

エネルギーシステム・要素論

第4回 電池3

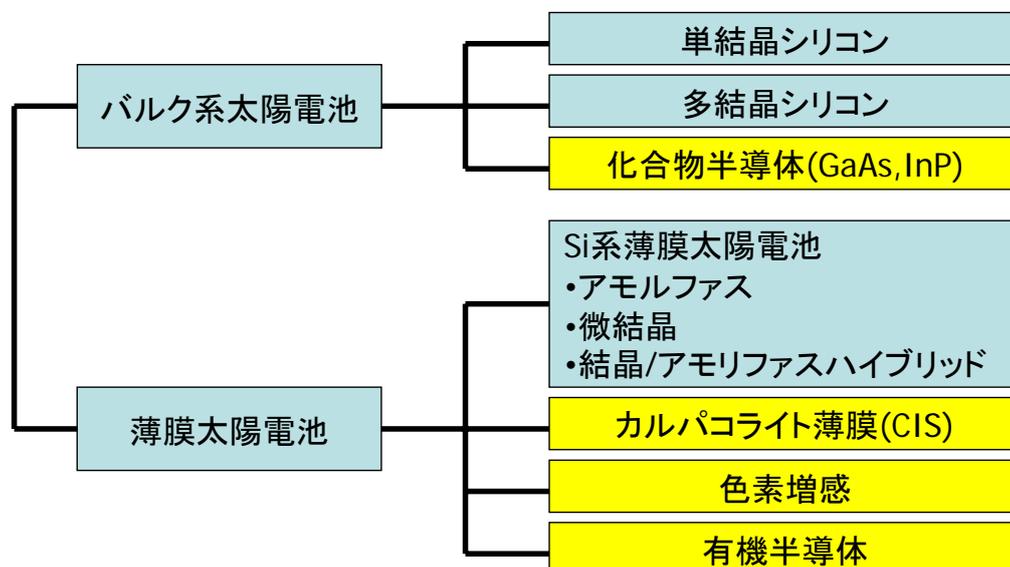
平成22年11月12日

2010/11/12

エネルギーシステム・要素論

1

太陽電池の種類



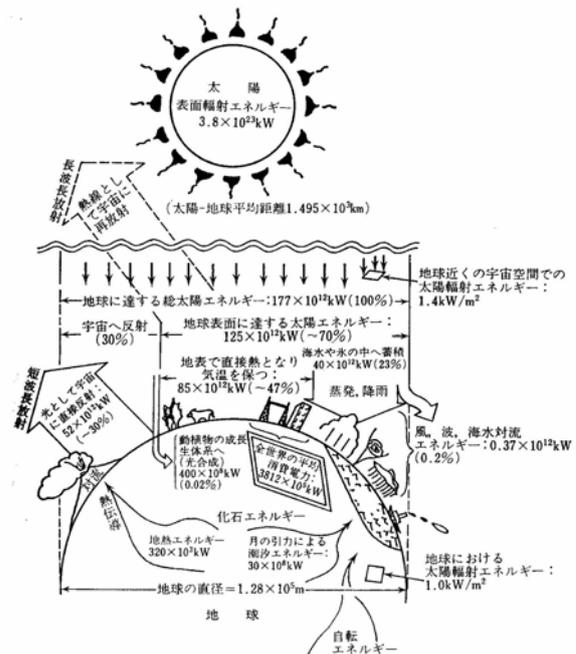
2010/11/12

エネルギーシステム・要素論

2

太陽光エネルギー

- 太陽光エネルギー
 - 大気圏外 (AM-0) (人工衛星)
約 1.4 kW/m^2 (140 mW/cm^2)
 - 春分・秋分赤道直下南中時の地上表面 (AM-1)
約 1.0 kW/m^2 (100 mW/cm^2)
 - 大気圏中のオゾン (O_3) が紫外線・可視光線を吸収
 - 酸素 (O_2) と水 (H_2O) が赤外線を吸収
 - 約 $0.4 \mu\text{m}$ から約 $1.3 \mu\text{m}$ の可視光線と赤外線のエネルギーが大きい



エアマス (AM)

- 地球大気に入射した太陽光直達光が通過した路程の長さ。
標準状態の大気圧 (標準気圧: 1013 hPa) に垂直に入射した太陽直達光が通過した路程の長さを AM1.0 として、それに対する倍率で表す。
- エアマスが 4 以下の場合、次の式で表す。
 - $AM = (b/b_0) \times \sec(Z)$
ここに、 b_0 : 標準気圧 (hPa)
 b : 測定時の気圧 (hPa)
 Z : 太陽の天頂角 (度)

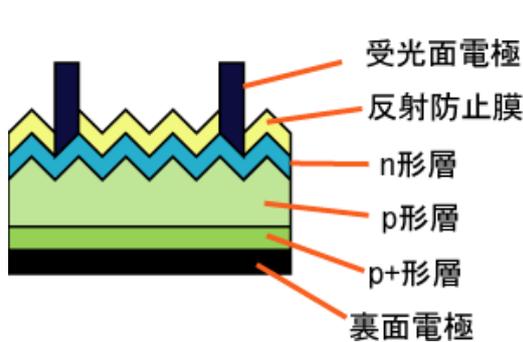
Si系太陽電池

- シリコン膜構造
 - 単結晶シリコン形
 - シリコン使用量大
 - エネルギー, コスト大
 - 多結晶シリコン形
 - 純度, 効率低い
 - エネルギー, コスト良
 - 微結晶シリコン形
 - 薄膜をCVDで作る
 - マイグレーション
 - アモルファス形
 - CVDで製膜
 - エネルギーギャップ大
 - 低照度でも動作
- 温度特性
 - 温度上昇で出力低下
 - アモルファスシリコンでは電圧低下の影響が少ない
- 劣化
 - アモルファスシリコンは強い光の照射によって導電率が劣化

太陽電池

- 化合物系
 - GaAs
 - 高い変換効率
 - CIS
 - 薄膜多結晶
 - Cu, In, Ga, Al, Se, Sからなるカルコパイライト系I-III-VI族化合物
 - 禁制帯幅を材料で変える
 - CdTe-CdS系
 - Cd化合物薄膜をガラスで挟みこむ
- 有機系
 - 色素増感太陽電池
 - 透明電極にルテニウム錯体等の色素を吸着させたに酸化チタン層と電解質を挟み込む
 - 構造簡単
 - 低コスト
 - 有機薄膜太陽電池
 - 導電性ポリマー, フラーレンから成る有機薄膜半導体を利用
 - 変換効率向上の課題

太陽電池の構造と動作原理



1. 光が半導体にあたる
2. 「+」と「-」の電荷が発生
3. P型半導体に「+」電荷が集まる
4. N型半導体に「-」電荷が集まる
5. 「+」電極となった「P型半導体」、
「-」電極となった「N型半導体」
に電線と負荷をつなぐと電流が流れる

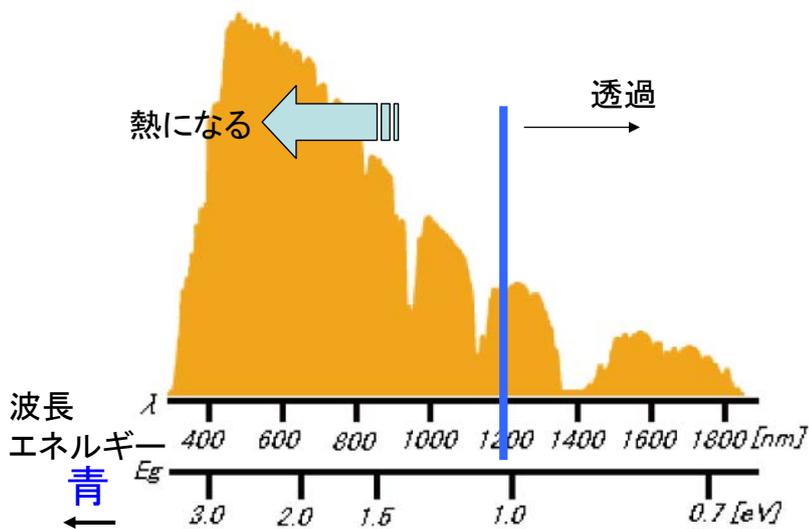
色素増感形は、二酸化チタンに吸着した色素中の電子を励起

2010/11/12

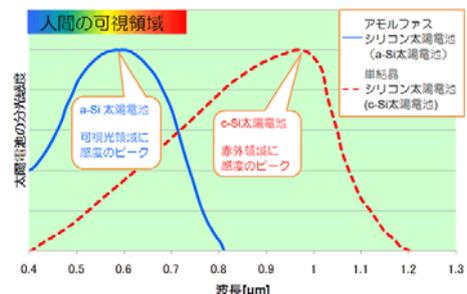
エネルギーシステム・要素論

7

太陽電池の効率(最大30%)



太陽光のスペクトル分布



太陽電池の感度

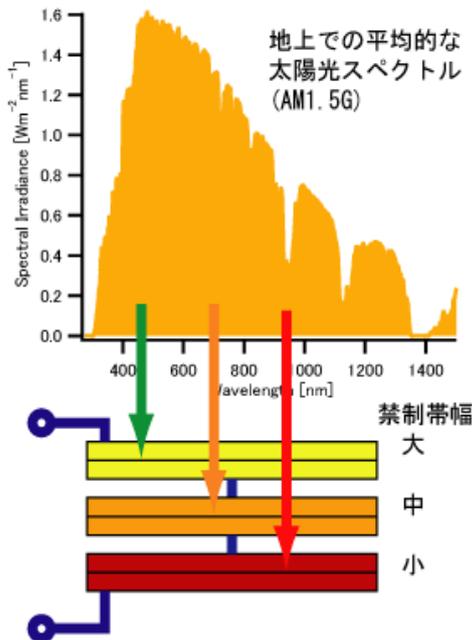
青 ← → 赤

2010/11/12

エネルギーシステム・要素論

8

多接合太陽電池(効率50%以上)



- ・ 種類の異なる半導体を積み重ねる
 - GaInP/GaAs/Ge等
 - 順番を間違えると効果なし
 - スタック型、積層型、タンデム型とも呼ぶ
 - 理論的変換効率約86%(接合数無限大)

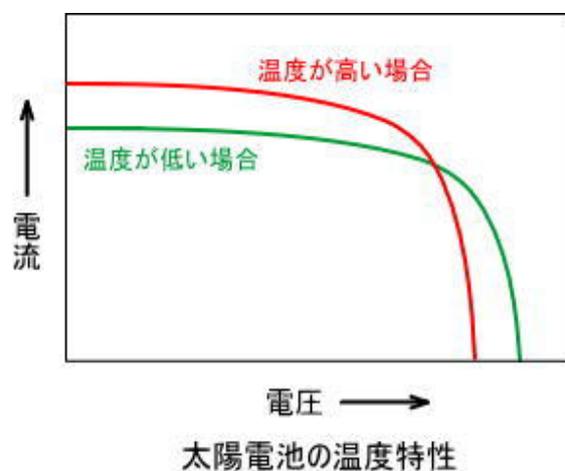
2010/11/12

エネルギーシステム・要素論

9

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



2010/11/12

エネルギーシステム・要素論

10

燃料電池

- 特長

- 燃料と酸化剤を供給し電力を取り出す化学電池
- 化学エネルギーから電気エネルギーへの直接変換
 - 発電効率が低い
- 騒音や振動少ない

- 種類

- 固体高分子形燃料電池 (PEFC)
- アルカリ電解質形燃料電池(AFC)
- リン酸形燃料電池 (PAFC)
- 熔融炭酸塩形燃料電池 (MCFC)
- 固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

固体高分子形燃料電池 (PEFC)

- 燃料極(負極)、固体高分子膜(電解質)、空気極(正極)を一体化した膜／電極接合体を、反応ガスの供給流路を形成するバイポーラプレートで挟んだ単セルを積層し、直列接続したセルスタックで発電
- 燃料極反応 $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ (プロトンと電子に分解)
- 空気極反応 $4H^+ + O_2 + 4e^- \rightarrow 2H_2O$ (水を生成)
- 固体高分子膜 燃料極で生成したプロトンを空気極へ移動
- 水を使用するため0°C以下、または100°C以上での使用が困難
- 電極触媒(白金)使用 CO被毒
 - 改質器
 - 都市ガス
 - 発電効率30数%
 - 発電と熱供給を併せた総合熱効率80%程度
 - ガソリン
 - メタノール
 - 直接メタノール方式(DMFC)
 - メタノール改質方式

アルカリ電解質形燃料電池(AFC)

- アルカリ電解液を電極間のセパレータにしみこませてセルを構成
- 構造が簡単
- 安価な電極触媒(ニッケル酸化物等)
- 燃料に炭化水素が混入していると劣化
- 酸化剤に高純度の酸素を必要
- アポロ計画で使用

リン酸形燃料電池 (PAFC)

- 電解質 リン酸(H_3PO_4)水溶液
- 動作温度 200°C程度
- 発電効率は 約40%LHV
- 白金触媒利用(CO被毒)
- 工場、ビル用(100/200kW級)

熔融炭酸塩形燃料電池 (MCFC)

- 火力発電所の代替用途
- 白金触媒を用いない内部改質方式
 - 水素イオン(H⁺)の代わりに炭酸イオン(CO₃²⁻)を用いる
- 電解質 熔融炭酸塩(炭酸リチウム、炭酸カリウム)
- 燃料 水素, 天然ガス, 石炭ガス
- 動作温度 600°C~700°C程度
- 発電効率 約45%LHV
- 燃料極側排ガスの二酸化炭素濃度は80%程度
 - CO₂回収

固体酸化物形燃料電池 (SOFC)

- 動作温度は700~1000°C程度
 - 排熱の利用に有利
 - 高耐熱の材料が必要
 - 起動停止時間長い
- 電解質 イオン伝導性セラミックス(安定化ジルコニア,ランタン・ガリウムのペロブスカイト酸化物)
- 空気極で生成した酸化物イオン(O²⁻)が電解質を透過し、燃料極で水素と反応
- 水素, 天然ガス, 石炭ガスを燃料として用いることが可能。
- 1~10kW級
- 発電効率 56.1%LHV
- 改質器は不要