

技術革新 高機能材料

1 燃えにくい新規電解質を用いた 高安全なリチウムイオン二次電池の試作に成功

電池システムの安全性を高め、小型化、低価格化を実現するため、燃えにくい新規電解質を適用したリチウムイオン二次電池（LIB:Lithium Ion Battery）試作品を開発した。LIBは携帯端末電源をはじめ、車載電源や再生可能エネルギーの調整力電源など多用途で活用される。一方、従来LIBでは、引火点が20℃以下の溶媒を電解質に用いているため、異常発生時に発火するおそれがある。

東北大学と共同で、従来よりも100℃以上引火点の高い電解質の開発に取り組み、リチウム伝導シミュレーションを活用することで、高引火点と高リチウムイオン伝導性を両立する新規電解質の開発に成功した。新規電解質を適用した電池容量100 Whのラミネート型電池を試作し、安全性を釘刺し試験により検証した結果、内部短絡による発熱の抑制、不燃化を実証した。以上により、従来電池システムで安全性を担保するために設けられる補強材や冷却機構を削減したシステム設計が可能となり、システム小型化、価格競争力向上が期待される。

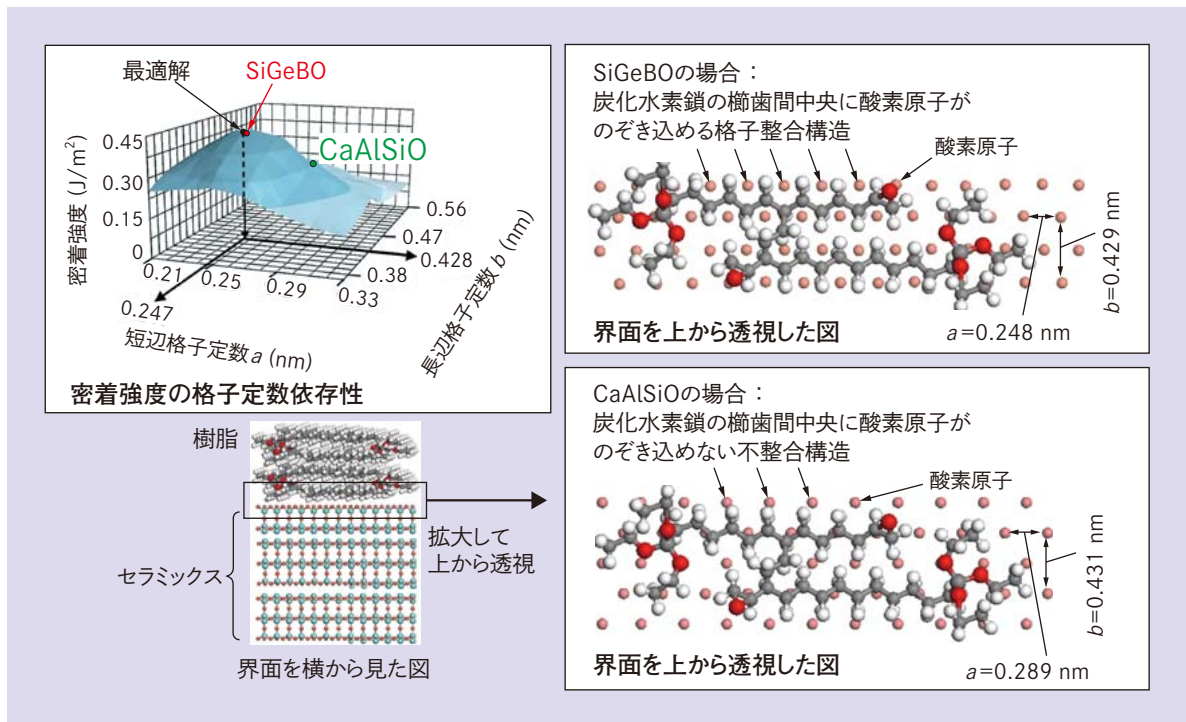


1 新規電解質を適用した釘刺し不燃電池

2 マテリアルズインフォマティクスによる 高密着界面の設計技術

樹脂材料は軽量化に適していることから、電子部品から電力機器に至るまでさまざまな製品に使用されている。しかし、無機材料に対しては密着性が弱く、剥離が問題となる場合が多い。そこで、分子シミュレーションのデータを分析し、樹脂との密着強度に優れたセラミックス材料を効率的に設計するマテリアルズインフォマティクス技術を開発した。

この技術を用いて、脂肪族樹脂との密着強度を高めるうえで最も重要な因子について分析した結果、セラミックスの格子定数が支配因子であり、短辺格子定数 $a = 0.247$ nm、長辺格子定数 $b = 0.428$ nmの場合に密着強度が最大となることが分かった。この知見に



2 マテリアルズインフォマティクスによる樹脂とセラミックスの界面設計例

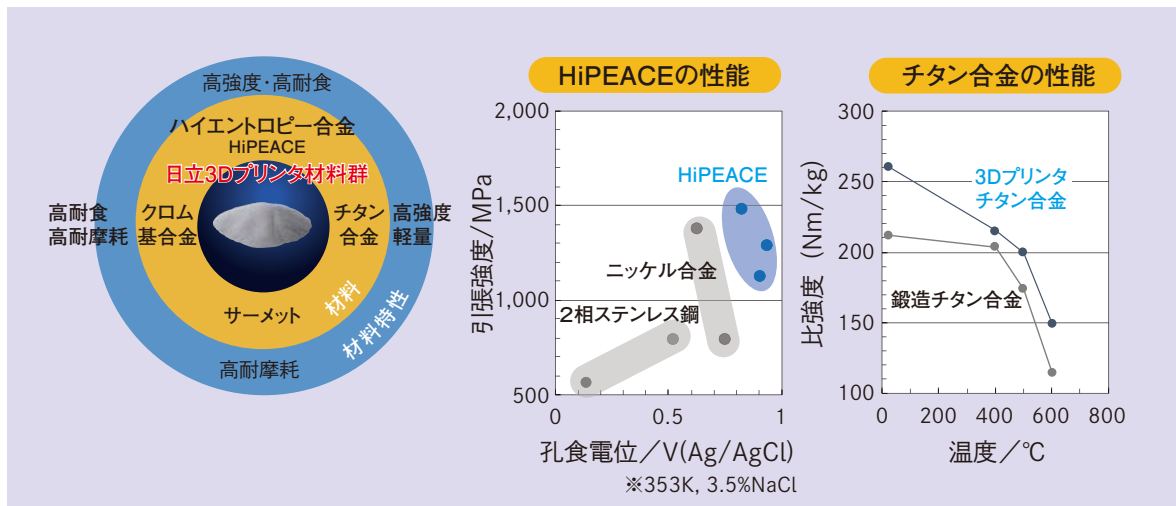
基づいて a, b が上述の最適値に近いセラミックスを複数選定し、それらを化合させることによって格子定数を調整した。この結果、酸化シリコン、酸化ゲルマニウム、酸化ホウ素を化合させることにより、格子定数を $a = 0.248 \text{ nm}$ 、長辺格子定数 $b = 0.429 \text{ nm}$ とすることができ、酸化カルシウム、酸化アルミニウム、酸化シリコンの化合物でできている従来材料と比較して密着強度を45%向上できた。また、この高密着性のメカニズムとして、このSiGeBOの場合には、炭化水素鎖の櫛歯間中央にセラミックスの酸素原子がのぞき込めるような格子整合構造が分子間結合を強め合う作用を有することを解明した。今後は、高強度合金や繊維強化複合材料などの設計にも適用していく予定である。

3 金属3Dプリンタ向け材料技術

近年、金属積層造形（3Dプリンタ技術）は、航空機、自動車、医療など幅広い分野で活用が進められている。日立グループでは、3Dプリンタの製造プロセスに着目した金属材料の開発を進めている。

3Dプリンタでは、原料である金属粉末を局所的かつ急速に熔融・凝固することから、鋳造などの従来工法では得られない金属組織形態と材料特性を実現できる。また、ニアネットシェイプ造形が可能のため、従来は加工が困難であった材料の使用も可能となる。これまでに3Dプリンタ用の材料として、高耐食高強度材料であるハイエントロピー合金 HiPEACE (Hitachi Printable Extreme Alloy for Corrosive Environment) を開発し、従来のニッケル合金で課題となっていた耐食性と強度の両立を実現した。この材料をプラント機器部材などに適用することでメンテナンス期間を長期化し、生産性向上に貢献できる。

また、クロム基合金からなる高耐食高耐摩耗材料を開発し、従来のコバルト基合金以上の耐食性と耐摩耗性を実現した。加えて、サーメットからなる高耐摩耗材料、チタン合金からなる軽量高強度材料を開発し、いずれの材料も従来材に対して優れた特性を示すことを確認した。



3 日立3Dプリンタ材料群

今後、各種材料の有効性を実証実験にて評価し、さらなる性能向上および実用化をめざす。

(日立製作所, 日立金属株式会社)

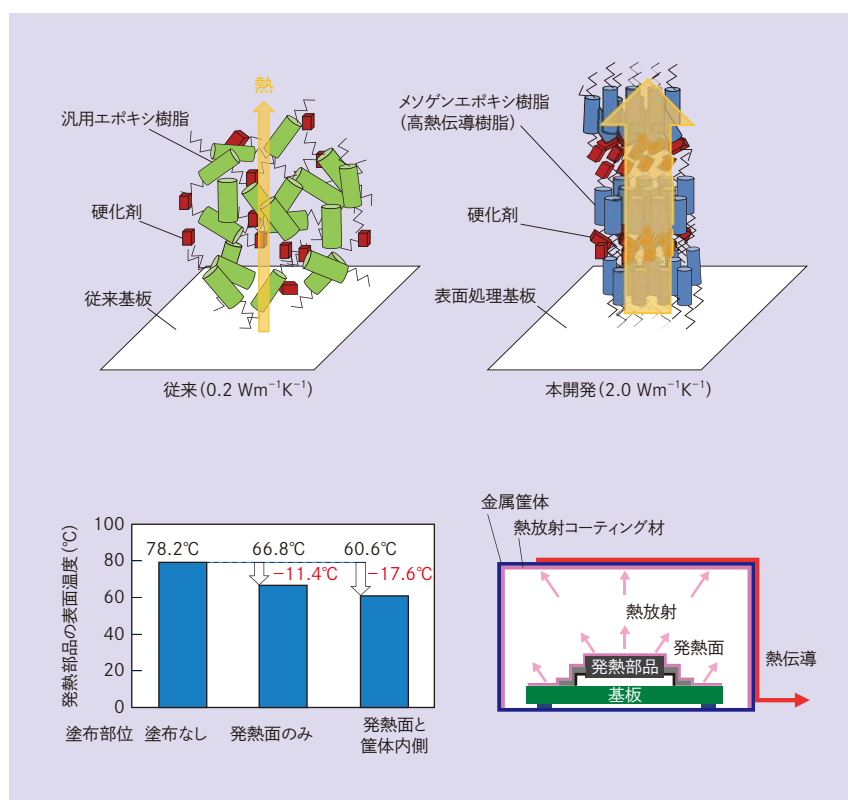
4 電子制御装置の放熱効果を高める 熱伝導材料と熱放射コーティング材

電子機器は小型・高出力密度化が進展しており、機器内部での発熱密度は上昇傾向にある。その放熱対策として、日立グループでは、高熱伝導樹脂と熱放射コーティング材による新規放熱技術を開発した。

分子レベルで自己配列するメソゲンエポキシ樹脂（高熱伝導樹脂）を紫外線で表面処理した基板に接着・硬化させることで、基板から垂直方向に分子を配列できた。その結果、膜厚方向に $2.0 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$ の熱伝導率が得られた。本結果は、汎用エポキシ樹脂の10倍の熱伝導率である。

またフィラ分散性を向上させ、製造プロセスの安定性に優れた熱放射コーティング材を開発した。このコーティング材を電子機器の発熱面と金属筐（きょう）体内側に塗布することで、発熱部品の放熱効果が向上することを見出した。

これらの放熱技術は、次世代電子機器の放熱対策に適用されることが期待される。



4 高熱伝導樹脂の基板表面における分子配列の模式図 (上), 塗布部位による熱放射コーティング材の効果 (左下), 発熱面と筐体内側に熱放射コーティング材を塗布した電子機器の断面模式図 (右下)