

シリカガラスファイバへの低融点ガラスの融着とその光学的評価 (物材機構物質研) 轟 眞市・貫井 昭彦・井上 悟

Fusion splicing of low-melting glasses toward silica glass fibers and their optical evaluation
(AML/NIMS) Shin-ichi TODOROKI, Akihiko NUKUI, and Satoru INOUE

概要

テルライトガラス融液を2本のシリカガラス製光ファイバの端面間に固着して得た素子の光透過・反射特性を調べた。前者の熱膨張率が2桁大きいにもかかわらず、冷却時の収縮による破損や気泡の無い良好な構造を得ることができた。この素子はテルライトガラス部において導波構造を持たないため、光ファイバ間の光学的結合度が小さくなることは避けられないが、光導波路への簡便な接合(成形・研磨不用)を提供する点で有用である。

緒言 非シリカガラス製光部品の存在意義は、シリカガラス製光部品に無い動能的機能を有することにあるが、その部品実装形態はバルク型を除けば事実上光ファイバ以外に選択肢が無い。平面光導波路化の試みは見られるものの、経済的で高品質な厚膜堆積技術の実現が待たれている。そこで、部品全体を一種類のガラスで構成するのではなく、既存のシリカガラス製光部品に非シリカガラスを組み込むハイブリッド化の立場に立ち、融液を経由した実装に伴う下記の問題点の検討を行った。(1) 異種ガラス間の大きな熱膨張率差による影響の回避、(2) 非シリカガラス融液の光導波路への接続法、(3) 作製した素子の光損失の原因。

実験 加熱された白金板を水平に保持し、その上にテルライトガラス融液(80TeO₂-20ZnO)の液滴を付着させた。2本のシリカガラス製光ファイバ(外径125 μ m)の片方の切断面を、この白金板を挟んで向かい合わせに固定し、ファイバ端を液滴内に挿入してガラス融液を絡め取った後、融液が固化する前にファイバ端を所定の距離に移動させた。この素子の光透過・反射特性を、光ファイバ用光スペクトラムアナライザ(光源: ハロゲンランプ)および高分解能リフレクトメータ(波長1.31 μ m)で測定した。

結果 ファイバ端間隔375 μ mまでの条件でガラスをファイバ端面間に保持することができた。図1に示す光学顕微鏡写真に示す通り、放冷後も安定した形状を保っていた。図2に融着部分近傍の反射光分布を示す。光ファイバ端からの出射光がガラス融着部内を伝搬する部分に関する限り、何らかの異物の存在による反射が存在しないことがわかった。融着部分の透過スペクトル(図3)によると、挿入損失は約8dBであることがわかった。

考察 表に示す通り、テルライトガラスとシリカガラスの熱膨張率は2桁異なる。しかし、シリカガラス製フェルール(内径126 μ m)内にテルライトガラス融液を封入する実験[1]によると、テルライトガラス部分の長さが2mm以下であれば、熱収縮に伴う内部引っ張り応力が存在するにもかかわらず、破壊や気泡等の構造不整は生成しないことが分かっている。今回の融着区間はこれよりも短く、また、シリカガラスとの接合部分の面積も小さいため、構造不整が発生しなかったものと考えられる。

ガラス界面におけるフレネル反射損失起源の挿入損失は0.2dBと計算される。よって今回の素子の挿入損失は、融着部分に光導波路構造を持たないこと、および光ファイバの光軸位置が最適化されていないことによる光の散逸の寄与が大きいと考えられる。

キーワード: 光ファイバ、低融点ガラス、融着

参考文献 [1] 轟 眞市、貫井 昭彦、第 41 回ガラスおよびフォトニクス材料討論会講演要旨集、pp.12-13、2000 年 11 月、津市 (A-07).

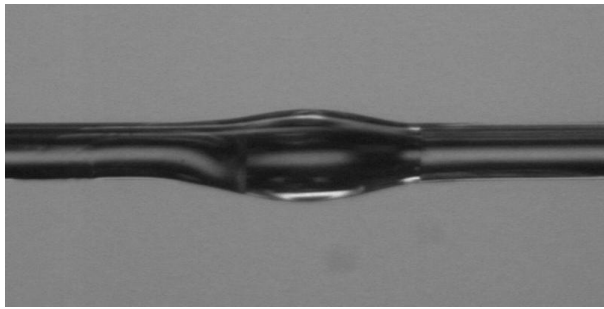


表. 熱膨張係数の文献値

シリカガラス	約 6×10^{-7}
Si	26.3×10^{-7}
80TeO ₂ - 20ZnO ガラス	170×10^{-7}

図 1.融着部分の外観。

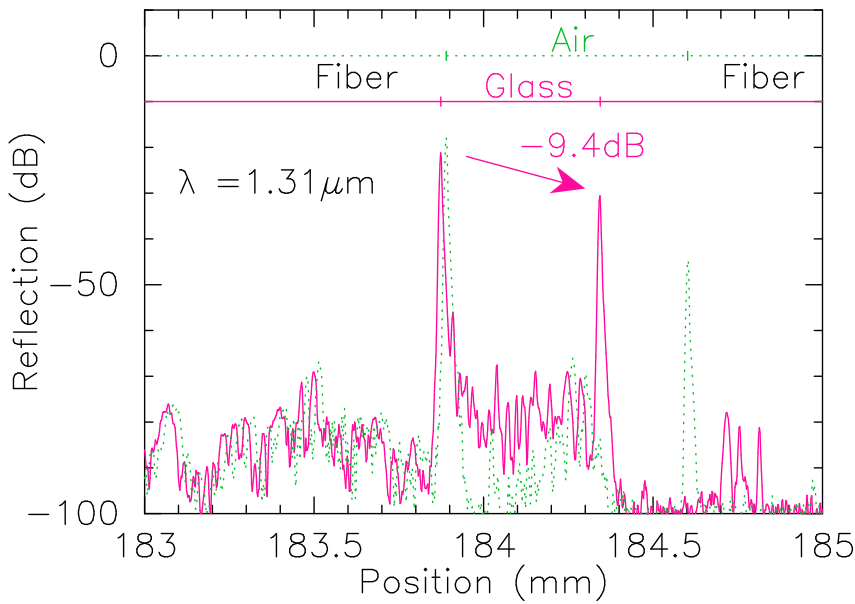


図 2. 光ファイバおよび融着ファイバ内を伝搬するレーザー光 (1.31 μm) の反射強度分布。

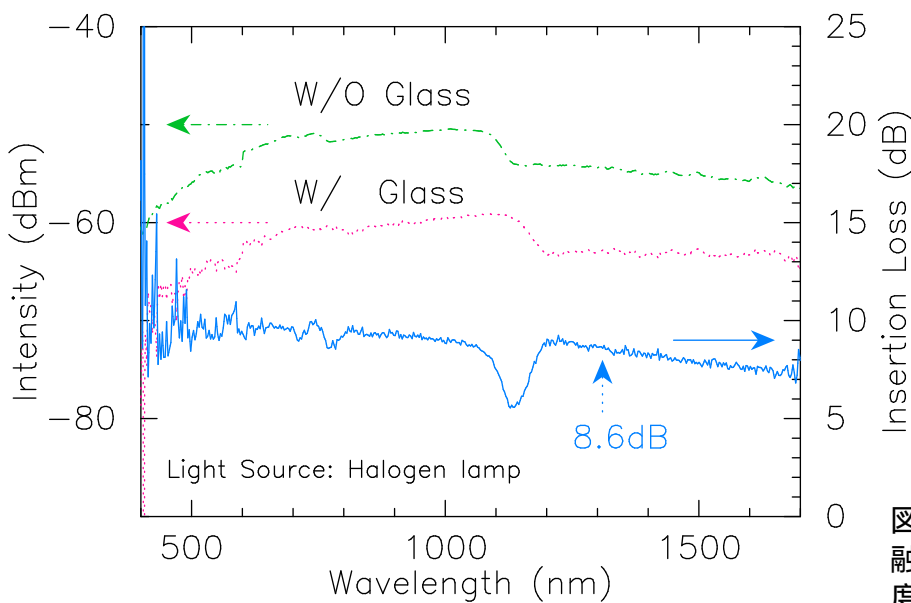


図 3. 光ファイバおよび融着ファイバの透過光強度とそれらから求めた挿入損失。(光源: ハロゲンランプ)