

超薄板ガラス

日本電気硝子株式会社 液晶板ガラス事業部

藤原 克利

Ultra Thin Glass

Katsutoshi Fujiwara

LCD Glass Division, Production
Nippon Electric Glass Co., Ltd.

1. はじめに

近年、フレキシブルディスプレイや電子ペーパーなど、曲げが可能な映像デバイスをはじめとして、しなやかさ、柔軟性をもったデバイスが多数発表されている。ガラスを極限まで薄くすると、このようなフレキシブルデバイスに使用できる柔軟性が生まれる。この超薄板ガラスは、硬度やガスバリア性などガラスが本来もっている優れた特性に加えて、フィルムのように薄くすることによって生まれてくる特性（曲がる、加工性、軽量等）により、さまざまな用途に使える素材になると期待できる。

また、超薄板ガラスは、21世紀の製品に不可欠な究極のエコガラスである。薄板化により、原料使用量も低減され、軽量化のために輸送時のコストも削減できる。さらに、ロール上に巻くことが可能になり、ロール・ツー・ロールプロセスなどの展開によりガラス使用工程の一層の効率向上が期待できる。従来ガラスの薄板化には、一部でフッ酸等の劇物を用いたケミカルエッチングが行われている。超薄板ガラスを直接成形することで、ケミカルエッチングを



図1 超薄板ガラスのロール巻の写真

省略することができ、劇薬の薬液を使用する必要をなくすることができる。

本稿では、上記のような要求に適した、環境に配慮した素材として、“超薄板ガラス”を紹介する。

2. 超薄板ガラスの概要

超薄板ガラスの組成は、TFT（Thin Film Transistor, 薄膜トランジスタ）液晶ディスプレイ用の無アルカリアルミノホウケイ酸ガラス（当社 ガラスコード“OA-10G”）である。このガラスは、環境負荷物質を含まず、組成面からも環境に配慮している。

当社は、1974年から液晶ディスプレイ用基

板ガラスの製造を開始した。基板ガラスの製造は、ロールアウト法、リドロ法、スロットダウン法といった製法を経て、1999年にオーバーフロー法を確立し、現在ではオーバーフロー法により無研磨高平坦平滑基板ガラスを量産している。

超薄板ガラスは、優れた平坦平滑性を生むオーバーフロー法と永年の薄板ガラス製造のノウハウを融合させて、無研磨高平坦のTFT液晶ディスプレイ用基板ガラスを図1のようにロールに巻くことができるほど薄くしたものである。

表1 超薄板ガラスの基礎物性

ガラスコード		OA-10G	
厚さ		μm	50 100
密度		$\times 10^3 \text{kg/m}^3$	2.46
線熱膨張係数	30~380°C	$\times 10^{-7}/\text{K}$	38
歪点		°C	650
ヤング率		GPa	73
比弾性率		$\text{GPa/g}\cdot\text{cm}^{-3}$	30
ポアソン比			0.2
体積抵抗率 $\text{Log } \rho$	350°C	$\Omega\cdot\text{cm}$	12
比誘電率	1MHz、RT		5.3
誘電正接	1MHz、RT		0.001
透過率	$\lambda=550\text{nm}$	%	92
屈折率 (nd)	587.6nm		1.52
化学耐久性	10%HCl (80°C-60min)		表面変化なし
	63BHF (20°C-3min)		表面変化なし

3. 超薄板ガラスの特徴

超薄板ガラスの基礎物性を表1に示す。ガラス組成はTFT液晶ディスプレイ用ガラス“OA-10G”であり、光学特性、熱安定性、絶縁性、化学的安定性、耐候性に優れている。50 μm 超薄板ガラスの透過率曲線を、各種ガラス、膜、有機フィルムとともに図2に示す。“OA-10G”は元々広い波長域において高い透過率を示すが、超薄板ガラスとすることにより、更に広い波長域において高い透過率を示すことがわかる。

超薄板ガラスの特筆すべき特徴はフレキシビリティである。破壊を起こさずに曲げることができる最小の曲率半径でフレキシビリティを表す。図3に各ガラス厚さにおける曲げの曲率半径R (mm) とそれにより生じる引張応力 (MPa) の計算値を示す。ガラスの破壊は端面の状態や疲労等を考慮し、一般に破壊応力は50 MPa程度が目安となる。板厚0.50 mmの場合、R=350 mmで上記の破壊応力に達し、それ以上の曲げは難しい。しかし、板厚を0.1

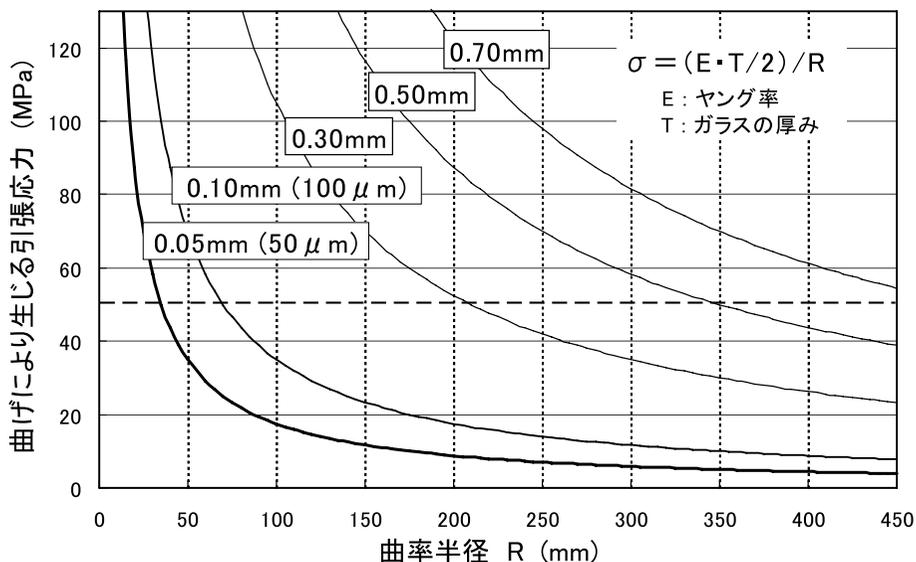


図3 各ガラス肉厚における曲げの曲率半径R (mm) とそれにより生じる引張応力 (MPa) (計算値)

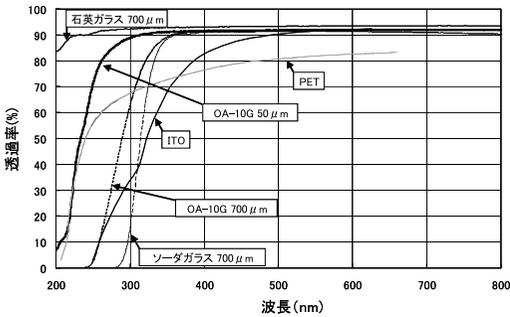


図2 各材質、肉厚との光透過率比較

mm にすると R=70 mm 程度, さらに板厚 0.05 mm では R=40 mm 程度までの曲げが可能となる。したがって, 図1で示したようなロール状のガラス (R=50mm) を得ることが可能となった。

加えて, 超薄板ガラスは, ガラスの特徴である高いガスバリア性を有している。近年, 有機EL, 有機薄膜太陽電池等の有機半導体の研究開発が進み, 一部商品化も始まっているが, 有機半導体は水蒸気に弱く, 通常, 高いガスバリア性を持つ基板及び封止材料を必要とする。ガラスは, 有機フィルムに比べてはるかに高いガスバリア性を有しているため, これらの用途に

最適である。

図4に50 μm 超薄板ガラスおよび各種フィルム材料の酸素透過度及び水蒸気透過度を示す。測定はJIS K 7126のA法(差圧法)に準じたガスクロマトグラフィ法により行った。酸素透過度, 水蒸気透過度, どちらにおいても, 超薄板ガラスは測定限界の高いバリア性を示す。

4. 超薄板ガラスの応用例

超薄板ガラスの応用例として, リチウムイオン二次電池がある。本年2月に東京ビックサイトにおいて開催されたPV EXPO 2009, 当社ブースに超薄板ガラスを用いて作製されたリチウムイオン二次電池に展示した(図5)。

このリチウムイオン二次電池は, 板厚 30 μm の超薄板ガラスを用いて, 岩手大学工学研究科馬場守教授によって作製されたものである。このリチウムイオン二次電池は, ガラス基板を用いた世界最薄のリチウムイオン二次電池であり, 今後, 超薄板ガラスがこのような超薄型デバイス向け部材として, 用途拡大されると確信している。

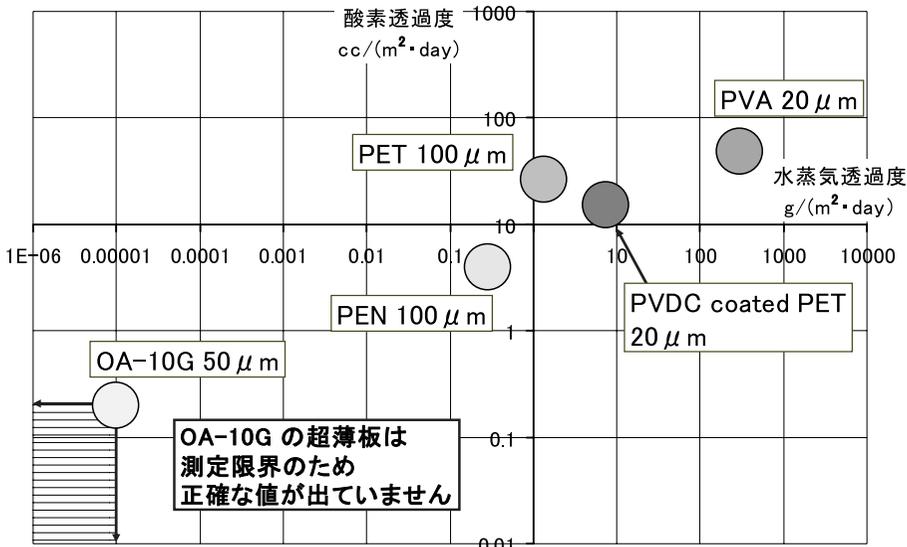


図4 水蒸気透過度及び酸素透過度の比較

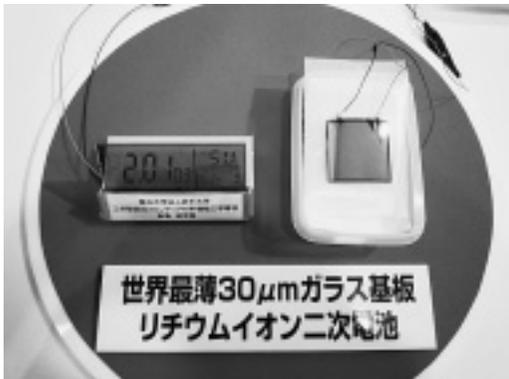


図5 板厚 30 μm の超薄板ガラスを用いたリチウムイオン二次電池

5. まとめ

当社の超薄板ガラスの紹介と、その応用例について述べた。当社では、超薄板ガラスをさらに薄化するべく研究開発を進め、社会発展に寄与すべく日夜努力していく。