アディティブ・マニュファクチャリング

3D プリント後の金属コンポーネントの応力除去焼鈍用のレトルト炉 NR 150/11

乾燥および粉末化用の乾燥キャビネット TR 240

アディティブ・マニュファクチャリングは、構造ファイルから完全に機能するオブジェクトへの直接変換を可能にします。 3D プリントすることで、金属、プラスチック、セラミック、ガラス、砂、あるいは、その他の材料のオブジェクトが、完成品の形状になるまで層を積み上げます。

材料によっては、バインダーシステムまたはレーザー技術で層を結合します。

アディティブ・マニュファクチャリングの多くの手法では、製造したコンポーネントを最後に熱処理する必要があります。熱処理のための炉の要件は、コンポーネントの材料、動作温度、炉内の雰囲気、および、アディティブ・マニュファクチャリングの工程によって異なります。

炉とプロセスパラメータの正しい選択に加え、熱処理前のプロセスも全体的な結果に影響します。優れた表面品質を達成するために重要なのは、熱処理の前にコンポーネントを正しく洗浄することです。

これは、真空下で行うプロセスや、残留酸素含有量が少なく抑えなければならない炉内で特に重要となります。僅かな漏れや異物混入があっても、結果に悪い影響を及ぼすことがあります。この理由から、炉を定期的に洗浄および保守することが重要です。

アディティブ・マニュファクチャリングでは、基本的に、バインダーを含まないプリント工程とバインダーを含むプリント工程を区別します。製造プロセスに従って、後続の熱処理で異なる炉タイプを使用します。

3D プリント後のバインダーの硬化用のチャンバー型乾燥機 KTR 2000

3D プリント後の保護ガスまたは真空下での焼結または応力除去焼鈍用のコンパクトなチューブ炉

3D プリント後のセラミックの脱バインダーおよび焼結用 のHT 160/17 DB200

材料	**セラミック、ガラス、混合材料、砂**	**プラスチック**
脱バインダー 焼結 応力除去焼鈍 溶体化焼鈍 硬化	脱バインダー 焼結 乾燥 溶解	硬化 焼戻し 乾燥
保護ガス、反応ガス、または、真空下	**空気中**	**空気中**
ガスパージボックスのあるチャンバー炉	灰化炉内の脱バインダー 空気循環のあるチャンバー炉内の脱バインダー チャンバー炉内の焼結 コンビ炉内の脱バインダーと焼結 脱ワックス炉	乾燥キャビネット チャンバー型乾燥機 熱風循環式チャンバー炉
高温壁レトルト炉	カタログ「先端材料」に記載されている乾燥、脱バインダー、熱方式の洗浄、および、脱ワックス用のコンセプトも参照してください。	カタログ「先端材料」および「サーマルプロセス技術 I」に記載されている乾燥、脱バインダー、熱方式の洗浄、および、脱ワックス用のコンセプトも参照してください。
低温壁レトルト炉		

バインダーを含まないシステム

バインダーを含まないアディティブ・マニュファクチャリングでは、多くの場合、コンポーネントは、作業プラットフォーム上の粉末ベースのレーザー溶解プロセスで製造します。現在では、生産プロセスの後で適切な熱処理が必要なその他の製造プロセスも市場で確立されています。

下の表には、市場で入手できる材料とレーザーベースのシステムの作業プラットフォームのサイズ、および、炉内の必要な温度と雰囲気に対応する推奨炉サイズが記載されています。

プリントされたアルミニウム製コンポーネント、N 250/85 HA モデル内で熱処理（SUPCHAD プラットフォーム上のメーカー CETIM CERTEC）

アルミニウム製コンポーネント
通常、アルミニウムの熱処理は空気中で 150 °C ～ 450 °C の温度で行います。

焼戻し、時効処理、応力除去焼鈍、または、予熱などのプロセスには、優れた温度均一性の熱風循環式チャンバー炉が適しています。

最大 作業プラットフォームのサイズ	熱風循環式チャンバー炉の例については 42 ページを参照してください。 最高温度 450 °C[1]
210 x 210 mm	NA 30/45
280 x 280 mm	NA 60/45
360 x 360 mm	NA 120/45
480 x 480 mm	NA 250/45
600 x 600 mm	NA 500/45

[1]650 °C および 850 °C でもご用意します

空気中での熱処理用の熱風循環式チャンバー炉 NA 250/45

ステンレス鋼またはチタン製のコンポーネント
いくつかのステンレス鋼またはチタンの熱処理は、多くの場合、850 °C 以下の温度で保護ガス雰囲気下で行われます。

適切なプロセスガスパージのあるガスパージボックスを使用することで、標準炉を保護ガス炉にアップグレード できます。プロセスガスの種類、予備洗浄速度、プロセス洗浄速度、および、ボックスの状態によっては、最大 100 ppm の残留酸素含有量を達成できます。

下に記載されているガスパージボックスのある熱風循環式チャンバー炉の動作温度範囲は 150 °C ～ 850 °C です。炉からガスパージボックスを取り外して、アルミニウム製または鉄鋼製のコンポーネントを空気中で熱処理することもできます。

最大 作業プラットフォームのサイズ	熱風循環式チャンバー炉の例については 42 ページを参照してください。 ガスパージボックスがある場合の最高温度 850 °C
100 x 100 mm	N 30/85 HA
200 x 200 mm	N 60/85 HA
280 x 280 mm	N 120/85 HA
400 x 400 mm	N 250/85 HA
550 x 550 mm	N 500/85 HA

保護ガス雰囲気下での熱処理用のガスパージボックスのある熱風循環式チャンバー炉 N 250/85 HA

上の表に記載されているモデルは一例です。

保護ガス雰囲気下での熱処理用の高温壁レトルト炉 NRA 150/09

チタンなどの敏感な材料の場合は、ガスパージボックス内の残留酸素のために、コンポーネントが酸化することがあります。

このような場合は、最高温度が 900 °C または 1100 °C の高温壁レトルト炉を使用します。これらの密閉型レトルト炉は、定義された保護ガスまたは反応ガス雰囲気が必要な熱処理プロセスに最適です。最高 600 °C までの真空下での熱処理用のコンパクトなモデルも設計できます。これらの炉でコンポーネントが酸化するリスクを大幅に低減します。

最大 作業プラットフォームのサイズ	高温壁レトルト炉 14 ページを参照してください	
200 x 200 mm	NR 20/11 および	NR(A) 17/..
300 x 300 mm	NR 80/11 および	NR(A) 50/..
300 x 500 mm	NR 80/11 および	NR(A) 75/..
400 x 400 mm	NR 160/11 および	NR(A) 150/..
400 x 800 mm	NR 160/11 および	NR(A) 300/..

アルゴン雰囲気下での NR 50/11 内での熱処理後のチタン製テンションロッド

高真空中でのプロセス用の低温壁レトルト炉 VHT 100/12-MO

1100 °C 以上の保護ガス下でのプロセス、または、600 °C 以上の真空下でのプロセスでは、低温壁レトルト炉を使用します。

低温壁レトルト炉の 作業プラットフォームのサイズ	例[1] 22 ページを参照してください
100 x 100 mm	VHT 8/..
250 x 250 mm	VHT 40/..
350 x 350 mm	VHT 70/..
400 x 400 mm	VHT 100/..

[1]異なるヒーター材料と最高炉温度でご用意します

保護ガス雰囲気下での熱処理用のガスパージボックスのあるチャンバー炉 LH 60/12

インコネル製またはコバルトクロム製のコンポーネント

インコネルおよびコバルトクロムなどの材料の熱処理は、通常、850 °C 以上、最高 1100 °C ～ 1150 °C の温度で行います。このプロセスには、異なる炉ファミリーを使用します。多くの場合、LH .. シリーズまたは NW .. シリーズのチャンバー炉にガスパージボックスを取り付けて使用します。素晴らしい費用対効果を提供します。どちらの 炉グループも 800 °C ～ 1100 °C の温度に適しています。

低温壁レトルト炉の 作業プラットフォームのサイズ	チャンバー炉 30 ページと 34 ページを参照してください ガスパージボックスがある場合の最高温度 1100 °C
100 x 100 mm	LH 30/12
250 x 250 mm	LH 120/12
400 x 400 mm	LH 216/12
420 x 520 mm	NW 440
400 x 800 mm	NW 660

バインダーを含むシステム

パウダープリントプロセスでは、コンポーネントを製造するために、有機バインダーを使用します。有機バインダーは熱処理中に気化します。セラミック、金属、ガラス、または、砂製のコンポーネントなどがあります。気化量に従って、脱バインダーおよび焼結向けに等級別のセーフティシステムが搭載された炉を使用します。

10 ページと 11 ページには、決定マトリクス内のさまざまなコンセプトが記載されています。それらのコンセプトについては後続ページで説明します。

空気中での熱方式脱バインダー用のパッシブセーフティシステムと統合型アフターバーニングのあるマッフル炉 L 40/11 BO

最大設置サイズ （幅 x 奥行 x 高さ）	脱バインダー炉[1] カタログ「先端材料」を 参照してください	焼結炉[2] カタログ「先端材料」を 参照してください
100 x 100 x 100 mm	L 9/11 BO	LHT 4/16
200 x 200 x 150 mm	L 9/11 BO	HT 40/16
300 x 400 x 150 mm	L 40/11 BO	HT 64/17

[1] 最大有機含有量、気化速度などの脱バインダーのパラメータに注意します
[2] 異なる最高炉室温度の炉をご用意します

空気中での脱バインダーおよび焼結用のパッシブセーフティシステムのある高温炉 HT 64/17 DB100

保護ガスまたは反応ガス、あるいは、真空下での脱バインダーと焼結
バインダーを含むシステムを使用してプリントした金属製のコンポーネントを酸化から保護するために、脱バインダーおよび焼結プロセスは、酸素を接続して行います。

材料およびバインダーシステムに従って、脱バインダーは、不燃性保護ガス（IDB）、水素（H_2）、または、硝酸と窒素の混合物内で触媒方式で行います。プロセスの安全を確保するために、適切なセーフティシステムを使用します。

表には、適切な安全技術を搭載できる炉の例が記載されています。高温壁レトルト炉を脱バインダー炉として、低温壁レトルト炉を焼結炉として使用します。用途によっては、1 基の炉を両方のプロセスで使用することもできます。

アシッドポンプ用のサイドキャビネットのあるレトルト炉 NRA 40/02 CDB

最大設置サイズ （幅 x 奥行 x 高さ）	高温壁レトルト炉[1] 14 ページを参照してください	低温壁レトルト炉[2, 3] 22 ページを参照してください
100 x 180 x 120 mm	NRA 17/..	VHT 8/..
180 x 320 x 170 mm	NRA 17/..	VHT 25/..
230 x 400 x 220 mm	NRA 50/..	VHT 40/..
300 x 450 x 300 mm	NRA 50/..	VHT 70/..
400 x 480 x 400 mm	NRA 150/..	VHT 100/..

[1]セーフティシステムについては 16 ページと 19 ページを参照してください。最大炉室温度については 14 ページを参照してください。
[2]異なるヒーター材料と最高炉温度でご用意します
[3]残留脱バインダー用のプロセス容器付き