

樹脂表面を擦り傷から守る プラズマCVDコーティング

広島県立総合技術研究所

西部工業技術センター

材料技術研究部

小島 洋治

- 1 概要
- 2 従来技術とその問題点
- 3 新技術の特徴・従来技術との比較
- 4 技術紹介
- 5 開発事例
- 6 想定される用途
- 7 実用化に向けた課題
- 8 企業への期待
- 9 企業への貢献、PRポイント
- 10 本技術に関する知的財産権
- 11 産学連携の経歴

概要(はじめに)

我々が取り組んできた、プラズマCVD法による、透明な樹脂表面に極めて高い耐傷付き性を付与する技術について紹介する。

プラズマCVD法とは

CVD (Chemical Vapor Deposition) は、薄膜形成法の1種

ガス状の気体原料を送り込み、エネルギーを与えて化学反応を励起・促進して薄膜を基板の表面に堆積させる方法

本技術では、エネルギーとして真空中で高周波によりガスを分解してプラズマ化させる、プラズマCVD法を適用

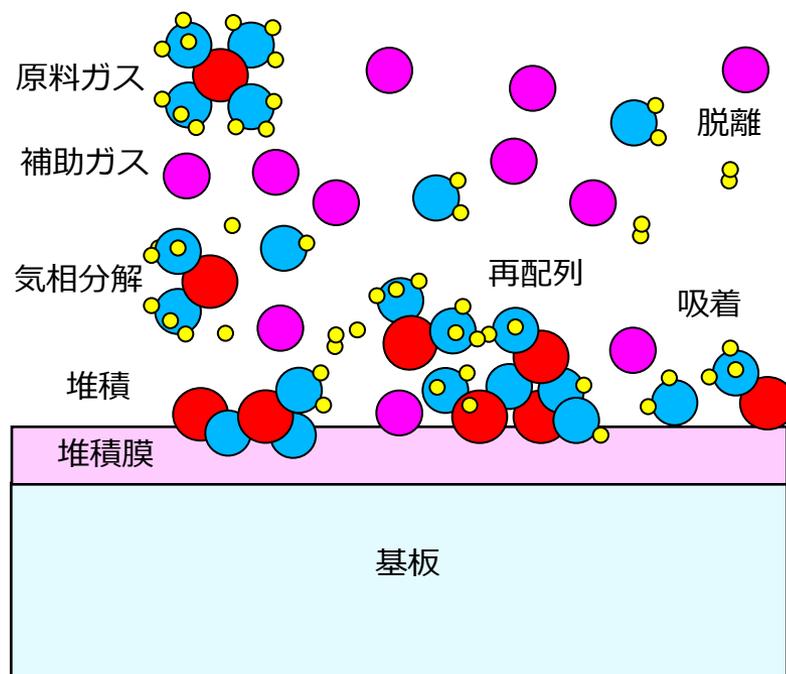
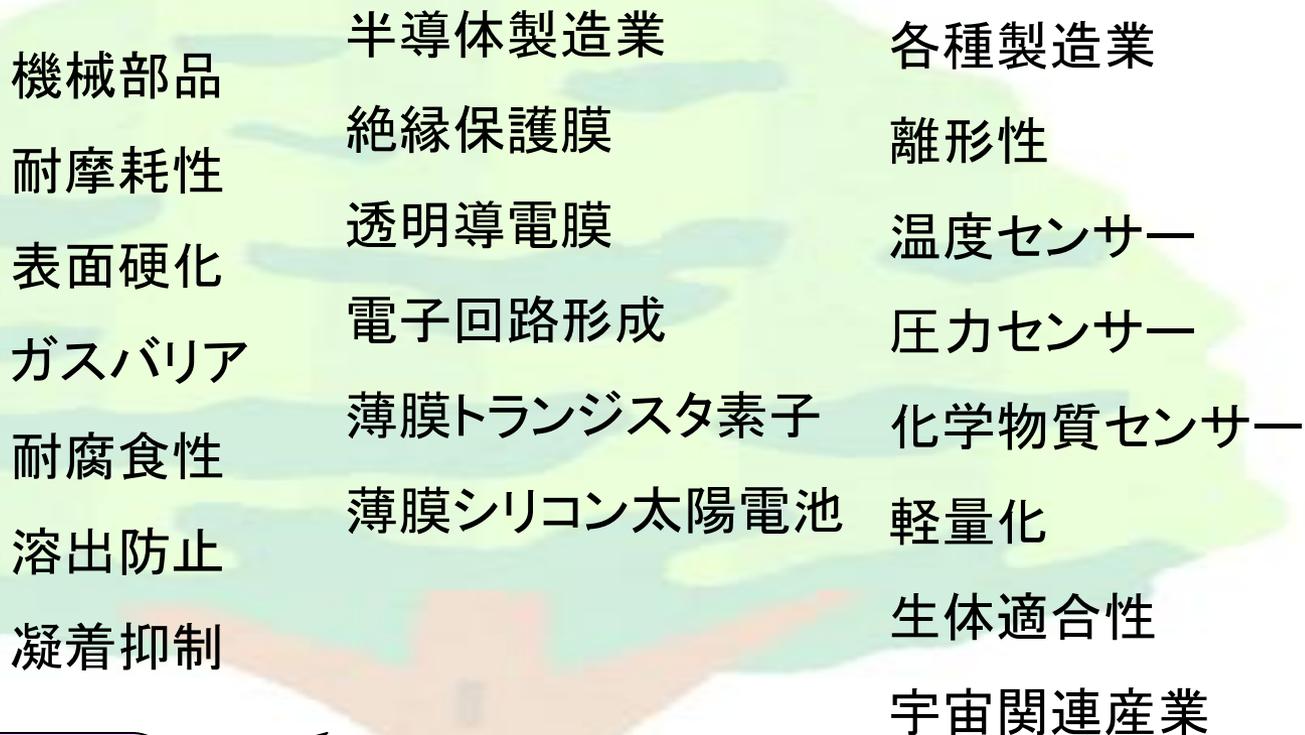


図1 CVDによる薄膜形成過程イメージ

概要（真空製膜プロセスの用途）



真空製膜を活用した製品は様々な分野で活用されている。

CVD
PVD

図2 真空成膜活用イメージ

概要（開発事例）

開発ターゲット：自動車用後部車窓

①ハードコーティング技術の確立、
現行ガラスと同等の耐傷つき性能、透過性、
耐候性
安価な設備の確立

③周辺部品の一体化構
造の実現
大幅な軽量化

②成形技術、金型技術
の開発
大型成形品の実現
(1㎡以上)

図3 車窓樹脂化の検討製品

従来技術とその問題点

- 現行の車窓は、ほとんどが無機ガラス。
耐傷付き性能は高いが、重い。
曲面複雑形状は無機ガラスで対応できない。
- 樹脂用の塗料や、塗装樹脂製品が種々実用化され、近年、その性能が向上。
しかし、自動車窓前面のワイパー摩耗に耐えられる性能（テーパー摩耗試験 $\Delta H < 2\%$ ）は難しく、樹脂窓への適用は対応部位が限定。

- ・新技術により耐傷付き性能を無機ガラス相当以上に向上させることに成功。

車窓のワイパー摩耗対応（テーパー摩耗試験 $\Delta H < 2\%$ ）の性能を達成。

- ・新技術を独自設計技術と組み合わせて、従来技術では実現が難しい、大面積かつ曲面形状である自動車用後部車窓の樹脂化を実現。

- 1 概要
- 2 従来技術とその問題点
- 3 新技術の特徴・従来技術との比較
- 4 技術紹介
- 5 開発事例
- 6 想定される用途
- 7 実用化に向けた課題
- 8 企業への期待
- 9 企業への貢献、PRポイント
- 10 本技術に関する知的財産権
- 11 産学連携の経歴

技術紹介(膜構成)

従来技術にプラズマCVD法を付与することで、無機ガラス以上の高い耐傷付き性能を実現した新技術を開発

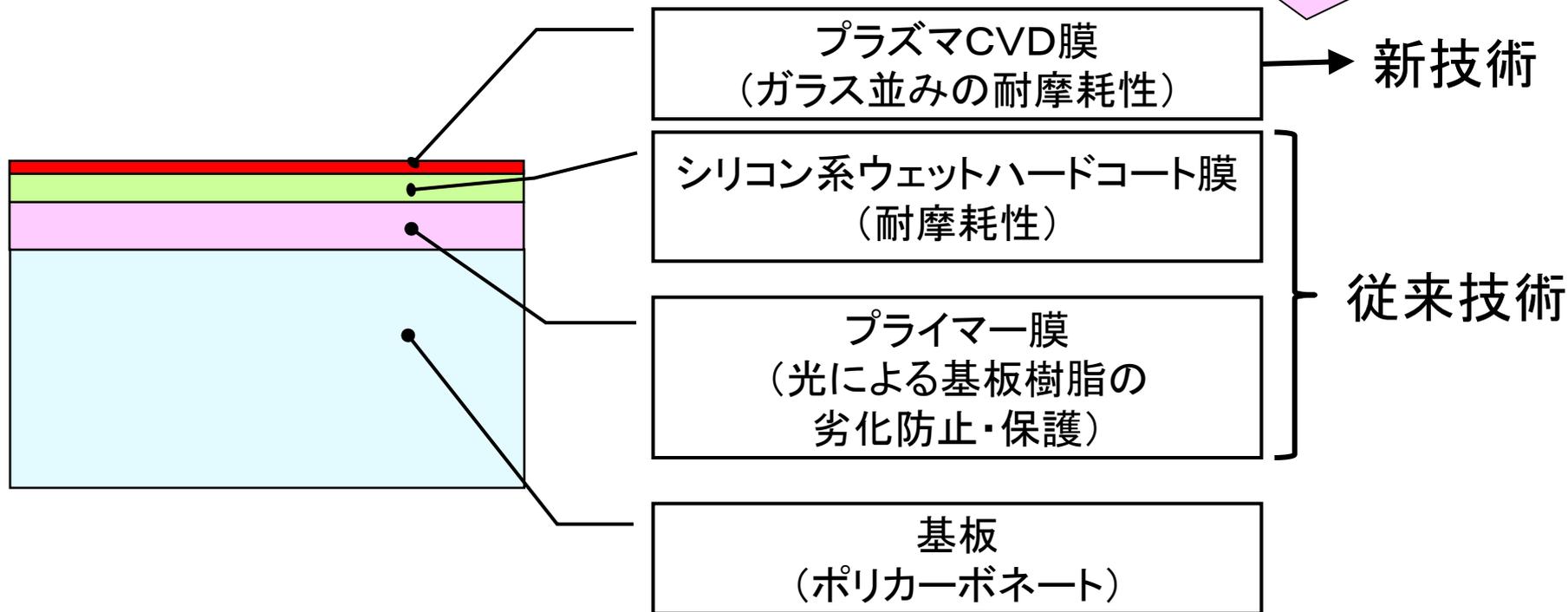
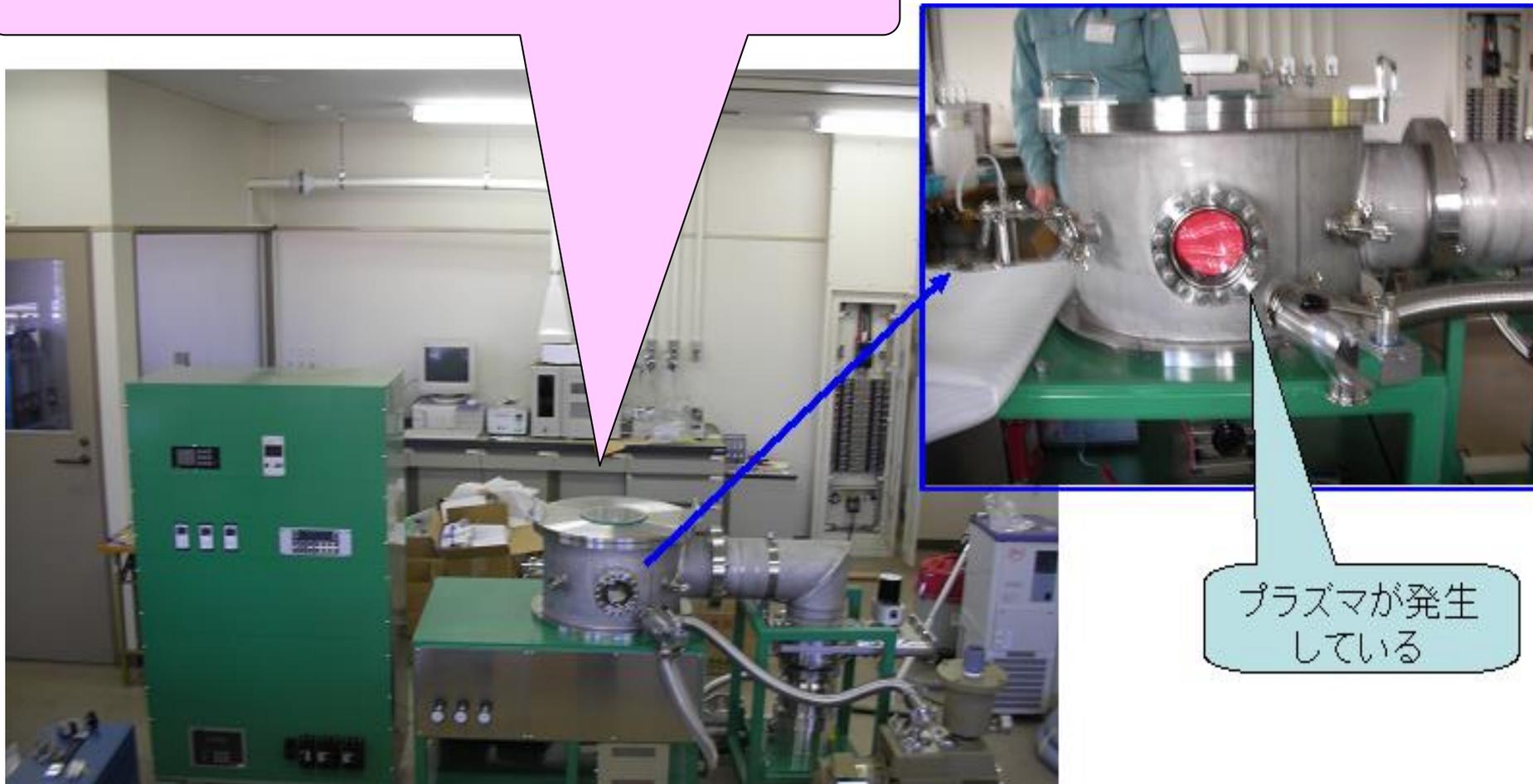


図4 耐傷付き性樹脂の積層構造

技術紹介(製膜装置)

プラズマ製膜装置は、独自設計により構築



プラズマが発生
している

図5 プラズマCVD装置の外観

技術紹介(耐傷付き性能)

- 製膜前
耐摩耗性 : $\Delta H \approx 5\%$
- 
- プラズマCVD製膜後
耐摩耗性 : $\Delta H \approx 0.5 \sim 1.5\%$

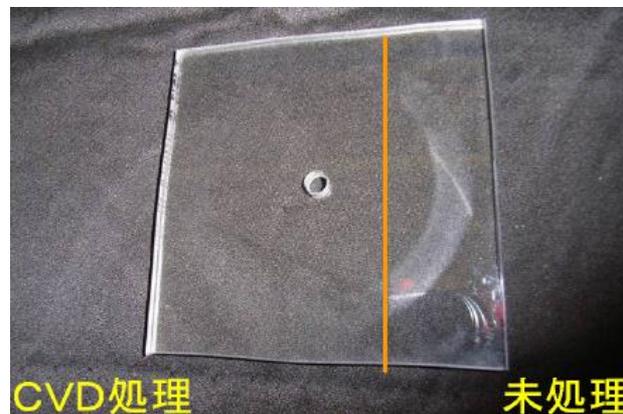


図6 テーバー摩耗試験後の外観例

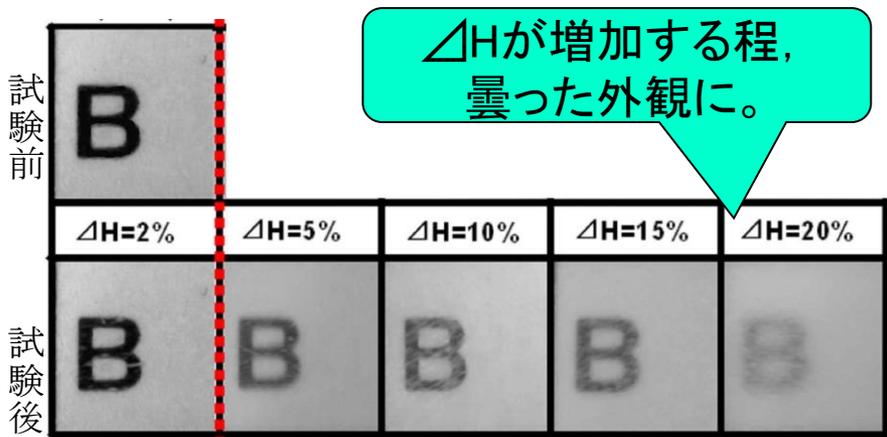


図7 テーバー摩耗試験前後の試料外観例

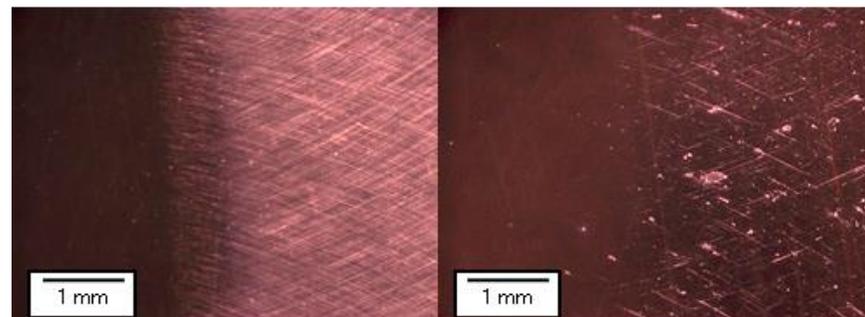


図8 テーバー摩耗試験後の外観例(拡大)

プラズマCVD法により、耐傷付き性の目標性能 ($\Delta H < 2\%$) を達成

《評価方法》

1) 耐傷付き性

テーバー摩耗試験により、試験前後におけるヘーズ(H：曇り度)の変化量(ΔH)により評価
JIS R3212「自動車用安全ガラス試験方法」
準拠

《テーバー摩耗試験条件》

摩耗ホイール：CS-10F(TypeIV)

荷重：4.90N 回転数：1000回

2) 膜厚

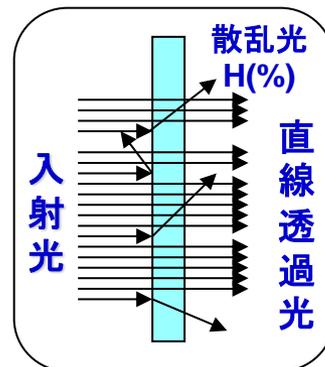
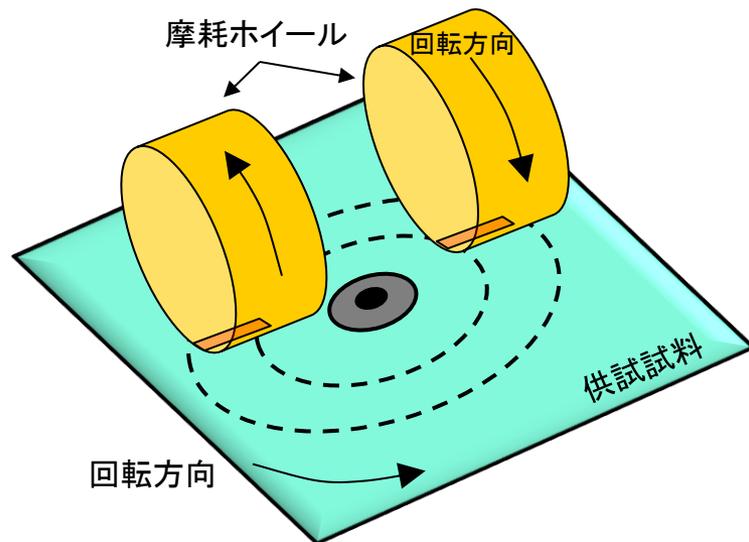
光干渉式膜厚計により測定

装置： フィルメトリクス社製F20

3) 表面層の硬さ

ナノインデンテーションにより測定

装置： Hysitron社製 Triboscope

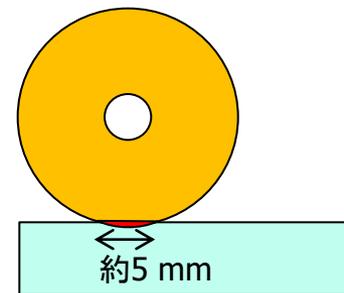
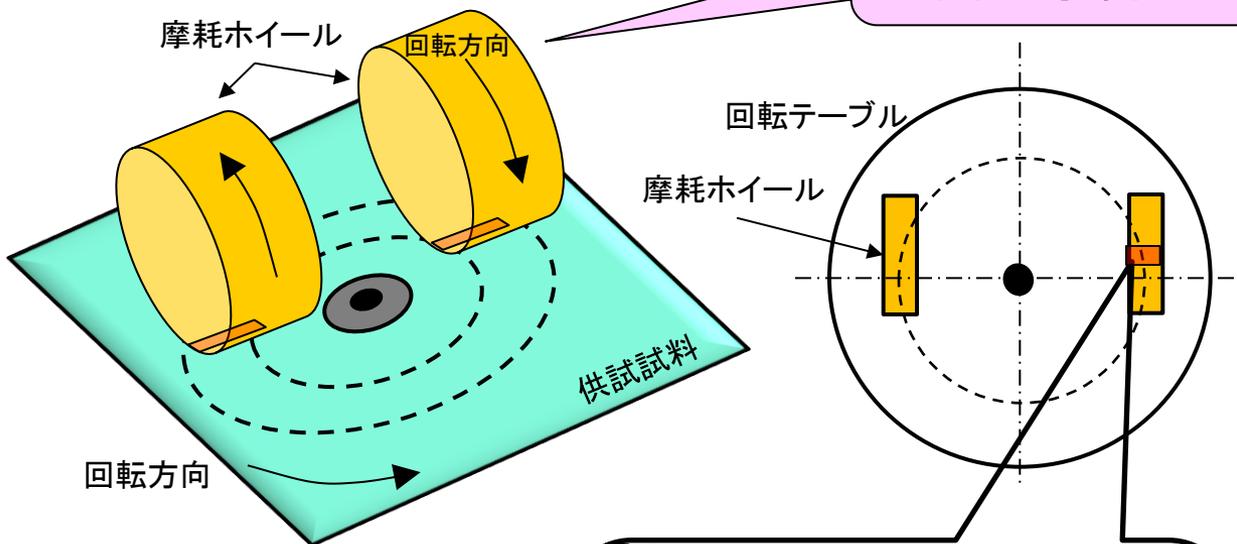


$$H = \frac{\text{散乱光強度}}{\text{直線透過光強度}}$$

図9 テーバー摩耗試験の概要

技術紹介(テーバー摩耗試験詳細)

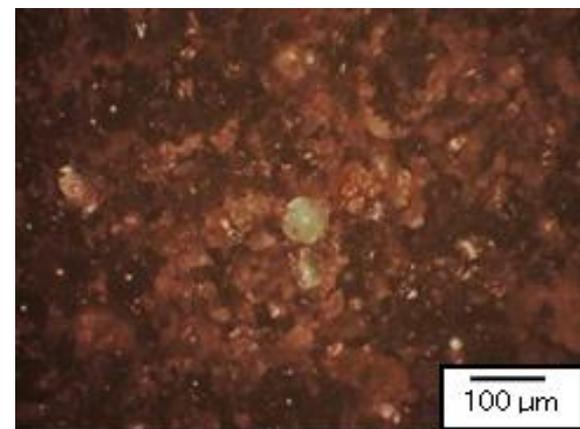
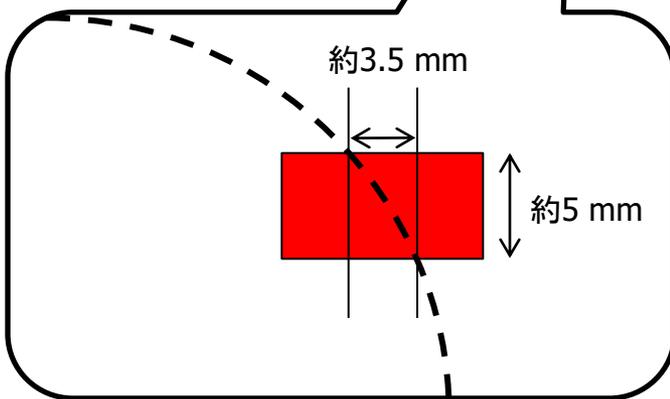
テーバー摩耗試験は、砂ぼこりでガラス面が摩耗することを想定したテスト



横から見た摩耗輪と試料の接触イメージ

《試験概要》

- ・ 摩耗ホイール：研磨材を練りこんだゴム製(硬さ72±5 IRHD)
- ・ 試料を固定したテーブルが55-75回転/分の速度で回転
- ・ 荷重 (4.90 N) により試料表面に研磨材等の擦傷痕が生成



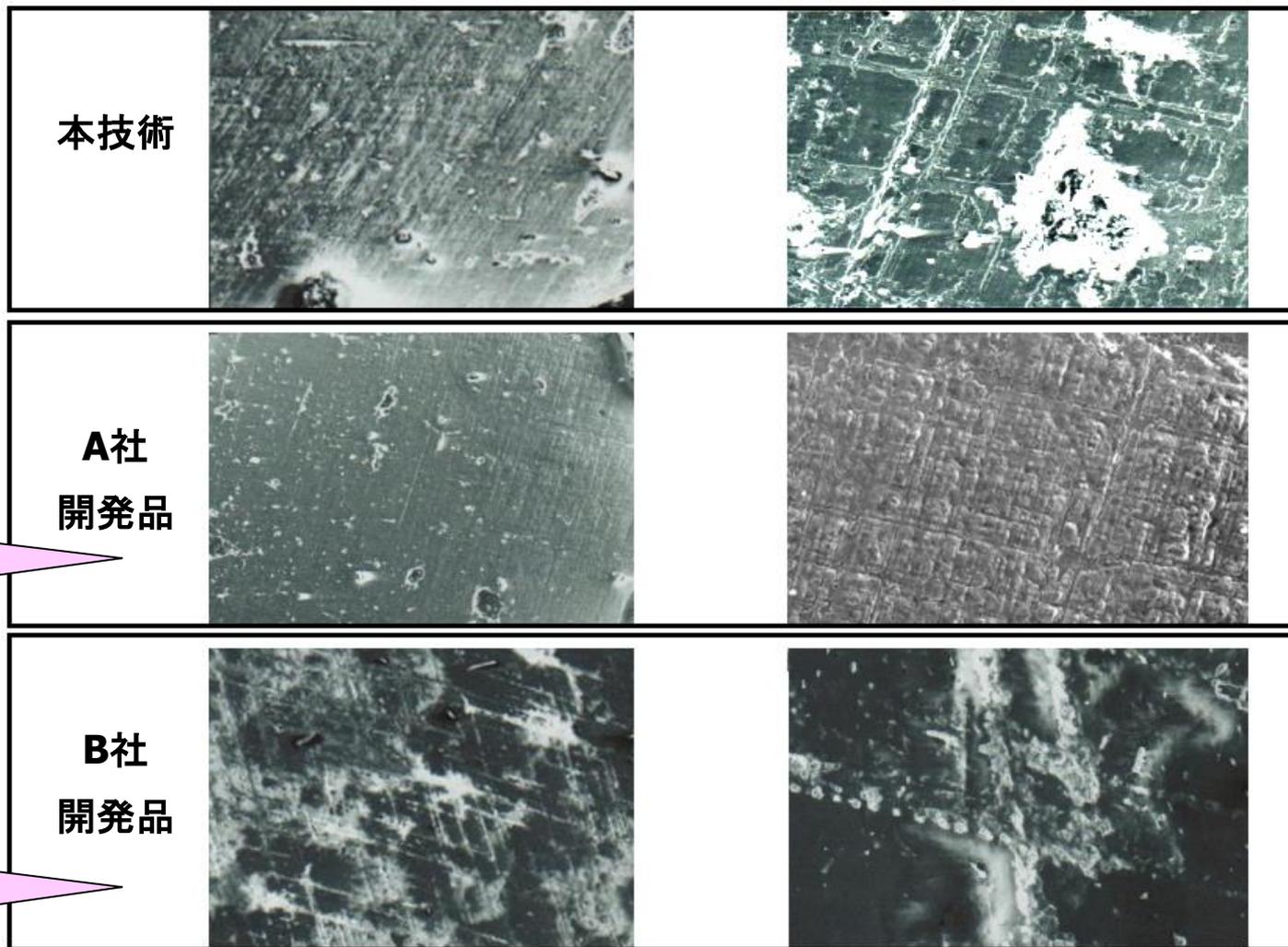
摩耗輪表面の拡大画像

図10 テーバー摩耗試験の説明

技術紹介(耐傷付き性評価事例)

× 50

× 500



耐傷つき性が
低い製品例 1

耐傷つき性が
低い製品例 2

図11 耐摩耗試験後の表面状態

技術紹介（耐傷付き性と膜硬さ）

硬さが1.5 GPa以上 → $\Delta H \leq 2\%$
耐傷付き性能は、硬さとの比例でなく、
一定以上の硬さで発現

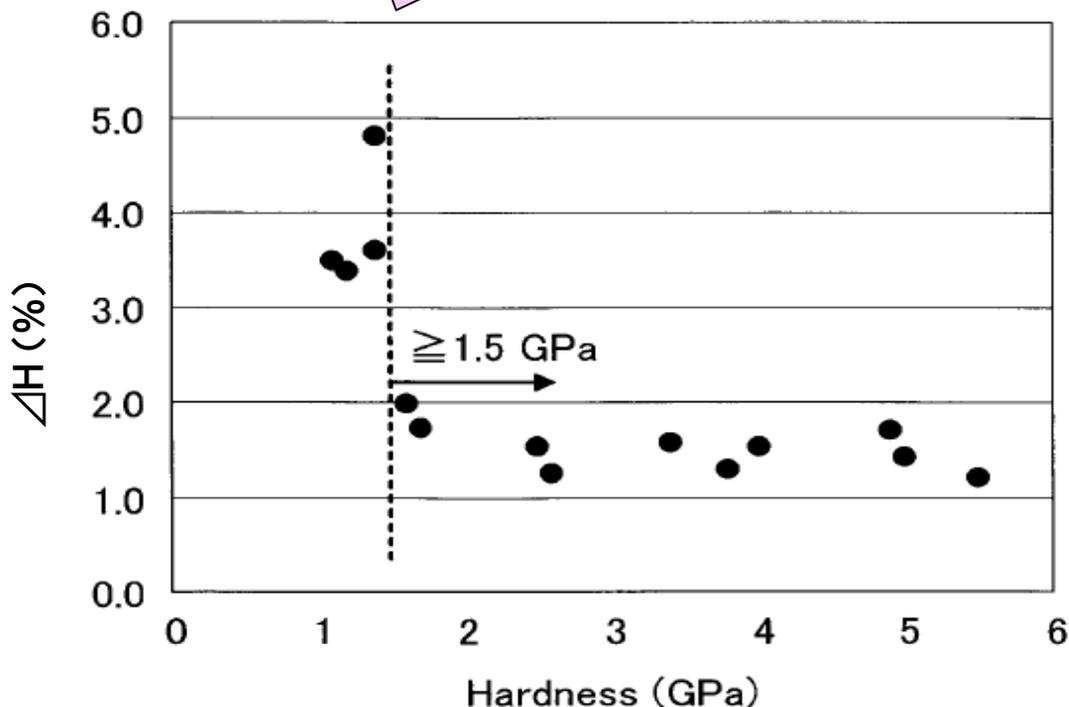


図12 プラズマCVD法で製膜した表層における硬さとヘーズの関係

技術紹介(耐傷付き性と膜厚)

膜厚 : 0.02~0.48 μm \rightarrow $\Delta H \leq 4\%$
膜厚 : 0.05~0.40 μm \rightarrow $\Delta H \leq 2\%$
耐傷付き性能発現には、適した膜厚の範囲あり

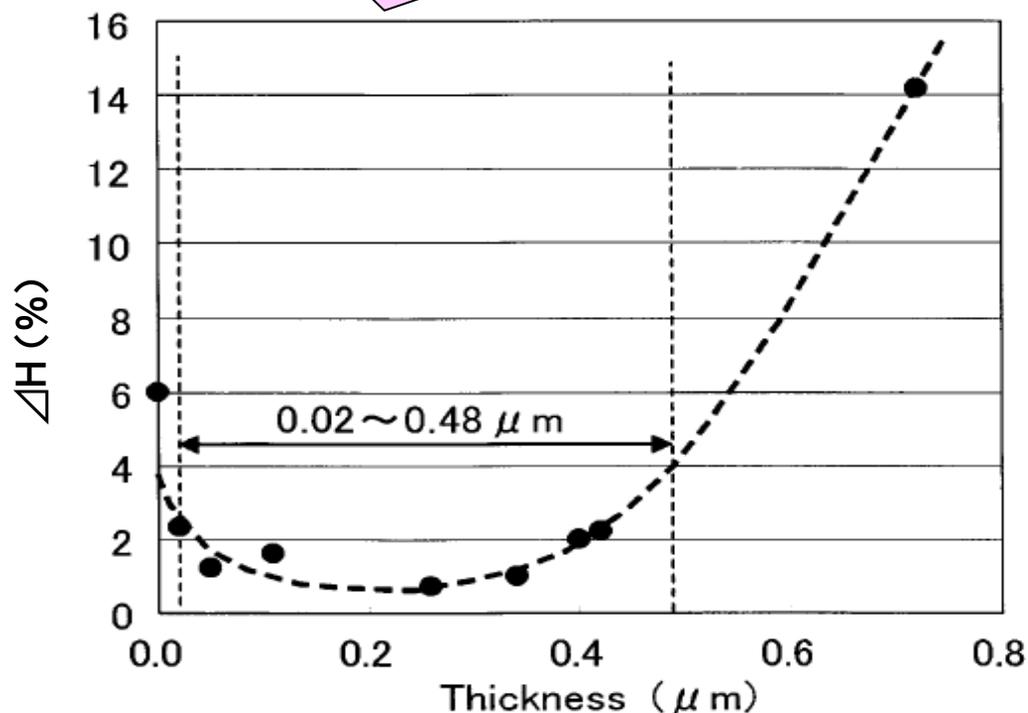


図13 プラズマCVD法で作製した表層膜における、膜厚とヘーズの関係

- 1 概要
- 2 従来技術とその問題点
- 3 新技術の特徴・従来技術との比較
- 4 技術紹介
- 5 開発事例
- 6 想定される用途
- 7 実用化に向けた課題
- 8 企業への期待
- 9 企業への貢献、PRポイント
- 10 本技術に関する知的財産権
- 11 産学連携の経歴

開発事例

開発ターゲット：自動車用後部車窓

①ハードコーティング技術の確立、
現行ガラスと同等の耐傷つき性能、透過性、
耐候性
安価な設備の確立

③周辺部品の一体化構
造の実現
大幅な軽量化

②成形技術、金型技術
の開発
大型成形品の実現
(1㎡以上)

図3 車窓樹脂化の検討製品

開発事例(検討プロセス)

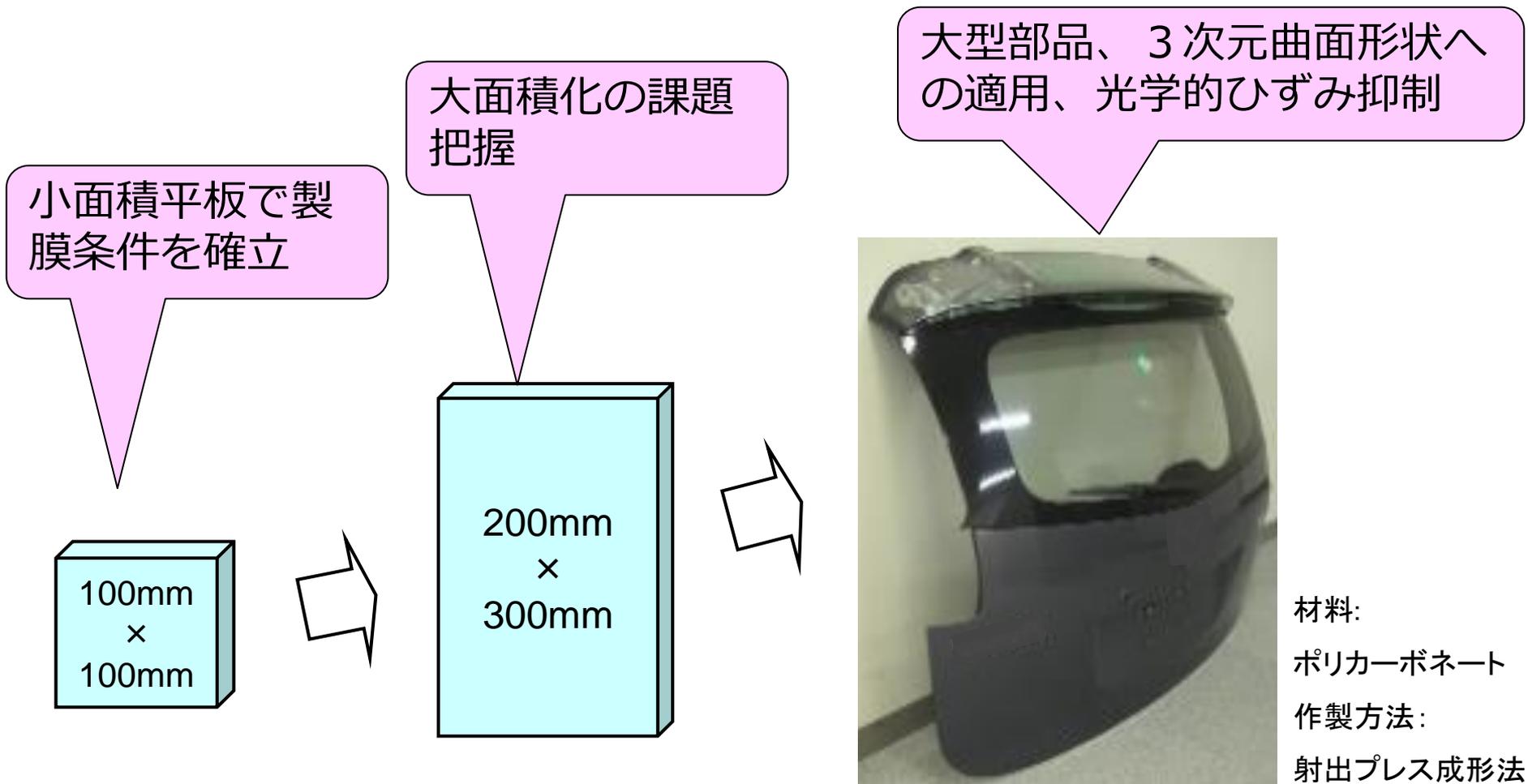


図14 車窓用途への段階的検討概要

開発事例(樹脂窓基材)



幅約1200 mmの
複雑曲面形状部
品を成形する金
型を作製

成形は、光学的ひ
ずみを低減させる
ために射出プレス
工法を適用

図15 成形部品用金型の外観

開発事例(下地ウェットコート層)

製品形状に対応したフローコート法によるウェットコートを実施

曲面形状部品の均一製膜技術を確立

(フローコート法)



対象製品外観

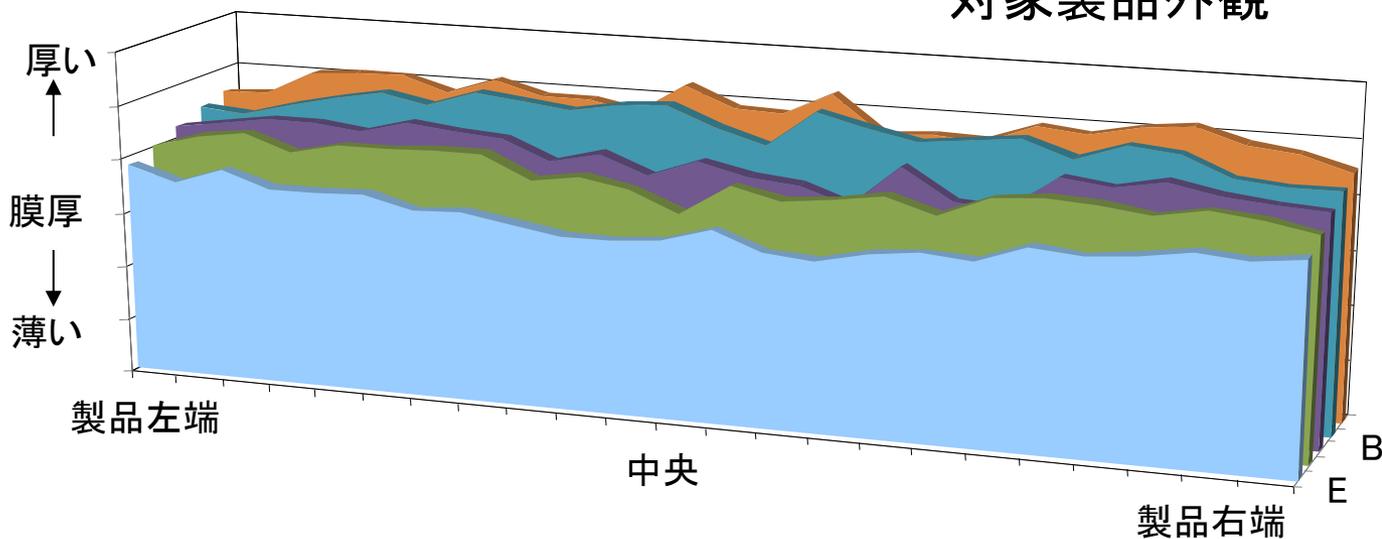
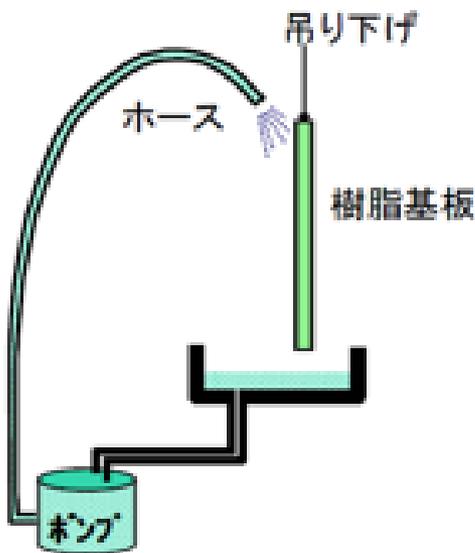


図16 フローコート法イメージ

図17 成形部品へのウェットコート検討結果

開発事例 (CVD製膜)

製品形状に沿った専用装置を独自設計により構築

製品形状と装置構造に合わせて製膜条件を最適化

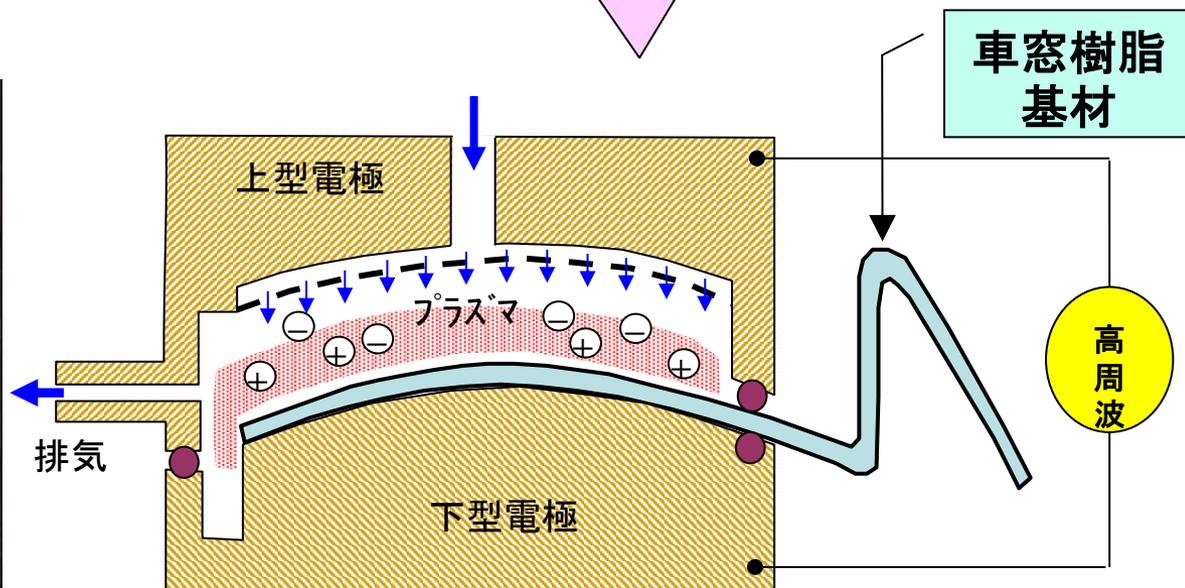


図18 成形部品へのCVD製膜装置概要

開発事例 (CVD製膜)

外観上の不均一性などに問題なし



耐傷付き性において、目標性能 ($\Delta H \leq 2\%$) をクリア

真空ポンプ吸い込み口

テーバー摩耗試験前後の曇り度の変化

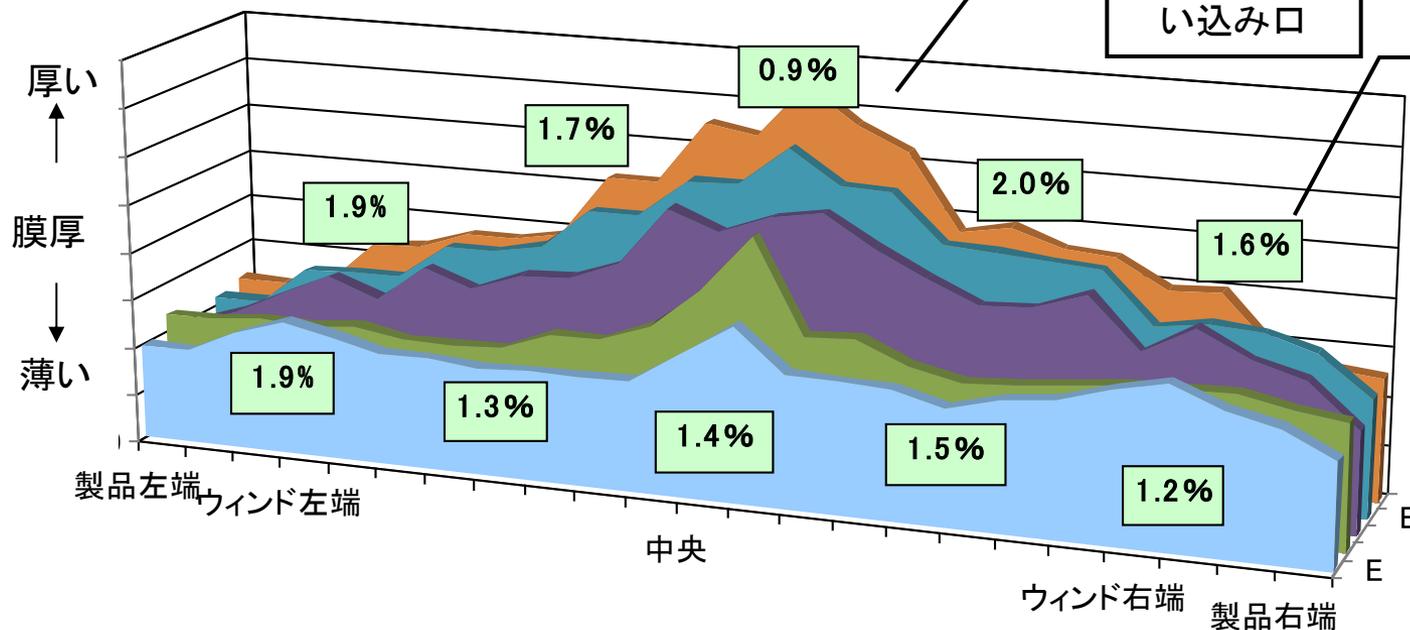


図19 成形部品へのCVD製膜検討結果

- 1 概要
- 2 従来技術とその問題点
- 3 新技術の特徴・従来技術との比較
- 4 技術紹介
- 5 開発事例
- 6 想定される用途
- 7 実用化に向けた課題
- 8 企業への期待
- 9 企業への貢献、PRポイント
- 10 本技術に関する知的財産権
- 11 産学連携の経歴

想定される用途

- 本技術は、従来技術では達成が難しい耐傷付き性能が求められる場面で有効。
- 大面積、複雑形状など、従来の無機ガラスでは製作が難しい用途へ適用可能。
- 窓材に限らず、本技術の耐傷付き性能と装置設計技術を応用して、用途に応じた樹脂製光学部品製作のシステム構築支援が可能。
- 高性能化の機能発現メカニズムに関する知見を、技術評価や改善支援へ適用可能。

実用化に向けた課題

- 無機ガラスに匹敵する耐傷付き性能を実現し、大面積、曲面形状へ適用可能なことを検証済。
- 最適な作製条件や発現性能は材質によって異なることを把握済。
製品形状や材質のニーズに対し事例毎の検証が必要。
- 実用化に向けて、ターゲット製品の要求条件（耐傷付き性能、他の物性、形状、コスト）を踏まえた、個別検討が必要。

企業への期待

- 本技術を活用し、樹脂製品などの耐傷付き性能向上を志向する企業との、共同開発を希望。
- 真空プロセスを活用した高機能薄膜、表面処理を検討中の企業、現行製品の性能向上や、性能発現機構の把握、品質向上を図りたい企業においても、本技術やその知見による支援が可能。

- 本技術は、樹脂など傷付きやすい製品の高性能化に対して有効。
- コストの課題は、対象製品形状に即し、装置設計を含めた開発により克服できる可能性あり。
- 本技術の直接的導入の他、開発支援、技術的アドバイスなど、地方公設試として企業のニーズに合わせた支援が提供可能。

発明の名称：樹脂成形体

出願番号：特願2009-554226

出願人：ダイキョーニシカワ株式会社
広島県

発明者：菅 武春、岡村 雅晴、阿波根 紘志
小島 洋治、縄稚 典生、山本 晃

産学連携の経歴

- 2006年-2007年 経済産業省
地域新生コンソーシアム研究開発事業実施
- 2008年 経済産業省
地域イノベーション創出研究開発事業実施
- 2009年 JST
地域イノベーション創出総合支援事業
シーズ発掘試験A採択

お問い合わせ先

広島県立総合技術研究所

西部工業技術センター 技術支援部

T E L 0823-74-1151

e-mail wkcgijutsu@pref.hiroshima.lg.jp