

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

情報電気電子工学科	教授	氏名 久保田 弘
〃	学部学生	氏名 有田 龍之介
大学院自然科学研究科	前期課程	氏名 清水 隆広

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ない。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。

2. 理論

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と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。

$$v_t = \frac{(\rho_p - \rho)g}{18\mu} D_p^2$$

粒子の密度を ρ_p 、流体の密度を ρ 、重力を g 、流体の密度を μ 、粒子直径を D_p とする。

3. 実験方法

排気管を想定した六方管から粒子を落下させ、管内で粒子が散乱することができる位置にキセノンフラッシュランプを置き照射する。その照射によって散乱された光をキセノンフラッシュランプと垂直な位置に CCD カメラを置き、管内の散乱光の画像を取得する。CCD カメラの露光時間を任意の時間に設定し、その露光時間中にキセノンフラッシュランプを数回照射させ画像を取得する。その画像から粒子の速度を計算し、ストークスの式から粒子直径を算出する。

4. 結果と考察

Fig. 1 は横軸に粒子直径、縦軸に終端速度を対数でとり、両対数グラフとなっている。理論値はストークスの式から導き、実測値は実験において計測された値をプロットしたグラフとなっている。本実験では $10 \sim 50 \mu$ 程度の粒子直径の粉を落下させている。Fig. 1 から粒子直径が大きくなると終端速度が速くなっていることがわかり、また実測値が理論値に近い勾配でプロットされていることもわかる。

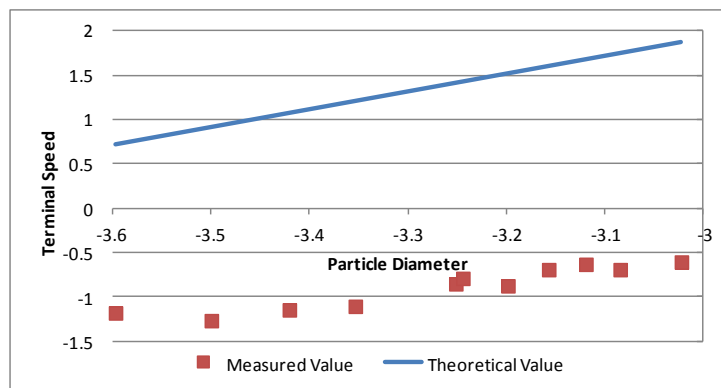


Fig.1 Terminal Speed versus Particle Diameter