



AGH UNIVERSITY OF SCIENCE
AND TECHNOLOGY



Nanofotoniczne układy logiczne

Justyna Mech, Remigiusz Kowalik, Agnieszka Podborska, Przemysław Kwolek and Konrad Szaciłowski

Wydział Metali Nieżelaznych
Katedra Fizykochemii i Metalurgii Metali Nieżelaznych

NANOTECHNOLOGIA-PL Warszawa 28.04.2010

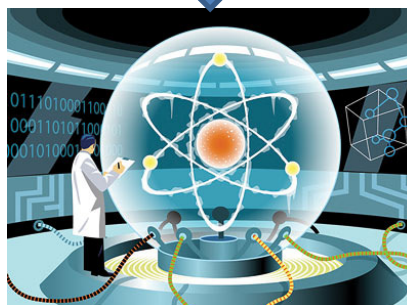
Nanotechnologia w przetwarzaniu informacji, czyli przetwarzanie informacji na poziomie nano

tranzystory
krzemowe

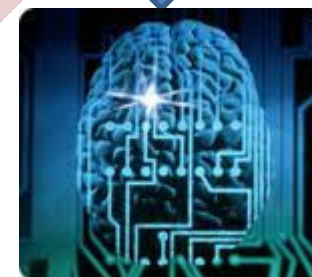


Procesor
Athlon 64,
technologia 40
nm

urządzenia
nanofotoniczne i
molekularne,
neurocybernetyka,
komputery
kwantowe



Komputery
naśladujące ludzki
mózg



Obecna technologia i jej ograniczenia

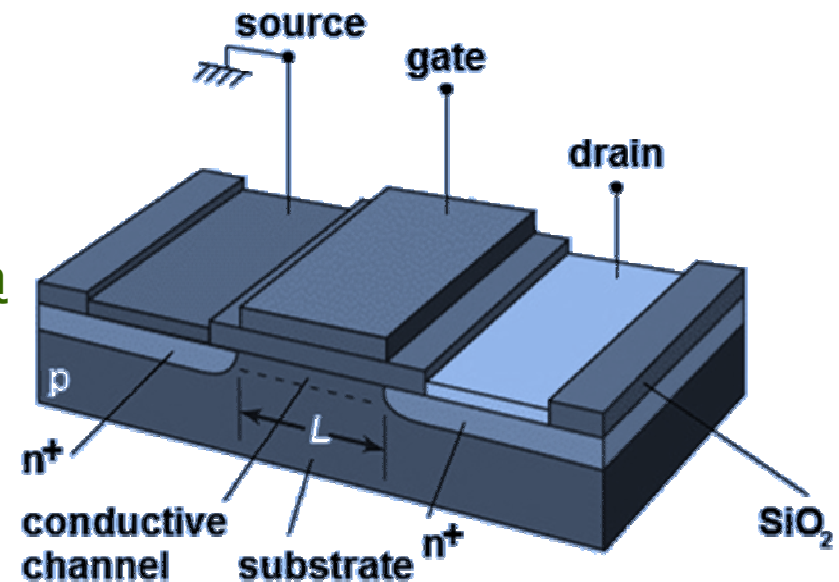
- Budowa pojedynczego tranzystora MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor)

Podstawowe parametry

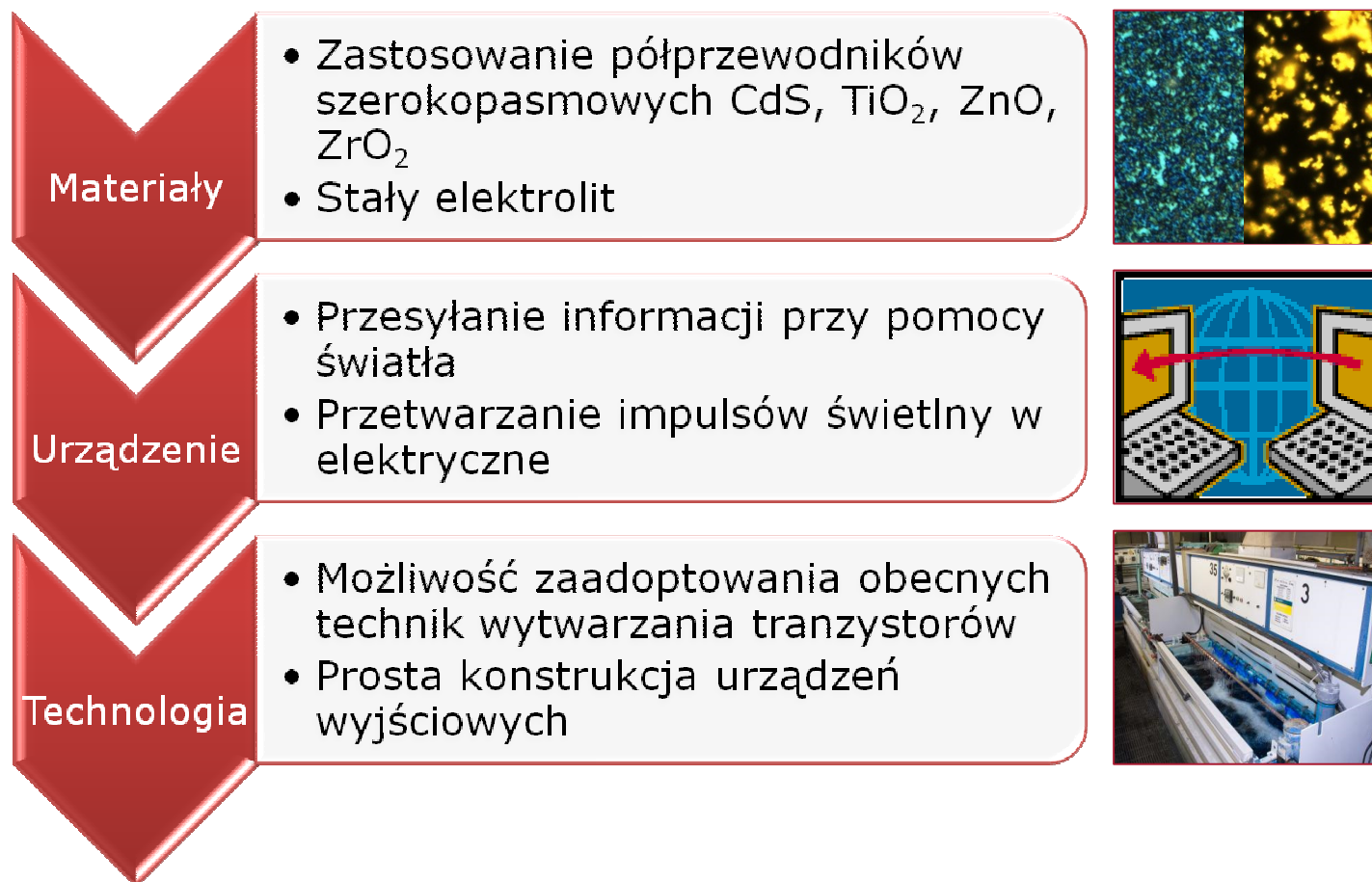
- ❑ Czas przełączania
- ❑ Energia na jednostkową operację

Trzy obszary ograniczeń:

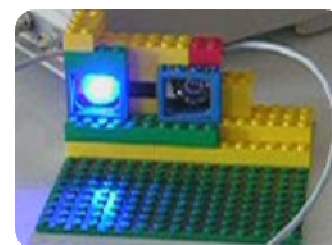
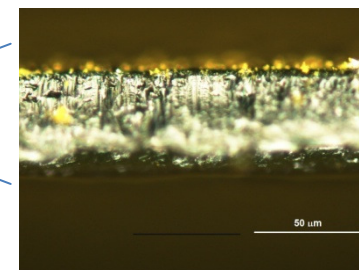
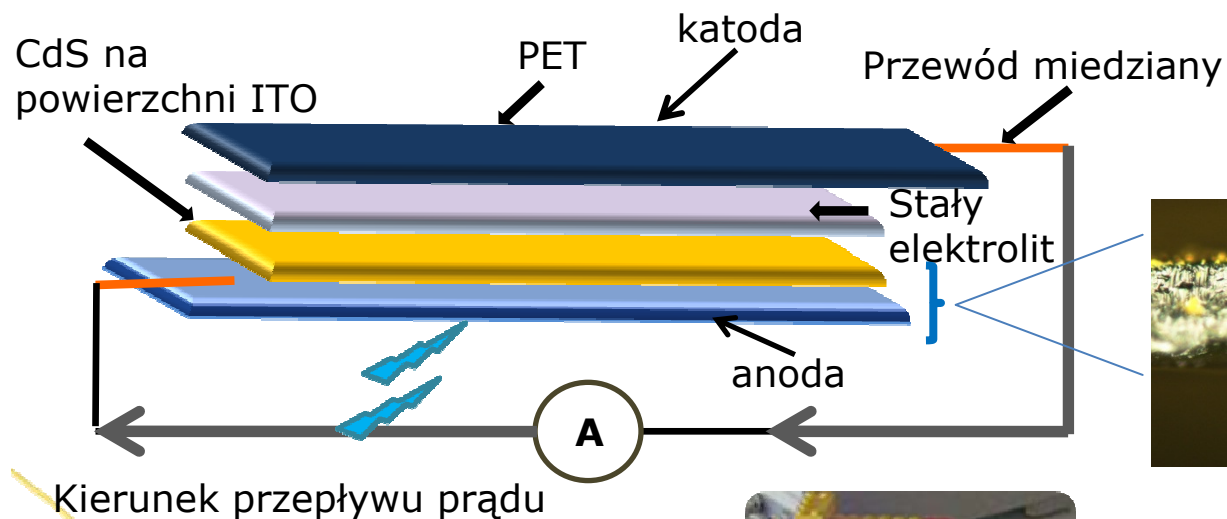
- Termodynamika
- Efekty kwantowe
- Elektromagnetyzm



Poszukiwanie nowych technologii i materiałów do przetwarzania informacji

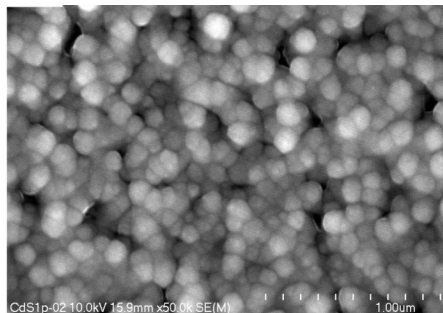


Fotodioda na bazie CdS

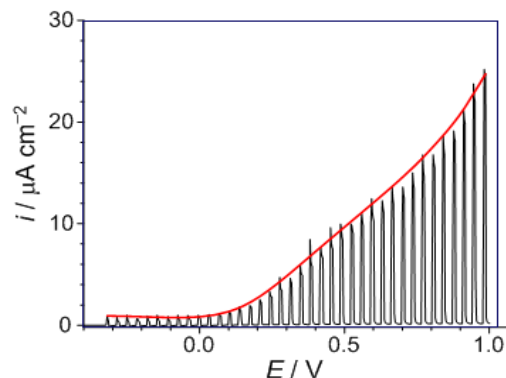


- Światło o długości 455 nm wzbudza elektrony z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa – pojawienie się fotoprądu
- Obecność stałego elektrolitu zapewnia mechaniczne właściwości urządzenia

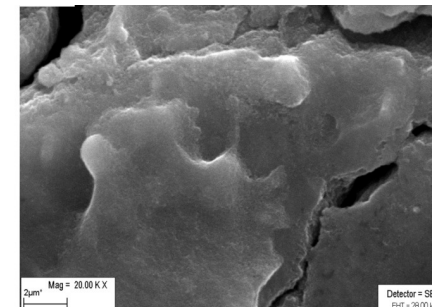
Charakterystyka fotodiody



Rys.1. Zdjęcie SEM cienkiej warstwy CdS osadzonej z roztworu (CBD).



Rys.2. Zależność prądowo-napięciowa dla fotodiody na bazie CdS, przy impulsowym wzbudzeniu światłem.



Rys.3. Zdjęcie SEM cienkiej warstwy CdS w formie proszku.

Złącze Schottkiego

- Oświetlanie diody od strony katody nie powoduje generowania fotoprądów
- Brak prądów wstecznych

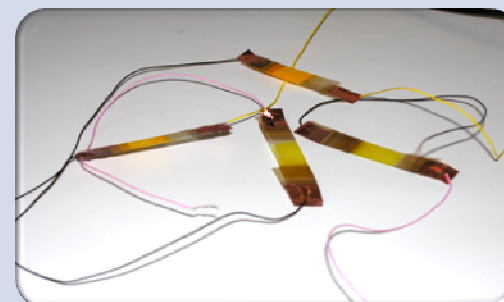
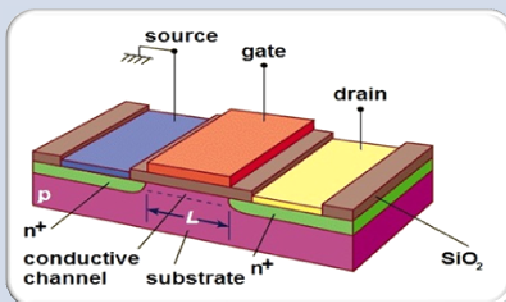
Natężenie fotoprądu

- Fotoprądy rzędu kilku μA
- Znacznie większe niż w przypadku innych półprzewodników szerokopasmowych

Struktura fotodiody

- W generowaniu fotoprądów udział biorą tylko ziarna w bezpośrednim kontakcie z ITO (Indium Tin Oxide)

Fotodioda i tranzystor FET - porównanie



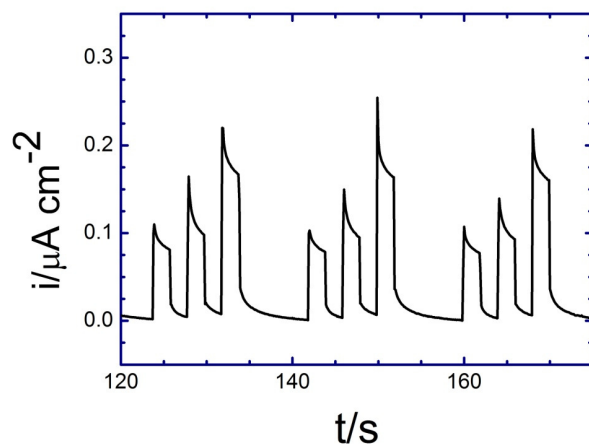
Tranzystor FET

- Złożone układy
- Zaawansowana technologia produkcyjna
- Ograniczenia wynikające z ciągłej miniaturyzacji

Fotodioda

- Proste układy realizujące operacje logiczne
- Proste metody wytwarzania
- Urządzenia działające w skali nano (grubość warstwy CdS na zdjęciu to ok. 100 nm)

• Sumowanie fotonów

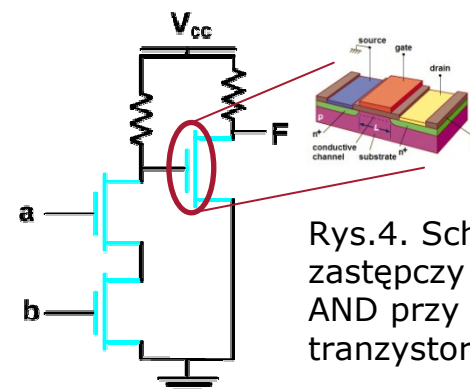
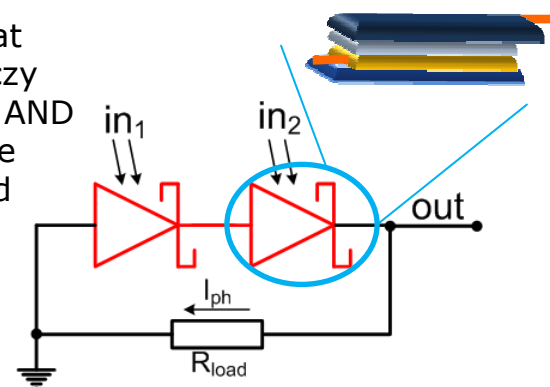


Rys.1. Sygnał fotonprądu na wyjściu bramki AND



Rys.2. Sekwencja impulsów światła

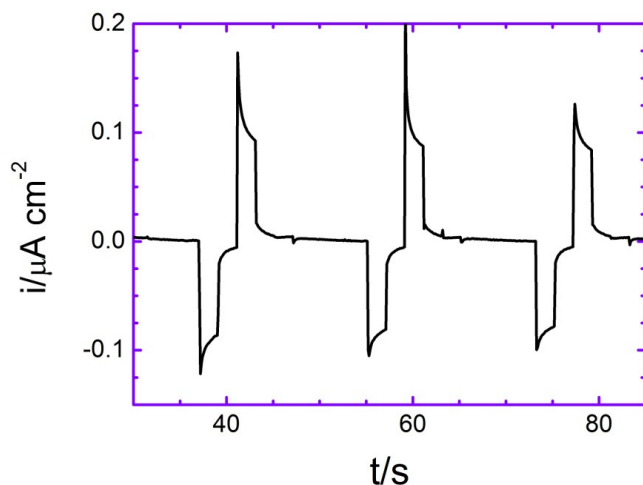
Rys.3. Schemat zastępczy bramki AND na bazie fotodiody CdS



Rys.4. Schemat zastępczy bramki AND przy użyciu tranzystorów FET

Bramka logiczna XOR

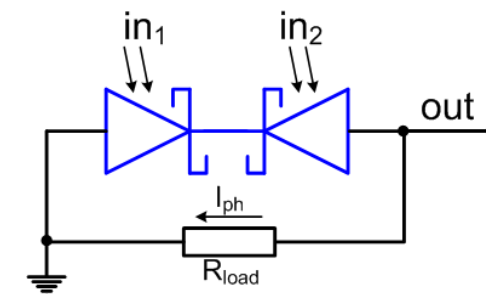
• Kompensacja fotoprądów



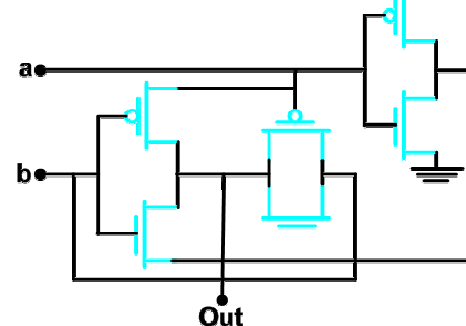
Rys.1. Sygnał fotoprądu na wyjściu bramki XOR



Rys.2. Sekwencja impulsów światła

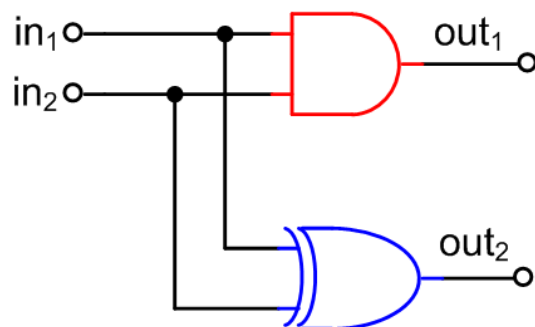


Rys.3. Schemat zastępczy bramki XOR na bazie fotodiody CdS



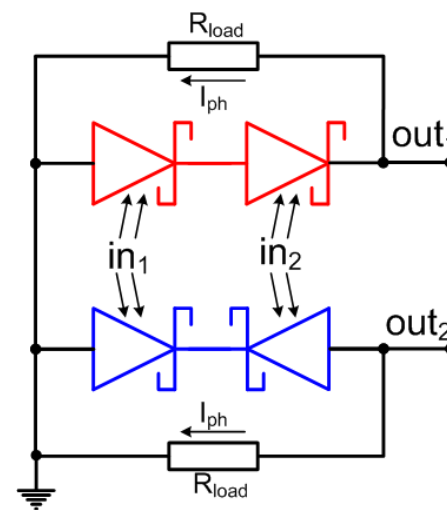
Rys.4. Schemat zastępczy bramki XOR przy użyciu tranzystorów FET

Układy logiczne na bazie fotodiod



in ₁	in ₂	out ₁	out ₂	(in ₁ +in ₂)
0	0	0	0	0
1	0	0	1	1
0	1	0	1	1
1	1	1	0	2

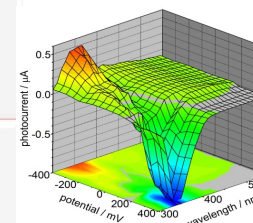
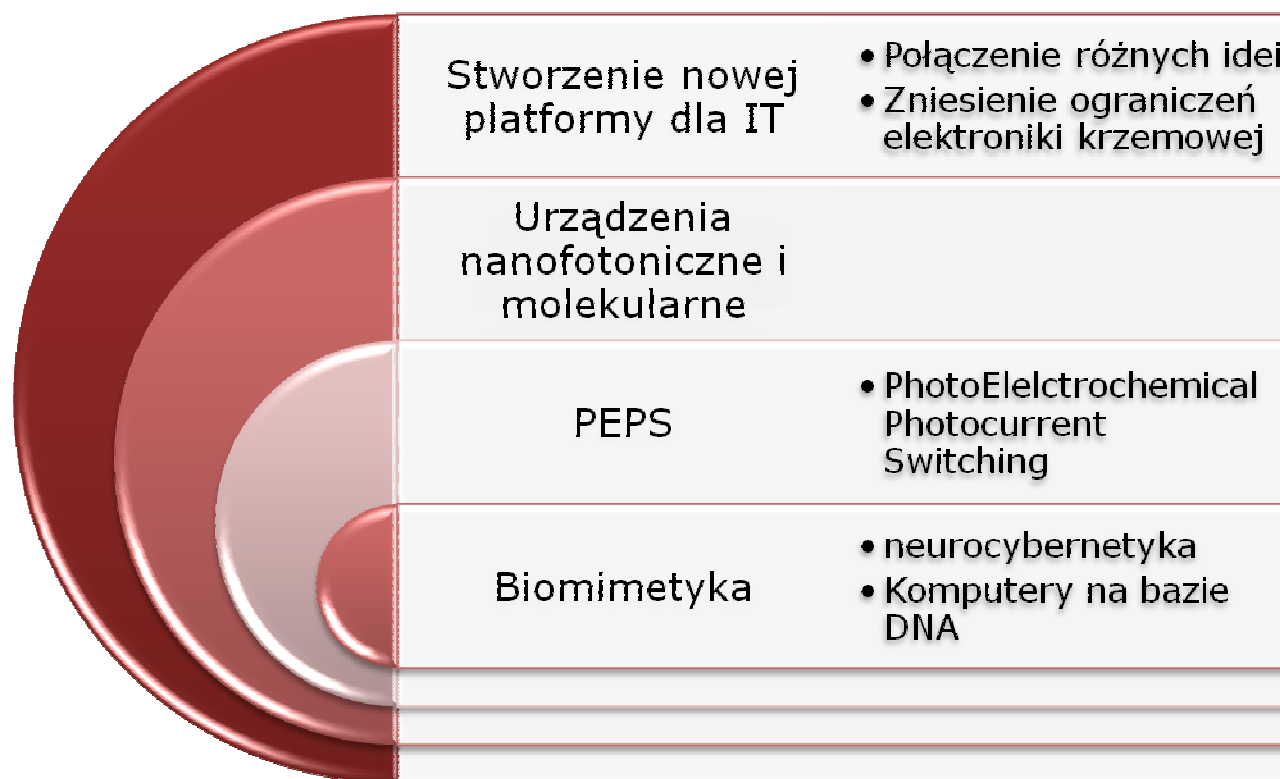
Half-adder realizuje prostą operację logiczną jaką jest dodawanie dwóch liczb binarnych (in₁+in₂)





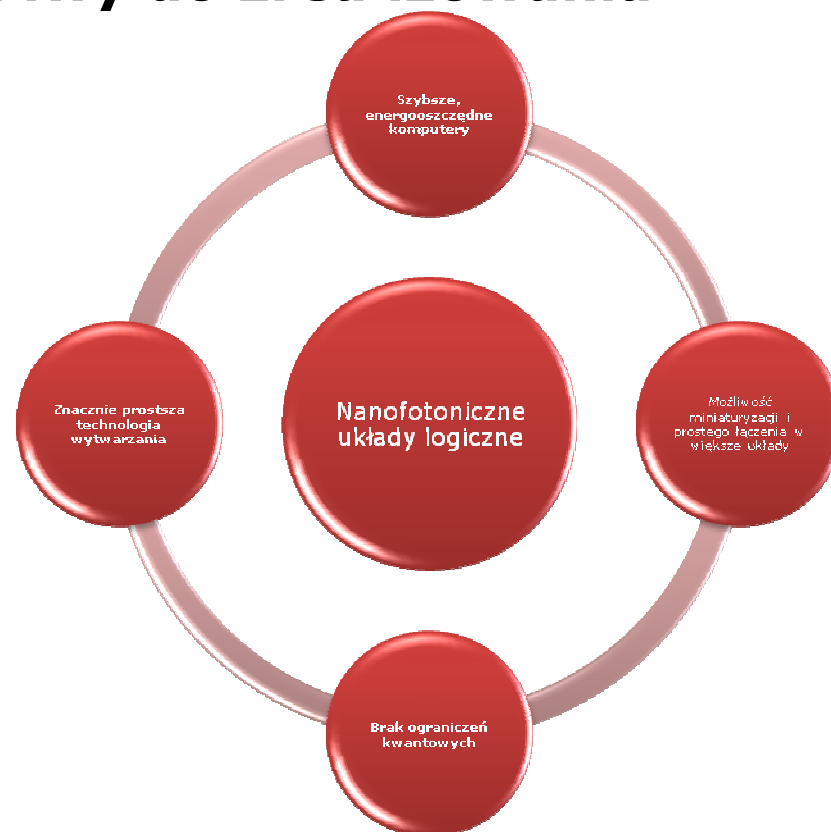
- ☐ **Skonstruowanie inwertera**
- ☐ **Zrealizowanie całej tablicy logicznej Booleana**
- ☐ **Miniaturyzacja obiektów**

Perspektywy dalszych badań



Podsumowanie

- **Nanofotoniczne układy logiczne projekt możliwy do zrealizowania**



Dziękuję za uwagę

