

おっしゃるように、無機半導体デバイスは多種ありますので一概にはいえませんが、電子素子と光素子で大きく分けて考えます。電子素子は増幅、論理演算等の電子回路に用いられ、ダイオード、トランジスタ、集積回路が代表的です。素子性能として期待される特性は、まず高速応答性が上げられますが、素子を適切に機能させる半導体の導電性・絶縁性を制御するバンドギャップも考慮しなければなりません。

右図は代表的な半導体のバンドギャップ E_g 、移動度 μ 、遷移型(直接:D, 間接:I)のデータを示します。ここで移動度 μ は、電子・正孔のドリフト速度 $\langle v \rangle$ の電界 F に対する比例係数で、大きい方が電子・正孔はよく電界に追従して早く応答するので望ましいです。電子、正孔の移動度 μ (単位: cm^2/Vsec 略) はそれぞれ、多用されるSiでは1500, 450ですが、InSbは80000, 1250、InAsは33000, 460、GaAsは8500, 400と、電子の μ が大きく高速応答性は優れています。

InSb, InAsの電子の μ は非常に大きいですが、 $E_g(\text{eV})$ が0.17, 0.36と小さくなります。pnや金属との接合ダイオードで順方向に急激に電流が大きくなる電圧はバンドギャップ E_g に対応して小さくなり、制御電圧が低くなり良さそうに見えますが、熱キャリア発生が大きく十分な導電性・絶縁性が制御できず、トランジスタには利用し難いです。GaAsは E_g が1.42eVと大きく、電子の μ が8500と大きい所から、高速性が求められる高周波トランジスタ(例: HEMT, High Electron Mobility Transistor)として応用されています。

光素子には受光素子と発光素子があります。光吸収は E_g 付近およびより大きなエネルギーのフォトンを吸収し応答しますので、受光素子の特性に重要なのはまず E_g となります。発光素子では一般的に E_g 程度の光を放出しますので、発光させたい光の種類(赤外光、赤、緑、青等)に近い E_g が重要です。また、発光効率を高くするため、遷移確率の高い直接遷移型の半導体がまず望まれます。

(奥山 雅則)

Semiconductor		Bandgap (eV)		Mobility at 300 K ($\text{cm}^2/\text{V-s}$) ^a		Band ^b
		300 K	0 K	Elec.	Holes	
Element	C	5.47	5.48	1800	1200	I
	Ge	0.66	0.74	3900	1900	I
	Si	1.12	1.17	1500	450	I
	Sn		0.082	1400	1200	D
IV-IV	α -SiC	2.996	3.03	400	50	I
III-V	AlSb	1.58	1.68	200	420	I
	BN	~7.5				I
	BP	2.0				
	GaN	3.36	3.50	380		
	GaSb	0.72	0.81	5000	850	D
	GaAs	1.42	1.52	8500	400	D
	GaP	2.26	2.34	110	75	I
	InSb	0.17	0.23	80000	1250	D
	InAs	0.36	0.42	33000	460	D
II-VI	InP	1.35	1.42	4600	150	D
	CdS	2.42	2.56	340	50	D
	CdSe	1.70	1.85	800		D
	CdTe	1.56		1050	100	D
	ZnO	3.35	3.42	200	180	D
	ZnS	3.68	3.84	165	5	D
IV-VI	PbS	0.41	0.286	600	700	I
	PbTe	0.31	0.19	6000	4000	I

S.M.Sze: Physics of Semiconductor Devices, p.849, J.Wiley & Sons, 1981