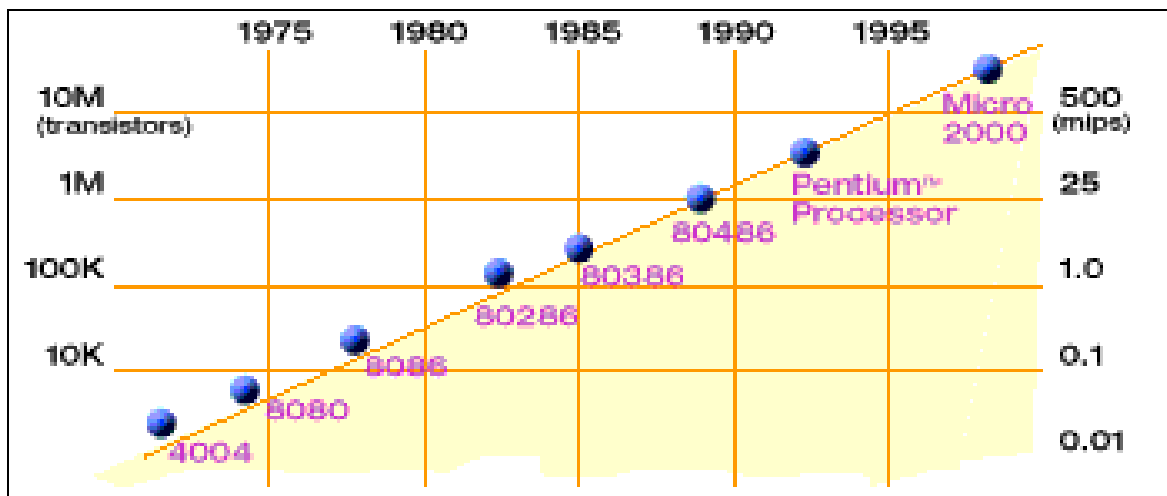


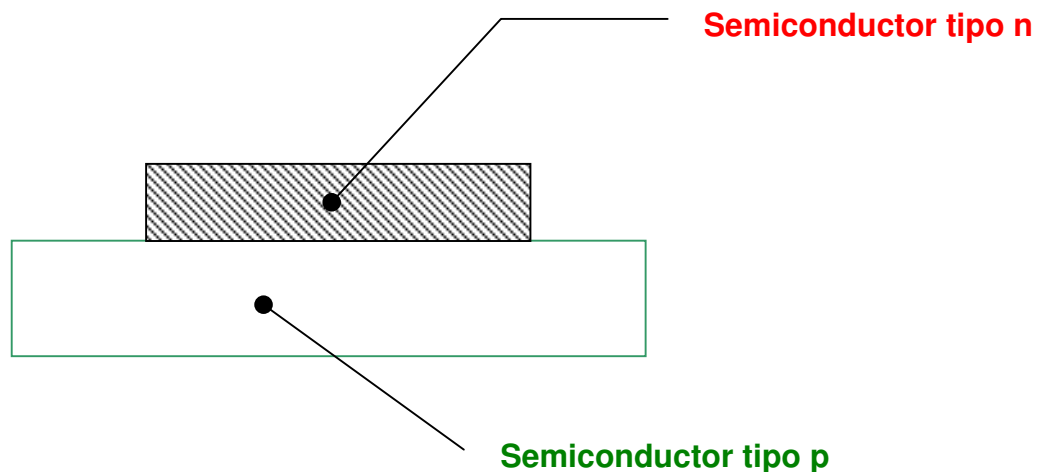
2.4 SEMICONDUCTORES

2.4.4 JUNTURAS p-n Y DISPOSITIVOS RELACIONADOS



2.4.4.1 LA JUNTURA p-n

- Juntura p-n = diodo o rectificador
- Condición: e⁻ y huecos deben moverse libremente a través de la juntura.



- Propiedades rectificantes, independientes de los materiales semiconductores utilizados.

(A) Diagrama de energía de la juntura



- **Antes de formar la juntura:** cada material tiene su propio diagrama de bandas de energía y E_F
- **Después de formar la juntura:** E_F uniforme a través de la unión completa
 \Rightarrow bandas deben ajustarse, *i.e.* se doblan
($E_F \Leftrightarrow$ Potencial químico)
- **Región de carga espacial:** genera campo eléctrico interno.

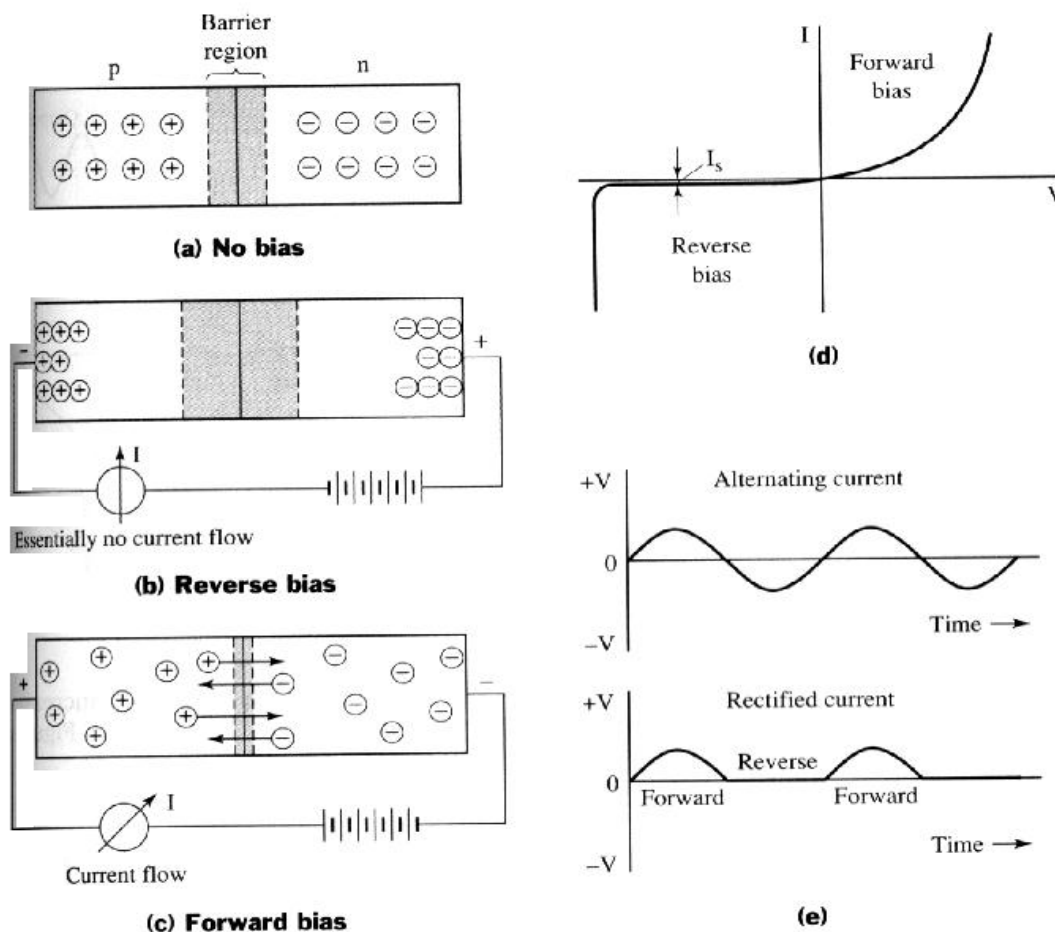
- “Potencial interno”, ϕ_i : Cantidad deformación que sufren las bandas

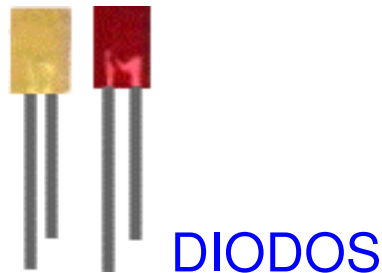
$$\phi_i = kT \ln(N_A N_D / n_i^2) < 1 \text{ eV (en gral.)}$$

N_A : densidad de aceptores (A) y donantes (D)
 n_i : densidad intrínseca de portadores

(B) Característica I-V

- No lineal
- **Bias hacia adelante:** $I = I_0 \exp(V/V_t)$
Comportamiento tipo corto circuito
- **Bias inverso:** $I = I_s$
Comportamiento tipo circuito abierto.





2.4.4.2 LA JUNTURA SCHOTTKY

- **Juntura Schottky: unión metal-semiconductor**

Ojo: No todos contactos de este tipo se convierten en una juntura Schottky.

- **Es rectificante.**
- **Se basa en la inyección de portadores sobre la barrera de potencial ϕ_B de la juntura.**

Fig. 3.27

- **Flujo de corriente no se debe a difusión de portadores (juntura p-n)**

- **Condiciones para que se forme una juntura Schottky:**

- **En juntura metal-semiconductor tipo p:**

Si función trabajo del metal ($\phi_m \equiv E_F - \phi_\infty$) **>** función trabajo del semiconductor (ϕ_s).

- **En juntura metal- semiconductor tipo n:**

Si función trabajo del metal ($\phi_m \equiv E_F - \phi_\infty$) **<** función trabajo del semiconductor (ϕ_s).

Figs. 3.28 y 3.29

- **También tienen zona de carga espacial:**
 - Sólo en el lado semiconductor.
 - Se balancea en metal mediante carga imagen
 - Zona es neutra.

	$\phi_B(\text{Si})$ (eV)		$\phi_B(\text{GaAs})$ (eV)	
Metal	Tipo n	Tipo p	Tipo n	Tipo p
Ag	0,78	0,54	0,88	0,63
Al	0,72	0,58	0,80	
Au	0,80	0,34	0,90	0,42
Cr	0,61	0,50		
Cu	0,58	0,46	0,82	
Mo	0,68	0,42		
Pt	0,90	---	0,84	

- **Aplicaciones:**
 - Rectificación de señales
 - Desplazamiento de niveles de voltaje
 - Construcción de transistores, CCDs, dispositivos de microondas, sensores, detectores.
- **Ventajas:**
 - Simplicidad de fabricación
 - Ausencia de carga almacenada
- **Investigación: Aumentar ϕ_B para**
 - reducir la corriente inversa y mejorar las propiedades de rectificación.

2.4.4.3 CONTACTO METAL-SEMICONDUCTOR

- **Propiedades específicas de la juntura dependen de las propiedades de los materiales constituyentes.**
- **Cuando 2 sólidos poseen buen contacto eléctrico ocurrirá que:**
 - Tienen una referencia energética común (usualmente muy lejos)
 - Los niveles de Fermi están alineados

En este caso:

- Implica algún tipo de flexión de las bandas en las juntura.
- Esto determina si se forma un contacto óhmico (resistivo, $I=\alpha V$) o rectificante



- **Los contactos óhmicos se requieren para minimizar los efectos de los contactos sobre un dispositivo y mantener la fidelidad de la señal transmitida.**

- Cualquier resistencia provocará caída de potencial y degradará la intensidad de la señal.
- Lo ideal: **resistencia cero**
- La resistencia observada se llama **resistencia de contacto**.

Metal o Semiconductor	Función trabajo (ϕ, eV)
Ag	4,5
Au	4,9
Pt	5,4
Mo	4,2
W	4,5
Al	4,1
Si	4,0
Ge	4,5
Ti	4,2
Ni	5,0

2.4.5 CONSIDERACIONES DE MATERIALES

- Los **semiconductores y sus óxidos** son los materiales más importantes en la fabricación de dispositivos electrónicos.
- El **silicio** es el semiconductor más ampliamente utilizado:
 - Puede fabricarse como monocristal casi sin defectos (excepto por defectos puntuales).
 - **Autointersticiales** están presentes en cantidades elevadas ($\approx 10^{22} \text{ m}^{-3}$).
 - C y O también están presentes en cantidades elevadas.
 - Ventaja del O: aumenta resistencia mecánica del Si fijando las dislocaciones.
 - Exceso de O: se precipita en forma de óxidos.
 - La mayoría de las obleas de Si para fabricación de CI requieren una zona sin defectos de $20 \mu\text{m}$
 - Esto se logra desgasando el O_2 a $1000\text{-}1200^\circ \text{C}$ mediante **“gettering”**: formación de zona llena de defectos muy profunda en la oblea (defectos nucleados).
 - **Defectos**:
 - Ruptura: agujeros
 - Iones de impurezas: Cu^{2+} , Ni^{2+} , Na^+

- **Arsenuro de galio (GaAs):**
 - Utilizado en dispositivos de alta velocidad y optoelectrónicos
 - Alta movilidad de electrones
 - Pero, problemas:
 - alta densidad de defectos
 - semiconductor compuesto \Rightarrow estequiometría



John Bardeen



Walter Brattain



William Shockley