

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/10/2014

専攻名 (専門分野) Department	機械科学	氏名 Name	高橋 春菜	指導 教員 Advisor	川本 広行 印 Seal
研究指導名 Research guidance	精密工学研究	学籍番号 Student ID number	5112C051-8		
研究題目 Title	太陽光発電パネル上に堆積する砂の静電クリーニング				

1. 研究背景

地球温暖化の主な原因であるとみなされている温室効果ガスの排出量が少ないことから、自然エネルギーを利用した発電への注目が高まっている。そのひとつである太陽光発電は、エネルギーが枯渇する心配がなく、設置場所を選ばないなどのメリットを有する。しかし、太陽電池パネルを砂漠に設置した場合、風によって舞い上がった砂が図 1 のように、太陽電池パネル上に堆積し、発電量が低下するという問題がある。現時点では、砂は人の手で取り除くしかない。そこで、本研究では太陽電池パネル表面のガラス部分に電極を埋め込み、静電力を利用して砂を除去する「静電クリーニングシステム」の開発を行った。このクリーニングシステムを用いて実験とシミュレーションによるシステムの評価を行った。

2. 静電クリーニングの原理

透明なガラス板に電極を埋め込んだ構造のクリーナーを試作した。電極は平行に配置されており、この電極部に位相が π ずれた 2 相の交流電圧を印加することで、隣り合った電極間に電界を形成し、クーロン力や分極力で砂を移動させる。パネルは傾斜をつけて設置するため、静電力に加えて重力も作用し、砂は図 2 のように下方向に落下する。これを静電クリーニングという。この原理は構造が単純で、消費電力が小さい等の特徴がある。

3. 研究手法

3.1 クリーナー基板

電極配置形状の異なる 2 種類のクリーナー基板を試作した。平行型クリーナー基板、V 字型クリーナー基板ともに電極間ピッチは 7 mm とした。それぞれの概略図を図 3 に示す。

3.2 実験方法

クリーナー基板に電圧を印加し、電界カーテンを形成した状態で、砂を散布し実験を行った。実験にはナミブサンドを使用した。試作したクリーナーの性能は、砂の散布量とクリーニング後のパネル上の堆積量の比で評価した。

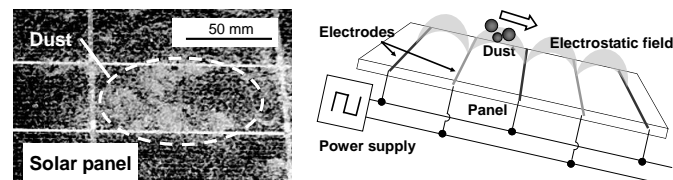
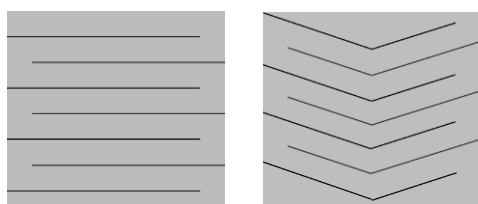


図 1 パネル上に堆積した砂

図 2 クリーナー概略図



(a) 平行型クリーナー基板 (b) V字型クリーナー基板
図 3 試作クリーナー基板

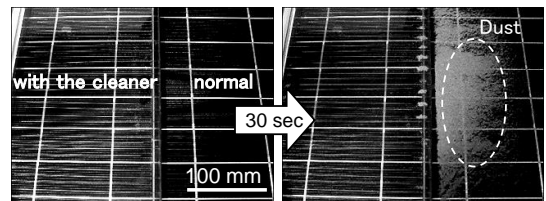
3.3 シミュレーション

クリーニング時の粒子の挙動を再現するため、剛体球モデルの個別要素法によるシミュレーションを行った。電界計算には

三次元有限差分法を用いた。粒子に作用する外力として、クーロン力、分極力、鏡像力、付着力、空気抵抗、重力を考慮した。

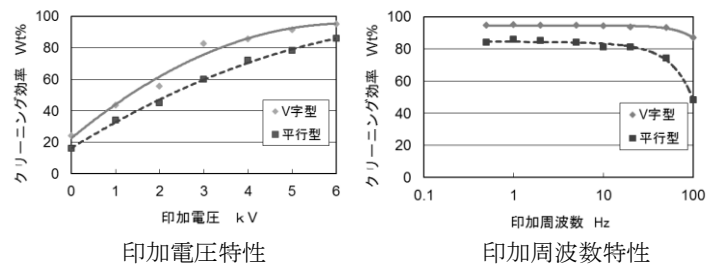
4. 研究成果

試作したクリーナーを用いて、静電クリーニングの基礎特性を測定した。実験の様子を図 4 に、結果を図 5 に示す。図 4 の左半分にはクリーナーが搭載されており、右側には搭載されていない。図 4 から太陽電池パネルの右側には砂が堆積しているが、左側はきれいにクリーニングされていることが確認できる。図 5 から、いずれのクリーナー基板においても印加電圧は高く、印加周波数は 10 Hz 以下でのクリーニング効率が高いことがわかる。また、最適な条件においてクリーニング効率が 80 % を超えることが確認できた。図 6 に実験と計算による砂の挙動の比較を示す。計算によって砂の挙動を定性的に再現できていることが確認できた。



(a) クリーニング前 (b) クリーニング後

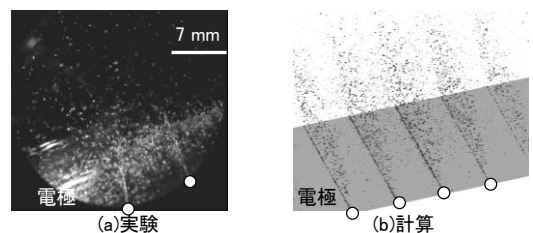
図 4 クリーニングの様子
(6 kV_{p-p}, 1 Hz, 100 g/m²)



印加電圧特性

印加周波数特性

図 5 クリーナー基板の基礎特性
(6 kV_{p-p}, 1 Hz, 100 g/m²)



(a) 実験 (b) 計算
図 6 実験と計算の比較 (6 kV_{p-p}, 1 Hz, 10000 個)

発表論文

- 川本, 小林, 貝沼, 柴田, 高橋, 木谷, 強制対流を併用した太陽電池パネルの静電クリーニング, 電磁力関連のダイナミクス SEAD25, 箱根 (2013) pp.12-15.
- 川本, 柴田, 高橋, 太陽電池発電パネルに堆積する砂の静電クリーニング, Dynamics and Design Conference 2013, D&D2013, 九州産業大学 (2013) pp.93.