

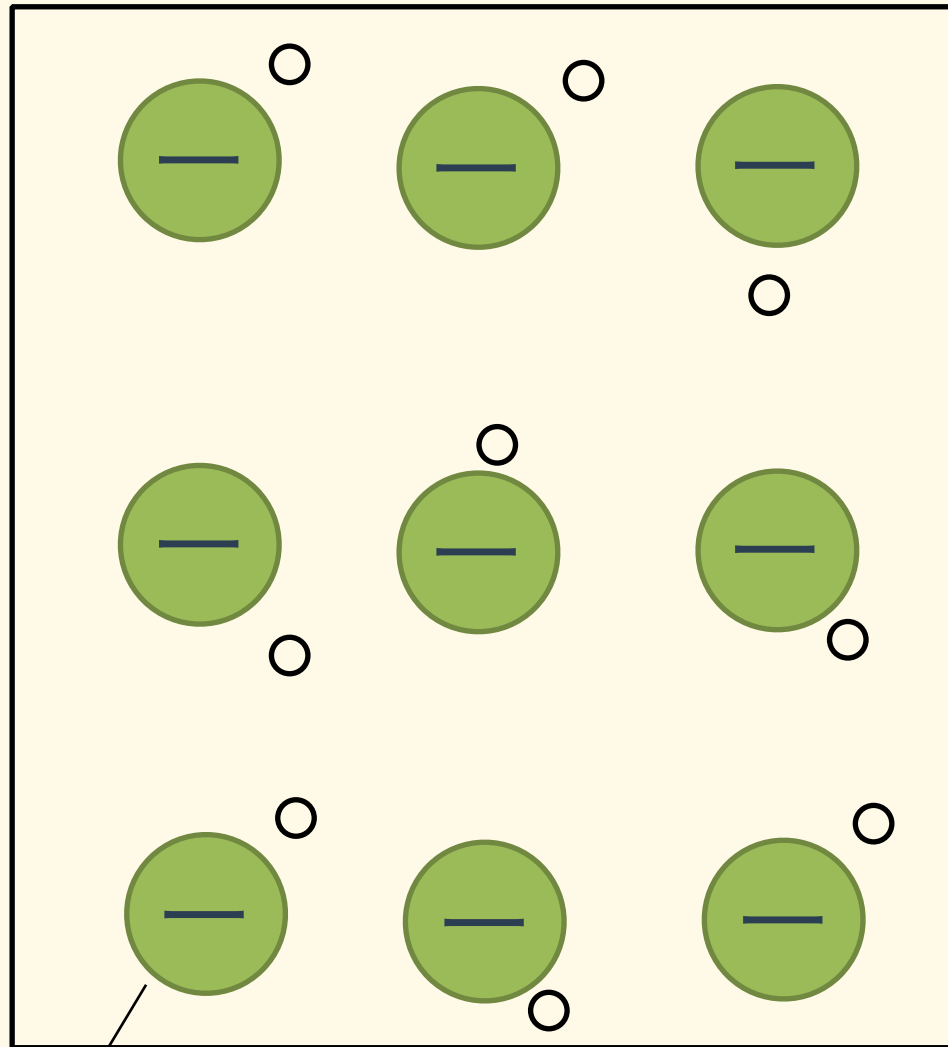
電子工学09

津山工業高等専門学校 情報工学科 講師
電気通信大学 先進理工学科 協力研究員
藤田一寿

pn接合

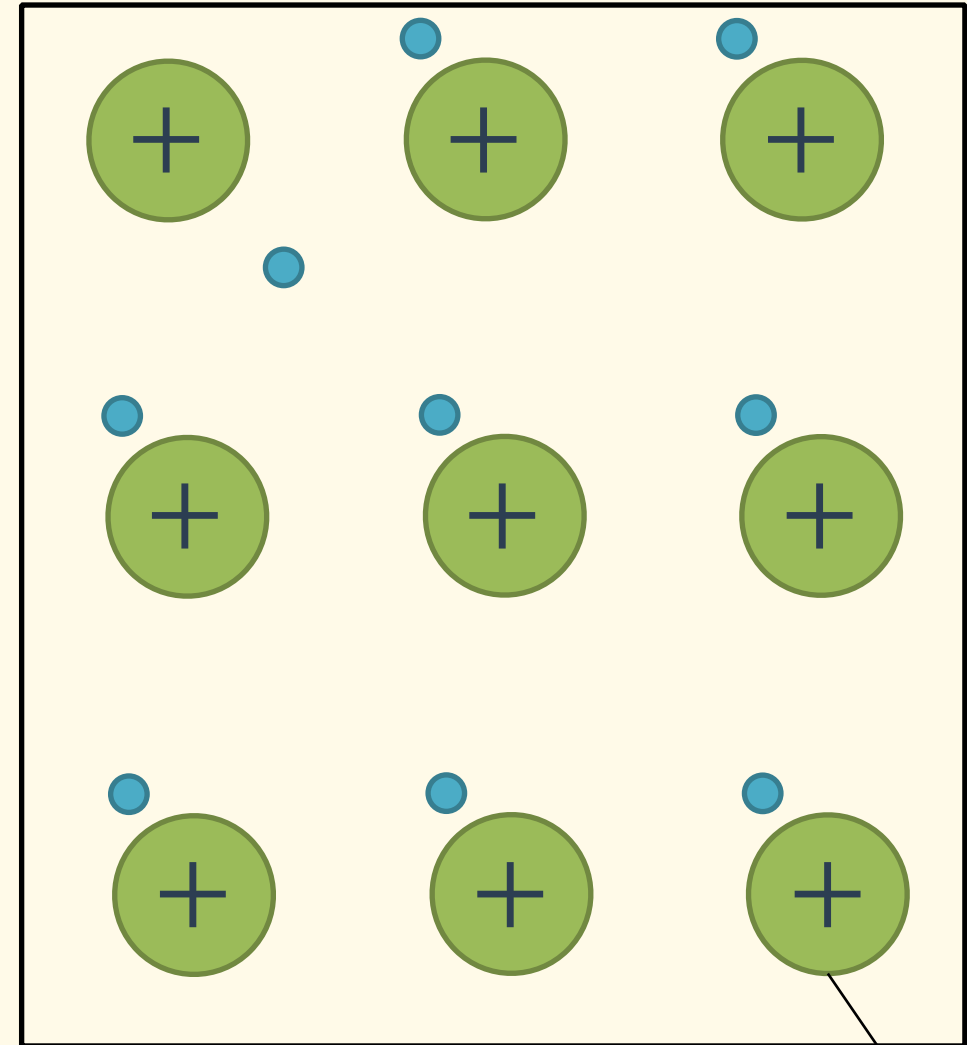
- ▶ p型半導体とn 型半導体をくっつけたもの
- ▶ 別々に作ったものをくっつける訳ではなく、一つの半導体の中で化学変化させp型の層, n型の層を生成する.

ホール



アクセプタイオン

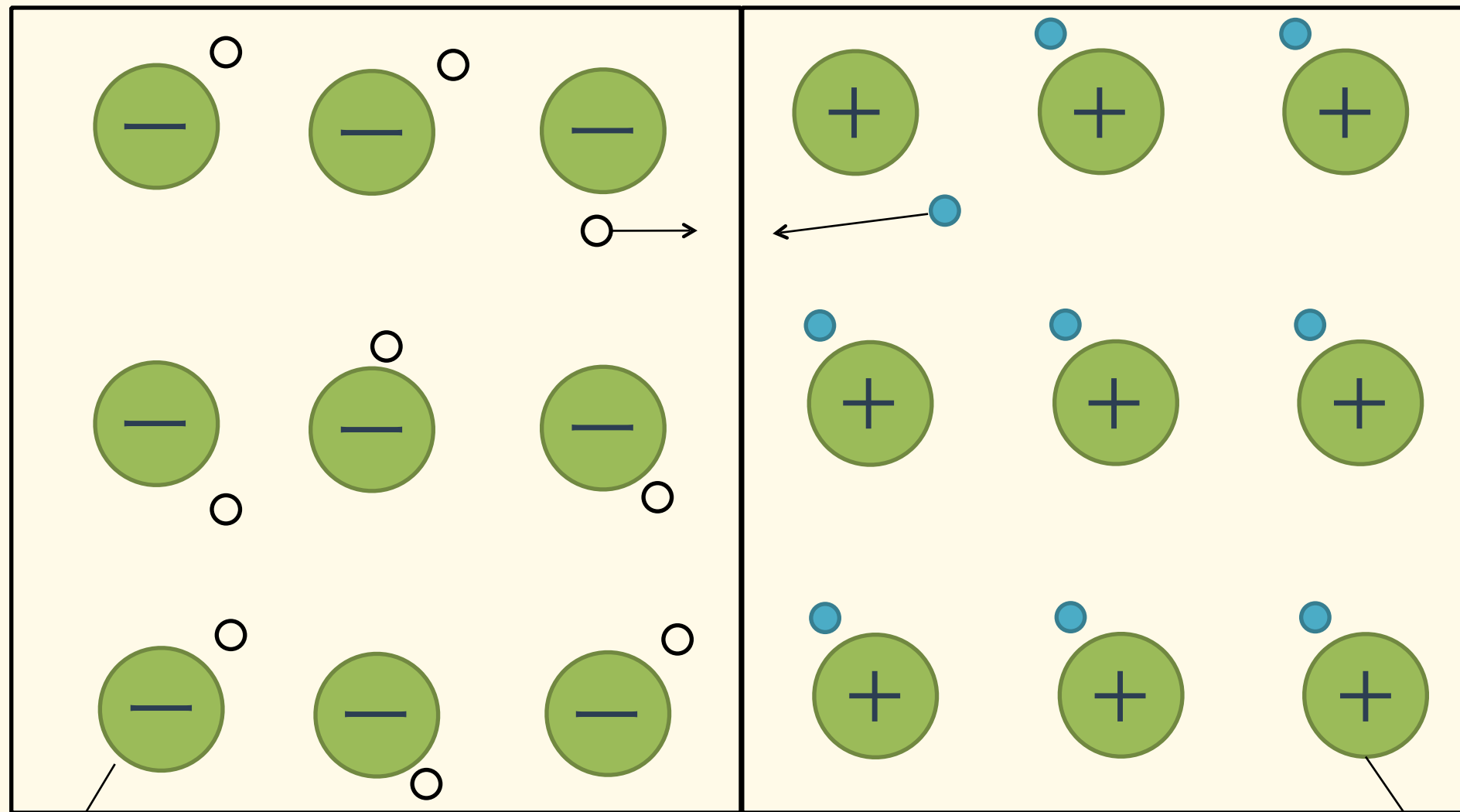
電子



ドナーイオン

ホール

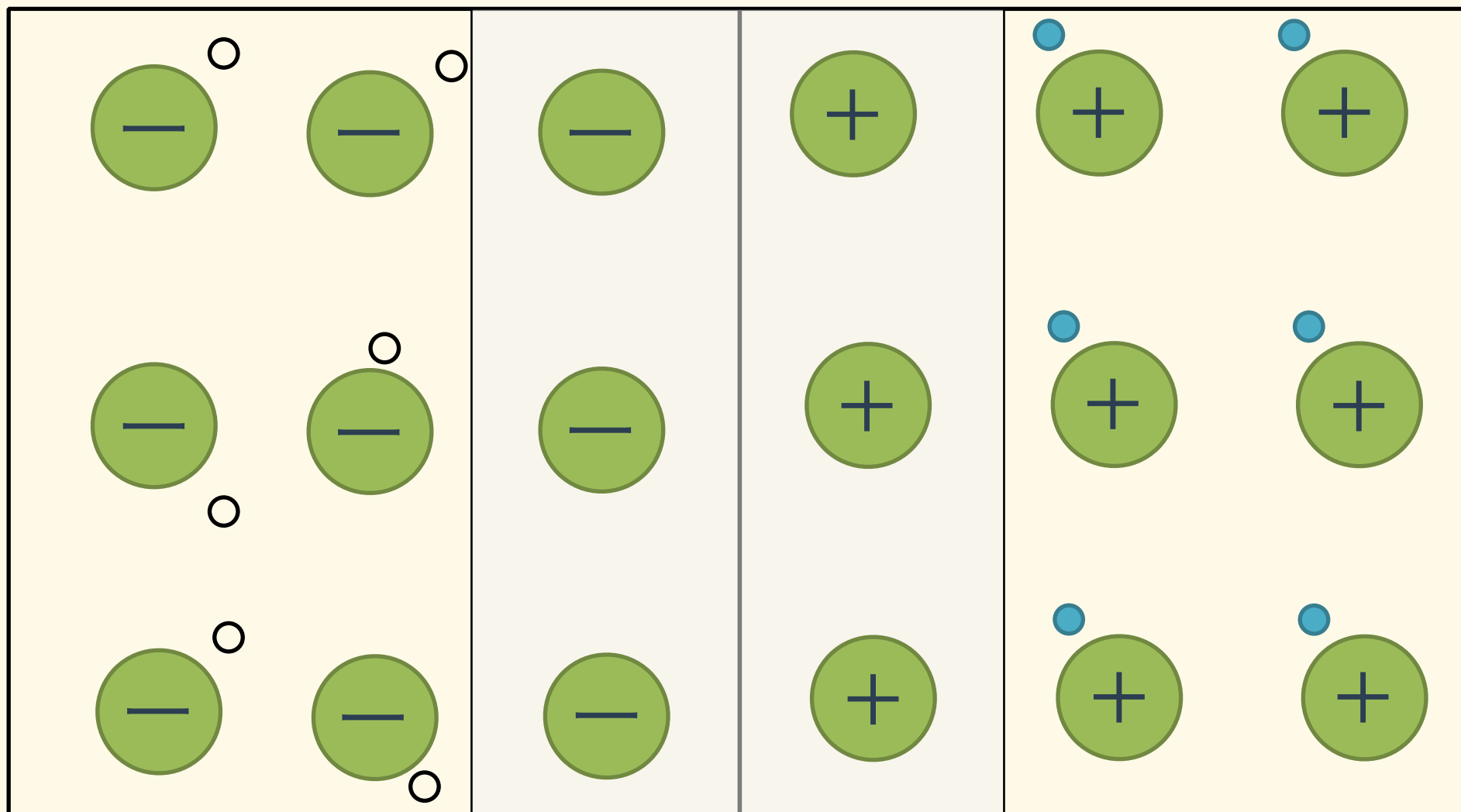
電子



アクセプタイオン

ドナーイオン

多数キャリアのホールや電子は熱で拡散されお互いにくっつく



空乏層

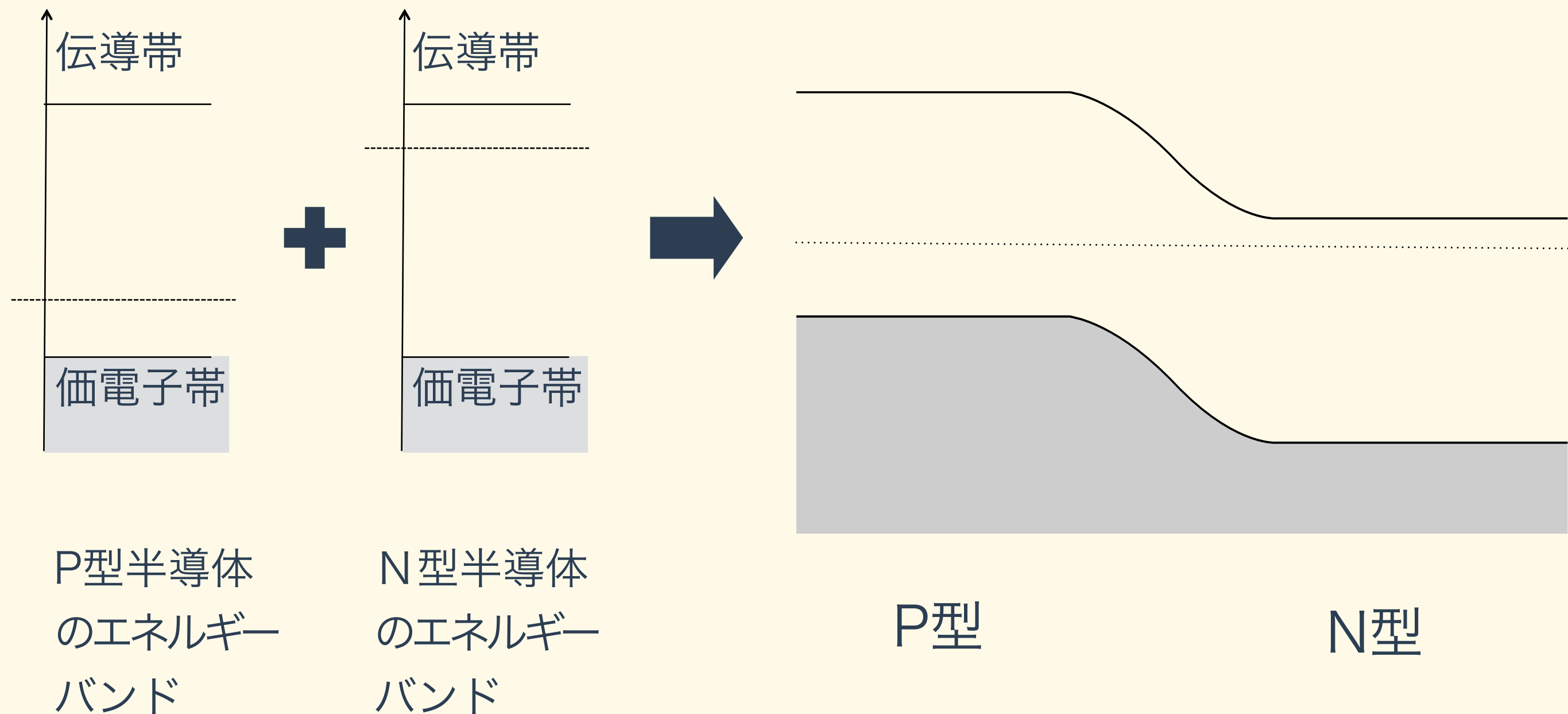
キャリアが少ない状態



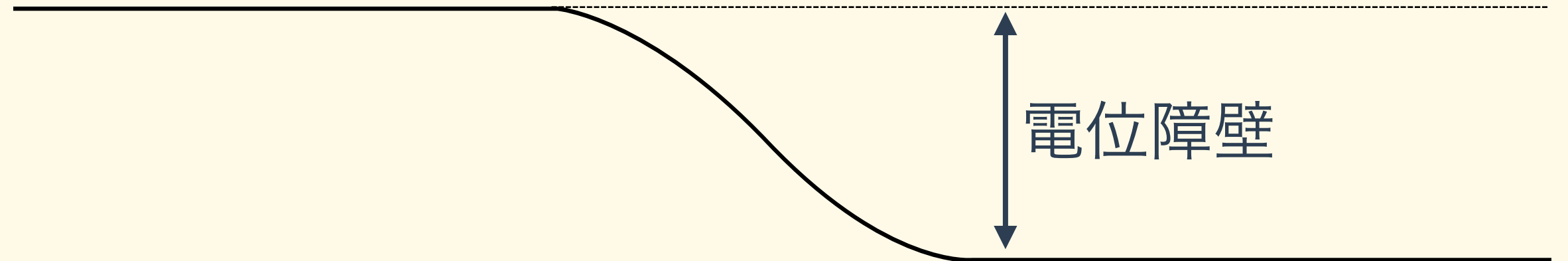
電場

正孔と電子が電氣的に中和することで、電荷に偏りが生じる。
これにより、接合部では電場が生じる。

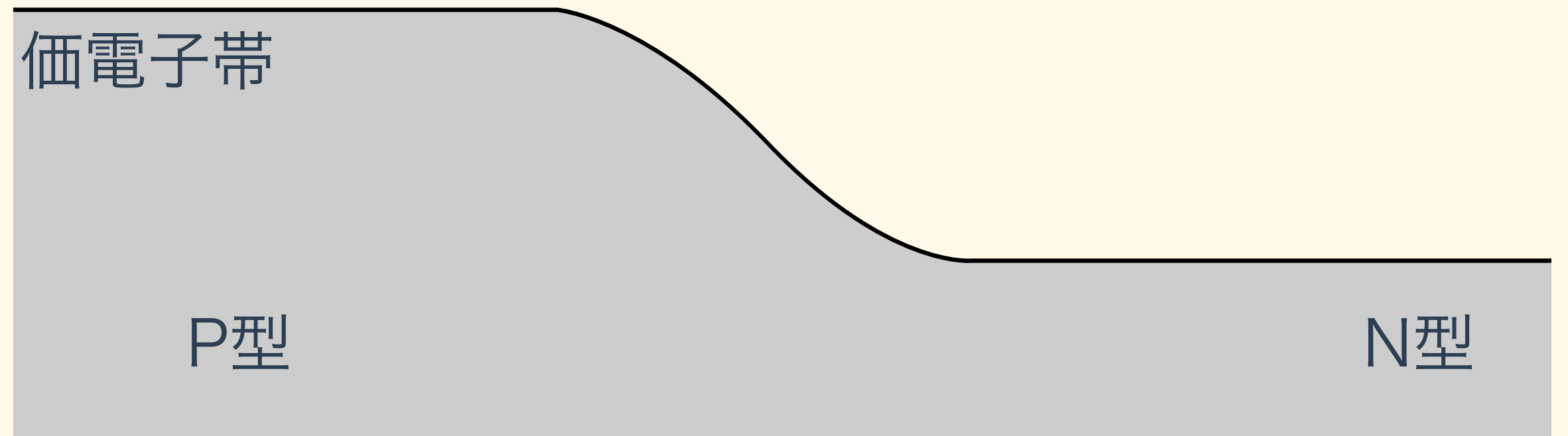
pn接合のエネルギーバンド



伝導帯



価電子帯



ダイオード

- ▶ 整流機能を持つ
- ▶ 電流を一定の方向にしか流さない

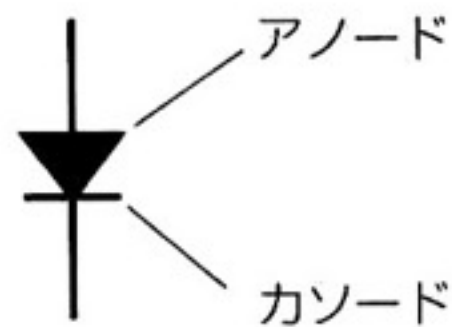
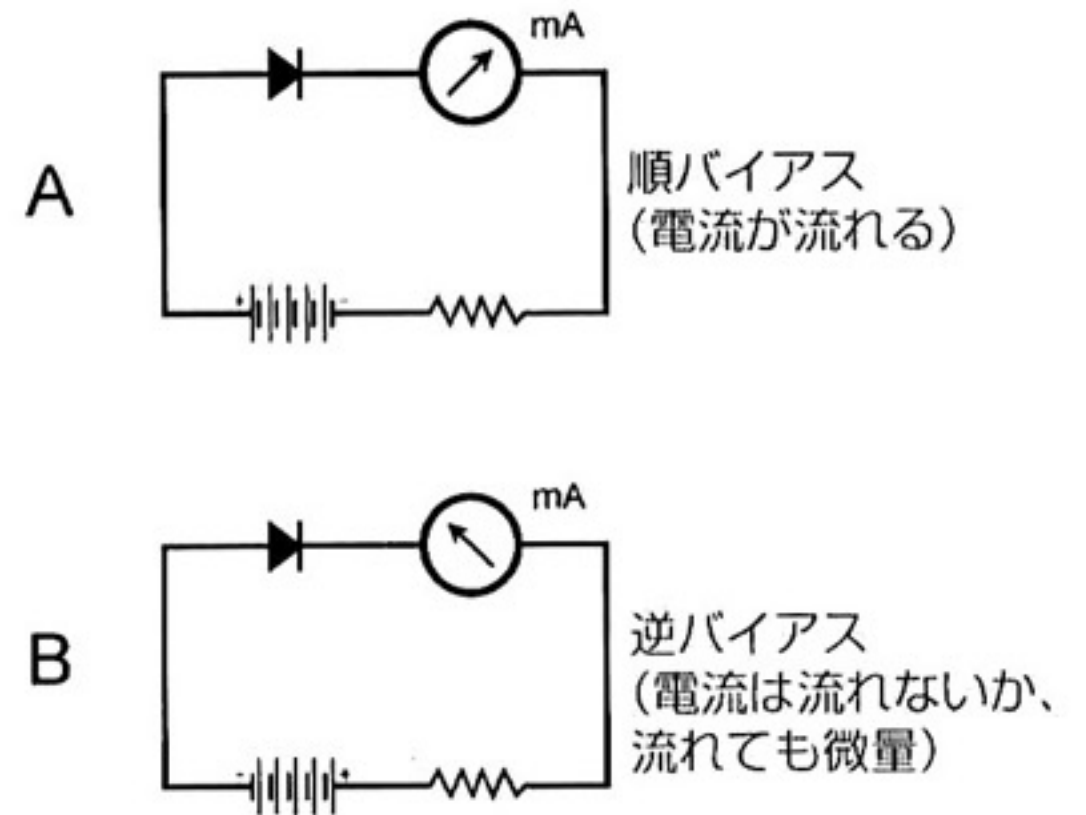


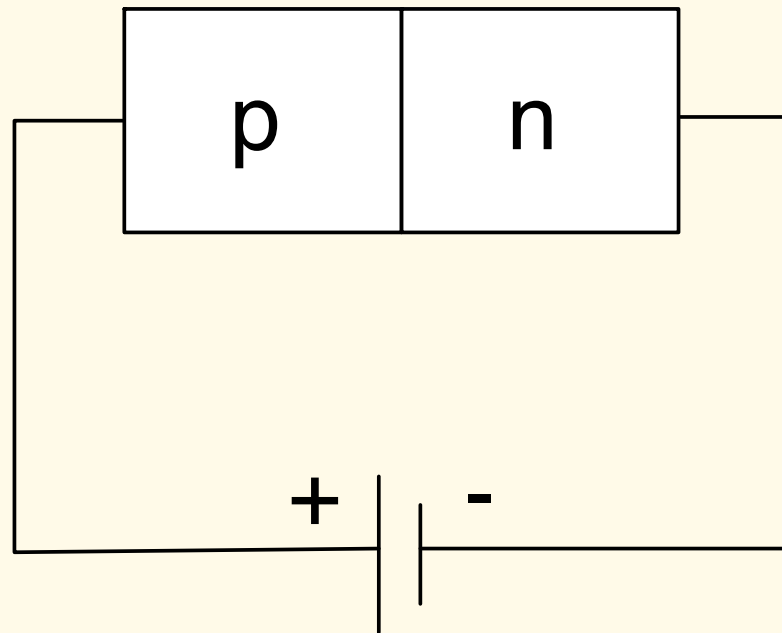
図19-3：半導体ダイオードの回路図の記号



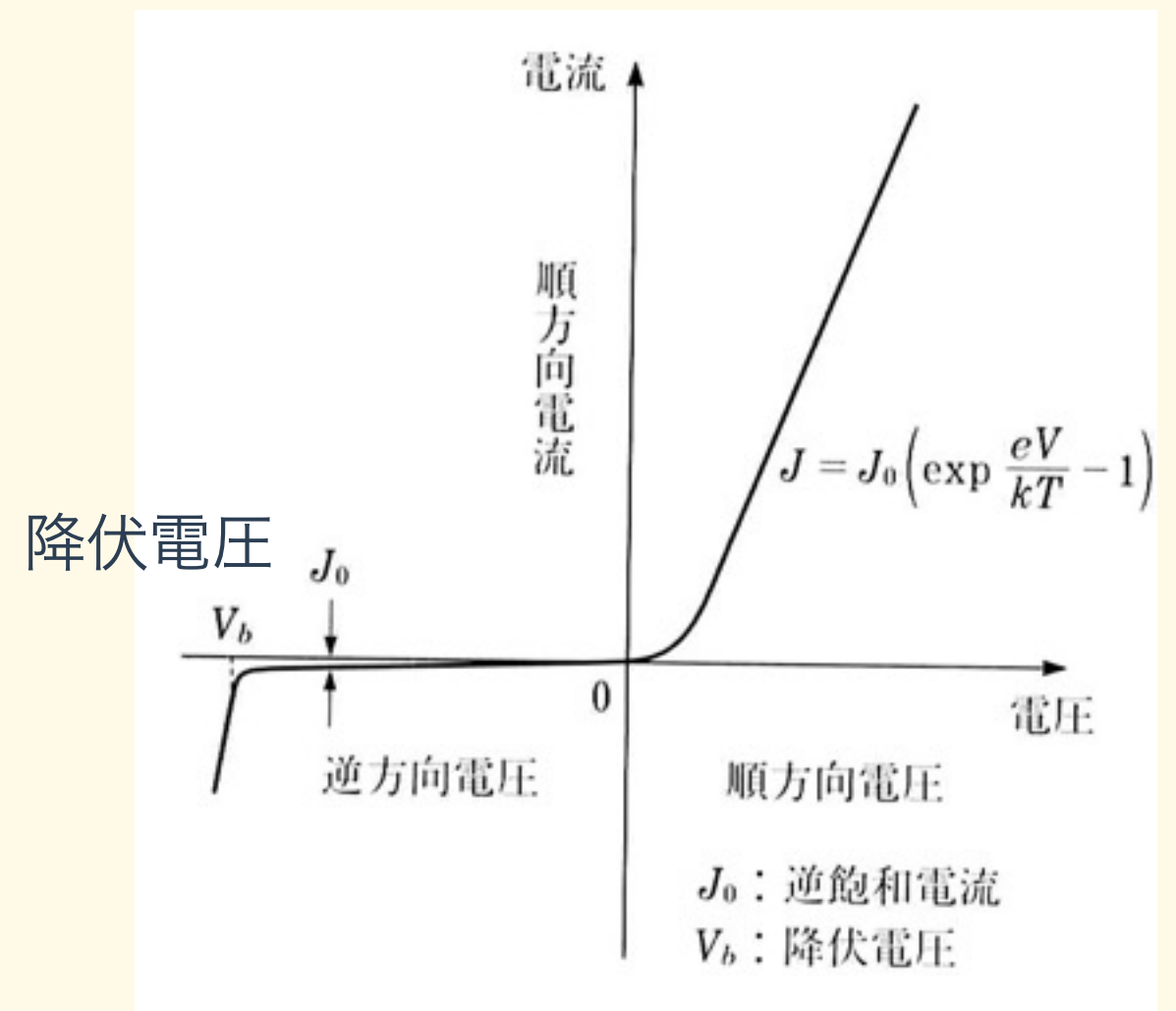
(Gibilisco, 独習電気電子工学)

pn接合ダイオード

- ▶ Pn接合で実装したダイオード

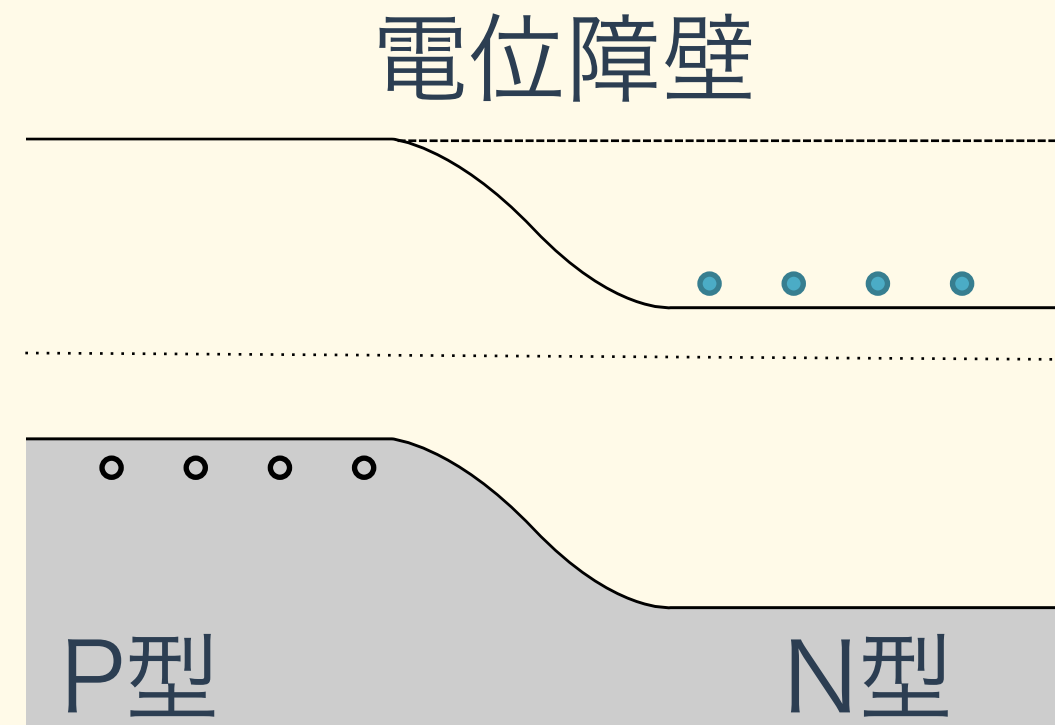
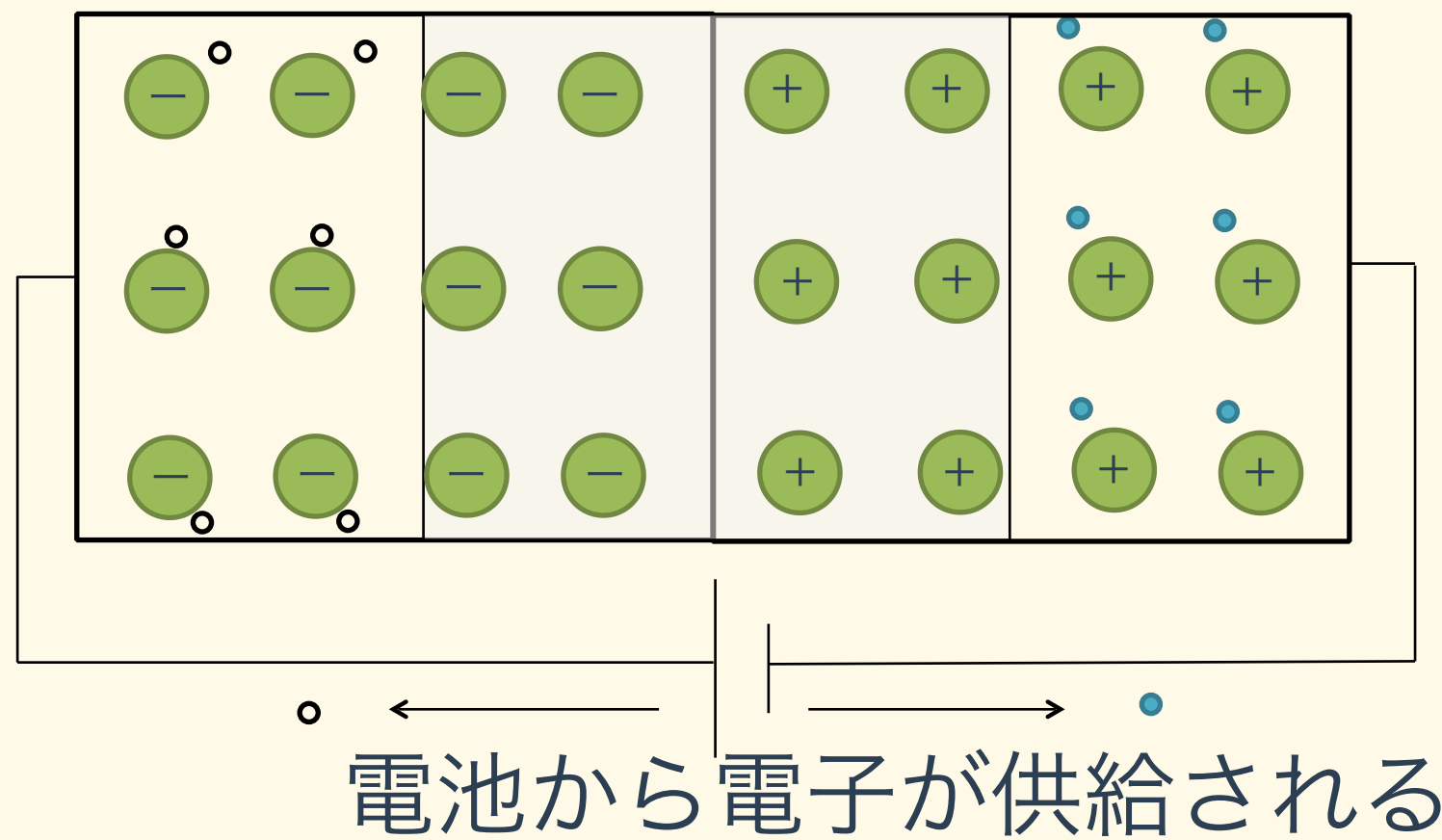


ダイオードにかかる電圧と電流の関係

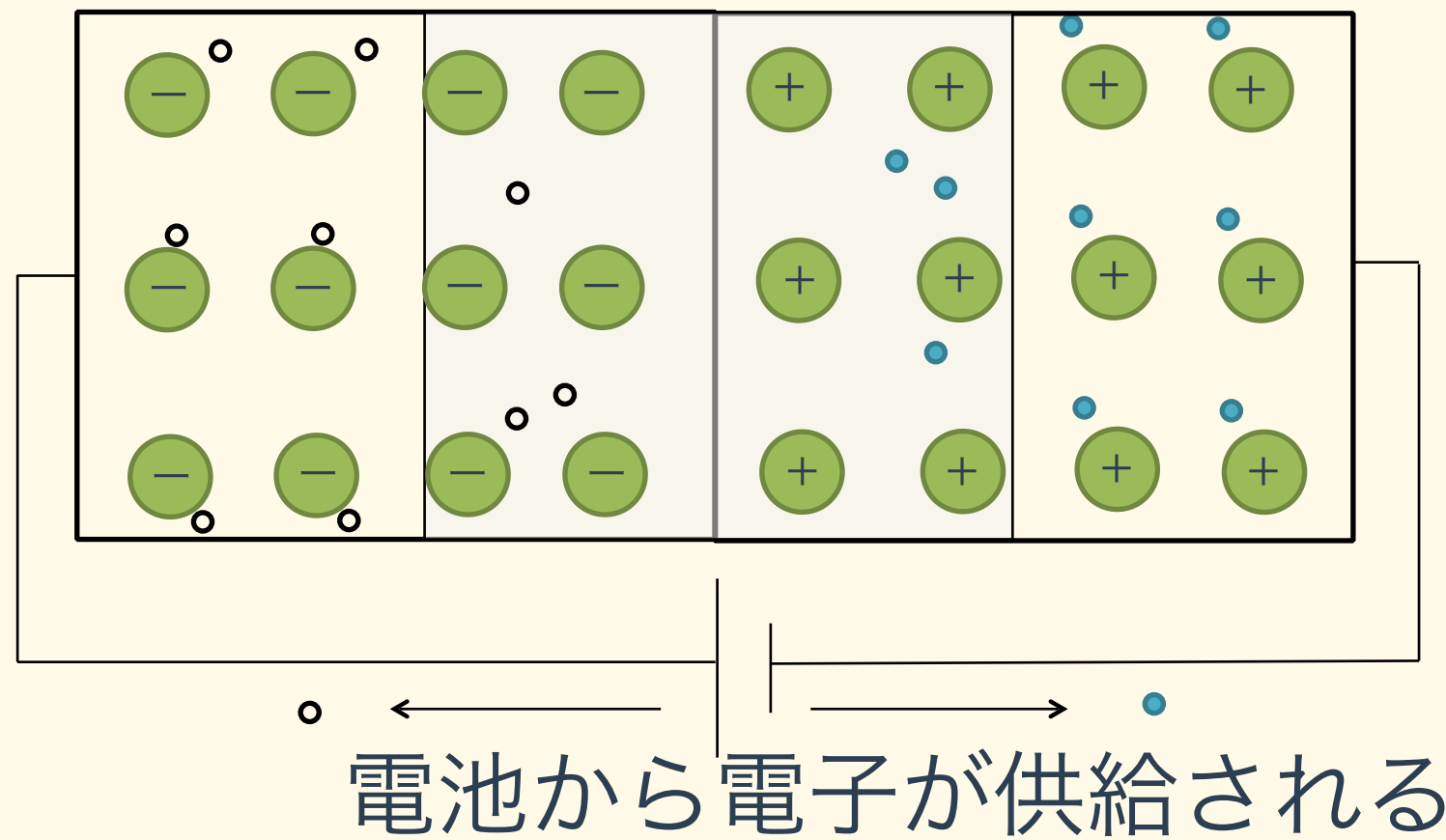


(豊田, 半導体の科学とその応用)

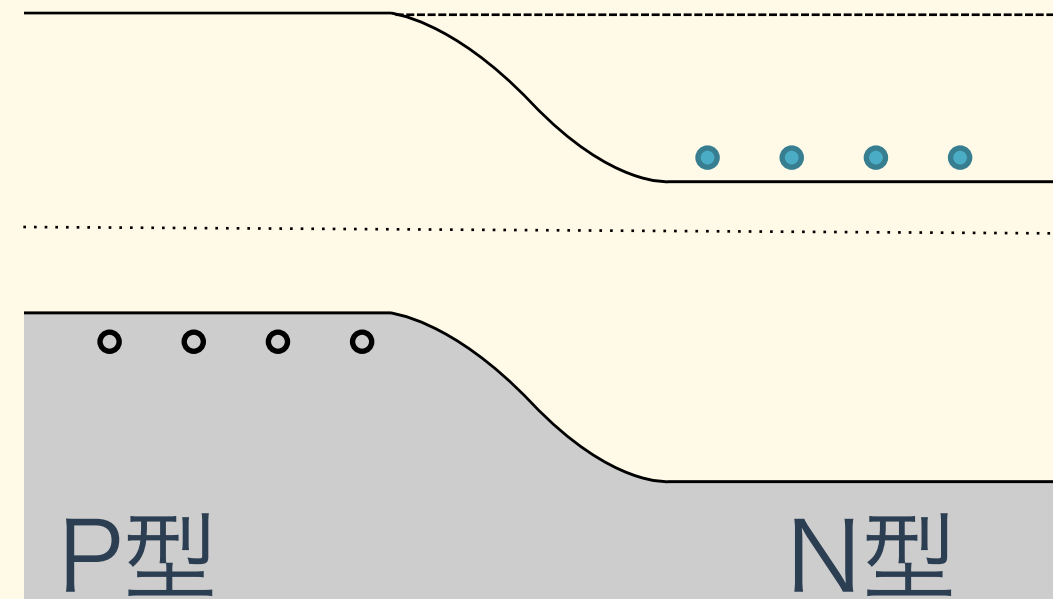
順バイアスの時



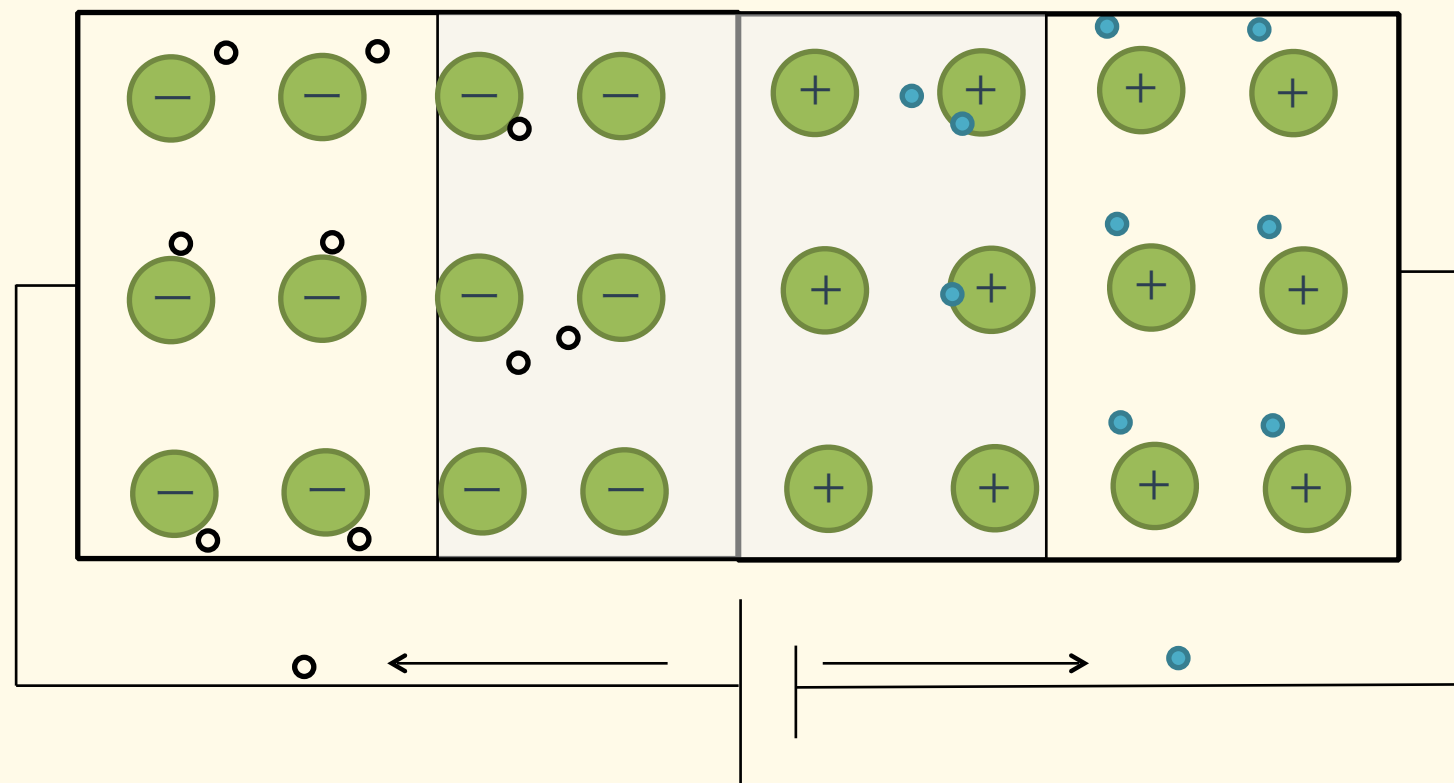
順バイアスの時



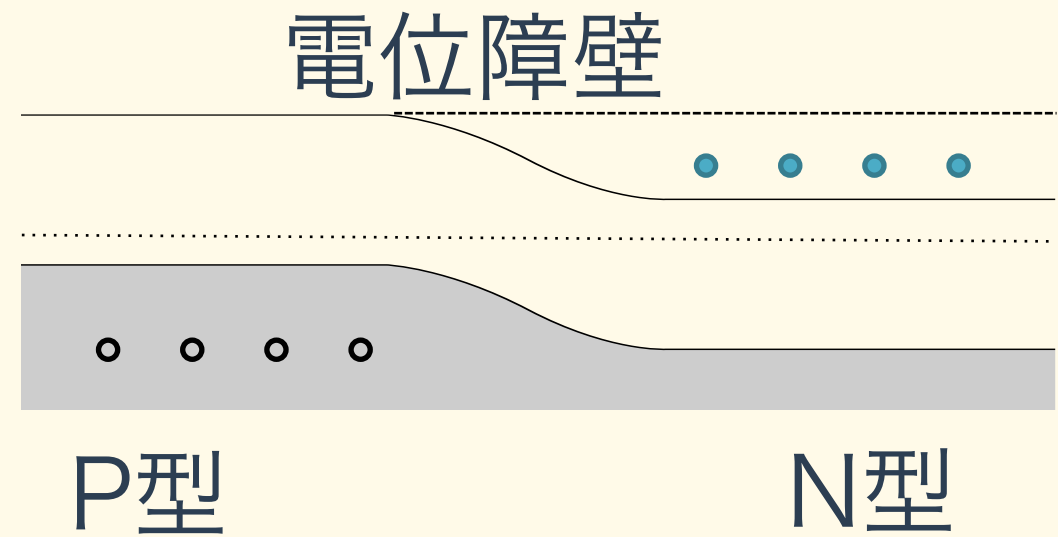
電位障壁



順バイアスの時

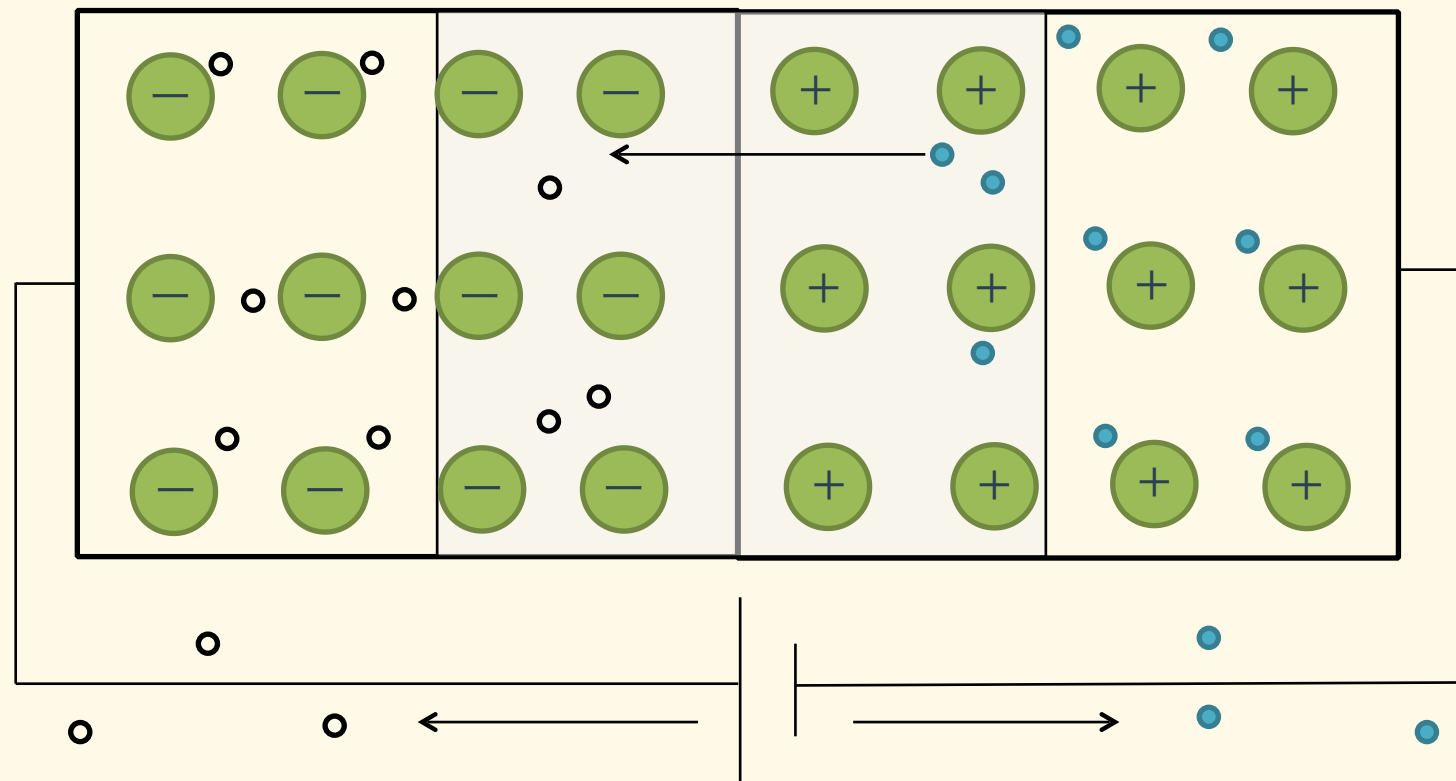


空乏層が狭まる

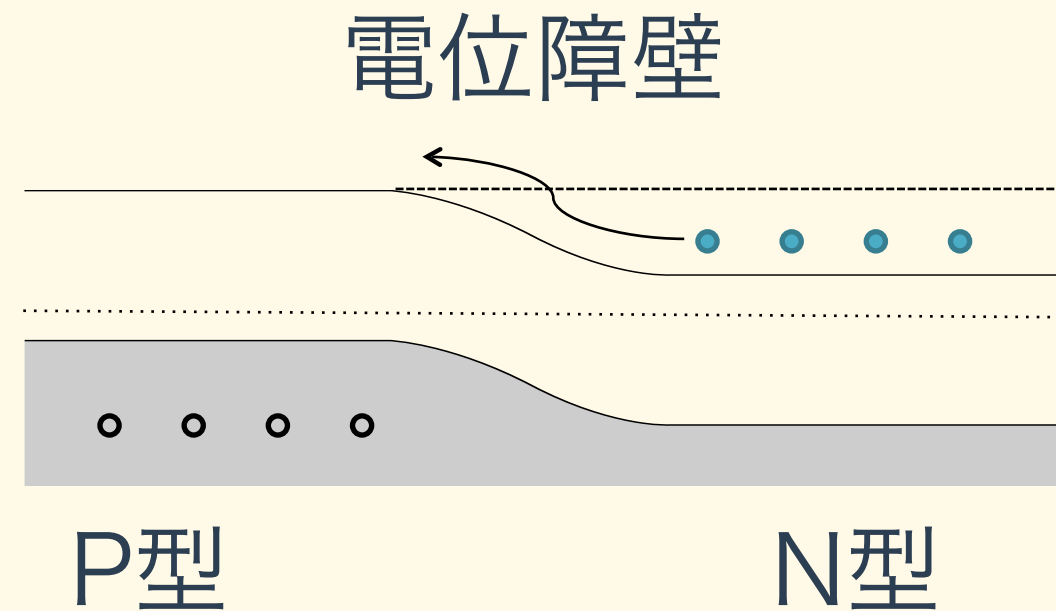


電位障壁が低くなる

順バイアスの時



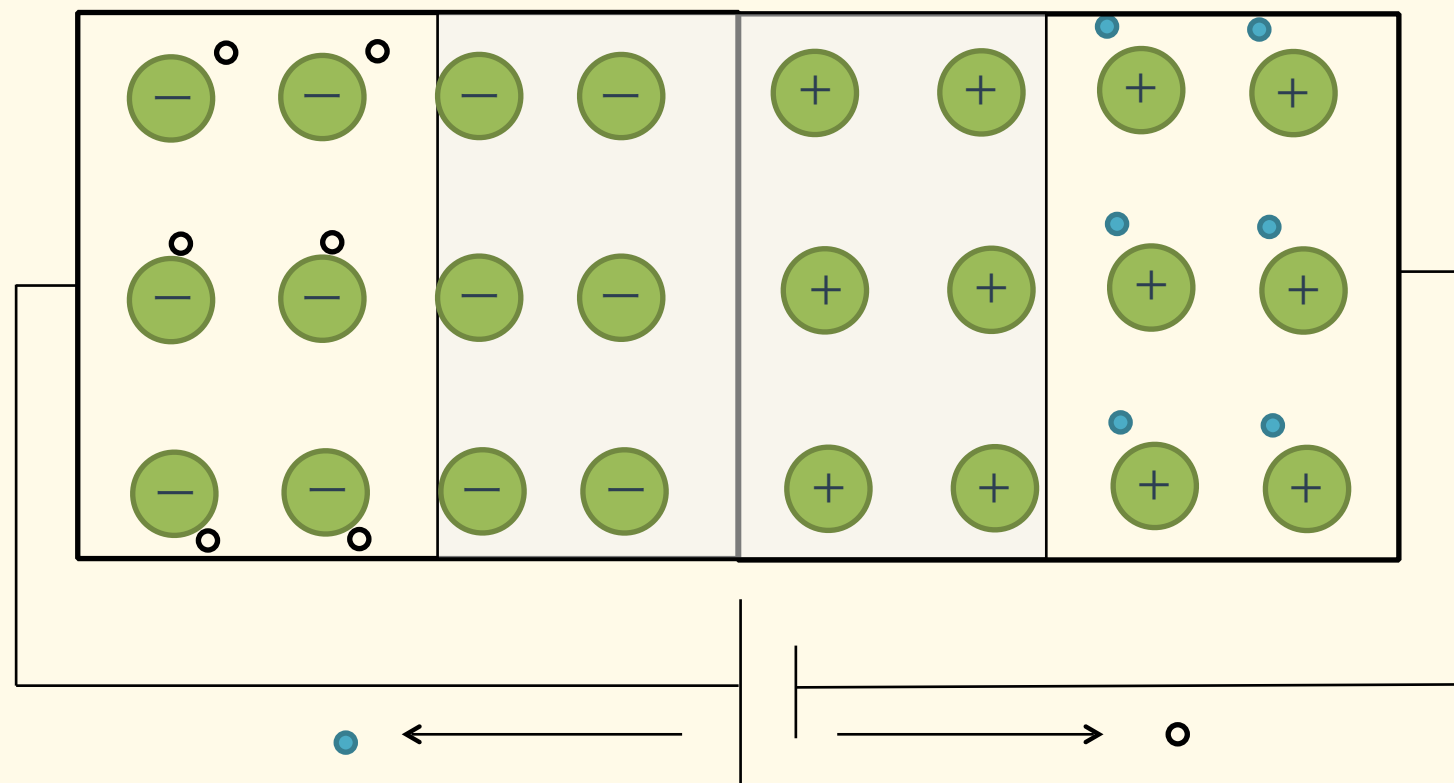
空乏層が狭まり、内部電場が弱まる。これにより電子は空乏層を越えることができる。



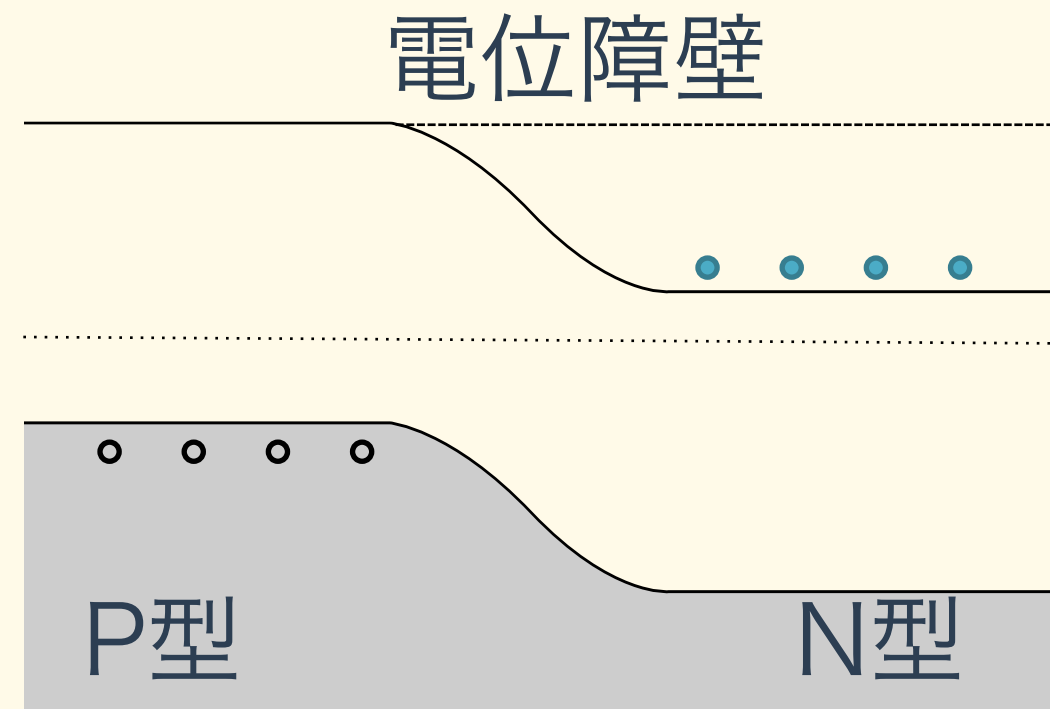
電位障壁が低くなるので、電子が障壁を飛び越えられる

ドナーイオンとアクセプタイオンにより生じていた内部電場が弱まり、電位障壁が低くなる。これにより、電流が流れる。このように電流を流しやすい方向に電圧をかけることを順バイアス（順方向バイアス）という。

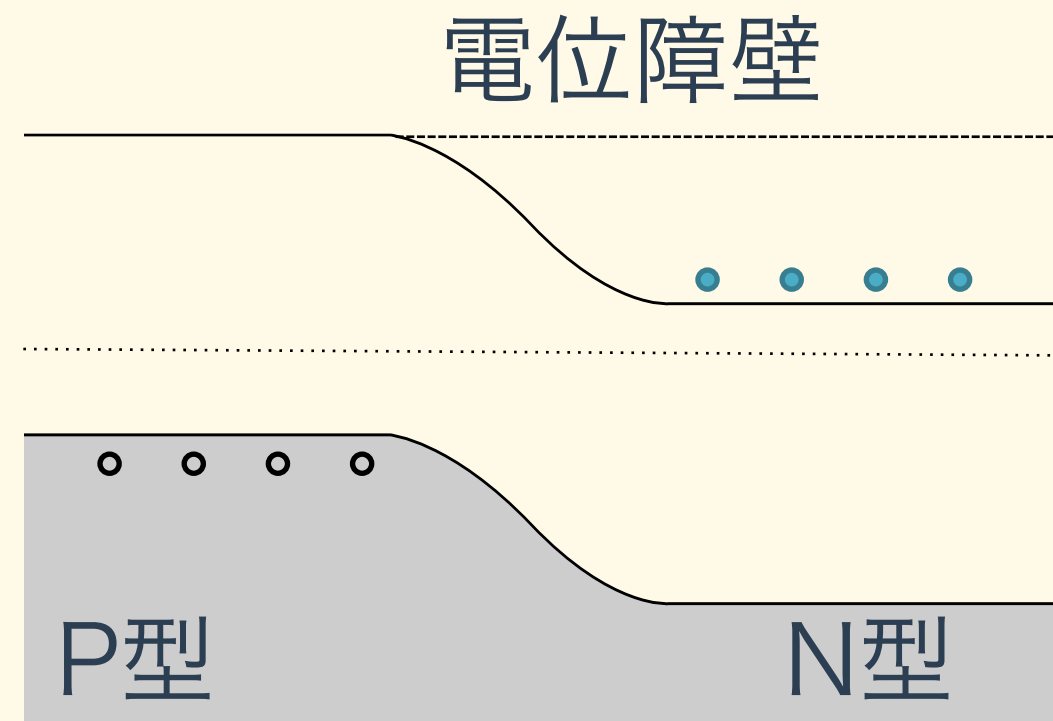
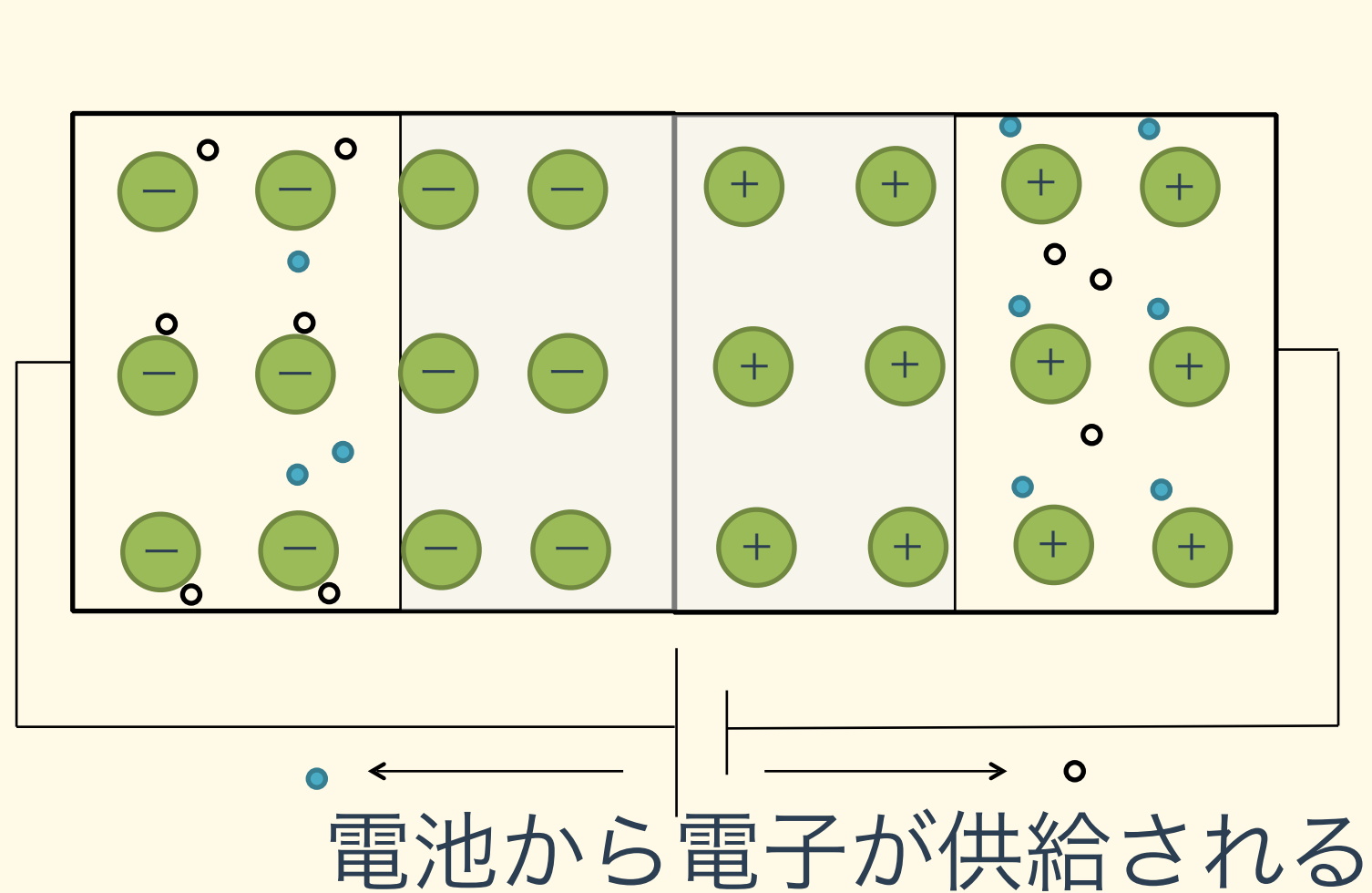
逆バイアスの時



電池から電子が供給される

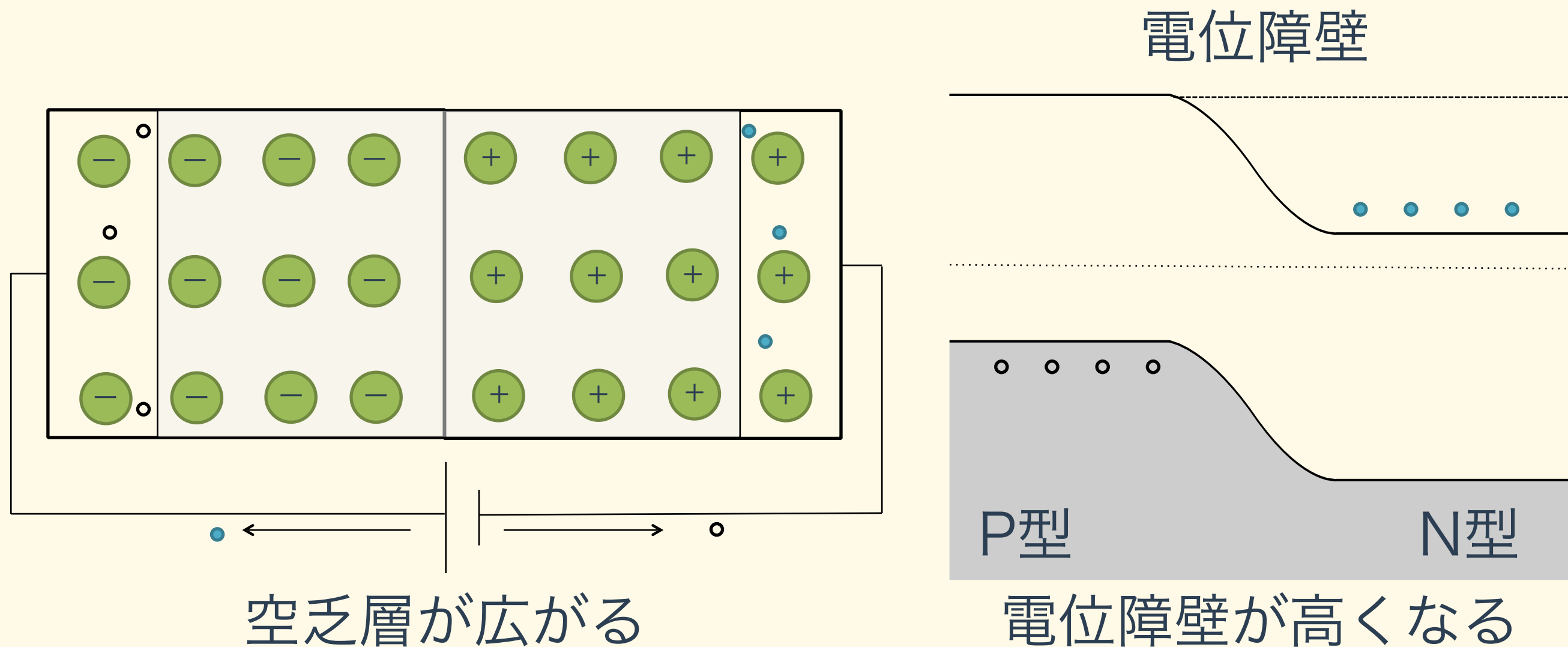


逆バイアスの時



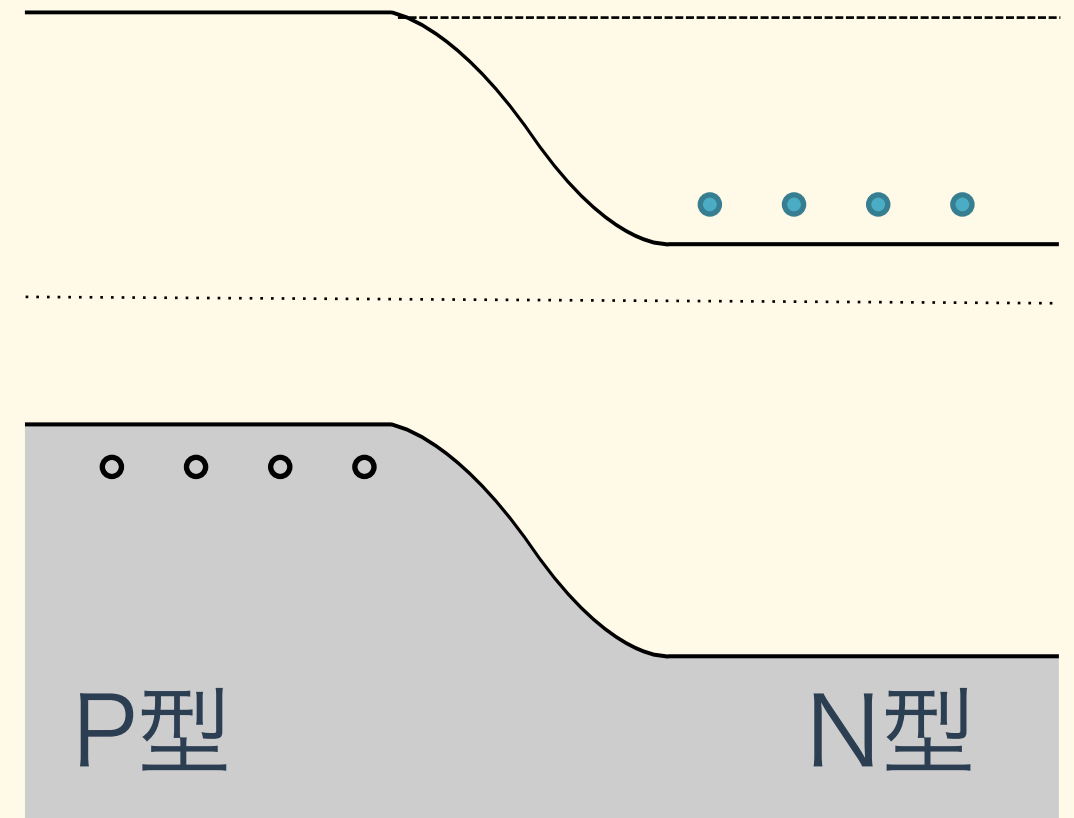
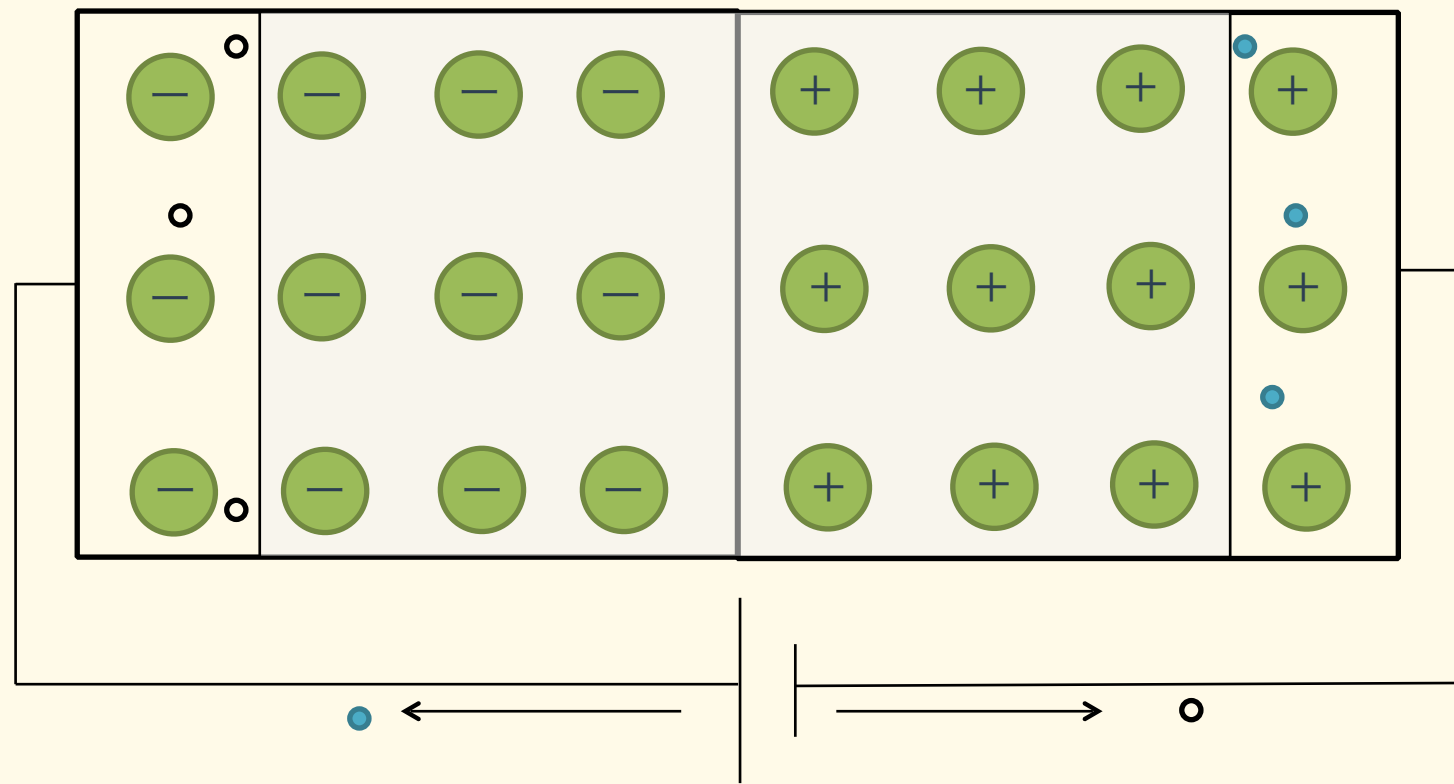
電池からp型半導体には電子が、n型半導体には正孔が増える。

逆バイアスの時



p型半導体に供給された電子はキャリアである正孔と中和され、n型半導体に供給された正孔はキャリアである電子と中和される。そのことで空乏層が広がる（電位障壁が高くなる）。

逆バイアスの時



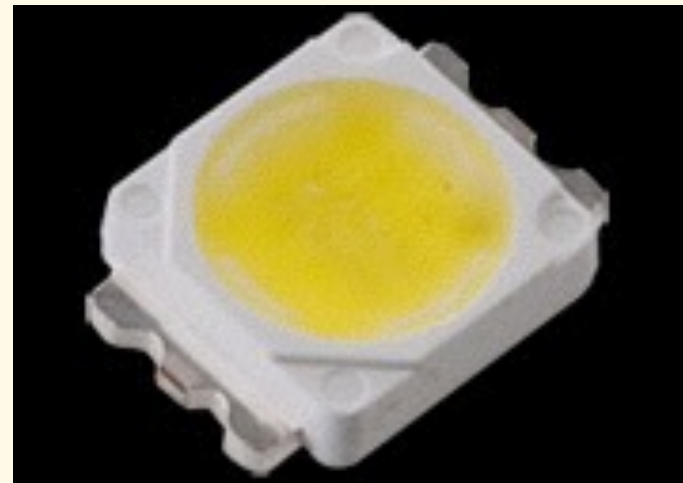
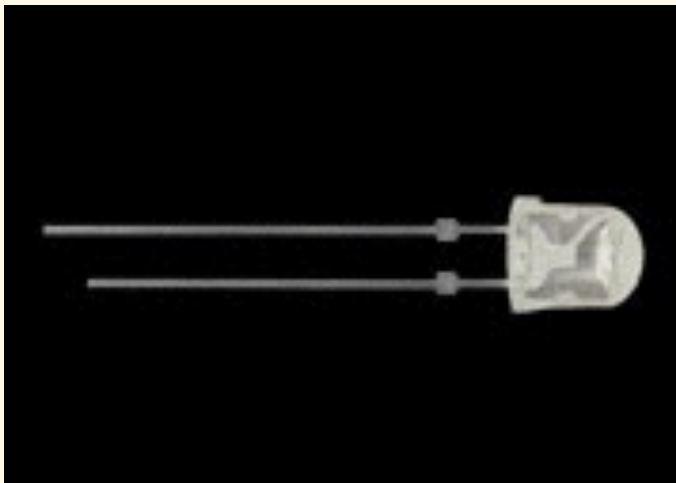
空乏層が広がり、内部電場が強くなる。それにより
用意には空乏層を通り抜けられなくなる。

電位障壁が高くなるので、電子が
障壁を飛び越えられない。

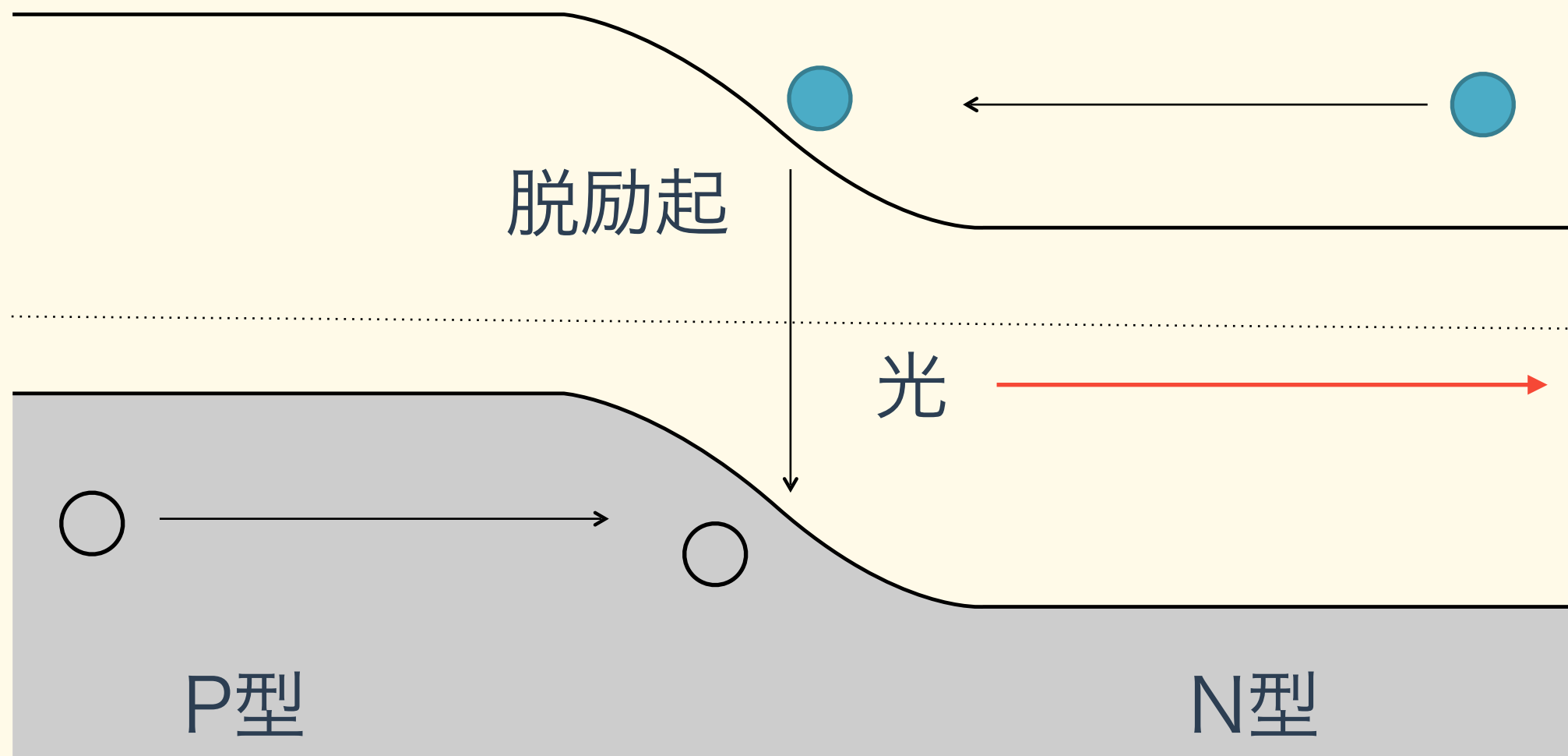
ドナーイオンとアクセプタイオンにより生じていた内部電場が強まり、電位障壁が高くなる。これにより、電流が流れにくくなる。このように電流を流しにくい方向に電圧をかけることを逆バイアス（逆方向バイアス）という。

発光ダイオード

- ▶ 発光ダイオード(LED: Light Emitting Diode)



発光ダイオード



順バイアスをかけると電子と正孔が接合部でぶつかり、電子のエネルギー準位が下がる。その時、電子が失ったエネルギーが光として放出される。

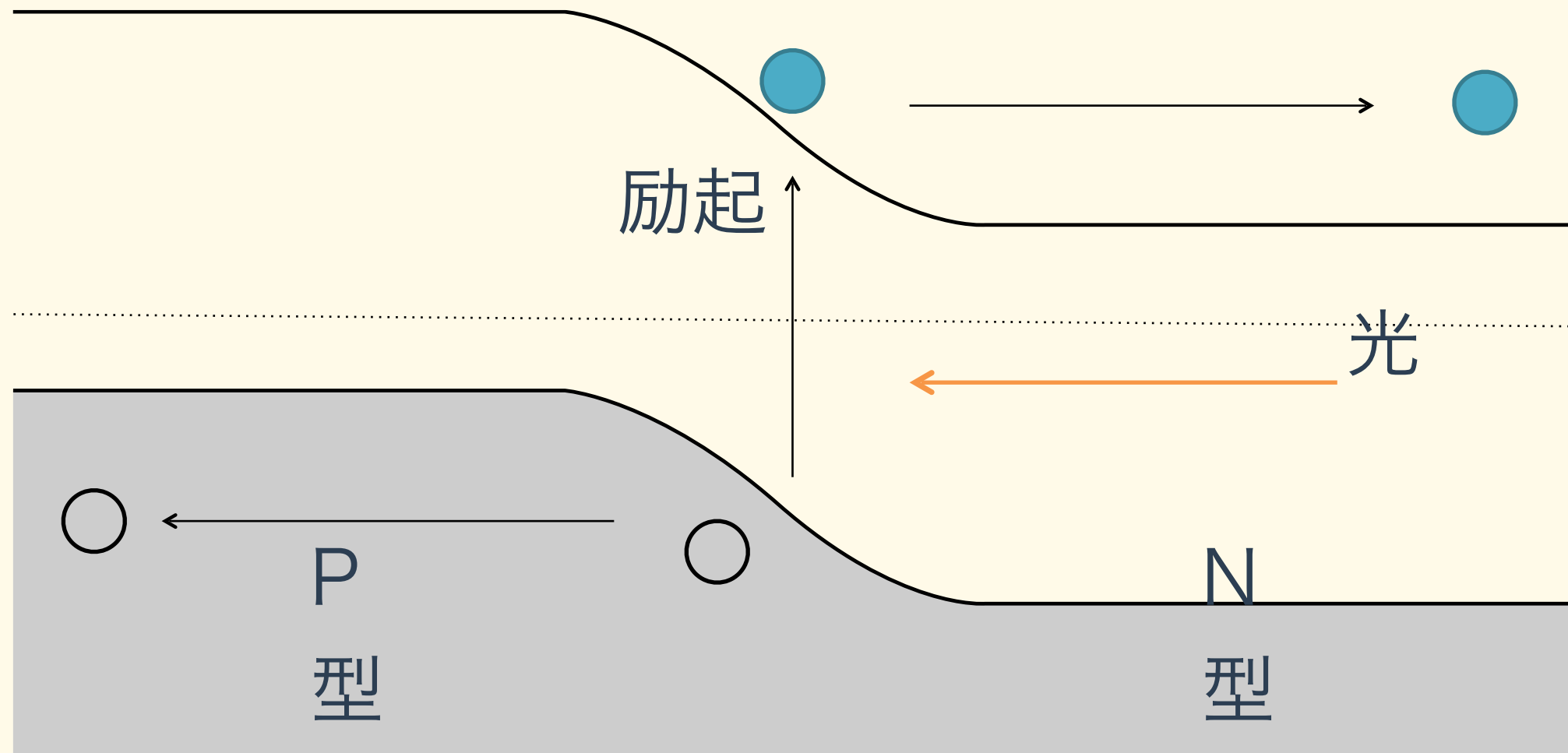
光電変換デバイス

- ▶ 太陽電池
- ▶ 光センサー



ソーラーアーク

光電変換デバイス



電子はn側に流れる
正孔はp側に流れる



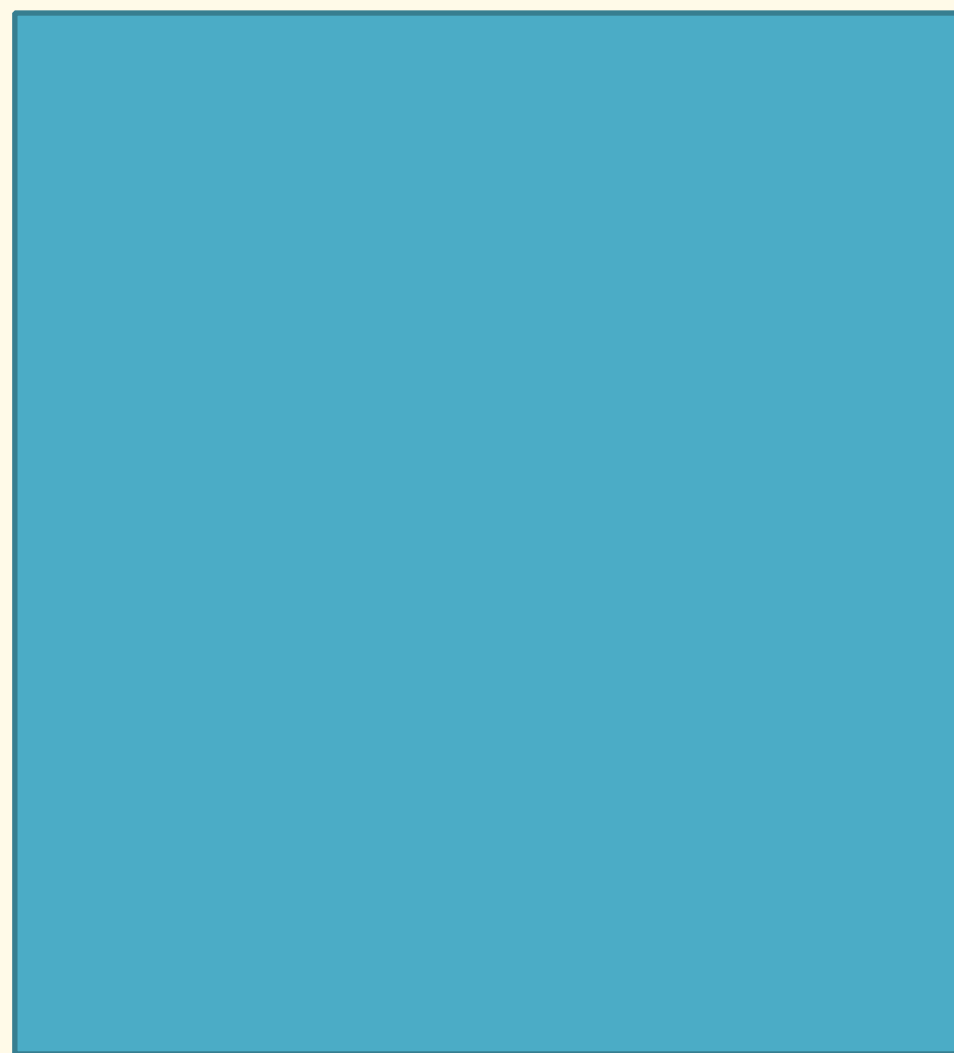
電流が生じる

接合部近傍に光を受けると、電子が励起され
電子-正孔対ができる。

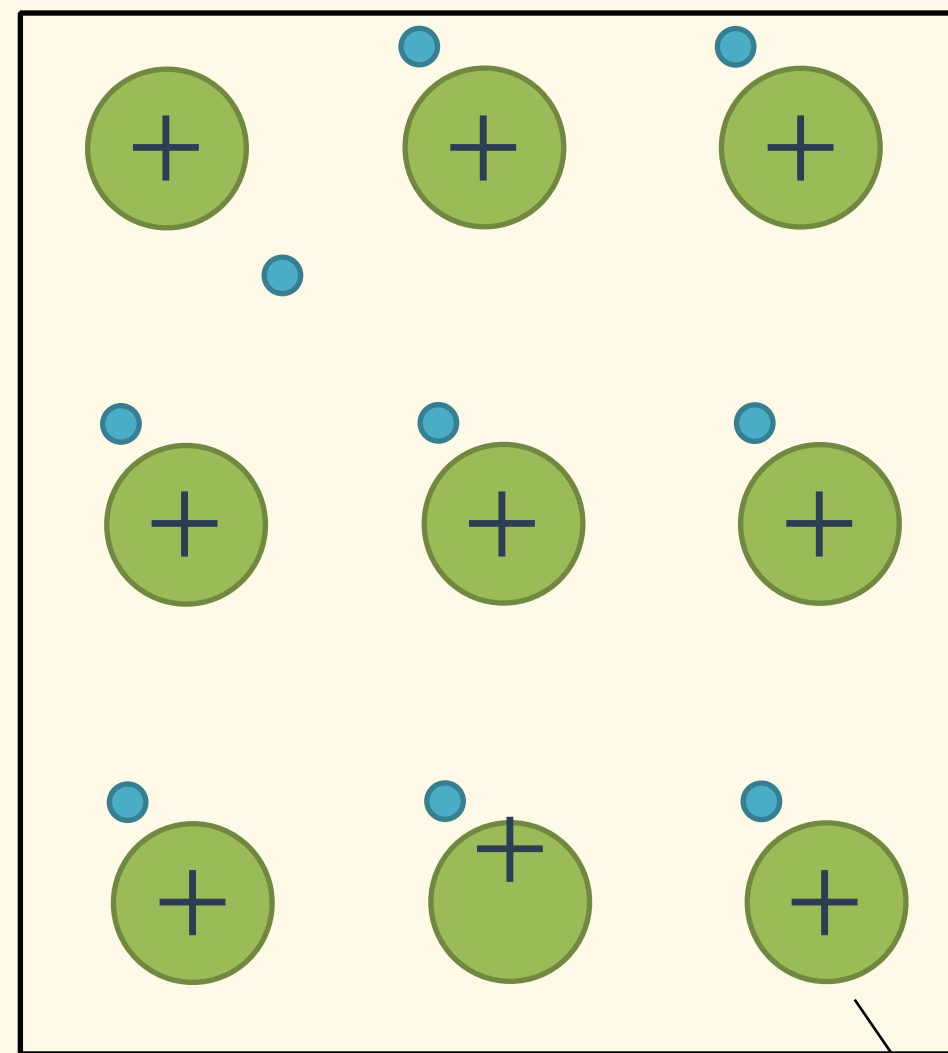
ショットキーダイオード（ショットキー接合）

- ▶ 金属と半導体を接合したもの

N型半導体と金属を接合した場合



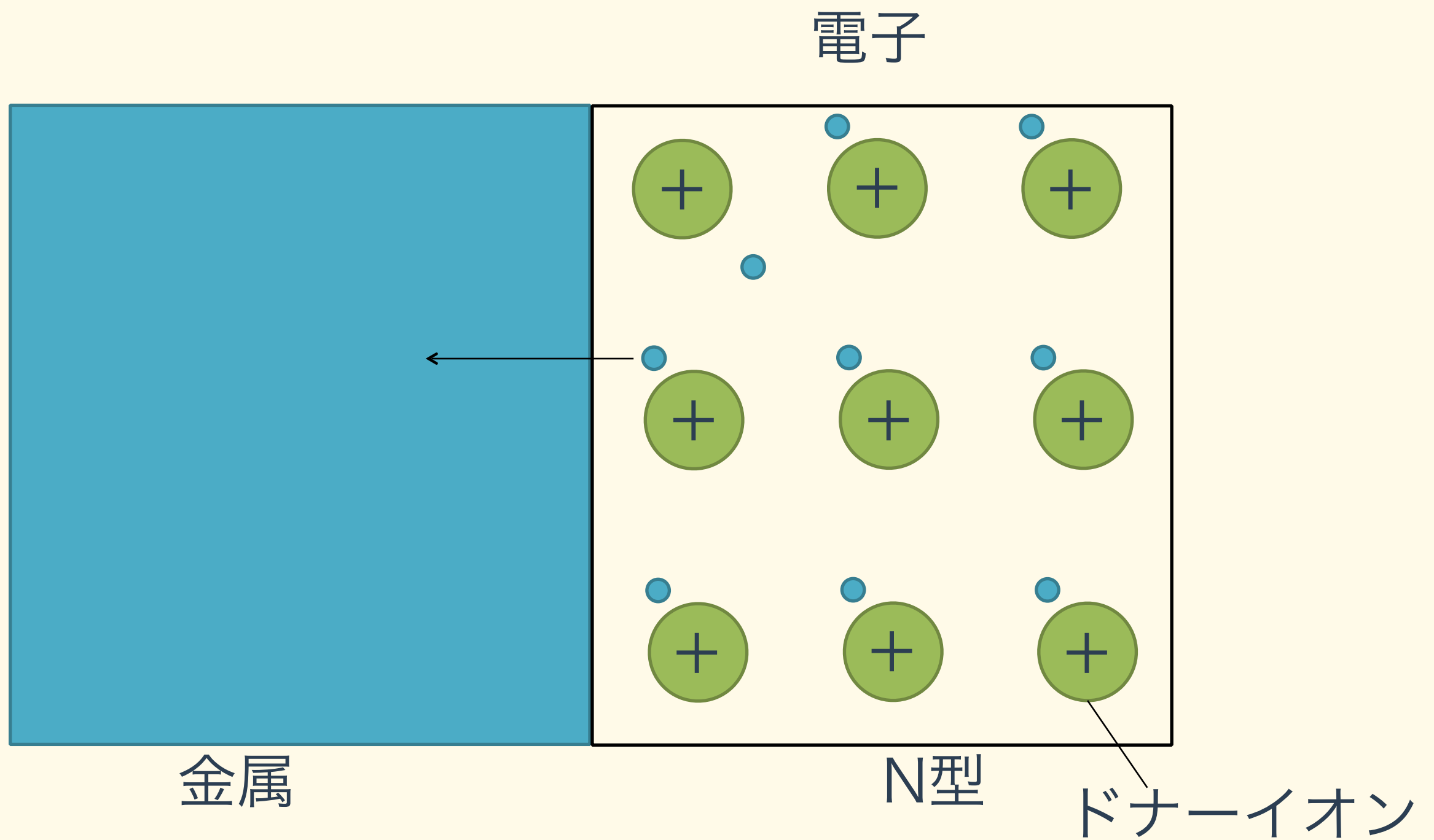
金属



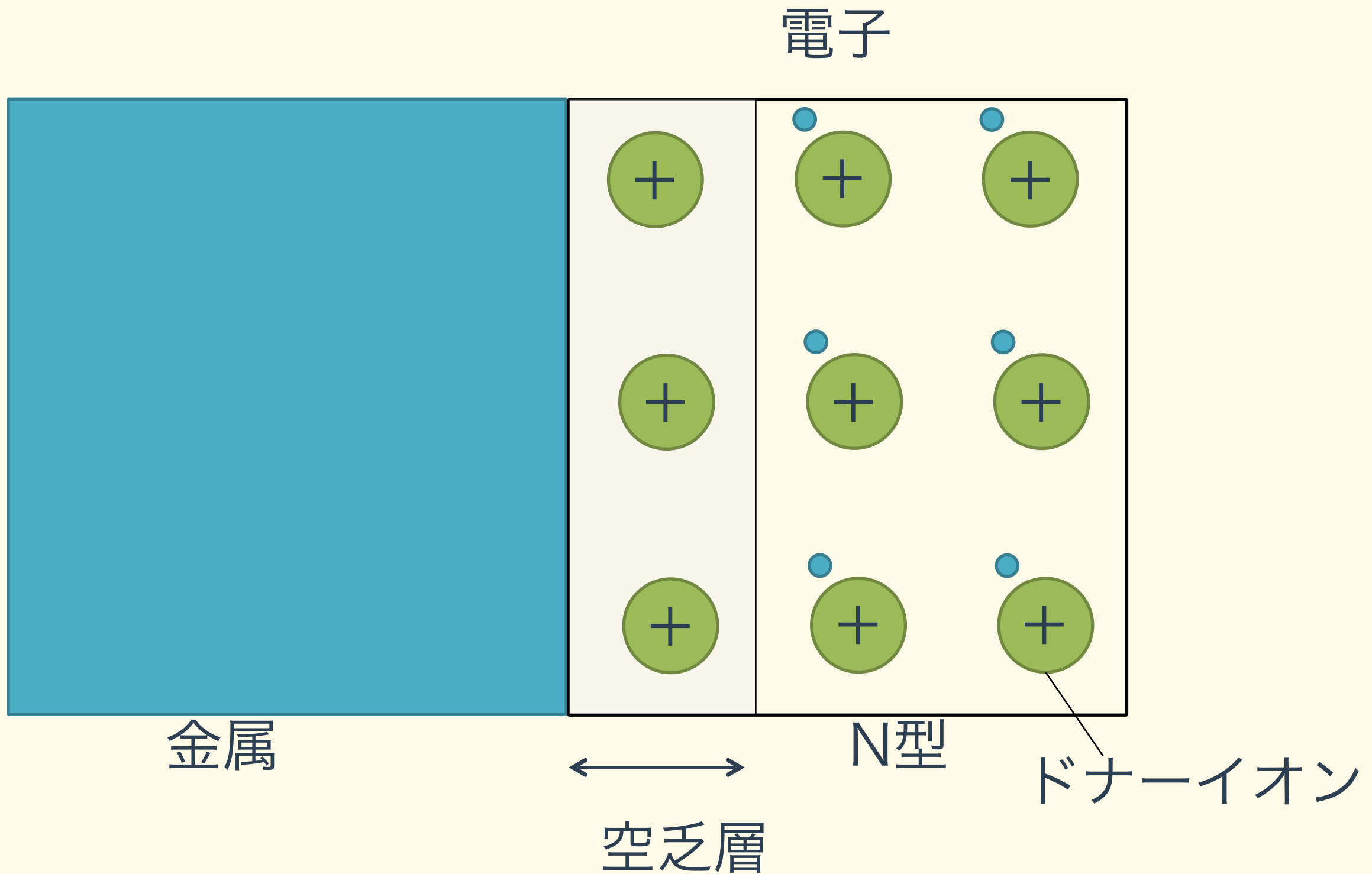
電子

N型

ドナーイオン

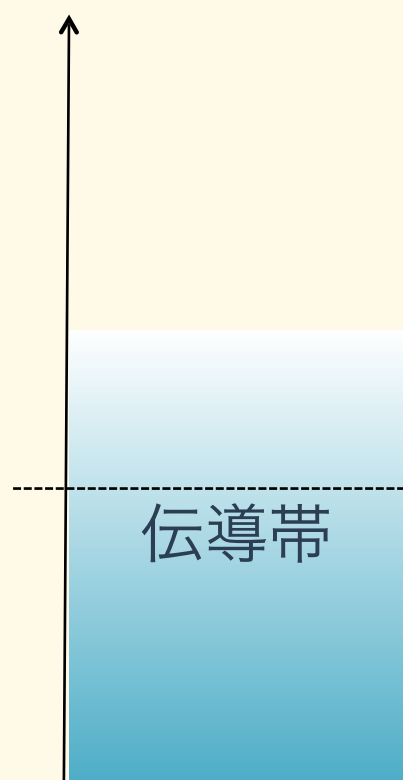


キャリアである電子が拡散により金属へ移動する。

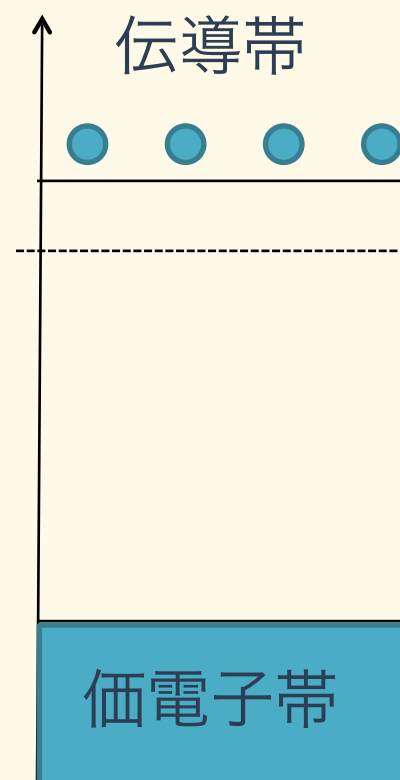


キャリアが少ない状態

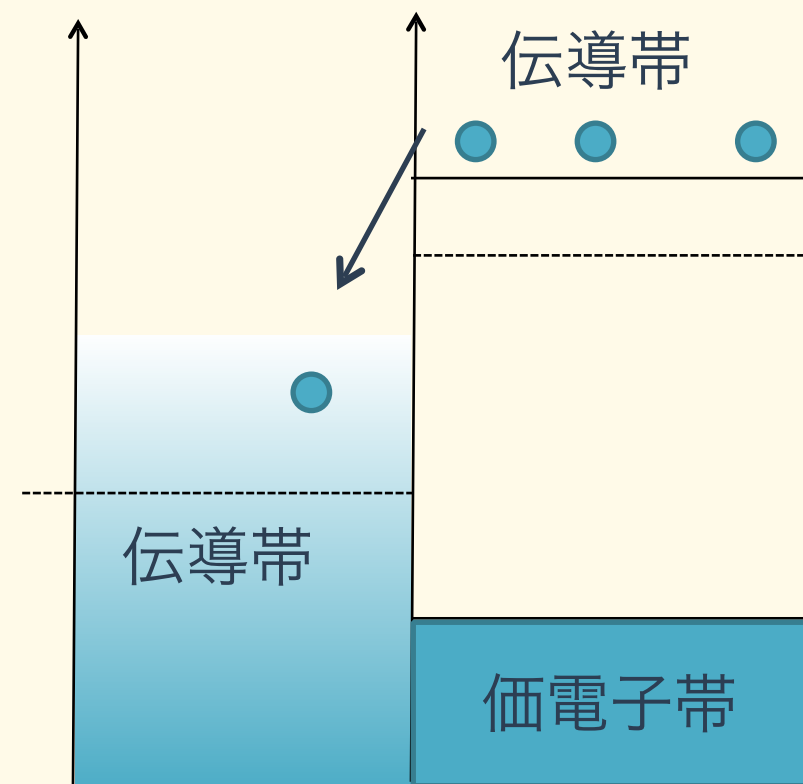
接合部に空乏層ができる。



金属のエネルギーバンド

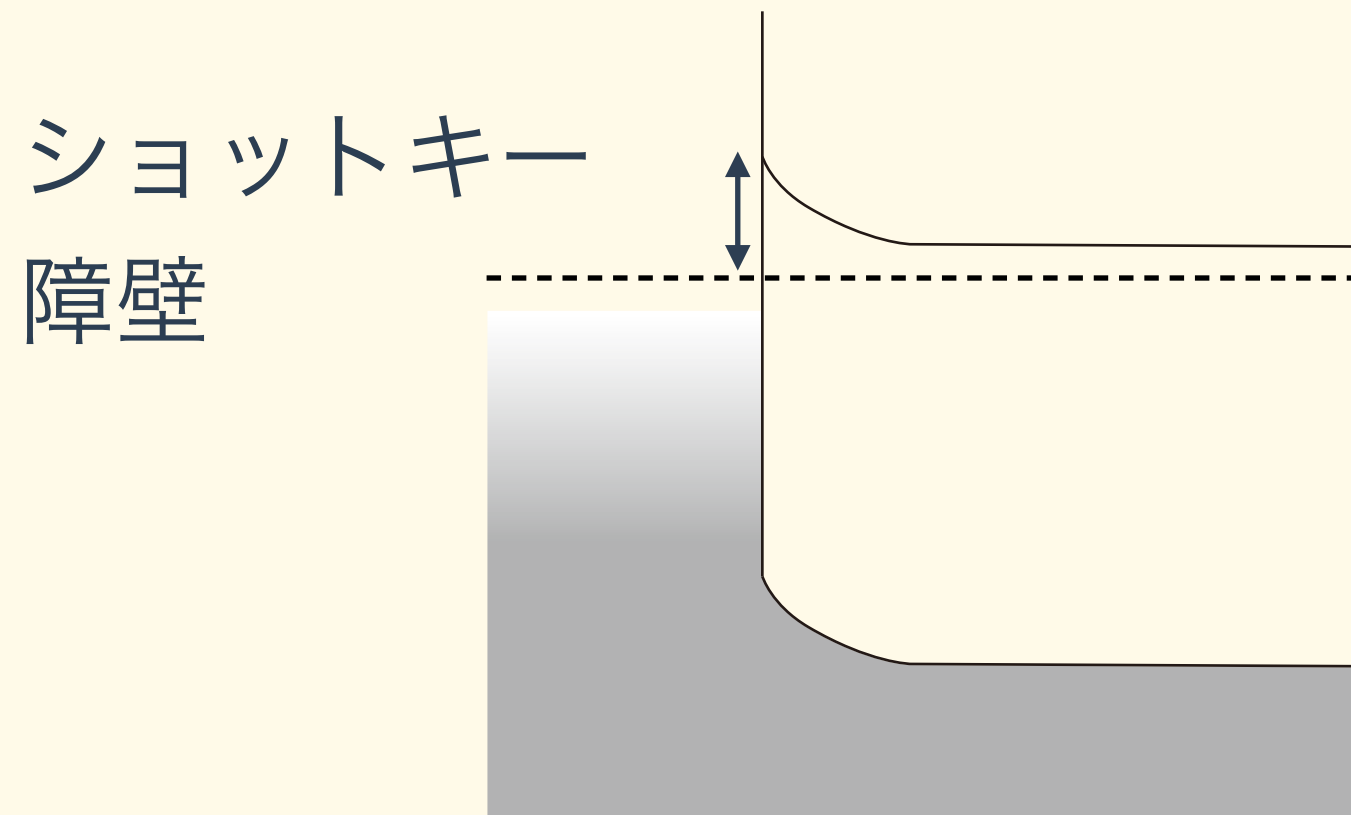


N型半導体のエネルギーバンド



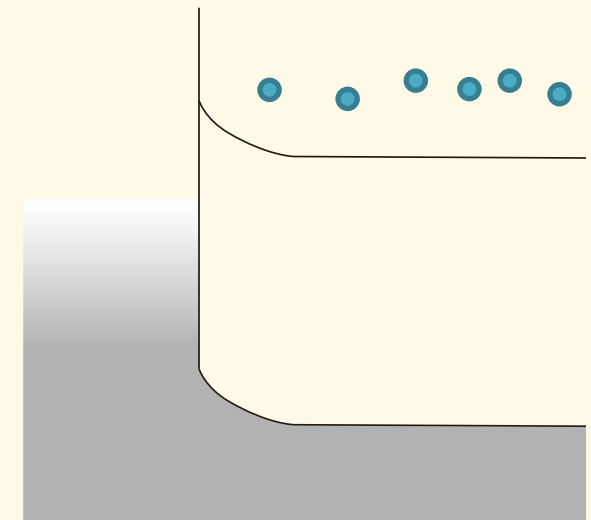
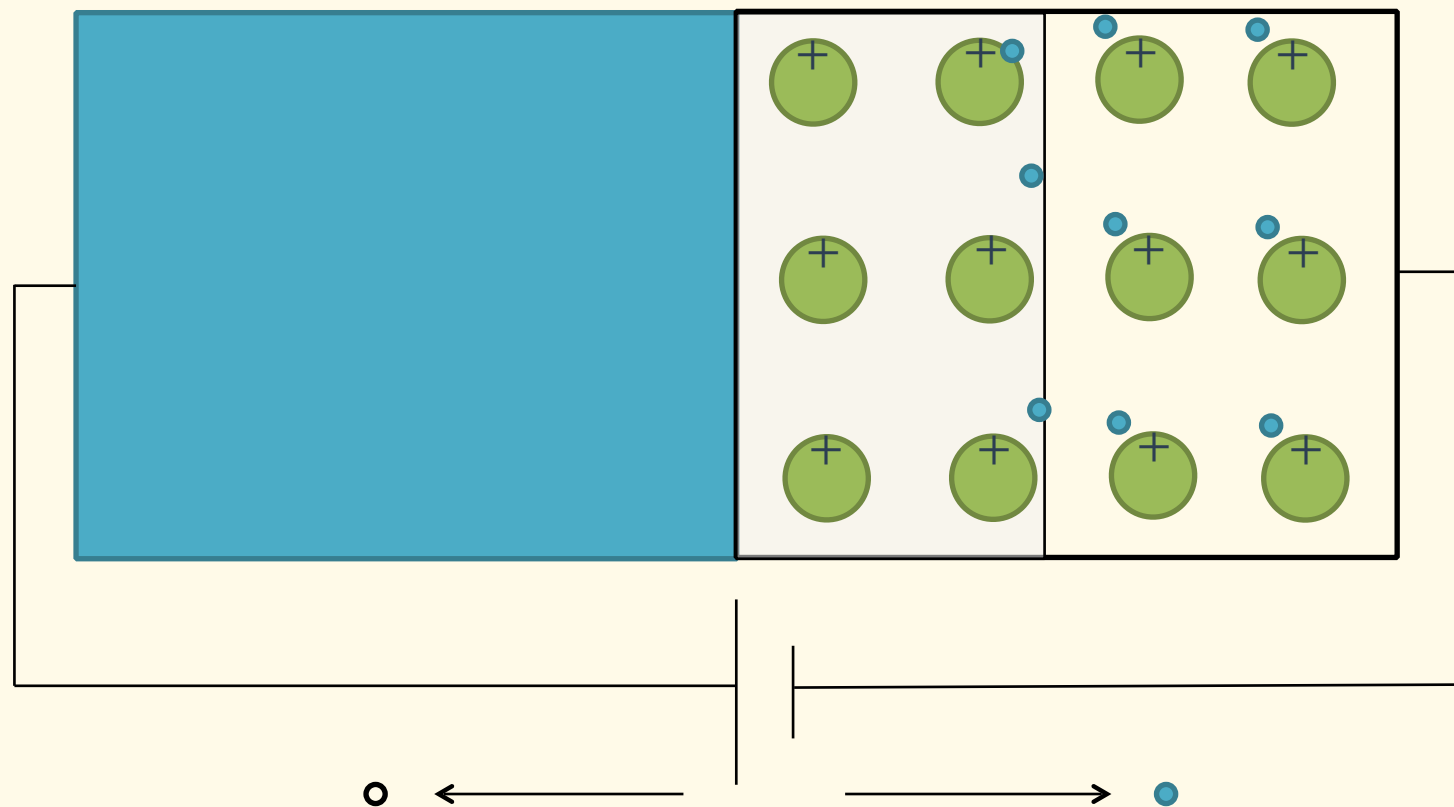
キャリアがエネルギーの低い金属に移動する。

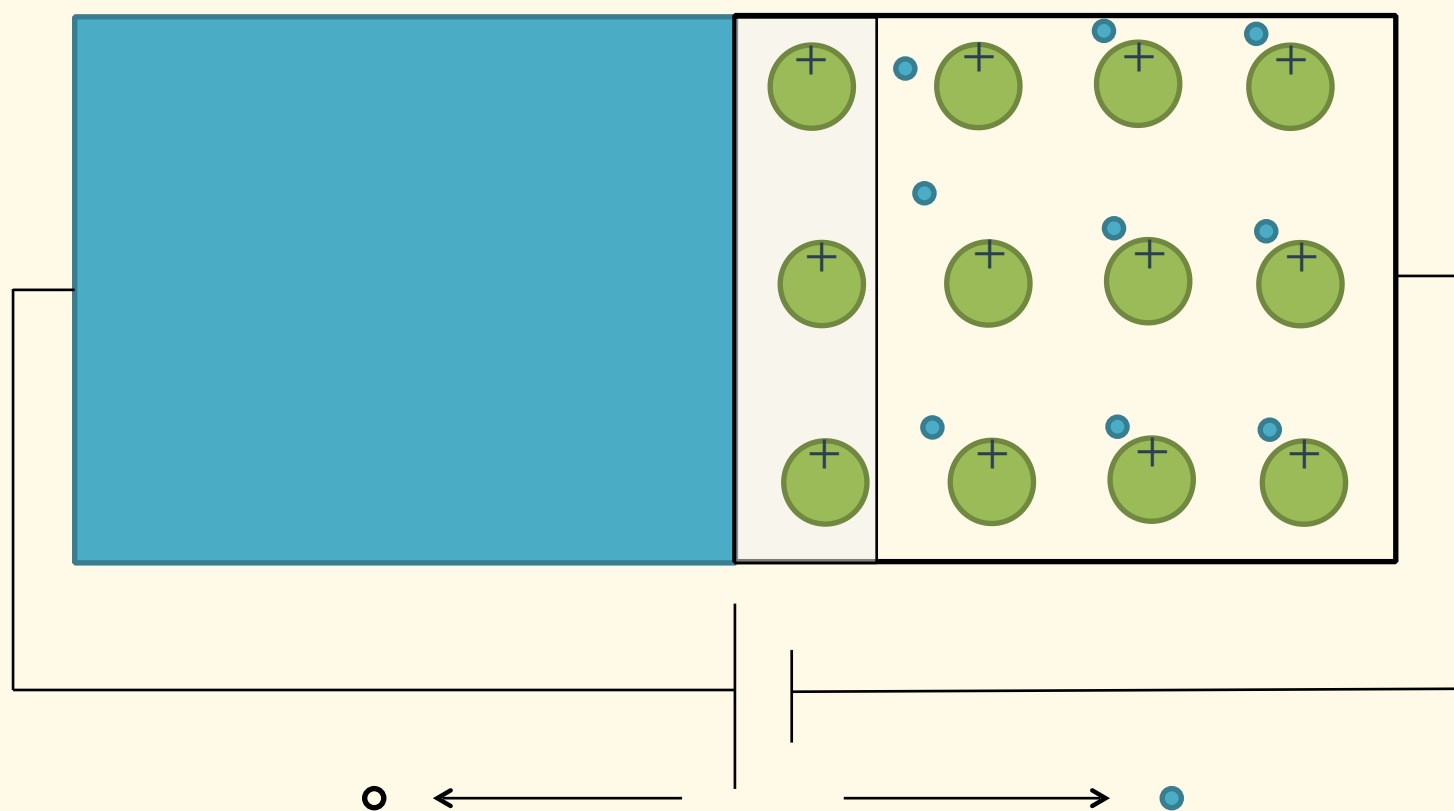
エネルギーバンド



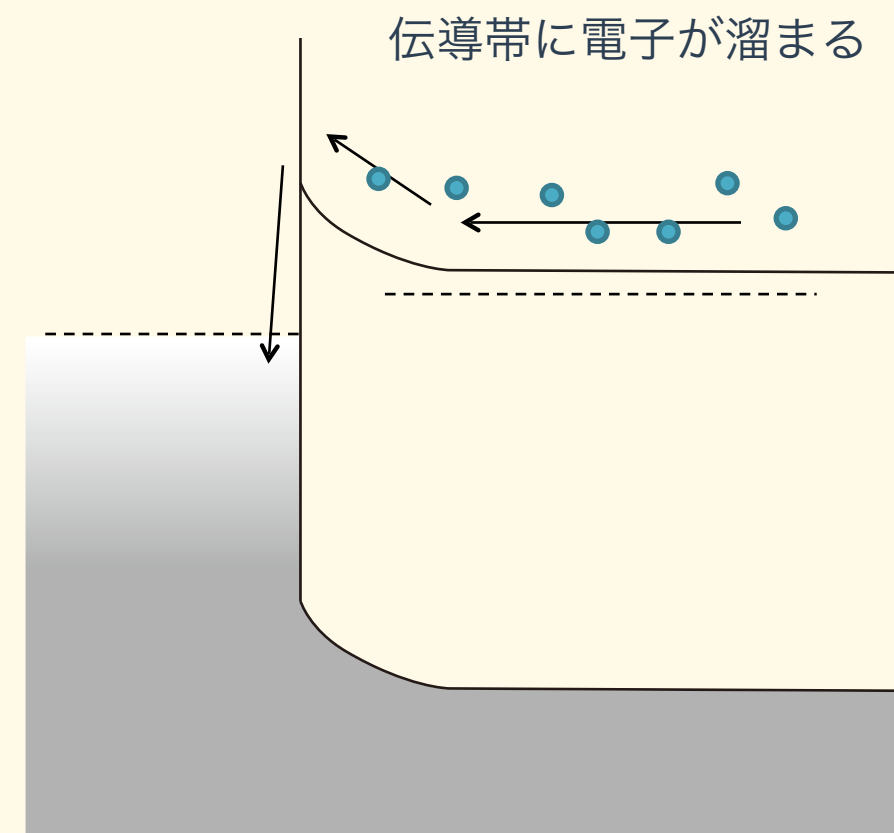
接合部分ではn型半導体のキャリアがエネルギーの低い金属に移動する。

順バイアスの場合



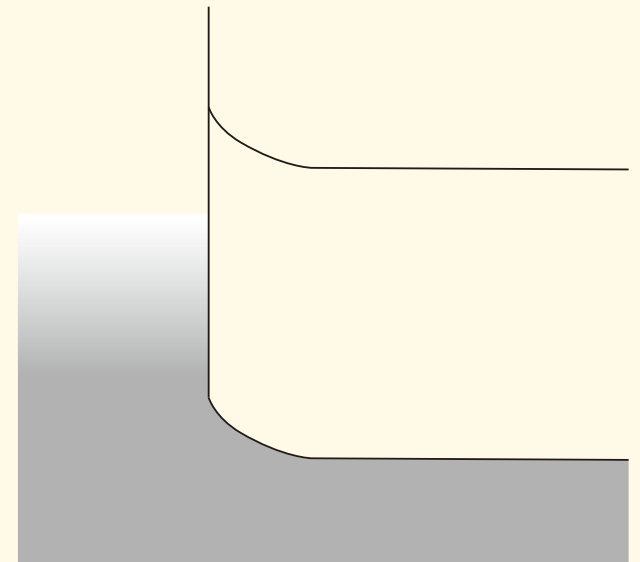
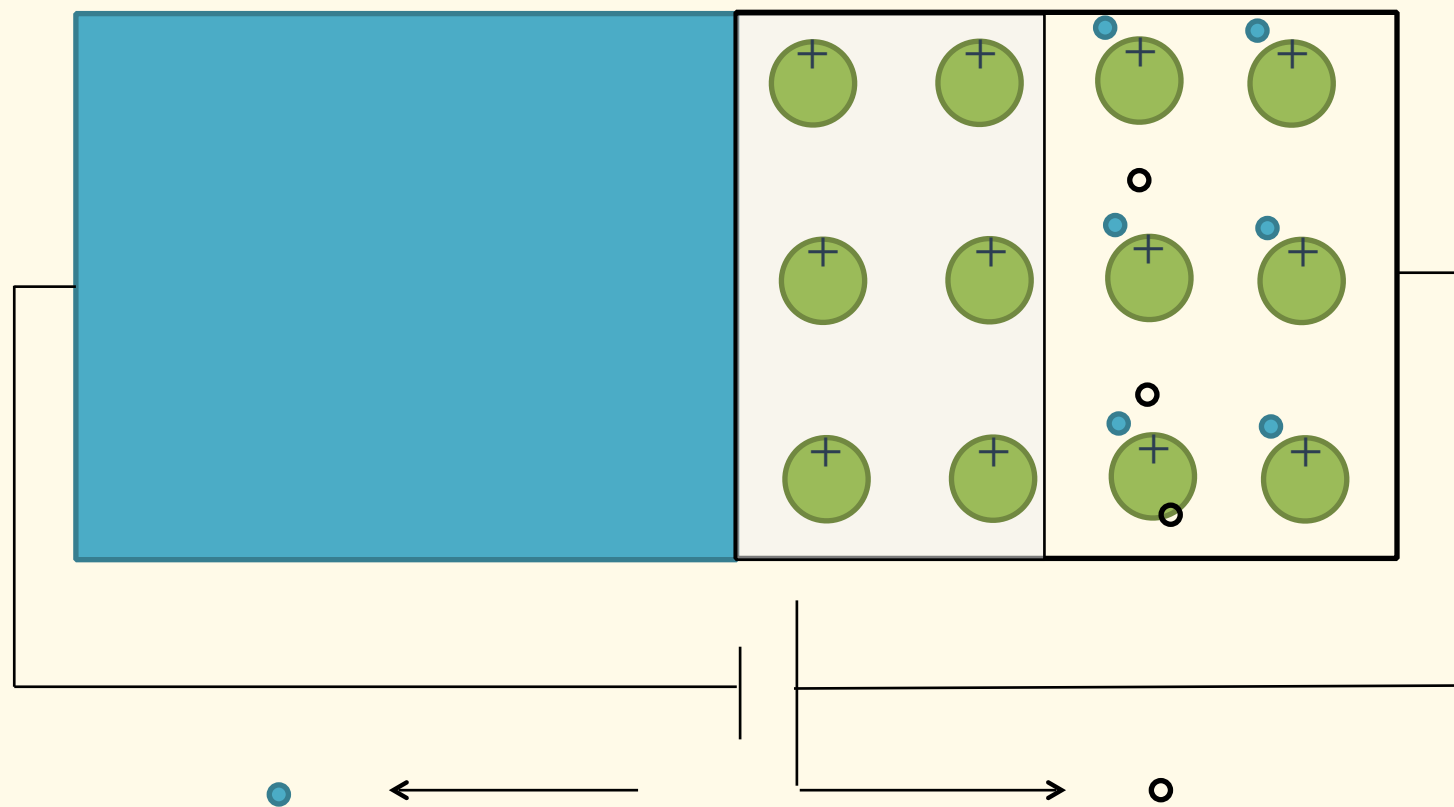


電子が供給され空乏層が狭まる

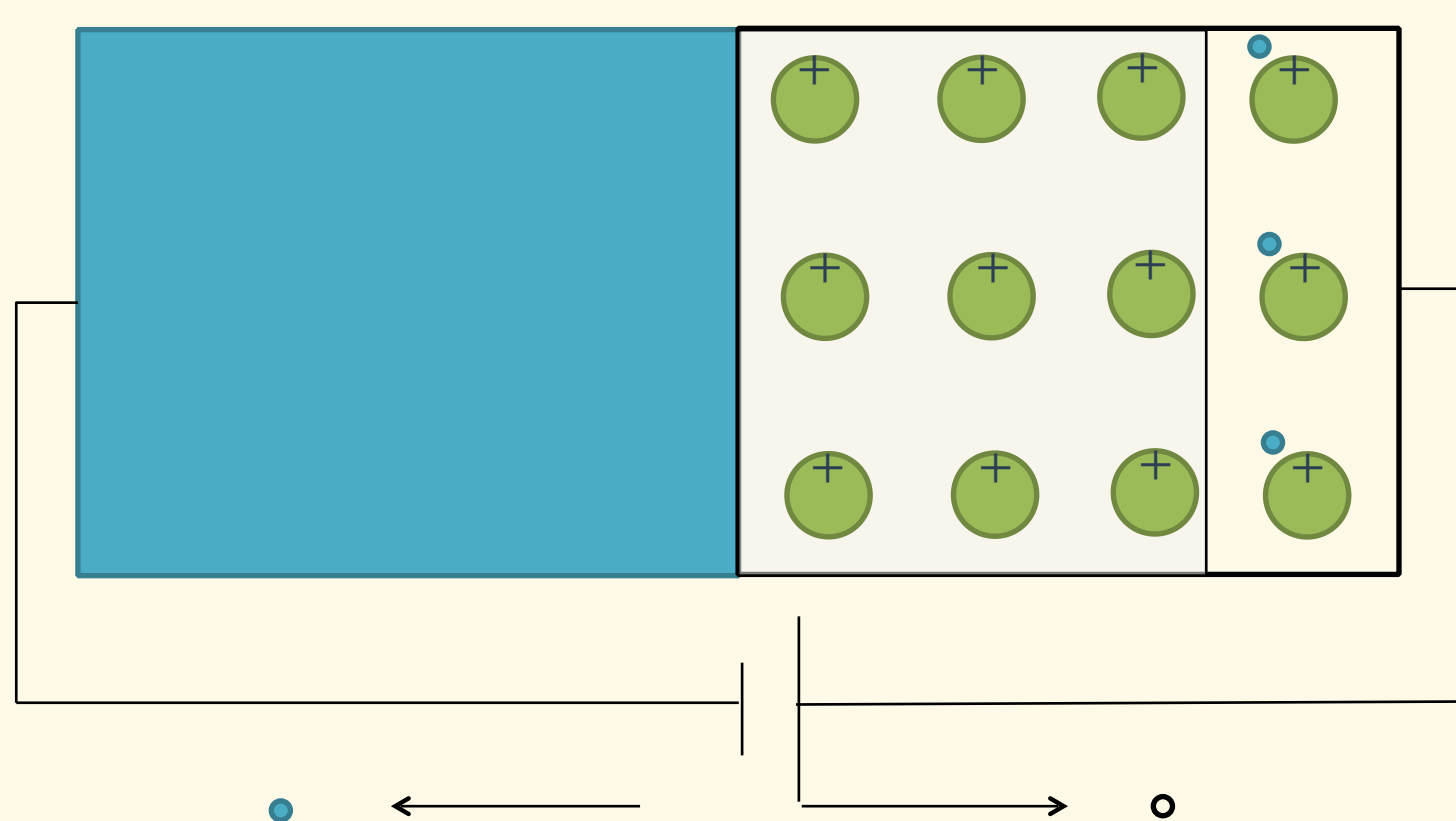


溜まったで電子はエネルギーの低い金属に移動できる

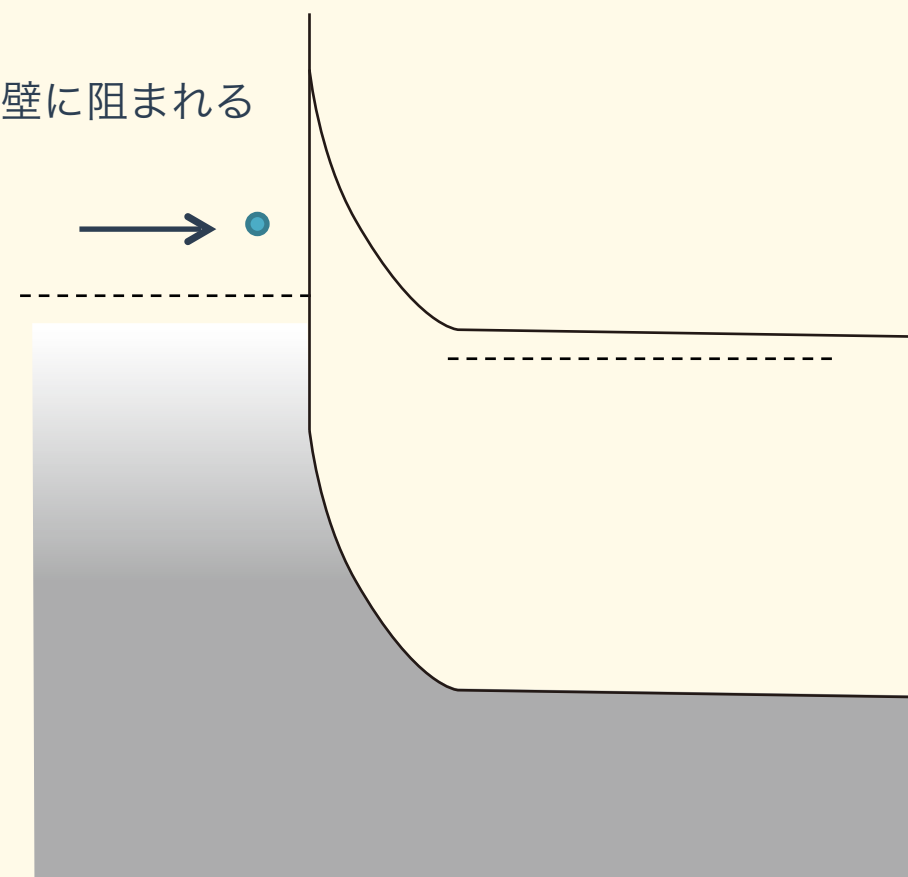
逆バイアスの場合



キャリアが減る



障壁に阻まれる



空乏層が広がる