

超薄板ガラスのキャリア積層技術の可能性

～薄型／フレキシブルディスプレイのための シート to シートプロセス～

旭硝子(株) 中央研究所

江畑 研一, 樋口 俊彦, 松山 祥孝, 内田 大輔, 近藤 聡

The potential of carrier laminated ultra-thin glass technology corresponding to sheet-to-sheet process for thinner and flexible displays

Kenichi Ebata, Toshihiko Higuchi, Yoshitaka Matsuyama, Daisuke Uchida,
and Satoshi Kondo

Research Center, Asahi Glass Co., Ltd.

要旨

薄くおよびまたは曲がるディスプレイのための新規な超薄板ガラス取扱方法を提案する。剛直なキャリアガラスの上に特別な中間層を介して積層した超薄板ガラスであり、良好な耐熱性と化学的安定性を有する形態を提案する。これらキャリアを積層した超薄板ガラスはLCDやOLEDの通常のディスプレイ製造工程で使用可能で、かつ機械的に容易に二対のキャリアが積層した超薄板ガラスからなるディスプレイセルアセンブリから二枚の超薄板ガラスからなるディスプレイに分離できる。

そのため、当該方法は壊れやすく薄く曲がるディスプレイをLCDやOLEDの通常の製造設備で製造することが可能で、曲がるディプレ

イを製造するための化学的およびまたは物理的なセルの薄化処理もロール to ロール設備も不要である。

このように、この技術は洗練されかつ充分な新規性を有し、曲がるディスプレイを含む将来のより薄くより軽いディスプレイの市場の拡張に貢献するものと期待する。

1. はじめに

近年、軽量または薄型のLCDやOLEDディスプレイがユビキタスコミュニケーション環境の進化につれて強く望まれている。超薄板ガラスは、より軽くより薄いディスプレイの重要なキーマテリアルであり、超薄板ガラスの工業生産がフロート法により0.1mm厚で可能になることが報告されている^[1]。しかしながら、超薄板ガラスはとても脆くフレキシブルなため、ロール to ロールプロセスなしでディスプレイを作製できず、幾つもの課題と新しい設備の開発を必要とする。今日、ガラス基板は一般的に

〒221-8755 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町 1150
TEL 045-374-7709
FAX 045-374-8873
E-mail: kenichi-ebata@agc.com

ディスプレイ技術は更なる発展へ

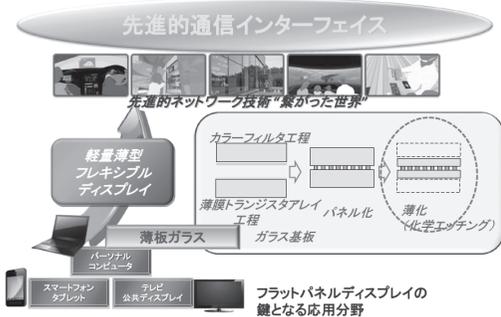


図 1 a ディスプレイ技術は更なる発展へ

超薄板ガラスに適したプロセスは？

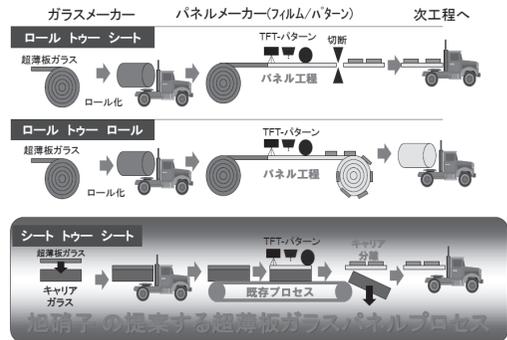


図 1 c 軽くて薄いディスプレイ用の超薄板ガラスに適したサプライ・チェーンは？

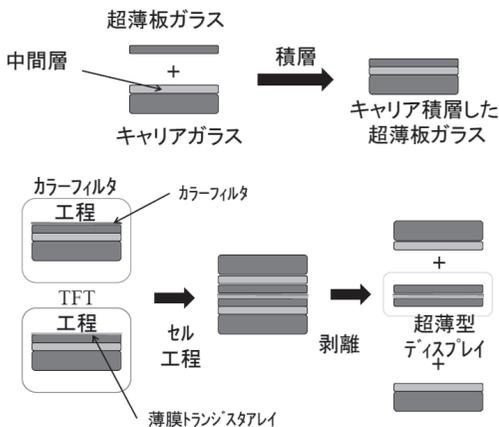


図 1 b 提案技術を用いた超薄板 LCD セルの製造フロー

ディスプレイセル作製後に化学的エッチングや物理的研磨を用いて薄板化する^[2,3]。しかし、生産性や環境負荷の観点で課題がある。そのため、超薄板ガラスの簡便かつ安定的な取扱方法が求められている (図 1 a)。

そこで、中間層を付与したキャリアの超薄板ガラスへの積層技術を提案する。例えば、0.5 mm 厚のキャリアガラスを積層した 0.1 mm 厚の超薄板ガラスは曲がることなく、通常の 0.7 mm 厚のガラス基板と同様に取り扱うことができるだけでなく、ディスプレイ生産プロセスにおける良好な耐熱性と化学安定性を有し、かつディスプレイセル形成後にキャリアを分離できる (図 1 b と 1 c)。従って、この方法は壊れやすく薄くて曲がるディスプレイの生産を可能にし、通常の TFT-LCD や OLED の設備を使用

し、ディスプレイセルの薄化処理やロールトロール設備が不要である。

2. 実験と結果

2.1 キャリアを積層した超薄板ガラスの作製
超薄板ガラス (0.2 mm 厚, 300 x 350 mm²) を 0.7 mm 厚の中間層付キャリアガラスに積層した (図 2 a)。そして、端部形状は通常のガラスと同じにした (図 2 b)。

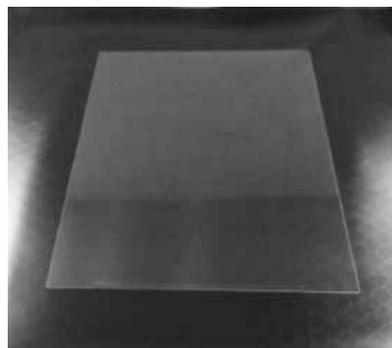


図 2 a キャリアガラスを積層した超薄板ガラスの外観

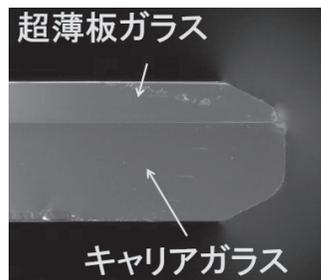


図 2 b キャリアガラスを積層した超薄板ガラスの断面

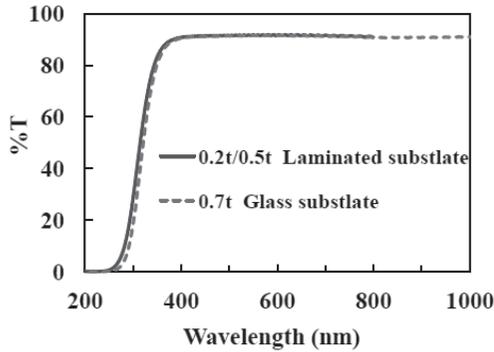


図 2c キャリアを積層した超薄板ガラスと通常のガラス基板の透過率

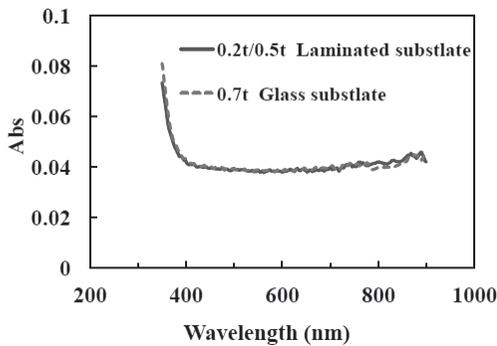


図 2d キャリアを積層した超薄板ガラスと通常のガラス基板の吸光度

キャリアを積層した超薄板ガラスと通常のガラス基板の光学特性を比較した。全光線透過率を図 2c に、吸光度を図 2d に示す。両者の間で差異はほぼ認められない。

2.2 加熱処理前後の超薄板ガラスとキャリア間の密着力について

超薄板ガラスと中間層付キャリアガラス間の密着力を通常の TFT-LCD 製造プロセスに相当する加熱処理前後で評価した。キャリア積層した超薄板ガラスは窒素雰囲気中で 350°C1 時間加熱処理した。熱処理後に、引張強度試験機を用いて密着力を測定した (図 3 a)。加熱処理前後の密着力を図 3 b に示す。両方のサンプルはそれぞれ機械的に超薄板ガラスとキャリアガラス上の中間層の間で分離できる。加熱処理前後

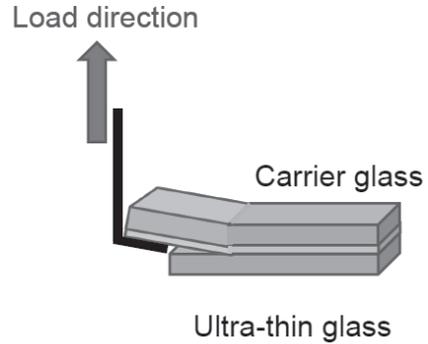


図 3a 超薄板ガラスとキャリアガラス上の中間層との密着力の測定方法

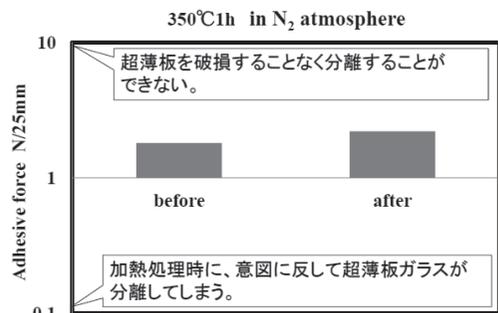


図 3b 加熱処理前後の超薄板ガラスとキャリアガラス間の密着力

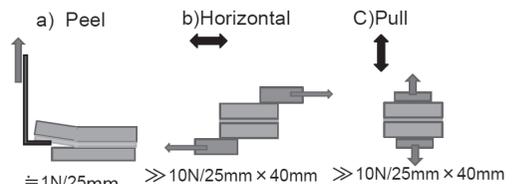


図 3c 密着力の剥離モードによる違い

の密着力はそれぞれ 1.8 および 2.5 N/25 mm であった。

一方、密着力が 0.1 N/25 mm 幅未満の場合、超薄板ガラスはプロセス中の取扱い中で容易に分離してしまう。反して、密着力が 10 N/25 mm 幅を超える場合、超薄板ガラスをキャリアガラスから分離できずに割れてしまった。以上のデータはピール剥離モードの場合であるが、せん断引張モードや一軸引張モードの場合では容易に分離しない (図 3c)。超薄板ガラスを容易に分離した外観を図 4 a と図 4 b に示す。

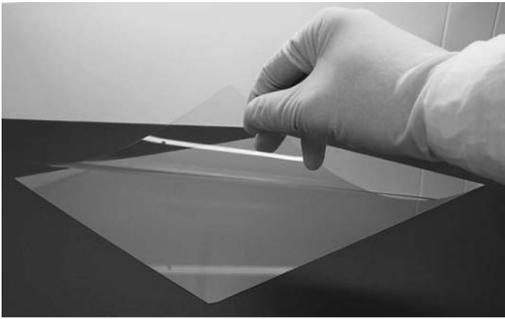


図 4 a 容易に分離できる超薄板ガラスとキャリアガラス

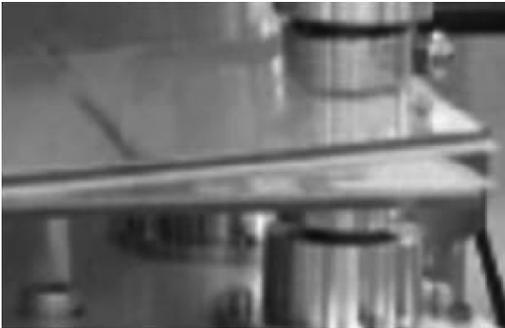


図 4 b 超薄板ガラスとキャリアガラスの剥離の一部分

2.3 加熱処理におけるキャリアを積層した超薄板ガラスの脱ガス特性について

通常の TFT-LCD プロセスに相当する加熱処理での脱ガス特性は、TDS-MS（熱脱着および質量分析）により評価した（図 5 a）。条件は、以下のとおりである。チャンバー圧力は 10^{-7} Pa 以下に減圧し、昇温速度 $10^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 、 350°C 30 分保持した。

結果を図 5 b および図 5 c に示した。TDS-MS の出力電流は質量数 2, 16, 18, 28 および 44 の基板からの脱ガス成分量に比例する。結果として、キャリアを積層した超薄板ガラスと通常のガラス基板で差異は認められなかった。

基板からの脱ガスは、シリコン TFT や金属および ITO 配線の特性に影響する。そのため、キャリアを積層した超薄板ガラスへ ITO をスパッタリングで成膜し、その膜特性を評価した（表 I）。抵抗率や透過率での低下は認められな

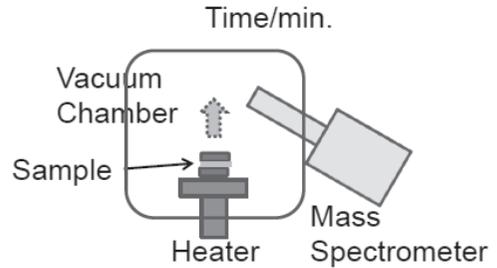


図 5 a 脱ガス特性の評価方法

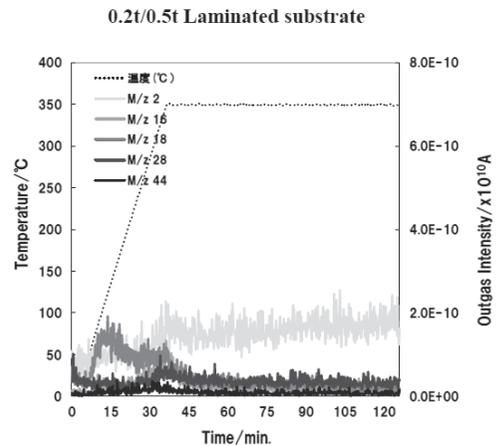


図 5 b キャリアガラスを積層した超薄板ガラスの加熱処理時の脱ガス特性

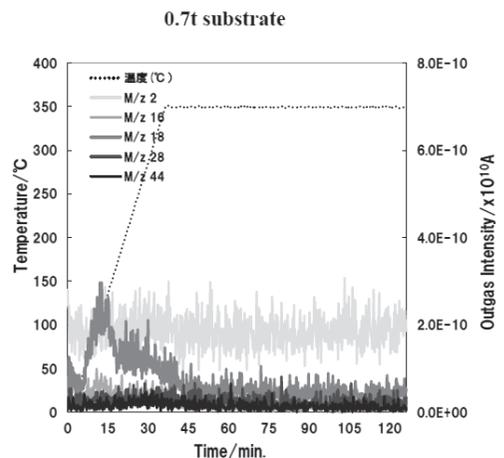


図 5 c 通常のガラス基板の加熱処理時の脱ガス特性

表 I キャリアガラスを積層した超薄板ガラスと通常のガラス基板にスパッタリングで成膜したITO膜の特性比較

サンプル	ITO膜厚 nm	シート抵抗 Ω/\square	透過率 %
キャリア積層超薄板ガラス	160	11.5	84.3
通常のガラス基板	160	11.7	83.6

表 II キャリアを積層した超薄板ガラスの耐薬品性

No.	薬液	浸漬温度	薬液による損傷や薬液の浸透
1	ガラス洗浄液	23°C	N.D.
2	現像液	23°C	N.D.
3	剥離液	35°C	N.D.
4	金属エッチャント	35°C	N.D.
5	ITOエッチャント	35°C	N.D.

かった。この結果は、TFT-LCDのようなディスプレイデバイスをキャリア積層した超薄板ガラスで作製して脱ガスの影響は無視できることを示唆している。

2.4 LCD生産プロセスにおける耐薬品性および適性について

キャリアを積層した超薄板ガラスの、LCD製造プロセスに使用する化学薬品に対する耐久性や適用性を評価した。サンプルは、レジストパターンニングに使われる現像液や剥離液、ITOや金属配線用のエッチング液、およびガラス洗浄液にそれぞれの温度条件で10分間浸漬した(表II)。

処理後に、超薄板ガラスとキャリアガラスの積層界面を光学顕微鏡で観察した。超薄板ガラスとキャリアガラスの積層界面への薬液の浸透や浸食は認められなかった。



図6 G4サイズのキャリア積層した超薄板ガラス

3. 結論

キャリア積層した超薄板ガラスは、ディスプレイ製造プロセスにおける光学特性、耐熱性や耐薬品性を有し、かつ加熱処理後にキャリアガラスを機械的に容易に分離できることを示した。さらに、光学特性は通常のガラス基板とほぼ差異がないことも示した。

このキャリア積層した超薄板ガラスの取扱方法は、薄く曲がりやすく割れやすいLCDやOLEDなどのディスプレイ作製において、化学的およびまたは物理的ガラス基板の薄化処理もロール to ロールプロセスも不要といった洗練性と適応性を有し、可能性を持つものである。SID 12およびSID 13でのG4サイズおよびG5サイズのサンプル展示により、量産対応への十分な可能性を示した(図6)。

参考文献

- [1] 旭硝子, Exhibitors' Forum, SID'11 http://www.agc.com/english/news/2011/0516_e.pdf
- [2] Y.-C. Liu, L.-Y. Yeh, J.-W. Chwu, C.-C. Lin, M. S. Chen, F. Y. Gan, "A Novel Cell Thinning Method for Liquid Crystal Displays", FMC 2-4, IDW'07.
- [3] J. Y. Byun and K. W. Lee, SID Digest. 1786 (2006).