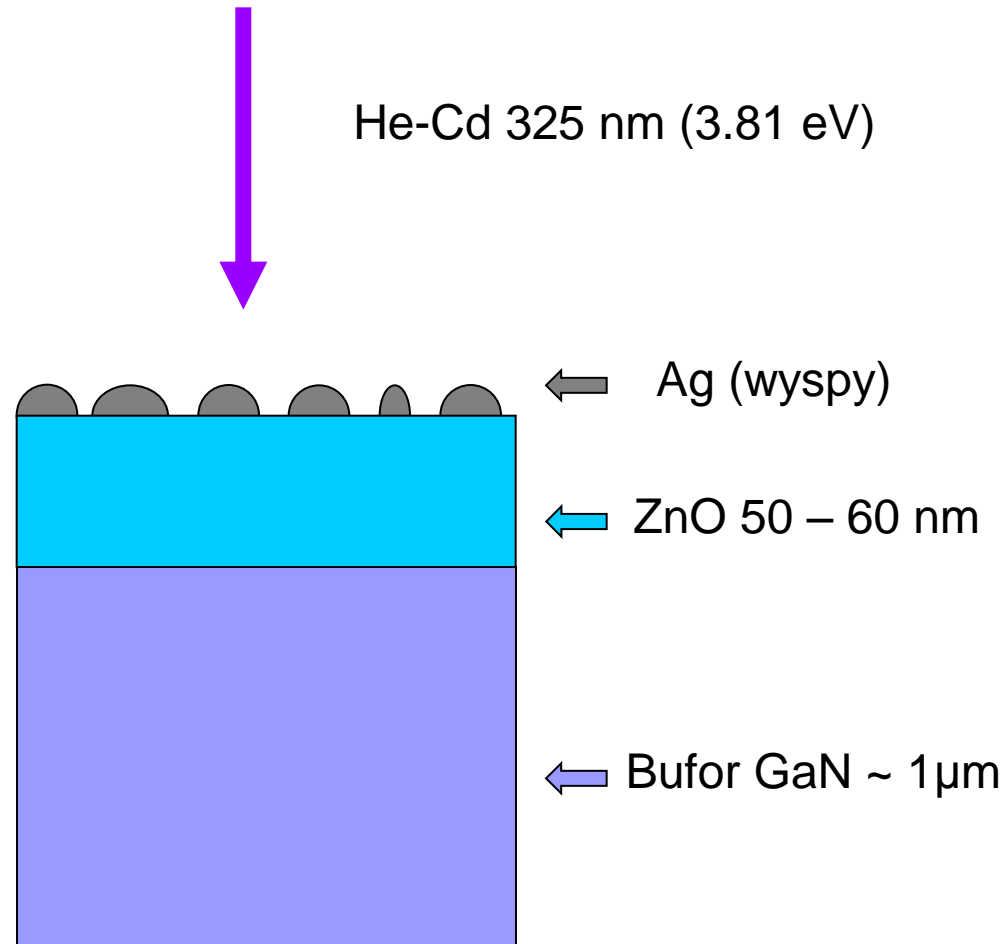


↔ 40 - 150 nm (# 1 - # 4)
↕ 20 - 40 nm (# 1 - 7 #)

Cheng et al., APL **92**, 041119 (2008)

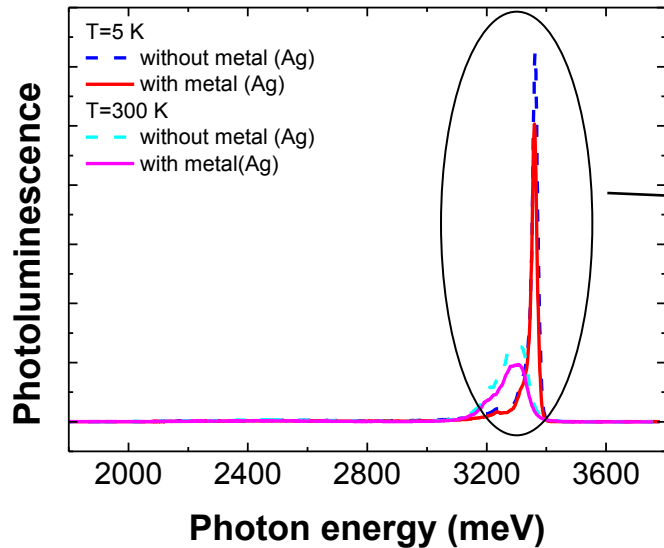
Próbki ZnO

- **"niewygrzana"** - warstwa ZnO pokryta wyspami srebra (Ag) poprzez „krótkie” napylenie
- **"wygrzana"** - warstwa ZnO pokryta warstwą srebra o grubości 30\AA , z której po wygrzaniu (3 min, $750\text{ }^{\circ}\text{C}$) uformowały się kulki/wyspy

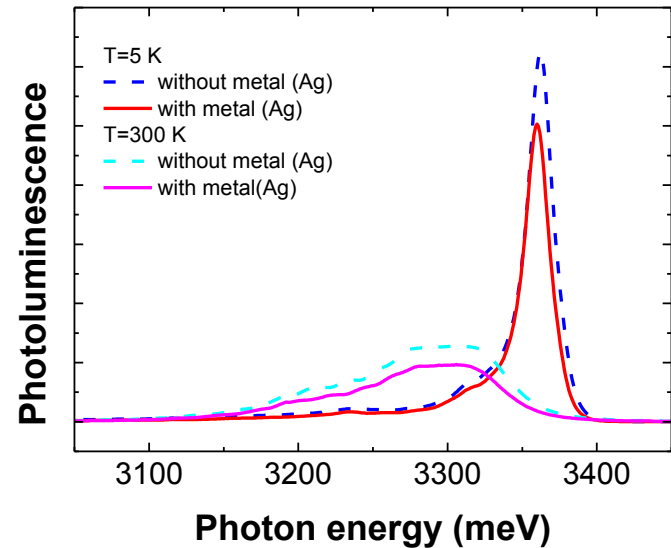


PL warstwy ZnO „niewygrzewanej”

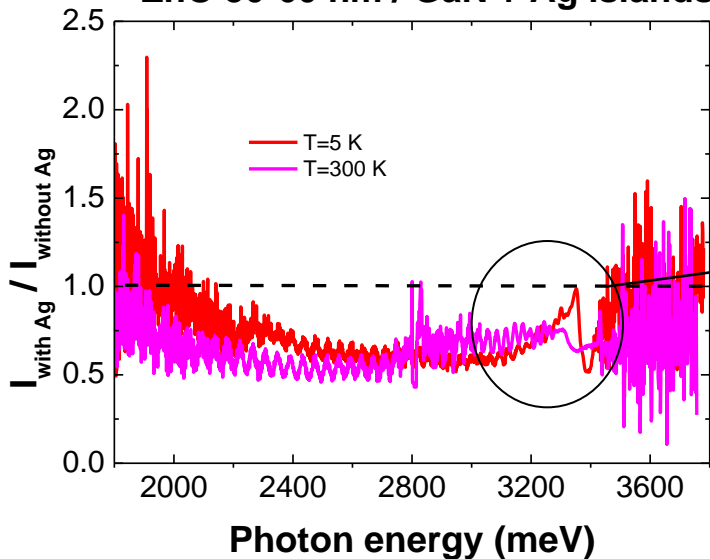
ZnO 50-60 nm / GaN + Ag islands



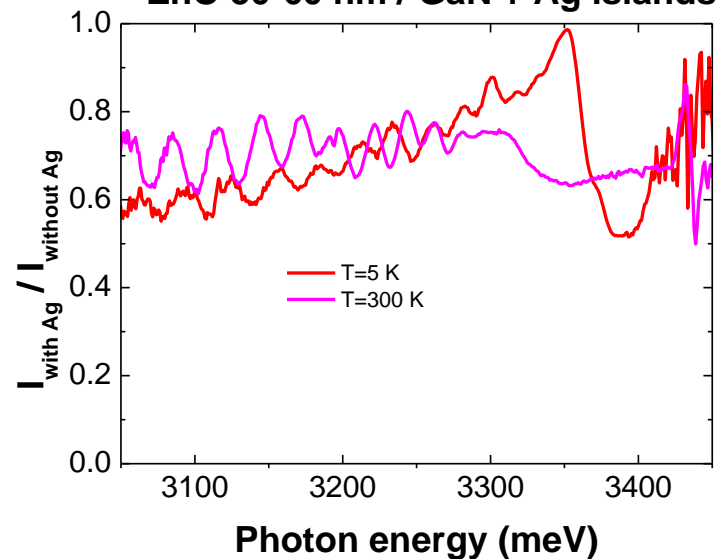
ZnO 50-60 nm / GaN + Ag islands



ZnO 50-60 nm / GaN + Ag islands

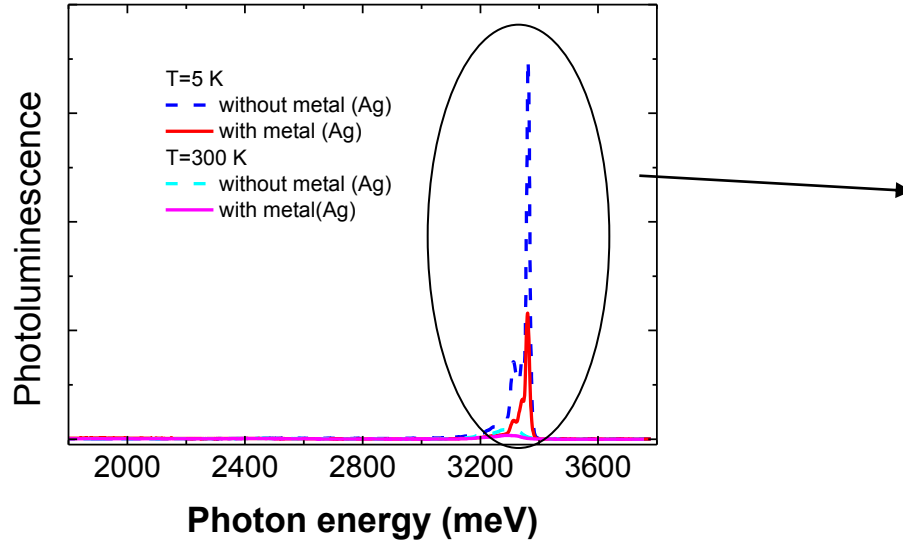


ZnO 50-60 nm / GaN + Ag islands

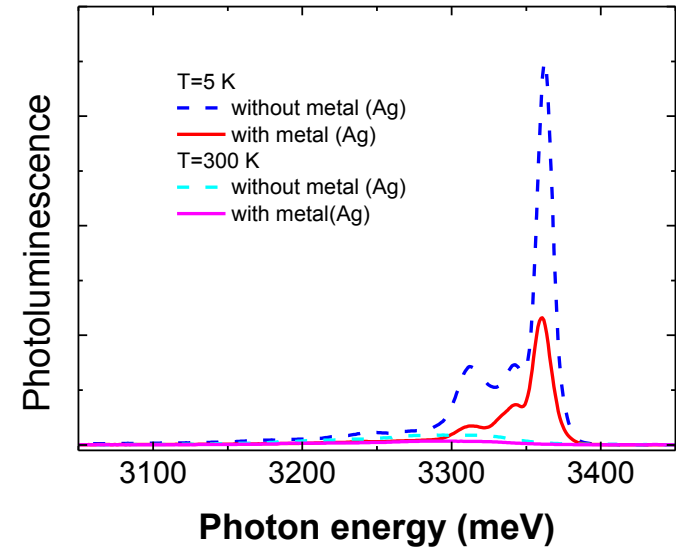


PL warstwy ZnO „wygrzewanej”

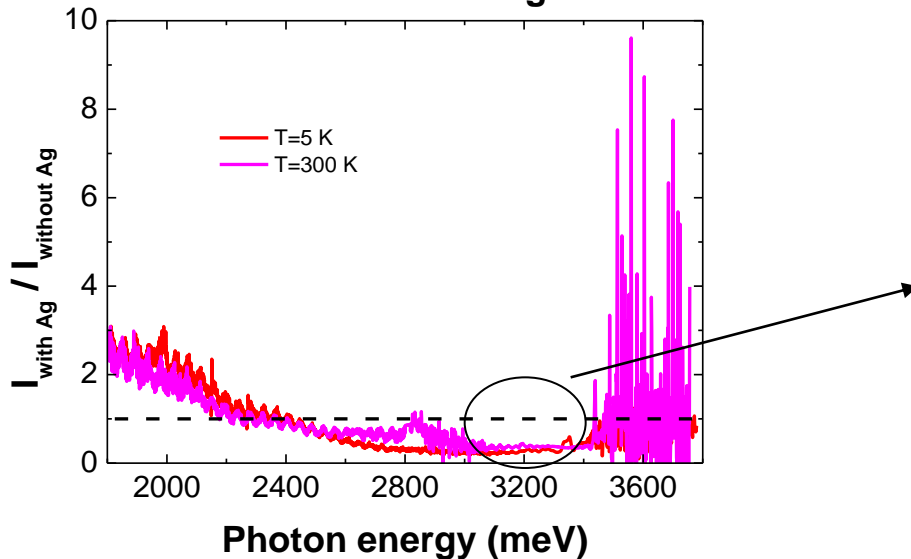
ZnO 50-60 nm / GaN + Ag annealed



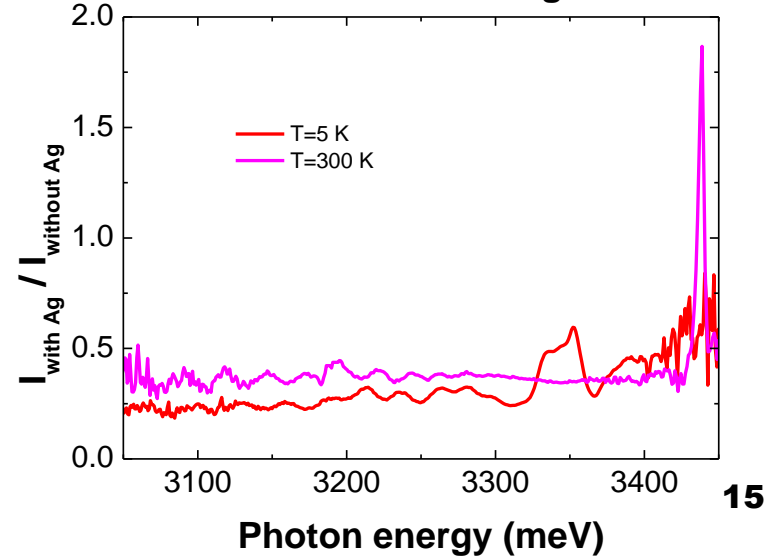
ZnO 50-60 nm / GaN + Ag annealed



ZnO 50-60 nm / GaN + Ag annealed

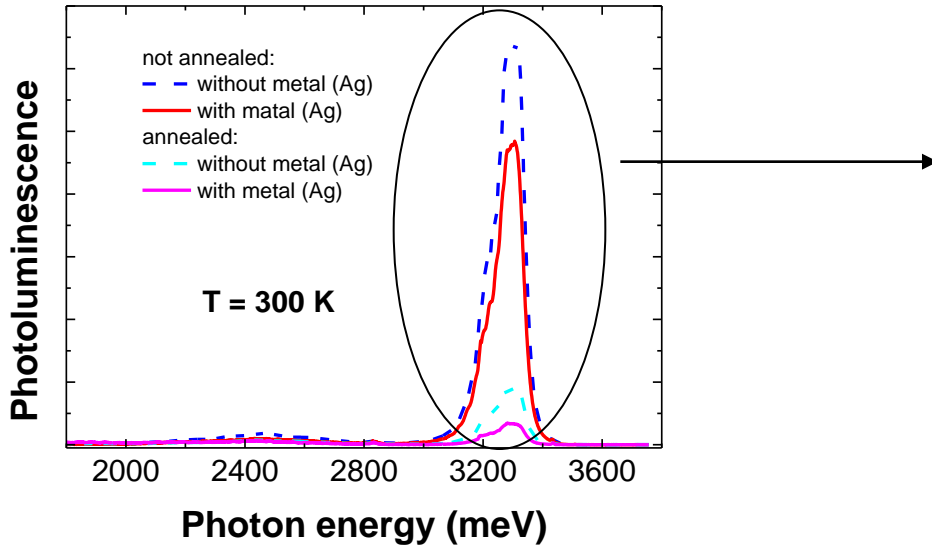


ZnO 50-60 nm / GaN + Ag annealed

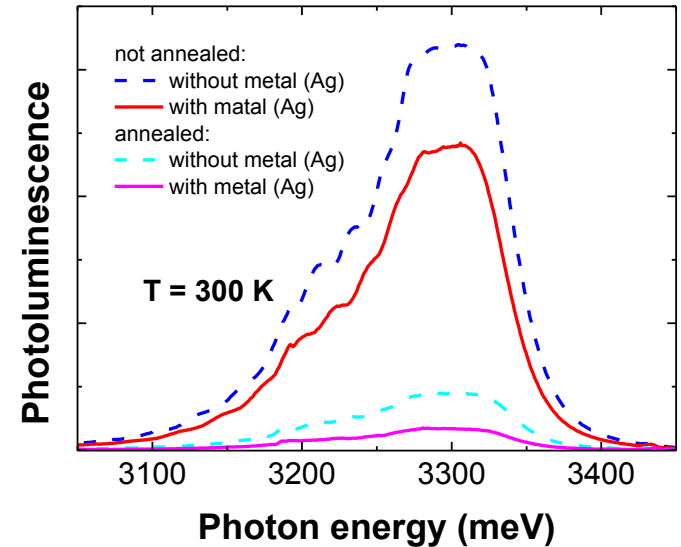


PL warstwy ZnO w $T = 300\text{ K}$

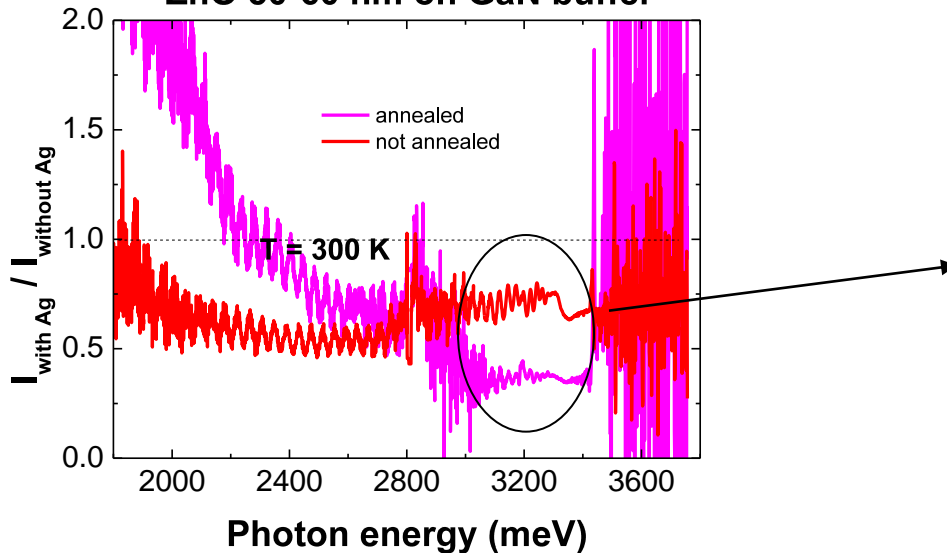
ZnO 50-60 nm on GaN buffer



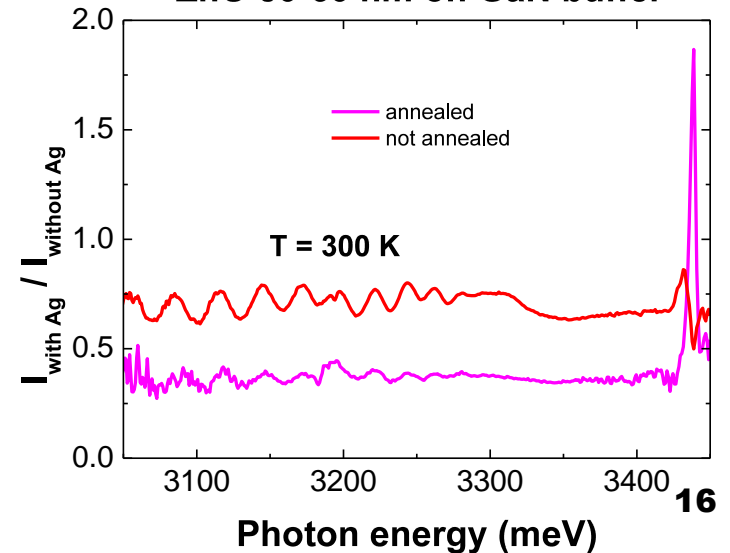
ZnO 50-60 nm on GaN buffer



ZnO 50-60 nm on GaN buffer

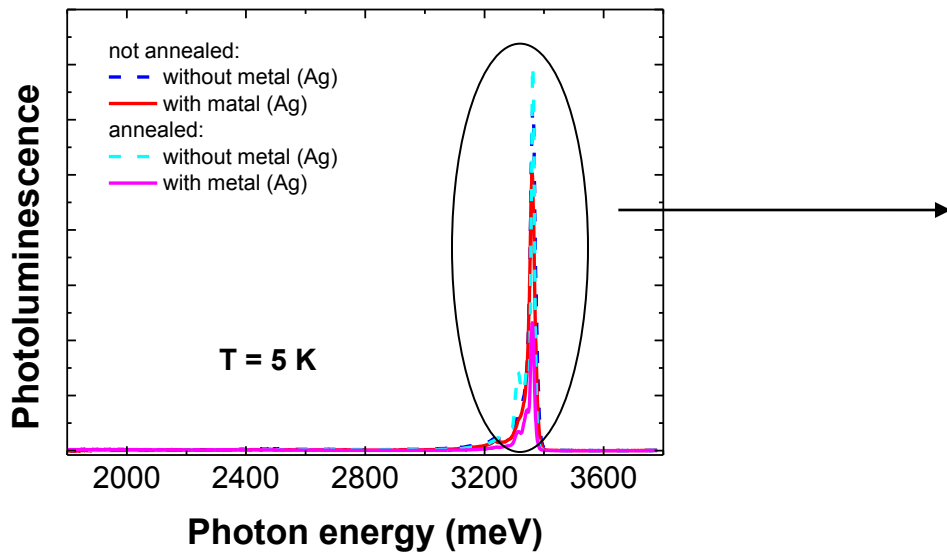


ZnO 50-60 nm on GaN buffer

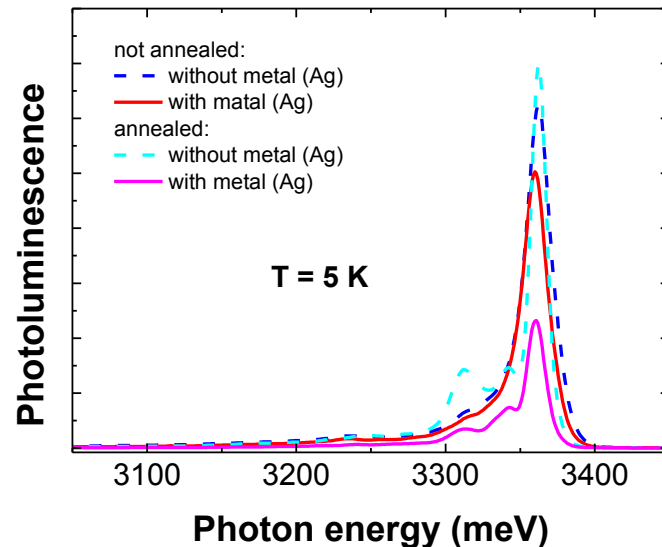


PL warstwy ZnO w $T = 5 K$

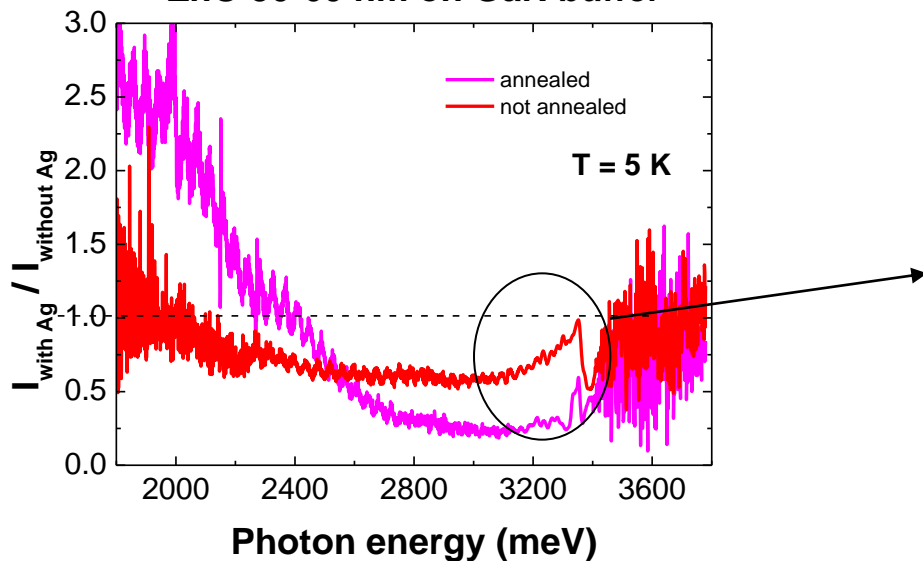
ZnO 50-60 nm on GaN buffer



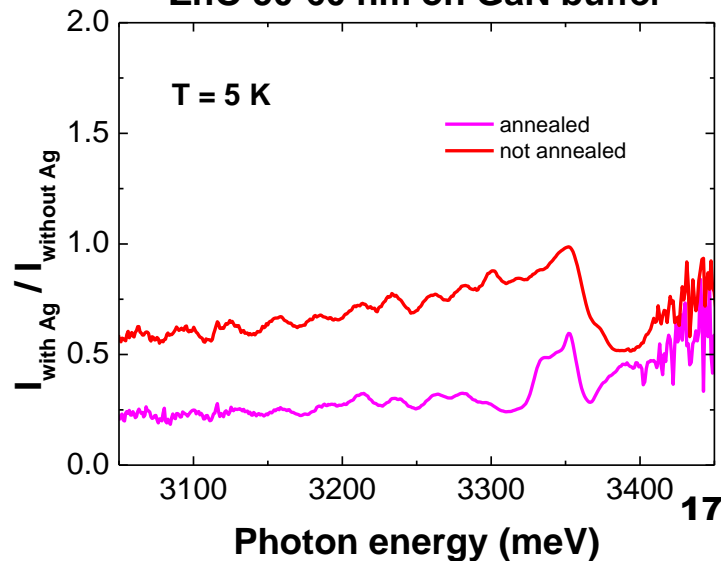
ZnO 50-60 nm on GaN buffer



ZnO 50-60 nm on GaN buffer



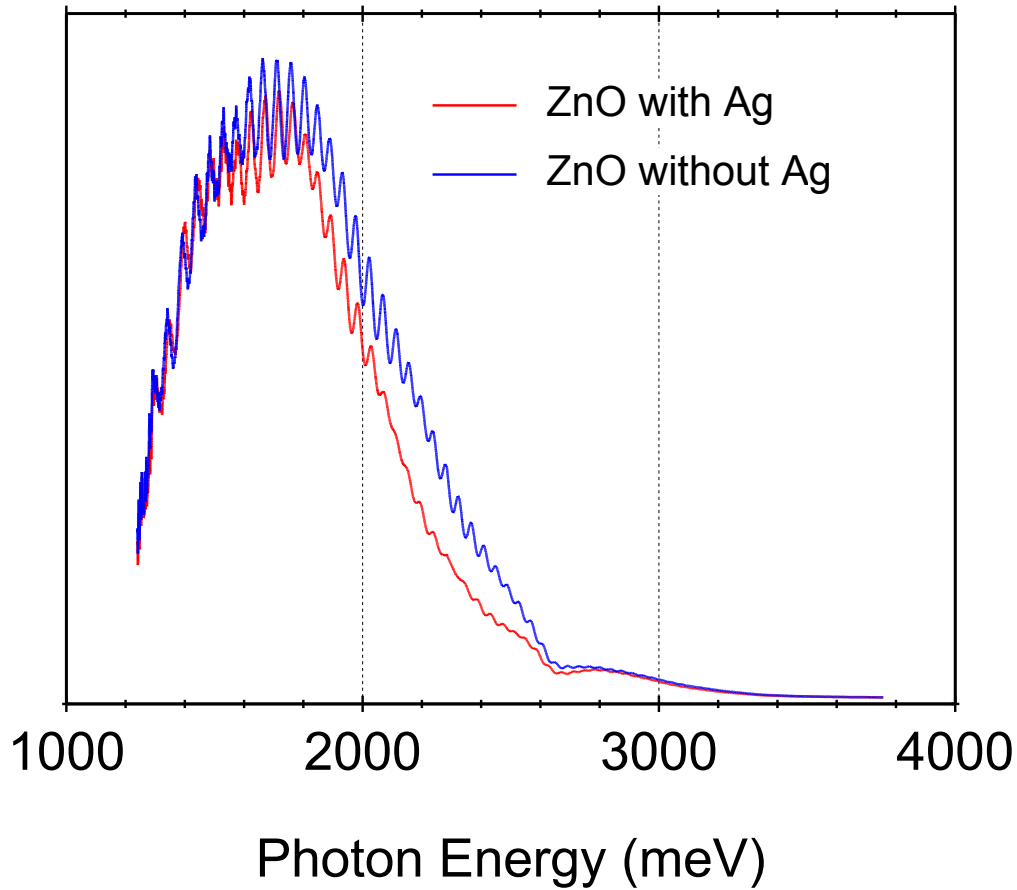
ZnO 50-60 nm on GaN buffer



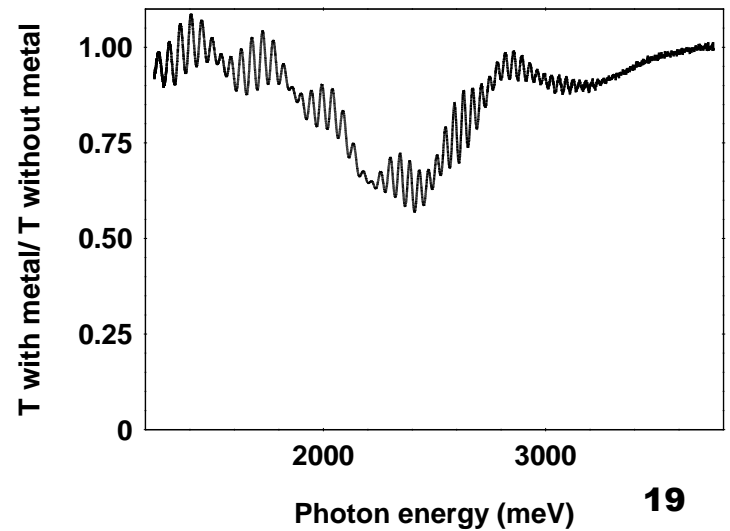
Wnioski – warstwy ZnO z wyspami Ag

- Silniejsze efekty plazmonowe (m. in. osłabienia emisji w obszarze ekscytonowym) zaobserwowano w przypadku próbki „wygrzewanej”.
- Osłabienie emisji nie zależy znacząco od temperatury.
- Kulki Ag wydajnie absorbują światło, ale powstałe w ten sposób wzbudzenie plazmonowe zanika nieradiacyjnie?

Transmission

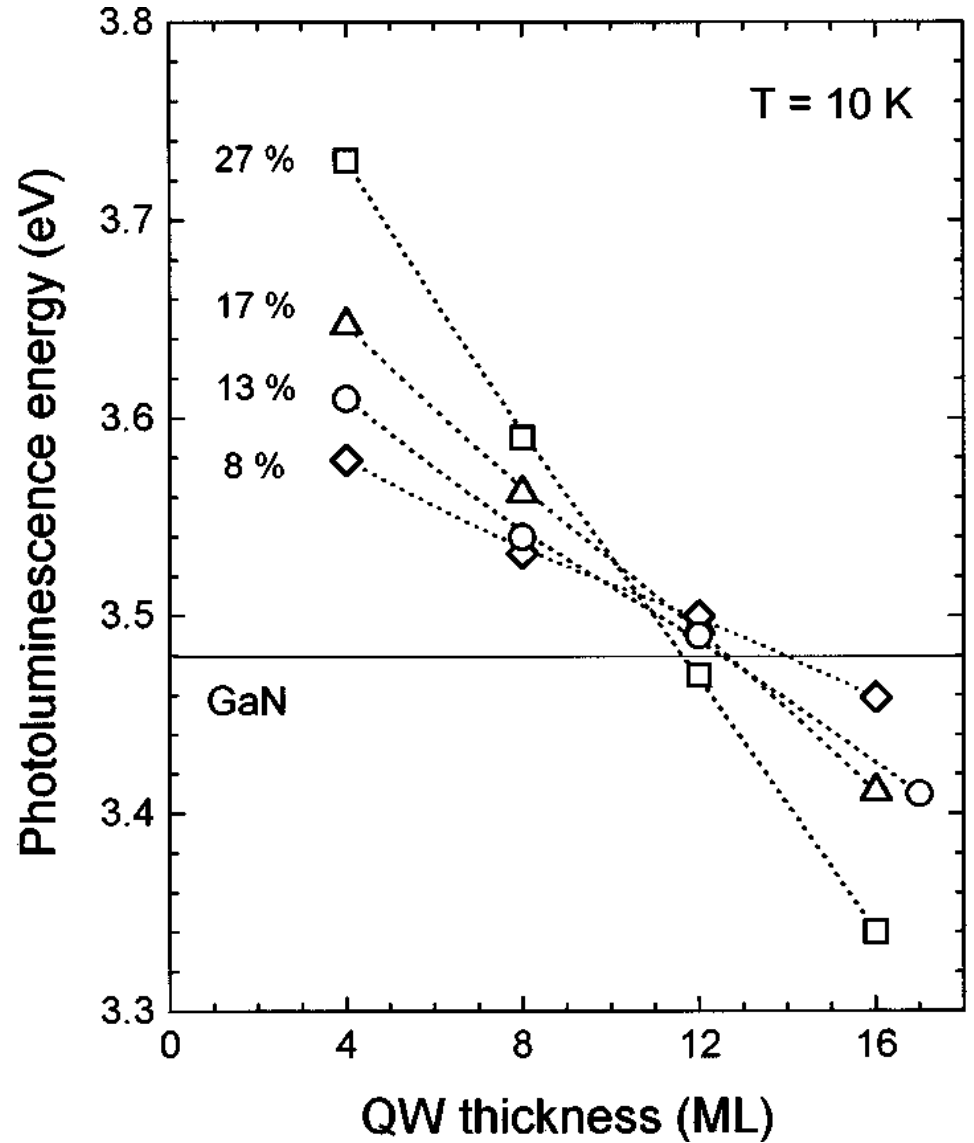
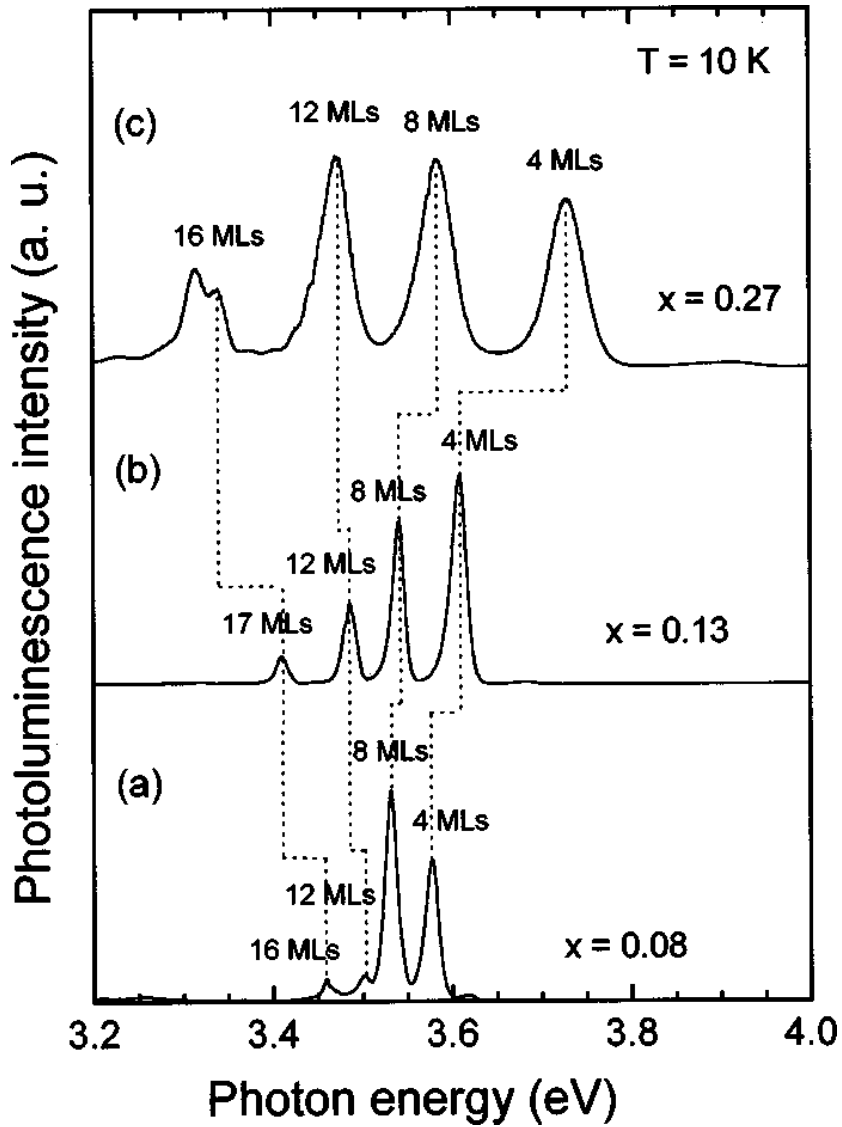


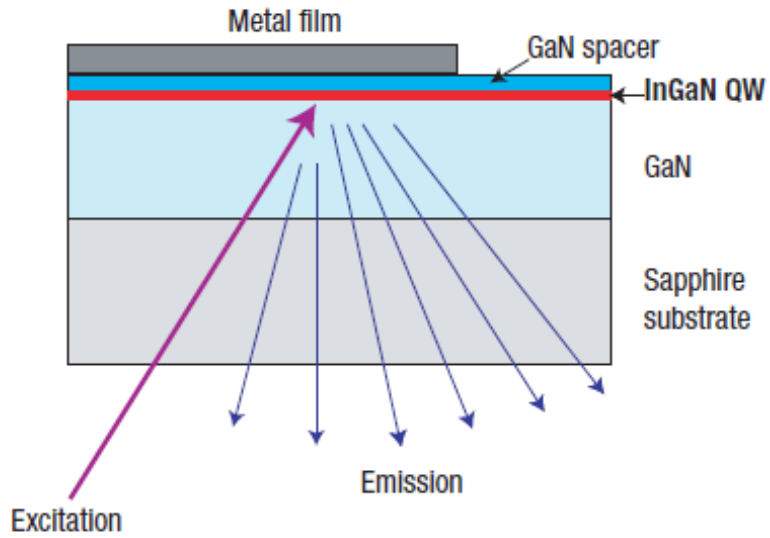
Transmisja – ZnO



Plany na przyszłość

- Fotoluminescencja i transmisja na:
 - powtórzenie pomiarów na tych samych studniach z napyloną warstwą Al – wpływ oksydacji?
 - na studniach ze zoptymalizowanymi grubościami napyłanych warstw
 - wygrzewanych warstwach ZnO pokrytych cieńszą/grubszą warstwą metalu (mniejsze/ większe wyspy Ag)
 - warstwach ZnO pokrytych dwoma metalami np. aluminium ze srebrem lub aluminium ze złotem
 - próbkach pokrytych metalami ferromagnetycznymi (Fe, Mn, Co)
 - przykrywanie złotem w celu uniknięcia degradacji warstwy



a**b**