

磁性材料学研究部門 / Magnetic Materials (関研究室 / Prof. T. Seki)

スピントロニクスとは？ - 巨大磁気抵抗効果とトンネル磁気抵抗効果 -

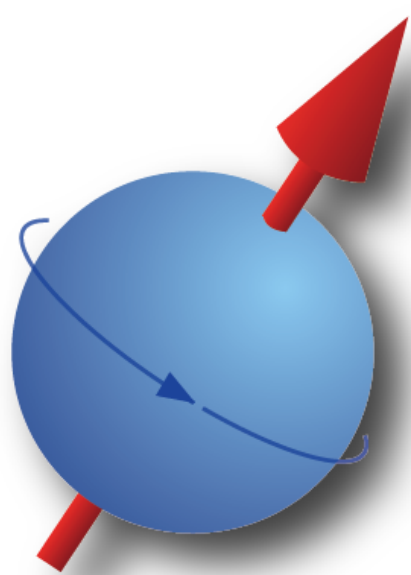
What is Spintronics? - Giant Magnetoresistance and Tunnel Magnetoresistance -

半導体をベースとしたエレクトロニクスでは、電荷の流れや蓄積を効率的に制御することで、電子機器の性能を向上させています。一方で、磁気記録の分野では、磁性体のスピン(角運動量)に着目し、磁性体の向き(磁化方向)で情報を記録しています。スピントロニクスとは、電子の持つ「電荷」と「スピン」という二つの性質に着目することで、従来のエレクトロニクスの延長では実現が困難な機能性を生み出し、高性能・低消費電力かつ多機能な電子情報デバイスを実現する工学分野のことです。

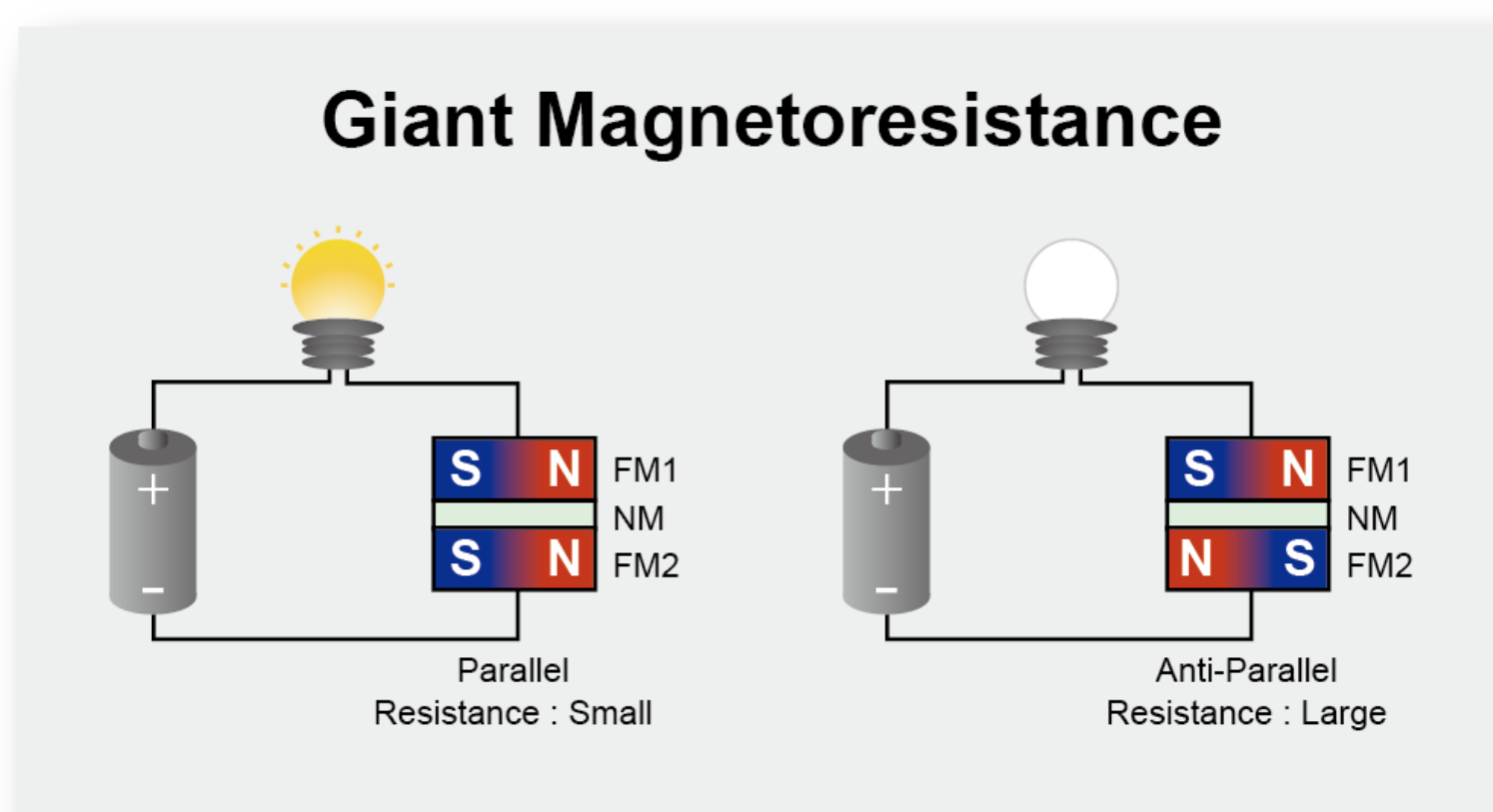
スピントロニクスを代表する現象に、巨大磁気抵抗効果(Giant Magnetoresistance: GMR)があります。これは、2つの強磁性層(FM1, FM2)で非磁性層(NM)をサンドイッチした構造に電流を流すと、磁化の配列が平行と反平行で抵抗が変化する効果です。FM1層でスピン偏極された伝導電子(スピン流)が、FM2層の磁化と相互作用するスピン依存伝導を起源としています。GMR構造におけるNM層を絶縁層に置き換えることで、トンネル磁気抵抗効果(Tunnel Magnetoresistance: TMR)が発現します。TMRはGMRよりも大きな磁気抵抗(MR)変化が得られるため、ハードディスクドライブの高感度な磁気ヘッドへと応用されています。

“Spintronics”, which simultaneously utilizes the charge and the spin of electrons, provides us with various devices with high performance, low power consumption, and multi-functionality, which will overcome essential issues the conventional semiconductor-based electronics is facing.

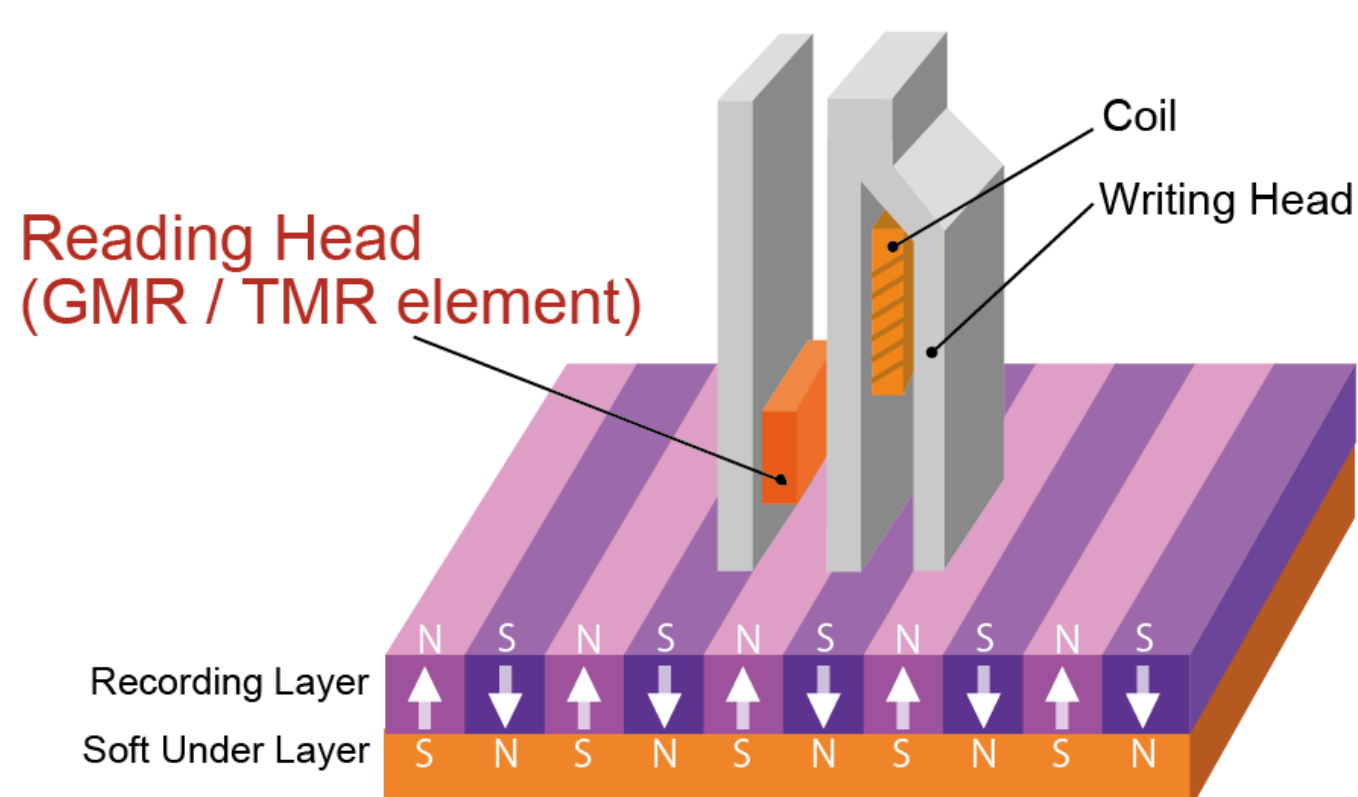
A representative phenomenon of spintronics is “Giant Magnetoresistance (GMR)” effect, where the resistance of metallic multilayer consisting of ferromagnet (FM) / nonmagnet (NM) / ferromagnet (FM) is varied depending on the magnetization alignment of two FM layers, *i.e.* parallel or antiparallel. This phenomenon originates from the spin-dependence transport, where the electrons spin-polarized in one FM interacts with the magnetization in the other FM. When the NM layer is replaced with a thin insulative layer, “Tunnel Magnetoresistance (TMR)” effect is observed. TMR shows a larger magnetoresistance (MR) ratio than that of GMR, and it is now used for a read head of hard disk drive.



Electron = Charge + Spin



Hard Disk Drive



Magnetic (Spin-) Random Access Memory

