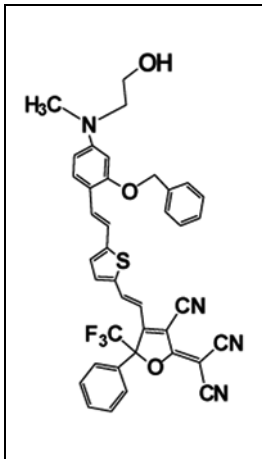


ポリマー光変調器デバイス

九州大学 先導物質化学研究所
横山士吉



1. はじめに

電気光学 (EO) ポリマー光変調器の研究は、これまでの材料研究を基盤に、現在、様々な光デバイス開発へと展開している。1990 年代以降のワシントン大学の研究グループを中心に合成された高性能色素 (ポリマー) の多くの報告例(図 1)は、いずれも同分野における優れた成果である¹⁾。π 電子共役系分子の合成の他、分子集合体や超分子化学の概念も取り入れた分子設計と合成の結果、EO 係数が $r_{33}=300\text{pm/V}$ にも達する報告もなされている。その後、ポリマー光導波路変調器の研究開発へと展開し、材料研究者とデバイス研究者による共同研究成果が多く報告されている。2000 年には半波長電圧 $V_{\pi}<1\text{V}$ のポリマー変調器が報告された(表 1, *Science* 2000, ²⁾)。その後、光導波路の損失や電場配向技術、EO 特性の向上などを中心に研究が進められ、高速変調の研究へと繋がっている。2002 年には EO ポリマー変調器の広帯域特性について 200 GHz の応答も可能であることが示唆されている (*Science* 2002, ³⁾)。実用面での関心も高まり、熱・光安定性の耐久性に関する材料開発に対する要望も急速に増している。また、2000 年以降にはシリコンフォトニック結晶やスロット導波路を用いたハイブリッド型 EO ポリマー変調器の研究も進められ^{4,5)}、スローライト効果や光電場の集中効果によって、飛躍的な EO 特性の向上が報告されている。デバイスサイズも従来のセンチメートルスケールからサブミリメートルスケールへと小型化が進み、高速応答の研究例では、カールスルーエ工科大 (KIT) のグループを中心に

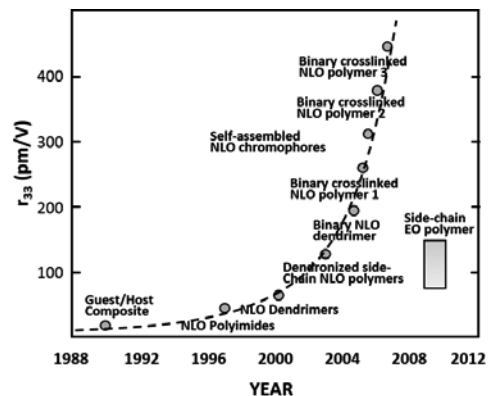


図 1 近年の電気光学色素の開発状況(文献 1)

表 1 世界的に進められている EO ポリマー変調器の開発状況 (研究論文(2-7)より)

Year	Device	Device performance	EO polymer	Research Groups and references
2000	Polymer waveguide	$V_{\pi} = 0.8 \text{ V}$ ($V_{\pi L} = 2.2 \text{ cm}$) $r_{33} = 60 \text{ pm/V}$	CLD/PMMA (87°C)	USC, UW (<i>Science</i> [2])
2002	Polymer waveguide	$V_{\pi} = 11.3 \text{ V}$ 145 GHz	DR1/PMMA	Bell Labo. (<i>Science</i> [3])
2010	Silicon hybrid (Slot)	$V_{\pi L} = 0.8 \text{ Vcm}$, $r_{33} = 40 \text{ pm/V}$, 3 GHz	AJSP100/PMMA (103°C)	UW (<i>Opt.Express</i> [4])
2013	Silicon hybrid (Photonic crystal)	$V_{\pi L} = 0.44 \text{ Vmm}$ 100 kHz, $r_{33} = 735 \text{ pm/V}$	AJ-CKL1/APC (145°C)	UT-Austin, OO, UW (<i>Opt.Lett.</i> [5])
2014	Silicon hybrid (Slot)	$V_{\pi L} = 0.52 \text{ Vmm}$ $r_{33} = 230 \text{ pm/V}$, 40 Gbit/s	YLD124/PSLD41	KIT, UW (<i>JLT</i> [6])
2015	Silicon hybrid (Slot)	10 Gbit/s, 18 fJ/bit	Soluxra's SEO100	KIT (<i>JLT</i> [7])