



このコーナーはJVIA会員企業の方に、PRのポイントとして「わが社のいちおし」をお聞きし、その企業らしさの秘密に迫ります。今回は最先端の電子ビームマスク描画装置などを製造する株式会社ニューフレアテクノロジーです。

株式会社ニューフレアテクノロジー

■ 常務取締役 描画装置統括部長

やまだ ひろかず
山田 裕和

【経歴】

1984年 4月 東芝機械株式会社入社
2000年10月 同社半導体装置製造部
EBマスク製造技術担当参事
2005年 1月 当社品質保証部長
2005年 6月 当社サービス部長
2008年 4月 当社描画装置統括部
描画装置企画室長
2014年10月 当社描画装置統括部長、描画装置企画室長
2016年 6月 当社取締役、描画装置統括部長
2019年 6月 当社常務取締役 描画装置統括部長(現任)



ニューフレアテクノロジーは東芝機械の半導体製造装置部門が2002年に独立して誕生した半導体製造装置メーカーである。2007年にはジャスダックに上場、世界の約90%のシェアを有する電子ビームマスク描画装置メーカーとしてゆるぎない地位を築いた。マスク関連の機器だけでなく、エピタキシャル成長装置も手がけるなど、ビジネスの幅を広げている。当然ながら同社のいちおしは主力製品の電子ビームマスク描画装置である。

◆「沼津から光り輝く技術」の会社が誕生◆

ニューフレアテクノロジー(NuFlare Technology, Inc.)は工作機械メーカー、東芝機械の1事業部として半導体製造装置を開発製作していたが、2002年に東芝機械から独立して誕生した。社名は誕生の地である静岡県沼津の「NU(ぬ)」で、これは「ニュー」にもつながり、フレアは太陽表面の黒点で起こる爆発で「沼津から光り輝く技術」の誕生を意味する。

当時、新社名公募に応じた女子社員の提案だそう。発足当初は沼津の東芝機械の敷地を間借りしていたが、少しずつ出ていって2013年に現在地に集結した。2007年4月にはジャスダック証券取引所へ上場した。

本社以外の事業拠点はサービス拠点が埼玉の関東SCのほか川崎と岩手県北上にある。海外は「米国がアイダホ、カリフォルニア、オレゴンにサービス拠点、そしてニューヨーク州フィッシュキルの開発拠点を含め4カ所、あと中国、台湾、ドイツにサービス拠点があります」(山田常務取締役)。また韓国と米国サンノゼには現地法人を設けている。

同社が現在、主に手がけている半導体製造装置は電子ビームマスク描画装置とマスク検査装置、エピタキシャル成長装置の3機種。中心はマスク描画装置で「600人強の社員の内、多数がこの部門におり、描画装置が主力製品になります」(同)。

装置の中で本格的に真空技術を扱っているのもこのマスク描画装置だ。そのほか「エピタキシャル成長装置でも低真空だが真空技術が使われている」(田村室長) そうだ。

◆マスク描画など半導体初期工程の装置製造が中心◆

次にこれらの装置が半導体製造工程のどこでどのように使われているのかを聞いた。まず世界トップシェアのマスク描画装置から。「マスク描画装置は半導体製造工程で最初にモノができる工程で使われる」(山田常務取締役)。

半導体製造はまずCAD(コンピューター支援設計)で回路を組み合わせたパターンを設計、このCADデータをウエハに転写するためにマスク

株式会社ニューフレアテクノロジー

- 代表取締役社長：杉本 茂樹
- 資本金：64億8600万円
- 従業員数：626名(2019年3月現在)
- 売上高：578億2200万円(2019年3月期)
- 本社住所：〒235-8522
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番1
- 電話：045-370-9127
- 沿革：2002年 8月 東芝機械の半導体製造装置事業を継承して創業
- 2003年11月 横浜に研究開発拠点「横浜サテライト」オフィスを開設
- 2004年 9月 電子回路線幅65nmに対応した「EBM-5000」を製品化
- 2006年 6月 マスク検査装置の事業化を決定
- 2007年 4月 ジャスダック証券取引所へ上場
- 2009年 3月 韓国現地法人設立
- 2014年 1月 米国現地法人NuFlare Technology America, Inc. 設立



本社外観

ブランク上にパターニングしてマスク（回路原版）をつくる。これがマスク描画装置の役割で、半導体素子製造のスタートを担う重要な装置である。

こうして製造したマスクが設計通りにできているか、欠陥がないかどうかを調べるのがマスク検査装置。「ここまでが現在、弊社が手がけているマスク関係の装置です。検査装置で問題がなければ、マスクをリソグラフィ工程に送り、ステッパーで露光、ウエハ上にパターンが転写されます」（同）。

半導体製造のスタート時点に使う装置として、同社はマスク描画装置とマスク検査装置に加え「新規事業としてステッパーで転写してできたウエハを電子ビームで検査をする装置『EBウエハ検査装置』を現在、開発中です」（同）という。マスク描画装置、マスク検査装置にこれに加えて、半導体回路の全転写工程で無欠陥のパターンを送り出そうという作戦だ。「もちろんウエハに電子ビームをあててもダメージがないようにしています」（同）。

パターンを転写したウエハの検査は今まで可視光を使っていたが、「微細化が進み、光の波長では十分に見られなくなって、電子ビームが必要になってきた。ただし電子ビームは光に比べて遅いのが弱点です。スポットが小さすぎて、スループットが悪いということで、今までは実用化されていなかったが、それを何とか使えるようにしようと開発中です。2021年に完成予定です」（同）。

◆エピタキシャル成長装置が市場ニーズにマッチ◆

もう一つのエピタキシャル成長装置は、単結晶基板上に結晶方位が揃った薄膜を成長させる技術を用いている。エピタキシャル薄膜はバルク結晶に比べ結晶性や純度が優れている。また極薄の結晶膜や複雑な結晶構造がつけれる。

「弊社はシリコンおよびSiC（シリコンカーバイド＝炭化ケイ素）とGaN（ガリウムナイトライド＝窒化ガリウム）のエピタキシャル成長装置を製造販売しています。近年、市場ニーズにマッチしてきて、特にパワー半導体向けでSiC用が活発になってきている」（田村室長）そうだ。

また同社は「EPIREVO G8」というガリウムナイトライド・オン・シリコンMOCVD（有機金属化学気相成長）装置も手がけている。「こちらはまだニーズは少ないが、パワー系半導体や青色レーザ向けなどで注目されてきていて、SiCの次はGaNかなということで期待しています」（同）。

「もう少し詳しく言うと、シリコン基板の上にガリウムナイトライド薄膜をつける装置です。基板はシリコンで、その上にGaNを成長させる。うまく成長条件を変えてやると、シリコン上にGaNが成長します。面方位によって表面に顔を出す原子の配列が変わりますよね、それをうまく合わせてやるとちゃんと成長します」（同）。

EPIREVO G8は200mmシリコン基板上に高品質なGaN薄膜を高速に成膜でき、発光ダイオード（LED）の低コスト化に貢献する装置である。LEDのほか、パワーデバイス用も開発を進め、低炭素社会の実現に貢献していくという。「このCVDはやっと商売になり始めたところ、昨年あたりから年に数台出始めている。普通のCVDに比べて高価なのでもう少し時間がかかると思います」（山田常務取締役）。

◆当初の内製用から外販に転じたマスク描画装置◆

「ご紹介した装置はかなり古くからつくっているものもあります。マスク描画装置は歴史が古くて1970年代には開発しています。検査装置も1980年くらいから開発している古い技術です。それらが半導体線幅の微細化とともに、世代ごとに高度化しているわけです」（同）。

世代ごとに進化するのは当然だと思うが、どこが変わっているのだろうか。「エピタキシャル成長装置に関しては、半導体デバイスの高性能化に対応して、膜厚の均一性とか、成長速度とか、それから半導体に添加される不純物（ドーパント）濃度などを工夫して均一になるような仕組みにしています」（田村室長）。

エピタキシャル成長も昔からあったが、「SiCのエピタキシャル成長は比較的新しいと思いますね。材料自身、まあ研究段階ではいろいろ昔からやられていますけれど、パワー系半導体で注目を浴びてきて、そういう装置を入れてSiCの薄膜を成長させるのが注目されてきたのは最近だと思います」（同）。



電子ビームマスク描画装置



マスク検査装置



エピタキシャル成長装置

同社の手がけている半導体製造装置は前工程でもかなり手前の工程向けが多いが、東芝グループの中で分業になっているのだろうか。「確かにもともとはそれがあると思います。当社はもともとマスク描画装置から始まりましたので」(山田常務取締役)。

「マスク描画装置開発のおおもとは当時、通産省の共同研があつて、東芝、NEC、日立製作所、三菱電機などが集まって開発した。そこで東芝の装置ができたので、その技術が東芝機械に移管され、東芝の当時の総合研究所(現R&Dセンター)が要素技術を開発して、東芝機械が商品化するという役割で1976年ころから始めた。当時は東芝の内製用装置として作っていたが、1990年ころから外販を目指して開発を始めました。検査装置もだいたい同じような流れで、マスク描画よりちょっと遅れてついてきている感じです」(同)。

◆マスク描画装置は世界の大手メーカ全社に提供◆

またマスク描画装置の話に戻って恐縮ですが、もともとは東芝の自家使用だったんですね。「先ほど申し上げたように1990年から外販を始め、いまは世界の大手マスクメーカさんにはほぼ全社に入っています。世界シェアはトップです。真空技術では非常に難しいところをやっております」(同)。

「電子線なので大気中だと散乱されてしまうので、全体を真空にしてその中で電子線を絞って成形、デザインして位置決めしていく。XYステージの上にマスク基板があり、ステージがXYに動きながら描画します。このステージ機構そのものが真空内にあります」(同)。

「現在の超LSIの最小配線線幅は20nm(ナノメートル)ほどと、すごく狭いでしょう。CADデータをそのまま送り込んで、そのままといっても若干変換の過程はあるのですが、それによってナノレベルでちゃんと描画してくれるわけです。その描画ビームの位置精度、ポジショニングの精度は最大でも2nmくらいです」(同)。

線幅がどんどん狭くなって高集積されていくので、それに応じて機械自体の精度をどんどん向上させなければならないことになる。「今後は線幅20nmでも1nm以下の精度が求められる。機械自体の精度をどんどん上げていかないとイケなくなる」(同)。要するに微細化に応じてマスク描画装置の精度も向上させなくてはならないということだ。「いままで当社は2年サイクルで新製品を出していたが、最近ちょっと長くなってきました」(同)。

精度1nmの世界になったらもう終わりにした方がいいのではないだろうか。「でも終わりになるとうちの仕事がなくなってしまうから(笑)。これまでは2年に1回モデルチェンジをするが、それも結構大変で、だいたい一世代の装置を開発するのに5年くらいかかっている。5年のプロジェクトが並行して流れ、線幅がどんどん狭くなり、描画精度も向上させていかなければならないのです」(同)。

◆微細化に応じて描画スピードもアップ◆

「世代ごとに線幅が小さくなりますから密度が上がるわけで、図形数が増えるのです。我々はショット数でカウントするのですが、それだけ時間がかかってしまう。細かくなると、より小さなビームでたくさん打たなくてはいけなくて、描画のショット数が増え、時間がかかる。だいたい1世代70%のスケールアップをするので、何もしないでほっておくと、描画時間がたとえば1.4倍になる」(同)。

「線幅を70%縮小すると、1方向で70%、1次元で0.7掛けなので、2次元でいうと49%、半分くらいになるのです。面積でいうと、世代が変わるごとに半分半分で今まで来ている」(田村室長)。「面積は半分半分、そうすると1次元で片方向は70%ですね」(山田常務取締役)。

描画しなくてはいけなくて図形の面積は2分の1になる。すると、パターン密度も2倍になってしまふ。2倍になると今まで1つしか入っていないところに2つ入るので、2倍の時間がかかる。

お客様の方では「前の世代と同じ時間で描画できるようにスピード上げてよ」という話になる。「うちの場合は世代が変わってもスピードが落ちない。実際に2倍の早さになるわけです。2倍になっても同じ速さで書きますということ。それを20数年続けてきた」(同)。「そこをいろいろ工夫して新しいアーキテクチャーを入れてその路線をそのまま追求しましょうというのを続けてやっています」(田村室長)。

「EUV(極端紫外線と呼ばれる非常に短い波長13.5nmの光)を用いるリソグラフィ技術の話も出てくるし、ウエハ側のパターンサイズがシュリンクとってどんどん小さくなっていくので、マスクの方もそれに追従して作っていかなければいけない。まだしばらく続くのではないかと考えています。お客様は新しい世代対応で新しい装置を導入しなくてはならない」(同)。

「最先端のマスク描画装置市場では弊社が世界の約9割を占めていますので、新世代に対応しなければなりません。さすがに微細化の限界はあると思うのですが、現在、最先端といわれるものは7nmといわれている。もともとは線幅のことを言っていたが、業界でも意味するところがいまいちになっています」(山田常務取締役)。

「7nm世代とかN7というのですが、今は単なる呼び名みたいになっている。デバイスの世代ですね。7の次が5、その次が3nmくらいまではあるのではないかと皆さん言っている。3nmがあるとしたら量産はあと数年先ですかね」(田村室長)。「微細化しないと半導体業界の皆さん食べていけないので、業界一丸となってやるのです」(山田常務取締役)。

◆売り上げの9割を稼ぐマスク描画装置◆

大手半導体メーカはマスク描画装置がどのくらい必要なのだろうか。「だいたい1世代で10台ほどですね。でも研究開発費が相当かかるので、開発費を回収するのはそんなに簡単ではないのです。すぐに次の世代の開発も必要になります。マスク描画装置の研究開発費が売上高の15から20%、多いときは25%くらいかかっていて、この比率はかな

り多いのです。売上高の8割くらい、年度によっては9割がマスク描画装置です」(同)

「マスク検査装置やエピタキシャル成長装置はマスク描画装置に比べて単価が安いので。台数が出て売上高に占める比率は小さいのです。残念ながらマスク検査装置は米国の競合が強くて、苦戦しています」(同)。「エピタキシャル成長装置は作っている会社が多く、まだシェアは高くありませんが、弊社の製品もやっと伸びてきたので、これからもっとやれるのではないかと考えている。MOCVD装置もこれから期待しています」(同)。

製品の販売先は「マスク描画装置とマスク検査装置が米国約30%、日本は最近少なくて15%、あとはアジア(台湾、韓国、中国)と欧州です。マスク描画装置の納入先はだいたい各社1カ所、多くても2カ所です。マスクは小さいから輸送が楽なので、一カ所で作って各工場に配るので。」(同)。

◆新規事業の展開◆

「2019年以降の収益寄与を目指すというのは、EB検査装置などの新規事業のことです。ウエハ検査装置というのはマスクからウエハに転写された後のウエハのパターンを検査する装置です。これは今まで研究用で、ほんの小さい領域をやるのはありましたが、量産向けの装置はないです。実際には2021年に入ってから製品化することになるでしょう」(山田常務取締役)。

いままでのお話をお聞きますと、新しいものをどんどんこしらえていくという感じですが、これは数年ごとに世代が変わっていく半導体関連産業の宿命みたいなものなのかもしれない。「そうですね。常に開発が求められます」(同)。これだけ新しいものを開発するには研究と技術開発にたくさんの人材が必要なのではないだろうか。

「ええ、研究・開発に携わる人数は明らかにできないが、製造、サービスに携わるスタッフも含めてエンジニアが多いです。営業は少ないですよ。」(同)。

「力をかけるところが技術です」(田村室長)。「お客様は決まっていますので、技術が営業と一緒に回って売ってくる装置なのです。技術的な説明ができないと仕方がないですから」(山田常務取締役)。

現在、主力の3装置に加えて新分野にも積極的に進出していく計画はあるのだろうか。「まずは既存の3装置を世代に合わせて、作り続けなければならない。ただし微細化はあと十数年か、いずれにせよどこかで止まります。だからといって半導体なくなるわけではない。仮に微細化が止まったとしても使われていく装置として、検査装置などの新装置を開発しているわけです」(同)。

◆いちおしは電子ビーム描画装置◆

「わが社のいちおし」というテーマなので、「いちおし」を教えてください。「そういう意味では電子ビーム描画装置ですね。真空技術も多用し

ていますし、真空に関してはかなり苦労した経験しておりますので。描画装置は電子ビームを飛ばしているわけだが、汚れに弱いのです。ただ真空度が高いだけではだめで、それ以上に質の良い真空が求められる」(同)。

質が良い真空というのはどういうことなのだろうか。「高分子がないことです。これがあると何が起きるかという、電子ビームと衝突してそれが絶縁物質として側壁についてしまい、そいつがチャージしてビームの位置を動かしてしまうのです。高分子があれば、止めて掃除すればいいが、ダウンタイムを長くしてしまうから作業中にクリーニングする。インシチュアリーニングと呼ぶのですが、ある特殊なガスをほんの少し入れてやるのです」(同)。

「とにかくクリーンな真空をつくるのが非常に重要で、仕事を始めてから今まで苦労してきました。そのために部品をどう洗浄するかとか、入ってしまった高分子、付着した高分子を除去する技術とか、装置を稼働しながら除去する技術とか、そういうことが重要で」(同)。

◆取材を終えて◆

半導体産業の歴史は微細化の歴史である。1970年代初期のLSIの最小線幅は10 μ mほどだったが、2000年ごろには180nmとなり、現時点では20nmを切るころまできた。そう遠くない世代で10nmを切るレベルに達するのだろうか。

ニューフレアテクノロジーの装置、特にシェアの高いマスク描画装置はこれからも半導体の微細化を支え続ける役割を担っている。より一層の微細化を狙う世界の半導体メカの要求に適切に対応することが同社のさらなる発展につながると思われる。

仮に十数年、あるいは数十年先に微細化の限界が訪れるかもしれない。もしそうであっても半導体自体はなくなるまいだろう。微細化に応じた装置の開発とともに、同社には新しい形の半導体をにらんだ新しい製造装置の開発にも力を注いでほしいと思う。



取材風景