

熱真空試験における表面堆積粒子状コンタミネーションの評価方法と低減対策

環境試験技術センター
Environmental Test Technology Center

1. 目的

スペースチャンバにて行われる熱真空試験環境下における粒子状コンタミネーションは、通常のクリーンルームとは異なる挙動を示す可能性がある。ここでは、熱真空試験環境において供試体に堆積する粒子状コンタミネーションの測定結果と同コンタミネーションを低減させることを目的に行った実験結果を報告する。

2. 測定方法

従来、表面堆積粒子の計測は、基板上で堆積した粒子を光学顕微鏡で人が目視で数える手法であり、測定に膨大な時間を費やす、人的不確かさが生じるなどの問題点があった。基板表面にレーザー光を照射し、その散乱光から粒子径・粒子数を計測する基板表面検査装置も市販されているが、非常に高価であり、年数回のみ行われる熱真空試験での計測用途にはコスト的に見合わない。

そこで今回は、安価で測定時間の短い、落下塵カウンタを購入して測定を実施した。

落下塵カウンタは基板上に光を照射して粒子からの散乱光により粒子を画像化し、粒子径・粒子数を計測する方法が用いられている。

4インチφSiウエハの計測に係る測定時間は約30秒と短いが見測粒子径が $30\mu\text{m}$ 以上のみであることが難点である。測定画像サンプルを図1に示す。

3. 現状の測定結果

通常手順での清掃方法及び通常排気/大気圧戻し過程で堆積する粒子は、表1に示すとおりであった。

表1 現状の表面堆積粒子の状況

	13mφチャンバ	8mφチャンバ	6mφチャンバ
MIL-STD-1246C LEVEL	LEVEL 200~500	LEVEL 500	LEVEL 300~500
30 μm 以上の粒子数(個/ m^2)	3,780~20,538	7,958~39,988	4,377~15,915

4. 低減対策後の測定結果

表面堆積粒子状コンタミネーションの低減対策として、大気圧戻し速度を遅くする手法とプロウ・空気洗浄機での清掃の2種類を8mφスペースチャンバを使用して試みた結果、35%以下に低減可能なことが確認できた。対策効果を図2に示す。



図2 低減対策効果(30 μm 以上の粒子数)

5. 代表粒子径の測定結果からの粒径分布の推測

今回用いた落下塵カウンタでは粒径 $30\mu\text{m}$ 以上の粗粒子のみの計測であるため、粗粒子の計測結果から、粒径 $30\mu\text{m}$ 以下の微粒子数を推定可能な電子顕微鏡での計測結果と比較し、MIL-STD-1246Cに示されるクリーンルームの粒子分布に当てはめて確認した。結果を図3.1~3.3に示す。

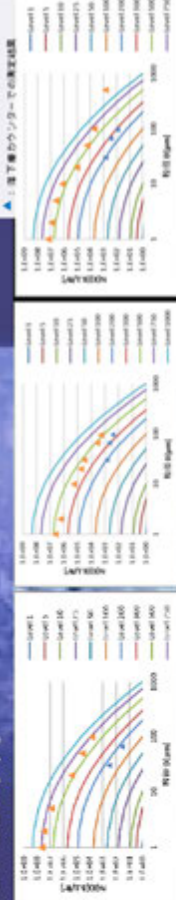


図3.1 13mφチャンバ

図3.2 8mφチャンバ

図3.3 6mφチャンバ

顕微鏡での測定結果と比較すると、粒子数には差があるものの、粒子分布はMIL-STDで示される通常のクリーンルームにおける累積個数濃度カーブに当てはまる結果であり、代表粒子径から遮断面積率(PAC)を算出することは可能と考ええる。

電子顕微鏡での粒子数と乖離した原因は、電子顕微鏡での計測手法に問題が内在している可能性が高いため、今後、電子顕微鏡での計測手法を確立していく。

6. まとめ

- (1) チャンバ内での表面堆積粒子は、プロウ清掃、大気圧戻し速度を遅くすることで大幅に低減可能であることが確認できた。今後、運用方法、設備改修に反映していく。
- (2) クリーンルームとチャンバ内の粒径分布はほぼ同じであるため、代表粒子径を測定することで遮断面積率(PAC)を算出することは可能と考えられる。
- (3) 光学顕微鏡での粒子測定には、手順等を厳密に定めて行う必要があり、今後手順を整備する必要があるが、定常的な測定には落下塵カウンタでの簡易測定でも評価可能である。