

Węglik krzemu. Wczoraj, dziś, jutro

Silicon carbide. Yesterday, today, tomorrow

Dzięki swym specyficznym i unikatowym właściwościom fizykochemicznym węglik krzemu jest najważniejszym materiałem z grupy tzw. wysokoogniotrwałej ceramiki specjalnej. Przewidziano historię odkrycia SiC oraz jego charakterystykę, a następnie skoncentrowano się na obecnych i perspektywicznych zastosowaniach tego węglika. Szczególną rolę zaczyna on odgrywać w nowoczesnej mikroelektronice, która poszukuje nowych materiałów mogących zastąpić krzem. Dokonano również przeglądu patentowego w obszarze SiC. Osobny rozdział poświęcono nanostrukturalnemu węglikowi krzemu, który wykazuje dodatkowe ciekawe właściwości.

A review, with 72 refs., of methods for prodn., properties and uses of SiC in electronics, photovoltaics, sensorics, lithography and material science (protective layers, composites, nanocomposites).

Węgliki są związkami, w których węgiel połączony jest bezpośrednio z pierwiastkiem o mniejszej elektroujemności, np. z krzemem, borem lub metalami. Ponieważ pierwiastki te cechuje wysokie powinowactwo do tlenu, węgliki nie występują jako naturalne minerały (niedawne badania dowiodły jednak obecności niewielkich ilości węglika krzemu w skałach wulkanicznych, wylewowych, a także głębinowych), a na powierzchni Ziemi znajdujące się jedynie okruchy węglików pochodzące z meteorytów¹⁾.

Węglik krzemu po raz pierwszy został zsyntetyzowany (*nota bene* przypadkowo) przez Berzeliusa w 1824 r.²⁾ Berzelius otrzy-

mał węglik podczas pracy nad rozkładem fluorytu i krzemionki. Dalsze prace nad węglikiem krzemu były prowadzone przez Colsona oraz Schutzenbergera, którzy postulowali istnienie rodnika Si_2C_2 . Późniejsze doświadczenia Colsona pozwoliły na zidentyfikowanie węglika krzemu oraz określenie jego wzoru jako SiC. Schutzenberger zbadał natomiast właściwości chemiczne i fizyczne SiC, takie jak odporność chemiczna i twardość.

Dalszy rozwój badań nad SiC był ściśle związany z laboratoryjnymi próbami uzyskania diamentu oraz pracami Achesona i Moissana. Moissan zajmował się układami stopów żelazo/krzem. Otrzymał on twardy, przezroczysty proszek, jednak jego gęstość odbiegała od gęstości diamentu. To niepowodzenie w syntezie diamentów zaowocowało ostatecznie opracowaniem czterech wysokotemperaturowych metod otrzymywania SiC, jakimi są synteza z pierwiastków, krystalizacja SiC ze stopów żelaza zawierających krzem i węgiel, karbochemiczna redukcja krzemionki oraz reakcja par węgla i par krzemu. Acheson natomiast próbował zsyntetyzować diamentopodobny materiał (zastosowanie w szlifierstwie i cięciu) w układzie nasyconych węglem stopów glinokrzemianowych, podobnie jak Moissan uzyskując SiC. Niezaprzeczalną zasługą Achesona było opracowanie technologicznej metody otrzymywania węglika krzemu w oporowym piecu elektrycznym, która z niewielkimi modyfikacjami stosowana jest do dziś³⁻⁵⁾.

Wkrótce po opracowaniu przez Achesona przemysłowej metody syntezy SiC wzrosło zainteresowanie nim nie tylko jako materiałem ściernym, ale również jako materiałem, który mógłby potencjalnie znaleźć zastosowanie w elektronice. Pojawiło się więc zapotrzebowanie na coraz większe i coraz wyższej jakości kryształy oraz warstwy węglika. W 1955 r. Lely zaprezentował nową technikę otrzymywania SiC, zwaną metodą Lely'ego⁶⁾. A w latach siedemdziesiątych XX w. nastąpił dalszy, burzliwy rozwój metod otrzymywania węglika krzemu. Tairov i Tsvetkov przedstawili nową



Mgr Magdalena KURCZ w roku 2007 ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Jest doktorantką w Zakładzie Chemii Fizycznej, Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów UW. Specjalność – nanomateriały oraz metody ich syntezy.



Prof. dr hab. inż. Andrzej HUCZKO w roku 1972 ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej (specjalizacja – ceramika). W latach 1973–1976 pracował jako asystent w Pracowni Chemii Plazmy na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. W 1977 r. obronił pracę doktorską dotyczącą syntezy plazmowej azotku krzemu, kontynuując pracę w UW. W 1996 r. obronił pracę habilitacyjną poświęconą reakcjom heterogenicznym w plazmie termicznej. Od 1993 r. jest kierownikiem Pracowni Chemii Plazmy (od 2004 r. – Pracownia Fizykochemii Nanomateriałów). Jest też redaktorem naukowym serii monografii „Świat Nanotechnologii” wydawanej przez Wydawnictwa UW. Specjalność – fizykochemia układów wysokoenergetycznych, nanotechnologia, synteza nanomateriałów.

* Autor do korespondencji:

Wydział Chemii, Uniwersytet Warszawski, ul. Pasteura 1, 02-093 Warszawa, tel.: (22) 822-02-11, fax.: (22) 822-59-96, e-mail: ahuczko@chem.uw.edu.pl