

高生産性大型液晶パネル露光装置

キヤノン株式会社

代表取締役社長 御手洗 富士夫

キヤノン(株) 常務取締役 光学機器事業本部長	市川 潤 二
キヤノン(株) 液晶機器事業部 事業部長	磯端 純 二
キヤノン(株) 半導体機器第四開発センター 所長	鈴木 章 義
キヤノン(株) 液晶機器開発センター 所長	筒井 慎 二
キヤノン(株) 半導体機器 4 2 開発部 副部長	河野 道 生

はじめに

ここ数年、液晶テレビは急激に需要を拡大し、液晶パネルメーカーは高生産性装置を要求してきた。しかし、従来の製造ラインのままでは超大型の液晶テレビを効率良く生産することが困難な為に、より大型なガラス基板に対応できる露光装置が不可欠になっていた。

2005年、日本において30型台の液晶テレビが急増している。これは、このサイズの液晶テレビの実販価格が、一般家庭でも手が届くところまで下落してきたということを裏付けている。この背景には、2004年から2005年にかけて、日本、韓国、台湾の大型ガラス基板（第6世代、第7世代）の液晶パネル工場の稼働が本格化したことが、大きな要因として挙げられる。これらの工場では、32型ワイド、37型ワイド、40型ワイド、そしてそれ以上の大型TVが、1枚のマザーガラスから6～8面取得することが可能（図1）で、高い生産効率を有している。

開発のねらい

「大きな液晶パネル」を「効率良く」生産できる装置を供給して欲しいという強い要望が多

くの液晶パネルメーカーから寄せられる。弊社の得意分野である「光学」及び「制御」の技術を駆使してこの要求に応え、更なる液晶産業の拡大に貢献するべく、本「高生産性大型液晶パネル露光装置」を開発した。

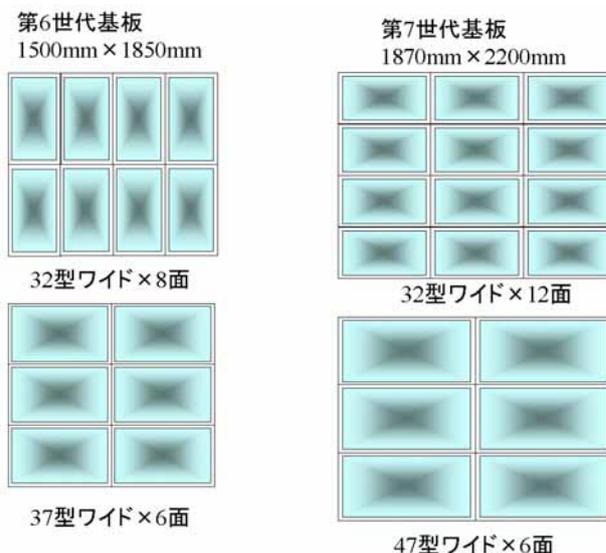


図1 . パネルレイアウト

装置の概要

液晶パネル露光装置は、微細な画素パターンをガラス基板上に焼き付けて、ディスプレイやテレビなどの液晶パネルを製造する装置である。

図2に高生産性大型液晶パネル露光装置の外観を示す。

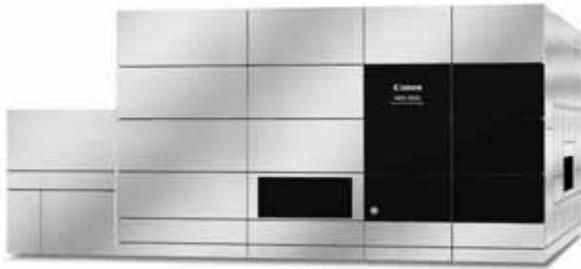


図2．高生産性大型液晶パネル露光装置の外観

1．投影光学系

本露光装置は大口径・高精度な凹面ミラーを使用した「ミラープロジェクション・マスクアライナー」で、大型の液晶パネルを等倍露光で高速に製造する。これまで多くの機種を開発、生産して来たが、一貫してミラーシステムを採用し、パネルメーカーからは高い評価を得ている。ミラー投影光学系(図3)の特長として次の二つがある。

(1) 一括露光領域が広い

原理的に大きな露光幅を得ることが可能で、尚且つ露光幅内全域において均一で継ぎ目の無い露光領域を確保することができる。

(2) 露光照度が高い

レンズ系と異なり、色収差が発生しない。g線、h線、i線全ての波長の露光光を使用し

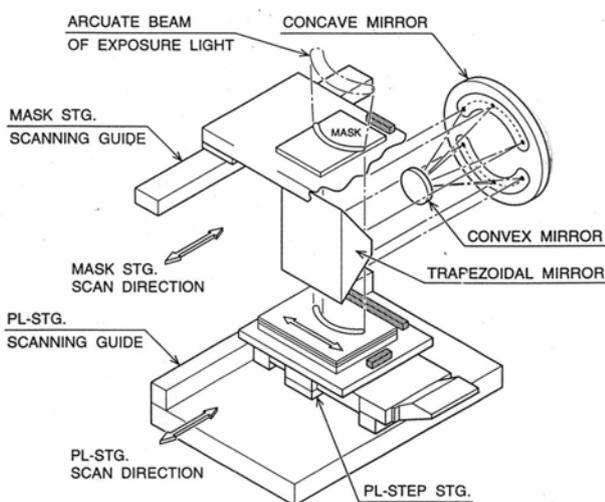


図3．ミラー投影光学系概要

ても像性能の劣化は起こらない。このため光源の光を効率的に利用することができ、高い照度が得られる。また反射系であるがゆえに、光エネルギーの吸収が少なく、高い照度で、長時間動作させても、像性能は非常に安定している。

2．個別同期スキャンシステム

キヤノンの液晶露光装置では、マスクを搭載するマスクステージと、基板を搭載するプレートステージを独立に駆動しながら、完全に同期させて露光する。特徴的なのは、重量の重いプレートステージを、比較的重量が軽く制御性能が高いマスクステージが追いかけることで両者を完全に同期させる、「マスタースレーブ制御方式(権利化済)」を採用していることである。

技術上の特徴

これまで、液晶パネルを作りこむガラス基板の主要サイズは1100mm×1300mm(第五世代と呼ばれる)であったが、本露光装置はこのサイズを大きく凌駕する第7世代1870mm×2200mm(面積ベースで2.9倍)対応を実現した。これを可能にした技術上の特長は、新技術を搭載した大型露光光学系、12kWランプ、大型高速・高性能ステージ、マスク撓み自動補正である。

特に光学系は、キヤノン独自の技術であり、30年近い実績を誇るミラー光学系を採用し、さらに今回の装置では、このミラー光学系に新しい技術を盛り込んだことで、40インチを超える大型の液晶パネルの露光においても、きわめて高い生産性を実現した。

1．大型露光光学系

凹面ミラーと凸面ミラーで構成された光学系は、軸外のある1点で非点収差(縦線と横線のフォーカス差)のみが発生し、それ以外の収差は実質的に発生しない円弧状の良像域が得られるという特長を有している。これはレンズ光学

系には無い非常に優れた特性である。

キヤノンの露光装置は、上述の良像域をスリット（図4）で切り出してスキャン露光する光学系である。この露光装置の生産性を上げる手段の一つが露光領域を広げることであり、従来装置のスリット幅は14mmであったが、本露光装置ではスリット幅を5倍以上に拡大した。これにより一括露光できる面積が大幅に拡大し、高い生産性を実現している。

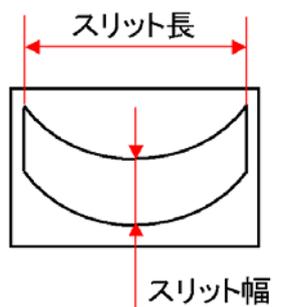


図4．スリット幅とスリット長

まずスリット幅の拡大に関して説明する。本露光装置では、新技術を搭載した大型露光光学系を導入したことで、従来発生していた収差を大幅に低減した。これによって、スリット幅を増やしてもフォーカスが合う許容範囲を5倍以上に拡大することを可能にした。

次にスリット長の拡大に関して説明する。長さの拡大には光学系自体の拡大が必要であるが、大型化に伴い面精度の保証が困難になる。同時に光学素子の自重変形も大きな問題となる。これらを解決するために、新たな大型面精度測定機を開発し面精度の向上を図ってきた。又、シミュレーションによって自重変形を解析し、変形を想定した面加工を行うことで光学系が大きくなっても十分な面精度を確保することに成功した。

2．12kWランプ

高照度化を狙い12kWランプを開発した。従来の8kWランプに比べ、1.5倍の露光エネルギーを得ることができる。また、カラーフィルターな

ど低感度レジスト向けに、12kWランプを3灯まで搭載することが可能である。

3．大型高速・高性能ステージ

従来のガラス基板サイズに比べて面積比で2.9倍にもなる1870mm×2200mmの第7世代ガラス基板に対して、従来装置と同様の精度で駆動させるにはステージを単純に大型化するだけでは実現できず、新技術の開発が必要不可欠であった。

従来装置においてステージの定盤は剛性を十分に持ち、ステージを動かした際もその面形状が維持されることを開発・設計思想としていたが、新開発の装置では装置全体の大型化が進む為に定盤の面形状を維持する事が困難であると判断し、従来の支持方法と制御方法を変更して、より高精度な定盤制御を実現した。さらに、加速度計とリニアモーターによりダンピング特性を向上させることで約2倍の走査露光速度を実現している。

当社の大型ステージは、従来機種のものでエアベアリングガイド、リニアモーターを使用した、完全非接触ステージシステムを採用している。今回もこのシステムを踏襲し、高精度でありながらメンテナンスフリーを実現した。ガイドの材質には、経時的に非常に安定している鍛造スチールを従来から採用している。また、可動部のほぼ全体をセラミック化することで軽量化を実現した。ガイドやバーミラーの大型化に対応するため、加工設備も独自に開発している。これらの対応により、2200mmの基板を搭載できるステージでありながら、従来機種と同等以上の移動精度、停止精度及び高剛性を達成することができた。

ステージにおいて主に上記の技術を新規開発することで装置の高生産性を支える大型高速・高精度ステージを開発することが出来た。

4．マスク撈み自動補正

大型パネルを露光する必要性から、マスクサイズも850mm×1200mmと大型化しているため、マ

スクは大きな自重変形を生じる。このため、マスク変形自動補正機構を開発した。マスクの上に空間を設けてマスクと同サイズの石英ガラスを配置し、その空間の周囲をシール材で密閉する。この空間に微小な負圧をかけることにより、マスク変形を補正することが可能となった。この技術により、高い解像力を安定的に維持することが可能となった。

本露光装置には、上記のテーマ以外にも装置の大型化に伴う新技術が多く盛り込まれている。また、組み上がった80トンの本体をそのまま運搬することは不可能なため、ユニットで運搬し現地で組立てると言う新たな運用も導入した。

実用上の効果

1．経済的效果

32型ワイドテレビの生産能力は、第5世代の従来機種では、1時間当たり127枚。これに対し第7世代対応の新機種では、同じく540枚と4.26倍になっている。しかしながら、装置の大型化により販売価格が上昇しており、これを相殺しても、2倍以上の高い生産性を実現することができた。

2．他への波及効果

「ガラス基板大型化」成功の鍵は露光装置と言われてきた。今回、露光装置の大型化対応を実現したことで、それ以外の液晶パネル製造装置も全て大型化対応を図ることになり、非常に大きな新規市場を創出した。

工業所有権の状況

高生産性大型液晶パネル露光装置に関連した特許としては、29件を出願しており、このう

ち22件が既に登録済みである。

むすび

当社は長期に渡って液晶用露光装置の開発を行っており、光学技術、制御技術等の多くの特許技術を開拓してきた。超大型ミラーや大型ステージ用のガイドなど、超精密大型部材の加工を全て社内で行い、多くの加工技術も蓄積してきた。今後も、更に生産性の良い装置を商品化し続けることで産業の発展、社会の発展に貢献して行きたい。