

Opponensi vélemény

Veres Miklós

„Nanokristályos gyémánt és más szénszerkezetek Raman-szórása különböző gerjesztő hullámhosszakkal” című MTA doktori értekezéséről

Veres Miklós doktori értekezésében nagyon időszerű kutatásainak eredményeit foglalja össze. Az amorf és kristályos szénszerkezetek tulajdonságainak a megismerése fontos az alapkutatások területén, de a vizsgált mintatípusok egy részének a mindennapi gyakorlati alkalmazásban is szerepe lehet. A szénszerkezetek tulajdonságainak meghatározására az egyik legjobban megfelelő módszer a Raman-szórás mérése.

A disszertáció első felében a szerző jól áttekinthetően összefoglalja az eredmények megértéséhez szükséges legfontosabb ismereteket, az irodalomban megjelent előzményeket. Ismerteti a méréseiben alkalmazott különböző rendezett és amorf szénszerkezeteket, Raman-spektrumuk tulajdonságait, valamint a Raman-szórás fizikai alapjait, és az általa alkalmazott speciális eseteit, a rezonáns és a felületerősített Raman-szórás előnyeit. Ezután ismerteti a saját kísérleteiben alkalmazott minták előállításának módjait, és jellemző tulajdonságaiknak a vizsgálatát egyéb módszerekkel, abszorpciós spektroszkópiával és pásztázó elektronmikroszkópiával. Bemutatja a Raman-spektrumok méréséhez használt eszközöket.

A disszertáció második részében, az ötödik fejezetben található a szerző által elért új eredmények részletes ismertetése, a hatodik fejezetben az új tudományos eredmények összefoglalása hat tételben, melyek csaknem mindegyike a könnyebb áttekinthetőség érdekében alpontokra van tagolva. A hetedik fejezet a téziseket alátámasztó, a kutatási terület rangos folyóirataiban megjelent 16 saját publikáció jegyzéke, melyek nagy részében Veres Miklós első szerző. Ezek a publikációk 2006 és 2013 között jelentek meg. A kilencedik fejezetben a disszertációhoz tartozó 127 tételből álló, gondosan összeállított irodalomjegyzék található.

A disszertáció nagyon gondosan készült, alig található elírási hibákkal. Az irodalomjegyzékben [73]–s számmal szereplő tételnél nincs megadva a megjelenésről információ (feltehetően a szerző PhD disszertációja). Dicséretes, hogy törekszik a szakkifejezésekre találó magyar elnevezéseket használni. Az ábrák is jó minőségben, kellő információkat tartalmazó aláírásokkal készültek. Egy-egy alfejezet végén összefoglalás található az abban a részben tárgyalt eredményekről, ami nagyon hasznos az olvasó számára. A méréseket korszerű berendezésekkel végezte, az adatfeldolgozás is magas színvonalú. A jelölt érdeme, hogy dolgozatával megmutatta, hogy érdemes több hullámhosszon végezni a Raman-spektroszkópiai méréseket, mert a minták szerkezetének különböző komponenseiről lehet információkat szerezni a különböző hullámhosszú gerjesztésekkel. A vizsgálatok eredményeinek egy része gyakorlati alkalmazásoknál is felhasználható, például az orvosi implantátumok felületének kezelésében, vagy a napenergia hasznosításában.

Az első és a második tételben az alulról és felülről növesztett amorf szénszerkezetek Raman-szórásos vizsgálatainak eredményeit foglalja össze. Az első tételben ismerteti vizsgálatai eredményét a benzol beépüléséről a keletkező rétegben a rétegvastagságtól függően, és rávilágít a beépülés sajátosságainak az okára. A második tételben polimerek ionimplantálásával előállított amorf szénrétegben a kezelt és kezeletlen tartomány közötti határreteg kötősszerkezetére vonatkozó információkat állapít meg, kimutatva, hogy a közeli infravörös gerjesztéssel felvett Raman-spektrumok adnak információt a mélyebb rétegekről.

A harmadik tételben ultrananokristályos gyémánt vékonyrétegek növekedésével és kötősszerkezetének változásával kapcsolatos, több hullámhosszon végzett Raman-spektroszkópiával kapott eredményeit foglalja össze. Az ultraibolya fénnel gerjesztett spektrumokból a gyémánt kristallitokban a rétegvastagság növekedésével fellépő belső feszültségekre következtet.

A negyedik tételben a nanokristályos gyémánt vékonyrétegek közeli infravörös fénnel gerjesztett Raman-spektrumaiban megjelenő keskeny csúcsok analizálásával kapott eredményeit ismerteti, megállapítva, hogy ezek a sávok a szemcsehatárokon található rendezett szerkezeti egységekhez társíthatóak.

Az ötödik tételben bemutatja azt az általa kifejlesztett, a felületre juttatott nanoszemcsék segítségével végzett felületerősített Raman szórásos alapuló eljárást, amellyel ultrananokristályos és különálló gyémántszemcsék szemcsehatárai kötősszerkezetét vizsgálta. Ezekből a vizsgálatokból azt a következtetést vonta le, hogy a lézeres gyorsítással előállított minták esetében a gyorsítás és a hordozóba való becsapódás következtében a nanokristallitokban szerkezeti átalakulások történnek.

A hatodik tételben a gyémánt vékonyrétegek felületének mangán-ftalocianinnal való funkcionálisálásával kapcsolatos eredményeit mutatja be rezonáns Raman-szórás méréssel. Azt tapasztalta, hogy a felület borítottsága az oxigén plazmával kezelt minta esetében a legnagyobb.

A téziseket alátámasztó publikációk rangos, referált folyóiratokban jelentek meg, ez biztosítja azok szakmai helyességét és fontosságát. A tétispontokba foglaltakat új tudományos eredményeknek fogadom el. Az abban foglaltakat bizonyítottanak látom a disszertáció és a kapcsolódó publikációk alapján.

Kérdéseim a disszertációval kapcsolatban:

1. Milyen volt az alkalmazott 785nm-es félvezető lézer frekvencia-stabilitása és sávszélessége? Milyen fényforrást használt az ultraibolya mérésekhez?
2. Mi az oka annak, hogy az aromás prekursorból növesztett amorf vékonyrétegek látható fénnel való Raman-szórásos vizsgálatát nem teszi lehetővé a nagy intenzitású és széles spektrumú fotolumineszcencia háttér, ugyanakkor az ionimplantálással készült rétegeknél ez nem jelent akadályt?

3. Az 5-12. ábra aláírásban az adatok szerint a PET-5 jelölésű minta kapta a legmagasabb dózisú kezelést, viszont a Raman-spektrumok közül a PET-2 jelölésűn látszik leginkább a kiszélesedés és a csúcsok elmosódása. A szöveges magyarázat szerint is a PET-2 kapta a legmagasabb dózist. Hasonló ellentmondás látszik a 785nm hullámhosszon végzett, 5-14. ábrán bemutatott spektrumokon is. Mi a valóság?

4. Mi az oka annak, hogy a gyémánt Raman-csúcsa csak az ultraibolya gerjesztéssel készült spektrumokban látszik az ultrananokristályos rétegekben? (78.o)

5. Az 5-39. ábra jobb oldali részén látható alsó három Raman-intenzitás görbe alakja nagyon különbözik az ábrán látható többi görbétől, amelyek a minták felületének különböző pontjain voltak felvéve. Mi lehet ennek az oka?

Az értekezés és a tézisek alapján bizonyítottnak látom, hogy Veres Miklós jelentős új tudományos eredményeket ért el a PhD fokozat megszerzése óta. A tézisekben foglaltakat új tudományos eredményeknek fogadom el. Véleményem szerint a doktori munka elegendő tudományos eredményt tartalmaz az MTA doktora cím megszerzéséhez, nyilvános vitára bocsátását javaslom, és sikeres védelem esetén a doktori cím odaítélését támogatom.

Budapest, 2020. március 8.

Dr. Sörlei Zsuzsanna

a fizikai tudomány kandidátusa