

日立化成

第 34 号
平成12年1月

テクニカルレポート

Hitachi Chemical Technical Report





システムキッチン・エクセリアESシリーズ(カタログより)
《エコロジー&エコノミー》

平成11年3月発売以来、ご好評を頂いている商品。
業界最高水準の低ホルムアルデヒドのキャビネット、ポリ塩化ビニルを使っていない扉など、健康や環境に配慮した設計で、40万円を切る価格を実現(255cm間口、標準セット)。

従来高価とされてきた人造大理石トップやニースペース仕様も、自社製樹脂の使用、構造の工夫により、売れ筋価格帯に収めることに成功した。

11月からは(株)日立製作所の家電品(IHヒーターや冷蔵庫 野菜中心蔵等)をシステムに取り込み、より一層、使い勝手を充実させた。

仕 様

- ・ニースペースタイプ、オープンプラン
- ・255cm間口、ステンレストップ
- ・扉：ブライト
- ・スイングダウンウォール付(オプション)
- ・価格：637,100円

巻頭言

人と住まいの幸せな関係	5
安岡正人	

総説

住宅・環境機器の技術動向	7
堀井正憲 中川良男	

論文

ディスプレイ排水対応型浄化槽 DBF1型の開発	13
本橋昭夫・石井康弘・和田康里・山下 宏	
システムバスルーム用 ノングレーチング防水ドア	19
笠木久義・中山茂人・川合慎治	
アルカリ水溶液現像ポジ型感光性ポリイミドHD-8000	25
布村昌隆・佐々木守・大江匡之・山崎範幸・三輪崇夫	
環境対応銅箔付き絶縁材料 MCF -4000G	29
広沢 清・枝 鉄夫・熊倉俊寿・入野哲郎	
高周波対応低伝送損失基板材料MCL -LX-67F	33
水野康之・藤本大輔・高野 希・根岸春巳・杉村 猛	

製品紹介

CSP用新液状封止材CEL -C-7200シリーズ	37 ~ 43
COF用異方導電材フリップタック FC-200B	
ビルドアップ材概況	
ビルドアップ配線板用銅箔付き絶縁材料 MCF -1000E	
高周波対応ビルドアップ用銅箔付き絶縁材料 MCF -7000LX	
ビルドアップ対応多層用極薄接着シート GEA -679P	
新意匠性常温硬化型アクリル樹脂ヒタロイド 6800	
機能性メタクリレートモノマー ファンクリル FA-125M, FA-400M, FA-711MM	
連続気泡フォーム	
温水洗浄便座ファミレット HC-2000TH	
小型据置式FRP浴槽 新HKAシリーズ	
アパート向け浴室ユニット NCシリーズ	

部門紹介

住機環境事業本部	44
----------	----

Contents

Commentary	5
Masahito Yasuoka	
Technical Trends in Housing Equipment & Environmental Facilities	7
Masanori Horii • Yoshio Nakagawa	
A domestic Wastewater Purification Tank (DBF 1-type) for domestic and disposal wastewater	13
Akio Motohashi • Yasuhiro Ishii • Yasusato Wada • Hiroshi Yamashita	
Room-Level Waterproof Doors (without gutters and covers) for Bathroom Units	19
Hisayoshi Kasagi • Shigetō Nakayama • Shinji Kawai	
Aqueous Developable Positive Tone Photodefinable Polyimide HD-8000	25
Masataka Nunomura • Mamoru Sasaki • Masayuki Ohe • Noriyuki Yamazaki • Takao Miwa	
Halogen-free Metal Clad Film MCF -4000G as Environment Conscious Material	29
Kiyoshi Hirose • Tetsuo Eda • Toshi-hisa Kumakura • Tetsurō Irino	
Low Transmission Loss Laminate, MCL -LX-67F, for Microwave Applications	33
Yasuyuki Mizuno • Daisuke Fujimoto • Nozomu Takano • Harumi Negishi • Takeshi Sugimura	
Products Guide	37 ~ 43
Company Data	44
Housing Equipment & Environmental Facilities Group	



工学博士，東京大学名誉教授

安岡正人

人と住まいの幸せな関係

住宅は生きている。いや人と共に生きている。人が病むと家も病み，家が病むと人も病む。過疎地で人の住まなくなった廃屋の姿をみるにつけ，その感を強くする。

建築はよく生体に喩えられる。コンクリートが骨で鉄筋が筋肉，断熱材が皮下脂肪で仕上材が皮膚，給排水設備が消化器系，換気設備が呼吸器系，冷暖房設備が循環器汗線系，心臓はポンプといった処で，熱，煙感知器などの感覚器官に加えて，HAや各種の制御システムなどの神経頭脳を備えるに到っている。

第一世代の建築は屋根と壁で雨露を凌ぐ単なるシェルター・躯体だけで受動的な機能しか持っていなかったといえる。

第二世代の建築は給排水，照明，採暖などの水や火を使う仕掛・内臓が加えられ，エネルギーの受動的な利用がされるようになった。

第三世代の建築は給排水，照明，暖房などの設備が高度化すると共に，冷房設備としてヒートポンプ等によるエクセルギーの能動的利用が始まり，生物のエントロピーポンプに近い存在となった。

第四世代の建築は各種のセンサーと情報処理制御システム・頭脳によってインテリジェント化され，フィードバックのみならずフィードフォワード等による高度な自動制御系をもつ空調システムによって創出される快適環境は母の胎内の域に迫って来た空調屋は言う。

第五世代の建築はどうなるのであろうか。住む人の代謝量のみならず心理状態まで把握して，インタラクティブに環境を予測制御しようと言うプロジェクト研究が始まっている。

環境と人間をインタラクティブに統合制御するのが究極の姿であることは間違いない。しかしそのプログラムを誰がどう書くかが問題である。

最近，たまごっちのブームは下火になったが，愛玩用の犬ロボットなどがよく売れているようである。各種の学習能力や感情積分作用もあって，通常の使用ではプログラムの限界は表われず，それなりに飼主上位で楽しめるようである。人間からの働き掛けに応ずるばかりでなく，腹・電池が減ったら自分のために餌を要求するだろうが，家事ロボットや介護ロボットが御主人様のために自主的に仕事をするのはどんなものか。

いつもセルフサービスの学食で飯を喰っている身が，高級レストランで長身のスマートなボーイにサービスされると何故か落着かない。本当のサービスと

安岡正人(やすおかまさひと)Masahito Yasuoka

1959年(昭和34年)東京大学工学部建築学科を卒業し，同大学院を終了後，1964年(昭和39年)4月から東洋大学工学部助教授となり，同教授を経て，1981年(昭和56年)10月東京大学工学部教授，1996年(平成8年)4月から東京理科大学工学部教授となり現在に至る。専門は建築環境工学，特に音響・振動関係であるが，居住環境と人間とのインタラクションに関心をもって，見えない環境問題にも取り組み，電磁環境はその大きなターゲットである。設計計画の実務面では，ホールの音響設計(所沢文化センター等)，テーマパークの音環境計画(ハウステンボス等)，騒音・振動防止計画(発電所等)，電磁環境計画・評価などを手掛けている。日本建築学会理事，日本音響学会理事，日本騒音制御工学会会長など歴任。著書：建築の音環境設計，建築物の遮音性能基準と設計指針，実務的騒音対策指針，同応用編，マンション鑑定術など。学位等：工学博士，東京大学名誉教授。趣味：日曜大工，スキー，水泳など。

はその存在を意識させないで、客のペースで自然に食事が出来ることだろう。

人間の状態を非侵襲でセンシングする技術開発は未だその緒についたばかりである。人間がやっても以心伝心とまでは行かないものを機械でどこまでできるのか。逆に機械だからできるのか。

医者が患者を診ないで、検査データのディスプレイばかり見て状況解説し、インフォームドコンセントとって素人に選択決定させる風潮がある。患者が求めているのはプロの診断である。非侵襲どころか数多くの破壊検査によってダメージを受け、手遅れになった友人が私の廻りに複数居る。データ化されない情報を読み取る名医が欲しい。

我家にも簡単なセンサー付の器具はいくつかあって、玄関の赤外線人感センサーは毎夜忠実に私を迎えて呉れる可愛い奴であるが、動かずに郵便物を見ていると消してしまう馬鹿な奴でもある。空気清浄機のセンサーが、ほろ酔い気分での御帰宅や、人知れず生理的要求を満たした還元性ガスを、気流による移送ではなく分子拡散レベルで感知して運転を始めるのはかなり厭味である。

我が家の愛犬トリスが姿の見えない門外で家人を識別するのは臭か気配が靈感的なものを感じるし、こちらの気嫌を伺って出迎える態度を変えるのもさすがである。

入浴時ぬるめで除々に熱くするプログラム追い焚き制御はどうも戴けない。やはり人体側の気分センサーが不可欠であろう。空調の制御でも眠気を感知して覚醒させたり、生理的、心理的要求に対応して環境制御することは不可能ではないがどこまでやるべきかが問題である。

年間、全室定温空調から地球環境問題もあって環境親和性のある適温空調、パーソナル空調への展開の中で、自分のために機械が下僕として色々と面倒みて呉れることは有難いが度を越すとお節介に感じる。究極は意識下でさりげなくであるが、何かやってることがわかって人間上位なら許せる。

しかしながら最後に残るのは、リアルタイム快適環境が個体の一生を通じて、また世代を超えての本当に人にやさしい至適環境かという問題である。子供は風の子とは古くから言われているが、高齢者にも活性化環境は必要である。リアルタイム・インタラクティブ制御に加えて、タイムコンボリューションを考慮した制御、履歴から未来を予測して現時点に戻す制御が望まれる次第であるが、人知でやってはいけないことかもしれない。

蛇足ながら巷での雑感を二つ。(1)最新の通電時間制御の走行音よりはるかに大きな不愉快なうめき音をたてる公害電車:波形を整え共振を防げないのか。(2)行き先階のボタンを押すと廻りが光ってグレヤで高齢者には全く数字が読めなくなるエレベータ:都庁のが特にひどくて悪いデザインの典型である。人は押した後数字を再確認する。何故素直に数字を自照させないのか。

総説

住宅・環境機器の技術動向

Technical Trends in Housing Equipment & Environmental Facilities

元当社 住機環境事業本部 堀井正憲 Masanori Horii
 当社 住機環境事業本部 中川良男 Yoshio Nakagawa



堀井 正憲



中川 良男

住宅・環境機器を取り巻く動向はここ数年大きく変化してきた。住宅機器は「人に優しい」との視点からの高齢者配慮，日頃の清掃性に加え，室内環境，省エネ，リサイクル性などが求められつつある。環境機器は「地球に優しい」との視点から生活排水とゴミ問題に関心が高まっている。

本報では，これを実現するための代表的な機器としてシステムバスルーム，システムキッチン，合併処理浄化槽を中心に，最近の技術動向を概説するとともに，当社の新商品を紹介する。

In recent years, the circumstances surrounding household facilities and equipment and environment-related products have greatly changed.

“Human friendly” is now the buzzword for household facilities and equipment. It conveys such ideas as “helping the elderly”, “easy to clean”, “energy saving”, “recycling”, and “indoor environment quality”.

For environment-related products, “earth friendly” and “green conscious” are the key words, in particular, for such topics as sewage-water treatment and garbage disposal.

This paper describes the latest technological advances for products that fall into the above categories, including our new bathroom unit, system kitchen, and Johkasou system for treating household water.

〔1〕 緒言

住宅機器は人々にとって生活空間をつくりだすユニットであり，社会の動向に大きく影響される。特に注目すべきことは，高齢者社会，女性の社会進出，健康指向，環境共生，省エネ，循環型社会への変化などである¹⁾。

一方，環境機器は従来から法的な制約が多く「基準追随型商品」が主流であったが，建築基準法の改正で，性能規定化が盛り込まれて，「技術主導型商品」へと大きく変貌しよう

としている。また，家庭内の生ゴミ問題も，官民合同プロジェクトの成果で，一部の商品化が認可されるようになった²⁾。

〔2〕 住宅機器の技術動向

日常生活と密着している住宅および住宅機器の動向を「マズローの欲求の階層論」³⁾を引用して人間の生活の段階を考えてみた。「マズローの欲求の階層」を縦軸に，時代の変化を横軸にして示してみたのが図1である。同時に「生理欲求」から「社会自覚欲求」までの「心理学用語」を「生活感覚の用語」としている。

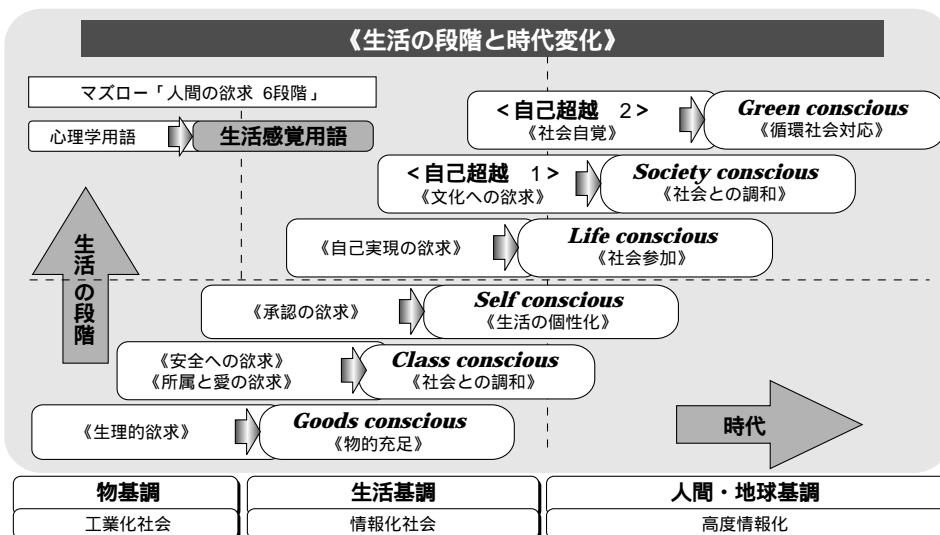


図1 マズローの「欲求の階層論」と時代変化 マズローの「欲求の階層論」をベースに人間社会の動向（関心事）を生活感覚用語で整理した。今後，人間・地球基調の時代となり，関心事も「循環社会対応」へと変化していく。

Fig. 1 History and evolution of Maslow's theory In the future, human motivation will be measured through such concepts as 'green consciousness'.

総説

表1 人間社会と住宅機器の動向 欲求の段階に伴って、人間社会、住宅および住宅機器で何が関心事となっていくのかを表にまとめた。

Table 1 Society and changes in household facilities and equipment

Trends in household facilities and equipment are always changing depending on the reasons and motivation.

人間社会と住宅機器の動向			
生活の段階	人間社会の動向と住宅の対応	システムバスルーム	システムキッチン
《循環社会対応》	環境共生 省エネ住宅 自然の取り入れ	断熱性 省エネ リサイクル部材	生ゴミ処理, 分別回収 リサイクル部材
《社会との調和》	長寿命住宅 リフォーム 街並み景観	高耐久性(リデュース, リユース) リフォームUB	家具との調和 出窓SK
《社会参加》	女性の社会進出 情報化社会	家事軽減; 清掃性 全自動給湯機	清掃性; レンジフード, 扉 対面SK, 食洗機
《生活の個性化》	高齢社会 DIY 使いやすさ追求	ユニバーサル・デザイン リラックス, 開放感	ユニバーサル・デザイン 収納パントリー
《質的充足》	住宅面積の拡大 健康住宅 性能表示	浴室, 浴槽の大型化 人造大理石 SMC加飾成形	低ホルムアルデヒド建材 高級グレード 自由プラン
《物的充足》	ローコスト住宅 省施工 短工期	在来工法 UB化 SMC成形化	流し台 システムキッチン

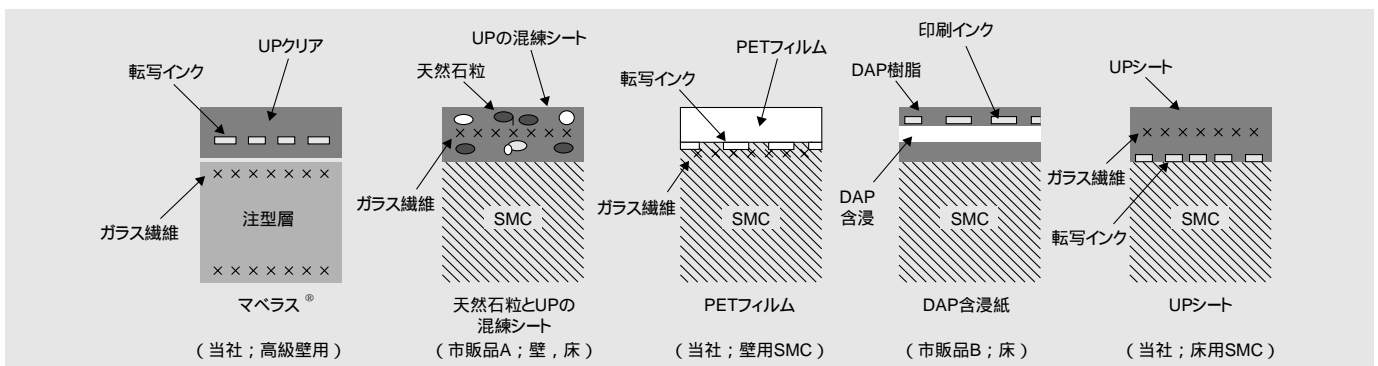


図2 SMC模様付け 当社のマベラス、PETフィルム、UPシートは、転写技術の応用品であり、市販品Aや市販品Bと比較して、意匠の豊富さや耐水性などに優れている。

Fig. 2 Design of SMC

The 'mavelous', 'PET film', and 'UP-sheet' are based on transform-printing technology and are superior to other products in both design and water resistance.

に変換してみた。

時代は物基調、生活基調から今後人間・地球基調へと変化し、人間の関心事も「生活の個性化」段階から今後は「社会的自覚」の段階へ発展していくことがわかる。生活の変化が住宅より早く現れる自動車に目を向けると、低燃費、ハイブリッドカーなど環境問題に関心が高まっており、この点からも今後の一つの方向と言える。

この動向は、行政も絡んで同時に進行していく。1996年10月に施行された住宅金融公庫基準の「高齢者対応」「高気密高断熱対応」「高耐久対応」への改定で住宅は大きく変化し、また、1998年10月に健康住宅研究会が「健康住宅設計・施工ガイド」⁴⁾をまとめたことにより、住環境への関心も増大した。生活の段階とこれに対応する住宅および住宅機器の動向を表1に示した。

2.1 システムバスルーム

防水性能の保証、タイル工不足などの要因から、戸建住宅ではシステムバスルームが急増し、70%以上の採用率になっている⁵⁾。浴室の防水パンや壁パネルは防水性と強度面から強化プラスチック(以下、FRPと略す)が用いられているが、そ

の急増する需要に対応するFRPの成形方法としてコスト要因も含め機械成形(以下、SMC成形と略す)が必須となっている(「物的充足」段階)。戸建住宅ではエンドユーザーが大きな浴槽や広い空間の浴室とともに、大理石、御影石や木調など自然感のある高級な意匠の壁パネルや防水パンを求めている(「質的充足」段階)。しかし、従来のSMC成形では御影石などの模様付けは不可能であった。これらの背景から、この成形技術の開発が、本分野の大きなテーマの一つとなっている。

また、浴室は床が濡れて滑りやすいことや出入り段差、浴槽への入浴など危険を伴う場所であるため、特に高齢者への対応が求められている(「生活の個性化」段階)。これに対しメーカーとしてはなるべく幅広いレベルの人に使いやすい「ユニバーサル・デザイン」⁶⁾の導入を考えており、これも現在の本分野の重要なテーマの一つである。

2.1.1 SMC成形の模様付け

当社は印刷技術と不飽和ポリエステル樹脂(以下、UPと略す)の注型成形技術とを組み合わせ、高級な意匠と優れた物性を併せ持つ壁パネル「マベラス」を開発した。従来、

印刷した化粧紙を化粧層に用いた化粧合板はあったが、紙への印刷物であるため印刷密度や透明感が不十分であり、また、表面および小口から水が浸入して紙が水分を吸収してしまい、浴室の部材として不十分であった。マベラスはフィルムに印刷したインクをUPのクリア層に転写する方法としたため、印刷密度、透明感や耐水性に富み、また表面を鏡面仕上げとしたため、磨き仕上げた天然大理石に非常に近い高級感に富む人造大理石の壁となった(図2)。

中級グレードを狙った壁パネルの製法としては、天然石粒とUPの混練シートとの同時成形法⁷⁾や、後塗装で化粧するSMC成形の模様付け方法が開発されている。これに対し、当社は印刷されたPET(ポリエチレンテレフタレート)フィルムとSMCを同時に成形・接着する製法を開発した。前記の二つの製法と比較して意匠の豊富さや深み、耐水性や成形性の良さなどが注目されている(図2)。

防水パンは壁パネルと比較すると耐水性、意匠性などで厳しい性能を要求されるため、製法もおのずと異なってくる。防水パンの模様付けSMC成形として、天然石粒とUPの混練シートや印刷したDAP(ジアリルフタレート樹脂)含浸ガラスクロスなどをセミ硬化の状態裏打ちのSMCと同時成形する方法⁸⁾が開発されている。当社は、マベラスの技術を応用し、インクを転写したUPのシートをセミ硬化の状態裏打ちのSMCと同時成形する独自の方法を開発した。意匠の鮮明性、滑り止め凹凸への追従性や耐水性などで特長のある技術である(図2)。

2.1.2 ユニバーサル・デザイン

「浴室への出入り口段差なし」という安全のための推奨基準を、1995年6月建設省が「長寿社会対応住宅設計マニュアル」⁹⁾

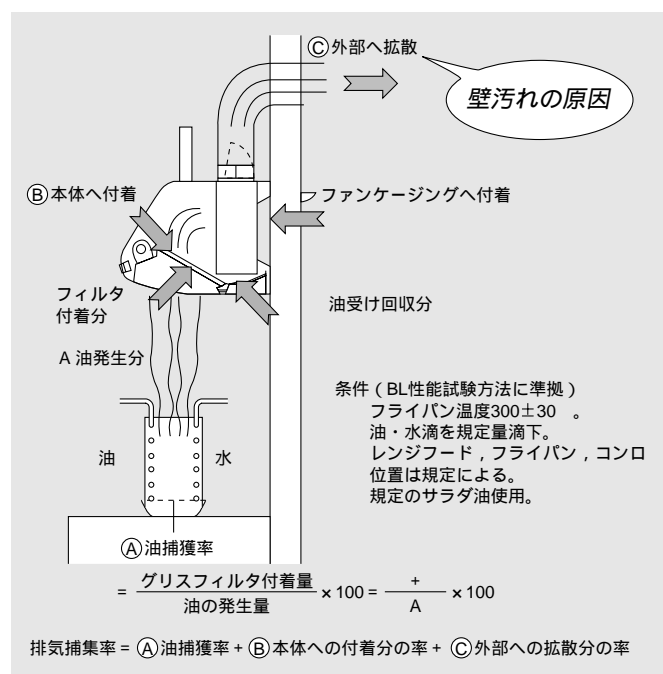


図3 排気捕集率と油捕獲率 排気捕集率は、発生した油分全体の捕集を示し、油捕獲率は、手の届く場所での付着割合を示す。

Fig. 3 Exhaust and ventilation of vaporized oil
 The filter and hood absorb some of the vaporized oil.

に示した。この基準に対応するため各社は出入り口の洗い場側に排水溝を設けて浴室より外に水が流れないように工夫した。しかし、この排水溝は汚れや臭気の巣となってしまい、使用者からは大変不評であった。この問題を解決したのが当社のJX、DXシリーズである。出入り口ドアのパッキン構造など水仕舞を工夫し、排水溝がなくても「出入り口段差なし」で外に水が出ない防水の信頼性と清掃性とを同時に実現した。詳細は本号で報告されているので参照していただきたい。

本商品では、老若男女の健常者から日常生活動作能力の限られた人や介護者まで使いやすいように考慮した。浴槽上縁部の両側には座って入浴できるスペース、浴槽内には半身浴ができる段差を設けると同時に、車椅子の人への配慮も行った。初めての本格的なユニバーサル・デザイン商品といえる。

2.2 システムキッチン

女性の社会進出に伴い、家事労働の省力化が求められている。炊事は家事作業時間の中で一番長い作業¹⁰⁾であり女性の関心が高く、平面プラン、シンク、収納棚、扉などのほか、ガスコンロ、食器洗浄機などの便利なビルトイン機器を選べるシステムキッチンが持ち家においては80%以上の採用率となっている⁵⁾。ユニバーサルデザインの工夫としては、座っ

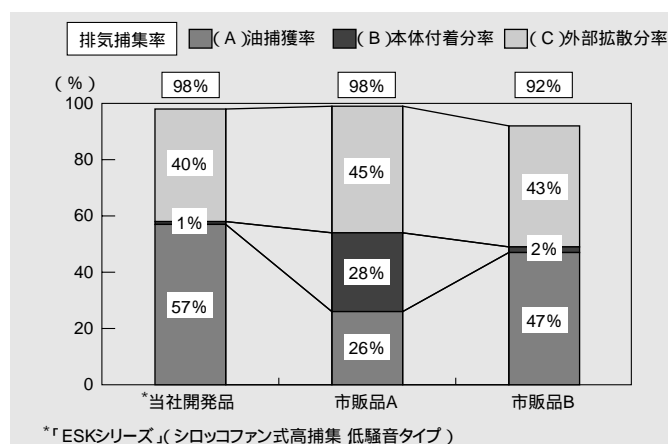


図4 換気扇の油捕獲率 当社開発品は排気捕集率と油捕獲率が高く、周辺への飛散が少なく、清掃性に富む商品といえる。(B)本体付着分率が高いと清掃がしづらくなってしまいます。

Fig. 4 Oil-absorption rate of ventilator

The improved ventilator has a higher rate of absorption, so it produces less exhaust.

表2 低ホルムアルデヒド合板の規格 (社)住宅生産団体連合会は、E₀レベルの仕様を使用するよう推奨。当社の新商品「ESKシリーズ」では、E₀レベルを標準採用した。

Table 2 Standards for low formaldehyde particleboard

Our new 'ESK series' kitchen uses E₀ board, which is superior to E₁ board and recommended by "Jyuuutaku seisan dantai rengokai".

表示区分	ホルムアルデヒド放散量(水中濃度)	
	最大値	(気中濃度) 最大値
E ₀	0.5mg/L以下	0.2ppm
E ₁	1.5mg/L以下	0.6ppm
E ₂	5.0mg/L以下	2.0ppm

JIS A5908: パーチクルボード

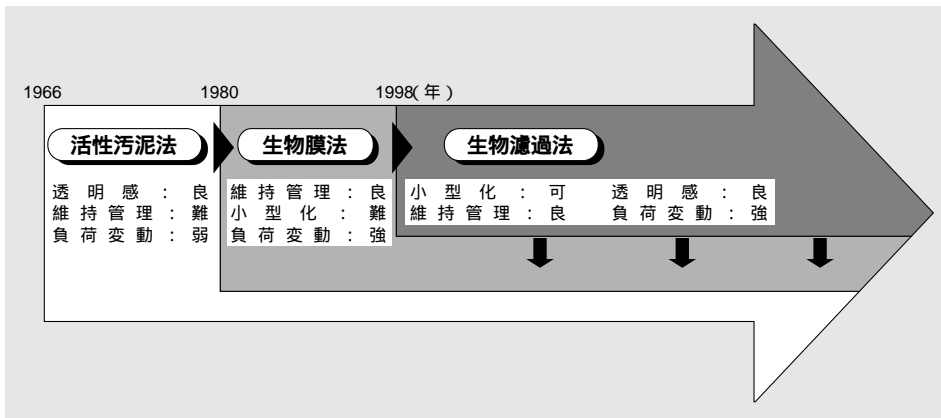


図5 生物処理の変遷 小型化が可能で、処理水の透明感が高い生物濾過法が、今後の標準となるであろう。

Fig. 5 Bio-treatment transition
The next generation standard of water treatment will be the bio-filtration which enables facility size small and discharged water highly purified.

て調理作業ができるニースペース，上方開放型食器洗浄機などが増えつつある（「生活の個性化」段階）。

現在最も注目されている項目は、ガスコンロ周辺の清掃性である。このため、システムキッチンの扉、前板、レンジフード、ガスコンロなどの表面をフッ素処理または鏡面仕上げとして、飛散する油などの汚れを拭き取りやすくものが主流になりつつある（「社会参加」段階）。しかし、根本的にはレンジフードの構造を下記の目的に沿って設計するのが本筋である。

- 1) 排気捕集率を向上させて周辺への飛散を低減する。
- 2) 油捕集率を高めて油分の回収を手の届く場所に集中し、拭き掃除を容易にする。

当社はバッフル板を配してレンジフード周辺での流速をアップし、排気捕集率を98%、油捕獲率を57%と、ともに高率で清掃性に優れたレンジフードを開発し、1999年3月に上市した（図3、4）。

また、快適な室内環境を確保するため、キャビネットや扉に低ホルムアルデヒドの木材を使用することが求められている。1999年3月(社)住宅生産団体連合会は「健康住宅設計・施工ガイド」¹¹⁾に従い、内装材にE₁レベルの仕様を使うように推奨した（表2）。当社はE₀レベルを標準とした環境配慮型商品を市場に先駆け、1999年3月上市した。

〔3〕 環境機器の技術動向

われわれの生活に身近な環境問題は生活排水とごみ問題であろう。1960年代の中頃に登場した単独処理浄化槽は、日本国中どこでもトイレの水洗化が図れるため、爆発的に普及し、生活の利便性、快適性を向上させたばかりでなく、衛生面でも大きく貢献した。ただ、残念ながら、この単独処理浄化槽はトイレ汚水以外の生活雑排水を処理することができなかつたため、かえって水環境を悪化させてしまったのも事実である。しかし、1980年代になって下水道並みの処理水が得られる合併処理浄化槽が登場し、この問題は大きく改善された。さらに、1999年3月をもって大手製造メーカーが単独処理浄化槽の製造を廃止したことから、新たに設置される浄化槽は、大半が合併処理浄化槽に転換された¹²⁾。

また、1998年の建築基準法の改正で、性能規定化が盛り込まれ、今後浄化槽は従来の構造基準追従型から技術主導型へと大きく変貌しようとしている。

もう一つの家庭内の生ごみ問題は、長い間、廃棄物行政と下水道行政の狭間で大きな進展が見られなかったが、官民共同プロジェクトで進められていたディスポーザ排水対応処理装置の研究から、最近では一部の商品化が認められるようになった²⁾。

ここでは浄化槽を中心に、業界の技術動向を述べるとともに家庭ごみの重量の $\frac{1}{3}$ 以上を占める生ごみ処理についても言及する。

3.1 浄化槽の技術動向

浄化槽は建設省の告示でその容量、構造が定められており¹³⁾、処理方式は、ランニングコストが低廉で、家庭用の浄化槽に有利な生物処理である。

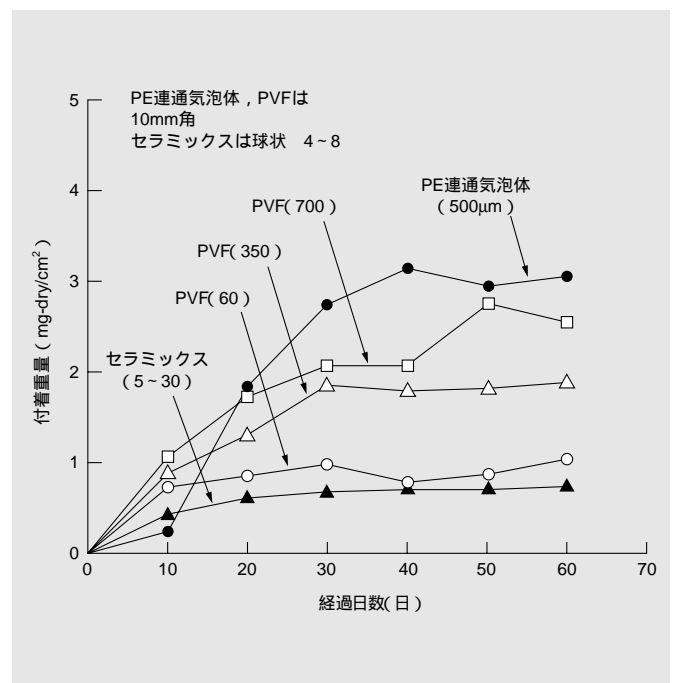


図6 担体の微生物付着特性 微生物の付着に関しては、ポリエチレン (PE) が有利である。

Fig. 6 Attractive characteristics of carriers to microorganisms
The PE is better at attracting microorganisms.

図5に示すように、当初の生物処理は微生物が反応槽内を浮遊する活性汚泥法で、したがって、後段で微生物と処理水をなんらかの方法で分離する必要があった。最も簡単な方法は比重差で分離する沈殿分離であるが、うまく機能しないときに、微生物が系外に流出する。そこで登場したのが生物膜法で、微生物を板や紐に付着させるので、処理機能は沈殿分離工程の良否に左右されないが、微生物を高濃度に集積できないため、反応槽容量は小さくできない。その点、生物濾過法は反応槽容量が小さくでき、透明感のよい処理水が得られることから、最近では標準方式になりつつある。

3.1.1 生物濾(ろ)過法

“ニューハイパッキーKGF2型家庭用合併処理浄化槽”は性能規定化を先取りした商品で、当社が初めて市場に出したコンパクト型の合併処理浄化槽である。従来の構造基準型と比較すると、容量で約70%に小型化されている。

この商品は生物濾過法を採用したもので、この方式は

- 1) 微生物を高濃度に集積できるので槽容量が小さくできる。
- 2) 処理水の透明度がよい。

などの多くの長を有している。当社は早くからこの生物濾過方式に着目し、高性能でコンパクトな浄化槽の開発を目指してきた。

その結果、生物反応部と濾過部を上下2段構造とする新規な生物濾過槽を開発した。また、濾過担体には、ポリエチレン(PE)連通気泡体、ポリウレタン、ポリビニルフォルマール(PVF)、セラミックスなどの各種多孔質担体を選定して、生物学のおよび物理的な検討を進めた結果、図6に示すように、細孔径が500~700 μ mで最も多くの微生物を付着できることがわかり、PE連通気泡体を採用した¹⁴⁾。なお、この技術は1997年の第56回科学技術庁注目発明賞を受賞した。

3.1.2 生物濾過方式の応用商品

この方式を応用したのが「洗車排水リサイクルシステム」である。従来は、凝集剤を用いた濾過や加圧浮上方式が主流であったが、この商品は初めて生物処理を導入したもので、ガソリンスタンドで使用する洗車用水を年間平均で約80%リサイクルできると同時に、排水による水質汚濁も軽減でき、環境にやさしいシステム商品といえる。

3.1.3 今後の水処理技術の動向

「循環」と「共生」の視点から見た今後の水処理技術では、単にBOD(Biochemical Oxygen Demand: 生物化学的酸素要求量)やCOD(Chemical Oxygen Demand: 化学的酸素要求量)という汚濁物質の低減ではなく、湖沼などの閉鎖性水域の富栄養化原因物質である窒素とリンの除去技術が最重要課題であろう。

窒素除去は微生物学的に処理するのが最もコストが安く、現状の浄化槽でも、運転方法の軽微な変更で可能である。他方、リン除去はなかなか難しい技術で、生物学的にも処理は可能であるが¹⁵⁾、最近ではアルミニウムや鉄を電気分解などで溶解させ、リンと反応させて除去する方法も採用され始めた。まだまだ課題が多い方式ではあるが、リン資源が世界的に不足する中で、生活排水からリンを回収することも、将来的には真剣に検討しなければならない。

精密濾過膜は、すでに尿(し)尿処理施設や大型の浄化槽では実績があるものの、家庭用の浄化槽レベルでは、維持管理の問題、膜寿命の課題がいまだに解決されていない。しかし、

これらの課題が解決されることは時間の問題であり、将来、水処理技術の主流になる可能性は非常に大きい^{16),17)}。

3.2 ごみ処理の技術動向

家庭内のごみ処理に関するアンケート調査によると、「あったらいい機器・設備」の第1位にディスプレイがある¹⁸⁾。また、バリアフリーの観点からごみ処理を考えると、今後ますます家庭内での分別や保管などが求められる中で、社会的弱者にとって負担の増加になることも考えられる。これらを解決するための手段としても、ディスプレイによる生ごみ処理システムは大きなニーズである。

ここではディスプレイ対応の浄化槽と、新規なごみ処理として、炭化装置について述べる。

3.2.1 ディスプレー対応浄化槽

現在の下水道システムの多くは汚水と雨水を1本の管で流す合流式で、大雨時に無処理放流の危険性があるため、ディスプレイは行政からその設置、使用を制限されているのが実情である。また浄化槽の処理性能への影響についてもいくつか報告されているが¹⁹⁾、ディスプレイ排水を浄化槽に流入させることが認可されるまでには至らなかった。そこで、建設省が主導し、官民共同で1994年度に総合開発プロジェクト「生ごみリサイクルシステムの開発」が発足した²⁰⁾。この中で全排水合流方式と厨房系統分流方式の二つの標準システムが提案されたが、当社は全排水合流方式の「ディスプレイ対応型高性能家庭合併処理浄化槽」の開発に着手し、1999年3月に業界で初めて(財)日本建築センターの性能評定を取得した。詳細は本号で報告されているので参照していただきたい。

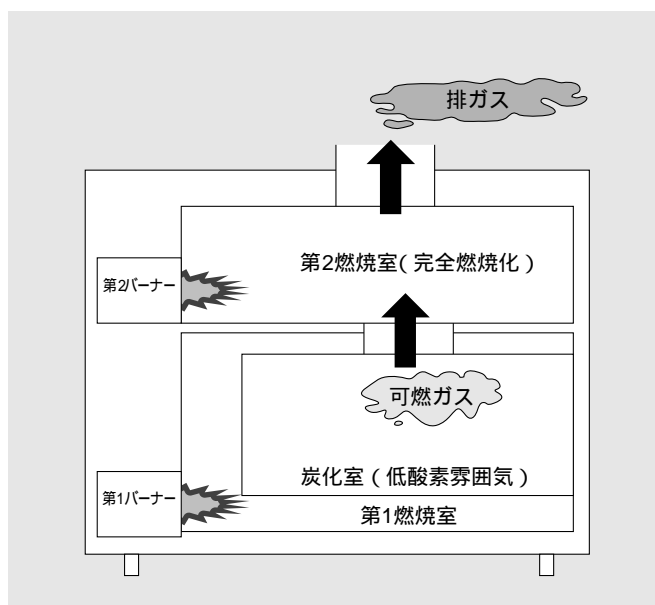


図7 ダイオキシンの排出を抑制した炭化装置 炭化室内は低酸素雰囲気、ダイオキシンの発生が抑制され、第2 燃焼室では高温加熱により、排ガス中のダイオキシンが分解される。

Fig. 7 Restriction of dioxine exhaust

In the carbonizing room, dioxine is restricted by the low-oxygen atmosphere. In the second-burning room, dioxine is decomposed under high temperature.

総 説

3.2.2 炭化装置

最近のダイオキシン問題で、家庭用の小型焼却炉の問題がクローズアップされ、多くの行政ではその使用を禁止したり、撤去費用を補助するまでに及んでいる。当社は原理的にダイオキシンの発生が抑制できる蒸し焼きガス化方式の炭化装置を開発した²¹⁾。図7に示すように、ごみは炭化室内で低酸素雰囲気中で可燃ガスになるため、ダイオキシンの発生自体が抑制されるだけでなく、第2 燃焼室では高温加熱による完全燃焼化により、排ガス中の微量ダイオキシンは分解される。

各種ごみの炭化実験では、ダイオキシンの発生は、大型連続式焼却炉を対象にした現時点で最も厳しい基準値(0.1ng/nm³)のさらに $\frac{1}{100}$ 程度に低減できた。

現在、老人福祉施設の紙おむつを具体的な対象に、実証試験を行っているが、炭化物のリサイクルシステムが構築できれば、本装置は従来の単なるごみ処理装置から、まったく新規なりサイクル装置へと、その位置付けが大きく変化すると予想している。

〔4〕 結 言

当社は、住宅機器ではSMC成形の模様付け、ユニバーサルデザインや清掃性の向上において、環境機器では生物濾過という新しい水処理技術によるコンパクト化で市場をリードする技術開発を行ってきた。

しかし、戦後50年間の住宅・社会資本の整備の結果、総住宅戸数は世帯数を大きく上回り、さらに少子・高齢化による投資余力の減少もあいまって、住宅の新設着工は今後多くを期待できない状態にある。

この中で、従来行ってきたハードの供給というメーカーの単純な機能から、今後は「社会との調和」「循環社会対応」という「生活の段階」を視野に、健康、福祉、社会参加、情報化、国際化までを含めた総合的な視点からの「住生活ソフトの提案」を積極的に行い、また、自然に対する理解を深め、循環型社会における共生のための技術開発と長寿命住宅におけるリフォームなどの「ライフスタイルの提案」を積極的に行ってゆくことの二つが当社に課せられた役割であると考えており、住宅と環境の両機器を展開している当社の強みを生かして、今後これらを大きな事業に育てていく所存である。

参考文献

- 1) 建築審議会建築行政部会建築生産分科会：住宅産業ビジョン、(1997.3)
- 2) 日本建築センター：新建築技術(戸建住宅ディスプレイ・キッチン排水処理システム)、ビルディングレター、(1998.9)
- 3) A・マズロー、小口監訳：人間性の心理学、産業能率大学出版部(1971)
- 4) 健康住宅研究会：室内空気汚染の低減のための健康住宅設計・施工ガイドライン、(1998.10)
- 5) (株)矢野経済研究所：住宅産業白書1998年版、600-602(1998.7)
- 6) (社)日本住宅設備システム協会：住宅設備システムにおけるユニバーサルデザインの評価基準の研究、(1999.3)
- 7) 松下電機産業(株)、昭和高分子(株)：特開平2-279313
- 8) 三井東圧(株)：実開平4-64113
- 9) 建設省：長寿社会対応住宅設計マニュアル、(1995.6)
- 10) 安藤：女性の社会進出に伴う現状の問題点と対策、(財)ベタリーピング、(1995.4)
- 11) (社)住宅生産団体連合会：健康住宅設計・施工ガイド(1999.3)
- 12) 厚生省：平成10年度合併処理浄化槽の新設率について、月刊浄化槽、No.279, 59(1999)
- 13) 日本建築センター：尿尿浄化槽の構造基準・同解説1996年版
- 14) 片貝、外：高性能家庭合併処理浄化槽、日立化成テクニカルレポート、No.25, 35(1995)
- 15) 須藤、外：微生物生態学Ⅰ(微生物固体群の変動と相互作用)、146(1986) 報告書、平成8年度版(1997)
- 16) 矢橋、外：膜分離活性汚泥法を用いた小型合併処理浄化槽の開発(第1報)、月刊浄化槽、No.263, 13(1998)
- 17) 矢橋、外：膜分離活性汚泥法を用いた小型合併処理浄化槽の開発(第2報)、月刊浄化槽、No.267, 33(1998)
- 18) (社)日本住宅設備システム協会：住宅用生活系廃棄物処理装置開発促進に関する調査研究報告書、(1997.3)
- 19) 国安、外：ディスプレイ使用時の小型合併処理浄化槽の処理性能、浄化槽研究、10, No.1, (1998)
- 20) 建設省建築研究所：ディスプレイによる生ごみリサイクルシステムの開発(平成6年度~8年度)報告書、(1997.3)
- 21) 三田、外：ごみ炭化装置の開発、日立化成テクニカルレポート、No.32, 45(1999)

ディスポーザ排水対応型浄化槽 DBF1型の開発

A domestic Wastewater Purification Tank (DBF 1-type) for domestic and disposal wastewater

本橋昭夫* Akio Motohashi 石井康弘* Yasuhiro Ishii
 和田康里** Yasusato Wada 山下 宏** Hiroshi Yamashita

従来、ディスポーザは環境への負荷増加などの理由から、関係諸官庁の方針により使用自粛あるいは禁止されていた。

しかし最近になり、ごみ問題の一つの方策として、生ごみをディスポーザで粉碎し、その排水を処理するシステムが提案され、ディスポーザの使用が緩和される方向にある。

そこで、当社は、生活の利便性の向上のみでなく、環境への負荷低減を考慮し、平成9年10月から戸建住宅を対象としてディスポーザ排水対応型の家庭合併処理浄化槽の開発に着手した。

その結果、処理方式として当社の高性能型浄化槽KBF型の流量調整、嫌気濾床、生物濾(ろ)過技術を適用し、生物化学的酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand: BOD)10mg/ℓ以下、浮遊物質(Suspended Solids: SS)10mg/ℓ以下、全窒素(Total Nitrogen: T-N)10mg/ℓ以下の高度な処理水が得られるディスポーザ排水対応型浄化槽DBF1型を開発することができた。

Until recently, disposals have been prohibited or restricted by environmental agencies and ministries related to health, welfare, and construction because of the harmful effect of wastewater on the environment. One proposed measure to rectify the waste water-disposal problem is to crush garbage with a disposal and then treat the resulting wastewater. As a result, use of disposals is simplified.

We have developed a high-performance domestic wastewater purification tank. It is designed for use in houses not connected to sewage systems to improve the quality of life without negatively impacting the environment. The treatment method combines flow equalization, anaerobic and biofilm filtration, and the application of our high-performance domestic wastewater purification tank KBF type. Our DBF1-type purification tank can treat both domestic and disposal wastewater. The effluent has biochemical oxygen demand (BOD) 10 mg/ℓ, suspended solids (SS) 10mg/ℓ, and total nitrogen (T-N) 10mg/ℓ.

〔1〕 緒 言

現在、ごみの排出量は毎年増加し続けているため、焼却・埋め立てを主とする処理は限界に近く、ごみの収集・運搬・処分の効率化を図ることが緊急な課題となっている^{1)~3)}。この問題に対する一つの方策として、家庭ごみの約30%の重量を占める生ごみをディスポーザで粉碎処理するシステムが提案されている^{4)~7)}。

このシステムは、生ごみを分別処理することから、ごみの減量化、収集・運搬の効率化、さらには資源としての再利用の促進など、ごみ処理の合理化が図れることや各家庭の台所から不衛生な生ごみがなくなることから、清潔で快適な生活環境を保てることなどの効果が期待できる。

しかし、ディスポーザ排水を未処理で放流すると、下水道または浄化槽への負荷増加に伴う処理性能の悪化、汚泥発生量の増加、下水管の閉塞およびこれらによる環境への負荷が増加することから、現在まで全国約80%の市町村はディスポーザ使用の自粛または禁止を求めてきた⁴⁾。

そこで当社は、ディスポーザ排水を尿(し)尿、生活雑排水と併せて家庭レベルで処理することによりこれらの問題を解決できると考え、当社の高度処理型浄化槽KBF型の技術を応用拡大し、流量調整機能、嫌気濾床および生物濾過方式を組み合わせたシステムを開発し、実地に検証した。

その結果、生物化学的酸素要求量(Biochemical Oxygen Demand: BOD)10mg/ℓ以下、浮遊物質(Suspended Solids: SS)10mg/ℓ以下、全窒素(Total Nitrogen: T-N)10mg/ℓ以下の高度

な処理性能を有し、環境に対する負荷を低減し、戸建住宅を対象とするディスポーザ排水対応型浄化槽DBF1型を開発したので以下報告する。

〔2〕 開発目標

ディスポーザ排水対応型浄化槽の開発目標は、生活の利便性向上のみならず、ディスポーザ排水の流入による負荷増大への対応と環境への負荷低減を考慮し、表1のようにした。

処理水量は通常下水の原単位である200ℓ/人・日に、ディス

表1 開発目標 処理水量は、従来の生活排水200ℓ/人・日にディスポーザ排水5ℓ/人・日を加えたものとした。処理水質は、環境に対する負荷を低減するために、BOD、SS、T-Nをそれぞれ10mg/ℓ以下に設定した。

Table 1 Development Targets

The treatment quantity targets are domestic wastewater of 200ℓ/person per day and disposal wastewater of 5ℓ/person per day. The quality of effluent targets are BOD 10mg/ℓ, SS 10mg/ℓ, and T-N 10mg/ℓ.

項 目	目 標 値
処理水量	生活排水 : 200ℓ/人・日 ディスポーザ排水 : 5ℓ/人・日 (生ごみ量: 250g/人・日)
処理水質	BOD : 10mg/ℓ以下 SS : 10mg/ℓ以下 T-N : 10mg/ℓ以下
容量、価格	ディスポーザ排水に対応しない浄化槽と同等以下(構造基準告示第1の六)
維持管理	保守点検 : 3回/年以下 清掃 : 1回/年以下

*当社 結城事業所 **当社 住機環境事業本部事業開発センター

ポーザ排水5ℓ/人・日を加えた205ℓ/人・日,生ごみ量250g/人・日とした。また,処理水質は,家庭用浄化槽として最も高いレベルであるBOD10mg/ℓ以下,SS10mg/ℓ以下,T-N10mg/ℓ以下とした。さらに,槽の容量,維持管理頻度および価格は,ディスポーザ排水に対応しない浄化槽(尿尿浄化槽の構造基準^{*)}告示第1の六:BOD20mg/ℓ,T-N20mg/ℓ)と同等以下とした。

〔3〕 ディスポーザ排水について

ディスポーザ排水の流入による負荷量の増大を把握するために,一般家庭から発生する生ごみおよび標準生ごみ(表2,写真1)の量と組成について調査し,統計学的な解析を行った結果を図1に示す。ディスポーザ排水の汚濁濃度は,最大でBOD約5,000mg/ℓ,SS約5,000mg/ℓ,T-N約200mg/ℓと高い値であり,表3に示すようにディスポーザ排水を併せて処理する場合の流入負荷量は,尿尿,生活雑排水のみの場合と比較してBODで約1.6倍,SSで約1.5倍,T-Nで約1.1倍に増加する。

また,図2に示すように,ディスポーザ排水は時間の経過

表2 標準生ごみの量と組成 建設省のプロジェクトの調査結果により設定された標準生ごみの量と組成である。

Table 2 Weight and Composition of Typical Garbage
The weight and composition of "typical garbage" is based on a project conducted by the Ministry of Construction.

材 料	湿潤重量 (g)	割合 (%)
野菜類	45	36
人参 キャベツ	45	
果実類	25	30
バナナの皮 リンゴ	25	
グレープフルーツの皮	25	
鳥のモモまたは手羽の骨	20	8
魚(鰻の干物)	25	10
卵の殻	5	2
米飯	25	10
茶殻	10	4
合計	250	100

表3 流入負荷量 流入水のBOD/T-N比は,ディスポーザ排水の流入により4から6に増加する。

Table 3 Pollutant Load of Influent
The ratio of BOD to T-N increased from 4 to 6 by the inflow of garbage-disposal wastewater.

項 目	流入水の種類 (尿尿,生活雑排水)	生活排水 (+ディスポーザ排水)
BOD (g/人・日)	40	65
SS (g/人・日)	50	75
T-N (g/人・日)	10	11
水量 (ℓ/人・日)	200	205
BOD/T-N比 (-)	4	6

とともに固形物の可溶化が起こり,その前後でBOD濃度は約3.0倍に増加するため,尿尿,生活雑排水のみを処理する場合と比べ,流入負荷量は約2.8倍に増加する。

したがって,ディスポーザ排水を尿尿,生活雑排水と併せて処理する場合,汚濁負荷量の増加による処理性能の悪化が懸念されるため,処理時間,微生物量,溶存酸素量を十分に確保する必要がある。

〔4〕 単位装置の検討

ディスポーザ排水を尿尿,生活雑排水と併せて処理するに当たり,尿尿,生活雑排水の高度処理を目的とした当社の高



写真1 標準生ごみ 建設省のプロジェクトで設定された標準生ごみである。

Photo. 1 Typical Garbage
Typical garbage based on project conducted by the Ministry of Construction.

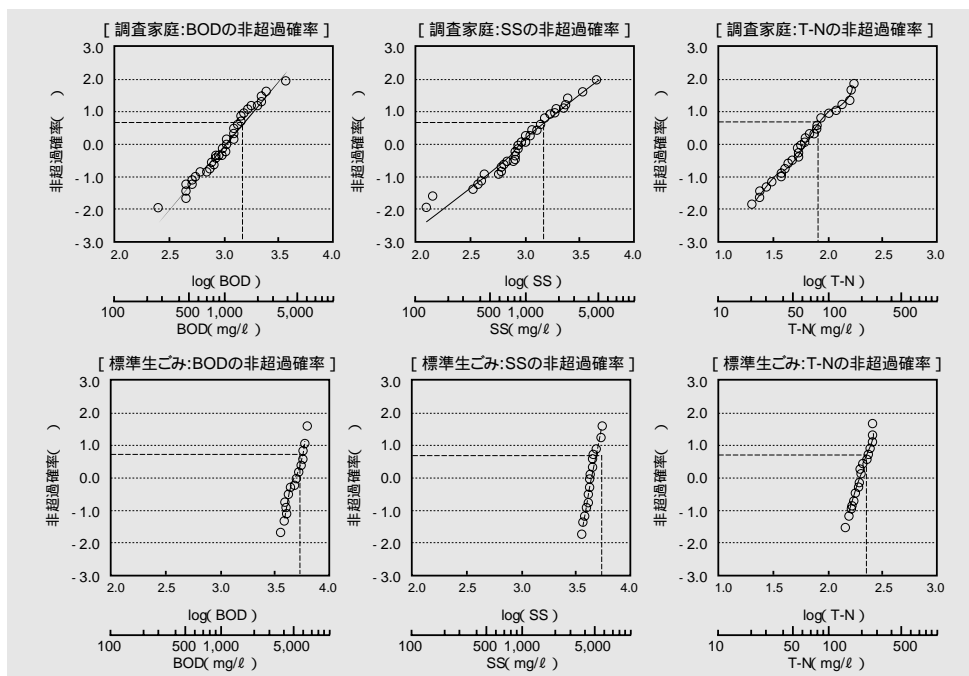


図1 調査家庭および標準生ごみのディスポーザ排水のBOD,SS,T-Nの非超過確率 調査家庭のディスポーザ排水の汚濁濃度は,生活排水の2~23倍の値を示しているが,標準生ごみではさらに高く25倍の値となっている。

Fig. 1 Non-excess probability of BOD, SS, and T-N of garbage-disposal wastewater of households surveyed

The surveyed households disposed of wastewater containing 2-23 times the concentration of pollution as in domestic wastewater and 25 times that of garbage.

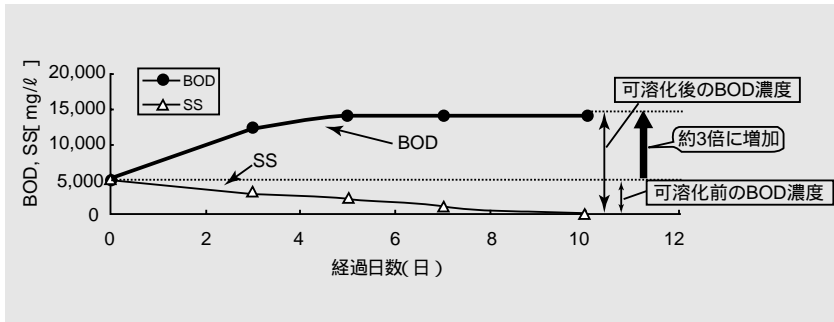


図2 ディスポーザ排水の可溶化特性(嫌気雰囲気, 水温40℃) ディスポーザのBOD濃度は、固形物の可溶化により約3倍に増加する。

Fig. 2 Solubilized Characteristics of Disposal Wastewater
The concentration of BOD in solubilized disposal wastewater was about three times that before solubilization.

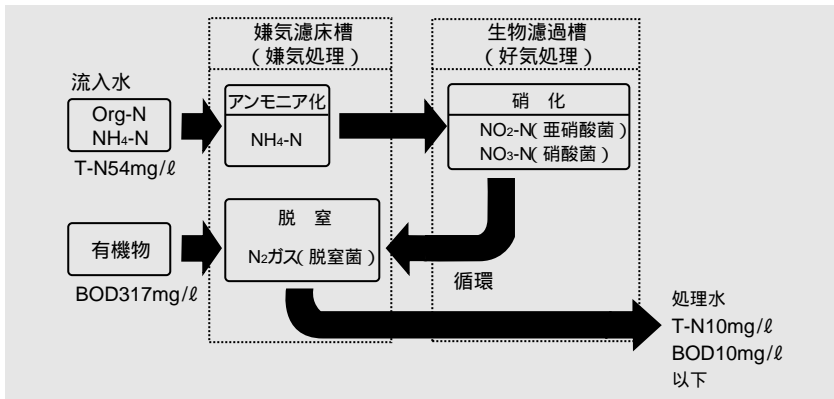


図3 窒素除去の原理 窒素を除去するためには、嫌気・好気処理の循環プロセスが必須である。

Fig. 3 Theory of Nitrogen Removal
The recycling process of anaerobic and aerobic treatment is essential to the removal of nitrogen from wastewater.

度処理型浄化槽KBF型の技術を応用し、さらにブロウ風量、槽容量の増加、流量調整機能の向上を行うことで装置の最適化を図った。

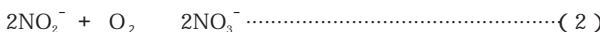
(1) 流量調整装置

嫌気濾床槽第1室に流量調整部、調整装置を付加することにより、高い汚濁負荷のディスポーザ排水を含む流入水の水量変動を緩和し、嫌気濾床槽、生物濾過槽における処理時間を確保してBOD、SSの除去、硝化・脱窒反応を安定化させる。本装置では流量調整部の容量をKBF型の約1.5倍に増加し、日平均汚水量に対する流量調整後の移送水量の比を示す流量調整比をKBF型の2.5以下から2.0以下に低減し、さらに高度な処理性能を得る。

(2) 嫌気・好気処理の循環プロセスによる窒素除去

ディスポーザ排水対応浄化槽における窒素除去の原理を図3に示す。流入水中の窒素は、有機性窒素(Organic Nitrogen: Org-N)およびアンモニア性窒素(Ammonia Nitrogen: NH₄-N)の形態で存在する。Org-Nを嫌気濾床槽で嫌気性微生物によりNH₄-Nに分解し(ammonification: アンモニア化)、次に好気条件下の生物濾過槽において、NH₄-Nを亜硝酸菌(nitrosomonas属)により亜硝酸性窒素(Nitrite Nitrogen: NO₂-N)に、さらに、硝酸菌(nitrobacter属)により硝酸性窒素(Nitrate Nitrogen: NO₃-N)にまで酸化する。このNH₄-NをNO₂-N、さらにNO₃-Nまで酸化する反応を硝化(Nitrification)という。

この硝化の反応式を(1)および(2)式に示す。



これらの反応は、水温に大きく影響され、一般に(3)式に示すアレニウス式で表される。

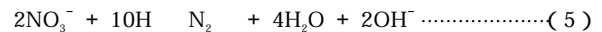
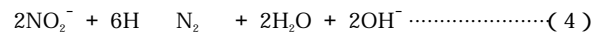
$$kn = A \times \exp(-E/RT) \dots\dots\dots(3)$$

ここで、kn = 硝化速度係数、E = 活性化エネルギー(J/mol)、

R = 気体定数(8.314J/mol・K)、T = 絶対温度(K)、A = 定数

NO₂-NまたはNO₃-Nまで酸化された窒素を含む処理水を、循環装置により流入水量に対する3倍の循環水量すなわち循環比3で嫌気濾床槽に移送し、*Pseudomonas*属に代表される脱窒細菌がBODを除去する際に循環水中に含まれるNO₂-NおよびNO₃-Nの結合酸素を使うことを利用して、窒素ガスとして水中から除去する。これを脱窒(denitrification)という。

この脱窒の反応式を(4)および(5)式に示す。



これらの脱窒反応には、水素供与体としての有機エネルギー源、すなわち、BODが必要であり、流入水中の窒素に対するBODの割合(BOD/N比)が高いほど、脱窒反応を効率的に行うことができる。本装置では、表2に示すように、ディスポーザ排水の流入により、BOD/N比が約4から約6に増加するため、一般的な生活排水のみの流入と比べ、さらに高度な窒素除去が期待できる^{9)~11)}。

(3) 微生物担体

ディスポーザ排水による汚濁負荷の増加に対応して高度な処理水を得るため、好気反応部の微生物担体に立体網目構造で内部の気泡(セル)同士が連通し、比表面積が600m²/m³と高く、BOD酸化細菌、比増殖速度(単位生物量当たりの増殖速度)が小さい亜硝酸菌、硝酸菌などの細菌、繊毛虫類などの原生動物、輪虫類、水生ミミズ類などの微小後生動物を活性汚泥濃度(Mixed Liquor Suspended Solids: MLSS)として約7,000mg/lと高濃度に保持できるポリエチレン連通気泡担体を採用する。

(4) 生物濾過槽

上記微生物担体を用いて、上部をBODの除去、NH₄-Nの硝化を行うばっ気部、下部をSSの物理的濾過を行う静止部として区分した上下2段構造の生物濾過方式を採用することによ

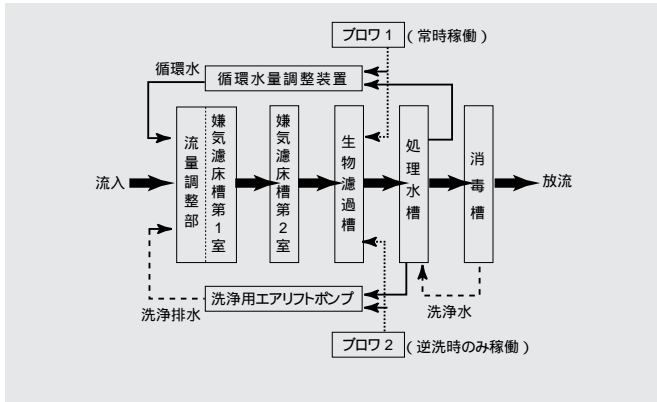


図4 フローシート ディスポーザ排水対応型浄化槽のフローシートである。
Fig. 4 Flowchart
Flowchart of DBF1-type purification tank for domestic and disposal wastewater.



図5 ディスポーザ排水対応型浄化槽の概略図 流入水は、嫌気濾床槽第1室および第2室において、固形物の分離および嫌気処理される。その後、生物濾過槽において、ばっ気部で好気処理、静止部でSSの物理的濾過が行われ、処理水槽を経て、消毒槽で消毒された後に放流される。

Fig. 5 Schematic Diagram of DBF1-type Purification Tank for Domestic and Disposal Wastewater

The first and second anaerobic filter tanks remove solids and pollution in the wastewater anaerobically. The biofilm filtration tank removes pollution in the effluent of the second anaerobic filter tank aerobically at the aeration part and filters remove suspended solids in the confusing. The effluent of the biofilm filtration tank is disinfected in the disinfection tank and discharged.

り、静止部での濾過能力が向上し、透明感のある処理水を得る。

(5) 逆洗機構

静止部にてSSを物理的に濾過すると、捕捉されたSSが蓄積するため、逆洗による排出が必要である。維持管理の簡易化を図るために、生物濾過槽の逆洗を1日1回15分間、タイマーによる自動制御で実施する。

〔5〕 装置の概要

ディスポーザ排水対応型浄化槽の処理フローシートを図4に、概略図を図5に示す。

〔6〕 結果

本処理装置の実証試験は、標準生ごみのディスポーザ排水と団地生活排水を使用した1基、戸建住宅に設置した2基の合計3基の実証試験槽で1年間以上実施した。

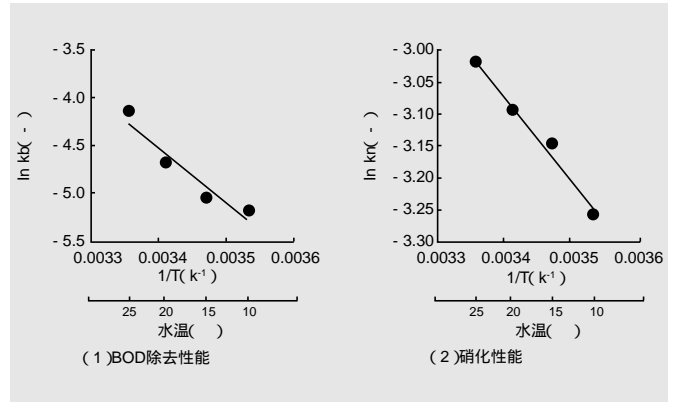


図6 担体のBOD除去性能および硝化性能 本担体は、比増殖速度の小さい硝化菌を保持できるため、低水温時にも安定した硝化性能を示す。

Fig. 6 Removal BOD and Nitrification in the Carrier

This carrier has stable nitrification performance even at a low water temperature, because it can hold nitrifying bacteria with a low specific growth rate.

表4 処理水質 すべての実証試験槽において、目標水質BOD, SS, T-Nとも10mg/l以下を達成した。

Table 4 Quality of Effluent in Test Tanks

The water in all test tanks reached the quality of effluent targets: BOD 10mg/l, SS 10mg/l, and T-N 10mg/l.

実証試験槽		A	B	C	総合
試験条件		標準生ごみ (高負荷)	一般戸建住宅生ごみ (通常負荷)		
BOD (mg/l)	平均	7.3	6.8	6.3	7.0
	範囲	5.2~5.5	4.4~9.0	1.7~9.6	1.7~9.6
SS (mg/l)	平均	3.3	4.2	3.0	3.6
	範囲	1.7~5.4	1.9~6.2	1.0~4.5	1.0~6.2
T-N (mg/l)	平均	7.3	7.6	7.7	7.6
	範囲	5.5~9.0	4.8~9.2	5.1~8.5	4.8~9.2

以下、実証試験から得られた結果をまとめる。

6.1 処理水質

実証試験槽3基の処理水BOD, SS, T-Nを表4に示す。本実証試験槽は、全データが目標処理水質のBOD10mg/l以下、SS10mg/l以下、T-N10mg/l以下を達成しており、冬期低水温時を含めた1年間を通して安定した処理性能を得た。

この理由を検討するために、実証試験槽の担体について水温と担体表面積当たりのBOD除去速度、硝化速度の関係を図6に示すアレニウスプロットにより求めると(5)および(6)式が得られる。

$$kb = 5.62 \times 10^6 \times \exp(-5.90 \times 10^3/T) \dots \dots \dots (5)$$

$$kn = 3.69 \times \exp(-1.29 \times 10^3/T) \dots \dots \dots (6)$$

ここで、kb = BOD除去速度係数(g/m²・h), kn = 硝化速度係数(g/m²・h), T = 絶対温度(K)

(6)式より、本実証試験槽の担体の冬期低水温時13℃における硝化速度は40.6mg/m²・hと文献値の20.9mg/m²・h(担体充填(てん)率80%として計算)¹²⁾より高いことから、担体に比増殖速度が小さい亜硝酸菌、硝酸菌を十分に保持でき、冬期低水温時も良好な窒素除去性能を得た。

6.2 流量変動の緩和

最も負荷の高い標準生ごみを流入させた実証試験槽Aにおける1日の流入水量、移送水量および処理水質の変動を図7に示す。本実証試験槽の流量調整機能により、時間当たりの日平均汚水量に対する流入水量の比を示す流入ピーク比7.6の流入水量に対して、流量調整部でオーバーフローがなく流量調整比2.0

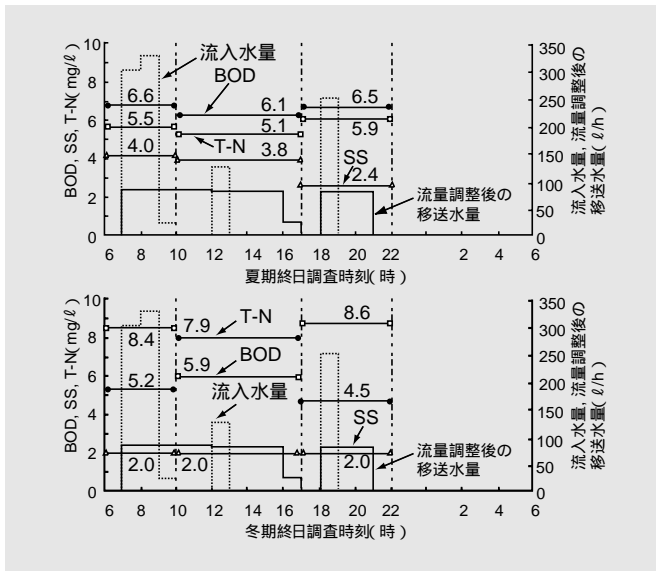


図7 実証試験槽Aにおける1日の流入水質の経時変化 流入水量の変動(最大流入ピーク比7.6)は、流量調整装置により、流量調整比2.0以下に緩和された。その結果、処理水BOD, SS, T-Nは、流量変動の影響を受けず、1日を通して目標水質10mg/l以下を達成した。

Fig. 7 Correlation between quality of effluent concentration, quantity of wastewater inflow, and time per verification test (tank A)

The change in the quantity of wastewater inflow (the ratio of maximum quantity of wastewater inflow to average inflow was 7.6) was reduced to below 2.0 of the ratio of the quantity of effluent to the average inflow by using flow-equalization equipment. As a result, the effluent BOD, SS, and T-N concentrations reached the targets, without changing the quantity of wastewater inflow.

以下で運転でき、BOD, SS, T-Nともに安定した処理水質を得た。

6.3 汚泥収支

実証試験槽A, Cでは1年以上の実証試験終了時に、実証試験槽Bでは実証試験前(ディスポーザ排水なしの条件で1年間運転後)および実証試験終了時に汚泥の全量引き抜きを実施した。それらの結果を表5に示す。

また、実証試験槽Bについて、ディスポーザ排水の有無によるSS, BODの物質収支の差を図8に示す。実証試験槽Bにおいて、除去BOD当たりの蓄積SS量で表される汚泥転換率は、ディスポーザ排水の流入がある場合44% ない場合25%であり、流入がある場合はやや高い値となったが、当社データや文献値と比較して一般的な浄化槽の範囲内であった^{(13), (14)}。また、表5よりディスポーザ排水の有無による汚泥蓄積量の差は、年間1人当たり3.9kgであった。

本装置は、流量調整装置による処理時間の確保や嫌気濾床槽での窒素除去に伴い発生する窒素ガスによるスカム(浮上汚泥)の形成促進などにより、負荷量の高い標準生ごみを用いた実証試験槽A, 一般戸建住宅に設置した実証試験槽B, Cにおいて、浄化槽法第10条に定められた年1回の清掃に対応できる汚泥貯留能力を十分に有していた。

6.4 生物相

多様な微生物を高濃度に保持できる担体を採用した結果、水質良好時に出現し、透明な水質を保持する上で重要な濾過摂食者の輪虫類の*Philodina*属(写真2)や繊毛虫類の*Vorticella*属(写真3)、硝化が十分に進行しているときの指標生物である有殻アメーバの*Arcella*属などが優占化し、さらに汚泥減量化に貢献する凝集体捕食者の環形動物水生ミズミズ類の*Pristina*属が出現し、良好な生物相が形成された。



写真2 輪虫類*philodina*属の顕微鏡写真(×60倍) 本属が優占化しているときの処理水は、BOD10mg/l以下であることが多く、透視度も100cm以上を示す。また、本属が多量に出現すると汚泥発生量も少なくなる。

Photo. 2 Microphotograph of *Philodina* sp. of Rotatoria

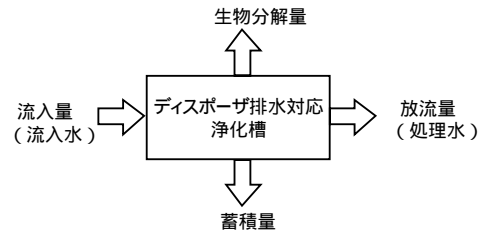
Effluent BOD was often below 10mg/l and transparency was over 100cm, so the quantity of produced sludge decreased, as *Philodina* sp. became dominantly.

表5 汚泥蓄積量 最も高い負荷で運転されたA槽の汚泥蓄積量は、9.33kg/人・年であり、1年間分の汚泥を十分に貯留可能であった。

Table 5 Quantity of Accumulated Sludge in Anaerobic Filtration Tank

Of the three tanks, tank A had the highest level of accumulated sludge, at 9.33kg/person per year, so it can store all the sludge produced in one year.

項目	一般戸建住宅生ごみ			
	A(5人槽)	B(5人槽)	C(7人槽)	
試験条件	標準生ごみ(高負荷)	一般戸建住宅生ごみ(通常負荷)	生ごみ投入なし	一般戸建住宅生ごみ(通常負荷)
流入BOD量(kg/人・年)	24.1	17.9	15.9	15.7
放流BOD量(kg/人・年)	0.6	0.5	0.6	0.4
引き抜き汚泥濃度(mg/l)	26,050	17,780	8,440	13,810
引き抜き汚泥量(m ³)	2.34	2.37	2.27	3.42
経過日数(日)	477	400	367	470
汚泥蓄積量(kg/人・年)	9.3	7.7	3.8	5.2
汚泥転換率(%)	40	44	25	34



項目	試験条件	生ごみ投入あり	
		生ごみ投入あり	生ごみ投入なし
SS	流入量(kg/人・年)	11.9	10.5
	放流量(kg/人・年)	0.5	0.3
	生物分解量(kg/人・年)	3.6	6.3
	蓄積量(kg/人・年)	7.7	3.8
BOD	流入量(kg/人・年)	17.9	15.9
	放流量(kg/人・年)	0.5	0.6
汚泥転換率(%)	(SS)/(BOD - BOD)	44	25

図8 実証試験槽Bにおける物質収支 汚泥転換率は、ディスポーザ排水の流入がある場合44%、ない場合25%であり、一般的な浄化槽の範囲内であった。

Fig. 8 Material balance of verification test (tank B)

The gross-yield coefficient of sludge when garbage-disposal wastewater flowed or not was 44% or 25%, respectively, and was within the range of general domestic wastewater purification tanks.

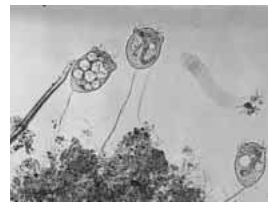


写真3 繊毛虫類*Vorticella*属の顕微鏡写真(×150倍) 本属は、濾過摂食者であり、透明な処理水は、BOD15mg/l以下の場合が多い。

Photo. 3 Microphotograph of *Vorticella* sp. of Ciliata

Vorticella sp. play a role in filtration, so it is important to keep the effluent clear. When *Vorticella* sp. appeared, effluent BOD was often below 15mg/l.

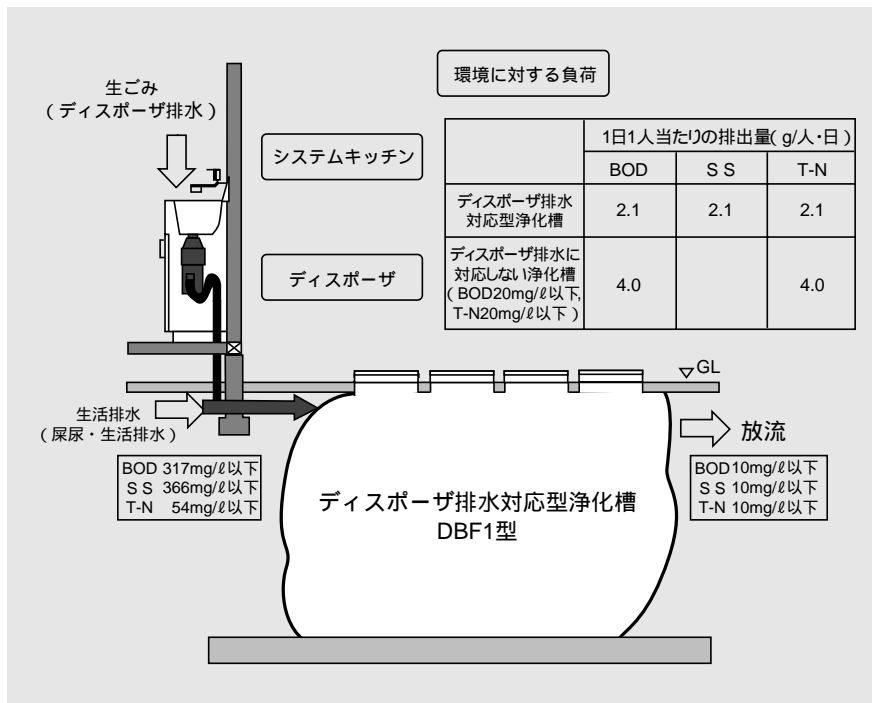


図9 デスポーザ排水処理システムの全体図
本開発のデスポーザ排水処理システムの全体図である。
Fig. 9 General view of Disposal Wastewater Treatment System
General view of developed disposal wastewater treatment system.

〔7〕 結 言

デスポーザ排水と尿尿、生活雑排水を併せて家庭レベルで処理するシステムの処理性能および汚泥貯留能力などについて実地に検証した結果、当初の開発目標を満足するデスポーザ排水対応型浄化槽を開発した。このデスポーザ排水処理システムの全体図および環境に対する負荷を図9に示す。本システムは、各家庭の台所から生ごみをなくして清潔で快適な生活環境を実現でき、さらにデスポーザ排水に対応しない浄化槽と比較して環境に対する負荷をBOD排出量およびT-N排出量として約49%低減できるものである。

本開発品は、業界初のデスポーザ排水対応型浄化槽として、平成11年3月に(財)日本建築センタの一般性能評定を取得することができた。表6に開発品の仕様を示す。

今後は、担体に生息する細菌の可視化、定量化を図るための

表6 開発品の仕様 本開発により得られたデスポーザ排水対応型浄化槽の仕様である。

Table 6 Specifications of Developed Product
Specifications of DBF1-type purification tank for domestic and disposal wastewater.

人槽 (人)	5	6	7	8	10	
計画汚水量 (m ³)	1.025	1.230	1.435	1.640	2.050	
処理性能	BOD, SS, T-Nとも10mg/l以下					
外形寸法	幅 (mm)	1,290		1,560		
	長さ (mm)	3,180	3,435	3,400	3,930	4,345
	高さ (mm)	1,750				
有効容量	嫌気濾床槽第1室 (m ³)	1.703	1.915	2.108	2.770	3.008
	〔流量調整部〕 (m ³)	(0.589)	(0.689)	(0.827)	(1.080)	(1.146)
	嫌気濾床槽第2室 (m ³)	0.848		1.115		1.402
	生物濾床槽 (m ³)	0.522	0.593	0.675	0.856	
	処理水槽 (m ³)	0.850		0.914	1.139	1.310
	消毒槽 (m ³)	0.026				
	総容量 (m ³)	3.949	4.161	4.756	5.725	6.602
フロー	フロー1 (ばっ気用) (ℓ/分)	105				
	フロー2 (逆洗用) (ℓ/分)	105		120		

FISH法 (Fluorescent In Situ Hybridization) などの新しい解析技術を適用して、担体の最適化、処理の効率化による装置のコンパクト化を図り、さらに物理化学的処理によるリン除去機能の追加、維持管理を容易にするためのメンテナンスフリーを目指した製品を開発する予定である。

参考文献

- 1) 環境白書, 平成9年度版各論, P.127 ~ 136 (1997)
- 2) 厚生白書, 平成9年度版, P.328 ~ 331 (1997)
- 3) 福永: ごみ焼却の新技术と課題, 環境技術, 28 (2), 127 ~ 136 (1997)
- 4) 建設省総合開発プロジェクト, 平成6年度デスポーザによる「生ごみ処理システムの開発」報告書
- 5) 楊, 外: デスポーザによる生活系廃棄物処理の合理化, 月刊生活排水, 17 (192), 1 ~ 15 (1997)
- 6) 建設省総合開発プロジェクト, デスポーザによる生ごみ処理システムの開発, 月刊生活排水, 17 (192), 16 ~ 21 (1997)
- 7) 西村, 外: デスポーザによる戸建用生ごみ排水浄化処理システムの実証試験, 月刊生活排水, 17 (192), 22 ~ 30 (1997)
- 8) 尿尿浄化槽の構造基準・同解説, 1996年版, P.214 ~ 221
- 9) 吉野: 硝化液循環嫌気好気床法の脱窒槽に及ぼすBOD/N比とHRTの影響, 用水と排水, 36 (12), 25 ~ 30 (1994)
- 10) 山海, 外: デスポーザ排水の標準組成と負荷特性, 水環境学会誌, 22 (1), 67 ~ 73 (1999)
- 11) 稲森: デスポーザ排水対応型高度小規模合併処理浄化槽, 用水と排水, 41 (8), 57 (1999)
- 12) 田中, 外: 担体流動曝気を組み込んだ流量調整型小規模合併処理方式によるBOD, SS, 窒素の高度処理, 用水と排水, 39 (1), 19 ~ 24 (1997)
- 13) 高度処理型小型合併処理浄化槽の開発動向, 月刊浄化槽, 254, 11 ~ 63 (1997)
- 14) 国安, 外: デスポーザ使用時の小型合併処理浄化槽の処理性能, 浄化槽研究, 10 (1), 11 ~ 23 (1998)

システムバスルーム用 ノングレーチング防水ドア

Room-Level Waterproof Doors (without gutters and covers) for Bathroom Units

笠木久義* Hisayoshi kasagi 中山茂人* Shigeto Nakayama 川合慎治* Shinji kawai

住宅のバリアフリー化が進むなか、システムバスルームも各社はこれに対応した品揃えを充実させてきた。これらの商品は、当社品を含めて浴室と脱衣室との段差をなくすため、ドアの前の洗い場に排水溝を設けて浴室外へ水があふれるのを防ぐ構造としている。このため、排水溝およびグレーチング(溝の蓋(ふた))に汚れが付着しやすく、掃除が大変で改善してほしいとの要望が増えていた。

新スパジアでは、パッキンで水密性を高めると同時に、下枠に排水機能(樋)をもたせた高水密のドアを開発した。これにより、業界で初めて段差がない出入口をグレーチングを設けずに実現し、清掃性を格段に向上させた。

Many industrialized bathroom units have been developed for the Japanese style of bathing. Some are detached units without a barrier. That is, their doorway is level with the adjoining room. These units have gutters with grating covers around the edges of the bathing area. They prevent any water from leaking out the door. These gutters and covers easily become filthy. Our customers have demanded that they be made easier to clean.

We have developed new doors for our units that improve their ability to prevent leaking. They have a drainage function under their bottom frame. They thus eliminate the need for gutters and covers in front of the door without imposing a barrier. They are the first such doors on the market.

〔1〕 緒言

バリアフリー型の戸建用システムバスルーム⁽¹⁾が各社から発売され、普及タイプから高級タイプまでの豊富なラインアップを持つにいたっている。バリアフリー型の仕様は各種基準によって異なるが、出入口段差20mm以下、浴槽またぎ高さ300～500mm、手すり設置などが主な要件である。表1に「住宅金融公庫 高齢者対応設備設置工事 割増融資(100万円/戸)浴室に関する基準」を示す⁽²⁾。しかし、単なるバリアフリーだけでなく、さらにユーザーサイドに立った考え方を具現化した商品を他社に先駆けて提供していくことが、競争が激化する市場で生き残っていくために最も重要なことであった。

当社は、出入口段差をなくしたうえで、洗い場周囲溝とグレーチング(溝の蓋)をなくすことで、より掃除が楽な浴室を提供できると考え、これを他社との差別化ポイントの核として新商品開発を行った。

本報では、ノングレーチングで出入口段差なしを達成するた

項目	条件
サイズ	短辺は内法1.4m以上かつ有効面積2.5m ² 以上
出入口	引戸または折戸など出入口段差は2cm以下
出入口幅	65cm以上 緊急脱出が可能なこと
浴槽またぎ高さ	30cm以上50cm以下 出入りのための手すり設置

表1 住宅金融公庫の高齢者対応設備設置工事割増融資の浴室に関する基準

Table 1 The extra loan standard about the bathroom corresponded the aged by the government housing loan corporation.

めの防水ドアの開発について述べる。

(¹): 床・壁・天井・浴槽などの構成部材を多くのバリエーションの中から好みに応じた選択を可能にしたバスユニット

(²): グレーチングをなくした洗い場

〔2〕 開発方針

2.1 従来品の問題点

バリアフリー型の戸建用システムバスルームは、出入口段差を20mm以下にするために、洗い場のドア前に排水溝を設けて浴槽からのオーバーフロー水をのみこむ構造としていた。また、排水溝の蓋としてグレーチングを設けていた。図1に洗い場の周囲に排水溝・グレーチングを配設したバリアフリー型システムバスルーム(当社従来品、1坪サイズ)を示す。

洗い場の周囲に配設させた排水溝およびグレーチングには、使った排水が流入するため汚れが付着し、掃除が大変であった。汚れは、髪の毛・体毛、ほこり、水あか、石鹸(せっけん)かす、人体からの油分、微生物の代謝物などである。図2に汚れが付着した排水溝を示す。図3に同じくグレーチングを示す。本品は、筆者が北陸地方で使用したものである。この状態は、夏季2週間1度も清掃をせずに使用したものであるが、かなり汚れが付着している状態がわかる。一般的には、少なくとも3～5日間に一度の割合で掃除を行わなければならないと思われる。

ユーザーのバスルームに対する要望を調査すると、最上位に掃除の軽減があがっている⁽²⁾。そこで、本開発品はバスルームの掃除に注目して、出入口段差をバリアフリー型の基準であ

* 日立化成ユニット株式会社 開発・設計センタ

る20mm以下ではなく，さらに使いやすさを追及した出入口段差なし(長寿社会対応住宅設計指針³⁾では3mm以下を指す)で，洗い場ドア前の排水溝およびグレーチングをなくし，ユーザーの掃除を軽減することとした。



図1 バリアフリー型システムバスルーム(当社従来品, 1坪サイズ)
Fig.1 Barrier-free bathroom unit (former model, 1 tsubo size)

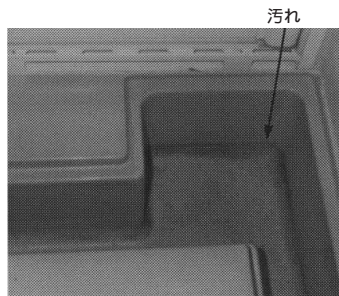


図2 汚れが付着した排水溝
Fig.2 Filthy gutter

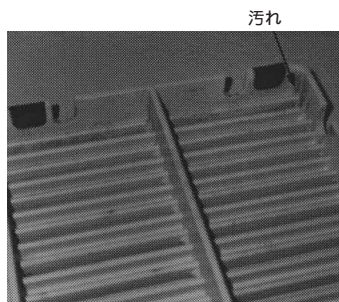


図3 汚れが付着したグレーチング
Fig.3 Filthy grating cover

2.2 バリエーション

一般型のドアバリエーションは框(かまち)戸，折戸であるが，バリアフリー型はドア開閉時にも洗い場が広く使える3枚引戸，片引戸の要求が高い。本開発品は，框戸，折戸，3枚引戸，片引戸とした。図4に框戸，図5に折戸，図6に3枚引戸，図7に片引戸を示す。

2.3 仕様

バリアフリー型の各種条件を満たすためには，出入口段差を20mm以下とし，出入口開口幅を650mm以上としなければならない。これは車椅子での出入を考慮したものであるが，実際は20mmの段差でも車椅子では十分に使いやすいとはいえないため，出入口段差なしとした。

2.4 性能基準

ドアの性能基準は，実際の使用において最悪の条件を想定



図4 框戸
Fig.4 Single-panel swinging door



図5 折戸
Fig.5 Folding door



図6 三枚引戸
Fig.6 Three-panel sliding door



図7 片引戸
Fig.7 Single-panel sliding door

して定めた。成人男子が満水にした浴槽に急激に入浴すると浴槽の湯がオーバーフローすることを想定して，60リットルの水を400mmの高さから洗い場に5秒間で流し，ドア外へ漏水なきことを性能基準とした。図8および図9に性能基準に基づいた試験状態を示す。

耐久性に関しては，従来どおり10万回の開閉で漏水などの異常がないこととした。これは，ドアの開閉動作として約10年に相当する。

〔3〕 開発

3.1 設計方針

設計に当たっては，従来品の機能に加え防水ドアとして必要になる機能と，従来品の改良を進める部分を品質に織り込むこととした。

3.1.1 防水の考え方(新機能)

浴槽からのオーバーフロー水(60リットル/5秒)の防水については，下記の考え方とした。

防水性の高いパッキンで水圧を抑え，ドア外へ水が出ないようにする。

パッキンで防水できない分の水は，ドア下枠の下に排水用の樋(とい)を設け，そこへ導く。樋へ導かれた排水は，樋より排水管でトラップへ排水する。

防水機能アップによる樋の掃除は極力しなくてもいいこととする。

この考え方を図10に示す。

3.1.2 従来品の改良を進める部分

パッキン類は汚れやすいため，汚れにくい工夫を図る。

3.2 設計

設計方針を具現化するに当たり，考え方を図11に示す防水ドアの機能系統図にまとめた。以降の説明は図11のNo.と呼称して行う。



図8 試験状態-1
Fig. 8 Experiment-1

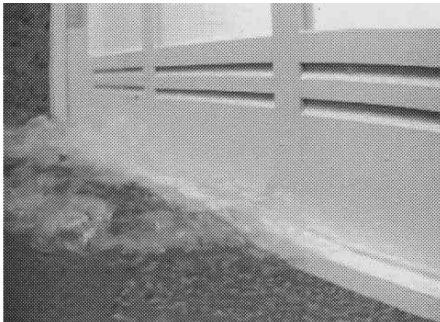


図9 試験状態-2
Fig. 9 Experiment-2

(1) パッキンで止水する

洗い場に60リットルの水をオーバーフローさせると、最も洗い場面積の狭い1216サイズ(0.75坪)の場合、最高約60mmの水位となる。一般的な排水トラップの排水能力80リットル/分では、40秒弱の間 洗い場に水がたまっていることになる。本開発品においては、段差をなくして防水性を確保するために、従来品より防水性の高いパッキンを開発した。パッキンに必要な防水能力は、浴槽からのオーバーフロー水の水撃によるものと最高水位となった時の水圧に対するものである。各ドアにより防水構造が異なるため、それぞれのドアで使用するパッキンの形状を変えた。

以下、それぞれのドアについて説明する。

2枚パッキン

< 框戸 >

框戸は、パッキンが直接オーバーフロー水の水撃および最高水位となった時の水圧を防水しなければならない。

従来品はドア下枠にパッキンを一枚で防水していたが、本開発品ではパッキンを二重にした防水とした。また、従来品はドア下枠に取り付けていたのに対し、本開発品ではドア障子に一次止水用パッキン、二次止水用パッキンを取り付け防水性能を確保した。図12に従来品と本開発品との構造比較を示す。

< 折戸 >

折戸も框戸と同様、パッキンが直接オーバーフロー水の水

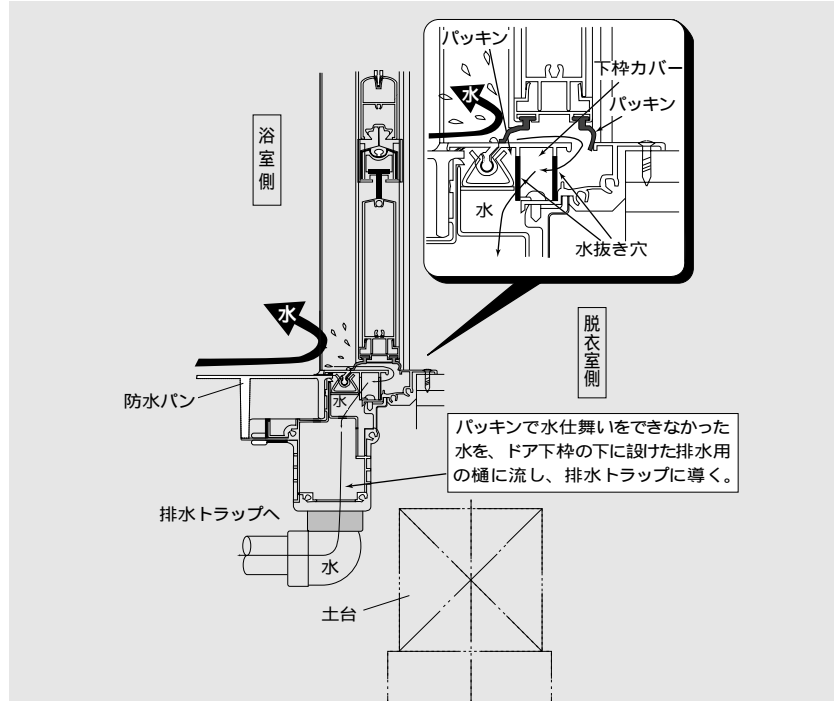


図10 防水の考え方
Fig. 10 Design of door with built-in drain

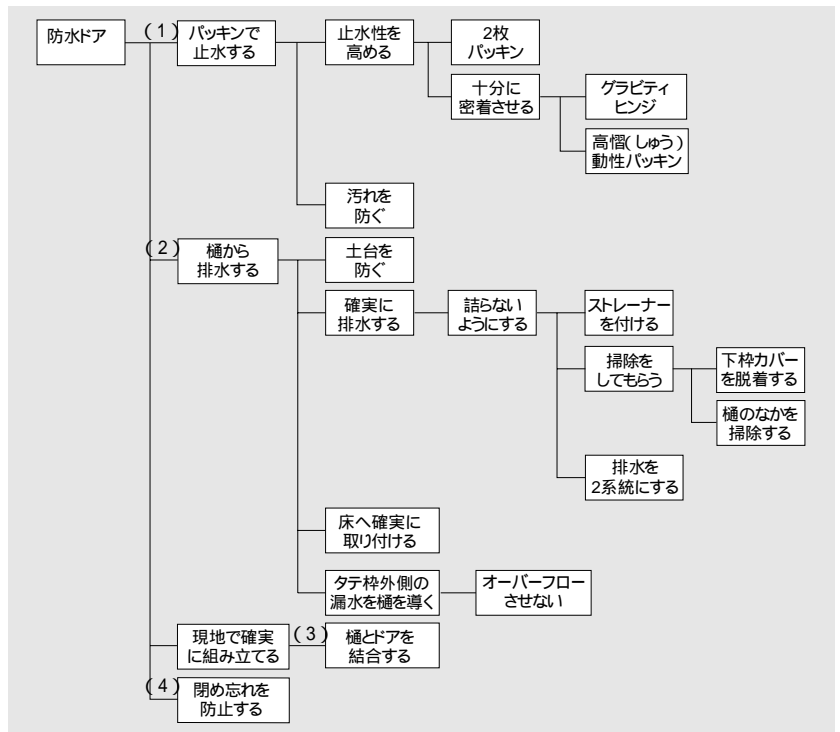


図11 防水ドアの機能系統図
Fig. 11 Door construction to prevent water from escaping

撃および最高水位となった時の水圧を防水しなければならない。従来品はドア下枠にパッキンを一枚だけ取り付けていたが、本開発品では一次止水用としてドア障子に、二次止水用としてドア下枠にパッキンを取り付け防水性能を確保した。図13に従来品と本開発品との構造比較を示す。

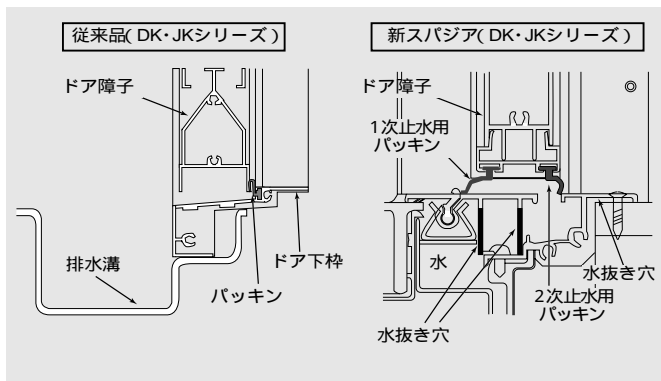


図12 框戸構造比較
Fig. 12 Structures of single-panel swinging doors

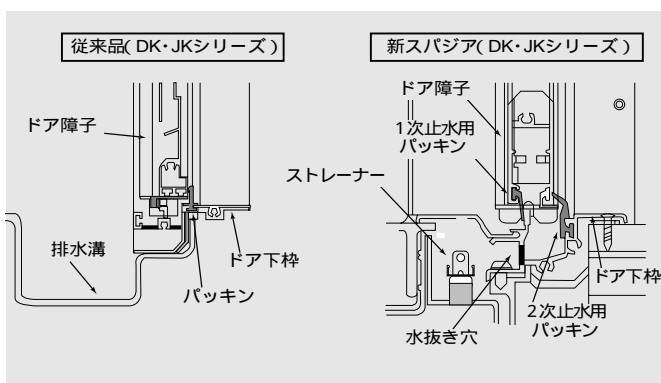


図13 折戸構造比較
Fig. 13 Structures of folding doors

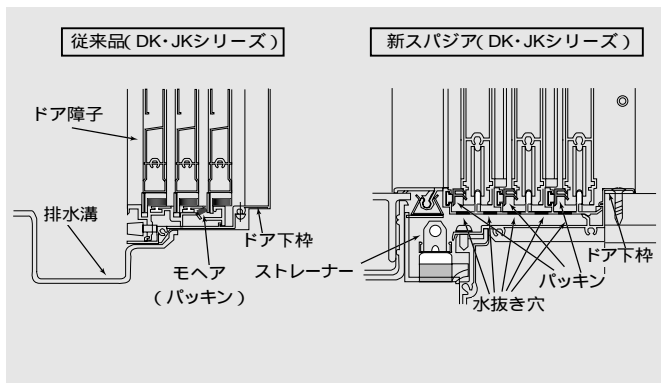


図14 三枚引戸構造比較
Fig. 12 Structures of three-panel sliding doors

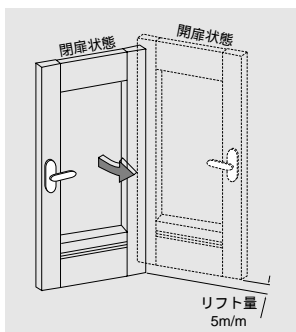


図15 グラビティヒンジ
Fig. 15 Gravity hinge

<三枚引戸, 片引戸>

三枚引戸・片引戸は直接パッキンがオーバーフロー水の衝撃を受けないため、必要な性能は水圧による防水性能となる。

三枚引戸と片引戸の防水の考え方は同じであるため、三枚引戸で説明する。従来品はドア下枠にモヘア(パッキン)で防水していたが、モヘア(パッキン)では水平方向の水勢は弱めることはできても、水位による水圧に対しては防水できない。本開発品はドア下枠に防水性の高い二重ヒレのパッキンを使うことで防水性を確保した。図14に三枚引戸の構造比較を示す。

グラビティヒンジ

框戸・折戸は、開閉時ドア障子が洗い場床面とほとんどすき間なく回転運動をするため、ドア障子に防水のために取り付け付けたパッキンと床が擦れて摩擦が大きくなることで、開閉が重くなることが考えられた。これを解決するために、框戸・折戸は障子が開くにしたがってせりあがり、洗い場床とのすき間が広がるグラビティヒンジを採用した。閉じた状態では、ドア障子が下降し、パッキンとドア下枠が十分に密着する機構である。図15に框戸の場合を示す。

高摺動性パッキン

三枚引戸・片引戸においては、原理試作段階において試験した結果、ほぼ防水性能は確保できることがわかった。しかしパッキンの摩擦が大きくなるため、ドアの開閉動作がかたくなり対策が必要となった。同時に10万回の耐久性を満足できないことがわかった。

これを解決するために、パッキン表面に摺動性に優れた特殊ポリオレフィン樹脂を塗布することとした。これにより、パッキンを完全に防水できるまで圧縮しても、開閉力は従来品並みにすることができた。表2に三枚引戸開閉力比較を示す。

表2 三枚引戸開閉力比較

Table 2 Force needed to open and close three-panel sliding doors

項目	基準	新スバリア		
		ポリオレフィンなし	ポリオレフィン塗布	
開閉力(N)	29.4以下	初期値	39.2	15.1
		10万回開閉試験後	63.7	22.8

注：測定値は保証値ではありません。

汚れを防ぐ

実際の使用において、パッキンは水あか、微生物の代謝物、カビなどでドアのなかで最も汚れやすい部分である。本開発品は、パッキンを抗菌・防カビ仕様として、できるだけ汚れにくい考慮をした。

(2) 樋から排水する

防水はできるだけパッキンで行うが、予想できない水撃、パッキンに砂がついた場合のすき間などによりパッキンを通り抜けた水をドア外へ漏水させないために、下枠の下全幅にわたって樋を設けることとした。また、三枚引戸においては、障子の框の重なる部分はパッキンを取り付け防水することができないため、ここを通り抜けた水を樋に導きドア外に漏らさないことが必須である。

樋はアルミニウム押し出し品で成形しており、両端にパッキンで防水した射出成形品の樋キャップを取り付け、そこより排水する構造としている。

ドア幅が同じ框戸・折戸・片引戸は同じ部品を兼用している。

土台を逃げる

ドア下枠の下に樋を設けるが、ほとんどの戸建住宅の建築にはちょうどその下には土台が存在するため、これを逃げる必要がある。また、樋をトラップが詰まったときの排水のバッファークラスと考へ、容量もある程度大きくし、本開発品においては樋をシステムバスルーム側にオフセットさせて土台を逃げた。現在考えられる最大サイズの土台でも最低5mmのクリアランスをとれるように設定した。図16に土台と樋の取り合い(三枚引戸の場合)を示す。

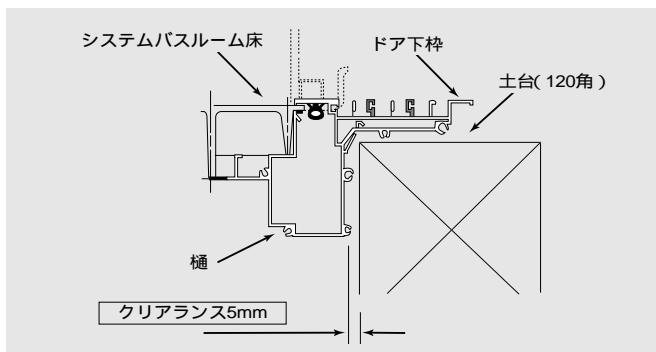


図16 土台と樋の取り合い(三枚引戸の場合)
Fig. 16 Relation between foundation and trough of three-panel sliding door

ストレーナーをつける

樋にゴミがたまり排水が悪くならないように、二重にストレーナーに相当する機能を設けた。図12~14にて説明する。

框戸(図12)の場合、ドア下枠に設けた水抜き穴を通り排水されるが、水抜き穴を2回通過させることによって、髪の毛・埃などのゴミはここで引っ掛かるようにして、排水管に行きにくくしている。また、水抜き穴は平面的には千鳥配列とし、さらに排水管へのゴミの進入を防ぐ考慮をした。

折戸(図13)・三枚引戸(図14)は、框戸のようにドア下枠のなかに2回分の水抜き穴を構造的に設けることができないため、1回の水抜き穴を通過した後、樋のなかに脱着可能に設置したストレーナーを通過させることとした。ストレーナーはユーザーが掃除の際、簡単に脱着・掃除ができるようにしている。

下枠カバーを脱着する

樋のなかを掃除できるように、すべての種類のドアで樋のカバー(下枠カバー)を脱着可能とした。ユーザーが簡単に掃除ができるように、一部につまみを設け樋のなかに固定されたスプリングにはめ込む構造とした。

樋のなかを掃除する

ユーザーに行ってもらおうメンテナンスは、従来品と比較すると樋のなかの掃除が追加となる。取扱説明書では、1回/1ヵ月程度の掃除をユーザーにお願いしている。ただし、従来品(グレーチングあり)の1回(20~30分)3~5日から比べると、大幅に軽減されている。

掃除方法は、まず下枠カバーをはずす。折戸・三枚引戸の場合は、樋のなかに設置したストレーナーをはずし歯ブラシ

などでゴミを取り除き、もとに戻す。框戸・片引戸は下枠カバーにストレーナー機能を持たせているため、下枠カバーを歯ブラシなどで掃除するだけである。

排水を2系統にする

排水は樋の両端の樋キャップから排水管を通り排水トラップへ導く。両端から2系統で排水する理由は、万が一どちらかの排水経路が何らかの原因で詰まった場合でも、もう片方の排水経路が機能するようにするためである。また、リフォームなどで水平になっていない脱衣室の床にドア枠を無理やりあわせた場合など、樋が水平にならなかった場合でも、両側に設けた排水経路があれば水が樋のなかにたまらないことも樋の両端から排水する理由である。

床へ確実に取り付け

システムバスルーム床への取り付けは、防水の信頼性を最優先して工場取り付けとした。簡単かつ強固に取り付けられるように、床裏面に取り付けのガイドおよび強度メンバーであるリブを設け、バックンに加えシリコンシーラントを併用しOリング付きドリリングタッピングねじで強固にリブに取り付けることとした。図17にこの構造を示す。

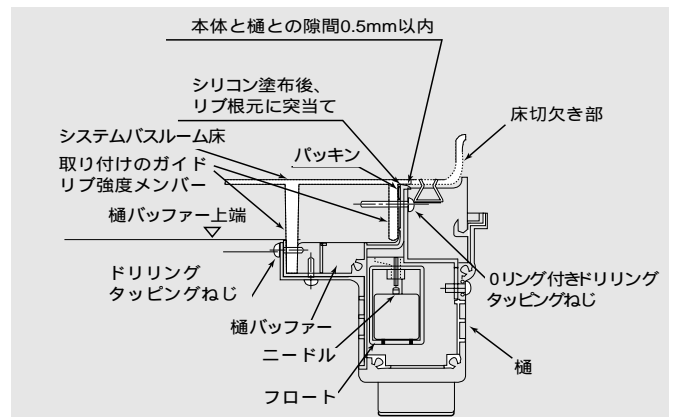


図17 樋の取り付け部詳細
Fig. 17 Detailed construction of trough

タテ枠外側の漏水を防ぐ~オーバーフローさせない

樋にドア(タテ)枠をはめ込む構造としている(図18)が、タテ枠を樋のガイド(凹部)にはめ込む際はバックン+シリコンシーラントで防水する。万が一この防水が不完全であったり壁パネルと床のコーキングが切れた場合、はめ込んだタテ枠の外側からの漏水は樋キャップのなかを通り樋に排水される構造としている。構造上、この排水経路はクローズドにできず、オープンになっている。

以降の説明を図17で行う。樋のなかへの流量が多い場合など、まず樋のなかの水が水位が上昇する。樋が満水になると、タテ枠の外側からの漏水を流す流路がふさがり、オーバーフローして外部に漏水することになる。これを防止するため、樋バッファークラスを設け一時ここへ排水することとした。樋への流路がオープンになり次第、樋へ排水する構造としている。

樋が満水となりさらに水位が上昇すると、この流路から外部へ漏水するため、タテ枠の外側からの排水流路(オープン流路)に樋バッファークラス上端の高さ以上に水位が上昇しないように、ニードルによる止水機能をもったフロートを設置した。

これにより、樋からこのオープンな流路への逆流を防ぐ構造とした。

(3) 樋とドア枠を結合する

ドア・ドア枠は現地で組み立てるが、樋と確実に一体化されていないとならない。そのため、樋に凹部を設けドア下枠の凸部をはめこむ形で組み込む構造とした。この際もパッキンとシリコンシーラントで二重に防水し、万全を図った。樋へのドア(タテ)枠の取り付けを図18に示す。

(4) 閉め忘れを防止する

片引戸・三枚引戸においては、強く閉めた際の障子のはね返りを防ぐキャッチャーを設けたり、障子の閉め忘れをユーザーにすぐに気付いてもらえるように、ラッチ部分の色を目立つ赤色としてインジケーター機能をもたせた。完全に閉まっていない状態では、赤色のラッチがはっきりみえるようにした。図19に本機能を示す。

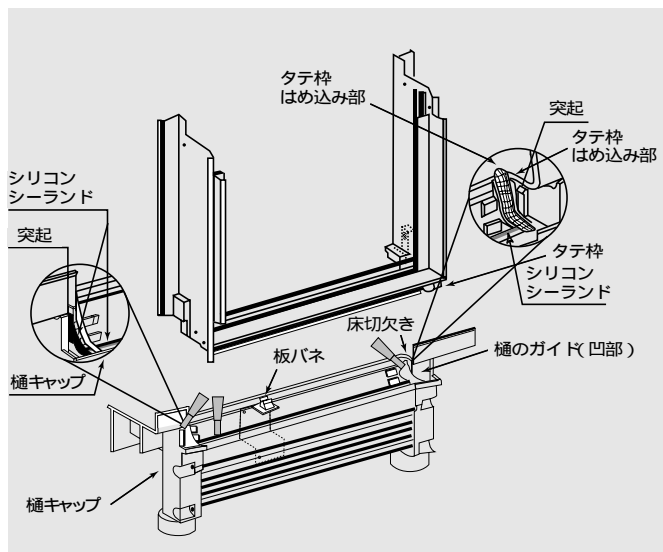


図18 樋へのタテ枠の取り付け
Fig. 18 Construction of vertical frame and trough

〔4〕 結 言

防水性の高いパッキン構造とドア枠の下の排水構造によって、業界で初めて、出入口段差なしで排水溝およびグレーチングのないドアを開発できた。これにより、ユーザーがバリアフリー型システムバスルームに対して不満に思っている最も大きな清掃の手間を格段に改善できた。すなわち、バリアフリーと位置付けながら、一方では清掃に手間をかけさせてしまっていたを技術的に解決し、本当の意味でのバリアフリーに近づくことができたといえよう。従来は3~5日間に一度は清掃をしなければならなかったのを、本開発品では1カ月に一度程度の簡単な清掃で済ませることができるようになった。

価格面においては、従来のバリアフリー型が一般型の20~30%アップだったのに対し、本開発品を搭載した新スパリアは従来の一般型と同などの価格とした。したがって、当社システムバスルームのラインアップにおいては、もはやバリアフリーと一般型の区別はなくすべてバリアフリー仕様となっている。使い勝手の優れたシステムバスルームを従来品と同価格で供給することができるようになり、ユーザーからも、大いに歓迎された。

また、生産面においても一般型とバリアフリー型を統合したことによる、標準化を図ることができたと同時に、グレーチングをなくしたことにより、部品点数の低減を図れたことも大きなメリットであった。くわえて、洗い場の周囲に溝をなくしたことにより、成形性においても大幅な改善が図れた。

今後バリアフリーからユニバーサル³⁾に変化していくと思われる住宅業界のなかで常にリーダーシップをとっていくためには、ユーザーに近いところで不満を考察し技術的にそれを解決していく方法を具現化することの積み重ねが重要と考えられる。さらに、画期的な安全性・利便性・環境配慮を供給できるようなコンセプトを商品化していきたい。

なお、本製品はYKK-AP社との共同開発である。

(³⁾：バリアフリーが主に高齢者や身体障害を配慮した設計であるのに対し、すべての人を対象とした配慮設計のものを指す。

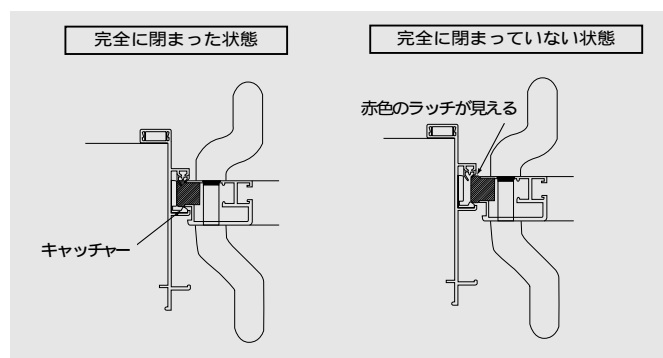


図19 閉め忘れ防止機能
Fig. 19 Function to prevent forgetting to close sliding door

参考文献

- 1) 住宅金融公庫
- 2) システムバスの検討報告：日立製作所 マルチメディア システム開発本部 生活ソフト開発センタ(1998)
- 3) 長寿社会対応住宅設計指針

アルカリ水溶液現像ポジ型感光性ポリイミドHD-8000

Aqueous Developable Positive Tone Photodefinable Polyimide HD-8000

布村昌隆* Masataka Nunomura 佐々木守* Mamoru Sasaki 大江匡之* Masayuki Ohe
山崎範幸* Noriyuki Yamazaki 三輪崇夫** Takao Miwa

半導体素子の信頼性を高めるために、ポリイミドが表面保護膜として使用されているが、近年、感光性ポリイミドの使用が広がっている。現在量産されているものは有機溶剤現像ネガ型が主である。これらは有機溶剤廃棄による環境への影響が懸念される、レジスト用設備の転用ができない、パターン形成におけるマスク上異物の影響が大きいという理由から、アルカリ水溶液現像ポジ型感光性ポリイミドが望まれている。

この要求に対応するため、高解像度アルカリ水溶液現像ポジ型感光性ポリイミドHD-8000を開発した。本報はこのHD-8000の諸特性をまとめたものである。

Polyimides have been widely accepted as a stress buffer coat to improve the reliability of semiconductor devices. Photodefinable polyimides (PDPIs) are being employed. The majority of PDPIs on the market are solvent developable negative tone. However because of environmental concerns about organic solvent developer waste, the compatibility of process machines for photoresist and photolithographic failure due to dust particles on the photomask, aqueous developable positive tone PDPIs are demanded.

In replying the market trend, high-resolution aqueous developable positive tone PDPI, HD-8000, has been developed. This paper describes its properties.

[1] 緒 言

半導体素子の信頼性を高める1つの手段として、ポリイミドを表面保護膜として使用する方法があり、広く適用されている¹⁾。

表面保護膜用ポリイミドには、素子と外部リードの接続部分に100 μ m程度の穴を形成する必要がある。非感光性ポリイミド²⁾と比較して、感光性ポリイミドは素子の加工にレジストが不要であり、解像度、パターン寸法精度が高い。このため、製造時間が短縮でき、また、ワンマスクプロセス(パターン形成したポリイミド膜をエッチングマスクとし、下地のパッシベーション膜をドライエッチングにより穴開け加工する技術、前述の100 μ mの穴に加え、5 μ m程度の穴加工が必要とされる)の採用により、さらなる工程短縮と使用マスク数の低減が可能である。

これらの特長のため、感光性ポリイミドの使用が増加しているが、その主流は有機溶剤現像ネガ型である。しかし、有機溶剤現像ネガ型は、表1に示すように、環境に対する負荷が大きく、専用現像装置が必要であるという問題がある。また、ネガ型はフォトマスクの光透過部の面積が大きく、マスク上の異物によるポリイミド膜の欠陥が生じやすいという短所がある。

以上のような有機溶剤ネガ型の弱点を克服したアルカリ水溶液現像ポジ型感光性ポリイミドHD-8000を開発したので、以下にその開発経緯と特性を紹介する。

[2] HD-8000の開発

まず、アルカリ水溶液で現像でき、ポジ型のパターンを形成できる感光剤を検討した。ナフトキノンジアジド(以下、NQDと略す)、ニフェジピン、光酸発生剤(化学増幅系)などについて検討した結果、未露光部と露光部との溶解速度比(以下、 $C_{exp/une}$ と略す)が大きいNQDを選択した。NQDは図1に示すように、アルカリ水溶液に可溶性ポリマーに添加することにより、未露光部では溶解を阻害し、露光部では光反応によりインデンカルボン酸となり、溶解を促進する³⁾。この際、プロセス裕度、解像

表1 有機溶剤現像型とアルカリ水溶液現像型の感光性ポリイミドの比較 アルカリ水溶液現像型は有機溶剤現像型と比較して、環境への影響が小さく、設備の転用が可能である。

Table 1 Comparison between solvent and aqueous developable photodefinable polyimides

Aqueous developable photodefinable polyimides have several advantages in terms of environmental concerns and equipment compatibility.

項 目	有機溶剤現像型感光性ポリイミド Solvent developable photodefinable polyimide	アルカリ水溶液現像型感光性ポリイミド Aqueous developable photodefinable polyimide
環境への影響 Influence on environment	負荷大(焼却が必要) Large load (to be incinerated)	負荷小(中和) Small load (neutralization)
現像装置 Equipment for development	専用現像装置が必要 Special equipment is necessary	現有フォトレジストの設備が転用可能 Photoresist equipment is compatible

度の点から大きな $C_{exp/une}$ が必要である。

次に、NQDと組み合わせるポリマーの選定を行った。ポリマーに要求される性質は、従来のポリイミドと同等の耐熱性、機械特性をもつことおよびアルカリ水溶液に可溶性である。これらの要求を満たすポリマーとして図2に示す4種類を検討した。アルカリ現像液は、レジストに標準的に使用されている2.38%テトラメチルアンモニウムヒドロキシド水溶液を使用した。最初にポリアミド酸(以下、PAAと略す)とNQDの組み合わせを検討したが、未露光部の溶解速度がポリマー単独の $\frac{3}{4}$ 程度と溶解阻害効果が小さく、その結果 $C_{exp/une}$ も小さかった。これは、PAAのカルボキシル基により、アルカリ水溶液に対する溶解性が高すぎ、NQDによる未露光部の溶解阻害が困難になったためと考えられる。一方、ノボラック樹脂とNQDを組み合わせた汎用ポジ型レジストは、溶解阻害効果が大きい。これは、

*日立化成デュボンマイクロシステムズ株式会社 **株式会社日立製作所 日立研究所 材料第1研究部

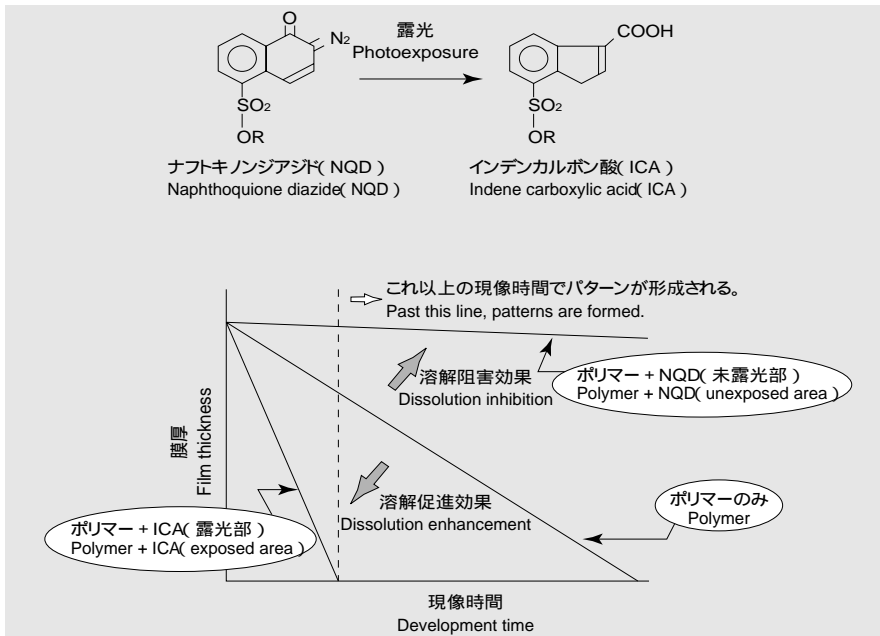


図1 NQDの光によるパターン形成機構 NQDはポリマーとの相互作用により、未露光部では溶解阻害効果を生じ、露光部では光反応によりICAとなり、溶解促進効果を生じる。

Fig.1 Mechanism of photo-definition of relief patterns for NQD

Dissolution inhibition in unexposed areas is caused by interaction between NQD and polymer, and dissolution enhancement in exposed areas is caused by ICA transformed from NQD by photoreaction and releasing the interaction.

ポリマーのヒドロキシ基とNQDの相互作用が強いためと考えられている⁴⁾。そこで、ヒドロキシ基を持ち、かつ、カルボキシル基のないポリマーがより大きな $C_{exp/une}$ をもつと考え、ヒドロキシ基含有可溶性ポリイミド(以下、SPIと略す)、ヒドロキシ基含有ポリアミド酸エステル(以下、PAEと略す)およびポリベンゾオキサゾール前駆体(以下、PBOと略す)の3種類についてPAAと同様の検討を行った。得られた結果を表2にまとめて示す。SPIは溶解阻害効果は大きかったが、溶解促進効果が小さいため、 $C_{exp/une}$ が小さくなった。これに対し、PAE、PBOは溶解阻害効果、溶解促進効果が共に大きく、 $C_{exp/une}$ が大きくなった。しかし、さらに検討を続けたところ、信頼性向上に必要な特性である基板との接着性が、PAEは良好であるが、PBOは不良であることが判明した。以上の結果から、ポリマーとしてPAEを選択した。

次に、ウェーブプロセスのスループットに大きく影響する感度について、その向上を検討した。感光性ポリイミドは、汎用レジストに比べて、厚い膜でのパターン形成が要求される。一般に膜厚が厚くなると、膜の光吸収により膜底部では透過光強度が減衰するため、パターン形成するには、長い露光時間を要する。すなわち感度が低下する。

本研究で用いたNQD感光剤は光吸収が大きく、膜の光吸収を減らして高感度化するには、添加量が少ないほうがよいが、同時に溶解阻害効果が小さくなり、 $C_{exp/une}$ も小さくなる。少ない添加量で溶解阻害効果を保持するには、ポリマーとより強い相互作用をもつNQD感光剤が必要である。感光剤分子中のR(図1)の構造を検討した結果、溶解阻害効果が大きい感光剤が見い出された。表3に示すようにRをaからbに変えて溶

表2 ポリマー構造に起因した特性
Table 2 Dependence of properties on polymer structure

ポリマー Polymer	溶解阻害 Dissolution inhibition	溶解促進 Dissolution enhancement	$C_{exp/une}$	接着性 Adhesion
PAA	x		x	
SPI		x	x	
PAE				
PBO				x

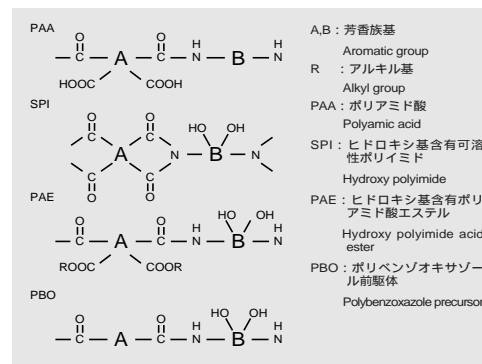


図2 検討したポリマー構造
Fig. 2 Polymer structure to be evaluated

解阻害効果の大きな感光剤を使用し、さらにNQD基の濃度を下げることで感度を向上させた。

そのほか、残膜率の向上、現像時間短縮のため添加剤やプロセス条件を検討し、HD-8000を開発し、上市した。

表3 感度の改善 図1のRを変え、NQDの溶解阻害効果を大きくし、NQD基の濃度を下げることで透過率を増し、感度を改善した。

Table 3 Improvement of photospeed
Photospeed was improved by raising the dissolution inhibition of NQD with changing R in Fig.1 and increasing transparency by reducing NQD concentration.

項目	配合A Formulation A	配合B Formulation B
感光剤分子中のR R of photoactive compound	a	b
NQD基の濃度 Concentration of NQD group	X^{*1}	Y^{*1}
1 μ mの膜の透過率(%) 1 μ m-film transparency (%)	63.6	70.5
感度 ^{*2} (mJ/cm ²) Photospeed (mJ/cm ²)	400	240

*1: $X > Y$

*2: 硬化後の膜厚は5 μ m

*2: Film thickness is 5 μ m cured

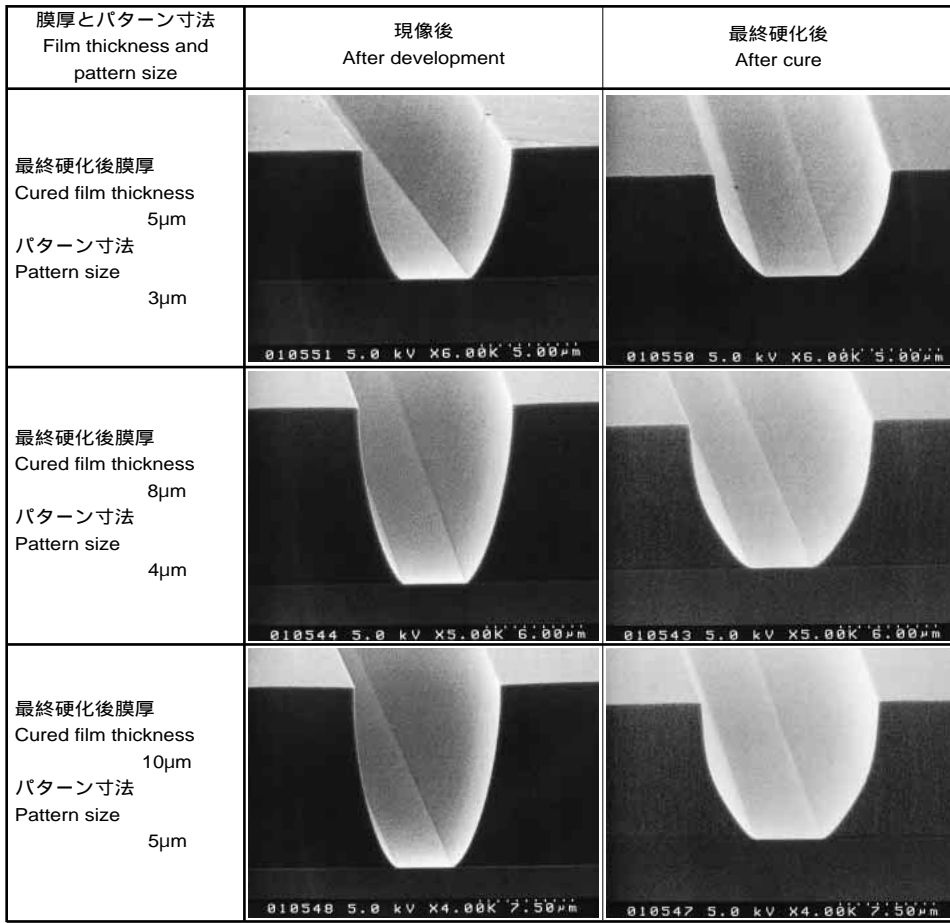


図3 HD-8000のパターン形状 高い解像度で良好なパターン形状が得られている。
Fig. 3 Pattern profiles of HD-8000
High resolution and good pattern profiles are achieved.

[3] HD-8000の諸特性

ワンマスクプロセスでは5 μ m程度のパターンを形成する必要がある。最終硬化後膜厚を5, 8, 10 μ mと変えて作成したパターンの現像後および最終硬化後のSEM写真を図3に示す。なおパターン寸法(マスク寸法)はそれぞれ3, 4, 5 μ mである。この写真から, HD-8000は硬化後膜厚10 μ mにおいても5 μ mパターンを形成できることがわかる。また, それぞれの膜厚での感度を表4に示す。各膜厚においてHD-8000は良好な感度を有している。

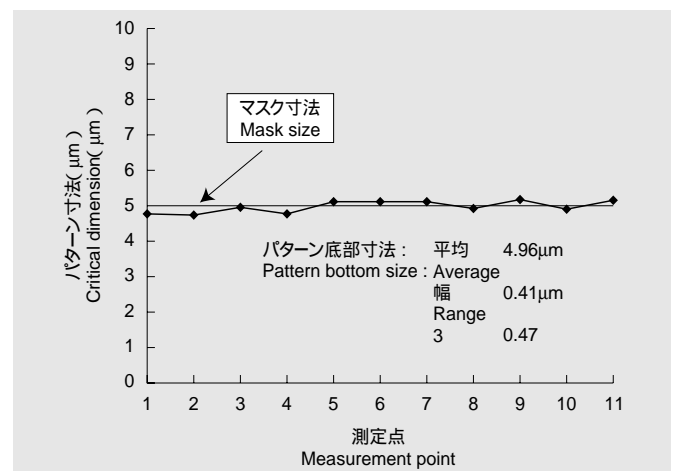
さらに, ワンマスクプロセスでは, ウェーハ面内でパターン寸法の均一性が要求される。図4に5 μ m幅のマスクで作成したHD-8000のパターン底部の寸法精度を示す。3(ばらつき)が0.47であることから, HD-8000はワンマスクプロセスに適用可能といえる。

また, 一般にポリイミドが使用される半導体素子表面には凹凸があり, 縮小投影露光装置(ステッパ)の焦点が素子内の場所によりずれるが, この場合でもパターン形状や寸法が大きく変化しないことが要求される。図5にステッパの焦点位置を変えた場合のHD-8000のパターン形状を, 図6にパターン底部の寸法精度を示す。HD-8000は+3 ~ -3 μ mに焦点位置が変化しても寸法変化が小さく, 素子の凹凸に対して解像度は裕度をもつ。

HD-8000の硬化膜特性および基板との接着性を表5に示す。弾性率, 強度および伸びは引張り試験法により, また, ガラス転移温度, 線熱膨張係数および重量減少温度は熱分析法により測定した。HD-8000は半導体に広く使用されている非感光性ポリイミドPIX-3400と同等の膜特性, 接着性を有していることから, 半導体への適用が可能といえる。

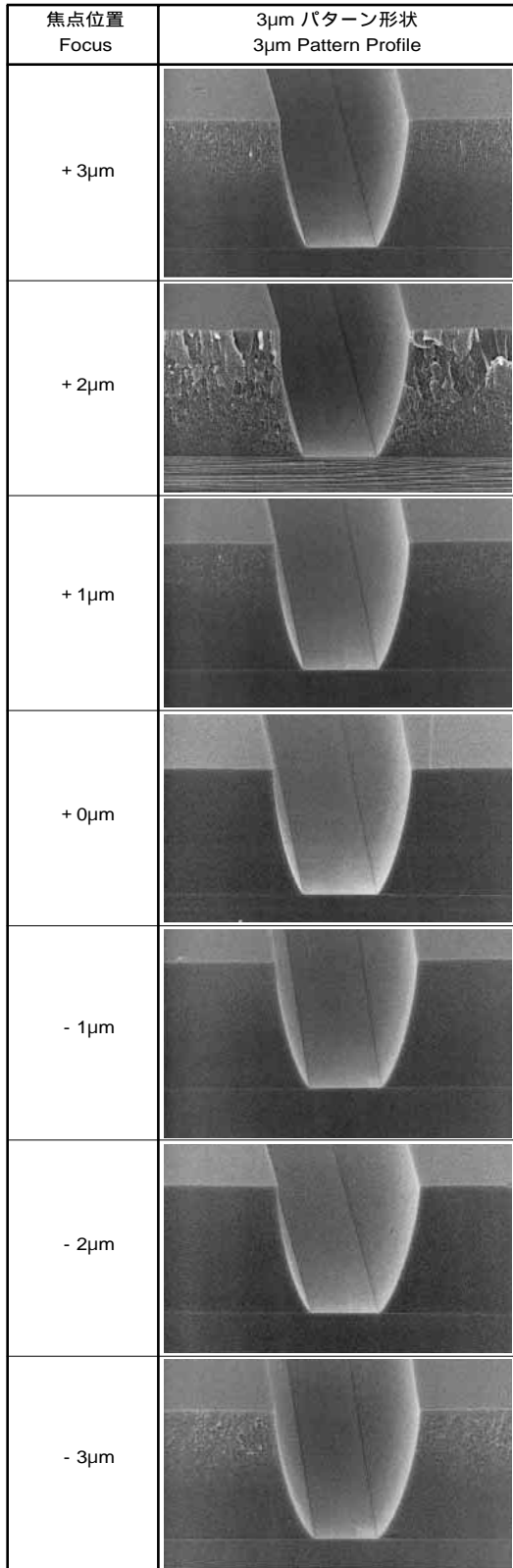
最終硬化後膜厚(μm) Film thickness after cure (μm)	感度(mJ/cm ²) photospeed(mJ/cm ²)
5	240
8	500
10	630

表4 HD-8000の感度
HD-8000は各膜厚において高い感度を示す。
Table 4 Photospeed of HD-8000
HD-8000 has a high photospeed at each film thickness.



*硬化後の膜厚は8 μ m, ウェーハは8インチ
*Film thickness is 8 μ m cured and wafer size is 8 inch

図4 HD-8000の寸法精度 HD-8000は実用的なパターン寸法精度を有する。
Fig. 4 Critical dimension of HD-8000
HD-8000 has a practical critical dimension.



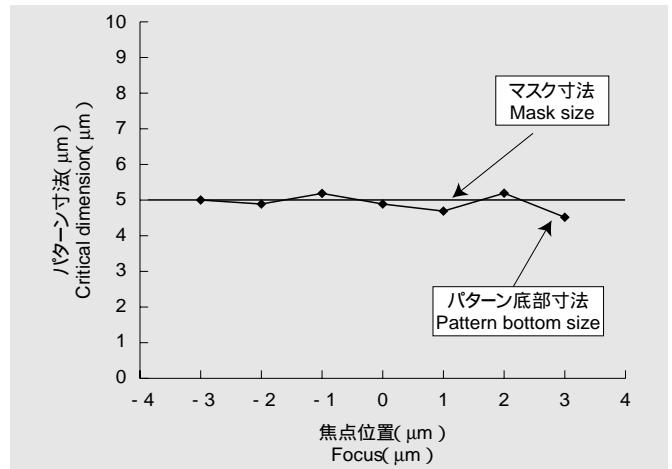
*硬化後の膜厚は5μm

*Film thickness is 5μm cured

図5 HD-8000の焦点裕度 +3 ~ -3μmの焦点位置で同様の形状が得られる。

Fig. 5 Focus latitude of HD-8000

Pattern profiles are similar across a focus range from +3 to -3μm.



*硬化後の膜厚は5μm

*Film thickness is 5μm cured

図6 HD-8000のパターン寸法の焦点裕度

Fig. 6 Focus latitude of critical dimension of HD-8000

表5 HD-8000の膜物性 HD-8000は非感光性ポリイミドとほぼ同等の膜物性を示す。

Table 5 Film properties of HD-8000

HD-8000 has good film properties which are similar to those of non-photodefinable polyimide.

項目	HD-8000	PIX-3400 (非感光性ポリイミド) (Non-photodefinable polyimide)
引張り強度 (MPa) Tensile strength (MPa)	150	152
引張り伸び (%) Elongation (%)	9.2	15
弾性率 (GPa) Elastic modulus (GPa)	3.3	2.7
ガラス転移温度 (°C) Glass transition temp (°C)	300	296
線熱膨張係数 (ppm/°C) Coefficient of thermal expansion (ppm/°C)	53	55
重量減少温度 (1%) (°C) 1% weight loss temperature (°C)	403	477
接着性* (h) Adhesion* (h)	>500	>500

*基板: SiO₂, PCT: 125 /2 × 10⁵Pa, 碁盤目試験

*Substrate: SiO₂, PCT: 125 /2 × 10⁵Pa, Cross-cut test

[4] 結 言

半導体素子の表面保護膜用アルカリ水溶液現像ポジ型の感光性ポリイミドとして、HD-8000を開発した。

HD-8000は汎用のレジストの現像液、現像装置およびフォトリソマスクを使用でき、高解像度で焦点裕度が広く、高い寸法精度を有し、最終硬化後の膜特性および接着性も優れていることから、今後ワンマスクプロセスに適応可能な表面保護膜材料として、半導体素子への実用展開が期待できる。

参考文献

- 1) K.Sato et al., IEEE Trans.Parts.Hybrid and Packaging, PHP-9, P176(1973)
- 2) 佐藤, 外, 機能材料1983年7月号, p 9
- 3) J.Pacansky et al., IBM J.Res.Develop., 23, P42 (1979)
- 4) K.Honda et al., Proc.SPIE., 1262, P493 (1990)

環境対応銅箔付き絶縁材料 MCF -4000G

Halogen-free Metal Clad Film MCF -4000G as Environment Conscious Material

広沢 清* Kiyoshi Hirose 枝 鉄夫** Tetsuo Eda
熊倉俊寿* Toshi-hisa Kumakura 入野哲郎** Tetsurô Irino

世界的な環境問題に対する関心の高まりの中でダイオキシン類による環境汚染が注目され、配線板用材料には、焼却時にダイオキシン類の発生が懸念されるハロゲン化合物を含まない材料が求められている。一方、配線板は、薄型化や高密度化の要求から必要な層間部分のみをIVH(Interstitial Via Hole)で接続するビルドアップ工法の配線板が増加している。なかでも、IVH形成をレーザー加工で行う工法が材料に対する制約が少ないなどから急速に普及しつつある。当社は、レーザー加工用ビルドアップ材料のノンハロゲン化にいち早く取り組みノンハロゲン絶縁材料MCF-4000Gを開発した。

MCF-4000Gは、難燃性に優れた新規付加反応型熱硬化性樹脂を用いて変性したエポキシ樹脂を使用し、ノンハロゲンで難燃性UL94V-0を達成すると同時にビルドアップ材料としての実用特性を満足している。今後さらに普及すると予想されるビルドアップ配線板での環境負荷の低減に有効な材料である。

Concern about dioxin pollution is rising due growing global interest in environmental protection. The demand for halogen-free materials for printed wiring boards (PWBs) is thus increasing because there might be little possibility which dioxin can be coincidentally produced through the combustion of halogen compounds. Demand is also increasing for PWBs that are thinner and more integrated, so more build-up PWBs with interstitial via hole (IVH) connections between selected signal layers are being produced. Laser drilling is commonly used to drill the holes because it can be used for a wide variety of materials. Hitachi Chemical has researched halogen-free materials for laser-drilled build-up PWBs and has developed MCF-4000G.

This material contains an epoxy resin modified with a new thermosetting flame retardant, and satisfies the UL94V-0 standards without using halogen compounds. The properties of MCF-4000G are sufficient for build-up PWBs, so MCF-4000G should become widely used as one way to reduce environmental pollution.

〔1〕 緒 言

近年の環境意識の高まりの中で、電気、電子製品も環境に対する配慮が不可欠となっている。プラスチック材料には、火災安全性確保の点から難燃性が付与されており、主に臭素系難燃剤が使用されてきた。この臭素系難燃剤を含む材料を焼却(500°C~700°Cの不完全燃焼)処理した場合、極めて毒性の高いダイオキシン類やジベンゾフラン類を発生する可能性がある(図1)ことが懸念され^{1),2)}、ドイツではいわゆる「ダイオキシン規制」が「化学物質禁止規制」の改正法に取り込まれた³⁾。現在欧州では、臭素系難燃剤に関していくつかの自主的規制が導入されており、市場に少なからず影響を与えている⁴⁾。これに対し、樹脂材料メーカーからセットメーカーまでそれぞれの事業分野で、臭素系(ハロゲン系)難燃剤を使用しない動きが活発になっている⁵⁾。

配線板用材料においては両面板から多層板までノンハロゲン材料が開発検討されているが、近年、配線板の薄型化や高密度化が進み、絶縁層間の必要な部分をIVHで接続するビルドアップ工法の配線板が普及しつつある⁶⁾。通常、これに用いられるビルドアップ材料にはハロゲン系難燃剤が用いられている。当社は、ビルドアップ材料のノンハロゲン化にいち早く取り組みレーザー加工対応ノンハロゲンビルドアップ材料

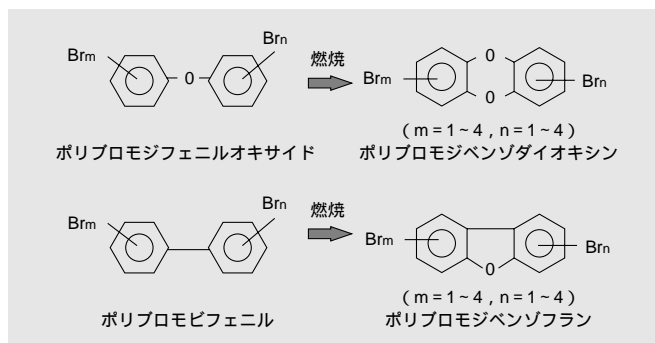


図1 臭素化ダイオキシン,臭素化フランの生成 ポリブロモジフェニルオキシド,ポリブロモビフェニルの燃焼によってダイオキシン,フランが生成する懸念がある。

Fig. 1 Formation of brominated dioxin and brominated furan

Dioxin and furan might be formed by combustion of polybromodiphenyl ether and polybromobiphenyl.

MCF-4000Gを開発し、以下の特性が得られたので紹介する。

〔2〕 MCF-4000Gの開発

ポリマーの燃焼現象と各状態での難燃化技術について図2に示す。これまでのハロゲン系難燃剤による難燃化は、主に気相におけるラジカル連鎖反応の停止によるとされており、

*当社 総合研究所 **当社 電子基材事業部

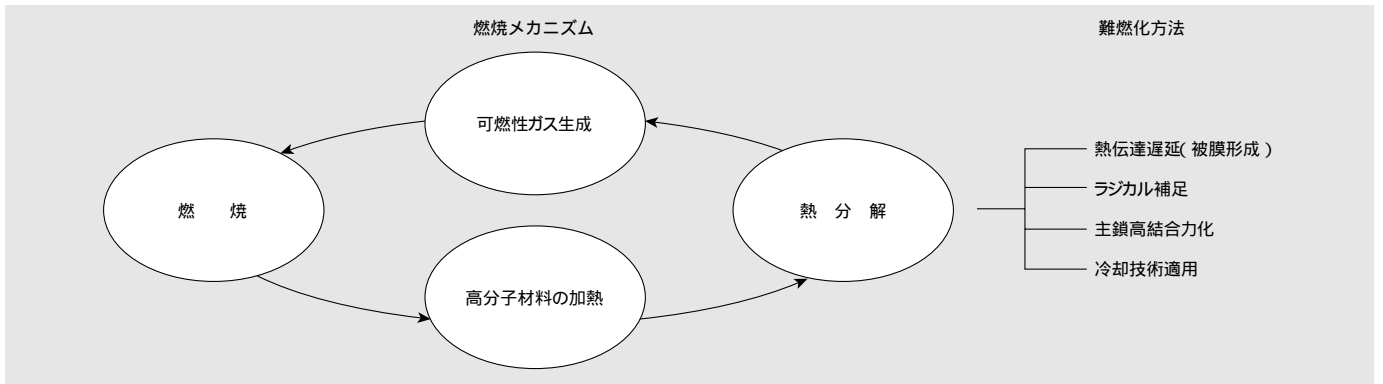


図2 燃焼メカニズムと難燃化方法 高分子の熱分解を抑制することが、難燃化に対して効果的である。

Fig. 2 Combustion mechanism and anti-flammable method
Restraining polymer thermal decomposition improves flame retardancy.

現在のところハロゲン系難燃剤と同じ効果を発揮する難燃剤は見いだされていない。ノンハロゲンでの難燃化手法としては、リン系難燃剤や窒素系難燃剤の利用(気相での可燃性ガスの希釈と固相表面の炭化被膜の形成)や吸熱剤の利用(金属水酸化物脱水時の冷却効果と気相での可燃性ガスの希釈)が挙げられるが⁷⁾、中でも分子鎖の結合力を高め、容易に分解してガス化しないような構造を持たせることが重要であると考へた。そのためには、より高い耐熱性を持った樹脂を使用することが必要であり、樹脂中に芳香族骨格を多く含む樹脂系が適している⁸⁾。

当社は、樹脂中に芳香族骨格をより多く導入し、鉛フリーはんだのはんだづけ温度高温化に対応するため、耐熱性を向上させた新規な付加反応型熱硬化性樹脂(以下、RO樹脂と

表1 RO樹脂の特長 RO樹脂は芳香族成分を多く含んでいるため難燃性に優れ、高Tgの特長を有している。

Table 1 Characteristics of RO resin
RO resin is characterized by high Tg and good flame retardancy because of its high contents of aromatic component.

項目	条件	単位	RO樹脂 樹脂板	液状BPA型 エポキシ樹脂 樹脂板
骨格中の芳香族成分量	-	wt %	60~70	40~50
難燃性	燃焼性クラス	UL94	-	V-1
	最大燃焼時間	1.6mm	s	24
ガラス転移温度	Tg	TMA法	150	120

略す⁹⁾を開発している。RO樹脂は、芳香族系の耐熱性樹脂であり、付加反応型であるため硬化時に揮発性副生成物の発生がなく、多層基板用材料に適用することが可能である。表1にRO樹脂と基板用材料として広く使われているBPA型エポキシ樹脂の比較を示す。RO樹脂は芳香族成分の比率が60~70wt%とBPA型エポキシ樹脂に比べて多く、ガラス転移温度も150°Cと高い特長を持っている。また、多層基板用材料とした場合に、図3に示すように従来のエポキシ樹脂と比べて高温下での強度劣化が少ない⁹⁾という特長があり、難燃性に関しては表1に示したように樹脂単独の硬化物でUL94V-1を達成している。このことから、RO樹脂をノンハロゲン材料の開発に適用することにした。

次に、このRO樹脂を用いてエポキシ樹脂を変性し、相溶性に優れた可とう化剤を選択配合し、銅箔(はく)付きフィルム

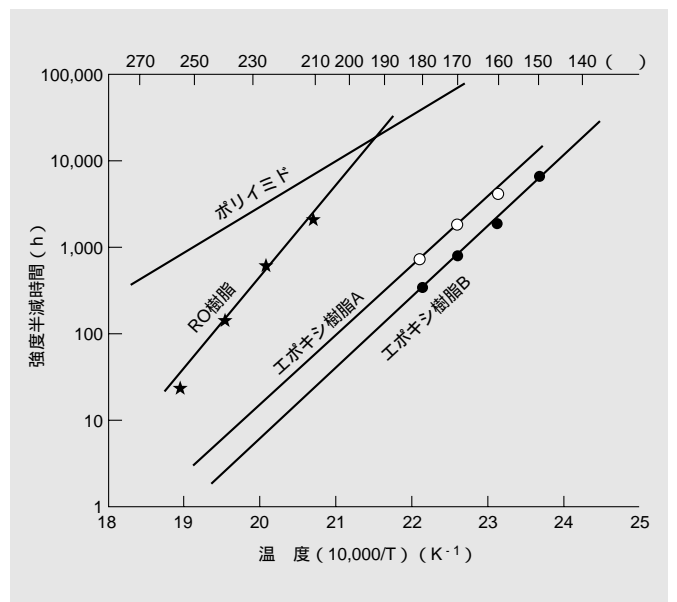


図3 熱劣化試験 (UL-746A) RO樹脂は、高温放置時の強度劣化が少ない。
Fig. 3 Results of heat resistance test (UL-746A)
RO resin has excellent thermal stability.

形態で取り扱うことができるようにした。さらに、リン化合物や窒素化合物と金属水酸化物を必要最低量バランス良く添加することで、ノンハロゲンでのUL94V-0の達成とビルドアップ材料としての実用特性を満足する製品を開発することができた。また、今回は難燃剤として、ハロゲン系難燃剤とともに発ガン性物質の疑いがあるアンチモン系化合物および衝撃や摩擦による発火性がある赤リンを使用せずに開発を行った。

〔3〕 MCF-4000Gの特長

MCF-4000Gの一般特性(硬化物特性)を表2に示す。

表2から、MCF-4000Gは、従来のハロゲン難燃剤タイプのビルドアップ配線板用絶縁材料と同等の性能を有していることがわかる。また、MCF-4000Gはガラス転移温度が高く、熱膨張係数が小さいことから表3に示すように良好な接続信頼性を確保している。

誘電特性および絶縁信頼性評価結果をそれぞれ図4および図5に示す。誘電正接の値が小さく誘電特性が良好な材料で

ある。また、導体間距離30 μm 以上で絶縁信頼性(条件；130 $^{\circ}\text{C}/85\%\text{RH}$ ，印加電圧；5.5V)を確保できる材料である。

MCF-4000Gは、ガラス布のような基材を含まないという点を生かし、窓あけエッチング後の外層銅箔をレジストとすることで炭酸ガスレーザによるIVH形成が可能である。コンフォーマルマスク法による多層配線板の製造工程を図6に、レーザ加工性の評価結果を図7に示す。少ないショット数でIVHを形成できる。図8にはデスマリア処理後のIVH断面写真を、表3にはIVH接続信頼性評価結果を示す。通常のデスマリア処理を行うことで樹脂残膜を除去でき信頼性の高いIVHが形成できることを確認した。

表2 MCF-4000Gの一般特性 MCF-4000Gは実用上、十分な特性を有している。

Table 2 General properties of MCF-4000G

MCF-4000G properties are sufficient for practical use.

特性	単位	MCF-4000G	当社一般材 (ハロゲン系難燃剤タイプ)
樹脂厚み	μm	60 ~ 80	40 ~ 100
ガラス転移温度 Tg (DMA)		155 ~ 165	130 ~ 140
熱膨張係数 1	ppm/	40 ~ 50	60 ~ 70
難燃性 UL-94	-	V-0	V-0
銅箔引きはがし強さ 18 μm	KN/m	1.0 ~ 1.1	1.6
誘電率 1MHz/1GHz	-	3.8/3.7	3.6/3.1
誘電正接 1MHz/1GHz	-	0.009/0.015	0.025/0.021

表3 IVH接続信頼性 MCF-4000Gは熱サイクル試験後も良い接続信頼性を示している。

Table 3 Thermal cycle test

MCF-4000G has good connection reliability as determined by thermal cycle test.

初期抵抗 ()	40サイクル後 ()	抵抗変化率 (%)
66.69	66.92	0.34

条件：20 $^{\circ}\text{C}$ ，10秒 260 $^{\circ}\text{C}$ ，10秒

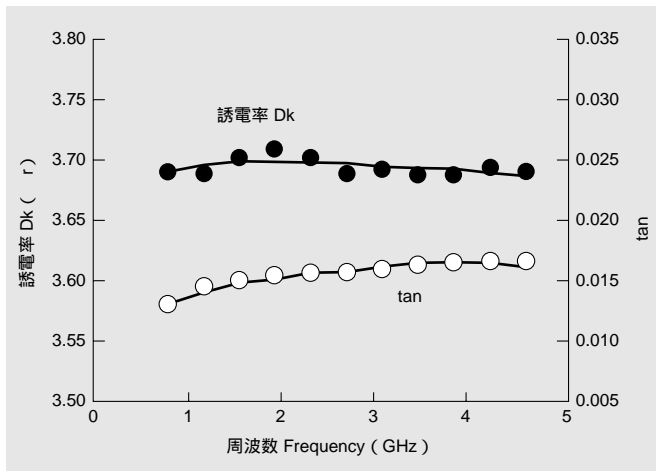


図4 誘電特性の周波数依存性 MCF-4000Gは幅広い周波数で安定した誘電特性を示している。

Fig. 4 Correlation between frequency and dielectric properties

MCF-4000G has stable dielectric properties over a wide range of frequencies.

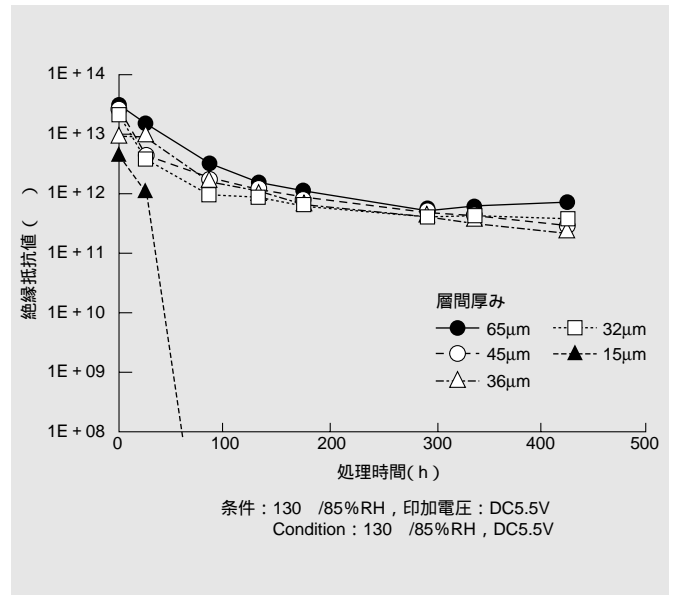


図5 絶縁信頼性評価結果 層間厚み32 μm 以上では、絶縁信頼性は確保されている。

Fig. 5 High-temperature humidity bias test

Insulating resistance is ensured when insulation is thicker than 32 μm .

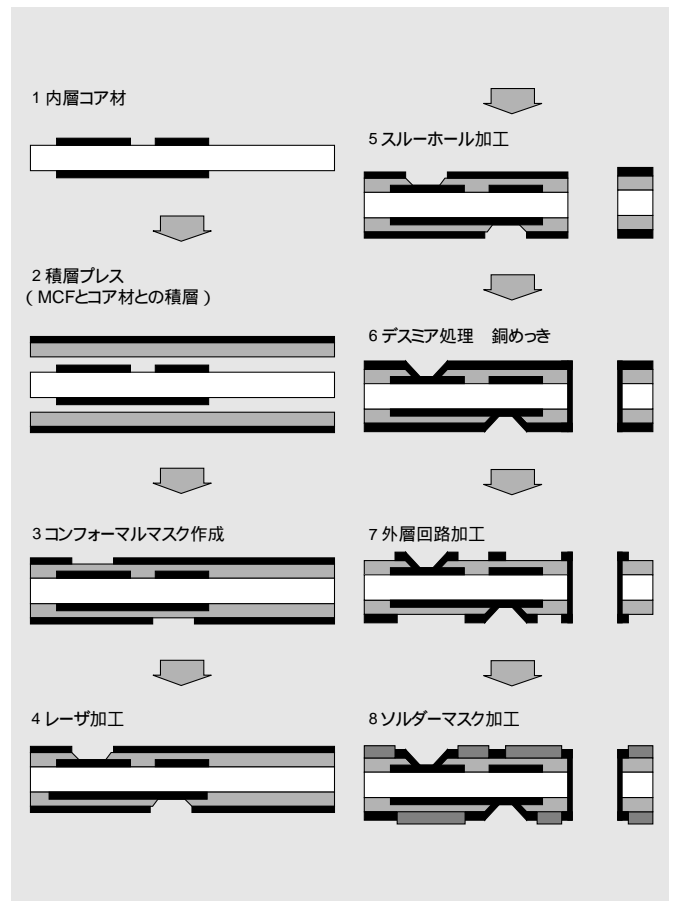


図6 コンフォーマルマスク法による多層配線板の製造プロセス工程 外層銅箔に通常のエッチング工程により、レーザ加工用のマスクを作製し、外層銅箔をマスクとしてレーザ加工を行うことが特長である。

Fig. 6 Manufacture of multi-layer printed wiring boards using a conformal-mask method

Masks for laser drilling are formed by normal etching of copper foils, laser drilling is performed using the outer-layer copper foils as a mask.

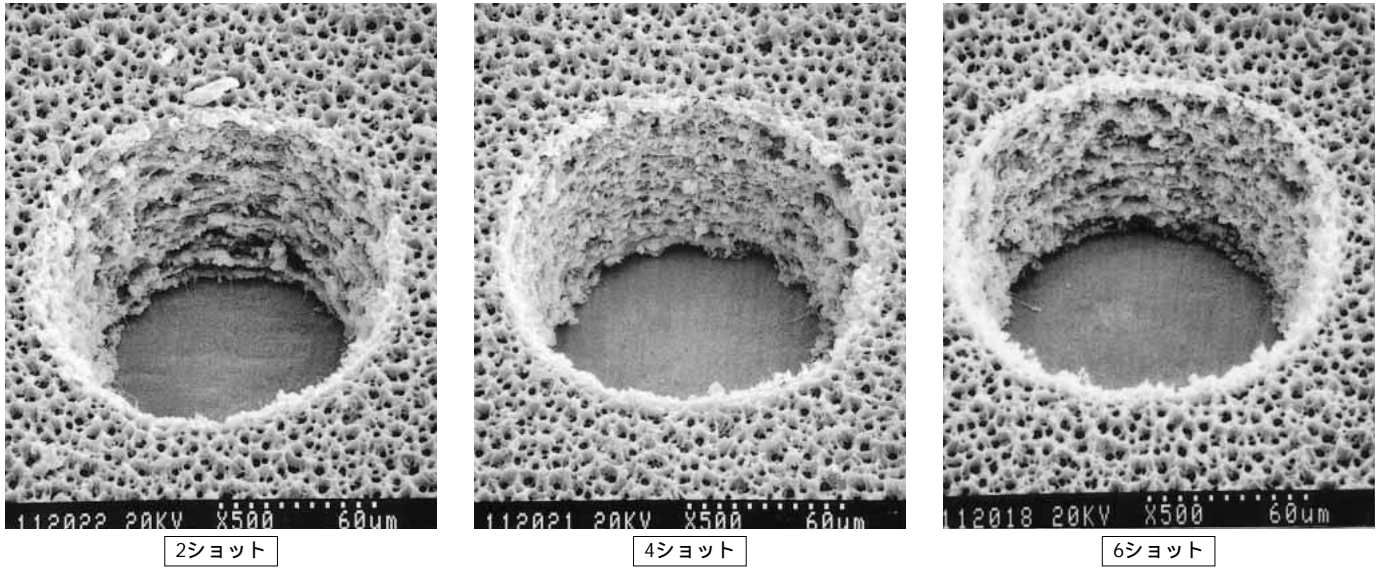


図7 レーザ加工性 MCF-4000Gはレーザ加工性が良い。
 Fig. 7 IVH structure achieved by laser process
 An IVH structure can easily be formed on MCF-4000G by using laser process.

レーザ加工条件

装置	日立ピアメカニクス(株)
型式	LOC-1A21 CO ₂ レーザー
条件	周波数：500Hz パルス幅：10μm

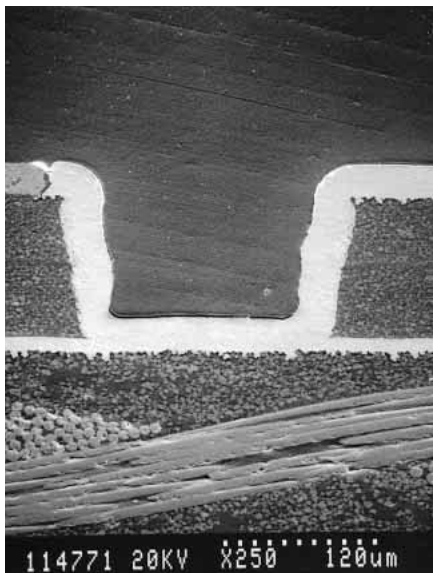


図8 デスマリア処理後のIVH断面図 MCF-4000Gはデスマリア後も良好なIVH形状である。
 デスマリア条件：膨潤：50 5分 デスマリア：KMnO₄：エッチング70 10分
 Fig. 8 IVH structure after desmearing and copper plating
 MCF-4000G has good IVH structure after desmearing.

〔4〕 日立化成の環境対応配線板材料

当社では、配線板用材料のノンハロゲン化にいち早く取り組んでおり、すでにノンハロゲン多層材MCL-RO-67G⁽¹⁰⁾を開発、上市している。今回レーザ加工対応ノンハロゲンビルドアップ材料MCF-4000Gを開発した。これらの材料を用いた多層配線板はFR-4グレードの多層配線板と同等以上の特性を有している。

今回開発したMCF-4000Gはノートパソコン、携帯電話機な

どに用いられる高密度配線が可能なビルドアップ配線板用材料として非常に有用であると同時に、環境負荷を低減した配線板の製造を実現することができる。

〔5〕 結 言

ビルドアップ配線板用銅箔付きノンハロゲン絶縁材料として開発したMCF-4000Gは、難燃性、耐熱性に優れるRO樹脂を用いて変性したエポキシ樹脂を使用している。これにより、ハロゲン系難燃剤・アンチモン系化合物・赤リンを使用せずに難燃性UL94V-0を達成すると同時にビルドアップ材料としての実用特性を満足した材料であり、今後さらに普及すると予想されるビルドアップ配線板における環境負荷低減に適した製品といえる。

参考文献

- 1) O.Hutzinger:FORMATION OF POLYBROMINATED DIOXINS AND FURANS FROM THE PYROLYSIS OF SOME FLAME RETARDANTS, 福岡ダイオキシン会議要旨集 . DL08 (1986)
- 2) 臭素系難燃剤工業団体 (BFRIP; 欧州) 編：臭素系難燃剤の安全性に関するWORKSHOP (1994)
- 3) Jorgen Troitzsch：ドイツにおける難燃剤の現状，難燃技術セミナー '97, 48-58 (1997)
- 4) 松見：欧米市場に於ける難燃剤の環境・安全性問題の動向，第3回難燃材料研究会，23-29 (1998)
- 5) 本田：難燃性ハロゲンフリーエポキシ樹脂，第4回難燃材料研究会，13-19 (1998)
- 6) 青木：薄型・多層配線板の最新応用技術，回路実装学会誌，10, (1) 19-24 (1997)
- 7) 西原：ビニル系樹脂の難燃化，難燃材料研究会，3-1 (1997)
- 8) 西沢：ポリマーの難燃化，p.55, (株)大成社 (1987)
- 9) 相沢，外：高品質多層基板用RO樹脂MCL，日立化成テクニカルレポート，26, 21-24 (1996)
- 10) 大堀，外：環境対応ノンハロゲン多層材“MCL-RO-67G”，日立化成テクニカルレポート，33, 27-30 (1999)

高周波対応低伝送損失基板材料MCL -LX-67F

Low Transmission Loss Laminate, MCL -LX-67F, for Microwave Applications

水野康之* Yasuyuki Mizuno 藤本大輔* Daisuke Fujimoto 高野 希* Nozomu Takano
 根岸春巳** Harumi Negishi 杉村 猛** Takeshi Sugimura

低伝送損失基板材料MCL-LX-67Fは、携帯電話などの移動体通信端末に搭載されるフィルタおよび電圧制御発振器などの高周波部品や基地局用アンテナなどの用途に適用可能な配線板用材料である。LX-67Fは、独自の樹脂変性技術とフィラの高充填(てん)化技術との組み合わせにより、熱硬化性樹脂材料で1GHz以上の高周波帯において従来のガラス/ふっ素樹脂(PTFE)基板と同等の低誘電正接を実現した。また、この材料は一般のガラスエポキシ基板(FR-4)と同等の機械的特性(曲げ弾性率、曲げ強度)を有している。さらに、PTFE基板とは異なり、特殊めっき前処理が必要ないことから通常の工程でプリント配線板の加工が可能である。これにより、PTFE基板が使用されている高周波用アンテナやダウンコンバータ用途だけでなく、ビルドアップ配線板用コア基板などへの展開が期待される。

A low transmission loss laminate (MCL-LX-67F) has been developed for use in telecommunications uses, such as in filters, voltage controlled oscillators, and antennas of base stations. The original resin modification and filler treatment technique for high content enabled us to produce a new thermosetting resin laminate, with a low dissipation factor equal to that of the usual fluorine resin (PTFE) laminate in high frequencies of GHz. This laminated material has mechanical properties (flexural modulus and strength) equal to the ordinary glass/epoxy laminates (FR-4), as well as the same manufacturing process (PTFE laminate requires a specialized plating treatment, whereas MCL-LX-67F does not). MCL-LX-67F is preferable to antennas and frequency down-converters for high frequencies like PTFE laminate, and is also applicable to the core boards of build-up PWBs.

〔1〕 緒 言

近年、急激に需要が拡大している携帯電話などの移動体通信分野では、情報処理の高速化、大容量化および高品質化が不可欠となっている。これに対応するため、端末や基地局で使用されるプリント配線板(以下、PWBと略す)で扱う電気信号は、高周波数化・広帯域化が進行している。IMT-2000(International Mobile Telecommunications-2000)と呼ばれる次世代移動体通信では、現行の周波数(800MHz, 1.5GHz)よりも高い周波数(2GHz/Phase-I, ~10GHz/Phase-II)の割り当てが決定し、2001年以降のサービス開始に向けて開発が進んでいる¹⁾。このような1GHzを超える高周波数帯

の利用は、移動体通信分野だけでなく、衛星を利用したデータ通信や放送システム、自動料金収受システムETC(Electronic Toll Collection System)などの高度道路交通システムITS(Intelligent Transport Systems)、さらには屋内外を問わず音声、データ、動画を含むあらゆるマルチメディアサービスを実現する高速無線アクセスシステムMMAC(Multimedia Mobile Access Communication Systems)など、様々な情報通信システムの分野において本格的な実用化検討が進んでいる(図1)。

一方、伝送される信号は周波数が高くなるにしたがって強度が減衰しやすくなるため、信号を低損失で伝送することが難しくなる。したがって、高周波化に対応したPWB用の銅積層板(以下、MCL

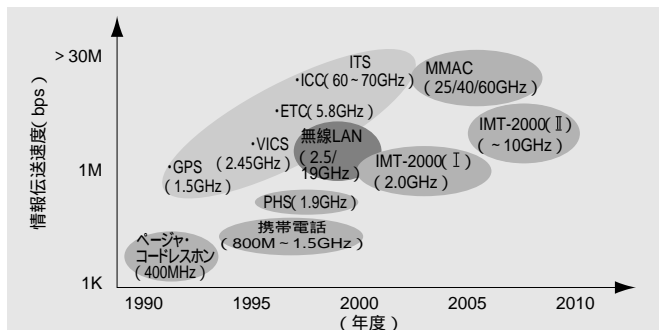


図1 高周波対応材の要求背景(情報通信技術の発展; 信号の高周波数化) 準マイクロ波~ミリ波帯で多種多様な新規情報通信システムの実用化が予定されている。

Fig. 1 Applications of materials complying with the high frequency band Various new information communication systems in using the microwave-millimeter wave band are scheduled to be built.

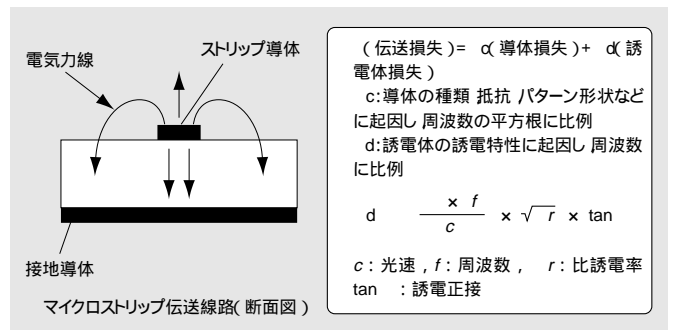


図2 高周波対応基板材料への要求特性 周波数が高くなるにしたがって信号強度が減衰(伝送損失が大きくなる)しやすくなるため、周波数回路には低損失材料(低tan 材)が要求される。

Fig. 2 Need for excellent dielectric properties in high frequencies PWBs in high frequencies require a low dielectric dissipation factor to prevent signal alternation.

* 当社 総合研究所 ** 当社 電子基材事業部 電子基材開発グループ

と略す)には、信号を高速かつ高効率(低伝送損失)で処理するために高周波帯で誘電特性が優れる(低誘電率・低誘電正接)材料が強く要求されている(図2)³⁾。

本報では、1GHz以上の高周波信号を扱うアンテナや電圧制御発振器(Voltage Controlled Oscillator; VCO)およびフィルタなどに適用可能な低伝送損失基板材料MCL-LX-67Fを開発したので、この材料の開発経緯と高周波特性およびMCL特性について報告する。

〔2〕 MCL-LX-67Fの開発

従来、高周波回路用の基板としては、ポリ四ふっ化エチレン(PTFE)樹脂、ポリフェニレンエーテル(PPE)樹脂、ビスマレイミド-トリアジン(BT)樹脂、低誘電率エポキシ樹脂などの材料が用いられている^{4)~6)}。しかし、今後実用化が計画されているほとんどの新規情報通信システムでは使用周波数がマイクロ波(3GHz)以上の高周波帯へと拡大するため、高周波での誘電特性が最も良好なPTFE基板の需要がより増大すると考えられている。PTFE基板は誘電特性だけでなく吸湿性や耐熱性にも優れており、1975年にはMIL規格化されている。その反面、PTFEは室温付近にガラス転移温度(T_g)を持つ熱可塑性樹脂であるため、熱による寸法安定性に乏しく、また機械的強度や熱伝導性などが熱硬化性樹脂材料に比べて劣る。さらに、溶融成形温度が350°C以上であるため特殊な製造設備を必要とするだけでなく、PWBの加工においては外型打ち抜き時に樹脂や未破断繊維の切断残リ(バリ)が発生したり、特殊なめっき前処理工程を必要とするという課題を抱えている⁷⁾。そこで、PTFE基板に代わり得る高周波対応基板材料として、以下のコンセプトで材料開発を行った。その概要を図3に示す。

一般のガラスエポキシ基板材料(FR-4)と同等の加工性、信頼性および成形性の確保と通常の製造設備が使用可能といった観点から、誘電特性が優れる高 T_g 系熱硬化性樹脂に独自の变性技術によって極性基量を低減させるとともに剛直な分子鎖を導入することで、高周波帯での誘電特性をさらに向上させた变性熱硬化性樹脂システムを開発した。この樹脂に高弾性率・低熱膨張多層材料MCL-E-679F⁸⁾や高弾性率ビルドアップ材料MCF[®]-6000E⁹⁾に適用されている独自の樹脂/フィラ界面の処理技術を採用して、フィラの分散性を飛躍的に向上させることによって機能性無機フィラの高充填化を実施した。これらの技術を組み合わせることにより、熱硬化性樹脂材料でPTFE基板に匹敵する低誘電正接を発現する低伝送損失基板材料MCL-LX-67Fを開発した。

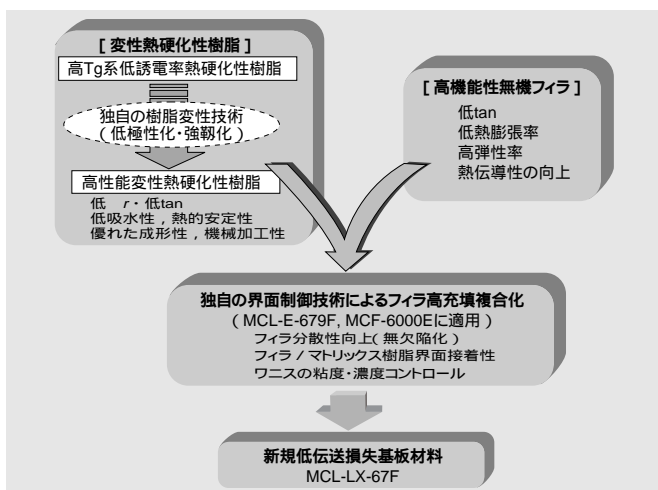


図3 MCL-LX-67Fの開発コンセプト 独自の变性熱硬化系樹脂と界面制御技術を活用したフィラの高充填複合化により新規な低伝送損失基板材料を開発した。

Fig. 3 MCL-LX-67F development concept

MCL-LX-67F was developed using the original thermosetting resin modification, and high filler-contents with the interphase control technique.

〔3〕 高周波特性の評価方法

MCLの高周波帯(700MHz~10GHz)の誘電特性および伝送特性は、トリプレート線路共振器法¹⁰⁾により測定した。以下にその測定の概略を記す。MCL(基板厚み:0.8mm、銅箔(はく)厚み:18 μ m)の銅箔をエッチングして図4に示すような特性インピーダンス50系のトリプレートストリップライン共振器を構成した。この伝送線路試料を用いてネットワークアナライザにより周波数特性(S_{21})を測定した。図5にトリプレート伝送線路の伝送曲線の測定例を示す。この伝送曲線から得られる共振周波数と減衰定数(伝送損失)から比誘電率(ϵ_r)と誘電正接($\tan \delta$)を算出した¹¹⁾。測定器にはヒューレットパッカード社製ベクトル型ネットワークアナライザHP-8722Cを使用した。また、誘電特性の測定は常温(25°C)のほかに、-30~90°Cでの温度依存性とプレッシャ・クッカ処理(PCT)1~5時間後の吸湿依存性を評価した。

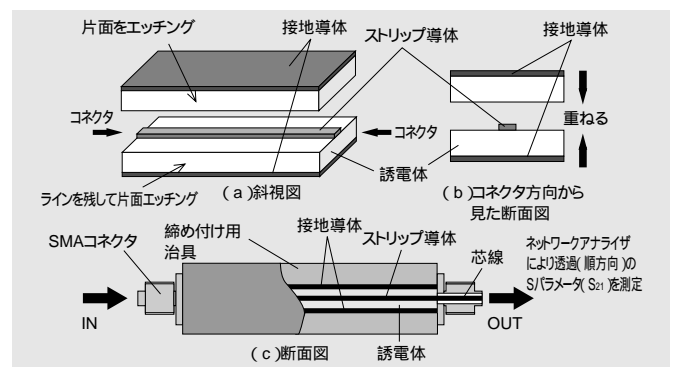


図4 トリプレートストリップライン共振器法の試料構成 MCLの高周波特性(減衰定数、比誘電率、誘電正接)は、トリプレートストリップライン共振器法により測定した。

Fig. 4 Sample composition of the triplate-line resonator

Microwave properties (attenuation constant, dielectric constant, and dielectric dissipation factor) were measured using a triplate-line resonator.

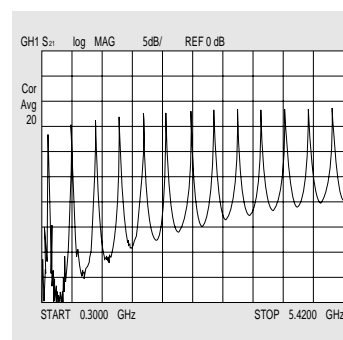


図5 トリプレートストリップライン共振器法の伝送曲線(S_{21})の測定例(0.3~5.42GHz) ネットワークアナライザにより共振器の周波数特性(透過)を測定すると、伝送線路の線路長と ϵ_r によって決定される周期的な共振曲線が得られる。

Fig. 5 Transmission curve (S_{21}) measured using a triplate-line resonator Measurement of a triplate-line using the network analyzer resulted in a periodic resonance curve, which shows the correlation of the dielectric constant and transmission line length.

〔4〕 MCL-LX-67Fの特性

4.1 高周波特性

図6に周波数と $\tan \delta$ および伝送損失との関係(~10GHz)を示す。一般のEガラスクロス使用品(標準タイプ)の $\tan \delta$ はPTFE基板より若干高いものの(0.0028/1GHz, 0.0037/3GHz)、市販の高周波用基板(従来品)と比べて低い。特殊ガラスクロスを使用してさらに低 ϵ_r ・低 $\tan \delta$ 化を図ったタイプ(低 ϵ_r タイプ)は、PTFE基板と同等以下の低 $\tan \delta$ 化(0.0023/1GHz, 0.0030/3GHz)と小さい周波数依存性を達成できた。同様にLX-67Fの伝送損失およびその周波数依存性は、いずれのタイプも市販の高周波用基板(従来品)よりも小さく(一般のFR-4の25~30%に相当)、特に低 ϵ_r タイプはPTFE基板とほぼ同等の低伝送損失化を実現した。

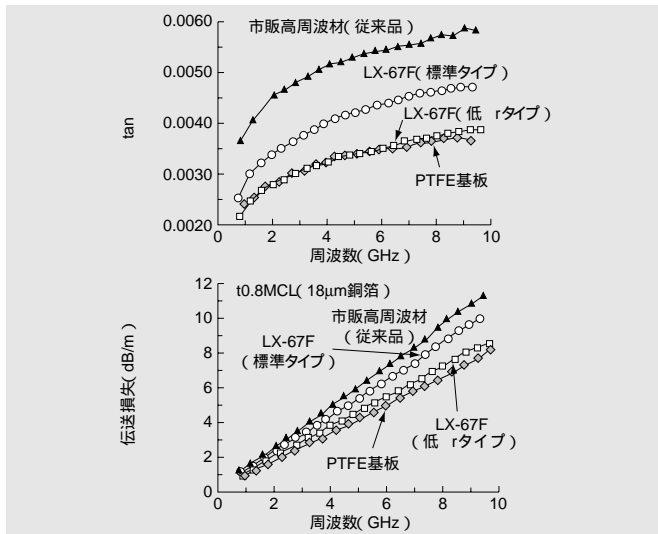


図6 tan および伝送損失の周波数依存性 MCL-LX-67Fは優れた高周波特性を有する。

Fig. 6 Correlation between frequency, dielectric dissipation factor, and transmission loss

MCL-LX-67F has excellent dielectric properties in high frequencies.

また高周波用途では広い周波数帯にわたって誘電特性が優れていることはもちろん、屋外に設置される基地局のアンテナ用途では昼夜、季節、天気、設置場所などによって温度や湿度が大きく変化することが予想されるため、温度や湿度などの環境の変化による誘電特性のばらつきが安定して小さいことも強く望まれている。図7に3GHzでのtanの温度依存性(-30°C~90°C)および吸湿依存性(PCT 0~5h)を示す。一般的に高分子材料の誘電特性は高周波領域になるほど温度や湿度の影響を受けやすくなる傾向を示す。しかし、独自の樹脂変性技術とフィラの高充填化技術を組み合わせたLX-67Fは、高Tgの樹脂系に低極性でかつ運動性が拘束された分子構造を導入しているため広い温度

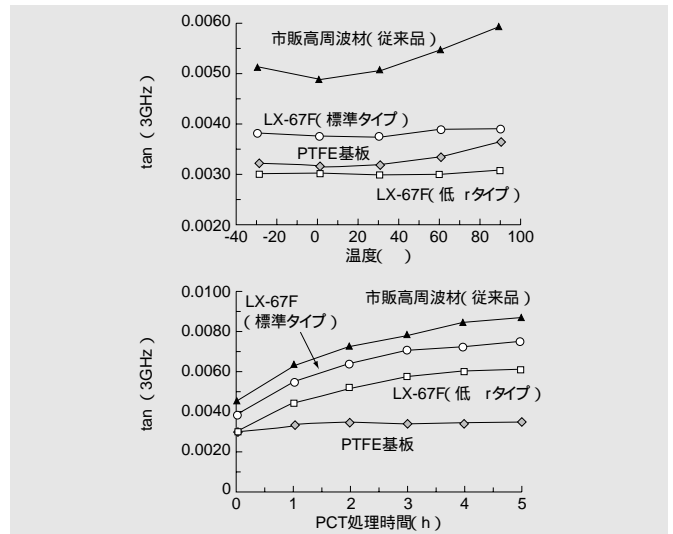


図7 tan (3GHz)の温度および吸湿依存性 MCL-LX-67Fの誘電特性は環境(温度・湿度)変化に対して優れた安定性を有する。

Fig. 7 Temperature and humidity effects of dielectric dissipation factor

Dielectric properties of MCL-LX-67F are independent of temperature and humidity changes.

範囲でほぼ一定のtanを維持している。また、PCT後のtanは撥水(はっすい)性を持つPTFE基板には及ばないものの、基地局用アンテナとして使用実績のある市販の高周波用基板(従来品)と同等レベルの吸湿依存性を有する。これらのことから、車載用途や屋外で使用されるアンテナ用途などの高周波対応PWBとしても有効であると考えられる。

4.2 MCL特性

表1にMCL-LX-67Fの一般特性を示す。

LX-67Fは板厚方向(Z)の熱膨張率が低いことも大きな特長の一つである。これは、フィラの高充填化によってマトリックス樹脂の比率を限界まで低減しているためであり、30~150°Cの範

表1 MCL-LX-67Fの一般特性(t0.8両面板) MCL-LX-67Fは優れた高周波特性のほか、低熱膨張性、低吸水性および基板の表面粗さが小さいなどの特長を有し、また一般のFR-4と同等レベルの機械的特性を有する。

Table 1 Characteristics of MCL-LX-67F

MCL-LX-67F is characterized by low CTE and low water absorption, a smoother surface, and mechanical properties same as FR-4, in addition to excellent dielectric properties in high frequencies.

項目	条件	単位	LX-67F (開発品)		PTFE基板 (ガラス基材)	市販高周波材 (従来品)	FR-4
			標準タイプ	低 ϵ タイプ	-	-	-
タイプ	-	-	標準タイプ	低 ϵ タイプ	-	-	-
比誘電率(ϵ_r) ^{*)}	1GHz	-	3.65	3.45	2.62	3.45	4.20
	3GHz	-	3.65	3.45	2.60	3.43	4.10
誘電正接(tan δ) ^{*)}	1GHz	-	0.0028	0.0023	0.0026	0.0038	0.0215
	3GHz	-	0.0037	0.0030	0.0032	0.0050	0.0230
銅箔引きはがし強さ	18 μ m	kN/m	1.2~1.3	1.2~1.3	1.8~2.0	1.3~1.4	1.4~1.6
ガラス転移温度(Tg)	TMA	°C	150~160	150~160	20~25	140~150	120~130
熱膨張係数(厚み方向)	Tg以下	ppm/°C	14~15	13~14	100~120	50~60	50~60
	Tg以上		80~90	80~90	290~310	270~290	240~260
	30~150°C		14~15	13~14	160~180	50~60	120~140
曲げ弾性率(たて方向)	A	GPa	20~22	19~21	10~12	-	20~22
	200°C	GPa	14~16	10~12	6~8	-	4~6
曲げ強度(たて方向)	A	MPa	400~420	330~350	190~210	-	480~500
	200°C	MPa	320~340	250~270	40~60	-	70~90
表面粗さ	-	μ m	2.0~3.0	2.0~3.0	10~15	5~12	5~12
耐湿耐熱性	260°C/20sDip	-	>PCT-4h	>PCT-4h	-	PCT-3h	PCT-3h
吸水率	PCT-5h	wt%	0.3~0.4	0.3~0.4	0.05~0.2	0.6~0.7	1.1~1.3
耐CAF性 ^{**)}	-	h	>1,000	>1,000	-	-	>1,000
打ち抜き加工性	ケバ・バリ	-	なし	なし	発生	なし	なし
めっき付き性	-	-	良好	良好	特殊前処理要	良好	良好

注: *)トリプレートストリップライン共振器法による測定 **)ドリル 0.4mm, 穴壁間隔300 μ m, 85°C/85%RH, 100V印加

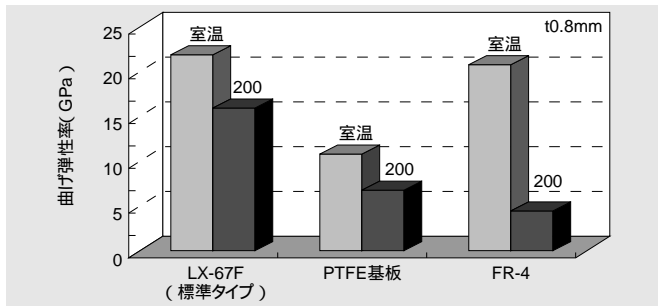


図8 MCL-LX-67Fの曲げ弾性率 MCL-LX-67Fは室温および高温(200℃)ともPTFE基板の約2倍の曲げ弾性率を有する。

Fig. 8 Flexural modulus of MCL-LX-67F

The flexural modulus of MCL-LX-67F is approximately twice as high as that of PTFE laminate, even at 200°C.

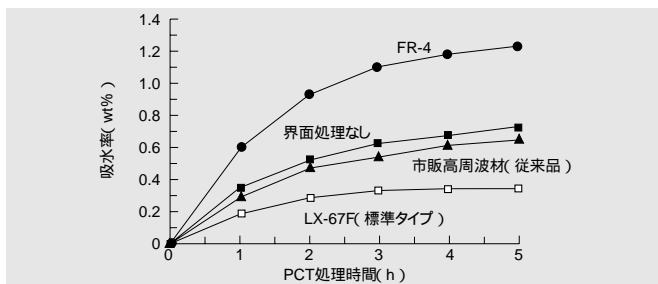


図9 MCL-LX-67Fの吸水特性 MCL-LX-67Fは界面制御の効果により低吸水性を有している。

Fig. 9 Water absorption characteristics of MCL-LX-67F

The level of moisture absorption remained low when the original interphase control technique was used.

図で一般のFR-4や他社の熱硬化性高周波材料の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$, PTFE基板の $\frac{1}{9} \sim \frac{1}{10}$ の低熱膨張性を有する。このため、はんだリフローなどの加熱工程での熱膨張量が小さく、PWBのスルーホール信頼性が向上するだけでなく、環境変化やPWB自体の発熱による寸法変化が小さくなるため、特性インピーダンスのばらつきの抑制にも有効であると考えられる。

図8に曲げ弾性率の測定結果を示す。LX-67FはPTFE基板と比較して室温および200°Cの高温において1.5~2倍の曲げ弾性率を有しているためPWBの薄型化を図ることができる。また長さが1~2mの基地局用大形アンテナ用途ではPTFE基板ではたわみ量が大きい製造面での課題があったが¹²⁾、LX-67Fはたわみ量が非常に小さく、大形のアンテナ用基板へも対応可能である。さらにLX-67FはPTFE基板の課題である打ち抜き加工性が良好であり、スルーホールなどへのめっき付き性に関してPTFE基板での特殊な前処理を必要としないため、一般のFR-4と同様な工程でのPWB加工を可能としている。

またPCT後の吸水特性を図9に示す。LX-67Fの吸水率は、先述したように樹脂を低極性化しフィラを高充填化させて樹脂比率を低減しているため、市販の高周波用基板(従来品)やFR-4に比べて低吸水性を示す。なおフィラの界面処理を行わないと吸水率は2倍以上となり、樹脂/フィラの界面制御による低吸水性化への効果が非常に大きいことがわかる。このため、表1に示すように良好な耐湿耐熱性を有している。

さらにフィラの高充填化技術を取り入れたLX-67Fは優れた表面平滑性を有する(図10)。通常MCLでは成形時に樹脂の硬化収縮などによりガラスクロスのをねりため表面粗さは5~12μm程度であり、PTFE基板では10~15μm程度とさらに大きくなる。それに対して樹脂比率を大幅に低減しているLX-67Fの表面粗さは、樹脂の収縮が少なくかつ微小なフィラによって平坦

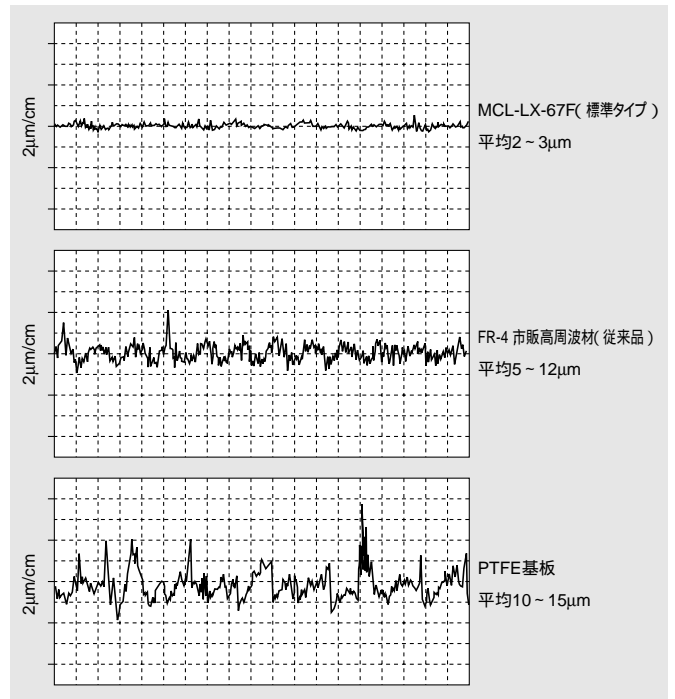


図10 MCL(t0.8,18D)の表面平滑性(よこ方向) MCL-LX-67Fはフィラの高充填化によってガラスクロスのうねりの影響が少ないため表面粗さが低減している。

Fig. 10 Surface smoothness of MCL-LX-67F

The laminated surface of MCL-LX-67F is smoothed with filler.

化されているため平均2~3μmと小さい。このため、微細パターン形成に有効であると考えられる。

〔5〕 結 言

1GHz以上の高周波帯に対応した低伝送損失基板材料として、独自の樹脂変性技術とフィラの高充填化技術との組み合わせによりMCL-LX-67Fを開発した。MCL-LX-67Fは、一般のFR-4と同等の機械的特性とPWB加工性を確保し、かつPTFE基板に匹敵する高周波特性を有しているため、今後の大きな伸びが予想される各種の情報通信システムに対応できるプリント配線板用材料として、アンテナ用基板やコンバータ用基板および高周波部品・モジュール用基板などへの展開が期待される。

参考文献

- 1) 次世代の移動通信, 電子情報通信学会誌, 82, 2, 101-160 (1999)
- 2) 移動体通信技術の全貌, 電子技術, 1, 1-61 (1999)
- 3) 岳: 低誘電特性材料の動向, サーキットテクノロジー, 4, 3, 108-114 (1989)
- 4) 岳: 高周波に適した材料, サーキットテクノロジー, 8, 2, 110-114 (1993)
- 5) 伊藤: 高周波特性用多層材料, プラスチック, 45, 9, 38-41 (1994)
- 6) 水野, 外: 高周波回路用低誘電損失基板材料, 第12回 回路実装学術講演大会, 39-40 (1998)
- 7) 平川: 高周波回路用プリント配線板材料, サーキットテクノロジー, 9, 215-221 (1994)
- 8) 武田, 外: 日立化成テクニカルレポート, 32, 29-32 (1999)
- 9) 小林, 外: 日立化成テクニカルレポート, 30, 25-28 (1998)
- 10) H.Tanaka et al: Precise Measurements of Dissipation Factors in Microwave Printed Circuit Boards, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 38, 2, 509-514 (1989)
- 11) 金子, 外: 特開平 6-273464, 1993
- 12) 栗川: "高周波用積層板", 高周波用高分子材料, シーエムシー社 (1999), p.165-173

工業材料事業本部

化成品事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9110 FAX(03)5446-9469
医薬品事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9220 FAX(03)5446-9467
自動車部品事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9360 FAX(03)5446-9461
複合材料事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9210 FAX(03)5446-9450
半導体材料事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9250 FAX(03)5446-9465
表示材料事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9260 FAX(03)5446-9465
電子基材事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9300 FAX(03)5446-9463
電子部品事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9335 FAX(03)5446-9464
感光性フィルム事業部	〒108-0023 東京都港区芝浦4-9-25(芝浦スクエアビル)
	☎(03)5446-9272 FAX(03)5446-9112
住環境事業本部	〒173-0004 東京都板橋区板橋3-9-7(板橋センタービル)
	☎(03)5248-5130 FAX(03)5248-5516

編集委員

岡村昌彦	中山忠光	松本源一	矢野健
大森英二	秋田谷龍男	三上善勝	岡田武司
金田愛三	横澤舜哉	中村吉宏	南好隆
田口矩之	中川良男	芦沢公三	須佐憲三
小泉泰伸	村形哲		

日立化成テクニカルレポート 第34号

発行 平成12年1月

発行元 日立化成工業株式会社

〒163-0449 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号(新宿三井ビル)

電話 (03)3346-3111(大代表)

事務局 研究開発部 電話 (03)5381-2401

編集・発行人 石丸敏明

印刷所 日立印刷株式会社

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町二丁目1番地5号

電話 (03)5281-5001(ダイヤルイン案内)

©2000 by Hitachi Chemical Co., Ltd. Printed in Japan (禁無断転載)