

空間差分法によるパーティクル検出の感度向上と パーティクルサイズの切り分け

Improving the sensitivity of Nano particles detection and identification of particle size using spatially difference method

熊本大学大学院自然科学研究科¹, 熊本大学工学部² ○伊藤 雄大¹, 有田 龍之介², 久保田 弘¹

Kumamoto Univ. Y.Ito R.arita, H.Kubota

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

1. 研究背景と目的

半導体基板上の微小パーティクルは歩留まりを大きく悪化させる原因となる。このため半導体製造プロセスにおいて微小なパーティクルの検出は重要な課題の 1 つである。半導体配線幅の微細化が進むにつれ、この問題はよりシビアになり、より微小なパーティクルの検出技術が必要となっている。パーティクルの検出には散乱法が広く用いられている。微小粒子からの散乱光強度は粒子径の 6 乗に比例し、パーティクル粒径が小さくなるにつれ急激に減少する。このためより微小なパーティクルを検出するために散乱光信号を高感度に検出する手法が求められている。

我々の研究室ではこの光散乱法の検出感度向上手法としてナノメートル空間差分法を提案している。この手法はナノメートル単位で微小に動かして撮影した散乱光画像を差分処理することによって(1)微分信号化によるエッジ部分の強調効果 (2)同相ノイズの低減、の二つの効果により検出感度を高めるものである。空間差分法では検出するパーティクルの粒子径ごとに適した差分幅をとることで最大の感度向上が得られると考えられる。本研究では、粒子径ごとの最適差分幅の検証とこれを用いたパーティクルサイズの切り分けについて検討する。

2. 空間差分計測手法

精密駆動ステージ上に置いたウェハにレーザーを照射し、通常の光散乱法と同様にパーティクルからの散乱光をエリアイメージセンサによって計測する。その後ステージを微小に変位させ再度散乱光画像を計測する。得られた 2 つの散乱光イメージの各画素の輝度値を差分し、差分処理画像を得る。これを 4 方向について行い、得られた 4 枚の差分処理画像と元画像を足し合わせる。これにより(1)微分信号化によるエッジ部分の強調効果 (2)同相ノイズの低減、の二つの効果を得る。

3. 実験方法

測定資料としてシリコンウェハ上に粒子径 200nm, 100nm, 50nm, 20nm の PSL 粒子を塗布したものを用いた。波長 488nm の Ar レーザーを試料に照射し、顕微鏡と CCD カメラにより散乱光を測定した。精密ステージによりステージを X 方向に 10nm~1 μ m の幅で移動させ、描く差分幅で差分処理を行う。

粒子径 50nm のパーティクルに対し、差分幅 50nm, 100nm, 150nm, 200nm, 300nm で差分処理を行ったときの S/N 比を図 1 に示す。グラフは 200nm 以上の差分幅で最大の S/N 比となっている。50nm パーティクルの本計測システムでのエアリーディスク径は 500nm 低緯度であり、S/N 比はこの半径程度で最大になるのではないかと予測される。

講演では各粒径のパーティクルに対し同様の実験を行い、S/N 比のエアリーディスク半径依存の実証と最適差分幅の検討について議論する。また、エアリーディスク径は粒子径に依存することから、これを利用した空間差分法によるパーティクルサイズの切り分けについても検討を行う。

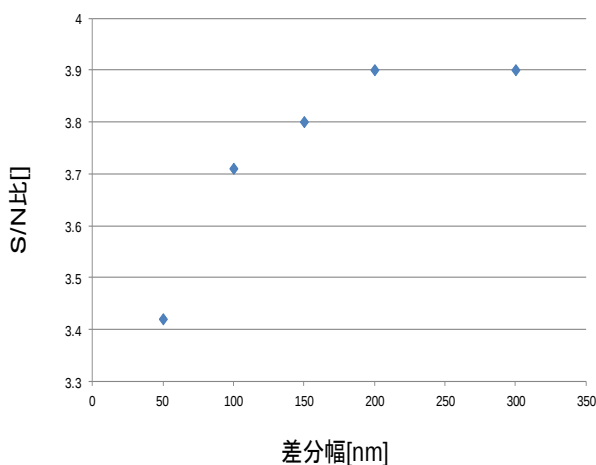


図 1. 空間差分法における S/N 比と差分幅の関係 (パーティクル径 50nm)