T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	極薄ガラスによるレーザパッケージング
Title(English)	
著者(和文)	定永達郎, 青野祐子, 平田敦, 戸倉和
Authors(English)	Tatsuro Sadanaga, Yuko Aono, ATSUSHI HIRATA, HITOSHI TOKURA
出典(和文)	2014年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, , , pp. 575-576
Citation(English)	, , , pp. 575-576
発行日 / Pub. date	2014, 3

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

Copyright © 2014 JSPE

極薄ガラスによるレーザパッケージング　－熱影響及び耐水性の評価－

東京工業大学 大学院理工学研究科　○定永 達郎，青野 祐子，平田 敦，戸倉 和

Laser Packaging by Ultra-Thin Glass – Evaluation of Heat-Affected Zone and Water Resistance –

Tokyo Institute of Technology　Tatsuro Sadanaga, Yuko Aono, Atsushi Hirata, Hitoshi Tokura

In this research, a novel packaging method by laser using ultra-thin glass is proposed. Ultra-thin glass has high flexibility and conventional advantages of glass such as transparency, high corrosion resistance, and high thermal resistance. Proposed laser packaging technique is achieved by the process including cut and weld of two sheets of ultra-thin glass at local laser irradiated area. The suitable laser condition for the method is discussed and selected; 20W of laser power and 40mm/s of scan speed. Observation by scanning electron microscope (SEM) shows that boundary between the packaged glasses is unified with each other. Finally, thermal influence and water resistance under the selected packaging condition is evaluated. Heat affected zone, defined over 150 °C, is only within 1mm from laser irradiated area and packaged material has not exposed to water under soaking test.

1.　緒　　言

ガラスは透明性，耐熱性，耐薬品性や耐候性等の優れた特性を持ち，古くから広い分野で利用されてきた．近年では，フレキシブルディスプレイ等の応用先を目指した極薄ガラス板についても商品化が進んでいる．板厚が 50μm のガラス板では，理論上，曲率半径 40mm の曲げが可能であり，ロール・ツー・ロールプロセスによる高効率加工への展開も期待されている[1][2].

一方で，従来のガラスの重要な応用先の一つに，パッケージング材料としての利用が挙げられる．これは，例えばガラス管中に試料を入れて両端をバーナーの熱で封じ切り，試料と外気を完全に遮蔽するもので，ガラス管中の雰囲気を制御することで，試料に適した状態を保つことが可能である．しかし，これまでのガラスによるパッケージングは，基本的には外界との遮蔽のみが目的であり，パッケージングされた状態で試料を利用することは想定されていない.

本研究では，ガラス管に代わり，上述のような変形特性を有する極薄ガラスをパッケージング材料として用いる新しいパッケージング技術を提案する．極薄ガラスを材料とすることで，パッケージングされる試料の変形が可能である．そこで形状記憶材料や圧電材料のような変位を発生する機能性材料をパッケージングすることで，本来はその材料が使用できない雰囲気や薬液環境下でもこれらの機能性の利用を実現でき，特殊環境下でのアクチュエータ等への応用が期待できる.

極薄ガラスのパッケージング方法は，試料を二枚のガラス板ではさみ，周囲にレーザを照射する事でガラスの切断と溶着を行う，レーザパッケージング法を検討する．この手法ではガラス同士の接合が短時間かつ局所的に実現できる．本報では特に，提案する極薄ガラスのレーザパッケージングの試料に及ぼす熱影響と耐水性に着目し，評価を行った.

Table1 Specifications of CO_2 laser

Wavelength [μm]	9.3
Power [W]	～20
Scan speed [mm/s]	～2000
Spot diameter [μm]	160
Depth of focus [mm]	4.3

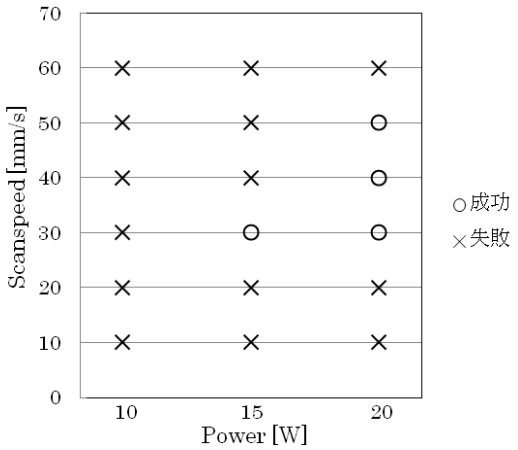

Fig.1 Experimental condition of packaging

2.　実験方法

提案手法において，レーザはガラスの切断と溶着を同時に行う，熱的加工性が求められる．そこで，ガラスでの吸収率が高く，熱的加工に適した赤外線波長を有する CO_2 レーザを使用した．表 1 に使用したレーザの特性を示す.

極薄ガラスは， 厚さ 50μm のホウケイ酸ガラス（日本電気硝子製）を用いた．パッケージングの形状は円形とし，マグネットステージとワッシャ形の鉄製治具を使用して二枚の極薄ガラスを固定した.

パッケージングに適したレーザの出力，走査速度を決定するための予備検討として，二枚の極薄ガラスに出力 10，15，20W，走査速度 10~60mm/s でレーザ照射を行い，照射部での

Copyright © 2014 JSPE

切断及び溶着の可否を観察した．その結果を図 1 に示す．

この結果から 20W，30~50mm/s などの条件でパッケージングに成功した．一方，走査速度が遅すぎる場合，ガラスが欠けパッケージングに失敗したが，これはガラスへの熱の蓄積の影響が大きくなり，熱応力によってガラスが割れるためと考えられる．また，より大きな出力であればより速い走査速度でパッケージングが可能だと推測できる．

3. 実験結果・考察

3.1 走査型電子顕微鏡による観察

パッケージングされた極薄ガラスの端面を，走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて観察した．結果を図 2 に示す．端面のレーザ照射により切断，溶着された部分は内側に比べ盛り上がっており，レーザ照射によって溶融，再凝固のプロセスが起こったと考えられる．また，溶着部とその周辺にはクラックや空隙，二枚のガラスの境界等は見られない事から，ガラス同士が完全に溶着されていることがわかる．

3.2 被パッケージング材への熱影響

レーザパッケージングにおける，被パッケージング材への熱影響を調べるため，感熱紙を被パッケージング材として実験を行った．上述の予備検討の結果より，出力を 20W とし，走査速度を変えて実験を行った．感熱紙は，150，200，250℃で反応するものをそれぞれ用いた．結果を図 3 に示す.着色部が感熱紙の反応した領域である．走査速度が低速になると熱の蓄積により被パッケージング材への熱影響は大きくなり，10mm/s においてはほとんどの領域で 150℃以上の温度上昇が発生した．以上の結果から，被パッケージング材へのレーザによる熱影響は，走査速度に大きく依存することがわかり，予備検討でパッケージングが可能であった条件である 20W，40mm/s では，150℃以上の熱影響は端部から 1mm 程度に抑えられた．

3.2 耐水性評価

極薄ガラスによるパッケージングの耐水性を評価するため，感水紙を被パッケージング材とし実験を行い，作製した試料を水中に入れ，感水紙の反応を観察した．結果として，図 1 でパッケージングが成功した全ての条件で，浸水は見られなかった．それに対し 15W，10mm/s の走査速度が遅い条件では，レーザ照射部にクラックが発生し（図 4），そのクラックから浸水が見られた．この結果より，ガラス同士の溶着部はクラック等がない限り十分な耐水性を持つ事がわかった．

4. 結言

極薄ガラス二枚を重ね合わせ CO_2 レーザを走査する事で，ガラスの切断と溶着を同時に行う，レーザパッケージング法を提案した．15W，30mm/s や 20W，30～50mm/s といった条件でパッケージングに成功した．また，レーザによる被パッケージング材への熱影響，及びパッケージングの耐水性を評価し，高走査速度において低熱影響，高耐水性を実現できることを示した．

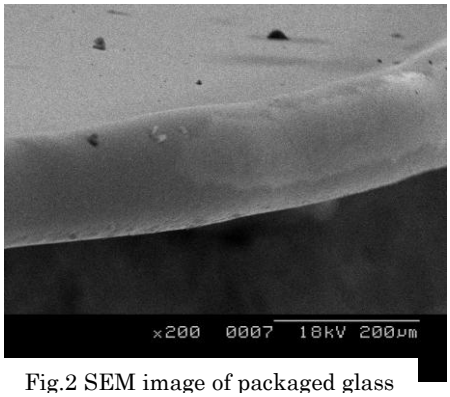

Fig.2 SEM image of packaged glass

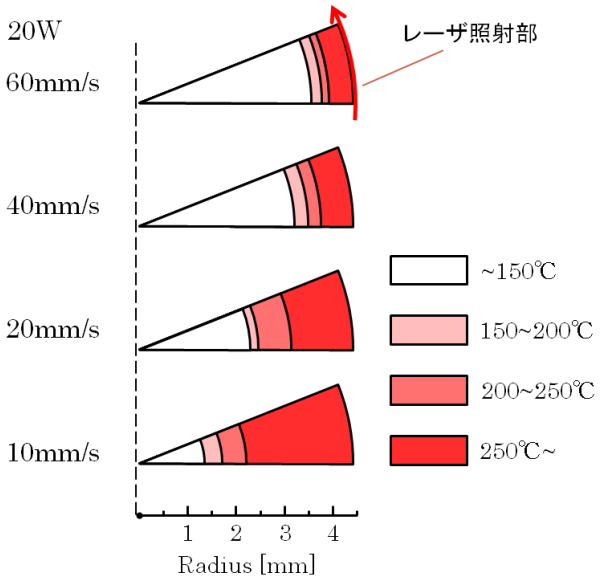

Fig.3 Evaluation of heat affection

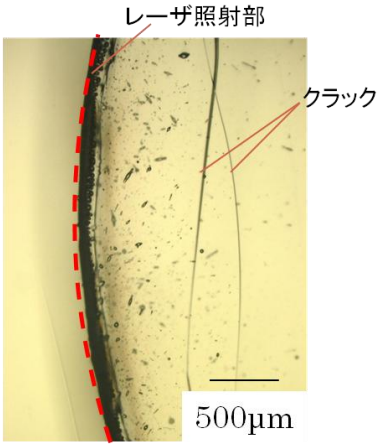

Fig.4 Image of optical microscope

参考文献

[1]. 藤原克利: 超薄板ガラス, NEW GLASS, 24(2), 90-93, 2009

[2]. 山崎博樹: ディスプレイ技術から生まれたガラスとその展開，光技術コンタクト, 49(6), 17-23, 2011