

中央研究所における研究開発の展望

Outlook of R&D Activity in Research Center

真田 恭宏

Yasuhiro Sanada

中央研究所 調査役

General Manager, Research Center



中央研究所は旭硝子創業10年で設置された試験所に端を発する。幾多の変遷を経て現在は横浜に本拠地を構えて、旭硝子グループ技術開発の中核としての役割を担っている。現在の中研組織は所長を中心とするフラット型となっており、技術基盤を核とする単位組織から構成されている。

中研ではそのポリシーとして“経営にインパクトを与える研究開発アウトプット”を第一に掲げており、これを念頭に運営が行われている。これを具現化するために前述の組織構成がとられ、またタイムリーに開発テーマの改廃を行うためにステージゲート制を採用している。また、中研からの基軸技術を発信するためにロードマップの策定をコーポレート、カンパニーとの連携の下で行っている。中研のコア技術は分析技術、シミュレーション、センシングを共通基盤技術とし、さらにガラス設計、溶解、成型加工等のガラス関連技術、フッ素化学、無機材料化学、ナノ材料等化学関連等の基幹技術がある。さらに最近では液晶材料技術、フォトリソ関係部材技術等の光、電子関連技術の強化を図っている。

近年中研では、ディスプレイ市場の変革に応じたガラス、周辺部材の開発に傾注しており、多くの成果を生み出しているが、昨今世の中の動向としては地球温暖化に関する議論が声高に語られており、今後環境関連の開発は社会貢献の意味合いからもますます重要性を増してくるものと思われる。

中研はグローバルなA G Cグループの中核に位置するR&D組織としてその重要性はますます高まると思われ、今後は一層社内外の関係者との緊密な連携の下、柔軟かつタイムリーな研究開発を目指していく。

This Research Center has its inception in a laboratory established 10 years after the foundation of Asahi Glass Co., Ltd. After many changes, the Research Center, based in Yokohama at present, plays a role as core part for R&D of Asahi Glass group. The present organization of the Research Center is a flat type under the leadership of General Manager of Research Center, and it is composed of unit groups on technological basis.

The Research Center has a basic philosophy of the “output of R&D for giving impacts on corporate management,” and runs the operation based on this policy. To materialize this policy, the present organizational structure was formed, and in addition, a “new PDCA” system has been adopted in order to evaluate R&D themes on timely basis. In addition, in order to transfer basic technologies from the Research Center, formulation of roadmaps is performed in cooperation with Technology Planning division, in-house companies. The core technologies of the Research Center are analytical technology,

simulation, and sensing as common basic technologies, and they also include glass-related technologies such as glass design, melting, and processing, as well as specific chemical technologies such as fluorine technology, inorganic material chemistry, and nanomaterials. Recently, the Center plans to strengthen photonics and electronics-related technologies such as liquid crystal material technology and photolithographic material technology.

In recent years, the Center has concentrated on the development of glasses and the related materials corresponding to the innovative changes of the display market, and it has produced a rich harvest. Since discussions on global warming have become active as the trends of recent world, the development of ecological technologies will increase its importance from the meaning of social contribution.

Since the role of the Research Center will increase its importance as R&D organization occupying the core position of global AGC group, we further aim at flexible and timely R&D in close cooperation with related groups inside and outside the company.

旭硝子は1907年に創業され、今年が100周年の節目の年となる。一方当社の研究開発部門の歴史は、岩崎俊哉初代社長の「産業の開発は単に外国の特許を買うのではなく、従来の経験以外に新たな学術的研究とその応用にまたねばならぬ」との強い信念に基づいて設置され、その後幾多の組織変遷を経て現在に至っている。

本稿では研究開発の現状及び展望に関して述べる。

1. 中研における研究開発マネジメント

1.1 組織及びミッション

当社における各カンパニー、事業本部は何れも技術開発部門を有しているが、中央研究所はいわゆるコーポレート研究所として旭グループ全体の開発に貢献するように位置づけられている。

Fig. 1に現在の中研組織を示した。一見して判るとおり、所長を中心とするフラット組織となっている。この内、研究組織はファンクション、ユニット、プロジェクト及び特別研究室の4つから構成される。ファンクションは技術バックグラウンド別に編成されており、新規テーマのインキュベーションや応用研究さらに全社の共通の基盤となる技術開発を行う組織である。また、同様に人材育成、技能の伝承を進める役割も担っている。ユニットは明確な時間軸に基づき、出口が定まった商品開発を行うための組織であり、状況に応じて異種技術の複合組織として編成される。プロジェクトは事業化を目的とした商品と技術の開発を行う組織である。また特別研究室では当社の発展に寄与しうる世界的レベルでの研究が推進されている。また、所長を補佐する職務としてリレーションシップマネージャーが配置され

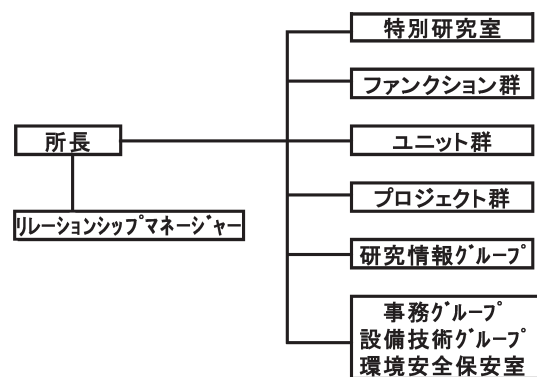


Fig. 1 中央研究所組織図

ている。リレーションシップマネージャーは中研研究開発陣とカンパニー、事業部との仲立ちとして円滑な研究活動を遂行させると共に、各研究テーマを技術軸、ビジネス軸の両面から精査することを主なミッションとしている。

またFig. 2に中研のミッションを示した。中研はコーポレート研究所として既存事業への貢献は逐次行うが、さらに4～5年先を見越して将来の旭硝子の新規事業を創出する差別化技術を選択し、さらに提案、実施するという大きな役割を担っている。

1.2 マネジメント

当社のグループビジョンは“Look Beyond”で示されているが、中研の行動基準もこれに合致させてあり、また開発活動のターゲットもそこで示されたディスプレイガラス等の“表示部材”、建築用、自動車用ガラスに関する“開口部材”さらに新規分野として“エレクトロニクス、エネルギー部材”分野を見据えて設定されている。中研の基本方針は毎年策定されるが最近では以下が重点方針として取り

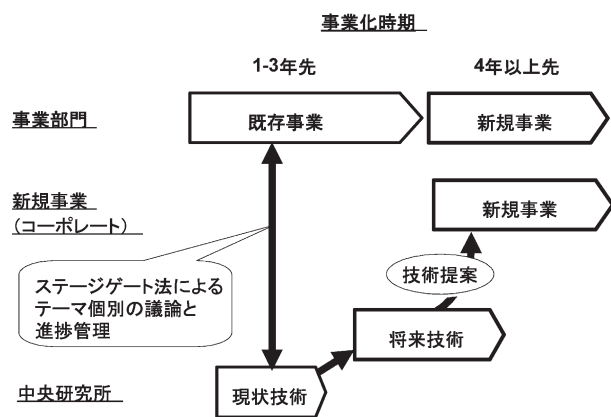


Fig. 2 中央研究所のミッション

上げられている。

1. 経営にインパクトを与える研究開発の実践
2. 成果の早期達成
3. 人材の育成

1. の“経営にインパクトを与える研究開発の実践”はここ数年継続している重要方針であるが、上述のように当社は従前の窯業主体の経営に加えて新たにエレクトロニクス分野への参画を標榜している。いうまでもなくこの分野は業界の変化が著しく、研究成果の早期達成或いは見極めは極めて重要である。その点も考慮して成果の早期達成を次の方針に掲げている。研究成果の確実な達成及び進退見極めのためのツールとしてステージゲート制及び新たな中長期研究戦略策定プロセスが稼働しているが、これに関しては後述する。

また、最後の人材の育成に関しては、全社的に「技術・技能の強化伝承」を行うとの趣旨に呼応し、基本方針を以下の通りとしている。

1. AGCグループにおける研究開発の中核として、有用な人材を育成すること
2. 全社技術戦略に基づき、それを実行するに必要な人材を育成すること
3. 長期的視点でトップレベルの研究者を育成すること（帰属ファンクション制）
4. 研究開発成果を事業につなげる思考を強化すること（マーケティング力強化）
5. 高度の研究開発技能を持つ技能者を計画的、

継続的、かつ効率的に育成すること

人材育成に際しては、個人の知識、スキルを涵養しうような体制を整えることが重要である。

これを実現するために各種研修に加え、モノづくり技術強化室が主体となつて行う技能の伝承プログラムが全社的に行われている。中研でもこれらを活用して人材育成を行うとともに、これまで培われた技術を社内に伝承することで貢献している。また、これらと並行して前述の技術領域別に区分された研究組織（ファンクション制）の下でトップレベル研究員の育成が行われている。さらに研究開発活動を適確に判断し、方向性を共有化するための施策を種々取り入れてきた。その一つがステージゲート法の活用である。

前述のように中央研究所の役割は既存事業への貢献に加えて4～5年先を見越した、新規事業に連なる差別化技術の選定及びその育成、遂行が大きな柱となっている。そのためのツールとしてステージゲートは有効であると考えている。

Fig. 3にはステージゲート法を用いたテーマ運営プロセスを示す。基本的にステージ3の段階では中研内の新組織の要否が判断され、ステージ4の量産段階では中研からの卒業が模索される。この場合、カンパニーに移管するか状況によっては新規事業推進センターと協力して新たな事業企画チームを組織して進めることになる。

ただ、運用に際しては上流で多くのテーマ提案を活かし、下流で資源配分の集中を図ること、さらに基盤技術開発にはステージゲート法と別のPDCAサイクルを適用することに留意している。

1.3 新規事業の創出

新規事業の創出は上述の戦略策定過程で抽出された萌芽的な技術/商品イメージを個別のファンクション内でインキュベートし、状況に応じてユニット化或いはプロジェクト化を逐次図っている。また全社規模での大きな事業への発展が見込まれるテーマに関しては別の事業マネジメント形態をとっており、Fig. 3の事業企画、開発、推進ステージにおい

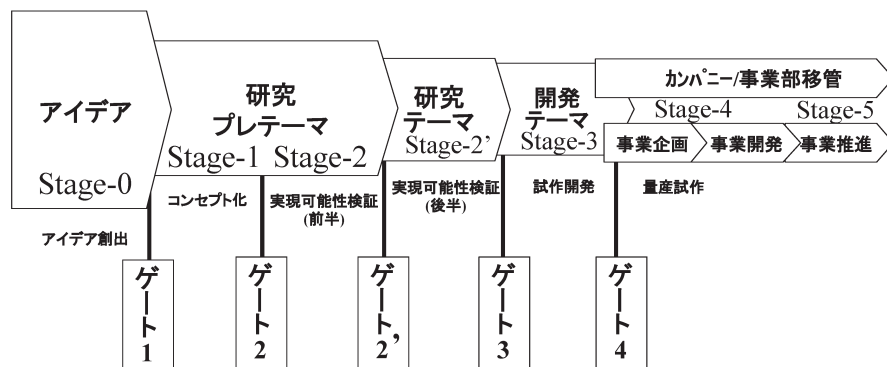


Fig. 3 ステージゲート法プロセス

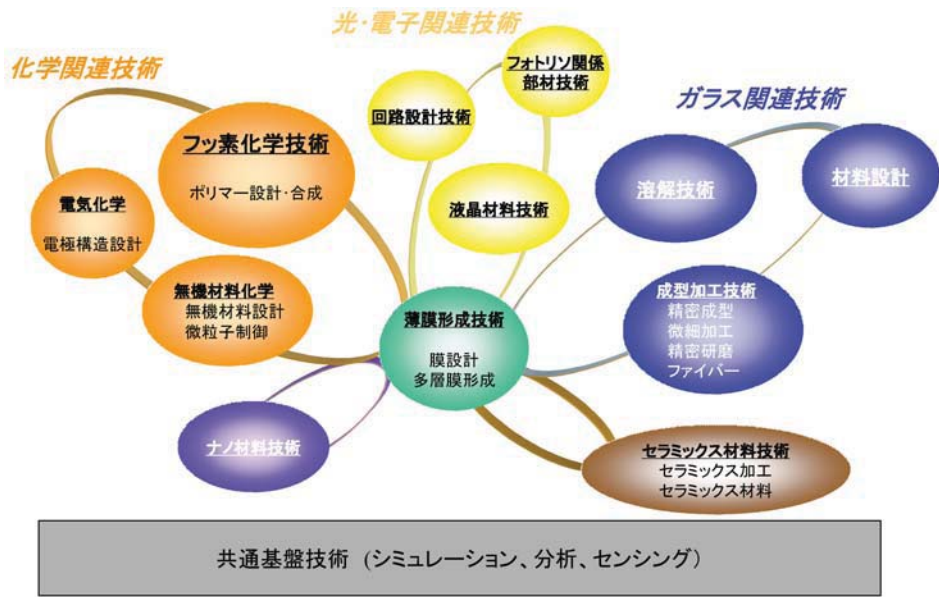


Fig. 4 コアテクノロジーマップ

で適確な資源サポートを加えつつ事業育成を図っている。これらはステージによって技術企画室、新事業推進センターとの緊密な連携の下に遂行され、現在数々のプロジェクトが同時進行している。

1.4 産学連携

これまでも中研ではアカデミアとの連携は連綿として行われているが、内容的には個別に大学サイドへの研究依頼或いは共同研究依頼、さらには国家プロジェクトの参画がメインであった。しかし、3年前からさらに萌芽的な研究を取り込むための措置として旭硝子リサーチコラボレーション制度が導入された。これは大学側の萌芽的アイデアの内、適社度が高いと思われる研究を初期段階から導入することでガラス、フッ素等のコア技術の裾野を広げることを目的とするものである。技術企画室との連携の下、これまでにガラス、フッ素、ナノ材料等のキーワードにおいて種々の有望な研究を採択してきている。

2. 基盤技術開発

Fig. 4に中研のコアテクノロジーマップを示す。前述の技術領域別に編成されたファンクション群を中心にこれら基盤技術の開発、強化を図っている。

技術領域としてはガラス溶解、成型加工等ガラス関連技術、化学領域ではフッ素化学、無機材料合成技術があり、さらに表面処理技術開発等から構成される。また新たな事業領域として期待される光・電子関連ではフォトリソ、液晶材料の研究開発を行っている。また、全社的な共通基盤技術の育成を目的にシミュレーション、分析技術或いはセンシング技術の開発を行っている。

以下、ガラス、フッ素、コーティングの主要3技術領域の概要を述べる。

2.1 ガラス関連

ガラスに関しては全社スローガンの骨子である“Look Beyond”に示された開口部材、表示部材、エレクトロニクス、エネルギー関連全てにまたがる広範な開発を続けている。特に近年はディスプレイ市場のドラスティックな変革を受け、ガラス事業全般が大きく変わってきた。ここ数年で市場は従来のCRTからTFT-LCD、PDPへと大きく舵を切っているが、当社ではフロート法をベースとするガラス開発に開発資源を投入してきた。TFT-LCDでは、TFT回路を基板上に直接形成する必要から、基板ガラスには無アルカリガラスが使用されている。Table 1に当社が開発してきたTFT-LCD用基盤ガラスの特性を示す⁽¹⁾⁽²⁾。第一世代のAN635、現世代のAN100ともSiO₂-Al₂O₃-B₂O₃-RO(R:アルカリ土類金属)系のガラスである。(Fig. 5) LCD業界では基板サイズの大形化をロードマップとして掲げており、当社をはじめとするガラスメーカーにその対応が強く求められているが、当社が採用しているフロート法は横引き製板であるため、大型化に適した手法である。また、大型化に加え基板ガラスの高品質化も求められている。品質を落とす要因の一つにガラス中の泡の存在があるが、当社では泡抜き剤として知られるヒ素やアンチモン等の有害物を用いな

Table 1 AN 100, AN 635の特性

	AN 100	AN 635
歪点 (°C)	670	635
熱膨張係数 (×10 ⁻⁷ /°C)	38	49
密度 (g/cm ³)	2.51	2.77
ヤング率 (GPa)	77	73
比弾性率	31	26
破壊靱性値 (MPa・m ^{1/2})	0.85	0.79

い手法を既に確立しており、ガラスの高品質化と共に環境面でも貢献している。

また、同様にプラズマディスプレイは薄型、広視野角の特長をもち、大型化も容易であることから大画面フラットディスプレイの本命の一つと目されてきた。PDPに用いられる基板ガラスはLCD同様厳しい品質が要求されるが、90年代初頭の大型カラーPDP開発の黎明期においては通常のソーダライムガラスが用いられた。しかし、この場合歪点が約510℃と低いためPDPの製造プロセスには耐えなかった。すなわち、PDPの製造プロセス温度は最高で550℃を超えるため耐熱性に優れた高歪点ガラスが必須となっていた。この状況下で開発されたのがPD200である。PD200は $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-R}_2\text{O-R}'\text{O}$ (R: アルカリ金属、R': アルカリ土類金属) 系のガラスであり、その特徴として以下の3点があげられる。

1. ガラス転移温度が620℃と、製造工程での熱処理最高温度(600℃)よりも高くなっているため、熱処理工程でのガラス基板の変形や収縮が従来使用されてきたソーダライムガラスよりも小さく、大画面パネルの作製が容易である。
2. ソーダライムガラスと同程度の熱膨張係数をもつため、従来使用されてきたフリット材料を大きく変更することなくパネルを作製することができる。
3. ソーダライムガラスに比較して、アルカリ含有量が少ないため高い電気抵抗を示す。

また一方で液晶ディスプレイ、PDPの大型化、高品位化に伴ってガラスに対する品質向上に対する要求もさらに高まっている。これを達成するためにガラスの設計、製造技術に加え、槽窯シミュレーション技術も基盤技術として強化が必要となっている。シミュレーションに関しては槽窯のみならずガラスの成型・強化においても必須技術となっている。自動車用のサイド、リアガラスに関しては安全上の法規を満足するために熱強化ガラスが一般的に用いられるが、流体伝熱及び熱強化薄板シミュレーションは製造設備設計に重要なツールとなっている⁽³⁾。また、昨今ではお客様より意匠性に富んだガラスの要求も多く、安全との両立の点でも最適なシミュレーションを行うことは重要である。

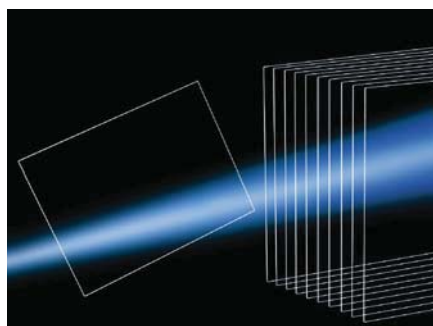


Fig. 5 TFT液晶ディスプレイガラス基板

中研では上記の要求に呼応し、ガラス材料設計から製造プロセス、評価に至る全工程での研究開発を行っている。

2.2 フッ素材料関連

フッ素材料もわが社の基幹材料としてこれまで重点的な開発が行われてきたが、その中でもフッ素ポリマーは、耐熱性、低誘電率、さらに優れた化学的安定性などの特性を有していることから、耐熱性プラスチック、エラストマー、塗料、潤滑油、イオン交換膜、分離膜などとして幅広い技術分野で使用されている。この分野においてはターゲットを半導体工程にもあて、新規材料の開発に注力している。これに関しては後段で例示する。また、ペルフルオロ化合物の製造法に関してはPERFECT (PERFluorination of Esterified Compound then Thermal elimination) 法と称するフッ素ガス(F_2)を用いる効率的な製造法を新たに開発した⁽⁴⁾。PERFECT法は基本的にはフッ素ガスを用いる直接フッ素化法の1種であるが、フッ素ガスの反応性を制御しつつ所望の化合物を得ることを可能とした画期的な手法である。プロセスをFig. 6に示す。フッ素材料を使った材料は数多いが詳細は別項で述べられるのでここでは割愛する。

2.3 ガラスコーティング技術/材料

ガラスに関しては使用部位が多岐にわたり、またエルゴノミクスの観点からも様々な特性付与が要求される。当社もいち早く表面をコーティングするガラスの高機能化に着手しており、ガラス表面処理の歴史は60年代の熱線反射ガラスにまでさかのぼる。コーティング手法に付いてはスパッタ、蒸着等のDRY法とWET法の2種が用いられるが、前者は膜設計にあたって概ね物理的視点より、後者は化学的視点より設計が成される場合が多い。すなわち前者ではシミュレーションを通じた成膜法の開発が主であるのに対し、後者は膜の形成材であるコーティング材料の設計に比重がおかれている。DRY成膜に関

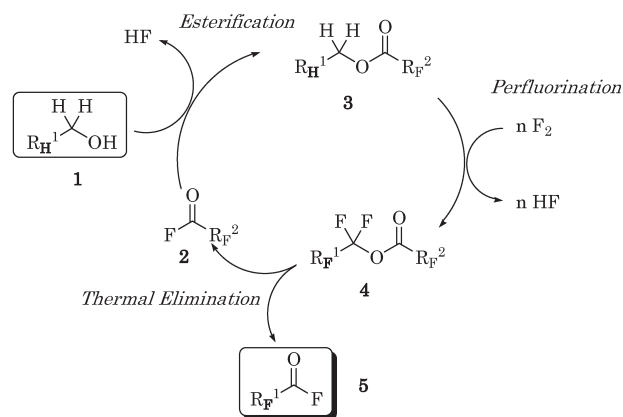


Fig. 6 PERFECT法プロセス

しては当社はスパッタ法を駆使して種々の新商品を生み出してきた。建築用low-E、自動車、ディスプレイ用低反射（AR）膜、光学多層膜等々枚挙に暇が無い。一例としてFig. 7には吸収膜を用いた2層膜構成の低反射膜の分光カーブを示す⁽⁵⁾。これは可視域の広範囲にわたり低反射性を示す画期的なコーティング技術であり、WARASと命名されCRT、自動車用途等に用いられてきた。中研では膜構成シミュレーション、スパッタターゲット設計から成膜技術まで一貫した研究体制をとっている。

また、溶液をガラス上に塗布するウェットコーティング技術⁽⁶⁾に関してはスパッタ、蒸着等ドライ成膜技術に比べて当社での歴史は浅いもののCRT用途における低反射帯電防止コートに始まり、自動車用撥水ガラス（Fig. 8）、さらに最近では光触媒を用いた親水・防汚コートが上市されている。また、このウェット法における成膜においてはナノレベルでの膜厚制御が必要であるため、当社では他社に先駆けてナノ粒子の開発も行ってきた。この技術は新たな差別化技術として今後の展開が期待されている。

中研では上記、基幹技術/材料開発に加え、最近では新たなターゲットとしてエレクトロニクス、エネルギー関連材料、部材の開発に資源投入を図っている。以下にトピックスとして述べる。

2.4 半導体工程用材料

当該分野では、業界世界標準の技術ロードマップに適合した技術開発、すなわちタイミングと性能が不可欠であり、当社もそれにフィットした方針・計画を作成し戦略的に開発を進めている。

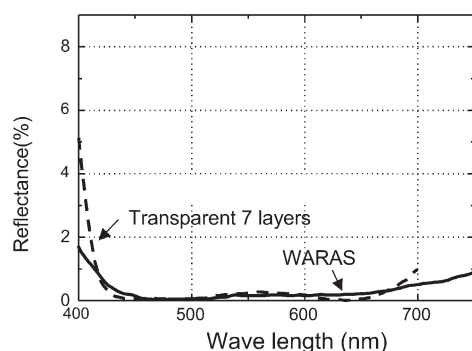


Fig. 7 WARAS膜反射特性



Fig. 8 撥水ガラスの外観

2.4.1 高純度合成石英ガラス

フォトリソ用基板及びステッパー・スキャナー用レンズ材は、半導体ロードマップに則り、i線（365nm）・KrF（248nm）・ArF（193nm）、3世代に渡る露光光源に対応し、また、次世代露光技術への展開が期待されている極短紫外線（EUV）用材料の開発も行っている。

EUV用材料（フォトリソ用基板）に関しては超低熱膨張性（ $0 \pm 5 \text{ ppb/K}$ ）、高度な平坦性（50nm/142mm $\square$ ）が求められかつ欠点、反射率に関して極めて高いスペックが要求されている。現在、これに対応すべく材料設計から評価技術確立に向けた一貫した体制での開発を続けている。

2.4.2 CMP用スラリー

高密度化・高速化が進む半導体デバイスの製造工程で用いられる平坦化技術・CMP（化学的機械的研磨）に対応すべく高性能スラリーを開発している。半導体分野においてはデバイスの高速化に向けたCu配線の採用や、絶縁層の低誘電率（Low-k）化が進行しており、これらに対応したスラリー開発が求められている。当社では最近、Cu配線研磨で懸案となっていたへこみ（ディッシング）を著しく減少しうるスラリーの開発に成功して注目を集めている。

2.4.3 low κ 材料

一般にフッ素ポリマーは低誘電率かつ化学的耐久性が高いため半導体用途への適用が可能であるが、実際の適用に際しては加工性、機械的、熱特性を高める必要がある。新たに開発されたフッ素ポリマーである「AL-Polymer」はTable 2に示すように低誘電率に加えて低平坦性、低吸水性等を具備しており、かつSiN等基板材料への密着性、酸素プラズマに対するエッチングの容易さ等プロセス上のメリットも有している⁽⁷⁾（Fig. 9）。

「AL-Polymer」は、主に化合物半導体層間絶縁膜やパッケージ用絶縁膜として展開が始まっており、今後の発展が期待されている。

2.5 エネルギー関連材料

2.5.1 燃料電池用MEA材料

当社では食塩電解用フッ素系イオン交換膜「フレミオン」の開発で培った技術を応用し、燃料電池用電解質となるイオン交換膜の開発はもちろん、電極触媒や、膜・電極接合体（MEA）の開発も進めている（Fig. 10）。MEAの特性評価では、高イオン交換容量型のフレミオン薄膜がセル抵抗低減や、水の生成が多い高電流密度で電圧損失低減に最も有利であることを実験的に確認し、また、高性能型薄膜としてフィブリル補強型フレミオン膜（20～50 μm ）を開発している。また、最近では新たに開発されたポリマーコンポジットを用いることで、化学的安定性が飛躍的に向上し、120 $^{\circ}\text{C}$ の高温環境下における劣化

Table 2 ALポリマー代表特性

Electrical	Dielectric Constant (k): 2.4 -2.5 Dissipation Factor: 0.001
Moisture Uptake	0.2% @85C/85%RH
Thermo-Mechanical	Tg > 350C CTE : 66 ppm @30-150C Stress : 35MPa Tensile Modulus : 1.7GPa Tensile Strength : 65MPa Elongation at break: 9%
Processability	Cure Temperature: 250-350C Negligible Shrinkage during Cure Good Adhesion to various Substrates Good Planarization

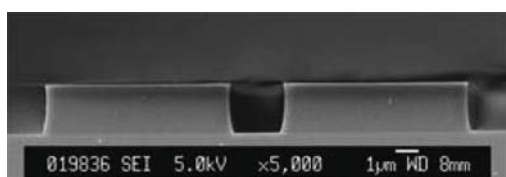


Fig. 9 酸素プラズマエッチング後断面

率が大幅に抑制され、5000時間以上の連続運転が可能となっている。今後は実用化に向けての高温低加湿でも高性能なMEA開発が課題となっており、高分子材料、電気化学、触媒設計各専門家がー丸となって開発にあたっている。

2.5.2 太陽電池用TCO基板

アモルファスシリコン太陽電池においては発電効率アップがキーである。当社でも酸化錫系透明導電膜の採用により透明導電膜（TCO）基板に求められる条件（光閉じ込め効率・高透過率・低抵抗）を達成しているが、これは膜表面に微細に制御された凹凸構造を形成させ、入射した光を逃がさないテクスチャー構造（Fig. 11）を有している点が大きな差別化要素となっている。言うまでもなく太陽電池は次世代クリーンエネルギーとしての期待が高く、中研においても一層の効率アップさらに低コスト量産化手法に関する検討を加速している。

3. 今後の研究開発の方向

世の中の動向としては地球温暖化に関する議論が喧しいが、今後環境関連の開発はますます重要性を増してくることは疑いない。これに呼応して当社としてはクリーンエネルギーへの貢献として燃料電池、太陽電池用部材/材料の開発は加速していく必要がある。また、ASPEXに続くバイオ関連事業さらに水処理に関連する技術開発も今後組上に上るものと思われる。エレクトロニクス/IT関連技術では次世代パラダイムの提唱も一部では始まっているが、“微細化”、“高速化”のキーワードは当面続くものと推定される。当社ではEUV、ナノインプリント等



Fig. 10 燃料電池用MEA

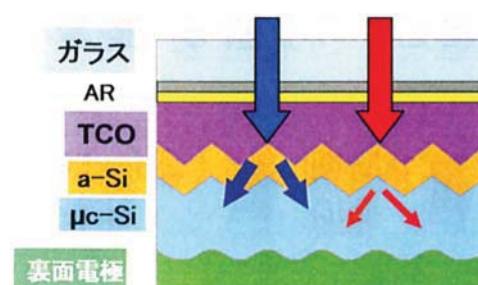


Fig. 11 太陽電池用TCO基板模式図

次世代パターンングに供しうる技術開発を既に行っており、今後もこれに傾注していくこととしている。また、ガラス、フッ素ポリマーの共通した特徴である“透明性”を利用した光導波路、アンプ等光関連技術も世間の動向を見据えながら行っていきたいと考えている。

ディスプレイ用ガラスは当社の基幹商品の一つとなっているが、一昔前にLCD、PDPのこれほどまでの急速な台頭を予測できた人間は多くなかったと思われる。技術の方向性を見定めるのは年々難しさを増していると言わざるを得ないが、当社では全社システムとして上述のロードマップを研究所のみならず各事業部門で行い、相互に情報を共有化しつつ精緻化していく方針を採っている。

技術トレンドの見極め及びR&D施策への落とし込みはシステムティックでありながら柔軟であることが必要であり、これを達成しうる体制に今後も心がけたいと考えている。

－参考文献－

- (1) 加瀬, 電子材料(別冊), (8) 65 (2004).
- (2) 前田, 精密工学会誌, **70** (4) 466 (2004).
- (3) 加藤, 自動車用ガラス成形強化シミュレーション, 計算力学講演会, (2001).
- (4) eg. a) T. Okazoe, K. Watanabe, M. Itoh, D. Shirakawa, H. Murofushi, H. Okamoto, S. Tatematsu, *Adv. Synth. Catal.*, **343**, 215 (2001), b) T. Okazoe, K. Watanabe, M. Itoh, D. Shirakawa, S. Tatematsu, *J. Fluorine Chem.*, **112**, 109 (2001).
- (5) Oyama et al, *Thin Solid Films*, (351) 235 (1999).
- (6) T. Morimoto, Y. Sanada, H. Tomonaga, *Thin Solid Films*, (392) 214 (2001).
- (7) S. Yokotsuka, IEEE polytronic 2007 conference