



**I OGÓLNOPOLSKIE  
SEMINARIUM  
SPARK PLASMA SINTERING**  
1ST NATIONAL WORKSHOP ON SPARK PLASMA SINTERING



POZNAŃ, 24.10.2018

Rafał Psiuk, Hanna Słomińska, Justyna Giżyńska-Chrzanowska, Tomasz Mościcki  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa  
(Institute of Fundamental Technological Research PAS, Warsaw, Poland)

## Supertwarde warstwy W-B i W-Ti-B osadzone z tarcz spiekanych metodą SPS

### *Super-hard films W-B and W-Ti-B deposited from targets sintered by SPS method*

#### Streszczenie

Wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na niezawodne, a jednocześnie zapewniające dużą wydajność narzędzia do skrawania i formowania, coraz większego znaczenia nabiera rozszerzająca się grupa przewodzących prąd supertwardych ceramiek. Materiały te dobrze rokują w związku z rozwiązaniem problemów tradycyjnych materiałów narzędziowych. Niedoskonałości te obejmują: wysoką cenę (azotek krzemu, azotek boru i diament), niezdolność w wyniku reakcji chemicznych do cięcia metali żelaznych (diament), niestabilność w obecności wilgoci (azotek boru) i względnie małą twardość (węglík wolframu). Również rosnący popyt przemysłowy na powłoki ochronne o wysokiej twardości, dobrych właściwościach sprężystych i stabilności termicznej powoduje, że coraz intensywniej prowadzone są badania nad tymi nowymi systemami materiałowymi. Pomimo że azotki metali przejściowych są już z powodzeniem stosowane do różnych zadań w przemyśle samochodowym lub lotniczym, poszukiwanie ulepszonych materiałów jest tematem wciąż intensywnie eksplorowanym, będącym daleko od jego zakończenia. W tej pracy przedstawiono badania nad osadzaniem cienkich powłok z nowych supertwardych materiałów (SHM), którymi są borki wolframu. Dodatkowo zbadano wpływ domieszkowania tych materiałów tytanem. Warstwy osadzone były metodą ablacji laserowej PLD lub/oraz rozpylania magnetronowego. Tarcze do osadzania zsyntetyzowane zostały metodą spiekania plazmowego SPS z proszków boru i wolframu w stosunku atomów 4,5 do 1. Osadzone warstwy z użyciem lasera mają skład stechiometryczny podobny do użytych tarcz. W warstwach tych dominuje faza WB2 i WB3. W przypadku magnetronu następuje redukcja boru a osadzona warstwa składa się z fazy alfa WB. Badania przeprowadzone z użyciem SEM, XRD i nanoindentacji pokazały, że skład fazowy tarcz jest bardziej istotne w przypadku osadzania laserem niż magnetronem. Wszystkie uzyskane warstwy są bardzo twarde i stabilne termicznie. W przypadku rozpylania magnetronowego uzyskano gładkie warstwy, podczas gdy warstwy osadzone laserem mają bardzo dużą chropowatość. Domieszkowanie tytanem zwiększa ilość fazy WB3 w spiekanych tarczach, natomiast nie ma istotnego wpływu na własności osadzanych warstw.

### Abstract

With increasing demand for high-performance and long-lasting cutting and forming tools, the members of this expanding class of superhard metals hold promise to address the shortcomings of traditional tool materials. Those shortcomings include their high cost (silicon nitride, cubic boron nitride, and diamond), their inability to cut ferrous metals due to chemical reactions (diamond), instability in the presence of humidity (cubic boron nitride) and relatively low hardness (tungsten carbide). Also the increasing industrial demand for protective coatings with high hardness, good elastic properties and thermal stability calls for the investigation of new material systems. Although transition metal (TM) nitrides are successfully applied for different tasks in automotive or aerospace industries, the search for improved materials is an ongoing topic, being far from its end. In this work the study on deposition of thin films made of new super-hard materials (SHM) such as tungsten boride are presented. Additionally, the influence of doping by titanium of those materials is investigated. Investigated films were deposited by the pulsed laser deposition or/and magnetron sputtering methods. The used targets were synthesized by SPS method. The powders of boron and tungsten in 4.5 to 1 molar fraction were used. The films deposited by PLD method have stoichiometric composition such as used targets. The WB2 and WB3 phase are dominant. In the case of magnetron sputtering the reduction of boron is observed and deposited phase is alpha WB. Research carried out using SEM, XRD and nanoindentation test showed that the phase composition of the targets is more important in the case of laser deposition than magnetron. All obtained layers are very hard and thermally stable. In the case of magnetron sputtering, smooth layers were obtained while the layers deposited by the laser have a very high roughness. Titanium doping increases the amount of WB3 phase in the sintered discs, while it has no significant effect on the properties of the deposited layers.