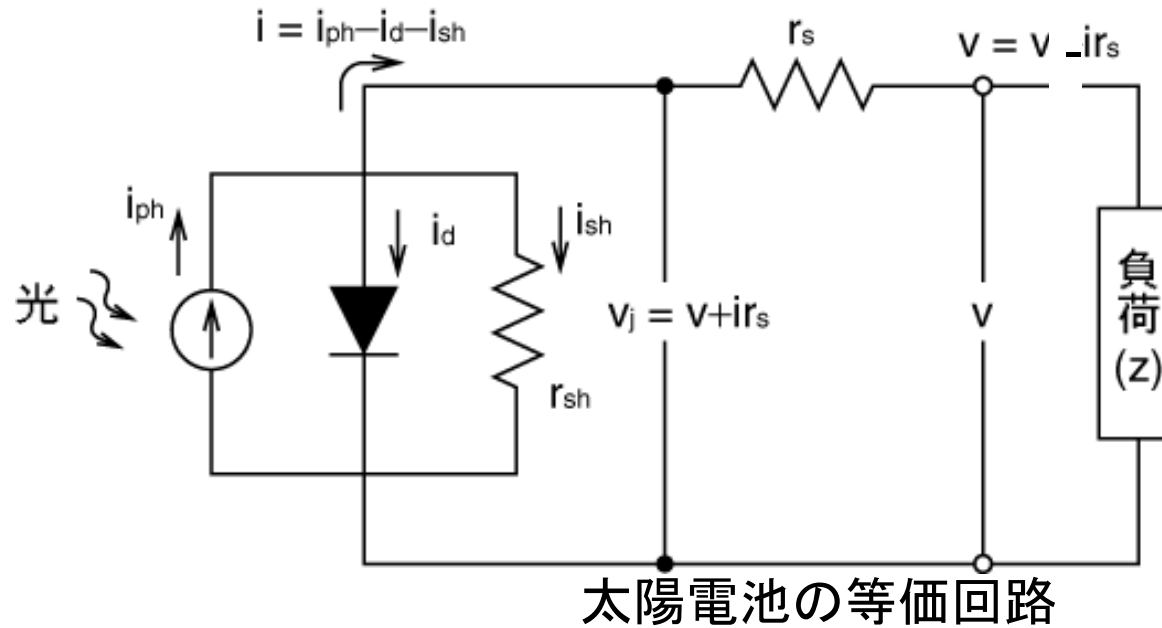


エネルギーシステム・要素論
第五回 太陽電池・一次電池・
二次電池

2021年5月14日

太陽電池の性能評価



i_{ph} は短絡電流に相当
 直列抵抗
 半導体層の抵抗
 電極の抵抗
 並列抵抗
 太陽電池の漏れ電流
 電極の絶縁性

飽和電流 i_o
 ダイオード因子 n_d
 ボルツマン定数 k
 接合部温度 T_b
 単位電荷 q
 接合部電圧 v_j
 漏れ抵抗 r_{sh}

ダイオード電流 i_d

$$i_d = i_o \left\{ \exp\left(\frac{q v_j}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\}$$

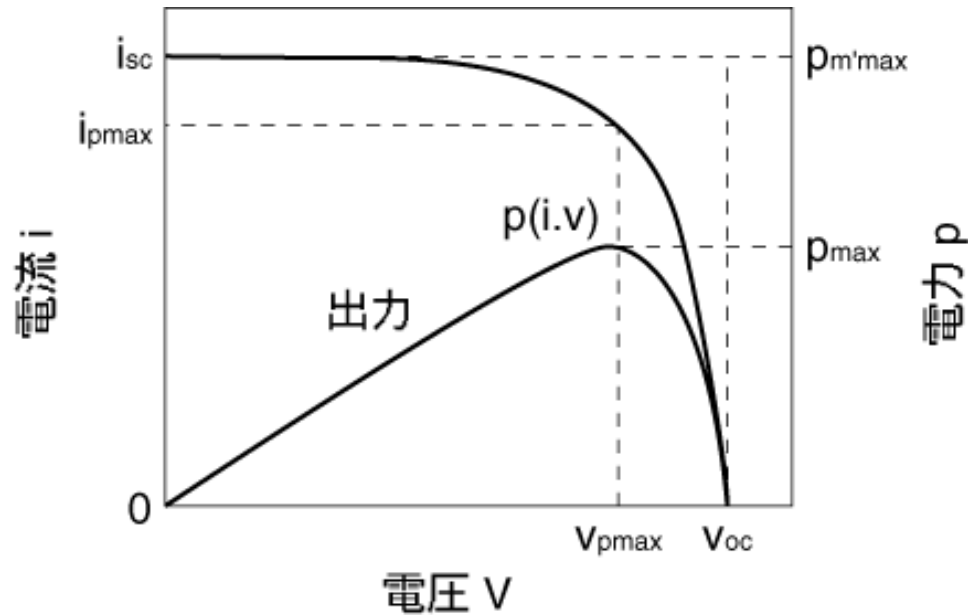
漏れ電流 i_{sh}

$$i_{sh} = \frac{v_j}{r_{sh}}$$

出力電流

$$i = i_{ph} - i_d - i_{sh} = i_{ph} - i_o \left\{ \exp\left(\frac{q(v - i r_s)}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{v - i r_s}{r_{sh}}$$

太陽電池の性能評価



太陽電池の出力電圧・電流特性

$$V_{max} \neq V_{oc}, I_{max} \neq I_{sc}$$

最大出力電力
$$P_{max} = V_{oc} I_{sc} FF$$

曲線因子
$$FF = \frac{P_{max}}{V_{oc} I_{sc}} \quad I_{sc} = I_{ph} - I_o \left\{ \exp\left(\frac{q r_s I_{sc}}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{r_s}{r_{sh}} I_{sc}$$

開放電圧 $V_{oc} \Rightarrow i=0 \Rightarrow V_{oc} = V_{joc}$

$$0 = I_{ph} - I_d - I_{sh} = I_{ph} - I_o \left\{ \exp\left(\frac{q V_{joc}}{n_d k T_b}\right) - 1 \right\} - \frac{V_{joc}}{r_{sh}}$$

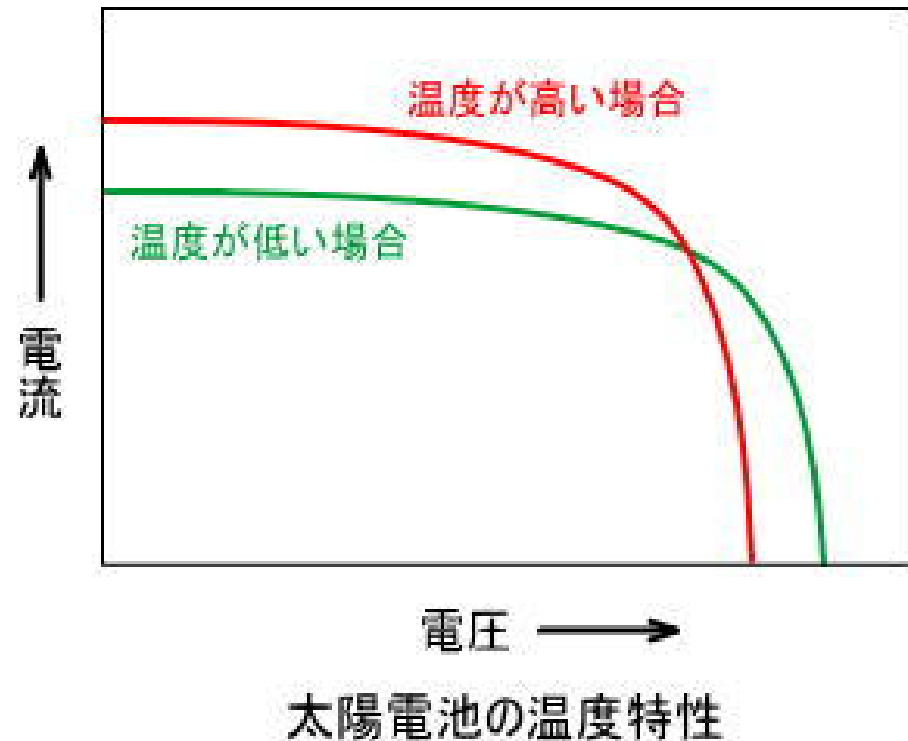
短絡電流 $I_{sc} \Rightarrow v = v_{jsc} - I_{sc} r_s = 0$

$$V_{jsc} = I_{shsc} r_{sh} \quad I_{shsc} = \frac{r_s}{r_{sh}} I_{sc}$$

$$r_s I_{sc} = V_{jsc}$$

太陽電池の温度特性

- 高温において禁制帯幅 (バンドギャップ: シリコンでは 1.2eV) が減少する
- 結晶系では 1°C 温度が上昇すると約 0.4% 低下
 - 70°C において基準温度 (25°C) に対して約2割の出力低下



再生可能エネルギー利用の課題

- 需給調整
 - 従来型電源 需要に応じた発電
 - 再エネ電源 太陽光発電・風力発電
 - 気象で変化する出力
 - 電力貯蔵による補償
 - 地域遍在性
 - 長距離送電 → 直流送電

電池の歴史



肖像
wikipediaより

Alessandro Volta
1745年2月18日 - 1827年3月5日

Sanyo HPより



- ボルタの電池
 - 1800年頃発明
 - オリジナル
 - 銀, 錫, 食塩水
 - 一般には銅と亜鉛
- 乾電池の発明
 - 1885年 屋井先蔵 (日本人)
 - 松下幸之助が発展させる

おもな一次電池の種類

- マンガン乾電池
 - 正極 二酸化マンガン
 - 負極 亜鉛
 - 電解液 塩化亜鉛
 - 電圧 1.5V
- アルカリマンガン乾電池
 - 正極 二酸化マンガンと黒鉛粉末
 - 負極 亜鉛、水酸化カリウム
 - 電解液 塩化亜鉛
 - 電圧 1.5V
- オキシライド乾電池(製造中止)
 - 正極 オキシ水酸化ニッケル, 二酸化マンガン, 黒鉛
 - 負極 亜鉛
 - 電圧 1.5V(1.7V)
- 酸化銀電池(ボタン電池)
 - 正極 酸化銀
 - 負極 ゲル化亜鉛
 - 電解液 水酸化カリウムor水酸化ナトリウム
- 水銀電池(昔のボタン電池)
 - 正極 酸化水銀
 - 負極 亜鉛
 - 電解液 水酸化カリウム+酸化亜鉛
- EVOLTA(アルカリ電池扱い)
 - 正極 オキシ水酸化チタン, 二酸化マンガン, 黒鉛
 - 負極 亜鉛
 - 電圧 1.5V(1.6V)
- その他
 - ニッケル系一次電池
 - ニッケル水素電池とアルカリ電池の合成
 - 正極 オキシ水酸化ニッケル
 - 負極 亜鉛
 - 電解液 水酸化カリウム
 - 空気亜鉛電池(補聴器用)
 - 正極 酸素
 - 負極 亜鉛
 - 電解液 アルカリ金属水酸化物or水酸化カリウム
 - リチウム電池(メモリーバックアップ用)
 - 正極 二酸化マンガン他
 - 負極 金属リチウム
 - 電解液 有機溶媒+リチウム塩
 - 海水電池
 - 正極 酸化鉛or酸化銀
 - 負極 マグネシウム
 - 電解液 海水

主な二次電池の種類

- 一般型
 - 鉛蓄電池
 - リチウムイオン二次電池
 - リチウムイオンポリマー二次電池
 - ニッケル・水素蓄電池
 - ニッケル・カドミウム蓄電池
 - ニッケル・鉄蓄電池
 - ニッケル・亜鉛蓄電池
 - 酸化銀・亜鉛蓄電池
- 液循環型
 - レドックス・フロー電池
 - 亜鉛・塩素電池
 - 亜鉛・臭素電池
- メカニカルチャージ型(負極取換式)
 - アルミニウム・空気電池
 - 空気・亜鉛電池
 - 空気・鉄電池
- 高温動作型
 - ナトリウム・硫黄電池
 - リチウム・硫化鉄電池
 - ゼブラ電池
 - (名称:ゼオライト電池研究アフリカプロジェクトに由来)
 - ナトリウム塩化ニッケル(Na/NiCl₂)電池
 - 深い放電サイクルに強い