

益々高精度化が要求される電子デバイス分野で、ナノメートルオーダー（ナノは10億分の1メートル）の精度で局所領域の熱膨張抑制制御が可能な技術が注目を浴びている。株式会社ケミカルゲートと名古屋大学が共同開発した負熱膨張微粒子で、2019年に商業販売を開始した。新規な熱膨張抑制剤として期待される。

企業名	 株式会社ケミカルゲート		
主力事業	革新的微粒子の製造装置販売		
所在地	〒464-0858 愛知県名古屋市千種区千種 2-22-8 名古屋医工連携インキュベータ 210		
TEL	TEL.052-734-6810	URL	<a href="https://chemicalgate.co.jp">https://chemicalgate.co.jp</a>
資本金	5,100万円	従業員数	12名

### 【本技術の概要】

半導体デバイス回路の線幅は10ナノメートル（nm）程度で、その製造プロセスではナノオーダーの高精度熱制御が求められている。ケミカルゲートと名古屋大学大学院工学研究科応用物理学専攻の竹中康司教授が開発した負熱膨張性微粒子は、ナノオーダーの局所領域での熱膨張制御を可能とした。

開発された負熱膨張（温めると収縮する）微粒子“CG-NiTE”は、銅、亜鉛、バナジウムの3種金属からなる（Cu-Zn-V-O系）酸化物粒子で、室温を含む広い温度域で高い負熱膨張性能をもつ素材である。従来はシリカ（SiO<sub>2</sub>）の微粒子が使われてきたが、機能的には限界を迎えていた。このソリューションとして電子デバイス業界で注目されているCG-NiTEは、製造においてプロセスの最適化を進め、2019年に商業販売を開始した。

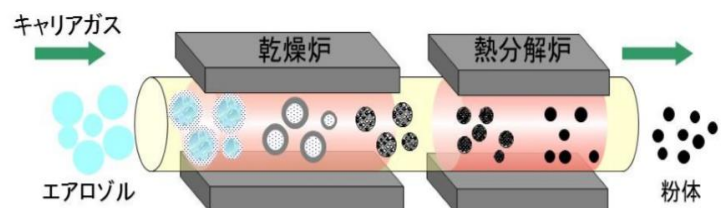
### 【本技術の特徴】

#### 1. コア技術

コア技術は、噴霧熱分解法に立脚した手法を用い、原料を含むミストを噴霧させることによって標的となる化合物の化学組成を維持したまま微粒子に転換させる「微粒子製造プラットフォーム」である。そのため、CG-NiTEにおいて原料を含む前駆体を噴霧して生成したミストが熱分解することにより、化学組成や粒径を一定かつ均一に製造できるメリットがある。

#### ＜噴霧熱分解法＞

目的化合物の水溶液を加熱部分に噴霧し、瞬時に乾燥と熱分解反応を起こさせて目的とする粉体を得る。安価で大量生産を可能とする独自技術も開発した（特許保有）。

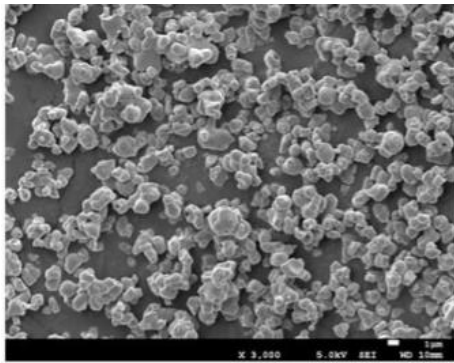
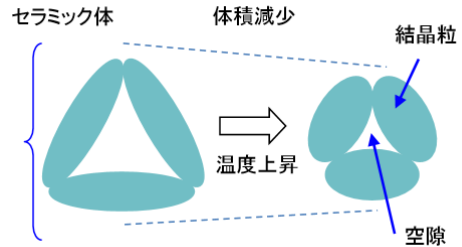


噴霧熱分解法概略図

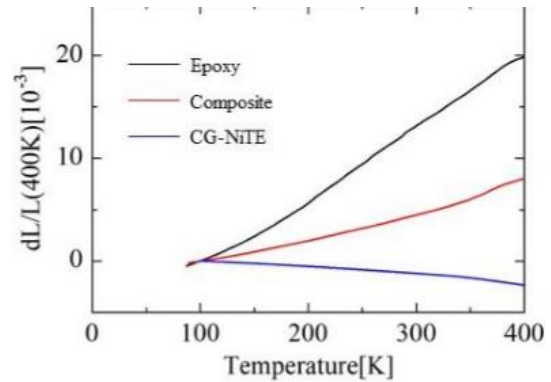
## 2. 材料組成効果

開発された銅・亜鉛・バナジウム酸化物微粒子は、100~700k (-173~427°C) の広い温度範囲で、線膨張係数が ( $\alpha$ )  $-7\sim-12$  ppm/°Cに達する。温度に対して線形で大きな負熱膨張を示す。

一般に負熱膨張を持つ材料は、動作温度範囲が狭く、温度に対して線形でないことなど、実用化では課題が多かった。本材料はこれらの課題を解消し、様々な素材に対し局所領域の熱膨張制御が可能となった。多くの負熱膨張材料は、結晶格子の体積が温度と共に小さくなるが、銅・亜鉛・バナジウム酸化物の負熱膨張は、結晶粒と空隙とからなるセラミック構造体の材料組成からなっている。従来の単に粉碎しただけでは、負熱膨張を生み出す材料組成が壊れてしまうため実現できなかった。これを解決したのが「微粒子製造プラットフォーム」で、大きな負熱膨張をシングルミクロンレベルの微粒子で実現した。



CG-NiTE の粒子形態



CG-NiTE の熱膨張係数の温度特性の比較

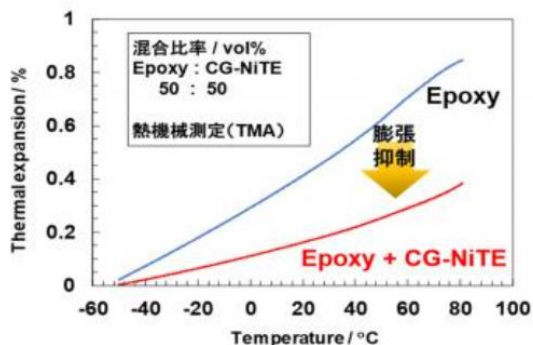
## 3. 特徴

- ① 大きな負の熱膨張係数 ( $-10\sim-5$  ppm/K) が広い温度範囲 ( $-50^{\circ}\text{C}\sim500^{\circ}\text{C}$ ) の線形で実現
- ② 単体あるいは樹脂とのコンポジットでも負の熱膨張を発揮する
- ③ 平均粒子径がシングルミクロンである
- ④ 樹脂材に CG-NiTE を混合することで、割れや剥離の改善が可能
- ⑤ 微細加工品の局所的発熱の抑制による形状安定が期待できる
- ⑥ 均一粒径であることから、添加時の粒形制御や一定した混合/混練物を得ることが可能

### 【本技術の応用事例・想定用途】

#### 1. 具体的な事例

負熱膨張性微粒子は、小さな結晶粒が焼結されたセラミックで、絶縁体である。他の樹脂と複合化してもその絶縁性を失うことなく、シングルミクロンの粒子であるため微細加工が必要な部品への適用も可能となる。エポキシ樹脂に分散させることでエポキシ樹脂としての熱膨張抑制が確認された。また、より粒径の小さなシリカナノ粒子を同時に添加することでフィラー充填率をあげることができ、より効果的な熱膨張抑制が可能となる。



他の素材との特性比較

	熱膨張係数 (ppm/K)	動作温度 (/°C)
CG-NiTE	-10~-5	-173~427
リン酸ゾルニウム	-2	R.T.~500
リン酸タングステン酸ゾルニウム	-3	R.T.~300
球状ガラスフィラー	-1.1~-0.9	25~240

CG-NiTE の添加による樹脂の熱膨張緩和の例

## 2. 沿革・契約

2015年 3月 会社設立

2018年 10月 「イノベーションリーダーズサミット2018」にてTOP100 に選出された。

NEDO による平成30年度「研究開発型ベンチャー支援事業／企業間連携スタートアップの事業化支援」(SCA) に採択された

2018年 11月 「新価値創造展 2018 新価値創造賞特別賞」受賞 (出展 480社から6社受賞)

2019年 1月 負熱膨張微粒子「CG-NiTE」の展示とサンプル受注開始

## 3. 技術開発・事業展開

半導体・電子部品・自動車・通信機器など各産業において、熱膨張対策はスペックや性能に関わる重要な課題となっている。幅広い産業分野での利用を目指し、本製品の更なる改良と量産プロセスの開発を進めるため、共同開発および資金調達を進めている。

### 専門家による目利きコメント

電子デバイス産業分野で益々高精度の熱膨張制御が要求される中、それに応える熱膨張制御材料が見つからない閉塞感を打ち破る材料として期待が集まる。2019年2月より商業販売しているサンプルを入手し、評価するに値する材料技術と見られる。

### お問い合わせ

株式会社ケミカルゲート

佐々木 典子

TEL : 052-734-6810

E-mail : [info@chemicalgate.co.jp](mailto:info@chemicalgate.co.jp)