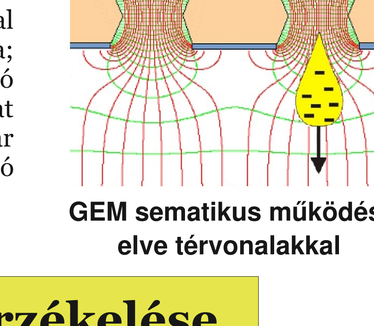
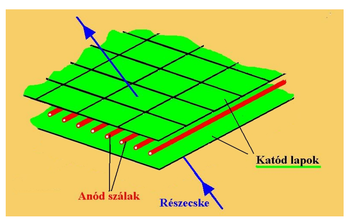
Innovatív Gáztöltésű Részecskedetektorok

A REGARD csoport a Wigner Fizikai Kutatóközpont és az Eötvös Loránd Tudományegyetem együttműködéséből született, gáztöltésű detektorok kutatásával és fejlesztésével foglalkozó kutatócsoport, mely 2013-ban az Akadémia Lendület támogatását is elnyerte. A projektorientált munkákban a CERN-hez kapcsolódó részecskefizikai alapkutatásokhoz fejlesztünk detektorokat, valamint ezen technológiák környezet- és orvosfizikai alkalmazásával is foglalkozunk.

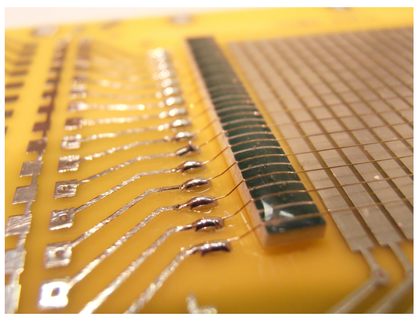


Gáztöltésű detektorok működése



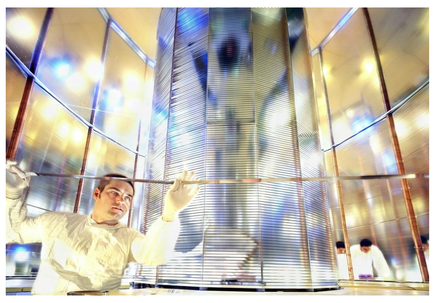
Sokszálas kamrák vázlatos rajza

A gáztöltésű detektorokat elsősorban elektromosan töltött részecskék észlelésére használjuk. A gáztéren áthaladó részecske elektronokat szakít le a gázatomokról, nagyságrendileg centiméterenként száz darabot. Ezen szabad elektronokat nagy elektromos térrel felgyorsítva újra ütköznek a gáz atomjaival, új s újabb elektronokat szakítva le, míg egy hatalmas, akár millió elektron méretű lavinává nem alakul, ami a modern elektronikai eszközökkel könnyedén mérhető.



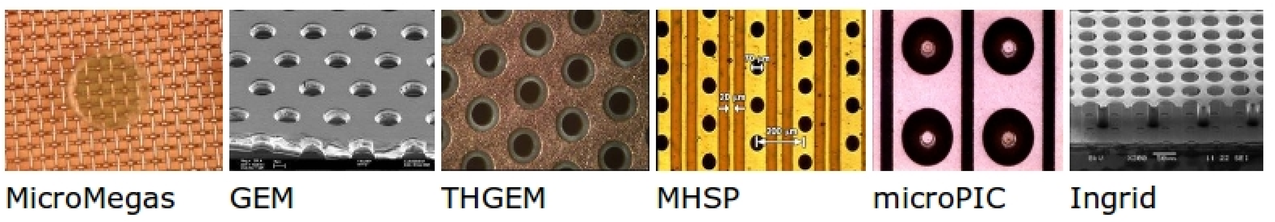
Fémszálak a parkettázott katód felett forrasztva

A Nobel díjjal is jutalmazott "sokszálas kamrákban" a nagy térerősséget általában hajszálnál is vékonyabb fémszálakból álló sík kifeszítésével érjük el. A szálak és a felparkettázott katódlapon keletkező jelek kiolvasásával tized-milliméteres helyfelbontás is elérhető.

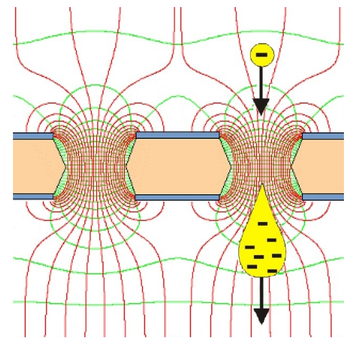


Az LHC ALICE háromdimenziós kamrája belülről

Mikrostruktúrás detektorok

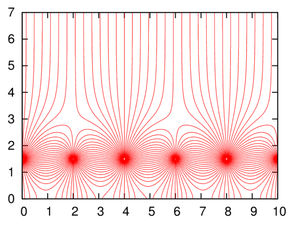


A modern technológiai fejlődés - különösen a nyomtatott áramköri technológia - révén sok új ötlet született/születik a kamra működéséhez szükséges nagy elektromos térerősség kialakítására. Ezen mikrostruktúrás konstrukciók első képviselője a GEM, mely egy lyukakkal sűrűn teletűzdelt kétoldalt rézzel borított fólia; nagyfeszültség hatására a lyukakba koncentrálódó elektromos térben a szálaknál megismert lavina folyamat játszódik le, így téve mérhetővé az eredetileg pár elektronból álló jelet. Az ilyen iparilag is előállítható fóliákból már görbíthető detektor is készíthető.



GEM sematikus működési elve térvonalakkal

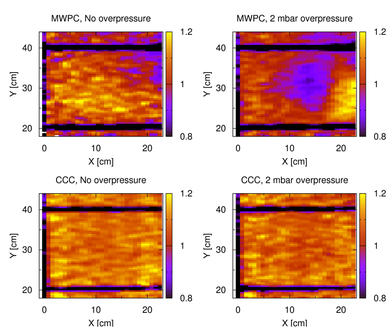
Hazai fejlesztésű CCC kamra



Elektromos térerősség vonalak a CCC kamrában

A magyar REGARD csoport által kifejlesztett Közeli Katódos Kamrában (CCC) az egyedi térkonfigurációnak köszönhetően elérhető, hogy a kamrában az elektronlavinák mérete ne függjön a katódlapok távolságától.

Így a klasszikus merevítő struktúrák nélkül is kiválóan működhet, melynek jelentős használati és gyártási előnyei vannak. A CCC kamrák könnyen építhető, olcsó és lényegesen kisebb súlyú alternatívái lettek a klasszikus sokszálas kamráknak. Valamint kiváló uniformitással rendelkeznek túlnyomás esetén is.

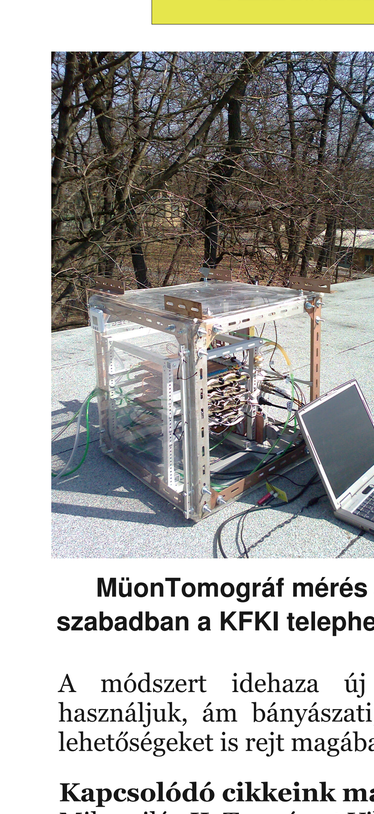


A CCC kamrák egyenletessége messze jobb a klasszikus sokszálasokénál



Nagy méretű CCC kamra csupán 2kg

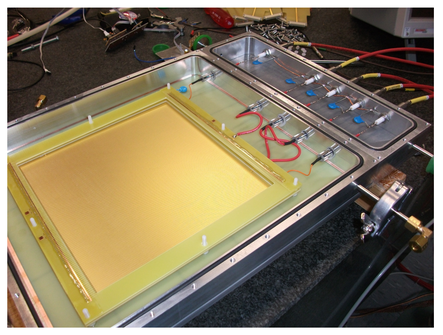
Egyedi fényrészecskék érzékelése



Cserenkov detektorok működési elve, valamint egy TCPD-vel azonosított gyűrű

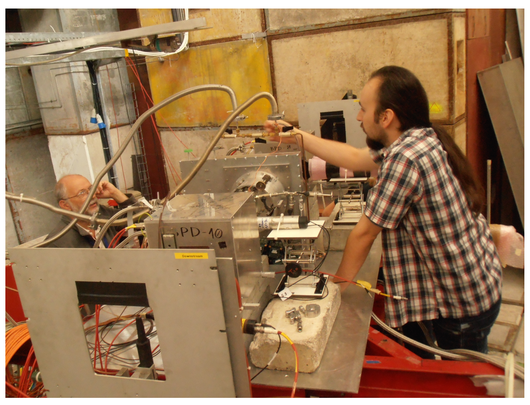
Gáztöltésű detektorokkal lehetőség van egyedi fényrészecskék, fotonok, detektálására is. Ilyenkor a kamra belsejének egy részét fotóérzékeny anyaggal vonják be, mely fény hatására egy elektront bocsát ki. Ezzel az egyetlen elektronnal a gáztöltésű kamrák fent ismertetett módján elektronlavinát hozva létre észlelhetjük az eredeti fényrészecskét. Általában a gyors részecskék keltette Cserenkov fénygyűrűk mérésére használják ezen kamrákat.

Idehaza kifejlesztettünk egy mikrostruktúrás alapú fénydetektort, mely a CERN-es tesztméréseken kiválóan szerepelt.



Mikrostruktúrás TCPD fotondetektor összeszerelés közben

Alkalmazások a CERN-ben



Bencze György és Hamar Gergő a TCPD tesztmérésén a CERN PS gyorsítójánál

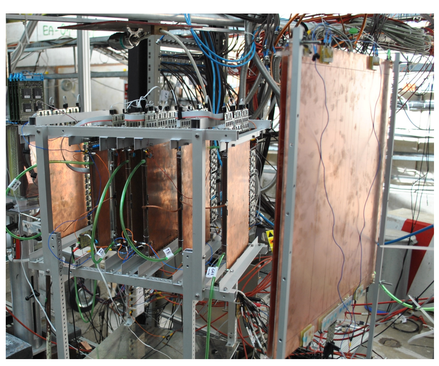
A fenti technológiai fejlesztések első sorban a CERN-ben folyó kísérletek továbbfejlesztéséhez készülnek.

Az LHC ALICE kísérletében a nagyon gyors részecskék azonosításához szükség van egy új detektorra. Ennek a VHMPID nevű detektor-komplexnek több részét is idehaza terveztük, építettük. A VHMPID egy Cserenkov gyűrű detektor, ahol a fenti TCPD lehetne a fő fénydetektáló egység.



Varga Dezső az 50cm-es CCC kamrával a Gázdetektor Laboratóriumban

A gyors részecskéket tartalmazó események előválogatásához egy kiváló pályamérő detektorra is szüksége van a VHMPID-nek, erre a célra a CCC alapú magyar kamrákból épített rendszer a jelölt.



Több rétegnyi CCC kamra a CERN-es tesztmérésen

A CERN NA61/SHINE kísérletben a céltárgy körül helyezkedik el a teljes egészében a magyar REGARD csoport által épített LMPD detektor. A speciális, három dimenzióban érzékeny detektor az atom-magból visszaszóródó részecskék azonosítását végzi.



LMPD detektor építés közben

Alkalmazás iparban / fizikában

A REGARD csoport figyelmet fordít a CERN-es kutatásokhoz kifejlesztett gáztöltésű detektorok alkalmazott-, környezet- és orvosi fizikai alkalmazási lehetőségeire is.

MüonTomográf mérés a szabadban a KFKI telephelyen

Kifejlesztettünk egy CCC kamrákból álló kozmikus részecskéket érzékelő ún. müon tomográfot. A világűrből érkező részecskék termékei energiájuktól függően behatolnak a talaj mélyebb rétegibe. Ezen részecskék föld alatti mérésével vissza lehet következtetni a talajréteg vastagságára.



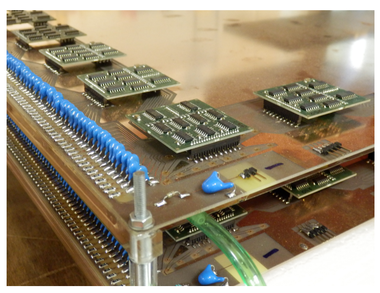
A MüonTomográf a Pilisben található Ajándék barlangban

A módszert idehaza új barlangi üregek keresésére használjuk, ám bányászati, geológiai és nemzetbiztosági lehetőségeket is rejt magában.

Kapcsolódó cikkeink magyarul:

Mikrovilág II. Természet Világa különszám 2013.
Megmérjük a láthatatlant
Nukleon 2.47
Vastag-GEM trigger a LHC ALICE kísérletéhez
Fizikai Szemle 2008/9. 292.o.
Gem, avagy új trend a részecskedetektorok világában
Fizikai Szemle 2011/12 401.o.
Kincskeresés kozmikus müonokkal
Természet Világa 2013. április
Szerkezetvizsgálat kozmikus részecskékkel

Honlap: regard.kfki.hu ; kapcsolat: regard@lists.kfki.hu



Új kétdimenziós CCC kamrák