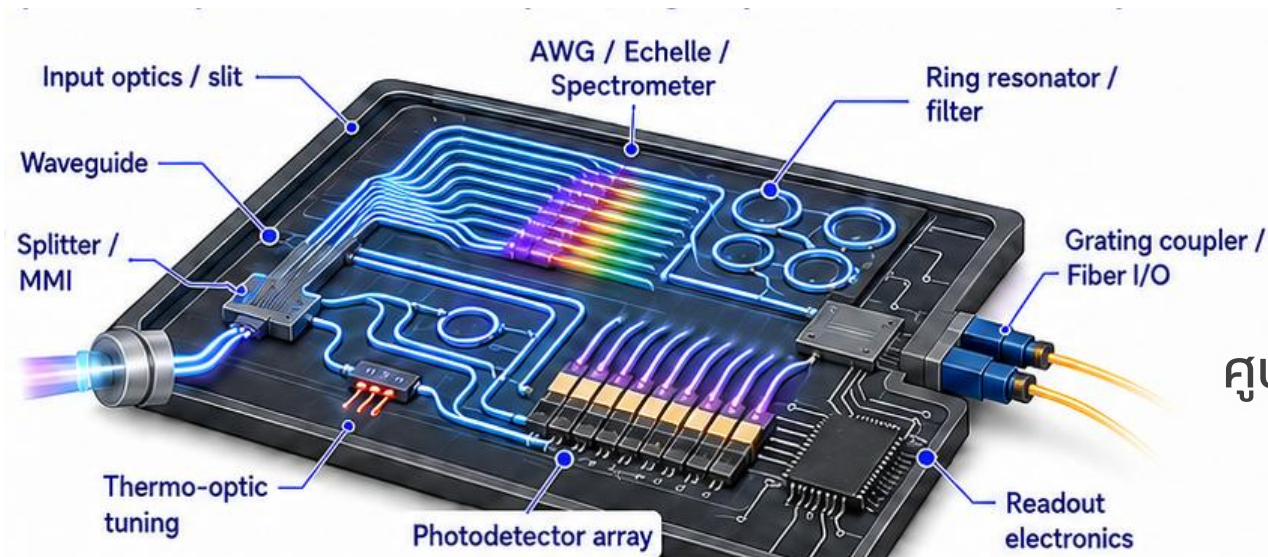


Photonics and PIC: จากโครงสร้างพื้นฐาน AI สู่แพลตฟอร์มตรวจวัดอัจฉริยะของประเทศไทย



ดร. ยุทธนา อินทรวันฉนิ

ทีมวิจัยเทคโนโลยีโฟโตนิกส์
กลุ่มวิจัยอุปกรณ์สเปกโทรสโกปีและเซนเซอร์
ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ
สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ

From Data Movement to Optical Interconnects and PIC-based Communication

1 AI ดูฉลาด แต่เบื้องหลังคือ Data Movement

- ข้อมูลมหาศาล
- GPU / AI accelerator จำนวนมาก
- Data center ขนาดใหญ่
- Network ที่ส่งข้อมูลได้เร็วมาก
- พลังงานที่ใช้คุ้มค่า



Energy Efficient Infrastructure

★ AI ไม่ได้ต้องการแค่ชิปที่คำนวณเร็ว แต่ต้องการระบบส่งข้อมูลที่เร็วมาก ใช้พลังงานต่ำ และเชื่อมต่อ GPU จำนวนมหาศาลได้

2 Data Center คือ ‘สมองรวม’ ของ AI



Bandwidth ↑ | Latency ↓ | Scale ↑ | Power Efficiency ↑

★ Data center ยุค AI ต้องการ bandwidth สูงขึ้นมาก จึงทำให้ optical interconnect กลายเป็นโครงสร้างพื้นฐานสำคัญ

3 อินเทอร์เน็ตความเร็วสูงใช้แสงเป็นทางด่วนข้อมูล



ไกล | เร็ว | Bandwidth สูง | Loss ต่ำ | ใช้พลังงานต่อ bit ต่ำ

Optical fiber is the backbone of the global internet.
ใยแก้วนำแสงคือกระดูกสันหลังของอินเทอร์เน็ตโลก

4 Optical Transceiver คือประตูแปลงไฟฟ้าเป็นแสง



Traditional Optical Transceiver



- ใช้ชิ้นส่วนแยกหลายชิ้น (เลเซอร์, โมดูเลเตอร์, TIA, PD, DSP, CDR ฯลฯ)
- ขนาดใหญ่ กินพลังงานมาก
- ต้นทุนต่อ bit สูง

Modern PIC-Based Transceiver / Optical Engine



- รวมฟังก์ชันบนชิปโฟโตนิกส์ (PIC)
- ขนาดเล็ก ประหยัดพลังงาน
- ความเร็วสูง ขยายสเกลได้ดี
- ต้นทุนต่อ bit ต่ำกว่า

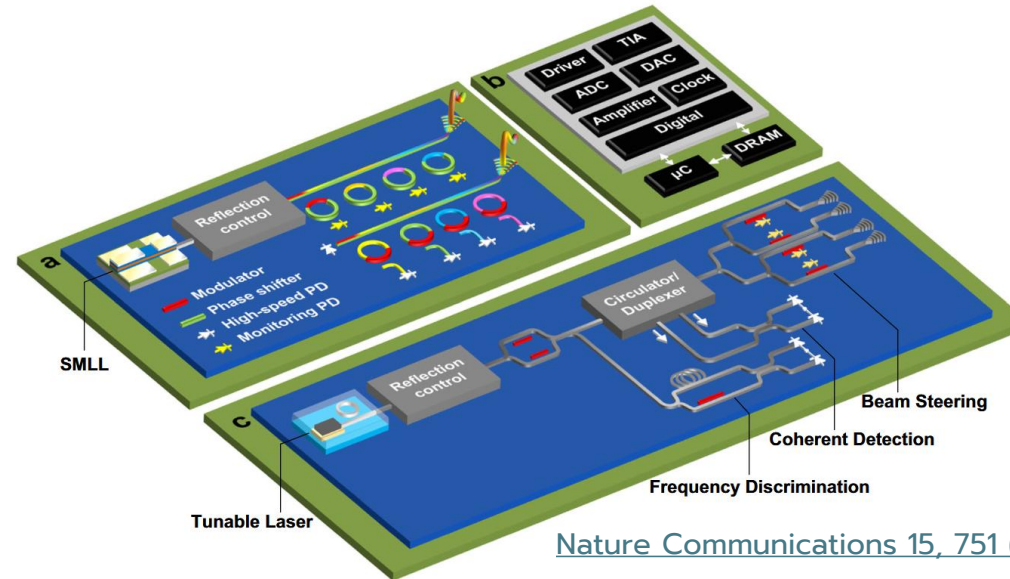
★ Optical transceiver คือจุดเชื่อมต่อระหว่างโลกอิเล็กทรอนิกส์กับโลกของแสง

Photonics Integrated Circuit (PIC)

A chip-scale platform that guides, manipulates, and detects light.

Definition

- PIC = Photonic Integrated Circuit
- Integrates optical functions on a single chip
- Manipulates light similar to how ICs manipulate electrons
- Built on platforms such as Si, SiN, InP, and LiNbO₃



[Nature Communications 15, 751 \(2024\)](#)

What a PIC does

- Route light
- Split / combine signals
- Modulate data onto light
- Generate or detect light
- Enable optical I/O and sensing

Why PICs matter



Miniaturization



High bandwidth



Lower power

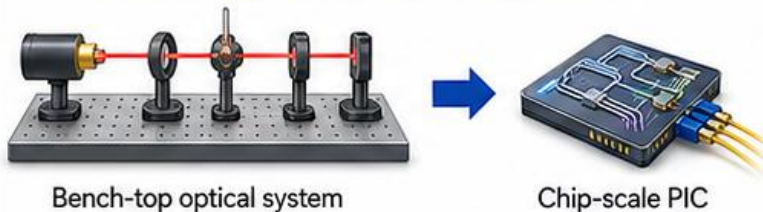


Scalable integration



High-volume
manufacturability

From bulk optics to chip-scale photonics



Major application areas



Optical
communication



AI / Data
centers



Sensing &
spectroscopy



LiDAR /
automotive



Healthcare /
biosensing



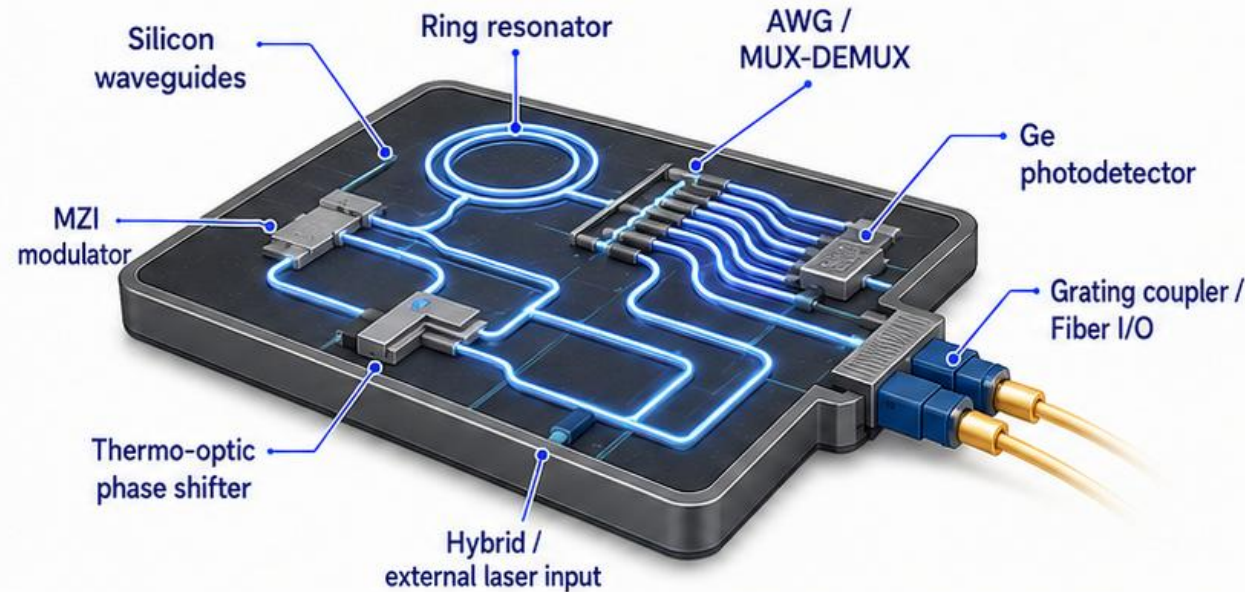
Quantum
photonics

Silicon Photonics คืออะไร และสำคัญต่อ PIC อย่างไร

CMOS-compatible photonic integration for communication, AI data centers, and sensing

Definition

- Silicon Photonics คือการสร้างวงจรแสงบนซิลิคอน โดยใช้ waveguides และอุปกรณ์ photonic บนแพลตฟอร์มที่เข้ากับการผลิตแบบ CMOS
- ทำหน้าที่นำทาง กรอง มอดูเลต และตรวจจับแสงบนชิป
- ช่วยให้ระบบ photonics มีขนาดเล็กลง ผลิตซ้ำได้ และรวมกับ electronics ได้ง่าย



Why it matters

- ✓ CMOS-compatible manufacturing
- High integration density
- Scalable cost reduction
- Co-integration with electronics
- High bandwidth, lower power optical interconnects
- Enables transceivers, optical engines, and CPO
- Extends to sensing, spectroscopy, and biosensing

How Silicon Photonics is used in PICs



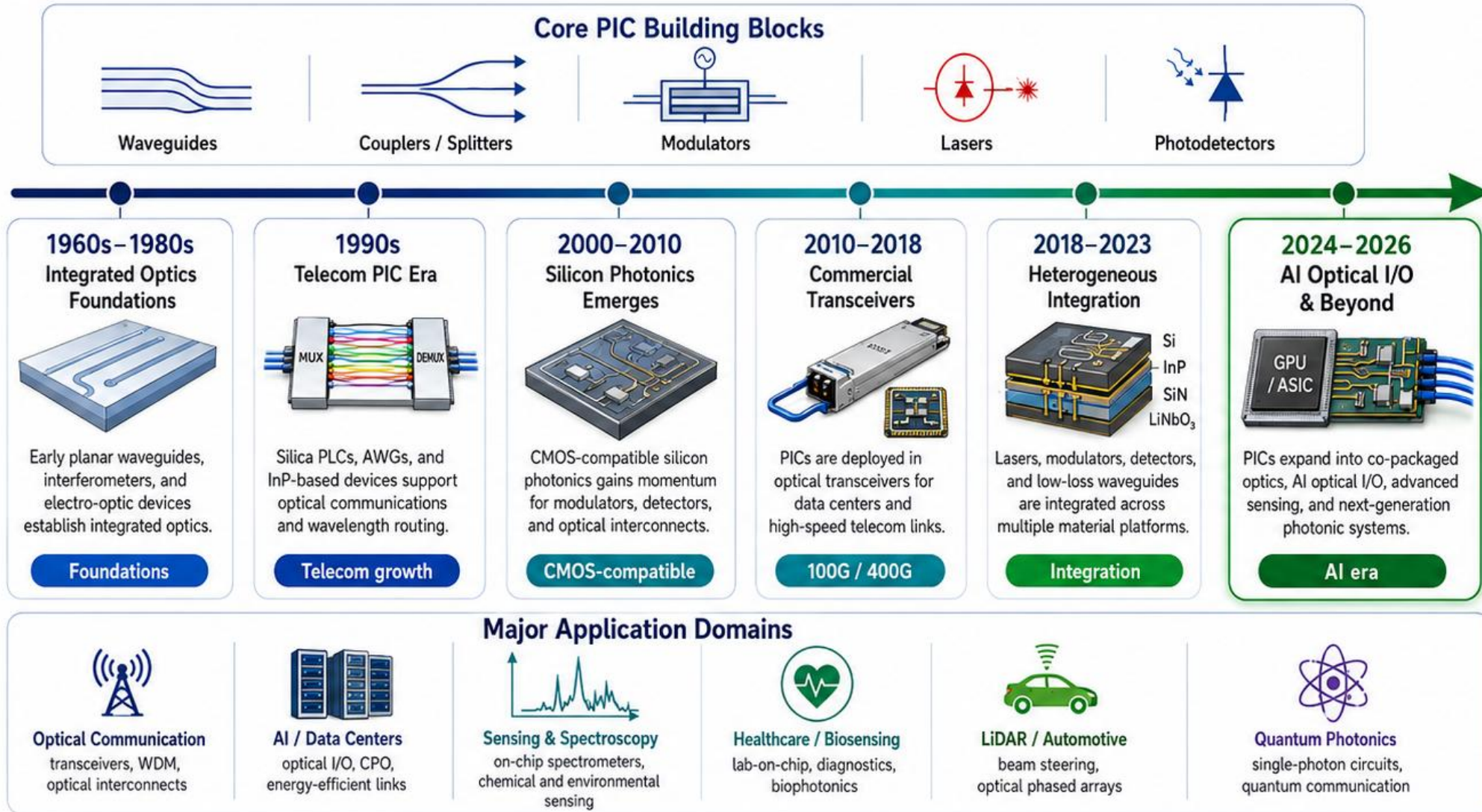
- **Passive blocks:** waveguide, splitter, ring, AWG
- **Active-enabled blocks:** modulator, detector, phase shifter
- Often combined with Ge and III-V materials for full PIC performance

Before Silicon Photonics

- 1. Bulk / discrete optics**
Large systems using separate lenses, fibers, modulators, detectors
- 2. Silica PLC**
Low-loss passive circuits, but larger footprint
- 3. InP PIC**
Excellent lasers and amplifiers, strong active devices
- 4. LiNbO₃**
High-performance modulators, but larger and less dense

Silicon photonics did not replace all platforms, but became the leading scalable platform for dense PIC integration.

Evolution of PIC and Applications



Technology Trends



Higher integration:
from discrete optics to system-on-package photonics



Smaller footprint:
bench-scale to chip-scale

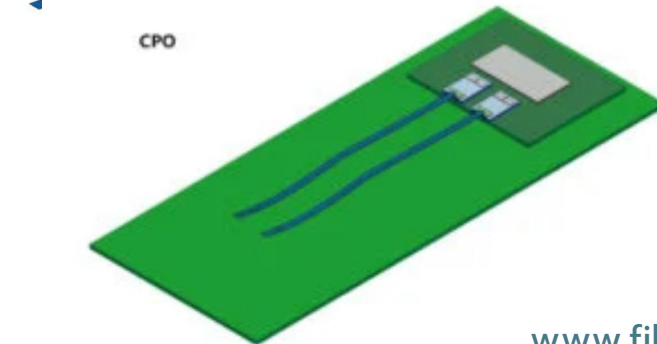
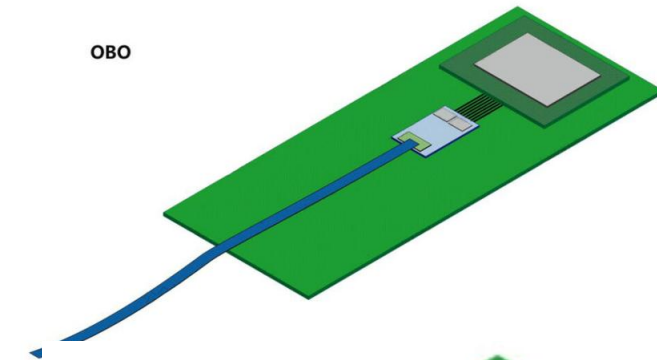
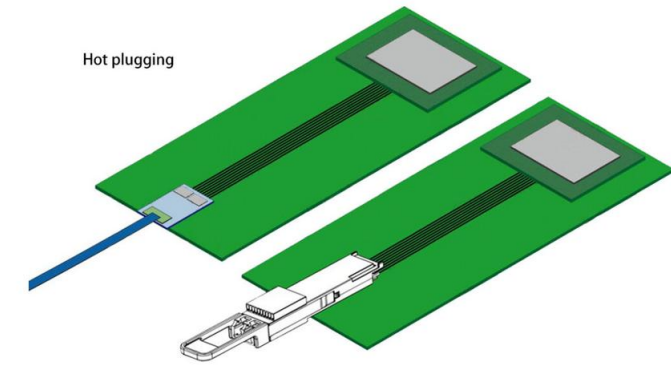
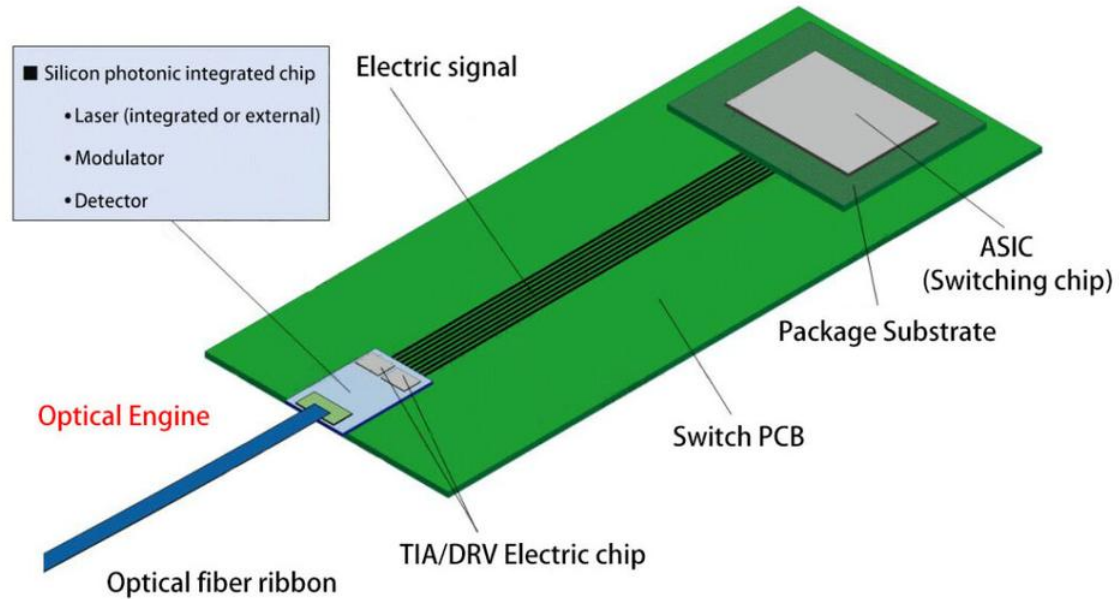
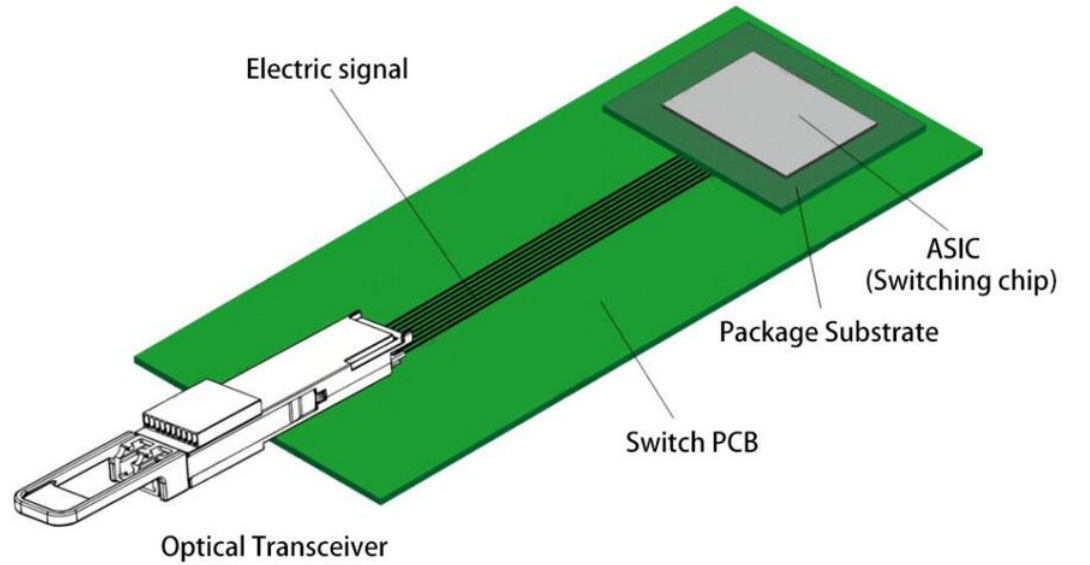


Lower power per bit:
especially for communication and AI interconnects



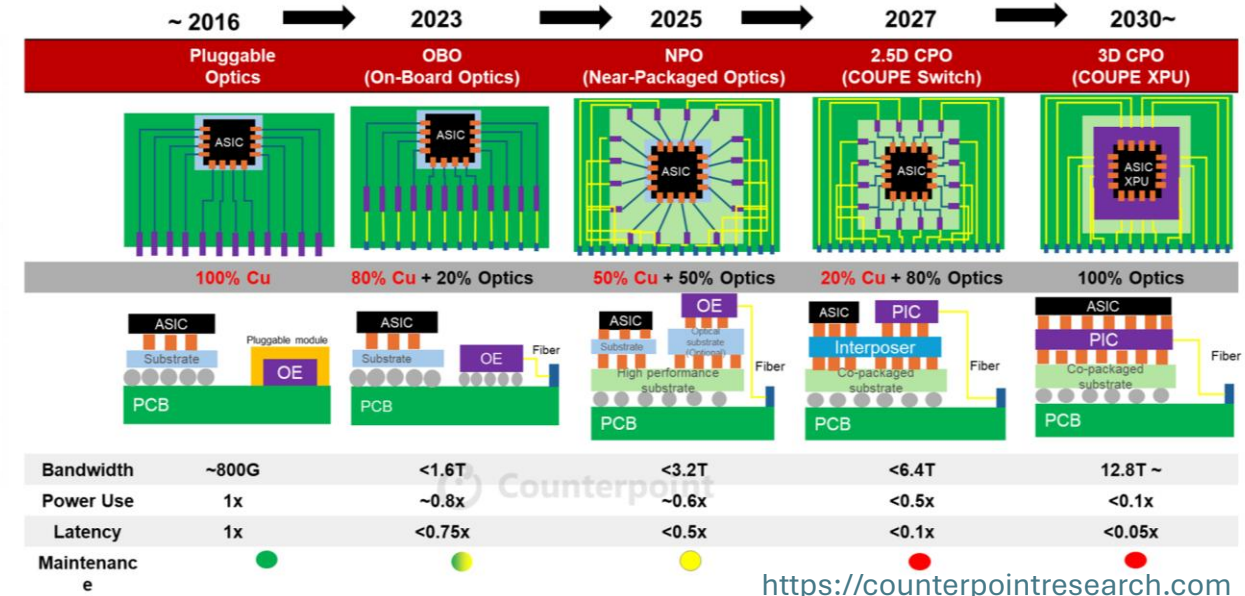
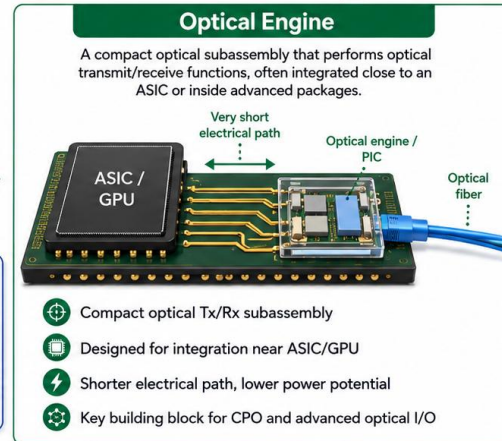
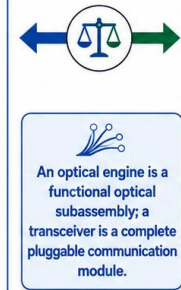
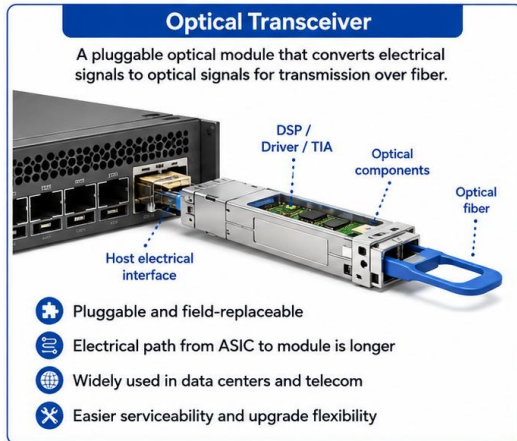
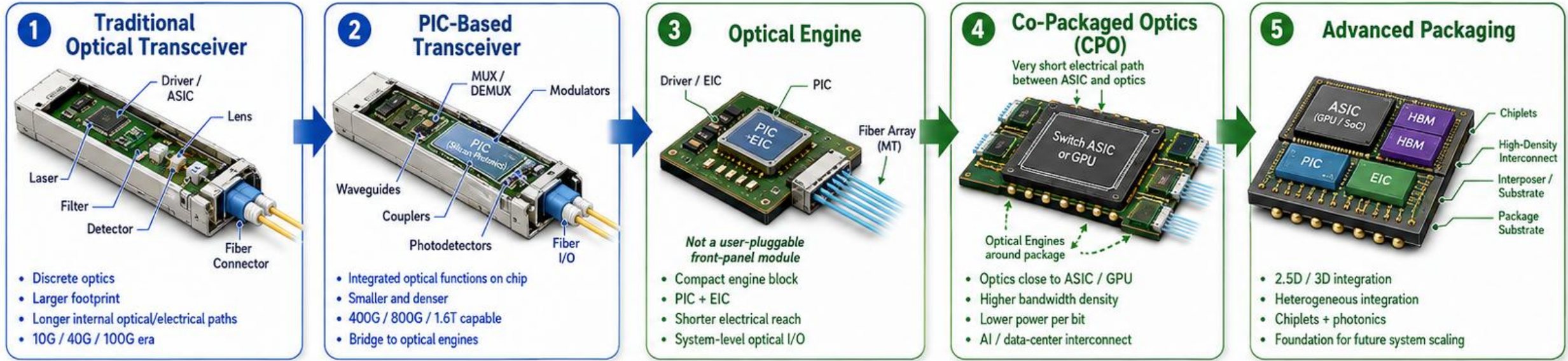
Broader applications:
telecom to sensing, health, mobility, and quantum

Optical Transceiver vs Optical Engine



www.fibermall.com

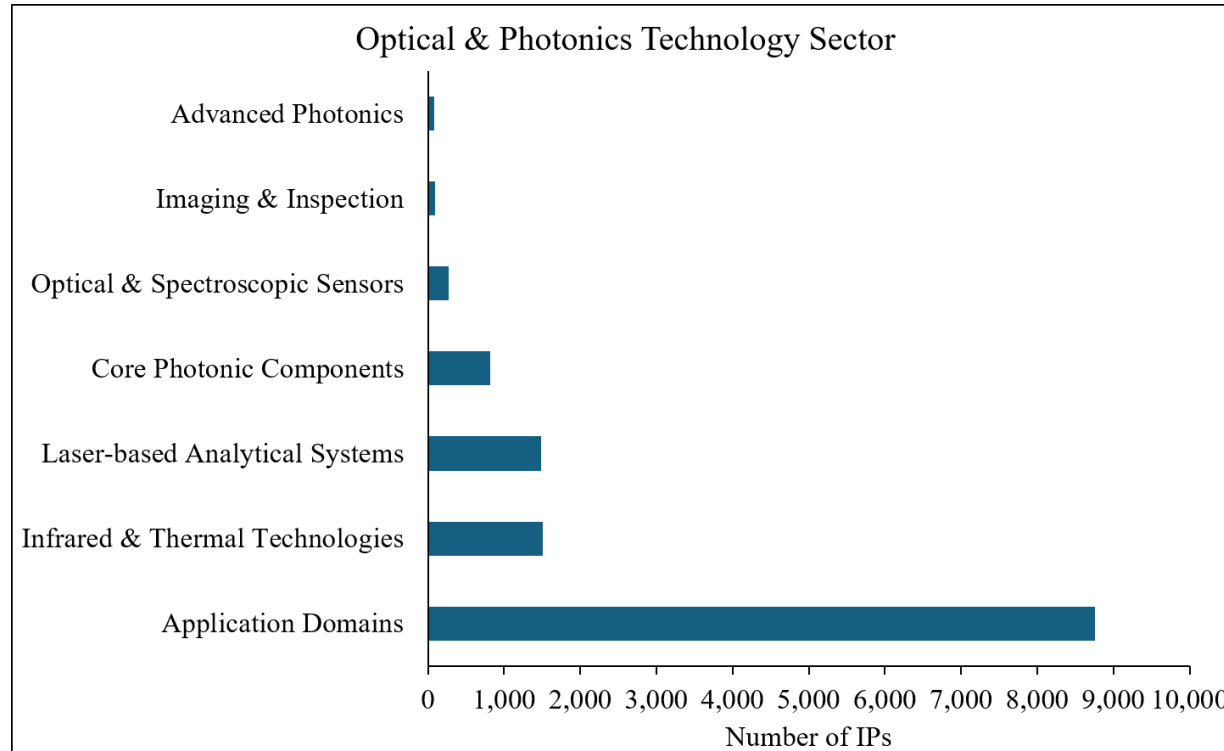
Traditional Optical Transceivers to Advanced Packaging



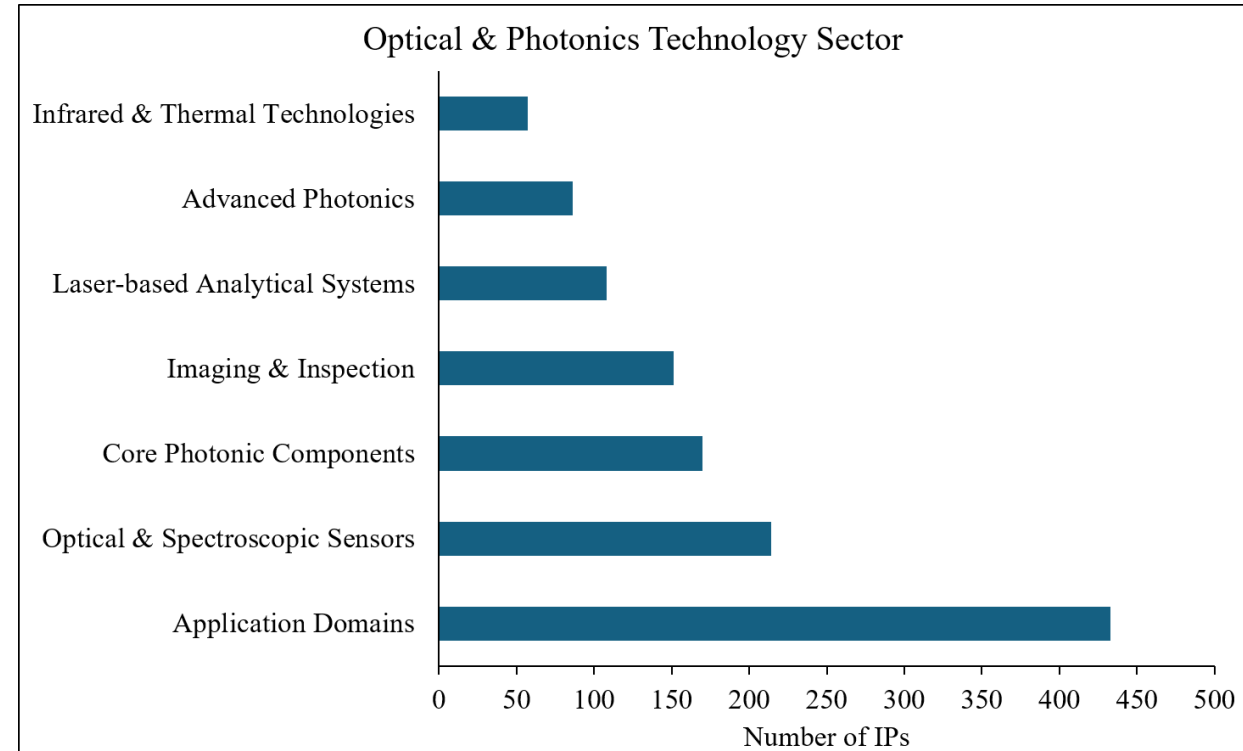
- Central Processing Unit (CPU)
- Application-Specific Integrated Circuit (ASIC)

Photonics Patent Landscape (2000-2024)

Thailand Photonics Patent Landscape



NSTDA Photonics Patent Landscape



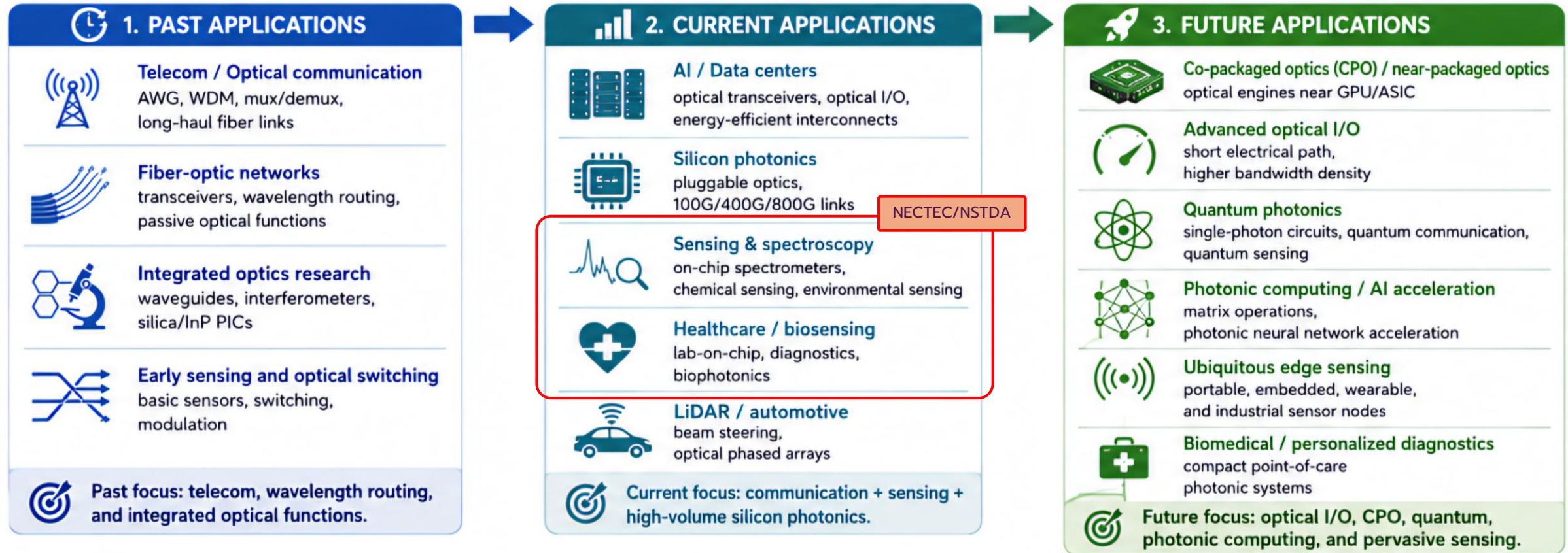
Keywords for Application Domains

Agriculture & food; Water & environment; Healthcare / biosensing; Industrial process monitoring; Communications / electronics; ทุเรียน; ผลไม้; ข้าว; ดิน; สมุนไพร; น้ำ; สิ่งแวดล้อม; สุขภาพ; ชีวภาพ; กระบวนการผลิต; การควบคุมคุณภาพ; การสื่อสาร; อิเล็กทรอนิกส์

Today for the Future

- Empowering application growth
- Shrinking and miniaturizing systems
- IPs of PIC designs and Applications

Applications of PICs



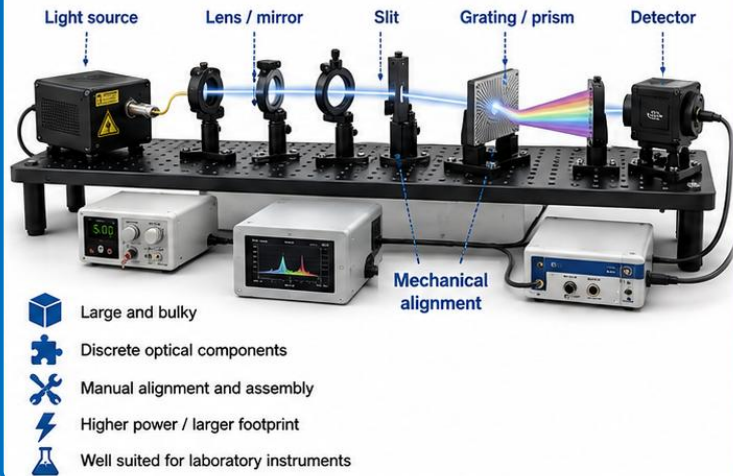
System Integration & Miniaturization

จาก Application Domains และมีผู้ใช้งานจริง สู่การ Shrinking and Miniaturizing Systems

Past

Traditional Optical Instruments

Bulk optics and benchtop systems



Current

ตรวจคัดกรอง "วัณโรคแฝง" ด้วย SERS-TB



ระบบตรวจคัดกรองภาวะโลหิตจาง



Future

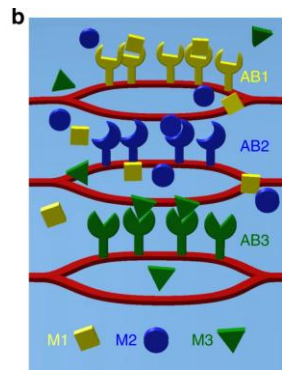
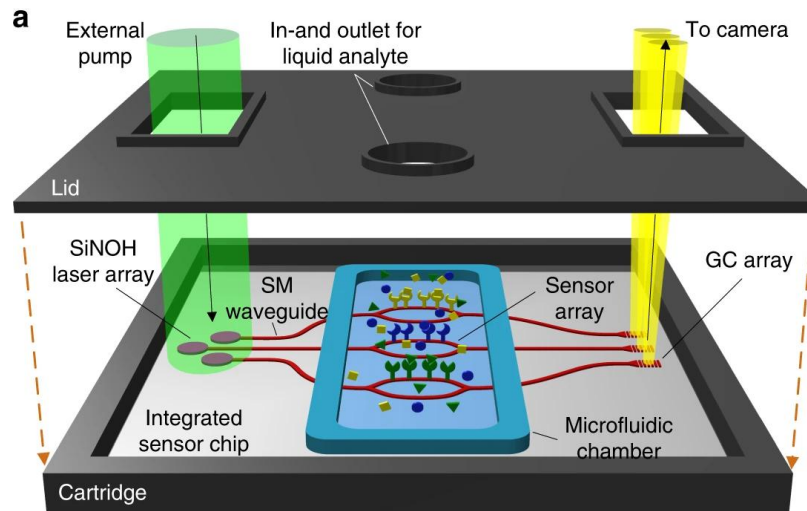
PIC / On-Chip Miniaturization

Integrated photonic sensing and spectroscopy



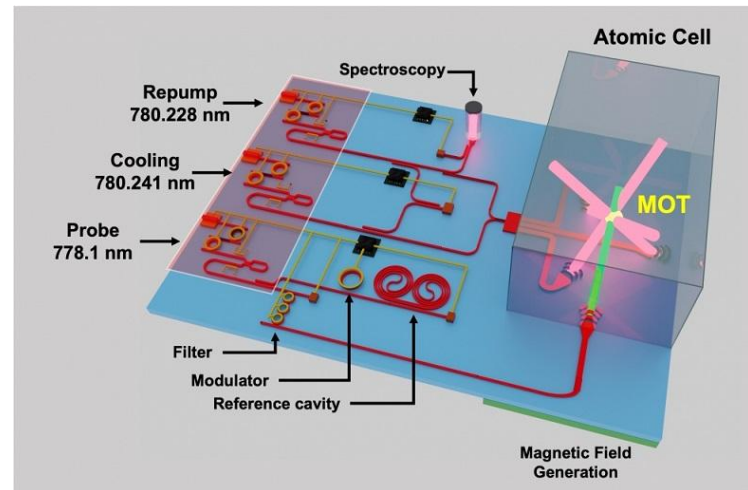
PIC for Sensing and Spectroscopy

Biophotonic sensors for point-of-care diagnostics



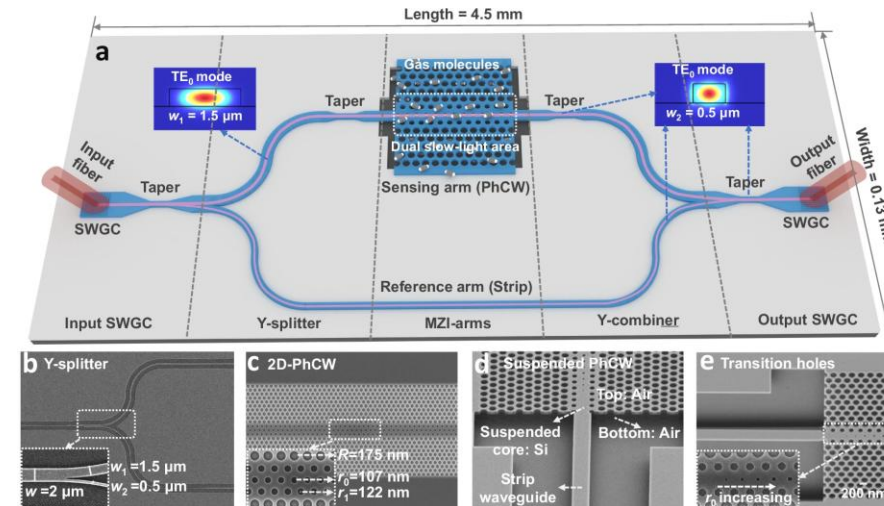
[Light Sci Appl 10, 64 \(2021\)](#)

Integrated Photonic Quantum Sensing for climate change



www.photonics.com

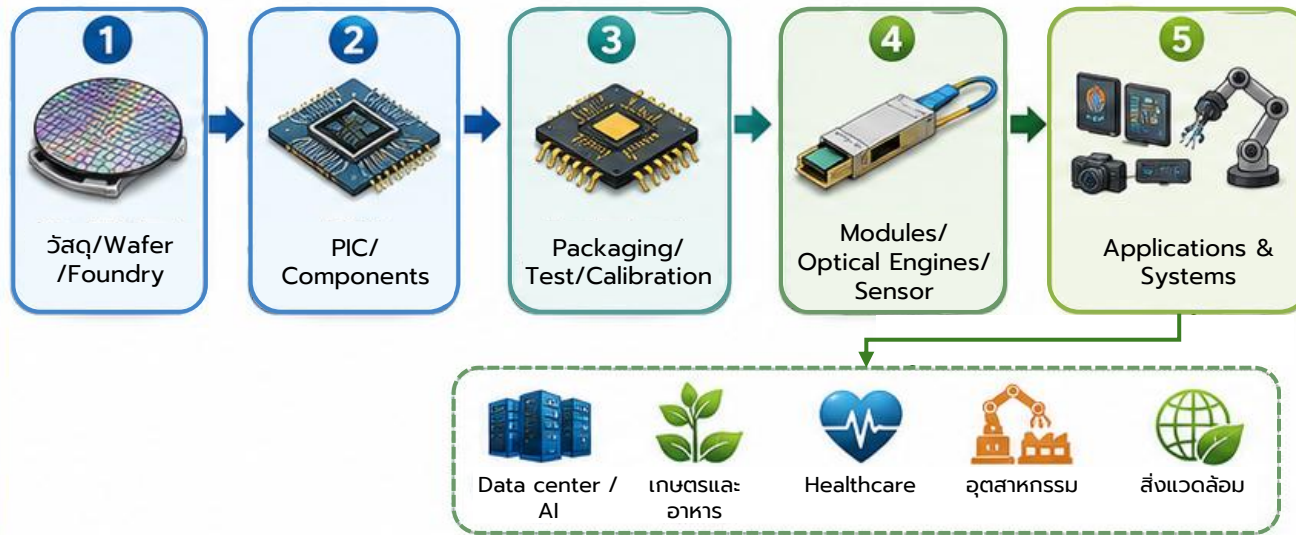
Photothermal Gas Spectroscopy on a Silicon Chip



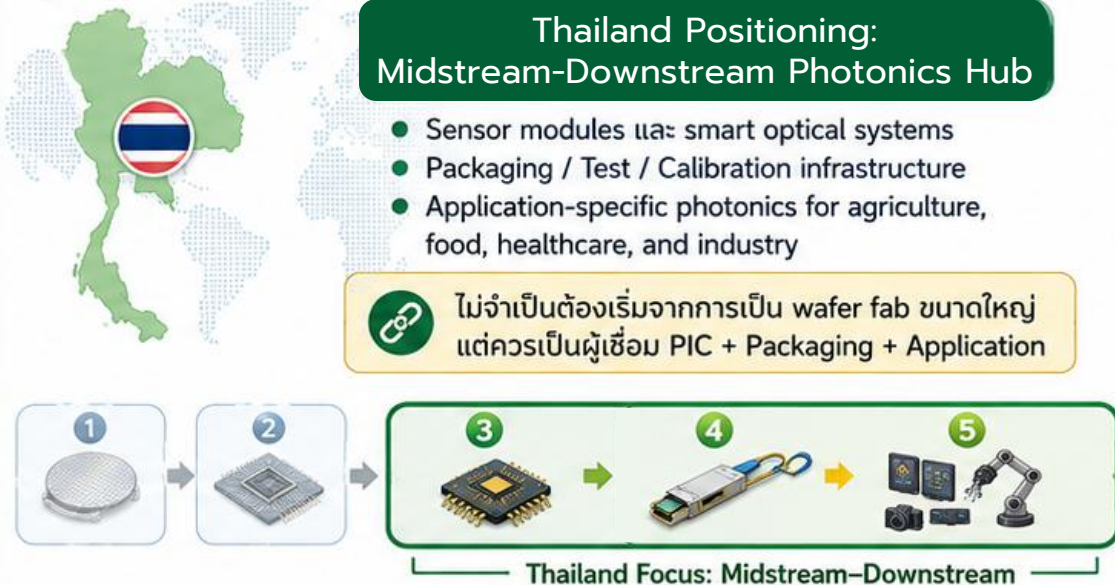
[Nature Communications 16, 10549 \(2025\)](#)

ประเทศไทยควรวางตำแหน่งตัวเองตรงไหนใน Photonics Ecosystem ของโลก

1 ภาพรวม Photonics Ecosystem โลก



2 ตำแหน่งที่ไทยควรอยู่



3 สิ่งที่ต้องเริ่มทำตั้งแต่วันนี้



เนคเทค และ สวทช. ควรมีบทบาทอย่างไร

1 บทบาทของ สวทช. (NSTDA)



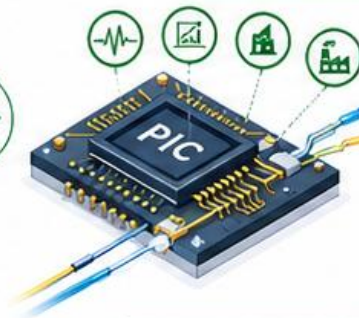
ผู้กำหนดทิศทางและตัวเชื่อมประสานระดับประเทศ

- กำหนดยุทธศาสตร์และประสาน ecosystem ระดับประเทศ
- ลงทุนโครงสร้างพื้นฐานกลางและ platform technology
- สนับสนุน program วิจัยระยะยาว และความร่วมมือระหว่างหน่วยงาน
- เชื่อมภาครัฐ มหาวิทยาลัย อุตสาหกรรม และพันธมิตรต่างประเทศ

NSTDA = National platform, coordination, and mission-driven funding

2 บทบาทของเนคเทค (NECTEC)

ศูนย์กลางวิจัยสู่การใช้งาน (Translational & Integration Hub)



- พัฒนา photonics / PIC / optical sensing platform ที่ตอบโจทย์ประเทศ
- ต่อยอดสู่ sensor modules, optical engines และ smart optical systems
- สร้างความสามารถด้าน packaging, test, calibration และ reliability
- ผลักดัน pilot systems สำหรับเกษตร อาหาร การแพทย์ อุตสาหกรรม และ data/AI-enabled sensing

NECTEC = Research-to-deployment hub for photonics integration

บทบาทหลักที่ต้องทำพร้อมกัน



A. Frontier Research

- Si photonics / PIC / integrated optics
- Hyperspectral, spectroscopy, biosensing
- Advanced optical modules / photonic systems



B. Infrastructure

- Packaging / Test / Calibration Lab
- Pilot line / characterization / reliability
- PDK, design tools, shared facilities



C. Talent

- นักวิจัยและวิศวกรด้าน photonics + packaging
- PIC design, systems integration, application engineers
- Training, reskilling, industry-linked programs



D. Industry Support

- Co-development กับภาคอุตสาหกรรม
- Technology transfer / prototyping / standards
- SME support, partner matching, global collaboration

แบ่งบทบาทเชิงปฏิบัติ

	NSTDA	NECTEC
Frontier Research	สนับสนุน mission + network	ดำเนินงานวิจัยและสร้าง platform
Infrastructure	ลงทุน shared infrastructure	พัฒนาและบริหาร lab / pilot capability
Talent	ทุน โครงการ และ ecosystem บุคลากร	training-on-the-job และทีมสหสาขา
Industry Support	กลไก funding / partnership / policy	prototype, testing, deployment with users

ผลลัพธ์ที่คาดหวัง



Thailand as a regional photonics integration hub



High-value sensor modules and optical systems



National infrastructure for packaging / test / calibration



A stronger talent pipeline in PIC and photonics



Industrial impact in agriculture, food, healthcare, manufacturing, and AI/data-center-related sensing