

## ニューガラスフォーラムでの取り組み

社団法人ニューガラスフォーラム つくば研究室長

田 中 修 平



### Effort and Progress in the NEDO Project at New Glass Forum

**Shuhei Tanaka**

*New Glass Forum*

#### 1. 三次元光デバイス高効率製造技術プロジェクトへの取り組み

ガラス中に三次元光デバイスを高精度・高速で作製できる三次元一括加工技術の確立を目指して、“ナノガラス技術”プロジェクト(2001.9～2006.3)に引き続き、当プロジェクト(2006.7～2011.3)を実施している。

加工の流れは、《デバイス設計⇒ホログラム設計⇒ホログラム作製⇒フェムト秒レーザーとホログラムによるガラス内部加工によるデバイス作製⇒デバイス評価》である。加工に必要なガラス材料の研究開発も行っている。

使用するホログラムは、空間光変調器とガラス・ホログラムで、空間光変調器は浜松ホトニクス(株)が、ガラス・ホログラムはNGFが研究開発を担当する。本技術の確認用デバイスとして、光学デバイスと光導波路型デバイスを予定している。光学デバイスとそれに使用されるガラス材料の研究開発はNGFで実施する。導波路デバイスとそれに使用されるガラス材料に関しては、京都大学に研究員が出向し共同で研究開発する。ガラス・ホログラムによる三次元加

工システムをNGFつくば研究室に構築する予定である。さらに浜松ホトニクス(株)で研究開発する空間光変調器にNGFで研究開発するホログラム設計技術やデバイス加工技術を適用して三次元加工システムを構築する予定である。これらを進めるための研究組織について次に記す。

本プロジェクトを成功させるためには、①デバイス特有の材料開発、②三次元加工用ホログラムの設計とその高速化、③ホログラムの製作とその高速・高精度化、④レーザーとガラスとの相互作用の基礎検討、⑤デバイス設計、⑥デバイス化加工と評価、⑦トータル加工システムの検討、についての研究開発をする必要がある。

企業からの出向研究員は、早期実用化を念頭に仕事をするのが非常に重要で、特許と製品を如何に手際良く実現するかを考える必要があり、上述の①から⑦での課題の内の基礎・基盤技術や共通技術の構築にまでは、現状の6名の出向研究員の人数では、中々時間を割くことができない。別の人材を投入する必要がある。そこで、3名のNGF専属研究員と2名の研究補助員を新たに雇用した。

この結果、出向研究員とNGF専属研究員は、それぞれの業務を相互に連携を取りながら遂行し成果を挙げてきている。一例としては、

ホログラムの設計と作製の研究開発が短期間で行えるようになり、プロジェクトが始まって凡そ半年後のナノテク 2007 年 2 月には、ホログラムによる三次元加工の成果を展示できるようになった。幸運にも NEDO ゾーン「独創技術賞」を受賞することができた。出向研究員の固有の技術と専属研究員による技術が上手く絡み合っただけの結果とみている。その後も、素晴らしい結果がでてきており、本誌でも順次紹介していく。

NGF では、旧工業技術院（現経済産業省）からの委託で、知的基板整備事業を 1999. 2 から 2001. 3 にかけて実施した。この時に作製したガラスサンプルを 2001 年度から始まったナノガラスプロジェクトで貰い受け、一部使用した。現プロジェクトでもその有効活用を行なうために京都大学に供与し、ガラス材料のフェムト秒レーザーによる加工で研究開発を行っている。これらの研究結果は公表され、皆様のお役に立つものと考えている。

出向元企業には、リーダーおよび協力研究員をおき、研究開発で得られた成果をできるだけ早く企業に役立つように、即ち実用化に早く寄与できるような組織体になっている。

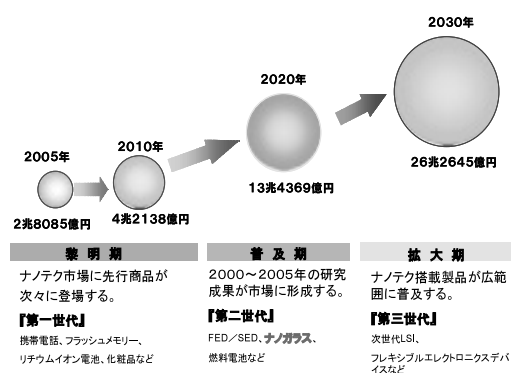


図1 ナノテク関連市場規模推移予測 (2005 - 2030)  
出展：半導体産業新聞 2006. 7. 5 〈経済産業省 (ナノテクノロジー・材料戦略室)〉インプリント方式プロセスフロー

## 2. 「ナノガラス技術」から「三次元光デバイス技術」へ

ナノテク関連市場規模予測が、経済産業省・ナノテクノロジー材料・戦略室から発表されている。図1に示した。これによると、2030年での市場規模は26兆円余になっている。2020年頃の第二世代の普及期にはナノガラスが顔を出している。ちなみに、NGFが平成17年6月に野村総合研究所に委託した調査では、ナノガラス関連市場は2010年で1650億円、2015年で3800億円と予測している。

「ナノガラス技術」は、2001年9月17日から2006年3月20日まで研究が実施された。概要を図2に示した。12テーマからなる総花的なプロジェクトである。当然のことながらその市場に対する分野は多岐にわたっている。

これ等の研究開発に使用されている技術は、主として成膜技術と得られた膜の光学的な加工技術及びフェムト秒レーザーによるガラスの三次元加工技術である。現在ではサンプルの提供が活発に行われており、一部製品化が囁かれている。

デバイス化加工に使用される波長800nmのフェムト秒レーザー光では、ガラスは一般に透明である。従って、フェムト秒レーザー光によ

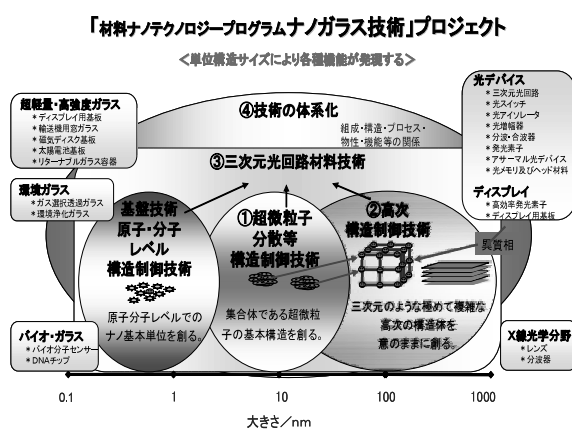


図2 石英ガラスへの微細転写

ってガラスの物性を変化させることはできない。即ち、ガラス内部にフェムト秒レーザー光により異質相を形成することはできない。そこで考えられたのはガラス内部に光を集光照射することにより光の強度を極端に大きくし、物質と光との相互作用を起こさせ、しかも集光点を三次元的に移動させ三次元光デバイスを作製するものである。

デバイスの実用化に必要な重要課題として、更なる形状の高精度化と高速加工による製造コストの低減がある。これには、「ナノガラス技術」に示した逐次照射による点描画（点加工による）ではなく、一度に形状を作製することが要求される。これらの解決法として、2光線による光の干渉を利用した加工や更に光線を増やした5光線による加工も試みられた。これらの有限の光線での加工では、スムーズな自由造型ができないために、加工精度を上げることも、三次元形状の加工も、価格を大幅に下げることができなかった。そこで、無限に近い多光線での加工として「ホログラムによる加工」が必要

になる。これには、計算機を使用して作製することが近年可能になったCGH（Computer Generated Hologram）による加工が考えられる。ホログラムによる加工法を図3の2）に示した。図において、フェムト秒レーザーからでた光線はホログラムを透過してガラス内部に三次元像を実像で結像し、これにより点描画ではなく一度に高精度の加工ができる。現在、加工に使用されているフェムト秒レーザーの出力は非常に大きく、1ショットでのエネルギーは従来の集光照射の10万点分に相当し、ホログラムによる一括での大面積加工による低コスト加工が可能となる。またフェムト秒レーザーの出力は数年前に比べて桁違いに増大しており、今後、より低コスト化に向かうであろう。「ナノガラスの高速加工手法」として、平成18年度より始まった経済産業省の国家プロジェクト「三次元光デバイス高効率製造技術」でガラス内部への三次元像のホログラムによる加工が実現しつつある。

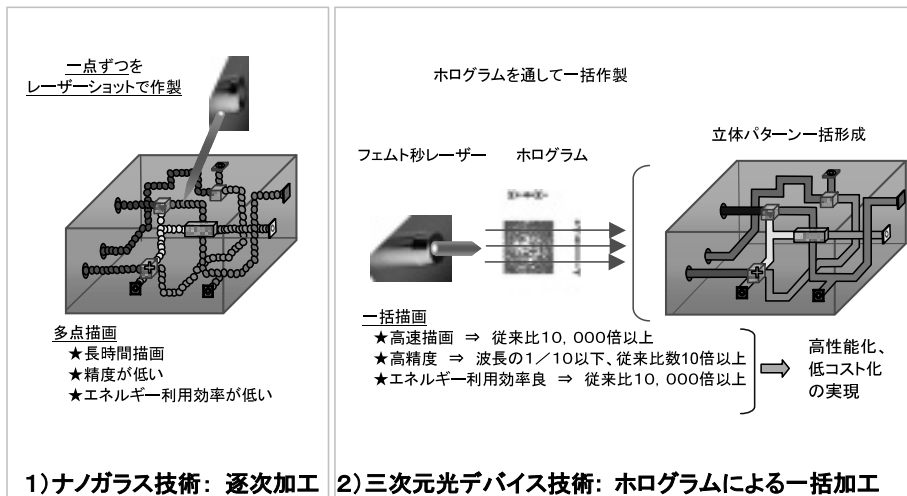


図3 フェムト秒レーザーによる三次元加工