

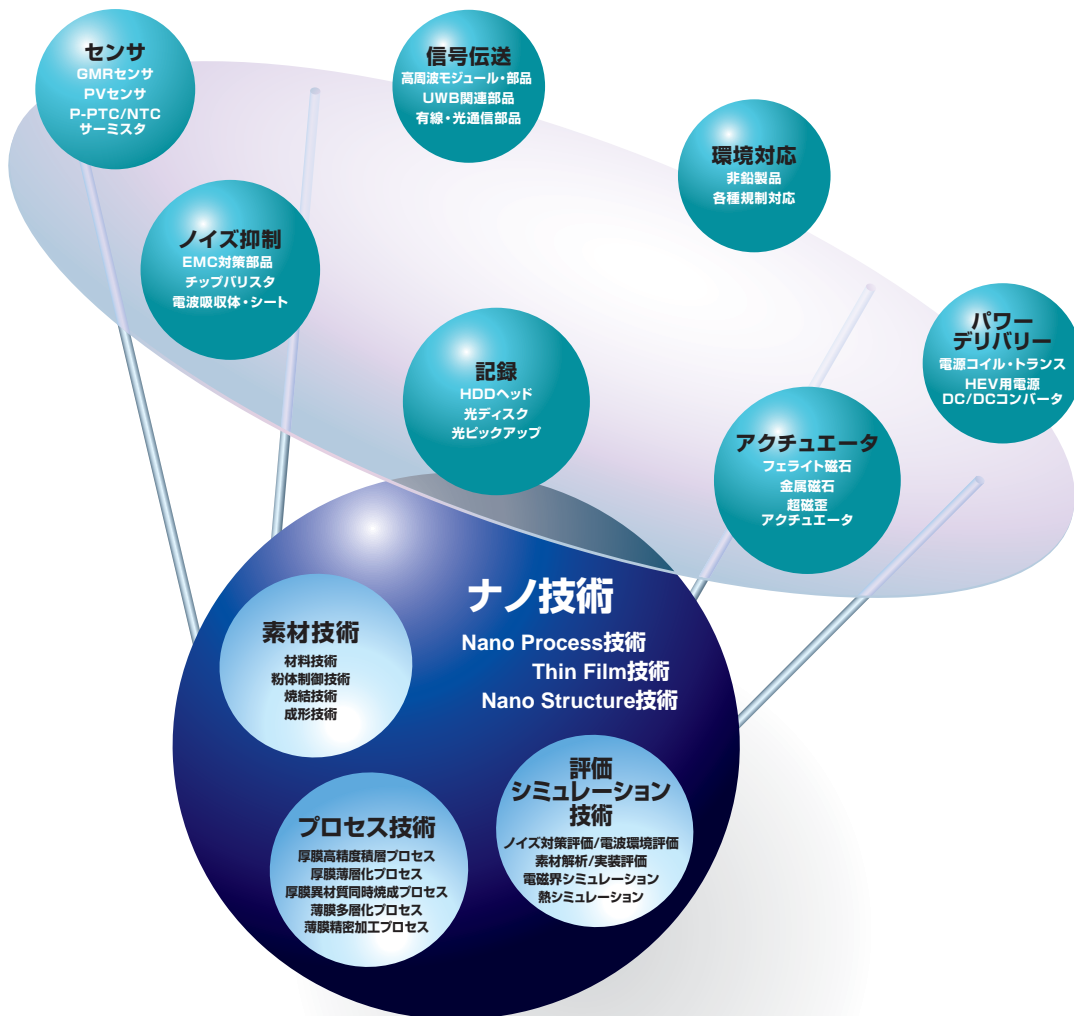
「コア技術とナノテクの融合」がTDKの成長を加速する

新たな技術パラダイムを創出するTDKのナノテク

現在、あらゆる分野のハイテクがナノテクノロジー(ナノテク)という技術思想・手法の洗礼を受け、新たなステージへと大きく跳躍しようとしています。

ナノテクという言葉が世界のメディアを席卷したのは2000年前後のことです。空洞化が進む製造業の再生を目指して、米国はいちはやく国家の戦略的研究分野として位置づけ、日本においてもIT、バイオテクノロジー、環境とともに、科学技術重要4分野の一つとして加えられました。

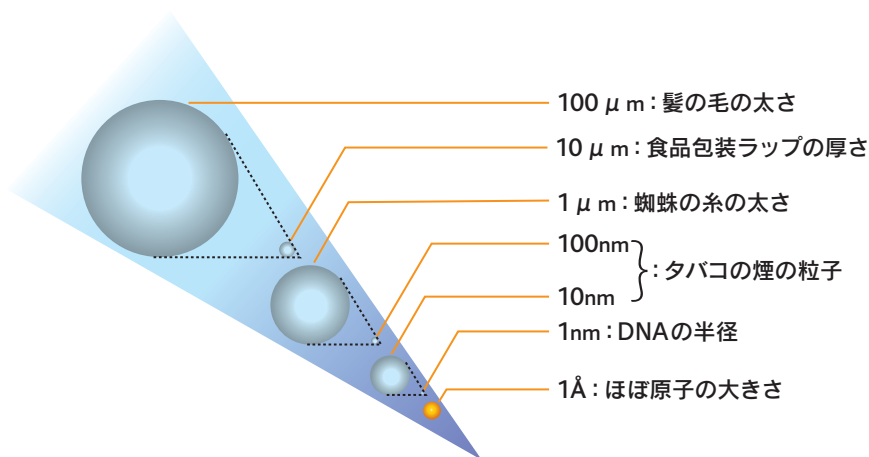
ナノテクは一過性の技術トレンドではなく、100年単位の長大なうねりをもって押し寄せている技術パラダイムです。20世紀において物理学と工学との境界にエレクトロニクスという新たな技術体系が構築されたように、ナノテクはこれまで細分化・専門化されて進歩を遂げてきた技術の垣根を取り払い、あらゆる分野を横断する壮大な技術パラダイムを構築しようとしています。原子・分子レベルの微視的な技術と、地球規模の環境問題やエネルギー問題といった巨視的な技術の双方をつなぎ得るのもナノテクです。ナノテクが産業革命以上のラジカル(根本的)な技術革命をもたらすといわれる理由もここにあります。



製造業にとっては市場ニーズを先取りした価値ある新製品・新技術の開発こそ成長のエンジンです。真のe-material solution providerを目指すTDKでは、『全社一丸となって、成長力を強化する』をスローガンに掲げ、組織的な体質改善とパワーアップを図っています。

しかしながら国際競争力のある高付加価値製品というのは、一朝一夕に誕生するものではありません。長年にわたり蓄積した『素材技術』、その基礎の上に築き上げた独自の『プロセス技術』および『評価シミュレーション技術』という3つのコアテクノロジーを持つのがTDKの大きな強みです。

ナノテクは既存技術に新たな視座と自由な発想を提供する創造力の源泉であり、新たなブレークスルーへのスプリングボードです。TDKではかぎりない可能性を秘めるナノテクのポテンシャルによって蓄積したコアテクノロジーをさらに拡充するとともに、夢にあふれた“次世代技術と製品”の開発に努めています。



強いものをより強く——TDKナノテクの最新成果

当社では蓄積したコアテクノロジーをナノテクで深化させ、軸足を本業に置きつつ、強いものをより強くすることを目標に掲げています。他社の追随を許さない技術分野にさらなるシナジーをもたらし、新時代に向けたイノベーションを達成するのが当社のナノテクです。その最新成果の一部をご紹介します。

□ 夢の垂直記録方式を製品化したTDKのHDD用ヘッド

HDD/DVDレコーダーやデジタルオーディオ、カーナビゲーションなど、パソコン以外のデジタル家電にも用途を拡大しているHDD(ハードディスクドライブ)は、様々なナノテクが投入されている最先端の技術分野です。記録容量の増大とともにHDDの小型化も急速に進行し、これからは携帯電話などのモバイル機器への搭載も活発化すると予測されています。

HDD用磁気ヘッドの製造において、TDKは世界市場30%のシェアを占めるリーディングカンパニーです。バルクヘッドに代わる薄膜磁気ヘッドの開発、磁気抵抗効果を利用したMRヘッドの開発、より高感度なGMRヘッドの開発やTMRヘッドの開発など、常にHDD用磁気ヘッドの先端領域を切り拓いてきました。

当社の先進ナノテクはHDD用ヘッド技術において、今また新たなブレイクスルーをもたらしました。従来の長手記録方式の限界を超える業界待望のPMR(垂直磁気記録)ヘッドです。

垂直磁気記録方式は1970年代に理論的に提案されながら、技術的なハードルの高さから、これまで世界のどのメーカーも実用化できなかった高密度磁気記録方式です。超微細なモノポール(単磁極)を多層薄膜の中に形成する高度な薄膜プロセス技術のみならず、モノポールの微細化に伴って発生する数々の難題の解決が迫られるからです。特に難しいのはモノポール先端部の残留磁化によって記録情報が消去されてしまうポール・イレージャという問題です。

当社では蓄積したナノ薄膜積層技術、ナノ加工技術などを結集して、山積する技術課題を一つ一つクリア、ヘッドポールの形状や材料、シールド構造などに独自のアイデアを盛り込むことにより、このポール・イレージャの問題も解決し、優れたS/N比と高信頼性のPMRヘッド(記録用)の量産技術を世界に先駆けて確立しました。GMRヘッド(再生用)と組み合わせたGMR/PMRヘッドは2004年に133Gbps(Giga bit per square inch)という面記録密度を達成し、すでにHDDでの信頼性確認もクリア。さらに新世代のTMRヘッド(再生用)と組み合わせたTMR/PMRヘッドでは150Gbps超という面記録密度も達成しました。

HDDの小型化と高記録密度化を大きく推進するPMRヘッドによって、これからは携帯電話でビデオ鑑賞することも可能になり、モバイルAVライフは大きく変わると予測されています。TDKでは来たるべきテラビット(1Tbps=1,000Gbps)時代を射程に入れ、磁気記録のイノベーションとなる画期的な新技術へのチャレンジも果敢に進めています。

Gbps(Giga bit per square inch):1平方インチ当たりの面記録容量です。

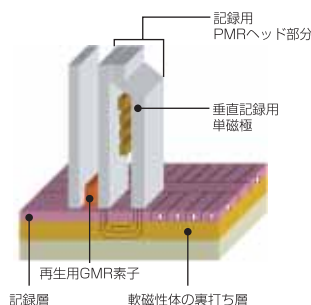
GMR(Giant Magnetoresistive)ヘッド:現在、HDDに使用されるもっとも一般的な磁気ヘッドです。

TMR(Tunneling Magnetoresistive)ヘッド:GMRヘッドよりも高感度かつ高分解能の再生用ヘッドです。

PMR(Perpendicular Magnetic Recording):記録層の厚み方向に垂直磁化する方で、現行の長手記録方式と比べて大幅な高記録密度が期待できます。

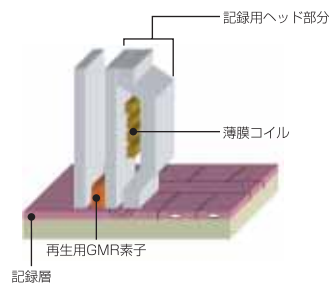
垂直磁気記録方式(PMR)と長手磁気記録方式(LMR)

垂直磁気記録方式(PMR)



単磁極から出た磁界は、軟磁性体の裏打ち層を通してU字形の磁路を描くので、その記録層を貫通する磁界を利用して垂直磁気記録が可能になる。

長手磁気記録方式(LMR)



長手磁気記録方式は、記録ヘッドのギャップからの漏れ磁界を利用する。磁界は記録層の内部を円弧状に貫くので、記録面に平行な長手磁気記録となる。

□ テラビット時代を切り拓く業界待望のディスクリートトラック型メディア

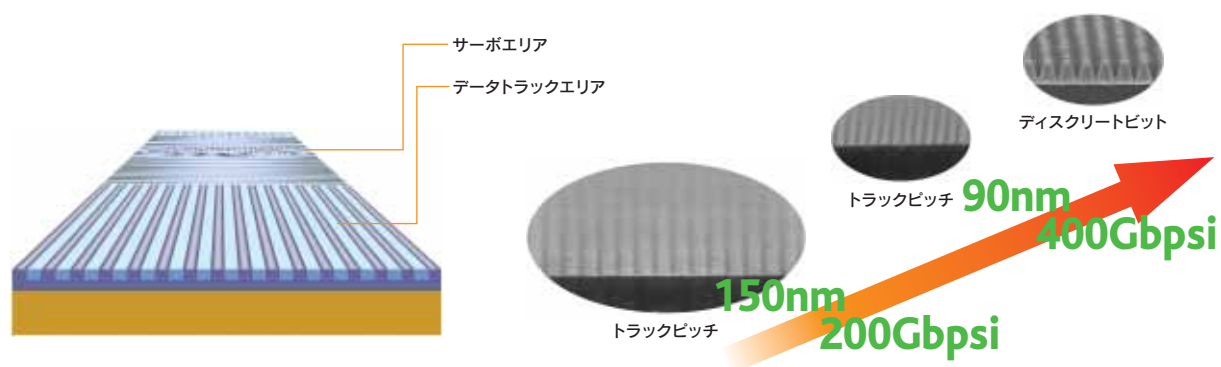
半導体産業においては、年率50%の割合で高集積化が進むという“ムーアの法則”と呼ばれる経験則が知られています。HDDは1990年代半ば以降、年率100%というムーアの法則を上回る高記録密度化を続けてきました。

しかし、トラック幅が狭くなるにつれ隣接トラックからの磁氣的干渉が大きくなり、また磁気膜の結晶の微細化に伴う“熱ゆらぎ”^{*}という問題も発生します。この限界を根本的にブレイクスルーするのがディスクリートトラック型メディアです。磁性膜に微細な溝を形成することで記録トラックを物理的に分離し、隣接トラックからの磁氣的干渉を低減することで、面記録密度の飛躍的向上が可能になります。

当社では磁気ヘッド開発と併行して磁気記録メディアの研究にも努めており、ディスクリートトラック型メディアはその一つの回答を示したものです。ナノメートル(nm)オーダーで制御するEB(電子線)リソグラフィ、精密ドライエッチング加工、独自の表面平坦化技術などの先進ナノテクを投入して実現。トラックピッチ90nmという超微細加工により、200Gbps超の面記録密度を可能にする新世代の磁気記録メディアです。

市場を先取りした新製品の開発こそ成長力の源泉。当社では圧倒的優位性を誇る磁気ヘッド技術の深化とともに、さらなる高記録密度化を可能にするディスクリートビット型メディアやスピントロニクス応用といった未踏領域の研究にも積極的に取り組んでいます。

^{*}熱ゆらぎ：磁性層に形成された微小磁石が、室温程度の熱でも影響を受けてしまい磁化の方向を変えてしまうこと。これによりHDDのデータエラーを引き起こす。



ディスクリートトラック型メディアのイメージ図。
トラックピッチはわずか90nm。

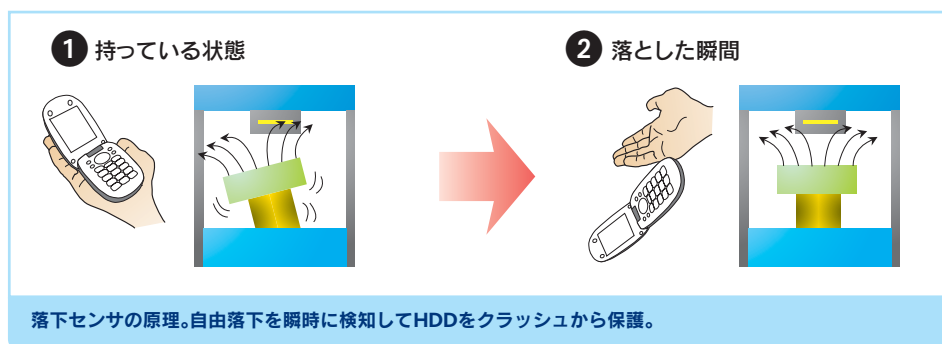
ディスクリートトラック型メディアに続くディスクリートビット型メディアでは面記録密度400Gbpsも可能。

□ 磁気ヘッド技術を応用した高感度センサ——GMRセンサ／落下センサ

GMRセンサは当社の薄膜技術とナノプロセス技術の粋ともいえるGMRヘッド技術を応用した新開発の磁気センサです。小型かつ超高感度のため、回転センサ、角度センサばかりでなく、自動車やロボットなどにおけるカレントセンサ、血液中の抗体を検知するバイオセンサとしての応用も研究されています。

多数のGMR素子を基板上に並べたマルチGMRチップも可能。航空機の機体、原子力施設や化学プラントなどの金属欠陥を発見する非破壊表面検査用ラインセンサとしても応用でき、かぎらない活躍の場が考えられる新タイプの高感度磁気センサとして注目されています。

HDDの小型化によりモバイル機器へのHDD搭載は急速に進行しています。当社が開発した落下センサはGMRセンサの先駆的な応用例で、GMR素子と微小な磁石を組み合わせたユニークな小型センサです。携帯電話などをうっかり手から離れたときなどの自由落下を瞬時に検知、落下による衝撃を受ける前に磁気ヘッドを自動的に退避させてHDDをクラッシュから防ぎます。TDKの落下センサは3軸(X-Y-Z)全方位で自由落下を瞬時に検知できるうえ、超小型低背タイプなのでHDD内部に直接搭載も可能です。



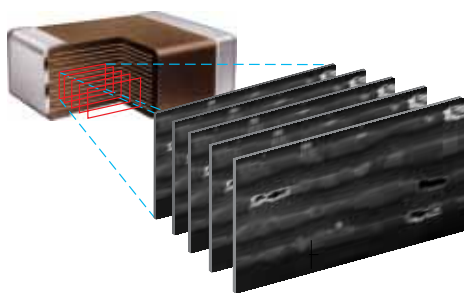
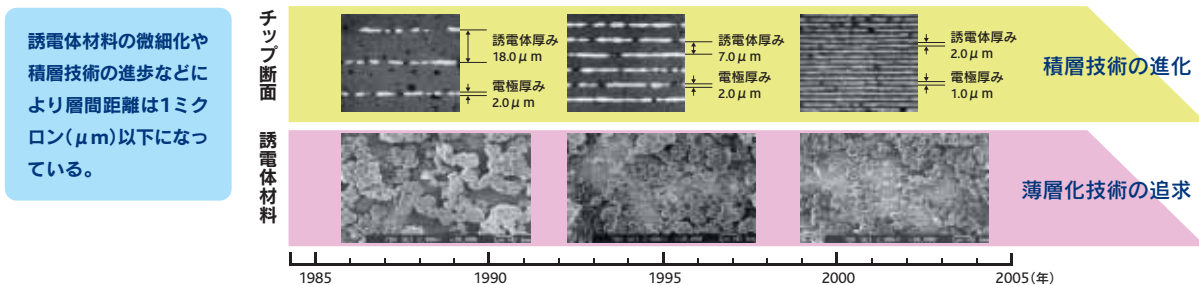
□ ナノ材料による小型化・大容量化——積層セラミックチップコンデンサ

積層セラミックチップコンデンサは小型化が進むモバイル機器に不可欠な受動部品。蓄積したファイン積層テクノロジーにナノ材料技術を導入、誘電体シートと内部電極のさらなる薄層化を追求して当社が実現したのが3216サイズ100 μ Fの大容量積層セラミックチップコンデンサです。

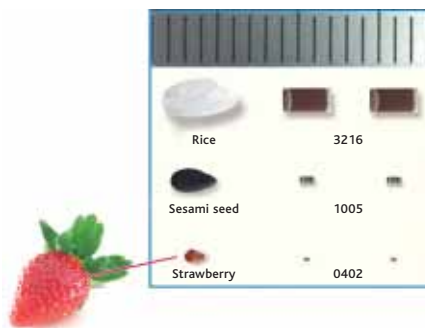
TDKでは新開発の高精度スクリーン技術、プレス変形をなくす画期的な段差解消技術、1ミクロン(μ m)の極薄誘電体シートを破損なしに剥離するシート軽剥離技術などの新技術を投入、2012サイズでの100 μ F積層セラミックチップコンデンサの製造技術もほぼ手中にしています。

積層セラミックチップコンデンサの層間距離が1ミクロン以下になると、誘電材料であるチタン酸バリウムの粒径は100ナノメートル(nm)以下にもなり、きわめて高度な粉体技術が求められます。当社ではさらなる薄層化を可能にするチタン酸バリウム-ナノ粒子を開発。また、高品質ナノNi合金の高分散スラリー化技術、乾式電極転写プロセスという新工法の導入などにより、0402サイズから0201サイズ、さらには01005サイズという極小化技術、また積層数1,000層という未踏領域にも挑戦して、アルミ電解コンデンサの領域に迫る大容量化も図っています。

当社の誇るファイン積層テクノロジーは先進ナノテクの導入により、今また新たな進化を遂げようとしています。



2次元観察画像を元に3次元画像を合成。



積層セラミックチップコンデンサの小型化はここまで進行。0402サイズよりもさらに小さい0201サイズや01005サイズの製造技術も開発中。

以上ご紹介したのは、TDKの先進ナノテクの香りをたたえる新製品・新技術の一部です。TDKのナノテクは近未来の技術などではなく、すでに多くの電子部品・デバイスに導入して製品化しています。TDKの強みであるコアテクノロジー『素材技術』『プロセス技術』『評価シミュレーション技術』の進化を促進させている主要な牽引力もまたナノテクです。

ナノテクは無数の可能性を秘めた技術ワールド、多様なアプリケーションの源泉です。TDKでは蓄積したナノテクをさらに極め、新たな技術パラダイムの創造を目指して、たゆまぬ研究開発を進めてまいります。