

Bírálati vélemény

Sáfrán György

Vékonyrétegek előállítása és vizsgálata innovatív módszerekkel, különös tekintettel az egyminta elvű mikrokombinatorikára

című

MTA doktori értekezéséről

Sáfrán György az Energiatudományi Kutatóközpont Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet munkatársa benyújtotta fenti című értekezését a Magyar Tudományos Akadémia doktori cím elnyeréséért.

A dolgozat az irodalomjegyzék és függelék nélkül 85 oldal, gondosan kivitelezett munka. Eredményeit három téziscsoportba szerkesztette. Az első téziscsoport 3, a második téziscsoport 3, a harmadik téziscsoport 4 tézist tartalmaz, összesen tehát 10 tézispont tartalmazza az új tudományos eredményeket. A dolgozat felépítése szigorúan követi ezt a szerkezetet, a három tézis csoport megfelel a dolgozat 3 fejezetének, az egyes tézisek a megfelelő alfejezetek.

Tartalmilag a jelölt a vékonyréteg-kutatás területén elért eredményeit ismerteti, különös tekintettel a vékonyrétegek előállítására, kialakulási mechanizmusaira, a rétegek fizikai-kémia tulajdonságaira, és alkalmazásaikra. Ezek az eredmények elsősorban a rétegek előállítása és mérés technikája területére koncentrálnak, továbbá ezen tudás alapján W alapú szupravezető fázisátmenet részecskedetektor fejlesztését tették lehetővé.

Az elért eredményeket a kutatás jellegének megfelelően 2 szabadalomban és 16 publikációban tette közzé.

Az 1. Téziscsoport tartalma új módszerek és megoldások vékonyrétegek hatékony előállítására és TEM vizsgálatra.

Az 1.1 tézis törékeny hordozóra növesztett vékonyrétegek vékonyítására kidolgozott új módszert ismerteti, mely a TEM minták preparálásában fontos szerepet játszik.

Az 1.2 tézis TEM lamellák és MEMS minták fókuszált ionnyalábbal (FIB) történő megmunkálásához ismerteti új, biztonságosabb és olcsóbb mintatartó konstrukciót. Ezt a tézist jellegénél fogva nem tudom önálló, új tudományos eredményként elfogadni.

Az 1.3 tézisben Kétkomponensű vékonyrétegek összetételfüggő tulajdonságai vizsgálatra új mikrokombinatorikus módszert ismerteti, melyet a TEM mérés technikán kívül egyéb módszerekre is adaptált. Az új módszer amiatt, hogy egy mintán lehet a különböző összetételű részminták paramétereit megmérni, lényegesen hatékonyabbá teszi a minta tulajdonságainak vizsgálatát, széles paraméter-tartományban.

A 2. Téziscsoport Wolfram vékonyréteg szupravezető fázisátmenet részecske-detektorok (SPT) fejlesztését ismerteti.

A 2.1 tézispontban a WIMP részecskék detektálása céljából kifejlesztett W vékonyréteg szupravezető fázisátmenetét gátló túlűtés mechanizmusát tárta fel. Megoldást talált a fázisátmenet biztonságos végbeviteléhez, CO₂ hozzáadásával, mely a domainméret csökkenéséhez és a kritikus hőmérsékletű A15 W-fázis kialakulásához vezetett.

A 2.2 fázispontban a fenti technológia tesztelésére javasolt szupravezető konstrukciót, mellyel egy hűtési ciklusban egyetlen SQUID-del több mint a fázisátmeneti görbéje vizsgálható egyszerre.

A 2.3 tézispontban az SPT W detektorok érzékenységét növelte meg több mint egy nagyságrenddel, szupravezető Al vagy W/Al diffúziós kettősréteg alkalmazásával. Az előállításához szükséges technológia alapját képező anyagtudományi jelenségeket feltárta.

A 3. Téziscsoportban az 1-es Téziscsoport technikai megoldásaira támaszkodva két- és háromkomponensű vékonyrétegek különböző összetételfüggő anyagszerkezeti, mechanikai és optikai tulajdonságait határozta meg, széles koncentrációtartományban egy minta elvű mikrokombinatorikával.

A 3.1 tézisben ismerteti Mn_xAl_{1-x} vékonyréteg rendszer anyagszerkezeti tulajdonságait a teljes összetételtartományra.

A 3.2 tézisben 0-30% Mg koncentrációtartományban vizsgálta az AlMg bináris rétegrendszereken végzett TEM és Nanoindentációs méréseket, melyekkel a struktúra, a keménység és a deformációs mechanizmus összetételfüggését határozta meg.

Ezért a 3.3 pontban célul tűntte ki amorf Si Ge : H vékonyrétegek szerkezeti és optikai tulajdonságainak vizsgálatát mely eredmények a gyakorlatban közvetlenül hasznos információkat eredményeztek.

A 3.3.1 tézisben az a-Si_{1-x}Ge_x vékonyrétegek mikrostruktúráját határozta meg.

A 3.3.2 tézisben hidrogénezett a-Si_{1-x}Ge_x : H vékonyrétegek optikai paramétereit (törésmutató abszorpció) határozta meg széles összetétel tartományban, 400-1800 nm hullámhossztartományon.

A 3.4-es tézisben megoldást ismertet 10² mbar össznyomású gáztérbe 10⁻⁴ – 10⁻⁵ mbar parciális nyomású gázkomponens beeresztésére és nyomsá szabályozására. Ezt a berendezést alkalmazta változó összetételű Hf-oxinitrid minták előállítására és vizsgálatára.

Összefoglalva a dolgozat számos, a vékonyréteg technológiákban és vizsgálatokban alkalmazható új megoldást tartalmaz, melyeket (1.2 tézispont kivételével) új tudományos eredményeknek fogadok el. Kiemelkedőnek tartom az ezen megoldások által lehetővé tett anyagtudományi eredményeket, melyek segítségével széles paramétertartományban sikerült vékonyrétegrendszereket előállítani, és tulajdonságaikat meghatározni. Ezen túlmenően a 2. Téziscsoport a jelölt képességeit tükrözi konkrét problémamegoldás esetén, amikor egy vékonyréteg szupravezető fázisátmenet részecske-detektor optimalizálását érte el.

A fentiek alapján Sárján György tézispontjait (az 1.2 Tézispont kivételével) új tudományos eredményeknek ismerem el, és sikeres védés esetén javaslom a doktori cím odaítélését.

Kérdések

1.3 tézishez: Milyen térbeli felbontásban végezhetőek a mérések, és ez milyen koncentrációfelbontást eredményez?

2.2 tézishez: A javasolt kapcsoló konstrukció csak a detektorok minősítéséhez használható, vagy a detektor-rendszerben is alkalmazható?

3.1 tézishez: Milyen a mérések térbeli felbontása, és ennek megfelelően milyen a mért adatok pontossága?

Az Mn_xAl_x vékonyréteg paraméterei mennyire függenek a felviteli technikától?

3.3.2 tézishez: Az $a-Si_{1-x}Ge_x$: H vékonyrétegek mért optikai paramétereinek spektrális felbontása mekkora?

2022 jan. 11



Richter Péter

Az MTA doktora