

# 光I/O：硅基光电子 集成的新机遇

---

国之大事？

汇报人： 陈向飞

南京大学

精准光子集成与系统应用教育部工程研究中心



感谢  
各位同仁和朋友的帮助和支持!



# 道路（方向）选择很重要



100 党史卡片 009

### 秋收起义

1927年9月9日，毛泽东和湖南省委领导的湘赣边界秋收起义爆发，毛泽东任中共前敌委员会书记，打出了工农革命军第一面军旗。9月29日，起义部队在江西省永新县进行“三湾改编”，确定把支部建在连上，加强了党对军队的领导。10月，起义军到达井冈山，开始了创建以宁冈为中心的井冈山农村革命根据地的斗争。




## 国之大事？

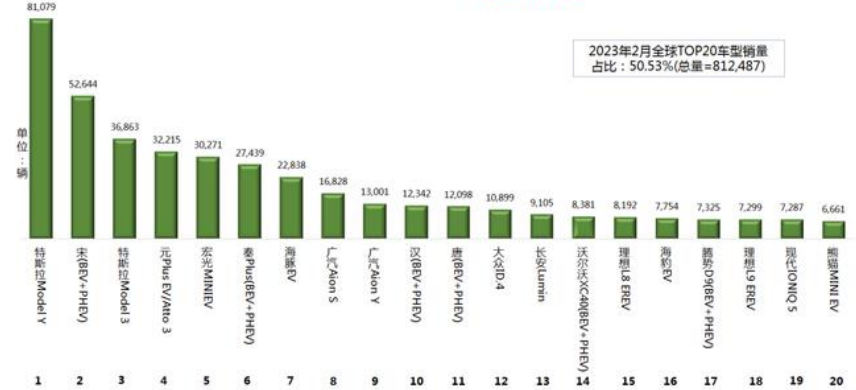
# 新中国的诞生 (1921-1949)



# 道路 (方向) 选择很重要



2023年2月全球新能源乘用车分品牌/车型销量排名TOP20



2023年3月新能源汽车销量排名 (含混合动力)

排名	品牌	3月销量
1	比亚迪汽车	287088
2	广汽埃安	49916
3	特斯拉	35478
4	理想汽车	29823
5	蔚来汽车	19378
6	哪吒汽车	19087
7	长安深蓝	8568
8	小鹏汽车	7902
9	极狐汽车	6863
10	零跑汽车	6170
11	smart	5991
12	AITO	3679
13	合创汽车	3098
14	极狐汽车	2586

## 国之大事？

# 改革开放40周年

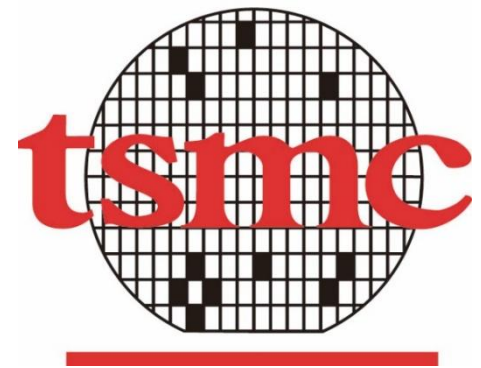
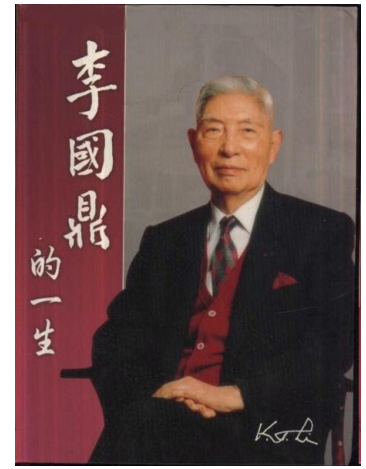
(1978-2018)

2018年是中国改革开放40周年。1978年5月，一篇名为《实践是检验真理的唯一标准》的特约评论员文章，在《光明日报》一版刊发，它掀起了席卷中国的真理标准大讨论，成为那支撬动改革开放的哲学杠杆。该文短短六千字，激荡四十年，为改革开放迈出了一大步。



# 道路（方向）选择很重要

## 历史的借鉴



台积电2022年全年实现营业收入22638.9亿新台币（约686亿美元），同比增长42.6%；净利润1.017万亿新台币（约308亿美元）元，同比增长70.4%。

一九七四年二月，寒冬，台湾，台北，懷寧街小欣欣豆漿店

1953-1970s: **劳动力密集型**  
大力扶持民营企业，提高国营企业的经济效益，出口外销

1978-200x: **科技创新型**  
成立新竹科学园区和台湾工研院，主打集成电路芯片，2000年总产值高达510亿美元，继美国、日本之后为世界第三大电子信息产品生产与出口地区

2016年销售额达到创纪录的310亿美元，净利润110亿美元，利润率为35.5%!



# 中国台湾的集成电路之路

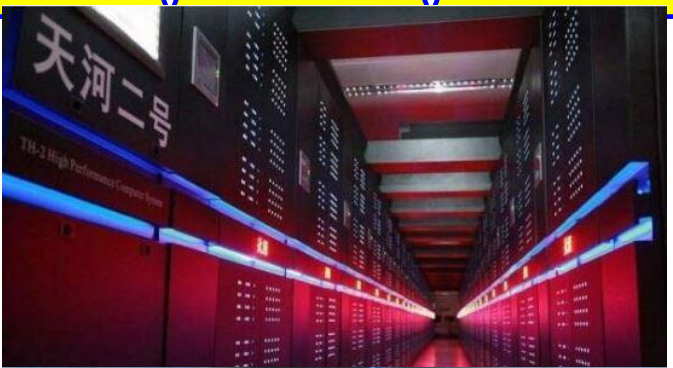
## 人工智能 (AI) sp: ChatGPT

## 如何提高算力? 集群计算

得益于集群计算, 受制于芯片设计和制造



全球超算排名			
排名	名称	开发国家	运算性能 (次)
1	前沿 (Frontier)	美国	119.4京
2	富岳	日本	44.2京
3	LUMI	芬兰	30.9京
4	莱昂纳多 (Leonardo)	意大利	23.8京
5	顶点 (Summit)	美国	14.8京
6	山脊 (Sierra)	美国	9.4京
7	神威·太湖之光	中国	9.3京
8	Perlmutter	美国	7.0京
9	Selene	美国	6.3京
10	天河2A	中国	6.1京



计算单元间的通信也是提升算力的关键技术

## 集成电路/人工智能：芯片间通信（互连）非常重要

### 算力



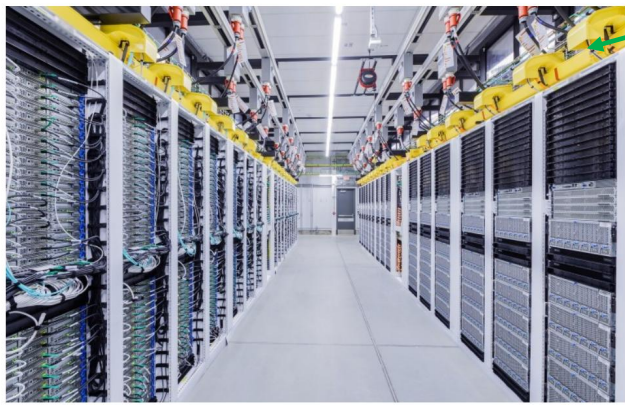
### NVIDIA H100 GPU 约1.8万个核

### 8个H100, 4个 NVIDIA NVSWITCHES GPU 之间双向带宽为 7.2 TB/s

## 高效算力 = 网络化计算 (chip-chip 高效通信, 类似超算)

Microsoft shows how it combines Azure with NVIDIA chips to make AI supercomputers

John Callahan · Mar 13, 2023 17:56 EDT



### 光互连

### 微软为了构建支持OpenAI (ChatGPT) 项目的超级计算机, 在Azure云计算平台上将几万个Nvidia A100芯片连接 (电互连+光互连) 在一起

<https://www.neowin.net/news/microsoft-shows-how-it-combines-azure-with-nvidia-chips-to-make-ai-supercomputers/>

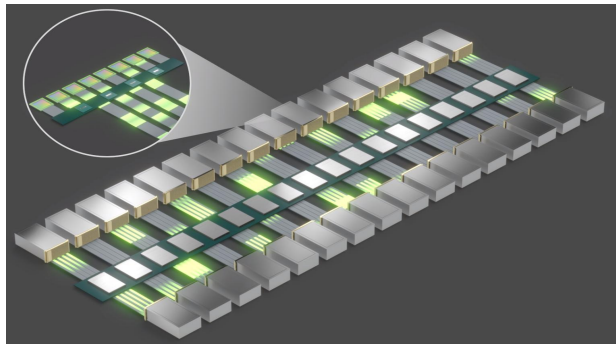
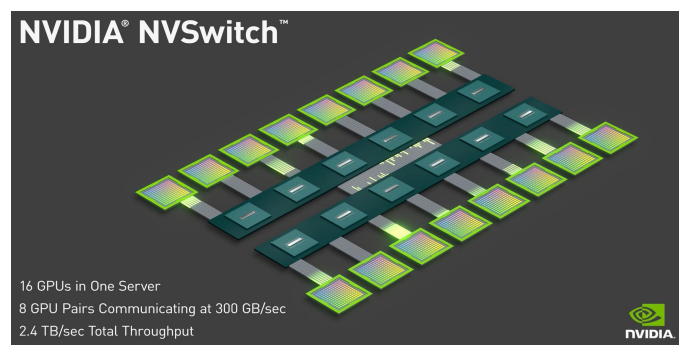
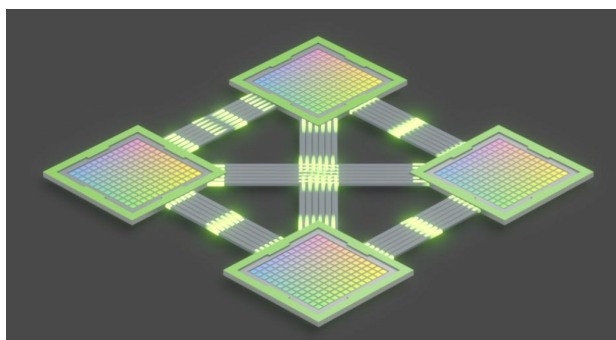
## 更强大的计算：云计算



## 集成电路/人工智能：芯片间互连（连接和交换 — 交换网络）

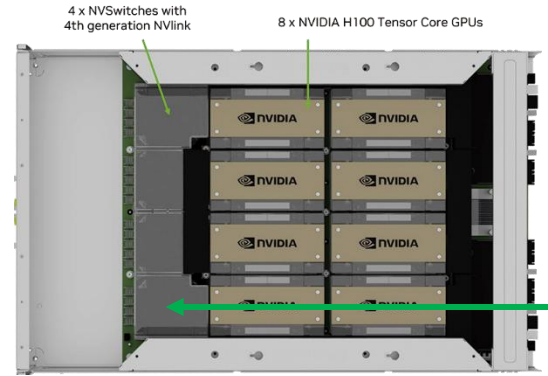
人工智能应用-大算力芯片面向芯粒Chiplet电互连瓶颈（电I/O）：

- 1. 强依赖“卡脖子”先进工艺：台积电4nm CMOS
- 2. 高功耗代价下的高带宽：单芯片900GB/s, > 100W
- 3. 封装解决物理极限：单卡8xGPU+NVSwith (11kW), 700W/800mm<sup>2</sup>

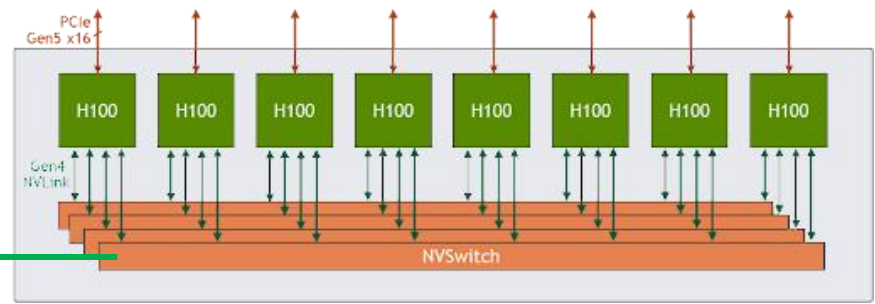


芯片间的通信容量越来越大，如果依赖芯片间的电互连，  
**电子瓶颈壁垒越来越大**

## 集成电路/人工智能：芯片间互连



DGX H100 SuperPOD

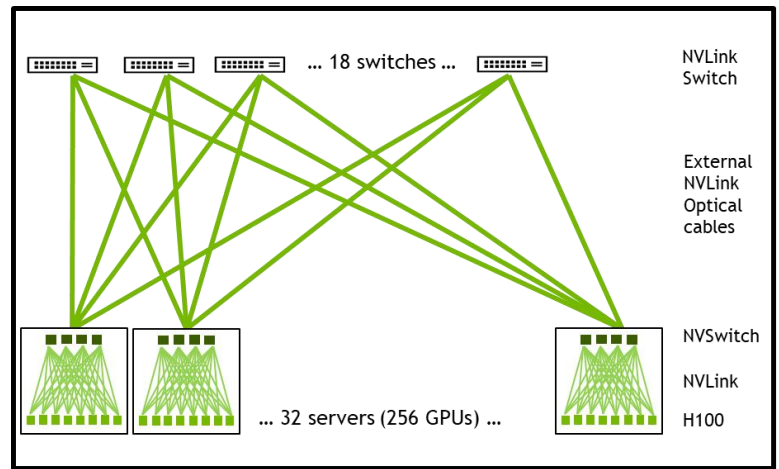


NVSwitch：内部实现ns量级的交换

NVlink 交换机

## 外部 光互连

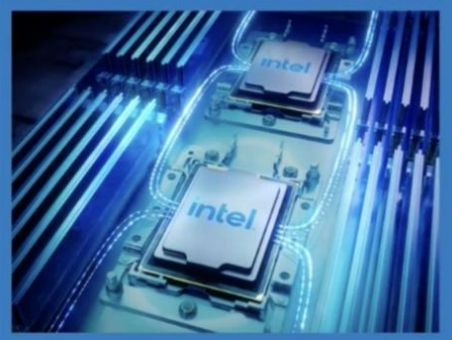
内部 电交换 NVSwitch



强大的算力：（1）芯片间高速通信和交换；  
（2）光电融合 — 让光参与更多高速通信/交换

芯片间光互连，即**光I/O**，是为了解决计算芯片CPU, GPU, XPU等之间的互联问题(chip to chip interconnect)，利用光互连**低功耗、高带宽、低延迟**的优势，取代传统电I/O为光信号，进而构建分布式计算网络。为实现计算资源的池化技术，光I/O对延迟latency的要求比较高。从封装形式上看，**光I/O也是将光芯片与电芯片封装在同一基板上**

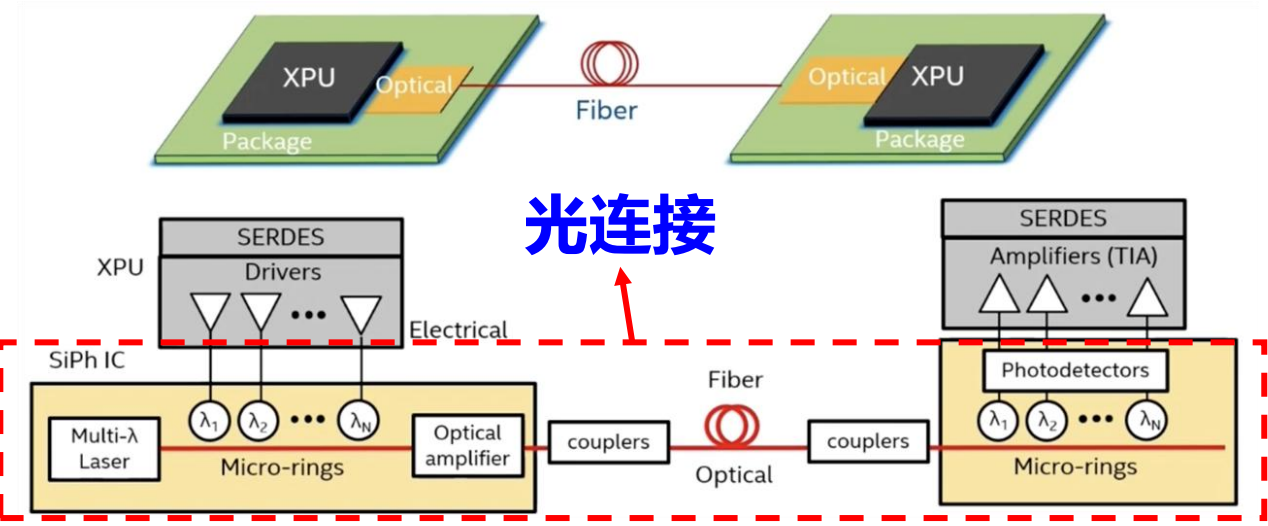
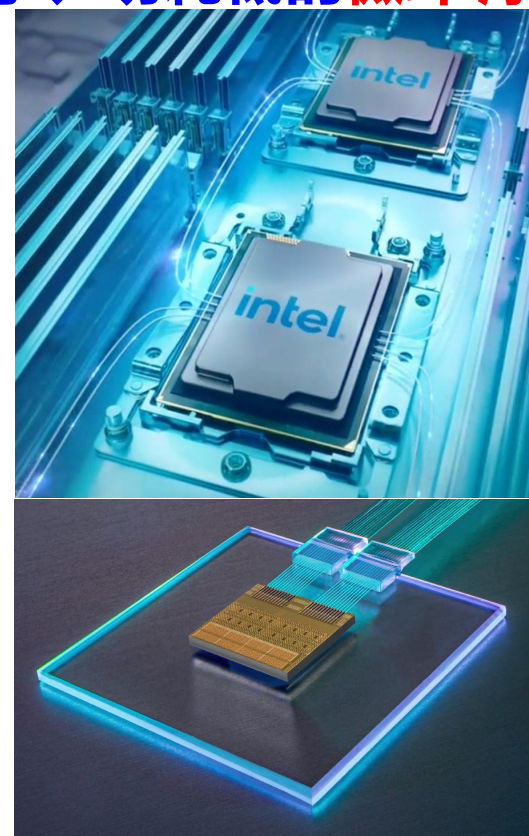
Pluggable Optics ➔ Increased integration and innovations ➔ Fully Integrated

	HVM Today	Co-package Optics	Optical I/O	
	Front plate pluggable optics Ethernet Compliant	Ethernet Compliant		
Total bandwidth	100 – 400 Gbps	1.6- 3.2 Tbps	40 Tbps	160 Tbps
BW/shoreline	5-20 Gbps/mm	50-200 Gbps/mm	5 Tbps/mm	10 Tbps/mm
Energy efficiency	30 pJ/bit	<15 pJ/bit	3 pJ/b	<1 pJ/b

可插拔光模块、CPO模块与Optical IO的性能对比



✓ 当前AI技术对算力的持续需求，类似ChatGPT 这样大规模机器学习模型，GPU芯片、存储芯片之间有大量的数据传输，光I/O技术刚好可以发挥其优势，提供低功耗、低延迟和高带宽的数据传输。硅光技术可能是光I/O的唯一光学解决方案，采用体积小、功耗低的**微环调制器**，利用多个波长携带信号，提高带宽密度



Optical IO的两个关键组件：**多波长激光光源**，**Micro-ring阵列**

## 集成电路/人工智能：光I/O，美国又先了一步

### OFC2023 : Ayar Labs展示业界首个4Tbps光学解决方案

<http://www.iccsz.com/site/cn/News/2023/03/31/20230331030457214644.htm>

讯石光通讯网 发布时间:2023/3/31 11:03:45 编者:Nina 加关注 讯石光通讯网 (粉丝3687)

摘要：Ayar Labs推出的封装内(In-package)光学I/O解决方案具有10纳秒以下的延迟和10瓦以下的功率，可满足领先的半导体、AI/HPC和航空航天客户的需求，以支持下一代数据密集型工作负载。

ICC讯 (编译：Nina) 在OFC2023期间，Ayar Labs，一家将硅光用于芯片到芯片光学连接的领导者，公开演示业界首个4Tbps双向波分复用(WDM)光学解决方案。通过与GlobalFoundries、Lumentum、Macom、Sivers Photonics等领先的大批量制造和供应合作伙伴合作，该公司实现了这一最新里程碑，为数据密集型应用提供了所需的光学互连。此外，该公司还与合作伙伴Quantify Photonics在其CW-WDM兼容测试平台上发布了SuperNova光源。

NVIDIA Craig Thompson：NVIDIA的加速计算平台采用WDM光互连等先进技术，提供急需的极致性能。在OFC' 2023上，Ayar Labs首次公开演示其光学I/O解决方案，以2.048Tbps的速度将数据从一个TeraPHY光学I/O芯片移动到另一个芯片，使用64个高精度波长，工作速度为32Gbps，每条光纤8个波长和256Gbps，以低于10纳秒的延

At OFC 2023, Ayar Labs will showcase its CW-WDM optical I/O solution moving data from one TeraPHY™ optical I/O chiplet to another TeraPHY chiplet at 2.048 Tbps, powered by SuperNova™ light sources. Each SuperNova powers 8 optical ports in each TeraPHY I/O chiplet. With 8 precisely spaced wavelengths modulated at a data rate of 32 Gbps, each optical port delivers 256 Gbps of bandwidth. Each TeraPHY chiplet therefore provides a throughput of 2.048 Tbps in each direction, or 4.096 Tbps bidirectional.

Fabricated in the GF Fotonix process, the electro-optical transceivers in the TeraPHY chiplet are fully integrated and achieve error-free data transmission without FEC (forward error correction). Perhaps more importantly, the data transfer consumes less than 5 pJ/bit, providing the power density and performance per watt needed to achieve trillions of AI connections in advanced HPC designs and more.

communications leaders.

The 2023 *Optica Executive Forum* is co-located with OFC and will feature a keynote presentation, three-panel discussions, a lightning startup round, and an executive fireside chat. This event is an exclusive opportunity for attendees to spend a full day with senior executives, connect with industry leaders and decision-makers, and ask challenging questions.



8 optical ports in each TeraPHY I/O chiplet. With 8 precisely spaced wavelengths



## AI加速器产品提供商Celestial AI获得1亿美元B轮融资 共筹集1.65亿美元

站长之家  
2023-07-06 01:04:30 发布于福建

+ 关注

站长之家 (ChinaZ.com) 7月5日 消息:日前,人工智能加速器产品提供商Celestial AI宣布成功完成B轮融资,为其Photonic Fabric技术平台筹集了1亿美元。此次投资由IAG Capital Partners、Koch Disruptive Technologies (KDT) 和淡马锡旗下的Xora Innovation基金领投。

### 重磅, PCIe将走向光互联, 铜将被抛弃?

原创 编辑部 半导体行业观察 2023-08-03 09:32 发表于安徽

负责该标准的组织的最新公告, PCI-Express 互连标准可能会在未来几年经历一些重大变化。PCI-SIG 今天上午宣布成立 PCIe 光学工作组, 其职责是致力于通过光学接口实现 PCIe。

中国也在推类似的标准 (Chiplet标准 《小芯片接口总线技术要求》)

据Celestial AI表示, 他们的**Photonic Fabric**平台在光学连接性能方面取得了重大突破, 超越了现有技术。该公司发明的**Photonic Fabric**技术允许您将光子学直接集成到硅晶片中, 其一个关键优势是可以将数据传递到硅晶片上的任何点, 以进行计算。即使如CPO(Co-Packaged Optics)无法做到这一点, 因为CPO只能将数据传递到晶片边缘。**Photonic Fabric**通过显著增加带宽 (1.8Tbps/mm<sup>2</sup>) 和纳秒级的延迟成功解决了**内存墙**问题, 即计算与计算、计算与内存之间的高延迟通信问题。



## 集成电路/人工智能：光I/O

C电报 2022年04月27日 16:45:25

### Ayar Labs完成1.3亿美元融资英伟达、英特尔参投

《科创板日报》27日讯，硅光子初创公司Ayar Labs近日完成一轮1.3亿美元的融资，除了现有的战略投资者Applied Ventures LLC、格芯、英特尔资本和洛克希德马丁风险投资公司外，还吸引了惠普企



LOCKHEED MARTIN Who we are v What we do v News Careers Investors Suppliers

Newsroom > News Releases

#### Lockheed Martin, Ayar Labs Partner To Advance Microchip Connectivity For Next Generation Sensory Systems

New era of defense platforms with optical I/O aim to support faster decision making in the most agile, mission-critical scenarios while advancing domestic semiconductor capabilities



BETHESDA, Md. and SANTA CLARA, Calif. – Oct. 12, 2022 – Lockheed Martin, [NYSE: LMT] and Ayar Labs, a leader in chip-to-chip optical connectivity, today announced a strategic collaboration to develop future sensory platforms that leverage Ayar Labs’ advanced optical input-output (I/O) microchips that use light to transfer data faster, at a lower latency, and at a fraction of the power of existing electrical I/O solutions. The new platforms could be used across Department of Defense (DoD) applications to capture, digitize, transport, and process spectral information.



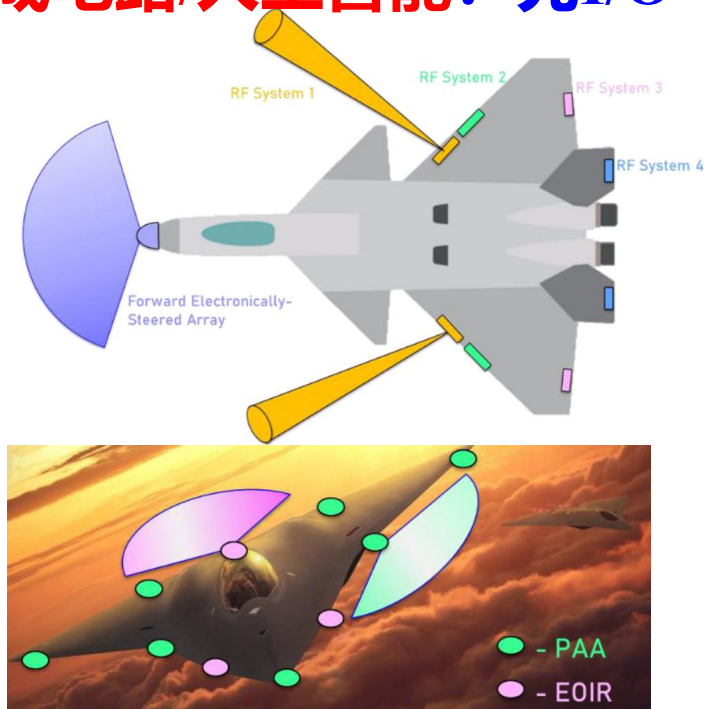
“As the complexity and amount of data grows on the battlefield, faster decision-making is essential. New innovative system architectures, coupled with AI and machine learning techniques, are needed for our customers’ mission success,” said Steve Walker, chief technology officer and vice president, Engineering & Technology at Lockheed Martin. “Ayar Labs’ optical interconnect solution provides the necessary technology to process spectral information with greater speed and lower latency for next-generation system designs.”

Lockheed Martin is partnering with Ayar Labs in developing multi-chip package (MCP) solutions which place high-density, high-efficiency optical I/O chiplets in the same microelectronics package as the radio frequency processing devices. The development and integration of Ayar Labs’ TeraPHY™ optical I/O chiplets and SuperNova™ light source represent a faster, more efficient, and

来自美国洛克希德·马丁公司网站

- 超越传统电I/O，采用Ayar Labs TeraPHY光I/O 解决方案，将基于光 I/O 的 chiplets与射频处理单元封装在一起，大幅提升相控阵孔径（phased-array apertures）系统大容量数据传输效率和时延性能
- 如何工作？ — Ayar Labs 将宣称的SuperNova多波长激光光源和硅光混合集成，带宽比传统电I/O提升约 1000 倍
- 潜在应用包括与轨道飞行器的地空通信、相控阵雷达和通信系统、无人驾驶飞机系统、互连卫星之间的通信

## 集成电路/人工智能: 光I/O

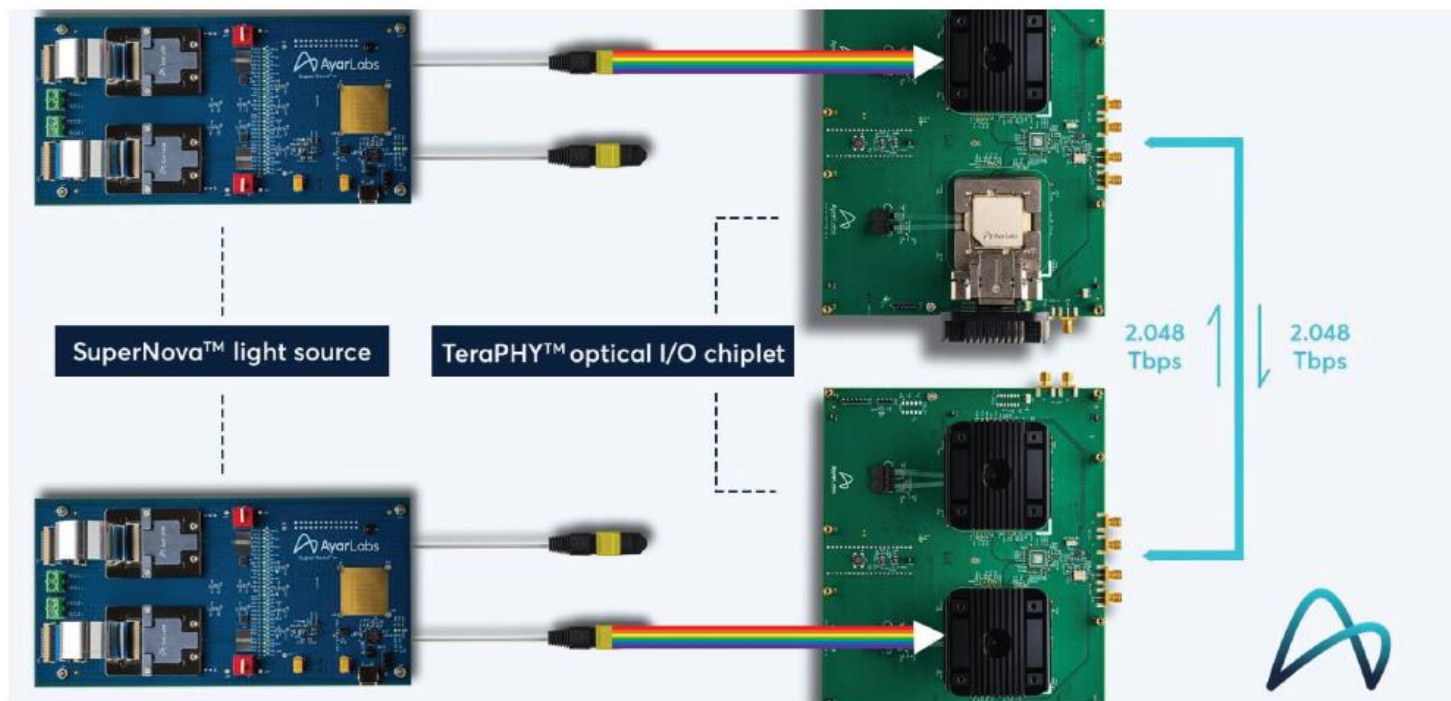


- ✓ 数据吞吐: 从300Gbps提高到2048Gbps, 提高了**7倍**
- ✓ 系统能效: 从15-25pJ/bit降低到3-5pJ/bit, 下降为**1/5**
- ✓ 芯片面积: 从645mm<sup>2</sup>减小到54mm<sup>2</sup>, 降低了一个**数量级**

- 超越传统电I/O, 采用Ayar Labs **TeraPHY光I/O** 解决方案, 将基于光 I/O 的 chiplets与射频处理单元封装在一起, 大幅提升相控阵孔径 (phased-array apertures) 系统大容量数据传输效率和时延性能
- 如何工作? — Ayar Labs 将宣称的**SuperNova多波长激光光源**和硅光混合集成, 带宽比传统电I/O提提升 约 1000 倍
- 潜在应用包括与轨道飞行器的地对空通信、相控阵雷达和通信系统、无人驾驶飞机系统、互连卫星之间的通信

## 美国Ayar Labs的光I/O两大关键技术:

1. TeraPHY : 基于小芯粒的光I/O硅光集成芯片
2. SuperNova™ : 光I/O多波长/WDM光源



InP激光器阵列

+

硅光集成芯片

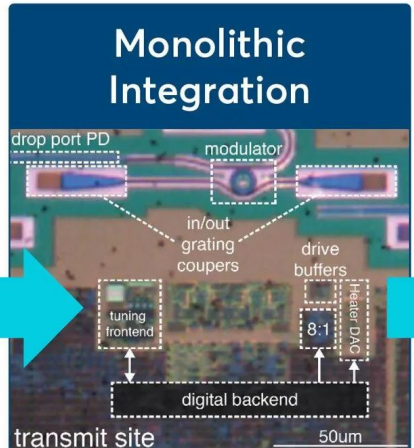


## What Does this New Optical I/O Technology Look Like?



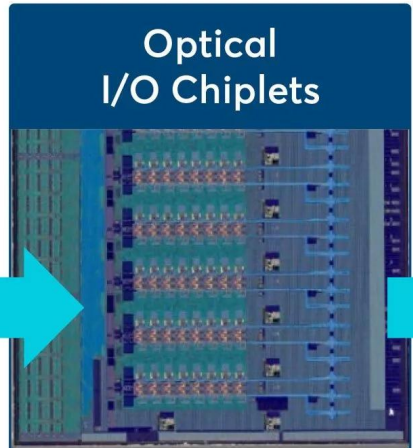
**Micro-Ring Resonators**

Up to 1,000x smaller than optical devices in traditional ethernet transceivers



**Monolithic Integration**

Dense integration of all electronics (TIAs, drivers, equalization, control) and photonics (waveguides, modulators, detectors) on a single CMOS chip



**Optical I/O Chiplets**

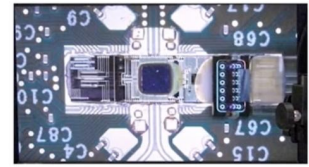
- TeraPHY™ chiplet for in-package optical I/O
- Multi-Tbps with <5pJ/bit
- Nanosecond latency (no FEC required)



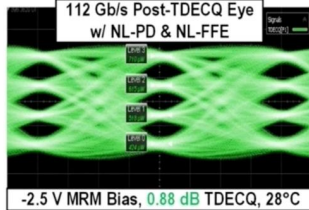
**SoC In-Package Integration**

- Integration with state-of-the-art CPU/GPU/ASIC
- Direct from the package optical I/O

Integrated laser, micro-ring and CMOS transmitter

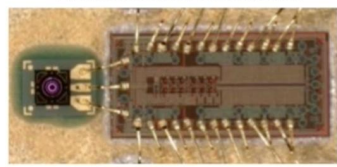


112 Gb/s Post-TDECQ Eye w/ NL-PD & NL-FFE

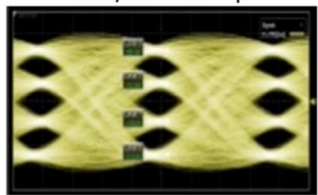


[H. Li ISSCC 2020]

Photodetector and CMOS receiver



106Gb/s PAM4 TIA Output



[H. Li ISSCC 2021]

## 基于小芯粒的光 I/O 硅光集成芯片



Sign Up to Our Free  
Weekly E-Brief

IQE Epiwafers for Data communications  
Leading innovation from within

News: [Optoelectronics](#)

1 March 2023

Ayar demos first 4Tbps optical solution, paving way for next-gen AI and data-center designs

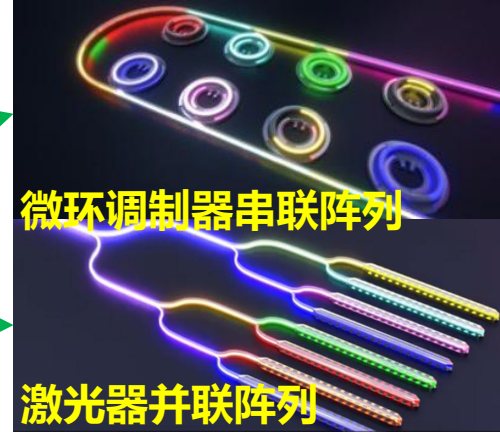
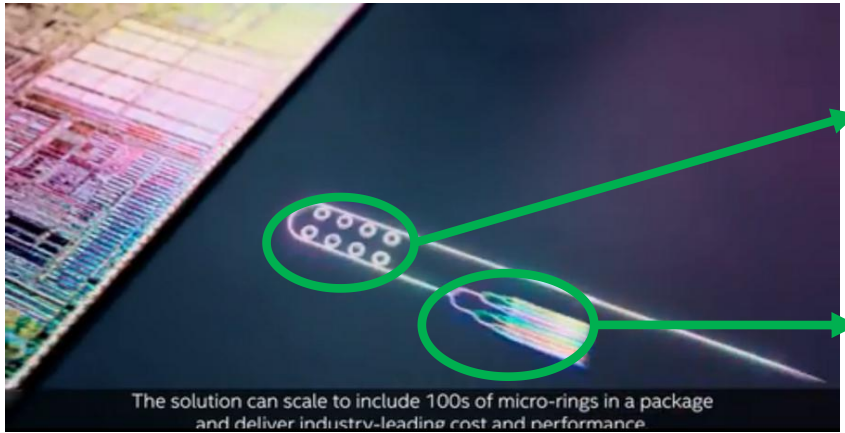
At OFC, Ayar is giving a first public demonstration showing its optical I/O solution moving data from one TeraPHY optical I/O chiplet to another at 2.048Tbps each direction powered by its SuperNova light source. SuperNova powers eight fiber links (using 64 highly accurate wavelengths operating at 32Gbps, for eight wavelengths and 256Gbps per individual fiber) running error free at lower than 10ns of latency and without needing forward error correction (FEC). This allows for a total bandwidth of 2.048Tbps each direction, or 4.096Tbps bidirectional. More importantly, the data transfer is using less than 5pJ/bit (10W), a high level of energy efficiency, providing the power density and performance per watt needed to achieve AI models with trillions of parameters, advanced HPC designs and more.

**(SuperNova)用了64个高精度波长, 8个波长/光纤**

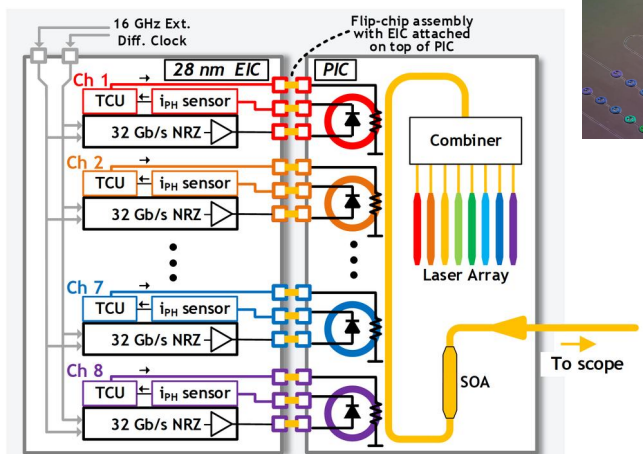
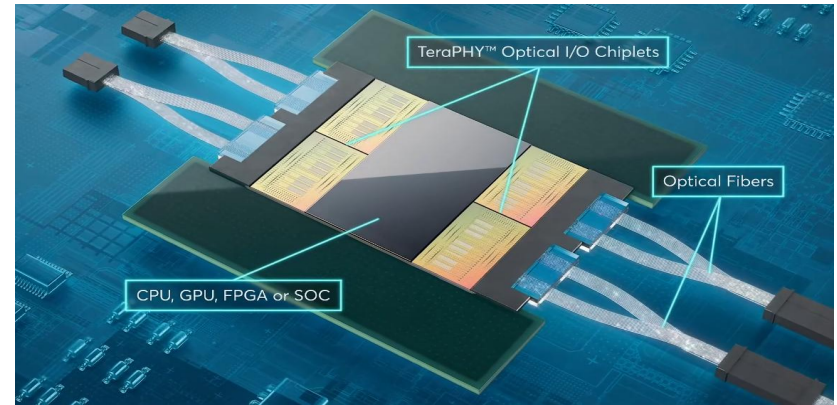
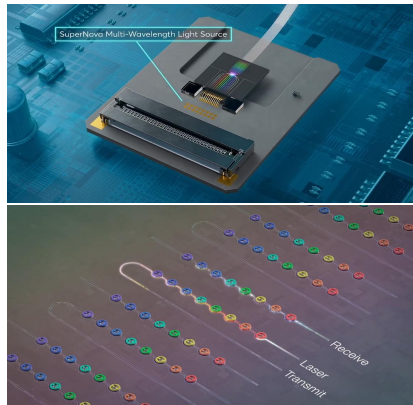


## 集成电路/人工智能：芯片间光互连

**Intel**



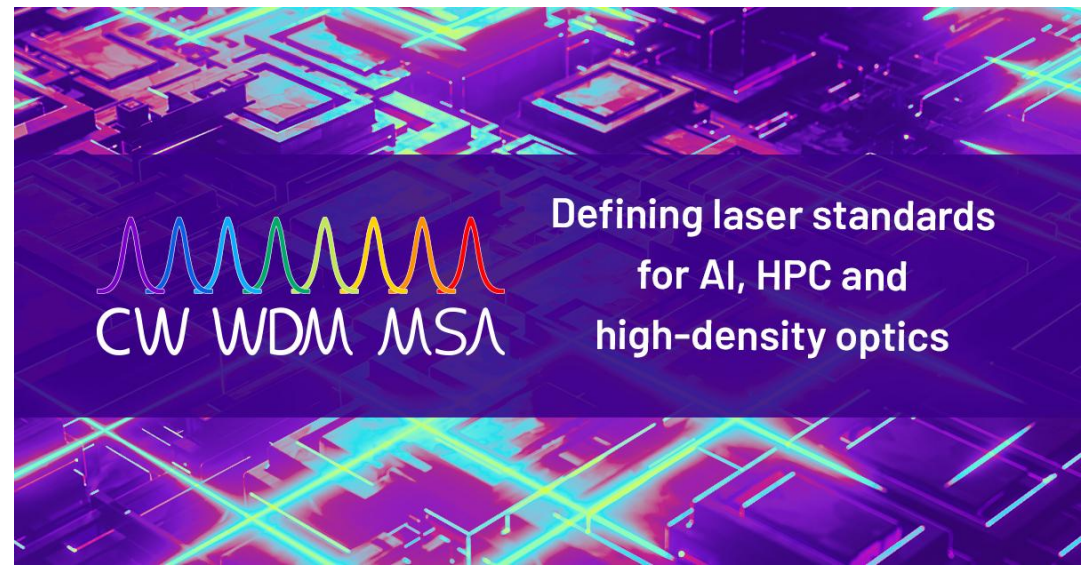
**Ayar labs**



# 必须要精准激光器阵列



## 集成电路/人工智能：芯片间光互连



CW-WDM MSA Members Home Members Specifications Publications Press Blog About the MSA

<https://cw-wdm.org/members/#promoters>

### Promoter Members

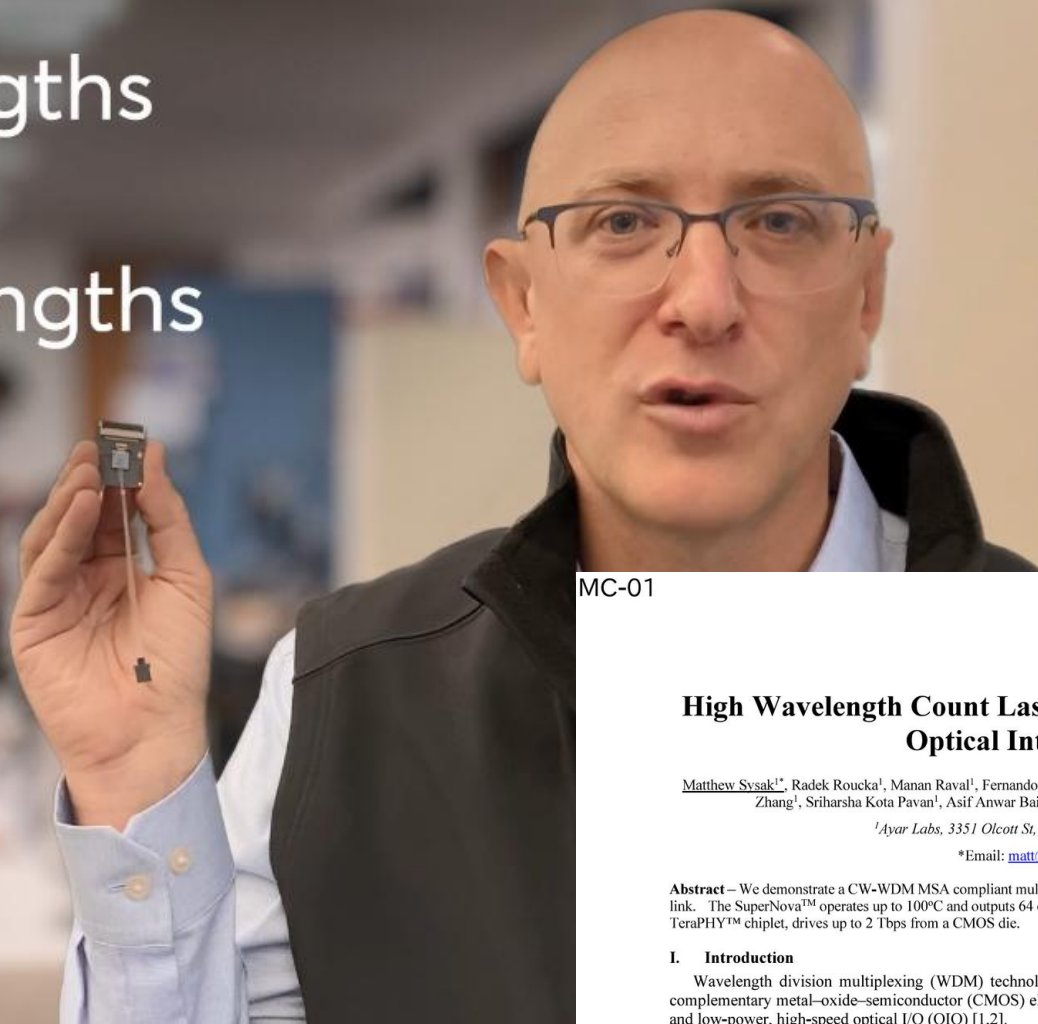


### Observer Members



南京大学有最好的激光器阵列技术 — 低成本精准光子集成激光器阵列

8 wavelengths  
8 ports  
64 wavelengths



MC-01

ISLC2022

## High Wavelength Count Laser Sources for WDM CMOS Optical Interconnects

Matthew Sysak<sup>1\*</sup>, Radek Roucka<sup>1</sup>, Manan Raval<sup>1</sup>, Fernando Luna<sup>1</sup>, Sally El-Henawy<sup>1</sup>, Johnathon Frey<sup>1</sup>, Chen Li<sup>1</sup>, Chong Zhang<sup>1</sup>, Sriharsha Kota Pavan<sup>1</sup>, Asif Anwar Baig Mirza<sup>1</sup>, Li-fan Yang<sup>1</sup>, Mark Wade<sup>1</sup>, Chen Sun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ayar Labs, 3351 Olcott St, Santa Clara, CA 95054 USA

\*Email: [matt@ayarlabs.com](mailto:matt@ayarlabs.com)

**Abstract** – We demonstrate a CW-WDM MSA compliant multi-wavelength source driving an error-free WDM CMOS optical link. The SuperNova™ operates up to 100°C and outputs 64 optical carriers (8 wavelengths x 8 fibers), and together with the TeraPHY™ chiplet, drives up to 2 Tbps from a CMOS die.

### I. Introduction

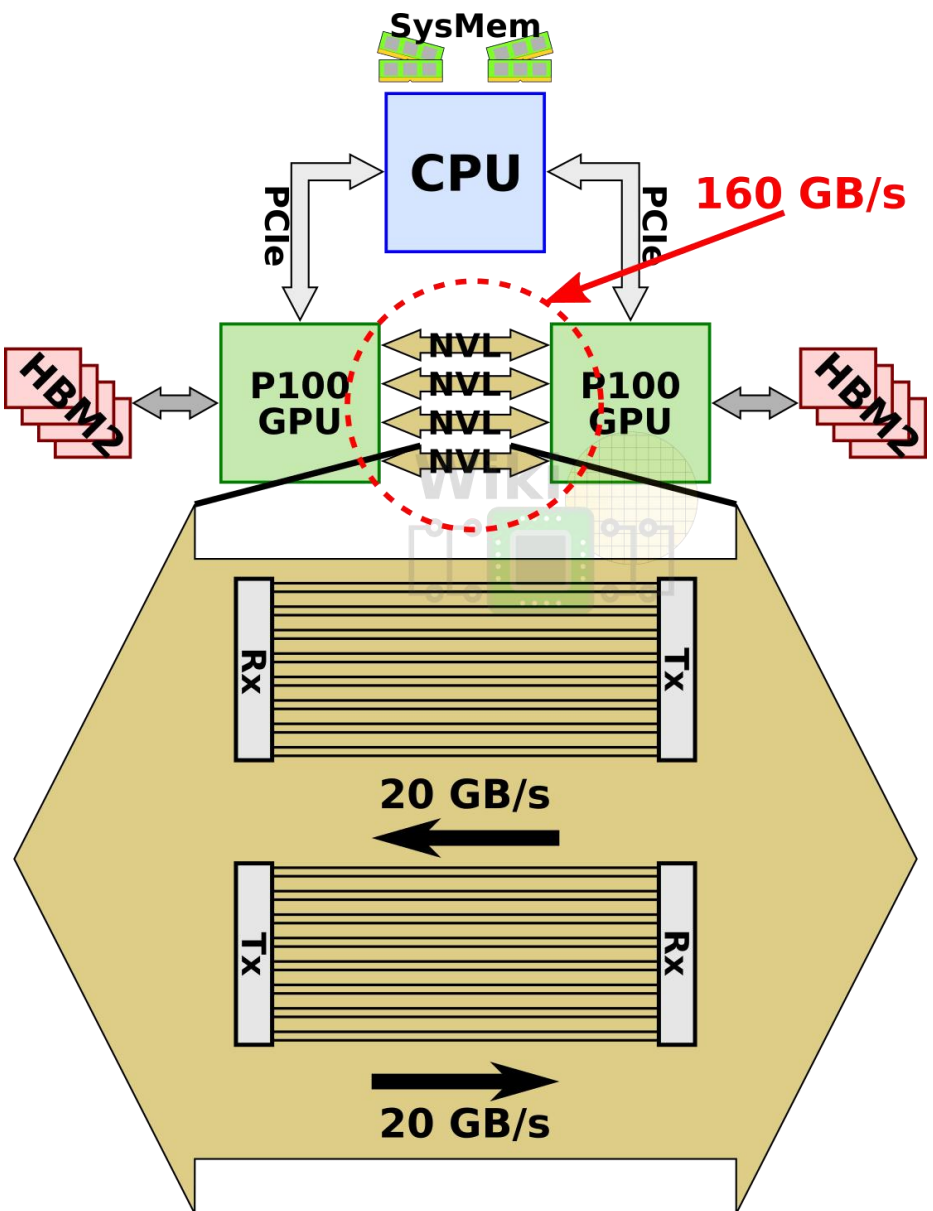
Wavelength division multiplexing (WDM) technology based on silicon photonics (SiPh), integrated with complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) electronics, is of interest for applications such as AI, HPC and low-power, high-speed optical I/O (OIO) [1,2].

architecture of the TeraPHY chiplet photonic macros based on ring resonators.

# 为什么 光I/O这么重要?



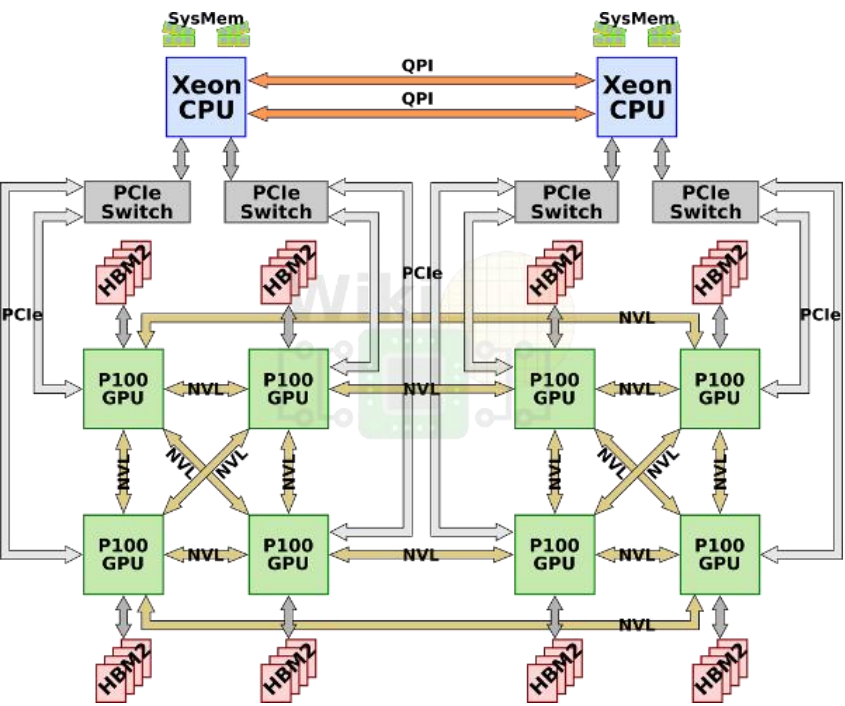
# 为什么光I/O这么重要？



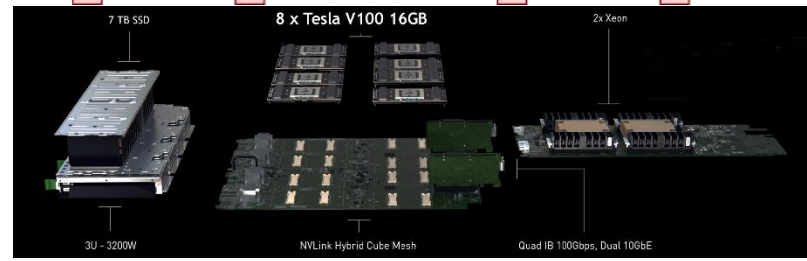
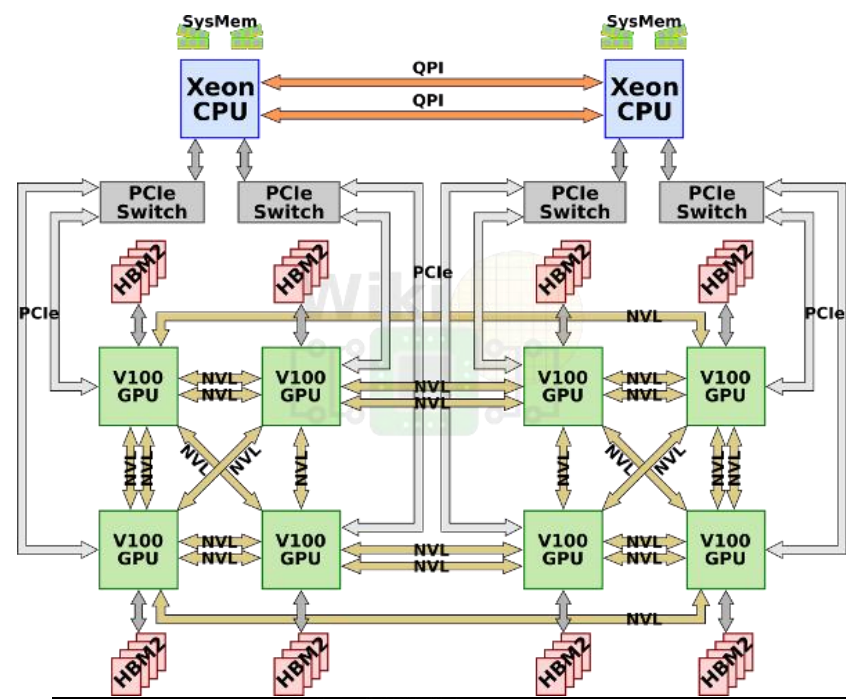
为了解决这个问题，Nvidia开发了一个全新的互联构架Nvlink。单条nvlink是一种双工双路信道，其通过组合32条配线，从而在每个方向上可以产生8对不同的配对（ $2\text{bi} \times 8\text{pair} \times 2\text{wire} = 32\text{wire}$ ），第一版的实现被称为Nvlink 1.0，与P100 GPU一同发布。一块P100上，集成了4条Nvlink。每条link具备双路共40G带宽，整个芯片具备整整160GB/s的带宽。

# 为什么光I/O这么重要?

## DGX-1



## Nvlink 2.0

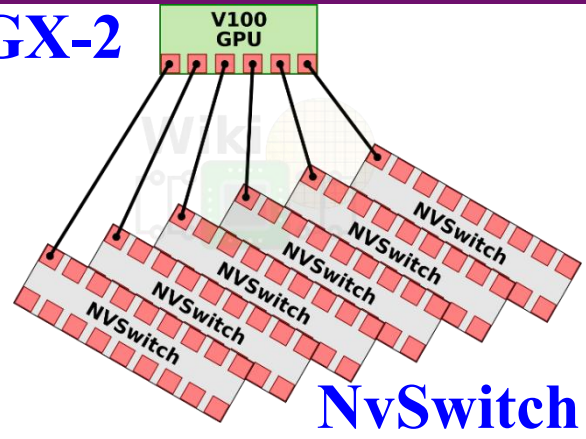


第一种Nvidia专门为AI加速订制的机器叫做dgx1，它集成了八块p100与两块志强e5 2698v4，但是因为每块GPU只有4路Nvlink，这些GPU构成了一种混合的cube-mesh网络拓扑结构，GPU被4块4块分为两组，然后在互相连接

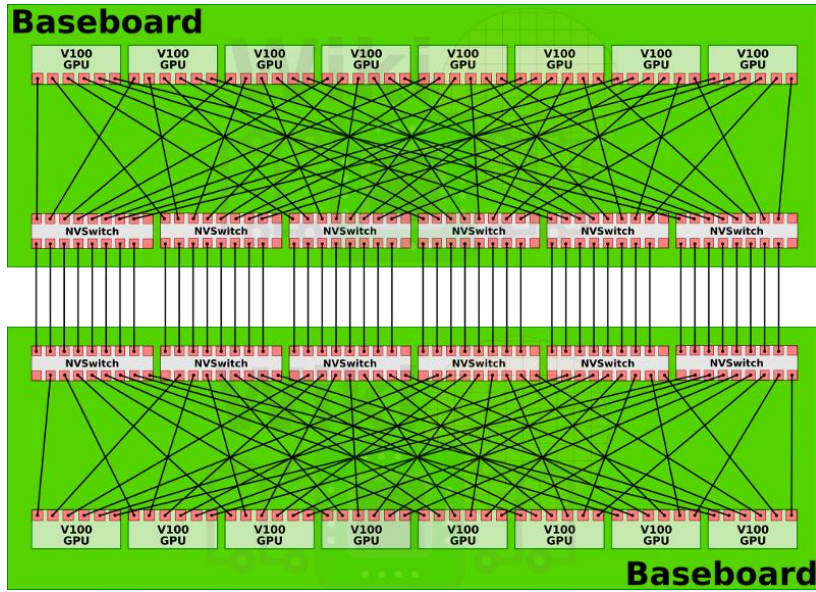
DGX-1升级到V100架构，主要的cube-mesh拓扑结构并没有变化，多出来的link用来倍化一些GPU之间的互联

# 为什么光I/O这么重要?

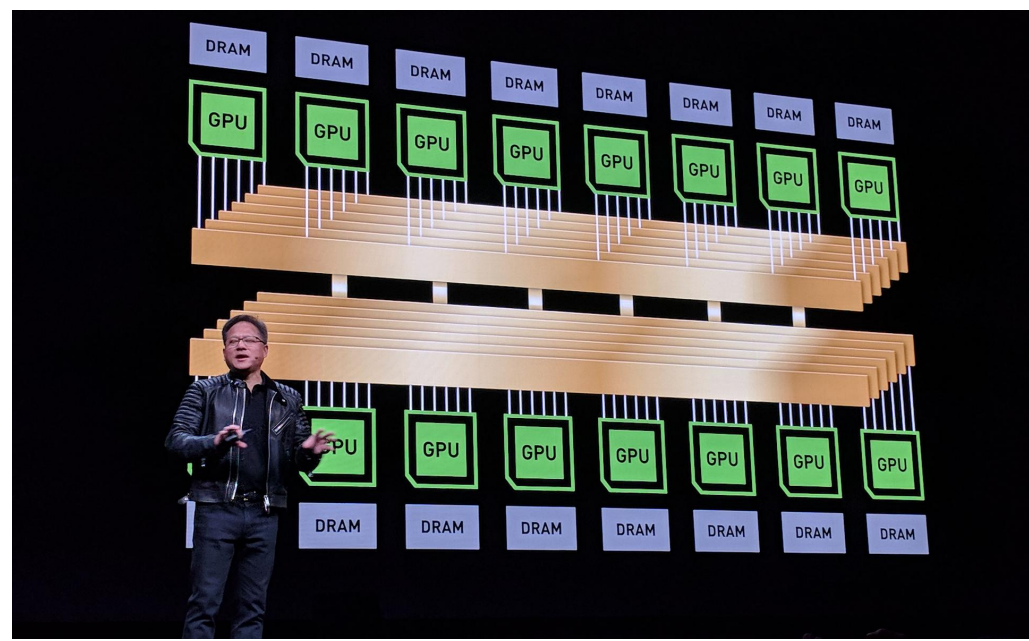
DGX-2



NvSwitch



两块基板间Nvswitch有八路互连, 16块GPU每块有6路Nvlink的情况下, 双向带宽达到2.4TB/s

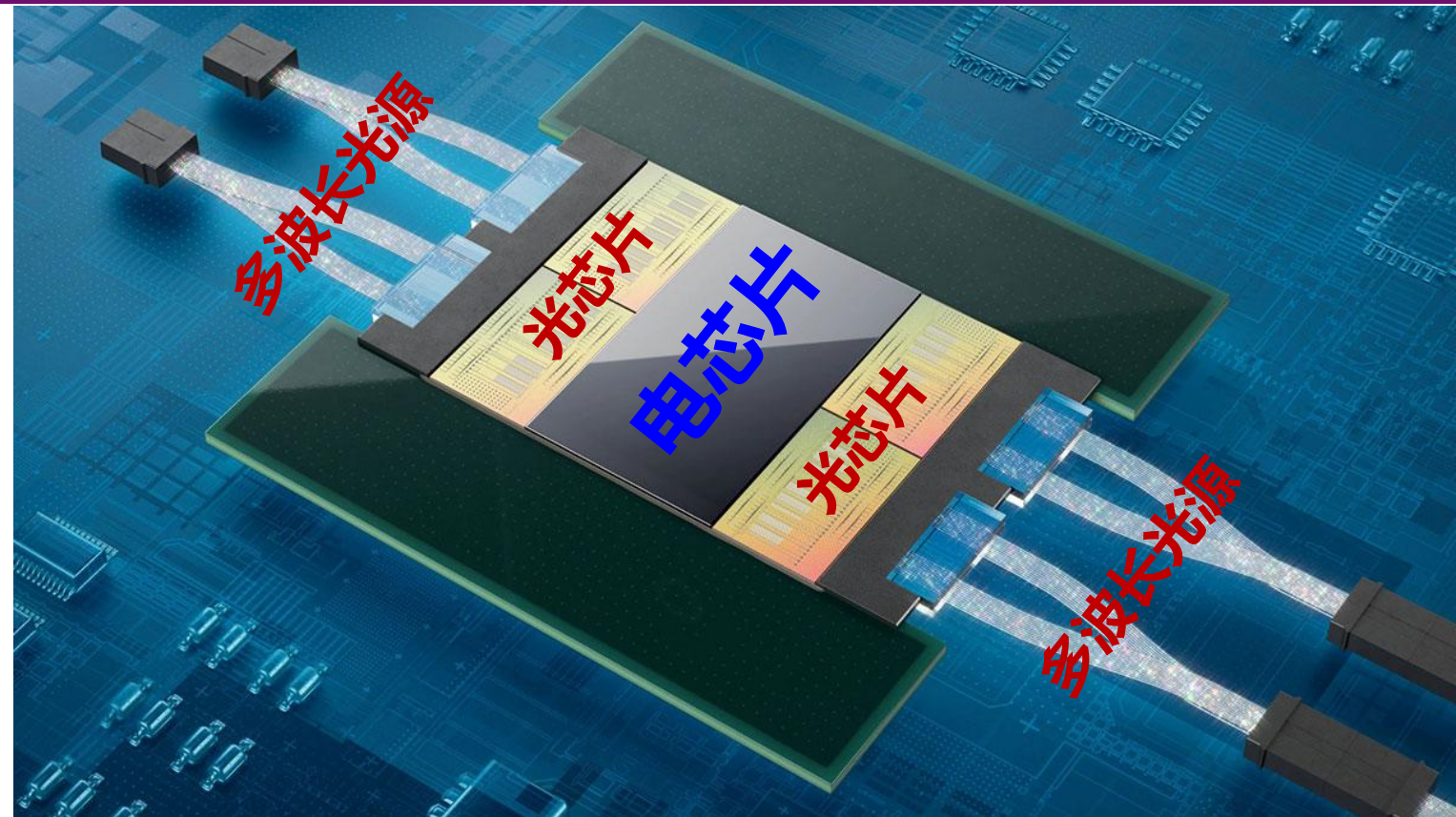


## 趋势：芯片间连接 (电和光)

互连和交换对于芯片算力也非常重要, 当前Nvswitch在升级到 NVSwitch 3.0, 有效带宽比增加了3倍



# 为什么光I/O这么重要？



**光I/O一旦实现大规模应用：芯片的新纪元**  
**商用光电融合芯片走向历史舞台：集成电路**  
**2.0/“二维”集成电路 — 芯片历史性颠覆**  
**国之大事？**

# 为什么光I/O这么重要？

- 对中国的光电子和光子集成芯片来说，  
就是两弹一星 — 制高点
- 对中国的集成电路和AI硬件来说，就  
是打开新赛道的绝佳机会 — 历史变革  
光I/O：源于硅光、属于硅光但甚于硅光

国之大事？



## 精准医学、精准扶贫.....

COMMENTS AND OPINIONS

### Precision photonic integration for future large-scale photonic integrated circuits

Xiangfei Chen

College of Engineering and Applied Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China

Ruiqin Jin talks to Xiangfei Chen about the importance of this growing field.

Citation: X F Chen, Precision photonic integration for future large-scale photonic integrated circuits[J]. *J. Semicond.*, 2019, 40(5), 050301. <http://doi.org/10.1088/1674-4926/40/5/050301>



**Xiangfei Chen** received the Ph.D. degree in physics from Nanjing University, Nanjing, China in 1996. From 1996 to 2000, he was a faculty member with the Nanjing University of Post and Telecommunication Technology. From 2000 to 2006, he has been with the Department of Electrical Engineering, Tsinghua University, Beijing, China, as an associate Professor. Currently he is a professor in College of Engineering and Applied Sciences, Nanjing University. Now his research has focused on the photonic integrated circuits, microwave photonics and fiber-optic sensors. Prof. Chen is a senior member of IEEE.

or ring radius etc. could be as small as ~ 0.13 nm, which is near the size of a hydrogen atom. In future LS-PICs, there may be many wavelength sensitive components and their adjustment is realized by the change of the temperature. Because the maximum wavelength deviation may be as large as several nanometers, the maximum temperature change may be several tens of degrees, which will be leading a very low yield in LS-PICs. Therefore, precision wavelength control will be necessary for general LS-PICs. For example, multi-wavelength laser arrays (MLAs) with a high channel count are considered to be an engine of LS-PICs, but high-volume production of MLAs with accurate wavelength control and low manufacturing cost still remains a huge challenge. Currently, the distributed feedback (DFB) lasers used in MLAs are fabricated using electron beam lithography (EBL), which offers from high resolution fabrication but low throughput because of the long writing time<sup>[3]</sup>. It is also well-known that EBL suffers from drawbacks such as blanking or deflection errors and shaping errors. Very few references have discussed the non-uniformity of the wavelength spacing of the devices fabricated using EBL. In Ref. [4], it is shown that using EBL, only 35% lasers have a wavelength variation of less than ± 0.2 nm. Ref. [5] shows that the error associated with the EBL process may be as large as 3 nm. In Ref. [6], when the difference between the two rings is only about 0.4 nm, the optical response is completely different. This shows that although the optical components are much larger than transistors in ICs, the higher process precision control is necessary for PICs. We can call this as precision photonic integrated circuits (precision PICs). Precision PICs means the resonance wavelength (channel) spacing will be controlled precisely.

Since the proposal of the concept of photonic integrated circuits (PICs), tremendous progress has been made. In 2005, Infinera Corp. rolled out the first commercial PICs, in which hundreds of optical functions were integrated onto a small form factor chip for wavelength division multiplexing (WDM) systems<sup>[1]</sup>, then a monolithically integrated 10 × 10 Gb/s WDM chip has been demonstrated, the channel number is ten<sup>[2]</sup>. Like ICs, large-scale PICs (LS-PICs) will be sure to be pursued. However, there are still some general challenges associated with LS-PICs. The challenges for III-V (mainly InP) PICs is the semiconductor process, which is not mature for LS-PICs. Up to now, the channel number in commercial III-V WDM PICs by Infinera is still about ten or less. For silicon photonics, the challenge is the silicon based light source. The low cost and mature solution for silicon lasers is still unavailable and only 4 × 25 Gb/s PICs are deployed by Intel Corp. after 18-year R&D investment. Thus it is still unavailable for practical LS-PICs in the present times.

**Why need precision photonic integration?** Of the issues indicated above, another critical issue is how to increase the integration density at a very low cost. For dense WDM (DWDM), the standard wavelength spacing is 100 GHz or ~ 0.8 nm around 1550 nm. In order to produce the 0.8 nm wavelength difference, the structural variation in grating pitch

### 2016年第一批精准医学研究立项批复公告！

弗锐达器械技术服务 2016-10-09 17:06:30 公告 医学 技术 阅读(422)

声明：本文由入驻搜狐公众平台的作者撰写，除搜狐官方账号外，观点仅代表作者本人。

导读：近日，卫计委医药卫生科技发展研究中心发布公告，根据国家重点研发计划“精准医学研究”重点专项已按规定程序发放及任务书签署工作（详见下表），该批项目2016年度经费拨款工作

序号	项目	负责人
1	精准医学研究	张一



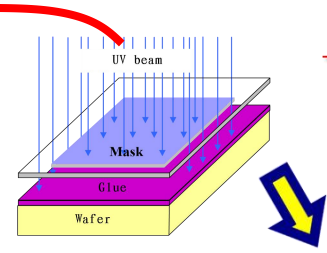
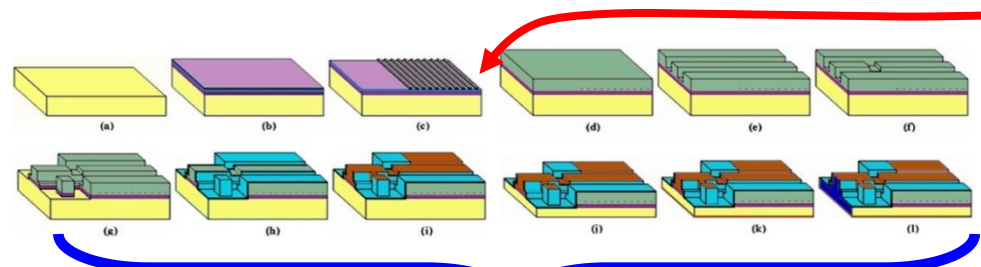
高清分辨、精准定位、精准诊断、精准医疗的脑血管疾病应用研究

精准扶贫广西行 样板在哪儿

# 精准光子集成

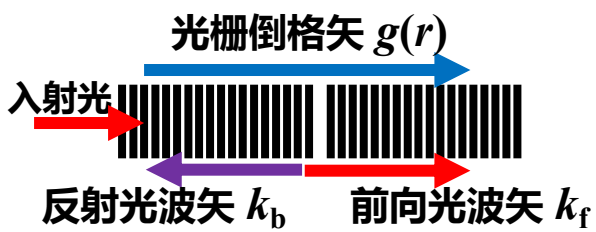
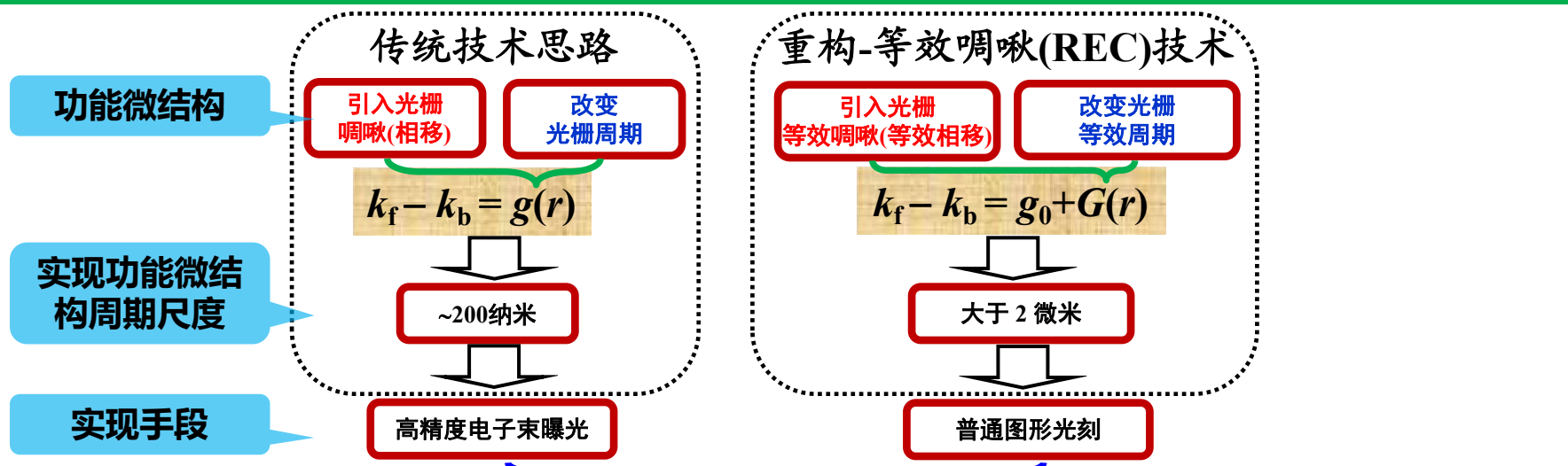


## ➔ 重构-等效啁啾 (REC) 集成激光器阵列制造方法



+ 普通光刻  
(形成REC 结构)  
集成激光器阵列

普通激光器芯片制造方法 (不能做高性能激光器阵列)



实现复杂激光谐振腔结构

WDM 激光器阵列芯片

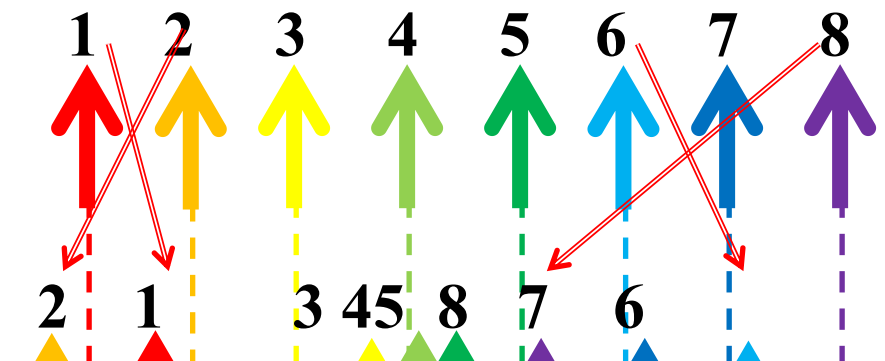


# 我们的工作基础-精准激光器阵列

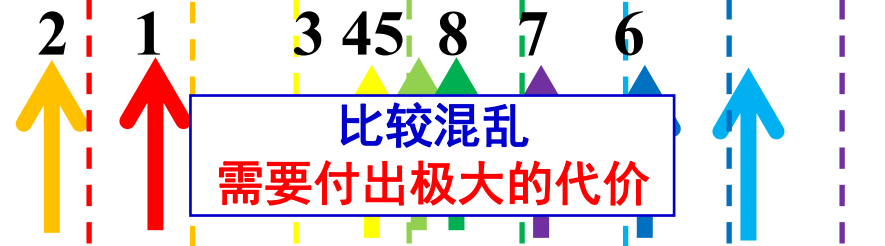
突破性的技术：解决了20多年没有解决的难题：**波长**  
**间隔控制比传统技术好两个数量级**



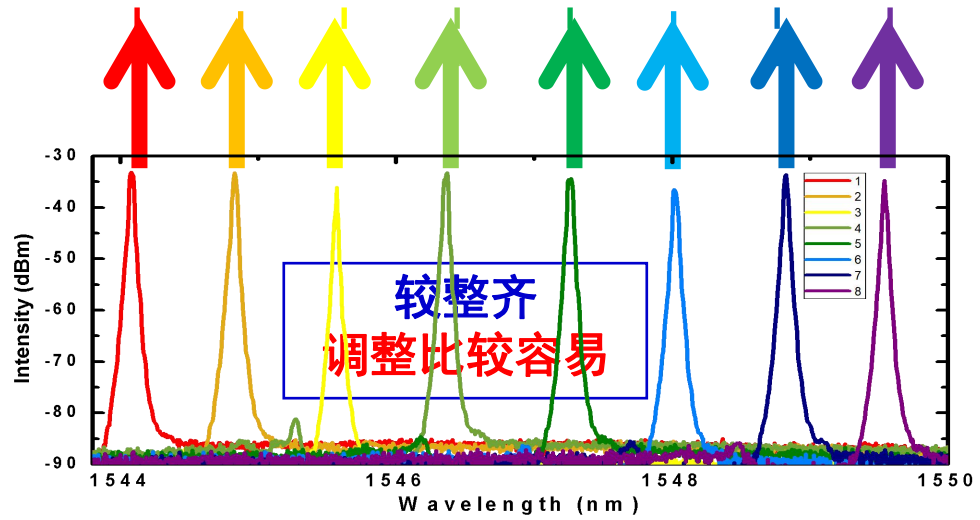
国际  
标准



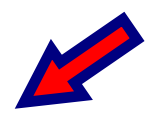
传统  
技术



REC  
技术

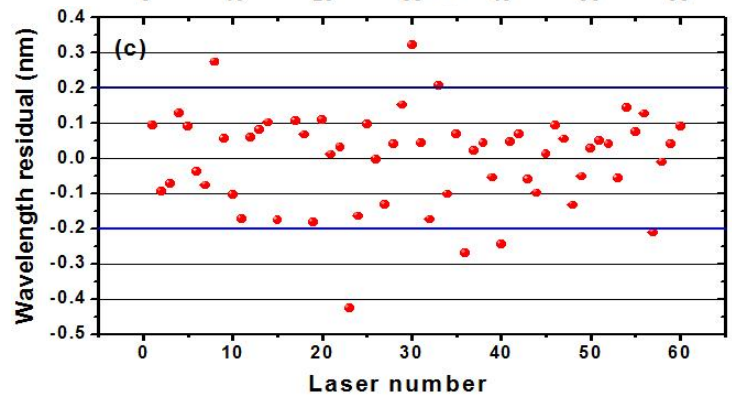
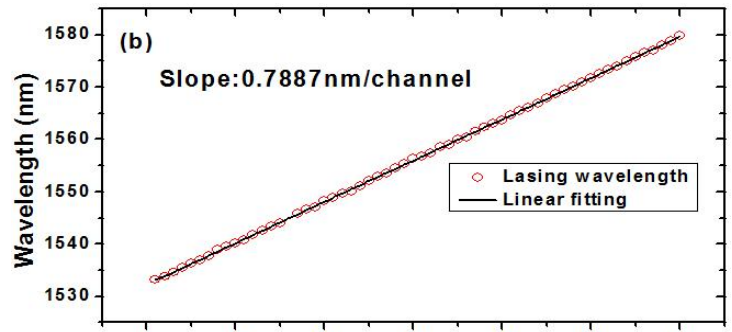
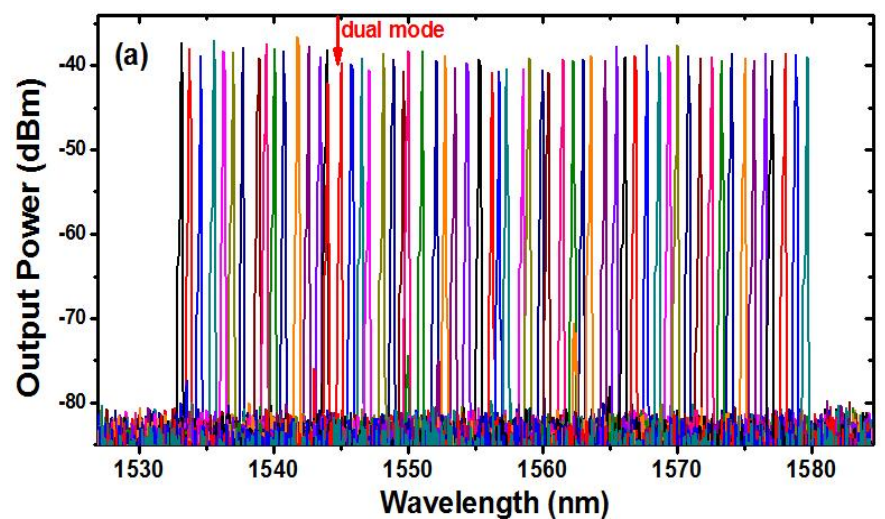


2012年：本组施跃春博士发现：REC技术在波长控制上可以做到非常精确，波长间隔控制精度理论上比传统技术好**2个数量级**



“Experimental demonstration of eight-wavelength distributed feedback semiconductor laser array using equivalent phase shift”, *Optics Letters*, 37(16), pp. 3315-3317, 2012.

## 历史机遇：制造最简单、信道数最多、波长间隔最准



## 完全是采用工业流程的实验结果



**OPEN** High channel count and high precision channel spacing multi-wavelength laser array for future PICs

SUBJECT AREAS:  
SEMICONDUCTOR LASERS  
INTEGRATED OPTICS  
FIBRE OPTICS AND OPTICAL COMMUNICATIONS

Yuechun Shi<sup>1</sup>, Simin Li<sup>1,2</sup>, Xiangfei Chen<sup>1</sup>, Liyanan Li<sup>1,3</sup>, Jingsi Li<sup>4</sup>, Tingting Zhang<sup>1</sup>, Jilin Zheng<sup>1</sup>, Yunshan Zhang<sup>1</sup>, Song Tang<sup>1</sup>, Lianping Hou<sup>2</sup>, John H. Marsh<sup>5</sup> & Bocang Qiu<sup>5</sup>

Received 8 August 2014  
Accepted 18 November 2014  
Published 9 December 2014

<sup>1</sup>National Laboratory of Solid State Microstructures, College of Engineering and Applied Sciences, Microwave Photonics Technology Laboratory, Nanjing University, Nanjing, 210093, China, <sup>2</sup>School of Engineering, University of Glasgow, Glasgow G12 8QQ, U.K., <sup>3</sup>Photonics Research Group, Department of Information Technology (INTEC), Ghent University, Sint-Pietersnieuwstraat 41, 9000 Ghent, Belgium, <sup>4</sup>Microelectronic Research Center, Department of Electrical Engineering, The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78758, USA, <sup>5</sup>Suzhou Institute of Nano-Tech and Nano-Bionics, Chinese Academy of Sciences, Suzhou 215123, China.

已经实现60通道（世界纪录）的阵列芯片，波长间隔典型误差  $< \pm 0.2\text{nm}$ ！现在典型误差已经接近0.1nm左右



## 完败最好的实验室之一 —— 美国贝尔实验室

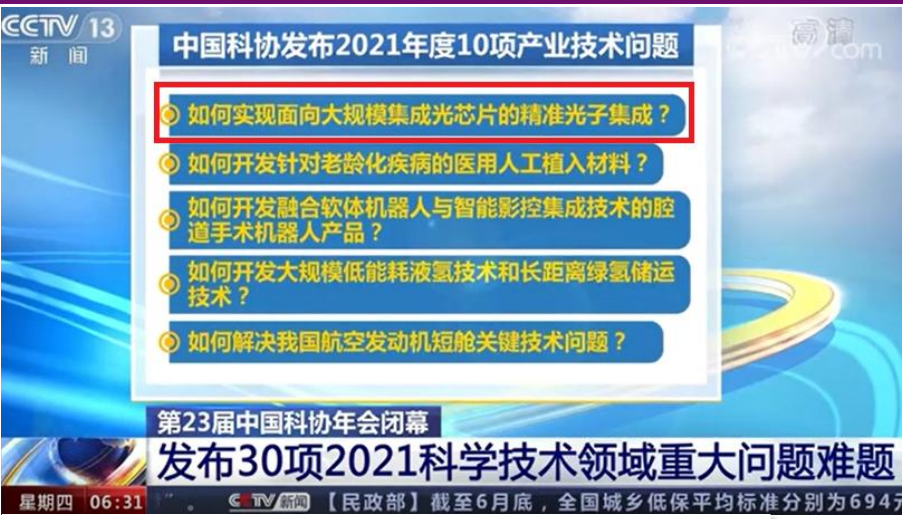
TABLE IV  
FIXED WAVELENGTH DFB LASER ARRAY YIELD ESTIMATED FROM THE YIELD OF A SINGLE DFB LASER OBTAINED FROM OUR INTEGRATED CHIPS

	$\delta\lambda < \pm 0.2 \text{ nm}$		$\delta\lambda < \pm 0.5 \text{ nm}$	
	1 LD/ $\lambda$	2 LD/ $\lambda$	1 LD/ $\lambda$	2 LD/ $\lambda$
1 $\lambda$	35 %	58 %	74 %	93 %
4 $\lambda$ s	1.5 %	11 %	30 %	76 %
8 $\lambda$ s	0.02 %	1.2 %	9 %	57 %
16 $\lambda$ s			0.8 %	33 %

From: "Multiwavelength DFB laser array transmitters for ONTC reconfigurable optical network testbed". Journal of lightwave technology 14(6) 1996, 967-974, Tien-Pei Lee, et. al."

- 贝尔实验室：16个波长间隔偏差 $< \pm 0.5 \text{ nm}$ 的成品率仅为 **0.8%**
- 我们结果：60个波长几乎接近 **100%**

设备工艺水平比我们好得多，但是结果比我们差得远：  
**创新的力量**



## 面向未来的科技

### 如何实现面向大规模集成光芯片的精准光子集成？

集成光芯片将多个单元光器件集成在一起，具有结构紧凑、功耗小、速度快、大带宽等突出优点。类似于大规模集成电路对整个信息产业的巨大促进作用，大规模集成光芯片将是未来信息领域的核心支撑技术。迈向实用化大规模多波长并行的波分复用集成光芯片的关键之一，是对多波长响应进行精准控制，但当前尚无成熟解决方案。

提出并研究面向未来大规模集成光芯片的精准光子集成，不仅符合光芯片自身的发展规律，能够为集成光芯片的发展做出重要贡献，而且精准集成代表了一种先进竞争力，有望成为我国在高端光芯片产业突破的重要关键之一。



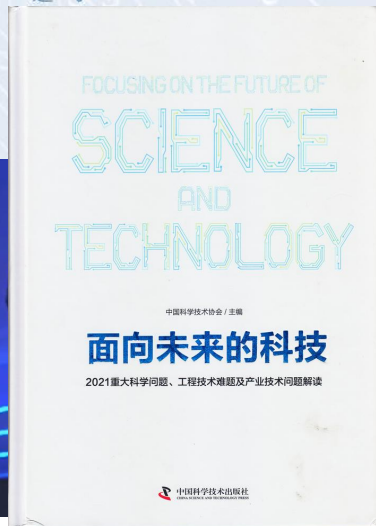
## 中国科协办公厅

科协办函创字〔2022〕19号

### 中国科协办公厅关于征集2022重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题的通知

各全国学会、学会联合体，有关企业科协：

为进一步加强科技前瞻研判，引领原创性科研攻关，推进科技自立自强，中国科协组织动员全国学会、学会联合体、企业科



#### 10个产业技术问题为：

1. 如何实现面向大规模集成光芯片的精准光子集成？
2. 如何开发针对老龄化疾病的医用人工植入材料？
3. 如何开发融合软体机器人与智能影控集成技术的腔道手术机器人产品？
4. 如何开发大规模低能耗液氢技术和长距离绿氢储运技术？
5. 如何解决我国航空发动机短舱关键技术问题？
6. 如何突破耕地重金属的靶向快速经济安全减污技术？
7. 如何利用风光水加快实现“碳中和”目标？
8. 如何攻克漂浮式海上风电关键技术研发与工程示范难题？
9. 如何制备高洁净高均质超细晶高端轴承钢材料？
10. 如何发展与5G/6G融合的卫星互联网络通信技术？



## 2019年20个重大科学问题和工程技术难题

1. 暗物质是种能探测到的基本粒子吗
2. 对激光核聚变新途径的探索
3. 单原子催化剂的催化反应机理
4. 高能量密度动力电池材料电化学
5. 情绪意识的产生根源
6. 细胞器之间的相互作用
7. 单细胞多组学技术
8. 废弃物资源生态安全利用技术集成
9. 全智能化植物工厂关键技术难题
10. 近地小天体调查、防御与开发问题
11. 大地震机制及其物理预测方法
12. 原创药物靶标发现的新途径与新方法
13. 中医药临床疗效评价创新方法与技术
14. 人工智能系统的智能生成机理
15. 氢燃料电池动力系统
16. 可再生合成燃料
17. 绿色超声速民机设计技术与评估技术
18. 重复使用航天运输系统设计
19. 千米级深竖井全断面掘进技术
20. 海洋天然气水合物和油气一体化勘探开发机理和关键工程技术

## 2020年20个重大科学问题和工程技术难题

### 10个前沿科学问题

1. 冠状病毒跨种传播的生态学机制是什么?
2. 引力波将如何揭示宇宙奥秘?
3. 地球物质是如何演化与循环的?
4. 第五代核能系统会是什么样子?
5. 特种能场辅助制造的科学原理是什么?
6. 数字交通基础设施如何推动自动驾驶与车路协同发展?
7. 调节人体免疫功能的中医药机制是什么?
8. 植物无融合生殖的生物学基础是什么?
9. 如何优化变化环境下我国水资源承载力, 实现健康的区域水平衡状态?
10. 如何建立虚拟孪生理论和技术基础并开展示范应用?

### 10个工程技术难题

1. 如何开发新型免疫细胞在肿瘤治疗中的新途径与新技术?
2. 水平起降组合动力运载器一体化设计为何成为空天技术新焦点?
3. 如何实现农业重大入侵生物的前瞻性风险预警和实时控制?
4. 信息化条件下国家关键基础设施如何防范重大电磁威胁?
5. 硅光技术能否促成光电子和微电子的融合?
6. 如何解决集成电路制造工艺中缺陷在线检测难题?
7. 无人车如何实现在卫星不可用条件下的高精度智能导航?
8. 如何在可再生能源规模化电解水制氢生产中实现“大规模”“低能耗”“高稳定性”三者的统一?
9. 如何突破进藏高速公路智能建造及工程健康保障技术?
10. 如何突破光刻技术难题?

## 2021年30个重大科学问题和工程技术难题

### 10个前沿科学问题

1. 如何突破大尺寸晶体材料的制备理论和技术?
2. 纳米尺度下高效催化反应的作用机制是什么?
3. 农作物基因型到表型的环境调控网络是什么?
4. 中微子质量和宇宙物质-反物质不对称的起源是什么?
5. 地球以外有统一的时间规则吗?
6. 大脑中的记忆是如何产生和重现的?
7. 以新能源为主体的新型电力系统路径优化和稳定机理是什么?
8. 铝合金超低温变形双增效应的物理机制是什么?
9. 如何揭示板块运动动力机制?
10. “亚洲水塔”失衡失稳对青藏高原河流水系的影响如何?

### 10个工程技术难题

1. 如何高效利用农业微生物种质资源?
2. 如何解决三维半导体芯片中纳米结构测量难题?
3. 如何开发比能量倍增的全固态二次电池?
4. 如何发展我国自主超高分辨率立体测图卫星关键技术?
5. 如何利用人工智能实现医疗影像多病种识别并进行辅助诊疗?
6. 如何突破深远海航行装备制造与安全保障工程技术难点?
7. 如何创建5G+三早全周期健康管理系统?
8. 如何通过重要生态系统修复工程构建精准高效的生态保护网络和恢复生物多样性?
9. 如何构建我国生态系统碳汇扩增的技术体系?
10. 如何制造桌面级的微小型反应堆电池?

### 10个产业技术问题

1. 如何实现面向大规模集成光芯片的精准光子集成?
2. 如何开发针对老龄化疾病的医用人工植入材料?
3. 如何开发融合软体机器人与智能影像集成技术的腔道手术机器人产品?
4. 如何开发大规模低能耗液氢技术和长距离绿氢储运技术?
5. 如何解决我国航空发动机短舱关键技术问题?
6. 如何突破耕地重金属的靶向快速经济安全减污技术?
7. 如何利用风光水加快实现“碳中和”目标?
8. 如何攻克漂浮式海上风电关键技术研发与工程示范难题?
9. 如何制备高洁净高均质超细晶高端轴承钢材料?
10. 如何发展与5G/6G融合的卫星互联网络通信技术?

## 2022年30个重大科学问题和工程技术难题

### 10个前沿科学问题

1. 如何早期诊断无症状期阿尔茨海默病?
2. 如何实现可信可靠可解释人工智能技术路线和方案?
3. 如何实现原子尺度精准制备和结构调控构建未来信息功能器件?
4. 新污染物治理面临何种问题和挑战?
5. 如何实现自动、智能、精准的化学合成?
6. 如何整合多组学对生物的复杂性状进行研究?
7. 能否实现材料表面原子尺度可控去除?
8. 如何全方位精准评价城市综合交通系统及基础设施韧性?
9. 宇宙中的黑洞是如何形成和演化的?
10. 制约海水提铀的关键科学问题是什么?

### 10个工程技术难题

1. 如何突破我国深远海养殖设施的关键技术?
2. 如何实现我国煤矿超大量三废(固、液、气)低成本地质封存及生态环境协同发展?
3. 如何创建心源性休克的综合救治体系?
4. 如何实现全固态锂金属电池的工程化应用?
5. 如何实现高精密度复杂硬曲面随形电路?
6. 如何突破高原极复杂地质超长深埋隧道安全建造与性能保持技术难题?
7. 如何解决高温跨介质的热/力/化学耦合建模与表征难题?
8. 如何从低品位含氮天然气中提取氮气?
9. 如何利用遥感科技对地球健康开展有效诊断、识别与评估?
10. 如何实现极大口径星载天线在轨展开、组装及建造?

### 10个产业技术问题

1. 如何建立细胞和基因疗法的临床转化治疗体系?
2. 如何实现存算一体芯片工程化和产业化?
3. 碳中和背景下如何实现火电行业的低碳发展?
4. 如何通过标准化设计, 自动化生产, 机器人施工和装配式建造系统性解决建筑工业化和高能耗问题?
5. 如何发展自主可控的工业设计软件?
6. 如何利用多源数据实现农作物病虫害精准预报?
7. 如何采用非石油原料高效、安全地合成己二腈?
8. 小麦茎基腐病近年为什么会在我国小麦主产区暴发成灾, 如何进行科学有效地防控?
9. 如何研制大型可变速抽水蓄能机组?
10. 如何突破满足高端应用领域需求的高品质对位芳纶国产化卡脖子技术?



## 精准光子集成与系统应用 教育部工程研究中心

• 深“根”光芯片

依托高校：南京大学

共建单位：中国联合网络通信集团有限公司

## ➔ 面向感知的扫描可调谐激光器：原创、最低成本、最灵活

### 可调谐激光器 性能指标：

- 1) 扫描波段：1521-1568nm
- 2) 触发步长：1G~5G
- 3) 功率：10mw
- 4) 扫描频率：1~100Hz
- 5) 波长重复性：1pm
- 6) 边模抑制比：优于40db
- 7) 功率平坦度：优于0.5db
- 8) 工作温度：-10°C~+50°C

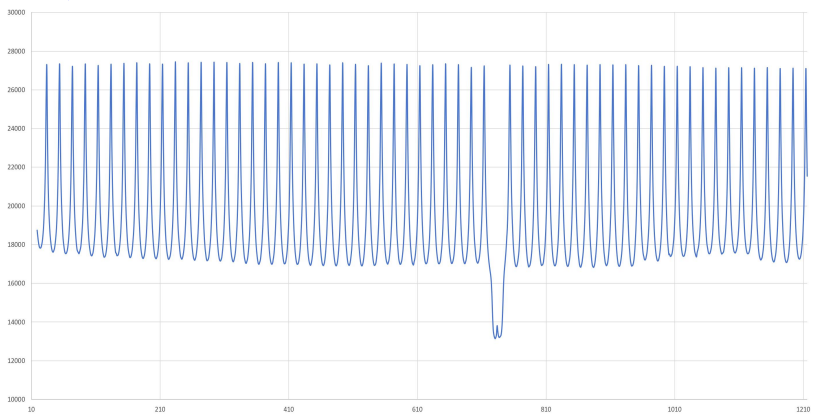
### FBG解调系统系统 性能指标：

- 1) 波段范围：1521-1568nm
- 2) 测量精度： $\pm 2$ pm
- 3) 波长重复性： $\pm 1$ pm
- 4) 解调频率：1~100Hz
- 5) 通道数量：8/16/24/32通道
- 6) 测量分辨率： $\pm 0.5$ pm
- 7) 功耗：3W~10W
- 8) 通讯接口：RJ45网口/TCP/IP协议
- 9) 内置算法：应变、温度、位移、压力等

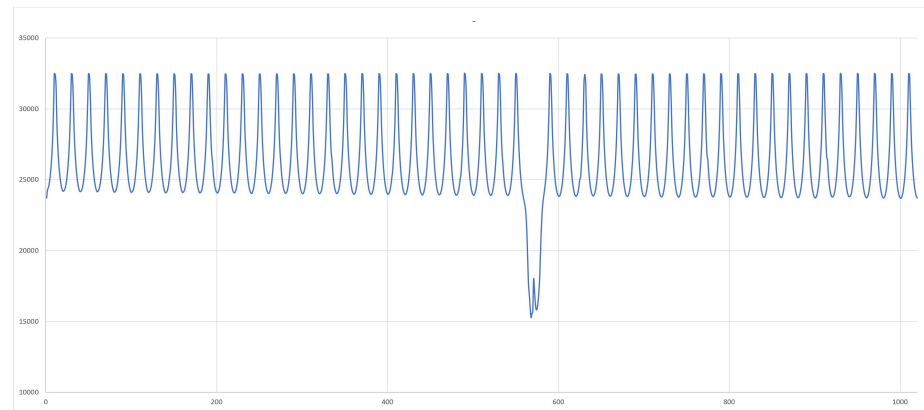


基于精准光子集成阵列DFB激光器  
FBG解调系统

## ➔ 面向感知的扫描可调谐激光器：原创、最低成本、最灵活

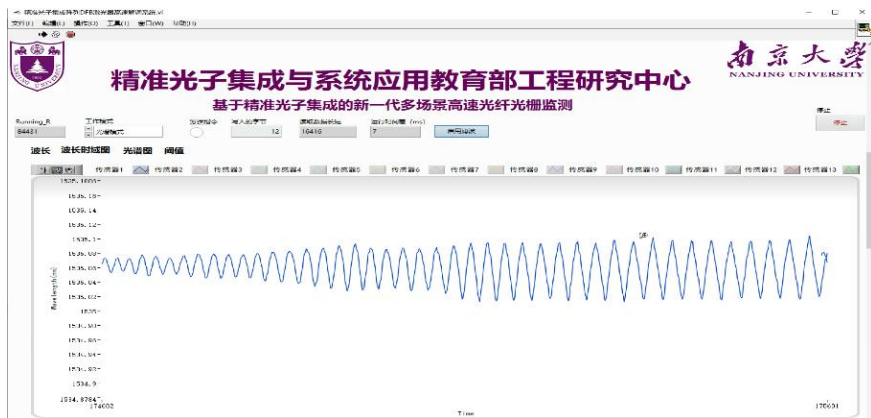


精准光子集成阵列DFB激光器100GHz标准具扫描谱形

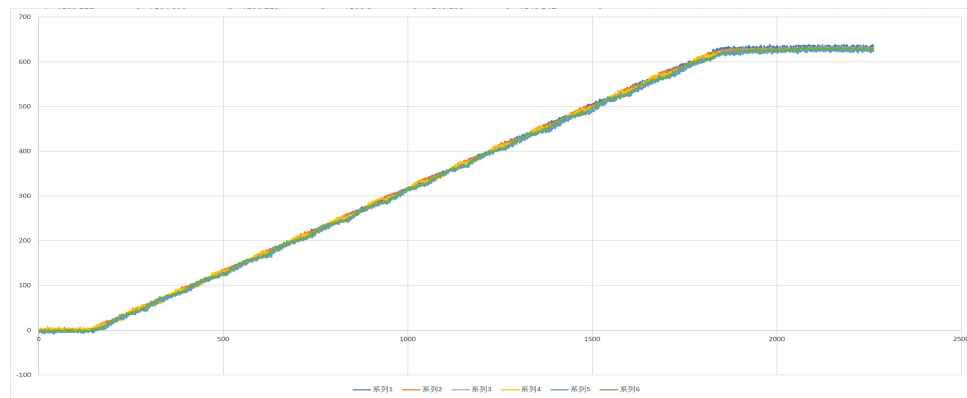


国外某成熟DBR型激光器100GHz标准具扫描谱形

**谱形均匀、平滑，具有较高的波长重复性和一致性，可以对标国外成熟激光器**



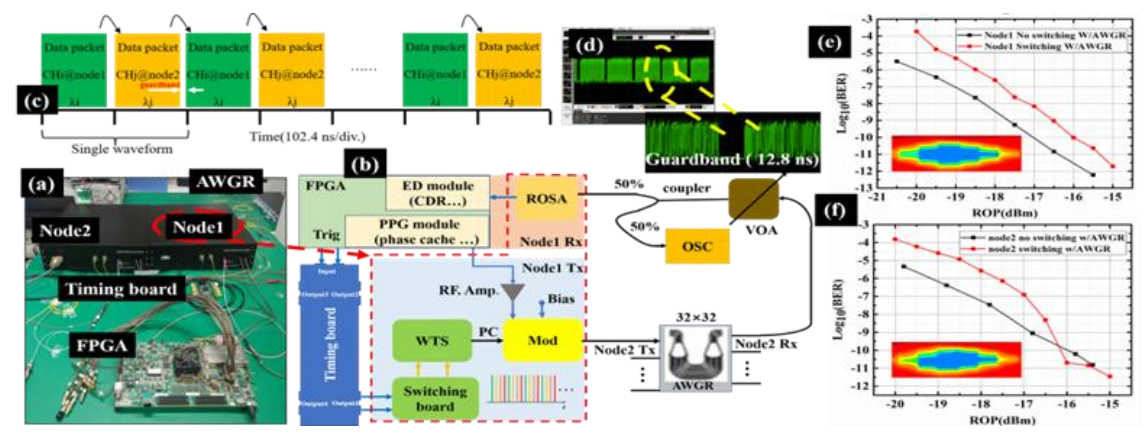
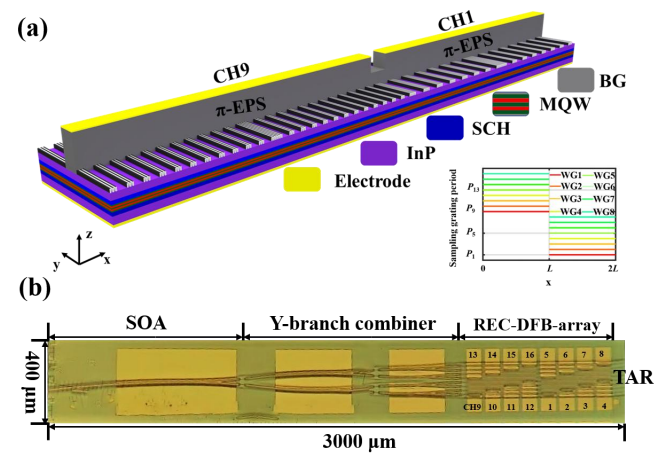
精准光子集成阵列DFB激光器FBG解调系统100Hz中速解调模式下振动谱形捕捉波长解调稳定



多点线型加载，谱形变化均匀，波形解调均匀  
系数均匀，重复性达1pm

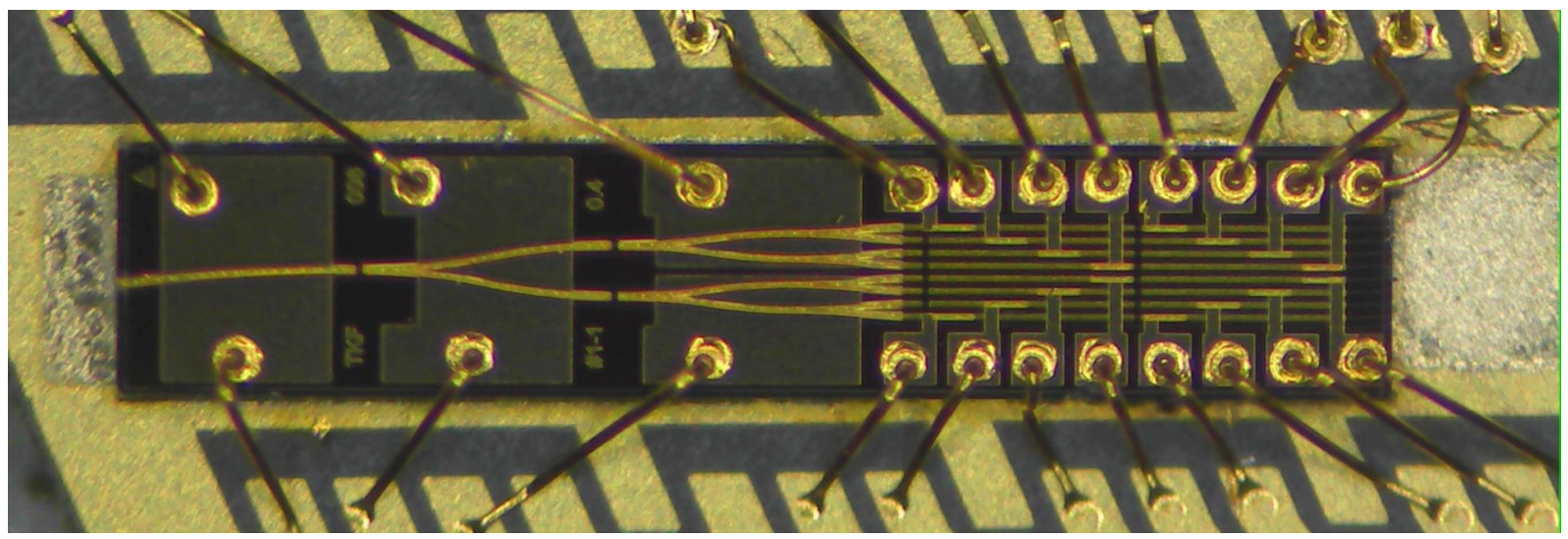
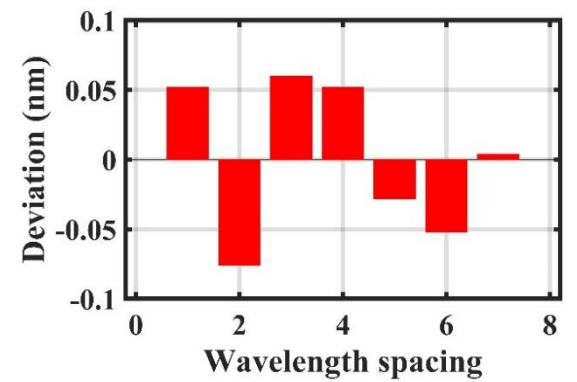
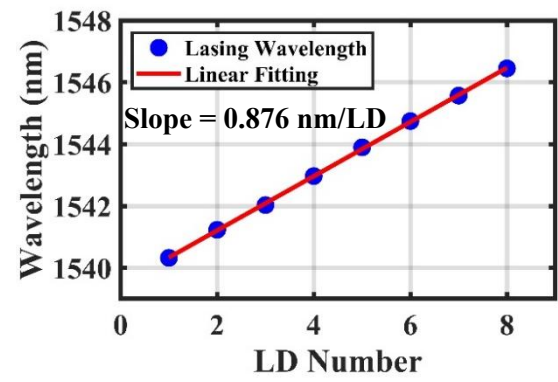
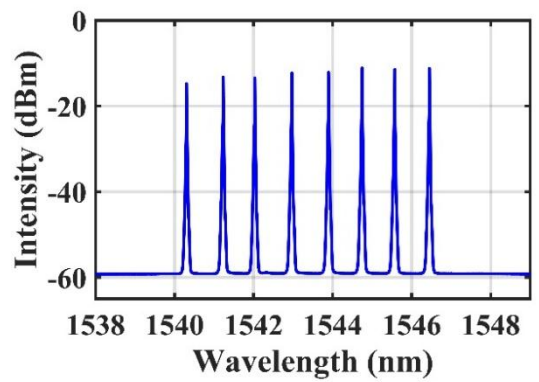


## ➔ 纳秒级超快光交换



研究成果在10月份举办的2023年度光通信顶级会议ECOC (欧洲光通信会议) 上报道。是继微软剑桥研究院2018年在ECOC上基于单片集成波长切换激光芯片报道OCS光交换成果以来、**第二个研究组达到纳秒级光交换的报道**，也是南京大学在OCS光交换系统上**第一个成果**

## ➔ 基于REC技术的DFB-SOA多波长光源



DFB-SOA阵列, DFB调谐波长, SOA均衡功率

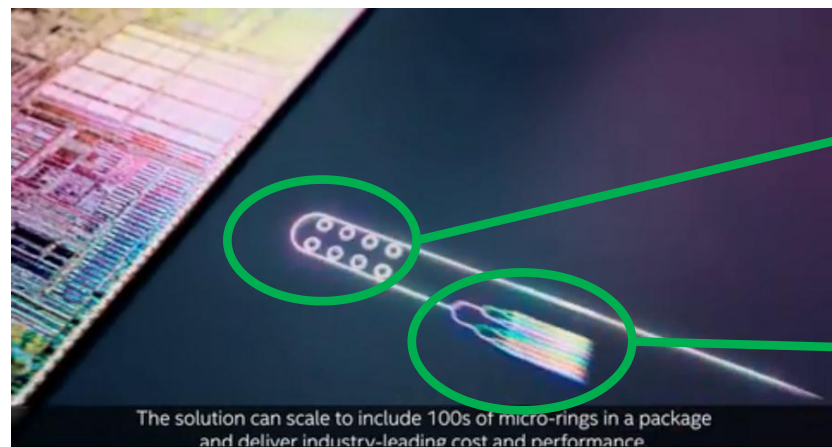
➡ 合作推动光I/O成为国家战略

## 南京大学坚决推动光I/O

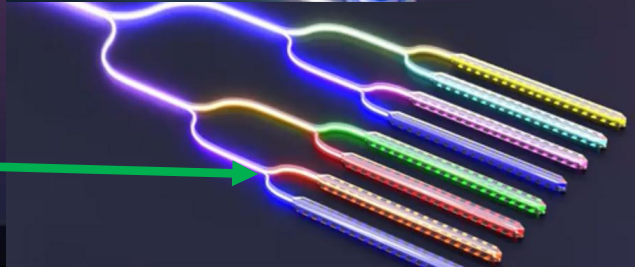
- ✓ — 应该是可以预见的未来是信息光电子集成最大的事情 —
- ✓ — 对于未来集成电路（芯片）和AI可能产生巨大的变革性影响 —
- ✓ — 南京大学有世界上成本最低波长最精准集成激光器阵列技术



## Intel开发的800G光芯片: 精准激光器阵列 + 微环调制器阵列



微环调制器串联阵列



激光器并联阵列

### 英特尔实验室宣布集成光子学研究进展

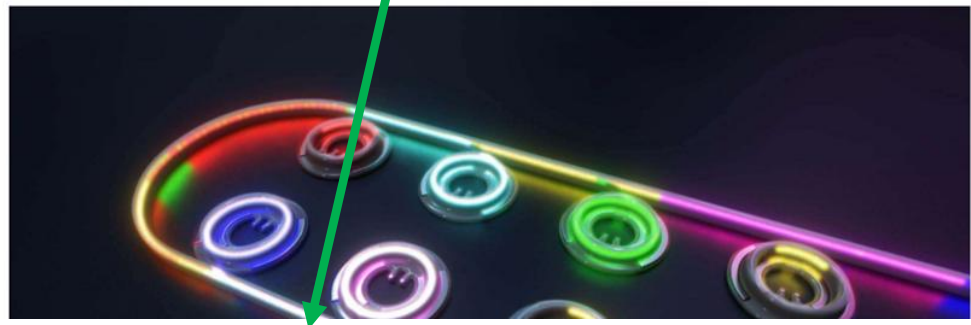
2022  
06/30  
08:08  
AI时代前沿

集成光子学研究是增加数据中心和跨网络计算之间通信带宽的下一个应用前沿。英特尔最新发布的研究报告显示其在多波长集成光学领域取得了行业领先的进展, 包括演示了完全集成在硅片上的八波长分布式反馈(DFB)激光阵列, 提供了卓越的输出功率均匀性, +/- 0.25分贝(dB)和超过行业规格的±6.5%的波长间距均匀性。

超过行业规格的±6.5%的波长间距均匀性。

Recent co-packaged optics solutions using dense wavelength division multiplexing (DWDM) technology have shown the promise of increasing bandwidth while significantly reducing the physical size of photonic chips. However, it has been very difficult to produce DWDM light sources with uniform wavelength spacing and power until now.

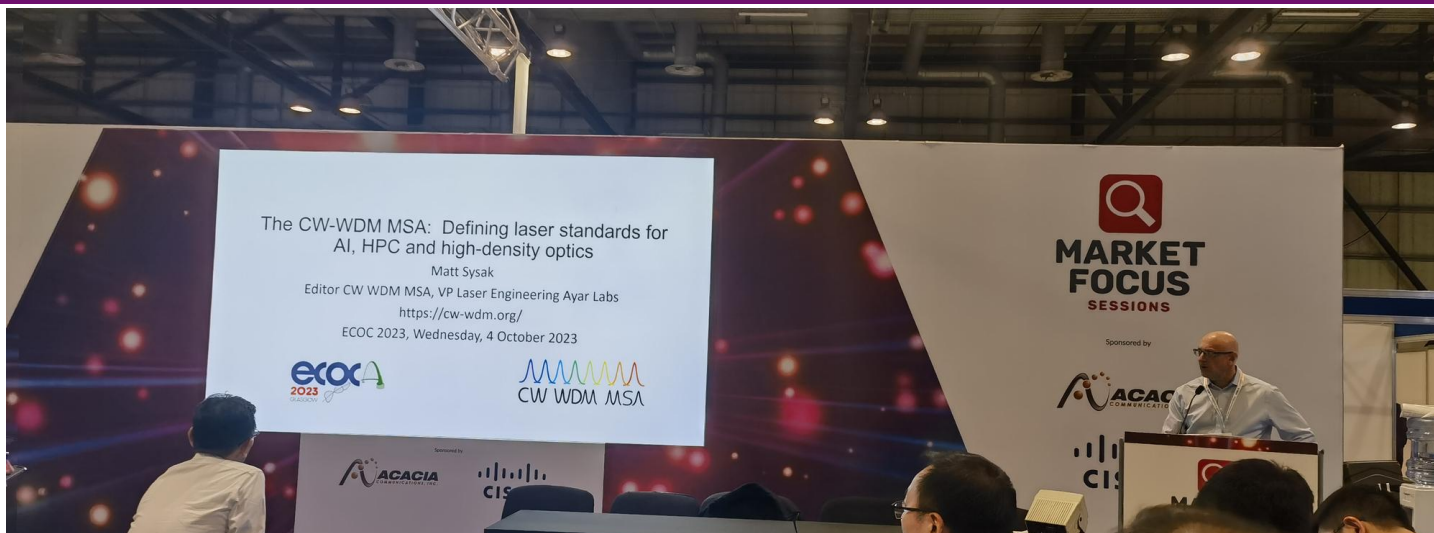
This new advancement ensures consistent wavelength separation of light sources while maintaining uniform output power, resulting in meeting one of the requirements for optical compute interconnect and DWDM communication. The next generation of compute I/O using optical interconnect can be tailor-made for the extreme demands of tomorrow's high-bandwidth AI and ML workloads.



## 证明精准光子集成对大容量光芯片极为重要

同时实现 **精准 (均匀波长间隔) 激光器阵列** 和 **功率均衡** 是很困难的事情

# 如何发展 — 精准集成激光器阵列



### Emerging Photonics Markets

- Artificial intelligence**  
High performance artificial intelligence applications.
- Optical computing**  
Next generation computing  
WDM based optical networks.
- Test and measurement**  
WDM test and measurement applications.
- Optical IO**  
Breaking down high speed IO bottlenecks.

### CW WDM MSA

- Objective: Develop high-count WDM laser source spec for emerging applications
- Formed: April 2020
- Website: <https://cw-wdm.org/>
- Chair: Chris Cole
- Editor: Matt Sysak, Ayar Labs
- Associate Editors: John Johnson, Broadcom, David Lewis, Lumentum
- Marketing: Kristine Raabe, Ayar Labs
- Rev. 1.0 Spec. published: June 2021
- 10 Promoter Members
- >40 Observer Members

## 顶尖光通信会议-欧洲光通信会议 (ECOC) 2023 的展示

在市场焦点会场上特别介绍了 CW-WDM MSA 组织及面向

光I/O应用的多波长激光器阵列光源



## CW-WDM MSA introduction



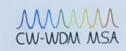
- Why a new standard – what problem is being solved?
  - Path volume economics is a must for emerging markets.
  - Supply chain stability is critical for customer adoption.
- What is the CW-WDM MSA?
  - Defines wavelength grids for optical sources in AI, HPC, etc.
  - Not yet defining link level specifications, but under consideration.
- How does it connect to other standards?
  - MSA leverages previous work done on co-packaging and ethernet.
  - Don't reinvent the wheel...





**CW-WDM MSA**  
Dedicated to defining and promoting specifications for multi-wavelength advanced integrated optics.  
<https://cw-wdm.org/>

CW WDM MSA membership



- Promoter members
  - Signed CW-WDM MSA document with legal obligations
  - Develop the specifications
  - Contribute and license IP
  - Vote on standard
  - Actively promote the MSA
- Observer members
  - No legal or other obligations
  - Receive MSA information on ongoing basis
  - Contribute to the specifications through promoter members

**Promoters**



ARISTA Ayar Labs IVI imec  
intel LUMENTUM LUMINOUS MACOM  
QUINTESENT sivers SUMITOMO ELECTRIC

**Observers**



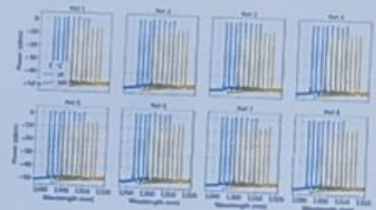
ADALIA Alibaba Group AMD ami AXALUME BROADCOM  
cadence ePIXfab FREEDOM PHOTONICS  
FOSPHORUS Hewlett Packard Enterprise HITACHI innolume Inphi  
KEYSIGHT LIGHTLOGIC LITUREX NeePhotonics NVIDIA Octave Photonics  
PHONONIC QUANTIFI PHOTONICS scintil SEMTECH SENKO  
SiFotonics AKOPION SP SOURCE Tektronix THORLABS 磊光光电 XY TECH

# 如何发展— 精准集成激光器阵列

## MSA progress



CW-WDM MSA Technical Specifications Rev 1.0  
[Download](#)



This illustration shows Intel Labs' eight channel hybrid Si/Silicon DFB laser array, which marks a leap forward in capabilities of multi-wavelength laser manufacturing within a high-volume fab.



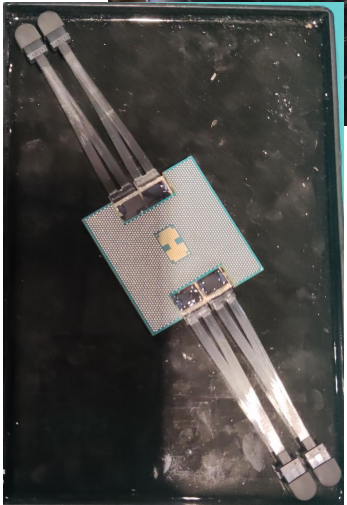


## Summary and next steps

- CW WDM MSA status
  - Rev 1.0 specification released
  - Membership at 45+ and still growing as market evolves.
- Product and technology announcements
  - CW sources: Macom, Sivers photonics, Intel, Xscape photonics
  - Products: Ayar Labs TeraPHY™ and SuperNova™
  - Test and measurement: Quantifi photonics Laser 1300 series
- What's next?
  - MSA 1.0 is doing what it was intended to do, driving market convergence.
  - Additional versions of MSA will follow as market matures
  - Next logical step is link specification.



# 如何发展— 精准集成激光器阵列



顶尖光通信会议-欧洲光通信会议 (ECOC) 2023 的展示



# 如何发展— 精准集成激光器阵列

## Sivers Photonics DFB Laser Array Technology Powering Ayar Labs SuperNova™ Multi-Wavelength Optical Source

The Industry's First Product based on the CW-WDM MSA Specification



**sivers** | **AyarLabs**



## CW WDM MSA

An industry consortium dedicated to defining and promoting laser standards for AI, HPC and high-density optics

Ayar Labs and Sivers Photonics are Promoter Members of the MSA

### Ayar Labs Optical I/O Solution

TeraPHY™ optical I/O chiplet and SuperNova™ light source

Bandwidth Density & Total Bandwidth Capacity (100X+)

Power Consumption – Over Distance (<5pJ/b)

Reach (from mm to km)

Error Free Transmission – enables new architectures



**AyarLabs**

### Sivers Photonics DFB Laser Array Technology Powering Ayar Labs SuperNova™ Multi-Wavelength Optical Source

- Sivers Photonics 8λ DFB Laser Array, fully CW-WDM compliant
- The industry's first multi-wavelength, multi-port optical source with 64 channels
- 8 x the number of channels compared to commercially available pluggable products
- Enabling next generation applications, including high-speed I/O, artificial intelligence, and high-performance computing

**sivers** | **AyarLabs**

- 重要性：服务先进集成电路和AI —— 顶级应用
- 可行性：超长/长距离光互连 —— 中短距离光互连 —— 超短距离光互连
- 潜力：光I/O一旦实现大规模应用，商用光电融合芯片走向历史舞台：集成电路2.0/“二维”集成电路 —— 芯片历史性颠覆



# 如何发展



随着美国西部越来越多大学兴建，斯坦福大学教授弗兰德里克·特曼 (Frederick Terman) 对学生毕业后总是到东海岸寻找机会而不满，于是利用学校闲置空地和相关投资，推动创新创业，直到现在，大家都会认可斯坦福就是硅谷的心脏和大脑，而特曼便是大家口中的“硅谷之父”

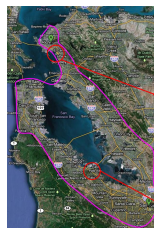
中国台湾半导体的腾飞，开端是一碗豆浆。1974年2月某一天，台湾经济负责人孙运璿在台北一家豆浆店与时任美国无线电RCA研究室主任潘文渊见面，一小时的交流敲定了一件事，台湾省要将芯片半导体产业作为未来发展的重心

国际形势将逼我们需要自力更生创建未来半导体芯片的优势方向，光I/O有可能是最佳机遇，节点能够从45nm/28nm开始，半导体工艺瓶颈一下子减低不少，有利于自主可控产业链建立



- ✓ 早期无线电和军事基础(市场驱动)
- ✓ 斯坦福大学/工业园 (人才基础)
- ✓ 硅晶体管 (核心技术: 芯片)
- ✓ 风险资本 (金融推动)

## 市场机制



排名	企业	2019Q1营收	市占率	地区
1	台积电	70.28	48.10%	中国台湾
2	三星	28.85	19.10%	韩国
3	格芯	12.34	8.40%	美国
4	联电	10.58	7.2%	中国台湾
5	中芯国际	6.54	4.5%	中国大陆
6	高塔半导体	3.1	2.1%	以色列
7	力晶	2.51	1.7%	中国台湾
8	世界先进	2.25	1.5%	中国台湾
9	华虹半导体	2.2	1.5%	中国大陆

## 行政推动

红军长征较之公元前400年1万希腊人从波斯到黑海的撤退，是“一次更加雄伟的壮举”。

“中国共产党人，以他们反复经受的考验证明，他们能够忍耐难以言状的艰难困苦；能够战胜途中大自然好像决意要阻挠他们前进而向他们提出的一切挑战；能够击败下定决心要消灭他们的敌人而达到自己的目的。希腊人和中国人，同样忍受了酷暑严寒，干渴饥饿；同样爬雪山，食草根，眠雪野，边行裂边打仗；同样解决了可能造成的分裂的内部争端；同样生存下来了。”

——格里菲斯

**实事求是、群众路线**

# 具有历史意义的 新机遇？

国之大事？



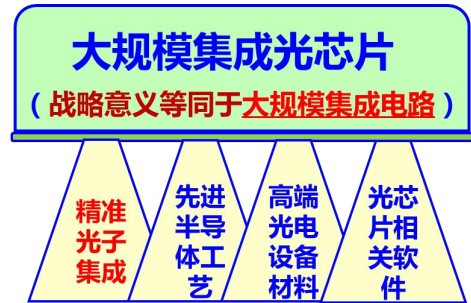




- 原创“**精准光子集成**”要为中国“**引领原创性科研攻关，推进科技自立自强**”做出重要贡献
- 突破高精尖产业为己任，以把科技命脉牢牢掌握在自己手中的历史使命感来推动中心建设
- 在教育部的领导和大力支持下，中心将团结光芯片和集成电路等方面一切能够团结的力量，为大规模集成光芯片在中国的良好发展做出重要贡献



“光电子信息产业是应用广泛的战略高技术产业，也是我国有条件率先实现突破的高技术产业。”



## 中国科协办公厅

科协办函创字〔2022〕19号

### 中国科协办公厅关于征集2022重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题的通知

各全国学会、学会联合体，有关企业科协：  
为进一步加强科技前瞻研判，引领原创性科研攻关，推进科技自立自强，中国科协组织动员全国学会、学会联合体、企业科协，面向国内外科技共同体和基层一线科技工作者，征集全球共同关注的前沿科学问题、工程技术难题和产业技术问题。现就有关事项通知如下：

2. 前沿科学问题、工程技术难题和产业技术问题推荐表
3. 问题难题遴选推荐报告模板
4. 2018-2021年重大问题难题清单



#### (三) 产业技术问题清单

序号	所属领域	年份	问题名称
1	新一代信息技术	2021	如何实现面向大规模集成光芯片的精准光子集成？
2	新材料	2021	如何开发针对老龄化疾病的医用人工植入材料？
3	高端装备	2021	如何开发融合软体机器人与智能影控集成技术的腔道手术机器人产品？
4	新能源	2021	如何开发大规模低能耗液氢技术和长距离绿氢储运技术？
5	航空航天	2021	如何解决我国航空发动机短舱关键技术问题？

# 为中国光子集成事业美好明天而努力奋斗!

现代工程与应用科学学院  
College of Engineering and Applied Sciences

| 历史沿革与发展



**感谢各位专家、领导支持! 敬请指正**

chenxf@nju.edu.cn