
上海光机所在基于增强非线性吸收的宽带超快全光开关研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/19769.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

近日，中国科学院上海光学精密机械研究所薄膜光学实验室在基于波纹ENZ（epsilon-near-zero）材料增强非线性吸收的宽带超快全光开关研究方面取得新进展。科研团队提出了一种基于ENZ材料增强非线性吸收的宽带超快全光开关方案，并利用亚波长波纹ITO薄膜在1450-1650nm波段实现了宽带超快全光开关，其品质因子优于已报道的基于平面AZO薄膜、ITO纳米棒及MIM纳米微腔的全光开关。相关研究成果以Broad-Band Ultrafast All-Optical Switching Based on Enhanced Nonlinear Absorption in Corrugated Indium Tin Oxide Films为题，发表在ACS Nano上。

超快全光开关是光通信、光计算与量子信息处理领域的核心器件。近年来，ENZ增强非线性折射为超快全光开关提供了有效的解决方案。然而，非线性折射诱导共振模式漂移难以实现宽波长操作。此外，平面ENZ薄膜的ENZ增强非线性折射具有本征的偏振和角度依赖特征，限制了这些全光开关的应用场景。无带隙石墨烯的宽带非线性吸收可解决基于非线性折射的超快全光开关的窄带问题，为基于ENZ材料的宽带全光开关提供了新思路。然而，与石墨烯不同，平面ENZ薄膜难以在宽波长范围内实现平坦的完美吸收，因而无法直接构建宽带全光开关。

本工作提出了基于波纹ITO薄膜增强非线性吸收的宽带超快全光开关方案，其核心思想是利用波纹ITO薄膜中的ENZ和LSPR模式实现的宽带完美吸收和场增强，增强宽带非线性吸收，进而利用ITO材料特

有的带内超快非线性

响应实现宽带超快全光开关。研究设计制

备了基于SiO₂

微球掩膜的亚波长波纹ITO薄膜，利用其ENZ和LSPR模式在1450-1650nm范围内实现了完美吸收（A>98%）和大的局域场增强，使得器件在1450nm处的非线性饱和吸收系数高达 -1.5×10^5

cm/GW，对应的消光比和开关时间在18.51 mJ/cm²泵浦通量下分别为14.32 dB和350

fs。此外，波纹ITO薄膜良好的结构对称性使全光开关在200 nm吸收带内具有偏振无关和广角特征。波纹ENZ薄膜可在不增加响应时间的前提下克服平面ENZ薄膜本征的窄带、偏振依赖和角度依赖问题，是潜在的ENZ超快全光开关材料平台。

研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国博士后科学基金面上资助项目及中科院国际合作局对外合作重点项目的支持。

[论文链接](#)

Table 1. Performance Index of the Ultrafast All-Optical Switch Based on an ENZ Material^a

ref	configuration	ER (dB)	IL (dB)	τ (ps)	PF (mJ cm ⁻²)	λ (μ m)	Pol	AOI (deg)	FOM (cm ² mJ ⁻¹ ps ⁻¹)
12	AZO films	1.46	4.56	<1	<4	1.3	n/a	n/a	>0.08
20	ITO Nanorod arrays	3.69	3.78	<1	<7	1.5	n/a	~30	>0.14
53	ICO nanocrystals	2.71	3.62	n/a	<5	2.17	n/a	n/a	n/a
22	ITO nanocrystals	4.15	n/a	0.45	18.16	1.3	n/a	n/a	n/a
14	Berberman microcavity	19.36	0.64	0.8	0.34	2.08	TM	50	111.21
56	MIM nanocavities	3.43	7.38	<3	5.2	0.73	TM, TE	30	>0.03
55	Kretschmann–Raether	16.53	3.47	n/a	7.49	1.26	TM	48.3	n/a
this work	corrugated ITO films	14.32 ^b	3.69 ^b	0.35 ^b	18.51 ^b	1.45–1.65	TM, TE	10–30	0.60 ^b

^aDefinitions: ER, extinction ratio; IL, insertion loss; τ , switching time; PF, pump fluence; pol, polarization of probe light; AOI, angle of incidence; FOM, figure of merit ^bSwitching performance at 1450 nm.

表1 基于ENZ材料的超快全光开关性能指标

研究团队单位：上海光学精密机械研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发