

国立国会図書館

申込内容確認票

申込ID : N090118916638 - 1

申込日 : 2009/01/18

申込者氏名 : 門間 正樹

利用者ID : D00002458

利用者名 : 宮城県図書館

Z14-21

動力

日本動力協会 / 日本動力協会 編

選択した巻号等 : 9(48) 1959.03

入力した巻号等 : 9(48) 1959.03

太陽電池利用無線中継所について

山内 俣

211～215,

<訂正事項メモ>

お問い合わせには、必ず申込IDをお知らせください。

Tel 03-3581-2331 (代表)

東京本館 複写課

太陽電池利用無線中継所について

山 内 俣

1. ま え が き

人類のエネルギー消費量は、人口の増加と生活程度の向上とともに加速度的に上昇している。この供給源として原子力資源が急速に開発されているが、これらも含めて従来の手段によるエネルギー資源は、数百年足らずして枯渇するであろうといわれている。したがって他に新しいエネルギー源を求めて、地熱や風力とともに太陽エネルギー利用の研究が絶えず続けられている。

太陽エネルギーの利用については、熱機関発電、熱電対発電、太陽光発電等の部門毎に研究が進められつつあるが、太陽光発電の一つとして太陽電池が生れた。

太陽は1平方メートル当り62,000kWのエネルギーを放出しており、これが地球上に達するまでに吸収、反射などによりその大部分を失うとはいえ、なお1平方メートル当り約1kWの輻射エネルギーを供給している。すなわち地球が1日に受ける太陽エネルギーは、 8.325×10^{18} BTUで、全世界の天然ガスと石油の総量 8.2×10^{18} BTUに相当する。10日間では石炭、石油など全資源に相当し、220日間では原子力資源を含むありとあらゆる地下エネルギー資源に相当する。

このエネルギーを能率良く電気エネルギーに変換しようという試みは、昔から行われ、種々の方法が試みられたが、現在まで効果的なものは生れなかった。

しかし、1954年米国のベル電話研究所で生れたベル太陽電池は、当初は効率6%に過ぎなかったが、現在では11%にも達し、実にガソリンエンジンの効率にも匹敵する画期的な太陽電池が誕生したわけである。太陽電池の効率は、理論的には21.7%に達し得るものでベル電話研究所のシリコン太陽電池の発表は世界の注目をさらった。

一方日本においては、1955年日本電気において太陽電池の試作に成功した。東北電力株式会社では、かねてから太陽エネルギーの利用について研究を進めてきたが、NEC太陽電池の試作成功を機としてこれを実用化すべく日本電気と共同研究を進めた結果、無線中継所の電源として太陽電池を使用することを計画、鋭意その完成に努めてきたが、昨年11月15日好成績を

以て試験を終了し正式に運転を開始した。

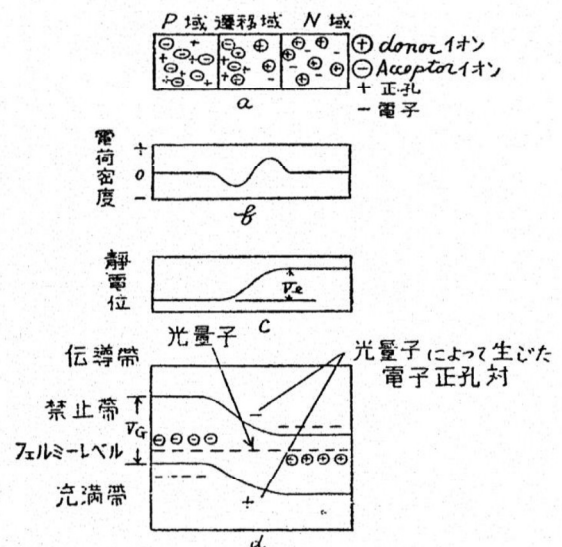
以下その概要について説明する。

2. 原理及び構造

太陽電池の原料は高純度のシリコンであり、その心臓部はトランジスタなどで著名な P-N 接合面である。

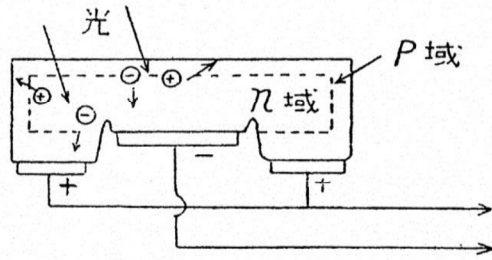
太陽電池は輻射線を吸収して起電力を発生する光起電力効果を応用したもので、高純度シリコンに極く僅かアンチモンまたは砒素を不純物として添加した n 型単結晶をつくり、これを切断して直径約28mm、厚さ0.6mmの円板上に柵素を極く薄く浸みこませて表面に P 型層をつくり、P-N 接合を形成させたものである。P 型半導体と n 型半導体との境で形成される P-N 接合があると、その境面に電気2重層ができて、P 層が n 層よりも電位が高くなる。光はそれぞれの波長に

第1図 エネルギー図



じたエネルギーをもつ光子から成っているが、シリコン結晶に光が照射されると、光子のエネルギーを吸収して自由電子が生じ、一方電子の抜けた穴、正孔を生ずる。かくして生じた自由電子および正孔は、接合面に生じている静電界によりそれぞれ n 層および P 層に移動するので起電力を生じ、外部回路に電力を供給することができる。

第2図 太陽電池の構造



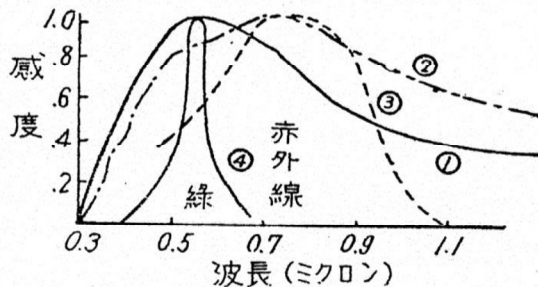
太陽電池の構造は第2図に示すように太陽光の当る表面はP域である。通常入射光が半導体内に透過する深さは波長の数倍程度であるので、できるだけ多くの光量子がP-N接合面のごく近くに到達するように、P域は非常に薄くしてある。またP域およびn域は内部抵抗をできるだけ小さくし、利用する電圧を最大にするようにしてある。

3. NEC 太陽電池の諸特性

(1) 波長感度特性

第3図に太陽エネルギーの波長分布、シリコンの波

第3図 NECシリコン太陽電池の波長特性

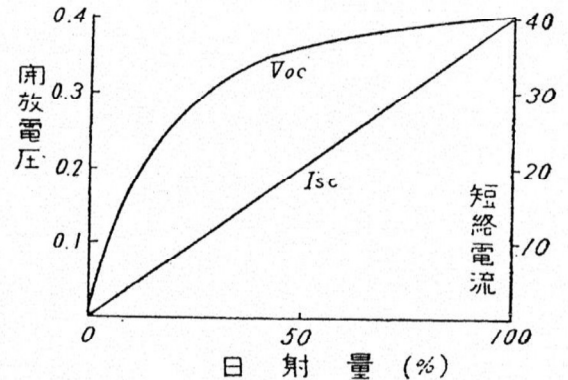


長感度特性を示す。図において曲線①は各波長に対する太陽エネルギーの分布を、②は各波長に対する光量子の数を示す。また曲線③にシリコンの分光感度を示す。図から明らかな通り、シリコンは近赤外域の1.1ミクロンまで感じ得る。すなわちシリコンの禁止帯の中は1.21 eVであるので、このエネルギーに相当する波長1.1ミクロン以上の光は全然発電には貢献しない。また1.1ミクロン以下の光でもその一部は熱損失となる。この損失は一定の値の禁止帯をもつ半導体では避けられないものであるが、理論的には現在ではシリコンが最良のものであることが明らかになっている。

(2) 短絡電流および開放電圧

日射量 100 MW/cm² のときの照度を 100% として日射量を変えた場合の短絡電流および開放電圧特性は第4図の通りであるが、短絡電流は光速に比例し、開放

第4図 日射量変化特性

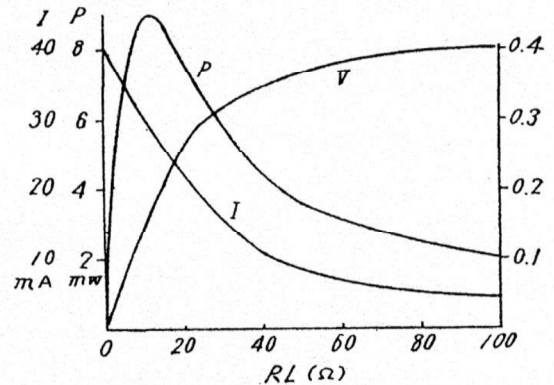


電圧は光速の対数に比例した特性を示している。また短絡電流および開放電圧の最大値は40 mA、0.4 Vとなっている。

(3) 出力特性

太陽電池の出力は負荷抵抗によって著しく変化する。第5図に負荷抵抗を変えた場合の開放電圧、短

第5図 出力負荷特性

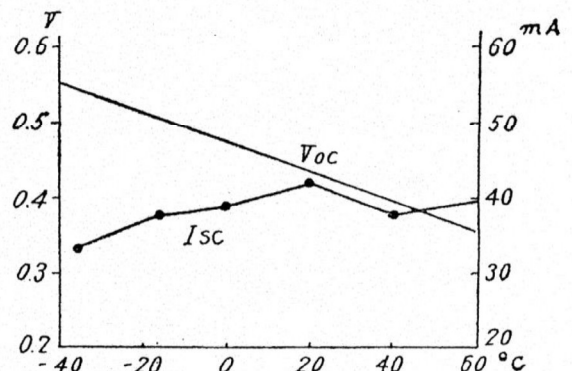


絡電流および出力特性を示すが、出力抵抗 10 オームの際最大出力が得られることがわかる。

(4) 温度による影響

第6図に温度による開放電圧および短絡電流の変化

第6図 電圧電流～温度特性



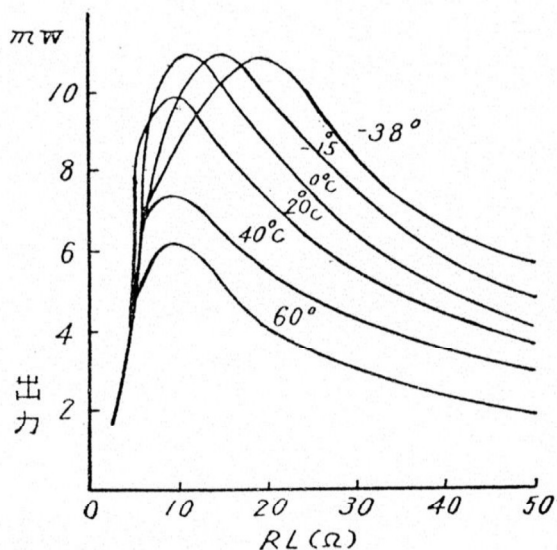
の特性を示すが、短絡電流は温度によりあまり変化していないが、開放電圧は直線的に大巾に変化している。シリコンの場合、開放電圧と温度との関係は

$$\alpha V_0/dT = -0.0028 \text{ (V/C)}$$

で表わされる。

第7図に温度を変えた場合の負荷抵抗対出力特性を示すが、温度上昇とともに出力は減少し、また最適負荷抵抗の値も変わっていることがわかる。

第7図 出力温度特性

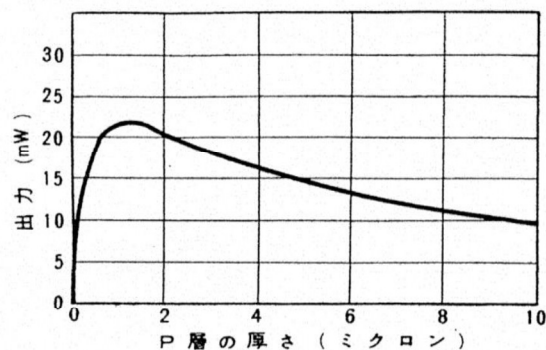


(5) 変換効率

太陽電池の変換率は理論的には最大 21.7% と計算されているが、実際には表面での光の反射、励起された電子と正孔の対が P-N 接合に達する以前に再結合により消滅するための損失、シリコンの直列内部抵抗による熱損失などのため、その効率は半分以下になる。

表面反射はシリコンの屈折率が 4 であるので、大気とシリコンの中間の屈折率のものを中間に入れば反射は減少する。事実シリコンの酸化物は屈折率が 2 であるので、シリコンの表面を酸化させると出力が増加

第8図 太陽電池の P 層の厚さと出力との関係



することが認められている。しかしシリコン表面からは 65% 近く反射し、表面を酸化させたものでもなお 43% 近くの反射率を有することから、表面からの反射による損失は非常に大きいものである。

内部抵抗については、構造上 P 域の抵抗が最も問題になる。抵抗を少なくするためには P 域の厚さを厚くすればよいが、一方光による正孔および電子対は表面から 10^{-4} cm 以内で生ずるので、再結合による損失を少なくするためには P 域はできるだけ薄くなければならないという相容れない要求があるわけであるが、実測の結果では第8図に示すように P 層の厚さが 1~2 ミクロンの場合最大出力が得られることが明らかにされている。

4. 施設 の 概 要

(1) 太陽電池

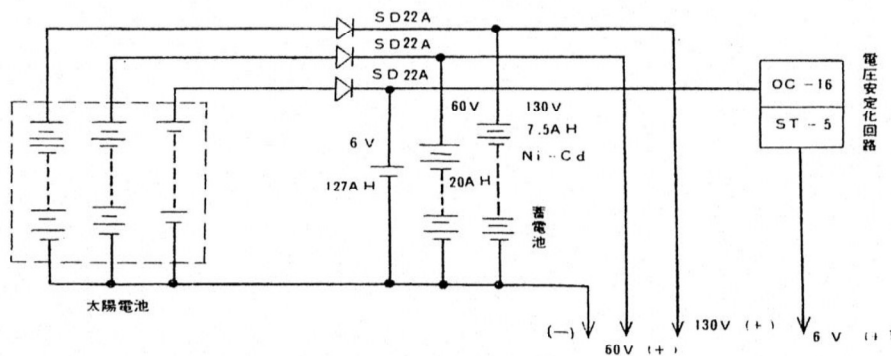
第9図 信夫山中継所



太陽電池の構成は直径約 28 mm の太陽電池素子 9 ケを 1 ブロックとしアクリル樹脂内にモールドして耐久的構造をもたせ、このブロック 480 ケを 2m×2.5 m の鉄平面枠に取付けたものである。太陽電池素子の総数は 4,320 ケで、これを負荷に応じて直並列に組合せ、逆流防止用のゲルマニウムダイオードを経て負荷に接続されており、その総出力は約 70 W である。

太陽電池の容量は充放電時間率（充電時間は 1 日 6

第10図 電源系統図



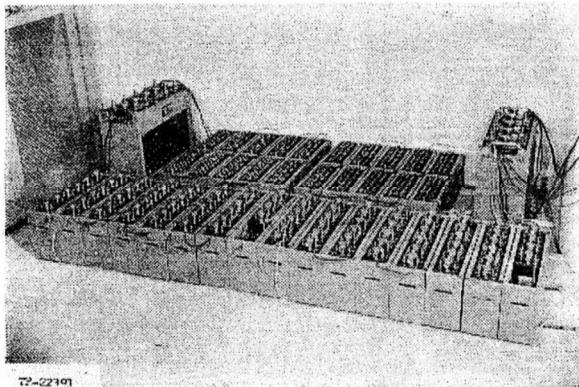
時間、1ヶ月15日間として延90時間、放電時間は1ヶ月延720時間、したがって充放電時間率は8となる)ダイオード損失、蓄電池自己放電量などを勘案して負荷の約10倍の能力をもたせている。

太陽電池は局舎の屋上に真南に向けて取付けられ、年間を通じてできるだけ太陽エネルギーを吸収できるよう $\pm 7^\circ$ の範囲調整可能なように設計されている。

(2) 蓄電池

太陽電池には蓄電作用はないので、雨天あるいは夜間など太陽電池出力のない場合にも負荷に電源を供給するため、蓄電池が併用されている。蓄電池への充電は間歇充電で、充電電流も一定でなくかつ長期間無人

第11図 Ni-Cd蓄電池



で運転され、また温湿度の変動も大きいというような過酷な使用条件になるので、こうした使用に耐えられるよう蓄電池としてはNi-Cd蓄電池が使用されている。

Ni-Cd蓄電池とは、電極としてNiおよびCdが、また電解液としてKOHが使用されているいわゆるアルカリ電池で、鉛電池に比し次のような優れた特徴を有している。

1. 構造が極めて堅牢で過充電、過放電による損傷がない。
2. 低電流充電が可能である。

3. 自己放電が少ない。

4. ガス発生が少ない。

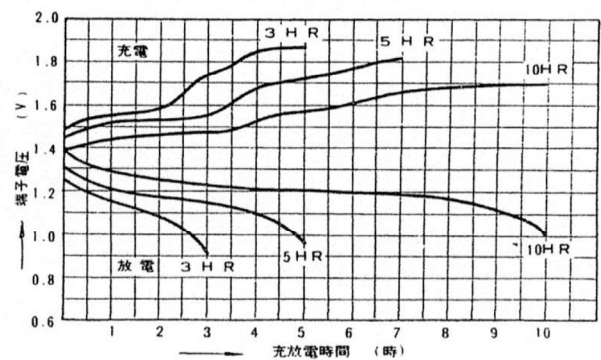
5. 低温特性がよい。

6. 寿命が極めて長い。

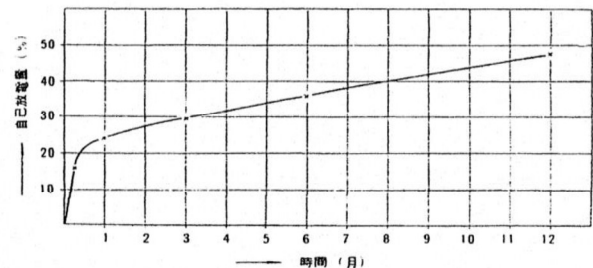
なお第12図および第13図にNi-Cd蓄電池の充放電特性および自己放電特性を示す。

(3) 無線方式および無線機
現在東北電力(株)福島営業所では、需要家へのサービス用としてパトロール無線を

第12図 Ni-Cd蓄電池充放電特性



第13図 Ni-Cd蓄電池自己放電特性



使用し相当の効果を挙げているが、福島市は盆地であるため周辺が高い山でかこまれており、かつ市の北部に信夫山があるため、電波伝播上障害となり、サービス上問題となっている。そこで信夫山の山頂に中継所を設けて無線の通達距離を拡げることにより需要家へのサービスの向上を図ることとなった。

無線中継方式は第14図に示す通りであるが、固定局から、パトロールカーを呼ぶ場合は、固定局から f_2 を出すことにより中継局では f_2 を受信して f_1 を発振させパトロールカーを呼び出す。またパトロールカーから固定局を呼び出す場合は、パトロールカーから f_1 を出すことにより中継局では f_1 を受信して f_2 を発振させ固定局を呼び出し相互の通話を行うことになる。

