

《AMAT&TEL経営統合の分析と考察》

AMATとTELが経営統合へ 空中分解か？ 瓢箪から駒か？



微細加工研究所 所長 湯之上 隆

AMATとTELが2014年後半に経営統合すると発表した。統合すれば、売上高で2位ASMLの2倍、前工程23分野中13でトップシェアとなる。この背景には、装置市場の低迷と、微細化が液浸+ダブルパターニングに頼らざるを得ない事情がある。統合会社は露光装置以外、ダブルパターニングに必要な装置のほとんどでトップシェアを握るからだ。しかし、あまりにも異なる2社の企業文化をどうマネジメントするか、重複する4種類の装置をどうするかなど死角もある。それ故、統合前に空中分解する可能性もある。一方で、真のシナジー効果により瓢箪から駒が出てイノベーションが創出されるかもしれない。

衝撃的な日米製造装置の経営統合

2013年9月24日、半導体製造装置の売上高1位の米Applied Materials (AMAT) と同3位の東京エレクトロン (TEL) が経営統合を発表した。ちょうどこの日、著者は本誌2013年10月号の原稿を書き上げた直後で、腰を抜かすほどのビッグニュースにもかかわらず、何も取り上げることができなかった。

統合発表から約1か月経ち、統合会社の姿はどうか、何故、両社は統合するのか、統合後のシナジー効果は目論見通りにいくかなどを冷静に分析・考察できた。本稿では、これらについて論じたい。

売上規模から見る統合会社の姿

図1に、トップ10付近にランキングされる製造装置メーカーの売上高の推移を示す。AMATは1992年にそれまで1位だったTELを抜いて首位に立った。その後、AMAT 1位、TEL 2位の時代が15年ほど続く。

ところが21世紀に入ると、露光装置が専門の蘭ASMLが売上高を伸ばし、2009年にTELを抜いて2位に躍り出た。そして2011年には、20年間首位の座に君臨し続けていたAMATを抜き、ASMLがトップに立った。しかし、2012年にASMLが売上高を低下させ、再びAMATが首位を奪還した。このような競り合いはあるものの、ここ10年間ほどはAMAT、TEL、ASMLが3位以内を独占しており、4位以下に大差をつけている。そして、2014年後半にAMATとTELの統合会社が設立されれば、その売上高はASMLの2倍となり、ぶっちぎりのトップになるのは間違いない。ところで、統合会社はオランダに設立されるとい

う。国税と地方税などを合わせた実効法人税率は、米国39.13%、日本36.99%に対し、オランダは25%と低い。さらにR&D関連の税制優遇メニューが豊富で、ここ5年間のASMLの平均税負担率は10%を下回っているという。このような低い税制が、オランダに本社を置く決め手になったと思われる。また、統合会社がもしASMLと手を組めば、製造装置のほぼすべてを支配できるという目論見もあるかもしれない。

製造装置の内訳から見る統合会社の姿

ASMLが露光装置一本槍であるのに対し、AMATが16種類、TELが7種類と、そもそも両社は多種類の製造装置を開発し販売している。この両社および統合した場合の、装置ごとのシェアを表1に示す。

AMATは16種類中、ランプアニール装置、中電流イオン注入装置、高電流イオン注入装置、プラズマCVD装置、メタルCVD装置、スパッタリング装置、エピタキシャル成長装置、CMP装置と8種類でシェ

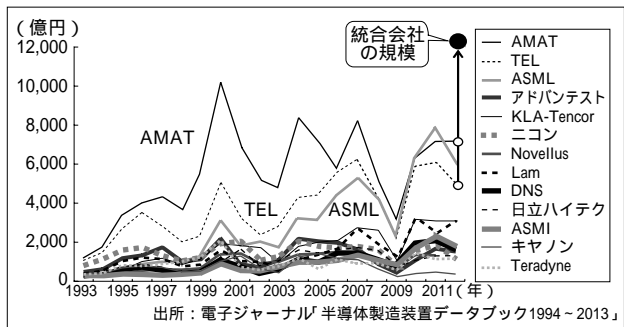


図1 上位の半導体製造装置メーカーの売上高推移

表1 AMAT、TEL、統合会社の各装置におけるシェアとランキング

| 装置の種類 | AMAT | TEL | 統合会社 | | |
|--------|-------------|------|------|------|---|
| | | | シェア | ランク | |
| リソグラフィ | 露光装置 | 0 | 0 | 0 | |
| | 電子ビーム描画装置 | 0 | 0 | 0 | |
| | コート&デベロッパ | 0 | 89 | 89 | 1 |
| ドライエッチ | Siエッチ | 27 | 19 | 46 | 1 |
| | 絶縁膜エッチ | 12 | 58 | 70 | 1 |
| | メタルエッチ | 35 | 0 | 35 | 2 |
| 後処理 | アッシング | 0 | 0 | 0 | |
| | 洗浄・乾燥 | 0 | 18 | 18 | 2 |
| 熱処理 | 酸化・拡散炉 | 0 | 53 | 53 | 1 |
| | ランプアニール | 82 | 0 | 82 | 1 |
| イオン注入 | 中電流イオン注入 | 66 | 0 | 66 | 1 |
| | 高電流イオン注入 | 77 | 0 | 77 | 1 |
| | 高エネルギーイオン注入 | 27 | 0 | 27 | 2 |
| 成膜 | 常圧CVD | 0 | 0 | 0 | |
| | 減圧CVD | 7 | 43 | 50 | 1 |
| | プラズマCVD | 61 | 0 | 61 | 1 |
| | メタルCVD | 37 | 25 | 62 | 1 |
| | スパッタリング | 65 | 0 | 65 | 1 |
| | エピタキシャル成長 | 44 | 0 | 44 | 1 |
| 配線 | CMP | 55 | 0 | 55 | 1 |
| | Cuめっき | 15 | 0 | 15 | 2 |
| 検査 | マスク・レチクル | 18 | 0 | 18 | 3 |
| | ウェーハ検査 | 6 | 0 | 6 | 4 |
| 全体 | シェア | 14.4 | 11.1 | 25.5 | 1 |
| | ランキング | 1 | 3 | | |

出所：電子ジャーナル「半導体製造装置データブック2013」

ア1位である。元々、CVDやスパッタリングなどの成膜装置に強かったが、2011年に米Varianを買収し、イオン注入装置にも強みを発揮している。

一方、TELは7種類中、コート&デベロッパ、絶縁膜エッチング装置、酸化・拡散炉、減圧CVD装置の4種類でシェア1位である。特に、レジストを塗布し、露光後に現像するコート&デベロッパは世界シェア89%と独占状態である。また、米Lam Researchに追い上げられてはいるものの、絶縁膜エッチング装置でシェア58%を獲得し、1位を維持している。

各社のCEOは、「両社の関係は補完的である」と述べていたが、確かに表1を見る限りそれは正しそうだ。両社が重複して扱っている装置は、Siエッチング装置、絶縁膜エッチング装置、減圧CVD装置、メタルCVD装置の4種類しかなく、技術的な優劣もはっきりしている。絶縁膜エッチング装置と減圧CVD装置はTELが優勢だし、ゲートエッチング装置とメタルCVD装置はAMATが強みを持つ。

この2社が統合すると、23種類の装置中、何と半分以上の13種類でシェア1位となる。露光装置を除けば、半導体の前工程の主要な製造装置のシェアをほぼ独占する。売上高規模から言っても、装置ごとのシェアから見ても、圧倒的に強力な巨大装置メーカーが誕生することになる。

統合会社設立の背景要因

両社CEOは、「スマホの普及により搭載される半導体の高機能化が進んでいること、それに対して製造装置はより一層の微細化やウェーハの大口径化を要求されていること、そのために新装置の開発費が数百億円と高騰していること、それ故、両社の統合

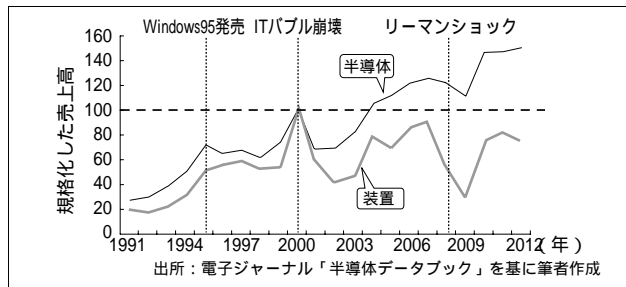


図2 半導体と製造装置の売上高（2000年で規格化）

により開発費の削減を図りたい」と述べている。これは事実であろう。そして、このような事情に加え、装置市場の展望があまり明るくないことに両社が経営統合に踏み切った原因があると考えている。

図2に、ITバブルが崩壊した2000年を100と規格化した時の半導体売上高および装置売上高の推移を示す。半導体市場も装置市場も2000年に大きなピークがある。半導体市場は一旦落ち込んだ後に回復して2004年には2000年のピークを超え、増大する。2008年のリーマンショック後、再び落ち込むが、すぐに回復していることがわかる。

一方、装置市場は2000年のピークの後、現在に至るまでそのピークを超えたことは一度もない。また、リーマンショック後、装置市場は半分に落ち込んでいる。今後を展望すると、装置市場が2000年のピークを超えることは、二度とないかもしれない。

何故、半導体市場は増大しているのに、装置市場が頭打ちなのか？ まず、プレイヤー（半導体メーカー）が少なくなってきたことが挙げられよう。月産10万枚規模の半導体工場を建設するには、5000億円もの投資が必要になった。その投資体力がある半導体メーカーは、世界に5社程度に絞られた。

さらに、各製造装置のスループット（1時間当たりの処理効率）が向上していることも原因の1つと思われる。例えば、ArF露光装置のスループットは、10年前は70枚/h程度だったが、現在は約3倍の200枚/hに向上している。この事情は他の製造装置も同じである。つまり皮肉なことに、装置メーカーが高速処理を実現したが故に、装置の売上高が伸びない結果を招いている。その上、450mm対応の新装置開発費は高騰し、その新装置の売上高には大きな期待が持てない。このような事情が、装置売上高1位と3位の経営統合の背景にあると思われる。

統合会社設立の背景要因

現在、最先端半導体の微細化は、ArF液浸+ダブルパターニングに頼らざるを得ない状況である。例えば、NAND型フラッシュメモリの製造に使われているサイドウォールプロセスと呼ばれる方法は次の

通りである（図3）。

被エッチング膜、犠牲膜（テンプレート）、レジストパターン形成

酸素プラズマによるスリミング

スリミングしたレジストパターンで、テンプレートをドライエッチングし、アッシング

テンプレートパターンにスペーサ膜を堆積

異方性のドライエッチングを行うと、レジストマスクの側壁にエッチング残りが生じる

テンプレートを除去すると、エッチング残りによって形成されたスペーサだけが残る

上記スペーサをマスクにして下地膜をドライエッチング

余分なスペーサマスクを除去すると、非常に微細なパターンが完成

40～20nm辺りの微細加工はこのような手法で凌いできたが、今後は上記で形成したパターンにさらにスペーサ膜を堆積させ、もう一度より薄いスペーサマスクを形成し、それをを用いてより微細なパターンを加工しようとしている。つまり、ダブルパターンニングを2回、3回行うのである。TELの発表では、ダブルパターンニングを2回行うことにより、10nm以下のパターン形成に成功しているという。

このダブルパターンニングに必要な装置は、露光装置、コータ&デベロッパ、ドライエッチング装置、CVD装置、洗浄・乾燥装置である。統合会社は、露光装置以外のすべての装置を手中に収める。しかも、洗浄・乾燥装置以外は、圧倒的なトップシェアとなる。これが、統合会社を作る2つ目の要因と思われる。

統合会社の死角

大規模な経営統合が失敗する事例は多い。半導体メーカーでは、DRAMで日立製作所とNECが合併したが、2012年2月に倒産し、米Micron Technologyに買収された。SoCでは、日立、三菱、NECが統合してルネサスエレクトロニクスが誕生したが、やはり2012年に経営破綻寸前になり、政府系ファンドの産業革新機構を中心とする官民連合に買収された。製造装置メーカーの世界でも、AMATと大日本スクリーン製造（DNS）がSOKUDOを立ち上げたが、結局DNSがすべての株式を買い取り、合併会社は消滅した。

これらはすべて、合併の企業間に埋めることのできない技術文化があり、結婚したけど性格の不一致により離婚したように筆者には見える（エルピーダメモリについては筆者の新刊に詳述¹⁾）。

AMATとTELも性格はあまりにも異なる。AMATは“戦略”の会社であり、TELは“サービス”の会社。AMATは“トップダウン型”であり、TELは“ボトム

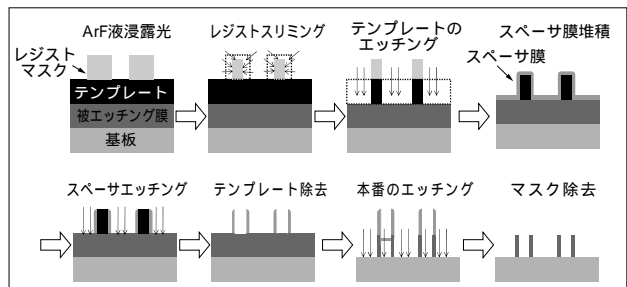


図3 サイドウォールプロセスによるダブルパターンニング

アップ型”と言えるかもしれない。AMATは“米国の洗練されたハイテク企業”であり、TELは“極めて日本的な企業”とも言える。AMATを“剛”とすれば、TELは“柔”。AMATは“手強い”が、TELは“したたか”である。これほど異なる企業文化を持つ会社が果たして上手くいくのか、大いに疑問がある。

もう1つの死角

各社CEOは、シナジー効果により統合から3年間で5億ドルのコストダウンを実現したいと述べている。もしかしたら、これくらいは可能かもしれないが、両社に重複している装置が4種類あり、これが統合会社のもう1つの死角になるのではないかと懸念している。

図4に、重複している装置、Siエッチング、絶縁膜エッチング、減圧CVD、メタルCVDにおける2012年の企業別世界シェアと市場規模を示す。エッチングで2種類、CVDで2種類が重複している。

かつて半導体の技術者だった時、特に装置選定の際に、AMATとTELはLamや日立ハイテクノロジーズも交えて、非常に激しい技術開発競争を行っていたことを思い出す。AMATとTELは火花を散らすライバル関係だった。そのため、重複する装置が4種類しかなく、両社が補完的な関係であることを知ったのは、実は意外なことだった。

話が逸れたが、たまたま筆者の専門だったドライエッチング装置が重複しているのので、それを例にして、統合会社がどうなるかを考えてみよう。

Siエッチング装置のシェアは、Lamが1位（41%）、AMATが2位（27%）、TELが3位（19%）、日立が4位（10%）となっている（図4(a)）。統合会社ができた場合、AMATとTELのシェアを単純に合計する46%となり、Lamを抜いて世界シェア1位となる。ところが、AMATとTELのSiエッチング装置は、加工に用いるプラズマの発生機構がまったく異なる。AMATのSiエッチング装置「DPS」は、誘導結合型プラズマ（ICP：Inductively Coupled Plasma）方式であるが、TELの装置「DRM」はマグネトロンと平行平板型を組み合わせプラズマを発生させている。

絶縁膜エッチング装置のシェアでは、TELが1位

(58%)、Lamが2位(26%)、AMATが3位(12%)である(図4(b))。この分野では元々TELが世界的に強かったが、AMATのシェアを加えると70%に膨れ上がる。ここでもやはり、TELとAMATのプラズマ方式は異なる。TELの「SCCM」は上部電極と下部電極に異なる周波数の電圧を印加する平行平板型プラズマで、AMATの「eMAX」は平行平板とコイルによる磁場でプラズマを発生させる方式である。

つまり、これまで両社は異なるプラズマ装置を開発して、Siや絶縁膜エッチング分野でシェア争いを展開してきたのである。この状態で統合会社ができたらどうなるか。統合会社が1つの装置分野で2種類の装置を開発することはあり得ない。統合したからには、どちらか一方に開発と販売を絞ることになる。そうしなければ統合した意味がないからだ。おそらく、Siエッチング装置ではシェアが高いAMATを優先し、TELのSiエッチング装置は開発中止になるだろう。同様な理屈で、絶縁膜エッチングはTELを残し、AMATが開発停止になる。減圧CVD装置やメタルCVD装置でも、開発は一本化されると思われる。

最悪の場合の逆シナジー効果

するとどうなるか? 開発中止となったTELのSiエッチング装置およびメタルCVD装置、AMATの絶縁膜エッチング装置および減圧CVD装置は消滅していくことになる。その結果、統合会社は各装置分野でシェアをロストする可能性がある。半導体メーカーは、統合会社になったからといって、都合良くTEL製からAMAT製(あるいはその逆)に切り換えてくれたりはしないからである。そして、競争相手のLamや日立にシェアを侵食されることになる。

最悪の場合、開発を止めた装置のシェアをすべて失うかもしれない。その総額は次のようになる。Siエッチング装置11億4000万ドル×19% = 2億1660万ドル、絶縁膜エッチング装置20億2500万ドル×12% = 2億4300万ドル、減圧CVD装置7億2600万ドル×7% = 5082万ドル、メタルCVD装置4億5400万ドル×25% = 1億1350万ドル、合計で年間最大6億2400万ドル。3年間なら18億7000万ドルだ。部品やプラットフォームの共通化で3年間で5億ドルのコスト削減ができたとしても、シェアを喪失すれば上記コスト削減分などは相殺されて吹っ飛んでしまうだろう。

日本経済新聞によれば、両社の経営統合合意には「どちらかの取締役会が意見を变更したことで契約が解除された場合、相手に解除金4億ドル(約395億円)を支払う」との項目が含まれているという。つまり当事者であるAMATとTELも、空中分解すると思っているのかもしれない³⁾。故に統合予定の2014年後半までに、白紙撤回の可能性もある。

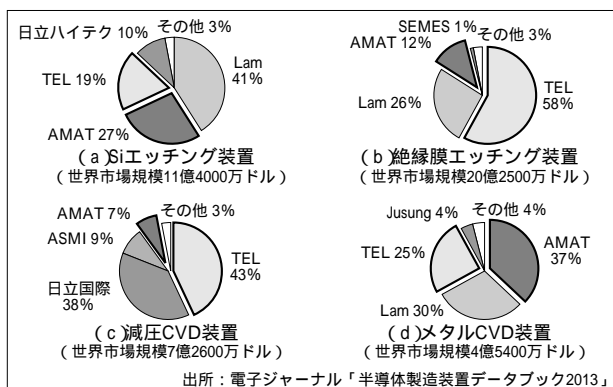


図4 AMATとTELが重複している装置のシェアと市場規模(2012)

瓢箪から駒が出るかも

もちろん、恐ろしい存在になり得る可能性もある。スムーズに統合が実現すれば、売上高は断トツの規模になる。手掛ける装置19種類のうち、15種類はトップシェアとなる。23種類の前工程装置のうち2/3を統合会社が制することになる。

さらに、統合によって瓢箪から駒が出る可能性もある。洗浄装置を例にとると、世界シェア1位(53%)のDNSにとって、シェア18%のTELは取るに足りない存在だったかもしれない。しかし、統合会社が洗浄装置を攻める経営方針を決定し、その分野に人と金をつぎ込むようになれば“大ドンデン返し”が起きるかもしれない。

つまり、統合により従来はシェアが小さかったり未開拓だった分野に、重点的にリソースを配分することが可能になる。その結果、コストダウンなどではなく真の意味でのシナジー効果が生じ、新たに革新的な装置が開発され、それが爆発的に普及して、イノベーションが起きるかもしれない(蛇足だが、技術革新とイノベーションの関係はこのようなものである。日経新聞は相変わらず“技術革新=イノベーション”の記述を改めようとなし、両者が異なることがわかりただけだろうか)。統合発表の席上、両社のトップはそこまで踏み込んだ発言はしていないようだが、腹の内では、当然何かしら考えているだろう。

まずは、2014年に予定通り統合会社ができるかどうか。その後、目論見通りシナジー効果を発揮できるかどうか。逆シナジーにならないかどうか。今後の行方から目が離せない。

参考文献

- 湯之上隆：日本型モノづくりの敗北 零戦・半導体・テレビ、文春新書(2013.10.20)
- 電子ジャーナル：半導体製造装置データブック2013(2013.9.10)
- 日本経済新聞(2013.10.2朝刊)