

**MEIDEN**

Quality connecting the next

# 常温ALD装置

高濃度・高純度オゾンガスで実現する常温ALD成膜



# Pure Ozone Solution

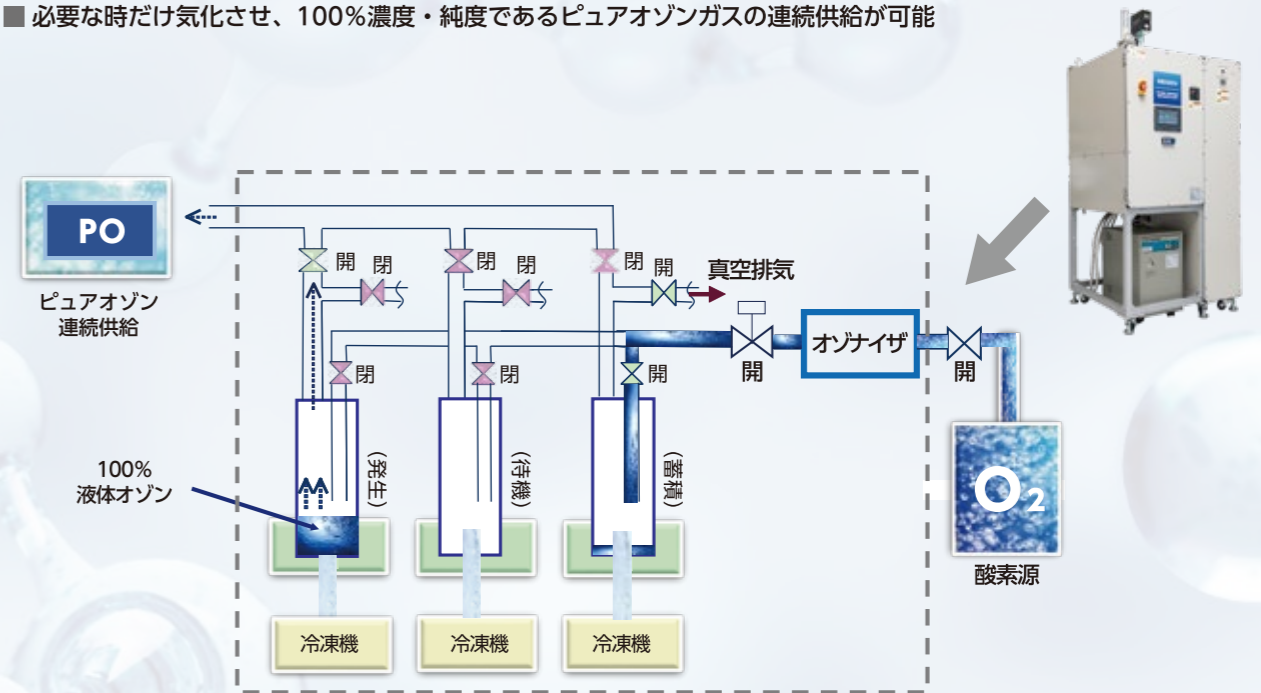
## 当社しか実現できないピュアオゾンソリューション

（株）明電舎で長年にわたり磨いてきた高純度・高濃度オゾン「ピュアオゾン」にて酸化源・成膜・改質など当社しか出来ないオゾンソリューションをご提供します



## POG:ピュアオゾンの発生技術

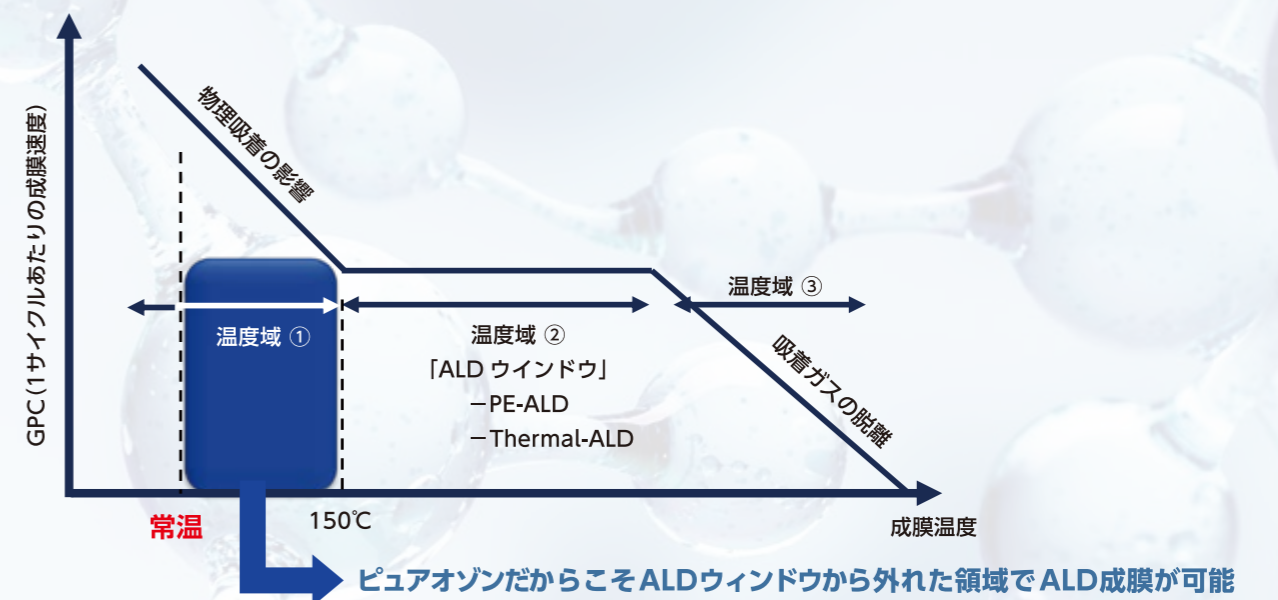
- オゾナイザで発生させたオゾンを極低温で液化し 100%液体オゾンだけを取り出す
- 必要な時だけ気化させ、100%濃度・純度であるピュアオゾンガスの連続供給が可能



## ピュアオゾンのメリット

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| 高純度 : 80%以上<br>減圧環境 : 10,000Pa 以下 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 常温~150°Cではオゾン分解なく、<b>80%以上オゾン</b>の活用を実現<br/>⇒ピュアオゾンの長寿命を可能とする温度帯</li> <li>● 減圧化におけるピュアオゾンはオゾン分解なく、真空プロセスに最適</li> </ul> |
| オンデマンド供給                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● ピュアオゾンを必要な時だけ、必要な量をオンデマンド供給が可能<br/>オゾナイザ発生時の低濃度オゾンは真空プロセス中に常時オゾンを供給する必要あり</li> </ul>                                   |
| 真空プロセスとの互換性                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 常温~150°CでのALD成膜、改質、アッシング、洗浄が可能</li> </ul>  |
| 化学反応利用                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 化学反応を利用する為、プラズマ、UVフリーによる基材ダメージレスを実現。</li> <li>● 低耐熱半導体や樹脂、フィルムなど低温(*)が求められる基材に最適</li> </ul> <p>※1 低温 : 常温~150°C</p>    |

## ピュアオゾンだから実現可能なALD成膜温度



# ピュアオゾンALD成膜装置

## PO-ALD装置外観



チャンパー扉 (イメージ)

## ■ 特長

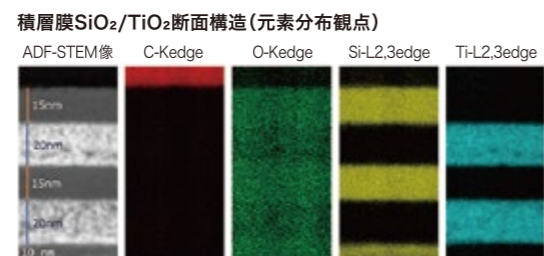
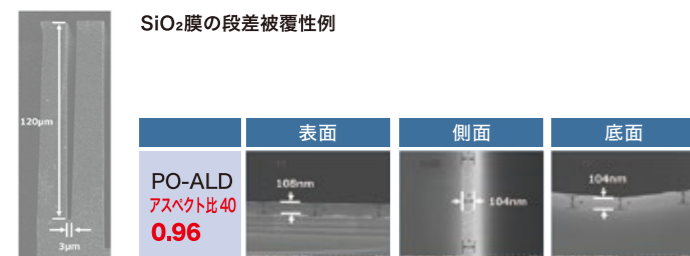
- ◆ **高生産性**: バッチ処理にて高い生産性を実現
- ◆ **ダメージレス**: 基材非加熱かつプラズマレスでの成膜が可能  
ピュアオゾンガスの反応性の高さにより、**低温(150°C以下)**成膜を実現
- ◆ **様々な形状への成膜**: 高トレンチ部へ均一成膜が可能  
**凹凸、両面、粉体への成膜**を実現
- ◆ **低ランニングコスト**: 高いガス利用効率、低排出ガスプロセス  
高いガス利用効率により、従来技術比で低ランニングコストを実現

| 装置仕様例 |  |
|-------|--|
| 使用環境  | 15~30°C、35~70%RH   |
| 装置サイズ | 1350mm(W)×1650mm(D)×1,945mm(H)   |
| 基板サイズ | ウエハー:12インチ以下(最大100枚)<br>基材(ガラス、樹脂):Φ300、あるいは210mm角(最大100枚)<br>粉体:粒径1μm以上 |
| 成膜温度  | 30~150°C(基板非加熱、炉温度)  |

成膜デモサンプルや装置見学も可能です。お気軽にお問い合わせ下さい。

## ■ 成膜仕様

| 膜種      | SiO <sub>2</sub>            | TiO <sub>2</sub>           | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |                            | HfO <sub>2</sub>           |
|---------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 成膜温度    | 30~150°C                    | 50~150°C                   | 30~150°C                       |                            | 50~150°C                   |
| 成膜レート   | 30nm < 2.5Hr<br>100nm < 8Hr | 30nm < 7Hr<br>100nm < 22Hr | 30nm < 7Hr<br>100nm < 22Hr     | 30nm < 5Hr<br>100nm < 18Hr | 30nm < 5Hr<br>100nm < 16Hr |
| 高アスペクト比 | 高アスペクト比 40:1<br>95%以上       | 高アスペクト比 40:1<br>88%以上      | 高アスペクト比 40:1<br>82%以上          |                            | 高アスペクト比 40:1<br>95%以上      |
| 屈折率     | 1.47(120°C時)                | 2.23(120°C時)               | 1.57(120°C時)                   | 1.61(120°C時)               | 1.83(120°C時)               |
| 原料ガス    | Orthrus                     | TDMAT                      | DMAI                           | TMA                        | TDMAHf                     |



# ピュアオゾンALD成膜事例

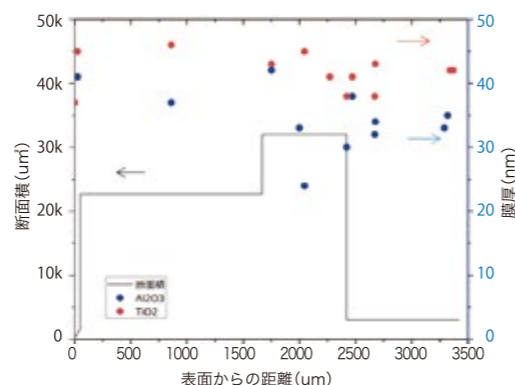
## PO ALD成膜事例「高トレンチ」

## マイクロ流路の成膜

多孔質デバイスや複雑形状の流路イメージ



ピュアオゾンの『高酸化力』『長寿命』を活かした高い段差被覆性を実現



マイクロ流路への成膜結果(ご参考)  
# 左図に示す流路イメージへの成膜結果ではありません。

## PO ALD成膜事例「水蒸気バリア性」

ディスプレイ、FPD

### 封止性能確認

表1 水蒸気透過度の測定結果 単位: g/m<sup>2</sup>/day

| 試料名   | 水蒸気透過度  |
|---|---------|
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 20nm                     | 3.6E-03 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 40nm                     | 2.1E-03 |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60nm                     | 1.4E-03 |
| SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 積層60nm | 2.8E-05 |

※ 表1に示したAPI-MS法の測定結果は、水蒸気添加後に定常状態となった区間の検出値から水蒸気供給前の検出値を差し引いた数値とした。

API-MS法(10<sup>-6</sup>~10<sup>-3</sup> g/m<sup>2</sup>/day)

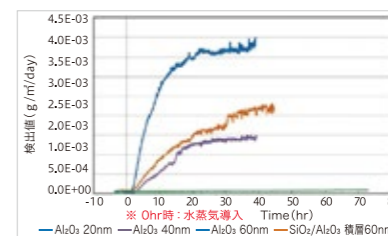
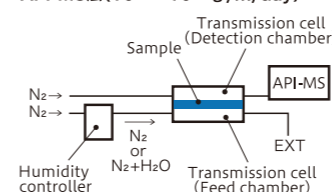


図1 試料の水蒸気透過挙動

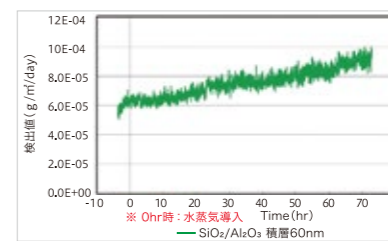


図2 図1からSiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 積層60nmのみ抜粋し拡大した水蒸気透過挙動

積層膜にする事で  
欠陥分散により  
更なる高い水蒸気バリア性を  
実現

## 【必見】 他社ALD装置の酸化源としてPOGが利用可能



### ■ POG導入によるメリット

- ◆ **「低ランニングコストの実現」**  
オゾン発生装置の低濃度オゾンは常時オゾン供給が必要で非効率。POGは必要な時、必要な量のオゾン供給が可能で高効率。
- ◆ **「常温・低温成膜(150°C以下)が可能」**  
低耐熱半導体や樹脂、フィルムなど低温が求められる基材に最適
- ◆ **「高いつき回り性の実現」**  
ピュアオゾンの長寿命を生かし、高トレンチ部への均一成膜

ピュアオゾン発生装置 (Pure Ozone Generator)  
国立研究開発法人 産業技術総合研究所と共同開発

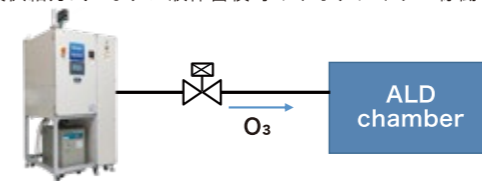
## 低濃度オゾンに対するピュアオゾンのメリット

### ■ SiO<sub>2</sub>成膜時のオゾン発生装置とのO<sub>2</sub>ガス利用効率(使用量)の違い

酸化源 : ピュアオゾン(PO) / オゾン発生装置(ozonizer)  
SiO<sub>2</sub>原料ガス: Orthrus® (ORTHURUSはAir Liquide社の登録商標)

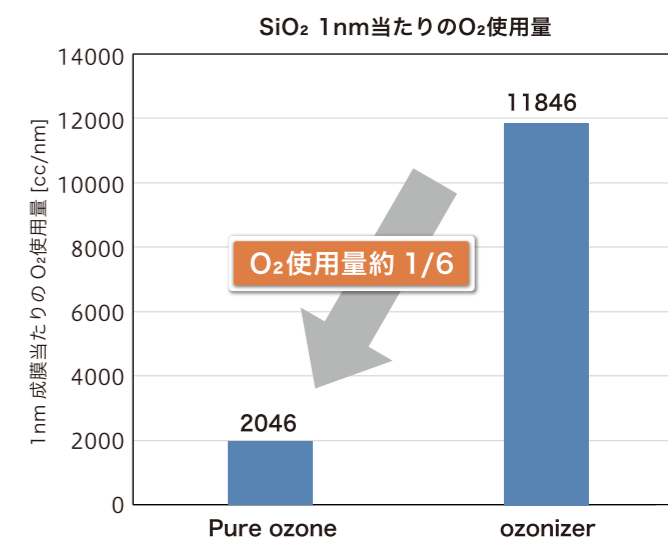
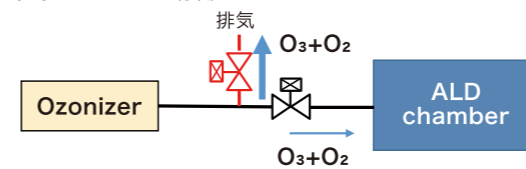
#### POG-ALD

蓄積供給方式: オゾン液体蓄積時のみオゾン発生装置稼働



#### オゾン発生装置-ALD

ガス流路変更供給: ガス流路変更により供給、常時オゾン発生装置稼働



## 他社ALD装置への酸素源供給例

### ALD用の酸素源供給例



POG と 他社ALD装置の接続イメージ

大手ALD成膜装置メーカーへの採用実績あり

POGに求められる機能・仕様

#### 長い連続供給時間

10時間以上など

#### 長いオゾンガス寿命

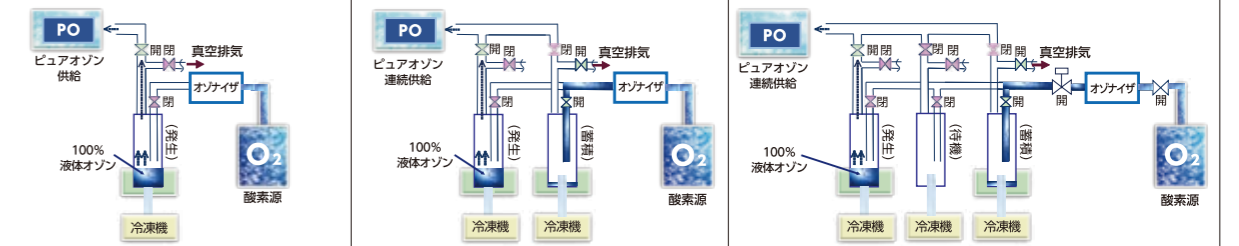
10分でオゾン分解が10%以下などオゾン濃度安定性

#### 複数ALD成膜装置への同時対応

複数のALD装置へ同時オゾン供給が可能

### ALD用POGのご提案

| タイプ      | バッチ式   | 準連続式  | 連続供給式   |
|----------|--|---|---|
| 使用目的     | R&D用   | 準量産用  | 量産用   |
| オゾンチャンバ数 | 1  | 2   | 3   |
| オゾン蓄積量   | ①8,000cc ②16,000cc                                       | ③16,000cc ④32,000cc   | 48,000cc  |
| オゾン流量    | ①10~150sccm ②10~300sccm                                  | ③10~40sccm ④10~150sccm                                      | 10~150sccm  |
| 装置構成     | オゾンチャンバー1個構成による安価なR&Dタイプ。ピュアオゾンが無くなった場合は約2時間の蓄積時間がかかります。 | オゾンチャンバー2個構成により「発生」と「蓄積」を繰り返す準連続供給式。使用途中でのオゾン蓄積の待ち時間はありません。 | オゾンチャンバー3個構成により「発生」「待機」「蓄積」を繰り返す連続供給式。使用途中でのオゾン蓄積の待ち時間はありません。 |



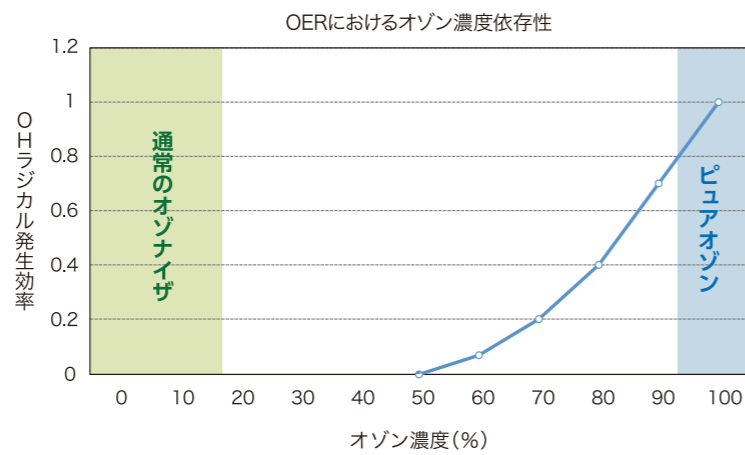
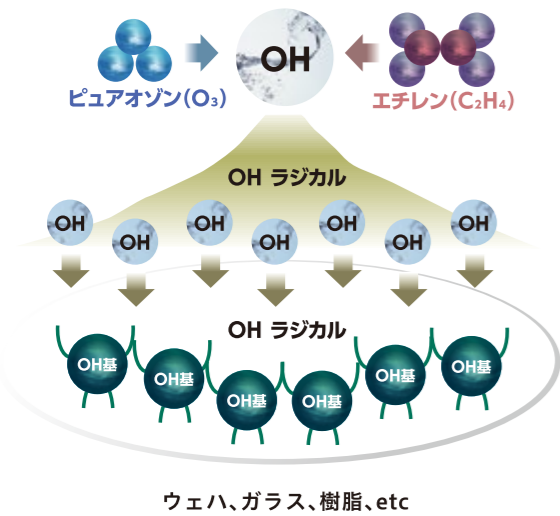
## ピュアオゾンの応用展開 - 常温~150℃対応 表面改質装置 -

### OERの発生メカニズム

\*OER: Ozone-Ethylene Radical generation technology

当社独自の特許(特許番号: 5287558)

- 高濃度オゾンであるからこそ、エチレンを混合することで高活性なOHラジカルの発生が可能
- オゾンとエチレンの圧力比を最適化することで、OHラジカル発生量の最大化が可能



### ■ 常温対応OER改質装置



#### ■ シャワーヘッド構造を採用

- 当社独自の特許
- シャワーヘッドよりピュアオゾン、エチレンガスを基材に吹付け、均一なOER処理が可能

#### 装置仕様例

|       |   |
|-------|---|
| 使用環境  | 15~30℃、35~70%RH                           |
| 装置サイズ | 1,000mm(W)×900mm(D)×1,800mm(H)            |
| 基板サイズ | ウエハー: 6インチ<br>基板(ガラス、樹脂): Φ150、あるいは100mm角 |
| 基板温度  | 常温~150℃                                   |

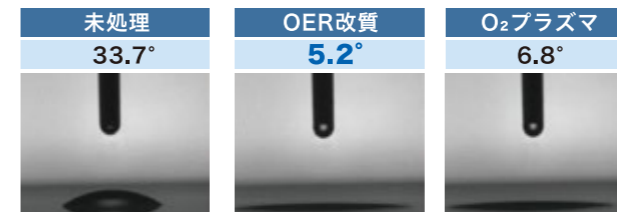
改質のデモサンプルや装置見学も可能です。お気軽にお問い合わせ下さい

#### ■ 特長

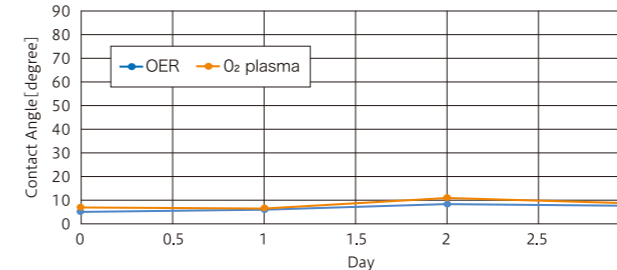
- ◆ 常温改質が可能  
常温~150℃で改質、表面親水化
- ◆ ダメージレス  
常温かつUV、プラズマフリーで基材ダメージレスを実現
- ◆ 表面形状に依存しない均一な処理  
OHラジカルの回り込み性の高さより、表面形状によらず均一な処理
- ◆ 高効率  
プロセス最適化によるラジカル発生量の最大化

### OER 表面改質事例

#### ■ 液接触角



#### ■ 経時変化(ご参考: 測定環境クリーンルーム内、20℃/50%)



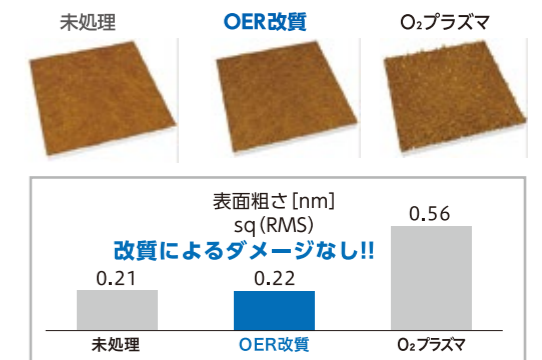
### 無アルカリガラス

#### ■ 特長

- ◆ 10°未満の液接触角を実現
- ◆ 表面ダメージなく、平滑性を維持
- ◆ 平滑性を要求される用途に最適

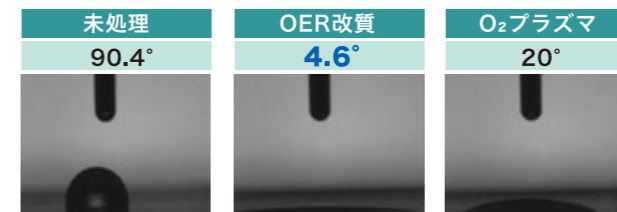
転写プロセス  
LCDパネル  
ガラス応用  
半導体

#### ■ 表面粗さ

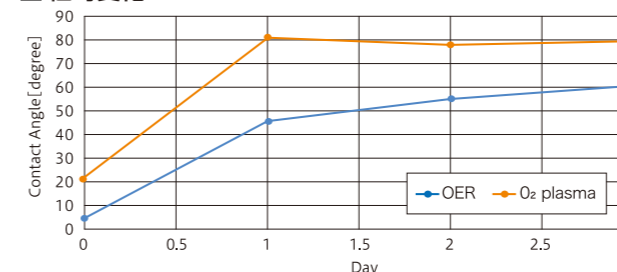


### OER 表面改質事例

#### ■ 液接触角



#### ■ 経時変化(ご参考: 測定環境クリーンルーム内、20℃/50%)



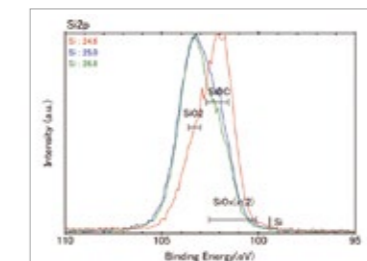
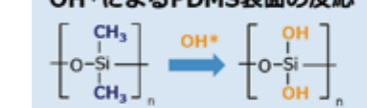
#### ■ 特長

- ◆ 10°未満の液接触角を実現
- ◆ OH基による結合の変化あり

マイクロ流路  
医療機器  
ナノインプリント  
コンタクトレンズ

#### ■ XPS分析

##### OH\*によるPDMS表面の反応



— 未処理  
— OER  
— O<sub>2</sub>プラズマ



株式会社 明電舎

本社 〒141-6029 東京都品川区大崎 2-1-1 ThinkPark Tower

[www.meidensha.co.jp](http://www.meidensha.co.jp)



明電ナノプロセス・イノベーション株式会社

<https://www.meidensha.co.jp/npi/index.html>

本社 〒141-0032 東京都品川区大崎二丁目8番1号 TEL. 03-6420-8630(代表)

技術開発 〒262-0013 千葉県千葉市花見川区犢橋町1569-9 TEL. 043-258-1633

お問い合わせ先

営業戦略室 [npi-sales@npi.meidensha.co.jp](mailto:npi-sales@npi.meidensha.co.jp)



**安全に関するご注意**

ご使用前に、「取扱説明書」又はそれに準ずる資料をよくお読みのうえ正しくお使いください。

- 仕様は機能・性能向上などのため変更することがありますのでご了承ください。
- 本製品に関連して生じた損害の賠償につきましては、逸失利益、間接損害及び特別損害は除かせていただきます。

この製品に関するお問い合わせは

〒140-0032 東京都品川区大崎 2-8-1  
TEL: 03-6420-8630 FAX: 03-6420-8450



MB642-3346C

2023年9月現在

2023-9ME (1.8L) 0.6L

