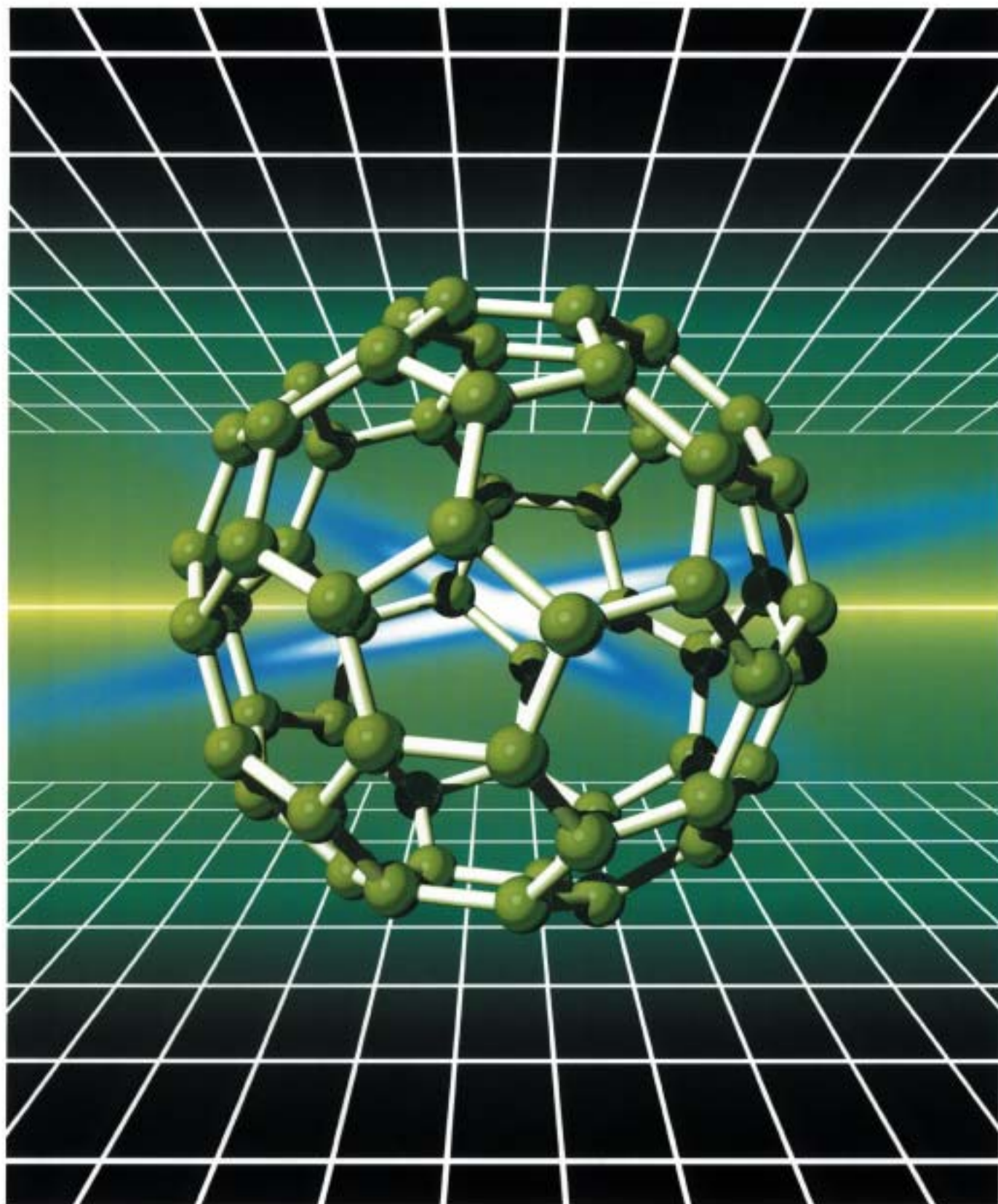


豊田合成技報

 TOYODA GOSEI TECHNICAL REVIEW

VOL.43 NO.2 2001



総説	青紫色半導体レーザの最新動向	山崎 史郎..... 51 永井 誠二 小島 彰 渡辺 大志 小池 正好
報告	樹脂 CVJ ブーツシール性予測技術	古田 裕二..... 57 田中 明子
	発泡 PP インサートの変形メカニズム推定	横井 秀俊..... 62 西郷 栄人
資料	押出成形品のオフライン形状品質判定システム	小笠原 茂樹..... 68
新製品紹介	LED 照明付きスカッフプレート	乾 修司..... 71 橋本 守行
	新インサート入りドアオープニング	渡辺 浩也..... 73 ウェザストリップ
	トリム内リップ可変	小木曾 春美..... 75 押出しオープニングトリムウェザストリップ 峯 公教
	助手席エアバッグドア一体ハードインパネ	富田 真暢..... 77
	耐熱性エンジンマウント	野々垣 晴彦..... 79 勝村 軍平
	2層構造低透過樹脂チューブ	近藤 充隆..... 81 小池 正樹
	2ピース立体バッグ	岡田 靖..... 83 柴田 元昭
	社外発表文献一覧表	85

CONTENTS

Technical Review

- Recent Progress of Bluish Purple Semiconductor Lasers Shiro Yamasaki 51
Seiji Nagai
Akira Kojima
Hiroshi Watanabe
Masayoshi Koike

Technical Reports

- Sealing Life Prediction Technology of TPE CVJ Boot Yuji Furuta 57
Akio Tanaka
- Supposition of Deformation Process of Formed PP Sheet
Inserted in Mold Cavity Hidetoshi Yokoi 62
Yoshihito Saigoh

Technical Note

- The System which Judges the Form Quality
of Extrusion Products in an Off-Line State Shigeki Ogasawara 68

New Products

- Lighting Scuff Plate with LED Lamp Shuji Inui 71
Moriyuki Hashimoto
- Door Opening Trim Weather-Strip with New Insert Hiroya Watanabe 73
- Opening Trim Weather-Strip
with Variable Extrusion of Trim Lip Harumi Kogiso 75
Kiminori Mine
- Injection Molded Instrument Panel
with Passenger Side Air Bag Door Masanobu Tomida 77
- Heat Resistant Engine Mount Haruhiko Nonogaki 79
Gunpei Katsumura
- Low Permeation Plastic Tube Constructed by two Layers Mitsutaka Kondo 81
Masaki Koike
- Two-Piece 3-D Cushion Yasushi Okada 83
Motoaki Shibata

- List of Published Papers 85

≡ ≡ ≡ 総 説 ≡ ≡ ≡

青紫色半導体レーザーの最新動向

Recent Progress of Bluish Purple Semiconductor Lasers

山崎 史郎 永井 誠二 小島 彰 渡辺 大志 小池 正好

1. はじめに

アインシュタインが誘導放出の理論を打ち立て、研究者達の執念によってレーザー光線は実現した。自然界には存在しなかった“魔法の光”が人の手によって初めて世に作り出された。

今日、光ファイバーが全世界を覆い尽くし、インターネットの通信網が私たちの身近なところまでやってきた。

光通信の要の一つが、半導体レーザーである。髪の毛のように細いガラス繊維の中を飛び交うデジタル信号を運んでいるのは赤外線レーザーである。

赤外線は目に見えない。研究者達は、目に見える光（可視光）の半導体レーザーを作ろうと血みどろの開発に取り組み、終に赤色半導体レーザーを完成した。

赤色半導体レーザーは、私達の身の回りで活用されている。レーザーポインタ、バーコードリーダー、DVD (Digital Versatile Discs) など便利なものが沢山出来た。

赤崎 勇教授（名古屋大学名誉教授）による画期的な発明である低温堆積緩衝層という非常に優れた結晶成長法¹⁾により、サファイア基板上に平坦で高品質のGaN（窒化ガリウム）結晶が得られるようになった。これによりドーピングでのp型やn型の導電性制御²⁾も可能になった。

我々は、上述の基幹技術をもとに多重量子井戸構造 (Multi Quantum Well: MQW) の超薄膜多層技術を実現し、高光度青／緑色LEDの開発を成功させた³⁾。青色LEDの技術を更に進化発展させた究極の光デバイスとして青紫半導体レーザー (Semiconductor Lasers: LD) がある。レーザー一般の特性と歴史の概説を踏まえて開発最前線の

最新動向を紹介する。

2. 半導体レーザーとは？

2-1. レーザとは？

レーザーは、誘導放出による光増幅、即ち Light Amplification by Stimulated Emission of Radiationの頭文字をとったLASERが語源であり、極めて特殊な光を作り出す装置である。

自然界に存在する光（自然光）は図1（上図）のように種々の波長で不揃いな位相を有する波が集まったものである。

レーザー光は図1（下図）のように「方向、位相、波長の揃った人工の光」で極めて強烈的な（エネルギー密度が高い）、遠くまで一直線に走る（指向性が高く、ほとんど広がらない）。

レーザーは、光を発生させる材料（媒体）によって、固体レーザー、気体レーザー、液体レーザーに分類される。半導体レーザーは固体レーザーの一種である。

半導体レーザーの特徴は小型軽量、低価格、高エネルギー効率である。

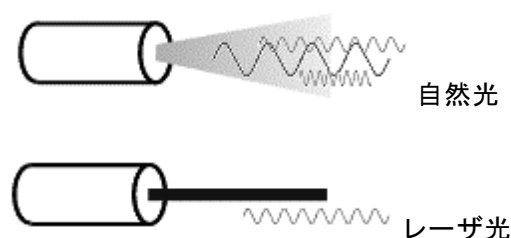


図1. 自然光とレーザー光の違い

2-2. 半導体とは？

半導体とは、導体と絶縁体との電気抵抗を持つ物質のことであり、例としてSi, Ge, CdS, GaAs, GaN等が挙げられる。

この半導体の構成元素を規則正しく並べた結晶中に、極微量の他元素を添加することにより、電気を運ぶ担体が電子であるn型半導体と、正孔であるp型半導体の二種類が作製可能である。

これら二種類の半導体を組み合わせることにより、整流作用を持つpn接合ダイオードや、増幅作用を持つnpn型トランジスタが作製可能である。

2-3. 半導体レーザーとは？

pn接合ダイオードの順方向に電流を流すと、電子が伝導帯に上がり、その電子が再び価電子帯に落ちて正孔と結合する。その際、その半導体のバンドギャップエネルギーに相当する波長の光が発生する。その光を外部に取り出したのが発光ダイオード (Light Emitting Diode : LED) である。

半導体レーザーも、発光ダイオードと同じくpn接合ダイオードであるが、前述の「方向、位相、波長の揃った人工の光」にするためには、以下の3要件が必要不可欠である。

1) 反転分布

熱平衡状態にある半導体においては、電子はエネルギーの低い安定な価電子帯に詰まっている。光の照射や順方向電流により、電子はエネルギーの高い伝導帯に励起される。伝導帯に励起された電子数が価電子帯にある電子数を上回り、価電子帯に多くの正孔がある強励起状態を反転分布という。

半導体レーザーでは順方向電流を流すことによって反転分布を実現できる。

2) 光共振器

光共振器は通常2枚の平行鏡からなるファブリーペロ構造で構成される。反射鏡面は結晶のへき開、または、ドライエッチングにより形成される。

3) 高い光利得

レーザー発振が起こるためには、光利得が光損失と釣り合う必要がある。

光損失には、反射面から透過率分の光が外に放出される反射損失と、光共振器を構成する半導体の吸収による吸収損失がある。

この二つの損失に打ち勝つ光利得を得るため、活性領域の半導体は、発光再結合効率の高い直接遷移型バンド構造を持つ必要がある。

2-4. 半導体レーザーの歴史

半導体レーザーのアイディアは、1957年東北大学の渡辺・西沢両教授によりはじめて提案された。

1962年に最初のレーザー発振が -196°C においてGaAsで確認された。実用的見地から重要なのは、1970年におけるソ連のAlferovらと米国ベル研究所の林らによるGaAs-AlGaAsダブルヘテロ構造を用いた室温連続発振の達成である。

その後、半導体レーザーは各方面からの多大な努力により著しい発展を遂げ、現在では代表的な光エレクトロニクスデバイスの1つとして多くの分野で実用されている。

3. レーザの応用

3-1. 光通信

光通信は高度情報処理社会を構築するための基幹技術として、近年急速に拡大してきた。図2に示すように光通信は、光源、伝送媒体 (光ファイバ)、検出器の3つの要素から構成されている。光源には小型で高速直接変調が可能な半導体レーザーが用いられている。現在、光通信に適応されている半導体レーザーは、 $0.8\mu\text{m}$ 帯のAlGaAsレーザーと $1.3, 1.5\mu\text{m}$ 帯のInGaAsPレーザーの赤外線レーザーである。

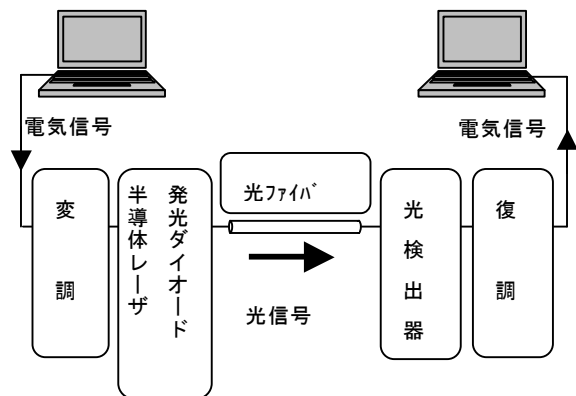


図2. 光通信概略図

3-2. レーザプリンタ

レーザプリンタ装置の基本構成を図3に示す。レーザプリンタは、レーザ光によって印刷情報を光導電体書き込み、電子写真方式によって印刷画像を得る印刷装置である。光源に半導体レーザを使用することにより、高速・高解像の印字が可能、感光紙のような特殊な用紙を必要としない等の優れた性能を持つ。

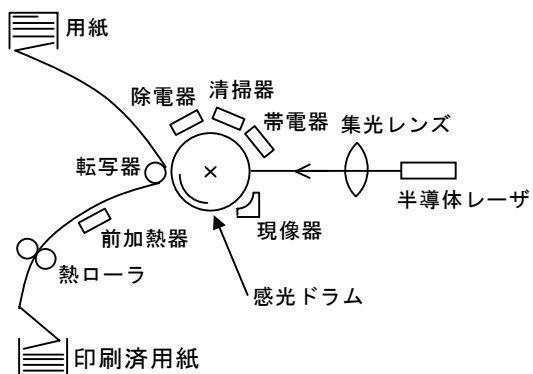


図3. レーザプリンタ装置の基本構成図

3-3. 光ディスク

レーザ光は集光することにより波長程度の微小スポットに絞り込むことが可能で、光ディスクはこの集光ビームを利用して情報の書き込み、読み出しを行う光情報機器である。図4に示すように情報はディスク上に形成された1μm程度のピット（穴）の配列として記録され、情報の記録再生には1~2μm程度に集光されたレーザ光が用いられる。光ディスクは、再生専用型（CD, DVD）、追加記録型（CD-R, DVD-R）、可逆記録型（CD-RW, DVD-RW）に分類される。

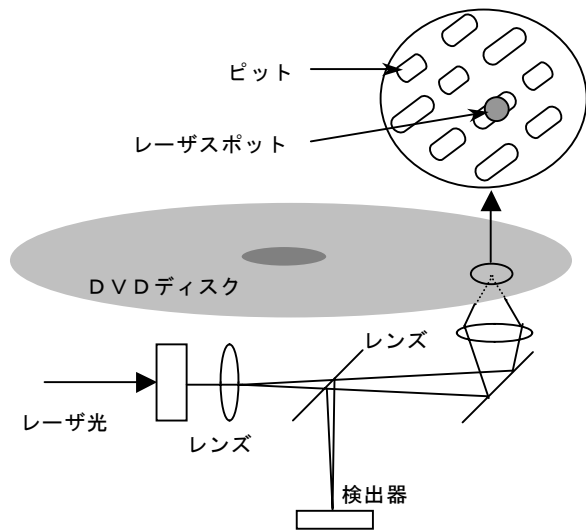


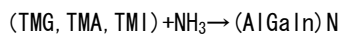
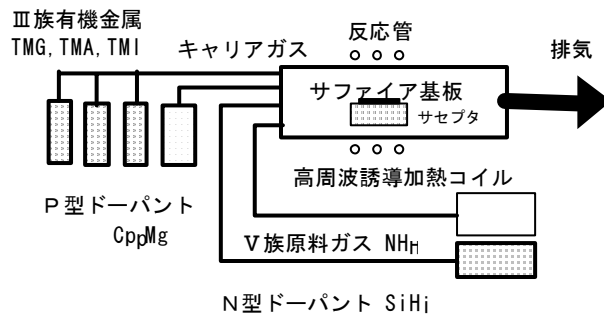
図4. 光ディスクシステム概略図

4. 青紫色レーザ

4-1. 結晶成長

青紫色レーザは、青色LEDや緑色LEDと同じGaN系半導体で作られている。

GaN系半導体は図5に示す有機金属気相成長法（Metal Organic Vapor Phase Epitaxy : MOVPE）という方法で結晶成長される。



- TMG : トリメチルガリウム
- TMA : トリメチルアルミニウム
- TMI : トリメチルインジウム
- CpMg : シクロペンタジエニルマグネシウム

図5. 有機金属気相成長法による結晶成長

原料には、III族原料としてTMG, TMA, TMIという有機金属原料と、V族原料としてアンモニア（NH₃）を使用する。p型、n型不純物原料としてそれぞれ有機金属Cp₂Mg、シランガスSiH₄を供給し、Mg, Siを不純物として添加する。

サファイア基板をカーボン・サセプタ上にセットし、高周波加熱により800~1100℃の高い温度に上げて結晶成長させる。

4-2. レーザ層構成

図6にレーザの層構成を示す。GaNには基板がなく、通常基板としてサファイア基板を使用している。しかしサファイアとGaNとは結晶構造が異なるため、サファイア基板上に成長させたGaNには多くの欠陥が発生する。この欠陥を低減するためにサファイア基板上にマルチバッファ層を成長させ、さらにその上にレーザ構造を成長させる。

レーザ構造は、GaN/GaN 多重量子井戸構造MQWを採用し、GaN/GaNガイド層、AlGaNクラッド層からなる分離閉じ込め（Separate

Confinement Hetero-structure : SCH) 構造⁴⁾になっている。この構造により光とキャリアを活性層へ有効に閉じ込めることが可能である。

縁体であるため、プラス電極、マイナス電極はどちらも結晶成長面に形成されている。

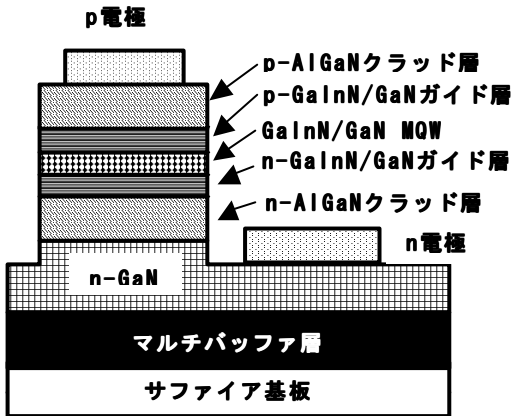


図6. GaN青紫色レーザー層構成

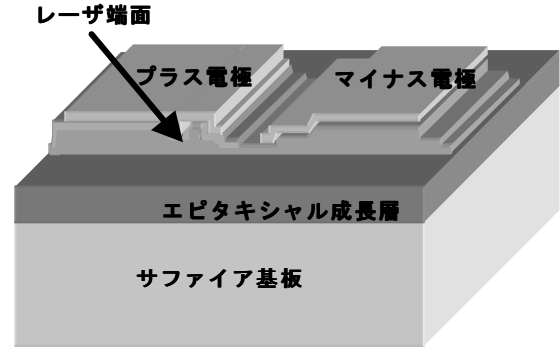
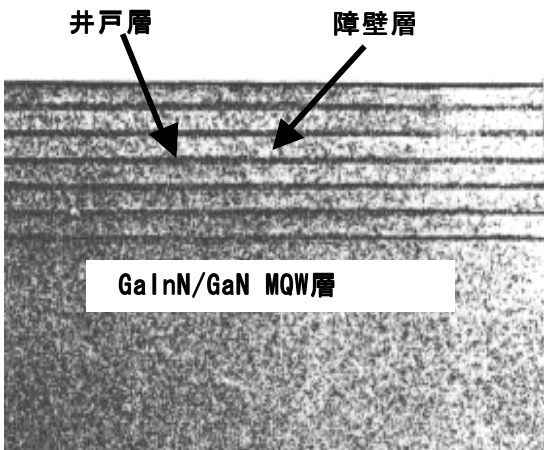


図8. 作製されたレーザーチップ

4-3. MQW

MQWは、GaInN 井戸層とGaN障壁層との周期構造からなる。MQW層断面の透過電子顕微鏡写真 (Transparent Electron Microscopy: TEM) を図7に示す。井戸層、障壁層の厚さは数nm(10^{-9} m)という、原子層が数層並んだ程度の薄さである。



数nm厚の結晶成長層を積層

図7. MQW層の透過電子顕微鏡写真

4-4. レーザチップ

結晶成長させたウェハを加工し、図8に示すようなチップを作製する。サファイア基板は絶

4-5. 反射ミラー面

レーザーの光共振器を形成する反射鏡面はドライエッチング (Reactive Ion Beam Etching : RIBE) により加工されている。MQW層内でできた光を光共振器内に閉じ込めておくために、反射鏡面の反射率は高くなければならない。このためには端面の凹凸を極力なくさなければならない。

図9にRIBEにより形成したGaInNからなる反射鏡面のSEM写真を示す。10~15nmという極めて平坦な反射鏡面が得られている。GaInNの屈折率は2~3であるため、凹凸のない面であっても反射率は30%程度である。この反射鏡面に、さらにSiO₂/TiO₂の多層膜コーティングを行ない、反射鏡面の反射率を90%以上まで高めている。

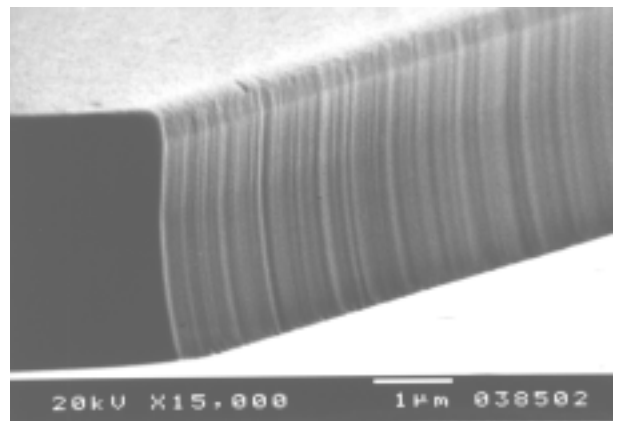


図9. RIBEによる反射鏡面のSEM写真

4-6. 放熱設計

レーザ発振を得るためには、チップに電流を流す必要がある。しかし電流を流すことにより、チップは発熱し温度上昇が起こるためレーザ寿命が短くなる。このためチップをヒートシンクに取り付け放熱する必要がある。サファイア基板は絶縁体であり、基板側をヒートシンクに取り付けても熱伝導が悪い。そこで、図10のように結晶成長層側をヒートシンクに取り付け（ジャンクションダウン方式）、放熱を良くしている。

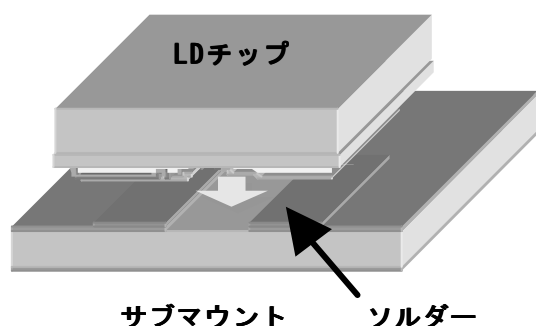


図10. レーザ・チップのヒートシンクへのダイボンディング

4-7. 最新開発動向

青紫色レーザは次世代DVD用光源として期待

されている。

光ディスク応用ではレーザ光をコリメートレンズにより絞り、ピット部に照射する。この絞ったビーム径は

$$d = \lambda / 2 NA$$

λ：レーザ波長

NA：レンズ開口数

で表され、レーザの波長が短いほど小さく絞り込むことができ、小さいピットに照射することが可能となる。高密度化するにはレーザビームを小さく絞る必要があり、波長405nmの青紫色レーザを使うと、30GBまでDVDの記録密度を上げることが可能となる。

最新の報告データを表1に示す。

DVD読み出し対応では豊田合成を含め各社において既に2000時間を越える寿命が得られている。

DVD書き込み対応では30mW出力で15000時間の寿命データも報告されている。

5. 今後の課題

これまでは、サファイアという異質の基板上に成長させており、GaN結晶には欠陥や歪が内在している。これをなくすことでデバイス特性をさらに向上させることが可能である。このためには基

表1. 各社における青紫色LDの報告データ

DVD読み出し対応

メーカー	I _{th} (mA)	I _{op} (mA)	発振波長(nm)	寿命 (hour)
A	40	45 @5mW	405	>10000 @5mW 25°C ⁵⁾
B		33.3 @5mW		2000 @5mW ⁵⁾
C	86	90 @3mW	410	5000(推定) @3mW 25°C ⁶⁾
D		30 @3mW		2500 @3mW ⁵⁾

DVD書き込み対応

A	23	42 @30mW	405	15000 @30mW 60°C ⁷⁾
B	50	85 @30mW	404	1000 @30mW 50°C ⁸⁾

板としてGaNを使う必要がある。

現在のGaN基板作製法は、サファイア基板やGaAs基板上にHVPE (Hydride Vapor Phase Epitaxy) 法という成長法により200~300 μ mの厚膜GaNを成長後基板を除去し、GaN基板を得ている。しかしここでも異質の基板を使っていることで欠陥をなくすことはできていない。GaN基板上にレーザ層構成を結晶成長させる際にも、横方向成長技術 (Epitaxial Lateral Overgrowth : ELO) を使い部分的に低欠陥化している。GaN基板の低欠陥化技術が今後重要になってくる。

6. まとめ

赤崎 勇教授 (名古屋大学名誉教授, 現名城大学教授) による画期的な研究成果を事業化する中で、高光度青色/緑色LEDの製品化に成功した。これらの研究基盤、開発体制、生産技術を更に拡大するためのターゲットとして青紫色半導体レーザがある。

DVD市場も既に立ち上がり、記録密度の向上が切望されている今が、青紫色半導体レーザの製品化に最高のタイミングである。

謝辞

青紫色レーザの開発を遂行するにあたり、御指導頂いた赤崎教授に深く感謝致します。また、科学技術振興事業団、豊田中央研究所 デバイス部、分析部の多大なご支援に対し深く感謝致します。

最後に、青紫色レーザの開発に共に従事したオプトE事業部第1技術部LP1Gの皆様の努力に敬意を表します。

参考文献

- 1) H.Amano, N.Sawaki, I.Akasaki and Y.Toyoda : Appl.Phys.Lett. Vol.48(1986) 353.
- 2) H.Amano, M.Kito, K.Hiramatsu, N.Sawaki and I.Akasaki : Jpn.J.Appl.Phys. Vol.28(1989) L2112
- 3) M.Koike, N.Shibata, S.Yamasaki, S.Nagai, S.Asami, H.Kato, N.Koide, H.Amano and I.Akasaki : Mater.Res.Symp. Vol.395 (1996) 889
- 4) M.Koike, S.Yamasaki, S.Nagai, Y.Tezen, S.Iwayama, A.Kojima, T.Hiramatsu, T.Umezaki, M.Itoh, H.Yamashita, M.Ohashi, A.Kimura, M.Sato and K.Ohguchi : Proc. I.W.N. (2000) 886
- 5) 日経メカニカル No. 564 (2001.9) 82
- 6) 小池 日本真空協会2001年10月研究例会 予稿集
- 7) S.Nagahama, N.Iwasa, M.Senoh, T.Matsushita, Y.Sugimoto, H.Kiyoku, T.Kozaki, M.Sano, H.Matsumura, H.Umemoto, K.Chocho and T.Mukai : Proc.SPIE 4287, (2001) 42
- 8) T.Tojyo, T.Asano, M.Takeya, T.Hino, S.Kijima, S.Goto, S.Uchida and M.Ikeda : Jpn.J.Appl.Phys. Vol.40, (2001) 3206

報 告

樹脂CVJブーツ シール性予測技術

古田裕二^{*1}, 田中明子^{*2}

Sealing Life Prediction Technology of TPE CVJ Boot

Yuji Furuta^{*1}, Akiko Tanaka^{*2}

要 旨

ジョイント角とクランプの挙動及び、へタリ量をFEAにより求め、シール性を予測する技術を確立した。

その結果、設計段階でベンチ長期へタリを含むシール性予測が可能となった。

Abstract

In a stage of designing a CVJ boot, analytic conditions of FEA method are established so that values calculated with the FEA method coincide with the actually measured values.

As a result, It is possible to predict a sealing life which included bench long-term heat deformation at the design stage.

*1 Yuji Furuta 機能部品事業部 機能部品技術部 CD部品技術室

*2 Akiko Tanaka 技術企画部 技術電算室

1. はじめに

CVJブーツは、駆動力をタイヤへ伝達する等速ジョイントの保護用ブーツであり、操舵、バウンド・リバウンドの動きにより圧縮・引張挙動をしながら回転するため非常に厳しい使われ方をする。

又、機能としては、グリースの保持、泥水の浸入防止の役割を果たしている。

Fig.1に使用部位、Fig.2に組付け状態を示す。

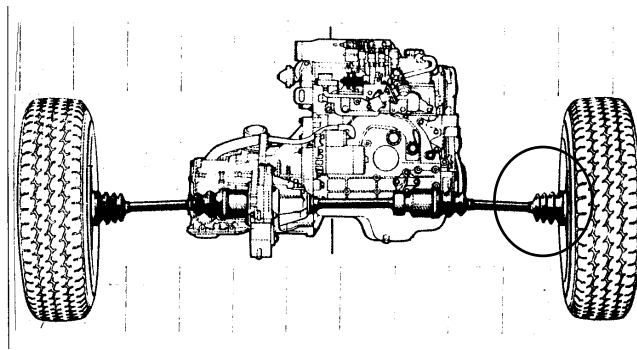


Fig. 1 Installation Part

も難しくなっている。

ブーツを樹脂化することで、①材料特性上ゴムに比べ、へタリが大きい②ゴムに比べ材料が硬く揺動時蛇腹の動きの影響をシール部が受け易い、といった特性があり新たにシール性の予測技術を確認する必要性が生じた。

ここではシール洩れ現象を解明し、FEAによりシール性予測技術を確認し、更にはシール部のへタリを考慮したシール予測を可能としたので報告する。

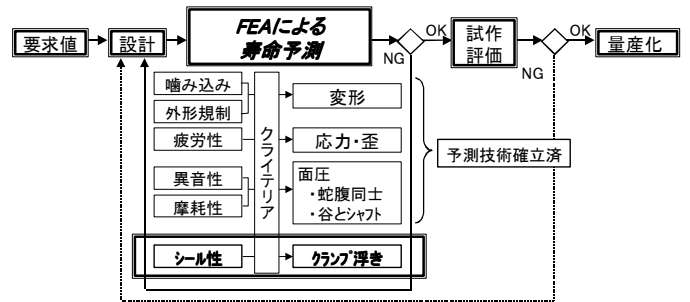


Fig. 3 Current Prediction Technology

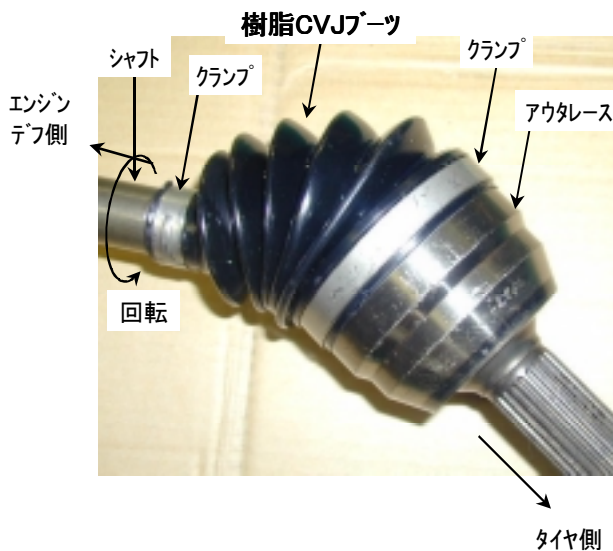


Fig. 2 State of Assembling

2. 背景

CVJブーツの設計手法として、従来より開発期間の最適化、図面完成度の向上を目的に予測技術^{1) 2)}を確認し活用している (Fig. 3)。

しかしながら、近年軽量化、長寿命化を狙いブーツの樹脂化が進みつつある。更に現在ではジョイントの広角化ニーズが強くブーツの設計

3. シール性予測技術確立の流れ

技術確立の流れをFig. 4に示す。

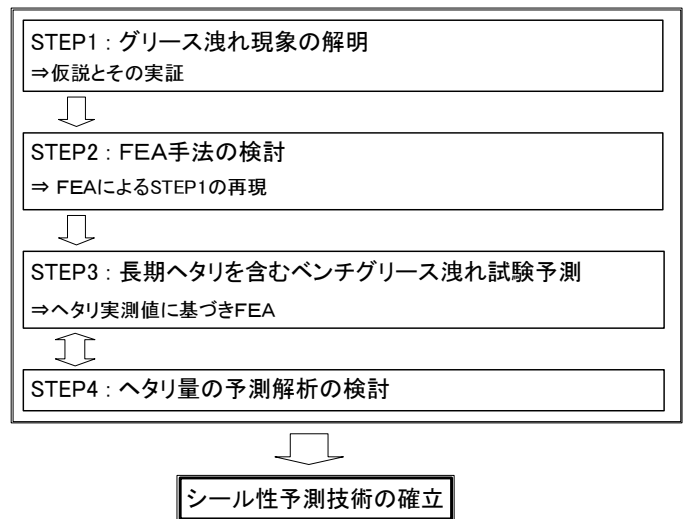


Fig. 4 Flow of Technological Establishment

4. 実施内容

4-1. STEP1: グリース洩れ現象の解明

1) 仮説

グリース洩れはC V Jブーツが屈曲運動をすることで蛇腹は引っ張り、圧縮の変形をする。

この変形により、クランプを浮き・沈みさせる力が発生。この時に発生した相手部品とブーツの隙間にグリースが浸入することにより、グリース洩れが発生する (Fig. 5)。

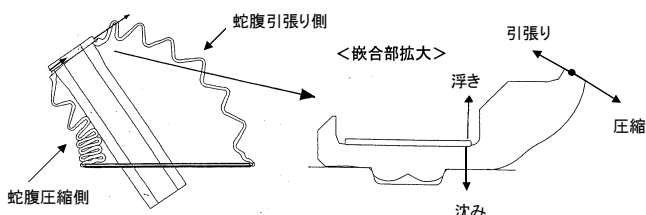


Fig.5 Movement of Clamping

2) 仮説の検証

実測によりジョイント角 (揺動) とクランプの動き (変位) の関係を調査した。その結果を Fig. 6に示す。

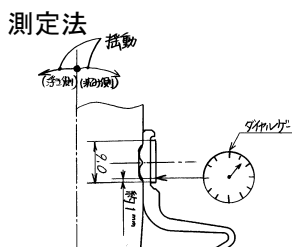
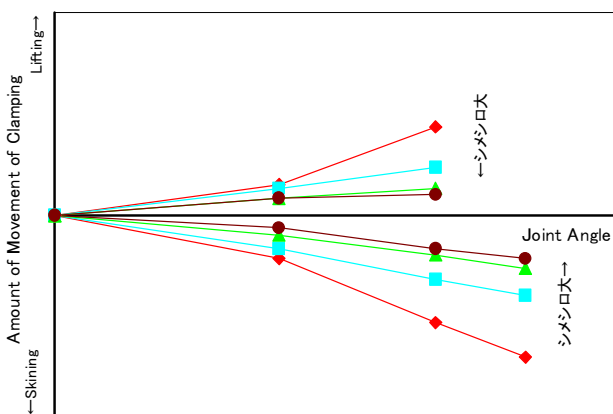


Fig. 6 Relation of Joint Angle and Movement of Clamping

結果からジョイント角が大きくなるにつれて、クランプの浮き・沈みの動きが大きくなるのがわかる。同様に、シメシロが大きい程浮き・沈みが小さい。

ここで浮きによりグリースがシール部へ侵入し、次にブーツ圧縮側でクランプが沈み込むことでシール部に入り込んだグリースが押し出される『ポンピング作用』で洩れが発生すると考えられる。

4-2. STEP2: FEA手法の検討

1) 解析モデルの選定

検討モデルを Table. 1 に示す。

Table.1 Model Selection

項目	2次元モデル	3次元モデル	擬似3次元モデル
小径部の変形	解析不可	精度良く解析可	解析可
クランプの変位	解析不可	精度良く解析可	解析可
モデル作成時間 ^間	0.75	2.5	1
解析時間 ^間	0.8	30	1
判定	△	○	◎

△:悪い、○:良い、◎:最も良い
※: 擬似3次元モデルを"1"とした時の比率

3水準のモデルを総合的に判断し擬似3次元モデルを採用することにした。

擬似3次元モデルとは、周方向に90度毎に座標を設定し、その間を補正したモデルである。

2) FEAによるクランプ挙動の確認

実際に FEA に使用した擬似3次元モデルを Fig. 7, その結果を Fig. 8 に示す。

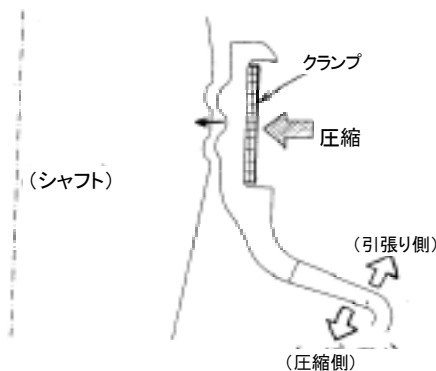


Fig. 7 Analytical Model

(変形を50倍に拡大)

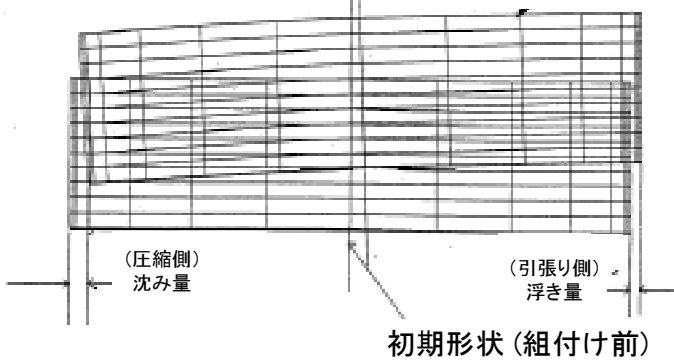


Fig.8 Movement of Clamping (FEA)

ブーツの蛇腹引張側ではクランプ端部は浮き、同時に圧縮側では沈む現象が確認でき、実際のクランプ挙動と FEA でのクランプ挙動は一致することが確認できた。

これにより FEA 解析で予測可能と判断した。

3) 実測と FEA のクランプ変位量の比較

実測のクランプ変位量と FEA 解析のクランプ変位量の関係を Fig. 9 に示す。

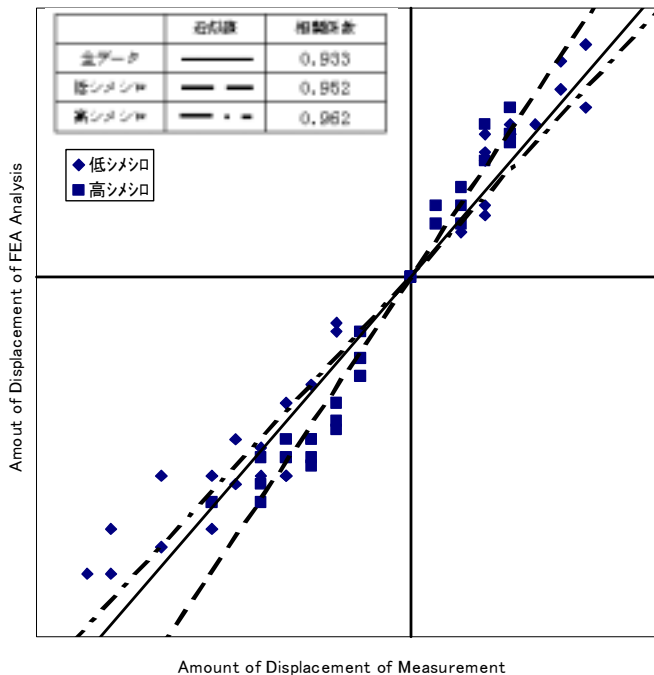


Fig.9 Relation between Measurement and FEA

結果から相関係数が 0.933 と高く実測と FEA は相関がとれていることがわかる。

このことから FEA において、ブーツ蛇腹揺動変形を考慮することでクランプの変位量予測が可能

となった。

4-3. STEP3 : 長期ヘタリを含むベンチグリース洩れ試験予測 (実測ヘタリを考慮した FEA)

1) 製品のベンチ試験

ベンチ試験の流れを Fig. 10 に示す。

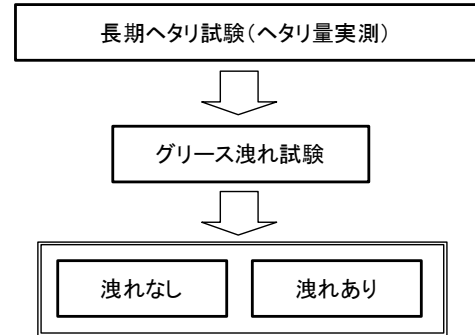


Fig.10 Flow of Bench Specification Testing

長期ヘタリ試験を実施し、その後動的グリース洩れ試験でグリース洩れの有無を確認する。

2) ヘタリ後のクランプ変位量の解析

シール性を予測するにはヘタリを考慮しなければならない。ヘタリはブーツ材料、ブーツシール形状により異なるため、個別のブーツ毎にヘタリ試験は必要となる。

ブーツ毎の長期ヘタリ試験にてヘタリ量を実測し、その結果を用いてヘタリ後の FEA での圧縮とクランプ変位量の解析を実施する。その手順を Fig. 11 に示す。

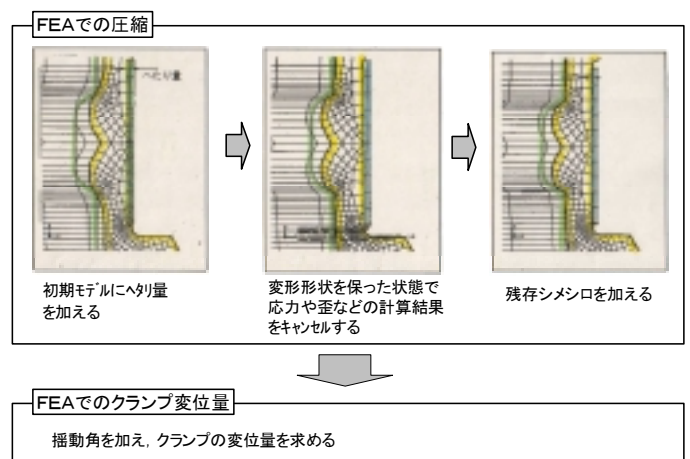


Fig.11 Procedure of Analysis

3) 解析結果とベンチグリース洩れの関係

ヘタリ後の実測シメシロと FEA によるクランプの変位量とベンチグリース洩れをプロットすると Fig. 12 となる。

これより、ヘタリ後のベンチグリース洩れ試験の洩れの予測が可能となった。

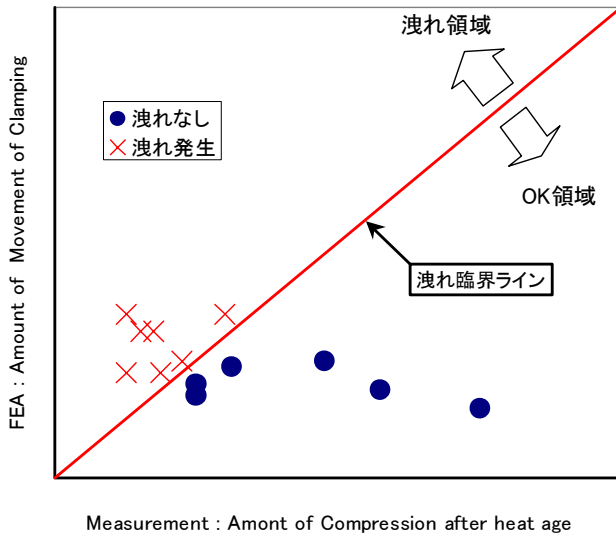


Fig. 12 Relation between Analytical Result and Bench Leakage

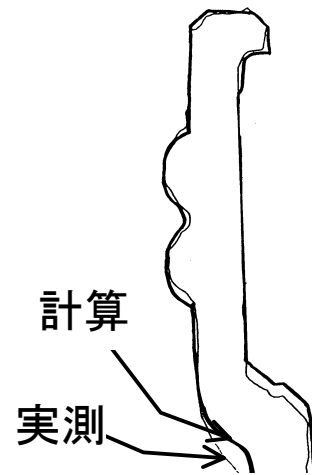


Fig. 13 Analytical Result

5. まとめ

ベンチ長期ヘタリ試験，動的シール試験を実施することなく，設計段階での予測が可能となった。これにより，設計段階で完成度の高い形状提案ができるようになった。

4-4. STEP4 : ヘタリ量の予測解析の検討

1) 考え方

前記 STEP3 では実試験により，ヘタリ量を求める必要があった。このため試験に多大な期間を要するといった問題があり，一連の解析上でこのヘタリが予測できないか検討をした。

手段として材料データを解析に入力することにより，ベンチ長期ヘタリ量の予測を可能とする。

2) 解析結果

材料データを入力することでヘタリ後の実測と解析の形状は一致した。このことより，ヘタリ後の残存シメシロの予測が可能となった。

解析結果を Fig. 13 に示す。

参考文献

- 1) 宮本賢二 「FEA活用による設計段階におけるCVJの寿命予測と最適設計手法の確立」豊田合成技報 Vol.40 No.2(1998), p74-78
- 2) Minoru Shimizu et. "Development of Compact Thermoplastic CVJ Boot", SAE paper, No.96029, 1996, p.8-16

報 告

発泡PPインサートの変形メカニズム推定

横井秀俊^{*1}, 西郷栄人^{*2}

Supposition of Deformation Process of Formed PP Sheet Inserted in Mold Cavity

Hidetoshi Yokoi^{*1}, Yoshihito Saigoh^{*2}

要 旨

低弾性のインサートを用いて射出成形する場合、樹脂流動のせん断力によりインサートが変形する場合がある。

そこで本研究では、低弾性インサートとして発泡ポリプロピレンシート（以下PPFと略記する）を使用し、片側の金型壁面にインサート成形した場合におけるPPFの変形状態を可視化観察し、インサートの変形過程を推定できた。

Abstract

When molding at the cavity setting at the formed polypropylene sheet, we analyze the deformation of the insert during the filling process by visualized this process. From the analysis, we suggest two stages of deformation, one is slip-stage and the other is deformation-stage from the share stress.

*1 Hidetoshi Yokoi 東京大学国際・産学協同センター

*2 Yoshihito Saigoh 技術企画部 技術電算室

1. はじめに

近年射出成形方法は多様化が進んでいる。インサート成形もそのひとつであるが、従来は金属・樹脂等といった高剛性のインサートを用いる成形が主であった。しかし、最近ではフィルムやファブリック等の低弾性インサートを扱う成形も行っている。ところが、低弾性インサート成形では従来の高弾性インサートとは異なり、インサートが変形して成形品外観や設計形状を損ない、量産条件設定に多くの時間を費やしている。

これらは、樹脂流動の剪断応力とインサートの弾性の差が要因と考えられるが、インサートが実際どのように変形していくかは解明されていない。

そこで本研究では、低弾性インサートとして発泡ポリプロピレンシート（以下PPFと略記する）を使用し、片側の金型壁面にインサート成形した場合のPPF変形状態を可視化観察し、インサートの変形過程を推定できたのでその概略を報告する。

2. 実験

2-1. 可視化観察手法

射出成形過程におけるキャビティを可視化観察する手法¹⁾として、金型の一部をガラスに置き換えることでキャビティの様子を外部から高速ビデオにて撮影する方法を用いた（図-1）。高速ビデオにはHSV-400（株ナック、200コマ/秒）を2台使用した。

そして、インサートするPPF表面に4mmピッチでスクリーン印刷し、その格子点が反ゲート側へ変位する様子をカメラ1にて撮影した。また、厚さの変化はカメラ2にてカメラ1と同時撮影をした。代表的な観察画像を図-2に示す。その後、画像処理によりそれぞれの経時変化量を数値化した。

ここで、今回の観察手法ではキャビティ部にガラスを使用しているため、キャビティ内圧が高くなるとガラスが破損し観察不能になる。そのため、今回の実験ではショートショットで射出を停止させガラスを保護する方法で観察した。

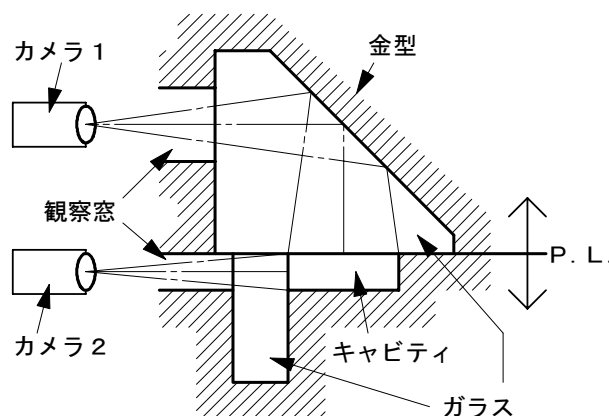


図-1 可視化観察の模式図

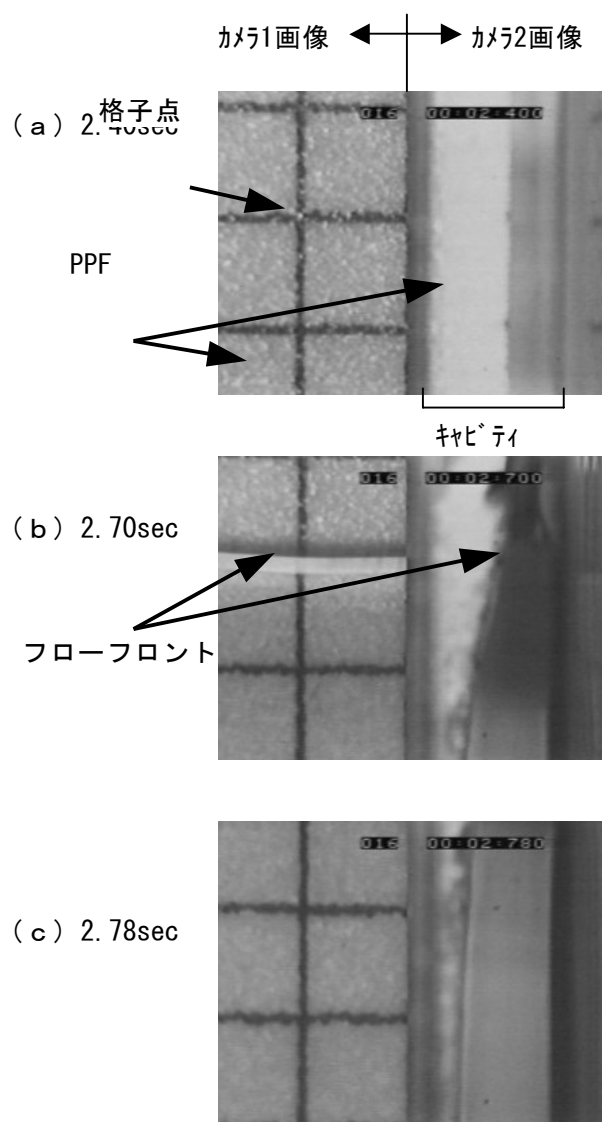


図-2 観察画像

2-2. 使用材料・設備

実験には樹脂材料としてポリプロピレン J 105 (楯ブランドポリマー) を使用し、インサートするPPFにトーレペフ®PP JP61 (東レ㈱) を使用した。ここで、PPFは発泡倍率15倍、厚さは3mm、サイズは150×32mmとし、前述のように片側表面(PPFとPPの界面側)にスクリーン印刷処理した。射出成形機はROBOSHOT α-150A (ファナック㈱) を使用し、金型は大型3次元可視化金型²⁾を使用した。

PPFをセットしたキャビティ形状と観察部位を図-3に示す。

ここで、射出成形中のPPFのすべりを制御するため、PPFの金型への固定方法を下記2種類選定した。

- 1) 両面テープによる全面接着
- 2) 両面テープによりゲート側端部より15mmの前端部のみ接着

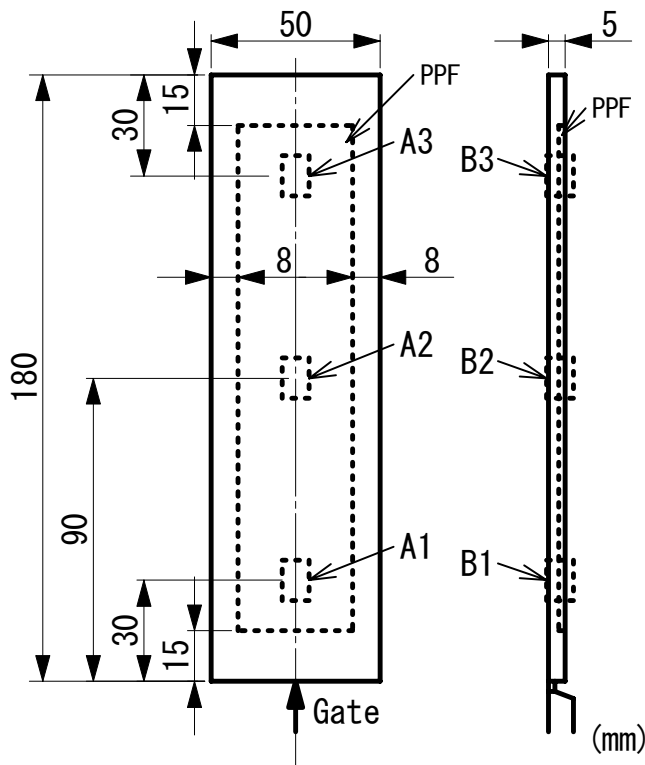


図-3 キャビティ形状と観察部位
A-1~3: カメラ1による観察エリア
B-1~3: カメラ2による観察エリア

2-3. 実験方法

実験では格子点の変位に対し射出率・観察部位・PPF接着方法の影響を調査した。また、射出率についてはPPF厚さに対する影響も調査した。

実験を行った成形条件を表-1に示す。

射出率 (cm ³ /s)	10, 20, 30
樹脂温度 (°C)	200
金型温度 (°C)	40

3. 結果と考察

3-1. 射出率と格子点の変位

観察部位をA-2 (製品中央部), 固定方法を前端部のみ接着とし、射出率を変化させた場合の格子点の変位を測定した結果を図-4に示す。ここで、比較し易くするため横軸をフローフロントからの距離としている。これは、フローフロントの通過時刻をゼロとし、経過時間にフローフロントの速度を乗じたものである。

射出率を大きくした場合、フローフロントからの距離に対してPPFの変位が小さいことが確認できる。この原因として、射出率を大きくした場合はフローフロントからの距離に対してキャビティ内圧が高くなる (圧力損失が大きくなる) ことが考えられる。キャビティ内圧が高くなったためPPFが厚さ方向に圧縮されて、見かけ上の流動方向の剛性が増したためと推察する。

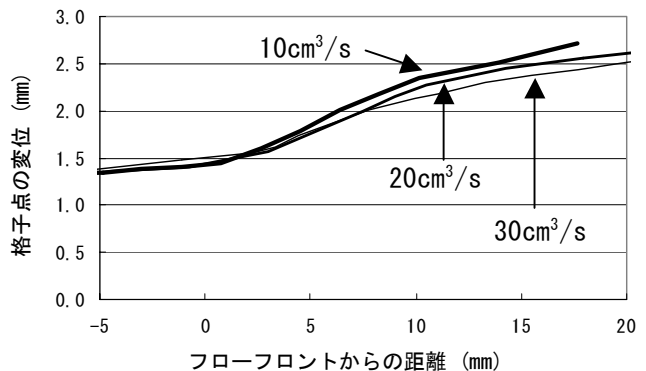


図-4 フローフロントからの距離と格子点の変位 (観察部位: A-2, 固定方法: 前端部のみ)

3-2. 観察部位と格子点の変位

射出率を $10\text{cm}^3/\text{s}$ 、固定方法を前端部のみ接着とし、各観察部位を変化させた場合の格子点の変位を測定した結果を図-5に示す。

各部位共に、フローフロントが到達するまでは一定速度で変位し、通過後に急に大きく変位していることが確認できる。

ここで、射出開始から7秒の時刻を考えると、A-1の部位はフローフロントが通過して大きく変位をしており、射出開始から1.7mm程度変位していることが図-5から確認できる。一方、A-2の部位ではフローフロントが到達しておらず、0.8mm程度しか変位していない。つまり、フローフロントを境として、ゲート側の変位が大きく、反ゲート側の変位が小さいことになる。変位は反ゲート方向なのでこの大変位はPPFの伸びを表していないことと推察する。なぜならば、A-1部位にてPPFが1mm伸びていたとすると、フローフロントより前方はPPFは何の荷重も受けていないため、A-2,A-3の各部位は1mm以上の変位をしていなければおかしい。したがって、この大変位は観測側（PPFとPPの界面側）のみに発生する倒れ現象と推察する。ここで、倒れ現象の模式図を図-6に示す。

また、A-1,A-2,A-3各部位でフローフロントが到達するまでは経過時間に対し一次関数的に変位していることが図-5にて確認できる。よって、樹脂流動によるPPFの伸びはフローフロント近傍のみで起こっていると推察する。なぜならば、フローフロント通過後もPPFが伸びつづけているならば、経過時間に対し一次関数的ではなく二次関数的な変位を示すはずである。したがって、PPFはフローフロント通過後の樹脂流動のせん断力によって伸ばされ、しばらくしてキャビティ内圧の上昇により金型壁面の摩擦が大きくなることで伸び過程が終了すると推察する。

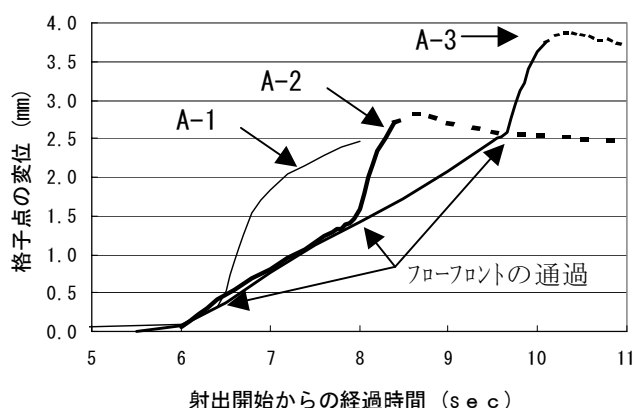


図-5 射出開始からの経過時間と格子点の変位
(射出率： $10\text{cm}^3/\text{s}$ 、固定方法：前端部のみ)

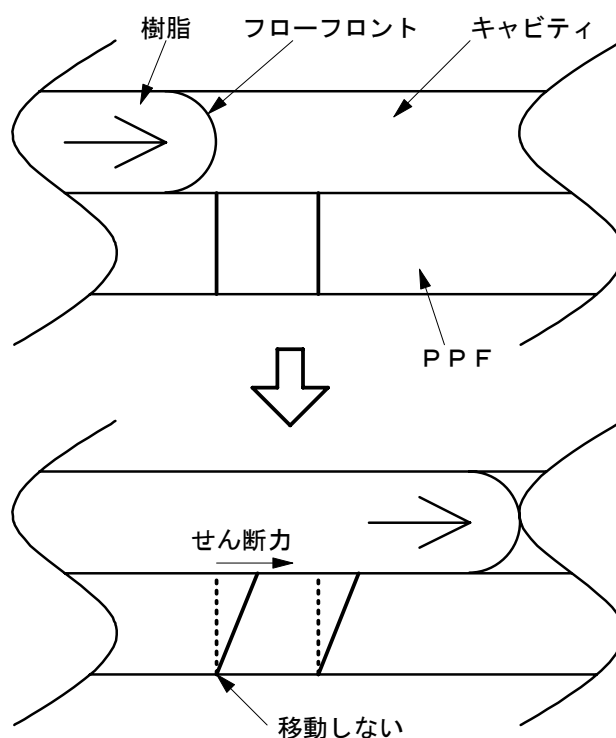


図-6 樹脂流動のせん断力による PPFの倒れの模式図

3-3. PPFの固定方法と格子点の変位

観察部をA-2, 射出率を10cm³/sとし, 固定方法を変化させた場合の格子点の変位を測定した結果を図-7に示す.

前端部のみ接着の場合, フローフロントが到達する前に変位が始まっていたが, 全面接着の場合はフローフロント到達後にはじめて大変位を起こす. 但し, どちらの接着においても大変位過程の変位量は変わらない. これは, 先に推察した観察面側の倒れ現象により説明できる. 倒れ現象は接着面の変位を起こさないため, 接着の方法に左右されなかったと推察する.

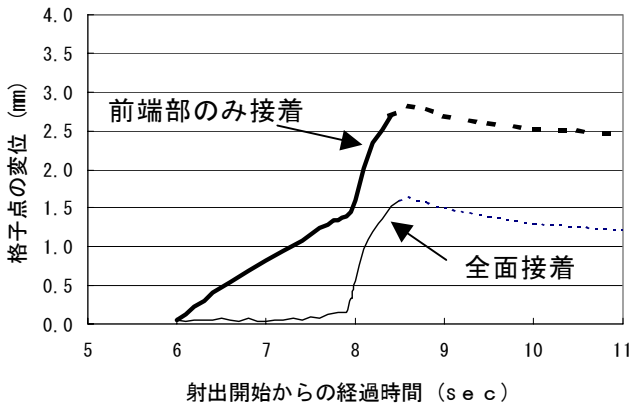


図-7 射出開始からの経過時間と格子点の変位 (観察部位: A-2, 射出率: 10cm³/s)

3-4. 射出率とPPF厚さ

観察部位をA-2, 固定方法を前端部のみ接着とし, 射出率を変化させた場合のPPFの厚さを測定した結果を図-8に示す.

射出率を大きくした場合, フローフロントからの距離に対してPPFの厚さが薄くなることが確認できる. この現象は先に述べた, 射出率の増加に伴う圧力損失の増大によりキャビティ内圧が高くなり, PPFが厚さ方向に圧縮されたためと推察する.

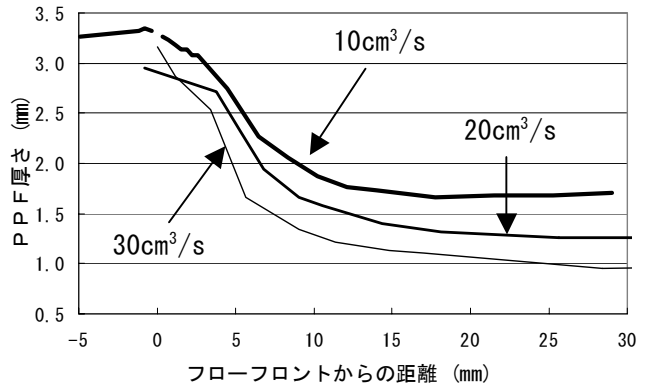


図-8 フローフロントからの距離とPPFの厚さ (観察部位: A-2, 固定方法: 前端部のみ)

3-5. PPFの変形過程の推定

実験結果に基づき, PPFを両面テープによりゲート側端部より15mmのみ接着した場合におけるPPFの変形過程を推察した. その模式図を図-9に示す.

1) 状態I (不動状態)

射出開始から樹脂がゲートを通過してゲート部近傍のPPFの開始端面に到達するまでは移動・変形ともにしない.

2) 状態II (すべり移動状態)

ゲート部近傍のPPFに樹脂が到達しPPF上を流動開始した後は, フローフロント部でPPFが部分的に伸びること(後述のIII参照)により, 樹脂未到達部のPPFには金型面上で一定速度のすべり移動をする(すべり量 δ).

3) 状態III (変形状態)

フローフロントが到達し流動樹脂の内圧・せん断応力がPPF表面に作用すると, 内圧が低くPPF表面に作用するせん断力により, PPFはすべり移動をする(すべり過程). 一定量の引張ひずみを生成すると, PPF表面のせん断力と相殺してすべり量 δ' にて停止する. その後は, 更に流動方向へ倒そうとするせん断変形が作用する(単純せん断変形過程). このせん断変形は, 図-9 IIIのようにPPFの大きな板厚と低剛性により, 流動方向の大きな変位として計測されることとなり, 結果としてそれまでの単調なPPF移動速度から急激な変位量の増大を一瞬にもたらし.

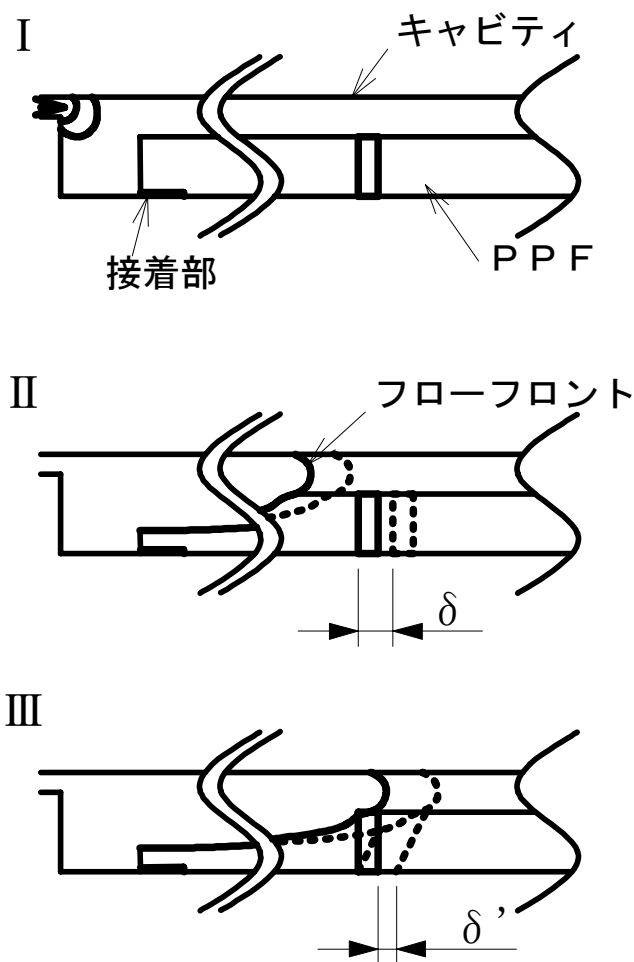
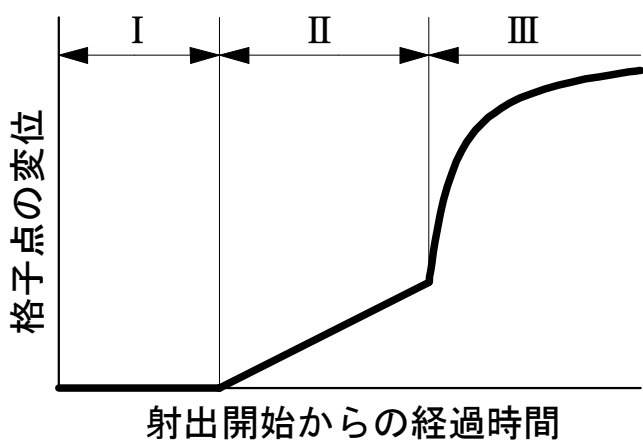


図-9 PPFの変形過程の模式図

4. まとめ

PPFのインサート成形において種々の成形条件による可視化観察実験を行うことで、充填過程における樹脂流動のせん断力に伴うPPFの変形（板面方向の変位）過程を、すべり過程（PPF部分固定条件のみ）・せん断変形過程に大別する推定ができた。

謝辞

本研究は、平成10,11年度、文部省民間等との共同研究-V'98&'99プロジェクトにおいて遂行されたものである。研究の遂行に協力頂いた参加企業の関係者の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 横井秀俊, 成形加工, 6, 157(1994)
- 2) 横井, 櫛田, 松坂, 成形加工シンポジア, '96, 123(1996)

資 料

押出成形品のオフライン形状品質判定システム

The System which Judges the Form Quality of an Extrusion Product
in an Off-Line State

小笠原 茂樹*

1. はじめに

当社の製品であるウエザーストリップなどは、主に押出成形で生産されているが、その断面形状は押出機の方法吐出量変動などにより変化する。そのため、押出工程においては製品を定期的に切断して、次のような手順で断面形状の品質管理を行っている。(図-1)

- a. オフラインにて製品をカットし、拡大投影機にセットする。
- b. 設計図面に基づく輪郭形状や判定方法等が記載された判定用紙と製品投影像とを照合する。
- c. 判定する。

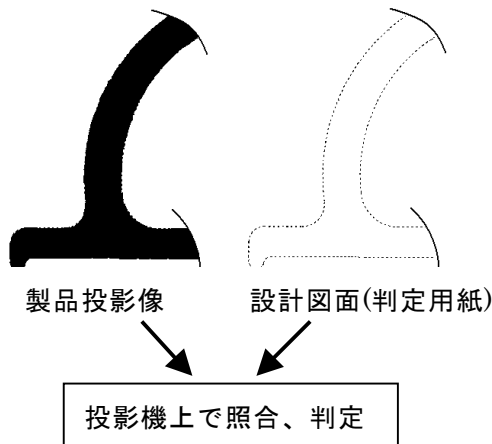


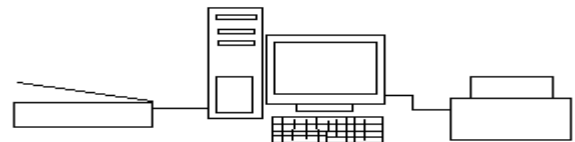
図-1 形状品質判定方法

今回、カットした成形品の断面形状をコンピュータ内に取り込み、設計図面との照合・判定を、ソフトウェア処理にて自動で行うシステムを開発したので、その内容を報告する。

2. システムの概要

2-1. システム構成

開発したシステム構成を図-2に示す。イメージスキャナ、コンピュータ、プリンタ等で構成される。OSにはMicrosoft Windows NTを使用し、Microsoft Visual Basicでソフトウェアを作成した。



イメージスキャナ コンピュータ プリンタ

図-2 システム構成

2-2. 処理フロー

システムの処理フローを図-3に示す。カットした製品をイメージスキャナ上にセットし、断面形状を画像としてコンピュータ内に取り込む。製品を規定の金属枠にはめ込んで照合すべき種類のものはその状態にて取り込みを行う。その後、製品形状画像と設計図面画像の基準位置を合わせて重ね合わせ、形状品質判定を行う。

* Shigeki Ogasawara 開発部 生技開発室

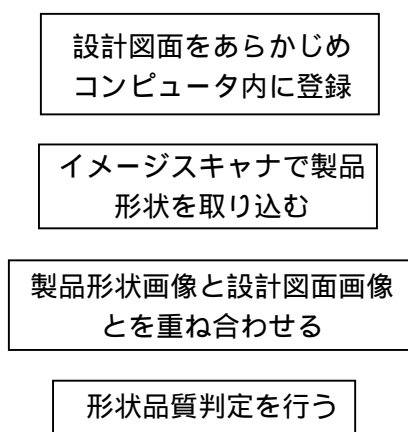


図 - 3 処理フロー

3. システムの特徴

コンピュータ上で実現するための課題は次の通りである。

- 製品形状，設計図面の取り込み
- 製品形状と設計図面の照合（重ね合わせ）
- 形状品質判定

3 - 1 . 製品形状、設計図面の取り込み

本システムでは，製品形状の取り込みには市販のイメージスキャナを採用し，目標分解能の満足とシステムの低コスト化をはかった。

また，設計図面はCADデータを用い，本システムに適用するため画像データに変換して使用した。

3 - 2 . 製品形状と設計図面の照合（重ね合わせ）

イメージスキャナで取り込んだ製品形状画像と設計図面画像との重ね合わせは，次のように実施した。

- a. 設計図面に基づく照合基準位置を設計図面画像上でコンピュータ内に登録する。
(図 - 4)
- b. 製品形状画像から画像処理エッジ検出手法によってエッジ位置を検出し，そこから直線を算出し，製品形状画像の位置を認識する。
(図 - 5)
- c. 設計図面画像と製品形状画像との位置補正を行い，両画像の基準位置を一致させ，重ね合わせる。(図 - 6)

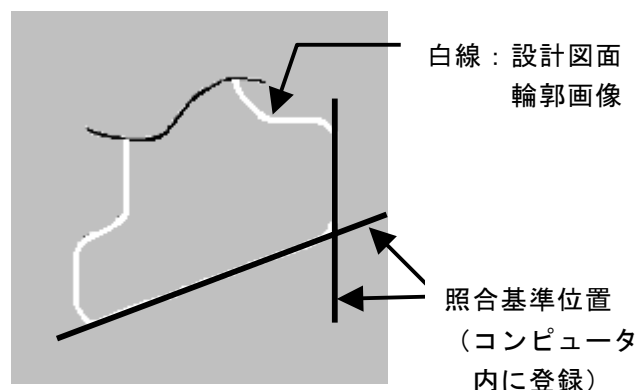


図 - 4 設計図面が指定する照合基準位置

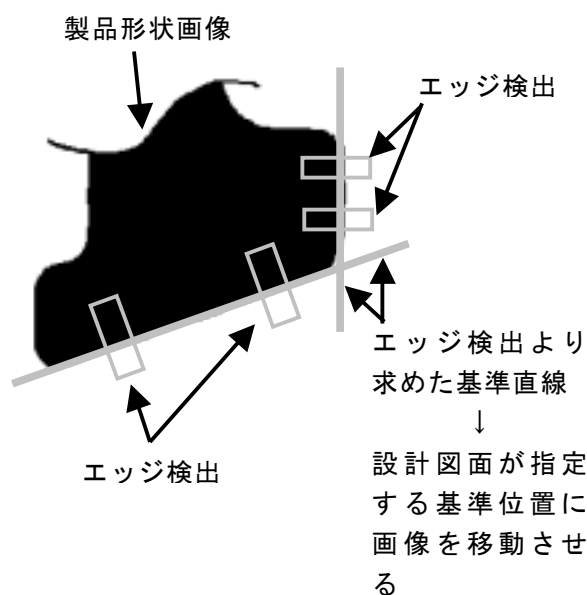


図 - 5 製品形状画像における基準位置検出

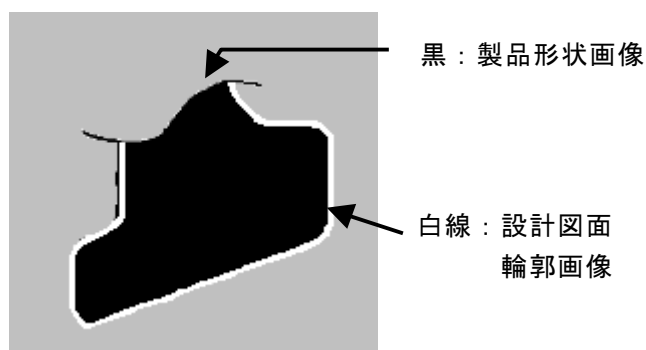


図 - 6 製品形状画像と設計図面画像との重ね合わせ

なお、基準位置指定が直線ではなく凹部頂点等の形状部位で指定される場合は、基準位置を画像処理パターンマッチング手法によって求め、位置補正を行った。

3-3. 形状品質判定

形状品質判定は画像処理パターンマッチング手法を用いて設計図面形状とのずれを数値化し、判定を行った。(図-7)すなわち、

- a. 設計図面画像より、対象部位形状を登録する。その位置が基準座標値となる。

(図-7 ①)

- b. 重ね合わせ後の製品形状画像から対象部位形状を検出する。(図-7 ②)

- c. 基準位置との差をずれ量として算出する。

(図-7 ③)

の順で求め、判定する。

また肉厚は画像処理エッジ検出手法によって両側のエッジ位置を検出し、数値化する。

4. おわりに

本システムにより形状品質判定の自動化が可能となった。さらに形状データの電子化により保管や検索など管理の効率化が見込まれる。本システムを類似の押出各製品に展開していく予定である。

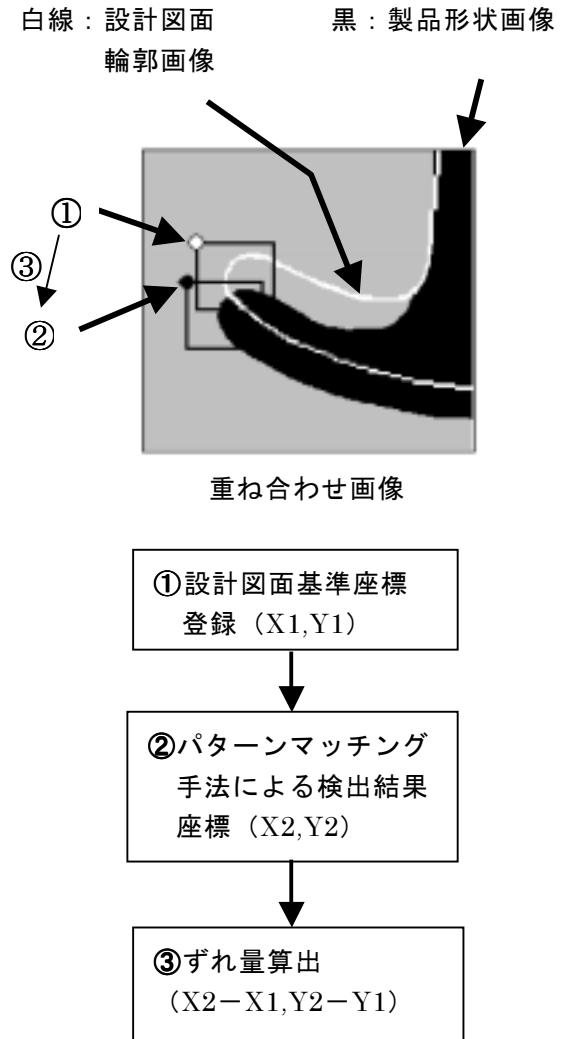


図-7 パターンマッチング手法による形状情報の数値化

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

LED照明付きスカッフプレート

Lighting Scuff Plate with LED Lamp

乾 修司^{*1} , 橋本 守行^{*2}

1. はじめに

近年、自動車用部品は、世界中のサプライヤがライバルとなって熾烈な低コスト競争を行っている。と同時に従来部品を低コスト化することによって浮いた原資を使ってライバル車種と差別化できる部品・技術の要望も高まっている。

従来、スカッフプレートは車の乗降時に靴でつく傷を防止するための部品であったが、高級車では昼間の意匠性を向上するため、ステンレスプレート、アルミオーナメントが搭載されていた。

今回、LEDによる照明機能を付与することにより、昼間のみでなく夜間の意匠性をも向上したスカッフプレートをオプトE事業部、内外装事業部協業で開発、量産化したので紹介する。

2. 製品の概要

今回開発した製品の外観を図-1に示す。この製品のポイントは昼間、夜間の意匠性を大幅に向上させることにある。



図-1 製品の概観（車両搭載状態）

昼間は文字部の高級感を演出するために、文字部をゴールドに着色してある。また夜間は乗員に対する“あたたかさ”，“やさしさ”を演出するために文字部がオレンジ色に発光する。

本製品は意匠上の要求品質のみでなく、スカッフプレート本来の機能として、以下の要求性能も満足させる必要がある。

- ① 乗員乗降性を阻害しないよう、薄く構成されていること。
- ② 乗降時靴で踏んだり、蹴ったりしても傷付かないこと。
- ③ 雨等の水がかかっても不具合のないこと。
- ④ その他スカッフプレートとしての基本的な性能を満足すること。

3. 技術の概要

3-1 発光輝度の均一化

本製品の開発でもっとも難しかったのが、点光源であるLEDの光を、いかに薄いレンズで均一に面発光させるかであった。

オプトE事業部では、2個使いのLEDの輝度、輝度バラツキの許容範囲、及び最適搭載位置を、内外装事業部では、レンズ形状、表面処理の最適設定を担当し、量産仕様を決定した。

内外装事業部としては、5.8mmの厚さでLED近傍の輝度を抑制しつつ中央部の輝度を確保するため、レンズの光防止壁面を設け、LED近傍の輝度を抑制することにより輝度比目標を達成した。

(図-2、3参照)

*1 Shuji Inui 内外装部品事業部技術部 内装技術室

*2 Moriyuki Hashimoto 内外装部品事業部技術部 内装技術室

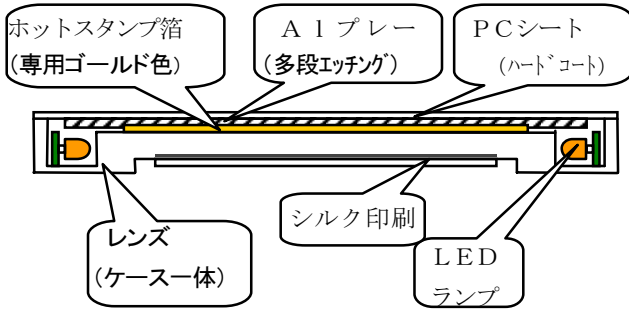


図-2 発光ユニットの断面構成

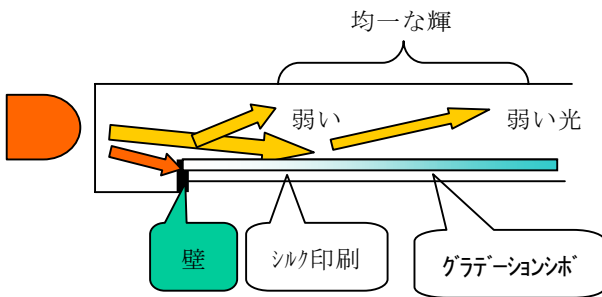


図-3 光防止壁面の作用

3-2 表面傷つき性

本製品はユーザーの乗降時に足があたるのが当然の部品であり、これを前提とした性能設定をした。本製品のLED照明部の表面はハードコート付きポリカーボネートを設定した。

3-3 防水性

LEDを点灯させるため、当然電気回路を用いており、製品内への水の浸入は電氣的故障につながるのはもちろん、回路がショートした場合車両全体の電気系統への影響も懸念される。この点からも発光ユニットは完全密閉を目標とした。

製品としては、レンズと表面プレートは全周超音波溶着とし、配線取り出し部はシリコーンシール材を用い、密閉構造としたうえ量産工程で全数密閉検査を実施した。

さらに、最悪、市場で製品内に水が浸入したとしても車両の電気系統に悪影響がでないかも確認

を行った。

以上の技術により、量産化した製品の性能を表にまとめる。

表-1 LED照明付きスカッフプレートの性能

項目	製品性能
発光ユニット厚さ	5.8 mm
最低輝度	2.3 Cd/m ² 以上
輝度比	最大 1.7
傷つき性	セラミックたわし、9.8N加重20往復で傷付き無し
防水性	差圧150 Paで水の浸入無し

4. おわりに

本製品の開発にあたっては、新規アイテム、新規構造ということもあり、品質目標の設定段階から開発を行った。市場での負荷がどの程度かかって、製品性能はどれくらいが最適であるのかわからない状態で開発がはじまったので、製品の性能設定に非常に苦労した。

製品の搭載されている車が“ソアラ”ということもあり、普段なかなか目にもすることもないが、開発の苦労が大きかっただけに、量産化されたときの喜びもひとしおであった。

今後、我々としてもオプトEと協業での製品開発を続けていきたいと考えている。

最後に本製品の開発・量産化にあたってご指導頂いたトヨタ自動車株式会社、及び関東自動車株式会社の関係者の皆様、並びに協力いただいた関係会社の皆様に、この紙面を借りてお礼を申し上げます。

新製品紹介

新インサート入りドアオープニングウェザーストリップ

Door Opening Trim Weather-Strip with New Insert

渡辺 浩也^{*1}

1. はじめに

ボディフランジ取り付けのドアオープニングウェザーストリップ（以下W/Sと略す）をメインシール部品とする、スタンプドアデザインの車両において、シール性が良好な製品開発を完了したので概要を報告する。

2. 製品の概要

本製品は、ドア開口部のボディフランジに取り付けられ、車外からの水・音の進入を防止するシール機能、ボディフランジをカバーする機能を有する。

その装着部位を図-1、製品断面形状を図-2に示す



図-1 装着部位

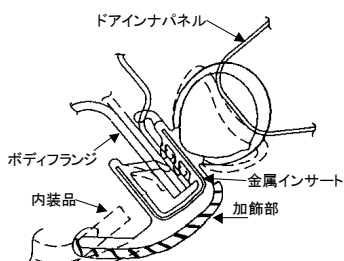


図-2 製品断面形状 (A-A)

3. 従来の製品仕様と課題

従来の製品仕様を図-3に示す
(課題部を※1, ※2に示す)

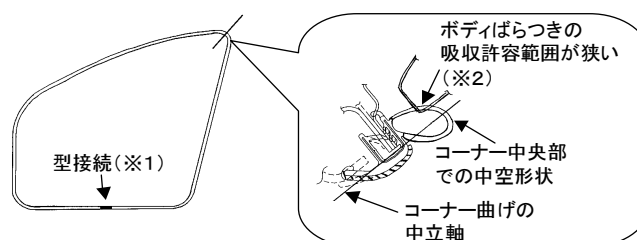


図-3 従来製品仕様

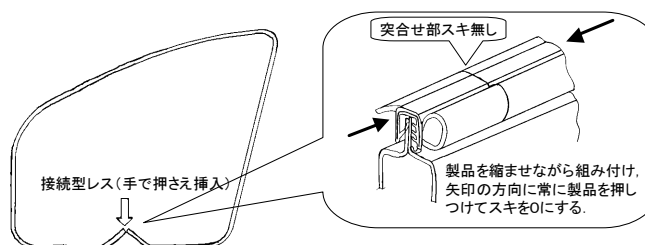
- ※1 型接続により端末合わせ部のシール性確保が必要
- ※2 コーナー部でのボディばらつき吸収範囲拡大のためにパッドが必要

4. 開発の狙い

4-1. 型レス仕様でのシール性確保

組み付け方法を考慮し、突合せ仕様でシール性を確保した製品とする。

開発品での組み付け方法を図-4に示す



剛性がありかつ縮み性(スプリング効果)のある金属インサートの開発

図-4 開発品の組み付け方法

*1 Hiroya Watanabe ボディシーリング事業部技術部 海外技術室

4 - 2 . コーナー部での中空形状保持
 コーナーR45で、パッド無しでシール性を確保する。
 コーナー部の製品組みつけ状態を図 - 5 に示す。

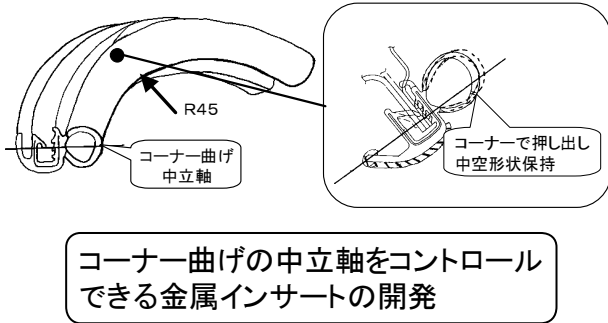


図 - 5 コーナーでの組み付け状態

5 - 2 . ボディばらつき吸収範囲拡大への対応
 断面形状，ボディ形状に合わせた中立軸を設定することで，コーナー部での中空形状保持をする。今回，コーナーR45でシール性をパッド無しで確保した。
 開発品の中立軸設定位置を図 - 7 に示す。

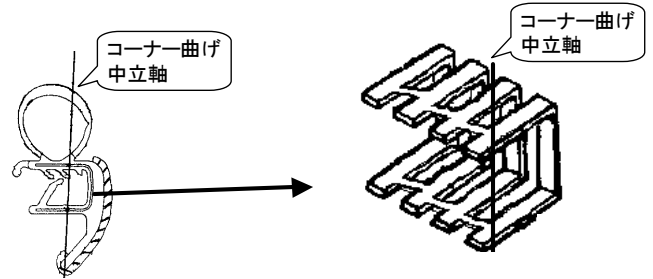


図 - 7 製品断面の中立軸

5 . 開発技術の概要

5 - 1 . 突合せ仕様への対応
 製品を縮ませながら組み付けるため，金属インサートにスプリング効果を持たすことで課題を解決した。
 開発インサート形状を図 - 6 示す

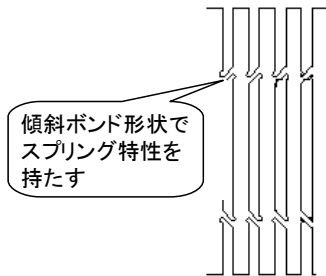


図 - 6 開発インサート

5 . おわりに

今回紹介したドアオープニングW/Sは，ダイムラークライスラーの最高級車である，イントラピッド，300M，LHS，コンコルドに採用され量産化した。今後は，この技術を他の車種にも広める。
 最後に，本製品の開発，量産に際しご協力いただいたダイムラークライスラーの関係部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

トリム内リップ可変押出しオープニングトリムウェザーストリップ

Opening Trim Weather-Strip with Variable Extrusion of Trim Lip

小木曾 春美^{*1} 峯 公教^{*2}

1. はじめに

近年自動車安全性の動向として、側突性能の向上が強く求められており、その手段としてリーンプォースパネルを追加し、ボデー剛性を上げる車両が増加している。

リーンプォースパネルの追加により、オープニングトリムウェザーストリップが装着されるボデーフランジの板厚変化が、表-1のように増加している。

表-1 ボデーフランジ板厚変化比較

板厚設計値	最小板厚	最大板厚
従来の板厚変化	1. 2 5 mm	4. 5 mm
近年の板厚変化	1. 2 5 mm	5. 5 mm

今回、この板厚変化の大きいボデーフランジに対応できるオープニングトリムウェザーストリップを開発・量産化したので、その概要について紹介する。

2. 製品の概要

本製品は、ドア開口部のボデーフランジに取り付けられ、車外からの音の侵入を防止するシール部品である。

その装着部位を図-1に、製品仕様を図-2に、一般断面装着状態を図-3に示す。

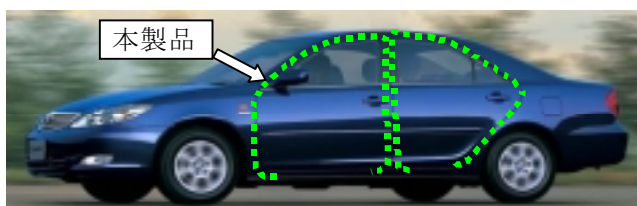


図-1 装着部位

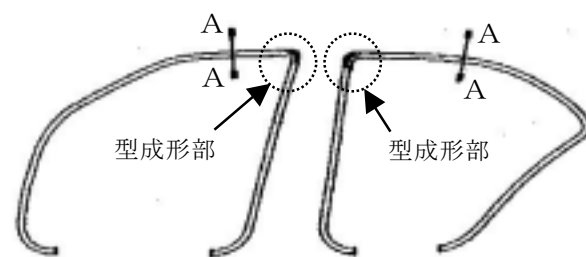


図-2 製品仕様

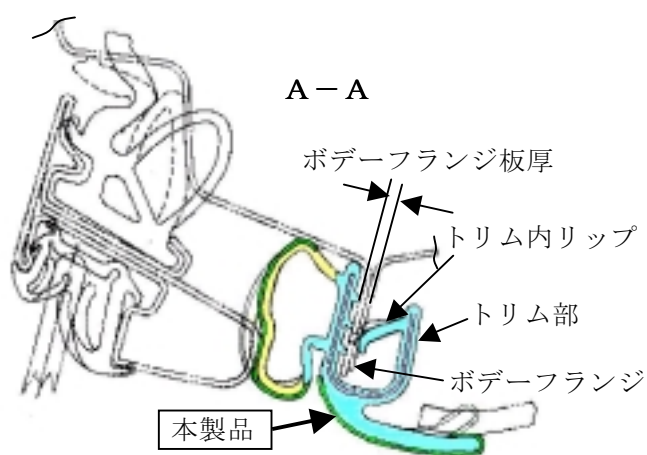


図-3 一般断面装着状態

一般にオープニングトリムウェザーストリップは、押出し成形により一定断面で作られる。

したがってボデーフランジ板厚が厚い部位は組付け難く、一方ボデーフランジ板厚が薄い部位は外れ易いという問題がある。

近年、表-1の様にボデーフランジ板厚変化が大きくなるのに伴ない、一定断面での対応がさらに難しくなってきた。

従来の対策としては、ボデーフランジの板厚が厚い部位はトリム内リップをカットして組付け性

*1 Harumi Kogiso ボディシーリング事業部技術部 ボディシーリング技術室

*2 Kiminori Mine ボディシーリング事業部技術部 ボディシーリング技術室

を確保し、逆にボデーフランジの板厚が薄い部位はトリム部をカシメて狭くし保持力を確保していた。

リアドアを例に、図-4にその仕様を示す。

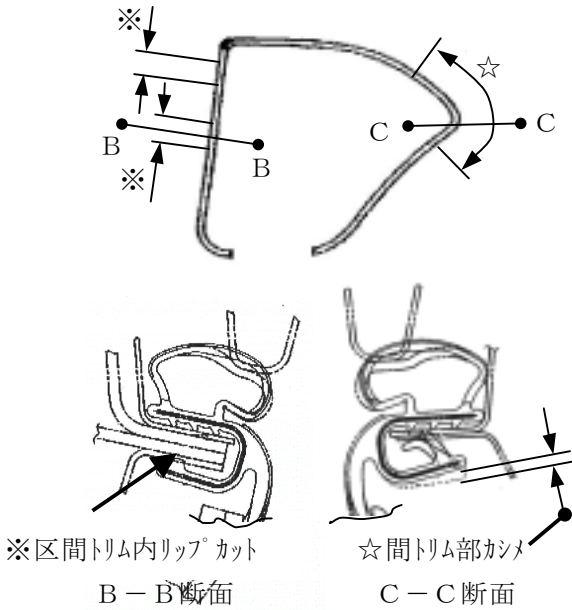


図-4 従来仕様

それに対し、今回開発した製品は可変押し技術を応用し、ボデーフランジの板厚変化に合わせてトリム内リップの長さを3段階に変化させることにより、トリム内リップカット及びトリム部のカシメをすることなく、全てのボデーフランジ板厚に対し、外れ難く組付け易いオープンングトリムウェザーストリップを提供することが可能となった。

今回開発したトリム内リップ可変断面仕様を、図-5に示す。

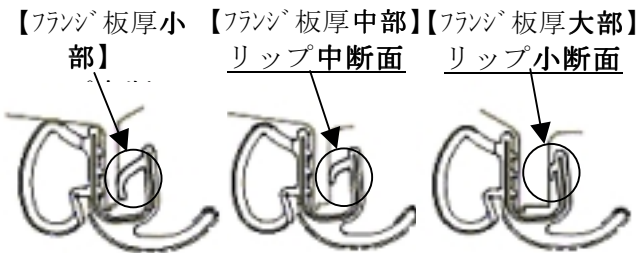


図-5 開発品仕様

3. 製品の特徴と効果

3-1. 組付け性能向上

トリム内リップを3段階に変化させることによる組付け性能の向上を、図-6に示す。

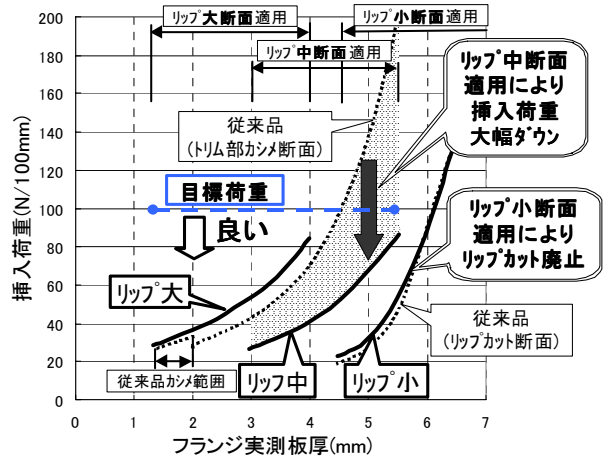


図-6 フランジ挿入力比較

3-2. 抜け性能向上

トリム内リップを3段階に変化させることによる抜け性能の向上を、図-7に示す。

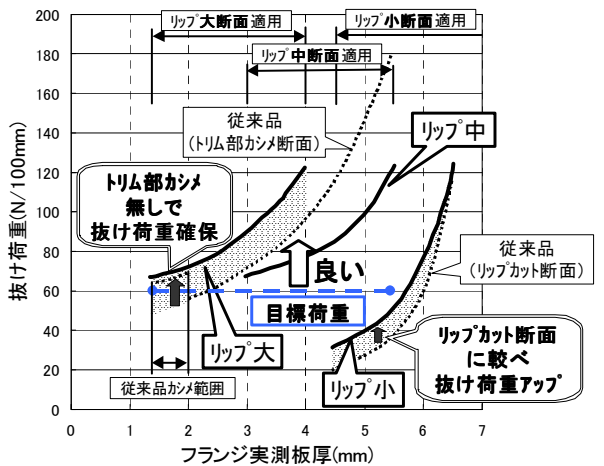


図-7 フランジ保持力比較

3-3. 低コスト化

可変押しにより押しスピードが制限されるが、トリム内リップカット及びトリム部カシメ工程を廃止できることにより、1本当たり約5%のコスト低減ができた。

3-4. 屑低減

また、トリム内リップカット廃止により、1本当たり約4gのカット屑低減ができた。

4. おわりに

今回紹介したトリム内リップ可変押しオープンングトリムウェザーストリップは、トヨタカムリに採用され量産化した。今後、本製品仕様を他車種へも適用拡大していきたいと考えている。

最後に、本製品の量産化に際し、ご支援、ご指導いただいたトヨタ自動車株式会社の関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

新製品紹介

助手席エアバッグドア一体ハードインパネ

Injection Molded Instrument Panel with Passenger Side Air Bag Door

富田 真暢^{*1}

1. はじめに

近年、P（助手）席エアバッグ（以下AB）の車載が普及している。そしてインストルメントパネル（以下インパネ）との見切り・建付品質を向上させるため、従来、別体部品であったABドアをインパネと一体化させるニーズが高まった。

本報では、P席AB一体でインパネがハードになったタイプ（写真-1）を開発、量産化したので紹介する。

2. 製品の概要

ABドア一体化インパネにおける重要な機能として、“P席ABドアモジュールのインパネへの保持性”と“バッグをスムーズに展開させるためのティア（展開）性”の2つが必要である。

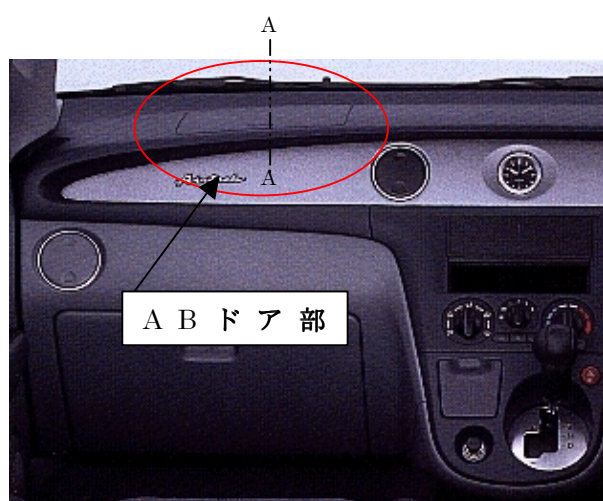


写真-1 ABドア一体インパネのP席側

2つの機能を満足させるために、2色成形技術（図-1）により2種類の異った材料を一体成形した。その結果見栄え品質向上、コストダウンおよび部品点数削減ができた。

3. 支える技術

3-1 材料配合技術

2色成形用材料としてインパネ材には剛性、ABドア材には展開性を満足する材料を選定する必要があった。さらには、成形時のティア部の隆起と、照射耐熱時のP席AB部の凹みを解消することが重要であった。

そして2種類の材料の基本性能を満足した上で、成形収縮率（図-2）と線膨張係数（図-3）を合わせた材料を開発したことで耐熱変形

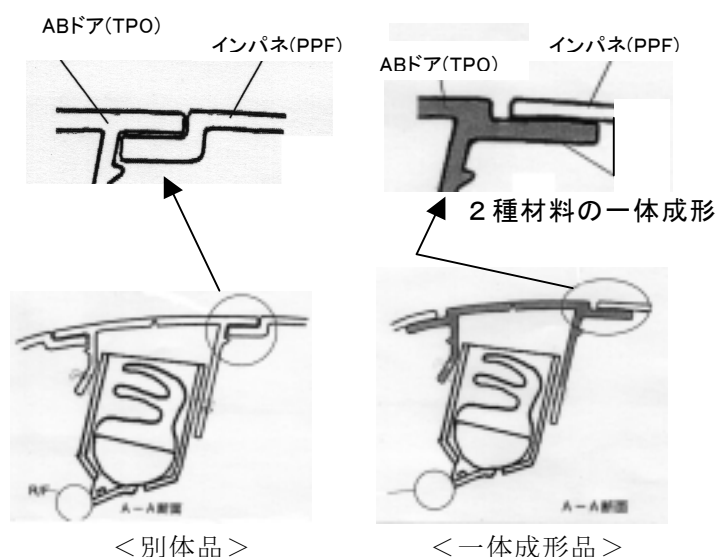


図-1 ABドア部構造比較

*1 Masanobu Tomida 内外装部品事業部システム技術部 モジュール設計・生準室

等の製品性能を満足することができた。同時にインパネ上面の外観を確保することもできた。

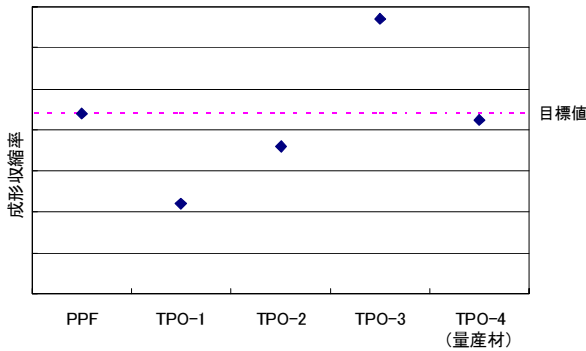


図-2 材料別成形収縮率の水準

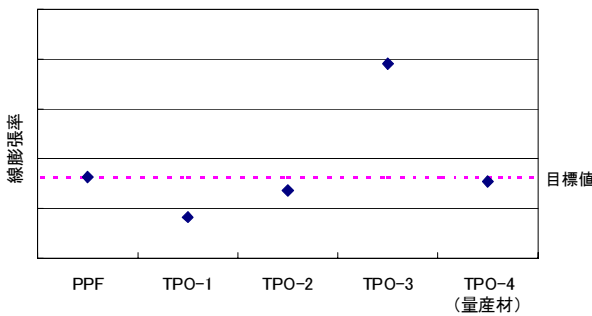


図-3 材料別線膨張率の水準

3-2. 生産技術

インパネ上面の外観向上とP席ABの展開性能を満足させるため、P席ABドア部のティアライン上にウェルドを設定する必要があった。これを可能にするため、CAE解析を駆使し、現実的なゲート設計によりウェルドを任意の位置に設定し形成することができた(図-5)。また、ショートショット品を成形することでCAE解析結果との整合性を検証した。

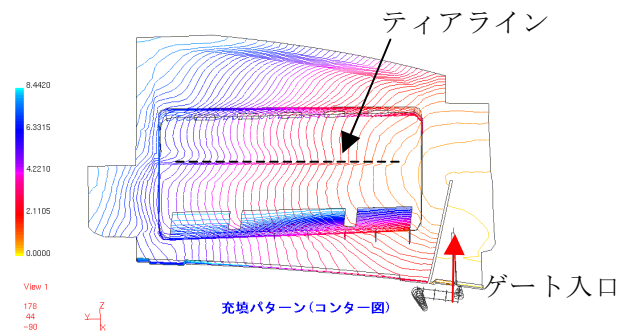


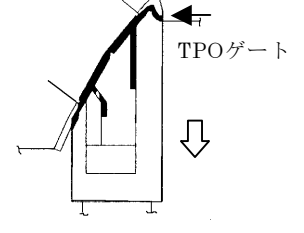
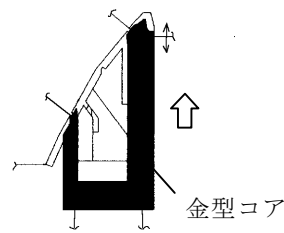
図-4 CAE解析結果

3-3. 金型構造

インパネ材とABドア材の2色成形を成立させるため、金型構造としてインパネ材を成形後、ABドア材を成形する部位の金型コアをバックさせてキャビティを確保させた(図-5)。

金型コアがABドア部をシールしてPPFを成形

コアバックしてABドア部にTPOを成形



<PPF成形時>

<TPO成形時>

図-5 金型構造

4. おわりに

今回紹介した「P席ABドア一体ハードインパネ」は、三菱「エアトレック」に採用されている。本インパネ技術を他車種へも適応拡大していくとともに、更なる開発を進めていきたい。

最後に、この製品開発に際し御支援、御指導をいただいた三菱自動車工業株式会社殿ならびに社内外関係部署の方々に厚く謝意を表します。

≡≡≡ 新製品紹介 ≡≡≡

耐熱性エンジンマウント

Heat Resistant Engine Mount

野々垣 晴彦^{*1} , 勝村 軍平^{*2}

1. はじめに

今回、耐熱劣化性の向上を目的として、ゴム材料を従来のNR材からEPDM材に変更したエンジンマウントの開発を行ったので、その概要について紹介する。

2. 製品の概要

図-1に開発品の概略図を示す。

本エンジンマウントは、本体ゴム部、エンジン側金具、ボデー側金具、ストッパゴム部、ストッパピンから構成される。

3. 耐熱性向上エンジンマウントの性能

一般的にEPDM材の特徴はNR材と比較し、耐熱性が向上する一方、高歪領域での疲労性や、動ばね定数が悪化することで、車両NV・操安性への影響が課題として挙げられる。

本開発品は、ゴム材料において動ばね定数を大幅に改良した開発EPDM材を適用するとともに、高歪領域の歪低減を狙いにストッパゴム部の形状変更を行なった。

3-1. 耐熱性

開発EPDM材テストピースにて一定の破断伸びとなる熱劣化温度と時間の関係を図-2に示す。現行NR材に対して開発EPDM材は耐熱性が約20℃アップしている。

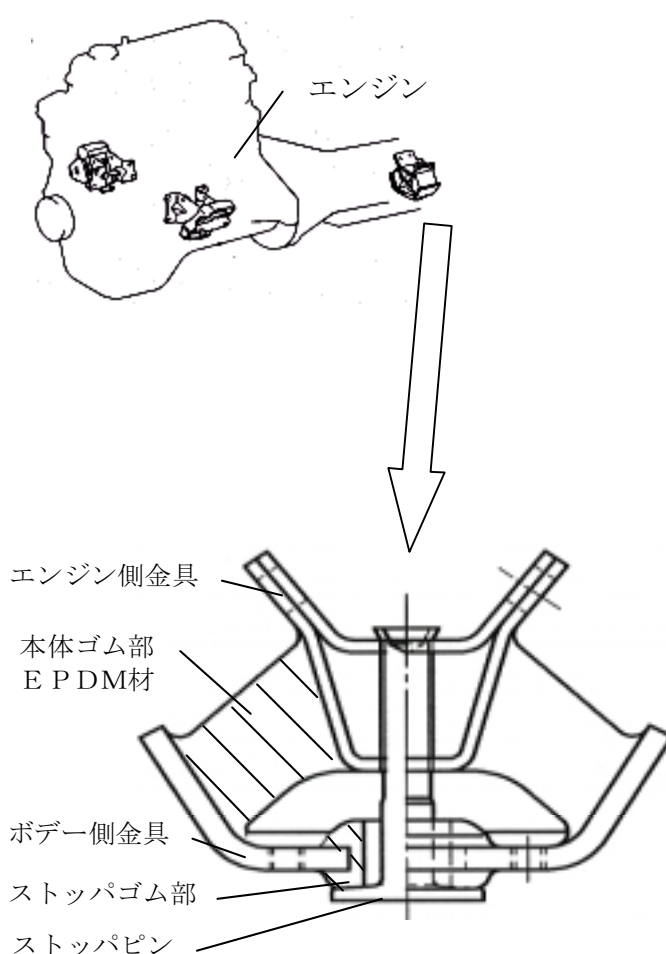


図-1 エンジンマウントの概要

*1 Haruhiko Nonogaki 機能部品事業部 技術部 防振技術室

*2 Gunpei Katsumura 材料技術部 エラストマー材料技術室

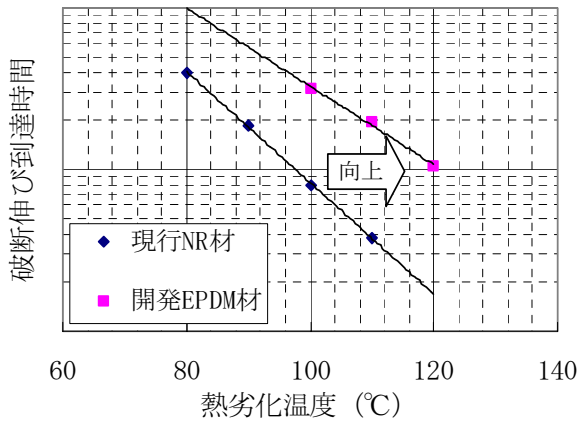


図-2 熱劣化温度と破断伸び到達時

製品評価における熱劣化後の繰り返し耐久試験結果を図-3に示す。開発EPDM材の適用とストッパ部の歪低減により、現行NR材マウントに対し大幅に耐久性が向上した。

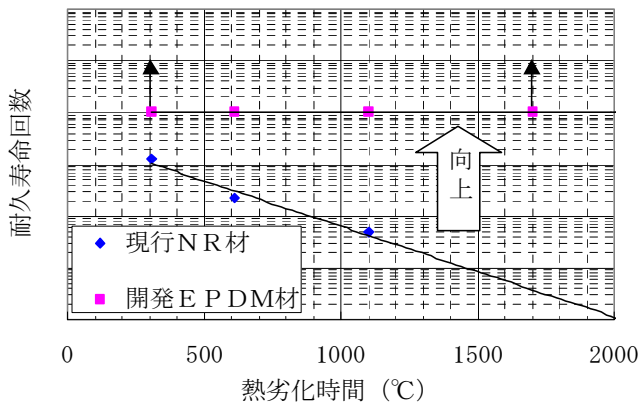


図-3 熱劣化後の繰り返し耐久試験結果

3-2. 動ばね定数低減

低動ばね化が要求されるエンジンマウントにおいて、一般的にEPDM材の動ばね定数はNR材より高く、特に低温時に著しい。図-4に雰囲気温度に対する動ばね定数の比較結果を示す。

開発EPDM材は、ポリマー分子量および配合剤の最適化等により、低温時を含む動ばね定数を大幅に減少させた。

これにより車両の実用温度領域では、現行NR材と同等レベルの動ばね定数を確保し車両評価においてもNV・操安性とも問題ないことが確認できた。

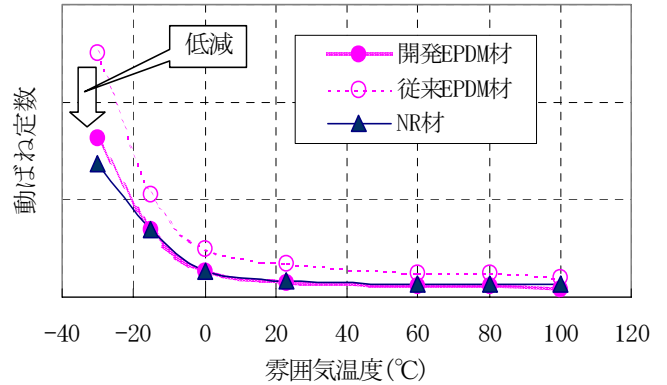


図-4 雰囲気温度に対する動ばね定

4. おわりに

本開発により、現行NR材エンジンマウントの特性を確保し、熱劣化後の耐久性を大幅に向上することができた。本エンジンマウントは一般の車両に比べ長期間、長距離使用される一部の車両に採用され、量産することができた。

最後に、この製品の開発・量産化に際し、終始、御支援、御指導いただいたトヨタ自動車株式会社の関係各部署の方々に深く感謝致します。

新製品紹介

2層構造低透過樹脂チューブ

Low Permeation Plastic Tube Constructed by Two layers

近藤 充隆^{*1}, 小池 正樹^{*2}

1. はじめに

ここ数年、自動車の環境規制は厳しくなる一方でありエバポ規制としての燃料系部品への燃料透過防止策の要求は年々高まっている。

その中で、燃料系ホースは樹脂化動向が進み当社では'83年からナイロン樹脂チューブを適用拡大してきており、'98年には北米・カリフォルニア州の厳しい燃料蒸散に関する規制「LEV II」に対応できる3層タイプの低透過樹脂チューブを量産化した。

さらにグローバル展開を図るため低コスト化をねらった2層タイプの低透過樹脂チューブを開発・量産化したので紹介する。

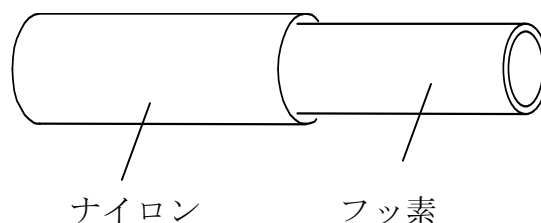


図-1 開発品の構成

2. 製品の概要

開発品の構成を図-1に示す。

内層は、バリア層としてのフッ素樹脂、外層は耐候性に優れるナイロン樹脂とした。この2つの材料を接合するための接着剤は使用せず、フッ素樹脂に接着成分とする官能基を付与することで押出成形から冷却過程で化学接着を行う2層構成チューブである。

従来品の構成を図-2に示す。

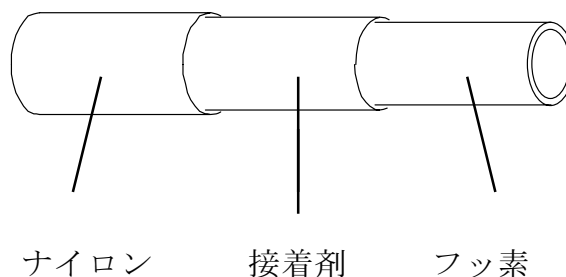


図-2 従来品の構成

*1 Mitsutaka Kondo 機能部品事業部 技術部 ホース技術室

*2 Masaki Koike 機能部品事業部 技術部 ホース技術室

3. 製品の特徴

3-1. 燃料透過性

燃料透過量の測定結果を図-3に示す。従来品と同等の低透過レベルを確保している。

〔測定方法：SHED法
試験媒体：ガソリン+エタノール 10%〕

3-2. 接着力

接着力の測定結果を図-4に示す。

フッ素樹脂へ官能基を付与しナイロン樹脂との化学接着を可能とし、2倍以上の接着力を確保した。接着力の向上により車両搭載に対する信頼性の確保およびチューブの加工性の向上を図ることができた。

〔測定方法：180度剥離試験法
(JIS K 6854に基づく)〕

3-3. コスト

材料の削減および加工性の向上により、チューブのコストを約20%低減できた。

4. おわりに

以上のように、従来品に対し高品質かつ低コストな樹脂燃料チューブが開発できた。

さらに、適用拡大を図るため「顧客ニーズ」を念願におき製品開発を進めてゆく所存です。

最後にこの製品の開発・量産化に際して御支援・御指導いただきました関係の方々に厚く感謝の意を表します。

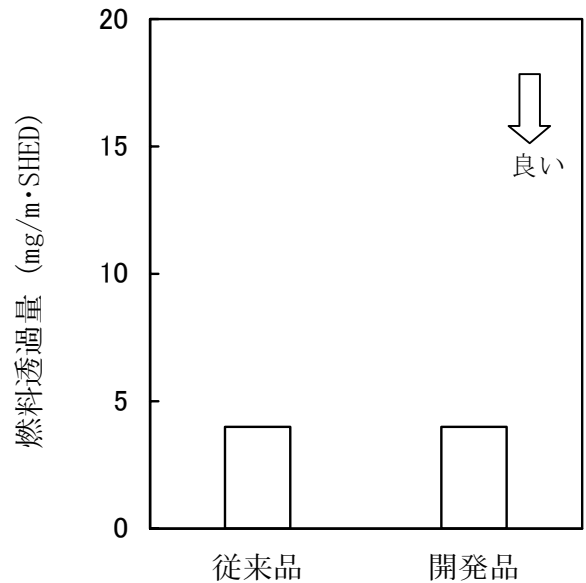


図-3 燃料透過量

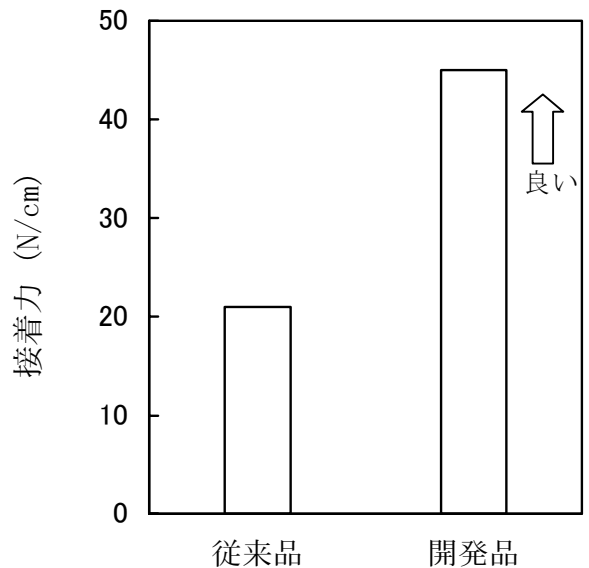


図-4 接着力

新製品紹介

2ピース立体バッグ

Two-Piece 3-D Cushion

岡田 靖^{*1} , 柴田 元昭^{*2}

1. はじめに

開発したエアバッグ（以下開発品）は、助手席側インパネに取付けられたエアバッグモジュール内に組み付けられ、車両衝突時にインフレーター（ガス発生装置）からのガス供給により展開し乗員を保護する部品である。助手席エアバッグでは、車両のニーズに合わせ2枚のパネルを縫製した平面バッグと3枚のパネルを縫製した立体バッグが使われている。2ピース平面バッグが自動縫製に対し、3ピース立体バッグは手動縫製であり、コストが高くなるという課題があった。



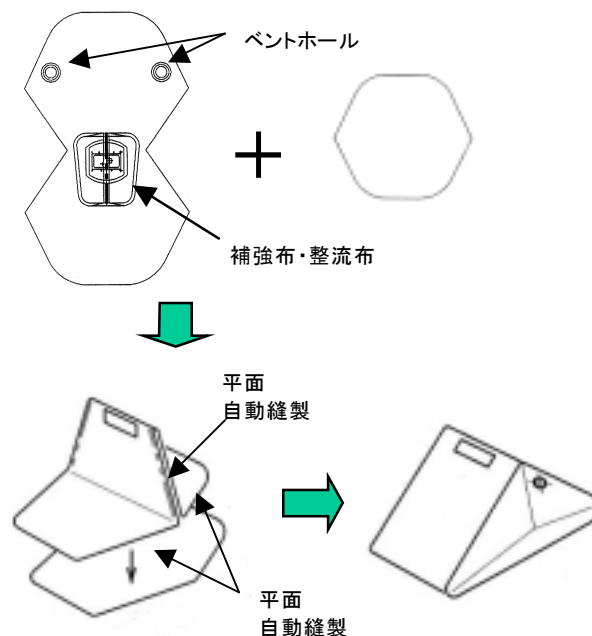
図－1 装着部位及び開発品

今回、自動縫製が可能な2ピース立体バッグを製品開発・量産化したので、その概要について紹介する。

2. 製品の概要

開発品の展開図を図－1に示す。開発品の構成を図－2に示す。従来品（3ピース立体バッグ）の構成を図－3に示す。

図－2から分かるようにメインパネルとリアパネルを平面縫製（自動縫製）することにより、立体形状のバッグが構成できる。



図－2 開発品の構成

*1 Yasushi Okada セーフティシステム事業部 技術部 第2セーフティシステム技術室

*2 Motoaki Shibata セーフティシステム事業部 技術部 第2セーフティシステム生技室

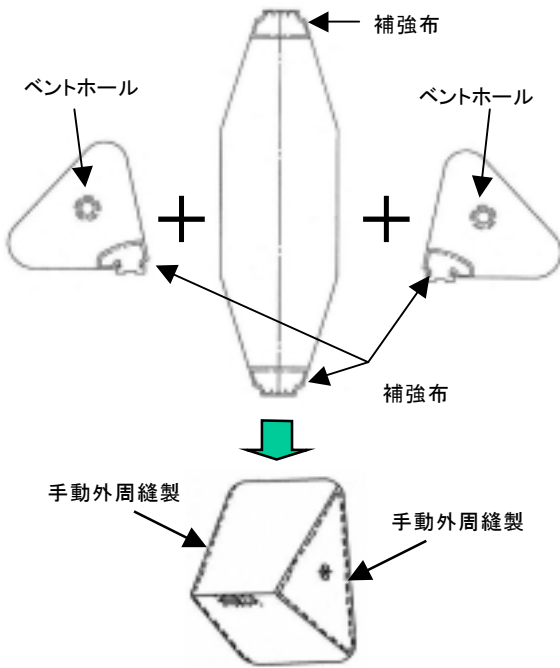


図-3 3ピース立体バッグの構成

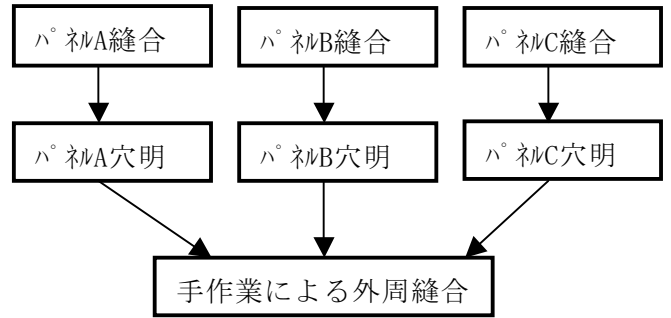


図-4 3ピース立体バッグ工程流れ図

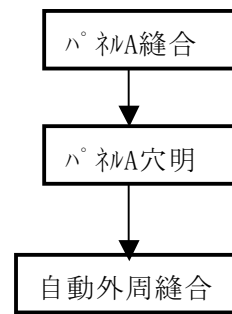


図-5 開発品工程流れ図

3. 製品の特徴

3-1. 縫製の自動化と一貫工程

従来の3ピース立体バッグ縫製工程の流れ図を図-4に示す。従来品は3つのパネルに補強布それぞれを縫製するため、別工程で加工が必要であった。さらに加工されたパネルを熟練を要する手作業で立体形状に外周縫製をするため、加工費が高いという課題があった。

開発品の縫製工程流れ図を図-5に示す。開発品は、1つのパネルのみに補強布をセットし、順次加工を行える製品仕様であり、もう1つのパネルを重ね合わせることで、平面上で自動外周縫製が実施可能である。これにより、一貫工程が実現できた。

3-2. 効果

図-4, 5を比較してわかるように開発品は、加工工程の削減と一貫工程の実現ができ、加工費を半減することができた。

4. おわりに

本開発品は、現在4シリーズで量産中であり、他シリーズにも展開が決まっている。今後は海外生産も視野に入れて、さらなる改善を実施する予定である。

最後に、本開発においてご支援、ご指導いただきました関係各部署の方々に厚く謝意を表します。

社外発表文献一覧表（1）

List of Published Papers (1)

(2000年11月～2001年10月発表分)

*印：社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
自動車用樹脂装飾めっきの最近の動向	筒井 将年	先端技術国際フォーラム 名古屋 EAST2000 (00.11.17)
技術移転による商品化開発 (LED について)	小池 正好 加藤 久喜	高機能薄膜デバイス研究会 (00.11.24)
GaN系 LED の開発	柴田 直樹	技術融和シンポジウム (00.12.5)
FIB 法によるⅢ族窒化物半導体レーザーダイオードの光共振器の作製	加藤 久喜 安部 智利* 天野 浩* 赤崎 勇*	SiC 及び関連ワイドギャップ半導体研究会 (00.12.13)
TPE 系自動車部品の成形	小泉 順二	成形加工学会誌 Vol.12 No.12 (2000)
GaN-based Multiple Quantum Well Light-emitting Devices	M. Koike S. Iwayama S. Yamasaki Y. Tezen S. Nagai A. Kojima	Photonics WEST 2001 (01.1.25)
リサイクルPETエンジンカバー	小笠原 豊	成形加工学会誌 Vol.13 No.2 (2001)
Visual Characteristics of the Aged	M. Nagata C. kubo Y. Hayashi K. Yamaba* M. Shibata* Kurachi*	International Workshop on Gerontechnology (013.14)
カラー液晶バックライト用 LED	高橋 祐次 佐藤 純一	月刊ディスプレイ 4月号 (2001)
樹脂塗装部品の定量的な光輝度評価方法	井上 尚泰 度会 弘志 荻巣 康彦	自動車技術会春季大会 (01.5.30)
発砲 PP インサート表面における流れ挙動の解析	西郷 英人 横井 英俊*	プラスチック成形加工学会 (第 12 回年次大会) (01.5.31)
リブ部下流域におけるシルバーストリーク生成現象の可視化解析Ⅱ	西郷 英人 横井 英俊*	プラスチック成形加工学会 (第 12 回年次大会) (01.5.31)
GaN-based MQW Light Emitting Device	M.Koike S.Nagai S.Yamasaki Y.Tezen A.Kojima S.Iwayama	The Fourth International Conference on Nitride Semiconductos (01.7.16)

社外発表文献一覧表（2）

List of Published Papers (2)

(2000年11月～2001年10月発表分)

*印：社外共同発表者

表 題	発表者	発 表 先
樹脂材料	佐藤 高宏	日本リハビリテーションエンジニアリング Vol.16 No.3 (2001)
High Efficiency and High Visibility Shaded Reflector Type LEDs	Y. Suehiro	The Ninth International Symposium on the Science And technology of Light (01.8.12)
樹脂部品の触感性における個人差分析	永田 雅典 安井 真由美 仁科 健*	日本人間工学会第42回大会 (01.9.4)
LED 及びその応用製品について	柴田 直樹	照明委員会全国大会 (01.9.7)
TPE 系材料の自動車部品への適用	小泉 順二	熱可塑性エラストマー研究会 (01.6.29)
自動車ホイールキャップに要求される条件と今後の展開	白木 雅彦	ポリファイル Vol.38 No.450 (2001)
紫色 LED を応用した光脱臭空気洗浄機の開発	高橋 俊雄	電気化学秋季大会 (01.9.20)
高齢者の視覚特性実験	永田 雅典 山羽 和夫*	電気学会 (01.9.22)
自動車用樹脂材料・技術の展開とリサイクル技術の動向	伊藤 敏安	プラスチックエージ Vol.46 No.10 (2001)
GaN 系発光デバイスとその応用	小池 正好 手銭 雄太	日本真空協会研究例会 (01.10.2)
自動車運転中のスイッチ操作に対する一考察	永田 雅典 林 幸絵 久保 千穂 安井 真由美	日本人間工学会東海支部研究大会 (01.10.13)
模擬霧環境下での LED 視認性研究	永田 雅典 藤田 晃弘* 池田 典弘*	第21回交通工学研究会 (01.10.29)

編集後記

一時はIT革命としてあれほど騒がれ、景気回復の突破口として期待されたITも、バブル崩解で、関係する電子業界にはリストラの嵐が吹き荒れています。しかし周りを見ると仕事のIT化は着実に進んでおり、今後もその勢いは衰えるとは思えません。一時のバブルは崩壊してもIT化の流れは変わらないと思われま

す。当社は1995年に青色LEDの製造販売を開始し、携帯電話のバックライトなどに採用されIT化の波に乗るとともに、自動車の室内照明、光脱臭空気清浄器などでLED関連事業を拡大してきました。

今回、青色LEDの技術をベースに、DVDの記録密度向上が可能な光源として期待されている青紫色半導体レーザーの量産技術を確立したのを機会に短波長半導体レーザーの最新動向について小池等に解説してもらいました。この新しいデバイスの用途開発が進み新しいマーケットが開拓されることを期待しています。(Y)

(非売品)

豊田合成技報編集委員会 編集委員長 古森敬博 (技術企画部) 編集委員 牛田洋子 (開発部) 伊藤敏安 (材料技術部) 馬場宣芳 (金型機械事業部) 磯村博恭 (施設環境部) 向井 浩 (内外装部品事業部) 前野 隆 (機能部品事業部) 坂根勝信 (セイテシステム事業部) 野崎政博 (ボデーシリング事業部) 山中 修 (オプトE事業部) 安井誠志 (特機事業部)	論文審査員 伊藤敏安 (材料技術部) 杉浦 弘 (品質保証部) 豊田合成技報 第43巻 第2号 (禁無断転載) 2001年12月22日印刷 2001年12月26日発行 発行所 豊田合成株式会社 発行人 田中 裕 印刷所 竹田印刷株式会社
--	---



豊田合成株式会社

本社・春日工場	〒452-8564 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地	Tel (052) 400-1055
技術センター	〒492-8540 愛知県稲沢市北島町西の町30番地	Tel (0587) 34-3303
稲沢工場	〒492-8542 愛知県稲沢市米屋境1番地	Tel (0587) 36-1111
西溝口工機工場	〒492-8452 愛知県稲沢市西溝口町第二沼1番地の1	Tel (0587) 36-5761
森町工場	〒437-0213 静岡県周智郡森町睦美1310番地の128	Tel (0538) 85-2165
尾西工場	〒494-8502 愛知県尾西市明地字東下城40	Tel (0586) 69-1811
平和町工場	〒490-1312 愛知県中島郡平和町大字下三宅字折口710	Tel (0567) 46-2222
東京営業所	〒100-0005 東京都千代田区丸の内二丁目2番1号岸本ビル308号	Tel (03) 3213-5681
大阪営業所	〒532-0003 大阪市淀川区宮原四丁目1番45号新大阪八千代ビル3階	Tel (06) 6391-2691
広島営業所	〒732-0805 広島市南区東荒神町3番35号広島オフィスセンタービル3階	Tel (082) 264-3887
宇都宮営業所	〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷三丁目1番9号USK東宿郷ビル7階	Tel (028) 610-8846