

アミド系硬化剤を適用したエポキシ樹脂研磨パッド

種々のガラスや半導体基板材料等の研磨は日本の成長を支える産業となっています。高研磨能率かつ高品質の研磨技術は日本の研磨産業を牽引していますが、高い人件費が研磨産業成長の制約要因となっています。研磨時間を短縮するために高い研磨能率が要求されています。

平成 21 年度から平成 24 年度まで、立命館大学と 3 社の企業は NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）の委託事業としてガラス研磨材であるレアアースの酸化セリウム砥粒の使用量低減技術開発および代替材料開発を実施しました。その研究開発の結果の一つとして、多孔質エポキシ樹脂研磨パッドを開発し、通常のウレタン樹脂研磨パッドより研磨能率が 2 倍ほど向上したことが挙げられます。現在、エポキシ樹脂研磨パッドは、九重電気㈱より販売されています。

前述の委託事業の継続研究開発として、立命館大学は親水性の高いアミド系硬化剤をエポキシ樹脂研磨パッドへの適用を提案し、高研磨能率かつ高品位研磨を実現したアミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッドを九重電気㈱（本社：神奈川県川崎市 代表取締役：篠塚 豊）とともに開発を進めてきました。

このたび顕著な研究成果が得られ、今年度中に新研磨パッドの市場化を目指します。

1. 研磨パッドについて

電子・精密機器等ハイテク製品の製造過程においては超精密研磨が欠くことのできない工程です。研磨パッドは、研磨材を保持する研磨工具であり、シリコンウェーハをはじめ、あらゆる半導体材料・金属・ガラス等の超精密研磨用に使われており、無欠陥、高精度、高平坦度の仕上げ面が得られます。研磨パッドは研磨能率や工作物の品位に大きく影響を与え、2000 億円という大きな市場があります。材質としては、現在ポリウレタンが多く利用されています。

2. 研究体制および研究内容

本研究開発は立命館大学と九重電気㈱が協力して、エポキシ樹脂研磨パッド（図 1）の開発を行っています。エポキシ樹脂研磨パッドは平成 24 年から九重電気㈱より市販されており、従来のウレタン樹脂研磨パッドより 2 倍ほどの高い研磨能率が実現されています。また、ウレタン樹脂研磨パッドを使用する場合より仕上げ面粗さも平滑であることが確かめられています。研磨パッドは様々な環境に使われていますが、エポキシ樹脂研磨パッドはウレタン樹脂と比べ、温度特性が劣るという問題点がありました。また、加工コストを削減するため、研磨能率を更に向上できる研磨パッドが求められています。

今回新たに開発したエポキシ樹脂研磨パッドは現状のエポキシ樹脂研磨パッドやウレタン樹脂研磨パッドの問題点を解決するアミド系硬化剤を適用したエポキシ樹脂研磨パッドです（図 2）。エポキシ樹脂研磨パッドに親水性の高いアミド系硬化剤を適用することにより研磨パッドの親水性や砥粒の滞留性が高まり、従来のウレタン樹脂研磨パッドに比べ、仕上げ面粗さが同等でありながら研磨能率が驚異的に 3 倍ほどの向上を達しました。また、スラリー（研磨液）中の砥粒濃度が低くても高い研磨能率を実現し、研磨時間の短縮や加工コストの低減ができました。さらに、現在市販されているエポキシパッドより温度特性が改善されています。



図 1 市販エポキシ樹脂研磨パッド

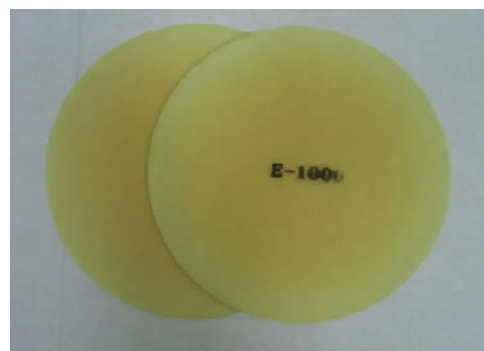


図 2 アミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッド

3. 研究成果

① 研磨特性の向上

従来ガラス等の硬脆材料の研磨においては工具としてウレタン樹脂研磨パッドが使用されてきました。立命館大学と九重電気㈱は研磨に最適な研磨パッド材質の精査を行った結果、研磨パッド材質にエポキシ樹脂を適用した場合、図3のように従来研磨パッドより研磨能率が2倍ほどの向上を達成することが判明し、九重電気㈱より平成24年4月からエポキシ樹脂パッドが販売され売上高を順調に伸ばしています。

このたび、アミド系硬化剤を用いて作製したエポキシ樹脂研磨パッドは市販のウレタン樹脂研磨パッドの3倍以上、市販エポキシ樹脂研磨パッドの2倍程度の研磨能率を有するとともに工作物の表面粗さも良好であることが確認されました。研磨能率が3倍になると、同じ研磨量が必要とする場合では研磨時間を1/3程度まで短縮できるだけでなく使用される研磨資材（研磨パッドやスラリー）の量も少なくなり、加工コストを大幅に低減できることとなります。また、図4に示されるように市販ウレタン樹脂研磨パッドを使用する場合には研磨能率を高めるために砥粒濃度を増やすことが必要となりますが、アミド系硬化剤エポキシ研磨パッドを使用する場合にはスラリー中の砥粒濃度が0.5wt%という低いレベルでも高い研磨能率（市販ウレタン樹脂研磨パッドの6倍以上）が実現できます。したがって、アミド系硬化剤エポキシ研磨パッドを使用すれば、スラリー使用量を低減するとともに研磨特性を向上することができます。アミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッドは市販のウレタン樹脂研磨パッドまたはエポキシ樹脂研磨パッドよりスラリーの滞留性がよいため高い研磨能率が実現されています。

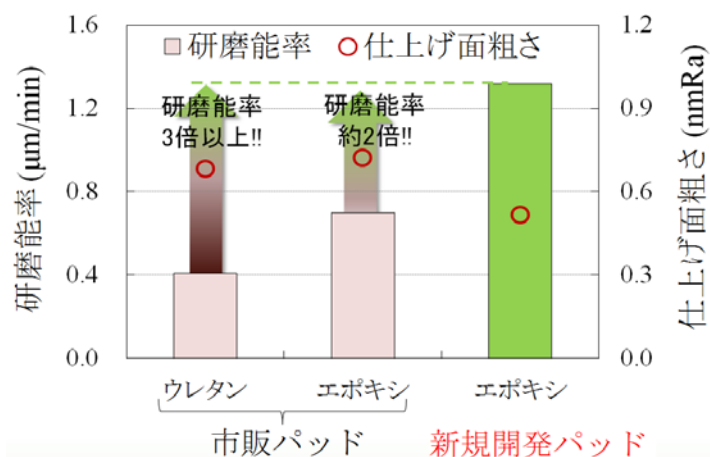


図3 アミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッドの研磨特性

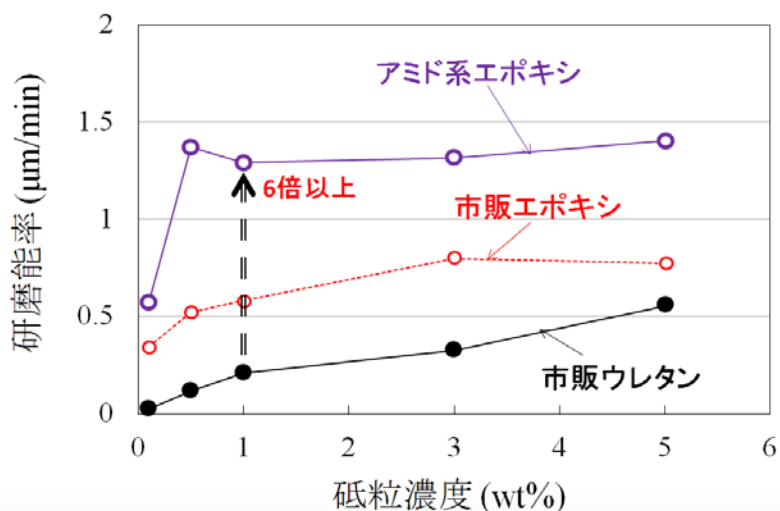


図4 砥粒濃度による研磨能率の変化

図5に示すように、ウレタン樹脂である従来の研磨パッドと新たに開発した研磨パッドの親水性を評価した結果、従来パッドでは液滴がはじかれ親水性が悪いのに対し、開発したパッドは液滴が濡れ広がっており、親水性に優れることがわかります。このような親水性に優れる研磨パッドはスラリーの保持性が高くなり、より多くの砥粒が加工物表面に作用するため、研磨特性の向上に繋がります。



図5 研磨パッドの親水性の評価

② 温度特性の向上

エポキシ樹脂はウレタン樹脂に比べ周囲の温度が研磨パッドに与える影響が大きいのが問題でした。図6に示されるように市販のエポキシ樹脂パッドは温度の上昇につれて硬度が著しく低下するのに対し、アミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッドはその減少量が少なくなっています。また、一般的に工作物の研磨は20~25℃で行われますが、市販のエポキシ樹脂研磨パッドのガラス転移温度がこの温度に近い40℃付近であるため、温度が加工特性に与える影響が大きくなります。それに対して、アミド系エポキシ樹脂研磨パッドはガラス転移温度が80℃付近であり、通常の研磨温度から離れており、研磨温度による影響が小さくなります。アミド系硬化剤の採用でエポキシ樹脂パッドの温度特性の問題が解決できました。

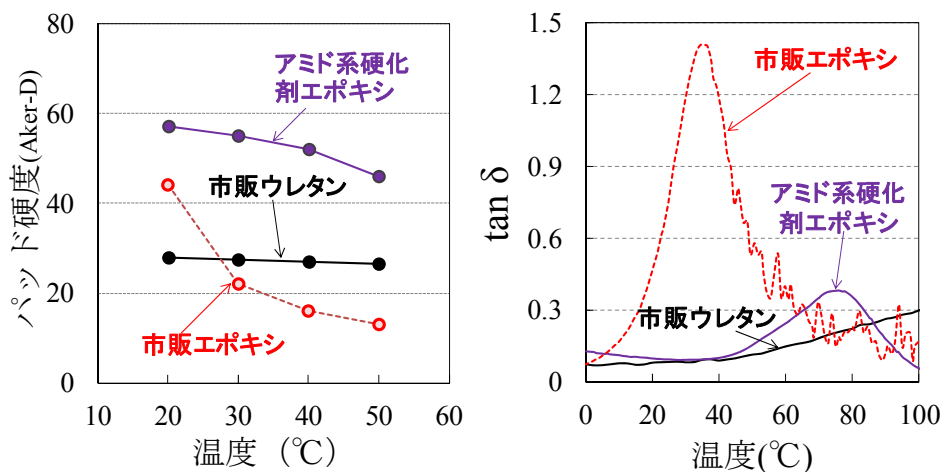


図6 アミド系硬化剤エポキシ樹脂研磨パッドの研磨特性

今回開発した研磨パッドは、様々な砥粒と組み合わせることで、ガラスだけでなくLED用のサファイア基板やSiC基板などの次世代の半導体基板にも適用が可能です。現段階では試作・評価を終えており、早期の市場化を目指して工業的製造技術の検討を行っています。

これらの成果は9月16日に鳥取大学において開催される精密工学会学術講演会秋季大会にて発表する予定です。

本件に関する連絡先：立命館大学理工学部教授 谷 泰弘
TEL/FAX:077-561-3043 e-mail: tani@se.ritsumeai.ac.jp

立命館大学リサーチオフィス BKG 近藤 光行
TEL: 077-561-2815 e-mail: mka22017@se.ritsumeai.ac.jp

<用語解説>

遊離砥粒研磨：

砥粒が溶液中に分散した（遊離した）状態で行う研磨の形態。一方で、砥粒が工具に固定された固定砥粒研磨がある。

工作物：

機械加工において加工される材料のこと。

研磨パッド：

研磨に使用される高分子製の工具。砥粒を保持する役割を持つ。多孔質のポリウレタン樹脂製のものや、スエードタイプ、不織布タイプなどが主に用いられている。

ウレタン樹脂：

ポリオール成分とイソシアネート成分の共重合からなるポリマーである。繊維やフィルム、金属接着、研磨パッド等の分野で広く利用されている。

エポキシ樹脂：

高分子内に残存させたエポキシ基で架橋ネットワーク化させることで硬化させることが可能な熱硬化性樹脂の総称である。寸法安定性や耐水性・耐薬品性が高いことから、電子回路の基板、接着剤、塗料、積層剤として利用されている。

研磨能率：

単位時間当たりに除去された工作物の厚さ。

仕上げ面粗さ：

研磨後工作物表面の凹凸を示す指標の一つ。本研究開発では白色式干渉顕微鏡により測定した算術平均粗さRaで示す。

砥粒：

研磨において機械的除去作用を行う硬質な粒子。研磨材ともいう。液体に分散したものを研磨剤と呼ぶ。

スラリー：

砥粒を分散させた溶液。

砥粒濃度：

スラリー中に分散する砥粒の量。

滞留性：

研磨砥粒の動きにくさの度合い。砥粒が動きにくくなる（滞留性が高くなる）と工作物と砥粒の相対速度が高まり、研磨能率が向上する。

研磨圧力：

研磨加工時における工作物－研磨工具間に作用する圧力。