

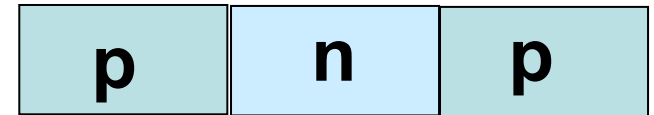
# Pierwszy tranzystor w Bell Labs (Murray Hill)

**John Bardeen & Walter Brattain**  
**16 Grudzień 1947**

**Tranzystor z kontaktem punktowym**  
**(Point contact transistor)**



**William Shockley**  
**30 Czerwiec 1948**



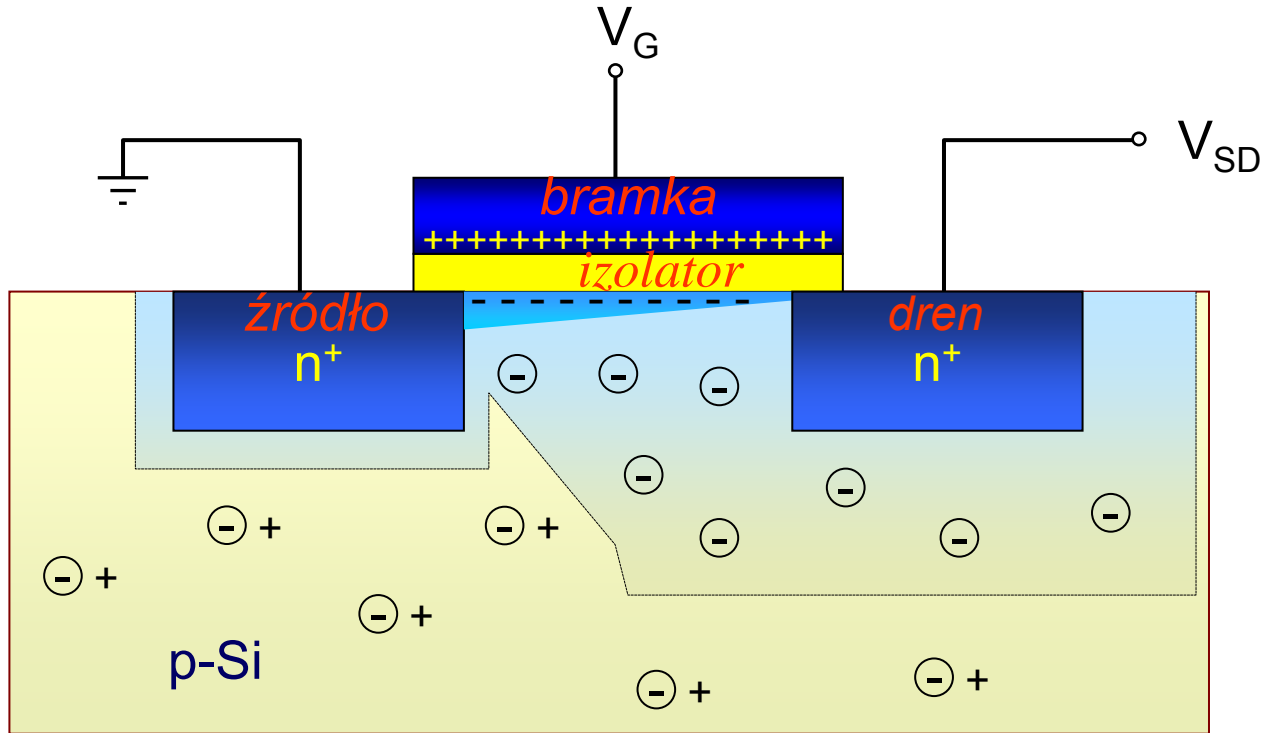
**Tranzystor oparty na złączu *n*p*n***

**Bell Labs przyjęło nazwę “TRANZYSTOR”**

# Rozwój technologii obwodów scalonych



- 1965 - 1970, obwody scalone oparte o bipolarnie tranzystory
- Od 1970 r obwody scalone oparte o *technologię CMOS* znacząco wkraczają na scenę, tranzystor polowy (FET)

Tranzystor polowy FET (field effect transistor)  
wykonany w technologii CMOS  
(Complementary Metal Oxide Semiconductor)

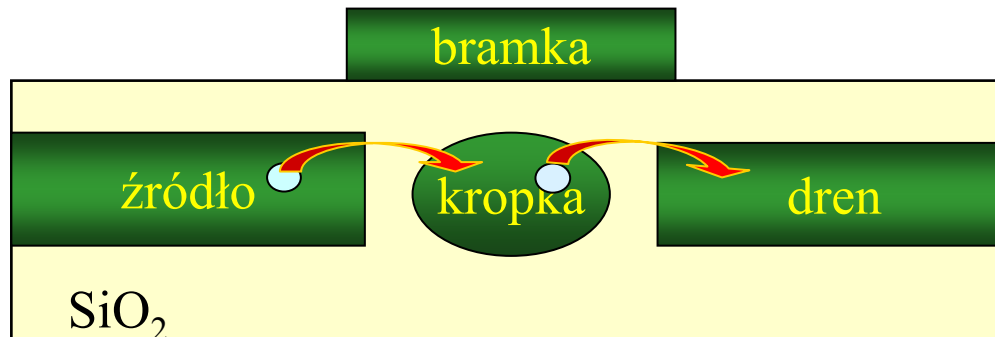


Długość bramki determinuje stopień integracji i szybkość przełączania

# Bariery

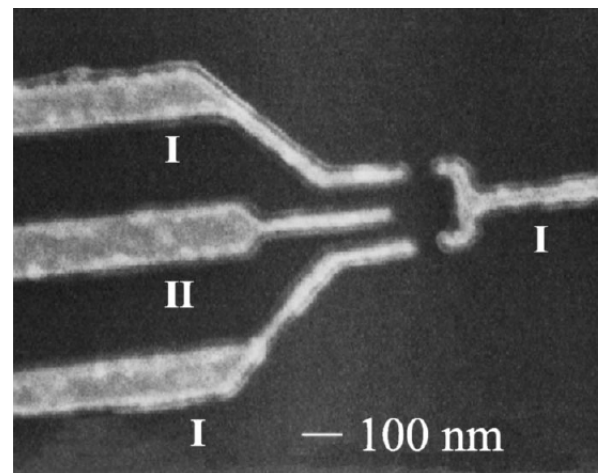
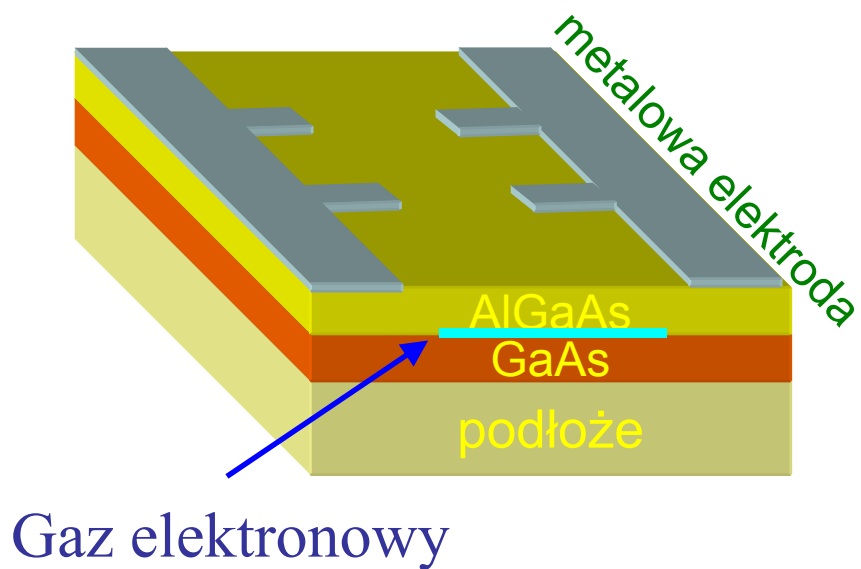
- **Bariery techniczne klasycznej technologii CMOS**  
np. wydzielanie ciepła, pasożytnicze przecieki prądu  
 **nieklasyczna technologia CMOS**
- **Bariery fizyczne**  
miniaturyzacja doprowadzi do sytuacji, gdy do przełączenia pomiędzy stanami “0” & “1” będzie do dyspozycji *jeden* elektron  
 **Qbit, quantum computing**
- **Bariery ekonomiczne, psychologiczne, prawne, ...**

Jednoelektronowy tranzystor  
SET (single electron transistor)



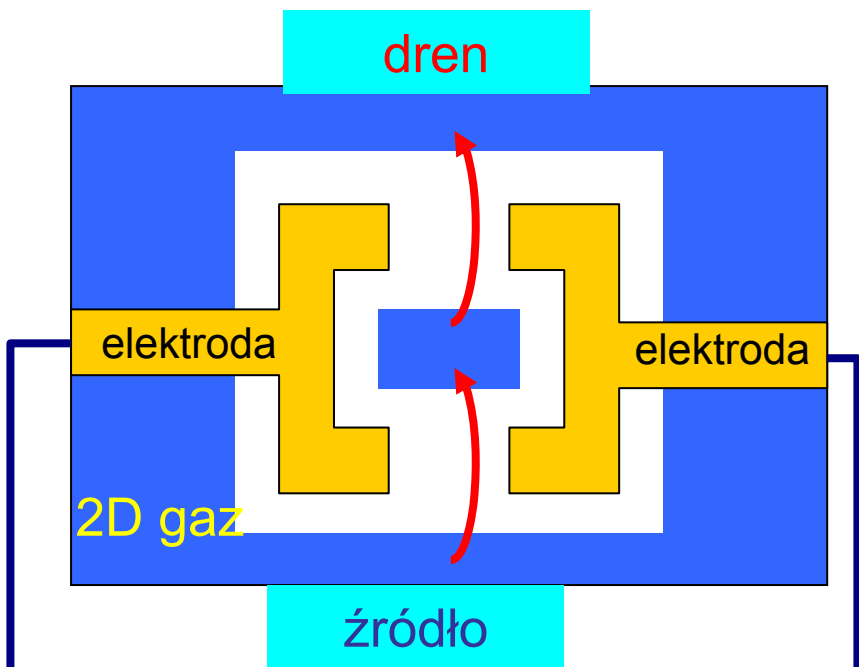
**jednoelektronowe  
tunelowanie sekwencyjne**

# Konstrukcja kropki kwantowej



Gores, et al., PRB 62, 2188 (2000)

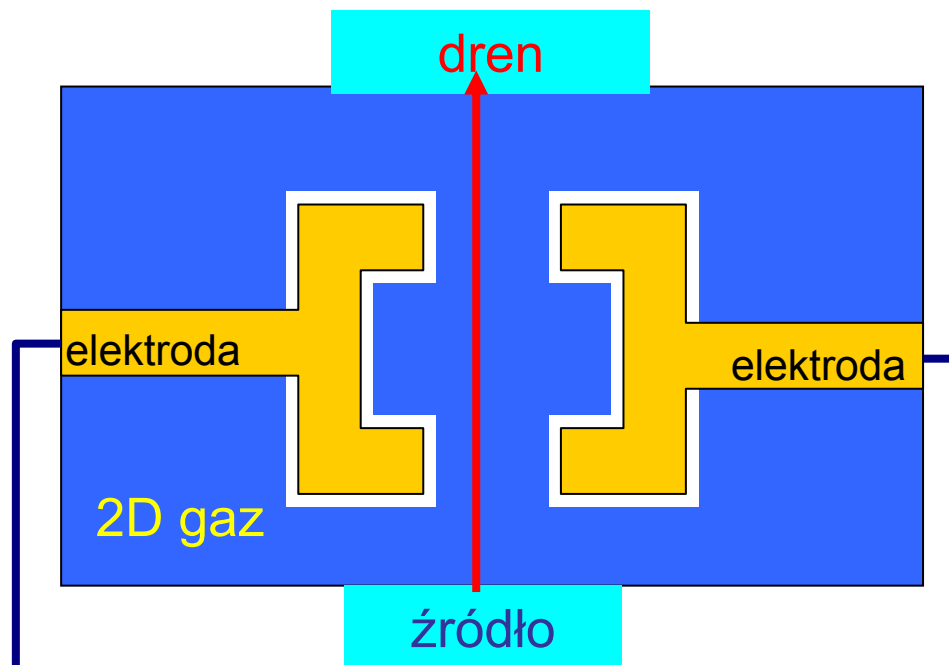
## sekwencyjne jednoelektronowe tunelowanie



### **Duże napięcie ujemne**

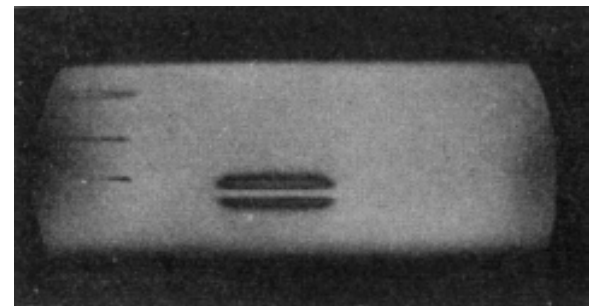
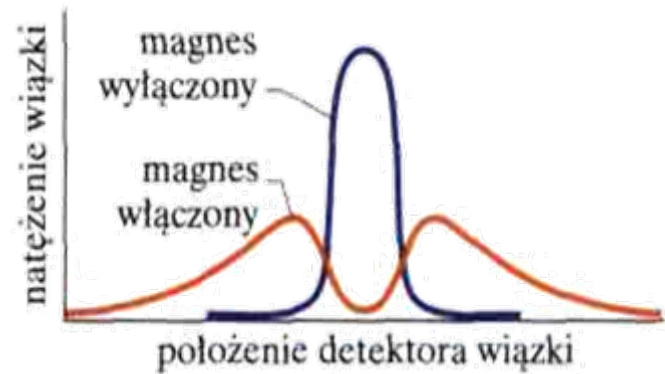
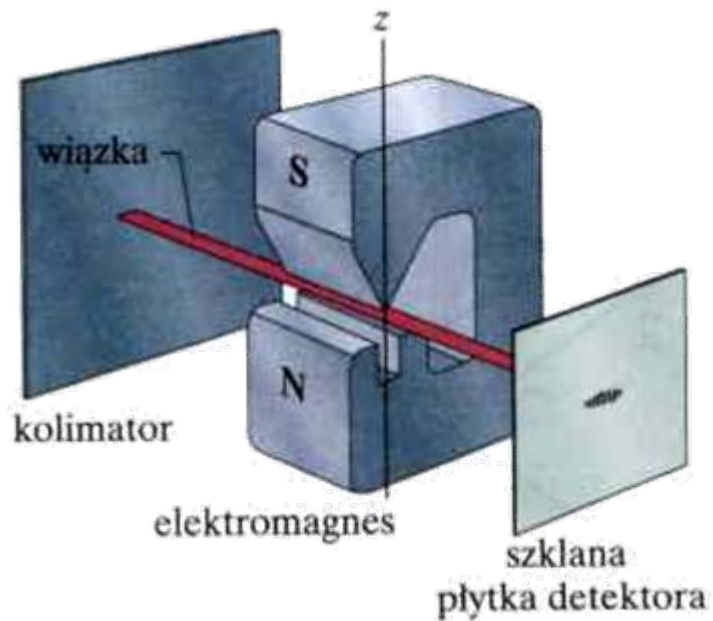
elektrod wypycha elektrony i tworzy słaby tunelowy kontakt kropki z elektrodami źródła i drenu

## koherentna transmisja fal elektronowych



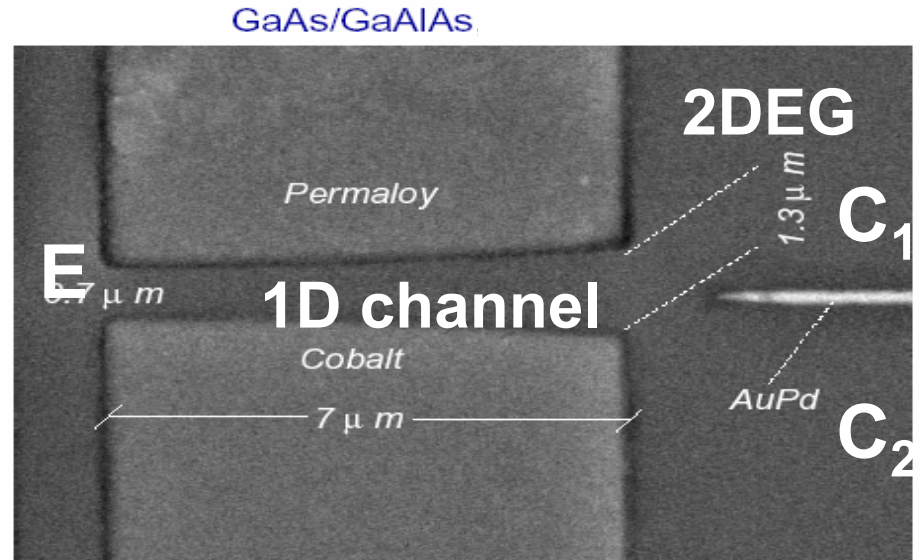
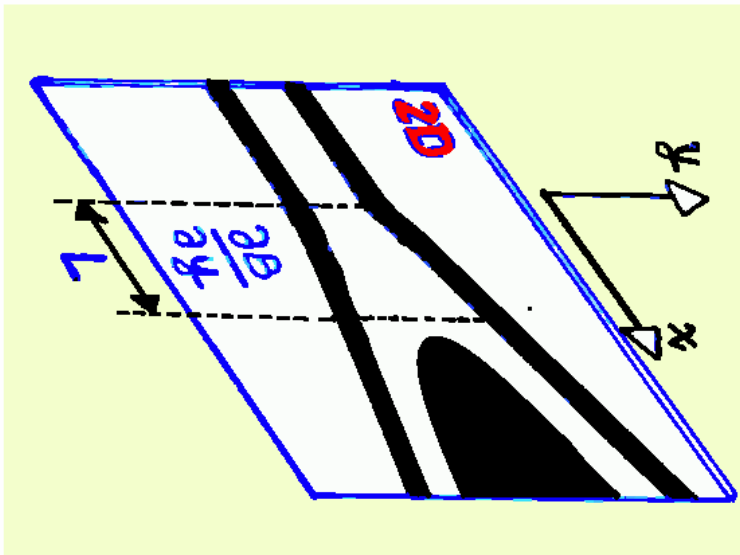
**Małe napięcie ujemne** elektrod w niewielkim stopniu wypycha elektrony tworząc bardzo dobry kontakt kropki z elektrodami źródła i drenu

# Doświadczenie Sterna - Gerlacha





# Scalony filtr Sterna-Gerlacha



elektrony w gradiencie pola  
generowanym przez by mikromagnesy

# SPINTRONIKA

*wykorzystanie spinu, nie tylko ładunku*

uzasadnienie:

**spin mniej podatny na zewnętrzne zaburzenia**

- **Przechowywanie / przetwarzanie informacji klasycznej**  
→ **manipulowanie namagnesowaniem i prądami spinowymi**
- **Przechowywanie / przetwarzanie informacji kwantowej**  
→ **manipulowanie pojedynczymi spinami**