

Návrh bakalářské nebo diplomové práce

Experimentální studium křemíkových detektorů těžkých nabitých částic s ohmickým kontaktem ve formě grafénové vrstvy

Abstrakt:

Vhodným detektorem pro detekci těžkých nabitých částic (např. částic α) je křemíkový detektor s povrchovou bariérou. Jeho hlavní výhodou je velice tenké vstupní okénko (řádově jednotky nm). To způsobuje menší statistické fluktuace ve velikosti ionizovaného náboje v mrtvé vrstvě vstupního okénka a tudíž lepší spektrometrické rozlišení (14-16 keV ve FWHM pro alfa částice s energií cca 5 MeV). Moderní pixelové detektory jsou již schopné měřit energii deponovanou do senzoru od každé částice zvlášť. Avšak jejich spektrometrické rozlišení pro 5-MeV alfa částice je velmi špatné (cca 80 keV ve FWHM). Jedna z příčin (i když ne ta nejvýznamnější) je tlusté vstupní okénko, které je ve formě ohmického N^+ -N kontaktu o tloušťce cca 1 μm . Je zde tedy požadavek na nalezení vhodného ohmického kontaktu o nanometrové tloušťce, který by vylepšil spektrometrické rozlišení.

Grafén, monoatomární vrstva atomů uhlíku uspořádaných do tvaru připomínající plástev medu, nanesený přímo na čistý křemík vytváří ohmický kontakt s odporem cca 100 Ω/\square . Sto takovýchto grafénových vrstev bude mít odpor cca jednotky Ω/\square a tloušťku 10 nm. Což jsou parametry, které jsou vyžadovány. V tomto případě grafén nehraje roli jakéhokoli kvantového systému, ale jen vytváří velmi tenký ohmický kontakt na křemíku. Proto lze očekávat, že nebude třeba dodržovat přísný technologický postup při nanášení grafénových lístků na křemík. Je proto žádoucí vyzkoušet co nejjednodušší a dostatečně adaptabilní způsob nanášení. Možným způsobem, který bude v rámci projektu testován, je nanášení grafénu a kovových kontaktů pomocí 3D tiskárny.

Cílem projektu je nalezení vhodného technologického postupu pro tvorbu velmi tenkých ohmických kontaktů, a to včetně metalizace. Součástí projektu je elektronická a detekční charakterizace křemíkových detektorů těžkých nabitých částic s ohmickým kontaktem ve formě grafénové vrstvy.

Zadání:

1. Vyhledejte co je to grafén a seznamte se s jeho fyzikálními vlastnostmi. Provedte rešerši odborných publikací věnovaných radiačním detektorům založených na grafénu. Shrňte současný stav poznání.
2. Nastudujte fyzikální popis a princip činnosti křemíkových detektorů s povrchovou bariérou.
3. Pokuste se nanést grafénové lístky na zadní stranu křemíkového detektoru, a to včetně nezbytných kovových kontaktů. Změřte elektronické a detekční vlastnosti takového detektoru.
4. Na základě výsledků diskutujte použitelnost vaší technologie v praxi.

Literatura:

1. GERNDT, J., PRŮŠA, P.: „*Detektory ionizujícího záření*“, ČVUT, 2011.
2. G.F. Knoll: „*Radiation Detection and Measurement*“, John Wiley & Sons, Inc., 2000.
3. Michael Foxe et al.: „*Detection of Ionizing Radiation Using Graphene Field Effect Transistors*“, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record, 2009.
4. Michael Foxe et al.: „*Graphene-Based Neutron Detectors*“, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record, 2011.
5. A. Patil et al.: „*Graphene Field Effect Transistor as Radiation Sensor*“, IEEE Nuclear Science Symposium Conference Record, 2011.
6. Michael Foxe et al.: „*Graphene Field-Effect Transistors on Undoped Semiconductor Substrates for Radiation Detection*“, IEEE TRANSACTIONS ON NANOTECHNOLOGY, VOL. 11, NO. 3, 2012.
7. Ozhan Koybasi et al.: „*Design and Simulation of a Graphene DEPFET Detector*“, IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC), 2012.
8. M. A.Waseem et al.: „*Modeling Of Nuclear Radiation Detection With Graphene Field Effect Transistor*“, International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 2012.
9. Igor Jovanovic et al.: „*Graphene Field Effect Transistor-Based Detectors for Detection of Ionizing Radiation*“, IEEE 2013.