

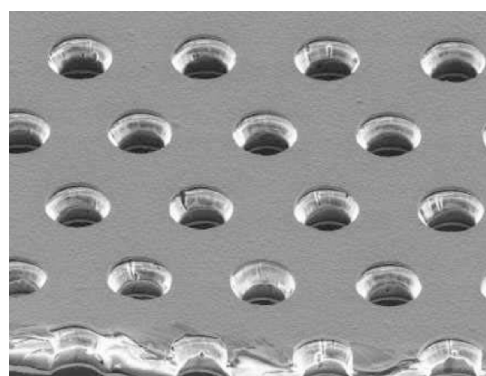
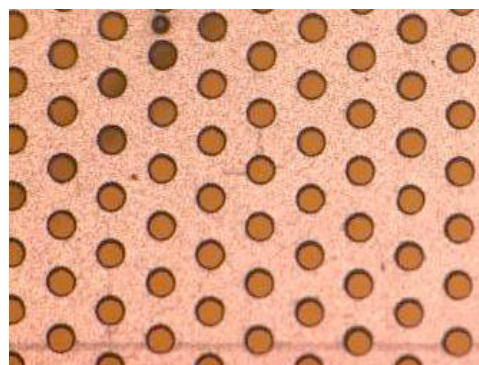
演習課題 3：最新鋭のガス型検出器で素粒子を見る

～GEM 検出器を使った放射線軌跡の測定～

最先端の素粒子・原子核実験の研究者は、よりよい放射線測定器の開発のために日夜工夫をこらしています。中でも、ガス型検出器は、大きな範囲の放射線軌跡を3次元で高精度に測定できることから、さまざまな開発が行われてきました。最近開発されたガス型検出器のひとつに Gas Electron Multiplier (GEM) というものがあります。

GEM の構造: 右の 2 枚の写真は標準的な GEM を拡大したものです。GEM は $5\ \mu\text{m}$ 厚の銅箔を両側にはりつけた $50\ \mu\text{m}$ の厚みをもつ絶縁シート(カプトン) から作ります。このシートに直径 $70\ \mu\text{m}$ 程度の穴を $140\ \mu\text{m}$ の間隔で規則的に開けてあります。

動作原理: 特別に調合された混合気体中にこの GEM シートを設置し、表と裏の銅の間に数 $100\ \text{V}$ の電圧を掛け、穴の表と裏の間に強い電場を発生させます。高速の荷電粒子がガス中を通り抜けると、 $1\ \text{mm}$ あたり 10 個程度の分子を電離してイオン-電子対を発生させます。こうして出来た電子は GEM の方へ走るよう、全体の電場が設定されています。引き寄せられた電子が GEM の穴付近を通り抜けるときに、電子は強い電場で加速されます。その電子がガス分子とぶつかると、その分子をイオン化して、さらに電子が発生します。この現象がたった $50\ \mu\text{m}$ 程度の高電場領域の中で繰り返され、電子の数は数 100 - 数 1000 倍に増えます。この機構を利用して、荷電粒子の通過を検出することが出来ます。

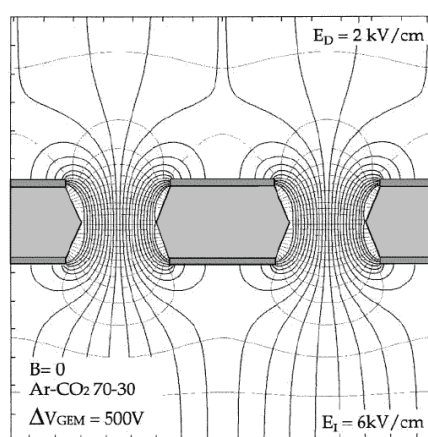


GEM の構造

本実習では、GEM を使った軌跡検出器の製作から始めて、ガス検出器の基礎を学びます。実験に使うのは実際の素粒子・原子核実験に使われている検出器と同型の検出器です。

実習項目

1. まずは GEM を貼るところと、読み出し部分の組み立て、トリガー回路の構築、収集したデータの視覚化などを体験してください。
2. 比較的簡単に、素粒子物理の最先端の実験装置の一端に触れてもらうことを目標とします。
3. 宇宙線や Laser を使って放射線の軌跡の 3 次元イメージを再構成します。
4. 余裕があれば GEM を応用した最新鋭 Time Projection Chamber を使って、簡単な 3 次元トラッキングを行います。



GEM 内の電気力線分布

(注) この項に用いた図は GEM の原理の発明者である F. Sauli が「2007 年春の物理学会」の報告で用いたスライドなどから引用しました。引用の責任はこのページの編集者にあります。