

シリカ飛散微粒子散布基板のCO₂レーザー照射によるシリカ構造変化のX線計測

小池真司¹⁾橋本俊和¹⁾ 渡辺義夫²⁾東博純²⁾ 中西裕紀²⁾ 佐久間靖博²⁾

1) 日本電信電話(株)NTT先端集積デバイス研究所

2) 公益財団法人 科学技術交流財団

あいちシンクロtron光センター

背景・経緯

近年、光ファイバデバイス間光接続においてはデバイス集積度の向上による短距離化と通過する信号光強度が増加傾向にあり、接続損失と高反射耐性が重要となる。光ファイバ間接続にはこれまでから、アーク放電を利用したファイバ融着接続が主に用いられてきた。

しかしながら、図1(a)に示すアーク放電融着では、アーク放電電極に堆積したシリカが中心と考えられる微粒子が、新規のファイバ融着に際し、融着部領域への再付着と、融着時の加熱によるファイバクラッドへの微粒子の溶け込みによりクラック核形成サイトになると推定されるも現象理解は十分でない。一方、特殊ファイバやオンボードファイバへの融着接続においてはCO₂レーザー照射による光ファイバ接続技術(図1(b))がにわかに注目を浴びつつあり、CO₂レーザーを用いる融着手法においてもファイバ融着部でファイバが起源と推定される固着微粒子が放射光CT(Computed Tomography)等にて観測され、ファイバ起源の微粒子の合成石英ガラス材料への再付着がもたらす影響を明らかにすることは、ファイバ融着部の高品質化のために重要である。

結果

図2にX線回折(XRD)試料作製から分析測定への手順を示した。合成石英ガラス基板上部に8心裸光ファイバ部を露出させたテープファイバを設置する。裸光ファイバの中央部の約φ1.5 mm領域を約3.5秒間、CO₂レーザーを4Wで照射し、裸光ファイバからアブレーションされた微粒子を石英基板上に散布・再付着させた後、光ファイバを基板上部から取り外し、同じく4Wで、CO₂レーザー光の基板照射を10回連続(約19.6s/cycle)して繰り返し表面加熱処理を施すことで試料の作成を行った(参考図2(b))。本試料を用いて図2(c)に示すように、入射角($\alpha=10$ degree)にてX線を入射させ特定照射領域からのX線回折光の検出を行った。

図3には未処理の合成石英ガラス基板のXRD測定結果を示した。本図に示すようにシリカの典型的なSiO₂アモルファスハローがみられ、微量の構造変化の検出を意図したXRD測定にあたり、このアモルファスハローがバックグラウンドとなり高感度検出が困難となる。そこで解析手法として、特定照射領域のXRDパターン測定結果を規格化後に未処理基板の規格化XRDパターンにてサブトラクション処理を行い、微粒子飛散処理と追熱処理によって生じる基板構造変化の測定評価を行うこととした。

図4には上記の解析処理を行った解析結果と構造同定を行った結果を示し、このピークプロファイルから低温相トリジマイト(Tr-low: Trydimite-low)と考えられ、微粒子散布の石英基板の結晶化初期過程を示すものと考えられた。

今後の予定

今回の微粒子飛散領域のXRD測定評価においてトリジマイトへの変態と考えられる検出結果を得たものの、ハローバックグラウンド値が大きく実験中に検出困難であり、今後は露光時間の最適化や、他分析手法との併用によるデータ補強ならびに、マイクロフォーカスしたXRD測定を行うことによって、より高精度な測定データの取得に努めたい。

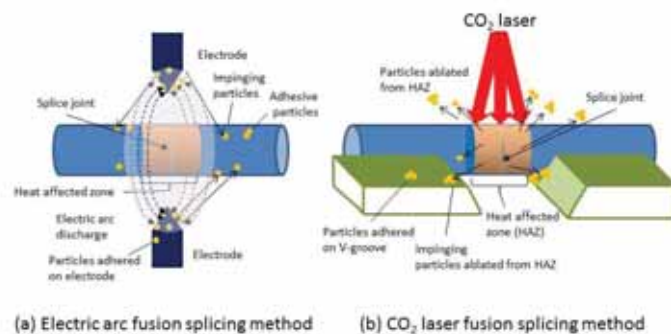


図1 各種ファイバ融着方法と微粒子固着の様子

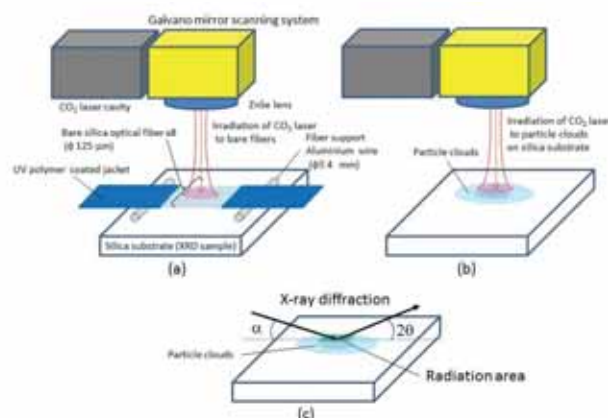


図2 試料作製方法とX線回折による試料評価方法
(a) 微粒子形成と基板への微粒子雲分布形成 (b) CO₂レーザー照射による加熱処理
(c) レーザー加熱部のX線回折(XRD)測定

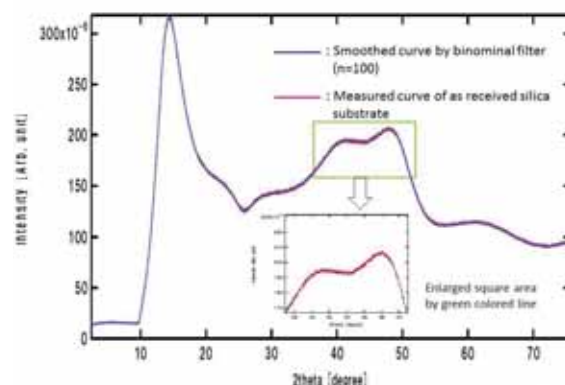


図3. 未処理シリカ基板試料のXRD測定結果とそのスムージング処理

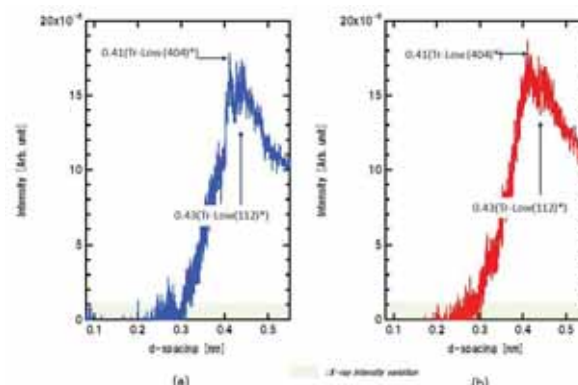


図4 CO₂レーザー照射加熱した微粒子雲散布基板位置でのXRDと未処理シリカ基板XRD測定差分処理結果 ((a) 1回目の測定結果 (b) 2回目の測定結果
*Tr-Low は Trydimite-Low を示し、括弧内数字はミラー面指数を表す。)