

# 愛知発明大賞

## 「放熱する吸音材」

(特許 第 4906527 号)

富山 幸治 住友理工株式会社 ウレタン事業本部 制遮音事業部 制遮音技術部 部長  
井門 康司 国立大学法人 名古屋工業大学 理事・副学長

### 1. 応募発明の概要

本発明に係る製品は、ウレタンフォームからなる多孔質の基材中に、複数の磁性粒子同士が鎖状に繋がり、同一方向に配向されたクラスターを備える、吸音性と放熱性を併せ持つ吸音材である（図 1）。本吸音材の最大の特徴は、一般的なウレタンフォームと比較して、吸音性能を損なうことなく、10～50 倍程度の熱伝導率を有する事である。

本構造により、吸音対象（騒音源）から吸音材の一面に加えられた熱はクラスターを介して他面に伝達され、他面から速やかに放熱させることができる。

本吸音材を用いることで、例えば通電時にジュール熱を伴う電装部品等に対する静音対策と放熱対策を同時に実現することが可能となる。また、モールド成形による 3 次元形状の成形が可能のため、クラスターの配向方向も含めて吸音材（防音カバー）としての設計自由度が大きく、複雑な形状を有する様々な騒音源に適用することができる。

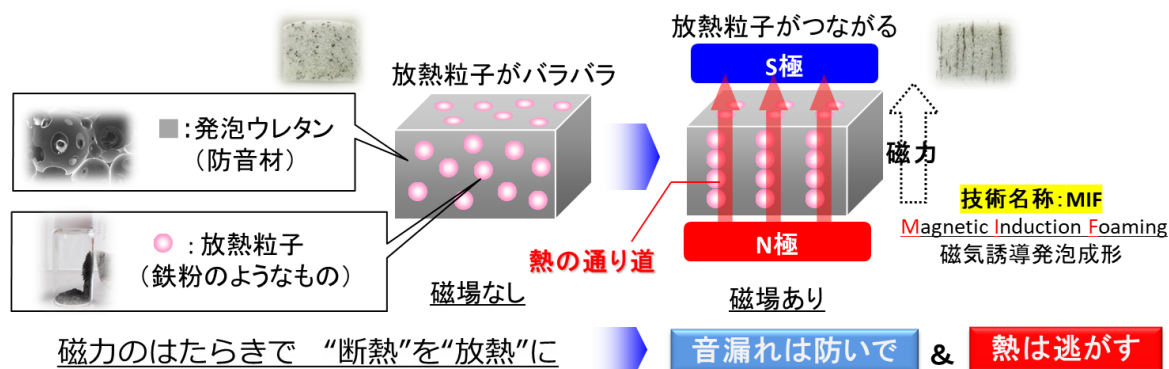


図1 放熱する吸音材の概要

### 2. 従来発明等の課題と開発ニーズ

本発明開発当時から、既に世界規模で急激な情報化、クリーンエネルギー技術へ潮流があり、近年では自動車業界においてCASE : Connected (自動車のIoT化)・Autonomous (自動運転) Shared & Services (共有)・Electric (電動化) と呼ばれる技術開発が大きく加速している。これに伴い、様々な電装機器が自動車に数多く搭載されるとともに、電動化により、これまでエンジン音でかき消されていた電装機器の騒音が、車の静粛性を損なうことが問題となっている。これらは、通電時に発熱を伴うため、静音化と放熱化を同時に実現する吸音材のニーズが近年益々大きくなっている。

吸音材として利用されるウレタンフォームは、材料特有の多孔質構造に由来する高い断熱性を有するため、発熱を伴う騒音源に適用する場合、熱こもりが生じ、適用対象が制限されてしまう。通電による発熱を伴うステッピングモーターへ従来のウレタンフォーム吸音材を検討した事例を図2に示す。図に示す通り、ウレタンフォームの吸音効果により防音効果は得られる一方、モーターの放熱を妨げることが熱的な弊害となり適用困難であった。

これに対し、既存の放熱シリコン材のように熱伝導材（フィラー）を多量に混合、最密充填させることで放熱性を高める従来技術があるが、ウレタンフォームを母材とする吸音材にこれを適用するのは困難である。理由を説明するため、ウレタンフォームの発泡成形プロセスの概要を図3に示す。原料となる2液を混ぜ合わせた後、金型へ注型、化学反応に伴う炭酸ガスを発生しながら体積膨張および増粘が起こり、一定の時間を経て固化することでスポンジ状の成形品となる。この時、例えば一般的な吸音材で使われる10倍発泡ウレタンの場合、金型のキャビティ容積に対して投入する原料の液量は1/10しかない。

図4にウレタン原料へフィラーを混ぜたときの様子を示す。充填量が少ない場合は液として流動し上記プロセスで発泡することが可能であるが、充填量が多いと極端に粘度が上がってしまい混ぜることも発泡することも困難となる。

以上の通り、ウレタンフォームでは放熱シリコンなどの既存技術に比べ極端に原料の液量が少なく、フィラーを多量に充填できないため、少量のフィラー充填で高い熱伝導率を実現する必要があるという点が大きな課題であった。

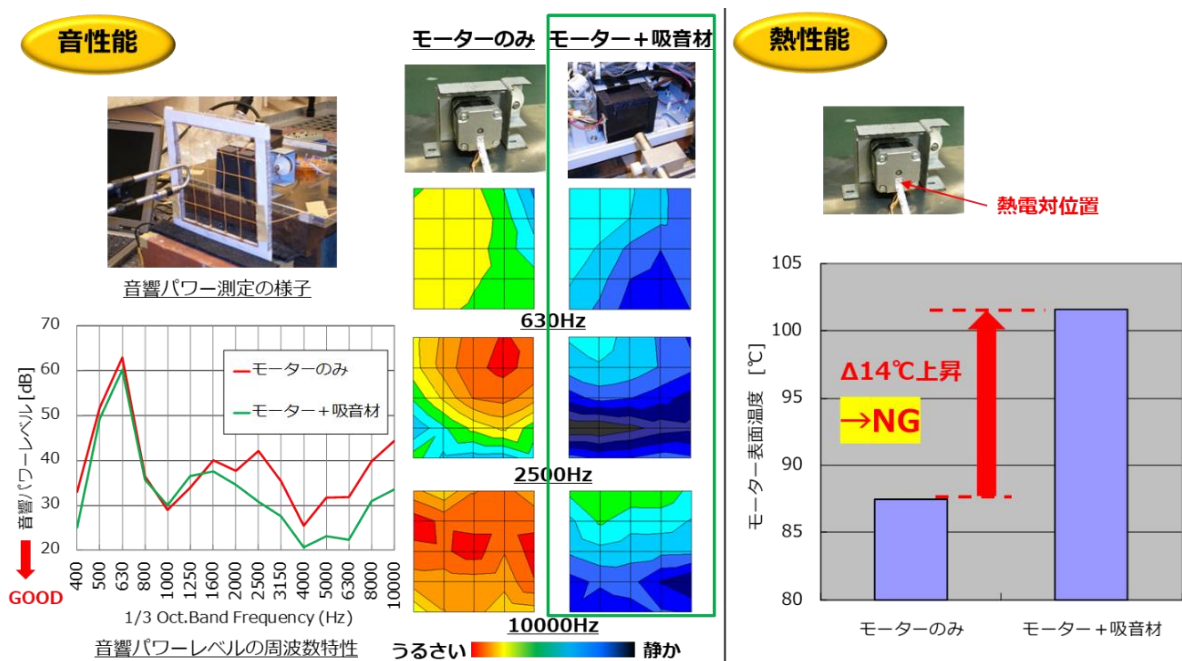


図2 従来の課題1：防音と断熱の事例（ステッピングモーター）

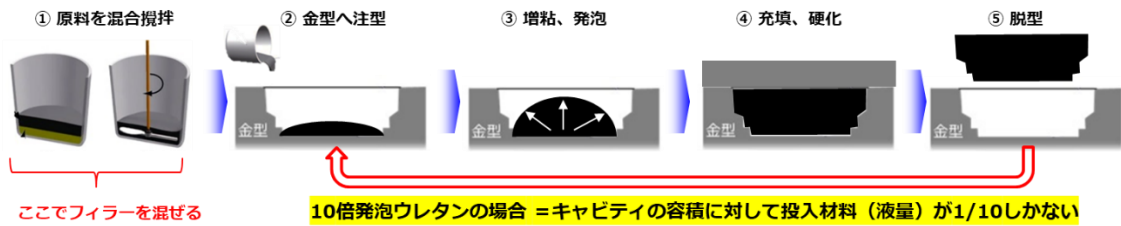


図3 発泡ウレタンの成形プロセス



図4 従来の課題2：発泡ウレタン+フィラー充填

### 3. 応募発明の着眼点と特徴

これらの課題に対し、フィラーが作る内部構造に着目。図5に示す3つのモデルは発泡ウレタン中のフィラーの分散状態によって、同じ充填率でも熱伝導率が大きく変わることを机上計算で示したものである。母材の熱伝導率が低く、かつ低フィラー充填率領域においては、フィラーの単純分散では、全体の熱伝導率はほとんど上がらないことが分かる。

本発明では、砂鉄のような磁性粒子が磁力線に沿って配向、接続する現象にヒントを得て、ウレタンフォームからなる多孔質の基材中に、複数の磁性体粒子同士が鎖状に繋がったクラスター構造を形成し、熱橋として利用することで少ないフィラー充填量で高い熱伝導率を得る、という着想に至った。

そこから試行錯誤を繰り返し、本発明の技術＝磁気誘導発泡成形法（Magnetic Induction Foaming :MIF）を確立することで、本吸音材の製造に成功した。具体的には、磁性粒子を混合した発泡ウレタン樹脂原料を発泡成形する際に、反応初期から、金型のキャビティを挟む両側にS極とN極が対向するように磁石を配置し、キャビティ内の磁力線の向きがほぼ平行となるように磁界を調整した状態で発泡成形することで、磁性粒子を液体中で磁力線の向きに配向させ、磁性粒子同士が鎖状に繋がったクラスターを形成できる製造条件を見出した。

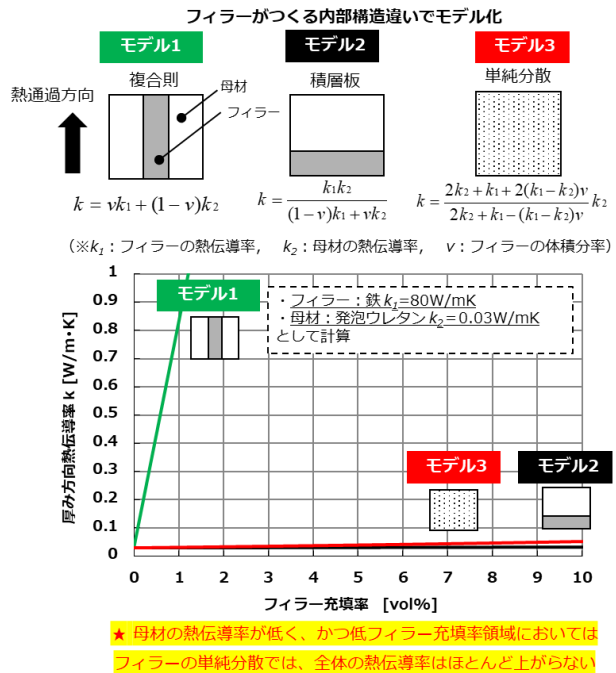


図5 フィラー充填量の最小化

以上の取組みから、本発明は車載向け電装機器の防音／放熱対策製品として量産化に成功。自動車の電動化トレンドの高まりに伴いニーズが増えてきている状況である。一例としてバッテリー関連部品の放熱防音カバー、電動パワーシートモーターカバー、電動コンプレッサカバーにも量産採用されている。図6に当社自主製作品による防音カバーの使用例を示す。

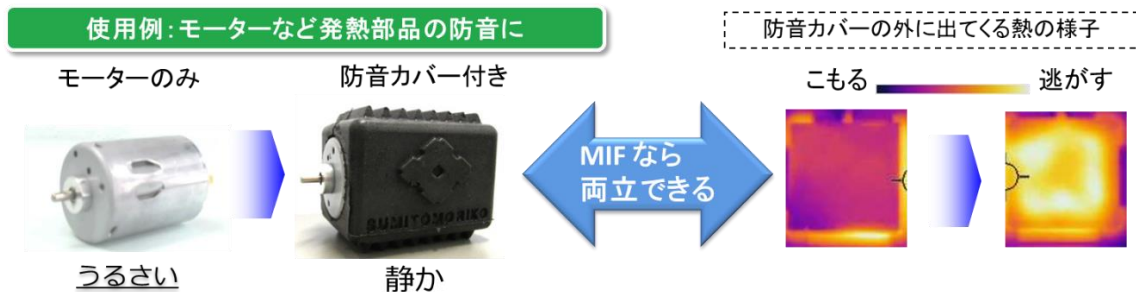


図6 発熱部品の防音カバー（使用例）

#### 4. 将来展望

最後に、本発明を基礎技術とした応用展望を図7に示す。本稿に示した放熱性吸音材だけでなく、熱伝導の異方性を利用すれば一定の方向だけ放熱することも可能である。他にも、磁性体が入ることによって電磁波吸収性能を得たり、磁場でフィラーの濃淡をコントロールすることで、傾斜機能材料への応用も期待できる。また、磁性フィラーを粉末からMR流体（磁気粘性流体）や磁性流体と呼ばれる液体へ置換えることで発泡構造自体を変化させることもできる。これにより縦横の弾性率が異なる材料や、エネルギー吸収材としての利用可能性がある。

本発明を応用して今後も様々な用途・分野への拡がり期待できるため、引き続き様々な産業の発展に貢献できるよう開発を推進していく。

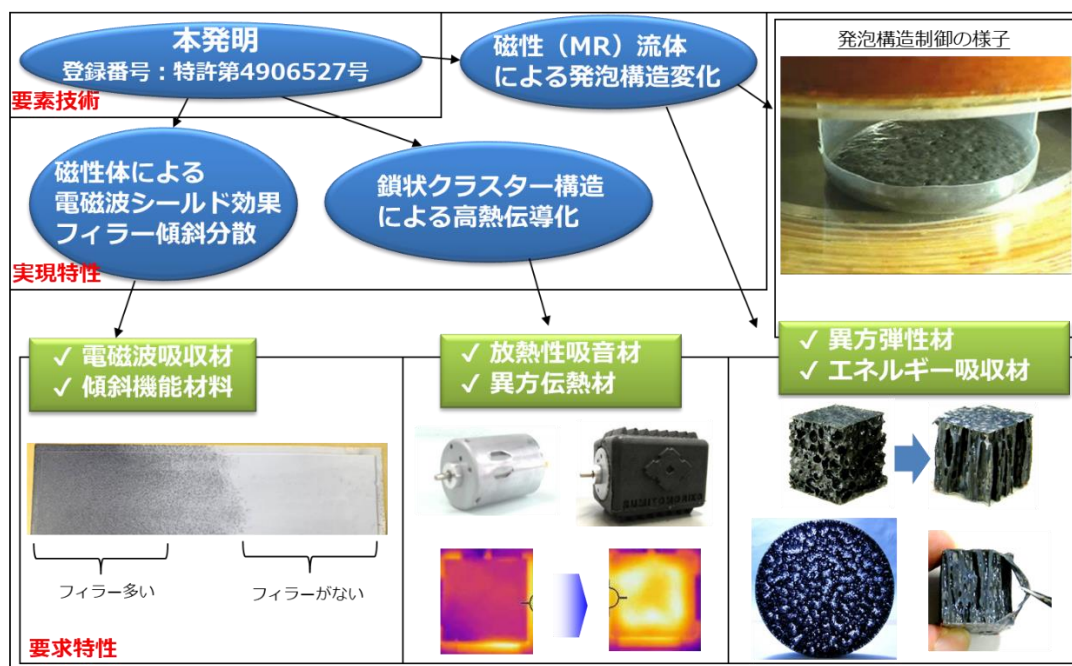


図7 応募発明の将来展望