

# 日本が誇る代表的なナノテク・材料技術集

## ガラス分野

### < 目次 >

#### オブティクス分野

1. 家庭をつなぐ光ファイバ：光通信システムに使用されているガラス
2. 超精密で直径1mm以下の微小レンズ：マイクロレンズアイ
3. 平面度1000万分の1mmの世界：ICフォトマスク
4. ステッパーに用いられるレンズ：合成石英ガラス
5. 環境にやさしい精密一発成形：非球面高精度レンズ

#### ディスプレイ分野

6. 大画面薄型テレビを実現させたニューガラス：PDP用基板ガラス
7. パネル構成に不可欠な各種の粉末ガラス：PDP用ガラスペースト
8. 液晶ディスプレイを支える基板ガラス：TFT液晶ディスプレイ用基板ガラス

#### エレクトロニクス分野

9. 小径大容量を可能にするガラスディスク：ガラス磁気ディスク
10. 携帯電話の小型化・多機能化に粉末ガラスが活躍：低温焼成多層基板ガラス
11. 温度の変化にビクともしないガラス：ゼロ膨張結晶化ガラス

#### 自動車・建築分野

12. より快適な空間を創造する：建築用高機能性ガラス
13. ドライビングの安全性・快適性向上に寄与：自動車用機能性ガラス

#### 化学・バイオメディカル分野

14. 細菌やカビに強い特殊ガラス：抗菌ガラス
15. 超微量分析・精密合成を可能にする：マイクロ化学チップ

#### 環境・エネルギー分野

16. 次世代太陽電池に不可欠なガラス基板：薄膜太陽電池用基板ガラス
17. プロトン導電膜：燃料電池用ガラス膜

#### 将来分野

18. 磁石がくっつくガラス：ファラデー回転ガラス
19. 暗闇で光るガラス：蓄光ガラス
20. 21世紀を拓く夢のナノテクノロジーガラス：ナノガラス

本資料は、(社)ニューガラスフォーラムが2005年6月に発行した「21世紀のニューガラス - その技術と応用分野 -」を基に編集しました。

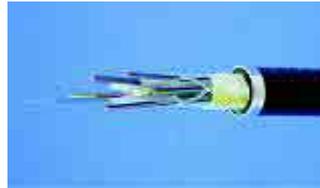
# 1. 家庭をつなぐ光ファイバ 光通信システムに使用されているガラス

ガラスファイバを伝送路として使う光通信は、長距離・大容量伝送に最適のため、世界中の長距離システムに使用され、各家庭にも入り始めています。光通信システムを構成する重要部品には、光をファイバに入射させるマイクロレンズ、光のエネルギーあるいは光の波長を分けたり集めたりする導波路、カプラ、また、小さくなった光のエネルギーを大きくする増幅用ファイバなど、ガラスが多数使用されています。この分野は日本が世界シェア約25%を占めています。



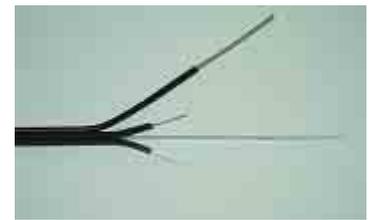
光ファイバ増幅器

長距離を伝送して小さくなった光の信号をエルビウムドープ光ファイバを用いて大きくします。光のまま増幅することができる装置で、通信距離が飛躍的に伸び伝送コストを大きく低減できます。



光ケーブル(~400心)

テープ心線をスロット溝に収容したケーブルで、テープ心線を容易に取り出せます。



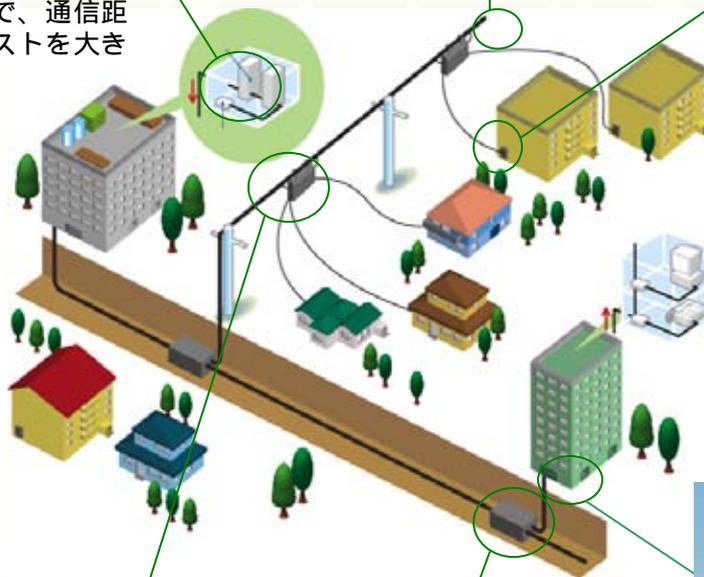
可とう性ドロップケーブル (~12心)

ケーブル外径が細いため、既設集合住宅への引き込みが容易です。



マイクロレンズ

光ファイバにレーザー光を効率よく入射させます。



光ファイバカプラ(ファイバ型)



スプリッタ(導波路型)

光のエネルギーを分けたり、集めたりする部品で、ファイバ型と導波路型があります。

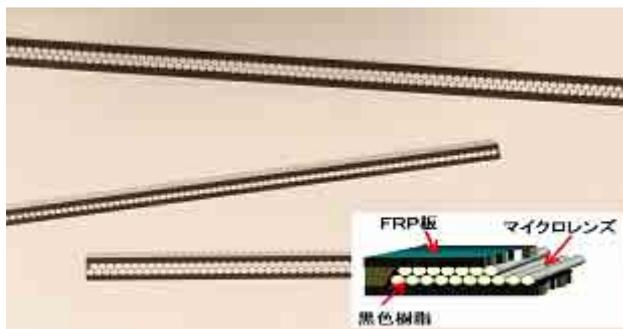


光コネクタ付きケーブル/コード

ビル内配線に広く使用されています。

## 2. 超精密で直径1mm以下の微小レンズ マイクロレンズアレイ

イオン交換技術を用いて半径方向に屈折率分布をつけたマイクロレンズは、端面は平面になっていますが、このガラスの中を通る光に対してレンズ作用(正立等倍結像)を示します。このレンズを横一列にアレイ状に並べて、スキャナー、コピー、プリンタ、ファクスなどの画像読み取り部、書き込み部の光学系に使用され、小型化に貢献しています。この分野は日本が世界のトップシェアを占めています。



## 3. 平面度1000万分の1mmの世界 ICフォトマスク

熱膨張率がゼロに近い合成石英ガラスなどを超精密研磨した基板の上に、光を遮るための金属薄膜でできた電子回路パターンが描かれています。この回路パターンを最終的にICの基板となるシリコンウェハー上に、光で縮小転写します。写真でいえば、ネガフィルムの役目をします。

半導体の高密度次世代デバイスの開発に向け、高精度品への需要が高まっており、5インチサイズで表面粗さ100万分の1mm、平面度1000万分の1mm以内という精度が要求されています。

この分野は日本が世界のトップシェアを占めています。



## 4. ステッパーに用いられるレンズ 合成石英ガラス

気相反応を利用して作製する合成石英ガラスは、泡や異質物のない高純度であることはもちろん、その耐熱性、低熱膨張性や透明性から、多くの産業で広く活用されています。半導体投影露光装置(ステッパー)においては、高い均質性、優れた透明性・耐久性から、レンズやフォトマスクとして使用されます。露光で使われる紫外光は、通常のガラスでは吸収されてしまいますが、このガラスは高い透過性があるからです。大きなレンズでは、直径が300mmを超えますがこのような大きなレンズでも均一に作ることが可能になってきました。高純度石英ガラスは、半導体産業でも欠くことのできない重要な材料の一つなのです。

この分野は日本が世界のトップシェアを占めています。



## 5. 環境にやさしい精密一発成形 非球面高精度レンズ

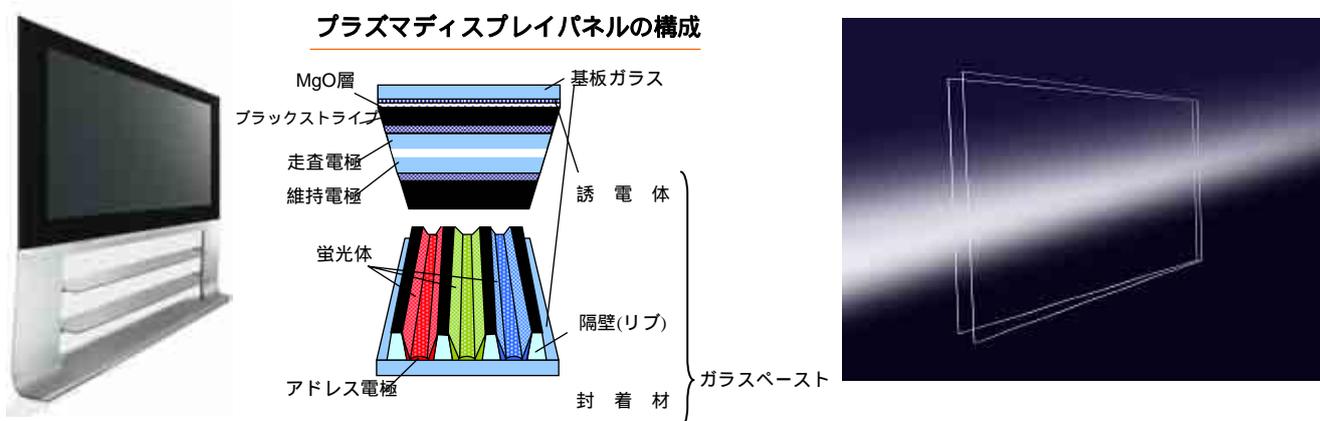
非球面高精度レンズは収差特性に優れ、光学機器の精度を向上させ、使用レンズ枚数を減らすことができるので、デジタルカメラやデジタルビデオカメラなどの光学機器の小型・軽量化に大きな役割を果たしています。精密な非球面の型を作り、高温で軟化させたガラスをプレスして型の形状を精密に転写することにより、1千分の1mmを越える精度のレンズを製造します。プレス成形レンズの製造においては研磨クズを発生させる工程がないために製造における環境負荷が減ります。

この分野は日本が世界のトップシェアを占めています。



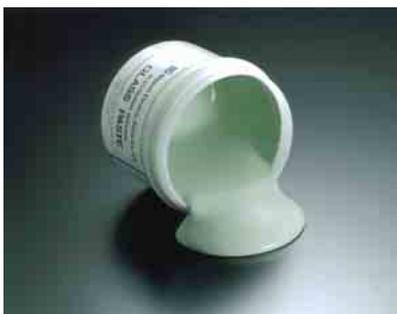
## 6. 大画面薄型テレビを実現させたニューガラス PDP用基板ガラス

プラズマディスプレイ(Plasma Display Panel: PDP) は解像度と色再現性が高く、高速応答性に優れていることから、デジタルハイビジョン放送時代における大画面薄型テレビの主流となっています。PDPは“ガラスの塊り”と例えられるほど、構成素材の大半をガラス材料が占めています。それは、PDPの高い表示性能と信頼性が、ニューガラスの存在なくしては得ることができないことを意味しています。PDPは、自発光で高い画質を得やすい特長を生かし、対角40インチを超える薄型テレビを実現しています。この製造には、高歪点ガラスと呼ばれる特殊な基板ガラス(2～3mm厚)が用いられています。この分野は日本が世界シェア100%を占めています。



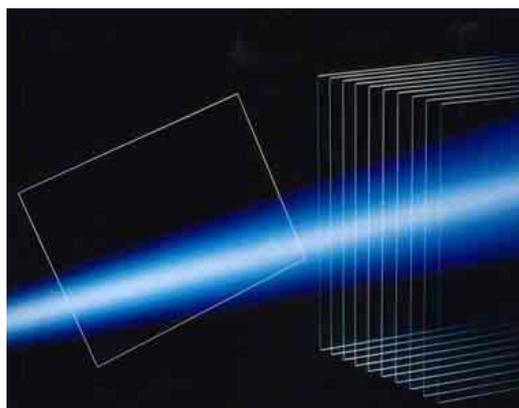
## 7. パネル構成に不可欠な各種の粉末ガラス PDP用ガラスペースト

PDPの隔壁(リブ)、誘電体、封着材などの構成部材には粉末ガラスが使用されています。これらの粉末ガラスはペーストやシートの形状にして使用され、高温で焼成することによって基板上に形成されます。PDPの製造工程では高温での焼成が何度も行なわれるため、最適な熱膨張を有する必要があります。さらに、それぞれの構成部材の目的に応じて、性質や種類の異なる粉末ガラスが使用されています。この分野は日本が世界のトップシェアを占めています。



## 8. すっかり身近になった液晶ディスプレイを支える基板ガラス TFT液晶ディスプレイ用基板ガラス

パソコンモニター、デジタルビデオやカメラのファインダー、液晶テレビ・・・、等々、カラー液晶ディスプレイはますます私たちの身の回りで活躍の場を広げています。これらの液晶ディスプレイでは、ガラス基板の上に形成された微細なトランジスタ(Thin Film Transistor: TFT)が、基板ガラス間に注入された液晶をオンオフして画像を表示します。TFTはアルカリ成分を嫌うため、基板は薄板に成形された高平坦な無アルカリガラス(0.55mm～1.1mm厚) が用いられます。この分野は日本が世界シェア約50%を占めています。



## 9. 小径大容量を可能にするガラスディスク ガラス磁気ディスク

ガラス磁気ディスクは、ハードディスクドライブ(HDD)に記憶媒体として装着される、磁性膜を付けたガラス基板です。ガラス基板は剛性が高く、薄板でも高速回転に強い特徴があります。また表面の平滑性が得られやすいため、記録密度を上げることができます。このため、ノートパソコン用の2.5インチディスクをはじめとしてカーナビゲーション、ポータブル音楽プレーヤー、デジタルカメラ等の消費者・エレクトロニクス分野にも1.8インチや1.0インチの小径ディスクが使用されています。この分野は日本が世界シェア100%を占めています。



## 10. 携帯電話の小型化・多機能化に粉末ガラスが活躍 低温焼成多層基板ガラス

携帯電話の普及に伴い、低温焼成多層基板用粉末ガラスが多用されています。高周波帯域では、従来のアルミナ基板は電気的特性が低下し好ましくないからです。結晶性粉末ガラスで作製した薄いシート上に銀や銅の電子回路を印刷形成し、これを何枚も重ね合わせた後、一度に約900℃で焼成します。このときにシートが一体化し、ウィレマイト(ケイ酸亜鉛)やデオプサイド(単斜輝石)などの高周波電気特性が良い結晶を析出し、回路基板を形成します。



## 11. 温度の変化にビクともしないガラス ゼロ膨張結晶化ガラス

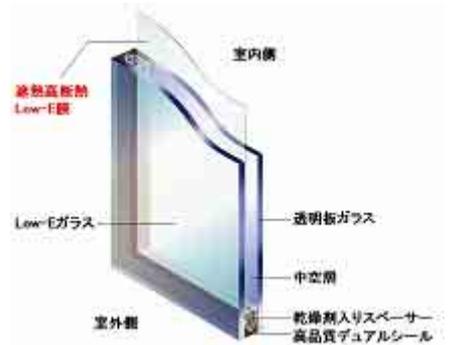
熱膨張係数がほとんどゼロの素材「ゼロ膨張結晶化ガラス」は耐熱衝撃性、機械的強度、電気的特性など優れた特長を持ち、調理器のトッププレートや電子レンジの棚板、ストーブの前面窓などに世界中で広く使われています。最近ではハイテク分野での新しい用途が拡がっており、光部品用、電子部品用、精密機械用に、また大型サイズの実現とともに工業用焼成・耐熱部材などの幅広い分野での需要が高まっています。



## 12. より快適な空間を創造する 建築用高機能性ガラス

### 遮熱高断熱複層ガラス

近赤外域である熱線を選択的に反射する特殊金属Low-E(低放射)膜をコーティングした複層ガラスでは、使い方によって、夏に太陽エネルギーを遮断する遮熱効果や、冬には室内の熱を逃げにくくする断熱効果を持たせることができます。



### 結晶化ガラス建材

無数の結晶面から反射する光が生み出す深みのある独特の優美な外観に加え、豊富なカラーバリエーションと自由な局面構成が建築物に豊かな表情を与えます。また白色の反射率は大理石の約2倍で空間を明るく演出します。



遮熱、断熱、採光、安全、防火、防犯、防音、プライバシー保護、電磁波防止など、さまざまな高機能性ガラスが商品化されています。

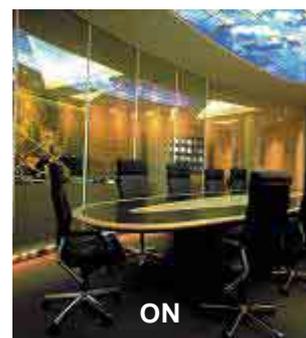
### 光触媒セルフクリーニングガラス

酸化チタンの光触媒機能で、ガラス表面に付着した汚れを分解し付着力を低下させ、降雨により流れやすくする自らきれいになるセルフクリーニング機能を備えたガラスです。中部国際空港(写真)など、このガラスの採用が進んでいます。



### 調光ガラス

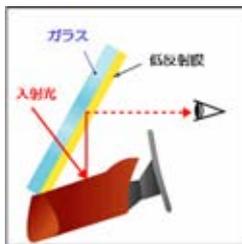
2枚のガラスの間にある液晶シートが電気のON・OFFに反応し、スイッチひとつで透明ガラスから不透明ガラスに切り替わる調光ガラスです。西日や直射日光を拡散させる効果や、室内の間仕切り、さらにはホームシアターの映像スクリーンなど、さまざまな用途に使用できます。



# 13. ドライビングの安全性・快適性向上に寄与 自動車用機能性ガラス

## 低反射ウインドウ

ダッシュボードの映り込みを抑え、ドライビングの安全性を高めます



## ナイトビジョン

赤外線センサーで検知した人間や動物の映像を映し出して、夜間運転時の安全性を高めます

## ヘッドアップディスプレイ

フロントガラスに設けられた特殊スクリーン上にドライビングに必要な情報を投影します



## EC調光防眩ルームミラー

ルームミラーの反射率が変化して、後続車のヘッドライトの映り込みを抑えます (EC: electrochromic)

## 撥水(滑水)ウインドウ

雨の日も水滴が水玉になって流れ落ち、クリアな視界を確保します



## 赤外線カットウインドウ

車室内に入り込む太陽光のジリジリ感を低減します



## 紫外線カットウインドウ

日焼けの原因となる紫外線を遮ります



## EC調光サンルーフ

透過率を任意に変化させることができ、車室内への太陽熱の侵入も減らします



## プライバシーガラス

透過率を抑えて車外から車室内を見えにくくします



## 一般品



## 親水ミラー



## 光触媒親水ミラー

雨の日も水滴が均一に拡がり、常にクリアな視界を確保します



## EC調光防眩ドアミラー

後続車のヘッドライトの光をセンサーが感知すると、鏡面が着色して反射率が下がり、眩しさを低減させます

( 写真の車と各機能ガラスとは関係がありません )

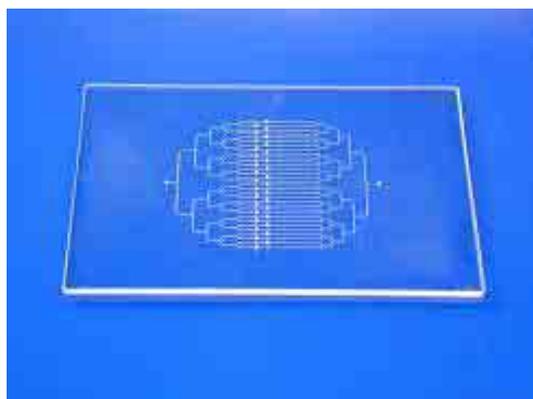
## 14. 細菌やカビに強い特殊ガラス 抗菌ガラス

抗菌性を持つ銀や銅、亜鉛などをガラス成分に含ませたものが抗菌ガラスです。水や水分が存在すると、金属イオンが少しずつ溶け出し、抗菌の機能を発揮して細菌やカビの活動を抑えます。抗菌ガラスは、無色透明で直径 1  $\mu\text{m}$  程度の微粉末の形で樹脂成形体、フィルム、繊維、塗料などに混合され、日用品、衣料、敷物、建材などに用いられています。



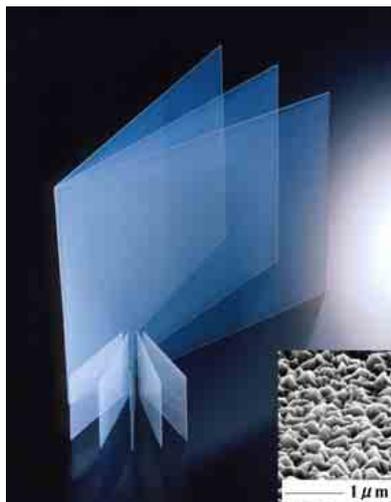
## 15. 超微量分析・精密合成を可能にする マイクロ化学チップ

ガラス基板上に幅約百  $\mu\text{m}$  の流路を設けたマイクロ化学チップを用いることにより、各種の化学実験が nl (ナノリットル) ~  $\mu\text{l}$  (マイクロリットル) のごく微量の試薬量で操作できるようになります。試薬や廃液の削減、分析時間の短縮に大きく貢献する技術です。医療、環境分野への応用だけでなく、比表面積が大きいなどの微小空間の特性を活かして、効率の高い化学合成用マイクロ化学プラントとしての利用も期待されています。素材は耐熱性、耐薬品性に優れている理化学機器用硼珪酸ガラスが用いられます。



## 16. 次世代太陽電池に不可欠なガラス基板 薄膜太陽電池用基板ガラス

クリーンエネルギーの代表格の太陽電池ですが、普及の拡大に伴い多くのシリコン原料が必要となっています。そこで、シリコンの使用量を減らしたものが薄膜太陽電池です。基板にはより多くの光を透すように高透過ガラス(2~4mm厚)を使用します。また酸化スズ電極膜は、太陽電池の発電効率を高めるため $0.1\mu\text{m}$ の凹凸をつけて、散乱により光をうまく閉じ込めるようにしています(写真右下)。このガラスは、有機色素太陽電池用電極基板としても有効です。



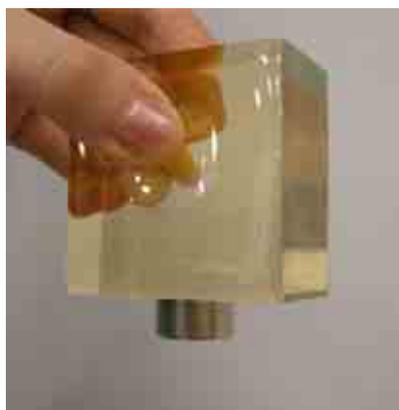
## 17. プロトン導電膜 燃料電池用ガラス膜

燃料電池用の固体電解質材料は、高いプロトン導電性ととも、高い化学的耐久性が必要です。プロトン導電性を持つ有機分子とガラス材料を組み合わせたり(有機-無機コンポジット材料)、プロトン導電性を持つ燐酸塩成分をガラス成分に加えることにより、高い化学的耐久性と高いプロトン導電性の両方を併せ持つ材料をつくることができます。さらなる導電性の向上のための技術開発が行われています。



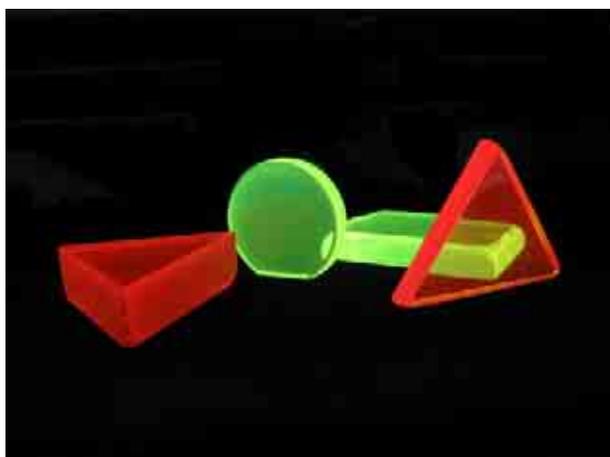
## 18. 磁石がくっつくガラス ファラデー回転ガラス

酸化テルビウムを含むガラスは、磁界の中で光の偏光面を回転させることができ、ファラデー回転ガラスとして知られています。高濃度の酸化テルビウムを含み、可視域において80%程度の透過率をもち、大きなファラデー回転特性を示すガラスが開発されています。ガラスの利点を生かして熱加工や成形も可能です。光通信の光学素子などへの応用が考えられます。このガラスは、写真のように強力な磁石がくっつくことも大きな特徴の一つです。



## 19. 暗闇で光るガラス 蓄光ガラス

蓄光ガラスは、紫外線を含む光を受けるとその一部分がガラス中に蓄えられて、光を受けなくても長い時間発光し続けることができます。紫外線が当たることにより電子に蓄えられた光のエネルギーが、ガラスに含まれる蛍光イオンにゆっくりと伝えられ発光します。電気の要らない夜間照明や光の記録材料への応用も考えられています。



## 20 - 1. 21世紀を拓く夢のナノテクノロジーガラス ナノガラス

ナノガラスとは、「ナノテクノロジーを応用して、原子・分子レベルの操作をガラスに施してできた、全く新しい機能を持ったガラス」です。製造には、超短パルスレーザー、超高圧装置、ドライエッチング装置、真空成膜装置などが使われます。三次元光回路デバイスのような光情報処理用ガラス、超大型薄型テレビのディスプレイ用ガラスや薄肉リターナブルびんのような高強度ガラス、有害ガス分離用の環境ガラス、燃料電池用ガラス、超高性能DNAチップ用のバイオガラスといった製品が、今後生み出されることが期待されます。

### 高強度ナノガラス

超短パルスレーザーで薄く  
て軽い高強度ガラスを実現

立体映像の臨場感あふれる  
大型ディスプレイの実現が  
期待できる

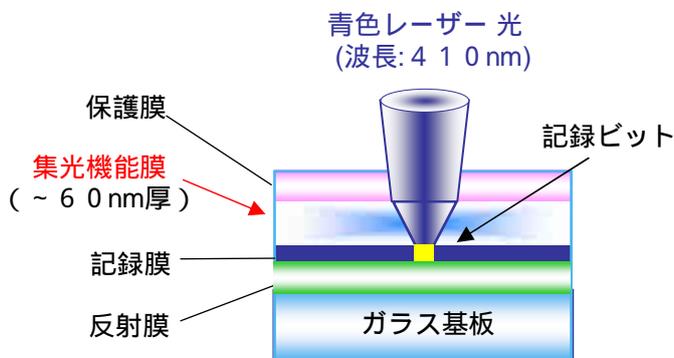
### 壁掛け 軽量大型ディスプレイなど



### 大容量光メモリ用ナノガラス薄膜

#### ナノガラス薄膜を用いた大容量光ディスク

ナノガラス薄膜の集光機能により高い記録容量を実現  
映画20本分が1枚の小型ディスクに



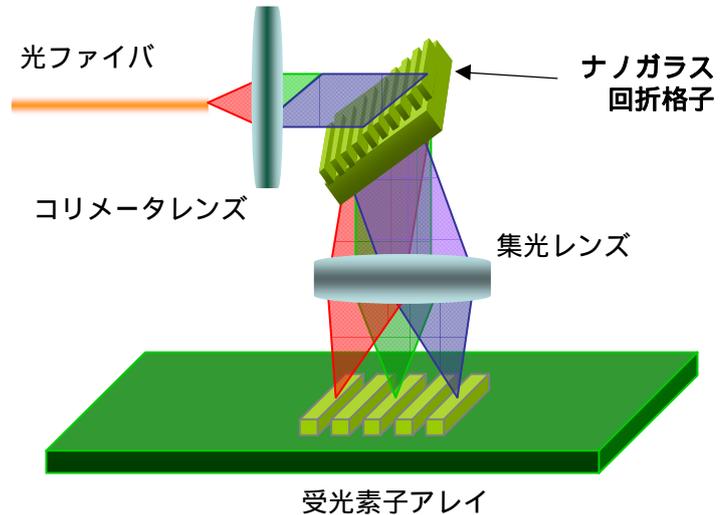
## 20 - 2 . ナノガラス

### 高波長分散ナノガラス

#### ナノガラス回折格子

ナノ積層構造ガラスの回折格子により光素子の超小型化を実現

光通信デバイス、光情報処理・計測・機器が小型化され、光情報通信の高速化がさらに加速される

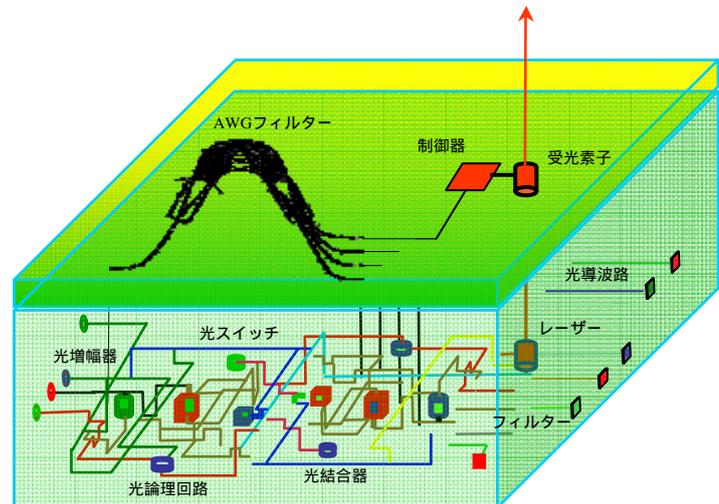


### 三次元光回路デバイス

#### 三次元光回路

ガラスの中に微小光部品を三次元的に集積化して光を光で制御する超高速デバイスを実現

超高速の光通信デバイス、光情報処理デバイス、超高密度の光メモリ、さらには、光コンピュータなど、今後の光情報化社会を支える基盤技術の構築が期待できる



## 21世紀のニューガラス

ニューガラスは、新しい材料と新しい製造技術や精密加工技術を用いて、ガラスが本来もっている優れた性質を、これまでの観念を越えた精度に高め、高機能化したガラスを言い、オプトエレクトロニクス、ディスプレイ、ストレージ、バイオ、環境、新エネルギーといった近未来の産業分野を開発するのに不可欠な新素材として注目を集めています。

ガラスの持っている優れた性質とは、  
光学的に均質で光をよく通す。  
ほとんどすべての、多種多様な機能性を持つ元素を溶かし込むことができるので、広い範囲の組成が可能となり、広い範囲の特性が得られる。  
いろいろな形に作りやすい。  
強さ、硬さ、化学的耐久性が優れている。  
表面処理により、各種の機能を付加できる。  
などがあげられます。

これらの優れた性質を利用して、エレクトロニクスやオプトエレクトロニクスの関連分野で求められる新しい機能を生み出すために、超高純度化、超微細加工などの最先端技術がフルに活用されたニューガラスが登場しているのです。

これらのニューガラスは、多くの分野で産業を支える重要な役割を担っています。本冊子では、現在用いられている代表的なニューガラスと将来分野のガラスの一端を紹介しています。