

# 太陽光発電システム用直流漏電センサー

## DC Earth Leakage Sensor for Solar Generation System

川上 誠/Makoto Kawakami・住友特殊金属㈱ 事業推進部 電流センサー事業推進室 室長

山中政明/Masaaki Yamanaka・住友特殊金属㈱ 事業推進部 電流センサー事業推進室 担当副長

山口 茂/Shigeru Yamaguchi・住友特殊金属㈱ 事業推進部 電流センサー事業推進室

### 要 約

太陽光発電システムの、太陽電池モジュールとインバーターとの間で発生する直流漏電を検出するセンサーを開発した。本センサーの使用により、漏電発生と同時にインバーター出力を停止し、漏電電流が交流側へ流入することを未然に防止し、システム全体の安全性を大幅に向上させることができる。

### Synopsis

A DC earth leakage sensor for solar generation systems has been developed. As soon as DC earth leakage current is detected between the solar battery module and the inverter, the output of the inverter is stopped by the signal from the sensor. This enhances the safety of the system.

## 1. はじめに

個人住宅用の太陽光発電システムは、クリーンなエネルギーという側面だけでなく、通産省・資源エネルギー庁の補助金モニター制度による公的助成、電力会社による余剰電力の買電、エネルギー変換効率の向上などで、費用対効果の面でもメリットが見えてきたために、急速に普及した。

一層の普及拡大を図るためには、エネルギー変換効率のさらなる向上はもとより、システム全体のコストダウンと省スペース化、そして安全性の一段の向上が求められている。

## 2. 太陽光発電システムと現状の問題点

住宅用太陽光発電システムのイメージを第1図に示す。屋根に取り付けられた太陽電池モジュール、太陽電池モジュールで発生した直流電力を交流に変換するインバーター、それに電力会社に電気を売ったり、逆に買ったりするための二つの積算電力計などで構成されている。

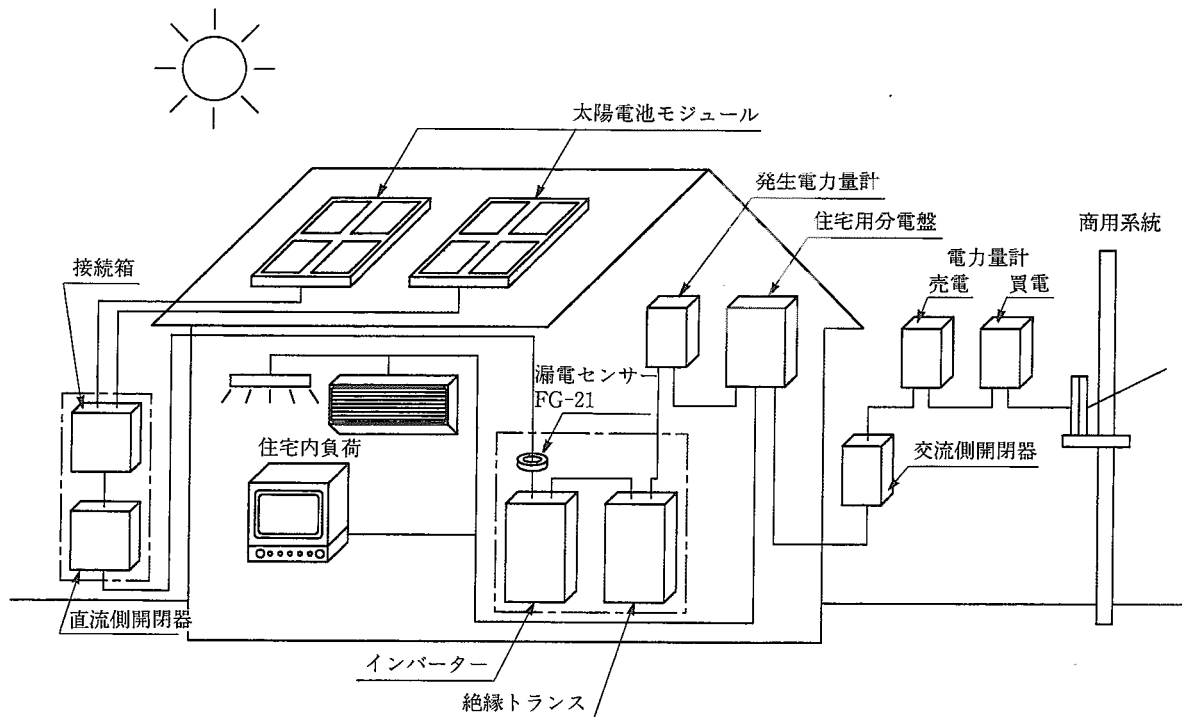
太陽電池モジュールとインバーターとの間で、絶縁劣化により漏電(地絡)が発生すると、インバーターを通じて交流側へ流入する。交流側には漏電しゃ断器が設置されているが、漏電検出は零相変流器(ZCT)で行っており、直流漏

電に対しては機能しない。

直流漏電の交流側への流入を防止する目的で設置されているのが絶縁トランスである。絶縁トランスは、電力は伝達するが、電気的には縁切りされており、安全対策上非常に有効な手段である。ただし、高価かつかなりの設置スペースを必要とする、漏電を検知して絶縁劣化傾向を予知することができない等の問題点がある。

## 3. 直流漏電センサーの役割り

直流漏電センサーを、太陽電池モジュールとインバーターとの間に取り付ける。直流漏電電流があるレベル(一般的には数十mA)に達すると、その出力信号によって、インバーターの出力を停止させ、交流側への流入を未然に防止する。したがって、絶縁トランスを省略することが可能となる。さらに、必要に応じてセンサーの出力信号を常時モニターしておれば、絶縁劣化の傾向も把握することが可能であり、予防保全による安全性の一層の向上も図ることができる。



第1図 住宅用太陽光発電システム(イメージ図)

#### 4. 直流漏電センサーの構造と測定原理

当社が開発した直流漏電センサーの構造を第2図に示す。コアは漏電电流によって発生する磁界を通すコア A と、励磁电流によって発生する磁界を通す一対のコア B とからなっている。コア材料としては、当社の超高透磁率・低保磁力パーマロイ (PC-2) が採用されている。そして、コア A にはサーチコイル a が、コア B には励磁コイル b がそれぞれ巻線されており、励磁コイルに交流を流すことにより、コア B には交番磁束  $\phi_B$  が発生している。

さて、コア A を貫通する被測定導体に漏電が発生すると、復電流は漏電电流の分だけ往電流より小さくなり、コア A は差分 (= 漏電) 電流によって磁化され、直流磁束  $\phi_A$  が発生する。磁束  $\phi_A$  はコア A とコア B の共通部で、交番磁束  $\phi_B$  でスイッチングされ、周波数が励磁周波数の 2 倍の交番磁束に変調される。したがって、サーチコイルに次式で表される電圧が誘起され、漏電電流を検出することができる。

$$V = N\mu(I/l)S \cdot 2\omega \cos(2\omega t)$$

N: サーチコイルの巻数

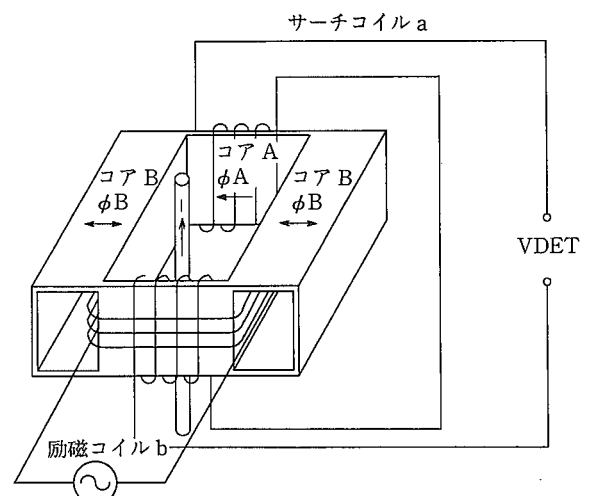
$\mu$ : コア材料の透磁率

I: 漏電電流

l: コア A の磁路長 (= 周長)

S: コア A の断面積

$\omega$ : 励磁電流の角周波数



第2図 直流漏電センサーの構造

#### 5. 直流漏電センサーの特徴

写真 1 に外観を示すが、励磁・検出回路内蔵型で非常にコンパクトな製品となっている。また、価格は仕様の内容にもよるが、絶縁トランスの 1/2~1/3 程度に設定している。

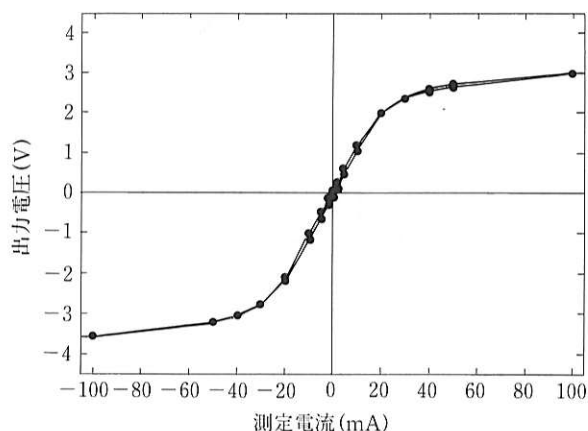
## 製品紹介



写真1 直流漏電センサーの外観

## 5-1 電流・電圧特性

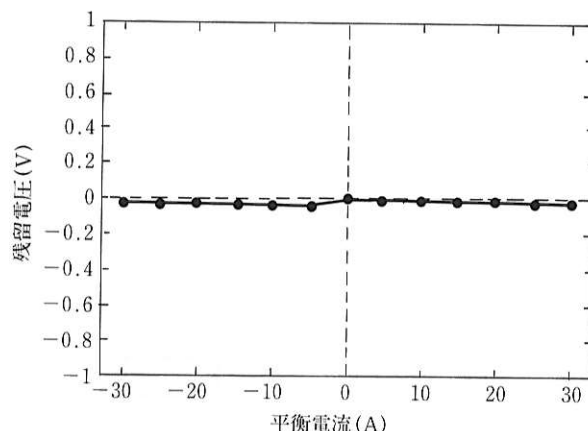
電圧 vs 電流特性を第3図に示すが、 $-20\text{ mA} \sim 20\text{ mA}$ の範囲ではほぼニアである（リニアになる電流の範囲を広げることが可能）。また、コア材料として低保磁力パーマロイを採用しているため、ヒステリシスもほとんどなく、例えばコアが磁気飽和するような過漏電が発生しても消磁は一切必要がない。



第3図 電流・電圧特性

## 5-2 平衡電流特性

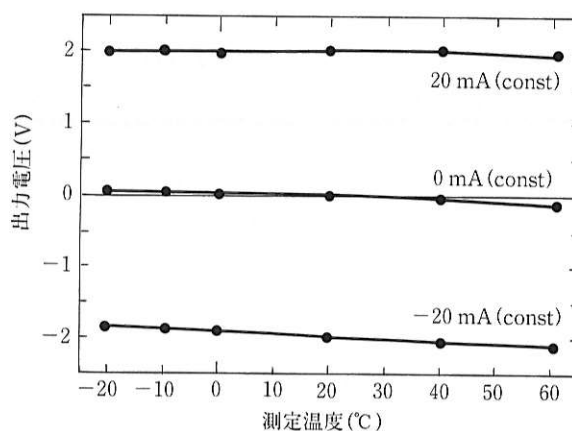
残留電圧 vs 平衡電流特性を第4図に示すが、 $30\text{ A}$ まで残留電圧は $0.05\text{ V}$ （ $0.5\text{ mA}$ の電流に相当）以下であり、漏電電流のみをクリアに検出できることがわかる。



第4図 平衡電流特性

## 5-3 温度特性

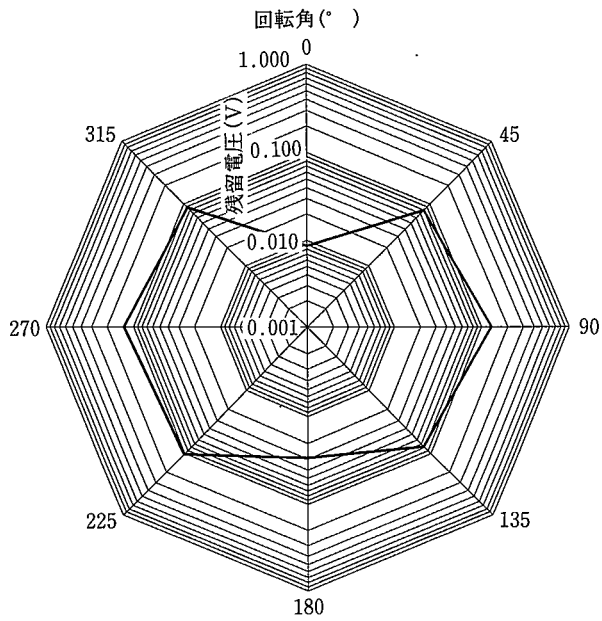
温度特性を第5図に示すが、ホール素子型の電流センサー（ホールCT）と違って、 $-20^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ の範囲で温度特性はほぼフラットである。



第5図 温度特性

## 5-4 対磁界特性

残留電圧 vs 磁界特性を第6図に示すが、磁気シールド対策の強化により残留電圧は高々 $0.2\text{ V}$ （ $2\text{ mA}$ の電流に相当）であり、ほとんど環境ノイズの影響を受けない。また、励磁周波数の最適化により、インバーターノイズの影響を受けにくくすることも可能である。



第6図 対磁界特性  
400 A/m(5 Oe)印加

## 6. まとめ

第1表に示す基本仕様の太陽光発電システム用直流漏電センサーを開発した。平成8年春よりシステムメーカーやインバーターメーカーでの採用が始まった。今後、販売を通しての問題点や改善点の要望を反映して、より完成度の高い商品に育てていく予定である。さらに太陽光発電システムと同様にクリーンなエネルギーとして注目されている燃料電池への展開も図っていききたい。

第1表 基本仕様

制御電源	DC $\pm 12$ V $\pm 5$ %以内
入力(地絡)電流	20 mA
出力電圧	2 V/20 mA(+5 V以下, -5 V以上で出力クリップ)
平衡(定格)電流	20 A以内
残留電圧	$\pm 0.2$ V以内
保証温度範囲	-10 $\sim$ +60 $^{\circ}$ C

問合せ先

住友特殊金属(株) 事業推進部  
電流センサー事業推進室 室長  
☎ 06(381)6272 川上