

エネルギー貯蔵



オプトエレクトロニクス



付加製造



ライフサイエンス



機能材料



当社にお任せください

ALD Nano では、先進材料用の費用対効果および精度の高いコーティングを創り出し、業界を変革しています。当社は、粒子やその他の材料に関する原子層・分子層堆積 (ALD) 技術の世界的リーダーであり、幅広い IP ポートフォリオを有しています。

粒子ALDにおけるグローバルリーダー

当社は、当社の材料設計とリアクターシステムを活用して世界中の消費者に役立つ製品を開発する世界有数の企業と協力しています。

ALD対応の高度な材料ソリューション

10年以上に渡り、当社は、社内の世界クラスの科学者とエンジニアのチーム、外部の提携研究機関が開発した ALD 技術を商業化しています。



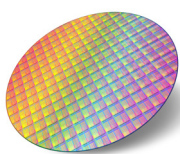
粒子材料ソリューションのためのALD

原子層・分子層堆積(ALD)を経済的に調整し、1日あたり数トンの粉末、数キロメートルのポリマー、および何千もの特殊な対象物をコーティングすることができます。ALDは、1990年代の半導体産業において、様々な化学物質のシリコンウェーハへのコーティングを最初に商業スケールにし、これが現在では数十億ドル規模の市場となっています。ALDは、現在、粒子や他の新しい材料基板上に極薄で精密に制御された膜をコーティングするための選択方法になりつつあります。

ALD Nanoは、必要なALDコーティング化学、プロセス条件、および製造装置システムの最適化により、お客様が粒子材料の課題を解決するのを手助けします。当社は、粒子または粒子ALDとも呼ばれるパウダーのALDにおいてグローバルリーダー的立場にあります。フォーチュン500社の多くの企業が、当社の顧客およびサプライ・チャンネル・パートナーに含まれています。粒子ALDには、以下を含む多くの利点があります。

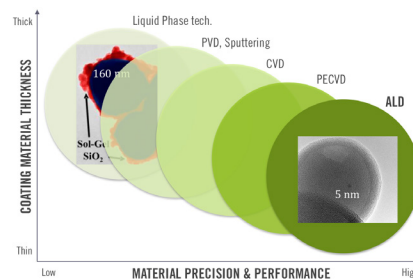
- 化学蒸着(CVD)や他の技術と比較して、精度とコスト効率が優れており、エンドデバイス性能、寿命、コストおよび安全性を改善して、既知の基板の新規またはより良い用途を可能にします。
- 材料供給チェーンの顧客やエンドデバイスのパートナーにとって、重要な価値のある新しい原子スケールの材料設計を行うことができます。
- 化学的安定性、流動性、腐食、酸化、導電性、親水性、光学特性、材料適合性、分散、焼結制御、障壁、および質量の低減などの粒子の物理的特性を変化させて、基板の機能向上を実現します。
- 粒子の凝集は、粒子の大きさ、形状および形態にかかわらず、適切なALDプロセス条件では起こりません。

粒子ALDは、半導体業界のシリコンウェーハのALDと比較して、新しい前駆体、プロセス、化学、および製造を必要とするコーティングの堆積に固有の課題と機会を示しています。



| | |
|------------------|---------------|
| ウェーハの様なサイズ | 粒子サイズ分布 |
| ウェーハ間の相互作用なし | 粒子間の相互作用 |
| 粒子のない環境 | 粒子のある環境 |
| 最小限の前駆体の使用量 | 1,000倍以上の前駆体 |
| 狭いプロセスウィンドウ | より広いプロセスウィンドウ |
| 狭い表面積 | 広い表面積 |
| ウェーハ指向装置 | 新しい設備と材料の製造 |
| 展開された化学物質がほとんどない | 広範囲の化学物質 |

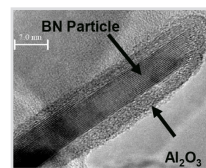
堆積技術の比較



| 比較特性 | ALD | その他の技術 (PVD, CVD, PECVD) |
|-----------------|-----|--------------------------|
| 照準線を必要としない | はい | いいえ |
| 基板表面に化学結合したフィルム | はい | いいえ |
| 残渣や粒状のフィルムを避ける | はい | いいえ |
| 膜厚のナノメートル調整 | はい | いいえ |

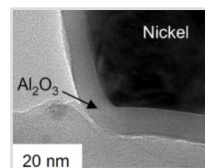
粒子ALDの利点と基板コーティングの実施例

材料の相溶性



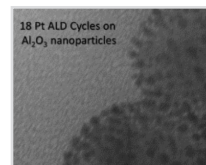
サーマルフィラール

材料の安定化



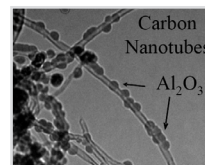
電気絶縁

新構造



分散触媒

表面改質



拡張分散

上記画像のジャーナルへの引用については、ALD Nanoにお問い合わせください。

ALD NANOがお客様のためにできること

ALD Nanoは、ALD化学、プロセス条件、および製造装置システムに対処することにより、お客様にALD対応材料ソリューションを提供することを専門としています。当社の社内エンジニアリングチームは、社内での使用やALD材料ソリューションのお客様向けに、ALDリアクターとも呼ばれるこれらのシステムを設計しています。また、優れた化学前駆体の開発者やサプライヤーと提携し、世界最高のALDコーティング化学物質を確保しています。

ALD Nano製品開発チームは、ALD対応材料のコンセプトから商業展開に移行するために、3段階のゲートプロセスでお客様と協力しています。技術検証段階では、材料上の問題を定義して解決します。基板条件、材料性能要件、および成功を定義するために使用される他の測定基準は、ALD Nanoとお客様の間の各作業計画の基礎となります。この段階は、希望の材料やALDの化学・プロセスレシピの概念実証サンプルを生成することを意図しています。

成功したサンプルがベンチスケールで生産された後、ALD Nanoの作業の次の段階は、共同開発契約によりパイロットスケールで材料ソリューションを開発することに集中します。最終段階である商業生産では、ALD化学・プロセスレシピに加え、独自のリアクターシステム設計をお客様の材料製造施設に持ち込み、お客様のALD対応材料の生産を開始します。また、お客様は、当社の施設でALD対応の材料をツールコーティングすることもできます。

1 技術検証



**ステップ1
お客様の課題説明**
お客様は、ALD Nanoによる新規材料の課題または現在の堆積問題の調査を開始します。



**ステップ2
基板の詳細**
お客様は、材料受入れフォーム(MAF)と安全データシート(SDS)を使用してALD Nanoに基板について通知します。



**ステップ3
実験計画法(DOE)**
ALD Nanoは、推奨されるコーティング化学、分析試験、取り扱い基準およびDOEのその他の側面を提示します。



**ステップ4
作業範囲(SOW)**
承認のために、正式な価格見積もり、SOW、および作業条件がお客様に提示されます。



**ステップ5
結果評価**
お客様とALD Nanoのレビューの結果、成功した実験は、パイロットスケールに移行し、その他の実験は、問題を解決するまで手順3~5を繰り返します。

2 パイロットスケール

3 コマーシャルスケール

3段階を経ると、生産量は増加し、完成品のコストは減少します。ベンチスケールのプロセスでは、数十〜数百グラムの被覆粉末が生成されますが、コマーシャルスケールのリアクターでは1日あたり最大で数トンの生成が可能です。ALD Nanoは、この全範囲にわたる能力と経験を有しています。

ALDコーティングの実績

各材料コーティングの用途は異なります。2001年以来、ALD Nanoは、100以上の法人のお客様のためにALDの材料コーティングの課題を解決することにより、幅広く深い経験を蓄積してきました。当社は、多くの種類の粒子基板材料を取り扱い、新規のALDコーティング化学およびプロセスを開発しました(右の表をご参照ください)。

当社の研究の一部に関しては、CVDアプリケーションとして基材とコーティングがよく知られているもので、より良い、あるいはより安価なALDプロセスを開発することを目的としていました。他の場合においては、CVDのような従来の堆積方法はすべて難しい制限に直面しており、ALDの革新が必要とされるものでした。

粒子コーティング

金属: ニッケル、鉄、タングステン、各種合金
炭素: CNT(MW, DW&SW)、グラフェン、カーボンブラック、ダイヤモンド
金属酸化物: 酸化ジルコニウム、酸化チタン、酸化亜鉛、リチウム混合金属酸化物、イットリウム安定化ジルコニア、種々の混合金属酸化物
金属窒化物: 窒化ホウ素、窒化アルミニウム
その他: 硫化亜鉛、各種ポリマー
サイズは20 nm~1 mm

コーティング用化学物質

金属酸化物: 酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化ジルコニウム、酸化ケイ素、酸化タングステン、酸化ルテニウム
金属フッ化物: フッ化アルミニウム
金属: 白金、ルテニウム
混合金属酸化物: アルミニウム、酸化亜鉛、その他各種
アルコキシドポリマーフィルム: アルケン、チタニコネン、種々の他の分子層堆積(MLD)フィルム

お客様向けに開発されたALD対応材料は、製品とサービスの組み合わせで提供
化学物質とプロセスのレシピ • リアクターシステム • IPライセンス • トーリング 操作

ALDリアクターシステムとプロセス制御

ALDを使用して粒子を処理するには、堅調で新しいエンジニアリングソリューションとリアクター設計が必要です。ALD Nanoが材料コーティングソリューションを開発するために、最高の粒子ALDリアクターシステム一式を設計しました。当社の施設には、作業の技術検証段階でお客様向けの概念実証のサンプル材料を提供する数多くのシステムがあります。当社はパイロットスケールとコマーシャルスケールの生産システムも有しており、ISOを含む厳しいQA / QC要件に準拠して、お客様にご満足いただける材料を生産しています。また、施設全体の運転には最先端の安全プログラムが組みこまれています。

ALD Nanoの粒子リアクターシステムは、サイズ、動作条件、および処理能力の点で柔軟性があります。右側の表は、当社施設で使用されているALDリアクターの仕様を示しており、お客様の施設で当社のALD対応材料ソリューション生産を提供する、当社の製品とサービスの組み合わせの一部として利用可能です。当社はさまざまな基材およびコーティング化学物質を管理するための幅広い機能を備えています。

| ALDリアクターシステム | 流動槽リアクター (FBR) | 回転リアクター (ロータリー) | 連続振動リアクター (CVR) |
|---------------|---|---|---|
| 基板の体積 | バッチあたり75mL~10L | 10ml~40L | 15L / 時 ~150L / 時 |
| 基板の質量 (密度に依存) | バッチあたり75g ~12.5kg | バッチあたり10g~ 50kg | 15kg / 時 ~150kg / 時 |
| 蒸気吸引源 | 標準で2、最大で8 | 標準で2、最大で8 | 標準で2、最大で8 |
| 規制準拠 | 要請に応じてCE、GMPおよびISOに準拠 | | |
| 重量 | 300 lb~ 1,000 lb (150kg ~ 500kg) | 300 lb~ 4,000 lb (150kg ~ 2,000kg) | 500 lb~ 8,000 lb (250kg ~ 4,000kg) |
| 排気削減 | 機器は、地域の管轄区域コードおよび規制に準拠するように設計することが可能 | | |
| 電気要件 | プロジェクト別でカスタマイズされています。詳細は、ご要望に応じて提供可能 | | |
| 実証された粒子径 | 10nm~ 500μm | 10nm~ 200μm | 10nm~ 50 μm |
| 潜在的な粒子径 | 2nm~ 1mm | 2nm~ 10cm | 10nm~1cm |
| その他の機能 | 最大の前駆体効率 | プラズマALD対応 | 大気圧運転 |

IPポートフォリオおよびポリマーと特殊品ALD

ALD NanoのIPポートフォリオには、米国、ヨーロッパ、日本およびその他の地域における、50件以上の暫定特許、出願及び発行された特許のみならず広範なノウハウが含まれています。このIPの大半は、当社の主要研究パートナーであるコロラド大学(CU)ボルダー校によって開発されました。CUは20年以上前に始まった世界有数の粒子ALD研究プログラムを提供しています。

粒子ALDコーティングの課題を解決する当社の専門知識は、しばしば関連した市場アプリケーションにおいて、ポリマーや特殊品のコーティングのIPや材料のソリューションの開発という付随的な努力の結果をもたらしました。

当社は基本契約の下でCU IPの独占的ライセンスを取得し、毎年自社開発のIPをポートフォリオに追加し続けています。このIPポートフォリオのさまざまな要素は、ALD対応の先進材料業界のお客様にライセンスされ、お客様による業界の変革に貢献しています。

ALD nanosolutions™

ALD対応の先進材料ソリューションについては、当社にお問い合わせください。

info@aldnanosolutions.com • +1 (303) 318-4145 • 580 Burbank Street, Unit 100, Broomfield, CO 80020 USA

www.aldnanosolutions.com