

アメニティウエアを支えるニューガラス

日本板硝子株式会社筑波研究所 小泉 健

Contribution of New Glasses to the Realization of NSG Vision "Amenityware"

Ken Koizumi

Tsukuba Research Laboratory, Nippon Sheet Glass Co., Ltd.

1. はじめに

ニューガラスに対する日本板硝子の取り組みを「アメニティウエアを支えるニューガラス」と題して紹介する。「アメニティウエア」とは日本板硝子が1990年に策定した長期ビジョンの造語で、今後の事業として取り組んでいく商品群の全体をイメージしており、「快適空間」と「情報未来」を創造するためのハード、ソフト両面の商品の共通語として用いている。ここでは、先ず光事業の発展過程を振り返ることにより、ニューガラスの重要性と育て方についての私見を述べる。次いで、アメニティウエアが必要とする新しい技術を紹介し、産業の視点からはフロート板ガラスのニューガラス化に、また科学技術の面からはオプトエレクトロニクス用のガラスに、それぞれ日本板硝子としてのニューガラスの魅力があることを述べる。

2. 光事業を育てたニューガラス

日本板硝子は過去25年間にわたり、ファイバオプティクスとマイクロオプティクスの研究開発と事業化に注力してきた。この過程で生まれた各種の光素子はニューガラスの一つと言えよう。Fig. 1はその発展過程を示している。当初の探索研究でガラスのイオン交換技術を用いて滑らかで急峻な屈折率分布を持つ光ファイバが製作できることを見出し¹⁾、大容量光伝送路(セルフロックファイバ)の研究と集積化マイクロレンズ(セルフ

ロックレンズアレイ)の開発へと進んだ²⁾。ファイバの研究からは、ファイバレーザ³⁾、光導波路⁴⁾、平板マイクロレンズ⁵⁾等の研究が派生し、また酸溶出法による光学繊維束新製法の開発が生まれた。セルフロックレンズアレイの開発は、マイクロレンズ、光部品等への開発につながった⁶⁾。

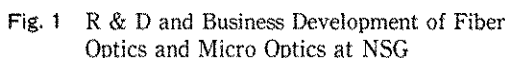
光通信を狙った光ファイバの最先端の研究は事業に結び付けることができなかったが、並行して進めた複写機、ファクシミリ等の光学系に用いるレンズアレイの開発は今日の光事業の柱になった。このように、ニューガラスの大きな魅力は、当初の想いとは異なる用途や製品が次々に生まれる可能性が高く、本質的に多産系な素地を持つことにある。但し、研究を早い時期に着手し、差別性の高い技術を手にする必要がある。同時に、ニューガラスの難しさは、事業化のリスクが大きく、成功する場合でも長い期間の辛抱を要することにある。特に研究者の多くが好む通信やコンピュータ等の先端分野のテーマはこの難しさを備えている。他方、セルフロックレンズアレイのように、OA化の事務機器やマン・マシン・インタフェースに用途を見い出した場合は、事業化への迅速で集中的な対応が必要になる。研究開発を長期に継続し、同時に事業を育てるには、同根の技術で先端分野の長期の研究と事業化を狙う比較的短期の開発が並行して進むようにテーマを設定し、研究テーマで開発テーマの基礎的な部分をサポートして

録」等の機能を持つマン・マシン・インタフェースの電子機器にガラスと関連材料・デバイスの成長性の高い応用分野があるとの基本的な認識に基づいている。また、基盤技術に加えた建材製造、建材システム化等の技術からは、基幹技術としての建材アメニティ技術を育て、建築用ガラス、自動車・車輛用ガラスに建材を加えた「快適空間」での事業の拡充を意図している。

光ファイバの登場はガラスの限らない可能性を認識させ、新種ガラスやガラスの新製法の研究開発を活性化した。他方、ガラスの産業としての魅力を高めるには、現存のガラスにも先端の技術を導入して優れた機能を付与し、ガラスの用途を主要な成長分野に積極的に拡大していくことが重要である。産業サイドからは、ニューガラスを新種ガラスやガラスの新製法に限定することなく、先端技術を付加して高機能化するガラスもその範囲に含めてガラスの科学と技術を発展させる必要がある。

4. フロート板ガラスのニューガラス化

高品質で安価なフロート板ガラスは、「情報未来」の「表示」や「記憶」用商品の素材としても優れた特性を備えている。フロート板ガラスを「表



示」や「記憶」用のニューガラスに変身させるために、精密加工、成膜加工、改質加工などの技術の深耕が行われている。

「表示」の分野では、液晶ディスプレイを主な用途に持つ透明導電膜付ガラスは需要の大きな拡大が期待されている。SiO₂パッシベーション膜とITO透明導電膜の一連の成膜技術の研究開発から、SiO₂パッシベーション膜を液相法で成膜する独自技術が生まれた⁸⁾。この液相成膜法の特長は、

Fig. 2の成膜原理が示すように、H₂SiF₆溶液に添加する硼酸の濃度を調節することによって、ガラスに対してエッチング、SiO₂成膜およびSiO₂粒子堆積の種々の表面処理ができることである。硼酸濃度の最適化により得られるSiO₂膜は、スパッタリング法やCVD法に匹敵する緻密さを備えている。このSiO₂成膜法は、常温の液相中で大量の板ガラスを一括処理できる優れた工業的手法である。本液相成膜法は、Fig. 3の展開過程が示すよう

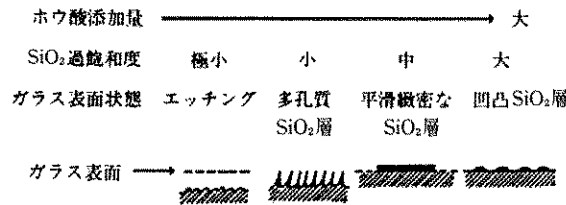


Fig. 2 Relation Between Over-saturation of SiO₂ and Glass Surface Behavior in the Liquid Phase Deposition Method

Table 1 List of Key Technologies and Businesses of NSG's Amenityware 21

基盤技術	基幹技術	事業群	
溶融技術	ガラス材料・製造技術	[現在] 硝子建材事業	[将来] 板ガラス事業
高温成形技術			建材事業
中温成形・成型技術		輸送機材事業	自動車車両ガラス機材事業
アセンブリ技術		長繊維事業	長繊維・中繊維事業
繊維加工技術	ガラス加工・高機能化技術	光事業	光学素材・光部品事業
有機膜技術	建材アメニティ技術		光電子デバイス・モジュール事業
建材製造技術		ファインガラス事業	ディスクメモリメディア事業
建材システム化技術	有機関連技術		フラットディスプレイパネル・モジュール事業
精密加工技術	エレクトロニクス関連技術	産業硝子事業	電子管ディスプレイ事業
成膜加工技術		(セラミックス)	
改質加工技術		(クリスタルガラス)	
微細加工技術		(高分子)	
デバイス化技術			
モジュール化技術			
商品企画設計技術			
エンジニアリング技術			
コンピュータ利用技術			
検査評価計測技術			
設計施工技術			
新材料創製技術			

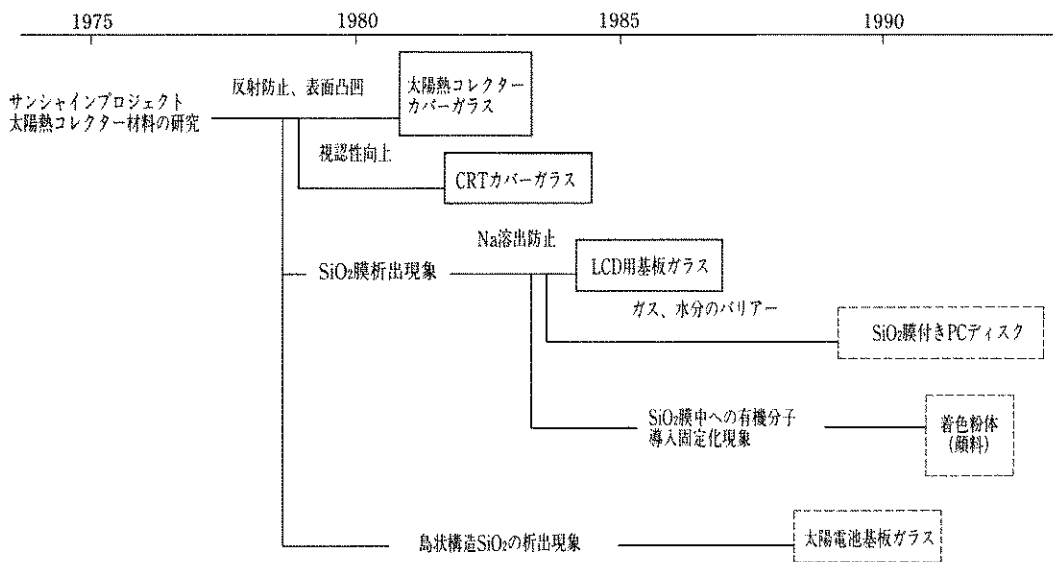


Fig. 3 Products Developed from R & D of the Liquid Phase Deposition Method.

に、サンシャインプロジェクトに参加して行った太陽熱利用のための板ガラスの低反射化の研究からスタートし、約15年にわたる研究の過程で当初の狙いとは違う応用や新しい技術が生まれてきた。最近ではSiO₂膜中へ有機分子が導入固定化できることを見出しており、ニューガラスならではの多産系の素地を持つ技術である⁹⁾。

昨今の液晶ディスプレイの大型化高性能化の急速な展開は、成膜法ばかりでなく、ガラス基板に関する全ての技術の革新を必要としている。素板に関しては、フロート薄板ガラス製板、無アルカリ耐熱板ガラスの溶融製板、精密切断加工、超平坦研磨加工等の技術開発が急務の課題になっている。また、この分野は半導体プロセスの微細加工技術を適用することにより、パタニング基板、カラーフィルタ付基板、TFT付基板等の加工度の極めて高いガラス商品を生み出すことができる。このように、液晶ディスプレイの発展に伴って生まれ変わるガラス技術と種々の新商品は、ガラス産業の新しい魅力を引き出すであろう。

「記憶」に用いるガラスディスクは、成功時には大きな事業規模が期待できる研究開発課題である。光磁気ディスクの研究からスタートし、その

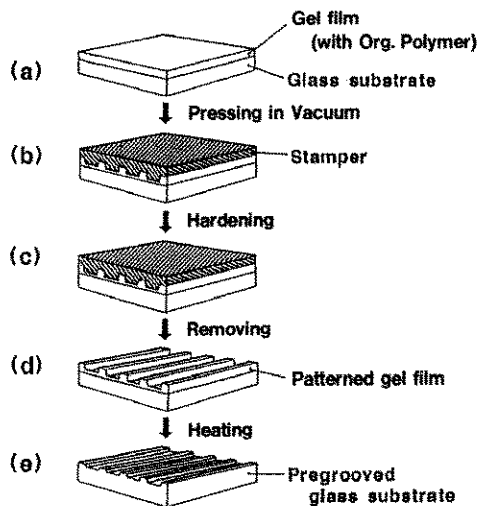


Fig. 4 Sol-Gel Fine-Patterning Process for Optical Glass Disk

なかで、ゾルゲル法を用いてフロート板ガラス上に精密なV溝やピットを持つガラス層を形成する技術を開発した¹⁰⁾。Fig. 4はその加工工程を示している。この方法の特長は金属アルコキシドの溶液にポリエチレングリコールを添加して、型押しに必要なゲルの硬度とポットライフを確保したことにある。型押しに伴う気泡の完全除去と厚み

方向の収縮率の制御が可能になり、精密度の高い成形ができるようになった。樹脂基板に比較して格段に優れた長期の耐久性が実証されており、ゾルゲル法の特長を生かしたニューガラスの精密加工への応用である¹¹⁾。この技術も多産系の素地があり、新しい応用が次々に生れる可能性がある。

最近では磁気ディスクの開発に重点をおいている。この開発の魅力は、フロート板ガラスのイオン交換法による表面改質技術や円盤の精密加工技術の向上ばかりでなく、磁気記憶膜を手がけることにより、ヘッドの離着陸に必要な微細な凹凸をガラス基板上に精密に形成する表面加工技術、ガラスならではの高記憶密度を持つ磁性膜の成膜技術、優れた耐久性を要求される磁性膜上保護潤滑膜の成膜技術等に関して、幅広い先進的な材料設計・加工・評価の総合技術がガラスの世界に導入できることである¹²⁾。期待できる用途がパソコン分野にまで拡大したことによって、ガラス磁気ディスクの事業化はようやく現実のものになったと言えよう。

「快適空間」に用いる建築用・自動車用板ガラスの分野でも、高い熱線吸収機能を持つガラスや各種の熱線反射ガラスなど、新しいフロート板ガラスが相次いで商品化されている。この分野の基盤技術のなかで、有機膜、成膜加工、改質加工等の技術は今後益々重要になる。有機膜技術からは視野選択ガラスが生れたが、その延長上には種々の新商品が期待できる。真空成膜技術は大面積・高速成膜技術へと発展して高い熱線反射機能を持つ板ガラスを生み、また、改質加工技術の進歩からは撥水性が高く汚れにくい板ガラスが生れるであろう。さらに、「情報未来」への取り組みから手にする技術は各種調光ガラスの商品化を可能にするであろう。

5. オプトエレクトロニクス用のニューガラス

「読取」、「記憶」、「通信」、「コンピュータ」などの分野はニューガラスの表舞台であり、ガラスの科学技術を大きく進歩させる可能性を秘めている。数多い研究課題のなかで、マイクロ-opticsの研究と開発に重点をおき、またガラスの表面改質、非線形光電子材料等オプトエレクトロニ

クスの長期の研究は国からの援助を受けて取り組んでいる。

マイクロ-opticsで取り上げている平板マイクロレンズと光導波路デバイスは、多年にわたって蓄積したイオン交換による屈折率分布制御技術に新しく手にしたフォトリソグラフィによる微細加工技術を組み合わせている。Fig. 5は平板マイクロレンズの製作工程を示している。この技術は、ガラス基板上の金属マスクにフォトリソグラフィで孔明けした開口部を通じてガラスと溶融塩間のイオン交換を行うので、位置精度の高い埋込み型の集積化した微小レンズが製作できる。得られるレンズは集積化した光素子と位置合せが容易で、しかも密着・一体化できる特長を有している。「通信」狙いの応用は商品化までに長い辛抱を要するが、将来光ファイバの並列伝送方式が実用化されると、ファイバと光半導体素子間の光結合用に最適のレンズになる可能性がある¹³⁾。一方で、並行して進めた「表示」分野への応用は、TFT液晶パネルと相性の良いことが確認され、フロート板ガラスを使って集積度の大きい大面積平板マイクロレンズが製作可能になった。また、「コンピュータ」への夢の応用研究もスタートした¹⁴⁾。このように平板マイクロレンズは多産系の素地があり、ニュー

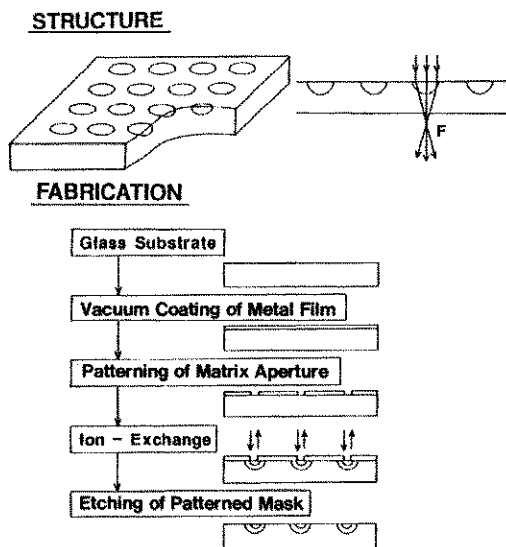


Fig. 5 2-D matrix lens made by modified Ion-exchange processes

ーガラスの魅力を持っている。他方、このレンズ開発に用いる微細加工技術は、ガラスの新しい重要な基盤技術であって、今後この技術を軸にして「読取」や「記録」に用いるオプティクスニューガラスが生れることを期待している。

光導波路デバイス、Fig. 6の製法が示すように、平板マイクロレンズと同根の技術をベースにしているが、埋込み型の単一モード導波路を得るには、より精度の高いイオン交換とパタニングの技術が必要である¹⁵⁾。このガラスデバイスはFig. 7のように種々の応用を持つが、いずれも主として「通信」用途に絞られるので、他の材料を用いるデバイスに対して明らかな優位性がないと実用化が進まない。そのため長期の研究を要したが、近年極めて低損失で1対8、1対16等の多分岐回路を製作できる目途を得たので、光加入者回線用デバイスに向けての開発が始った¹⁶⁾。

科学技術の面からみたニューガラスの大きな課題は、アクティブなガラスの開発と用途の拡大であろう。ファイバレーザがファイバ通信の光増幅用に再び注目され、光通信方式をさらに高度化しようとしている。ガラスが持つ優れた透明性、加

工性そして信頼性を生かし、そこにアクティブなイオンをドーブするファイバレーザや、アクティブな微結晶を制御して成長させる非線形光電子材料は、オプトエレクトロニクス用の魅力あるニューガラスに成長するであろう。

6. むすび

アメニティウエアを支えるニューガラスと題して日本板硝子の長期ビジョンとニューガラスに対する取り組みを紹介した。そのなかで、日本板硝子としては、先端の技術を用いてガラスに付加価値を付け、ガラスの新しい用途を「情報未来」に拡大することが特に重要であり、また、手にする技術は「快適空間」のガラスの高機能化に役立つと考えている。ニューガラスは研究開発に長期の忍耐を要するが、その魅力は本質的に多産系の素地があり、当初の狙いとは異なる分野にも事業化の機会が訪れることである。長期の視点からは、アクティブな機能を持つオプトエレクトロニクス用のニューガラスに魅力と期待を持っている。

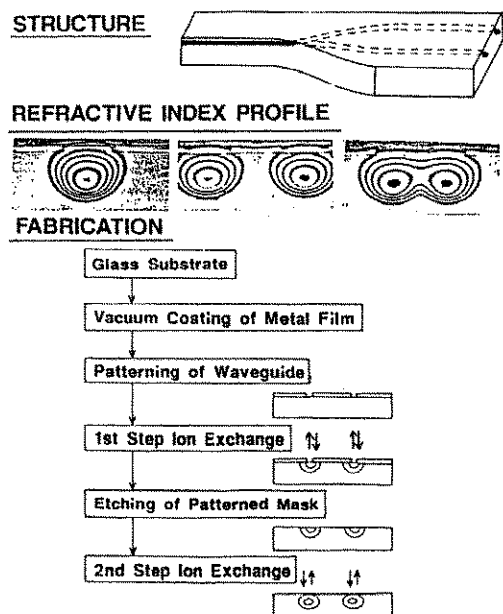


Fig. 6 Optical waveguide circuit processed by 2 step Ion-exchanges

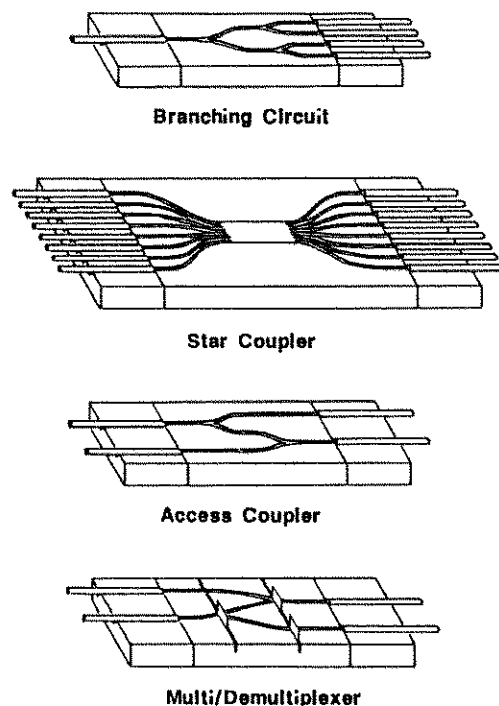


Fig. 7 Schematic Diagram of Planar Waveguide Devices

自動車とエレクトロニクスの二つの強い産業を背景に持つ日本のガラス技術は、近い将来に世界を完全にリードするであろう。しかし、ガラスの科学技術と産業を長期に発展させるには、若い人達を数多くガラスの世界に迎えていく必要がある。その意味でも、産・官・学が交流するニューガラスフォーラムの活動は貴重であり、ニューガラスへの取り組みを通して、ガラスの魅力を益々高めていきたい。

参考文献

- 1) I. Kitano, K. Koizumi, H. Matsumura, T. Uchida and M. Furukawa: "A Light-Focusing Fiber Guide Prepared by Ion-Exchange Techniques", Proceedings of the 1st Conference on Solid State Devices, Tokyo, 1969, Supplement to the Journal of the Japan Society of Applied Physics, Vol. 37, 1970, pp 63-70
- 2) T. Uchida et al.: "Optical Characteristics of a Light-Focusing Fiber Guide and Its Applications", IEEE J. Quantum Electron. Vol. QE-6, pp 606-612, Oct. 1970
K. Koizumi et al.: "New Light-Focusing Fibers Made by a Continuous Process", Appl. Opt. Vol. 13, pp 255-260, Feb. 1974
- 3) T. Uchida et al.: "Continuous Oscillation and Amplification in Light-Focusing Glass Lasers", Jap. J. of Applied Physics, Vol. 12, No. 1, pp 126-134, Jan. 1973
- 4) 住本他: 「イオン交換法による誘電体微小光回路」, 第32回応物学会予稿集 1P-C-2, Nov. 1971
- 5) K. Iga et al., ECOC 83, 9th European Conference on Optical Communication Technology Digest, p 109 (1983)
- 6) K. Koizumi: "Gradient-index Micro-optic Glasses Based on Ion-exchange Techniques", SPIE Vol. 1128 Glasses for Optoelectronics, pp 74-79, 1989
- 7) 「日本板硝子長期ビジョン "Amenityware 21"」, 日本板硝子, 1990年5月
- 8) H. Kawahara et al., "SiO₂ Film Grown on Glass in Aqueous Solution", SPIE Vol. 1128 Glasses for Optoelectronics, pp 2-7, 1989
- 9) 河原他, 「シリカ中に有機色素分子を固定化させるハイブリッド化技術」, 工業材料, Vol. 38, No. 9, pp 69-74, 1990
- 10) N. Tohge et al., "Fine-patterning on Glass Substrates by the Sol-gel Method", J. of Non-Crystalline Solids, No. 100, pp 501-505, 1988
- 11) H. Yamaguchi et al., "Extremely Durable CD-ROM with a Novel Structure", Optical Data Storage Topical Meeting, MB3, Colorado, 1991
- 12) T. Kogure et al., "High-coercivity Magnetic Hard Disks using Glass Substrates", J. Appl. Physics, Vol. 67, No. 9, pp 4701-4703, May, 1990
- 13) M. Oikawa, "Light Coupling Characteristics of Planar Microlens", to be published in Proc. of SPIE, 1544-24, San Diego, 1991
- 14) K. Hamanaka, "Optical Bus Interconnection System using Selfoc Lenses", to be published in Optics Letters, Vol. 16, No. 16, 1991
- 15) M. Seki et al., "Two-step Purely Thermal Ion-exchange Technique for Single-mode Waveguide Devices in Glass", Electronics Letters, Vol. 24, No. 20 pp 1258-1259, Sep. 1988
- 16) K. Nakama et al., "Loss Reduction of Ion-exchanged Glass Waveguide Y-junction", Integrated Photonics Research 1991, ThE5, Monterey, 1991

〔筆者紹介〕



小泉 健 (こいずみ けん)
1936 年生まれ。
1959 年、大阪大学理学部物理学科
卒業。
同年、日本板硝子株式会社に入社。
1960 年から 20 年間研究所に勤務
し、光ファイバ、特に集
束性光伝送体セルフオッ
クの研究開発に従事。光
ファインガラス事業部担
当部長、研究開発室担当部
長、筑波研究所長等を経て、
現在、取締役、研究開発室長兼筑波
研究所長、国際ガラス委員
会 CTC 委員、同 TC-20 座
長。

〔連絡先〕

〒 300-26 つくば市東光台 5-4
日本板硝子株式会社 筑波研究所
TEL 0298-47-8681

Abstract

Activities on new glasses at Nippon Sheet Glass Co., Ltd. (NSG) are described under the title of "Contribution of New Glasses to the Realization of NSG Vision Amenityware". Firstly NSG's R & D and business development of Fiber Optics and Micro Optics for last 25 years are summarized. This history shows that unexpected businesses are born from R & D of new glasses. Secondly new key technologies for NSG's Vision "Amenityware 21" are listed. Fine Processing, Film Coating, Modification and Micro Processing of glasses are new essential technologies. Thirdly NSG's recent activities on glasses for flat panel displays and disk memories are summarized. These electronics-use applications bring new technologies and businesses to float glasses. Finally NSG's today's R & D on Micro Optics and the necessity of R & D on active glasses are described.