

《歩留り・信頼性・車載用半導体の故障率に関する考察》

歩留り・信頼性は高いほど良いか？ 真に求められる技術の追求が重要



長岡技術科学大学 極限エネルギー密度工学研究センター 客員教授 湯之上 隆

「歩留りおよび信頼性は高いほど良い」、「車載半導体の故障率はゼロでなくてはならない」ことは正しいのか。確かに、高歩留り、高信頼性、故障率ゼロが簡単に得られるならば、それに越したことはない。しかし実際には、高歩留り、高信頼性、故障率をゼロに近づけるほど、コストがかかる。LSIのビジネスであるから、利益が出る最小の歩留り、許容される最低の信頼性、許容される最大の故障率を目指すべきである。そのようなスペックを最小限のコストで実現する技術こそが、真に求められる技術なのではないだろうか？

歩留りと信頼性について

世界金融恐慌の嵐は、しばらく収まりそうにない。このような時こそ、自社および自身の内省に努めるべきであろう。猛吹雪の厳冬の間、じっと内的エネルギーを貯め込み、春の到来とともに芽を出し大輪を开花したいものである。

さて、その内省の一環として、本稿では歩留りと信頼性に関する以下の命題^{注1}が本当に正しいのかを考察してみたい。歩留りは高いほど良い、信頼性は高いほど良い、車載用半導体など人命にかかわるものは、故障率をゼロにしなくてはならない。

歩留りは高いほど良いか？

2004年9月、ある日本のLSIメーカーA社から、あるアジアのLSIメーカーB社に転職したX氏へのインタビューを行った(図1)。その際、歩留りに関する非常に興味深い話を聞いた。当時、あるデバイスについて、日本のLSIメーカーA社の歩留りは98%、アジアのLSIメーカーB社の歩留りは83%であったという。その数字を見てアナリスト達は、日本のLSIメーカーA社の技術力が高いと評価した。しかしX氏によれば、「そのような評価は全く意味がない」とのことであった。その理由は以下の通りである。

第1に、B社のチップ面積はA社の半分近い。従って、300mmウェーハから取得できるチップ数は、歩留り83%のB社の方が、98%のA社よりもずっと多い。

第2に、歩留りを60%から80%に上げるのは比較的容易だが、80%から98%に上げるためにはそれとは質の異なる多大な努力が必要となる。つまり、人、金、時間など膨大なコストがかかる。B社は歩留り80%以上ならビジネスが成り立つので、それ以上の

歩留りを追求する必要がない。つまり、歩留り向上のために無駄にコストをかける必要がない。

第3に、B社は、現在量産しているデバイスのシュリンク版について、4世代同時開発を行っている。つまり、現在量産している製品よりさらにチップサイズの小さなデバイスが、すぐ後に控えている。従って、現在の量産品の歩留りを血道を上げて向上させる代わりに、チップサイズのより小さな製品の量産立ち上げを行うことに注力するのである。

以上のヒアリングから、闇雲に歩留り向上を追求するのは決して良いことではないということを考えさせられた。極論すれば、歩留り1%であっても、それで利益が出てビジネスが成立するのならば、それ以上の歩留り向上にコストをかける必要はないということである。もちろん、大した努力をせずして100%近い高歩留りが出るのであれば、それに越したことはない。しかし、通常、歩留り向上にはコストがかかる。特に、高歩留りを目指すほど、そのコ

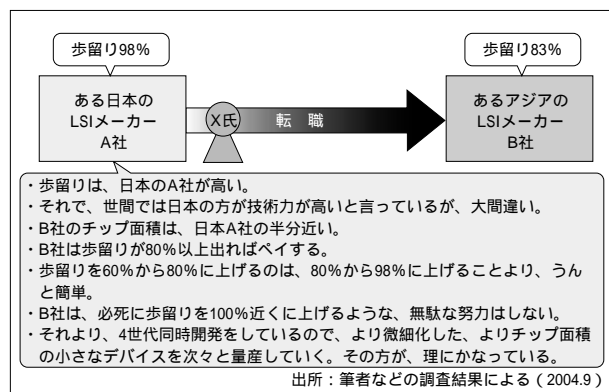


図1 A社からB社へ転職したX氏へのインタビュー

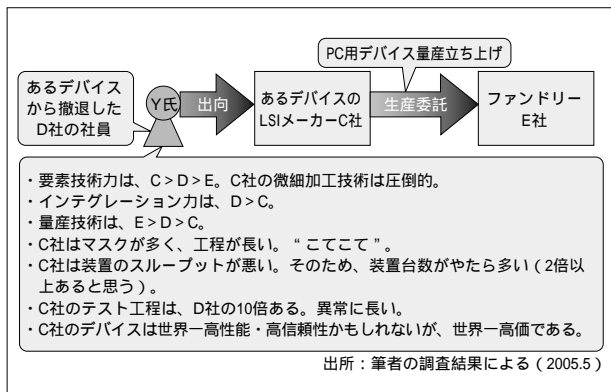


図2 D社からC社へ出向しているY氏へのインタビュー

ストは増大する。従って、自社工場がどの程度の利益(率)を目標にしている、その利益(率)を実現するにはどの程度の歩留りが必要なのかを明確に把握しておくことが必要だ。何事にも費用対効果を考えることが重要であろう。

信頼性は高いほど良いか?

2005年5月、ある日本のLSIメーカーC社に、D社から出向しているY氏へのインタビューを行った。D社は、あるデバイスのビジネスを打ち切った。そのデバイスの専門メーカーであるC社が慢性的な人手不足であったため、その要請を受けて、D社はそのデバイスのスペシャリストY氏をC社へ出向させることにしたのである(図2)。C社は、シェアアップのために、台湾のファンドリーE社を活用しようとしていた。従って、Y氏は、そのデバイスについて、C社、D社、E社の3社を比較できる立場にあった。ヒアリングの結果は以下の通りである。

要素技術については、C社が最も優れている。特に微細加工技術については、C社の技術は圧倒的に優れている。インテグレーション技術についても、高性能・高品質なデバイスを作る技術はC社が優れている。一方、効率良く、低コストでデバイスを作る技術はD社が優れている。C社はマスク枚数も工程数も多く、“こてこて”である。量産技術については、ファンドリーE社が最も優れている。次がD社であり、C社は最下位である。スループットが悪いため、装置台数もやたら多く、D社の倍くらいあるのではないかと。さらに、テスト工程が多過ぎる。D社の10倍くらいあるのではないかと。PC用のデバイスであることを考えると、このテスト工程の多さは異常としか思えない。Y氏は最後に、「C社のデバイスは世界一高性能かつ世界一信頼性が高いかもしれないが、世界一高価である」と述べた。

高性能・高信頼性がデバイスの競争力の源泉となっていて、利益を生み出しているのならば、C社

の技術は素晴らしいと言える。しかし実際には、PC用のデバイスがビジネスの主体であることを考えると、C社の技術には疑問符を付けざるを得ない。さらに昨年からは、低価格PC(ネットブック)市場が急拡大している。もしネットブック用に、これまでと同じ製造方法および同じテスト工程で、同じ性能および同じ信頼性のデバイスを作っているとしたら、それは早急に改める必要があるだろう。

故障率をゼロにしないといけないか?

最後に、車載用半導体などは故障率をゼロにしないといけないのかを考察する。確かに、車載用半導体の不具合により事故が起き、人命が失われることは問題であろう。車載用半導体の故障率はゼロであるに越したことはない。しかし、どんなに頑張ってみても、人工的な工業製品であるLSIが永久に壊れないということはある得ない。すなわち、LSIの故障率をゼロにすることは、現実的に無理であろう。このような不可能なことを追求するよりも、万が一LSIが故障した場合でも、大事故にならないようなフェールセーフ機構を、自動車メーカーとLSIメーカーが共同で開発することを考えた方が得策なのではないか?

真に求められる技術とは?

本稿では、歩留り、信頼性、車載用半導体の故障率について考察した。簡単に高歩留り、高信頼性、故障率ゼロが得られるならば、それに越したことはない。しかし実際には、高歩留り、高信頼性、故障率をゼロに近づけるほどコストがかかる。LSIのビジネスを行っているわけであるから、利益が出る最小の歩留り、許容される最低の信頼性、許容される最大の故障率を目指すべきである。そのようなスペックを最小限のコストで実現する技術こそが、真に求められる技術なのではないだろうか?

貴方の会社では、歩留り、信頼性、故障率の目標値をどのように設定し、どのようにして実現しようとしていますか? この実現に必要なコストをきちんと見積もっていますか?^{注2}

注1: 5月下旬に関西で開催されるSEMI FORUM JAPANのマニュファクチャリングサイエンスセミナーから、「歩留りと信頼性」に関する講演依頼を受けた。その際、チェアマンとのやり取りの中で、このような話が出た。

注2: 筆者は、「歩留りと信頼性」に関しては素人であり、本稿はいわば、素人から見た部外者の意見である。従って、「歩留りと信頼性」の専門家のご意見を拝聴したく、yunogami@gmail.comまで連絡いただきたい。