

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	有機・無機ハイブリッド材料からなる光導波路の作製
Title(English)	
著者(和文)	高橋 賢, 荒井雄介, 矢野哲司, 柴田修一
Authors(English)	Satoshi Takahashi, Yusuke ARAI, Tetsuji Yano, SHUICHI SHIBATA
出典(和文)	The 13th Meeting on Glass for Photonics, Vol. , No. , pp. 31-32
Citation(English)	, Vol. , No. , pp. 31-32
発行日 / Pub. date	2003,

有機・無機ハイブリッド材料からなる光導波路の作製

○高橋 賢・荒井 雄介・矢野 哲司・柴田 修一（東工大院・理工学研究科）

【はじめに】

有機官能基を含むシランカップリング剤と Si や Ti のアルコキシドを原料とし、ゾルゲル法で作製される有機・無機ハイブリッド材料は、光学的特性にも優れ、簡便かつ低コストで厚膜作製が可能なることから光導波路への応用が考えられている。また、著者らによりハイブリッド材料からなる光共振用微小球も作製されている[1]。これらの光導波路と光共振用微小球を組み合わせることで、超高速信号処理が可能な光回路の開発が期待される。本研究ではフォトリソグラフィを適用して、有機・無機ハイブリッド材料からなる光導波路の作製を行い、作製条件の最適化、光損失はどこまで低減できるのかについて検討し、導波路による光共振用微小球へのレーザー光の導入を試みた。

【実験】

原料であるトリエトキシビニルシラン (VTES)、3-メタクリルオキシプロピルトリエトキシシラン (MOPS)、テトラメチルオルトシリケート (TMOS)、チタンテトライソプロポキシド (TTIP) を混合し加水分解してゾルを得た。(VTES : MOPS : TMOS : TTIP = 35 : 35 : 15 : 15) フォトリソグラフィによる導波路形成の工程を図1に示す。ゾルに紫外線硬化剤 (IRGACURE184 CIBA) を添加し、シリカガラス基板上にディップコーティング法により有機・無機ハイブリッド膜を作製した。この膜をプレベイクした後、マスクをのせて紫外線照射し、続いてイソプロパノールにより未照射部のリーチングを行った。最後にポストベイクを行い、光導波路を作製した。

光導波路およびその断面形状の観察はレーザー顕微鏡により行った。膜の剥がれや導波路形状を指標として、光導波路作製条件の最適化を検討した。厚さの異なるハイブリッド試料 (Ti 含有量 25mol%および無添加の試料) を作製して分光光度計により透過率を測定し、波長域 400nm~1600nm での光損失を見積もった。原料や溶媒の透過特性を測定し損失要因の解析を行った。

10 μm 幅の光導波路に、色素 (ローダミン 6G) 含有微小球を接触して配置し、光導波路の端面からレーザー光を導入し、微小球の励起実験を行った。観察は光学顕微鏡により行った。

【結果と考察】

ディップコーティング法で、1回の成膜操作により 4~6 μm の膜を形成することができた。図2に、主たる作製パラメータである硬化剤添加量と紫外線照射時間がパターン形成に及ぼす影響を示す。硬化剤添加量が少なく紫外線照射時間が短い場合、膜のはがれを生じた。逆に多すぎると線幅がフォトマスクより大幅に増大してしまった。またプレベイク条件は、リーチングで照射部が剥が

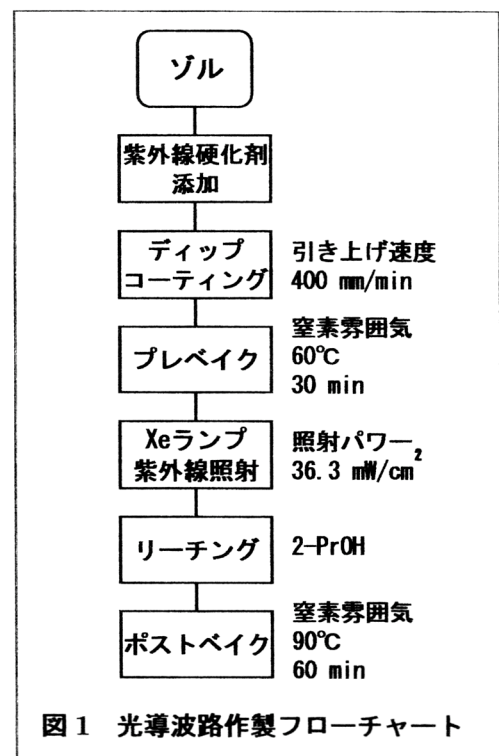


図1 光導波路作製フローチャート

キーワード：有機・無機ハイブリッド材料、光導波路、光共振用微小球

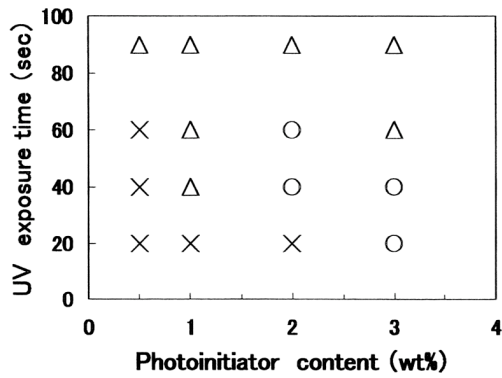


図2 作製パラメータの最適条件

(x : 膜の剥がれ、Δ : パターン形成が不適当、O : 最適条件)

れず未照射部は取り除くことのできるように温度と時間を決め、60°C 30minとした。これらのパラメータを最適化することによって、図3のような線幅4μmで長方形の断面形状を持つパターン形成を可能にした。Ti (TTIP) の添加量を0~25 mol%まで変え、屈折率を $n_d = 1.50 \sim 1.53$ まで制御することができる。

図4にハイブリッド材料の光損失を示す。無添加と比較するとTiの添加量が25 mol%の試料では700nm以下の波長域での損失の増加が著しい。これは吸収端のシフトとともに、ナノメータサイズの微小散乱体(TiO₂)が生じることによるものと推定している[2]。現在、可視領域での励起実験に関しては、Tiの添加量を減少させる方向で進めている。一方、1100nm以上の長波長領域においては、波長1200nm、1400nm近傍のピーク(溶媒や導波路形成材料のOH基吸収によるものと思われる)が損失を増加させている。波長1.3μm、1.5μm帯に損失の谷は存在するものの、低損失化にはこれらの吸収の低減が必要になる。図4から波長700nm~1100nmでは光損失を約0.2 dB/cmまで低減可能であることが判明した。

図5に、光導波路に近接させて基板上に光共振用微小球を配置したときの光学顕微鏡写真を示す。この導波路では、Ti添加量を5%にした。励起実験ではレーザー波長(514nm)とは異なるローダミン6Gの赤い蛍光が観察された。このことから導波路からの漏れ光により微小球が励起されたことが確認された。

【参考文献】

- [1]S. Shibata, A. Tomizawa, H. Yoshikawa, T. Yano, M. Yamane, SPIE 3943, Sol-Gel Optics V, 112-119 (2000)
- [2]柴田 修一、応用物理 第68巻 第1号 20-25 (1999)

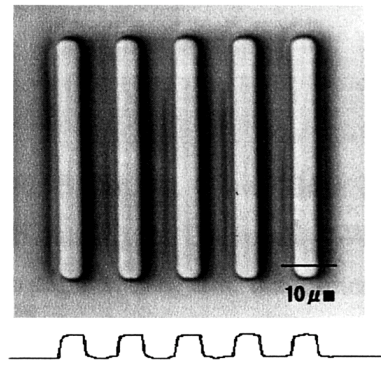


図3 レーザ顕微鏡で観察した導波路パターンと断面形状

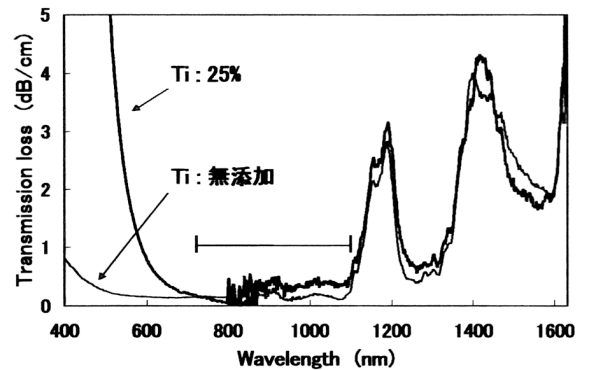


図4 有機・無機ハイブリッド材料の光損失の見積もり

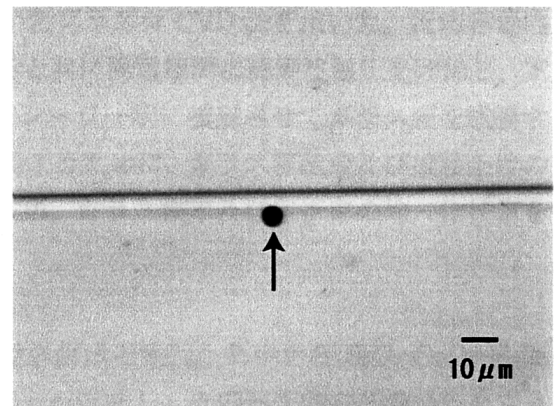


図5 光導波路と光共振用微小球の光学顕微鏡写真(矢印は微小球を示す)