

デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト

(社)ニューガラスフォーラム

松 田 弘 一

“Nanotechnology Glass Project for the advanced functional devices” in Focus 21 Project

Koichi Matsuda

New Glass Forum

平成 15 年 3 月 17 日付けで NEDO による「経済活性化のための研究開発プロジェクト（フォーカス 21）」と位置付けられた平成 15 年度ナノテクノロジー・材料技術関連プロジェクトに係る委託事業者の公募（プロジェクト名：「デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト」）があったので、(社)ニューガラスフォーラムとナノガラス技術プロジェクトに参加している(株)日立製作所、日立電線(株)、日本板硝子(株)の 1 法人と 3 社は、提案書を共同で作成しこの公募に応募した。その結果、提案書が採択され、我々のグループが当該プロジェクトの委託事業者に決定した。平成 15 年 10 月より当該プロジェクトの研究開発を開始する。

そこで機関誌の紙面を借りて、経緯、プロジェクトの概要、実施体制、研究テーマ等について報告する。

当該研究開発プロジェクトは、経済産業省において研究開発の成果が迅速に事業化に結びつき、産業競争力強化に直結する「経済活性化

のための研究開発プロジェクト（フォーカス 21）」*と位置付けられているものである。

(※：詳細は、機関誌「NEW GLASS」Vol. 18 No. 1 2003 (Serial No. 68). p. 32-33 特集 II Focus 21 経済産業省 野村秀徳の記事を参照下さい。)

1. 経 緯

- NEDO 公募に応募（共同提案書提出）：
2003 年 4 月 21 日
（公募期間：2003 年 3 月 17 日～同 4 月 23 日）
応募プロジェクト名：「デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト」
共同提案者：1 法人、3 企業、2 大学
(社)ニューガラスフォーラム、(株)日立製作所、日立電線(株)、日本板硝子(株)および日立製作所の共同研究先である東北大学、奈良先端科学技術大学院大学
- 当該プロジェクト共同提案のプレゼンに参加（技術審査委員会）：2003 年 6 月 4 日
- 委託事業者採用通知書受取り：2003 年 7 月 8 日（採用通知書日付 2003 年 6 月 20 日）

〒335-0004 東京都港区新橋 2-12-15

田中田村町ビル 8 階

(社)ニューガラスフォーラム ナノガラス研究本部

TEL 03-3595-2775

FAX 03-3595-0255

E-mail: matsuda@ngf.or.jp

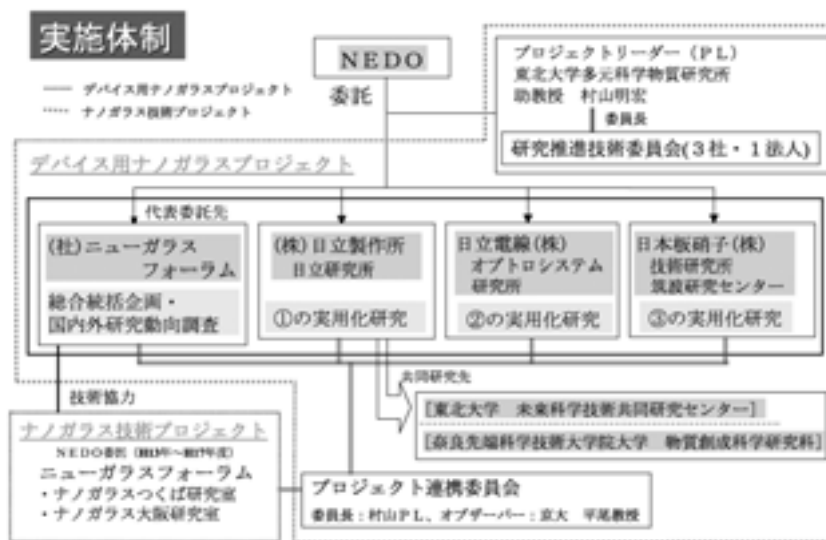
2. 委託事業（プロジェクト）概要

- (1) プロジェクト名：「デバイス用高機能化ナノガラスプロジェクト」
- (2) 研究開発項目：以下の3項目
 - ① 高密度 DVD 用集光機能ナノガラス薄膜の開発
 - ② 光導波ナノガラスデバイス用ガラスの開発
- (4) 実施体制

③ 高波長分散ナノガラスデバイス用ガラスの開発

(3) 予算額，事業期間

- 平成 15 年度事業予算額（消費税込み）：上期 なし，下期 約 223 百万円
- 事業期間：平成 15 年度から平成 17 年度までの3年間(H15年10月～H18年3月)



(5) 研究開発内容

1) 研究開発の役割分担

- ①「高密度 DVD 用集光機能ナノガラス薄膜の開発」の研究開発と経理：(株)日立製作所および共同研究先である東北大学と奈良先端科学技術大学院大学
- ②「光導波ナノガラスデバイス用ガラスの開発」の研究開発と経理：日立電線(株)
- ③「高波長分散ナノガラスデバイス用ガラスの開発」の研究開発と経理：日本板硝子(株)
- 総合統括企画・国内外研究動向調査：(株)ニューガラスフォーラム

2) 研究開発の目的

本プロジェクトでは、「ナノガラス技術プロジェクト」で創製された青紫色半導体レーザー（波長：405 nm）照射の ON/OFF により屈折率が可逆的に高速かつ大きく変化する，世界トップレベルの Co_3O_4 系高屈折率変化（集光機能）ナノガラス薄膜材料や低損失 CVD ガラス膜および高分散・高効率深溝回折格子等のナノガラス技術を基盤として，

- 研究開発項目①では，前記高屈折率変化（集光機能）ナノガラス薄膜材料の特性を実用化レベルにまでに高め，さらにその大面積積層技術の開発により集光機能化し，記録密度と転送レートを大きく向上

させた光記録用デバイス（DVD）の研究開発を行う。

- 研究開発項目②では、高屈折率、低損失ナノガラス膜の特性の向上とそれに適したデバイス化技術の開発により、従来技術から大幅に小型化、複合化した光通信用導波路型多波長合分波フィルターの研究開発を行う。
- 研究開発項目③では、ガラス多層膜成膜技術と加工技術の高度化による、高効率で偏波依存性が小さい回折格子部品の研究開発を行う。

そして、上記の研究と企業内での並行的研究の結果を合わせて、それぞれを実用化することを目的とする。

これにより、ストレージ、情報通信、光計測器・分析器分野におけるデバイスの低消費電力化、製造時の省エネルギー化に貢献する。

3) 研究開発の目標

研究開発項目①：

平成 17 年度までに、前記高屈折率変化（集光機能）ナノガラス薄膜材料の可逆的高屈折率変化メカニズムを究明するとともに、効率的に集光機能化を発現できる最適な組成・ナノ構造・膜厚・積層構造等を検討することによって、高密度 DVD に適用可能な集光機能ナノガラス薄膜材料・大面積成膜技術・積層技術（フォトリソグラフィ結晶構造形成技術）を開発し、それをその後二年度で 350 GB-DVD（記録密度：250 Gb/in²、転送レート：200 Mbps）へ適用し、事業化するため、高速大容量化技術、高信頼化・低消費電力化技術の基盤を開発する。

研究開発項目②：

平成 17 年度までに、超高速光信号を低損失で処理できる光デバイス実用化のため、導波路の屈折率を高め、導波損失を下げるための膜材料及び成膜方法、得られた膜を使ってデバイスを作製するための超微細加工技術を開発する。

研究開発項目③：

平成 17 年度までに、分光技術分野において高性能で使いやすい光分波素子実用化のため、膜厚ばらつきやミクロな欠陥などを高精度に制御する成膜技術と、膜材料に最適な微細加工技術を開発する。

なお、プロジェクト終了時点までの研究成果としては、企業にて実用化の研究を並行的に進めることで、研究開発目標の特性を有する材料について、実用試験に供し得る段階まで作製し、企業、大学等の外部機関に対して実用評価試料を提供し、さらにプロジェクト終了後 2 年程度で事業化する事を目標とする。

4) 研究開発の具体的内容

研究開発項目①：「高密度 DVD 用集光機能ナノガラス薄膜の開発」（㈱日立製作所）

ナノガラス技術プロジェクトにより見出した前記高屈折率変化（集光機能）ナノガラス薄膜材料の可逆的高屈折率変化メカニズムを究明するとともに、効率的に集光機能化を発現できる最適なナノガラス組成・ナノ構造・膜厚・積層構造（フォトリソグラフィ結晶構造）等を検討することによって、高密度 DVD に適用可能な集光機能ナノガラス薄膜材料・大面積成膜技術・積層技術（フォトリソグラフィ結晶構造形成技術）を開発し、それを青紫色半導体レーザー対応の DVD に形成して、記録密度と転送レートを大きく向上でき、しかも高信頼化と低消費電力化も同時に達成できる実用化基盤技術を開発する。具体的には、以下の(1)～(3)の研究を行う。

(1) ナノガラス薄膜の基本組成・構造の検討

スパッタリング法を用いて Co₃O₄ ナノ結晶粒子をガラス薄膜に均一に析出、分散、配向させ、読取り書き込み用青紫色半導体レーザー照射（波長：405 nm）で局所的かつ可逆的に屈折率分布を高速に誘起する高屈折率変化（集光機能）ナノガラス薄膜材料の可逆的高屈折率変化メカニズムを究明するとともに、実用化を考慮した最適なナノガラス組成・構造・膜厚等を検討し、更にそれを DVD へ組み込むための集光積

層膜構成(フォトリソグラフィック結晶構造)を検討する。

(2) 高速大容量化技術の検討

ナノガラスによる最小記録ピットサイズの低減とディスク回転速度の高速化を同時に達成するために、上記(1)の検討結果を基にナノガラスに適合する、効率的な DVD 用集光積層膜構成(DVD 用フォトリソグラフィック結晶構造)を設計し、青紫色半導体レーザー対応の DVD を試作、評価し、必要に応じて材料膜の材料組成・構造・積層膜構成を改良することで、ナノガラスによる DVD の高速大容量化を検討する。

(3) 高信頼化・低消費電力化技術の検討

現状における DVD 大容量化検討では、レーザーパワーが増加し、しかもそれによる信頼性低下が問題となっているが、ここでは高密度 DVD へのナノガラス搭載時の信頼性確保と低消費電力化を図るために、ナノガラスによる損失(光吸収)とノイズを抑制した DVD 用集光積層膜構成(DVD 用フォトリソグラフィック結晶構造)を検討し、青紫色半導体レーザー対応の DVD を試作、評価し、必要に応じて材料膜の材料組成・構造・積層膜構成を改良することで、ナノガラス搭載時の高密度 DVD の信頼性と消費電力を検討する。

研究開発項目①の実用化例



研究開発項目②:「光導波ナノガラスデバイス用ガラスの開発」(日立電線㈱)

本研究では(1)光導波路用ガラス膜の形成、(2)光回路形成技術、(3)デバイスの試作検討を行う。以下にその概要を述べる。

(1) ガラス膜材料および膜形成方法の検討・開発

プラズマ CVD 等を用い、Ge 等の各種ドーパントの添加量と導波膜としての基本特性である損失、偏光依存性等とを相関付けて調べる。また、水酸基吸収の少ない製造条件をも検討し、1.3 μm 帯から 1.5 μm 帯の広い波長域での低損失化を実現する。

(2) 光回路形成技術の検討・開発

従来技術では屈折率差に比例して導波路損失が増加している。その要因を分析・解明すると共にデバイス構造パターンを形成するリソグラフィやエッチングをより高精度にする。また、従来デバイスの性能では無視できた加工過程で生じるガラス異質層の低減、あるいは除去といった新技術の導入を検討する。

(3) デバイスの試作・検討

(1)および(2)で開発した成膜、光回路形成技術の有用性を確認するため、今後のメトロネットワークのキーコンポーネントである多入力・多出力のアレイ導波路型周回性波長フィルタ等を試作し、損失、クロストーク、分散、偏波分散などの諸特性を評価する。

研究開発項目③:「高波長分散ナノガラスデバイス用ガラスの開発」(日本板硝子㈱)

本研究では、光測定機器、分光モジュール、分光分析装置などへの応用展開が可能な、波長分散が大きく低損失の空間光学系用高波長分散ナノガラスデバイスの実用化を目標とし、以下の内容を進める。

(1) ガラス膜材料作製技術

屈折率が大きく異なる、 SiO_2 、 TiO_2 、 SiN 等の光学膜の膜厚ばらつきやミクロな欠陥などを高精度に制御できる CVD 成膜技術、スパッタ成膜技術等を開発し、それらを適用して高波長分散素子作製に必要な所望の積層構造、透過波面収差を有する新しいガラス材料を実現する。

(2) 微細加工技術

高波長分散光学素子作製に必要な、(1)で開発

した膜材料に最適な微細加工技術を構築する。

(3) 評価技術

高波長分散素子用の積層構造を構成する各層の膜厚のばらつきや光学特性を高精度に評価する技術、微細なナノ素子構造を高精度に評価する技術、面内の所定の評価領域に対して、分散特性、損失特性、偏光特性、透過波面収差などのデバイス特性を高精度に評価する技術を確立

する。

(4) 高波長分散光学素子の試作・評価

高波長分散素子としての光学特性実現のため、ガラス材料を使った新しい積層構造設計、面内のマクロな形状の基本的周期構造設計とミクロな形状設計を行い、上記(1)(2)で達成した技術により、サンプルを作製し、動作を確認する。



総合統括企画・国内外研究動向調査（紐ニューガラスフォーラム）

ナノガラス技術プロジェクトと連携をとりながら、「総合統括企画・国内外研究動向調査」を強力に押し進めて、代表委託先としてプロジェクト参加企業の各研究開発項目の研究開発がスムーズに進み、確実に成果が上げられるように各社と情報交換をしながら、各研究開発計画を推進する。研究開発の総合統括企画として、以下の項目を実施する。

- (1) 研究計画の推進（研究計画—研究計画書の策定、研究進捗状況の把握・管理等）
- (2) 国内外技術動向調査（特許、文献、情報誌等）の実施
- (3) 研究成果の集約・普及（広報活動）
- (4) 研究に絡む規程類、協定書、契約書の策定
- (5) 研究開発業務の検査

あわせて、経理の統括（各社研究開発に関する経理の検査）も実施する。

最後に、今回の公募応募にあたって、公募期間が一月不足と短い間に各社と共同提案書（各社の役割分担、研究内容、企業コミットメント等）を作成したが、この中で苦勞した点を以下に2点ほど上げる。

- ① 今回の提案は共同提案でしたが、総括管理のみを行う企業が入るのはほとんど前例がなく、提案書をどのようにまとめるか（必要性、役割分担等）に苦勞した。
- ② 今回、今までの委託事業（100％）の提案ではなかった企業のコミットメント（このプロジェクトと平行して自社内での実用化のための研究についての説明—実用化に関する開発計画、投資計画、研究概要、目標等）を明確にすることが含まれており、どこまでどのように説明するのかで苦勞した。提案書の企業コミットメントの説明では言い尽くせていない？と思われ、提案のプレゼンでは企業コミットメントの説明に力を入れ、企業のやる気を強調した。

ここにお世話になった関係者の方々にお礼申し上げます。本当にご苦勞様でした。

ここで現在やっとスタート地点に立ったところです。今後当該プロジェクトの成功(実用化)

を目指して関係者一同新たな気持ちで頑張りたいと思います。

以上