





Vastag-GEM alapú mikrostruktúrás fotondetektorok





Hamar Gergő a REGARD Csoport nevében



(Wigner **R**MI and **E**LTE Collaboration on **Ga**seous Detector **R**esearch and **D**evelopment)



- Gáztöltésű fotondetektorok, mikrostruktúrás detektorok
- VHMPID
- A TCPD detektor
 - Egyfoton detektálás
 - A töltőgáz szerepe
 - Cserenkov gyűrűk
- Finomstruktúrás mérések : a "Leopárd" projekt
- Összefoglalás

Gáztöltésű Cserenkovos fotondetektorok működési elve

- PMT-hez hasonlóan
- Fotoérzékeny réteg : CsI
- Kemény UV tartomány
- Egyetlen elektron fotononként
- Pozícióérzékenység a gázdetektortól



VHMPID

- ALICE Upgrade
- Cserenkov sugárzás gázban
- Nagyenergiás nehézion fizika Részecskeazonosítás nagy impulzusnál, Jet elnyomás, Multi-hadron fragmentáció, Proton-pion anomália, Korrelációk: foton-jet, hadron-hadron.





- ~ 5-10 foton gyűrűnként
- Több kis tükör => 20x30 cm² terület
- MWPC / TGEM / GEM / TCPD .. ?

Gáz-elekton sokszorozó



GEM (Gas Electron Multiplier)

- Apró lyukakkal sűrűn teletűzdelt rézborítású fólia (~50µm)
- Feszültség hatására nagy térerősség a lyukakban => elektronsokszorzás: ~10-100
- Vastag GEM (TGEM), Ellenálló GEM (ReTGEM) (~600µm) szikratűrő, nem igényel tisztaszobát
- Alkalmazások: sokszálas kamrák helyett, részecske- és magfizikai detektorok, orvosi technológia, reaktorfizika, ...

Gáztöltésű kamrák és fotonok

- Sokszálas kamra fotondetektálásra
 - (+) Szinte a teljes felület aktív
 - (-) Jelentős ion visszaáramlás
 - (-) Másodlagos fotonjelek
- Vastag-GEM alapú fotondetektálás
 - (+) Csökkentett ionvisszaáramlás
 - (+) Kevés másodlagos foton
 - (-) Több réteg miatt igen költséges
- Close Cathode Chamber (CCC) [NIM A 648 (2011) 163-167]
 - (+) Mechanikai tolerencia, egyszerű gyárthatóság
 - (+) Kis anyagmennyiség

TCPD (ThickGEM+CCC Photon Detector)



Kiválóan egyesíti a két technilógia előnyeit

Egyedi fotoelektronok

- Fényforrás : SETi UV TOP 240 aranyozott feületre alkalmas
- Impulzus üzemű meghajtó, állítható paraméterekkel (intenzitás, hossz, frekvnecia)
- Egyedi fotoelektronok : Sok foton, kis kvantum hatásfok
- Elhanyagolható multi-elektron eff.
- Az exponenciális eloszlásokból a fotonszám, a hatásfok és az erősítés is meghatározható





Töltőgázok hatása

- Vizsgált gázok : Ar-CO₂, CO₂, CH₄, CF₄, Ne-CF₄, C₄F₁₀, cC₄F₈O
- A szálak összesített jelét mértük Camac ADC-vel

Referencia gáz : minden második mérés CO₂ a lassú változások kiszűréséhez ill. korrekciójához











Első fotonok az új kamrából



Cserenkov gyűrűk



13

Cserenkov gyűrűk





- Első teljes Cserenkov gyűrű TGEM alapú detektorral
- Valódi Cserenkov fotonok detektálása
- (Sajnálatos probléma az ablakkal, az idei tesztre javítjuk)
- Alapmérések/kérédések: nyaláb intenzitás, parketta méret, hatásfok, uniformitás



Hamar G. - TGEM Fotondetektálás

Magfiz.Tal. 2012.

Nagy felbontású felületi vizsgálat

- Fókuszált UV fény a TGEM tetejére
- Foltméret : 70 500 μm
- Három dimenziós mozgóasztal
 - 3 léptetőmotor, 2.5 μm / lépés
- Visszaállási pontosság
- Hosszú távú változás a LED-ben
- Pontonként ~ 10.000 esemény a spektrumhoz



Első képek



Magfiz.Tal. 2012.

Hamar G. - TGEM Fotondetektálás

Fókusz beállítása

- 1 dim. mérés kölünböző magasságokban egy lyuksoron át
- Így is láthatóak a lukak (még a szimmetriapontok is)
- Legélesebb struktúra megadja a fókuszt
- A kis aszimmetria az UvLed apró ferdeségéből adódik (~ 2 degrees)



Focal Plane Scan - Photon Yield Map

Hamar G. -

"Második" kép



Foto-elektron térkép

- Lyukak láthatóak
- Szimmetria vonalak és pontook sötétek
- Gyűrű szerű struktúra
- Nincs azimut szimmetria a lukak körül
- Foton hozam jelentősen változik lyukról lyukra



Erősítés térkép

- Gázerősítés számolható minden mérési pontban
- A gázerősítés azonos egy adott lukhoz tartozó hatszög parcellán (lyukerősítés)
- A lyukerősítés jelentősen változik lyukanként
- Lyukerősítés csak kissé korrelál a fotonhozammal



Katódtér hatása

- Normál vs. fordított katádtér : Fordított katódtér esetén a töltött részecske által hagyott töltésfelhő nagy része a katód felé sodródik, így a várható MIP-jel a fotonjel nagyságrendéje kerül
- Elektromos erővonalak a TGEM teteje és a katód között
- Integrált fotonhozam maximuma 0 V/cm -nél.
- Nagy fordított tér estén : a szimmetria vonalakból és pontokból az erővonalak a katódra juttatják a fotoelektront --> csökken a hasznos felület
- Nagy normál tér esetén : a szimmetria vonalaknál és pontoknál a fotoelektronokat a tér visszanyomja a felületbe; valamint a lyukakba behatoló tér mgváltoztatja az lyukteret
 Magfiz.Tal. 2012.

Katódtér hatása



Katódtér hatása





Photon Yield Map and Hole-Gains(Run90)

Összefoglalás

- Cserenkov detektorok nagy energiás magfizika
- Gáztöltésű fotondetektorok pozícióérzékenység
- Mikrostruktúrás technilógia (GEM,TGEM...)
- Egyfoton detektálás laborban UvLed

TCPD

- TGEM és CCC házasításából
- Első teljes Cserenkov gyűrű
- "Leopárd" projekt
 - Finom struktúrák vizsgálata, megértése
 - Lyukerősítés, jelentős fluktuációk

A kutatásokat az OTKA CK77719, CK77815, CK77816 támogatta a REGARD, ALICE-Budapest és ALICE VHMPID csoportok által Magfiz.Tal. 2012. Hamar G. - TGEM Fotondetektálás





Köszönöm a figyelmet!

Beam Test Setup

- Beam test in 2010 at CERN PS T10
- Four small scintillators to define a nice beam spot, Two large scintillators for beam and for muons
- Pad readout DAQ, FEE : ALICE HMPID/VHMPID type
- Connected wires read out for scope monitoring and/or for simple data taking with CamacADC
- Radiator : C_6F_{14} (standard HMPID)
- Applied gases : Ar-CO₂, CH₄
- Study of pad-size dependance as well two padplanes: standard 8x8; mix 4x4,4x8,8x8.

TGEM Gain Variation

- Same region at different TGEM voltages
- TGEM gain has been measured with MIP-like beta source
- Overall photo-electron yield increases only a bit

Voltage dependance of the gain could be different from hole to hole (?)



Tgem Gain : 6

Tgem Gain : 35

Stability

- **Regular remeasuring** of a given region near a hole
- UV LED yield slightly varies with time
- Gain roughly stable
- Actuator system : $+/-20 \mu m$ through a day, on a 1 mm range



The system is stable enough to perform long measurements

Magfiz.Tal. 2012.

З [mm] Z 0 -1 -2 18.5 19.5

Focal Resolution Scan on Wires



Magfiz.Tal. 2012.