

μ -PIC (Micro Pixel Chamber)の 高性能化

京都大学 服部香里

谷森達、窪秀利、身内賢太郎、関谷洋之、
永吉勉、植野優、折戸玲子、岡田葉子、西村広展
ICRR 竹田敦

2005/3/26

日本物理学会年次大会



Contents

1. μ -PIC (Micro Pixel Chamber)
2. μ -TPC (μ -PICを用いた**Time Projection Chamber**)
3. μ -PICの開発
 μ -PIC + GEM (gas electron multiplier)
検出部の最適化
4. Summary

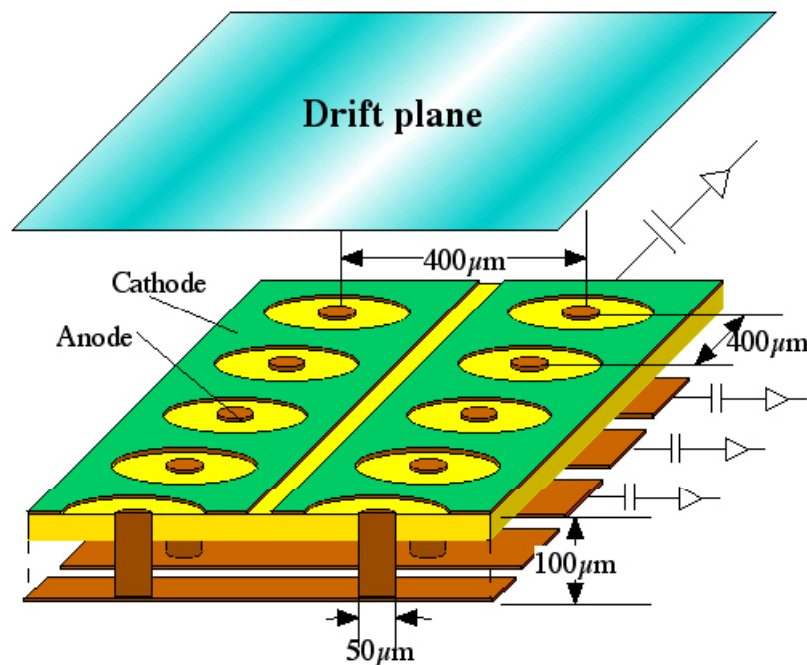
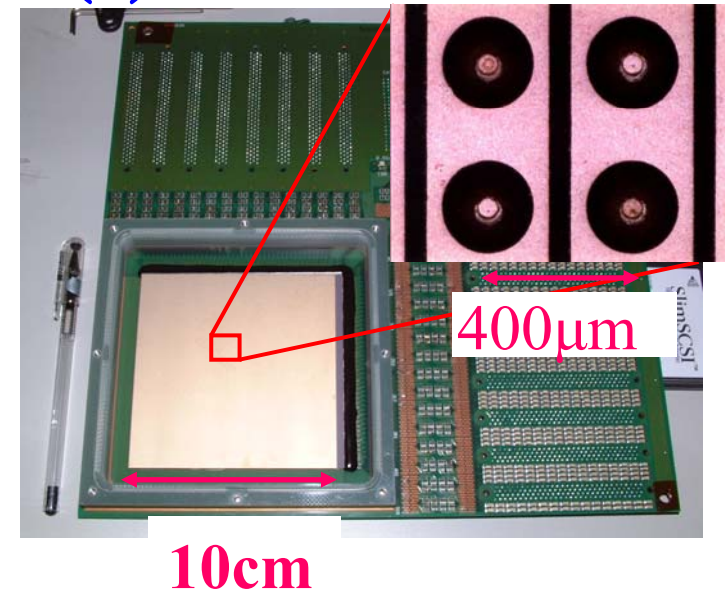
μ -PIC (Micro Pixel Chamber) の 構造と動作(I)

マイクロな比例計数管を並べたような構造

2次元読み出し

anode 256本 × cathode 256本
～65000ピクセル

μ -PIC単体でMax Gain ～ 15000



1000時間以上安定動作
(gas gain ～ 6000)

Energy Resolution
30% (FWHM) @ 5.9keV
(100cm²、全面照射)

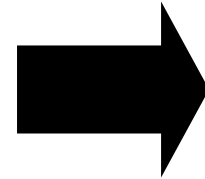
位置分解能 ～ 120μm

物理学学会年次大会



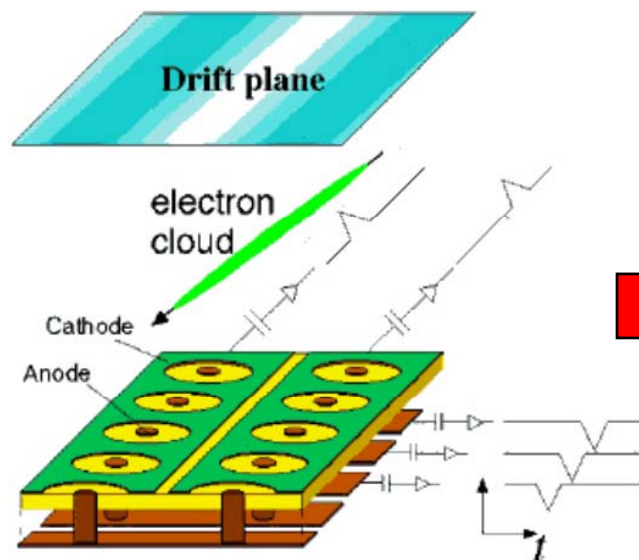
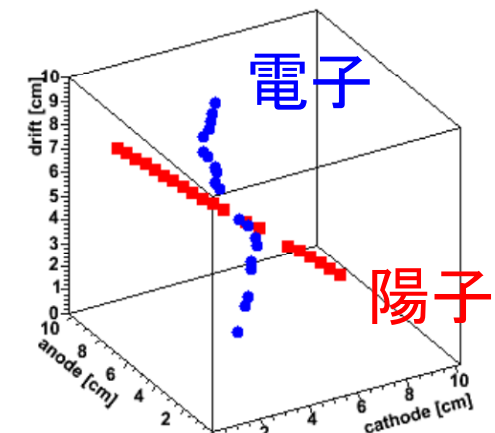
μ -TPC (μ -PICを用いたTime Projection Chamber) の構造と原理

◆荷電粒子
ガス中の電子を電離
◆電場
電子を検出器(μ -PIC)へ移動



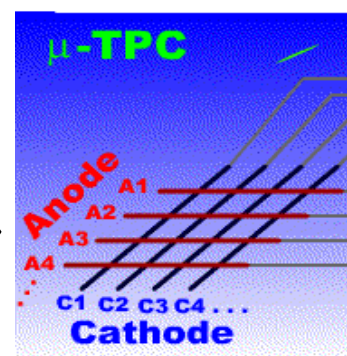
μ -PICへの到達時間
→ 荷電粒子の飛跡

応用 γ 線カメラ
暗黒物質探索実験



日本物理学会

Amplifier-Shaper
-Discriminator



ASD

Position
Encoder

Memory
Board



μ -PICの開発

10cm角 μ -PIC → ガス利得6000程度での安定動作
でも… μ -TPCで

minimum ionizing particle(MIP)のtrack検出

→ ガスゲインを2~4倍に

(現在、電極の放電により未達成)

そのためには…

- 補助ガス増幅器の使用(手っ取り早く)

gas electron multiplier(GEM)

- 電極構造等検出部の最適化(根本的な解決)

電極に有機チタンを塗布してanode-cathode間に抵抗を持たせる

anode-cathode間の絶縁物の除去

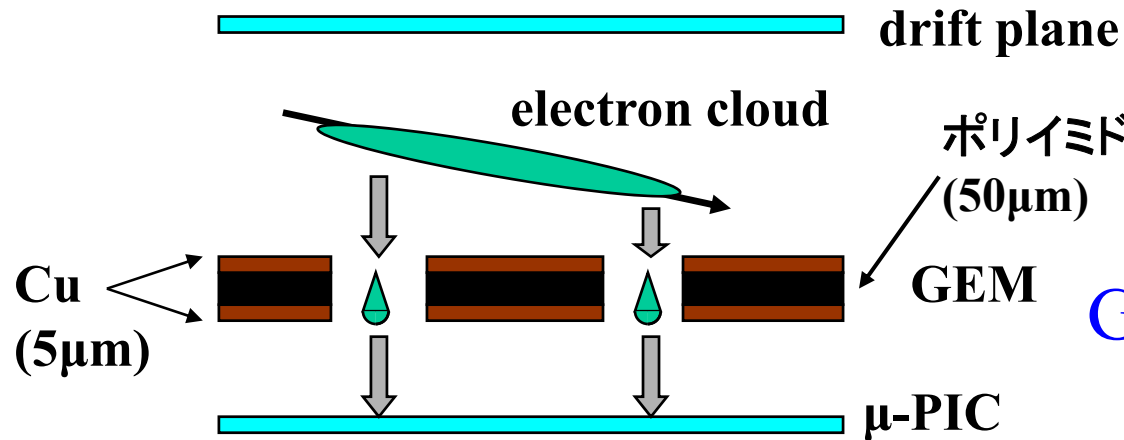
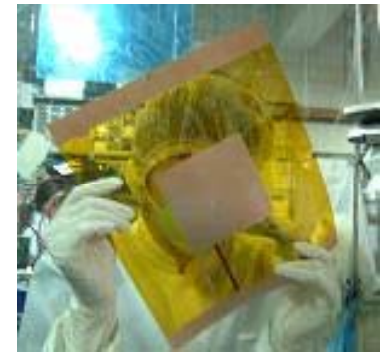
2005/3/26

日本物理学会年次大会



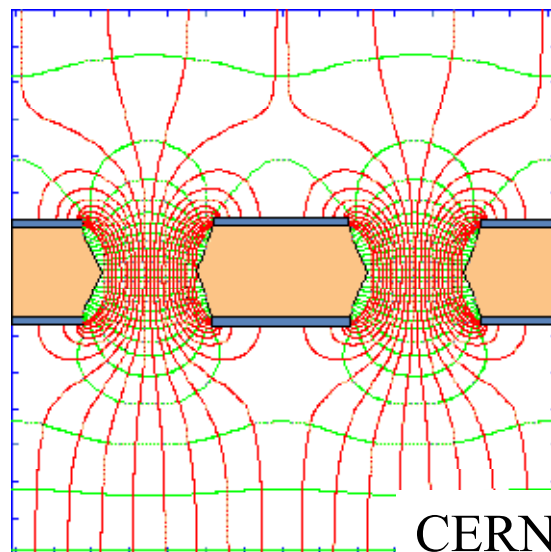
μ -PICの高性能化(i)

GEM (gas electron multiplier)+ μ -PIC



μ -PICの前増幅器
として使用

GEM → 穴の部分に強電場
発生
→ ガス増幅

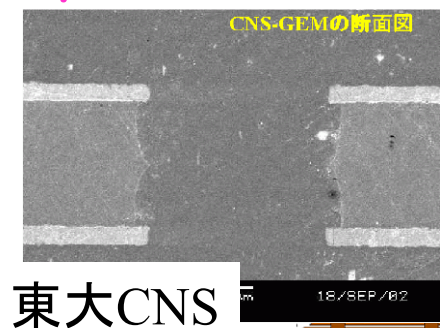
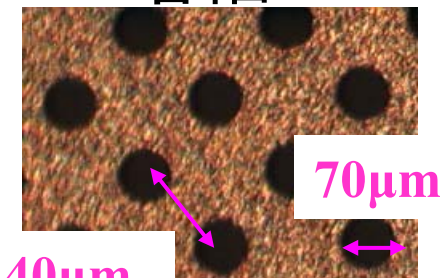


2005/3/26

東大CNS浜垣研の
マスクを拝借

剥上ミクロ製

プラズマエッチング

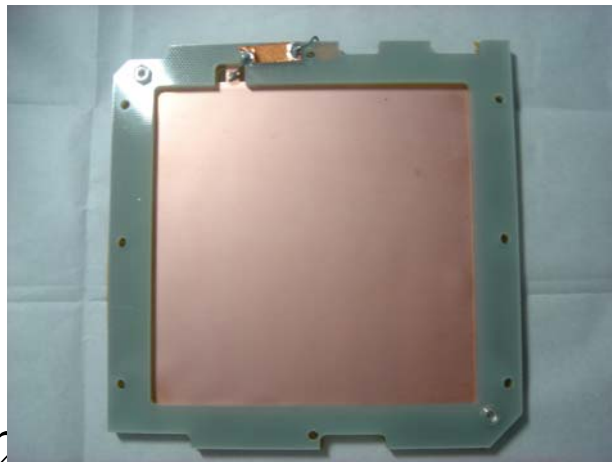
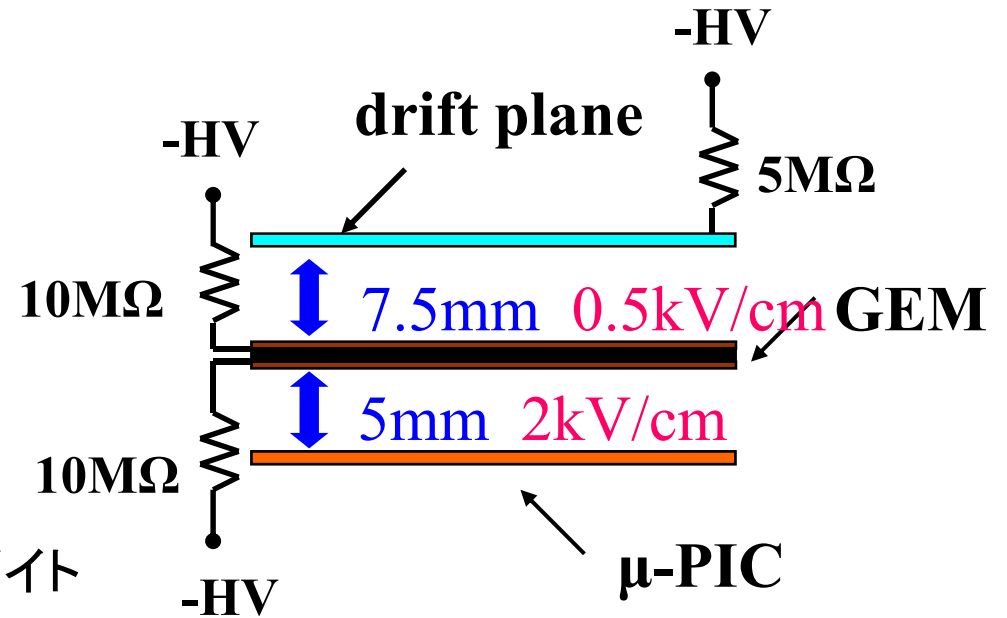
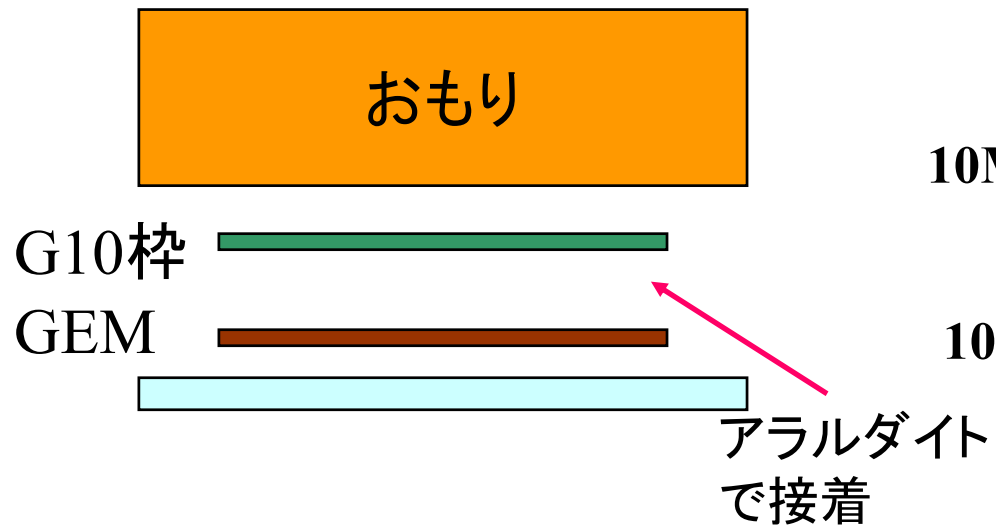


日本物理学会年次大会

東大CNS

Setup

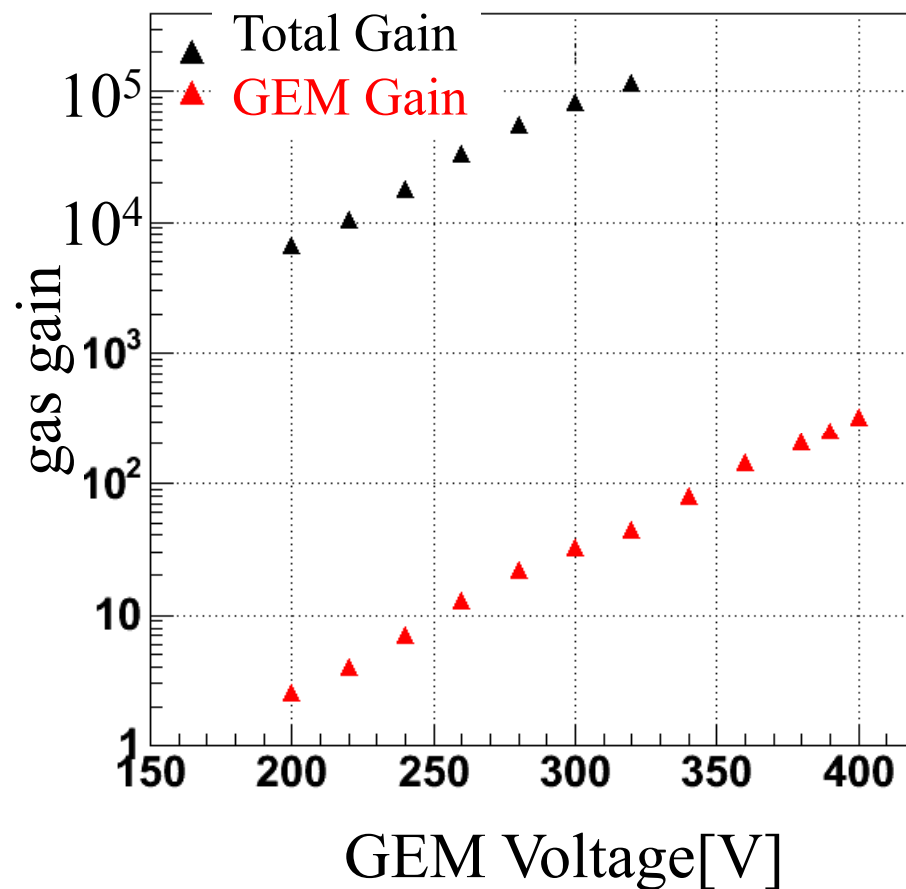
GEMのはりつけ



aging

乾燥窒素中で数時間かけて
電圧を $\sim 500V$ に

Results

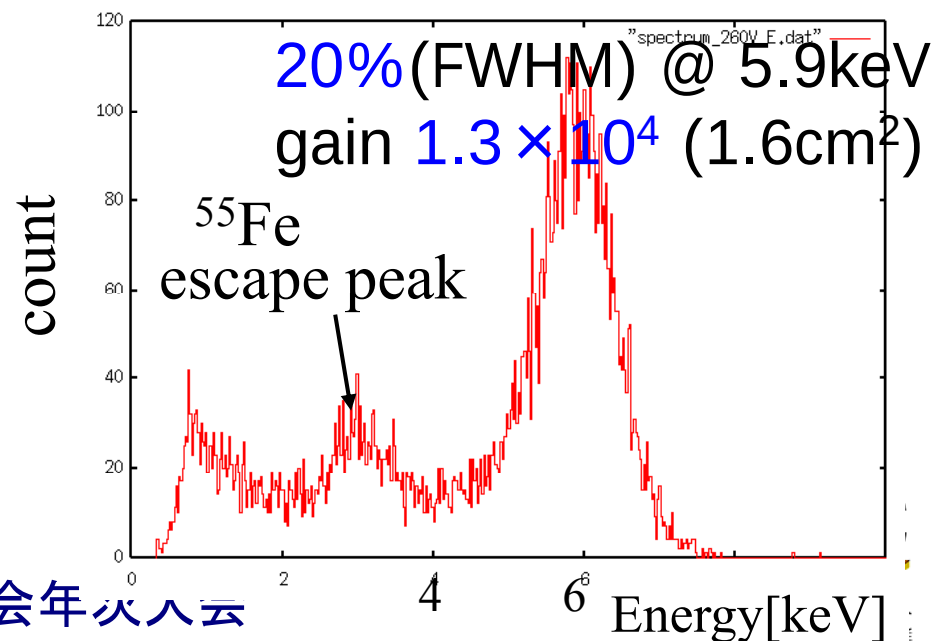
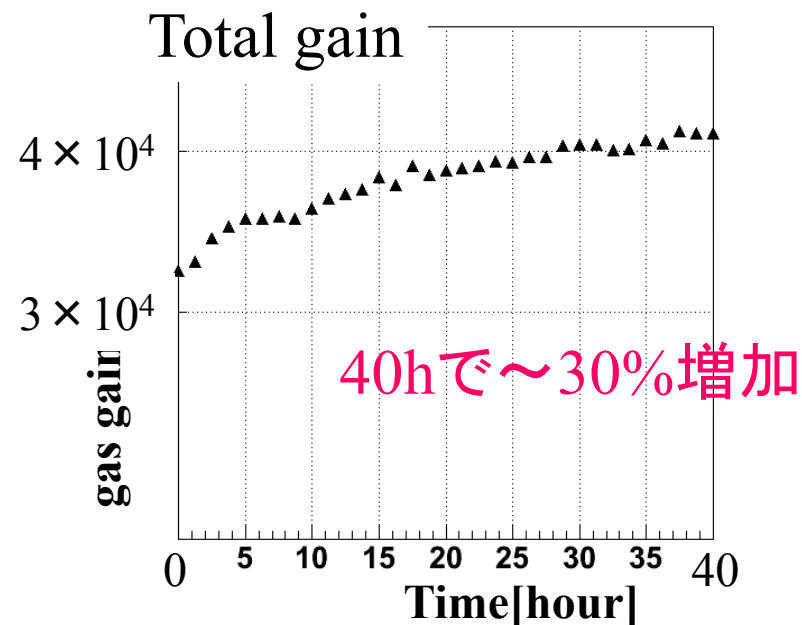


Total Max Gain $\sim 10^5$

GEM Max Gain ~ 300

GEMを用いればMIPの
Track検出可能！

gain安定性



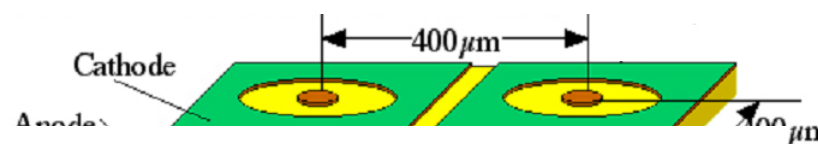
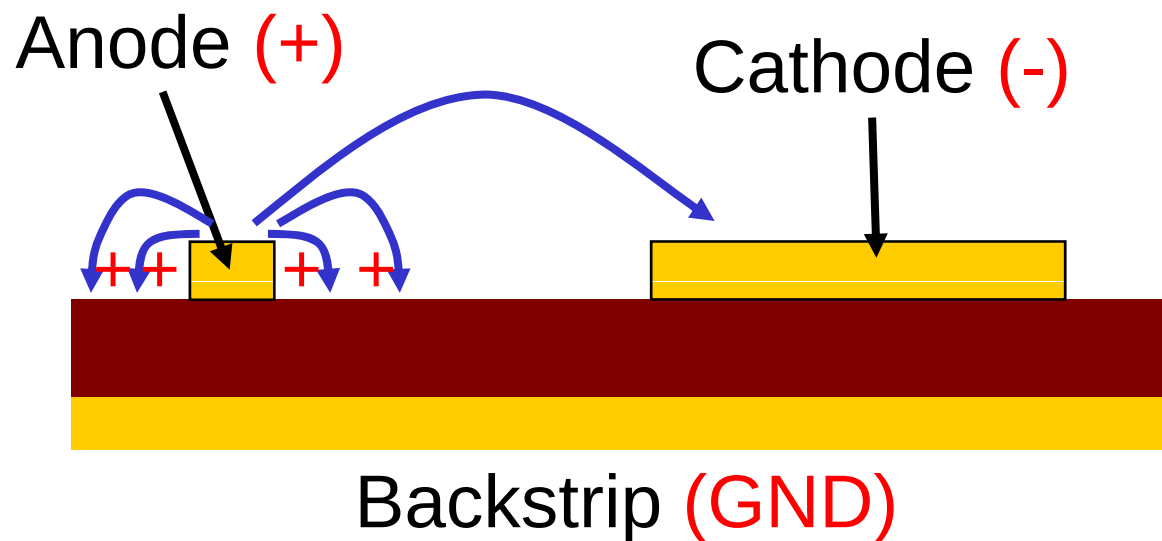
μ -PICの高性能化(2)

チタンコーティング μ -PIC

放電の原因の一つ...

Anode-Cathode間のポリイミドに電子が
たまる
チャージアップ？

MSGC



絶縁物にionが
降り積もる

→ gain低下

Anode-Cathode間に
抵抗を持たせる

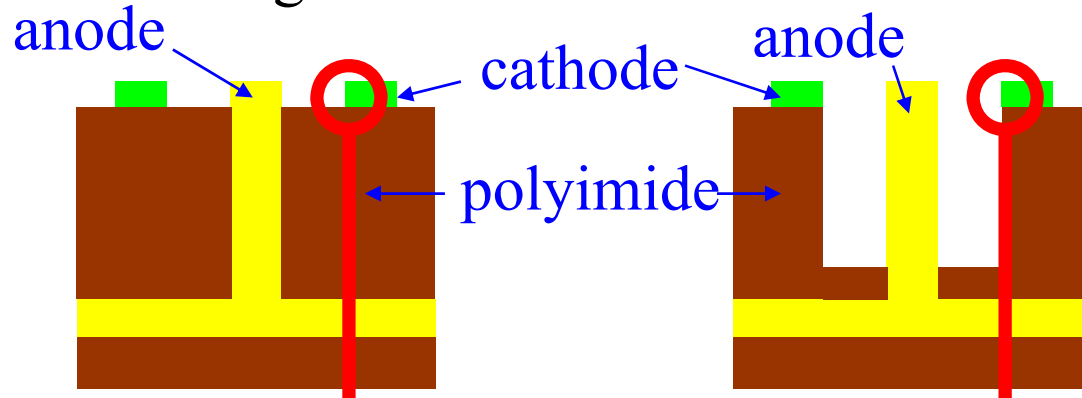
→ gain低下を防げた

μ -PICでも有効？

μ -PICの高性能化(3) ざぐり μ -PIC

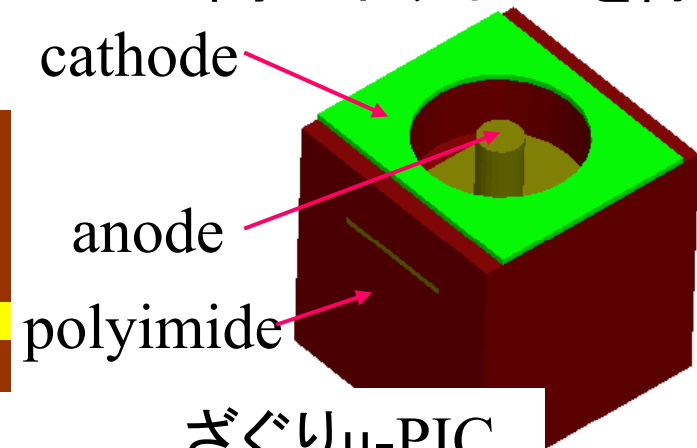
Cathode edgeに強電場発生 → 電子が飛び出す

Cathode edgeの電場を弱くする → Anode-cathode間のポリイミドを除去

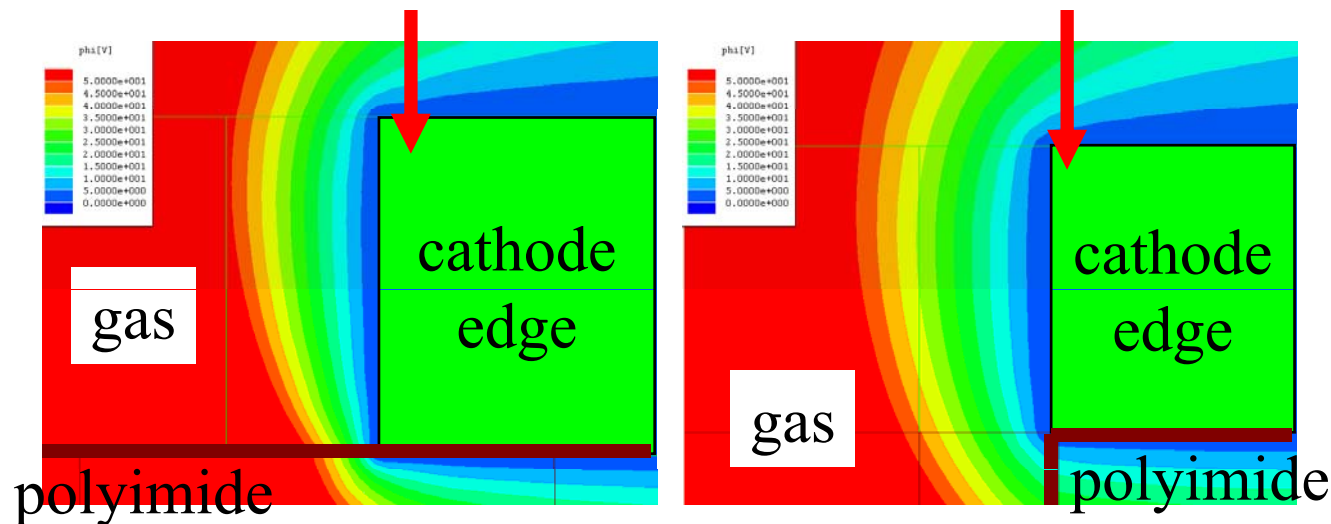


Normal μ -PIC

ざぐり μ -PIC



ざぐり μ -PIC



cathode edgeの
電場が弱くなる

放電への
耐性が向上するはず

Cathode edgeの等電位面の様子(Maxwell 3D)

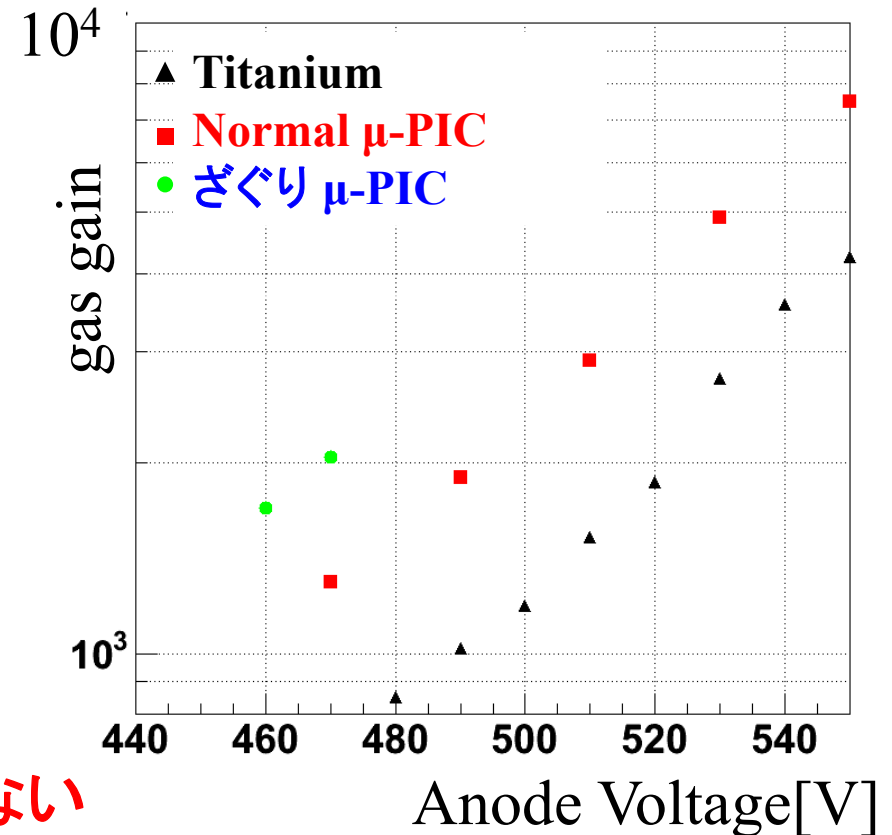
Results

チタンコーティング μ -PIC

- 放電に対する耐性は増加せず
 - gainの低下
 - μ -PICの電極間に抵抗を持たせる方法は有効ではない
- 放電の原因は電子によるAnode-Cathode間のcharging-upではない

ざぐり μ -PIC

- 一定の電圧に対してはgainは増加
- 放電に対する耐性の著しい低下
→ 技術的な問題？



さらなる改良が必要！

Summary & Future Work

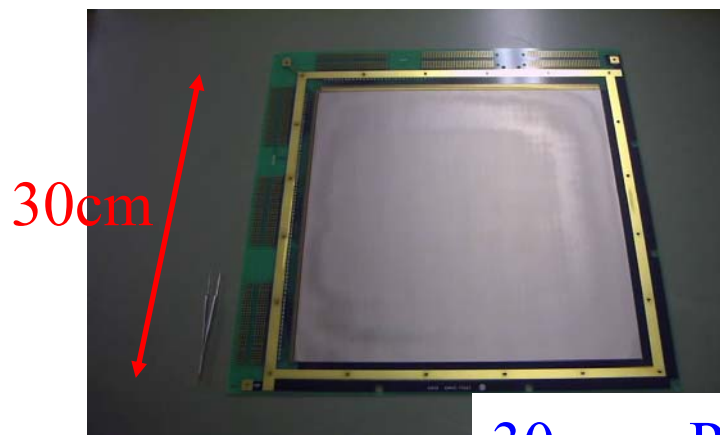
μ -PICの高性能化

→ GEMを前置増幅器として用いれば、
 μ -TPCでMIPのtrack検出可能

→ μ -PICの電極構造の最適化

検出部の大面積化

→ 10cm角 μ -PICから**30cm**角へ(次の高田発表)
30cm角GEM(漉上ミクロ製)を製作



2005/3/26

30cm μ -PIC



30cmGEM



今回の実験で用いたGEM

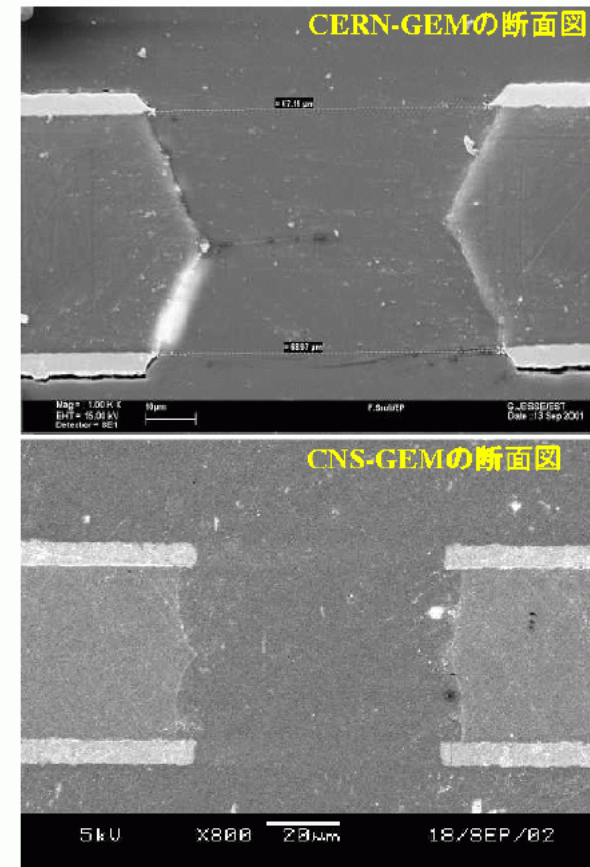
CNS浜垣研のマスクを拝借
洩上ミクロ製
プラズマエッチング

CERN製と穴の形状が
異なる

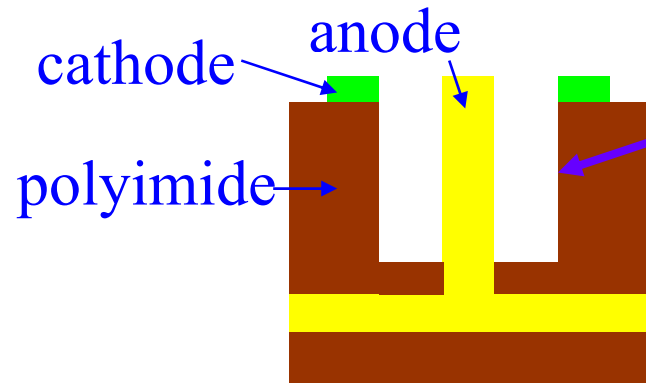


2005/3/26 CNS-GEM

日本物理学会年次大会

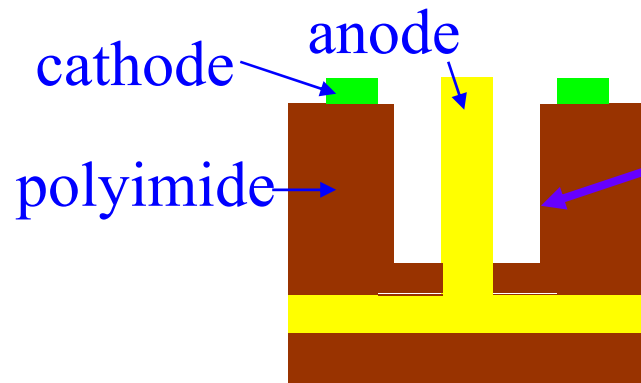


電極構造の最適化今後の方針



レーザーでポリイミドを除去
表面に炭素が残って
放電する？

→ 表面状態を改善



ポリイミドを残して
Cathode edgeからの
放電を防ぐ

• DAQ system

