

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-2. 無機材料、金属材料
小項目	1-2-1. ガラス

概要（200字以内）

ガラス材料は不規則・非平衡構造であるがゆえに、あるがままの材料を外部場を用いて思うがままに操り、たとえばフォトニック機能を発現させるのが容易な材料であると期待される。つまりナノテクノロジーを行うのにはふさわしい材料といえる。

光回路を搭載した携帯電話が
2009年頃に市場に出る予定



現状と最前線

最近の光関連のセラミックス材料とデバイスの研究開発は、情報通信分野のIT革命に呼応して、新たな進展を見せはじめている。特に非晶質セラミックスであるガラスに関しては、光増幅の機能をもつ希土類ドーパド石英ガラスファイバーや、波長多重伝送に必要なファイバグレーティング、合波・分波回路を組み込んだ光ファイバー、あるいは通信波長域を変化させ特殊な機能をもたせたハロゲン化物ガラスやカルコゲナドガラスファイバー、光エネルギー伝送用ガラスファイバー、ファイバーセンサーなどの創製が注目を集めている。また、将来の光通信システムの基幹デバイスとなる光導波路に関する研究・開発にも顕著な進展が見られる。図1に示すようにシリコンや石英ガラス基板にガラス導波路を作製する試みは、火炎堆積法、ゾルーゲル法、スパッタ法などを駆使して多くの検討が積み重ねられ、すでに実用段階に入っている。それも単に光を通すだけの、いわゆるパッシブ(受動的)な光導波路に止まらず、このデバイスに光増幅、光スイッチ、光メモリーなどのアクティブ(能動的)な機能を付与するナノテク技術開発が始められている。たとえばガラスに強誘電結晶並みの2次非線形を付与するための電界印加や光刺激、つまりポーリング技術の開発、あるいは光で光をスイッチングさせるのに必要な高い3次非線形定数を持つガラス組成の探索、さらには希土類イオンの特殊な機能を利用した青色発光体や輝尽発光体の開発、永続的スペクトルホールバーニングによる大容量光メモリーの開発などとして展開されつつある。特に紫外から青色領域のレーザー発振アップコンバージョンガラスや広域帯の波長でも光増幅できる光ファイバーアンプ、さらにフェムト秒(10^{-15} 秒)領域でスイッチングする超高速光スイッチやテラビット(10^{12} ビット)級光メモリーなどが新製品の可能性をもつものとして最近の話題となっている。

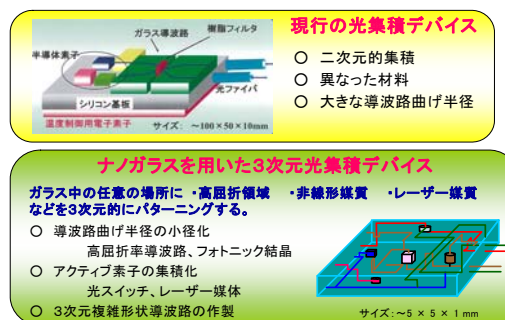


図1 低損失光導波路用材料

将来予測と方向性

誘電率が光の波長程度の空間スケールで変化した微視的構造体（フォトニックナノ構造）を利用して、フォトニック結晶や光のアンダーソン局在などの新しい概念に基づいた輻射場を制御する研究も盛んに行われようとしている。これらの現象を用いると、光の局在化により極低しきい値レーザー、急峻な曲げ導波路、光変調器、波長分波器などの微小光学デバイスを作製できるので、それらを集積化した新しい超小型光回路の構築が期待されている。特にいろいろなフォトニクス材料を超微細加工によりアクティブな機能を付与し、搭載した図2のような三次元光回路が期待されている。

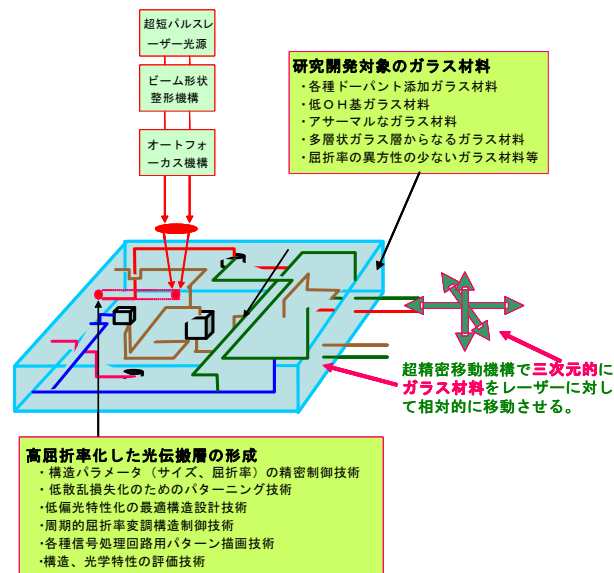


図2 三次元光回路用材料

- ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ・ 光学部品の微細化のためのナノインプリント技術の確立
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ・ 光三次元回路の一括成型技術の確立

キーワード

三次元光回路、微小光学デバイス、フォトニック結晶、ガラス、光回路

(執筆者：平尾一之)