

能動的な管理図管理のあり方

名古屋工業大学大学院社会工学専攻 仁科 健

データの獲得方法を観察か実験かで分けるとするならば、管理図は観察によってデータを獲得／活用する典型的な手法である。観察データであるからには、その統計的特性がデータをとる環境に大きく左右されることは言うまでもない。また、伝統的な管理図の考え方は“品質(生産のアウトプット)をモニタリングすることによって、品質をつくり込んだ工程を管理する“ことであり、生産の”結果系のデータ“のモニタリングが基本である。計測技術、制御技術やその周辺技術の発展に伴い、製造工程を取り巻くデータ獲得の環境は大きく変化し、結果系のばらつきの減少に大きく貢献している。半導体ウェハ製造工程はその代表的な工程の一つである。

半導体ウェハ製造工程では、外部要因や原材料の影響を受けやすく、また、変動要因が非常に多いことから、チューニング(主にフィードバックコントロール)が多用される。このような工程でのモニタリングを考えたとき、従来の工程管理である“結果系のデータ”の挙動を(観察によって)モニタリングする受動的な方法では対応しきれない。結果系のデータはチューニングによってばらつきが制御されていて、工程の鏡とはなりにくい状況にあると考えられるからである。今回の報告では半導体ウェハ製造工程を事例として、このような状況下での管理図管理のあり方は如何にあるべきかを議論したい。

処方箋の一つは入力側の変化に対して出力側がどのように変化をするかをモニタリングすることであると考えられる。例えば、チューニングは意図的にプロセスパラメータを変化させる。その変化によって結果のばらつきを抑えている。半導体ウェハ製造工程の場合、チューニング時の入力加工エネルギーであることが多い。すなわち、入力と出力関係をモニタリングすることは製造メカニズムをモニタリングすることに相当する。また、プロセスパラメータが部品系であるとき、部品には劣化現象が必ず発生する。部品の劣化が意図的なものではないものの、部品の劣化を入力として捉え、その入力側の変化に対する結果系との入力ー出力関係をモニタリングすることは、動的に製造メカニズムを捉えていることになる。

管理図はいつもの変動を把握しておき、これからの変動がこれまでのいつもの変動かどうかを統計的に判断する道具である。いつもの変動ではないという統計的判断が管理外れ、いわゆる異常である。上述したように、入力ー出力関係が異常と言うことは、その関係を構成するメカニズムがいつもとは異なる状態になったことを意味する。したがって、入力ー出力関係をモニタリングすることは、工程のメカニズムを能動的にモニタリングすることを意味する。

“結果のばらつきのモニタリングから入力ー出力関係のモニタリングへ”。この考え方は、これまでの管理図が受動的なモニタリングであったのに対して、能動的なモニタリングへの提案を意味する。そのため統計的なツールが必要となる。今回紹介する半導体ウェハ製造工程の管理に活用した Jackson et. al (1979)による T^2 -Q 管理図はその一つである。

参考文献

Jackson, J. E. and Mudholkar, G. S. (1979): “Control Procedures for Residuals Associated With Principal Component Analysis,” *Technometrics*, Vol. 21, No. 3, 341 – 349.