

Institut für Astronomie und Astrophysik, Abteilung Astronomie

Entwicklung von Mikrokanalplatten-Detektoren

Ansprechpartner : Stephan Hermanutz

Einführung

Kosmische Quellen, die Temperaturen im Bereich 10.000 – 1.000.000K besitzen, strahlen den größten Teil ihrer Energie im Extremen (EUV) und Fernen Ultraviolett (FUV) aus. Dies führt nicht nur dazu, dass keine bodengestützten Observierungen möglich sind, da die Atmosphäre (für den Menschen glücklicherweise) diesen Wellenlängenbereich blockiert, sondern ebenfalls, dass an die Optiken eines entsprechenden Satelliten besondere Materialanforderungen zu stellen sind.

Insbesondere gibt es kein bekanntes Material, welches im UV-Bereich eine hohe Reflektivität aufweist, daher ist ein Kernpunkt bei der Planung, eine Reduzierung der vorhandenen optischen Elemente, da jede Spiegelung einen signifikanten Teil der Photonen absorbiert. Weiterhin müssen die Detektoren speziell auf den Wellenlängenbereich von 100-300nm abgestimmt werden. Das Design, die Entwicklung sowie der Bau erster Prototypen dieser Detektoren werden hier am Institut durchgeführt.

Detektorprinzip

Der Detektor besteht aus vier funktionalen Komponenten, welche im Folgenden erklärt werden sollen.

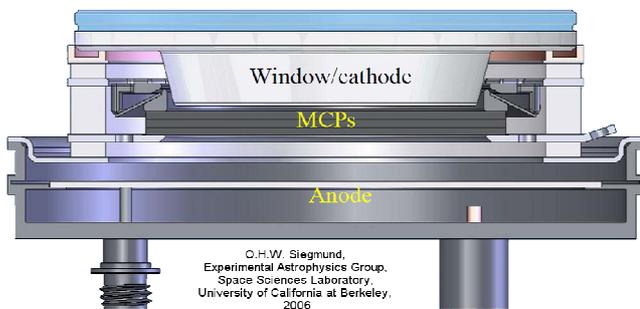


Abb. 1: Schematische Darstellung eines MCP-Detektors

Die eintreffenden Photonen durchqueren ein MgF_2 -Fenster, welches Licht bis zu 104nm durchlässt. Dort treffen sie auf das innenseitig angebrachte Kathodenmaterial, in dem sie die sogenannten Photoelektronen auslösen. Dieses Kathodenmaterial bildet die erste Herausforderung, da durch die Umwandlungseffizienz von Photonen zu Elektronen die Leistungsfähigkeit des Detektors bestimmt wird. Wir versuchen in Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ein neuartiges, auf Galliumnitrid (GaN) basierendes Kathodenmaterial zu realisieren. Die entstehenden Elektronen werden nun durch eine Beschleunigungsspannung von mehreren kV in den Mikrokanalplatten (engl. MCP, siehe auch Orfeus-Versuch im Labor A109) beschleunigt und um einen Faktor 10^5 - 10^7 vervielfacht, sodass auf der anderen Seite kein einzelnes Elektron, sondern eine Elektronenwolke austritt. Da die Lebenszeit dieser Mikrokanalplatten und damit von dem Detektor als Ganzes von dem gewählten Verstärkungsfaktor abhängt, sind wir bestrebt diesen so niedrig wie möglich zu halten. Dies ist aber nur durch eine sehr sensitive Anode möglich, in unserem Fall eine ortsauflösende Cross-strip-Anode, der zweiten Innovation in unserem Detektor (siehe Poster Ausleseelektronik für MCP-Detektoren). Die letzte Komponente umfasst das Keramik-Metall-Verbundgehäuse, welche in Kooperation mit der Eidgenössischen Materialprüfanstalt entwickelt wird. Dieses Gehäuse muss einerseits die Durchführungen für die Hochspannungsversorgung enthalten und andererseits hermetisch versiegelt gegenüber der Umgebung sein. Hierbei stellt insbesondere der Verbund des Kathodenfensters mit dem Gehäuse mit Hilfe eines schmelzbaren Indiumrings eine Herausforderung dar, da sich alles im Ultrahochvakuum ohne direkte Interaktionsmöglichkeiten abspielt. Zur Herstellung und Integration des Detektors befinden sich zwei Vakuumkammern in diesem Labor im Aufbau.

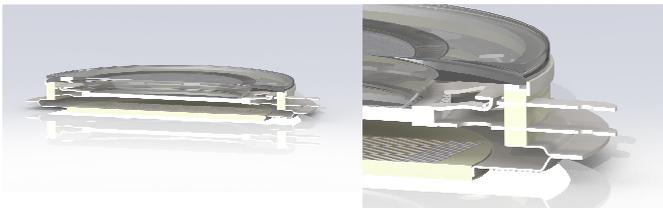


Abb. 2: Aktuelle Designzeichnungen unseres Detektors

Labor und Produktion



Abn. 3 + 4: Da sich in jeder Vakuumkammer Restgase, Fette und vor allem Wasser ansammeln und den Druck erhöhen, heizen wir die komplette Anlage in einem Heiztunnel mit bis zu 200° C aus. Dadurch verdampfen die Verschmutzungen und der Druck sinkt bis in den Bereich von 10^{-10} mbar ab.

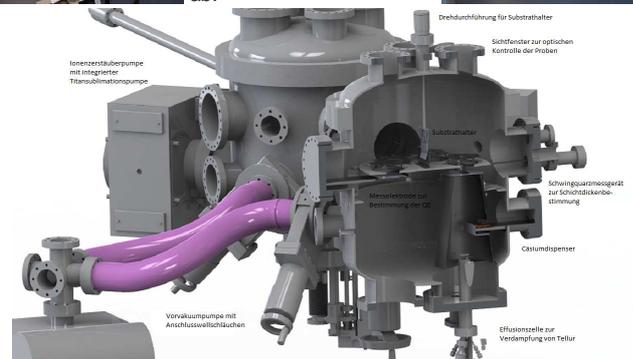


Abb. 5: Querschnittszeichnung durch das Innere des „Kathodenkessels“ in dem später die Galliumnitrid-Substrate aus Karlsruhe mit Cäsium bedampft und aktiviert werden sollen.



Abb. 7: Vakuumtransportkammer in der die GaN-Substrate vom KIT nach Tübingen transportiert werden. Die Substrate dürfen niemals der Atmosphäre ausgesetzt sein !



Abb. 6: Querschnitt durch beide Kammer. In der rechten Kammer werden die Kathoden auf die Fenster bedampft, danach in die linke Kammer mit Hilfe eines Greifarms transferiert, wo sie dann mit dem Detektorgehäuse hermetisch dicht mit einer Indiumdichtung verschmolzen werden. Der gesamte Prozess findet im Ultrahochvakuum statt.