



# フィラー用窒化アルミニウムパウダー

## Aluminum Nitride Powder for Fillers



スルーテックは、2007年に台湾の高雄市に設立された窒化アルミニウム粉末の専門メーカーです。

スルーテックは14年以上にわたり、台湾で窒化アルミ材料の研究に専念しており、世界で最も幅広い窒化アルミ材料の製品ラインナップがあります。

当社所有の独自設備や製造プロセスを通じ、全ての製品は台湾にて製造されております。また、月間トンレベルの大きな製造キャパシティもあります。

2014年にスルーテックはグローバルトップテクノロジーの子会社となりました。

Thrutek Applied Materials is a manufacturer of Aluminum Nitride Powder, and was established in 2007 in Kaohsiung, Taiwan.

Thrutek has been devoted to AlN material research in Taiwan for more than 14 years and has the most comprehensive product lineup of AlN materials in the world.

All products are manufactured in Taiwan with own equipment, facilities and a proprietary manufacturing process. Thrutek also has a large monthly tonnage capacity.

In 2014, Thrutek became a wholly owned subsidiary of Globaltop Technology.

# 窒化アルミニウム (AlN) とは

## What is Aluminum Nitride (AlN)?

窒化アルミニウムは、アルミニウムと窒素から合成されたセラミック材料です。1世紀以上に前に発見されたにも関わらず、窒化アルミニウムの持つ、非常に高い熱伝導率と、電気絶縁性が、マイクロエレクトロニクスの分野で利用できるとわかったのは1980年半ばのことでした。

AlNパウダーは高い熱伝導率があり、アルミナやベリリアに代わる最も良い材料であると考えられています。しかし、AlNには多くのメリットがあるにも関わらず、製造コストが高く、供給量にも限りがあるため、実使用が遅れています。

電子部品の処理能力は向上し続けており、同時に小型化や、高密度化も進んでいます。このことは「サーマルマネジメント」という新たな課題を生み出しましたが、AlNパウダーであれば理想的に対処が可能です。その結果、AlNパウダーの需要は高まり、新しいメーカーはより効率よく、より安価にAlNの製造を始めています。

Aluminum Nitride is a ceramic material synthesized from Aluminum and Nitrogen. It was first discovered over a century ago but its potential in microelectronics was only realized in the mid 1980s due to its exceptionally high thermal conductivity and electrical insulation capabilities.

AlN powder is considered to be one of the best substitutes to alumina and beryllia when it comes to thermal conductivity. Despite many advantages of AlN, its adoption has been slow due to its higher cost of manufacturing and irregular market supply.

Processing power in electronics has continued to increase while they have become more compact and now pack denser circuitry. This has created new thermal management challenges which can be ideally addressed with AlN. As a result, demand for AlN powder has started to increase along with the ability of new vendors to produce it more efficiently and cost effectively.

### アルミナと比較した窒化アルミニウムの特性

#### Properties of Aluminum Nitride Compared to Alumina

物性 Property	アルミナ Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	窒化アルミニウム Aluminum Nitride (AlN)
熱伝導率 - Thermal Conductivity	30 W/m-K	320 W/m-K
熱膨張係数 - Coefficient of thermal expansion	6 - 9 $\mu\text{m} / \text{m} - ^\circ\text{C}$	4 - 6 $\mu\text{m} / \text{m} - ^\circ\text{C}$
最大熱衝撃 - Max Thermal Shock	200 to 300 $^\circ\text{C}$	220 $^\circ\text{C}$
誘電定数 - Dielectric Constant	9.6	8.0 - 9.1
絶縁耐力 - Dielectric Strength	10 - 20 kV/mm	15 - 17 kV/mm
電気抵抗率 - Electrical Resistivity	$>10^{14} \Omega - \text{cm}$	$>10^{14} \Omega - \text{cm}$

### AlN 主な特徴

#### Key Features of AlN

- 高熱伝導率 - High thermal conductivity
- 高機械的強度 - High mechanical strength
- 低熱膨張係数 - Low thermal expansion coefficient
- 無毒 - Non-Toxic
- 高体積抵抗 - High volume resistivity
- 高絶縁耐力 - High dielectric strength
- 高電気絶縁性 - High electrical insulation

## 窒化アルミパウダーのアプリケーション

## Aluminum Nitride Applications

これまでAlNパウダーは、高熱伝導率の焼結基板や部品の原料として使用されるのが主でした。近年では、TIMを開発しているエポキシやシリコン樹脂メーカーから強い関心を集めています。



接着剤、ゲル、グリース、パッド、PCMやテープなどがTIMにあります。TIMは、タイプや、形状、サイズによってさまざまな特徴や、幅広い特性を持っています。いずれのTIMにおいても、熱

伝導率と、電気抵抗率という2つの項目が重視されています。

従来、高熱伝導率のTIMには、アルミナが選択されてきました。しかし、マイクロプロセッサの高性能化や、半導体や電子デバイスの発熱量の増加に伴い、熱伝導率に対する要求は年々高まっています。

AlNパウダーは、優れた電気抵抗率を維持しつつ10W/mK以上の熱伝導率を持つTIMを開発可能とします。

AlN is primarily used to \*sinter exceptionally high thermal conductivity ceramic substrates and parts. However, in the last few years, AlN has attracted strong interest from epoxy and silicone makers developing Thermal Interface Materials (TIMs).

Thermal Interface Materials (TIMs) include adhesives, gels, grease, pads, PCM and tapes. TIMs come in a variety of types, shapes, and sizes; and have a wide range of properties. But, the two most critical properties of any TIM are its thermal conductivity and electrical resistivity.

While Alumina is a versatile ceramic it's thermal conductivity has limits. When Alumina is used as a filler in thermal interface materials, the typical thermal conductivity obtained ranges between 2 to 4 W/m.K.

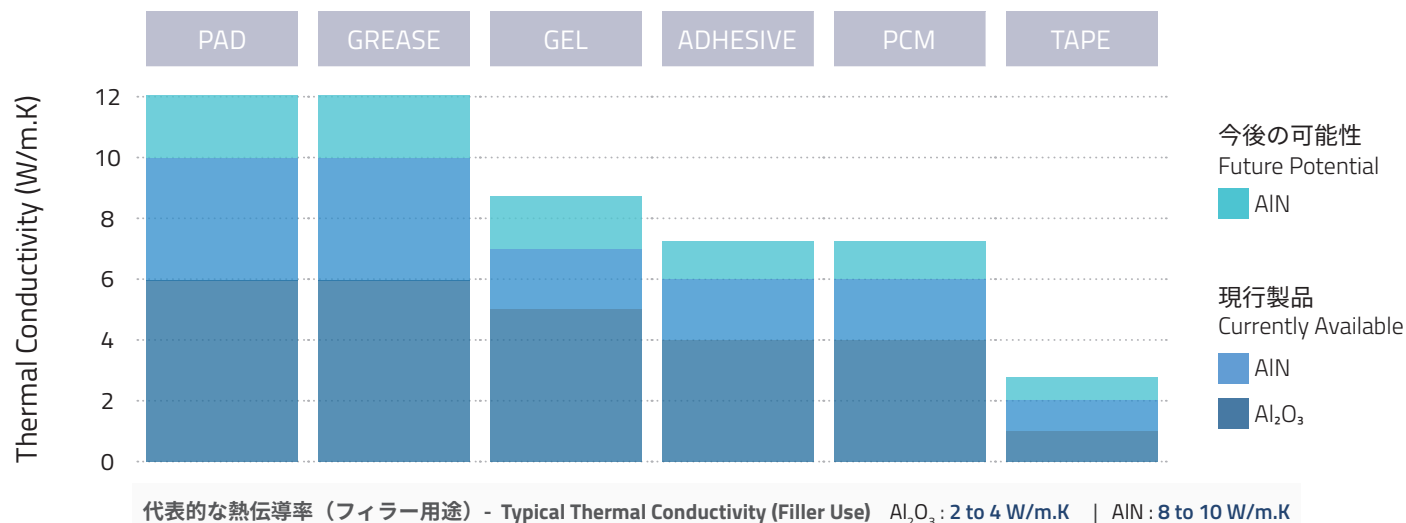
But with AlN it is possible to develop thermal interface materials with thermal conductivity of up to 10 W / m.K.



現在AlNパウダーを使用しているTIMは、主に5G設備やデバイス、電気自動車や8Kテレビに採用されています。高熱伝導率のTIMを必要とする用途は限られていますが、年々その用途は拡大していくと考えられます。

AlN-based TIMs are typically used in 5G equipments, electric vehicles, 8K televisions and more. Currently only a few applications require such high thermal conductivity TIMs, but the number of applications are expected to increase rapidly in coming years.

### TIMにおけるAlNとアルミナの熱伝導率 Thermal Conductivity Range between AlN and Alumina in TIMs



## 窒化アルミパウダーのアプリケーション

## How to use AlN Powder ?

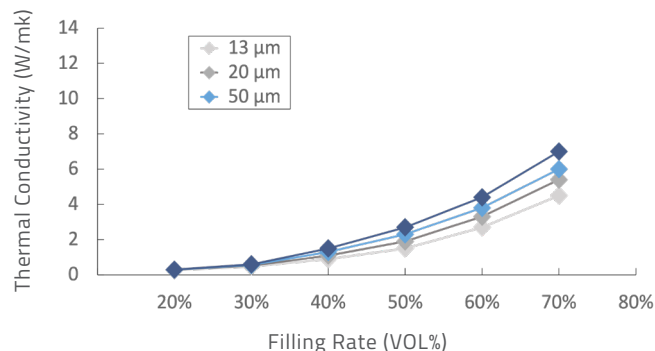
### 適切な粒子粒径の選択：

AlNパウダーのD50が大きいほど、高い熱伝導率を達成することができます。しかし、適切な粒子径は用途によって異なります。例えば、パッドやテープ、封止材では大粒子を、グリースやゲルでは小粒子を使用するのが適切です。

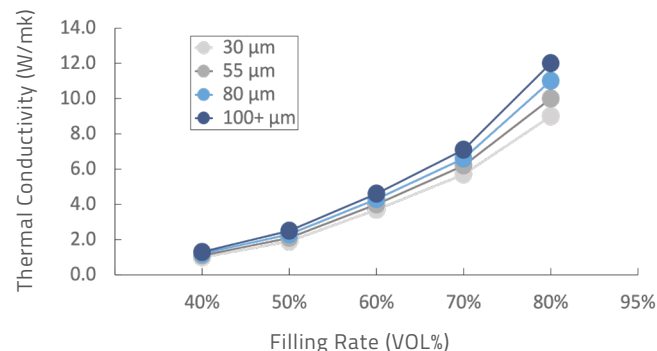
### Choose the right particle size :

The bigger the D50 of AlN powder, the higher the thermal conductivity will be. However, the application must also be considered. For example, large AlN particles are great for pads, tapes and encapsulants but smaller particles work better for grease and gels.

#### 丸み状AlNパウダー Roundish AlN Powder



#### 球形AlNパウダー Spherical AlN Powder



### AlNパウダーの充填率を上げるには：

AlNパウダーを使用し、最高の熱伝導率を達成するためには、非常に高い充填率が必要です。熱伝導率は60vol%の充填率に近づくこと劇的に上昇し始めます。さらに高い8~10W/mKの場合には、一般的に75~85vol%の充填率が必要です。これらの充填率は、用途によっても変わります。例えば、ペーストの場合は75~85vol%ですが、パッドの場合は90vol%になることもあります。

AlNパウダーは30vol%以下の低い充填率でも使用可能ですが、充填率にしたがい、達成可能な熱伝導率は低下します。

### Increase the filling rate of AlN powder :

For AlN powder high filling rates are required to obtain the highest thermal conductivity. Biggest improvement in thermal conductivity is typically seen when approaching a filling rate of 60 VOL%. To get 8 to 10 W/m.K a filling rate of at least 75 to 90 VOL% is needed. Max filling rate also depends on application, e.g. for thermal pastes it's 75 to 85 VOL%, whereas for thermal pads it can go as high as 90 VOL%.

### 異なる粒子径のAlNパウダーを使用する：

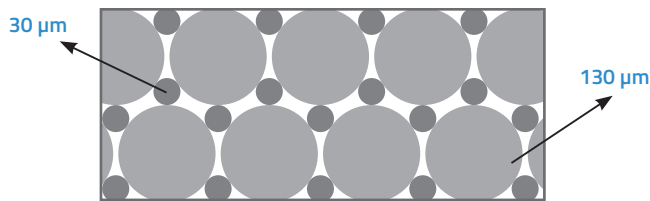
異なる粒子径のAlNパウダーを組み合わせることにより、充填率を向上させ、熱伝導率も高めることができます。空隙のサイズを確認し、それを埋める適切な粒子径のAlNを選ぶ必要があります。

### Mix AlN powder of different particle sizes :

Mixing AlN powders of different particle sizes can improve filling rate, which can increase thermal conductivity. It's important to identify gap sizes and choose appropriate particle sizes to fill them.



粒子径の組み合わせ Mixing AlN sizes



他のセラミックフィラーと組み合わせる：

AlNパウダーは、メインフィラー、サブフィラーとしてどちらでも使用することができ、他のセラミックフィラーとうまく組み合わせることも可能です。一般的な組み合わせはAlN+アルミナもしくはAlN+窒化ホウ素（BN）です。他のフィラーと組み合わせることで、粘度を下げる効果もあります。

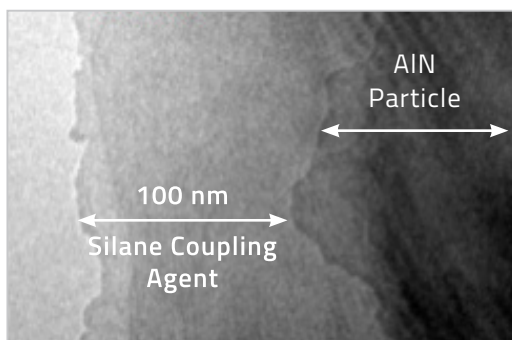
窒化アルミパウダーの純度：

ThruTek標準AlNパウダーの純度は98%で、球状AlNパウダーは97%です。球状AlNパウダーは、バインダーと焼結助剤を使用し、スプレードライ法で造粒した後、焼結をしております。球状AlNパウダーは標準AlNパウダーと比較して、純度が低いですが、高い熱伝導率を達成することが可能です。これは、粒子の形が改善され、充填率を高めることができるためです。AlNパウダーを選択する場合には、純度だけではなく、形状などのすべての要素を検討することが重要です。

表面処理：

表面処理タイプのAlNパウダーを使用することにより、熱伝導率に良い影響を与えます。AlNパウダーは、加水分解を受けやすく、一部の樹脂において問題が発生することがあります。加水分解されたAlNパウダーは、熱伝導率の低下や、AlNパウダーの完全な分解を引き起こす可能性があります。表面処理タイプのAlNパウダーは、樹脂への分散性を改善するだけでなく、濡れ性も改善することができ、加水分解も抑制することが可能です。

表面処理型AlNパウダー Surface-coated AlN

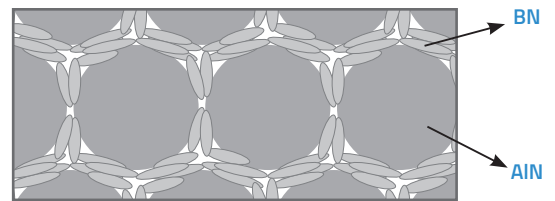


粘度：

窒化アルミパウダーは最高の熱伝導率を達成するためには、高い充填率が必要ですが、粘度の上昇が問題になります。熱伝導率と、粘度のバランスを取るの是非常に難しい問題です。高充填をするために、粘度を抑制するには以下の解決方法があります。

- 異なる粒子径のAlNパウダーを組み合わせる。
- AlNパウダーの粒度分布をカスタマイズする。(トップカットなど)
- 表面処理タイプのAlNパウダーを使用する。
- BNやアルミナなどのセラミックフィラーとAlNパウダーを組み合わせる
- 優れた分散剤を使用する
- 球状窒化アルミパウダーを選択する

他のフィラーとのハイブリッド Hybrid AlN Filler



Mixing AlN powder with other fillers：

Aluminum Nitride (AlN) powder can be used either as a main filler or as a subfiller. It can also mix well with other ceramic fillers. The most common mixtures include Aluminum Nitride + Alumina or Aluminum Nitride + Boron Nitride (BN). Mixing AlN powder with other ceramic fillers helps to reduce viscosity and increase filling rate.

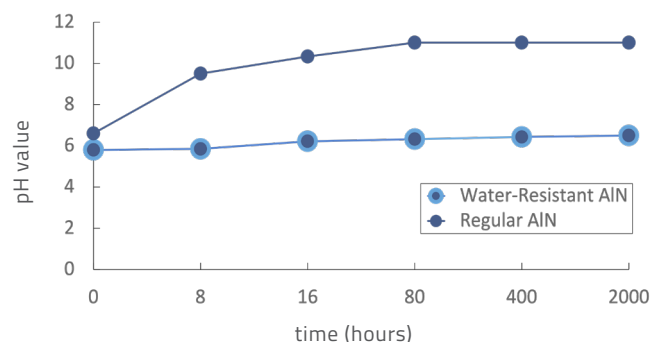
Purity of AlN powder：

ThruTek's standard AlN powder is 98% pure while spherical AlN powder is 97% pure. Spherical AlN has lower purity because of the binder and sintering aid used during the spray drying process to sinter the powder. Although spherical AlN powder is less pure than standard AlN powder, it can still achieve much higher thermal conductivity. This is due to the improved particle shape which helps to increase the filling rate. Therefore, when choosing AlN powder, it's important to look at all factors e.g. shape, and not just purity.

Surface Treatment：

The use of surface treated AlN powder has a positive impact on thermal conductivity. AlN powder is susceptible to hydrolysis which can cause problems with some resins. Hydrolyzed AlN can result in either reduced thermal conductivity or even complete decomposition of the AlN powder. Surface treated AlN powder not only improves dispersibility in the resin, but also improves wettability and suppresses hydrolysis.

耐水性型AlNパウダー Water-Resistant AlN Powder



Viscosity：

AlN Powder requires high filling rates to achieve the highest thermal conductivity, but increase in viscosity can be a problem. Balancing thermal conductivity and viscosity is challenging. The following solutions can help reduce viscosity：

- Mix AlN powders of different particle sizes
- Customize the particle size distribution of AlN powder (e.g. top-cut)
- Use surface treated AlN powder
- Mix AlN powder with other ceramic fillers such as Alumina or Boron Nitride powder
- Use a good dispersant
- Choose Spherical AlN powder

# スルーテックの製品ラインナップ - フィラー用途

## Thrutek's Product Portfolio - Filler Use

当社は大きく分けて2種類のAlNパウダーを提供します。

We offer two types of AlN powders for filler applications:

1. 丸み状AlNパウダー (新製品)
2. 球形AlNパウダー

1. Roundish AlN powders (**NEW PRODUCT**)
2. Spherical AlN powders

1

### 丸み状AlNパウダー

### Roundish AlN Powder

丸み状AlNパウダーはさらに2種類のタイプに分かれます：

Roundish AlN powders are further divided into two types：

超耐水処理なし

Without water-resistance treatment

- **NFシリーズは**、最も高純度なAlNパウダーで、表面処理や、耐水処理がされていないグレードです。表面処理無しのAlNパウダーを使用したい場合には、NFシリーズが最適なグレードです。
  - **NFEシリーズは**、エポキシ樹脂向けの表面処理がされており、エポキシ樹脂との馴染みが改善されています。
  - **NFSシリーズは**、シリコーン樹脂向けの表面処理がされており、シリコーン樹脂との馴染みが改善されています。
- **NF series** is highest purity AlN powder grade that has not been surface coated or treated for water-resistance. NF series is recommend in cases where purest AlN powder without any surface coating is required.
  - **NFE series** are surface coated to improve bonding and compatibility with epoxy resins.
  - **NFS series** are surface coated to improve bonding and compatibility with silicone resins.

### 丸み状窒化アルミパウダーの仕様 - Roundish AlN Powder Specification

シリーズ名 Product Family	製品の説明 Product Description	形状 Shape	提供可能なサイズ Available Sizes	表面コーティング Surface Coated	耐水性 Water Resistance	不純物 (ppm) - Impurities				O (%)
						Ca	Fe	Si	Pb	
<b>NFシリーズ</b> NF Series	高純度、丸み状 High purity roundish AlN powder	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	なし No	なし None	<100	<200	<200	<10	<0.9
<b>NFEシリーズ</b> NFE Series	エポキシ樹脂向け表面処理 Surface coated for epoxy resins	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	有り Yes	耐水性 Basic Resistance	<100	<200	<1000	<10	<0.9
<b>NFSシリーズ</b> NFS Series	シリコーン樹脂向け表面処理型 Surface Coated for silicone resins	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	有り Yes	耐水性 Basic Resistance	<100	<200	<1000	<10	<0.9
<b>NWシリーズ</b> NW Series	高純度、耐水性 High purity, water resistant AlN powder	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	なし No	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<200	<200	<10	<0.9
<b>NWEシリーズ</b> NWE Series	エポキシ樹脂用表面処理、耐水性 Surface coated for epoxy resins, water resistant	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	有り Yes	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<200	<1000	<10	<0.9
<b>NWSシリーズ</b> NWS Series	シリコーン樹脂向け表面処理、耐水性 Surface coated for silicone resins, water resistant	丸み状 Roundish	2, 5, 13, 20, 50 & 80 µm	有り Yes	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<200	<1000	<10	<0.9

超耐水性処理あり

With water-resistance treatment

- **NWシリーズは**、優れた耐水性を持っています。85℃/85%の環境下では1000時間以上、また、常温の水に直接投入した場合も約500時間程度加水分解に耐えることができます。NWシリーズは、表面処理無しのグレードです。
  - **NWEシリーズは**、優れた耐水性も持ち、エポキシ樹脂向けの表面処理がされたグレードです。
  - **NWSシリーズは**、優れた耐水性も持ち、シリコーン樹脂向けの表面処理がされたグレードです。
- **NW series** has excellent water resistance. It can withstand hydrolysis for >1000 hours in 85℃ / 85% environment, and >500 hours when placed directly in to water at room temperatures. NW series is not surface coated for any specific resin type.
  - **NWE series** has excellent water resistance and is surface coated to improve bonding with epoxy resins.
  - **NWS series** also has excellent water resistance and is surface coated to improve bonding with silicone resins.

当社の球状AlNパウダーは、10W/mK以上の熱伝導率を達成することが可能です。大粒子かつ球状のAlNパウダーは、充填率と熱伝導率を大きく向上させることができます。

Our spherical AlN powder can achieve thermal conductivity of 10 W/m-K or higher in fillers. Due to the larger particle size and spherical shape, the filling rate is greatly improved which directly results in higher thermal conductivity.

当社の表面処理タイプの球状AlNパウダーは、AlNと樹脂の相性が優れています。また、優れた耐水性のグレードも提供いたします。

Our surface-coated spherical AlN powders offer excellent compatibility between the AlN particles and resins. We also offer water resistant grades in our spherical AlN powder lineup.

新しい130μmの球状品は、当社ラインナップの中でも最大の粒子径です。

The new 130um spherical AlN powder grade has the largest particle size in our product lineup.

#### 超耐水性処理なし

#### Without water-resistance treatment

- **RFシリーズは**、高純度で、表面処理や耐水性処理がされていないグレードです。RFシリーズは、未処理の球状AlNを希望される場合におすすめです。
- **RFEシリーズは**、エポキシ樹脂向けの表面処理がされたグレードです。
- **RFSシリーズは**、シリコーン樹脂向けの表面処理がされたグレードです。
- **RF series** is high purity spherical AlN powder grade that is not surface coated or treated for water resistance. RF series is recommended when purest spherical AlN powder is required.
- **RFE series** is spherical AlN grade that is surface coated to improve bonding and compatibility with epoxy resins.
- **RFS series** is spherical AlN grade that is surface coated to improve bonding and compatibility with silicone resins.

### 球状窒化アルミパウダーの仕様 - Spherical AlN Powder Specification

シリーズ名 Product Family	製品の説明 Product Description	形状 Shape	提供可能なサイズ Available Size	表面コーティング Surface Coated	耐水性 Water Resistance	不純物 (ppm) - Impurities				O (%)
						Ca	Fe	Si	Pb	
<b>RFシリーズ</b> RF Series	高純度、球状 Spherical AlN powder with low impurities	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	なし No	なし None	<100	<150	<200	<10	<2.5
<b>RFEシリーズ</b> RFE Series	エポキシ樹脂用表面処理 Surface coated Spherical AlN for Epoxy Resins	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	有り Yes	耐水性 Basic Resistance	<100	<150	<300	<10	<2.5
<b>RFSシリーズ</b> RFS Series	シリコーン樹脂用表面処理型 Surface coated Spherical AlN for Silicone Polymers	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	有り Yes	耐水性 Basic Resistance	<100	<150	<300	<10	<2.5
<b>RWシリーズ</b> RW Series	高純度、耐水性 Spherical AlN powder with water-resistance	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	なし No	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<150	<200	<10	<2.5
<b>RWEシリーズ</b> RWE Series	エポキシ樹脂用表面処理、耐水性 Water resistant AlN powder for epoxy resins	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	有り Yes	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<150	<300	<10	<2.5
<b>RWSシリーズ</b> RWS Series	シリコーン樹脂用表面処理型耐水性 Water resistant AlN powder for silicone polymers	球状 Spherical	30, 55, 80 and 130 μm	有り Yes	超耐水性 Ultra-Resistant	<100	<150	<300	<10	<2.5

#### 超耐水性処理あり

#### With water-resistance treatment

- **RWシリーズは**、加水分解条件において1000時間以上耐えることができる、超耐水性の球状AlNパウダーです。
- **RWEシリーズは**、超耐水性を持ちつつ、エポキシ樹脂向けの表面処理がされたグレードです。また、優れた耐水性も持っています。
- **RWSシリーズは**、超耐水性を持ちつつ、シリコーン樹脂樹脂向けの表面処理がされたグレードです。また、優れた耐水性も持っています。
- **RW series** is an ultra water-resistant spherical AlN grade that can withstand hydrolysis for more than 1000 hours.
- **RWE Series** is spherical AlN powder grade that is surface coated for compatibility for epoxy resins. It is also treated to be ultra-resistant against hydrolysis.
- **RWS Series** is spherical AlN powder grade that is surface coated for compatibility for silicone resins. It is also treated to be ultra-resistant against hydrolysis.

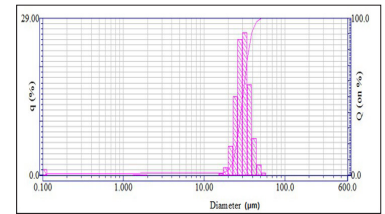
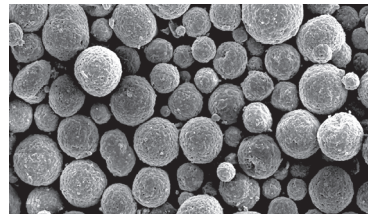
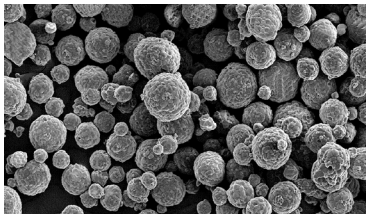


# AlNパウダーのSEM写真と粒度分布

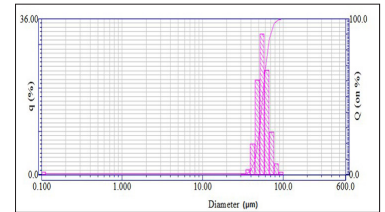
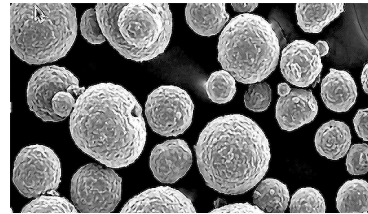
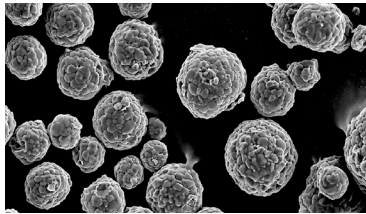
## SEM photographs and Particle Size Distribution of AlN powder

### 球状AlNパウダー Spherical AlN Powder

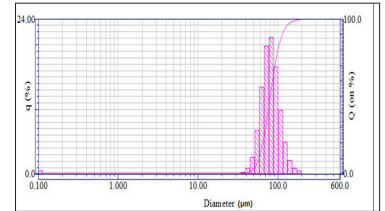
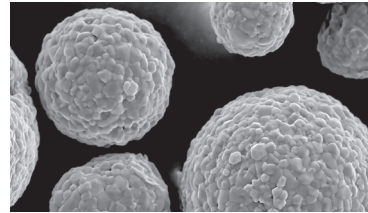
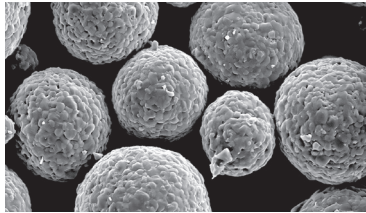
30  $\mu\text{m}$



55  $\mu\text{m}$



80  $\mu\text{m}$

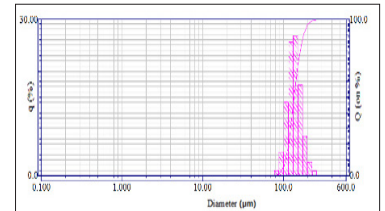
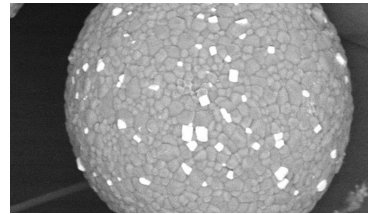
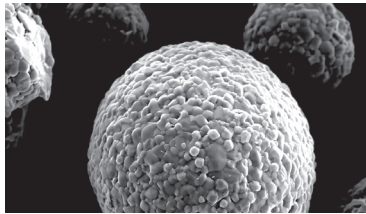


NEW

最大粒径の球状AlNパウダー

Spherical AlN powder with the **LARGEST** particle size

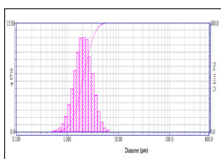
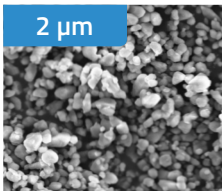
130  $\mu\text{m}$



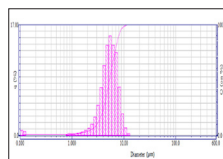
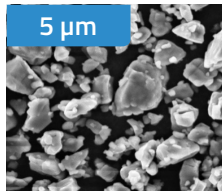
### 丸み状AlNパウダー

### Roundish AlN Powder

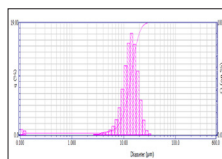
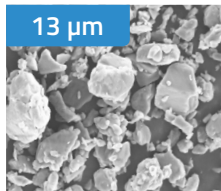
2  $\mu\text{m}$



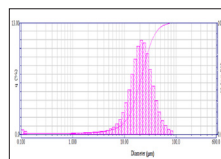
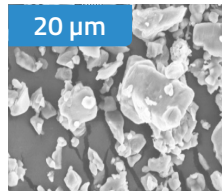
5  $\mu\text{m}$



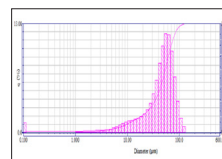
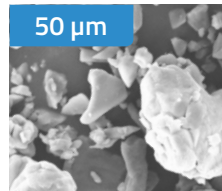
13  $\mu\text{m}$



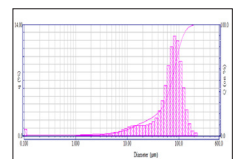
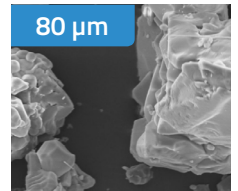
20  $\mu\text{m}$



50  $\mu\text{m}$



80  $\mu\text{m}$



粒度分布の調整や、表面処理など、ご要望に合わせたカスタマイズ品の提供も可能です。

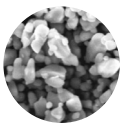
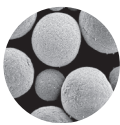
We can also customize an AlN grade's particle size distribution and surface treatment according to your needs.



# 窒化アルミ製品の選択チャート

## AlN Product Selection Chart

下記のチャートを参考にすることで、希望の用途に対する最適なグレードをすぐに選択することができます。

By referring to the the chart below, you can quickly select the optimum AlN powder grade for your desired application :

	表面処理なし Without Surface Treatment	表面処理あり With Surface Treatment
 丸み状 Roundish	NF	<div>NFE    NW    NWE</div> <div>NFS       NWS</div>
 球状 Spherical	RF	<div>RFE    RW    RWE</div> <div>RFS       RWS</div>

-  表面処理なしタイプ  
No Surface Coating
-  表面処理あるタイプ  
With Surface Coating
-  超耐水性  
Water Resistant
-  表面処理あるタイプ+超耐水性  
With Surface Coating + Water Resistant

製品シリーズ Product Family	耐水性 Water Resistance
NF   RF	< 8 時間-hours
NFE   NFS   RFE   RFS	24 to 72 時間-hours
NW   NWE   NWS   RW   RWE   RWS	> 500 時間-hours



Thrutek Applied Materials Co., Ltd.

[www.thrutek.com.tw](http://www.thrutek.com.tw)

IN NORTH AMERICA, CONTACT UNITED MINERAL & CHEMICAL CORPORATION  
160 CHUBB AVENUE, SUITE 206 LYNDHURST, NJ 07071 USA  
917-957-4762 (STEVE PRED); 973-864-0537 (JOHN BRAUN)  
SPRED@UMCCORP.COM; JBRAUN@UMCCORP.COM



GlobalTop Technology Inc.

[www.gtop-tech-materials.com](http://www.gtop-tech-materials.com)