

《半導体製造装置市場の最新動向》

# ASMLが装置売上高1位に躍進 EUVは本当に実現可能なのか？



微細加工研究所 所長 湯之上 隆

半導体製造装置ランキング1位を20年間維持してきたApplied Materials (AMAT) に代わって、ASMLがトップに躍り出た。2000年をピークとして装置市場は成長しておらず、装置メーカー同士がパイを奪い合う状態となっている。“装置のデパート”であるAMATは、最近多くの分野でシェアを低下させている。一方、露光装置だけのASMLは、唯一売れない国・日本でもシェアトップとなり、世界全体の77%を占めるに至った。“筋の悪い技術”と酷評されるEUVだが、Intel、Samsung Electronics、Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC) の支援を受け、唯一ASMLだけが成功を信じて研究開発をばく進している。

## 20年ぶりのランキングトップ交代

2011年、半導体製造装置売上高ランキングに1つの変動があった。米Applied Materials (AMAT) を抜いて、蘭ASMLが初めてトップに立った (図1)。

AMATは1992年以降、20年もの間、売上高ランキング1位の座に君臨していた。90～96年の間は、AMAT、東京エレクトロン (TEL)、ニコンが3強を占めていた。

ASMLは96年にトップ10入りした後、年々、売上高を飛躍的に増大させ、それに伴ってランキングも向上した。2002年に露光装置分野のライバルであるニコンに代わってランキング3位になると、2010年までの間、AMAT、TEL、ASMLの3強の時代を形成した。

さらにASMLは、2009年にはTELを抜いて2位になり、そして、2011年とうとうAMATに代わってトップの座に着いた (図2)。

本稿では、まず、半導体製造装置業界の概況を俯瞰する。次に、AMATとASMLの事業内容を比較することにより、ASMLがトップに立った理由を明らかにする。さらに、次世代露光装置 (EUVL: Extreme Ultraviolet Lithography) の実現可能性について論じる。

## 半導体製造装置業界の概況

世界半導体と製造装置市場の売上高の推移を図3 (a) に示す。2000年にITバブルによる大きなピークがあるが、半導体市場は概ね右肩上がりに成長している。一方、装置は、2000年のピーク以降、市場規模が停滞している。

半導体および装置市場それぞれについて、2000年のピーク時の値を100として規格化したグラフを書いてみると、両者の差はより一層明確になる (図3 (b))。

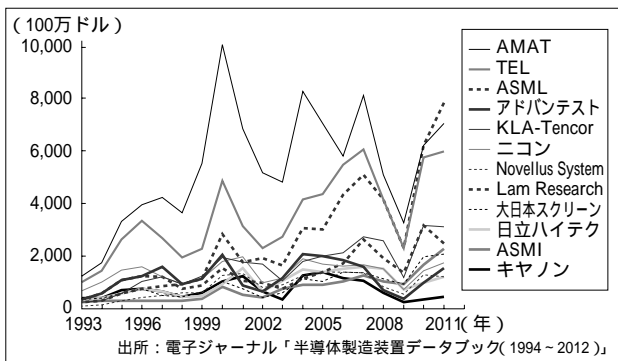


図1 半導体製造装置メーカー別売上高の推移

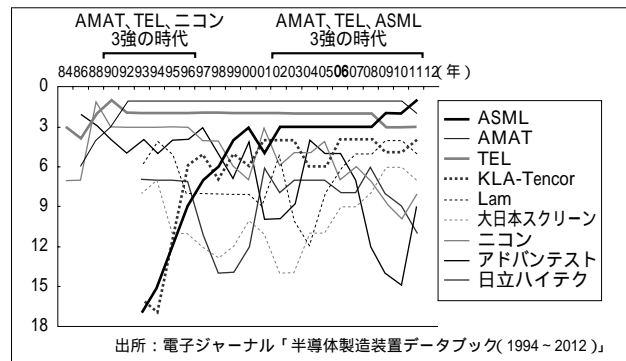


図2 半導体製造装置メーカーのランキング

半導体市場は2001年に大きく落ち込むものの、その後平均年率5~7%で着実に成長し、2012年には、2000年のピーク時の1.6倍の市場規模となった。この成長は、BRICsなどの新興諸国の需要に牽引されているものだ。米国半導体工業会によれば、2012年の半導体市場は8月まで14か月連続で前年割れだった。PCやデジ

タル家電の低迷が原因とみられるが、このような一時的な低迷はあるものの、長期的には、今後も半導体市場の成長は続くだろう。

一方、装置市場は、2000年のピーク以降、12年も経つのにいまだにそのピークを超えることがない。微細化に巨額の費用がかかるために最先端工場を建設できる半導体メーカーの数が絞られていること、その結果半導体メーカーが淘汰・再編されつつあること、微細化がスローダウンし始め装置の買い換え需要が頻繁に起きなくなったことなどが背景にある。これらの傾向は、今後より一層拍車がかかるため、装置市場の低迷はこれからも続くと思われる。

装置市場が伸びない中、ASMLは売上を着実に拡大させてランキングトップに立った。ところが、AMATは20年も維持してきた首位の座から滑り落ちた。AMATは8~10月期の売上高が5~7月期に比べ25~40%減少するとの見通しであり、このため、2013年7月までに全社員の6~9%に当たる900~1300人を削減し、年1億4000万~1億9000万ドルの経費を節減するとしている<sup>2)</sup>。

両社の明暗はどこで別れたのだろうか？

## AMATの状況

AMATとASMLが最も大きく異なる点は、AMATが多岐にわたる分野の製造装置を手掛けているのに対して、ASMLは露光装置だけに集中していることにある。

AMATが販売している全分野の装置シェアの推移を見てみよう(図4)。

**ドライエッチング装置：**2000年に一時的にトップシェア35%を獲得したが、その後シェアを低下させ、2007年以降は20%以下に低迷している。

**ランプアニール装置：**97年以降、圧倒的なトップシェアを獲得している。ただし、2000年以降は70~80%で飽和している。

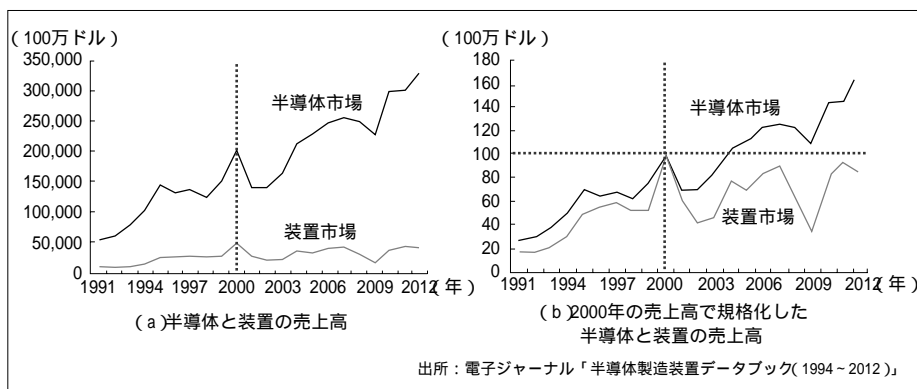


図3 半導体と半導体製造装置売上高の推移

**減圧CVD装置：**97年に一時的にトップシェア37%を獲得したが、その後、シェアを低下させ、ここ数年は数%しかシェアがない。

**プラズマCVD装置：**92年以降、常時トップシェアを獲得している。ただし、2006年までは60%前後だったが、2007年以降は50%前後にややシェアを低下させた。

**メタルCVD装置：**93年に67%の圧倒的シェアを占めていたが、次第にシェアを低下させ、現在は30%台でTELと首位争いを行っている。

**スパッタ装置：**92年以降シェアトップ。2002年に約80%の圧倒的シェアを獲得。2007年以降は約65%と若干シェアを低下させた。

**エピタキシャル成長装置：**94年以降、トップシェア。97年には82%、2002年には74%の圧倒的シェアを獲得したが、2009年以降は50%以下に低下した。

**Cuめっき装置：**2007年までは米Novellus Systemsに次ぐ第2位の約30%のシェアだったが、2008年に7%まで低下。2009年に米Semitoolを買収して31%に復活したが、再び10%前後に低迷している。

**CMP装置：**97年にトップシェアとなり、2000年に60~65%の圧倒的シェアを獲得する。2005年以降、荏原製作所に追い上げられるが、依然として約55%のトップシェアを維持している。

**マスク・レチクル検査装置：**米KLA-Tencorがトップシェア。99年に88%だったシェアは2011年に41%に低下。その間、AMATは少しずつシェアを拡大し、2007年以降は約15%。

**ウェーハ欠陥検査装置：**KLA-Tencorが97年に91%の圧倒的なトップシェア。日立ハイテクノロジーズがシェア2位を確立。AMATは2000年以降、6%前後に低迷。

以上まとめると、AMATは、ランプアニール、プラズマCVD、メタルCVD、スパッタ、エピタキシャル、CMPの各装置でシェアはトップである。

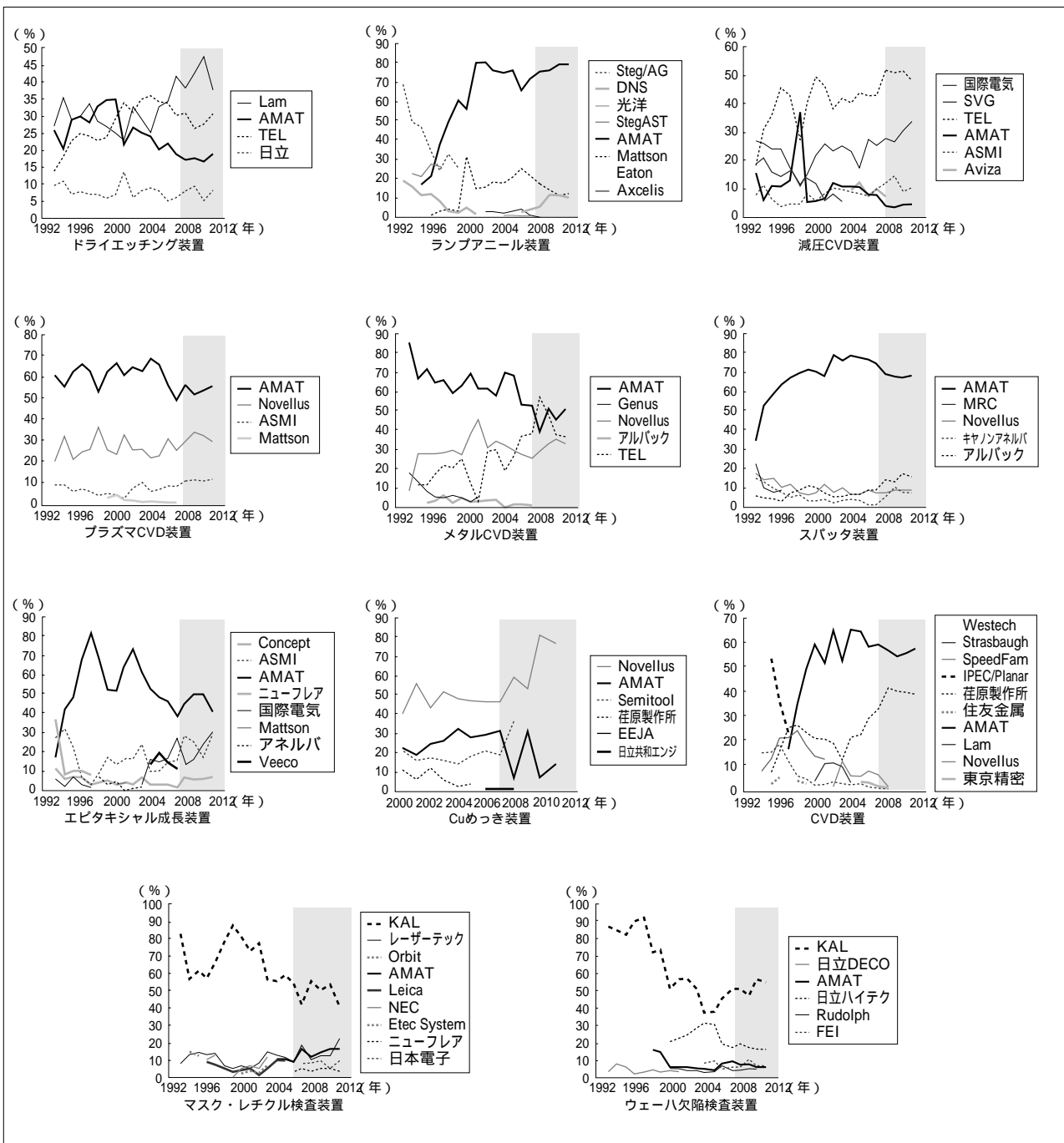


図4 AMATの分野別世界シェアの推移 (出所：電子ジャーナル「半導体製造装置データブック(1994～2012年)」)

しかし、最近シェアを向上させた分野はない。またトップシェアであっても、プラズマCVD、メタルCVD、スパッタ、エピタキシャルは、ここ数年でシェアを落としている。また、ドライエッチング、減圧CVDは、一時的にトップになったが、その後低迷している。Cuめっき、マスク・レチクル検査装置、ウェーハ欠陥検査装置は、最初から低迷が続いている。

### ASMLの状況

装置のデパートのようなAMATに対して、ASMLは露光装置だけに絞っている。シェアの推移を見てみると、96年にキヤノンを抜き、かつて50%以上のシェアを誇った王者ニコンも2005年には抜き去ってトップに躍り出た(図5(a))。その後もシェアを拡大し続け、2010年には77%に到達した。

地域別で見ると、日本だけがASMLが売れない国

だったが、2010年以降は、完全にニコンとキヤノン抜き、トップシェアを獲得している。

前述したように世界全体の装置市場は横ばいである。従って、装置メーカー同士がパイの奪い合いをしている

状態であると言える。そのような中、AMATは多数の装置分野を持っているがシェアを拡大させた部門はない。むしろシェアを低下させた分野が多い。一方、ASMLはニコンとキヤノンからパイを奪い、右肩上がりにシェア拡大を続けている。このような差が、装置ランキング1位と2位の交代劇に繋がったと思われる。

### EUVは実現するのか?

1000人規模のリストラ報道がなされているAMATに対して、ASMLはまさに飛ぶ鳥を落とす勢いである。

2012年7月、米IntelがASMLに最大41億ドル（約3260億円）を投資すると発表した<sup>3)</sup>。報道によれば、ASMLの株式を最大15%取得する。研究開発費として5年間で450mm大口径化に6億8000万ドル、EUVに3億4000万ドルを投じる。

同年8月、Taiwan Semiconductor Manufacturing (TSMC)も総額11億1400万ユーロ（約1080億円）をASMLに投資すると発表した<sup>4)</sup>。TSMCは8億3800万ユーロでASMLの株式を5%取得し、さらに450mm化とEUVの研究開発費に5年間で2億7600万ユーロを提供する。

同年8月、韓国Samsung Electronicsも総額で7億7900万ユーロ（約763億円）をASMLに投資する。SamsungはASML株の3%を取得する他、450mm化とEUVの研究開発費を負担する<sup>5)</sup>。

さらにASMLは、EUVの光源メーカーである米Cymerを19億5000万ユーロで買収する<sup>6)</sup>。CymerはLPP (Laser Produced Plasma)方式のEUV露光用光源を開発してきた。その第2世代光源「HVM II」は、ASMLが2012年10～12月に出荷開始予定のPPT (Pre-Production Tool)「3300B」に採用されている見込みである。

2010年にリリースされたEUVのツール「NXE:3100」は6台出荷された。今回の3300Bは11台の出

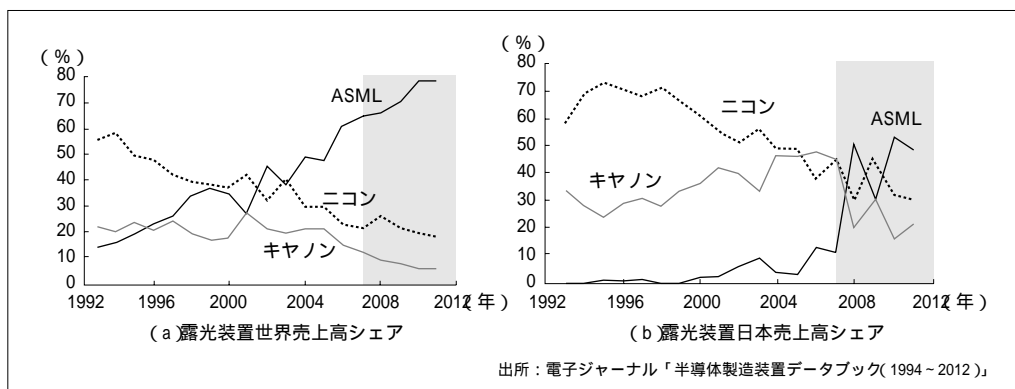


図5 ASMLの企業別シェアの推移

荷を予定しており、3300Bは、レンズの開口数NAが0.25から0.33に向上し、hp18nmが解像できる見込みであるという。

しかし、実現性への問題も山積している。第1の課題は何と言ってもスループットである。現在量産に使われている最先端機ArF液浸のスループットは150～180枚/hである。これと同等のスループットを実現するためには、光源出力350～500Wが必要とされる。ところが、3300Bの光源出力はやっと50Wが見えてきた程度であり、スループットはせいぜい120枚/hであろう。

2012年9月30日～10月4日、ベルギーで開催されたEUVLシンポジウムでは、2001年以降11回も行っているのにいまだに量産化の目途が立たないEUVは、「もしかしたら“筋が悪い”技術なのではないか?」という疑問も持たれているらしい。それに乗じて、“Beyond EUV”を提唱する人も現れたという。

2007年にASML本社を訪問した際、誰もが「自分たちがEUVを実現させる」と信じていたことに驚いた。それから5年、ASMLは一切ブレることなくその信念を貫いてきた。ニコンもキヤノンもEUVに距離を置く今、EUVが実現するか否かはすべてASMLの双肩にかかっている。今後もASMLは、成功を信じてばく進を続けるだろう。もし、EUVの実用化に成功したら、ASMLは装置売上高でぶっち切りの1位になるに違いない。

### 参考文献

- 1) 半導体製造装置データブック(1994～2012)、電子ジャーナル(本稿のほとんどのデータは本書を基に筆者が作成した)
- 2) 日本経済新聞(2012.10.12)
- 3) 日本経済新聞(2012.7.10)
- 4) 日本経済新聞(2012.8.17)
- 5) 日本経済新聞(2012.8.27)
- 6) Tech On!(2012.10.17)、<http://techon.nikkeibp.co.jp/article/NEWS/20121017/246107/>