

修士論文概要書

CD

2008年1月提出

学籍番号 3606A019 - 2

専門分野	機械工学	氏名	大河原 重元	指導 教員	川本 広行 印
研究指導	精密工学				
研究 題目	進行波電界を利用した月模擬砂の搬送				

1. まえがき

静電力を用いた新たな搬送システムとして、進行波電界と呼ばれる一定周波数の方形波を、縞状電極基板上に印加することによって、粒子を搬送可能な静電コンベアが注目されている。このシステムは、機器に大きな振動や熱が発生しない、構造が単純であり、消費電力が少ないなどの利点がある。我々はこのシステムのレーザープリンタへの応用を主に研究を行ってきた。今年度より新たに、月面活動の際に発生するルナダストと呼ばれる月土壌粒子を、太陽電池パネル上などから除去することを目的とした研究を行っている。ルナダストを模擬した月模擬砂を用い、月模擬砂の搬送効率を高めることによって、粒子除去能力の向上をめざした。

2. 実験装置

図1に粒子搬送機構の構造を示す。電極は長手方向に縞状に並べた構造で、電極ピッチは電極幅の2倍になるようにしている。粒子・電極間の絶縁および電極間の放電防止のために、電極上を絶縁フィルムで被覆した。進行波電界は、4台の発振器から位相を順に $\pi/2$ ずつずらした4相の交流電圧信号を出力し、高圧アンプによってそれぞれ100倍に増幅して印加した。進行波の伝播する方向(順方向)はCH1 CH2 CH3 CH4(図1において右左)の方向である。

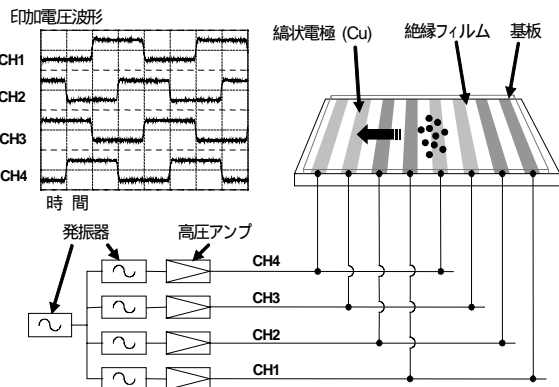


図1 搬送システム概略図

3. 月模擬砂の搬送特性

月模擬砂は、レーザープリンタに用いられるトナーのような、粒径の揃った球形粒子とは異なり、形状が不均一で縦横比が1.3程度の粒子である。また、粒度分布は $1\mu\text{m}$ から 1mm で粒径が小さいほど個数が多く、これまで扱ってきた粒子とさまざまな面で特性が異なることから、搬送の基本特性を把握する必要がある。そのため、周波数と電圧を変化させ、基板上からどの程度搬送されたか、その重量を測定し、重量搬送効率を算出した。図2にその際の重量搬送効率を示す。図から、周波数が低く印加電圧が高いほど、搬送効率が高いことがわかる。しかし、搬送されない粒子もある程度存在し、数 μm 以下の粒子が基板の全面に、数 mm 程度の粒子が電極間に残留していることが確認できた。この理由として、数 μm 程度の粒子は絶縁フィルムとの非静電的付着力により、数 mm 程度の粒子は電極間の電界による静電的付着力により、残留しているものと考えられる。

4. 超音波振動の利用

前項において、基板上に残留した粒子を除去する目的として、粒子搬送中に超音波振動を印加する実験を行った。図2にその結果を示す。前項の結果と比較すると、搬送効率は大きく改善されたことがわかる。この理由として、電極間に静電的付着力によって付着していた数 mm 程度の粒子が、静電的付着力よりも相対的に力の大きい超音波振動による力を受けたため、搬送できたものと考えられる。しかしながら、数 μm 以下の粒子は依然として基板上に付着しており、この原因として、小さい粒子ほど支配的になる非静電的付着力が、超音波振動による力に勝っていたため、粒子が動くことが出来なかったと考えられる。今後は、この数 μm 以下の粒子の除去が課題である。

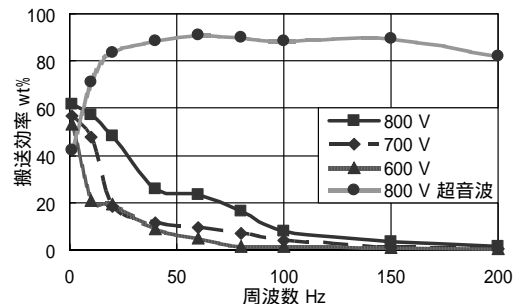


図2 電圧 周波数重量搬送効率

5. 光の透過率

月面の太陽電池パネル上などで使用する場合、光の透過率が問題となるが、これまでは粒子除去能力の指標として、基板上に残留した粒子の重量に焦点を当ててきた。しかし、前項において、超音波振動によって全体重量としては、90%程度除去されたが、光の透過率に影響するであろう数 μm 以下の粒子が基板全面に残留したままであった。このため、光の透過率による評価が必要であり、その測定結果を図3に示す。現在の基板は透明電極基板ではないため、直接測定することはできず、基板上に残留した粒子を透明なテープに移して測定した。その結果、20%程度の可視光が粒子に吸収されていることが判明し、透過率の更なる向上が課題である。

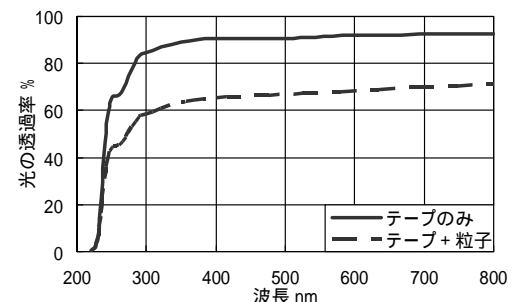


図3 光の透過率と残留粒子の影響

発表論文

- 大河原, 岡田, 鹿嶋, 梅津, 川本, 進行波電界による粒子の粒度分別, D&D2006 (2006) pp.448
- 内山, 大河原, 梅津, 川本, 進行波電界を利用した粒子の粒度分別, SEAD19 (2007) pp.174-176.
- 白井, 内山, 大河原, 川本, 進行波電界を利用した月面ダストクリーン機構の開発, SEAD20 (2008).