

# ダイレクト露光装置

株式会社 ユメックス



# ダイレクト露光装置 仕様書（暫定版）

## 概要

本露光装置は、Texas Instruments 社の 0.7XGA DMD を用いたマスクレス露光装置である。通常のアライナとしての機能のほか、中間調画像をデータとして与えることによりハーフトーン露光が可能であり、MEMS(Micro Electrical Mechanical Systems) の試作をはじめ、高周波用ストリップ線路・プリント基板の試作、露光データを毎回変更する必要があるタイタラとしての使用など、幅広い応用が可能である。

## 構造

図 1 に本露光機の構造概略を示す。水銀ランプ光源、アライメント照明用フィルタおよびシャッタ、コリメート光学系、縮小投影光学系、露光面モニタカメラ、フォーカシング用変位計、露光ステージ、および図には示されていないがシステム制御用 PC から構成されている。

## 特徴および仕様

- ・露光領域：1 ショット約  $4 \times 3\text{mm}^2$  ( $1024 \times 768$  ビット、1 ビットサイズ： $4 \times 4\mu\text{m}^2$ ) —仕様変更可能
- ・1 ショットにつき 255 階調のハーフトーン露光が可能、また多重露光によって階調数を任意に増加させることも可能
- ・標準ファイルフォーマット：Windows bmp ファイル（白黒 2 値：1 ビット、中間調 255 値：8 ビットデータ）
- ・x、y ステージ：シグマ光機製 SGSP46-300、（最大移動量 300mm、位置決め精度  $25\mu\text{m}$  以下、繰り返し精度  $6\mu\text{m}$  以下）—仕様変更可能
- ・露光ステージ：φ 6"、真空吸着
- ・露光面を観察しアライメントを行うため、全露光領域をカバーするモニタカメラおよび中央部を拡大投影するカメラを備える（スイッチによる切り換え）
- ・レーザ変位計によるオートフォーカス機構搭載
- ・自動フォーカス・露光は 10mm 厚の試料まで対応
- ・x,y,z,θ 自動ステージを使用しており、制御用 PC により基本的オペレーションを行う
- ・汎用性の高い制御ソフトウエアを準備
- ・筐体サイズ：W920 × H1270 × D700（制御用 PC 含まず）
- ・ユーティリティ：AC100V、ウエハチャック用真空

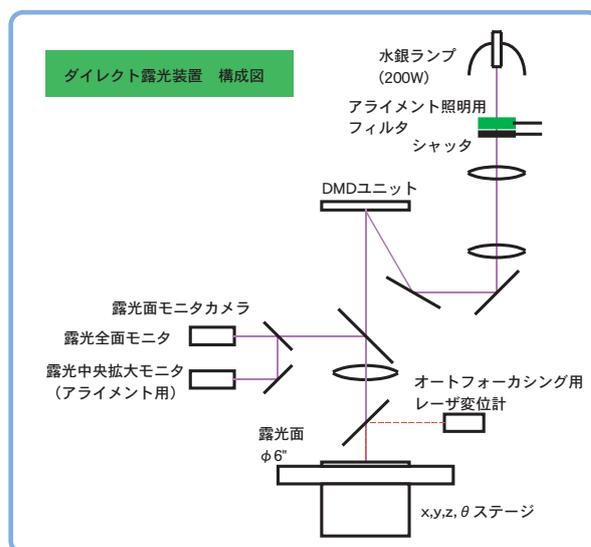


図 1 ダイレクト露光装置構成概要

## 動作概要

本露光機は 1 ショットの露光サイズが約  $4 \times 3\text{mm}^2$  であり、ウエハ全面へ露光するにはステージを移動しながら複数回露光を行う必要がある。この際同一のパターンを露光すればステップとしての働きを行うことになるが、ステージの移動と同時に露光データを変更し、露光データをつなぎ合わせることによって大きなチップサイズ、極端にはウエハ 1 枚におよぶサイズのデータも露光することができる。このような露光形態の汎用性を確保するために、本露光装置では露光手順を書き下した下記のような行を持つ露光設定テキストファイルを読み込み、このファイルによって露光を制御している。

```
x1 y1 ExpTime1 Filename1 Option1
x2 y2 ExpTime2 Filename2 Option2
.....
```

上記テキストファイルは 1 行につき 1 ショットの露光に対応し、露光する x、y 座標、露光時間、露光する bmp ファイル名、オプション（オートフォーカスを行う／行わない、オートフォーカスされた地点からオプションで記述されるオフセットを与えて露光する、露光せずに変位計で計測された値をログファイルに書き込む、など）を Tab またはスペース区切りで書き込む必要がある。これらは標準的なテキストエディタや Excel などで容易に作成することができる。

## オペレーション

図2、制御用PCの表示画面を参照しながら操作概要を示す。

制御用PC画面は露光画像表示操作、ステージマニュアル移動操作、露光設定ファイル操作、自動/マニュアル露光操作、フォーカシング操作の各エリアに分かれている。オペレーション手順（アライメント操作が必要な場合）は、

- 1：ウエハのセット
- 2：アライメント用画像を読み込み（露光画像表示操作）、アライメント照明をON
- 3：ウエハ上2カ所のアライメントマークを交互にモニタ画面で確認し（自動移動機能付き）、 $\theta$ 回転ボタンおよびx、yボタン（ステージマニュアル移動操作）でウエハ上のマークと露光画像のマークをアライメントする
- 4：露光設定テキストファイルを読み込む（露光設定ファイル操作）
- 5：露光ボタンを押し自動露光、または露光設定ファイルの任意行の露光をスタート（自動/マニュアル露光操作）

以上で基本的な露光操作は終了である。

## オプションおよびテクノロジー

・ステージ移動量、位置決め精度等についての仕様変更が可能。

・1ドットあたりの露光サイズ（1ショットの露光サイズ）について仕様変更可能。

・標準レジスト、厚膜レジスト、スプレーレジスト、エポキシ系レジストなど、各種のレジストの露光に関する露光条件データを準備中。

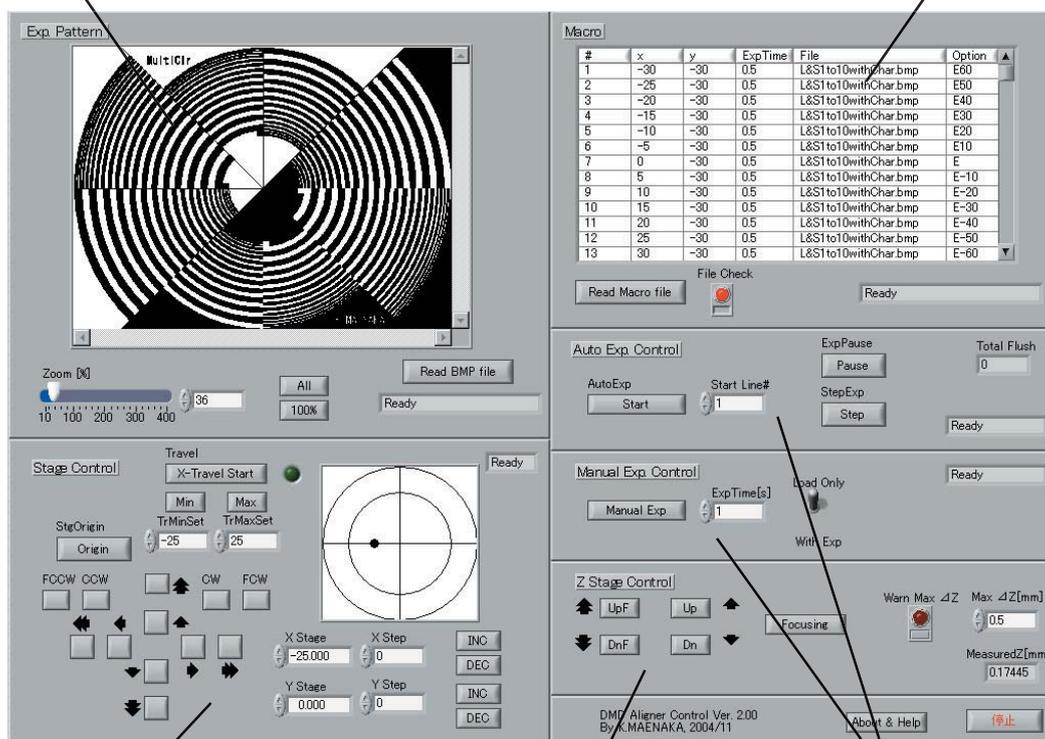
・大きな露光エリアを持つデータを本機で扱えるサイズ（1024 × 768）に分割するとともに、分割された画像を露光面で接続するための露光設定ファイルを自動生成するプログラムを開発中。

以上の仕様・データは暫定的なものであり、予告なしに変更される場合がある。また、本機の機能の一部については特許出願中である。

本露光機は兵庫県立大学 大学院工学専攻科 前中助教授との共同研究により開発された装置である。

露光画像表示・操作

露光設定ファイル操作

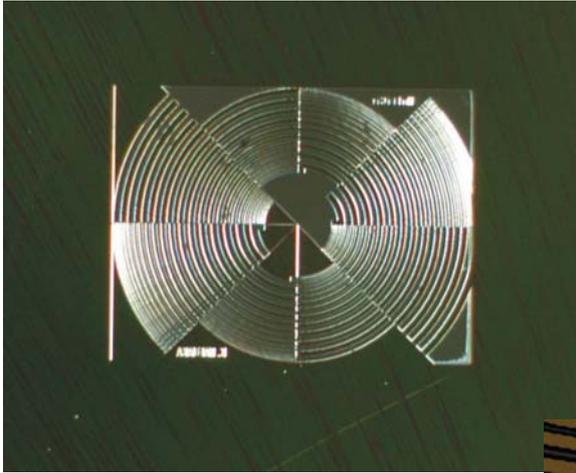


ステージマニュアル移動操作

フォーカシング操作

自動/マニュアル露光操作

図2 制御用PC画面



左：

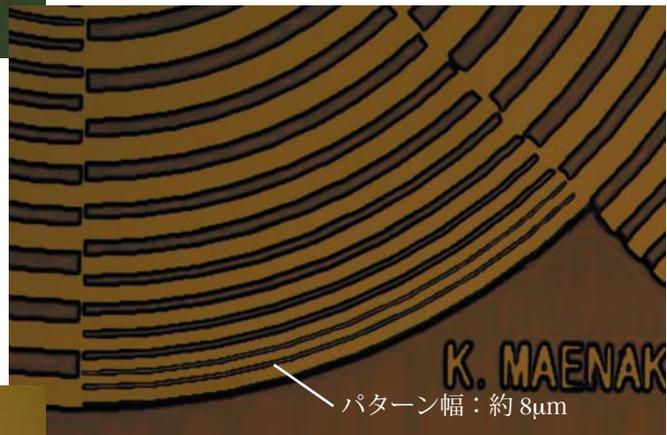
露光1ショット、1024 × 768 (4 × 3mm<sup>2</sup>) ビットエリアの露光結果 (レジスト：OFPR-800、塗布厚1μm)

bmp ファイルに従って露光するため、曲線、円等のデータの準備・描画は容易。Windows 標準添付のペイントツールや PhotoShop、各種画像フォーマットから bmp への画像変換ツールを用いてデータの作成が可能。

右：

上記露光結果の拡大顕微鏡写真

現在1ビットサイズは約4 × 4μm<sup>2</sup>であり、弧状パターンには1ビット分のジャギー (ギザギザのパターン) が見える。



左：

4インチウエハにテストパターンを露光した状態  
ステージはφ6インチに対応

図3 露光テスト結果(OFPR-800)

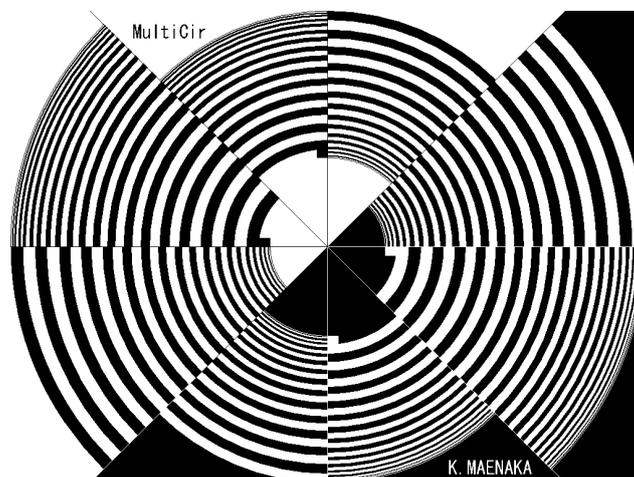


図4 露光テストパターン(サークル)

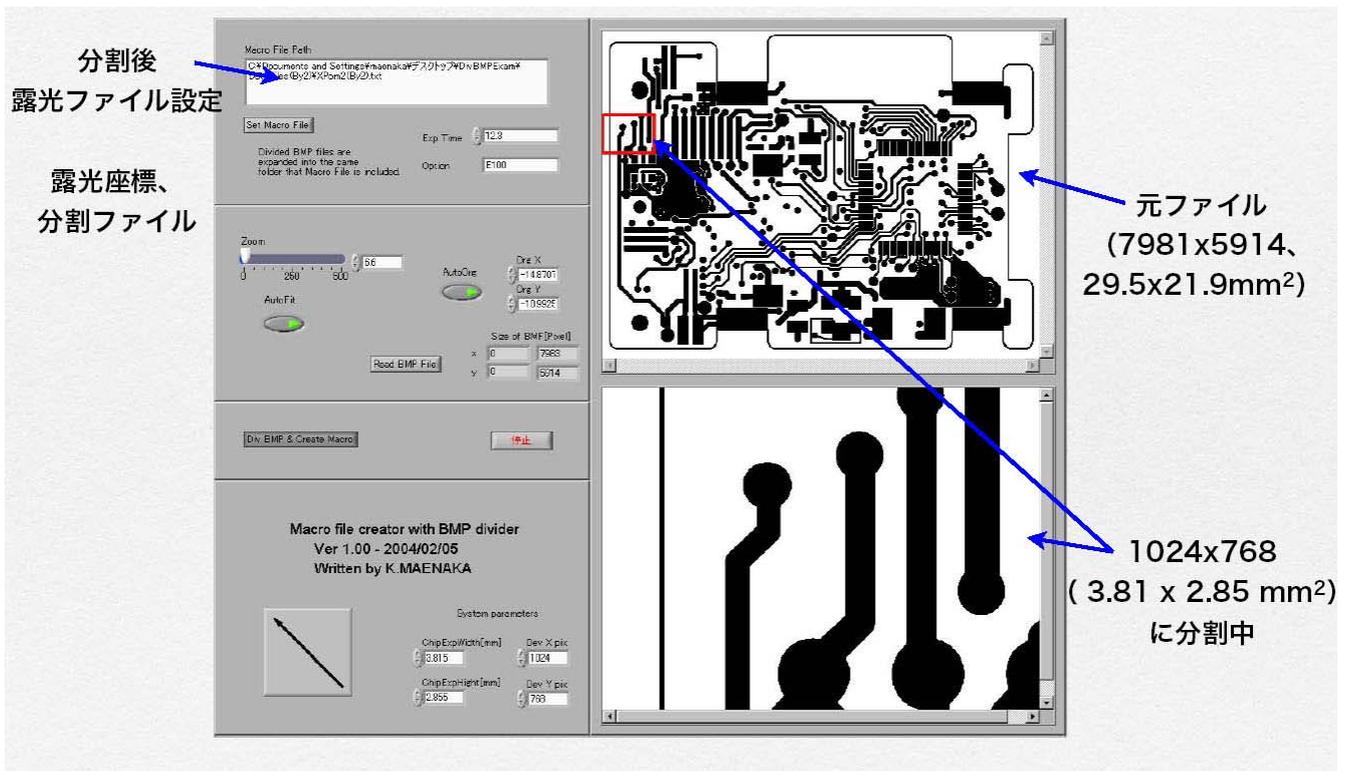


図5 ファイル分割・露光データ作成支援ソフトの例

現状、本機の1ショットの露光エリアは約 $4 \times 3\text{mm}^2$ であるため、大きな基板を作製するために、元ファイルの分割および露光設定ファイルの自動生成を行う必要がある。図5に示すプログラムを用い、露光データを簡易に生成することが可能である。

また、分割時露光時のつなぎ合わせやプロジェクションレンズによる収差に対する評価結果を図6に示す。評価テストパターン<sub>1</sub>の露光結果、つなぎ合わせ・湾曲収差誤差が共に1ピクセル( $4\mu\text{m}$ )以下であった。数十 $\mu\text{m}$ オーダの露光時には十分な精度ではあるが、更なる精度向上に向けて検討中である。

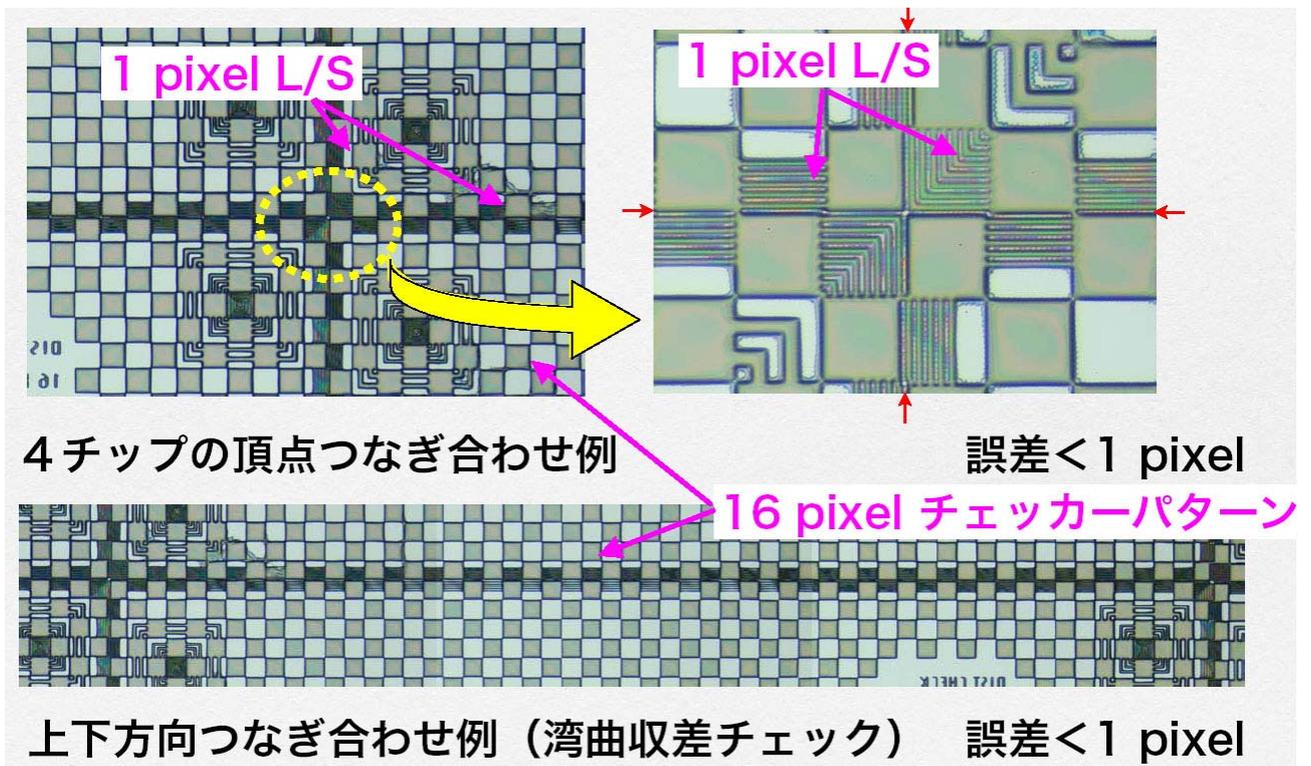


図6 つなぎ合わせ・湾曲収差の評価

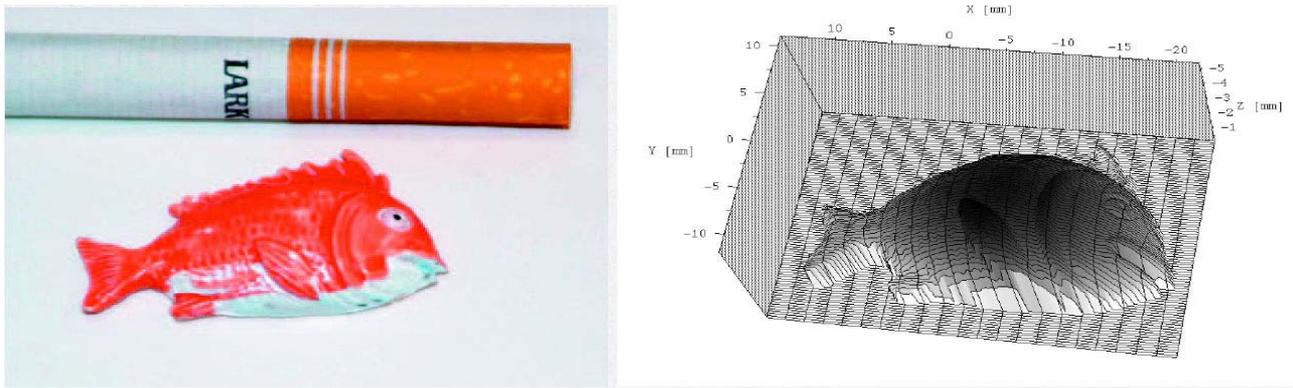


図7 三次元測定計測オプション

図7に三次元計測オプションによる形状データの読み出し結果を示す。現存するものをトレースしたグレースケール露光に対する露光設定ファイルの自動生成やMEMS分野における形状確認の手段として用いることを考慮している。また、数値データをCADデータに変換することによる汎用性についても検討中である。

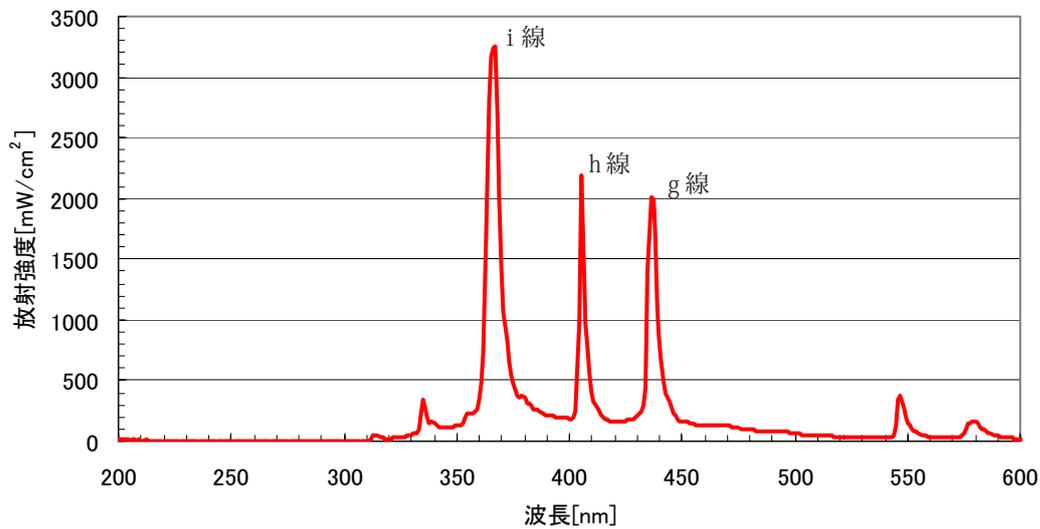


図8 露光面の分光特性評価

図8に本DMD露光機の露光面における分光特性を示す。本機では、紫外線用のDMDを採用したことにより、i線からg線まで幅広い波長に対応した設計が可能である。詳細な露光評価については現在実施中である。

お問い合わせ

株式会社ユメックス

本社・工場

〒671-2114

兵庫県姫路市夢前町糸田400

TEL:079-335-5111

FAX:079-335-5212

E-mail:sales@yumex-inc.co.jp