

Kızıl Ötesi Sinyal İşlemeden Optik Antenlere Silisyum Tabanlı Fotonik Sistemler

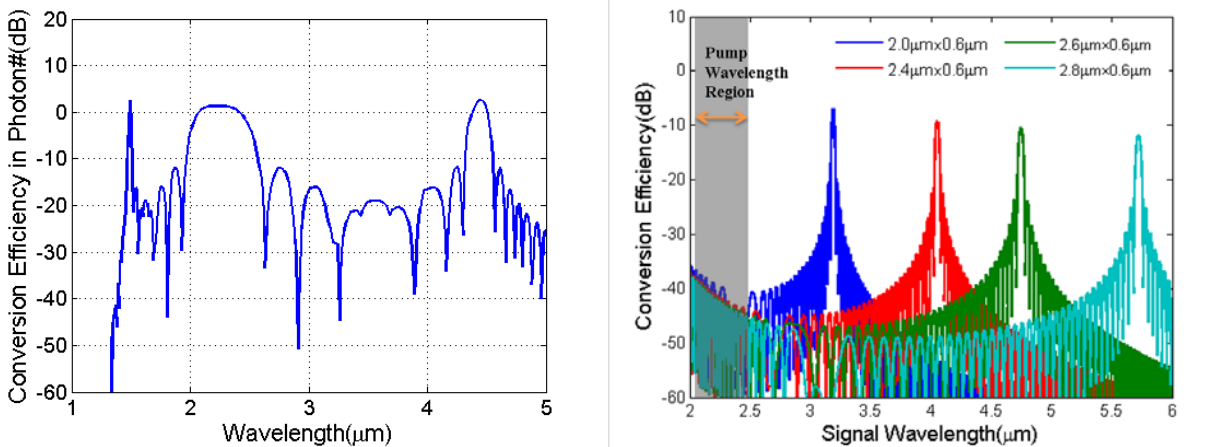
Özdal Boyraz^{1,2}, Filippo Capolino², Yuewang Huang², Salvatore Scampione² ve Caner Guclu²
oboyraz@sehir.edu.tr

¹İstanbul Şehir Üniversitesi, İstanbul

²University of California, Irvine

Bu konuşmada silisyum fotonigi üzerine yapılan son çalışmalar hakkında özet bilgi sunulacaktır. Elektronik ve fotonigi bir arada barındırabilme özelliği silisyum fotonigine olan ilgiyi oldukça artırmıştır. Özellikle muhtemel opto-elektronik entegrasyonu yıllardır araştırılan düşük maliyetli fotonik sistemlere imkan tanıyacaktır. İlgi duyulan alanlar optik sinyal üretiminden bu sinyalin iletimine ve işlenmesine kadar değişmektedir. University of California ekibi olarak biz çalışmalarımızı daha çok optik sinyal işleme, optik antenler ve de mid-infrared sinyal dönüştürücüleri üzerine yoğunlaştırmaktayız.

Mid-İnfrared dalgaboyları daha çok askeri uygulamalar, güdümlü füze denetimi ve etkisizleştirilmesi, biyomedikal görüntüleme ve optik sensörler alanlarında etkin bir şekilde kullanılmaktadır [1-5]. Genellikle bu tür uygulamalar açık ortamlarda gerçekleştirilmekte ve bu sistemlerin dalga kılavuzları içerisine taşınması ve miniaturize edilmesi oldukça istenen bir özelliktir. Fakat bilinen dalga kılavuzlarının genellikle bu dalga boylarında kayıpları oldukça yüksektir. Ayrıca bu dalga boylarında sinyal üretimi ve bu sinyallerin algılanması oldukça masraflı çoğu zaman sıvı nitrojen ile soğutulması gerekmektedir. Bizim çalışmalarımız optik haberleşme teknolojisi ile mid-infrared teknolojisini birbirine uyumlu hale getirmek ve düşük dalgaboylarındaki gelişmiş teknolojiyi mid-infrared için uyumlu hale getirmeyi amaçlamaktadır. Bu nedenle yaptığımız çalışmaların 4 ile 1.55µm arası frekans band çevrimini amaçlamaktadır. Bu sunumda yapılan dalga kılavuzu dizaynları, teorik ve deneysel sonuçlar anlatılacaktır, Şekil. 1 [6]. Ayrıca özellikle algılama tarafında bu tür frekans çeviricilerinin sistem performansı açısından getireceği kazançlar sunulacaktır.



Sekil 1. (a) Haberleşme dalga boyları ile 4.5µm arasında hesaplanan frekans band çevrimi. (b) Değişik pump dalga boylarına göre beklenen çevrim aralıkları.

Sunumun ikinci kısmı optik antenler ve optik ışın şekillendirme üzerine yoğunlaşacaktır. Optik antenler optik cihazların verimliliğini artırmada, ışın dekillendirmede, optik algılamada ve görüntülemeye yaygın olarak kullanılmaktadır [7-14]. Genellikle optik antenler ya dielektrik malzeme ile yada yarı iletken malzeme ile üretilmektedir. İki malzemenin karstığı durumlarda ise aktif yarı iletken malzeme üzerine yerleştirilmiş dielektrik şekiller kullanılmaktadır. Biz çalışmalarımızda daha çok dielektrik malzeme üzerine yerleştirilmiş periyodik yarı iletken malzemeler üzerine yoğunlaşmaktayız, Şekil 2. Özellikle bu yarıiletken kısmında oluşacak electron-hole derişimi ile bu antenlerde değişkenlik ve elektronik kontrol ihtimalleri araştırılmaktadır. Bu sunumda dışayın kriterleri, elde edilen ışın şekilleri, ve de elektronik kontrol teknikleri anlatılacaktır.

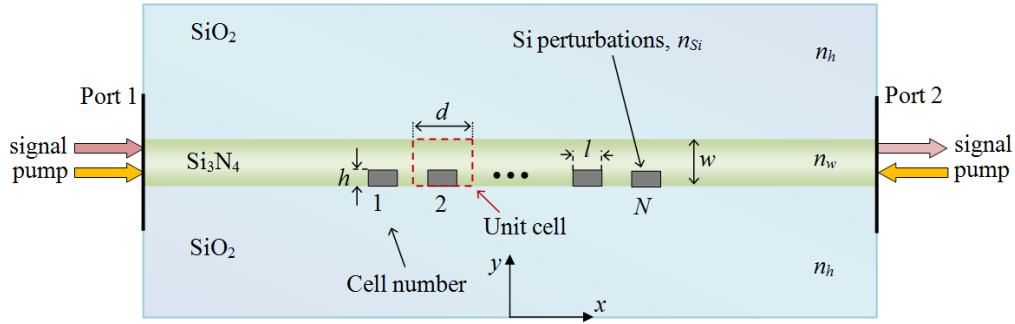


Fig. 1. Tasarlanan optik antenlerin 2 boyutlu gösterimi.

Bu Projeler DARPA Young Faculty Award (Grant No. N66001-10-1-4036) ve NSF Award # ECCS-1028727 tarafından desteklenmiştir.

REFERENCES

- [1] Martini, R.; Bethea, C.; Capasso, F.; Gmachl, C.; Paiella, R.; Whittaker, E.A.; Hwang, H.Y.; Sivco, D.L.; Baillargeon, J.N.; Cho, A.Y.; , "Free-space optical transmission of multimedia satellite data streams using mid-infrared quantum cascade lasers," Electronics Letters , vol.38, no.4, pp.181-183, 14 Feb 2002
- [2] Yury A. Bakhirkin, Anatoliy A. Kosterev, Chad Roller, Robert F. Curl, and Frank K. Tittel, "Mid-Infrared Quantum Cascade Laser Based Off-Axis Integrated Cavity Output Spectroscopy for Biogenic Nitric Oxide Detection," Appl. Opt. 43, 2257-2266 (2004)
- [3] Worrell, C.A.; Giles, I.P.; Adatia, N.A.; , "Remote gas sensing with mid-infra-red hollow waveguide," Electronics Letters , vol.28, no.7, pp.615-617, 26 March 1992
- [4] Albert Schliesser, Markus Brehm, Fritz Keilmann, and Daniel van der Weide, "Frequency-comb infrared spectrometer for rapid, remote chemical sensing," Opt. Express 13, 9029-9038 (2005) <http://www.optiksinfobase.org/abstract.cfm?URI=oe-13-22-9029>
- [5] D. H. Titterton, Development of Infrared Countermeasure Technology and Systems Mid-infrared Semiconductor Optoelectronics, Springer Series in Optical Sciences, 2006, Volume 118/2006, 635-671, DOI: 10.1007/1-84628-209-8_20.
- [6] E-K Tien, Y. Huang, S. Gao, Q. Song, F. Qian, S. K. Kalyoncu, and O. Boyraz, "Discrete parametric band conversion in silicon for mid-infrared applications," Opt. Express 18, 21981-21989 (2010).
- [7] P. Ghenuche, S. Cherukulappurath, T. H. Taminiau, N. F. van Hulst, and R. Quidant, "Spectroscopic mode mapping of resonant plasmon nanoantennas," Phys. Rev. Lett. 101, 116805 (2008).
- [8] R. L. Olmon, P. M. Krenz, A. C. Jones, G. D. Boreman, and M. B. Raschke, "Near-field imaging of optical antenna modes in the mid-infrared," Opt. Express 16, 20295-20305 (2008).
- [9] Q. Song, F. Qian, E. K. Tien, I. Tomov, J. Meyer, X. Z. Sang, and O. Boyraz, "Imaging by silicon on insulator waveguides," Appl. Phys. Lett. 94, 231101 (2009).

- [10] Q. Song, S. Campione, O. Boyraz, and F. Capolino, "Silicon-based optical leaky wave antenna with narrow beam radiation," *Opt. Express* 19, 8735-8749 (2011).
- [11] A. A. Oliner, "Leaky-wave antennas," in *Antenna Engineering Handbook*, R. C. Johnson, ed. (McGraw Hill, New York, 1993).
- [12] D. R. Jackson and A. A. Oliner, "Leaky-wave antennas," in *Modern Antenna Handbook*, C. A. Balanis, ed. (Wiley, 2008), 325-367.
- [13] D. R. Jackson, J. Chen, R. Qiang, F. Capolino, and A. A. Oliner, "The role of leaky plasmon waves in the directive beaming of light through a subwavelength aperture," *Opt. Express* 16, 21271-21281 (2008).
- [14] K. Van Acoleyen, W. Bogaerts, J. Jagerska, N. Le Thomas, R. Houdre, and R. Baets, "Off-chip beam steering with a one-dimensional optical phased array on silicon-on-insulator," *Opt. Lett.* 34, 1477-1479 (2009).