

ガラスリボンの開発

日本電気硝子(株) 電子部品事業部

浅野 秀樹

Development of Glass-ribbon

Hideki Asano

Nippon Electric Glass Co., Ltd. Electric Products Division

1. はじめに

どこまでも薄く、曲げても割れないしなやかなガラス・・・、日本電気硝子は、硬くて脆いガラスのイメージを覆す超薄板ガラスの開発に取り組んできたが、その応用製品としてこれまでは達成できなかった薄さ4~50 μ mの極薄ガラス“Glass-ribbon”の開発・製造に成功した。ガラスは本来、耐熱性、ガスバリア性、電気絶縁性、平滑性、光透過性、化学安定性などの優れた特性を持っているが、Glass-ribbonはガラスを極薄に成形することで、ガラスが従来から持っている特徴にフレキシビリティや加工性の良さが加わった。さらに、Glass-ribbonに加工を施したり、他の材質と組み合わせたりすることで、さらに応用分野が広がると考えられる。

2. Glass-ribbon の概要

図1にGlass-ribbonの外観写真を示す。樹脂フィルムのようにしなやかで写真のように巻いたりしても破損することはない。ガラス表面は無研磨にも関わらず非常に平滑で、さらに

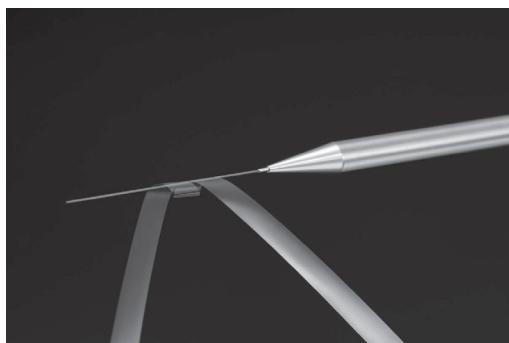


図1 Glass-ribbon の外観

Glass-ribbonの側面も表面同様に平滑になっている。

Glass-ribbonは延伸成形技術を用いて製造されている。母ガラスを加熱延伸成形することによって製造されるため、表面だけでなく側面もが切断や研磨等の加工をしているのではなく、ガラスの軟化変形によって生じるファイアポリッシュ面となっており、非常に滑らかであり、曲げや捻りに強い。

また、Glass-ribbonは延伸成形技術を用いて製造されるため、延伸成形可能な材料であれば製造可能である。例えば他材料と接合する場合、膨張係数を40~100 $\times 10^{-7}/K$ の範囲で合わせることができる。またガラスの軟化点や誘電率等の特性を目的に合わせることも可能である。

3. Glass-ribbon の特徴

図2に研磨を施したガラス基板と無研磨のガラス基板表面のAFMによる観察結果を示す。研磨ガラスの表面には多数の微細なキズが存在するが、無研磨ガラスにはキズが見られない。Glass-ribbonの表面は延伸成形によって形成された無研磨面であり、キズがなく非常に平滑である¹⁾。

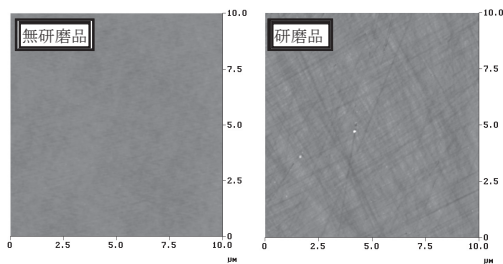


図2 無研磨品／研磨品の表面状態¹⁾

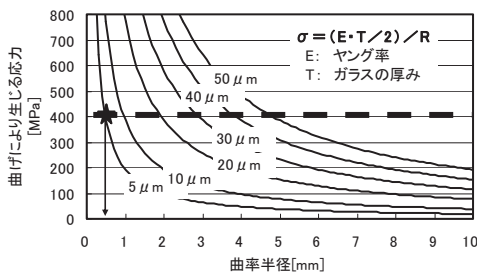


図3 Glass-ribbon の曲率半径と発生応力の関係

図3に代表的な組成のGlass-ribbonにおける、曲げ半径に対する発生応力のグラフを示す。ガラスを曲げた時に発生する引張応力によって破損してしまう最小曲げ半径の値、その時の破壊応力値は、ガラス表面及び端面の状態によって大きく異なる。例えば表面が滑らかであっても、側面が切断や研磨等の機械加工面であった場合の破壊応力値は、概ね 50 MPa 程度とされる²⁾。一方、表面だけでなく側面も無研磨面であるGlass-ribbonの場合、破壊応力値は飛躍的に向上する。例えば肉厚 5 μm のGlass-ribbonの最小曲げ半径は、実測値で 0.5 mm であった。すなわち破壊応力値としては 400 MPa に相当する。

図4に超薄板ガラスと一般的な樹脂フィルムの酸素透過度、水蒸気透過度のグラフを示す。酸素透過度、水蒸気透過度いずれにおいても、一般的な樹脂フィルムに比べ、超薄板ガラスは測定下限未満の高い気密性を有することがわかる。

4. Glass-ribbon の新しい可能性

当社において、Glass-ribbon は提案型の商品として開発された。従って、制限なく用途開発されることにより、新しい可能性が見いだされることを期待している。

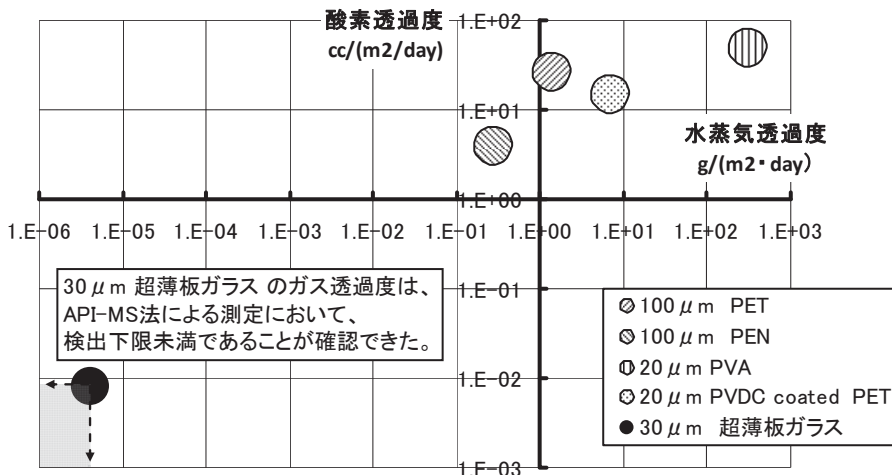


図4 各種樹脂フィルムと超薄板ガラスの酸素透過度と水蒸気透過度²⁾



図5 超短パルスレーザで加工したガラスリボン

ガラス本来の特徴を持つ極薄の材料である Glass-ribbon にさらに加工を施したり、その他の材質と組み合わせたりすることで、これまで一般的な寸法のガラスが適用不可能だった、非常に狭い空間での基板、スペーサー、隔壁等への応用や、気密性が要求されるデバイスのパッケージ材料としての応用も期待できる。

例えば、Glass-ribbon と低融点フリットを組み合わせた複合材料を、スペーサーや気密封止用カバーとして使うことができる。Glass-ribbon を用いることで、均一なギャップや低背パッケージを容易に得ることができる。また有機材料を含まないオール無機とすることができ、信頼性の高い気密パッケージが得られる。特定波長を吸収する低融点フリットを用いるとレーザによる局所加熱で封着できるため、その他のデバイスへの熱的ダメージを与えることなくパッケージが作製可能となる。

図5に超短パルスレーザで加工した Glass-ribbon の外観写真を示す。Glass-ribbon にレーザ加工を施すことで様々な形状に加工することが可能であり、リボン状のガラスとしてだけでなく、様々な形状で極薄であるガラスの特徴を活かした応用も期待できる。Glass-ribbon の応用例として、一部の研究機関で微小化学分析システムのマイクロチップ用部材として採用が始

まっている。微小化学分析システムは、細胞や分子構造などの分析や実験を1枚のマイクロチップ上に集積化した次世代の分析システムで、マイクロチップの微小流路（マイクロチャネル）の溶液を送液制御するためのストップバルブに Glass-ribbon が使用されている。Glass-ribbon が樹脂と比べて優れた化学耐久性を持つとともに、極薄な形状や精密な寸法精度、応力に対する繰り返し耐久性などが、マイクロチップ上のストップバルブ用途に適した材料として高く評価された。

5. おわりに

薄さ4~50 μm と極薄な Glass-ribbon を開発した。ガラスが本来持つ様々な特徴をもち、かつ極薄であることから様々な新しい可能性を秘めていると考えている。Glass-ribbon に加工を施す、他の材質と組み合わせるなど、今後も新たな付加価値付与の研究開発を行い、さらに新しい用途展開を図りたい。

参考文献

- 1) 三和晋吉：『先端ガラスの産業応用と新しい加工』p 17-28, シーエムシー出版（2009）
- 2) 藤原克利：ニューガラス, Vol. 24, No. 2 p. 90-92（社）ニューガラスフォーラム（2009）