

「三次元光デバイス高効率製造技術」に関する 新規プロジェクトの紹介

社団法人ニューガラスフォーラム

平野 英治

Introduction of new project on "High-efficiency Processing Technology for Three-dimensional Optical Devices"

Eiji HIRANO
New Glass Forum

「三次元光デバイス高効率製造技術」プロジェクトが、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下NEDO)が行う平成18年度国家プロジェクトの公募に提案し採択された。この度5ヶ年計画の活動を開始したので、その概要を紹介する。なお今後、本プロジェクトの進捗及び関連技術情報を当機関誌の紙面に随時ご報告していく予定である。

1. プロジェクトの位置付けと成立の経緯

我が国の科学技術政策は、第3期科学技術基本計画のもとに国家的・社会的課題に対応した研究開発においては、4つの分野(ライフサイエンス、情報通信、環境、ナノテクノロジー・材料)に特に重点的、優先的に資源配分を行うとともに、それ以外の4分野(エネルギー、製造技術、社会基盤、フロンティア)については基盤的な領域を重視して推進することを諮問機関の総合科学技術会議が取り纏めている。具体的な技術戦略は、経済産業省及びNEDOが産学官の知見を結集し、新産業の創

造やリーディングインダストリーの国際競争力を強化していくために必要な重要技術を絞り込むとともに、それらの技術目標を示し、かつ研究開発以外の関連施策等を一体として進める「技術戦略マップ2006」を総合的に策定した。本プロジェクトは、重点4分野のうちのナノテクノロジー・材料分野(光デバイス)において、「光導波路/光伝送/合分波」や「三次元造形/光加工」の技術領域に位置付けられている。前身である「ナノガラス技術」プロジェクトが平成17年度をもって5年間の研究開発を終え多くの期待される成果を上げたが、そこで蓄積した三次元光回路用材料技術の基盤技術をさらに実用的な加工技術へと発展させるべく、後継プロジェクトとして立ち上げられた。

2. 研究開発体制、事業期間、事業予算、及び研究人員等

研究開発体制を図1に示した。NEDOから国立大学法人京都大学、浜松ホトニクス株式会社、及び社団法人ニューガラスフォーラム(以下NGF)が委託を受け研究開発を行う。この3者は共同研究の連携をとるが、前2者は分散研究所として個々の施設で研究を遂行し、NGFは筑波研究コンソーシアム(つくば市)の

前ナノガラス技術プロジェクトで設備した研究施設を継続して使用し、ライトロン株式会社、フジノン株式会社、株式会社オハラ、大日本印刷株式会社、ナルックス株式会社等の企業から派遣される研究員、及びNGF雇用研究員で集中研究所を構成する。また国立大学法人京都大学の平尾一之教授がプロジェクトリーダーとして全体を統括し、定期的で開催する研究推進・業務委員会で技術的な情報交換や特許、論文等の成果の取纏めを推進する。なお事業期間は平成22年度までの5年間で、事業予算総額は約20億円、初年度は3.7億円である。また関係

する研究人員は総勢36名に及ぶ。

3. 研究開発の内容

具体的な研究開発項目は、①ガラス材料、②加工システム、及び③応用デバイスの3点に大別される。以下、順に内容を説明する。なお()内は、主な担当を示す。

- ①デバイス化加工用ガラス材料技術(NGF, 京都大学)
ガラスの原子・分子レベルの構造を制御すれば、従来のマクロな構造制御では実現できな

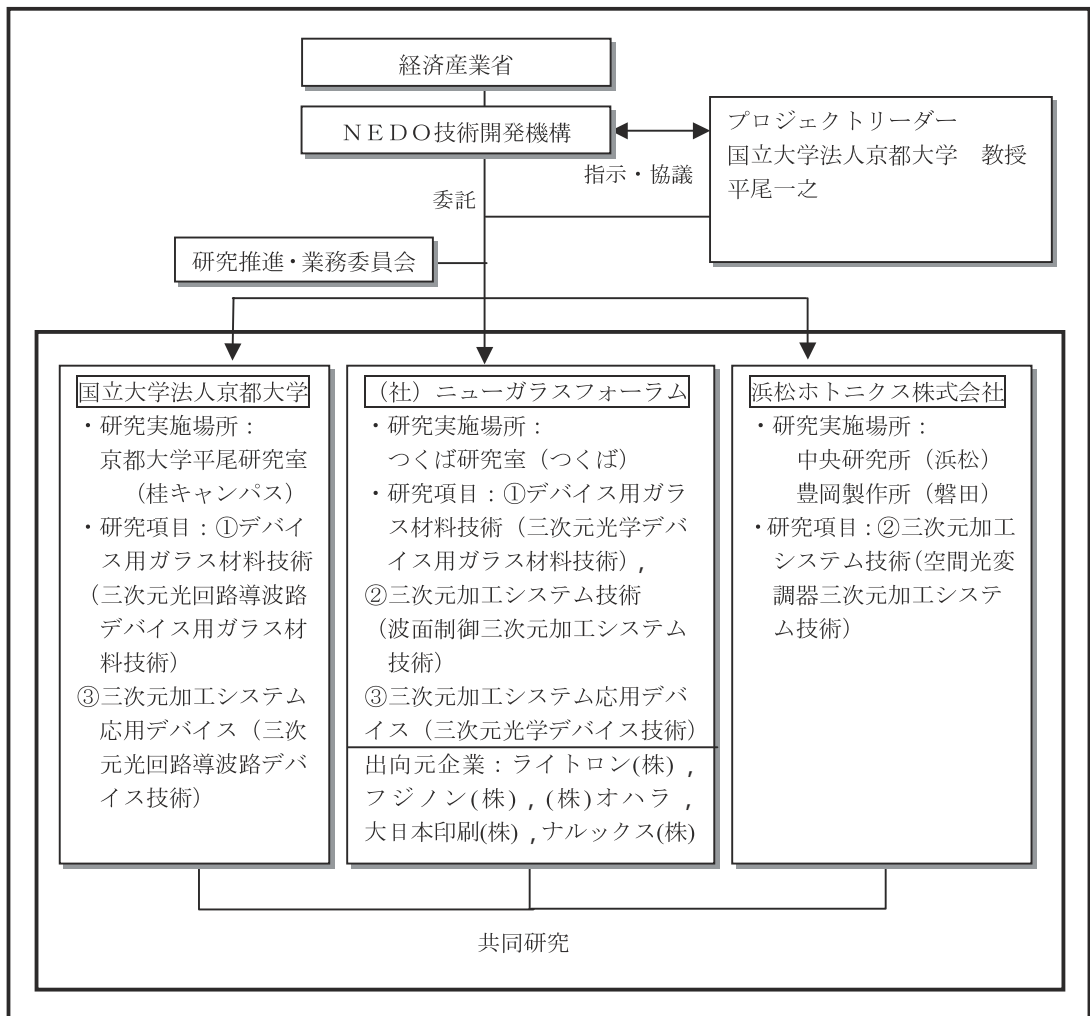


図1 「三次元光デバイス高効率製造技術」プロジェクト実施体制

ったガラス材料の光学的、電磁氣的、機械的及び化学的等の優れた特性や機能を、有効に引き出すことを期待できる。フェムト秒レーザーやイオンや電子ビーム等のような外部場をガラス材料に作用させることによって、母材の組成変化を起こさずに、1～数百 nm レベルの異質相の形状と配列を適正に制御することが可能となる。従ってこれらの外部場と相互作用を効率よく行えるガラス材料が必要となるとともに、その材料は作製するデバイスに適用できることが必須の条件となる。具体的達成目標としては、③で述べる光学ローパスフィルタを目標に、可視光領域でガラス母材と異質相の屈折率差を0.015以上とれる透明なガラス材料を開発する。また、ガラス構成成分と組成比あるいはフェムト秒レーザー照射条件に依存して誘起される様々な構造変化から、③で同様に述べる三次元光導波路デバイスの作製に有用な構造変化を見極めると共に、その基本回路である直線導波路及び三次元応用デバイスである光カプラ（スプリッタ）導波路デバイスを想定した光回路デバイス用ガラス材料の開発を実施する。

②三次元加工システム技術（NGF，浜松ホトニクス）

波面制御三次元加工システム技術と空間光変調器三次元加工システム技術の2つのアプローチをとる。まず前者はNGFが担当する。フェムト秒レーザー照射によりガラス内部に各種デバイスを、高精度で高速に作製するにはホログラムを使用して一括で異質相を形成する方法が有効である。これにより、従来の逐次形成法に比べて高精度で高速に三次元的に異質相を一括形成することが可能となる。このための高精度三次元加工システムに必要な光学系、波面制御素子設計用シミュレータ、形状計測技術、等を開発する。特に、直線導波路で9 μmの加工をし、加工精度を確認する。

後者は、浜松ホトニクスが担当する。フェムト秒レーザー照射によりガラス内部に各種デバ

イスを作成する場合、三次元造形を重ねて順次形状を変化させながら作製する必要が生じる。この技術は、加工精度やレーザービームの in situ 情報を盛り込みながら、ホログラムを順次プログラムで変更しながら三次元造形を可能とする加工システムである。これに必要な光学系、位相変調型の液晶空間光変調器（SLM: Spatial Light Modulator）、空間光変調器を用いた位相変調技術、等を開発する。

加工システムとしての目標は、従来比100倍以上の高速加工を実現する。具体的には1パルスのレーザーショットにより、一辺が60 μm以上の立方体の中に、直径が10 μm以下の球状あるいは棒状の異質相を100個以上形成する。

③「三次元加工システム応用デバイス技術」(NGF，京都大学)

①，及び②の技術をもとに、応用デバイスを作製して本三次元加工システムの有効性を実証する。

一つはNGFが担当し、カメラ用光学部品の一つのキーデバイスである光学ローパスフィルタを、超薄型化して低コストでの作製を可能とする。達成目標は、一括照射で2.5mm角以上の領域に異質相を形成し、フィルタリング方向の無依存性を確認する。これにより、光学ローパスフィルタ機能を、従来の3枚から1枚に削減し、フィルタ厚0.3mm以下の光学ローパスフィルタを実現する。また、従来のローパスフィルタに使用されている水晶での2光軸同士の開き角度は、0.236°であり、本フィルタではこれ以上の開き角度を実現する。また解像度を維持し、モアレを抑制することを確認する。

二つめは京都大学とNGFが共同し、三次元光回路導波路デバイスを作製する。通信や情報処理等、様々なシステムの光ネットワーク化が急速に進展し、本格的な立ち上がりが始まっている光加入者系への各種サービスの早急な対応

が求められている今日、低コスト、高性能で光集積化が容易な導波路型の合分岐や合分波器は必須の光デバイスである。ガラスの中に導波路やそれらの結合した三次元光導波路デバイスの一例として光カプラ（スプリッタ）導波路をフェムト秒レーザー照射で作製する。具体的達成目標は、基本的な直線導波路として、シングルモードで光伝搬損失が0.1 dB/cm以下（導波路サイズ；直径 9 μm以下、波長；1.55 μm）を実現する。

4、まとめ

図 2 に、以上説明したフェムト秒レーザーを使った三次元一括形状加工の模式図と出口製品イメージを示した。これらの技術を確立することによって、近い将来、集積化オプティクスや光情報デバイスなどの有用な光デバイスが効率よく製造可能になることに大きな期待が寄せられている。最後に、プロジェクト立ち上げに際して多くのご指導を頂いた経済産業省、NEDOの関係各位をはじめ、プロジェクト実施関係者のご協力に対して紙面を借りて御礼申し上げます。

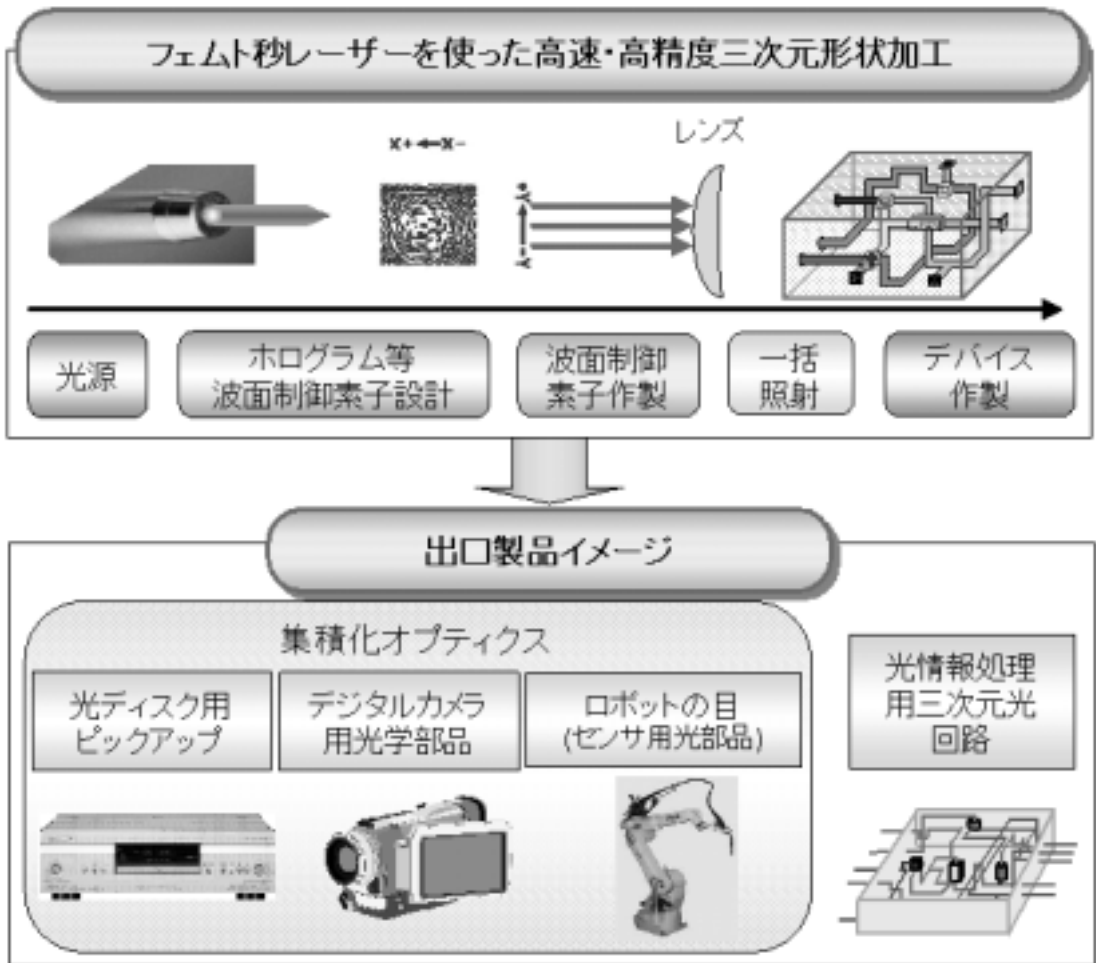


図 2 フェムト秒レーザーを使った三次元形状加工の模式図と出口製品イメージ