

Grafenowy czujnik pola magnetycznego do zastosowań przemysłowych

Tymoteusz CIUK^{1,2}, Andrzej KOZŁOWSKI¹, Paweł MICHAŁOWSKI¹, Wawrzyniec KASZUB¹,
Beata STAŃCZYK¹, Krystyna PRZYBOROWSKA¹, Iwona JÓŻWIK¹, Andrzej KOWALIK¹,
Paweł KAMIŃSKI¹

¹Institutek Technologii Materiałůw Elektrycznych

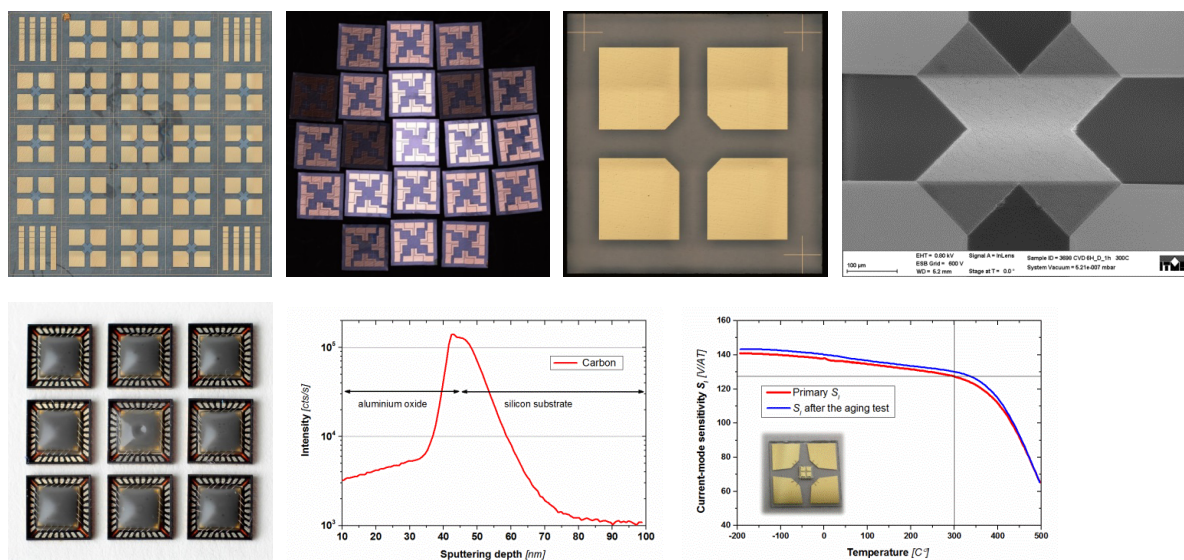
E-mail: tymoteusz.ciuk@itme.edu.pl

Grafen epitaksjalny wytwarzany metodą chemicznego osadzania z fazy gazowej [1] (ang. *Chemical Vapor Deposition*) na półizolacyjnym węglu krzemu 4H-SiC(0001) i 6H-SiC(0001) stanowi doskonałą platformę materiałową dla technologii przyrządowej. Oferowany jest w dwóch odmianach, jako quasi-swobodna warstwa pojedyncza [2] i quasi-swobodna warstwa podwójna [3] i charakteryzuje się ruchliwością dziur na poziomie 7000 [cm²/Vs].

W niniejszym wystąpieniu prezentujemy właściwości elektryczne grafenu epitaksjalnego na SiC, w szczególności pochodzące z setek eksperymentów dane statystyczne opisujące koncentrację samoistną dziur i jej związek z polaryzacją spontaniczną charakteryzującą wybrane heksagonalne politypy SiC oraz wynikającą z charakterystycznej morfologii powierzchni SiC anizotropię rezystancji powierzchniowej grafenu i anizotropię napięcia niezrównoważenia [4].

Mając na uwadze potencjał aplikacyjny grafenu epitaksjalnego na SiC przedstawiamy próbę jego zastosowania w technologii czujnika pola magnetycznego wykorzystującego klasyczny efekt Halla [5], wraz z analizą charakterystyki szumów nadmiarowych 1/f, progu czułości i wpływu silikonowej warstwy pasywującej, gwarantującej stabilność parametrów elektrycznych. Następnie prezentujemy historię rozwoju technologii hermetyzacji czujnika w oparciu o tlenek aluminium otrzymywany metodą osadzania warstw atomowych (ang. *Atomic Layer Deposition*) oraz właściwości elektryczne wysokotemperaturowego hallotronu o stabilnej czułości prądowej w zakresie od -193°C do +300°C.

Potencjał wdrożeniowy grafenowego czujnika pola magnetycznego widzimy w konstrukcji bezszczotkowych silników elektrycznych z magnesami stałymi zasilanych napięciem stałym (BLDC) i napięciem przemiennym (PMSM) stosowanych w pojazdach o napędzie elektrycznym i obrabiarkach sterowanych numerycznie, a także w układach pomiarowych nowego asortymentu przetworników prądu oraz jednofazowych i trójfazowych przetworników mocy czynnej.



Referencje:

- [1] Strupinski, W., Grodecki, K., Wysmolek, A., et al., "Graphene Epitaxy by Chemical Vapor Deposition on SiC", Nano Letters 11(4), 1786-91 (2011).
- [2] T. Ciuk, P. Caban, W. Strupinski, "Charge carrier concentration and offset voltage in quasi-free-standing monolayer chemical vapor deposition graphene on SiC", Carbon 101, 431-438 (2016).
- [3] T. Ciuk, W. Strupinski, "Statistics of epitaxial graphene for Hall effect sensors," Carbon 93, 1042-1049 (2015).
- [4] T. Ciuk, S. Cakmakyapan, E. Ozbay, P. Caban, K. Grodecki, A. Krajewska, I. Pasternak, J. Szmids, W. Strupinski, "Step-edge-induced resistance anisotropy in quasi-free-standing bilayer chemical vapor deposition graphene on SiC," Journal of Applied Physics 116, 123708 (2014).
- [5] T. Ciuk, O. Petruk, A. Kowalik, Z. Rekuc, I. Jozwik, A. Rojek, D. Wojnowski, J. Podgorski, P. Caban, P. Wieteska, A. Rychter, O. Kazakova, P. Michalowski, and W. Strupinski, "Graphene on SiC Hall effect sensor for industrial applications," Applied Physics Letters 108, 223504 (2016).