

強 磁 場 の 発 生 と 物 性

講師 阪大理 伊 達 宗 行

1. 我々は今「しらけ時代」「感動のない時代」ににあわせている。物理学の歴史でこういう時代は多かったが、現代はとりわけ深刻である。それでは、こういう時代に何をすべきか。一つの方法は「超」と名のつく物理を開拓していくことである。技術的な困難にあえて挑戦し、新しい環境をつくる努力を惜しんではならない。その先に何か新しい物理がある保証がなくてもである。

2. 強磁場発生の歴史

カピッツァ…空心コイルの必要性、力学的熱的問題点を指摘、強磁場発生の先鞭をつける。

Wall …… キャパシターバンクによるパルス磁場

Bitter … Bitter コイルによる 250 KOe の静的磁場

Foner-Kolm… Be-Cu コイルにより 750 KOeに達する。

3. メガガウス磁場（磁場濃縮法）

爆薬、電磁力による磁場濃縮コイルの破壊は必至

4. 多重コイルによる超強磁場

物性研究の事を考えて、なんとか非破壊コイルで、メガガウス磁場を発生できないか、伊達グループは、その要求に答えて、多重層コイルにして、電磁力が各層に均等になる様に電流密度を配分すると、原理的にはいくらでも強い磁場を出せ、しかもコイルは破壊されないことを発見し、メガガウス磁場生成に成功した。

j 番目のコイルの電流密度 i_j , その作る磁場を h_j コイルの破壊磁場を H_0 とすると、各層における破壊ギリギリの条件は、

$$\begin{array}{l} h_1 \quad h_1 = H_0^2 \\ h_2 \quad (h_1 + h_2) = H_0^2 \\ h_n \quad (h_1 + \dots + h_n) = H_0^2 \end{array} \quad \left[\begin{array}{l} h_1 \text{ 以外はすべて} \\ H_0 \text{ より小さいから} \\ h_n \cdot n H_0 > H_0^2 \end{array} \right]$$

中心にできる磁場を H とすると、

中心にできる磁場を H とすると、

$$H = (h_1 + h_2 + \dots + h_n) > H_0 \sum_{j=1}^n \left(\frac{1}{j}\right) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \infty$$

1 メガガウス生成には、 $n \geq 3$

5. 強磁場下における物性

i) 分子の anisotropic diamagnetism

メガガウス磁場下では、分子の反磁性磁気モーメントは無視できなくなる。たとえば、ベンゼン分子は、1 MOe 磁場下で、 $10^{-2} \mu_B$ のモーメントをもち、有効異方性磁場が $10^6 O_e$ 程度になる。反磁性帯磁率に、 H 、 T 依存性があらわれてくる。

ii) 伝導電子系について

金属、半金属の性質が大きく変えられることが期待される。磁場が大きくなれば、サイクロトロン周波数 ω が大きくなり、 $\omega \tau > 1$ の条件が多くなって、 τ の小さいもののサイクロトロン共鳴も可能になる。

プラズマ周波数近傍の電磁波に対して、金属の透明度が、 H によって変化することが期待される。

その他、サブミリ波領域の ESR、強磁場下における相転移、不純物スピン状態等の話が予定されていたが、時間の都合で割愛された。

文責 阪大基礎工 奥田 雄一