

GRAFIT ABSZORPCIÓS EGYÜTTHATÓJÁNAK MEGHATÁROZÁSA LÉZERES MARATÁSON ALAPULÓ INDIREKT ELJÁRÁSOKKAL

Hopp Béla¹, Ajtai Tibor², Smausz Tomi², Utry Noémi², Tápai Csaba¹, Bozóki Zoltán²

¹ Szegedi Tudományegyetem, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék,
6720 Szeged, Dóm tér 9., E-mail: bhopp@physx.u-szeged.hu

² MTA-SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport
6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 103.

1. Bevezetés

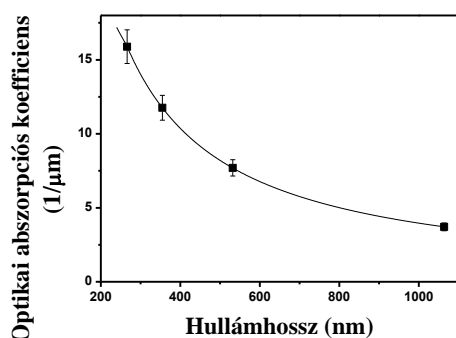
Egy anyag optikai abszorpciós együtthatója nagyon fontos paraméter a lézeres anyagmegmunkálás szempontjából. Erősen elnyelő anyagok esetében azonban ennek meghatározása nehéz feladat, az általánosan alkalmazott direkt eljárásokkal jórészt kivitelezhetetlen. Ilyen anyag például a grafit, melynek lézeres megmunkálása az utóbbi években közkedvelt kutatási terület lett (Pandey et al., 2014). Az alábbiakban két indirekt módszert mutatunk be, melyek alkalmazásával jó becslést tudunk adni a vizsgált grafit minta abszorpciós együtthatójára a megmunkálásához alkalmazott excimer lézer hullámhosszán.

2. Kísérletek, eredmények

Az abszorpciós együttható meghatározása...

2.1. Fotoakusztikus eljárás segítségével.

Egy KrF excimer lézer ($\lambda=248$ nm, FWHM=18 ns) nyalábjából kivágtunk egy viszonylag homogén intenzitáseloszlású részt, s ezt fókuszáltuk le a grafit céltárgyra, melyet egy forgatható tartóra rögzítettünk. A besugárzás hatására kiváló aeroszol-halmazt a mintakamrán átvezetett gázárammal juttattuk a mérőrendszerünk detektortereibe. A tömegspecifikus optikai abszorpciós koeficiens meghatározását egy sajátfejlesztésű, világviszonylatban is egyedülálló több hullámhosszon üzemelő fotoakusztikus mérőműszerrel végeztük (Ajtai et al., 2010). A mérések négy hullámhosszon (266, 355, 532, 1064 nm), négy különálló mérőcellában és egyidejűleg történtek. Az adott hullámhosszon mért fotoakusztikus jelből a mintatérbe juttatott aeroszolelegy abszorpciós koeficiensét előzőleg validált, összetétel-független gázfázisú kalibrációs mérésekkel határoztuk meg. A tömegre normált abszorpciós koeficient a fotoakusztikusan mért abszorpciós jelből és a kúpos elemű mikromérleggel, egyidejűleg és izokinetikus mintavétellel mért tömegkoncentráció adatokból származtattuk.

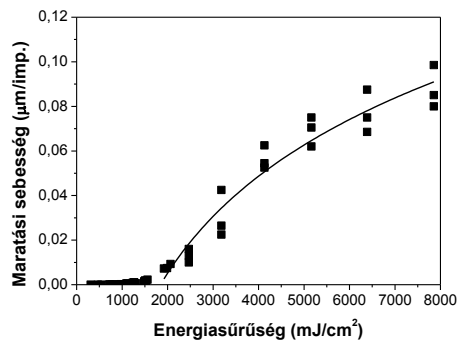


1. ábra A számított optikai abszorpciós együttható a hullámhossz függvényében

A mérési pontokra exponenciális függvényt illesztettünk kihasználva hogy a grafitos szerkezetű korom esetén az abszorpciós koeficiens a hullámhossz inverz függvénye, extrapolálással megtudtuk határozni a grafit aeroszolak abszorpciós együtthatóját a keltő lézer hullámhosszra (248 nm) is, mely 16,78 1/μm-nek adódott (1. ábra).

2.2. Az ablációs sebességi egyenlet alapján

Ebben az esetben a fenti excimer lézer nyalábját arra használtuk, hogy a grafit mintánkat abláljuk. A leképezéssel előállított megvilágított folt átmérője 450 μm volt. 2000 lézerimpulzussal martunk gödröket a mintába, miközben az impulzusenergiát folyamatosan kontrolláltuk. A mart gödrök átlagos mélységét egy Dektak8 profilométerrel mértük meg, s az ennek alapján számolt maratási sebességeket az alkalmazott energiasűrűségek függvényében az alábbi grafikonon ábrázoltuk (2. ábra).



2. ábra A maratási sebesség – energiasűrűség függvény

A mérési pontokra az irodalmi ablációs sebességi függvényt illesztettük:

$$d = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{F}{F_K}, \quad (1)$$

ahol α az ablált anyag abszorpciós együtthatója a megmunkáló lézer hullámhosszán, F_K pedig az ablációs küszöb-energiasűrűség értéke. Látható, hogy igen jó az egyezése a kapott kísérleti adatokkal. Az illesztett görbe egyenlete:

$$d = 0.0627 \cdot \ln \frac{F}{1829}. \quad (2)$$

A két egyenlet összevetésével az α és F_K értékek meghatározhatók. A mérésekből azt kaptuk, hogy a grafit abszorpciós együtthatója 248 nm-re vonatkozóan $15,94 \pm 0,92$ $1/\mu\text{m}$.

3. Összefoglalás

Vizsgálataink során kétféle indirekt eljárást alkalmaztunk egy erősen elnyelő anyag, grafit optikai abszorpciós együtthatójának meghatározására 248 nm hullámhosszra. Megállapítottuk, hogy a kapott két érték (16,78 és 15,94 $1/\mu\text{m}$) jó közelítéssel megegyezik.

Köszönetnyilvánítás

Kutatásunk az „Új típusú levegőminőség mérő műszer fejlesztése szálló por veszélyességének valós idejű monitorizálására” GOP-1.1.1-11-2012-0114 pályázat támogatásával valósult meg.

Irodalom

- N. Pandey, R. K. Srivastava, MK. Singh, J. Singh: Optical properties of carbon nanodots synthesized by laser induced fragmentation of graphite powder suspended in water, *Materials Science in Semiconductor Processing* 27, 150–153 (2014)
- T. Ajtai, Á. Filep, M. Schnaiter, C. Linke, M. Vragel, Z. Bozóki, G. Szabó, T. Leisner: A novel multi-wavelength photoacoustic spectrometer for the measurement of the UV–vis–NIR spectral absorption coefficient of atmospheric aerosols. *Journal of Aerosol Science*. 41: 1020-1029, (2010).