

キセノンフラッシュランプを用いた空間中の微小パーティクル検出手法の研究開発 Study development of particle detection technique in space using xenon flash lamp

熊大院自¹, 熊大工² ◯清水 隆広¹, 有田 龍之介², 久保田 弘¹

Graduate School of Science and Technology Kumamoto Univ.¹, Faculty of Technology Kumamoto Univ.²

◯Takahiro Shimizu¹, Ryunosuke Arita², Hiroshi Kubota¹

E-mail: t_shimizu@st.cs.kumamoto-u.ac.jp

1.研究背景と目的

パーティクルの影響は昨今半導体の微細化が進むにつれて相対的に大きくなってきており、歩留り低下の一つの要因となっている。半導体装置を扱うメーカーの対策としては突発的なパーティクルの発生を防ぐために装置の定期的なメンテナンスを行い、装置内のデバイスへ影響を与えないようにしている。しかし、そのためには半導体装置を停止させる必要があり、生産ラインを止めなければならず、製品のスループットに影響を与える。そこで、ますますの製品のスループット向上の第一歩として、本研究ではクリーンルームまたは半導体装置中のパーティクルの軌跡を可視化することで、パーティクルの発生源や軌道を監視することを目的としている。その目的を達成することで未然にパーティクルの発生や対策を講じる参考になると考えている。

従来の本研究では粒子を自由落下させ、散乱された画像から終端速度を出してストークスの式より実際の粒径を算出していた。しかし、ストークスの式からわかるように粒径が小さくなるほど、終端速度が遅くなることがわかる。今回の実験においては従来の自由落下ではなく風力を用いることにより、終端速度の遅い粒子を風速に近づけ、粒径が小さい粒子の散乱画像を撮影する狙いがある。

2.ストークス近似による終端速度

一個の球状粒子を落下させると粒子に上向きの力を及ぼす抵抗力和浮力が作用するため、無限に粒子の速度が速くなることはなく、下向きの重力と釣り合いが取れたときにある一定の速度となる。その速度を終端速度といい、ストークスの式で終端速度 v_t は次式であらわされる。粒子の密度を ρ_p 、重力を g 、流体の密度を μ 、粒子直径を D_p とする。

$$v_t = \frac{\rho_p g}{18\mu} D_p^2$$

3.実験方法

本実験では HEPA フィルターを用いているクリーンルーム内でスチーム吸入器を使用し、噴霧される水蒸気を粒子として考える。粒径が小さい粒子ほど、HEPA フィルターの気流により粒子の速度は増す。その粒子にキセノンフラッシュランプを数回照射させ、散乱された粒子画像を CCD カメラで撮影する。撮影された画像から粒子の速度を出す。

4.結果

本実験の簡易実験として、扇風機の風力を使用し、扇風機の気流に粒子を乗せた粒子速度の実験結果を示す。自由落下での粒子の速度は 0.05~0.5m/s 程度であったが、気流に乗せた粒子の速度は扇風機の速度に近い 1.31m/s になった。散乱された粒子画像を Fig.1 の赤の点線で囲って示している。クリーンルームでの実験結果は当日報告する。

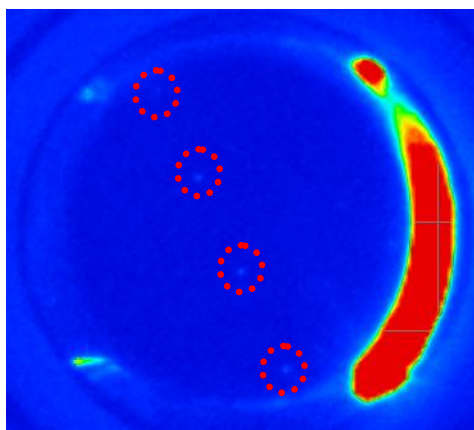


Fig.1 Particle in the airflow