

第31回芦原科学賞の受賞者と研究内容等

＜芦原科学大賞＞

○テーマ スマートフォン・半導体機器の高機能化に貢献する新規樹脂硬化剤の開発

○概要 従来よりも低い温度条件でエポキシ樹脂を硬化・成形させることができ、優れた耐熱性と耐湿性を持つ新規樹脂硬化剤を世界で初めて開発した。

硬化・成形条件の低温化は、成型時のエネルギー効率改善により環境負荷を低減することができ、また、本新規樹脂硬化剤は、電子材料用高機能接着剤としてスマートフォンや半導体機器等の様々な最先端用途で採用されており、これらの高機能化に大きく貢献した。

○受賞者 四国化成工業株式会社（丸亀市）

熊野 岳（くまの たけし）氏
 松田 晃和（まつだ あきかず）氏
 武田 琢磨（たけだ たくま）氏
 奥村 尚登（おくむら なおと）氏
 藤川 和之（ふじかわ かずゆき）氏
 青木 和徳（あおき かずのり）氏
 荒井 利将（あらい としまさ）氏

○推薦者 四国化成ホールディングス株式会社 代表取締役社長 渡邊 充範 氏

○研究内容と成果

[研究の背景]

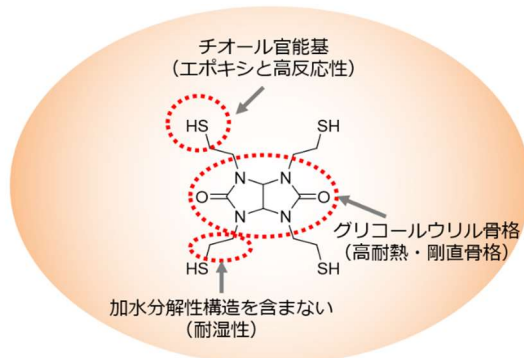
スマートフォン・半導体機器に使用される電子材料用高機能接着剤は、接着性や耐久性等に優れた特性を有するエポキシ樹脂等が使用されている。これら樹脂の硬化・成形には 150℃以上の加温プロセスが必要とされるため、環境負荷低減のために加温プロセスの低温化ニーズが高まっているが、これまでに低温条件で硬化・成形できるとされた樹脂硬化剤は、耐熱性・耐湿性が低く、実際の使用は困難なものであった。そこで、低温条件で硬化・成形できて耐熱性と耐湿性に優れた新規樹脂硬化剤の開発を行った。

[研究開発した技術の概要]

新規樹脂硬化剤の開発に当たっては、「100℃未満の低温条件で硬化・成形できる」とともに「得られる硬化・成形物は耐熱性と耐湿性に優れている」ことが必要であり（要求特性）、低温条件でエポキシ樹脂と反応させるために反応活性の高い「チオール官能基」に着目し、また、耐湿性向上のため「加水分解性構造を含まない」こと及び耐熱性向上のため「高耐熱・剛直骨格」であることなどを条件として種々の骨格の検討を行い、これまでに報告された学術文献等の調査結果を基に多数の化学構造のデザインと合成実験を行った結果、機械的・熱的に安定した四官能基を有するグリコールウリル骨格を中心構造とし、要求特性を満たす新規樹脂硬化剤（製品名：TS-G）を開発することができた。

（参考1）新規樹脂硬化剤の化学構造説明図

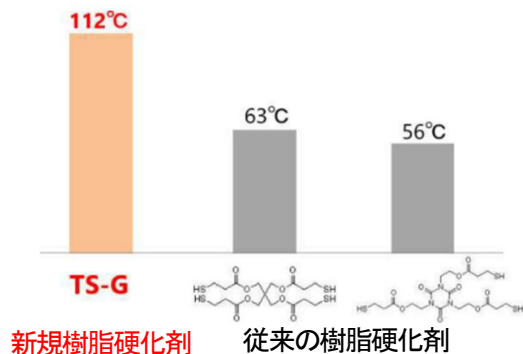
また、開発した新規樹脂硬化剤は、多くの官能基と特異な骨格を有する極めて複雑な化学構造のため安全かつ高効率で量産することが困難であった。これに対し、3工程からなる独自の合成ルートを設定し、実験室と工場設備を用いて様々な化学原料と膨大な数の反応条件を検討した結果、安定的に製造できる最適な量産製法を見出すことができた。



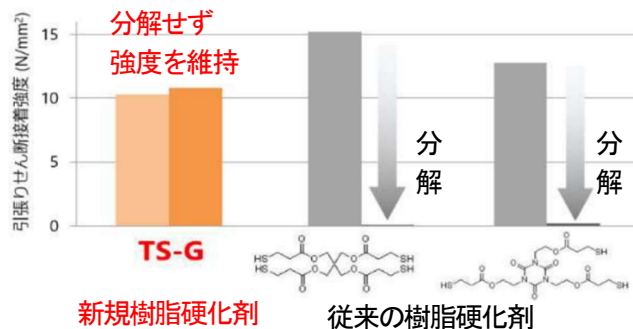
(参考 2) 80℃でエポキシ樹脂を硬化させる時間



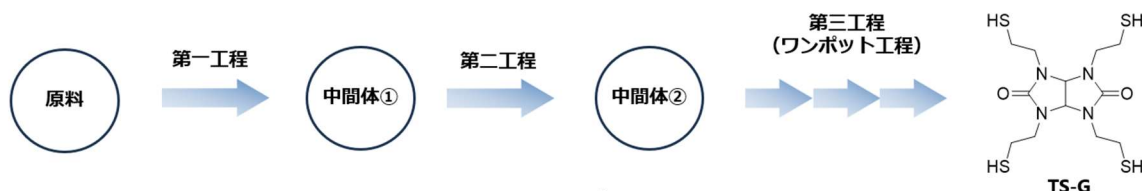
(参考 3) エポキシ樹脂硬化物の耐熱性比較
(硬い状態から柔らかい状態に変わる温度)



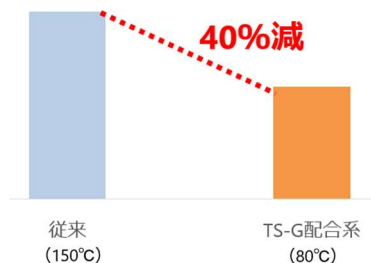
(参考 4) エポキシ樹脂硬化物の耐湿性比較
(高温・高湿度・高圧力下での接着強度)



(参考 5) TS-G 製造プロセス (3 工程の合成ルート)



(参考 6) エポキシ樹脂硬化プロセス時の二酸化炭素排出量



[成 果]

本新規樹脂硬化剤は 100℃未満の低温条件で硬化・成形することができるため、従来よりも成型時のエネルギー効率を改善でき、結果として環境負荷を低減できる。また、150℃以上の高温条件下では変形・不具合が発生してしまう電子部品を搭載可能になるとともに、優れた耐熱性と耐湿性を有するため、スマートフォンや半導体機器を始めとする様々な最先端機器の高性能化に大きく貢献するものである。

また本新規樹脂硬化剤は国内外で多数の特許を取得しており、特許権満了までは独占的に販売できる。

[産業の振興]

本新規樹脂硬化剤は、2014 年の上市以降、大きな売り上げを継続しており、現在もなお適用用途が拡大していることから、今後も継続的な売り上げ増が期待できる。また、本新規樹脂硬化剤の製造は、四国化成工業のみでなく、製造委託先である讃岐化学工業及び増田化学工業 (いずれも本社高松市) でも実施しており、香川県内企業の雇用や売上げの増加にも大きく貢献するものである。

[問合せ先]

四国化成工業株式会社 研究開発本部 研究企画室
〒769-0202 香川県綾歌郡宇多津町浜二番丁 14 番地 1
TEL 0877-49-4110 (代表) FAX : 0877-49-4800

以 上