

GridPix: Pixelauslese mit integrierter Gasverstärkung

Yevgen Bilevych, Christoph Brezina, Klaus Desch, Jochen Kaminski,
Thorsten Krautscheid, Christoph Krieger

Universität Bonn

DPG Frühjahrstagung, Göttingen
27. Februar 2012

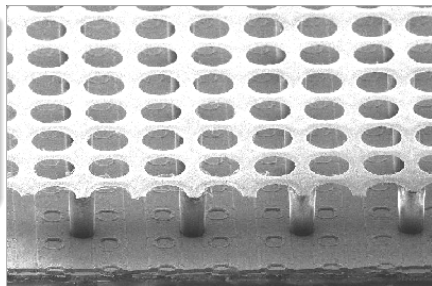
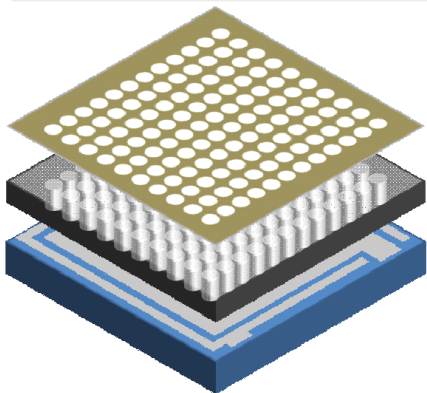


GridPix - Integrierte Pixelauslese

GridPix

GEMs / Micromegas auf einem Pixelchip

- Isolator zwischen Gitter und Pixelchip
- Ein Loch über jedem Pixel
- Gasverstärkung direkt über dem Chip



Vorteile

- Niedrige Gasverstärkung
- Gute Ausrichtung
⇒ Jedes primäre e^- wird auf einem Pixel detektiert
⇒ Geringe Belegung
- Hohe Ortsauflösung
- Gute dE/dx Auflösung

GridPix - Integrierte Pixelauslese

GridPix

Herstellung einzelner Chips entwickelt und optimiert von Universität Twente und MESA+



Herstellung

- 1 Pixelchip mit Schutzschicht
- 2 Negativer Photolack
- 3 Formen der Säulen
- 4 Aufbringen der Gitterelektrode
- 5 Formen des Gitters
- 6 Entwickeln des Photolacks

Bedarf

HEP-Detektoren (z.B. ILD):

- Auslesefläche der TPC:
 $\approx 10 \text{ m}^2$
- Pixelchips ($1,4 \times 1,4 \text{ cm}^2$):
 $\approx 4 \cdot 10^4$

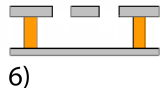
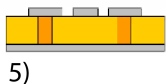
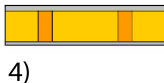
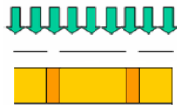
Forschung und Entwicklung:

- Bonn, NIKHEF, Saclay, Twente ...

GridPix - Integrierte Pixelauslese

GridPix

Herstellung einzelner Chips entwickelt und optimiert von Universität Twente und MESA+



Herstellung

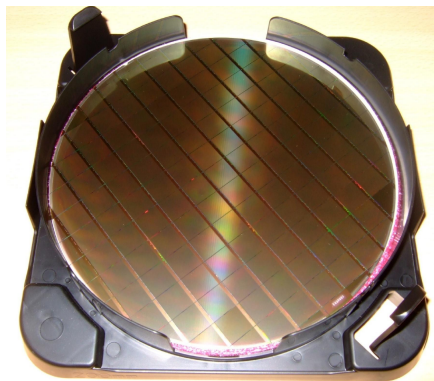
- 1 Pixelchip mit Schutzschicht
- 2 Negativer Photolack
- 3 Formen der Säulen
- 4 Aufbringen der Gitterelektrode
- 5 Formen des Gitters
- 6 Entwickeln des Photolacks

Herstellung einzelner Chips

Herstellung einzelner integrierter Pixelchips ist weder für R&D noch für große Experimente ausreichend

⇒ **Herstellung auf Waferbasis**

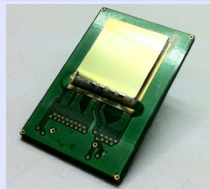
Herstellung auf Wafern



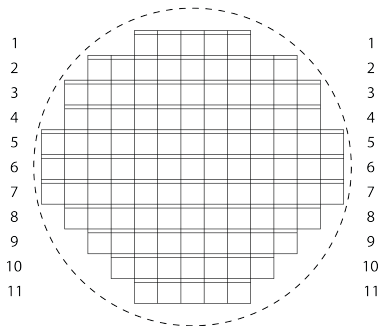
- 8 Zoll Timepix Wafer
- 107 Chips
- Dicke: 725 μm

Timepix

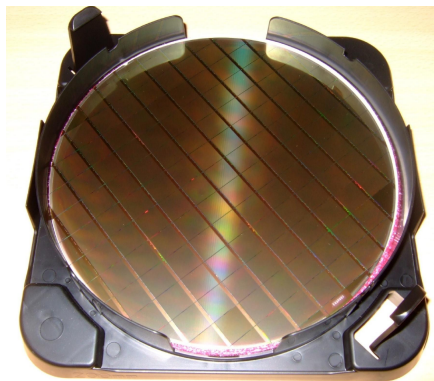
- 256 \times 256 Pixel
- 1,4 \times 1,4 cm^2 aktive Fläche
- Zeit- oder Ladungsmessung



A B C D E F G H I J K L M



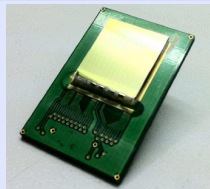
Herstellung auf Wafern



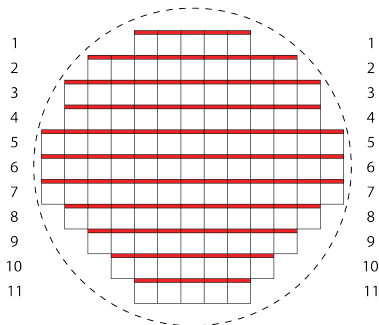
- 8 Zoll Timepix Wafer
- 107 Chips
- Dicke: 725 μm

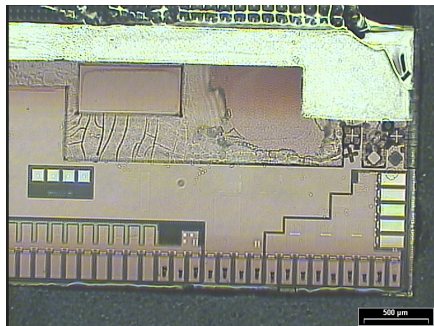
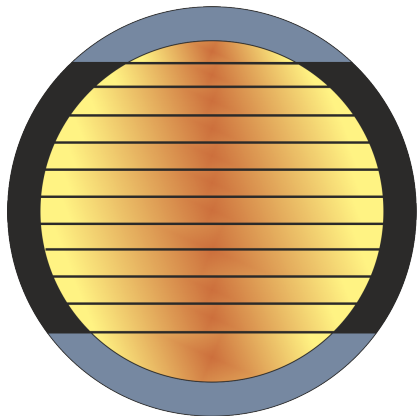
Timepix

- 256 \times 256 Pixel
- 1,4 \times 1,4 cm^2 aktive Fläche
- Zeit- oder Ladungsmessung



A B C D E F G H I J K L M

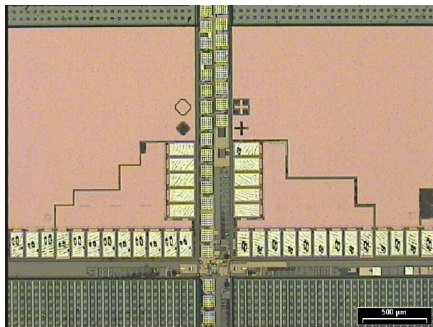
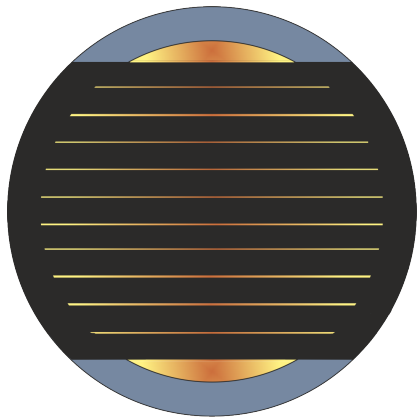




Metallmasken

- Einfach herzustellen
- Schwierig auszurichten
- Streifen verformen sich bei Hitze
⇒ Überdeposition

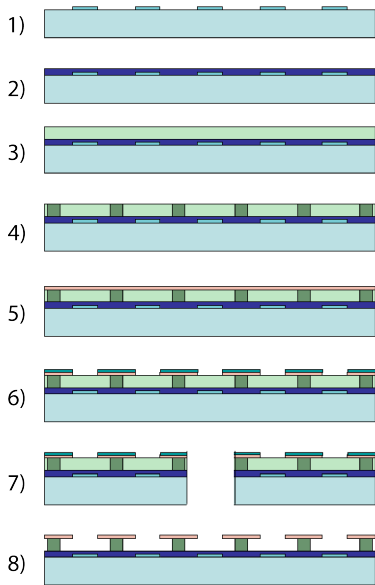
Schutz der Bondpads



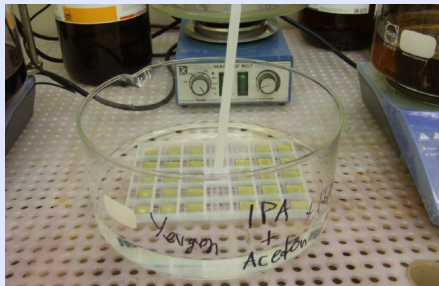
Polyimid

- Fotolithografisches Verfahren
⇒ Negativlack
- Sehr gute Ausrichtung
- Keine Rückstände
- Zeitintensiv
- Temperatursensitiv

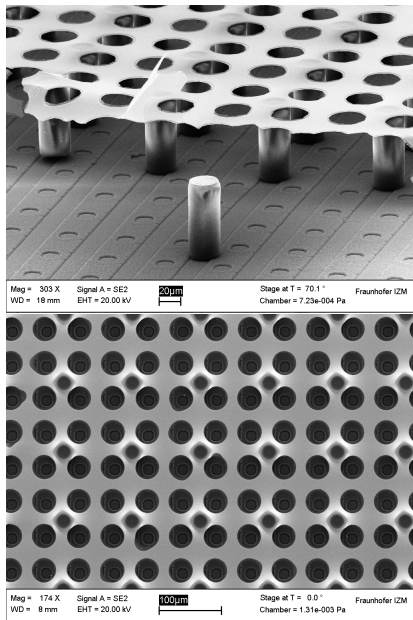
Herstellung auf Wafern



- 1 Proben und Reinigung des Wafers
- 2 Formierung der Si_xN_y Schutzschicht
- 3 Aufbringen des SU-8
- 4 Belichtung und Härtung des SU-8
- 5 Aufbringen der Gitterelektrode
- 6 Formen der Gitterelektrode
- 7 Dicing des Wafers
- 8 Entwickeln des SU-8



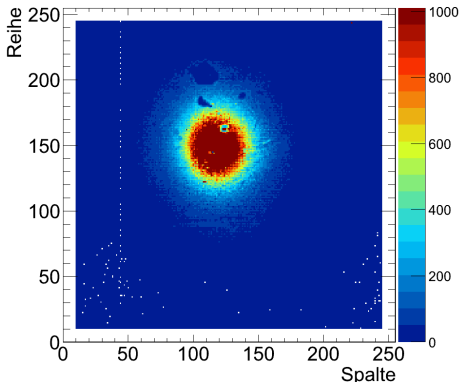
GridPix auf Timepix-Wafern



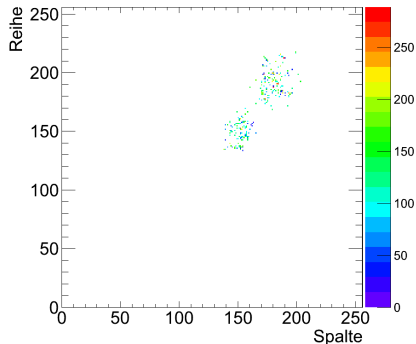
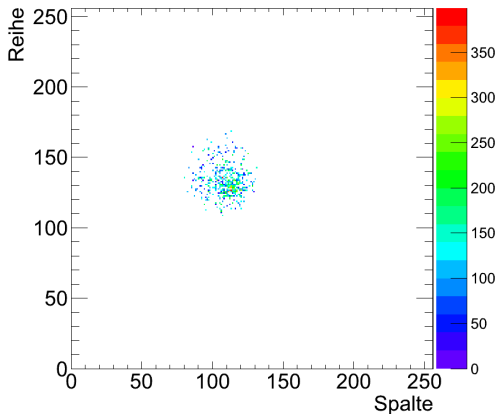
Parameter

- Lochdurchmesser: $\approx 30 \pm 1 \mu\text{m}$
- Pitch: $\approx 55 \pm 1 \mu\text{m}$
- Säulenabstand: $\approx 110 \pm 1,5 \mu\text{m}$

Aktive Pixel



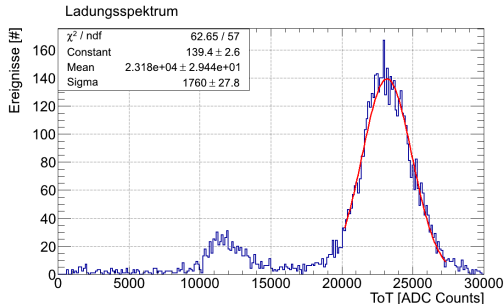
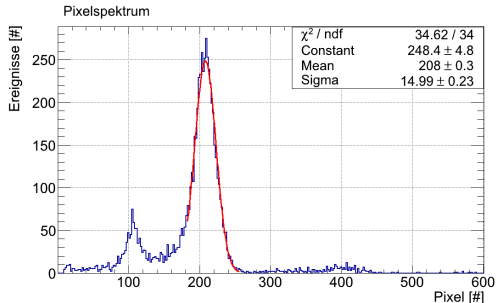
^{55}Fe - Quelle



HV-Stabilität

- Argon:CO₂ (70:30)
≥ 480 V
- Argon:iButan (95:5)
≥ 400 V
- Helium:iButan (95:5)
≥ 500 V

^{55}Fe -Spektren



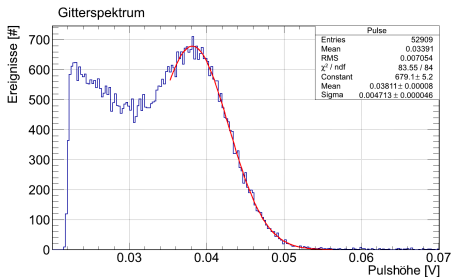
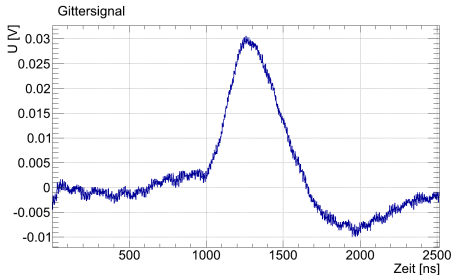
Messparameter

- Max. Driftstrecke: 2 cm
- Driftfeld: 200 V/cm
- Gas: Argon/iButan (95/5)
- Gitterspannung: 350 V
- Quelle: ^{55}Fe

Energieauflösung

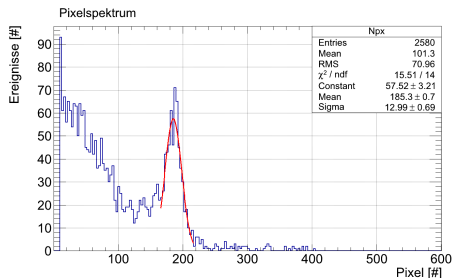
- Pixelspektrum:
 $\approx 7,1 \%$
- ToT - Spektrum:
 $\approx 7,9 \%$

Gittersignale



Messungen

- Gas: Helium/iButan (95/5)
- Quelle: ^{55}Fe
- Gitterspannung: 400 V
- Energieauflösung:
 - Gitterspektrum: $\approx 12,3\%$
 - Pixelspektrum: $\approx 7\%$



Zusammenfassung

- Herstellung von GridPix Detektoren auf kompletten Timepix Wafer erfolgreich
- Funktionierende Strukturen
 - Signale von radioaktiven Quellen
 - Gute HV-Stabilität
 - Signale auf dem Gitter

Ausblick

- Weitere Untersuchung der Strukturen und ihrer Eigenschaften
 - Gasverstärkung
 - Effizienz
- Optimierung des Herstellungsprozesses