

紫外線・光の基礎が
よくわかる **超** ニッチな冊子

— VOL. 3 —

**UV照射装置の
仕組みと種類**

0 目次

1. 紫外線(UV)照射装置の種類	．．． P2～P3
2. FPD露光装置に使用されるUV照射装置について	．．． P4
3. コーターデベロッパー・ステッパーに使用されるUV照射装置について	．．． P5
4. UVオゾン洗浄装置の仕組み	．．． P6
5. ウイルス抑制・殺菌用途のUV照射装置の仕組み	．．． P7
6. 発行元情報	．．． P8～P9

1 紫外線(UV)照射装置の種類

弊社の取り扱う UV照射装置は、搭載する発光源で分けた場合、UVランプ照射装置とUV-LED照射装置に分類することができます。

UVランプは、石英ガラス管内に発生させた金属蒸気（弊社で扱うランプは、主に水銀）内で放電することで紫外線を発光するもので放電灯とも呼ばれています。

一般的に絶縁ギャップを保持するように配置された電極間の距離に応じて、ショートアークランプ（10mm以内）とロングアークランプ（数100mm）に分けられます。ランプへの供給電力は、それぞれの用途で要求されるUV量に応じてさまざまな仕様のものが製品化されています。

ショートアークUVランプを搭載した照射装置

ショートアークランプは、電極のギャップ間が狭いのでUV光を密度が高い状態で発光します。光学設計する上では、概ね点光源として利用できることから光学系との組合せに適しています。よって、ショートアークランプを搭載した照射装置は、集光ミラー、レンズなどの光学系の配置やUVライトガイドを利用した光の導光など光学システムを構成した照射装置となります。

用途は、加工精度が要求される半導体や液晶のフォトリソグラフィの工程で、ステッパーの投影露光用照射装置やウェハの周辺露光の照射装置などがあります。また、UV硬化樹脂による精密接着用照射装置として、UVライトガイドを利用したスポット照射装置があります。

ロングアークUVランプを搭載した照射装置

ロングアークランプは、電極のギャップ間が広いのでUV光が分散するような発光となります。そのため、UV光を集光させるような用途には不向きですが、反射板を配置して広いエリアにUV光を分布させる場合に利用されます。ベルトコンベア上やバッチ処理用の庫内に配置することで大きなワークや大量のワークを順次または一括して処理することができます。たとえば、印刷機のUVインクの乾燥やワーク表面のUV洗浄・改質用の照射装置として利用されます。

なお、UVランプは、アーク長に関わらず発光原理に放電現象を利用しているため安定的に点灯するには、高電圧を発生するイグナイターと、ランプ電流を一定に制御する定電流電源や、ランプに供給する電力を一定に制御する定電力電源などの専用バラストが必要になります。

1 紫外線(UV)照射装置の種類

UV-LEDを搭載した照射装置

UV-LEDは、小型なUV発光源として利用価値が高いものですが、一般的には素子単体（1個）で使用する用途は少なく、複数個を配置するか素子単体に光学レンズ等を配置して使用します。

実力としては、200W程度のショートアークのUVランプの用途であれば、複数個のUV-LEDとレンズの組合せで同等な性能を引き出すことが可能です。また、ロングアークの用途でも、UV-LEDの使用数は多くなりますが、面配置することで代替手段として使用されるケースもあります。

UV-LEDは、UVランプのような発光部の形態による分類はなく、パッケージ内に配置されている素子自体の発光部の大きさ（容量）と発光波長で分けられます。

また、UV-LEDの配置形態により、様々なUV分布の照射装置とすることができるため、UV-LEDにレンズを配置して集光すればスポット照射となり、帯状に配置すればライン照射、面状に配置すれば、面照射になります。

2 FPD露光装置に使用されるUV照射装置について

FPD露光装置は、フラットパネルディスプレイ(FPD)の製造工程で感光性レジストに紫外線を照射してフォトマスク上の回路パターンを形成する装置のことです。

FPD露光装置に搭載されているUV照射装置は、主に高出力の紫外線ランプやレーザーを使用します。紫外線の波長は、露光するレジストの特性や解像度に直接影響を与えるため、適切な波長の紫外線を選定する必要があります。

UV照射装置は、高精度な光学系やシステム制御を備えています。ディスプレイパネルの解像度や画質を高めるためには、高い光学的均一性や照射強度の安定性が求められます。また、露光時間や照射エネルギーの制御も重要であり、緻密な露光条件の設定が必要です。さらに、ディスプレイパネルの大きさや形状に合わせた照射領域の制御ができることも求められています。

本露光と周辺露光とは

本露光とは上述の通り、紫外線を照射してガラス基板上に回路パターンを形成する露光のことです。

一方、周辺露光は、ガラス基板の周辺部に付着した不要なレジストを除去するための手法のことです。UVランプを使用して周辺部に紫外線を照射し、現像機で処理することによって不要なレジストを除去することが出来ます。

FPD露光装置に使用される光源は、高出力で多波長の紫外線を照射することができるUVランプが主に使用されています。

また、近年では技術進化に伴い、UV-LEDを使用した光源も使用されはじめています。UV-LEDは紫外線の波長が限定されるため、レジストの選定を慎重に行う必要がありますが、角度成分や光成分を合わせることで均一な照射が可能となる上、水銀レス・小型・低消費電力・長寿命といった環境負荷を低減させる要素が多くあります。

3 コーターデベロッパー・ステッパーに使用されるUV照射装置について

コーターデベロッパーに使用されるUV照射装置

コーターデベロッパーとは、主に回転式のレジスト塗布装置であるコーター(スピンコーター)を用いてウェハや基板などの基材上にレジストを塗布し、現像装置であるデベロッパーで処理する際に周辺部などを露光することによって不要なレジストを除去する装置のことを指します。

コーターデベロッパーで使用されるUV照射装置は、基材上に塗布されたレジストを硬化させたり、溶解させたりするために使われます。レジストにはネガ型とポジ型の2種類があり、それぞれ異なる反応を起こすように設計されています。

ネガ型レジストは、紫外線を照射することで化学反応が起こり、レジストが硬化(不溶化)します。そして、レジストをデベロッパーの現像液で処理することによって、露光された箇所だけが残り、未露光箇所が除去されます。

一方、ポジ型レジストは、紫外線を照射することで化学反応が起こり、レジストが溶解(可溶化)します。そして、現像液で処理することで露光された箇所が除去され、未露光箇所が残ります。コーターデベロッパーで使用される紫外線光源の波長には、g線(436nm)、i線(365nm)、KrF(248nm)、ArF(193nm)などがあります。これらの波長は、レジストの種類や感度によって選択されます。

使用する光源については、水銀を含むUVランプが一般的です。しかし、g線(436nm)・i線(365nm)レジストに限定した場合は、環境や安全性などの観点からUV-LED光源への置き換えが進んでいます。UV-LED光源は、低消費電力・高寿命・低発熱などの利点があり、従来の水銀を含むUVランプに比べてエコで安全性にも優れています。

ステッパーに使用されるUV照射装置

ステッパーとは、ステップアンドリピート方式で露光を行う投影露光装置です。露光エリアをいくつかの小区分に分割し、そのエリアを一括で露光します。露光が終わったら次のエリアに移動してまた露光を行います。このようにエリアを移動(ステップ)しつつ繰り返し(リピート)露光をするため、ステップアンドリピート方式と呼ばれています。

UV照射装置は、超高圧水銀ランプを光源として使用することが一般的です。ウエハーやガラス基板上に回路を形成する場合、パターンを形成したフォトマスクに紫外線を照射することによりレジストを塗布した基材にパターンを転写します。

露光を行うために必要な光は、高い均一度で厳密な角度制御ができ、且つ高出力な光が必要となります。その要件を満たすために数kW～数十kWの光源であるショートアークランプを使用し、楕円ミラーで集光した強力な紫外線を多くの光学部品を通してフォトマスクに照射しています。

4 UVオゾン洗浄装置の仕組み

UVオゾン洗浄とは

UVオゾン洗浄とは、汚染物である有機化合物の結合エネルギーより強いエネルギーの紫外線を照射することで有機化合物の分解を行います。

同時に大気(酸素を含む雰囲気ガス)中にUV照射することでオゾン(O₃)や励起状態の活性酸素(O)が生成されます。

非常に強力な酸化力を持つ活性酸素は結合を解かれた有機化合物と直ちに酸化反応して単純な分子であるCO₂、H₂O、O₂などが生成され表面から揮発して除去(洗浄)されるというものです。

UVオゾン洗浄は、洗浄液を使用するウェット洗浄のように化学薬品を使用することがないため環境負荷が低減できることや、放電を利用したプラズマ洗浄のようにワークに熱や帯電ダメージを与えることがないという特徴があります。

一般的にUVオゾン洗浄には低圧Hgランプを使用しますがキセノンエキシマランプを使用する方法もあります。低圧Hgランプは185nmと254nmの2波長を同時に放射します。

大気中の酸素は185nmの紫外線を吸収してオゾンを生じ、生成されたオゾンはさらに254nmの紫外線を吸収して活性酸素が発生します。

活性酸素は有機化合物と結びついてCO₂、H₂O、O₂などの揮発性物質となり除去されます。

一方、キセノンエキシマランプは単一波長の172nmを放射します。

低圧Hgランプが放射する185nmに比べてエネルギーが高く、オゾンや活性酸素をダイレクトに生成することで高濃度を保ち洗浄力を高めることが可能です。

エキシマランプのガラスには高価である高純度の合成石英ガラスを使用します。

高周波電圧を印加することにより点灯し、ランプが高温になるため冷却機能が必要になります。

また172nmは酸素による吸収が大きいいためランプハウス内への不活性ガスのパージやワークへのブローが必要になります。

エキシマランプ光源装置は低圧Hgランプ光源装置よりも洗浄能力は優れていますが、装置の構造が複雑で高価になります。

5 ウイルス抑制・殺菌用途のUV照射装置の仕組み

波長域100nm~280nmの深紫外線（UV-C）はウイルスや細菌などのDNAやRNAに吸収される性質があるため、ウイルスや細菌などにUV-Cの紫外線を照射することでDNAやRNAに直接ダメージを与え、破壊することができます。これにより、化学薬品を使用しなくてもウイルスや細菌などを殺菌することができます。

殺菌用のUV照射装置には、主に低圧水銀ランプや高圧水銀ランプ、UV-LEDを使用した装置があります。低圧水銀ランプは発光効率が30%ほどで効率がよく、比較的安価で使い勝手が良いのが特徴です。高圧水銀ランプは発光効率が低い（6~8%）ものの、低圧水銀ランプの10倍以上のランプ出力があるため、純水製造や有機物分解、海水殺菌などに広く利用されています。UV-LEDは素子単体の出力が低く、紫外線放射量当たりのコストも高いですが、水銀フリーで省エネ・高寿命なため、技術の進化によるさらなる高出力化が期待されています。

UV-Cによる殺菌装置は、ウイルスや細菌などに高いエネルギーの紫外線を照射して殺菌を行うため、人体にも悪影響を与える可能性があります。使用する際には保護メガネの着用などの安全対策を行う必要があります。また、紫外線による殺菌は、紫外光が直接当たる表面に対してのみ効果を発揮するため、適切な距離や角度を考慮する必要があります。使用には細心の注意が必要ですが、その高い殺菌効果と薬品を使わない環境に優しい特長から、現在では医療施設や食品工場などの産業分野だけでなく、家庭用品としても市販されています。

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	・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 ・関連技術のアイディ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



<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。

紫外線照射装置、UV-LED、UV Lampの技術情報サイト

紫外線照射装置 技術ナビ Produced by ARK

027-255-1117

アプリケーション

課題解決事例

UV-LED

UV Lamp

技術コラム / 技術情報

運営会社

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

キーワードで検索を使用

■ アプリケーション

- ＞ アライナー
- ＞ 乾燥
- ＞ 硬化・接着
- ＞ 洗浄・改質
- ＞ 除菌
- ＞ 耐候性試験
- ＞ 脱臭・消臭
- ＞ 非破壊検査

＞ 露光

★ 技術情報/技術コラム

- ＞ UVの透過率
- ＞ UVの測定原理
- ＞ LEDの温度特性
- ＞ LEDの光密度(cd)とルクス(lx)
- ＞ LEDの消費電力
- ＞ LEDのルーメン(lm)
- ＞ LEDの変換効率
- ＞ 紫外線硬化樹脂の硬化のメカニズム
- ＞ 青色LEDとは
- ＞ 低圧Hgランプと高圧Hgランプ
- ＞ UV (紫外線) とオゾン
- ＞ UVの種類と波長域
- ＞ 光のエネルギー
- ＞ UV光源の構造
- ＞ LEDの発光波長
- ＞ UVランプの発光波長
- ＞ LEDの露光方式
- ＞ 光とは
- ＞ LEDの点灯方式
- ＞ 紫外線(UV)照射装置の種類

紫外線照射装置
製品一覧

カスタム製品開発

用語集

紫外線照射装置の アプリケーション

UV-LED、UV Lampを用いたアプリケーションを紹介します。

| 耐候性試験

サンシャインウェザー
メーター用紫外線
(UV)照射装置

| 非破壊検査

蛍光透過検査装置用
紫外線(UV)照射装置

| 硬化・接着

ブラシ付きモータ製造
装置用紫外線(UV)照
射装置

| 硬化・接着

表面コート用硬化用
UV照射装置

アプリケーションを探す

用途から探す

- ＞ アライナー
- ＞ 乾燥
- ＞ 硬化・接着
- ＞ 洗浄・改質
- ＞ 除菌
- ＞ 耐候性試験
- ＞ 脱臭・消臭
- ＞ 非破壊検査
- ＞ 露光

業界から探す

- ＞ FPD
- ＞ 印刷・建築
- ＞ カメラ
- ＞ 検査・試験
- ＞ 商業施設
- ＞ 自動車
- ＞ 住宅
- ＞ 半導体
- ＞ 病院
- ＞ モータ

搭載する装置から探す

- ＞ FPD用基板洗浄装置
- ＞ MEMS露光装置
- ＞ UV乾燥機
- ＞ ウイルス抑制・除菌装置
- ＞ カメラモジュール用組立装置
- ＞ サンシャインウェザーメーター
- ＞ 周辺露光用装置
- ＞ ステッパー
- ＞ 浸透探傷装置
- ＞ 脱臭装置
- ＞ 半導体洗浄装置
- ＞ 表面コート用硬化装置
- ＞ ブラシ付きモータ製造装置

波長から探す

- ＞ 185nm
- ＞ 220nm
- ＞ 254nm
- ＞ 265nm
- ＞ 280nm
- ＞ 313nm
- ＞ 340nm
- ＞ 351nm
- ＞ 365nm
- ＞ 395nm
- ＞ 405nm

お問い合わせ

技術資料



<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.