

新 欧州発 表面処理関連技術 最前線レポート

第3回

“ 極薄フレキシブルガラスとその応用 ”

(株)サーフェックトランスナショナル 鈴木 巧一*
 兼フラウンホーファー FEP 日本代表
 フラウンホーファー IZM M. Junghaehnel**

最近、携帯ツールや自動車向けのOLEDディスプレイ、自動車用センサーなどに使われる基材や保護板としての応用の可能性から、極薄フレキシブルガラスが注目されている。ここでは、極薄フレキシブルガラスへの成膜を中心として、関連の技術開発を世界的に牽引しているフラウンホーファー FEPの活動状況を紹介します。

はじめに

ガラスは、弾性という観点で分類すると、厚さが1mm以上のほとんど曲がらないガラス平板、0.2mm~1mm厚の手で少し曲げられるガラス、そして、0.2mm(200 μ m)以下の単純な浅い曲げだけではなく、より小さな曲率で曲げられ、さまざまな加工にも耐えられる強度と柔軟性を有して

いる極薄フレキシブルガラスに分けられる。このフレキシブルガラスは、図1に示されるような1.2mほどの幅のロール状のガラスフォイルとしても供給されている。表1にフレキシブルガラスの利点と懸念点をプラスチックフィルムと比較して示す。ガラスの利点は、耐熱性、水に対する完全なバリア性、化学的・環境的耐久性などに優れていることなどであり、特に、水分で劣化しやすい有機エレクトロニクスデバイスの基材や保護板に適している。一方、懸念点は、やはり、ガラスゆえの脆弱性(割れやすさ)であり、また、用途によってはプラスチックに比べて高いコストが障害となりうる点である。しかしながら、プラスチックにはない特性を有しているがゆえに、さまざまな応用開発が試みられている。

このような状況下、FEPは、早くから極薄フレキシブルガラスへの成膜とその応用開発を試みてきた。特に、その水に対する完全なバリア性

*すずき こういち：取締役、(一社)光融合技術協会 理事
 〒212-0032 川崎市幸区新川崎3-1-1509 イニシア新川崎
 ☎090-5757-9981 Fax：044-330-0326
 E-mail：koichisuzuki@surftech.co.jp

**Fraunhofer Institute for Reliability and Microintegration IZM,
 Ringstrasse 12 01468 Dresden-Horitzburg, Germany



図1 ロール状極薄フレキシブルガラス¹⁾

表1 フレキシブルガラスとポリマーフィルムの特性比較

	ポリマーフィルム	フレキシブルガラス
利点	<ul style="list-style-type: none"> ・高い柔軟性 ・10μm以下の厚みも可能 ・多様な品質レベル対応 ・低単価 ・壊れにくい ・低密度 	<ul style="list-style-type: none"> ・寸法安定性に優れる ・優れた耐熱性 ・完璧なガスバリア ・高硬度 ・化学的+環境的安定性に優れる
懸念点	<ul style="list-style-type: none"> ・低抵抗透明導電膜を得にくい ・水分を透過しやすい ・硬度 ・寸法安定性 ・化学的+環境的安定性 	<ul style="list-style-type: none"> ・脆弱性 ・柔軟性は一方的に限界 ・新しい材料故にコストと供給

を考え、大面積フレキシブルOLED照明の基材と封止材料としての検討をガラスの供給元と協力して進めてきた。

Ⅱ 極薄フレキシブルガラスの応用 Ⅱ

表2に極薄フレキシブルガラスの応用分野とその具体的な応用製品例を示す。実にさまざまな応用が試みられていることがわかる。これらの中で特に期待されているのが、サムソンのFoldable Samsung Galaxy Flip Zに代表される折り畳み式ディスプレイのガラス製スクリーンへの応用である。2020年時点のDSCC(Display Supply Chain Consultants)による市場の成長予想では、2021年に1000万\$の市場規模が、2030年にはその3倍の3000万\$になり、そのフレキシブル材料については、2018年頃はポリイミドが主体であったものが、2020年以降はガラスが70%前後を占めているとされていた²⁾。極薄フレキシブルガラスは、傷がつきにくく、触り心地も良い上に、曲げられる。かつ、OLEDデバイスの基材として、高温の加工プロセスにも耐え、また水に対する完全なバリアにもなり、優れた光学的な特性と長期間の耐久性、信頼性にも秀でている。そのデバイスの構成例を図2(左)に示す。この場合は、基材と上下の封止用カバーガラスとして使われている。

半導体分野においては、ICパッケージング技術の進歩がキー技術の一つである。プラスチックを基材に用いることは、縮小化やハイブリッド化の傾向には対応しにくい。一方、ガラスは、剛性があり、寸法安定性にも優れている。薄くなればなるほど、消費電力も小さくなり、またデータのバンド幅も高くなり、高帯域高周波数の応用に対しては、Siよりも低損失とされている。レーザーによる微細加工は、製造コストの低減を可能にする。そのデバイスの構成の例を図2(右)に示す。この場合は、穴あけを施した極薄ガラスが2.5/3D集積ドライブのインターポーザーとして使われている。

Ⅱ 極薄フレキシブルガラスの製法と特性 Ⅱ

現在の主な極薄フレキシブルガラスの供給メー

表2 極薄フレキシブルガラスの応用分野と応用製品例

スマート曲面ガラス	内装、壁用パネル、合わせパネル、間仕切り
ディスプレイ	カバーガラス、スマートフォン、タブレット、TV、ヘッドアップ
ウェアラブル	スマートウォッチ、スマート眼鏡、フィットネスアラームバンド、移動追跡
センサー	指紋センサー、アンテナ、ラベル、バイオセンサー
照明	OLED、照明パネル
太陽電池	薄膜太陽電池、有機太陽電池
自動車	ミラー、照明、ディスプレイ、エレクトロニクス、内装
ハイテック光学	マイクロレンズ、フィルター、マイクロディスプレイ、マイクロカメラ
スマート窓ガラス	建築用窓ガラス、エレクトロクロミック、サーモクロミック
エネルギー貯蔵	薄膜バッテリー、スーパーキャパシティブ、マイクロバッテリー

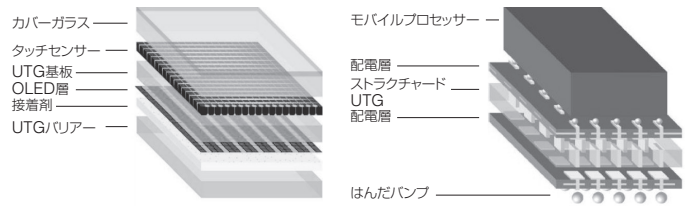


図2 極薄フレキシブルガラス(UTG)のOLEDディスプレイ(左)と半導体パッケージ(2.5/3D集積ドライブ)(右)への応用³⁾

カーは、NEG : G-leafTM、AGC : SPOOLTM、コーニング : Corning[®] Willow[®] Glass、ショット : AF32 eco, D263eco, AS87eco, Xensation[®] Flexである。ショット社とNEG社の製法を図3に示す。前者(左図)は、熔融ガラスが炉の最下部から流れ落ち、それをローラーで薄くしながら、炉でアニールし、ロール状のガラスフォイルを得る方法である。一方、後者(右図)は、熔融炉の両側からオーバーフローするガラスを炉の下部で融合させ、下方に引きながら極薄化する技術である。このような方法で、現在では、数10cmを超える幅で、厚さ25~200 μ m、長さ100~300mのガラスフォイルの生産が可能になっている。しかしながら、このようにして得られた極薄ガラスは、フレキシブルながら、やはり機械的に脆弱であり、これを基材や保護板などとして用いる場合には、その特性をよく把握し、弱点を克服する工夫が必須である。主な挑戦課題は、信頼性の改善、曲げ半径の低減(薄板化)、ガラスへの負荷(応力)の制御、周辺技術(取扱い、輸送、洗浄、切断、成膜)の確立などである。

図4に、極薄フレキシブルガラスを曲げた場