

《半導体ウェーハ再生市場の現状》

世界にエコの風が吹き始めた 半導体メーカーは意識改革を



ルネサエレクトロニクス 半導体事業部 技術主幹 湯之上 隆

地球規模での環境対策が必要な時代になった。産業廃棄物を大量に排出する半導体産業は、真剣にエコ技術を推進する責務がある。量産工場からは製品にならないウェーハが大量に排出される。全ウェーハの約30%が再生に回り、日本の再生メーカーの世界シェアは67%に及ぶ。しかし、パターン付きウェーハの多くが粉碎廃棄されている。また、再生価格の決定権は半導体メーカーにあり、価格は統一されている。最小限のSi研磨で再生すれば、同一ウェーハを100回以上使い回せるが、その技術に見合った再生価格は支払われない。その結果、良い技術を持っている再生メーカーが疲弊している。優秀な再生技術は、半導体メーカーのウェーハコストを大幅に削減し、地球環境の向上に貢献する。半導体メーカーの意識改革を切望する。

世界にエコの風が吹き始めた

米国オバマ大統領は、グリーンニューディール政策を提唱した。今後10年間で、環境エネルギー分野に1500億ドルを投じて、500万人の雇用を生み出す計画である。また、鳩山総理大臣は、2009年9月22日の国連・気候変動サミットにて、「温室効果ガスを、2020年までに、1990年と比べて25%削減することを目指す」と宣言した。25%という数字に賛否両論はあるものの、地球温暖化防止のために、CO₂をはじめとする温室効果ガスの削減は、最早、待たなしの状況にある。

このような背景の下、各産業はエコ技術の開発に乗り出した。例えば、エネルギー分野における太陽光発電、太陽熱発電、風力発電、スマートグリ

ッドの開発など。また、自動車産業では、ハイブリッドカー、電気自動車などが注目を集めている。

半導体産業においても、エコ技術の推進が必要なのは言うまでもない。パワー半導体やLEDを筆頭に、微細化がスローダウンし、ムーアの法則が止まるかもしれない半導体産業全体において、エコ技術が、今後の新たな競争軸になる可能性がある。

大量に産業廃棄物を排出する半導体産業

改めて、半導体の製造工程を眺めてみると、無駄の集積であることがわかる。ウェーハに塗布されたレジストのうち、99%以上は捨てられている。成膜やドライエッチングに使われるプラズマの原料ガスも、99%以上が捨てられている。各種薬液も少し汚れると全て廃棄される。集積回路が形成されたウェーハは、バックグラインドにより、96%が削られてごみになる。しかし、製品になるウェーハならまだしも、製品にならないウェーハ（Non Product Wafer：NPW）が山のように排出される。

ナノレベルの微細パターンを形成し、微小なごみを徹底的に排除して、歩留りを向上させるためとは言っても、何と地球に優しくない産業であることだろう。このようなことからしても、半導体産業は、業界を挙げて、エコ技術の推進に取り組む責務があると言えるだろう。

NPWはどのくらいあるか？

では、量産工場に投入されたウェーハのうち、

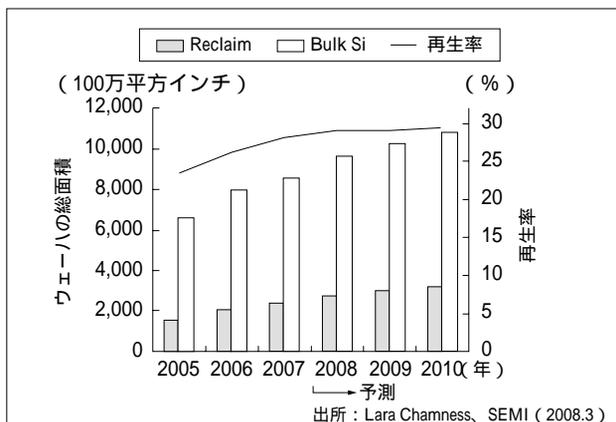


図1 ウェーハ/再生ウェーハ総面積と再生比率の年次推移

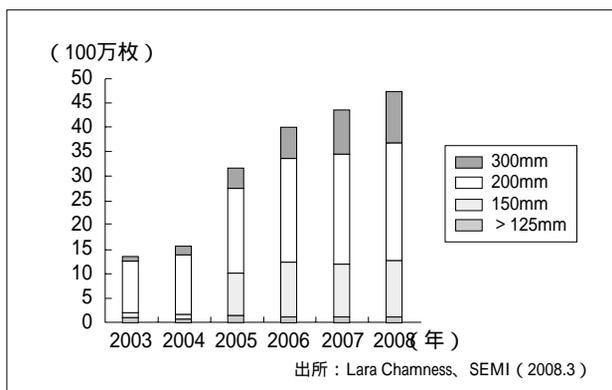


図2 再生ウェーハの世界市場規模の年次推移

NPWはどのくらい発生するのだろうか?

まず、投入されるウェーハには、製品用のプライムウェーハと、試作や装置のメンテナンスのためのダミーウェーハがある。筆者の(古い)経験では、製品1枚に対して、NPWが約1枚使われていた。また、最近耳にした話では、微細化の最先端をいく大手半導体メーカーでは、投入ウェーハの66%がNPWになっているケースもあるという。

NPWの行く末は?

このようなNPWは、一体どのように処理されているのだろうか?

まず、装置のダミーランに使われてごみだらけになったNPW、および成膜装置のダミーとして使われ薄膜が形成されたNPWは、ごみや薄膜を除去して、再びダミーウェーハとして使用されている。この再生は、半導体メーカーが工場内で行う場合もあるが、多くは、専門のウェーハ再生メーカーに委託して処理している。

次に、試作に使われてパターンが形成されているNPWの一部は、上記の再生メーカーが、研削や研磨などによりパターンを除去して、ダミーウェーハに再生している。しかし、ほとんどは粉碎廃棄されている。その理由は、パターンの除去が難しいこと、半導体メーカーが機密漏洩を懸念して再生に出さないことによる。

さらに、製品ウェーハのうち、低歩留りのウェーハがNPWとして排出される。これについては、上記のパターン付きウェーハと同様の理由で、ほとんどが粉碎廃棄されている。

投入されているウェーハのうち、どのくらいがNPWになり、どのくらいが再生されているのだろうか? 粉碎廃棄されているウェーハ枚数は、半導体メーカーごとに事情が異なるので、NPWの割合を正確に推定することは難しい。SEMIの統計では、世界全体で生産されたウェーハの総面積と、再生

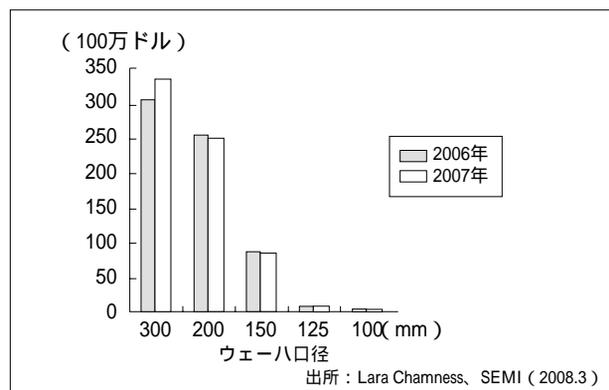


図3 再生ウェーハの世界市場規模(売上高)

されたウェーハの総面積の比率は約30%となっている(図1)¹⁾。従って、平均して、工場に投入されたウェーハの約30%が再生されていることになる。

ウェーハ再生市場の規模

世界のウェーハ再生市場(枚数)の年次推移を図2に示す。再生市場で最も枚数が多いのは、200mmウェーハである。2005年以降は、300mmウェーハの再生枚数の増加が顕著となっている。いずれ、300mmウェーハの再生枚数が200mmを上回るであろう。

また、2005年以降、150mmウェーハの再生枚数が、突然、増大している。これは、太陽電池産業が急成長し、ウェーハが逼迫したことに原因があると思われる。つまり、半導体メーカーが、これまでのようにウェーハを入手することが困難になってきたため、再生せざるを得なくなったのではないかと推定できる。

図3に、世界のウェーハ再生市場規模(売上高)を示す。売上高は、300mm、200mm、150mmの順となっている。再生枚数が最も多い200mmウェーハでも、売上高では300mmの再生規模に及ばない。これは、300mmウェーハ1枚当たりの再生単価が、200mmより高いことによる。従って、今後、再生市場の主戦場は、300mmになっていくだろう。

ウェーハ再生市場分布とシェア

図4にウェーハ再生市場分布と国籍別の再生シェアを示す。ウェーハ再生市場の大きい順に、日本、台湾、米国、欧州、韓国、中国となっている。この結果から、日本および台湾の半導体メーカーは再生率が高く、韓国および中国の半導体メーカーは再生率が低いと推定できる。

また、再生シェアは、日本が67%と圧倒的に高い。この結果から、世界の中で、ウェーハ再生の拠点になっているのは日本であることがわかる。

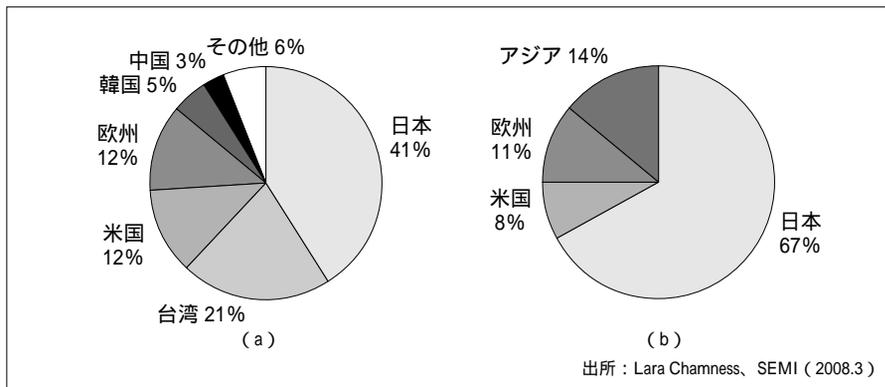


図4 ウェーハ再生市場分布(a)と国別再生シェア(b)

ウェーハ再生における問題点

ウェーハ再生について、日本が世界の中心となっていることがわかった。しかし、問題点も多い。

半導体メーカーごとに、ウェーハ再生に対する意識がバラバラ

省資源、省エネルギー、さらにはウェーハコストの削減を意識して、ウェーハ再生に真面目に取り組んでいる半導体メーカーもある。しかし、多くの半導体メーカーは、NPWをごみ扱いしている。ごみであっても分別回収すれば、再び生まれ変わるのである。半導体メーカーは、せめて傷をつけないように丁寧に扱い、分別回収して再生メーカーに処理を委託すべきである。そうすることによって、半導体メーカー自身もコストダウンが図れる上、地球環境の向上に貢献できる。

パターン付きウェーハの多くが粉碎廃棄に

パターンは機密情報であり、機密漏洩を懸念するという気持ちはわからないでもない。しかし、地球規模で環境対策を講じる時代となったのである。ウェーハ再生メーカーと秘密保持契約を結ぶなど、運用で解決できる問題である。粉碎廃棄するウェーハは、基本的にゼロにすべきである。

最大の問題は、再生技術と価格に関すること

ウェーハ再生メーカーによって、技術の優劣がある。ウェーハを再生する際、どのくらいSiを研磨するかが再生メーカーによって異なる。最小限のSi研磨量で再生するような技術を開発している再生メーカーもあれば、そうでない再生メーカーもある。しかし、再生価格は全て同じであるという。Siの研磨量が少ないほど、同一ウェーハを再生できる回数が増える。つまり、半導体メーカーにとってコストメリットが大きい。再生回数が増大するほど、新品のウェーハを買う必要がなくなるからである。

300mmウェーハの厚みは、775 μ mであるが、100 μ m以上研磨してしまうと、製造装置の搬送ができなくなる。再生メーカーAは、一度の再生でSiを30

μ m研磨する。この再生技術では、同一ウェーハの再生は、3回が限界である。一方、再生メーカーBは、1 μ m以下の研磨でウェーハを再生している。この再生技術なら、同一ウェーハを100回以上、使い回すことができる。ところが、再生価格は、半導体メーカー側が一方向的に決定しており、上記のような技術的な差異があるにもかかわらず、全

て同一価格なのである。

疲弊している真面目な日本の再生メーカー

真面目に技術開発をして、最小限のSi研磨量でウェーハを再生し、半導体メーカーのコスト削減に貢献しているにもかかわらず、それが再生メーカーの利益に反映されない。それどころか、技術開発に投資した分が、その再生メーカーの経営を圧迫している。例えて言うなら、他社に先駆けて圧倒的に燃費の良い自動車を開発したにもかかわらず、価格は他社の燃費の悪い自動車と同じ、ということではないか。これでは、再生メーカーは、真面目に技術開発をする気などなくなってしまうだろう。

半導体メーカーに求められる意識改革

このままいくと、良い再生技術を持っている日本の再生メーカーが、次々と姿を消していくことになりかねない。日本の再生メーカーを生かすも殺すも、半導体メーカーの態度にかかっている。再生メーカーに良い技術を開発してもらい、その技術を活用して同一ウェーハを何回も再生し、それに見合う対価を払えば、半導体メーカーは、再生メーカーと共存共栄できるはずである。半導体メーカーは、ウェーハコストを大幅に削減できる。再生メーカーは、それに貢献することによって利益を上げ、さらに良い技術を開発することができる。そして、この循環は、省資源、省エネルギー、CO₂削減に、大きく貢献できるのである。

ウェーハを大切に取り扱い、分別回収をし、粉碎廃棄ゼロを目指し、ウェーハ再生メーカーの技術レベルに応じて適正な再生価格を支払うよう、半導体メーカーへの意識改革を切望したい。

参考文献

- 1) Lara Chamness : 2007 Silicon Reclaim Wafer Characterization Summary, SEMI (2008.3)