

**KVANTUMELEKTRONIKA
2018**

**VIII. SZIMPÓZIUM A HAZAI
KVANTUMELEKTRONIKAI KUTATÁSOK
EREDMÉNYEIRŐL**

RENDEZTE:

**ELFT Atom-, Molekulafizikai és Kvantumelektronikai
Szakcsoport
MTA Lézerfizikai Tudományos Bizottság
BME TTK Fizikai Intézet**

BUDAPEST, 2018. június 15.

*A jelen kötet a KVANTUMELEKTRONIKA 2018
szimpóziumon bemutatott poszterek rövid összefoglalóit
tartalmazza*

Szerkesztő:

Ádám Péter, Almási Gábor, Mechler Mátyás Illés

ISBN 978-963-429-250-0



Kiadó: Pécsi Tudományegyetem
Természettudományi Kar
Fizikai Intézet

HOMOGENIZÁLÓ DIFFÚZOROK ALKALMAZÁSA LÉZERES KIVILÁGÍTÁSRA: LEHETŐSÉGEK ÉS KORLÁTOK

Kondász Bence¹, Hopp Béla¹, Smausz Kolumbán Tomi^{1,2}

¹Szegedi Tudományegyetem Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék, Szeged, Dóm tér 9.

²Szegedi Tudományegyetem MTA-SZTE Fotoakusztikus Kutatócsoport, Szeged, Dóm tér 9.

1. Bevezetés

Adott felületek homogén megvilágítása gyakran kulcsfontosságú valamilyen optikai/képkalkotási eljárás szempontjából. A problémára egy lehetséges megoldást jelentenek a speciálisan tervezett nyalábformáló diffúzorok. Ezek felületén olyan pseudo-random struktúrákat hoznak létre, melyek a hagyományos szórólemezeketől eltérően nem Gauss-szerű intenzitásprofil, hanem valamilyen meghatározott szórási szögben négyzet, kör, vagy éppen elliptikus formájú homogén megvilágított területet hoznak létre. Ezeket az optikai elemeket nemcsak LED, hanem lézer fényforrásokon alapuló alkalmazásokra is ajánlják. Méréseink során azt vizsgáltuk, hogy nyalábformáló diffúzor alkalmazható-e kamerával megfigyelt terület homogén lézeres kivilágítására.

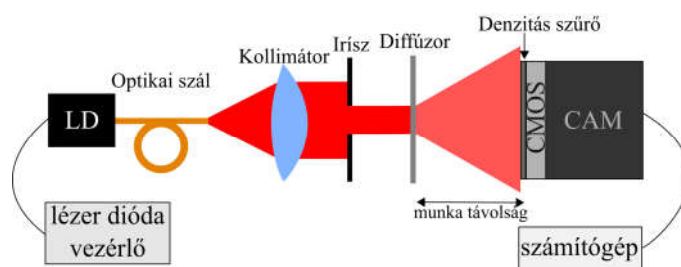
2. Kísérletek és eredmények

A kísérletek során egy 20° szórási szögű kör alakú foltot vetítő diffúzort (Thorlabs Engineered™ diffuser C20) világitottunk meg különböző intenzitáseloszlású (elliptikus Gauss, közel flat-top és 400 μm-es magátmérőjű multimodusú optikai szál szemcsés intenzitáseloszlású kimenete) 18 mm átmérőjű kollimált nyalábbal (1. ábra). Fényforrásként egy 660 nm hullámhosszú diódalézert alkalmaztunk. A diffúzorra jutó fényfolt átmérőjét egy blendével szabályoztuk 3-18 mm tartományon, és vizsgáltuk a vetített intenzitáseloszlást a diffúzortól 25 cm távolságban. Az intenzitásprofil első ránézésre megfelelt a forgalmazó által alacsony szögfelbontással mért görbének (2.a ábra) [1]. Az eloszlást egy nagy szögfelbontást biztosító monokróm CMOS szenzorral (Pixelink PL-B741F, 6,7 μm×6,7 μm pixel méret) vizsgálva, már egy laser speckle (szórási interferencia) mintázathoz hasonló profilt figyelhettünk meg (2.b ábra).

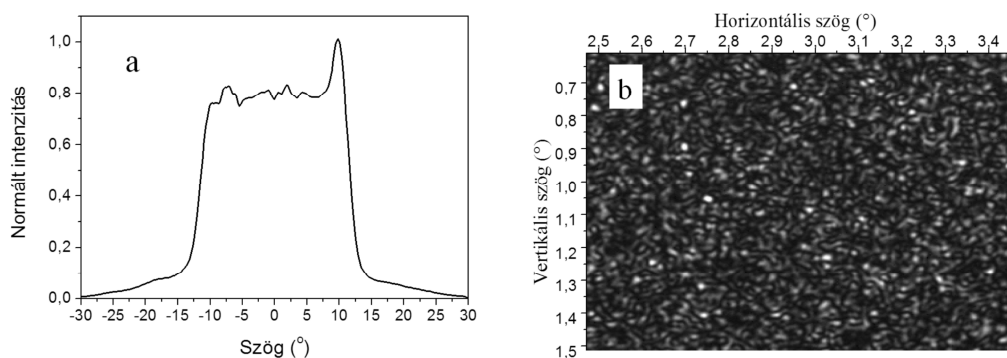
Az átlagos speckle méret meghatározható, mint az intenzitás képre számolt autokorrelációs függvény félérték-szélessége [2], a kontrasztot a szórás és az átlagos intenzitás aránya ($K = \sigma / \langle I \rangle$) adja meg.

A Gauss és flat-top megvilágításnál minden munkatávolság esetén a kontraszt nagy, gyakorlatilag teljes a kioltás a sötét területeken. A diffúzoron kivilágított terület átmérőjét növelve, a mért kontraszt kismértékben csökken (3. ábra), ennek oka lehet az, hogy a Nyquist-féle mintavételi tétel megsértése esetén (speckle méret < 2 pixel) a speckle kontraszt drasztikusan csökkenni kezd [3]. A multimodusú szál (MM) esetén a kontraszt lefutásában egy lépcső látható, melynek oka a szálban bekövetkezett depolarizáció (a kollimált nyaláb szélein domináns), melynek hatására mintha két, egymásra merőleges polarizáltágú fény hozná létre a mintázatot, lecsökkentve ezzel a kontrasztot. Ezt mérésekkel és elméleti modell alkalmazásával igazoltuk.

A speckle méretre kapott értékek csökkentek, ha növeltük a szórólemezen kivilágított terület

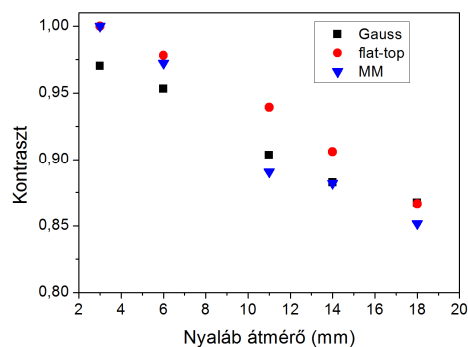


1. ábra. A mérési elrendezés.

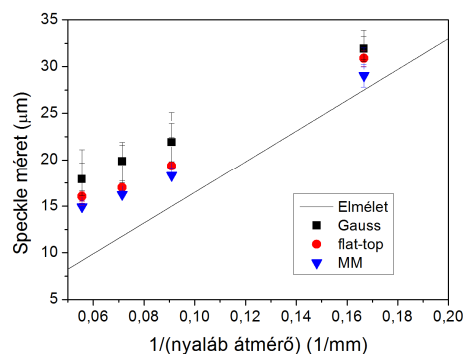


2. ábra. A forgalmazó által megadott keresztmetszeti profil [1] és kamerával rögzített nagyobb szögfelbontású lokális intenzitás eloszlás.

nagyságát. A 4. ábrán folytonos vonallal van jelölve a Goodman által homogén megvilágítással létrehozott objektív speckle esetére levezett modell: $d = \lambda \cdot z/D$ [4], ahol d a speckle méret, λ a hullámhossz, z a munkatávolság és D a szóró felületen kivilágított terület (nyaláb) átmérője. A modellt a flat-top és MM kivilágítással mért értékek közelítik meg a legjobban, emellett úgy tűnik, mintha a területileg inhomogén Gauss intenzitás kisebb átmérőjű effektív megvilágított területként viselkedne.



3. ábra. Kontraszt függése a nyaláb átmérőtől különböző megvilágítási profilok esetén.



4. ábra. A speckle foltok átlagos mérete a reciproknál nyaláb átmérő függvényében.

3. Összefoglalás

Megfelelően nagy szögfelbontáson nézve a vizsgált diffúzor jól látható speckle mintázatot hoz létre a vetítési területen, ahol a foltok átlagos száma a teljes kivilágított területen független a munkatávolságtól, de függ a diffúzoron kivilágított felület nagyságától. Esetünkben a diffúzorra eső 3 és 18 mm-es nyaláb átmérőknél a vetített folt átmérője mentén 1220, illetve 4970 speckle folt adódik. Képképző eljárások számára csak akkor eredményez közel homogén megvilágítást, ha pixelekre eső tárgyterület sokkal nagyobb, mint a speckle méret a megvilágított területen.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás EFOP-3.6.1-16-2016-00008 azonosítószerű „Intelligens élettudományi technológiák, módszertanok, alkalmazások fejlesztése és innovatív folyamatok, szolgáltatások kialakítása a szegedi tudásbázisra építve” című pályázat támogatásával készült. Smausz Kolumbán Tomi munkáját a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatta.

[1] [1] Thorlabs, Engineered™ Diffuser, <https://www.thorlabs.com>

[2] Y. Piederrière *et al.*, *Opt. Express* **12**, 176 (2004).

[3] S. J. Kirkpatrick, D. D. Duncan and E. M. Wells-Gray, *Opt. Lett.* **33**, 2886 (2008).

[4] J. C. Dainty, *Laser Speckle and Related Phenomena* (Springer-Verlag, 1975).