

レーザーテックにおける 最先端半導体マスク欠陥検査装置の開発



企業レポート

森 泉 幸 一*

Development of advanced mask defect inspection system in Lasertec

Key Words : semiconductor, mask inspection, EUV lithography, haze

レーザーテックは、半導体マスク、半導体ウェハ、FPD (Flat Panel Display) 用大型マスクの欠陥検査装置およびレーザー顕微鏡を開発し、製造販売しています。その中でも半導体マスクの欠陥検査装置をコアビジネスとしており、特に深紫外線 (DUV) レーザー光源を搭載したマスク検査機ビジネスが好調です。

従来、マスク検査装置はマスク製造ラインのみで使われていました。しかし、マスクに形成された大規模集積回路 (LSI) パターンを半導体ウェハに転写するために使われる、いわゆるステッパ、スキャナと呼ばれる露光機の光源に、波長 248nm あるいは 193nm といった DUV レーザーが使われるようになったことで、クリーンルーム内の化学物質、あるいはマスク表面に残存する化学物質が光化学反応を起こし、成長性異物 (業界ではヘイズと呼ぶ) がマスク表面に多数発生するようになりました。このヘイズは半導体デバイスの良品率 (歩留まり) を著しく低下させるため、マスクを頻繁に再検査し、問題となりうるヘイズが一定個数以上検出された場合はマスク洗浄するというプロセスが必要になりました。レーザーテックは、このヘイズ問題で浮上したマスク検査装置ニーズに対して、特に CoO (Cost of Ownership) で競争力のある、マスク欠陥検査装置を開発し、市場投入しました。しかし当初は、既に

先行していた米国の競合に性能面で対抗できず、4年間ほど辛酸をなめました。その後、DUV レーザー光源を自社開発し、光学系の高性能化および欠陥検出アルゴリズムの改良を積み重ねた結果、CoO だけでなく性能面でも競合を凌駕することができ、今やこの領域でのマスク検査装置市場で、圧倒的トップシェアを獲得しています。

テクノロジーノード 5nm、3nm と呼ばれる最先端半導体プロセスでは、波長 13.5nm の極端紫外線 (EUV) 光源を用いた、いわゆる EUV リソグラフィで微細パターンを形成します。EUV リソグラフィでは、マスク上 30nm といった極微小異物がウェハ上に転写されてしまい、歩留まりが大きく低下しますが、もはや DUV 光源のマスク欠陥検査装置では検出が厳しくなっています。この問題を解決するための光源として、EUV 光と電子ビームが候補となります。電子ビームは、解像性能は優れていますが、ウェハ上に転写されない欠陥も多数検出してしまい、一方で EUV マスク特有の位相欠陥 (*1) は検出できず、またマスク表面への異物付着を防止するために装着されるペリクル (*2) を透過できないという大きな欠点があります。従って、EUV リソグラフィと同じ波長の光でマスクを検査する、いわゆるアクティニク検査が理想的な方式となります。

レーザーテックは、国家プロジェクトとして推進された EIDEC (EUVL Infrastructure Development Center) に参画し、10 年以上にわたり EUV マスクブランクス (*3) の欠陥検査装置の技術を蓄積してきました。本プロジェクトで開発した、EUV 光源を搭載したマスクブランクス検査装置は、世界オンリーワン装置 ABICS として商用化され、複数の EUV マスクブランクスメーカーで活用されています。その経験と、1970 年台に世界初の自動マスク検査機装置を開発し、その後 50 年間にわたって蓄



* Koichi MORIIZUMI

1960年2月生まれ
大阪大学大学院基礎工学部 (1984年)
現在、レーザーテック株式会社
専務取締役 営業本部長
専門/電気工学
TEL : 045-478-7856
FAX : 045-478-7443
E-mail : koichi.moriizumi@lasertec.co.jp

積したマスク検査技術を融合し、世界で初めてアクティニック EUV マスク欠陥検査装置 ACTIS の開発に成功しました。本装置も、既に世界最大手の半導体デバイスメーカーの量産ラインに導入され活用されています。(図1 ACTIS の開発経緯)

レーザーテックは、EUV マスク関連の検査装置として、ACTIS、ABICS を含めて計6種類の装置

をラインアップしています。(図2 EUV マスク欠陥検査装置ラインアップ)

EUV 露光機では、マスクを平面プレートに静電吸着させて保持しますが、EUV マスクの裏面に数 μm 以上の高さを持った異物があると、その影響でマスク表面がわずかに歪み、ウェハ上に転写される回路パターンの精度に影響するため、マスク裏面

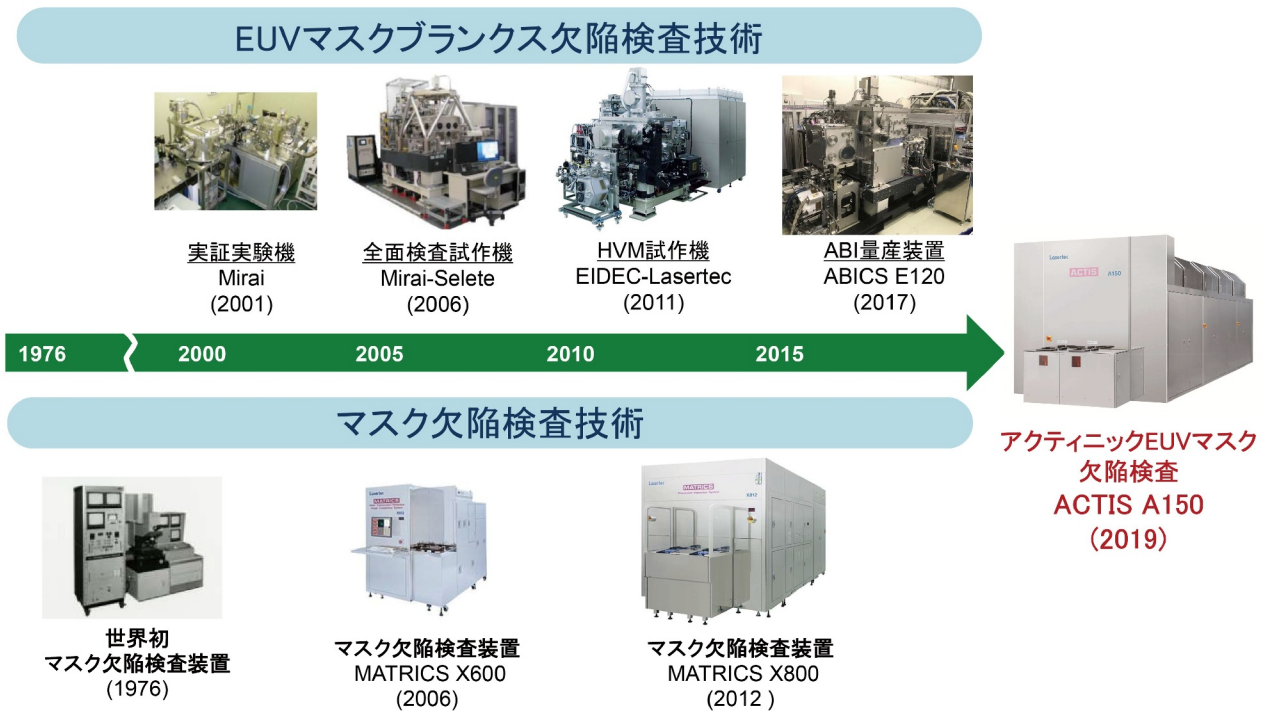


図1 アクティニックEUVマスク欠陥検査装置ACTISの開発経緯



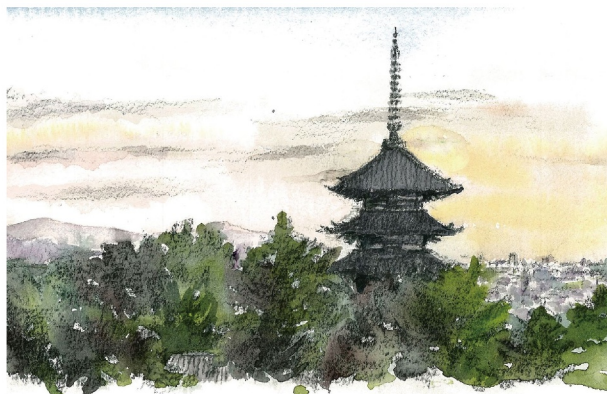
図2 レーザーテックのEUVマスク欠陥検査装置ラインアップ

の欠陥検査も非常に重要になります。そのため、EUVマスクの裏面検査、異物の高さ測定および異物クリーニング機能を搭載した、世界オンリーワン装置 BASIC が全世界の EUV 量産ラインで活躍しています。

今後も、EUV リソグラフィを活用した先端半導体デバイスの微細化は継続し、テクノロジーノード 2nm、1.4nm では、EUV 露光機の NA（開口率）が 0.33 から 0.55 に高められ、巨大な真空チャンバーと EUV ミラーで構成された EUV 露光機の開発が着実に進行しています。それに伴い、マスク欠陥検査装置の性能も大幅に向上させる必要があり、レーザーテックも半導体マスク欠陥検査分野のトップラ

ンナーとして、次世代機を研究開発しているという状況です。

- *1 位相欠陥：EUV 光を反射させるための多層膜に内包された欠陥。マスク表面での物理的形狀変化は極めて小さいため、電子ビームでは検出できず、EUV 光でのみ検出可能。
- *2 ペリクル：ウェハ露光波長が透過する薄膜で形成され、マスク表面から一定の間隔で保持されている。ペリクル膜に付着した微小異物は、ウェハ上に転写しない。
- *3 マスクブランクス：LSI 回路パターンが形成される前のマスク基板。



K. Iwata