Detektory pojedynczych fotonów oparte o nadprzewodzące nanodruty

B. Żyliński[1]†, **G.Kornakov**[1]

[1]Wydział Fizyki, Politechnika Warszawska, Koszykowa 75, 00-662 Warszawa
†email: blazej.zylinski.dokt@pw.edu.pl

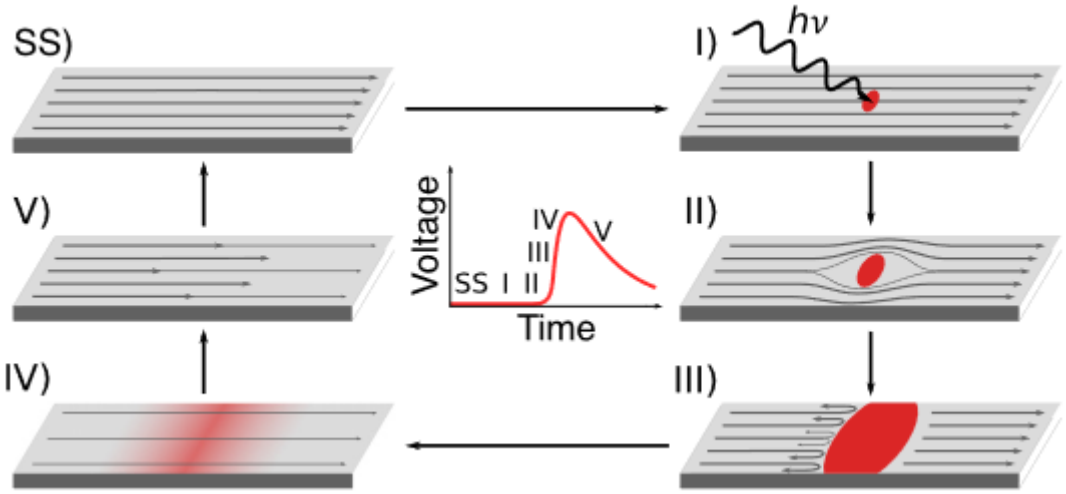
Detektory pojedynczych fotonów oparte o nadprzewodzące nanodruty (SNSPD, ang. *superconducting nanowire single-photon detectors*) po raz pierwszy opisano w 2001 roku [1,2]. Ich wyróżnikiem bardzo krótki czas odpowiedzi rzędu pikosekund [2]. Ostatnie dwie dekady cechuje dynamiczny rozwój tej technologii. SNSPD znajdują zastosowanie m.in. w dystrybucji klucza kwantowego, optyce kwantowej, komunikacji w głębokiej przestrzeni kosmicznej, obrazowaniu medycznym, systemach LIDAR, spektroskopii i teleskopach etc. [3-5]

Zasada działania detektora opiera się na tym, że foton padający na nanodrut znajdujący się w stanie nadprzewodzącym (tuż poniżej temperatury krytycznej) zakłóca ten stan (rys. 1). Skutkiem tego jest pojawienie się krótkotrwałego impulsu napięciowego, możliwego do zarejestrowania na zaciskach obwodu. Po detekcji nanodrut szybko powraca do stanu nadprzewodnictwa [3,4].

W ostatnich latach trwają intensywne prace nad detektorami wykorzystującymi materiał MgB_2, co umożliwia pracę w temperaturze 20 K. To istotny postęp względem materiałów takich jak NbN, NbTiN, WSi czy MoSi, które wymagają chłodzenia poniżej 4,2 K [5].

SNSPD umożliwiają także tworzenie wielkoskalowych matryc, na bazie sprzężenia temperaturowego meandrów z nanodrutów, co pozwala na budowę kamer o rozdzielczości sięgającej 400 tys. pikseli [6,7].

W prezentowanym materiale przedstawiony zostanie przegląd aktualnego stanu badań nad SNSPD oraz omówione zostaną wybrane zagadnienia będące przedmiotem zainteresowania autorów, takie jak: interfejsy w temperaturach kriogenicznych, problemy skalowalności oraz nowe materiały stosowane w konstrukcji detektorów.



Rysunek 1: Zasada działania SNSPD w ujęciu makroskopowym [3].

Literatura

[1] Semenov, A.D., Gol'tsman, G.N., Korneev, A.A. *Physica C: Superconductivity.* **351** (2001)
[2] Gol'tsman, G.N. et al. *Applied Physics Letters*. **79(6)** (2001)
[3] Zadeh I.E. et al. *Appl. Phys. Lett.* **118**, 190502 (2021)
[4] Natarajan C.M. et al. *Supercond. Sci. Technol.* **25,** 063001 (2012)
[5] Charaev, I., Batson, E.K., Cherednichenko, S. et al. *Nat Commun* **15**, 3973 (2024).
[6] Oripov, B.G., Rampini, D.S., Allmaras, J. et al. *Nature* **622** (2023).
[7] Allmaras J.P. et al. *Nano Lett.* **20(3)** (2020)