

半導体製造分野において

UV照射装置を見直し

— 課題解決時事例 —



光露周
置換の
コスト30%
以上削減！

ランニング
コスト低減
を実現する！



| | |
|---|-----------|
| 1.基礎知識 半導体ウエハとUV（紫外線） | ・・・P2～3 |
| 2.課題解決事例 -1- ライトガイド導光型UV-LED光源の開発で コスト削減・環境負荷低減 | ・・・P4～5 |
| 課題解決事例 -2- 高スループットの実現とマスク交換時の作業効率化 | ・・・P6～7 |
| 課題解決事例 -3- レチクル用光源の搭載でアライメントエラー回避 | ・・・P8～9 |
| 課題解決事例 -4- ウエハ周辺露光用光源の置き換えでコスト30%以上削減 | ・・・P10～11 |
| 3.発行元情報 | ・・・P12～13 |

1 半導体ウエハーとUV（紫外線）

半導体ウエハーとUV（紫外線）

半導体ウエハーとUVの関係性は、およそ1960年代に半導体ウエハーへの微細なパターン形成が求められるようになってきたことが始まりと考えられます。UVの短い波長が微細なパターン形成に適しており、UVを利用した露光技術が半導体製造において広く採用されていきました。

半導体ウエハーへのパターン形成には主に、フォトリソグラフィが利用されています。また近年ではナノインプリントリソグラフィ(NIL)といった手法も利用され始めています。通常、露光に使用される紫外線の波長は、g線(436nm)やi線(365nm)、KrF(248nm)やArF(193nm)が使用されています。

ナノインプリントリソグラフィの露光にはEUV(極端紫外線 13.5nm)が使用されています。また、フォトリソグラフィ以外にもUVは半導体の製造プロセスにおいて、前工程から後工程まで幅広く利用されています。

半導体ウエハー加工前の有機物除去(UV洗浄)

UV洗浄は、ウエハーにUVを照射することでオゾンを生成し、オゾンによりウエハー表面の有機物を除去することができます。UV洗浄に使用する光源装置には、主に185nm、254nmの波長の光を効率よく発生させる低圧水銀ランプが使用されています。

半導体ウエハーの周辺露光

ウエハーへの周辺露光は、以降の工程でのパーティクル発生を抑制するため、ウエハー周辺部のレジストにUVを照射し、不要なレジストを除去する手法です。周辺露光には通常のパターン形成時と同様の光源が使用されることが一般的ですが、g線(436nm)やi線(365nm)レジストに限定した場合はUV-LED光源も使用されることがあります。

半導体ウエハーの外観検査

ウエハーの外観検査・表面検査は、ウエハー表面の付着物や汚染、微細な欠陥などを検出する工程です。検査には高感度で高輝度な光源が求められるため、波長200nm～300nm程度の深紫外線(DUV)が使用されています。DUVの波長域は、下地であるシリコン(Si)とウエハー上に形成されたICチップの金属などとの反射率に大きな差があるため、下地とのコントラストが得やすく配線パターンの検査にも適しています。

1 半導体ウエハーとUV（紫外線）

UVテープの剥離

後工程でのUV利用は、半導体ウエハーのバックグラインド工程やダイシング工程でUVテープを剥離するために使用されています。

UVテープは、半導体ウエハーの表面保護やフレームへの固定などに使用されるため強い粘着力を持っていますが、UVを照射することにより粘着力が大幅に低減され剥離しやすくなるという特徴を持っています。これにより、工程中にはウエハーやダイをしっかりと保護・固定でき、かつUVを照射することにより簡単に剥離することができるため、後続の工程での処理や取り扱いが容易になります。

UVテープを剥離する際に使用するUVの波長は250nm～400nm程度が一般的で、水銀ランプやメタルハライドランプ、UV-LED、ブラックライトなどが光源として使用されています。

ライトガイド導光型UV-LED光源の開発で コスト削減・環境負荷低減



| | | | |
|-------|-----------------------|----|----------|
| 製品分類 | UV-LED光源 | 装置 | コータデベロッパ |
| 業界 | 半導体製造 | 波長 | 365nm |
| 照射エリア | お客様のスループットに合わせたスクエア領域 | 用途 | 露光 |
| 課題 | コスト削減・環境負荷低減 | | |

お客様の課題

既設機に搭載されているUVランプ光源を、製造コストの低減と環境負荷軽減の点からUV-LED光源で代替したいとのご要望を頂戴しました。また、光源装置を載せ替えるだけの対応とし、照射ヘッド・ファイバーをはじめ既存装置の大きな改造なく対応することで、投資対効果を最大化したいというご要望も頂戴しました。

提案・導入効果

お客様の既存装置は、露光照射部がライトガイドを使用した可動式になっていました。弊社の周辺露光用UV-LED光源は、露光ヘッド部の重量に配慮して固定式としています。現状の可動部に弊社の露光ヘッドを設置することは、多くの問題点が想定されるため、既設のライトガイドに弊社設計の光学系を配置し複数のUV-LEDの光を効率よく入射させる方を提案し、お客様から受諾されました。光学系以外に光源装置のリモートI/Oも既設の上位装置との互換性を維持するように設計し、光源装置の単純載せ替えとすることができました。UV-LEDは、UVランプと比較すると発光源としての交換時期の長期化や電力の省力化が格段に向上するため、製造コストの低減に寄与します。また、既存の光学系に合わせた光源開発をしたので投資費用を軽減し、設備投資の回収期間の短期にも効果があります。

設計のポイント

弊社の周辺露光用UV-LED光源装置は、照射ヘッド部の重量に配慮し固定して設置する仕様（ワークに対して直射方式）となっています。ライトガイドにUV-LEDの光を入射させることは、光の使用効率性からすると直射方式対比で良好とはいえません。しかしながら、既設装置として照射ヘッド部の可動は、必須条件となるためライトガイドの使用を選択しました。本ケースのポイントは、発光源の特性を的確に捉え、既設のライトガイドに効率よくUV-LEDの光を入射させる光学系を開発することができたこと。また、上位装置間とのI/Oの互換性も維持できたため、既設装置としての操作も現状維持ができたこととなります。

高スループットの実現とマスク交換時の作業効率化



| | | | |
|-------|--------------------|----|-------------------------|
| 製品分類 | UVランプ光源 | 装置 | コータデベロッパ |
| 業界 | 半導体製造 | 波長 | 254nm,365nm,405nm,436nm |
| 照射エリア | □5×2・5×3・5×4・5×5mm | 用途 | 露光 |
| 課題 | 高スループットの実現 | | |

お客様の課題

スループットを上げるためには高強度で照射する必要があります。既存の200Wや250Wの紫外線光源装置では出力が足りません。また、製品ごとに露光サイズが異なるため、エリアを決めるマスクを変更する必要があります。マスクを変更するためには、装置側の部品を分解しなければならないため、多くのロス時間が発生してしまいます。

提案・導入効果

光源は高出力の750W光源を選定し、高スループットを実現しています。また、マスクを先端のレンズ内に設置することで交換時のアクセス性が向上しました。従来、ウエハーの種類ごとにマスクを交換する必要がありましたが、同一部品上（レンズ内）に複数サイズのマスクを構成できる設計としました。従来のマスクの交換作業からマスク切り替え作業となり、大幅な時間の短縮となりました。マスク交換時の作業効率向上と保守性向上を実現しています。

設計のポイント

光源装置は光学的な要求仕様と構造的な要求仕様を加味し選定する必要があります。今回はスループット重視という観点から、光源はUVランプ750W、光学系はファイバーを選定しました。750W光源はファイバー入射端に与える熱ダメージが大きく、冷却機能を持たせる必要があります。また、要求仕様からワークディスタンスを長くとり（10mm）、かつマスクを簡単に交換できる構造とするため、光学性能と機械的機能を満足する特殊なレンズを設計しました。

レチクル用光源の搭載でアライメントエラー回避



| | | | |
|-------|-------------|----|-------------|
| 製品分類 | UV-LED光源 | 装置 | ステッパー |
| 業界 | 半導体製造 | 波長 | 365nm,430nm |
| 照射エリア | - | 用途 | 露光 |
| 課題 | アライメントエラー回避 | | |

お客様の課題

既設のステッパーにおいて、レチクルの位置合わせ用のUV照射が行われていました。従来は、本露光用の光からUVファイバーを利用して光を取り込み、レチクルの位置合わせ用照明として使用していましたが、本露光用ランプの劣化により光量がたりなくなり、アライメントエラーが起きた場合に、装置の稼働が停止してしまうという問題がありました。そこで、レチクル用のUV（紫外線）照射装置を新規で設置し、上記課題を解決したいとご要望を頂戴しました。

提案・導入効果

レチクル用の位置合せ用UV照射装置として、従来はUVランプを使用していましたが、UV-LEDを光源として使用することを提案しました。UV-LEDを用いることで、UVランプと比較し、長寿命化が実現できるためランニングコストの低減が可能になります。

設計のポイント

既存の光源装置は、装置内の所定の位置にUV光を導光するために光ファイバーを使用しています。そのため、UV-LEDの光を効率よく光ファイバーに入射させる技術が必要になります。既存装置の光学システムに適合する光源装置を設計したことでお客様の導入コストを低減することができました。また、UV-LEDの特長（小型軽量、長寿命）を活かし、光源装置を簡素化したことで既存装置に設置する現場作業も容易にすることができました。

ウエハ周辺露光用光源の置き換えでコスト30%以上削減



| | | | |
|-------|-------------------------|----|----------|
| 製品分類 | UV-LED光源 | 装置 | コータデベロッパ |
| 業界 | 半導体製造 | 波長 | 365nm |
| 照射エリア | 4×2.5mm 4×5mm 5×10mm | 用途 | 露光 |
| 課題 | 初期コストとランニングコスト削減 | | |

お客様の課題

既設のコータデベロッパについて、紫外線光源が老朽化して、本来の周辺露光性能が得られないという問題がありました。コータデベロッパ自体の入れ替えを検討されていましたが入れ替えコストが高く、また紫外線光源装置以外は問題なく使用できることから、コータデベロッパの延命化をしたいとのご要望を頂戴しました。

提案・導入効果

UV（紫外線）光源装置について、従来式は水銀を含む放電灯（UVランプ）でしたが、稼働・保全コストと環境性能に優れるUV（紫外線）LEDに代替することを提案しました。従来のUVランプに置き換える場合と比較し、初期コストが30%以上削減でき、さらに光源の交換頻度を1/30程度に抑えることができました。

設計のポイント

コントローラと照射ヘッドの双方を開発しています。照射ヘッド光学系では、既存紫外線光源と同等のNA(光角度)、照度を得るための光学設計を行っております。シミュレーションよりワークへの必要総光量を算出すると、LEDは複数個必要であることが判明しました。LEDの数が増えるとワーク面で光のムラが発生してしまうため、特殊な光学レンズを採用することで均一化を図ることに成功しております。形状については、既存装置へ取り付けられるよう、コントローラ、照射ヘッド形状を設計しております。

会社概要

| | |
|---------|--|
| 社名 | ARK TECH株式会社 |
| 創業 | 2005年4月 |
| 資本金 | 1400万円 |
| 住所 | 〒371-0844 群馬県前橋市古市町1-11-12 |
| TEL/FAX | TEL. 027-255-1117/FAX. 027-219-3577 |
| 事業内容 | <ul style="list-style-type: none">・光学、電気、電子機器及び、同部品の製造・販売・紫外線光源の設計・開発・紫外線硬化・周辺露光・検査、測定器用ランプの供給販売・関連技術のアイデア提供及びコンサルティング・紫外線光源搭載システムの設計・製作・紫外線光源のメンテナンス・紫外線関連部品の供給販売 |

会社HP

ARK TECHは
高品質の光技術を用いて
お客様の事業展開に大きく貢献します

高精度・高品質・低コスト および環境負荷低減に対する
可能性を追求し製品コンセプトに反映させています



<https://www.ark-t.com/>

紫外線照射装置 技術ナビ

ARK TECH株式会社は、光や紫外線に携わる設計・開発エンジニアの皆様に向けて、専門情報サイト "紫外線照射装置 技術ナビ"を公開しました。
 紫外線照射装置 技術ナビでは、「紫外線を活用した最新アプリケーション」「紫外線・光に関する基礎知識」「当社の課題解決事例」等を紹介しています。

The screenshot shows the website interface for '紫外線照射装置 技術ナビ'. At the top, there is a header with the company name 'ARK TECH株式会社', the site title '紫外線照射装置 技術ナビ', and a phone number '027-255-1117'. Below the header is a navigation bar with links for 'アプリケーション', '課題解決事例', 'UV-LED', 'UV-Lamp', '製品マップ / 技術情報', and 'お問い合わせ'. The main content area is titled 'ご要望に合わせた 特注紫外線照射装置の 開発・設計に対応' and includes a 3D diagram of a UV lamp assembly. A sidebar on the left contains a search bar and a list of application categories such as 'アライナー', '検査', '硬化・塗布', '洗浄・殺菌', '消毒', '耐熱性試験', '滅菌・殺菌', '非破壊検査', and '露光'. The main content area has a section titled '紫外線照射装置の アプリケーション' with a search bar and a grid of application categories: '耐熱性試験', '非破壊検査', '硬化・塗布', and '滅菌・殺菌'. Below this is a section 'アプリケーションを探す' with filters for '用途から探す', '業界から探す', '搭載する装置から探す', and '波長から探す'. A QR code is located on the right side of the page.

<https://www.ark-t.com/uv-irradiation-device/>



発行元：ARK TECH株式会社

住所：〒371-0844 群馬県前橋市古市町1-11-12

電話：027-255-1117

Copyright © ARK TECH Co.,Ltd.All right reserved.