

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 with a 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

T.Shimizu¹,R.Arita²,H.Kubota¹

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

1.研究背景と目的

半導体デバイス製造装置で発塵されたパーティクルは真空ポンプを経由し、排気装置で分解され、有害であるパーティクルは無害なパーティクルにされ、工場外へ排気される。このようにパーティクルは除去され、製造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、排気装置の配管がパーティクルで汚染されると排気装置のパフォーマンスが落ちてしまうために半導体デバイス製造装置へ影響が出てしまうことがある。この影響を防ぐため、排気装置は定期的にメンテナンスを行う必要がある。従来排気装置のメンテナンスは装置運用データから欠陥が多くなりだす時期を予測し、その時期に排気装置のメンテナンスを行っていた。しかし、排気装置のメンテナンスを行うために半導体デバイス製造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大きく影響を与える。そのため量産現場においては、オンラインで排気装置のメンテナンス時期を予測したいという要求が高まってきた。

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 、流体の粘度を 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 10~50 μ 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。

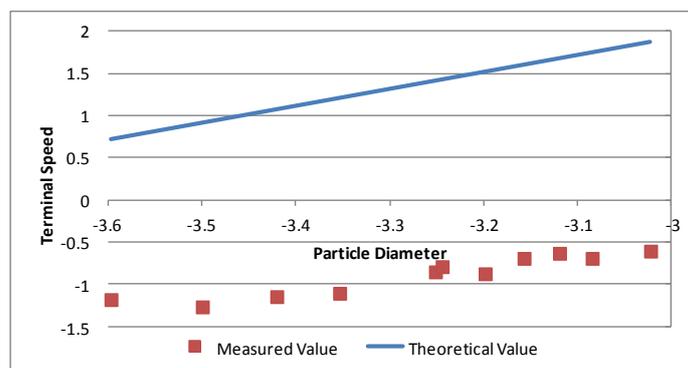


Fig.1 Terminal Speed versus Particle Diameter