

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 23 日現在

機関番号：84421

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25420748

研究課題名(和文) 低熱膨張性と強靱性を兼ね備えた、低温硬化型高耐熱性高分子複合材料の開発

研究課題名(英文) Development of low-temperature curable high heat resistant polymer composite material with low thermal expansion and toughness

研究代表者

大塚 恵子(OHTSUKA, Keiko)

地方独立行政法人大阪市立工業研究所・有機材料研究部・研究主幹

研究者番号：50416286

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：次世代パワーデバイス実装材料として期待されているビスマレイミド樹脂は、高耐熱性・低熱膨張性であるが、硬くて脆いという欠点がある。本研究では、ビスマレイミド樹脂をベースとしたポリマーアロイの一次構造や配合条件、硬化条件と耐熱性や熱膨張性、靱性との関係を明らかにした。得られた知見を基に、最高硬化温度200℃で低熱膨張性・強靱性・高耐熱性を示すビスマレイミド樹脂系ポリマーアロイを見出した。また、側鎖にマレイミド基やアリル基と反応するチオール基と長鎖脂肪族ユニットを持つポリチールを用いたビスマレイミド樹脂系ポリマーアロイが、優れた低熱膨張性・強靱性・高耐熱性を示すことを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：Bismaleimide resin, which is expected as a next-generation semiconductor power device packaging material, has high heat resistance and low thermal expansion, but it has a disadvantage of being hard and brittle. In this study, the relationship between primary structure, compounding condition, curing condition and heat resistance, thermal expansion property, toughness of a polymer alloy based on bismaleimide resin was clarified. Based on the obtained knowledge, a polymer alloy based on bismaleimide resin having a lowest thermal expansion property, toughness and high heat resistance at a maximum curing temperature of 200℃ was found. In addition, it was shown that a polymer alloy based on bismaleimide resin modified with a polythiol having thiol group reacting with maleimide group and allyl group, and long chain aliphatic unit in the side chain showed excellent low thermal expansion property, toughness and high heat resistance.

研究分野：高分子化学

キーワード：ネットワークポリマー 熱硬化性樹脂 ビスマレイミド樹脂 高耐熱性 低熱膨張性 強靱性

1. 研究開始当初の背景

パワーデバイスモジュール実装に使用される半導体封止材料には、200 の連続使用に耐える高耐熱性や、フレーム材やデバイスとの熱膨張差を軽減するための低熱膨張性、クラック対応のための靱性が要求されている。しかし、現在、半導体封止材料として主に使用されているエポキシ樹脂は耐熱性に問題があり、剛直なイミド環を持つために耐熱性に優れているビスマレイミド樹脂が注目されているが、ビスマレイミド樹脂には硬くて脆いという欠点がある。

我々は、これまでにアリル基を導入したエポキシ樹脂を出発原料として、アリル基とマレイミド基の反応性を利用して合成したマレイミド変性エポキシ樹脂が、エポキシ樹脂よりも優れたガラス転移温度を示し、250 における接着性もエポキシ樹脂と比較して優れていることを見出した。さらに、マレイミド基とアリル基の反応性を利用した、ビスマレイミド樹脂/ジアリルフタレート樹脂/エポキシ樹脂ポリマーアロイが、200 という低い硬化温度で 297 のガラス転移温度とエポキシ樹脂に近い接着性を示すことを明らかにした。しかし、架橋密度の増大による耐熱性の向上とともに靱性の低下が認められた。

一般的に耐熱性と靱性はトレードオフの関係にあり、耐熱性を維持したまま靱性を向上させるためには、一次構造と物性の関係を明らかにすることが必要である。しかし、硬化することで三次元のネットワークを形成するビスマレイミド樹脂は、一次構造の影響が大きく反映される二次元高分子と違い、硬化過程で架橋を形成するために一次構造と化学的に別種の構造になることから、一次構造の影響を硬化物の物性に直接結びつけることはできない。また、ビスマレイミド樹脂の耐熱性や接着性向上を目的としてアリル化合物やアミンで変性することは実用的に行われているが、熱膨張性や靱性についての検討はこれまでに行われていない。

2. 研究の目的

(1) ビスマレイミド化合物/アリル化合物/アミン/エポキシ樹脂ポリマーアロイにおいて、マレイミド化合物と変性材料であるアリル化合物やアミン、エポキシ樹脂の一次構造や配合条件、硬化条件と耐熱性や熱膨張性、靱性との関係を明らかにする。

(2) ビスマレイミド化合物/アリル化合物/アミン/エポキシ樹脂ポリマーアロイにおいて、低熱膨張性・強靱性・高耐熱性を示すための設計指針を確立する。

(3) 得られた設計指針を基に、ビスマレイミド樹脂をベースとした新規な低熱膨張性・強靱性・高耐熱性高分子材料開発の可能性を探索する。

3. 研究の方法

(1) ビスマレイミド化合物とアリル化合物やアミン、エポキシ樹脂の一次構造の影響を明らかにするために、化学構造の影響因子として、剛直性、柔軟性、対照性、官能基数について検討する。

それぞれの反応機構をリアルタイム FT-IR や DSC を用いて評価する。

ビスマレイミド化合物と変性材料の配合条件や硬化条件が耐熱性や熱膨張性、靱性に与える影響について、動的粘弾性測定や熱機械特性測定、破壊靱性試験により評価する。

出発原料の一次構造と耐熱性や熱膨張性、靱性との関係について明らかにすることで、低熱膨張性・強靱性・高耐熱性ビスマレイミド樹脂の設計指針を確立する。

(2) ビスマレイミド化合物/アリル化合物/アミン/エポキシ樹脂ポリマーアロイにおいて、低熱膨張性・強靱性・高耐熱性高分子材料を開発するための配合条件や硬化条件の最適化を行う。最適化された高分子材料の熱膨張性・靱性・耐熱性や、その他の硬化物物性(接着性、機械特性、電気特性)の評価を行う。

(3) 得られた設計指針を基に、ビスマレイミド樹脂をベースとした新規な低熱膨張性・強靱性・高耐熱性樹脂を開発するための配合条件や硬化条件の最適化を行う。最適化されたビスマレイミド樹脂の硬化物物性の評価を行う。

4. 研究成果

(1) 一次構造の影響をみるために、ビスマレイミド化合物として、4,4'-ジフェニルメタンビスマレイミド (BMI)、マレイミド基間が長鎖脂肪族である 1,6'-ビスマレイミド-(2,2,4-トリメチル)ヘキサン (TMH)、剛直な骨格構造を持つ 4-メチル-1,3-フェニレンビスマレイミド (MBMI)、3,3'-ジメチル-5,5'-ジエチル-4,4'-ジフェニルメタンビスマレイミドを用いた。アリル化合物としては、2,2'-ジアリルビスフェノール A、ジアリルフタレート (DAP)、トリアリルイソシアヌレート (TAIC)、アミンとしては、1,3-フェニレンジアミン (MPDA)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、エポキシ樹脂としては、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂を用いた。それぞれの化合物の組み合わせを変えた硬化物の熱膨張性や耐熱性、靱性を評価した。

ビスマレイミド化合物/アリル化合物ポリマーアロイにおいては、アリル基に対するマレイミド基の配合割合が大きいくほど耐熱性の指標であるガラス転移温度 (T_g) の向上が認められた。この結果は、マレイミド基の配合割合が多くなると共重合だけではなく、エン反応やディールス・アルダー反応が起こることで、より架橋密度の大きい硬化物が生成するためであると考えられる。

また、ビスマレイミド化合物の構造が剛直であるほど熱膨張性 (CTE) やガラス転移温度は向上したが、破壊靱性値 (K_c) の低下が認められ、柔軟な構造を持つ TMH を用いた場合には反対の傾向を示した (表 1)。

表 1 ビスマレイミド化合物/アリル化合物の物性

	Tg (°C)	CTE (ppm/°C)	K_c (MPa·m ^{1/2})
MBMI/DABPA=1/4	> 300	41	0.63
BMI/DABPA=1/4	292	43	0.87
TMH/DABPA=1/4	233	55	1.01

ビスマレイミド化合物/アリル化合物/アミン/エポキシ樹脂ポリマーアロイにおいては、いずれの配合系においても、架橋密度が大きくなるほど低熱膨張性・高耐熱性を示す一方で、靱性の低下が認められることが明らかになった。

次に側鎖にアリル基を持つエポキシ樹脂 (DADGEBA) とビスマレイミド化合物として BMI と長鎖脂肪族ユニットを主鎖に持つ TMH、MPDA のポリマーアロイにおいて、アリル基に対するマレイミド基とアミンの配合割合が耐熱性や靱性に与える影響について検討した (表 2)。アリル基に対するマレイミド基の配合割合を大きくした場合に、ガラス転移温度の大幅な向上が認められた。この反応系においては、マレイミド基とアリル基の共重合、マレイミド基とアリル基のエン反応やディールス・アルダー反応、マレイミド基とアミンのマイケル付加反応、アリル基とアミンのマイケル付加反応、マレイミド基の重合反応、エポキシ基とアミンの付加反応など、さまざまな反応が起こっていると予測されることから、アリル基に対するマレイミド基の配合割合が大きくなることで、より複雑なネットワーク構造を形成するために耐熱性が向上したものと考えられる。

表 2 ビスマレイミド化合物/アリル化合物/エポキシ樹脂の耐熱性と靱性

Compounding concentration (mole ratio)				Tg (°C)	K_c (MPa·m ^{1/2})
DADGEBA	BMI	TMH	MPDA		
1	1	0	0.5	241	0.68
1	2	0	0.5	373	0.50
1	2	0	1	350	0.58
1	0.5	0.5	0.5	228	1.01
1	0.7	0.7	0.5	238	0.97
1	0.7	0.7	1	271	0.93

また、この配合系に TMH を配合することで靱性の向上が認められた一方で、ガラス転移温度の低下が認められた。しかし、TMH 配合系においてもアリル基に対するマレイ

ミド基の配合割合を大きくすることでガラス転移温度を向上させることが可能であった。

(2) FTIR による発熱曲線より、マレイミド基とアリル基の反応終了温度は 250 を超える。マレイミド化合物として BMI や MBMI を用い、最終硬化温度を 250 まで上げると、300 以上のガラス転移温度を示す一方で、脆くなる。そこで触媒の検討を行うことで硬化温度の低下を検討した。触媒としては、イミダゾール系やリン系、過酸化水素系触媒を用いた。200 以下の硬化温度で低熱膨張性・強靱性・高耐熱性を示す配合系を検討した。その結果、ビスマレイミド化合物としては、剛直なユニットを持つビスマレイミド化合物と柔軟なユニットを持つビスマレイミド化合物の混合系、アリル化合物として DAP、触媒として過酸化水素触媒を用いた、ビスマレイミド化合物/アリル化合物/アミン/エポキシ樹脂ポリマーアロイが、最高硬化温度 200 で、ガラス転移温度 306、5%熱重量分解温度 391、熱膨張率 53ppm/°C、破壊靱性値 0.86 MPa·m^{1/2} を示した。また、接着性、機械特性、電気特性についてもエポキシ樹脂なみの値を示した。

(3) 新規ネットワークポリマーの開発

得られた指針を基にして、側鎖にマレイミド基やアリル基と反応するチオール基と長鎖脂肪族ユニットを持つポリチオールをビスマレイミド化合物/アリル化合物ポリマーアロイに配合することでポリチオール変性ビスマレイミド樹脂とした。

ポリチオールの配合による架橋密度の低下にもかかわらず、ガラス転移温度と靱性を同時に向上させることができ、熱膨張性についても 40ppm 台の値を示した (表 3)。特にイソシアヌル骨格を持つポリチオールを配合した場合にガラス転移温度を大きく向上させることができた。また、曲げ特性や接着性についても未変性樹脂の値を上回った。

ポリチオールを配合した場合にガラス転移温度と靱性の両方が向上した理由としては、FTIR による硬化挙動解析より、マレイミド基とアリル基の反応以外にマレイミド基とチオールの反応が起こるためにマレイ

表 3 ポリチオール変性ビスマレイミド樹脂の物性

	Polythiol concentration (mole ratio)		
	0	0.1	0.2
Tg (°C)	295	311	305
K_c (MPa·m ^{1/2})	0.95	1.20	1.30
CTE (ppm/°C)	44	46	45
Flexural strength (MPa)	183	190	198
Copper foil peel strength (N/mm)	0.06	0.06	0.11

ミド基の反応率が増加したことが考えられる。また、長鎖脂肪族ユニットの導入により未変性樹脂と比較してネットワークを形成していく過程での分子運動性の低下が小さいために硬化反応がより進んだ結果、ネットワーク構造のセグメント運動が起こりにくくなり、ガラス転移温度が向上したものと考えられる。一方で、長鎖脂肪族ユニット導入により硬化物の柔軟性が増大したことが靱性向上につながった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

大塚恵子, 木村肇, 米川盛生, 池下真二, 中尾日六土, 宮田篤, “長鎖脂肪族ユニットを持つポリチオールで変性した高耐熱性・強靱性ビスマレイミド樹脂”, *MES2016 第26回マイクロエレクトロニクスシンポジウム論文集*, **26**, 319-321 (2016). 査読有

Keiko Ohtsuka, Hajime Kimura, Shinji Ikeshita, Hiroshi Nakao, Shunsuke Tsubota, “Novel bismaleimide/diallylbisphenol A resin modified with multifunctional thiol containing isocyanuric ring and long-chain aliphatic unit”, *High Perform. Polym.*, **28**, 591-599 (2016). 査読有

大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 池下真二, 中尾日六土, 坪田俊祐, “側鎖に脂肪族ユニットを持つポリチオールで変性したビスマレイミド樹脂の硬化物物性”, *ネットワークポリマー*, **36**, 126-132, (2015). 査読有

Keiko Ohtsuka, Hajime Kimura, Toshiyuki Iwai, Akihiro Matsumoto, “Properties of Novel Diallyl Phthalate Resin Modified with Sulfur Containing Ally Ester Compounds”, *Polymer International*, **63**, 752-759 (2014). 査読有

榎野智将, 大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 高浜啓造, “トリアジン骨格を有するエポキシ樹脂/マレイミド樹脂の高耐熱性成形材料への応用”, *ネットワークポリマー*, **35**, 31-37, (2014). 査読有

大塚恵子, 木村肇, 松本明博, “アクリル酸エステル配合によるジアリルフタレート樹脂の硬化物物性への影響”, *ネットワークポリマー*, **35**, 24-30, (2014). 査読有

[学会発表](計 13 件)

大塚恵子, 木村肇, 米川盛生, 西岡聖司, 増原悠策, 石倉圭, 趙長明, “ポリロタキサンを強靱性化剤として用いたマレイミド樹脂の硬化物物性”, 第 66 回ネットワークポリマー講演討論会, 2016 年 10 月 20 日, 千葉大学

宮田篤, 池下真二, 中尾日六土, 大塚恵子, 木村肇, “チオール変性マレイミド樹脂の特

性”, 第 66 回ネットワークポリマー講演討論会, 2016 年 10 月 20 日, 千葉大学

村上隆俊, 鍋島穰, 浅井文雄, 大塚恵子, 木村肇, “エポキシ樹脂の耐熱性・誘電特性を改良するポリアリレート樹脂”, 第 66 回ネットワークポリマー講演討論会, 2016 年 10 月 20 日, 千葉大学

大塚恵子, 木村肇, 米川盛生, 池下真二, 中尾日六土, 宮田篤, “長鎖脂肪族ユニットを持つポリチオールで変性した高耐熱性・強靱性ビスマレイミド樹脂”, *MES2016 第26回マイクロエレクトロニクスシンポジウム*, 2016 年 9 月 9 日, 中京大学

大塚恵子, 木村肇, 西岡聖司, 増原悠策, 趙長明, “応力緩和材料としてポリロタキサンを用いたマレイミド樹脂の硬化物物性”, 第 65 回高分子学会年次大会, 2016 年 5 月 25 日, 神戸国際会議場

大塚恵子, “マレイミドの反応性を利用した高耐熱性樹脂の材料設計”, 第 30 回エレクトロニクス実装学会春季講演大会, 2016 年 3 月 24 日, 東京工業大学(依頼講演)

宮田篤, 坪田俊祐, 池下真二, 中尾日六土, 大塚恵子, 木村肇, “イソシアヌル骨格を持つ多官能チオールで変性した耐熱性マレイミド樹脂の特性”, 第 65 回ネットワークポリマー講演討論会, 2015 年 10 月 8 日, 新潟大学

大塚恵子, 木村肇, 坪田俊祐, 池下真二, 中尾日六土, 宮田篤, “長鎖脂肪族ユニットを持つ多官能チオールで変性したビスマレイミド樹脂の硬化特性”, 第 64 回高分子討論会, 2015 年 9 月 15 日, 東北大学

大塚恵子, 木村肇, 池下真二, 中尾日六土, “イソシアヌル骨格を持つ多官能チオールで変性した耐熱性マレイミド樹脂の特性”, 第 53 回日本接着学会年次大会, 2015 年 6 月 19 日, 愛知工業大学

大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 池下真二, 中尾日六土, “トリアジン骨格を持つ多官能チオールで変性した高耐熱性マレイミド樹脂”, 第 64 回ネットワークポリマー講演討論会, 2014 年 10 月 22 日, 関西大学

大塚恵子, 木村肇, 松本明博, “マレイミド変性エポキシ樹脂に導入した脂肪族ユニットが硬化物物性に及ぼす影響”, 第 63 回高分子学会年次大会, 2014 年 5 月 29 日, 名古屋国際会議場

大塚恵子, 木村肇, 松本明博, “アリル変性マレイミド樹脂の熱特性に及ぼす骨格構造の影響”, 第 63 回ネットワークポリマー講演討論会, 2013 年 10 月 22 日, 千葉大学

榎野智博, 高浜啓造, 大塚恵子, 木村肇, 松本明博, “アリル変性マレイミド樹脂を用いた次世代パワーデバイス用高耐熱封止材料の開発”, 第 63 回ネットワークポリマー講演討論会, 2013 年 10 月 22 日, 千葉大学

[図書](計 12 件)

大塚恵子, “高耐熱実装材料に対応可能な

強靱性マレイミド樹脂の材料設計”, 生産と技術, 生産技術振興協会, **69**, 5-7 (2016).

大塚恵子, “高耐熱実装材料に適応可能なマレイミド樹脂の材料設計”, 接着の技術, 日本接着学会, **36**, 1-7 (2016).

大塚恵子, “マレイミドの反応性を利用したパワーデバイス用高耐熱性樹脂の材料設計と応用”, マテリアルステージ, 技術情報協会, **16**, 52-56 (2016).

大塚恵子, “高耐熱マレイミド系樹脂の材料設計と封止材料への応用”, 化学経済, 化学工業日報社, **63**, 66-70 (2016).

大塚恵子, “エポキシ樹脂の概要と市場動向”, 機能材料, シーエムシー出版, **36**, 3-8 (2016).

大塚恵子, “マレイミドの反応性を利用した高耐熱性樹脂の材料設計”, 科学と工業, 大阪工研協会, **90**, 112-118 (2016).

大塚恵子, “Highly Heat-resistant Resin for Next-generation Power Device Semiconductor Sealants”, CONVERTECH, 加工技術研究会, **5**, 110-112 (2015).

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, コンバーテック, 加工技術研究会, **508**, 130-132 (2015).

大塚恵子, “ダイマー酸ポリアミドによるジアリルフタレート樹脂の改質と接着性の改善”, 「樹脂 - 金属接着・接合部の応力解析と密着性・耐久性評価」第3章第12節, 技術情報協会, p.300-304 (2014).

大塚恵子, “硫黄原子の特性を利用したジアリルフタレート樹脂の接着性改善”, 「樹脂 - 金属接着・接合部の応力解析と密着性・耐久性評価」第3章第11節, 技術情報協会, p.295-299 (2014).

大塚恵子, “リアルタイム FT-IR を用いた硬化挙動解析”, 「IR 分析テクニック事例集」, 技術情報協会, p.360-361, (2013).

大塚恵子, “封止用ジアリルフタレート樹脂の接着性向上のための材料設計”, 「先端エレクトロニクス分野における封止・シーリングの材料設計とプロセス技術」第5章第1節, 技術情報協会, p.292-296, (2013).

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 3 件)

名称: 熱硬化性樹脂組成物、硬化物、成形材料、及び、成形体

発明者: 大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 西岡聖司, 増原悠策, 趙長明

権利者: 大阪市立工業研究所、住友精化(株)、アドバンスト・ソフトマテリアルズ(株)

種類: 特許

番号: 特願 2016-089601

出願年月日: 2016 年 4 月 27 日

国内外の別: 国内

名称: 熱硬化性樹脂組成物及び熱硬化性樹脂
発明者: 大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 池下真

二, 中尾日六士

権利者: 大阪市立工業研究所、堺化学工業(株)

種類: 特許

番号: 特願 2015-199516

出願年月日: 2015 年 10 月 7 日

国内外の別: 国内

名称: 半導体封止用樹脂組成物および半導体装置

発明者: 大塚恵子, 木村肇, 松本明博, 櫻野智将, 高浜啓造

権利者: 大阪市立工業研究所、住友ベークライト(株)

種類: 特許

番号: 特願 2013-216986

出願年月日: 2013 年 10 月 18 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

(1) ホームページ等

地方独立行政法人大阪産業技術研究所 森之宮センター 有機材料研究部 熱硬化性樹脂研究室

<http://www.omtri.or.jp/research/organic/tsr/>

(2) 講演・展示会 (計 29 件)

大塚恵子, “高耐熱実装材料にも使えるマレイミド系樹脂材料”, 第14回グリーンナノフォーラム, 2017 年 3 月 10 日, 大阪市立工業研究所

大塚恵子, “高耐熱実装材料にも使えるマレイミド系樹脂材料”, 次世代ナノテクフォーラム 2017, 2017 年 2 月 27 日, 千里ライフサイエンスセンター

大塚恵子, “マレイミド系高耐熱性樹脂の材料設計”, エレクトロニクス実装学会関西支部第13回技術講演会, 2017 年 2 月 24 日, 大阪府立大学 I-site なんば

大塚恵子, “高耐熱実装材料にも使えるマレイミド系樹脂材料”, 新機能性材料展 2017, 2017 年 2 月 15 - 17 日, 東京ビッグサイト

大塚恵子, “マレイミド樹脂の靱性向上のための材料技術”, 大阪市立工業研究所大阪府立産業技術総合研究所合同発表会, 2016 年 12 月 1 日, 大阪産業創造館

大塚恵子, “高耐熱実装材料に適応可能なマレイミド樹脂の材料設計”, 日本接着学会「熱伝導性と耐熱性」セミナー, 2016 年 11 月 24 日, フォーラムミカサ・エコ

大塚恵子, “高耐熱実装材料に対応可能な強靱性マレイミド樹脂の材料設計”, チャレンジ大阪 7, 2016 年 10 月 5 日, 大阪商工会議所

大塚恵子, “高耐熱実装材料に対応可能なマレイミド系樹脂の材料設計”, エレクトロニクス実装学会配線板製造技術委員会マイクロ・ナノファブ리케이션研究会第28回公開研究会, 2016 年 7 月 20 日, 回路会館

大塚恵子, “高耐熱実装材料にも使える！マレイミド系樹脂材料”, JPCA Show 2016, 2016年6月1-3日, 東京ビッグサイト

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料にも使える高耐熱性樹脂材料”, 第12回グリーンナノフォーラム, 2016年3月22日, 大阪市立工業研究所

大塚恵子, “マレイミドの反応性を利用した高耐熱性樹脂の材料設計と応用”, 新化学技術推進協会電子情報技術部会エレクトロニクス交流会実装技術企画WG講演会, 2016年3月11日, 三番町KSビル

大塚恵子, “マレイミドの反応性を利用した高耐熱性樹脂の材料設計と応用”, 次世代ナノテクフォーラム2016, 2016年3月7日, 千里ライフサイエンスセンター

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料にも使える高耐熱性樹脂材料”, 新機能性材料展2016, 2016年2月27-29日, 東京ビッグサイト

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能なマレイミド系高耐熱性樹脂材料”, 第29回長野実装フォーラム, 2016年2月26日, TOiGO トイゴ

大塚恵子, “高耐熱性で靱性にも優れたマレイミド樹脂”, 大阪市立工業研究所大阪府立産業技術総合研究所合同発表会, 2015年12月1日, 大阪産業創造館

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, 第254回プラスチック技術講演会, 2015年10月28日, 大阪市立工業研究所

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, おかやま電池関連技術研究会第2回技術セミナー, 2015年10月20日, 岡山ロイヤルホテル

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, 第10回グリーンナノフォーラム, 2015年3月13日, 大阪市立工業研究所

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, nanotech2015, 2015年1月28-30日, 東京ビッグサイト

大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂の開発”, 第6回新世代パワー半導体実装技術開発コンソーシアム講演会, 2015年1月21日, 大阪大学

②④ 大塚恵子, “次世代パワーデバイス封止材料に対応可能な高耐熱性樹脂”, チャレンジ大阪5, 2014年9月25日, 大阪商工会議所

②② 大塚恵子, “ヒドロキシメチル基やアリル基の反応性を利用した熱硬化性樹脂の特性”, 第38回エポキシ樹脂技術協会公開技術講座, 2014年7月31日, 東京工業大学

②③ 大塚恵子, “ヒドロキシメチル基やアリル基の反応性を利用した熱硬化性樹脂の特性”, 第38回エポキシ樹脂技術協会公開技術講座, 2014年7月24日, 大阪市立工業研究所

②④ 大塚恵子, “次世代パワーデバイスに対応可能な高耐熱性樹脂”, 第8回グリーンナノフォーラム, 2014年3月14日, 大阪市立工業研究所

②⑤ 大塚恵子, “次世代パワーデバイスに対応可能な高耐熱性樹脂”, 次世代ナノテクフォーラム2014, 2014年3月6日, 千里ライフサイエンスセンター

②⑥ 大塚恵子, “次世代パワーデバイス実装のための高耐熱性樹脂”, 高機能プラスチック・ゴム展, 2014年2月27日, 大阪産業創造館

②⑦ 大塚恵子, “次世代パワーデバイスに対応可能な高耐熱性樹脂”, nanotech2014, 2014年1月29日, 東京ビッグサイト

②⑧ 大塚恵子, “次世代パワーデバイス実装のための高耐熱性樹脂”, 大阪市立工業研究所大阪府立産業技術総合研究所合同発表会, 2013年11月28日, クリエイションコア・東大阪

②⑨ 大塚恵子, “次世代パワーデバイス実装のための高耐熱性樹脂”, 新しい素材・加工技術展, 2013年11月1日, 大阪産業創造館

(3) 新聞記事掲載(計2件)

「耐熱樹脂 コスト半分に」, 日経産業新聞, 2016年4月18日

「堺化学 高分子事業に本格参入—靱性高いマレイミド樹脂—」, 化学工業日報, 2016年4月1日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大塚 恵子 (OHTSUKA, Keiko)
地方独立行政法人大阪市立工業研究所・研究主幹・有機材料研究部・熱硬化性樹脂研究室長
研究者番号: 50416286

(2) 研究分担者

木村 肇 (KIMURA, Hajime)
地方独立行政法人大阪市立工業研究所・有機材料研究部・研究主任
研究者番号: 60416287

松本 明博 (MATSUMOTO, Akihiro)
地方独立行政法人大阪市立工業研究所・企画部長
研究者番号: 40416285