

Diodenlaser-basierte Strahlquellen und Photodetektoren

1 Laserdioden

InP-Technologie

- Wellenlänge: 1250 nm ... 1750 nm
- optische Leistung: 10 mW ... > 1 W
- Fabry-Perot, DFB, DBR, TPA, VCSEL

GaAs-Technologie

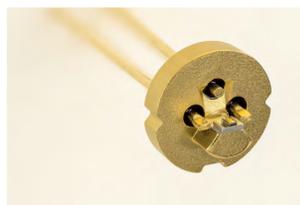
- Wellenlänge: 630 nm ... 1180 nm
- optische Leistung: 10 mW ... > 1 W
- Fabry-Perot, DFB, DBR, TPA, VCSEL

GaN-Technologie

- Wellenlänge: ~ 400 nm
- optische Leistung: einige 10 mW
- Fabry-Perot, DFB



GaN Wafer mit Laserdioden



Laserdiode aufgebaut in TO-Gehäuse

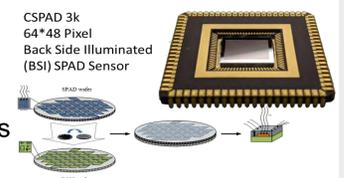
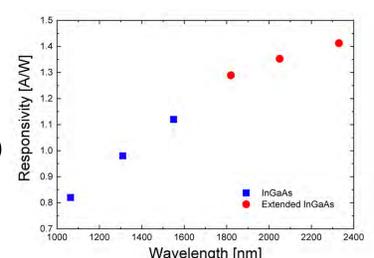
2 Photodetektoren

InP-Technologie

- Wellenlänge: 820 nm ... 2500 nm
- Low-Noise Photodioden mit hoher Quanteneffizienz (> 99%)
- Einzelphotonen Detektoren (SPAD) für 1064 nm bis 1550 nm

CMOS integrierte SPADs (CSPAD)

- Einzelphotonendetektoren in CMOS-Elektronik integriert (direkt oder durch 3D Integration)
- Wellenlängen: 300-1000 nm
- Hohe Photodetektionseffizienz > 60%
- Niedrige Dunkelzählrate < 0,1 Counts/s



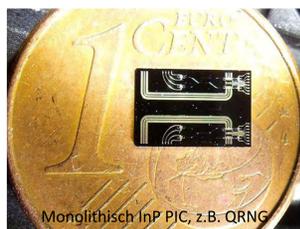
CSPAD 3k
64*48 Pixel
Back Side Illuminated
(BSI) SPAD Sensor

3 Wafer-Level Integrierte Lösungen

Photonisch integrierte Schaltungen (PIC) von aktiven und passiven Bauelementen

Monolithische Integration von PICs

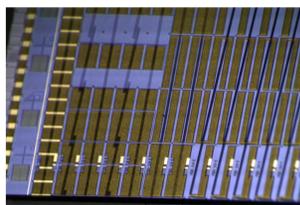
- auf InP und GaAs:
 - Laser
 - Mach-Zehnder Modulator
 - Photodiode



Monolithisch InP PIC, z.B. QRNG

Hybride Integration

- Thermokompressionsbonden mit nanoporösem Gold und Gold-Gold
- Lotunterstützte Selbstjustage mit AuSn
- Indium-Bumps bei großen Differenzen in der thermischen Ausdehnung



Monolithisch in GaAs integrierte ECDL

4 Diskret Heterointegrierte Lösungen

Photonisch integrierte Schaltungen von passiven Wellenleiternetzwerken

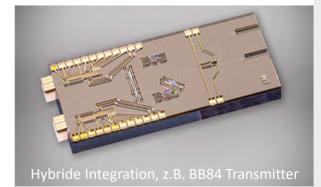
- SiN-on-insulator
- AlN, Al₂O₃ (bisher nur 1550 nm)
- LiNbO₃-on-insulator
- integrierte Resonatoren und Gitter in Glasplattformen für schmalbandige Laser (ECDL)



Photonisch integrierter Schaltkreis

Hybride Integration

Sub-Assemblies von aktiven Komponenten wie Lasern und Photodioden mit passiven photonisch integrierten Schaltungen



Hybride Integration, z.B. BB84 Transmitter

Mikro-Assembly

- Ultra-präzise (< 100 nm) Mikromontage
 - Adhesive Bonding, robust & kompakt
- Integrierte optische Aufbauplattformen aus Glas mit hermetischer Verkapselung



5 Ausblick

Aufgabe: Entwicklung skalierbare Fertigungstechnologien für komplexe Strahlquellen

Wafer-Level Hetero-Integration,

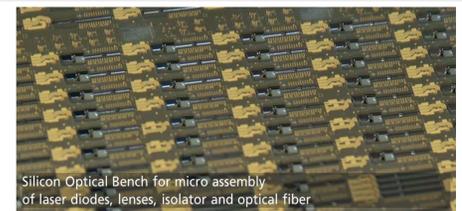
- Ko-Integration mit Light Control Units & Physics Package
- Flip-Chip-Montage, Transfer-Printing, Wafer-to-Wafer-Bonding

Diskrete Heterointegration

- für (noch) nicht Wafer-Level integrierbare Lösungen



RD53 collaboration
<https://rd53.web.cern.ch/RD53/>
ATLAS collaboration
<https://atlas.cern/silicovert/collaboration>



Silicon Optical Bench for micro assembly of laser diodes, lenses, isolator and optical fiber