半導体配線工程の欠陥検査における実効感度向上

櫻井光一*
小野山　歩*
藤井達也*

要　旨

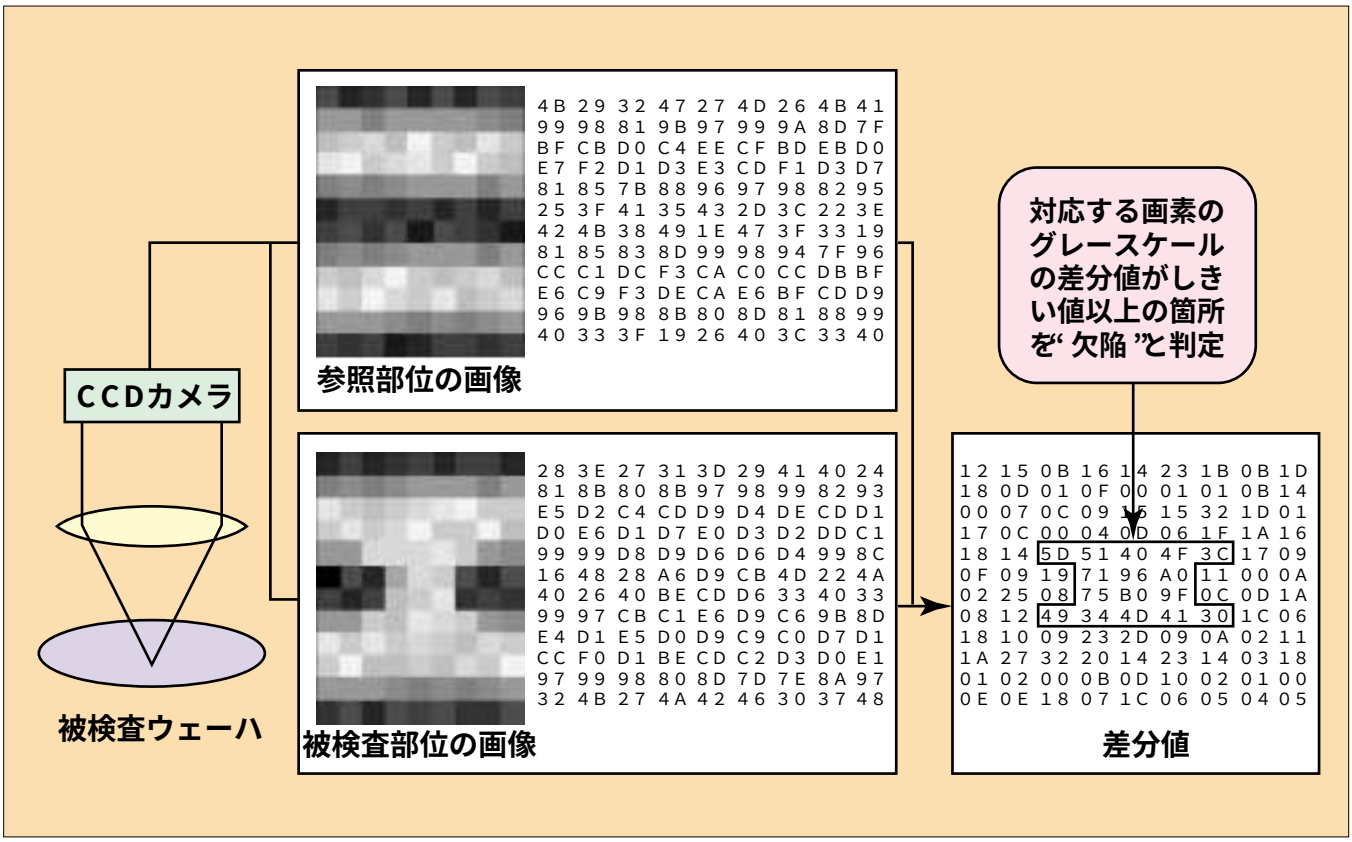
半導体デバイスに対する光学画像比較式のパターン欠陥検査は，ウェーハプロセス中の不良発生工程の特定を行うための有力なツールであり，生産性向上のために各量産ラインで活用されている。

ところが，システムLSIのメタル配線で用いられるリフローAl−Cuなどに対するパターン欠陥検査の実効感度は，素子分離などの他工程に対する感度よりも低かった。その理由は，配線の結晶粒界面に析出するグレインを検査装置が欠陥と誤認識してしまうため，それらを検出しないように検査条件の感度設定を意図的に低く設定せざるを得なかったからである。

今回，この問題点に対し，A／D変換時のグレースケールの飽和現象（例えば分解能が８ビットの場合に上限の255以上にはならない現象，“Saturation Effect”と命名）によってグレインを検出しにくくし，配線ショートなどの電気的欠陥の検出感度向上を試みた。今回提案したこの方法は，従来方法と比較すると，高感度な繰り返しパターンの検査での感度向上に適用できるなどの特長がある。

実験では，ウェーハ表面への照明強度を最適化することによって，実効検出限界を約0.8μmから約0.4μmに微細化できることを確認した。先端デバイス量産ラインでは，この手法の適用によって欠陥の検出率が飛躍的に向上し，新たに判明した問題工程に対策を講じることによって製品の品質向上を図ることができた。

本稿では，従来法の問題点，Saturation Effectの原理，実験結果などについて述べる。



光学画像比較式パターン欠陥検査の原理

ウェーハ表面の光学顕微鏡像をCCD等を用いて画像メモリに取り込む。その際，同一パターンの画像を参照画像として同時にメモリに記憶する。各画素はグレースケールにA／D変換される。上図に８ビット（255階調）変換の模式図を示す。同一箇所とみなされる画素間でグレースケール値の差を計算し，差の絶対値が設定しきい値以上の画素に対応するウェーハ上の部位を“欠陥”と認識する。この際，いかにして画像のゆらぎ等に起因する“擬似欠陥”を検出せず，かつ電気的不良につながる“欠陥”を確実に検出するかが，品質管理上，重要となる。

*生産技術センター