

【助成 39-19】

太陽光発電パネル用の静電砂塵クリーニングシステムにおける 摩擦現象が粒子除去性能に及ぼす影響

代表研究者 京都大学大学院工学研究科 助教 安達 眞聡

〔研究の概要〕

本研究は、太陽光発電パネル表面に堆積して太陽光入射を妨げることにより発電性能低下を招く砂を静電気力により自動除去する静電砂塵クリーニングシステムについて、パネルの表面性状やパネル・粒子の接触状態が粒子除去率に及ぼす影響について調査するものである。まず、静電砂塵クリーニングシステムの基板表面に微細構造を形成し、AFM を使用してその表面性状を測定した。さらに、表面微細構造と静電場を組み合わせた際の粒子挙動を観察した。また、静電砂塵クリーニングシステムを加振する機構を作成し、振動場と静電場を組み合わせた際の粒子除去率に及ぼす影響についても調査を行った。

〔研究経過および成果〕

図1に示すような静電砂塵クリーニングシステムの実験装置を構築した。位相がずれた高電圧矩形波を、クリーニング対象物表面に設置する基板の電極に印加することにより進行波電界が形成され、それを利用して粒子を任意の方向に除去する仕組みである。基

板は透明電極パターンが形成されたガラスと、電極を絶縁するための薄板ガラスと絶縁接着層により構成される。本研究では、基板の表面性状が粒子除去率に及ぼす影響を明らかにするために、最表面の薄板ガラス上に微細構造を形成した基板と(株式会社ニデックによる加工)、フラットな表面性状を持つ基板の2種類を使用した。また、粒子と基板の接触状態が粒子除去率に及ぼす影響も確認するために、垂直・水平方向への加振機構と組み合わせた装置も作成した。

図2にAFMを使用した表面微細構造の測定結果を示す。0.1mm厚さの薄板ガラス表面上に、その透過性を損なわずに微細構造を形成することに成功した。それらの基板を使用して高電圧を印加した際の粒子除去試験の様子を図3に示す。ガラス表面に表面微細構造を形成することで、粒子の付着力を軽減させる効果があることは予備試験により確認しているが、静電場と組み合わせた場合は粒子が除去されずより多くの粒子が付着したままとなることが確認された。この要因について、表面微細構造により摩擦の影響

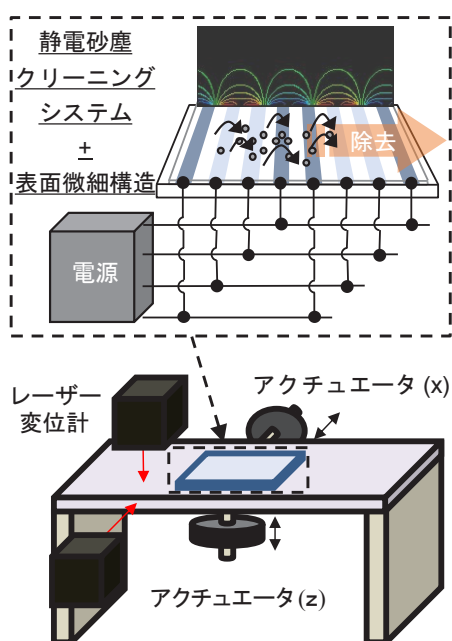


図1 静電砂塵クリーニングシステムの実験装置

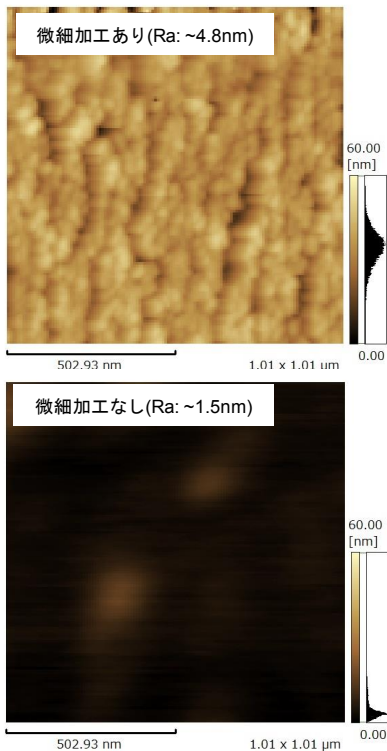


図 2 静電砂塵クリーニングシステム基板の表面微細構造

が増加して、粒子の移動を阻害したものと考えられる。粒子除去効率を向上させるには、よりフラットな表面性状を持つ基板を適用することが望ましいといえる。ただし、この現象について詳細な理解は得られていないため今後も調査が必要である。

次に振動場と静電場を組み合わせた際の粒子除去試験の結果を図 4 に示す。この試験では表面微細構造がない基板を使用している。この結果より、振動と静電場の組み合わせが粒子除去に効果的であることが確認できる。また、垂直振動よりも水平方向の振動の方がより多くの粒子を除去できることが分かった。これは水平方向の振動により粒子が回転し、接触面積が減少することで付着力が減少した影響であると考えられる。このように粒子とパネルの接触状態を制御することで静電砂塵クリーニングシステムの除去効率が改善できることを明らかにした。

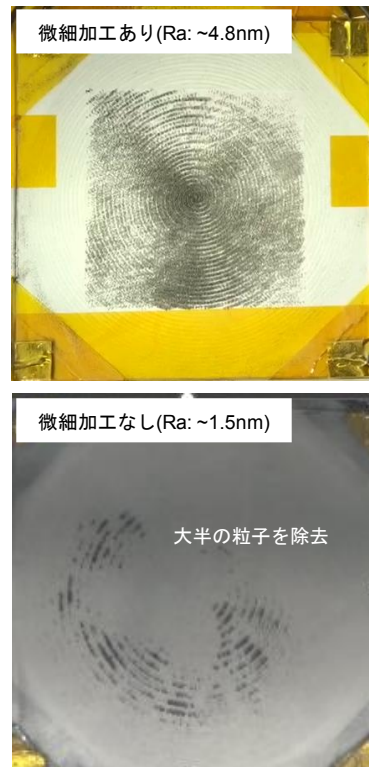


図 3 微細構造と組み合わせた場合の静電場中の粒子挙動

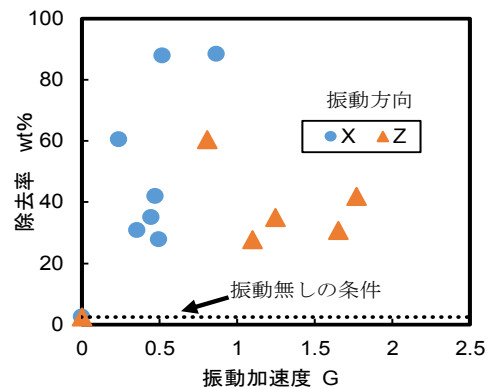


図 4 振動と組み合わせ場合の静電砂塵クリーニングシステムの除去効率(付着力が大きい小粒径粒子を使用)

[発表論文]

1. Masato Adachi, et al., “Electrodynamic Dust Shield with Vibration Assistance for Cleaning Lunar Regolith Particles.” 9th World Congress on Particle Technology, Madrid, Spain (2022/9)