

修士論文概要書

2011年1月提出

専攻名 (専門分野)	機械科学	氏名	村上 成信	指導	川本 広行 印
研究指導名	精密工学	学籍番号	5109C068-9 ^{CD}	教員	
研究 題目	静電力を利用した宇宙服クリーナーの開発				

1. 研究目的

現在、次世代宇宙開発の拠点として月が注目を浴びており、将来の居住、貯蔵、採鉱施設などの開発を目的とした有人月面探査が計画されている。しかし月面活動の際に月面上に存在する微小な粉塵であるルナダストが舞い、宇宙服に付着するという問題がある。ルナダストは帯電しているため付着しやすく、また微小なためアスベストのように繊維の奥へと潜りこむ性質があり、繊維を磨耗させてしまう。そこでわれわれはルナダストの除去を目的として、静電力を利用した宇宙服クリーナーの開発を目指した。

2. 実験装置

(1) 粒子捕捉機構

静電力を利用して宇宙服に付着した粒子の分離・捕捉を行う機構を作成した。その概略図を図1に示す。捕捉電極と宇宙服生地裏側のアース電極の間に高電圧を印加し、電界を発生させる。これにより宇宙服に付着している粒子に静電力が作用し、捕捉電極に粒子が吸い込まれるように分離・捕捉される。

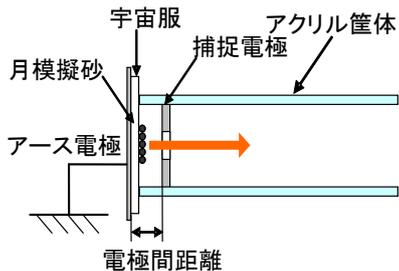


図1 粒子捕捉機構の概略図

(2) 粒子搬送機構

静電力を利用して粒子を搬送する機構の概略図を図1に示す。電極を縞状に並べた構造で、粒子と電極間の絶縁および電極間の放電防止のために、電極上は絶縁フィルムで被覆されている。4台の発振器から位相を順に $\pi/2$ ずつずらした4相の交流信号を出し、高圧アンプによって増幅して縞状電極に印加する。これにより発生する進行波電界が粒子に静電力を作用させ、粒子が搬送される。

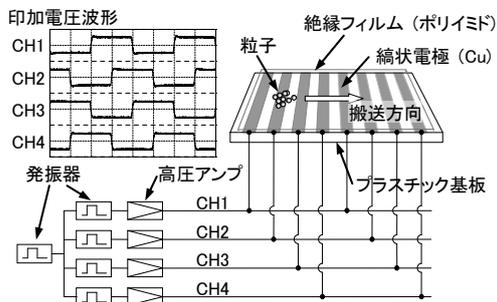
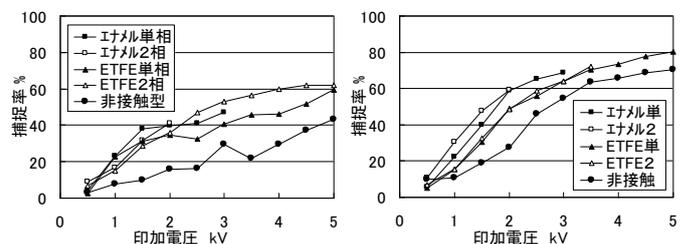


図2 静電搬送システムの概略図

3. 粒子捕捉実験

作成した粒子捕捉機構を用いて、宇宙服に付着させた月模擬砂の捕捉実験を行った。捕捉電極が宇宙服生地に接触する電極間距離 1.5 mm では、捕捉電極にエナメル線と ETFE 線の 2 種を使用し、単相方形波交流電圧と 2 相方形波交流電圧を印加した。捕捉電極が宇宙服生地に接触しない電極間距離 3.5 mm では、捕捉電極にエナメル線を使用し、単相方形波交流電圧を印加した。月模擬砂はふるいにかけて粒径 53 μm 以下とし、宇宙服生地表

面の粒子密度が 1 mg/cm^2 と 2 g/cm^2 となるように筆でならして付着させた。図3に捕捉率を示す。捕捉電極を宇宙服生地に接触させた状態である電極間距離 1.5 mm での捕捉率が高く、設置粒子密度 2 mg/cm^2 、ETFE 線電極、単相電圧 5 kV で最大の 80 % となった。また、設置粒子密度によって捕捉率が変化することが分かった。しかし、印加した方形波交流電圧が単相の場合と 2 相の場合で、捕捉率に明確な差異は認められなかった。



(a) 設置粒子密度 1 mg/cm^2 (b) 設置粒子密度 2 mg/cm^2
図3 粒子捕捉特性

4. 粒子搬送実験

粒子搬送機構は、進行波電界が発生する領域が基板表面付近に限られる。重力が基板表面に粒子を押し戻す向きに働く様に粒子搬送機構を設置すれば、搬送が可能である。しかし、宇宙服クリーナーの捕捉粒子搬送機構として利用するには、搬送機構の向きに依存せずに搬送が可能である必要がある。そこで、平板と粒子搬送機構に挟まれた領域での粒子搬送特性を把握し、図4に示すような粒子搬送基板を積層した搬送デバイスの実現可能性を検討した。実験では、図5のように粒子搬送機構と平板を平行に並べて垂直に立て、その間の隙間に設置した粒子を重力に反する方向に搬送した。図6に搬送粒子、残留粒子、ロス粒子の初期設置粒子に対する質量割合を示す。ロス粒子は搬送されたものの飛散してしまった粒子と考えられる。搬送粒子割合とロス粒子割合の和を実質的な搬送割合と捉えると、図6より空隙長 0.5 ~ 1.5 mm で 8 割を超えていることがわかる。したがって、この範囲内であれば、搬送機構の向きに依存しない搬送が可能であり、積層型搬送デバイスの実現が可能であることが示された。

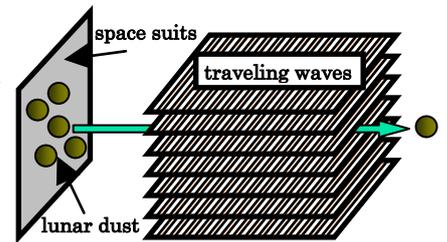


図4 積層型搬送デバイス

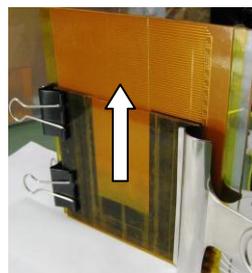


図5 搬送実験の様子

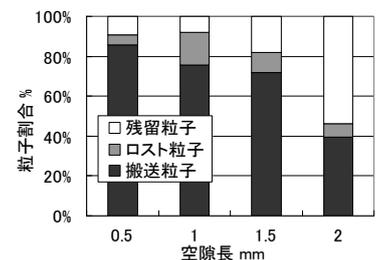


図6 粒子搬送特性