

フィルム有機EL生産化のための要素技術開発

Development of Fundamental technology For the film organic EL production

長島 貴, 山田 秀夫, 花岡 実

Takashi Nagashima, Hideo Yamada, Minoru Hanaoka

市川 努, 石田 毅, 小田 啓二

Tsutomu Ichikawa, Takeshi Ishida, Keiji Oda

要 旨 フィルム有機ELを生産する際に必要となる生産技術的観点からの要素技術開発を行なった。

温度や水分で変形しやすいフィルムを基材にした有機ELパネルを製作する際の課題は、工程内でのフィルムのハンドリング方法と寸法変化を抑える方法の2点である。

ハンドリングについては保持方法の改善により工程内で安定的に扱えることがわかった。また寸法安定性については工程投入前に前処理を行なうことで寸法変化を抑えることが可能になり、パターンニング精度の向上につながることを確認できた。

Summary We have developed fundamental technology which will be necessary from the viewpoint of the production engineering when film organic EL is produced in the future.

The 2 issues facing the production of Organic EL panels, which use films that are sensitive to deformation by humidity and temperature, are the handling of the film during the process and the minimization of deformations.

As regards handling, it was found that the film could be handled steadily in the process by improvement of the method of holding it.

Moreover, for dimensional stability, Pre-Processing made it possible to minimize the dimensional change of the film, and it was found that this Pre-Processing was connected to improvements in the pattern precision.

キーワード : フィルム有機EL, 露光工程, パターンニング精度, ハンドリング, 蒸着工程

1. まえがき

携帯電話やPDAなどのモバイル製品の普及に伴い、薄型、軽量、広視野角、低消費電力などの要求を満たすディスプレイとして有機EL

(OEL)への期待が高まっている。現在OELは携帯電話やデジタルカメラなどへ搭載されているガラスOELが主流であるが、今後、さらなる軽量化、割れないフレキシブルなディスプレ

イとして図1に示すようなフィルムOELが目目されている。

将来的にフィルムOELに期待されている内容としては次の2点がある。

- ・巻き取れる夢のディスプレイ
- ・ロール・ツー・ロール生産方式によるローコスト化

しかしながら、フィルムの持つフレキシブルな特性はそのまま生産時の課題でもあり、フィルムOEL実用化への課題の一つである。

OELパネルの要求仕様とそれに関するフィルムの特性をまとめると表1のようになる。

長寿命化については、フィルムに防湿性能を有した膜を形成する方法などの構造的な改善手法がある。しかし、高精細化についてはフィルムの特性上、構造的な改善手法だけでは困難なため生産工法上の工夫が必要である。

本報告書では主に、高精細化に対して懸念される課題への取組みとフィルムの保持搬送方法について報告する。



図1 フィルムOEL

2. 生産プロセスの課題

一般的なガラスOELの製造工程と基本構造と図2,3に示す。フィルムOELの場合も基本的には同じである。

フィルムは工程内で熱や水分の影響を繰り返し受けることで寸法の変化や変形が生じ、保持搬送を困難にし、またパターニング精度への悪影響が懸念される。

そのため防湿処理などを施したフィルムを用いるが、ガラスのような安定した特性は期待できない。

ここで重要な課題は、

- 柔軟なフィルムを安定してハンドリングする方法
- フィルム寸法変化による、パターニング精度への影響の低減

の2点である。

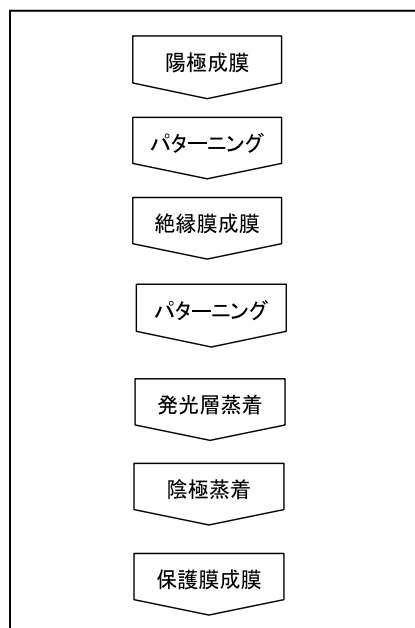


図2 製造工程

表1 OELパネルに求められる特性と実際のフィルム特性

	要求される特性	フィルム固有の特性
長寿命化	水分を通さない基材	水分を透過する
高精細化	基材の寸法安定性	温度・水分で寸法変化大

← ギャップ →

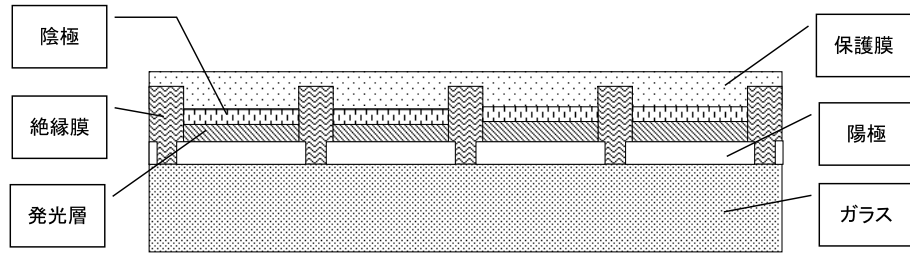


図3 OEL 基本構造

3. ハンドリング

3.1 ハンドリング全般の留意点

検討するフィルムサイズは工程ごとに試作装置を加味してA5からA3までを対象とした。

ガラスと異なる柔軟なフィルムの搬送を考えた場合、図4に示すような方法が考えられる。

- a. ガラス板に貼り付けて流す。
- b. ジグにセットして流す。
- c. フィルム単体で流す。

各方式について、生産工程を考慮して実験を行った。

a. については、各種粘着材の検討を行った。OELの生産プロセス中の温度条件に耐え、貼りやすく剥がしやすい粘着材が理想である。粘着性、剥離性を評価項目として各材料を点数化した(表2)。

b. ジグにセットして流す場合、洗浄工程、フォトリソ工程、蒸着工程により条件が異なる。

WET処理時の液残りや処理ムラなどを考慮して各種ジグを考案した。

工程ごとに異なるジグを使用する方法もあるが、メンテナンス性を考慮すると、出来るだけジグの種類を減らすことを重視した。

c. フィルム単体流しの場合、各ステーションにフィルムの保持装置を設置し、ステーション間の移動はコンベア搬送とロボット搬送を併用する。

3.2 露光工程

露光工程はパネル解像度を定める際には最も重要な工程の一つである。パターン精度を向上させるためにはフィルムをステージに置いた時の平面度を上げる必要があり、フィルムを固定

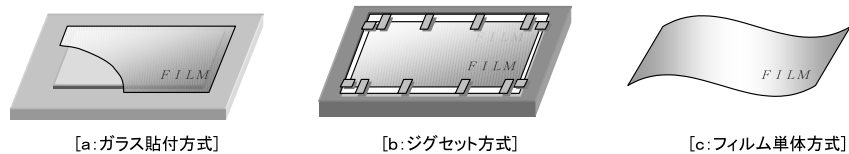


図4 各種フィルム搬送方法

表2 粘着材比較

	高温時の粘着性能	剥離性能	剥離時の糊残り
粘着材A	5	1	2
粘着材B	5	3	2
粘着材C	3	3	4
粘着材D	2	5	1
粘着材E	4	3	3

※ 5(良)⇔1(悪)

する方法としては以下の3つがある(図5)。

- a. 静電吸着
- b. 多孔質吸着
- c. 穴吸着

静電吸着ステージ表面の平面度は $10\ \mu\text{m}$ 以下で、吸着したフィルムの表面は数十 μm の平面度となった。

また多孔質吸着は 0.1mm 程度の穴が多数開いている構造だが、表面の平面度は $15\ \mu\text{m}$ 程度である。フィルムを吸着した時の平面度は図6のように $30\ \mu\text{m}$ 以下となる。一方、 1mm 程度の穴をあけた穴吸着では平面度の低下が見られた。

以上の結果から、高い平面度を必要とする場合は静電吸着、多孔質吸着が有効である。しかしながら静電吸着は数KVの高電圧をかける必要があり、フィルムにダメージを与える可能性

もある。また多孔質吸着も微細な穴のメンテナンスなどの課題がある。

3.3 工程間搬送

フィルムを工程間で移動させる時に、保持方法によっては搬送が不安定になり、フィルムへのストレスがかかるなどの弊害が出てくる。保持方法としてフィルムの4隅もしくは2辺(または4辺)をメカニカルにチャックするか、上面周囲をバキュームパットで吸着するなどが考えられる。

各種検討実験を行い、工程ごとに2辺チャックと4辺チャックを使い分けることにした。

例として、図7に2辺チャックした場合のフィルムたわみ量を示す。

3.4 流し生産工程

生産効率を考慮するとWET工程(洗浄、現像、

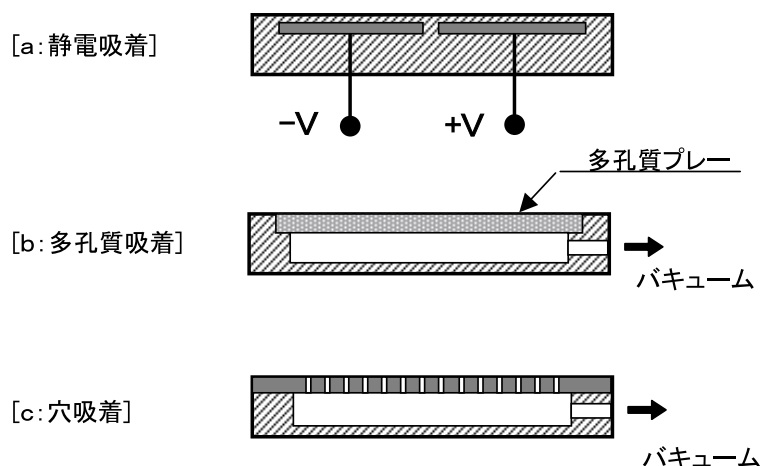


図5 各種フィルム固定方法

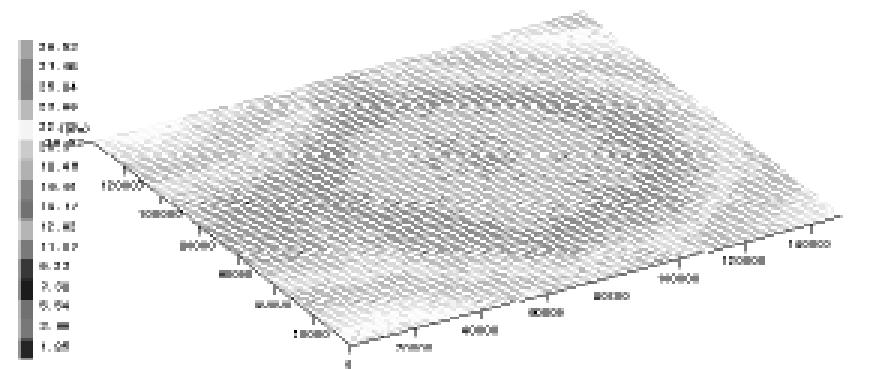


図6 多孔質吸着時のフィルム平面度

エッチング)や乾燥工程ではコンベアで搬送しながら処理する流し生産が想定される。

以下に各工程での搬送法の一列を述べる。

・洗浄工程：

WET工程の中でもブラシやエアナイフにより物理的な負荷がフィルムにかかり、液にさらされての搬送もあるため一番課題が多い工程である。より高い洗浄効果を考えると、上面を非接触で搬送する方法が好ましい。

・乾燥工程：

面内温度分布などを考慮し、極力成膜面には接触せずに搬送を行なう。その際は移動スピード、工程内温度分布が重要な要素になる。図8に流し乾燥した場合のフィルム温度変化を示す。

3.5 蒸着工程

蒸着装置内部でのフィルム保持を考える際には雰囲気中の微細なゴミについて十分配慮する必要がある。フィルムをジグフレームなどに固

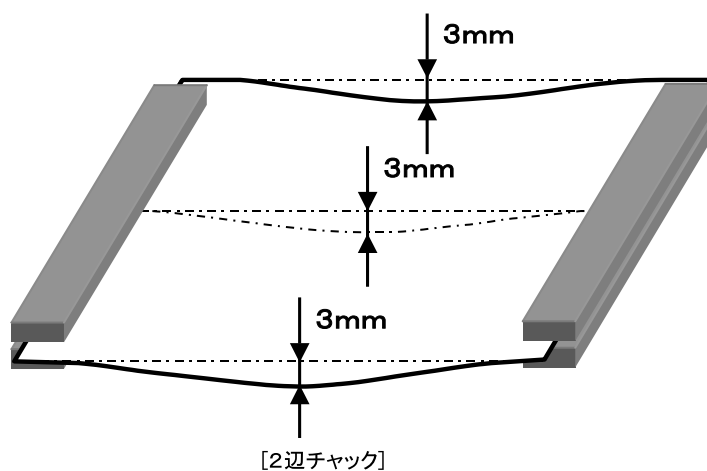


図7 2辺チャック時のフィルムたわみ

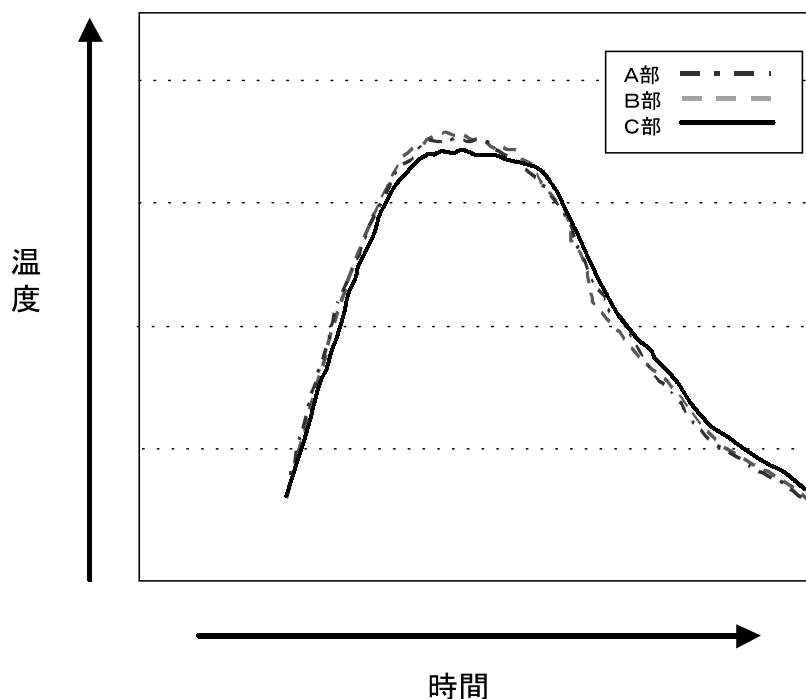


図8 流し乾燥工程でのフィルム温度変化

定したまま複数の蒸着機を搬送する方式ではメタルマスク上へゴミが落下する危険性が高まる。そのため数種の保持方法について生産工程を考慮して実験を行なった。メカチャックを使った場合、平坦度を上げるためフィルムを引っ張ることも考えられるが、弊害としてフィルムが伸びてしまい(弾性変形)、パターニング精度が低下し、膜にストレスを与えてしまう可能性が考えられる。また静電チャックも考えられるが、十分な保持力が得られるかはさらに検討が必要である。図9に実験した蒸着機の外観を示す。

また、蒸着機内でのフィルム平面度を測定する方法についても検討を行なった。

前記に留意してフィルムを平面保持した場合でも蒸着中はフィルムの平面度が温度変化などにより低下している可能性がある。蒸着直前のフィルムの平面度を測定出来れば、精度悪化を未然に防ぐ対策が可能になる。

今回はフィルムに投射されたパターンの歪み具合からフィルムの歪みを測定する「非接触平

面度測定器」を開発した。測定精度は数 μm 程度である。この「非接触平面度測定器」を用いることで、蒸着機内部でのフィルム平坦度の変化が確認できた。図10に測定の一例を示す。

4. パターニング精度検証

4.1 フィルム変形の抑制

パターン精度を向上させるためには温度や水分によるフィルムの寸法変化を抑制する必要がある。フィルムに前処理をすることで寸法変化を抑制できるかの検証を行なった。

4.1.1 前処理の検討

工程投入前に熱処理などを行ない、寸法が安定するかを評価した。数十～数百までの温度でフィルムを長時間加熱したところ、寸法が安定することが判った。さらに加熱前に異なるA、B、Cの負荷を加えたフィルムは、無負荷のものより寸法が安定することが判った(図11)。

4.1.2 前処理の効果

前処理をしたフィルムの寸法変化の評価を行

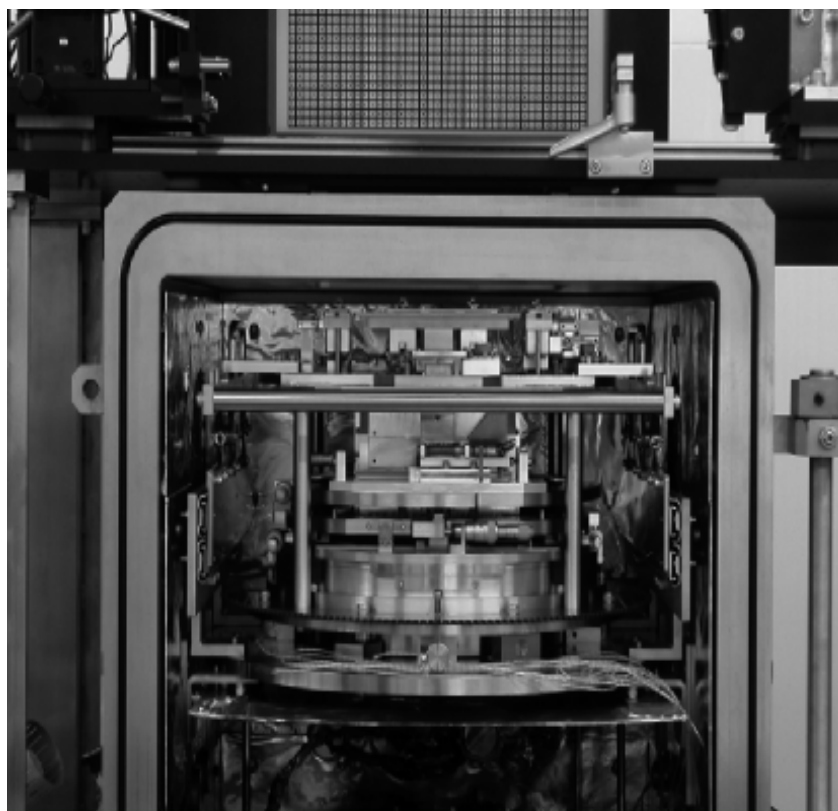


図9 蒸着機外観

なった。

室温放置した場合の寸法変化は初期には数 μm 以内の変化となっており、寸法はほぼ安定していると判断できるが、その後から伸び始めて数週間しても伸び続ける。

次に水に浸漬した場合の寸法変化も同様に初期は安定しているがその後は伸び続ける(図12)。

最後に試作プロセスで工程負荷を加えて評価を行った。今回の評価では、数 μm 程度の寸法変化にとどまることが判り、パターン精度への影響をかなり緩和することが出来た。

前処理は基材投入直前に行う程効果は大き

く、ライン構成の工夫により、所定の寸法安定化の結果を得られる。

またフィルム変形の影響を最小限にするにも前処理は有効である。

4.2 露光から現像工程

露光工程でのパターンニング精度低下の要因としては、フィルムの温度変化による伸縮、フィルムの平坦度、さらに露光性能、アライメント精度、フォトマスクの加工精度などがある。

フィルムの線膨張率がガラスに比べて格段に大きいことから、露光ステージでのフィルム温度変化の影響は深刻で、1 の変化が数十 μm

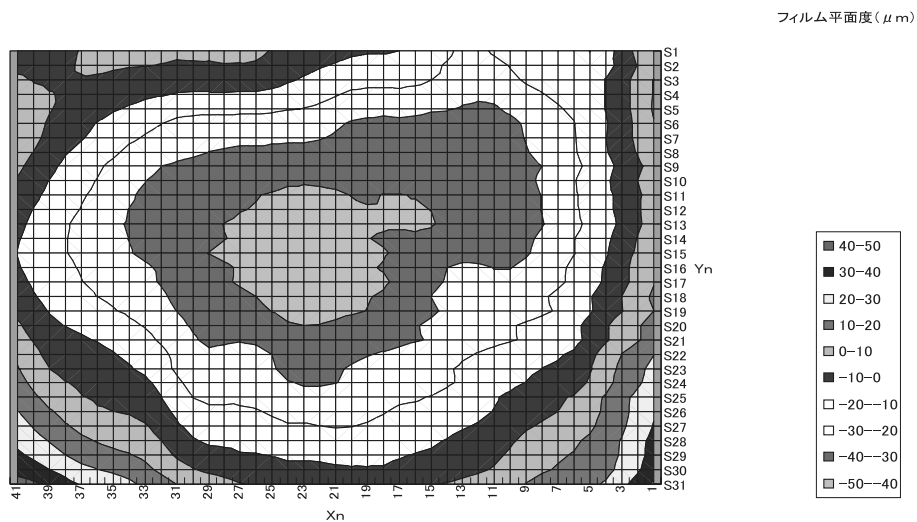


図10 非接触平面度測定例

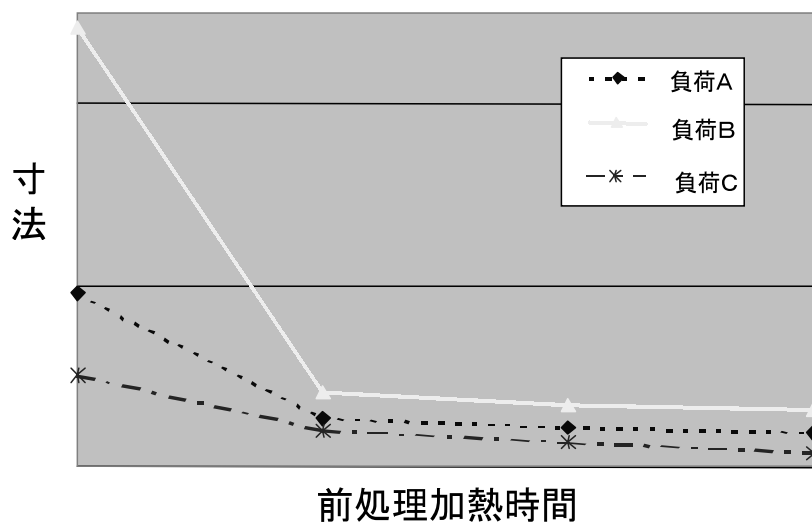


図11 加熱によるフィルム寸法の変化

となってしまう場合もある。

フィルムの温度変化が押さえられる温度調節構造などが必要である。

4.3 蒸着工程

蒸着ボケを増大させる主要因であるフィルム平面度，メタルマスクの平面度の両者について，その影響度合いを確認した。図13にその

結果の一例を示す。

蒸着中のフィルムでは蒸着チャンバ内の温度変化などによりフィルムの線膨張係数に見合った伸縮が確認された。伸びのバラツキが少ない場合は，伸縮量を設計的にフィードバックしておくことも可能である。

メタルマスクの精度についてはマスク自重に

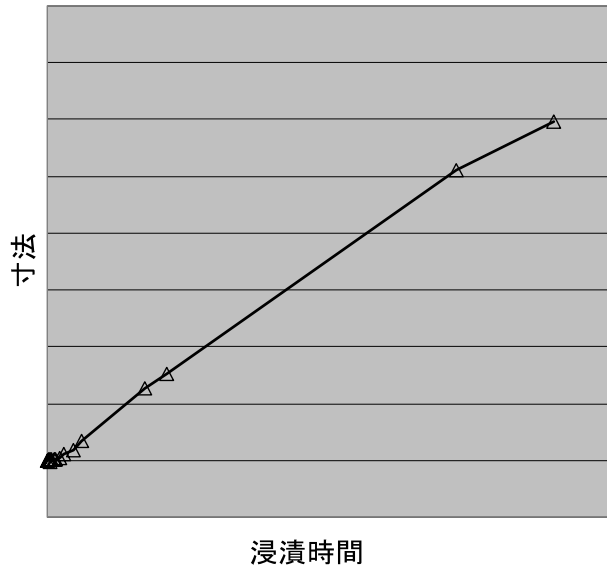


図12 前処理したフィルムの寸法変化（水浸漬）

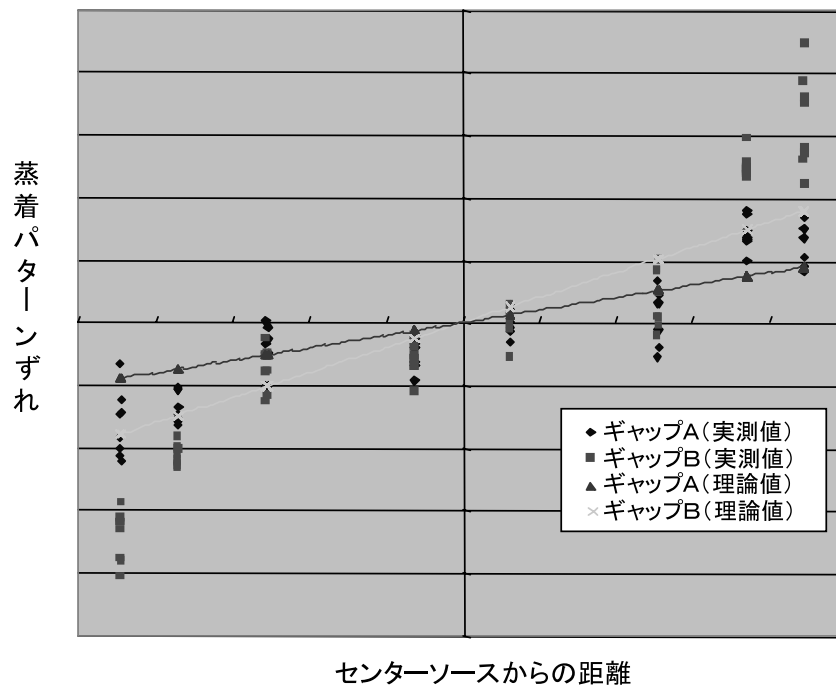


図13 蒸着でのパターンズレ

よるたわみ量がパターンニング精度低下に大きく影響してくる。その対策として、フレームとの一体化で平面度数 $\pm 10\mu\text{m}$ を達成することが出来た。

5. まとめ

従来のガラスOEL生産では問題にならなかった工程が、フィルム基材では生産を困難にしている。今回の工法開発および検証で、フィルムOEL生産に関する課題が明確になり、量産化への第一歩を踏み出すことが出来たと考える。

特に、ハンドリングについてはフィルムにストレスを与えずに確実に保持する方法や高い平面度を保つための固定方法について検証した。その結果、フィルムの特性を理解して対処することで生産プロセスにおいて安定的に扱えることがわかった。

また工程投入前の処理でフィルム基材の寸法変化を抑えられることがわかった。

今回は試作プロセスでの検討であるが、今後はより量産に近い条件での確認実験が必要である。

6. 謝辞

最後に開発にあたり生産プロセスについてアドバイスをいただいた総合研究所、表示デバイス研究部、東北パイオニア(株)の関係各位に感謝します。

参考文献

- (1) 工業用プラスチックフィルム: 南智幸, 小坂田篤共著, 加工技術研究会
- (2) 特許マップシリーズ : 有機EL素子
特許庁
- (3) 高分子と水分: 高分子学会編 幸書房
- (4) フラットパネルディスプレイ大事典:
内田龍男, 内池平樹監修, 工業調査会

筆者

長島 貴 (ながしま たかし)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1988年4月

主な経歴: 主にディスプレイ, 生産技術関連の開発に従事

山田 秀夫 (やまだ ひでお)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1982年4月

主な経歴: DAT, ピックアップ関連などの生産技術開発に従事

花岡 実 (はなおか みのる)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1981年4月

主な経歴: ディスク関連の研究開発を経て生産技術関連の開発に従事

市川 努 (いちかわ つとむ)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1988年4月

主な経歴: LD, ピックアップ関連などの生産技術開発に従事

石田 毅 (いしだ たけし)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1991年4月

主な経歴: ピックアップ関連などの生産技術開発に従事

小田 啓二 (おだ けいじ)

所属: 技術生産統括部 生産技術センター
入社年月: 1980年月

主な経歴: CAE, 工法開発, ピックアップ関連などの生産技術開発に従事