

今回の発表

電気学会論文誌A 129巻 5号

2009年 5月 1日発行

縦磁界効果がforce-freeトルクによる磁束の回転運動に基づく電磁現象であることを総合的に説明することによって、理論的に導いたforce-freeトルクの実在を明らかにした

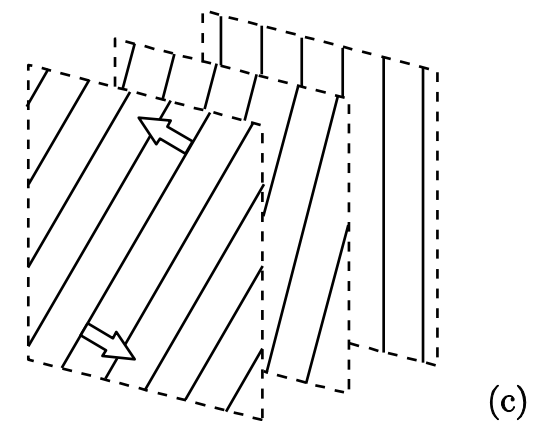
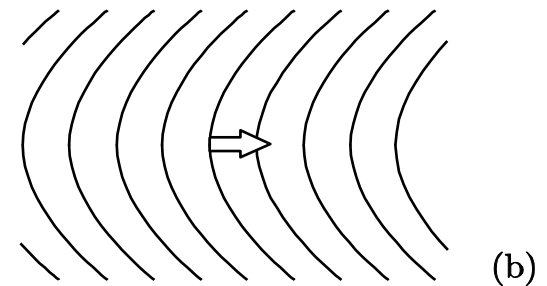
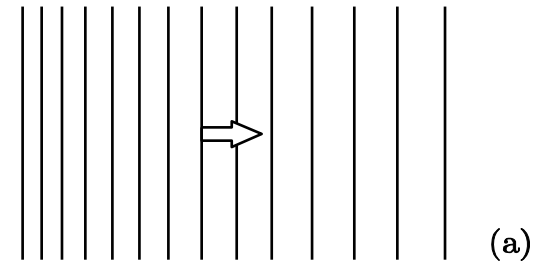
発見したトルクとそのイメージ

これまでに知られた磁気力は電流によるローレンツ力（磁極間の力も含む）だけであるが、今回、これまでに知られていない磁気一般化力⁽¹⁾であるforce-freeトルク⁽²⁾を発見した。

一般に、電流が流れると磁気構造は歪を有し、電流と磁束が互いに垂直な場合には図(a)(b)のように粗密、または曲げの歪となる。ローレンツ力は矢印のようにこれらの歪をなくすように働くと理解され、それぞれ磁気圧および線張力と呼ばれる。

一方、電流と磁束が平行な場合には図(c)のような回転剪断歪(force-free歪)が生じ、この歪をなくすようにforce-freeトルクが働くと予想される。このため、マクスウェルの電磁理論を用いて、この歪を与えたときのエネルギー上昇よりこのトルクを導出した⁽³⁾。

- (1) 一般化力: 力と(通常はそのモーメントである)トルクの総称
- (2) force-free: 力が働かないという意味。実際にローレンツ力は0となる。
- (3) 同様な手法でローレンツ力も導出できる



物理学的意義付け

◎ **Force-freeトルク**は「クーロンの法則」「ビオ・サバールの法則」「ローレンツ力(フレミングの左手の法則)」「ファラデーの法則」などと並ぶ電磁気学の基本法則の一つと見られ、**マクスウェル理論の完成(1864)以降も百数十年眠っていた最後の基本法則**。その意味で21世紀の最大級の発見。

◎ 通常の場合に見つかることはほとんどなく、観念論的に予言されたもの。そういった点からはアインシュタインの**相対性理論**と同様な立場

◎ したがって、その存在の証明は状況証拠となる間接的証明しかなく、超伝導体において電流と磁束が平行な場合に生じる様々な電磁現象である「**縦磁界効果**」の**総合的な説明**によって行われた

- ・ **臨界電流密度の決定機構**(トルクの釣合い)とピンニングの強さに対する依存性
- ・ **ジョセフソンの理論の問題点の指摘**
- ・ **磁束の回転運動解の発見**
- ・ 誘導電界についての**ジョセフソンの式** $E=B \times v$ (右手の法則)からの**外れ**(v は磁束の速度)
- ・ 抵抗状態において負の電界をもつ**表面電界構造**