

# 事前評価書（案）

作成日		平成18年12月 8日
1. 事業名称 (コード番号)	高機能複合化金属ガラスを用いた革新的部材技術開発	
2. 推進部署名	ナノテクノロジー・材料技術開発部	
3. 事業概要	<p>(1) 概要：                      これまでの金属ガラスの実用化研究では、高強度、低ヤング率、軟磁気特性、粘性流動加工性等に着目して、金属ガラスの単相合金を用いた部材開発を行ってきた。本プロジェクトでは、金属ガラス母相中に第二相として微細な結晶等を分散させることで複合化金属ガラスを創製し、従来の金属ガラスの持つ優れた特徴に加えて、塑性加工性、硬磁気特性、高電気伝導性等の特性を付与する。この複合化金属ガラスの新規な特性を用いて、金属ガラス単相合金では為し得なかった以下に掲げる革新的部材の開発を行う。</p> <p>① 次世代高密度磁気記録媒体</p> <p>② 超微小モータ部材</p> <p>③ 高強度・高導電性電気接点部材</p> <p>(2) 事業規模：総事業費 約 25 億円                      (平成 19 年度事業費 5 億円)</p> <p>(3) 事業期間：平成 19 年度～23 年度 (5 年間)</p>	
4. 評価の検討状況	<p>(1) 事業の位置付け・必要性</p> <p>・必要性</p> <p>現行の「金属ガラスの成形加工技術」プロジェクトでは、金属ガラス単相合金の高強度、低ヤング率、粘性流動加工性等に着目した部材開発を行い、世界トップレベルの製品への実用化に目途を付けてきた。最近の先導的研究の結果、金属ガラス母相中に第二相として微結晶、微粒子や空隙を分散させた複合化金属ガラスが大きな塑性加工性、硬磁気特性あるいは高電気伝導性等を示すことが明らかとなっており、欧米諸国もこの流れに沿った追従研究を盛んに行いはじめた。このような複合化金属ガラスの創製と特性制御により、従来の金属ガラス単相合金が適用できなかった新規用途の開拓を世界に先駆けて実施するとともに、高機能の複合化金属ガラスを用いた革新的部材の早期実用化・事業化を促進するためにも、本プロジェクトの実施が必要である。さらに、他国の追従を封じて、日本発の材料である金属ガラスをさらに多様な工業製品に応用することで我が国産業の優位性を確保し続けることが急務である。</p> <p>・位置付け</p> <p>本事業は技術戦略マップ上で下記のように位置付けられる。</p> <p>① 次世代高密度磁気記録媒体</p> <p>部材分野：情報家電－記録部材－超高密度ハードディスク用磁気記録材料</p>	

ナノテク分野：ナノ加工－ナノインプリンター－HDD 基盤のパターン形成

／ストレージ－ハードディスクの高密度化

情報通信分野：ストレージ－磁性系ストレージ技術－パターン媒体

② 超微小モータ部材

部材分野：情報家電－素子・センサー部材－小型・高出力アクチュエータ部材

／ロボット用部材－超微細駆動制御用部材

③ 高強度・高導電性電気接点部材

部材分野：情報家電－実装部材－環境適応部材

(2) 研究開発目標の妥当性

【共通基盤技術】

① 次世代高密度磁気記録媒体

進展の著しい情報化社会において、情報ストレージは需要が益々増大するとともに高密度化しており、1平方インチ当たり1テラビットを超える次世代の高密度磁気記録媒体の開発・実用化が急がれている。現在は、ハードディスク等の磁気記録媒体を従来の面内記録方式から垂直記録方式へ転換することにより高記録密度化が図られている。しかし、垂直記録媒体として用いられているグラニューラー媒体は、粒子配列が不規則なため超高密度化には限界があり、さらに磁性粒子が隣接しているため、記録密度が1平方インチ当たり1テラビットを超えるようになると、熱揺らぎの影響により記録が不安定となる問題がある。

このため、1テラビットを超える次世代型の媒体技術としてパターンドメディアが注目されている。パターンドメディアは、人工的に規則正しく磁性粒子を並べたもので、超高密度化が可能であり、しかもそれぞれの磁性粒子が一定の距離を保って独立しているので、熱揺らぎの影響を受けにくいとされている。

現在検討されているパターンドメディアの作製法には、スパッタ膜のエッチング、ナノホール形成、イオン注入等の方法があるが、いずれも幾何学的パターン精度および製造コストの面で課題が多い。

本研究で用いる金属ガラスは、ガラス転移現象を示す非晶質金属であり、数百度に熱するとガラス固体が過冷却液体に遷移し、優れた粘性流動加工性を示す。このような状態の金属ガラスを被転写材として、別途開発する超微細パターンの金型により、直接ナノインプリントすることで極めて高密度かつ高精度のナノパターンを効率よく作製することができる。さらに、このナノパターンに対し、金属ガラス相の一部結晶化やスパッタリング等による複合化で硬磁気特性を付与することにより1テラビットを超える高密度磁気記録媒体を高精度かつ低コストで作製できる可能性がある。

本研究では、上記の複合化金属ガラスを創製し、ナノパターンにおけるドット径を9nm、ドット間隔を18nm、また各磁性ドットの異方性磁界を15kOe以下、飽和磁化を500emu/cc程度とする高密度磁気記録媒体を試作し、記録密度が1平方インチ当たり2テラビットのパターンドメディアの実現を可能とする基盤技術を開発する。

② 超微小モータ部材

金属ガラスは高強度かつ耐摩耗性に優れ、さらに、結晶粒界に伴う凹凸がないため表

面が極めて滑らかである。また凝固過程での結晶化に伴う体積収縮がないため、精密射出成形等により極めて高精度なネットシェイプ成形も可能である。これまでの金属ガラスの実用化研究においては、上述の特徴を活かして超精密ギヤの開発が進められており、現在までに直径 1.5mm の世界最小ギヤードモータが試作され、内視鏡やカテーテル等の医療用機器を中心に製品適用が進められている。

一方、高度化の著しいマイクロ機器の分野では、直径 1.5mm を下回るさらに微小なモータが求められている。例えば、自動マイクロマニピュレーションシステムにおいては、細胞加工処理やDNA操作等に用いられる装置の駆動源として、また、先端医療機器においては、末梢血管に挿入可能な極めて細径のロータブレータや血管内軸流ポンプを実現するための駆動源として、超微小モータの開発ならびに実用化への期待が大きい。

これらの超微小モータの開発には、現在開発中の直径 1.5mm のギヤードモータに用いられている精密ギヤの直径約 0.6mm をさらに 1/2 程度にした超々精密ギヤの開発が必要である。また、この超々精密ギヤの寸法精度は、従来では困難なレベルの厳しい値が要求される。現在の精密ギヤは、単相の金属ガラスを用い、高温の熔融状態から直接鋳型に注入する射出成形法で作製されている。しかしながら、本作製方法では温度差が大きいため熱収縮の影響が大きく出るので、超々精密ギヤの微小な寸法や厳格な寸法精度を達成することが困難である。

このため、本研究では金属ガラス相中に微細な結晶粒子を析出分散させることで、金属ガラスの均質な組織に起因する急激な局所的せん断すべり変形を阻止して塑性変形能を付与した複合化金属ガラスを創製する。

さらに、複合化金属ガラスの塑性変形能を利用した超精密プレスにより、ギヤの直径を現在世界最小である約 0.6mm の 1/2 である 0.3mm 以下とし、寸法精度が  $\pm 1\mu\text{m}$  以下の超々精密ギヤを実現するための基盤技術を開発する。

### ③ 高強度・高導電性電気接点部材

近年、パソコンや携帯電話をはじめとするエレクトロニクス機器の小型化、高性能化の進展が著しい。このため、これらの機器に多用されている各種コネクタに対する要求仕様は益々厳しくなっており、特に超小型化と一段の耐久性能向上におけるニーズに答えることが急務となっている。例えば携帯電話等に用いられているカードコネクタのピッチは、材料の強度から 0.2mm が限界となっているが、これを 0.1mm ピッチにすることができれば、コネクタの幅が半分になり、かつ厚みも大幅に減少させることができる。現在、これらのコネクタの電気接点部材は、主として銅-ベリリウム合金で造られている。銅-ベリリウム合金は、強度と導電性に優れた材料であるが、次世代型の超小型コネクタ用としては強度及び導電性がともに不十分とされている。

金属ガラスは、銅-ベリリウム合金を大きく上回る強度を持つとともに低ヤング率であることから弾性に富んでおり、コネクタ用接点部材として適用すれば現状製品を凌駕する小型化・高性能化が可能と考えられる。しかしながら、無秩序な原子配列が故に電気抵抗が通常の結晶性銅合金の約 2 倍と大きく、そのままでは電気接点部材としては適さない。

そこで、本研究では粉末圧延法等により金属ガラス相中に極微小な高導電性の粒子やフィラーを分散複合化させることで、引張強度が 1500MPa 以上、導電率が 60% IACS 以上と、いずれも銅-ベリリウム合金を凌駕する特性を持った新たな複合化金属ガラス合

金を創製し、さらに精密圧延でこれを薄板に成形して、コネクタピッチ 0.1mm 以下を実現する電気接点部材を開発する。

#### 【実用化研究】

##### ① 次世代高密度磁気記録媒体

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、記録密度が 1 平方インチ当り 2 テラビットの超高密度磁気記録媒体を開発する。

##### ② 超微小モータ部材

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、現状の世界最小ギヤードモータ用ギヤのさらに 1 / 2 の大きさの超々精密ギヤを使用し、モータ全体の体積を 1 / 3 以下にした、直径 0.9mm の超微小モータを開発する。

##### ③ 高強度・高導電性電気接点部材

共通基盤技術研究において開発された成果をもとに、コネクタピッチが現状の 1 / 2 となる 0.1mm 以下の微細ピッチカードコネクタを開発する。

#### (3) 研究開発マネジメント

公募を行い最適な研究開発体制を構築する。本プロジェクトにおいては、大学と基盤技術開発企業との産学連携研究体と、当該基盤技術のユーザーとをプロジェクト開始時より同時立ち上げの垂直連携の形で参加させ、開発目標と評価体制を明確にすることで共同開発の促進と実用化の加速を図る。

プロジェクト開始後 3 年目に中間評価を予定しており、その評価結果を踏まえて事業全体について見直しを行うことを想定している。

#### (4) 研究開発成果

##### 【共通基盤技術】

##### ① 次世代高密度磁気記録媒体

金属ガラスを、優れた粘性流動加工性を活かして被転写材として用い、収束イオンビームを用いた微細加工等により別途開発するナノパターンの金型にセットし、直接ナノインプリントすることで極めて高密度かつ高精度のナノパターンを作製する基盤技術が開発される。また、これを一部結晶化させることで金属ガラスに硬磁性を付与する、あるいはスパッタ法で硬磁性膜を付着させる等の方法で複合化することにより 1 平方インチ当り 2 テラビットの超高密度磁気記録媒体が実現可能な基盤技術が開発される。

##### ② 超微小モータ部材

金属ガラス相中に微細な結晶粒子を析出分散させることで塑性変形能を付与した複合化金属ガラスが創製される。さらに、これを用いた超精密プレスにより、直径が 0.3mm 以下で寸法精度が  $\pm 1 \mu\text{m}$  以下の超々精密ギヤを実現するための基盤技術が開発される。

##### ③ 高強度・高導電性電気接点部材

粉末圧延法等により、金属ガラスに極微小な高導電性の粒子やフィラーを分散複合化させ、引張強度 1500MPa 以上、導電率 60% IACS 以上の特性を有する複合化金属ガラス合金が創製される。さらに、これを用いてピッチ 0.1mm 以下のコネクタ用の薄板を精度良

く圧延する技術が開発される。

【実用化研究】

① 次世代高密度磁気記録媒体

記録密度が1平方インチ当り2テラビットの超高密度磁気記録媒体が開発される。

② 超微小モータ部材

現状の世界最小ギヤードモータの大きさをさらに下回る、直径0.9mmの超微小モータが開発される。

③ 高強度・高導電性電気接点部材

コネクタピッチが0.1mm以下となる微細ピッチカードコネクタが開発される。

(5) 実用化・事業化の見通し

① 次世代高密度磁気記録媒体

平成23年における年間の市場規模として、高密度磁気記録媒体で1.3兆円、大容量ストレージ全体では13兆円を見込む。

② 超微小モータ部材

平成26年における年間の市場規模として、モータ販売額13億円、装置等への市場波及効果110億円を見込む。

③ 高強度・高導電性電気接点部材

平成26年における年間の市場規模として、60億円を見込む。

(6) その他特記事項

5. 総合評価

NEDOの実施する事業として適切であると判断する。