

23/06/2023

PRACA DOKTORSKA: STRESZCZENIE

ZBADANIE WŁAŚCIWOŚCI ELEKTRONOWYCH PÓLMETALI TOPOLOGICZNYCH TaAs₂ i NbP: WZROST MONOKRYSTAŁÓW, BADANIA TRANSPORTOWE I ARPES

EXPLORING ELECTRONIC PROPERTIES OF TOPOLOGICAL SEMIMETALS TaAs₂ AND NbP: CRYSTAL GROWTH, ELECTRON TRANSPORT AND ARPES STUDIES

Ashutosh S. Wadge

STRESZCZENIE

W pracy doktorskiej zostały przedstawione wyniki badań elektronowych właściwości dwóch topologicznych półmetali: TaAs₂ i NbP. Badania transportowe i kątowno-rozdzielczej spektroskopii fotoelektronów (ARPES) monokrystałów TaAs₂ zostały przeprowadzone dla powierzchni ($\bar{2}01$). Analiza fourierowska oscylacji Shubnikova-de Haasa wykazała istnienie czterech wyraźnych maksimów, zbadano kątową zależność ich położenia od kierunku zewnętrznego pola magnetycznego. Otrzymane rezultaty wskazują na eliptyczny kształt przekrojów powierzchni Fermiego. Analiza widma ruchliwości nośników pokazuje występowanie co najmniej czterech rodzajów nośników, dwóch rodzajów elektronów i dwóch rodzajów dziur, dających wkład do przewodnictwa w temperaturze 1,6 K. Widma ARPES zarejestrowane dla świeżo odsłoniętej powierzchni ($\bar{2}01$) świadczą o eliptycznym kształcie „kieszeni” związanych ze stanami objętościowymi, potwierdzając tym samym wyniki badania magneto-transportowych zależności kątowych. Obliczenia teoretyczne przeprowadzone przy założeniu wyższego położenia poziomu Fermiego, ze względu na małe domieszkowanie typu n, lepiej odtwarzają wyniki ARPES i ułatwiają zrozumienie fizyki związanej z punktami Diraca i Weyla występującymi w tym związku. Metodą ARPES przeprowadzono badania modyfikacji powierzchni Fermiego półmetal NbP, który został pokryty in-situ ultra cienkimi warstwami Pb i Nb. Badano świeżo odsłonięte powierzchnie (001) NbP zakończone warstwą atomów P lub Nb. Powierzchnie zakończone warstwą P wykazują kształt stanów powierzchniowych zbliżony do kształtu łyżeczki lub muszki, stany powierzchni zakończonej warstwą Nb nie wykazują takich cech. Pokrycie powierzchni NbP zakończonej warstwą P jedną monowarstwą (ML) Pb indukuje topologiczne przejście Lifshitz (TLT), którego skutkiem jest zamiana pary punktów Weyla łączących przylegające strefy Brillouina. Powierzchnia Fermiego została zmodyfikowana wraz z przesunięciem poziomu energii Fermiego. Z kolei nałożenie około 0,8 ML atomów Nb na

CZERWIEC 2023

PRACA DOKTORSKA: STRESZCZENIE

powierzchnię zakończoną warstwą P powoduje tylko częściową transformację, prowadząc do przesunięcia struktury elektronowej w kierunku punktu krytycznego TLT. Niezależnie od ewolucji powierzchni Fermiego, powierzchniowe łuki Fermiego pozostają połączone z chronionymi topologicznie punktami Weyla. Powierzchnia NbP zakończona warstwą Nb, po pokryciu jej 1,9 ML Pb, wykazuje modyfikację trywialnych (nie topologicznych) stanów powierzchniowych spowodowaną przejściem Lifshitz.

