

补充材料

基于狄拉克半金属纳米线的太赫兹可调
七波段完美吸收器的模拟仿真*卢文强^{1)†} 易颖婷^{2)‡} 宋前举^{1)†} 周自刚¹⁾ 易有根²⁾ 曾庆栋³⁾ 易早^{1)4)‡}

1) (西南科技大学数理学院, 绵阳 621010)

2) (中南大学物理学院, 长沙 410083)

3) (湖北工程学院物理与电子信息工程学院, 孝感 432000)

4) (吉首大学化学化工学院, 吉首 416000)

表 S1 七种模式的 FWHM 值和 Q 值
Table S1. FWHM values and Q values of seven modes.

频率点/THz	5.023	5.859	7.674	9.654	11.656	12.514	14.01
FWHM/THz	0.041	0.061	0.083	0.044	0.066	0.121	0.154
Q	122.51	96.05	92.46	219.41	176.61	103.42	90.97

表 S2 七种模式的灵敏度与 FOM 值
Table S2. Sensitivity and FOM values of seven modes.

频率点/THz	5.023	5.859	7.674	9.654	11.656	12.514	14.01
S /(GHz RIU ⁻¹)	329.34	280.89	706.61	1320	1260.54	1670	5421.43
FOM/RIU ⁻¹	8.033	4.605	8.513	30	19.099	13.80	35.204

将线阵的结构参数设置成与周期相关,这样做有两点好处。一是可用让吸收器的结构稳定,二是可以帮助实现吸收器双固定功能。图 S1 给出了吸收器的关键参数 P 和 H_2 对吸收率的影响。观察图 S1(a)发现,随着 P 的增大,吸收光谱整体产生了红移且吸收率变化不大。在 $P = 19 \mu\text{m}$ 和 $20 \mu\text{m}$ 时, f_7 处吸收峰消失。在 P 大于 $21 \mu\text{m}$ 范围内,除了原来的 7 个共振吸收频点,器件还衍射出了另外一些尖锐的杂峰。观察图 S1(b)发现,随着介质层厚度的增加,在 0—10 THz 波段内吸收峰变化非常规律, f_1 和 f_4 频点处吸收峰的位置和吸收率的大小非常稳定,而 f_2 和 f_3 频点处吸收峰的位置发生了明显的红移。但在 10—14.5 THz 波段内的吸收峰数量变化受介质厚度影响较大。这是因为 H_2 的增大会使得 F-P 共振腔的腔体变长,同时,电磁波在腔内的损耗变大,腔内来回反射的能量与高频入射的电磁波相互耦合才导致这种现象。

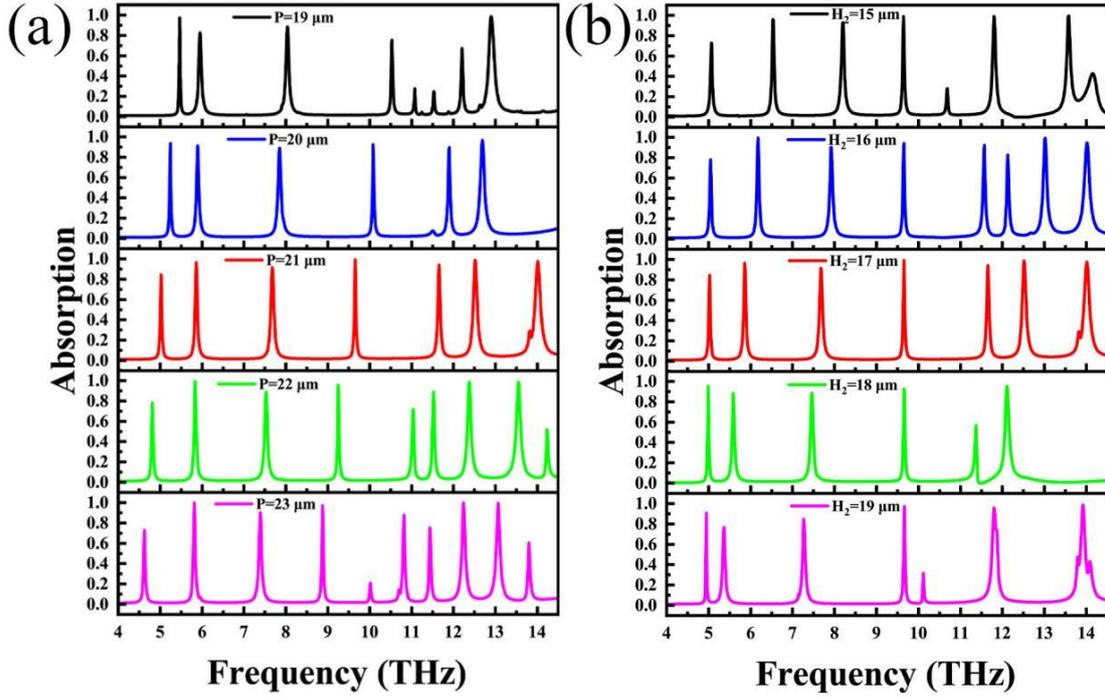


图 S1 吸收器的结构参数对吸收率的影响 (a)周期 P ; (b)厚度 H_2
 Fig. S1. Influence of the structural parameters of the absorber on the absorption rate: (a) The period P ; (b) the thickness of the medium H_2 .

线阵结构的 BDS 作为器件的顶层，其对整体的性能起到关键作用。图 S2 给出了单元结构不同 BDS 线阵长度下的特性光谱。我们发现，在 $K = 10$ ，也就是 BDS 线阵结构在 y 方向上铺满整个器件时，该器件的性能发生了截然不同的转变。在 0.01—15 THz 波段表现出零吸收、全反射的特性。这可以帮助实现器件两种固定的工作模式。本质上这种全线阵排列的间隔为 0 时就会具有这种性质。由于线阵之间的间隔与线阵半径相同，所以一个单元结构的吸收器可以在 x 方向上被认为是许多单个的线组成。根据传输线原理，这时顶部全铺满的线可视为一根导线，其电阻值可认为是 0，共振频率就可认为在无穷远处。因此在 0.01—15 THz 波段内表现为全反射特性。但是由于单个的线并没有完全填满介质层表面，所以还是可以观察到在 15 THz 处的吸收率/反射率有上升/下降的趋势。

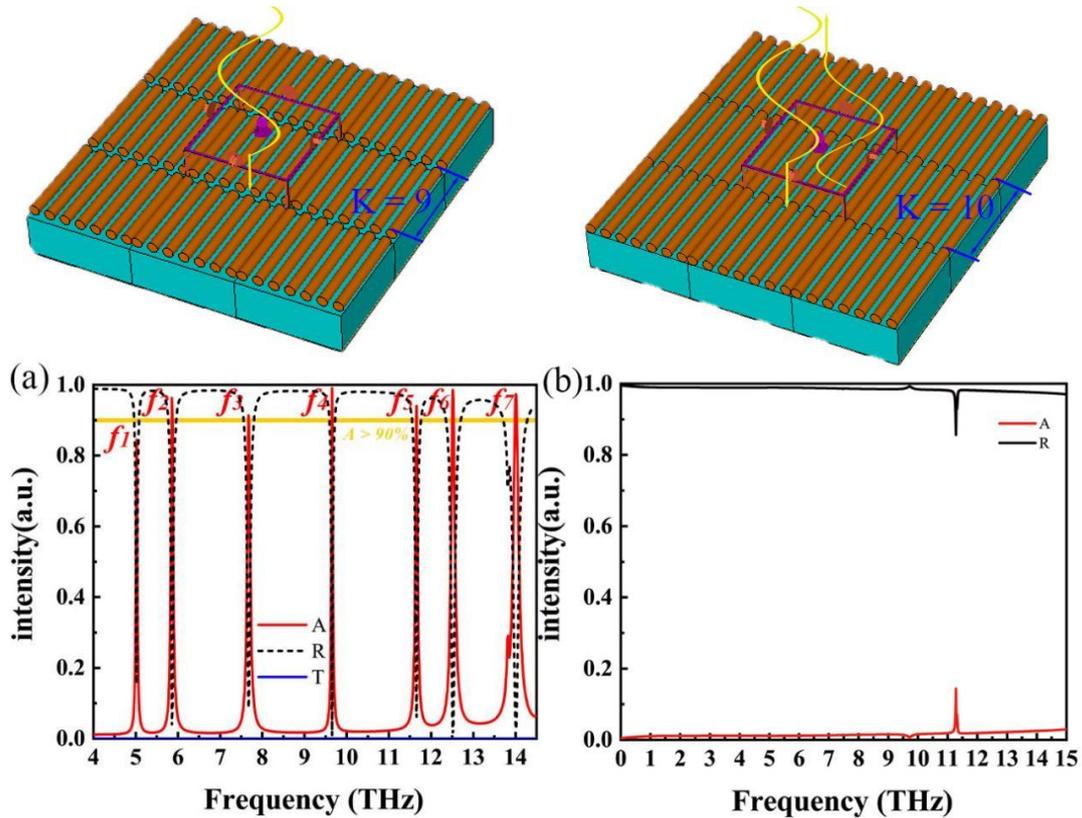


图 S2 纳米线的长度对吸收率的影响 (a) $K = 9$; (b) $K = 10$
 Fig. S2. Effect of nanowire length on absorption rate: (a) $K = 9$; (b) $K = 10$.

图 S3 给出了电磁波不同入射角 α 下的吸收光谱。可以发现，该吸收器在 0—10 THz 波段内的吸收率在 50° 之前都是很可观的。在 $\alpha = 50^\circ$ 时， f_1 和 f_2 模式的吸收率可达到 90% 以上。但在 10—14.5 THz 波段内，该吸收器的完美吸收率只能维持到 20° 。事实上，当 α 从 10° 逐渐增加到 20° 时，该波段内的吸收率逐渐下降。这表明该吸收器在高频段对于入射角度敏感，需要在使用过程中注意此点。此外，由于该吸收器的吸收率在 50° 时已经表现出了明显下降，所以我们认为对 50° 之后的研究不具有参考意义，在这里不再具体讨论。总体而言，该吸收器在中低频段的表现使其在探测、传感等方面都有很大的应用潜力。

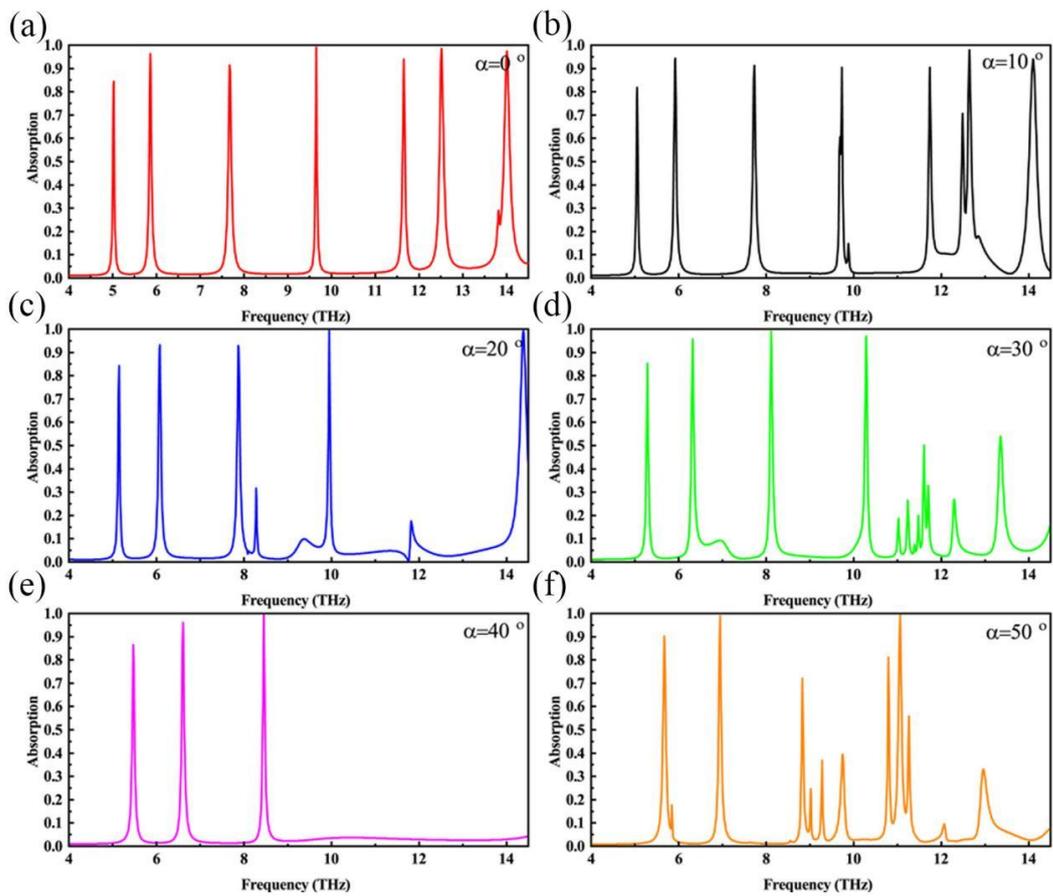


图 S3 不同入射角对吸收率的影响
 Fig. S3. Effects of different incidence angles on absorption efficiency