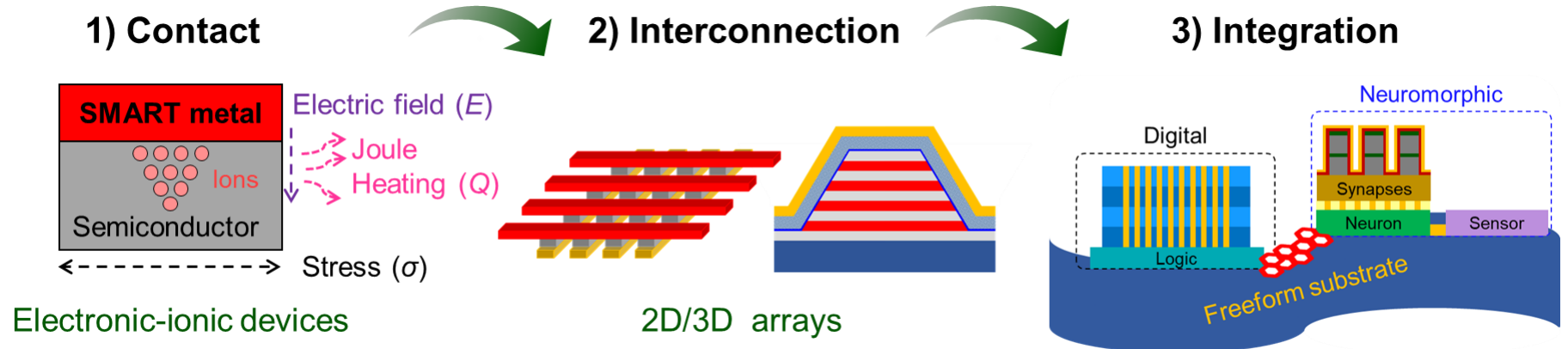
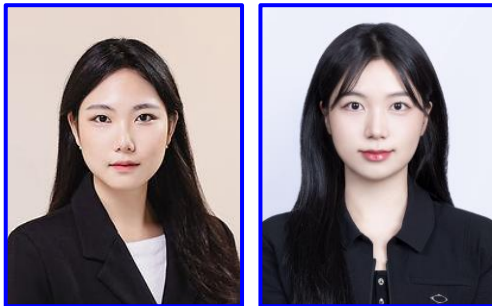


Edge Ai & Emerging Technologies

Hanwool Yeon
2024-04-29

Synergy
Mechanics
Atomic kinetics
Regulating structures
Thermodynamics





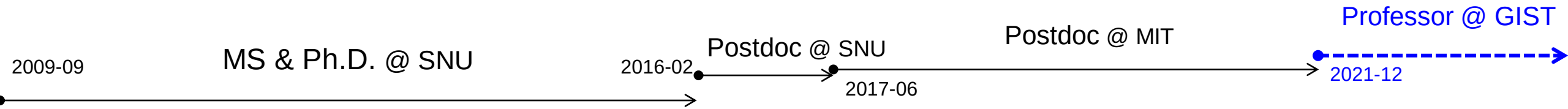
5 students



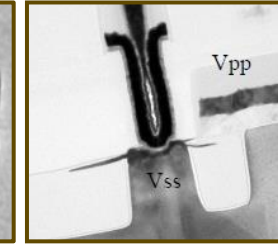
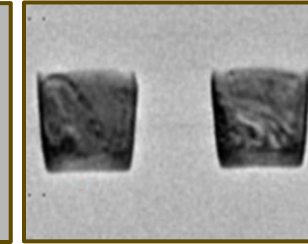
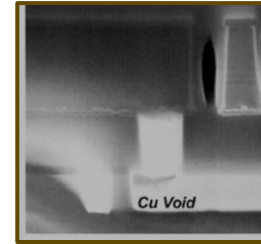
www.yeonlab.org

Please visit :)

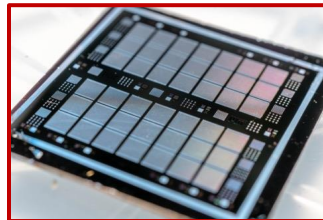
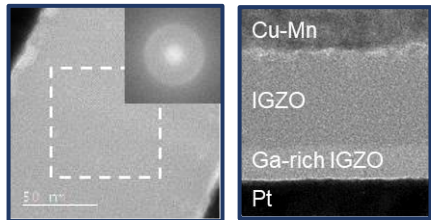
Yeon Research Journey (~2024-4)



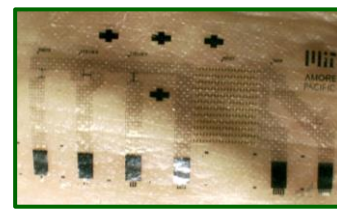
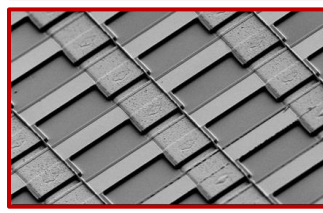
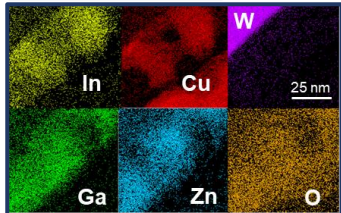
Cu interconnects in conventional Si electronics



Amorphous oxide semiconductors & devices



Metallization memory & neuromorphic processor



Skin-conformable electronics

Reliability

Physics

Innovation

Integration

Yeon Research Journey (~2024-4)



버락 오바마
Barack Hussein
Obama, Jr.
(1961 ~)
[126][127][128]

뉴스룸 | 최신기사

오바마 정부 친환경 에너지 정책 시동

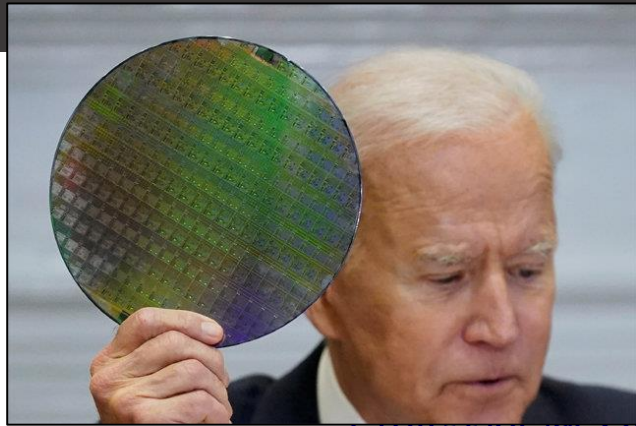
송고시간 | 2008-12-16 10:31 연합뉴스

<오바마 정부 친환경 에너지 정책 시동> 대체에너지, 온실가스감축 초점, 녹색산업으로 일자리 창출

(워싱턴=연합뉴스) 고승일 특파원 = 버락 오바마 미국 대통령 당선인이 15일 에너지부 장관과 환경정책 수립의 총사령탑인 환경국장(EPA) 등을 임명함으로써 미 차기 행정부가 추진할 환경·에너지 정책에 시동이 걸렸다.



도널드 트럼프
(1946 ~)
[129]



2009-09

MS & Ph.D. @ SNU

Cu i



유럽연합(EU) 반도체에 58조 원 투자...지원 법안 발표

KBS is a South Korean public broadcast service. Wikipedia

#자문자 반도체지원 #파울리
[ET] "자문자 반도체 지원, 20년 갈 수도" / KBS 2022.02.21.

Postdoc @ SNU



인텔, 반도체에 120조 원 투자 계획

KBS is a South Korean public broadcast service. Wikipedia

#자문자 반도체지원 #파울리
[ET] "자문자 반도체 지원, 20년 갈 수도" / KBS 2022.02.21.

Postdoc @ MIT

첨단 반도체 패키징 키운다...최대 5000억원 예타 시동

발행일 : 2023-04-23 16:00 지면 : 2023-04-24 12면

산업부, 용역 착수...하반기 신청
세계 고성능 반도체 수요 대응
산업 육성 위한 지원사업 추진



자료: 한국산업기술평가관리원

첨단 반도체 패키징 예비타당성 대비 연구용역 개요

목적

- 첨단 패키징 육성사업 예비타당성조사 기술성 평가 과정 대응 지원
- 평가항목·지표별 평가기준에 따른 사업기획과 사업 추진 타당성 확보

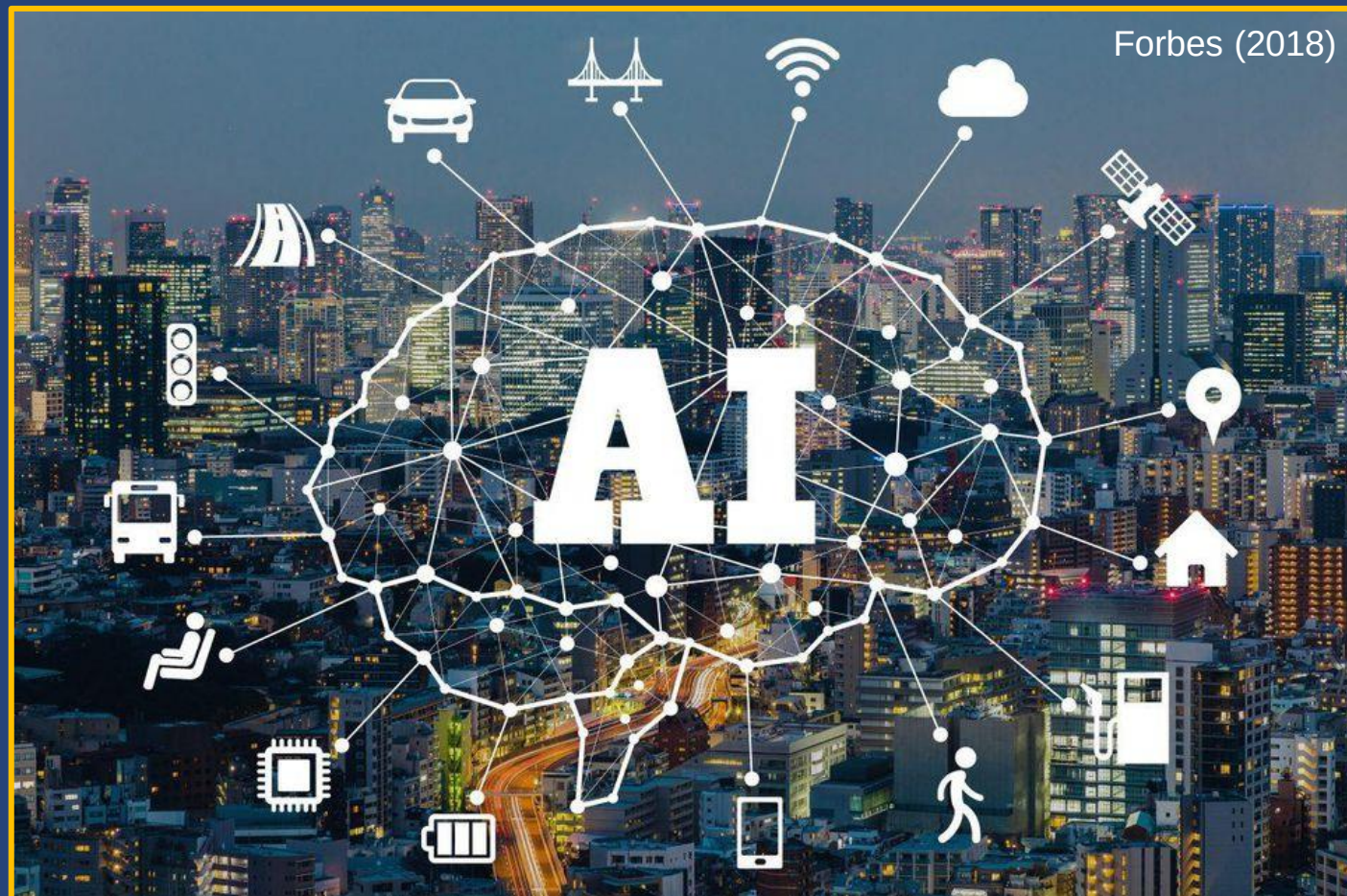
과제

- 신규 R&D 사업 기획: 사업 개요·중점 추진분야·세부 기술 도출, 국내외 첨단패키징 산업 관련 정책·기술·시장 분석 등
- 사업 계획 도출: 사업 최종 목표·성과 목표 도출, 국고 지원 타당성·효율성 분석, 목표 달성 위한 사업내용·범위 설정 등
- 사업수행 타당성 분석·제시: 정책적 타당성, 지원 필요성·시급성, 국내외 정부 지원사례, 기술개발 성공 가능성 분석 등
- 예비타당성 조사 대응 지원: 주요 평가항목 중심 쟁점사항 검토·대응방안 마련 등

Outline & Keywords

Total 44 pages

- | | |
|---|-----------------|
| 1) Living in the Ai Era: Cloud vs. Edge Ai | 12 pages |
| 2) Edge Ai: Challenges and Opportunities | 3 pages |
| 3) Technology 1: Advanced Package | 12 pages |
| 4) Technology 2: Neuromorphic computing | 13 pages |
| 5) Conclusion | 4 pages |
| +) Q & A time | |



**ChatGPT**

인공지능 시대는 현재 우리가 살고 있는 시대로, 기계가 인간의 지능적인 작업을 수행할 수 있는 기술이 발전하고 확산하는 시기를 가리킵니다. 이 시대는 기계학습, 딥러닝, 자연어 처리 등과 같은 기술의 발전으로 주도되고 있습니다.

1. 기계학습과 딥러닝: 기계학습은 컴퓨터가 데이터로부터 학습하고 패턴을 발견하며 예측하는 기술을 말합니다. 딥러닝은 이러한 기계학습의 한 분야로, 인공신경망을 사용하여 복잡한 패턴을 학습하고 해석합니다. 딥러닝은 이미지 인식, 음성 인식, 언어 번역 등 다양한 영역에서 높은 성능을 보입니다.

2. 자연어 처리(NLP): 자연어 처리는 컴퓨터가 인간이 사용하는 언어를 이해하고 처리하는 기술입니다. 이 기술은 텍스트 분석, 기계 번역, 질문 응답 시스템 등에서 중요한 역할을 합니다.

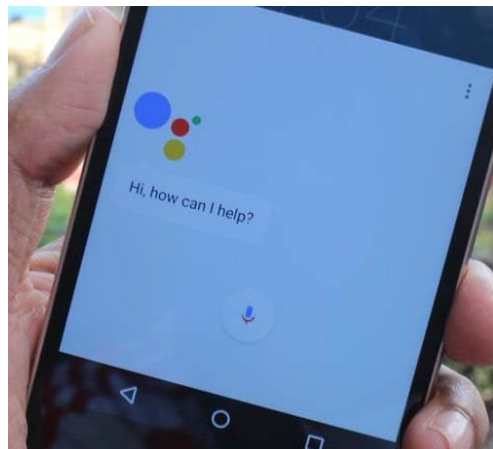
3. 인간-기계 상호작용: 인간과 기계 간의 상호작용은 더욱 밀접해지고 있습니다. 음성 인식 기술을 통해 음성 명령을 이해하고 처리하는 가상 비서, 스마트 홈 시스템 등이 보편화되고 있습니다.

4. 산업 및 경제적 영향: 인공지능 기술은 산업과 경제에 큰 영향을 미치고 있습니다. 생산성 향상, 자동화, 새로운 비즈니스 모델의 발전 등을 통해 다양한 산업 분야에서 혁신을 가져오고 있습니다.

5. 윤리적 고려: 인공지능 시대에서는 데이터 프라이버시, 알고리즘 편향, 일자리 변화 등과 같은 윤리적인 고려가 중요합니다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 정책 제정과 윤리적 가이드라인이 필요합니다.

인공지능 시대는 빠르게 진화하고 있으며, 그 영향은 우리의 삶과 사회 전반에 걸쳐 광범위합니다.

Chatbot; virtual assistant



Auto-driving cars



Deepfake



AI speech/music/drawing



DEAN (딘) x NewJeans(뉴진스) - Hype Boy (A.I. cover)

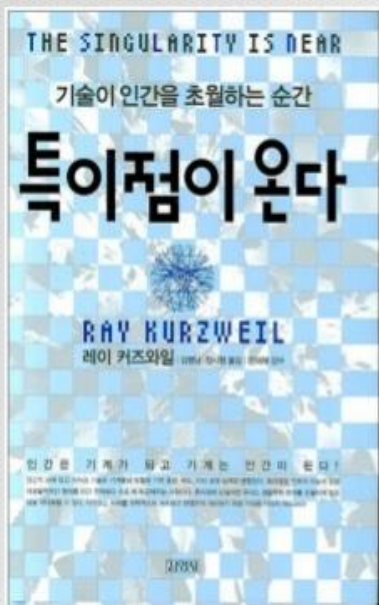
2.2M views • 9 months ago

dije이 디제이

#dean #deantrbi #딘 #newjeans #뉴진스 #newjeans_hypeboy #hypeboy #ai커버 #aimusic #aicover #kpop.



AI가 제작한 '스페이스 오페라 극장' 우승 사진



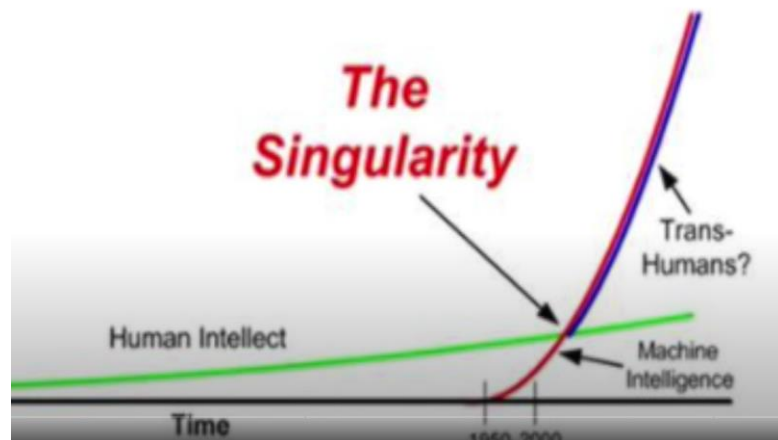
Kurzweil was referred to as "the ultimate thinking machine" by *Forbes*^[25] and as a "restless genius"^[27] by *The Wall Street Journal*. PBS included Kurzweil as one of 16 "revolutionaries who made America"^[28] along with other inventors of the past two centuries. *Inc.* magazine ranked him #8 among the "most fascinating" entrepreneurs in the United States and called him "Edison's rightful heir".^[210]

Ray Kurzweil

미래학자, 발명가(미국 명예의 전당)

머지 않은 미래에 인공지능이 인간의 지능을 초월하고 인간도 유전자와 육체의 한계를 넘어 스스로를 확장하게 되면서 궁극의 존재에 다가가게 될 것. 이 시점을 특이점이라고 함

io STUDIO



공/강/연/론 뉴시스
NEWSIS

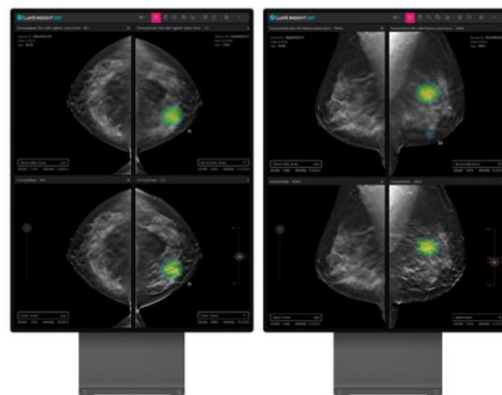
홈 > IT

"의사도 놓친 유방암, AI가 발견"...국내 는 '카카오·루닛' 앞장

기사등록 2023/03/07 06:00:00

가가

헝가리에서 의사가 놓친 유방암 22건 발견
한국에도 유망 기업 있다...'카카오브레인·루닛'



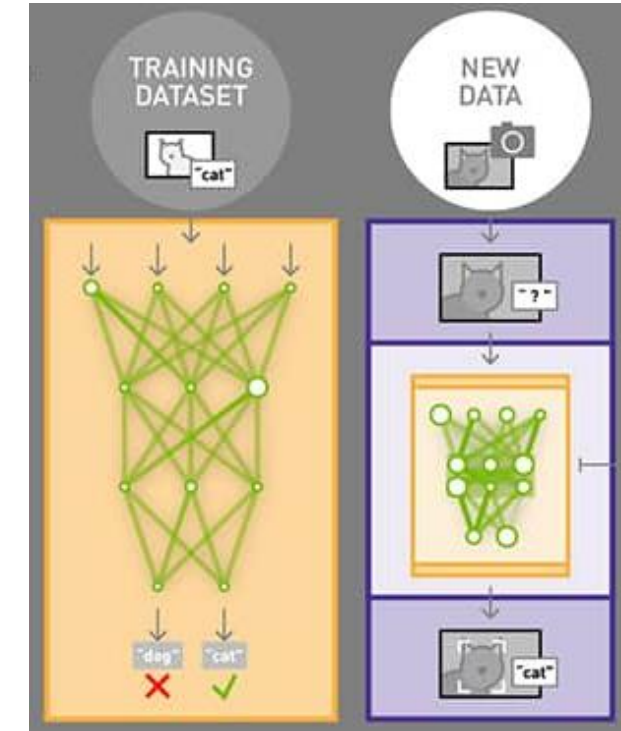
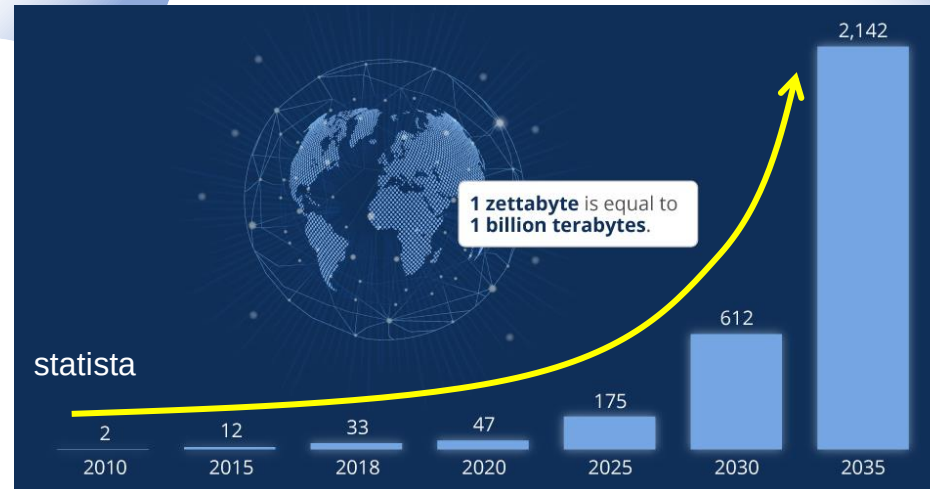
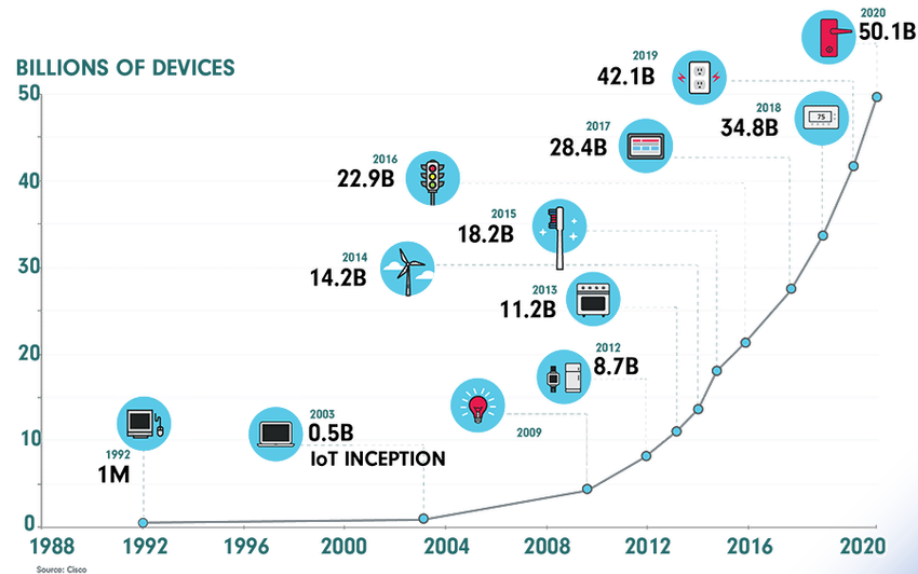
[서울=뉴시스] 의료 인공지능(AI) 기업 루닛은 지난 17일 식품의약품안전처로부터 3차원(3D) 유방단층촬영술 AI 영상분석 솔루션 '루닛 인사이트 DBT'의 수출허가를 받았다. 사진은 루닛 인사이트 DBT의 모습. (사진=루닛 제공) *재판매 및 DB 금지

?

Driving Force of Artificial Intelligence (Ai)

Edge devices & Big data

Artificial neural network (ANN)



Blog.NVIDIA.com

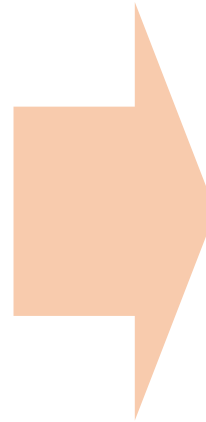
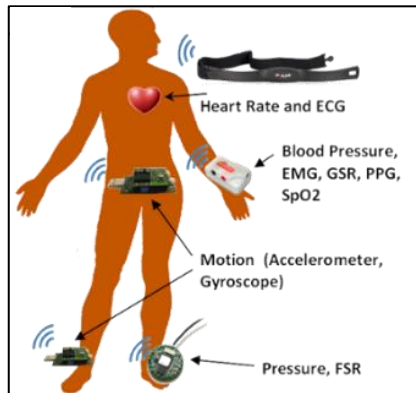
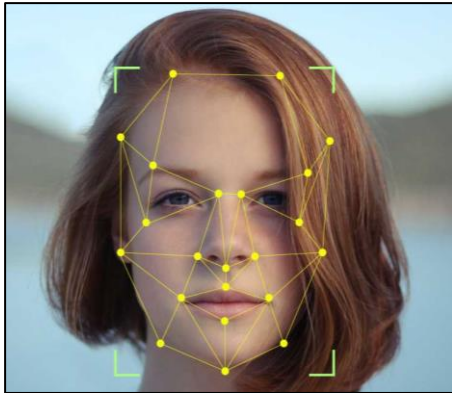
ANN is a **Backbone of Ai**

Big data

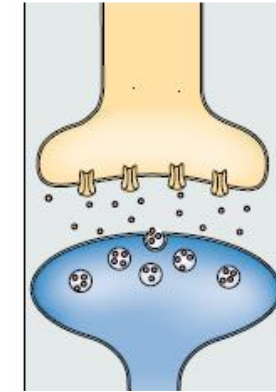
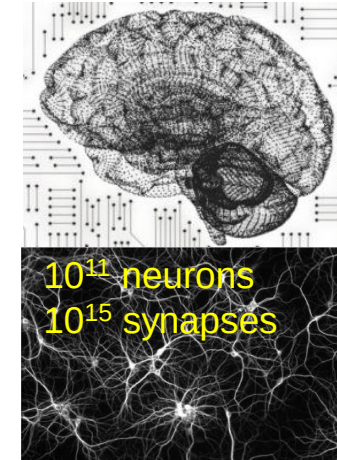
Massive

Parallel

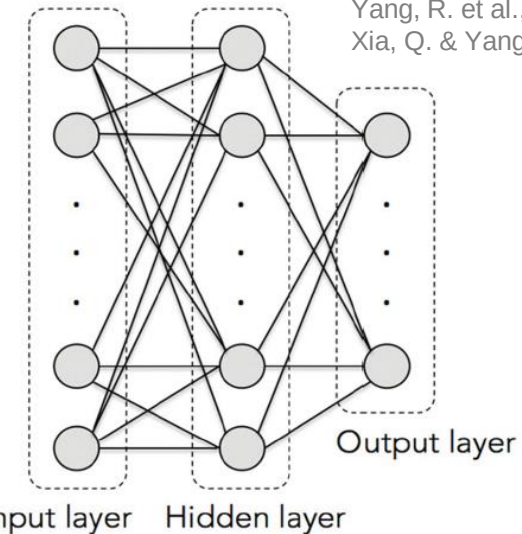
Multimodal



ANN



Synaptic weight



Kuncic, Z. *The university of Sydney* (2019)
 Yang, R. et al., *Adv. Electron. Mater.* (2019)
 Xia, Q. & Yang, J. *Nature Mater.* 18 (2019)

Prof. Hwang (SNU), *Adv. Electron. Mater.* (2016)

Vector-matrix multiplications of (analog) synaptic weights

Drastic Growth of Ai Technologies in China



Face recognition

Natural language processing



Smart robots



Autonomous vehicles

?



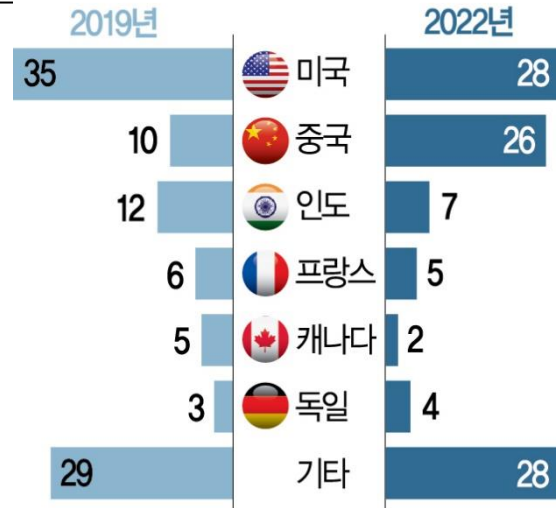
Youtube: *In the age of Ai*, Frontline (2021)

[르포] 한국 영재, 의대로 몰릴 때... 중국 천재는 칭화대 전자과에 집결

이승엽 · 2023. 6. 19. 04:33

최고 수준 AI 연구자 출신국 비중

(단위: %)



자료: 마르코폴로

중국 인공지능(AI) 산업 규모 (단위: 억위안)

금색 — 성장률

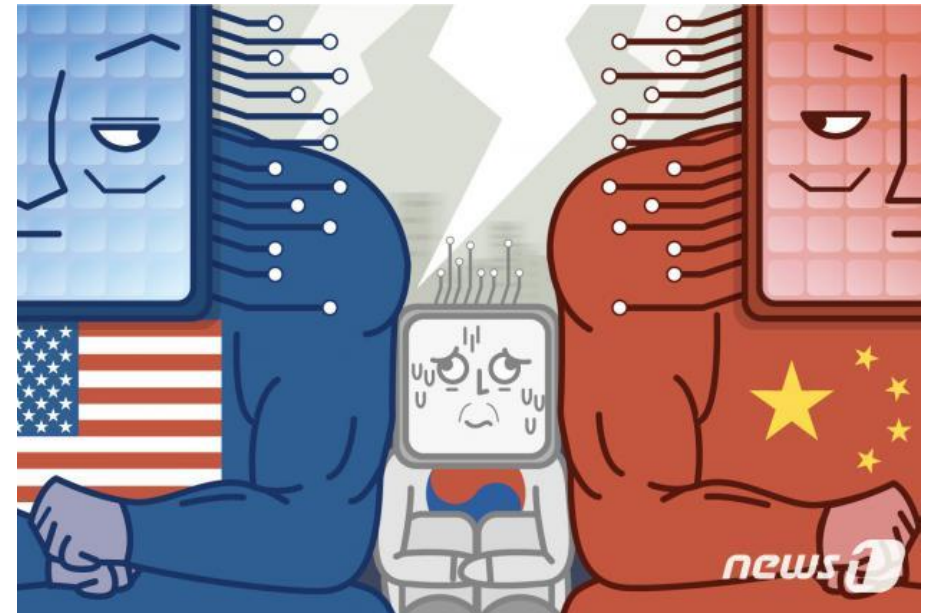


*2022년부터는 추정치

MR 머니투데이

반도체 칩 혁명이 인공지능의 미래 앞당길 것

US- China Chip War

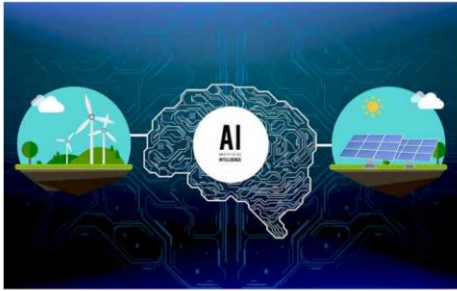


Energy Dilemma Issue

Solutions for efficient energy management

□ 데이터기반 AI는 혁신적인 에너지 문제 해결 솔루션

- 에너지 데이터를 활용한 AI 설비 운영은 효율적인 에너지 절감 솔루션이 되고 있으며 구글, 지멘스 등 글로벌 IT기업은 이를 활용한 사업화 추진중



(구글) 딥마인드 AI 활용, 추가로 30% 이상 에너지 절감



(SIEMENS) 공정데이터 수집분석자동화로 에너지 30% 절감

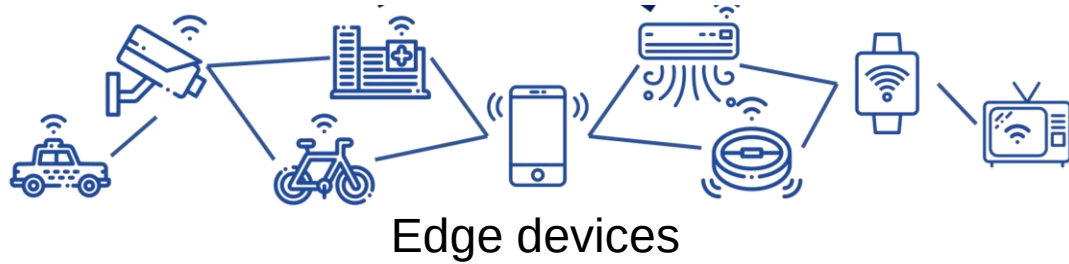
VS.

<해외 AI기반 에너지 서비스 사례>

(美) 전력 가격변동과 전력수요 분석/예측하여 전력저장소(ESS) 활용 최적화(STEM 社)	(美) 발전소, 태양광풍력 통합발전 및 실시간 송전 최적화의 자율에너지망 구축(에너지국)	(美) 발전설비 모니터링 예측정비 실시하여 고장예방 및 유류시간 감축 (Sparkcognition 社)	(英) 기후·사용자 인터넷 검색기록 등 거대 정보 처리 수요급등 사전예측 (National Grid 社)

The Origin of Energy Dilemma

Data center & Cloud Ai



Huge energy consumption



홈 > 국제 > 국제일반

공장·데이터센터 대거 유치한 미국, 이젠 전력 부족 위험[Global What]

입력 2024-03-08 10:39:24 수정 2024.03.08 17:40:17 박준호 기자



보조금 정책에 첨단산업 공장 급증
AI 붐 타고 전역에 데이터센터 건설

미국 내 데이터센터 전력수요량 (단위: GW)



'전기 먹는 하마' 데이터센터, 글로벌 확대 제동 걸릴까

| 미국 등 주요 국가서 新 데이터센터 증설 규제 속속 도입...전력 소비 폭증에 환경 문제 '심각'

컴퓨팅 | 입력 :2024/02/13 09:49

영화 속 아이언맨 vs. 헐크

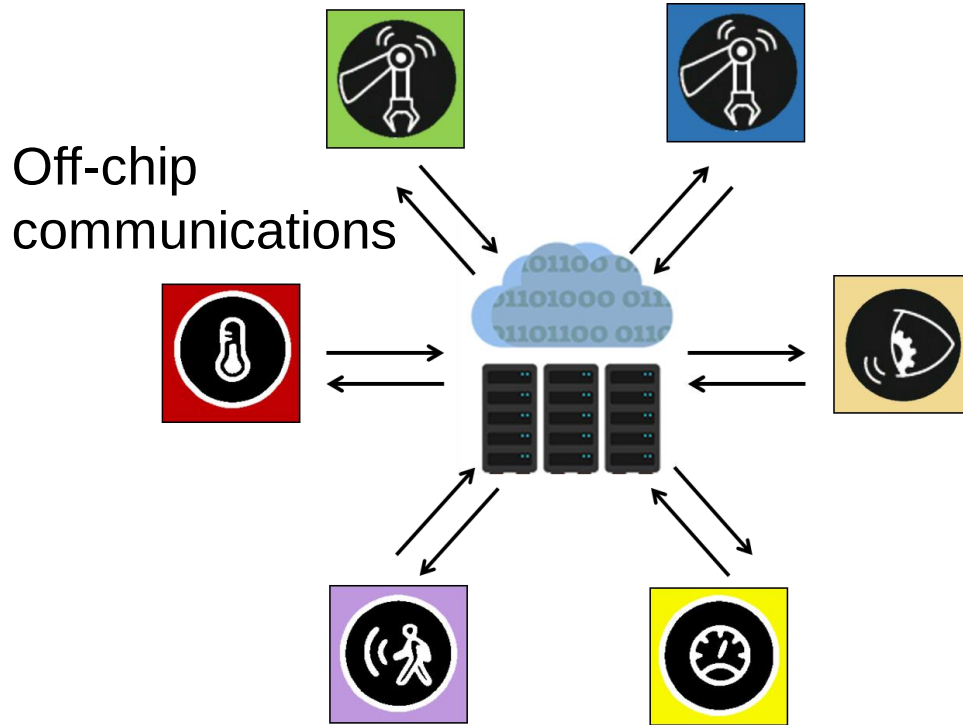


Avengers: Age of Ultron (2015)

Emerging Solution

Data center & Cloud Ai

Edge Ai; On-device Ai

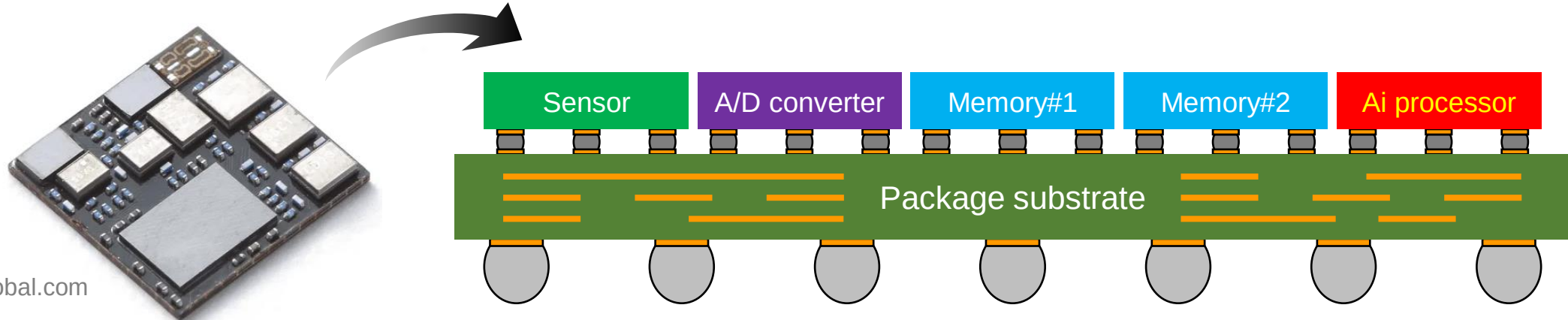


- 1) High energy consumption
- 2) High latency

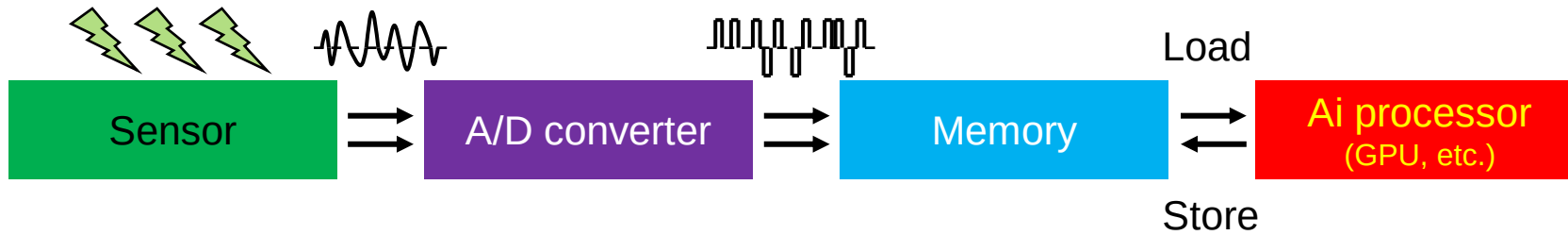
2) Edge Ai: Challenges & Opportunities

Power Efficiency & Speed is Still Limited...

aseglobal.com



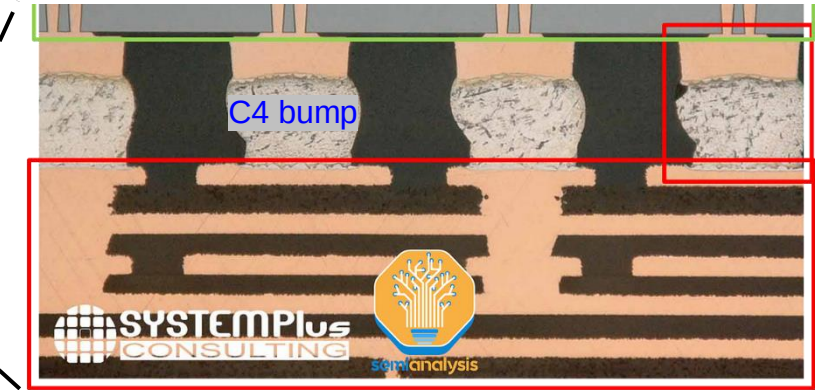
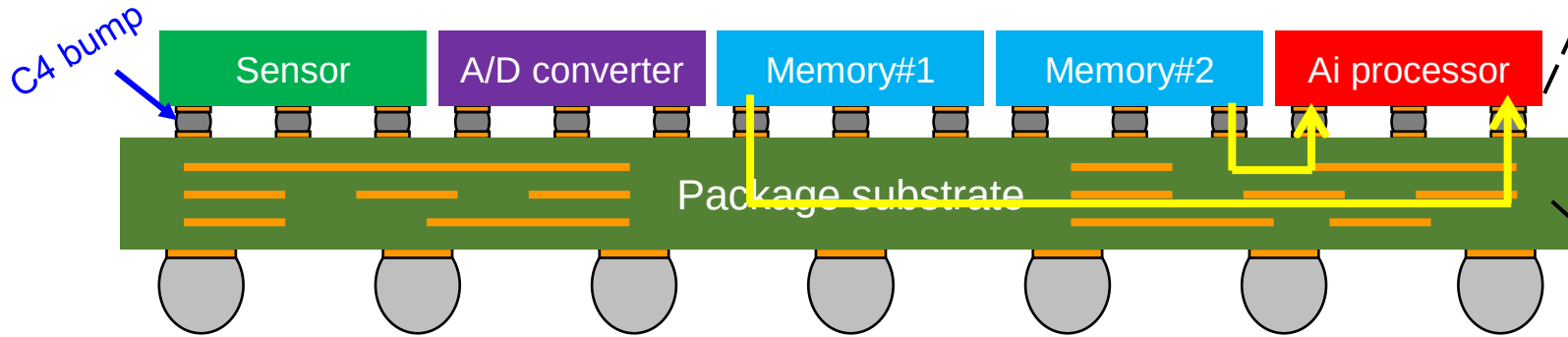
Sensory computing sequences



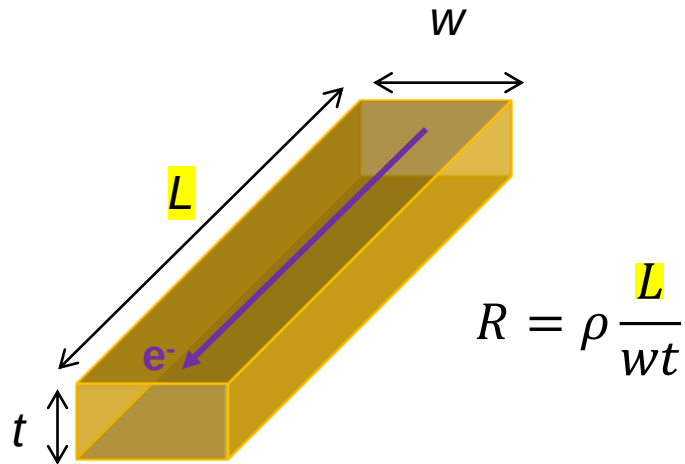
?

Challenge 1) High Resistance & Low I/O Density between Chips

Two-dimensional (2D) package



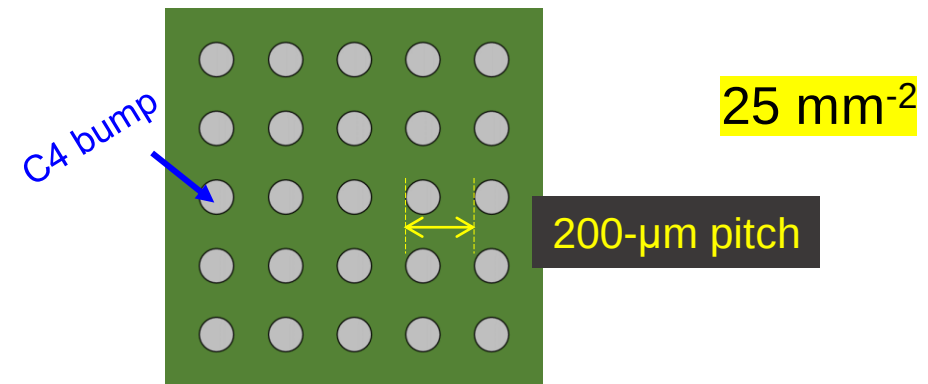
High resistance



Length of lateral interconnects in a substrate is too long

Low I/O* density Unit: # mm⁻²

*Input/output



Vertical interconnect density is too low

Challenge 1) High Resistance & Low I/O Density between Chips

Why?

High resistance → i) High power consumption

ii) Low speed

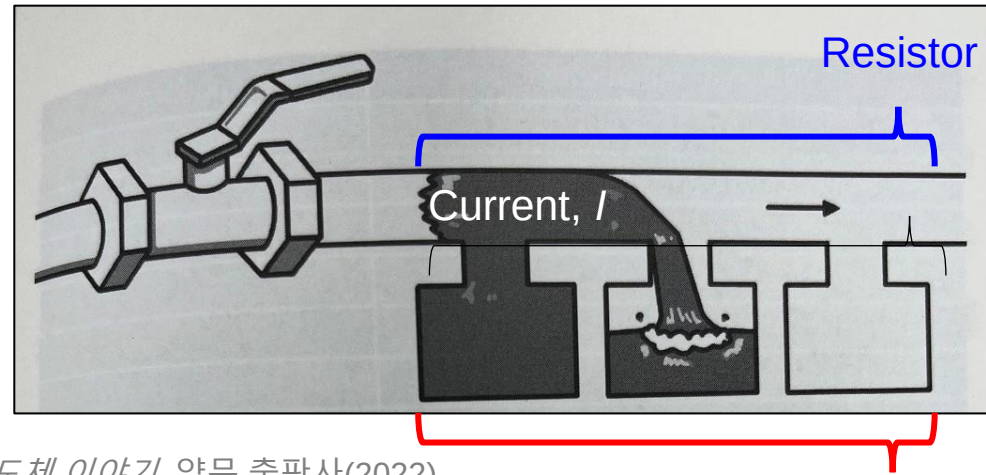


그림: 최리노의
한 권으로 끝내는 반도체 이야기, 양문 출판사(2022)

Parasitic capacitance

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \xrightarrow{\text{Delay time, } \tau} \Delta t = \tau = \frac{\Delta Q}{I} = \frac{C \Delta V}{I} = \frac{C I \Delta R}{I}$$

$$\tau = C \Delta R$$

RC time constant, τ

Low I/O density → iii) Low bandwidth*

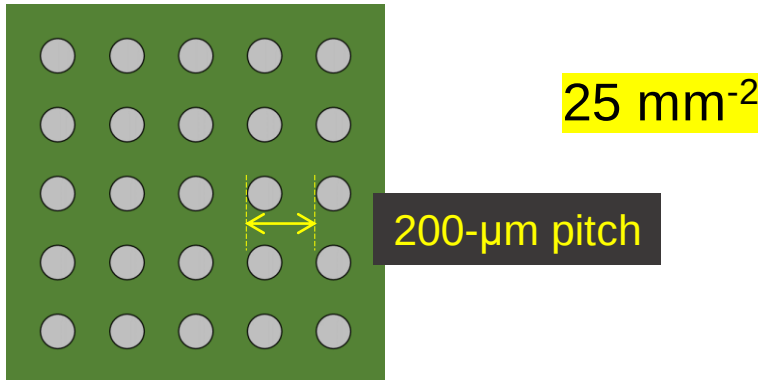
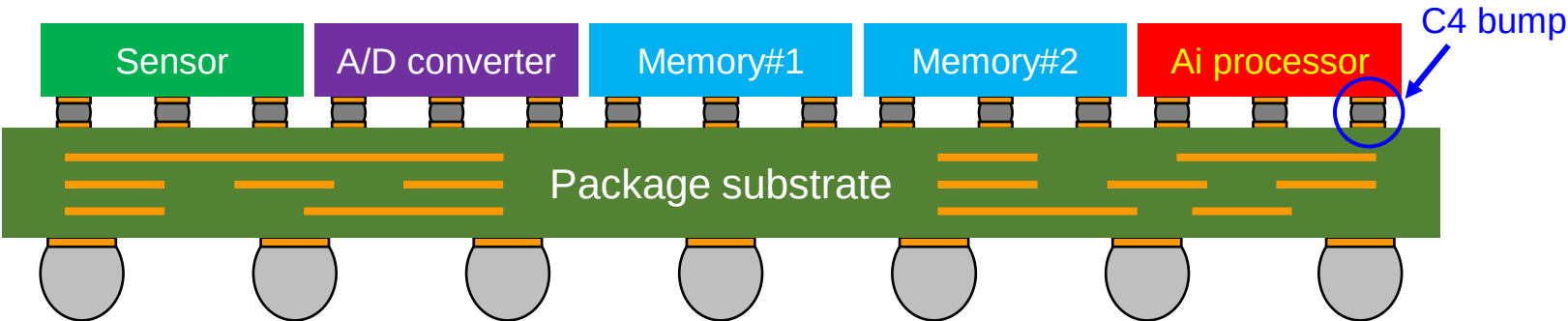
Unit: # mm⁻²

*The maximum data transfer rate (unit: bit s⁻¹, bps)

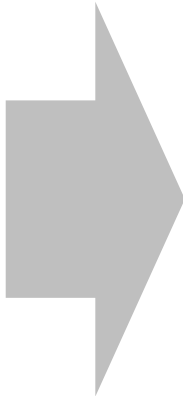
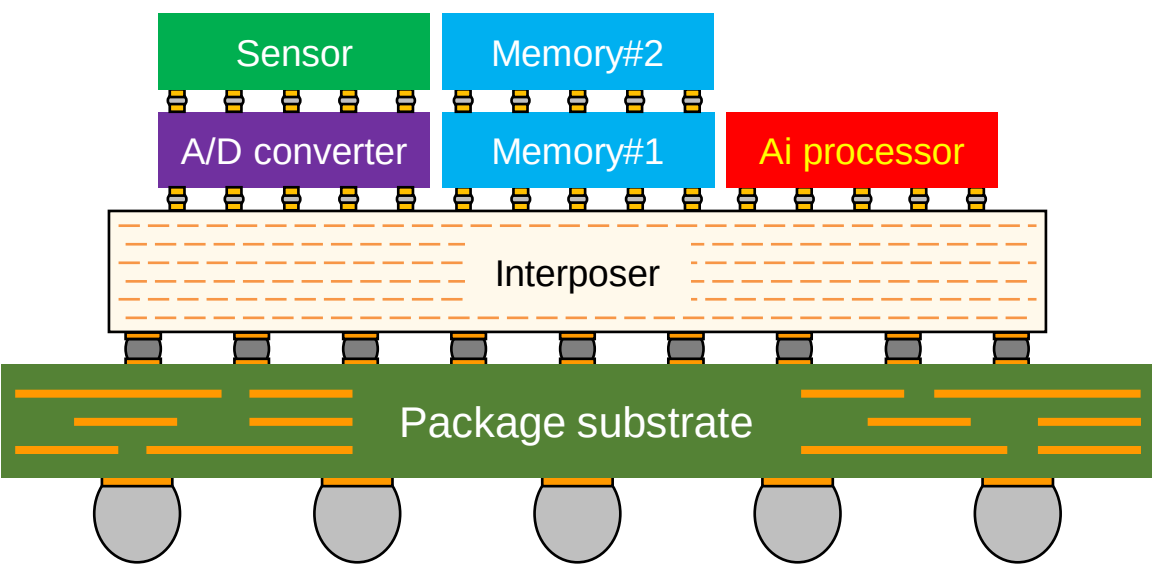
3) Technology 1

Advanced Package (AVP)

2D package

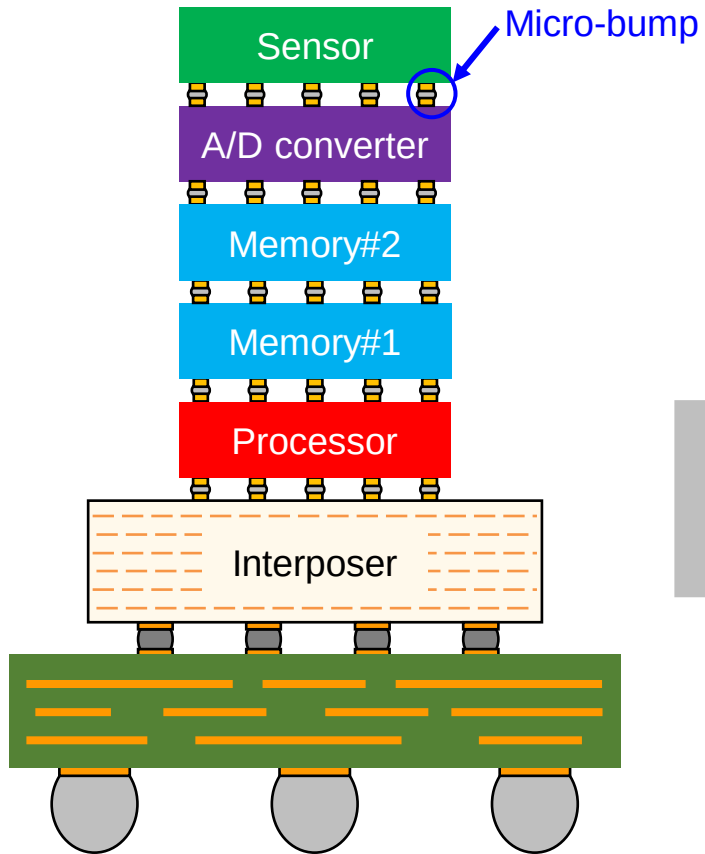


2.xD AVP



3D AVP with Bump-less Bonding (or Hybrid Bonding)

25



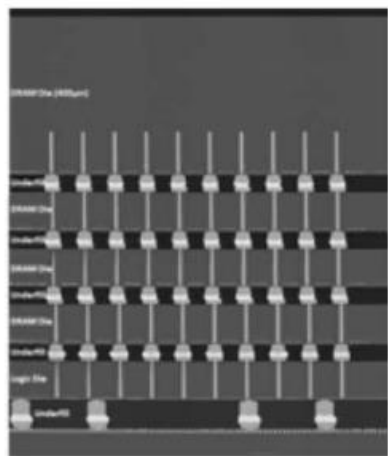
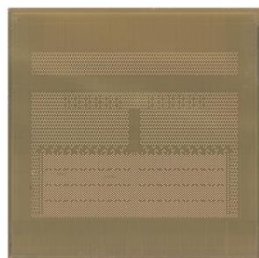
500 mm⁻²

3D AVP: High-Bandwidth Memory (HBM)

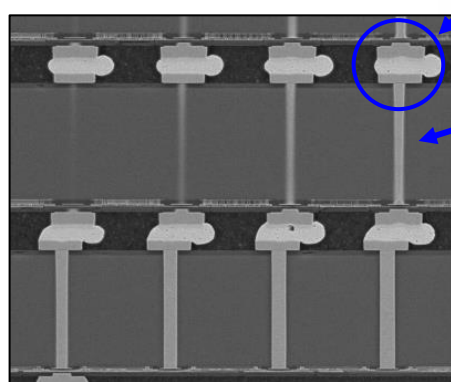
1. 개요

High Bandwidth Memory (고대역폭 메모리)

대한민국의 SK하이닉스가 최초로 개발하고 양산하여 2013년에 발표한 적층형 메모리 규격이다. [G#](#)



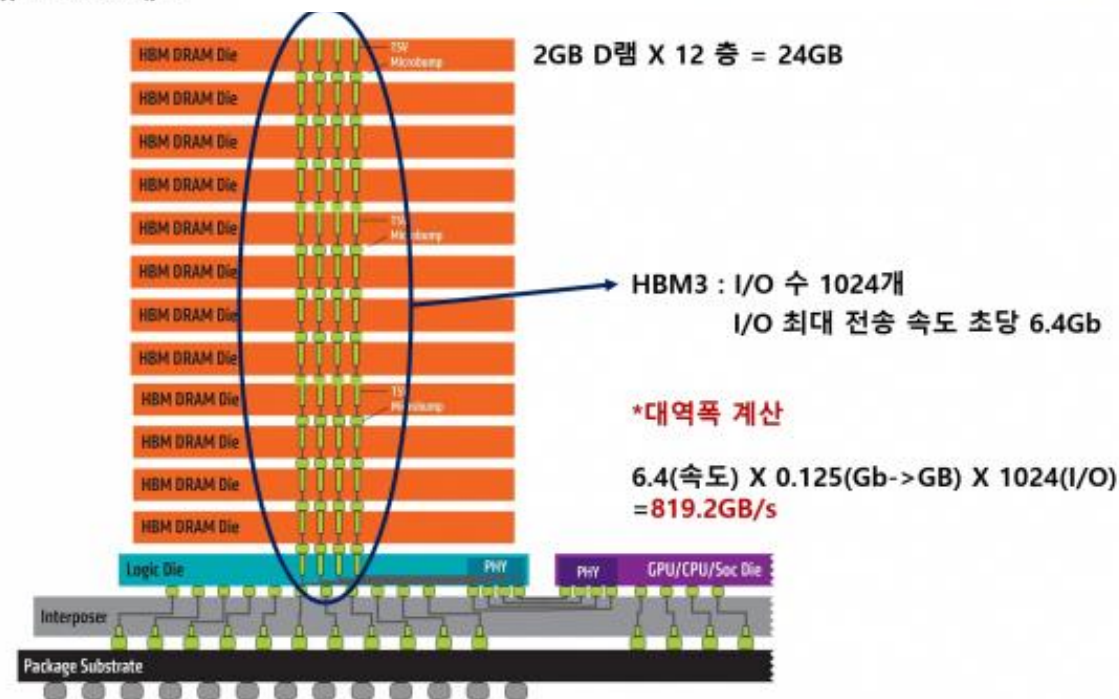
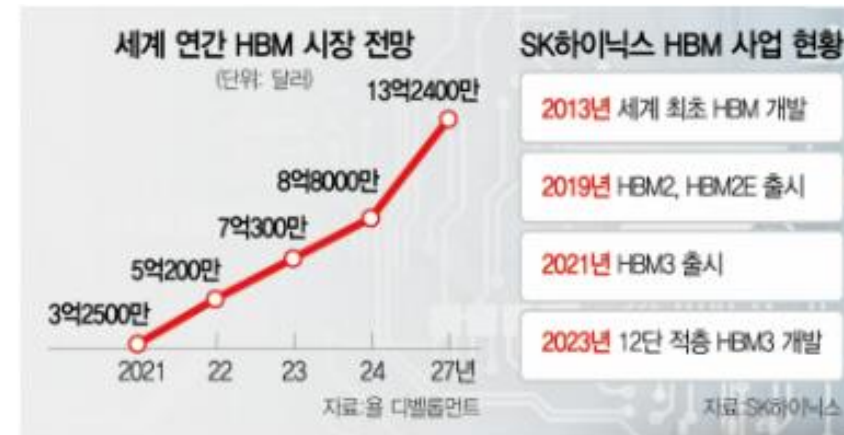
AMD Radeon Fury X Cross-Section –
SK Hynix HBM
©2015 by System Plus Consulting



Micro-bump

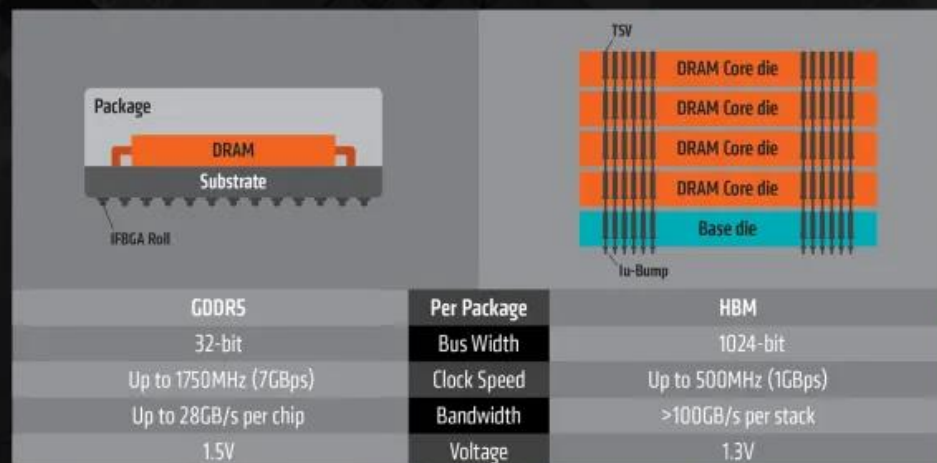
TSV

SK하이닉스 신규 HBM3 개요

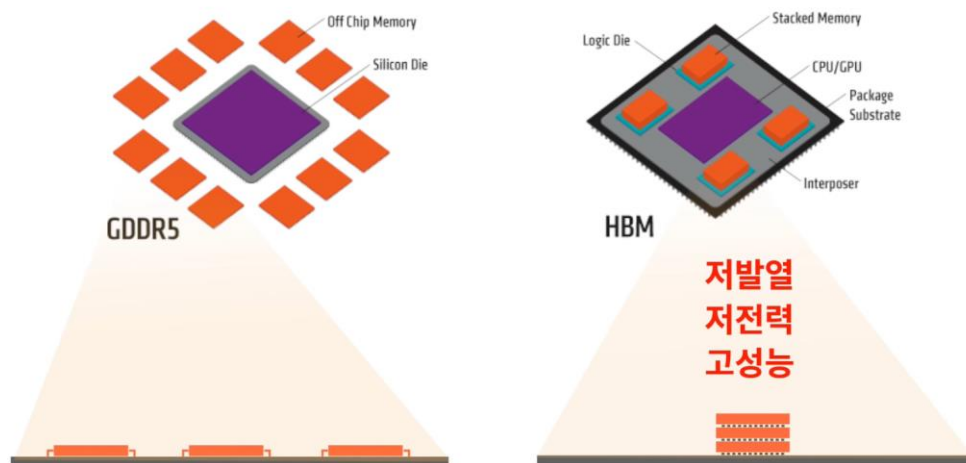


3D AVP: High-Bandwidth Memory (HBM)

HBM: A DIFFERENT MEMORY FROM GDDR5



9. AMD, RADEON™ GRAPHICS UPDATE | NDA ONLY - UNDER EMBARGO UNTIL 19 MAY, 2015. © 2015 AMD. ALL RIGHTS RESERVED.



Youtube, GadgetSeoul

High Bandwidth

[GB/s]

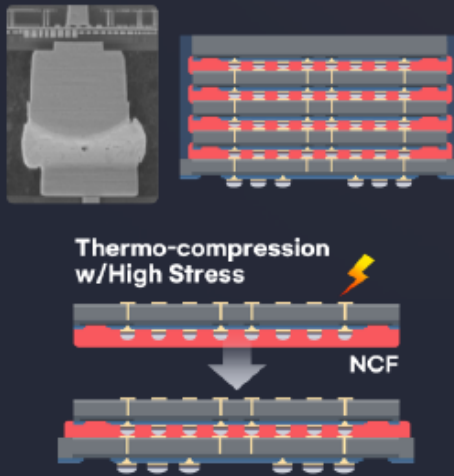
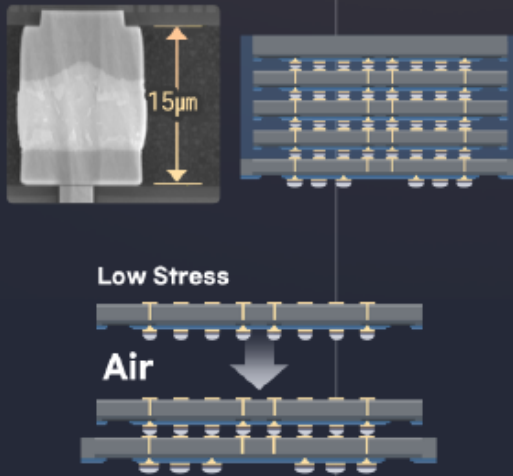
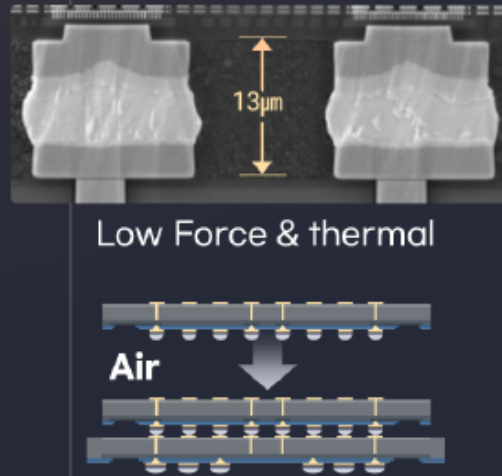
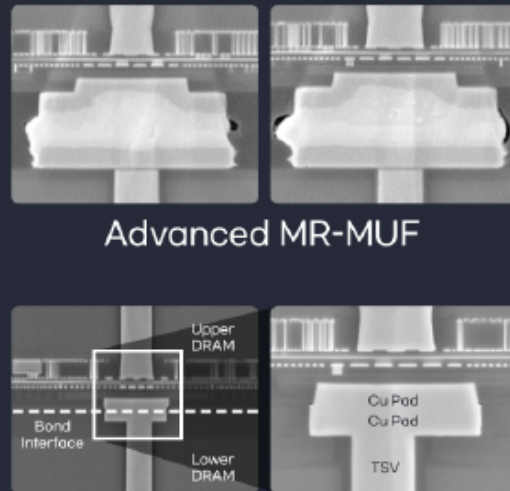


High Power Efficiency



-50~60%

We Do Technology | SK hynix

	HBM2	HBM2E	HBM3	HBM3 (12Hi) / HBM3E	HBM4
Stacking Tech.	TC-NCF	MR-MUF	Advanced MR-MUF	TBD	
Remark	 Thermo-compression w/High Stress NCF ✓ World 1st TSV chip stack	 Low Stress Air ✓ Low bond force & Robust joints: Higher Bump portion (thermal dissipation↑)	 Low Force & thermal Air ✓ More Enhanced thermal dissipation : Lower gap height & thermal resistance↓	 Advanced MR-MUF Hybrid Bonding	
Achievable Stack Height	4Hi / 8Hi	4Hi / 8Hi	8Hi / 12Hi	12Hi / 16Hi	
Thermal R (Relative)	○ (1.0)	○ (0.65)	○ (0.55)	◎ (0.5)	

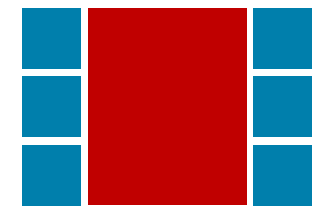
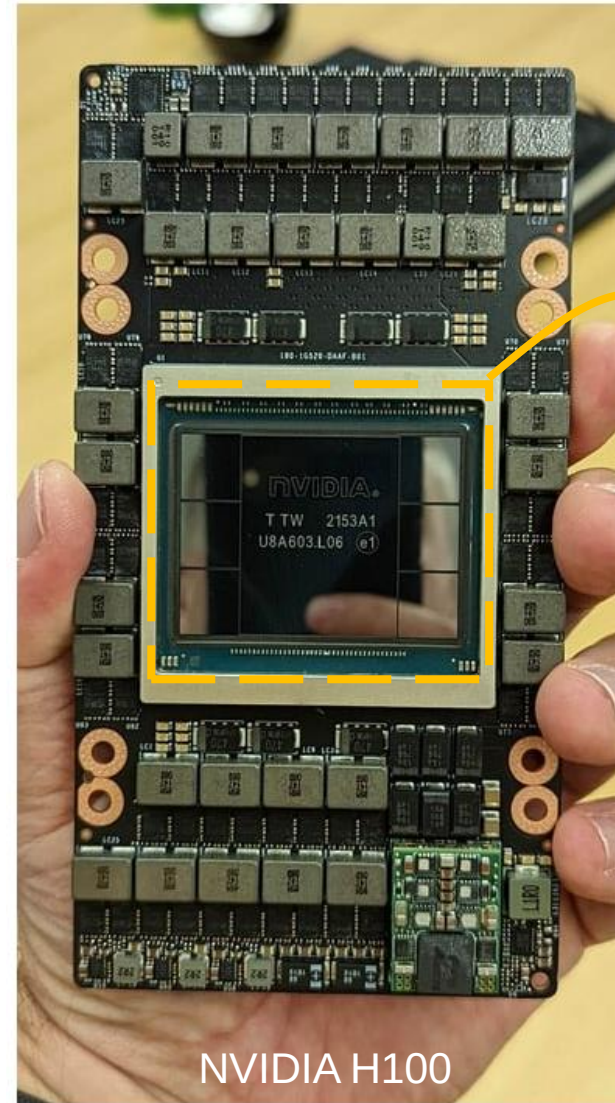
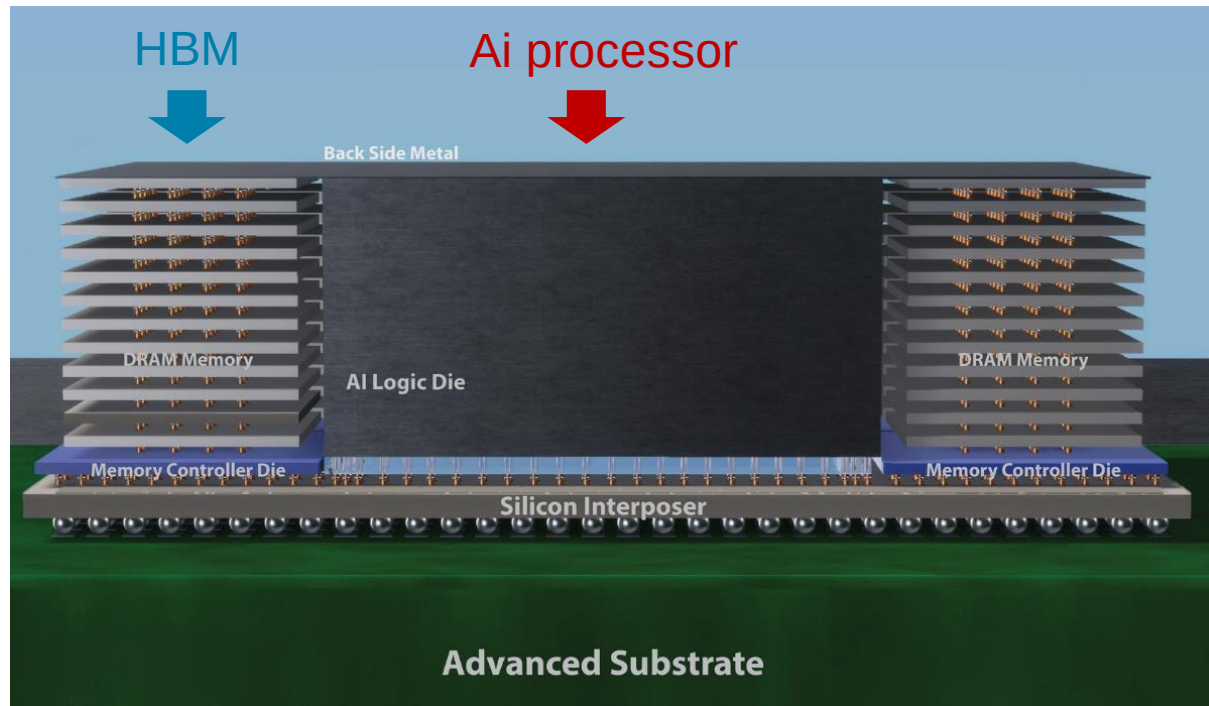
하이브리드 본딩으로 패키징 기술을 고도화하는 SK하이닉스

SK하이닉스는 12단 적층 HBM의 다음 제품인 고용량, 고적층 HBM에 하이브리드 본딩을 적용할 계획으로 기술을 개발하고 있다. 지난 2022년에는 HBM2E에 하이브리드 본딩을 적용하여 8단 적층을 구현하고 전기 테스트까지 완료하여 기본적인 신뢰성을 확보한 바 있다. 이는 지금까지 대부분의 하이브리드 본딩이 단층 레이어 본딩, 즉 두 개의 칩을 면대면으로 적층하는 방식으로 이루어진 것과 비교해 상당한 성과였다. SK하이닉스의 HBM2E는 하나의 기본 다이와 8개의 D램 다이를 성공적으로 쌓았고, 이는 2024년 출시 예정인 다음 HBM 제품에서 이 성과를 뛰어넘을 것으로 생각된다.

하이브리드 본딩은 모든 패키징 업계에서 가장 주목받고 있는 기술로 많은 회사가 해당 기술 발전을 주도하기 위해 노력하고 있다. 앞서 언급했듯이, 하이브리드 본딩은 수많은 장점을 가지고 있지만 여전히 갈 길이 멀다. SK하이닉스는 선도적인 HBM 기술을 바탕으로 하이브리드 본딩 외에도 다양한 패키징 기술을 개발하여 패키징 기술과 플랫폼 솔루션을 전례 없는 수준으로 끌어올리며 패키징 기술 리더십을 공고히 할 것이다.

SK Hynix (2023-08-18)

2.xD AVP: NVIDIA H100

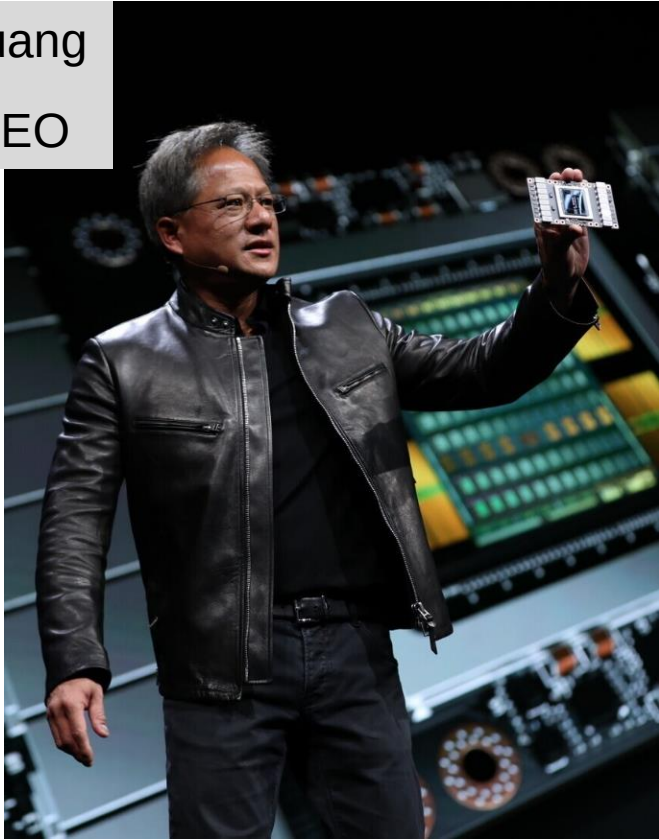


1 Ai processor
6 HBM

HBM: SK Hynix

Foundry: TSMC

Jeshen Huang
NVIDIA CEO



나스닥 "엔비디아 칩이 거의 모든 AI 혁신에 영향줘"

✎ 양대규 기자 © 입력 2020.12.20 18:23 댓글 0 좋아요 0



나스닥, 미국에서 가장 중요한 회사는 엔비디아
"2020년 상반기 엔비디아 AI 매출 28억달러 넘어섰다"
신경망 학습의 90% 이상이 엔비디아 GPU를 통해 시행

<https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=135016>

<https://www.hankyung.com/article/202402247039i>

Market Summary > NVIDIA Corp

788.17 USD

+ Follow

+553.16 (235.38%) ↑ past year

Closed: Feb 23, 8:00 PM EST • Disclaimer

After hours 786.90 -1.27 (0.16%)

1D | 5D | 1M | 6M | YTD | 1Y | 5Y | Max



Open	807.90	Mkt cap	1.97T	52-wk high	823.94
High	823.94	P/E ratio	66.05	52-wk low	222.97
Low	775.70	Div yield	0.020%		

IT·과학 한경글로벌마켓

엔비디아 시총 장중 2조달러 돌파..."3조달러 넘을 것" 전망도

최진석 기자 ☆

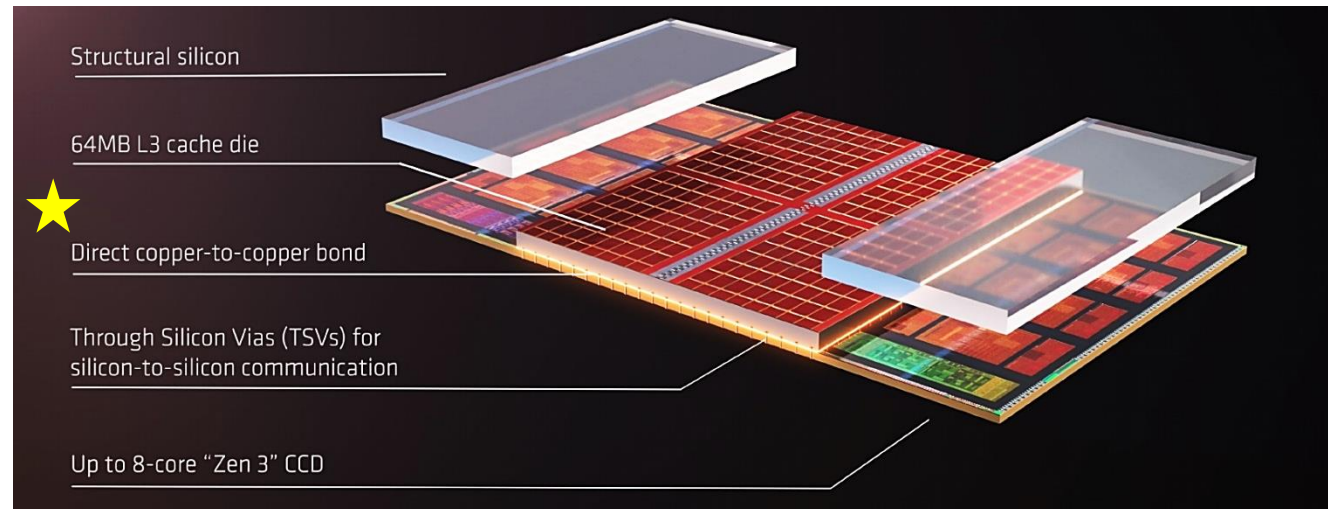
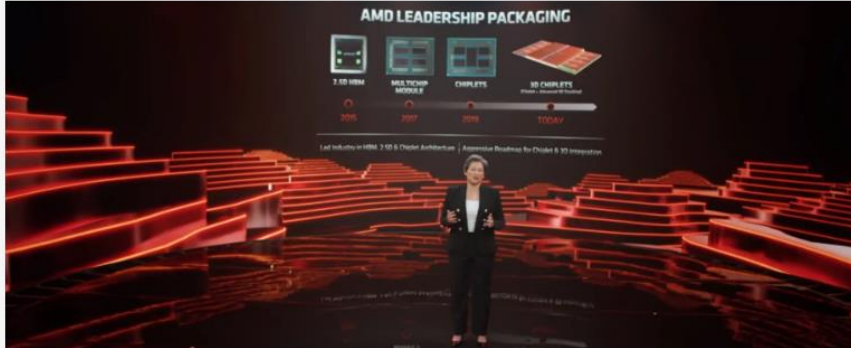
입력 2024.02.24 08:33 수정 2024.02.24 08:45

가가

오늘의 주요

AMD 3D Stacks SRAM Bumplessly

June 7, 2021 David Schor 3D packaging, 3D V-Cache, 7 nm, AMD, Direct Bond Interconnect (DBI), hybrid bonding, Ryzen, SRAM, System on Integrated Chips (SoIC)



AMD 3D V-Cache™ Technology Drives Density and Energy Efficiency Leadership

>200X

Interconnect Density
Compared to On-Package 2D Chiplet

>15X

Interconnect Density
Compared to Micro Bump 3D

>3X

Interconnect Energy Efficiency
Compared to Micro Bump 3D

Based on AMD Internal Data

Heterogeneous Design and Advanced Packaging Enable Advances in PPACt™ Even as Classic Moore's Law Scaling Slows

Appliedmaterials.com

Power
Performance
Area

Shorter, parallel interconnects
Higher I/O
Reduced latency
Lower power



3D stacking
Tighter integration
Many chips per package
High bandwidth



Compared to disaggregated dies on a PCBs

Cost
time-to-market

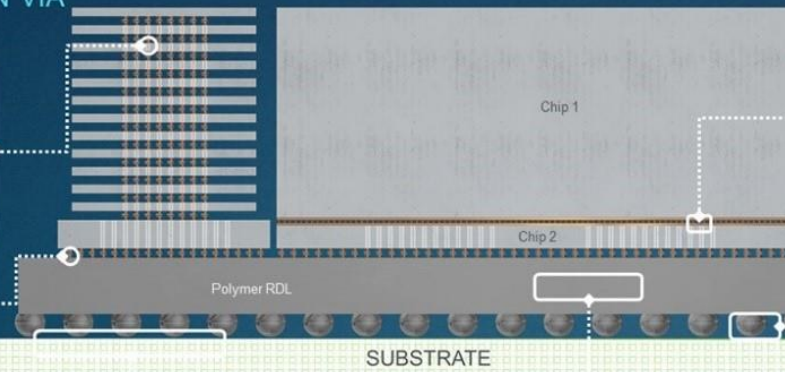
Chiplets
Higher yield
Reuse IP blocks



THROUGH-SILICON VIA (TSV)



MICRO-BUMP

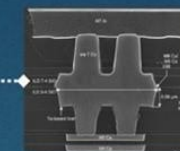


ADVANCED SUBSTRATE



Image Sources: SystemPlus Consulting Reports

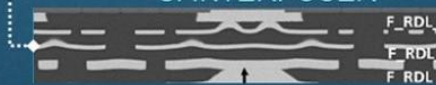
HYBRID BONDING



Source: Technisights (Chipworks) IMX260 Camera Module Report, 2016

FLIP-CHIP BUMP

POLYMER RDL / Si INTERPOSER



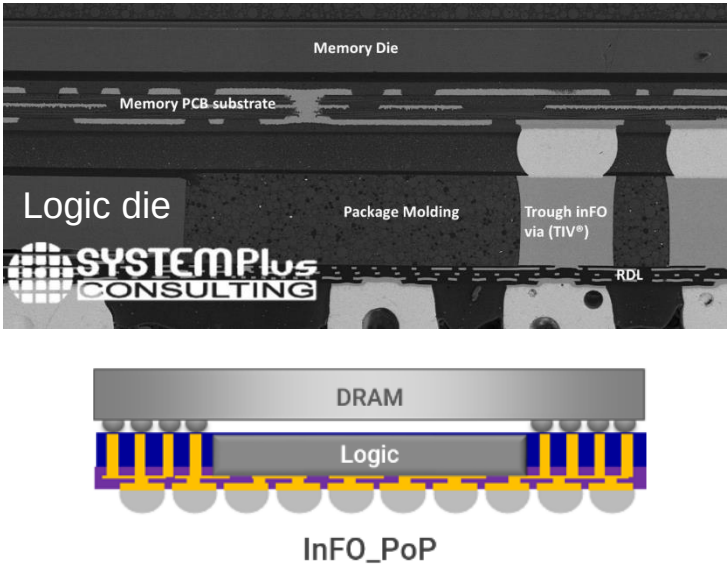
F_RDL_1
F_RDL_2
F_RDL_3

Apple: Samsung vs. TSMC

i) Foundry for Apple’s application processor



Advanced packaging for A10 processor



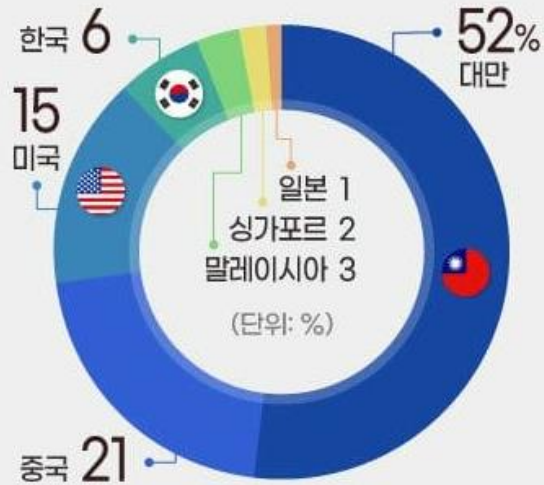
ii) Foundry for iPhone

iPhone	4 ~ 5C	6	6S	6S plus	SE	7, 7Plus, 8, 8Plus, X, XR, XS, XS Max, etc.
Year	2010 - 2013	2014	2015	2016		2016. 09. -
Foundry	Samsung	TSMC	Samsung + TSMC		TSMC	

반도체 후공정 기업 국가별 점유율

(2021년 기준, 단위: 달러, %)

Yole (2021)



매출액 (달러)	
대만	1억 7687만
중국	6987만
미국	5051만
한국	1929만
말레이시아	989만
싱가포르	702만
일본	394만

(단위: %)

HOME > 반도체

[IIE 2023] TSMC 추격, 패키징에 달렸다...칩렛·이종집적(HI) '부상'

윤상호 기자 | 승인 2023.06.30 05:29 | 댓글 0

데일리한국

강문수 삼성전자 부사장 "AI 골드러시 시대, 이종집적 패키징 부상"

홈 > 경제 > IT | 김언한 기자 unhankim@hankooki.com | 입력 2023.11.02 11:53

글자크기

반도체 미세화 한계, 이종집적 패키징이 대안
GPT 등장 후 컴퓨팅 성능 지난 5년간 큰 발전

기업

삼성 반도체조직 개편... '첨단 패키지팀' 신설

최승진 기자 sjchoi@mk.co.kr

입력 : 2022-12-11 16:35:39 수정 : 2022-12-11 22:38:30

가



삼성전자 DS부문 조직개편

어드밴스드 패키징팀 신설

TSV 송출 산하에 새롭게 팀 구성
고난도 첨단 패키징 기술 개발
칩렛(chiplet) 등 미래 기술 선점

메모리·파운드리 제조 기술 일원화

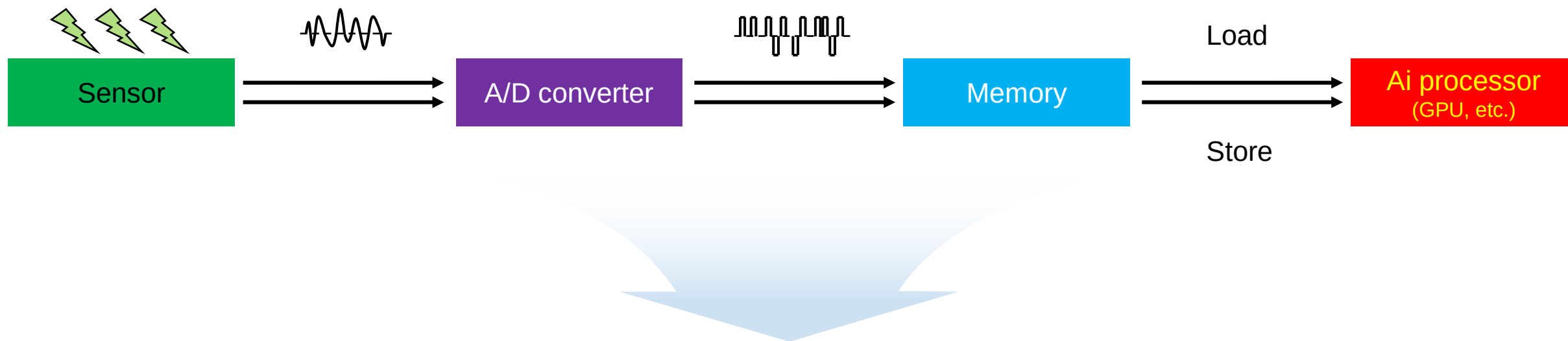
글로벌 제조&인프라 총괄이 담당
메모리·파운드리 제조·공정 시너지
핵심 테일러·핵심 광장 중심 담당



4) Approach 2

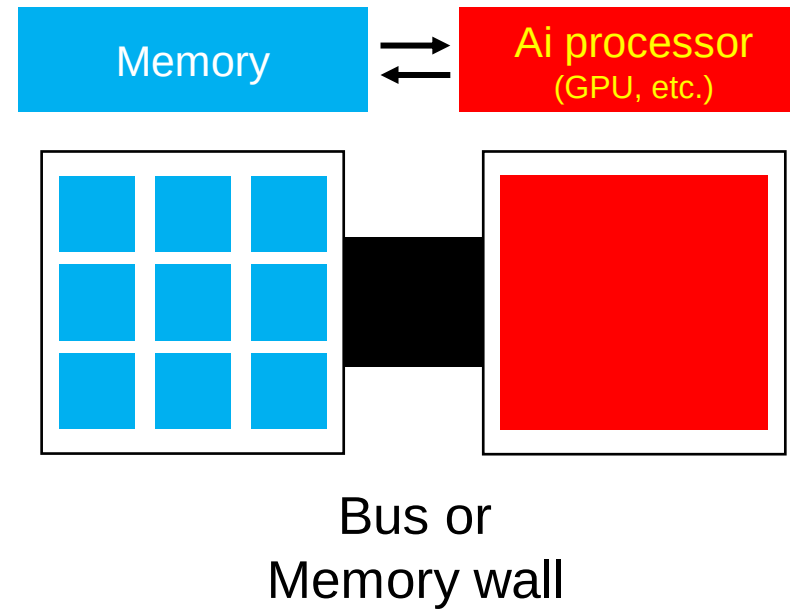
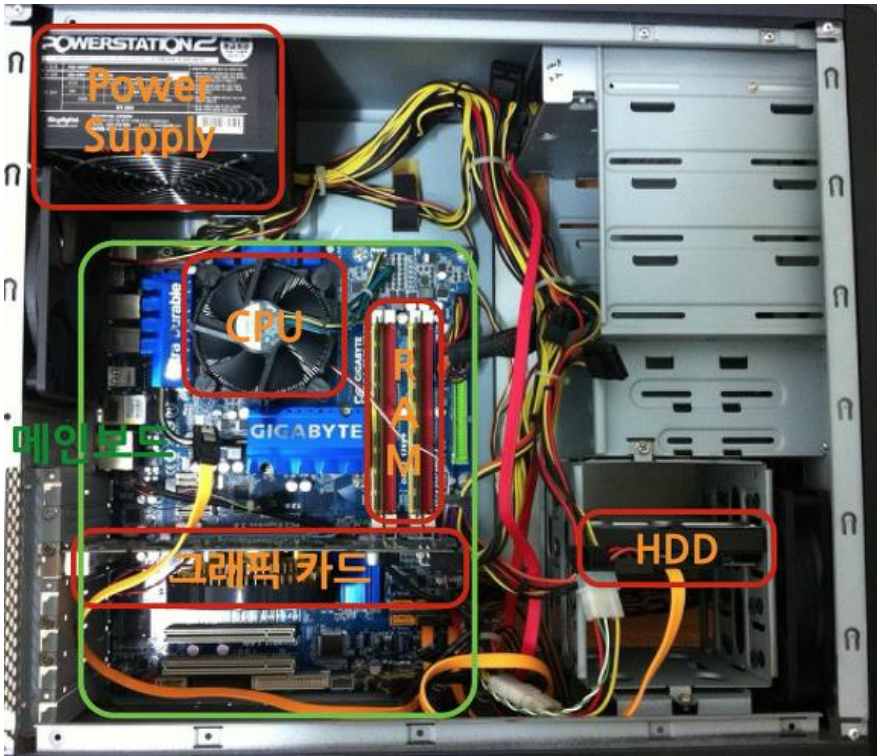
Neuromorphic Computing

Conventional 2D package

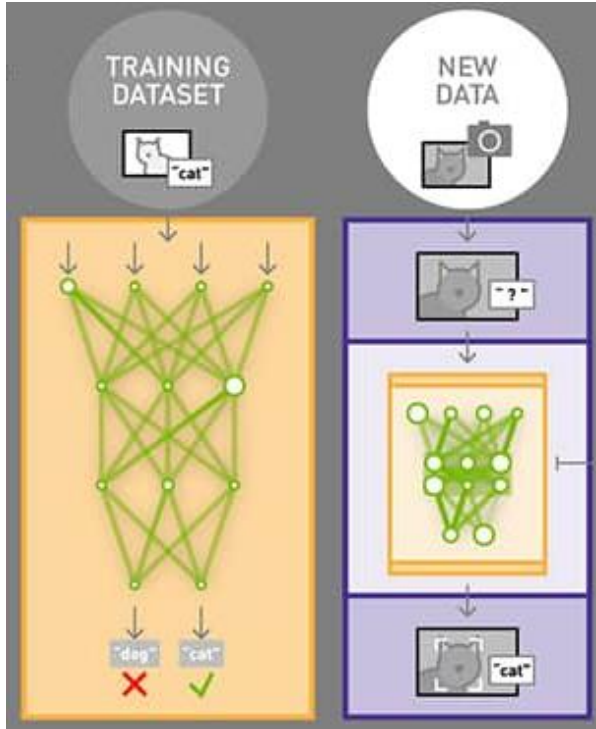


Power Efficiency & Speed is Still Still Limited...

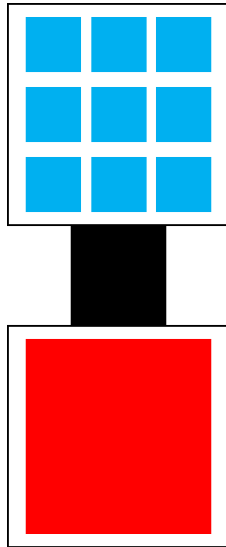
Challenge 2) von Neumann Bottleneck; Memory wall



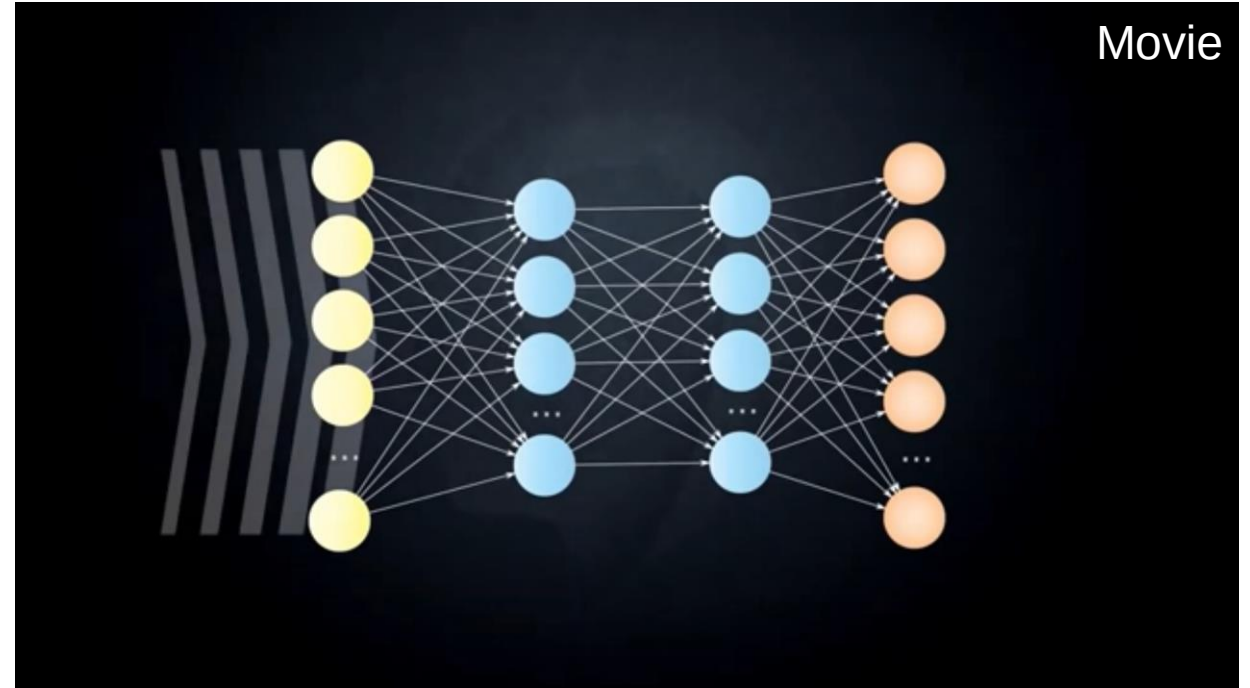
Artificial neural network (ANN)



Blog.NVIDIA.com



- Sequential
- Digital (0 or 1)



New Mind (02/13/2021)

von Neumann bottleneck

95% energy consumption for Ai tasks possible



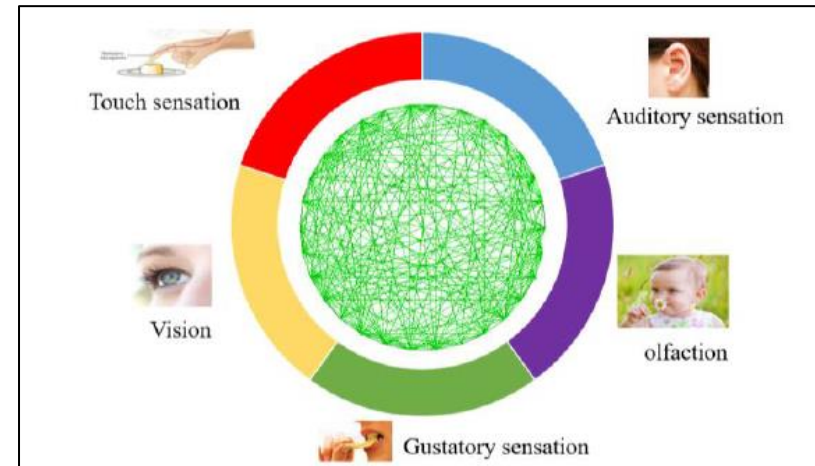
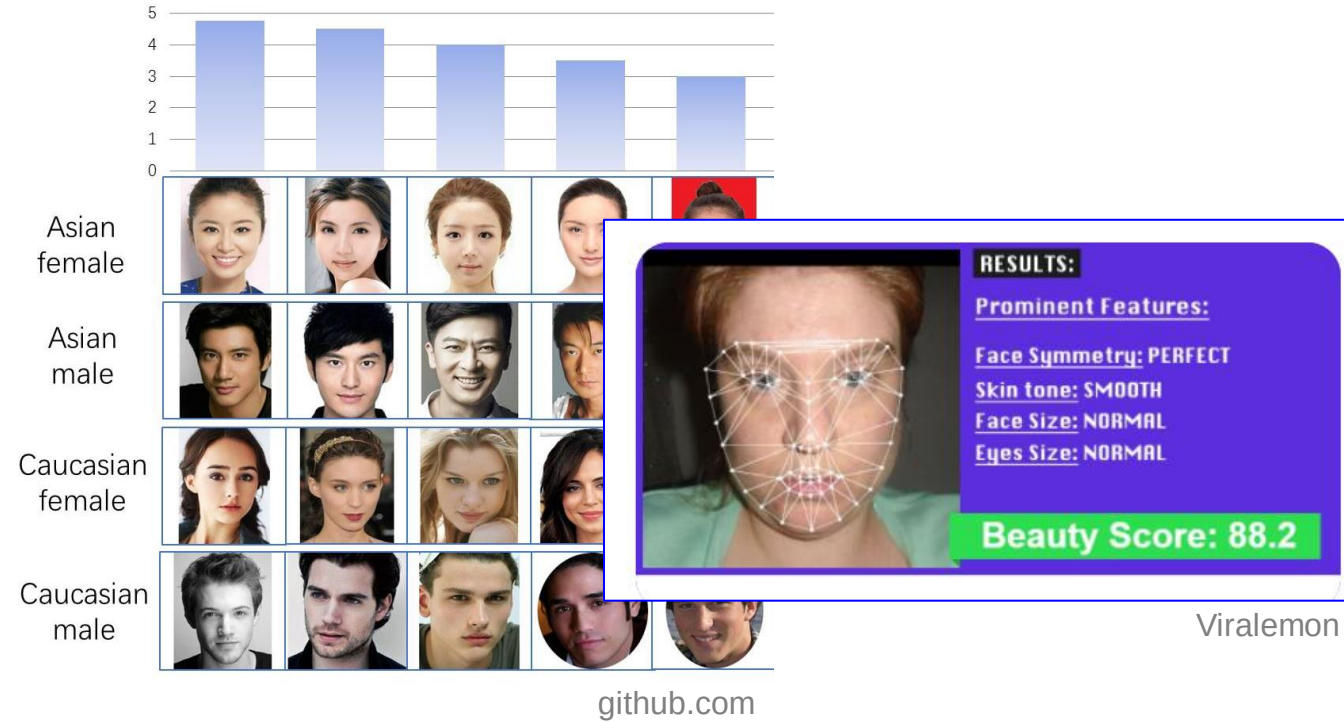
Results

Power

When we are in the nightclub,



Forbes.com (07/26/2019)



Yi, Y. IEEE (2017)

Parallel

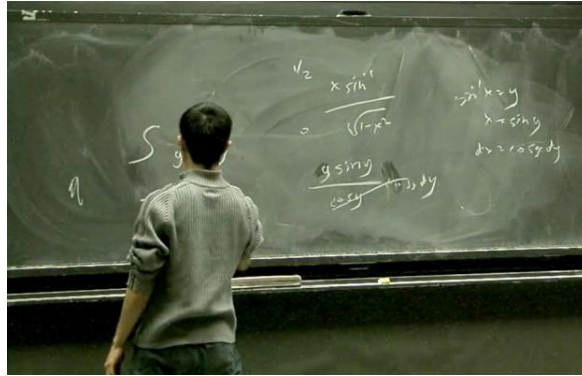
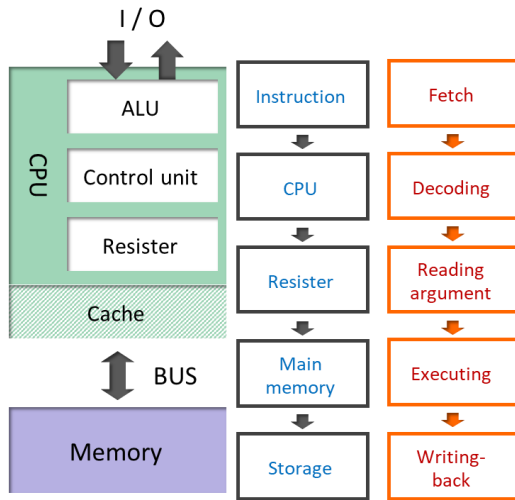
Analog

Multimodal

Adaptive

Digital Computer vs. Brain

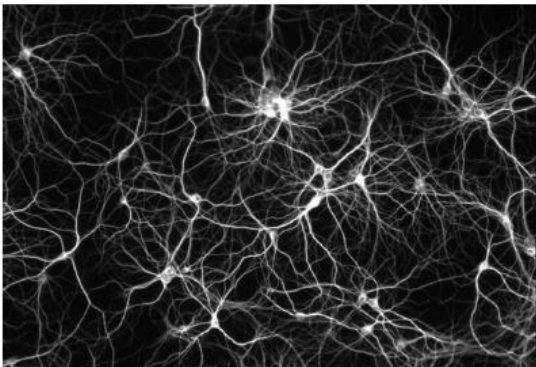
Conventional digital computer



dongascience.donga.com

서울대학교 황철성 교수님 수업자료 (2019)

Brain



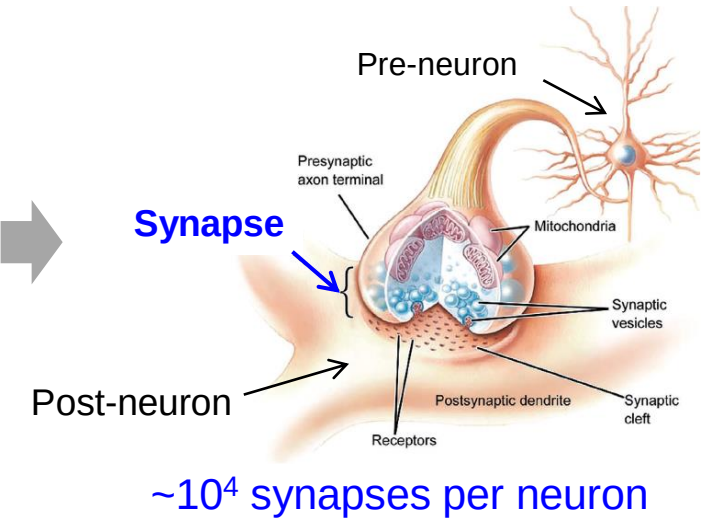
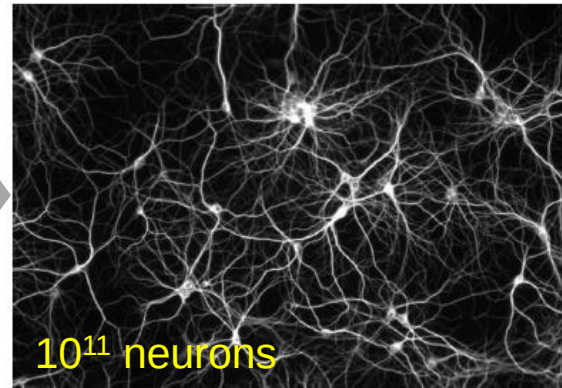
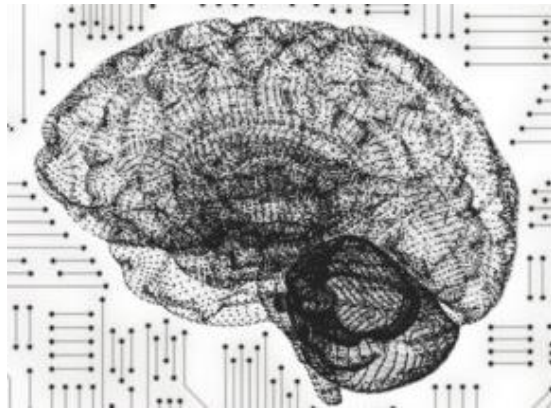
Kuncic, Z. *The university of Sydney* (2019)

	Conventional digital computer	Brain
Data type	Digital	Analog (Multilevel)
Clock frequency (Hz) (Calculation speed)	>1E9	10
Data processing	Sequential	Parallel, multimodal
Inference speed	Slower	Faster
Power density (W cm ₂)	100	0.01

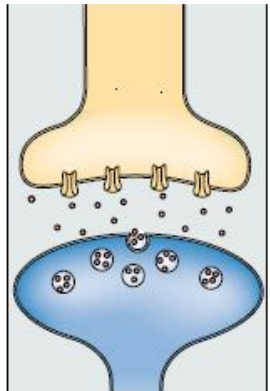
Modha D. S. (IBM) *Science* 345, 668 (2014)

Javey, A. *ACS Nano* 9, 10533 (2015)

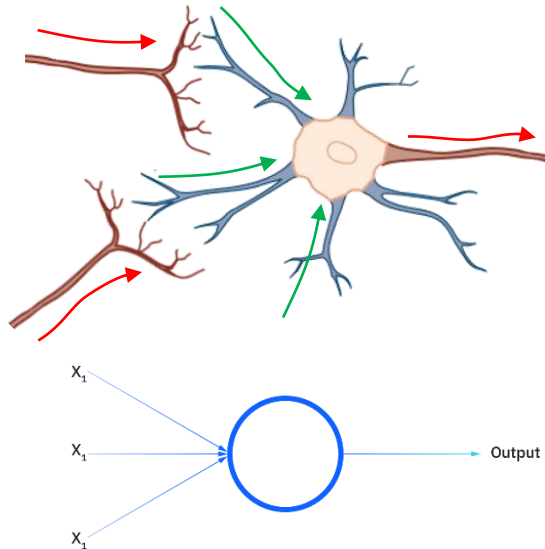
Inside of Human Brain



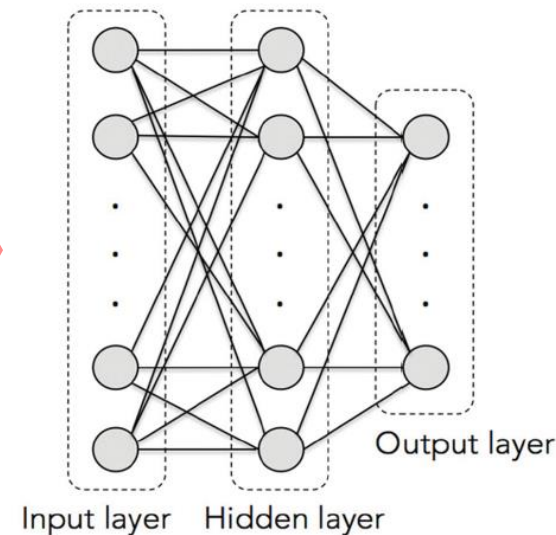
Synapse: Computational analog memory



Synaptic weight



Artificial neural network (ANN)



Kuncic, Z. *The university of Sydney* (2019)
 Yang, R. et al., *Adv. Electron. Mater.* (2019)
 Xia, Q. & Yang, J. *Nature Mater.* 18 (2019)

Prof. Hwang (SNU), *Adv. Electron. Mater.* (2016)
 Prof. Hwang (SNU), Class note (2019)

Parallel

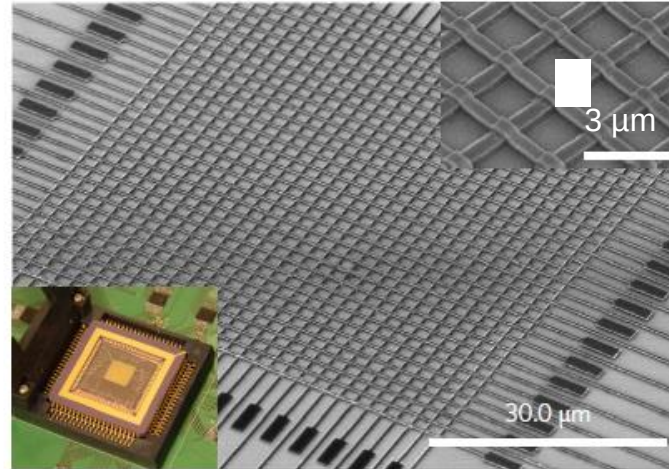
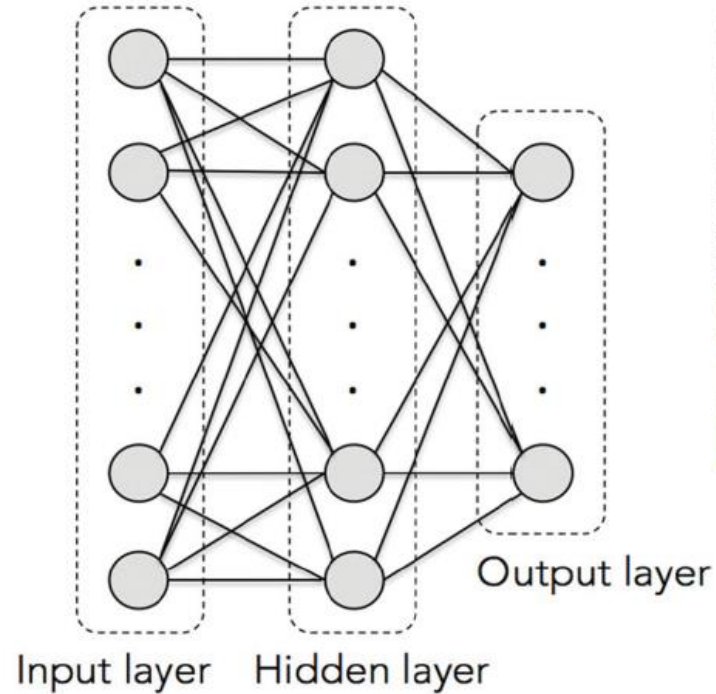
Analog

In-memory

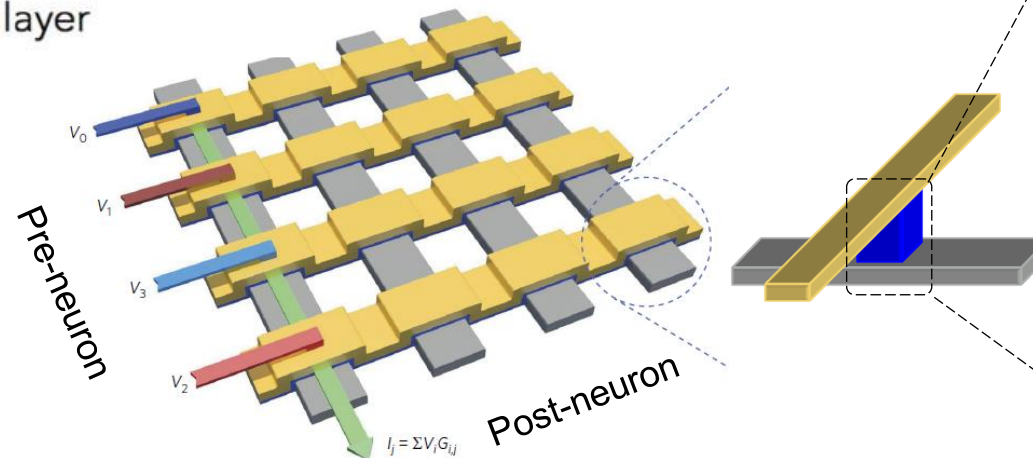
Multimodal

Adaptive

Hardware Implementation of ANN



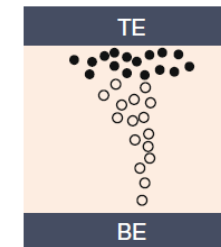
Crossbar array



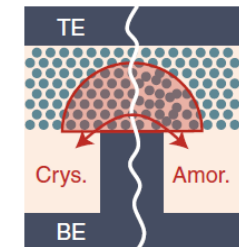
Lu, W. group,
Nature Nanotechnol. 12 (2017)
Nature Electronics 1, 22 (2018)

Yang, J.J. group, *Nature Mater.* 18 (2019)
 Wu, H. group, *Nature Electronics* 3 (2020)

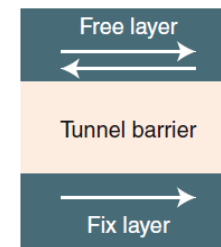
Memristor



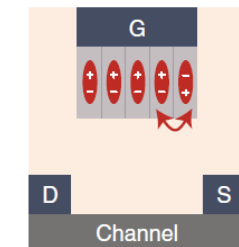
PRAM



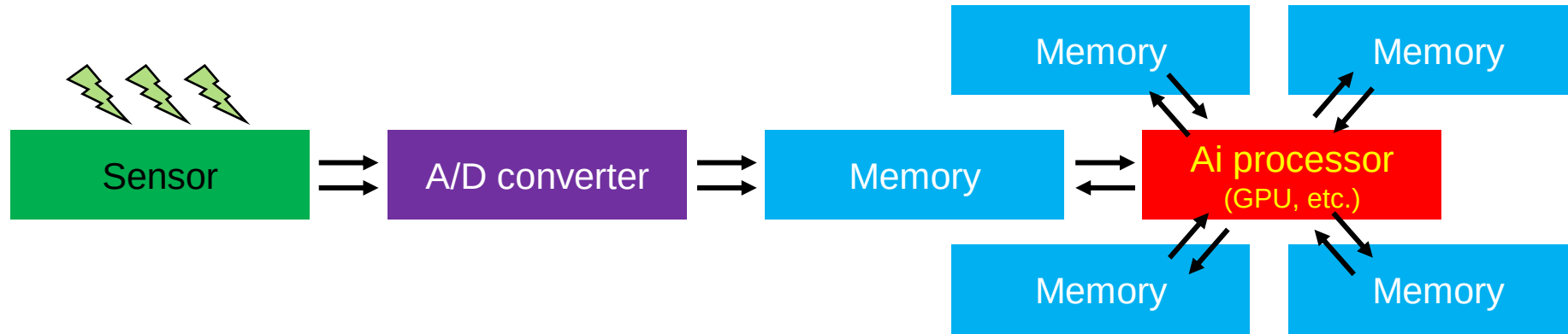
MRAM



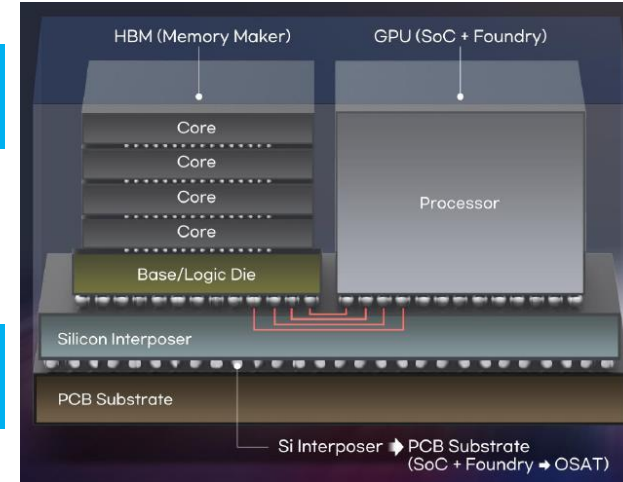
FeFET



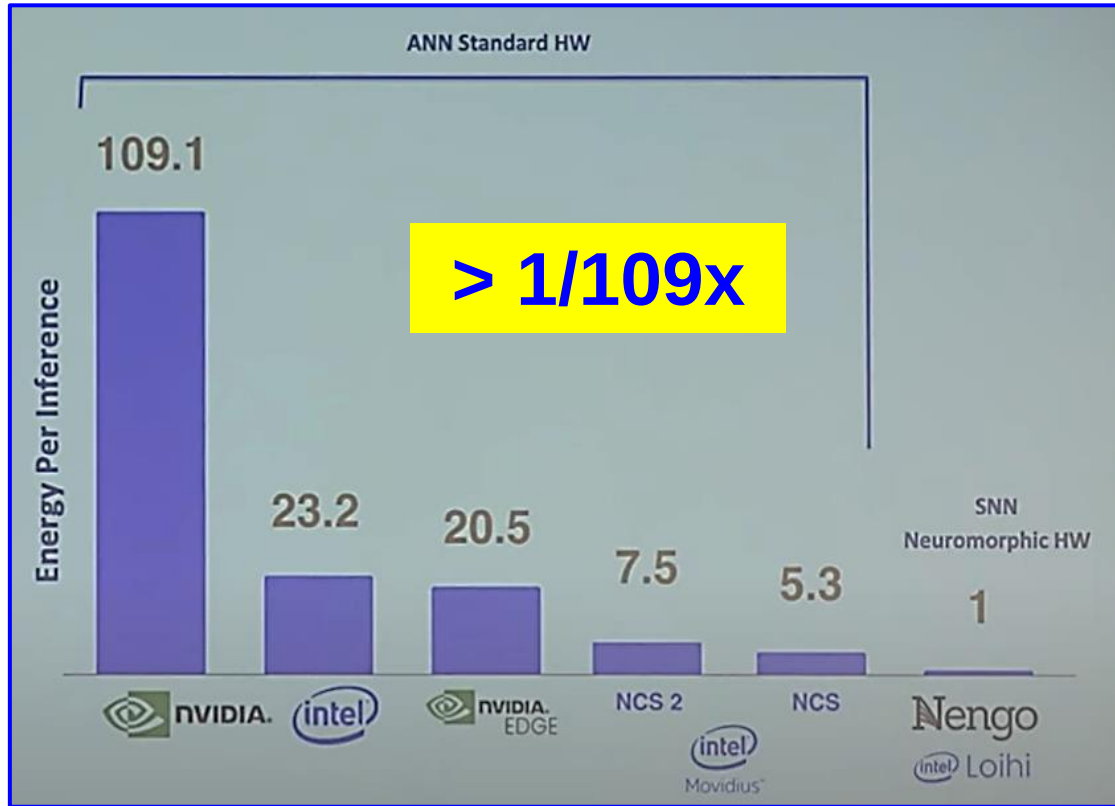
Computational analog memory has emerged for neuromorphic computing



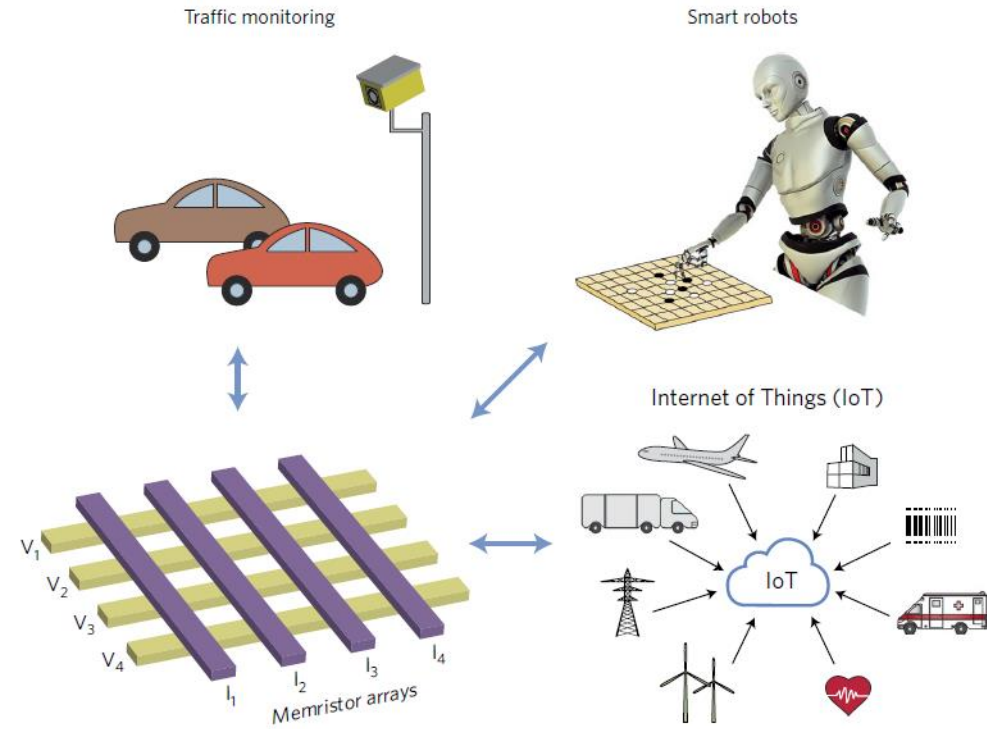
High-bandwidth, **near-memory computing**



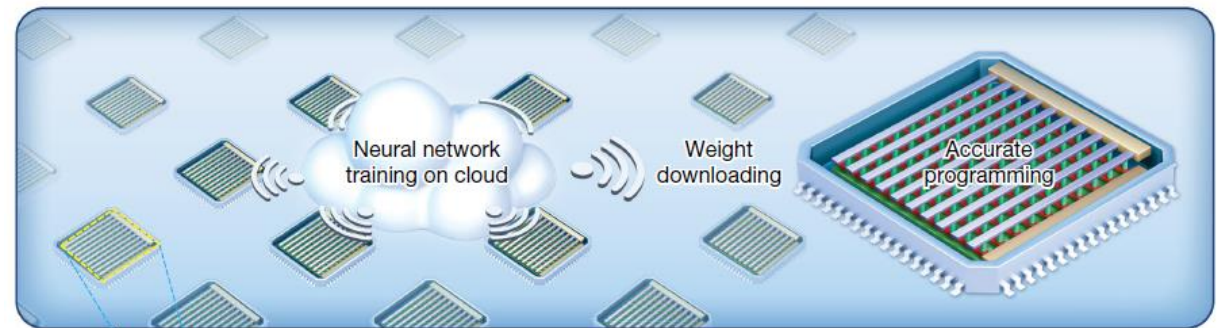
Prof. Eliasmith, C, WaterlooAi (2020)



Enabled by
neuromorphic processors

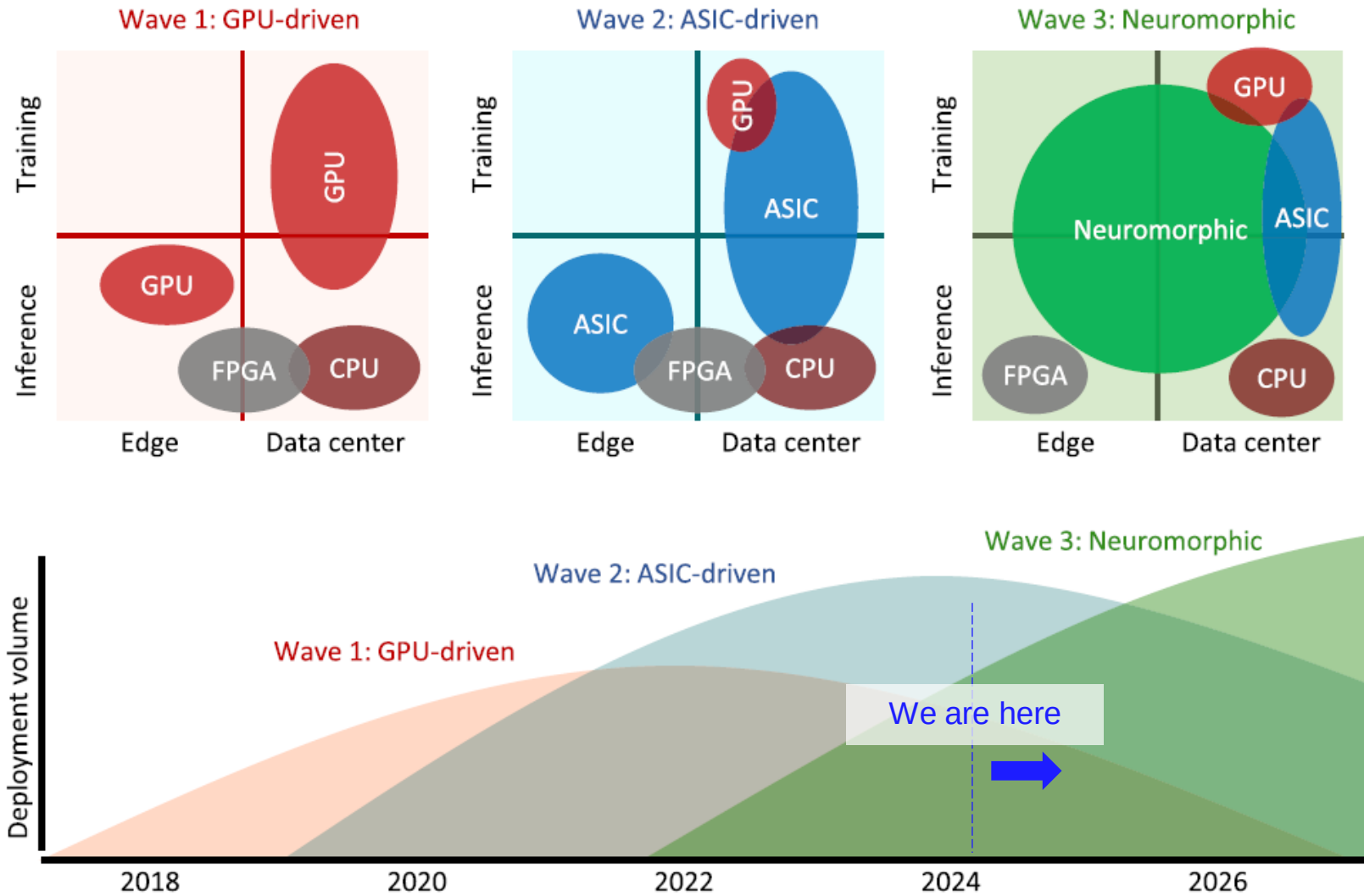


Qian, H. group, *Nature Electronics* 1, 8 (2018)



Yang, J. J. group, *Nature* 615, 823 (2023)

Neuromorphic Processors will Rule Ai Technologies



Huge opportunity to become a game changer

Gartner (2018)

Kumar, S. (HP), *Appl. Phys. Rev.* 7, 011305 (2020)

Gadget Seoul 4/20/2020

이종호 장관 “온디바이스·AI 반도체 등 핵심 기술 주력”

🕒 2024.02.16

👁 153



이종호 장관 “온디바이스·AI 반도체 등 핵심 기술 주력”



동북아 공동체 ICT포럼 조찬간담회가 15일 서울 중구 프레스센터에서 열렸다. 이종호 과학기술정보통신부 장관이

‘과학기술·디지털로 여는 새로운 대한민국’을 주제로 발표하고 있다.

[데스크가 만났습니다] 이종호 과기정통부 장관 "저전력 AI 반도체로 글로벌 시장 선도"

발행일 : 2023-03-20 15:17 지면 : 2023-03-21 4면

국내 메모리 초격차 활용, 2030년 내 고도화 계획
통신시장 과점 구조에 대한 변화와 혁신육구 빔발
제 4이통사 출범을 위해 여러 사업자와 접촉 중

IT·과학

"AI 경쟁 주도권, 반드시 가져올 것"...이종호 과기정통부 장관 신년사

김진원 기자 ☆

입력 2024.01.01 18:54 수정 2024.01.02 00:45 지면 A14

가

오늘의 주요

반도체 초격차 핵심은 인재...이종호 장관, 반도체 고급인력 육성 지원

입력 2024-02-15 11:10

임유진 기자 newjean@etoday.co.kr

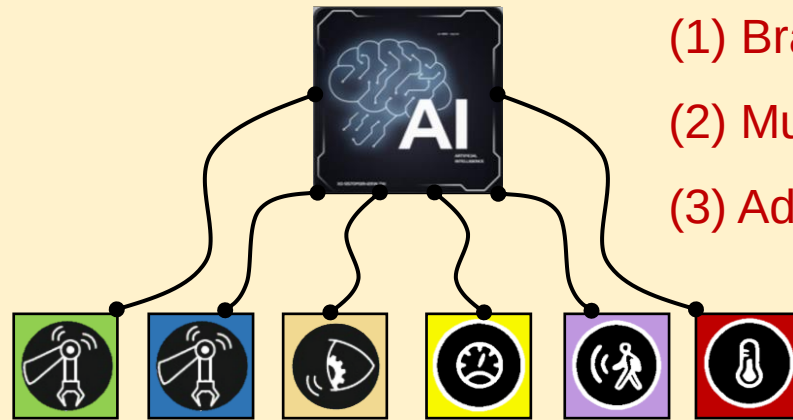


반도체 전공 학생들과 ‘마이칩’ 토크 콘서트 개최



SMART Metallization?

SMART Metallization Lab.



Neuromorphic edge Ai
(On-device sensing & processing)

- (1) Brain-inspired processor
- (2) Multimodal sensors
- (3) Advanced packages

Synergy

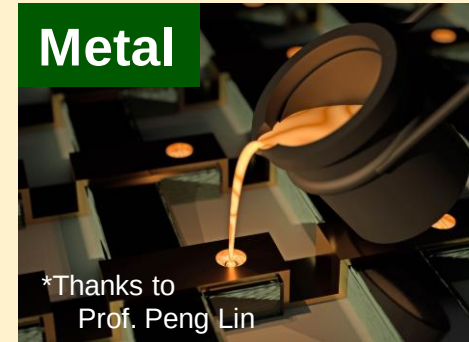
Mechanics

Atomic kinetics

Regulating structures

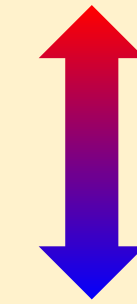
Thermodynamics

Metal



*Thanks to
Prof. Peng Lin

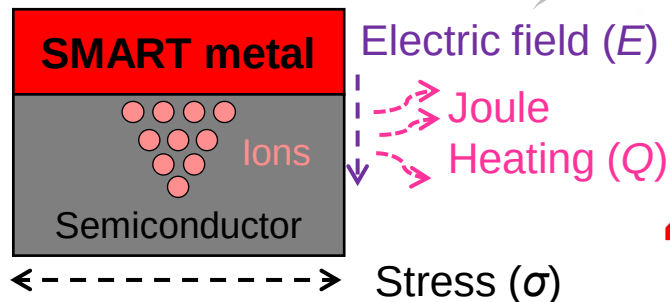
Reliability



Endless
opportunities

Innovation

1) Contact



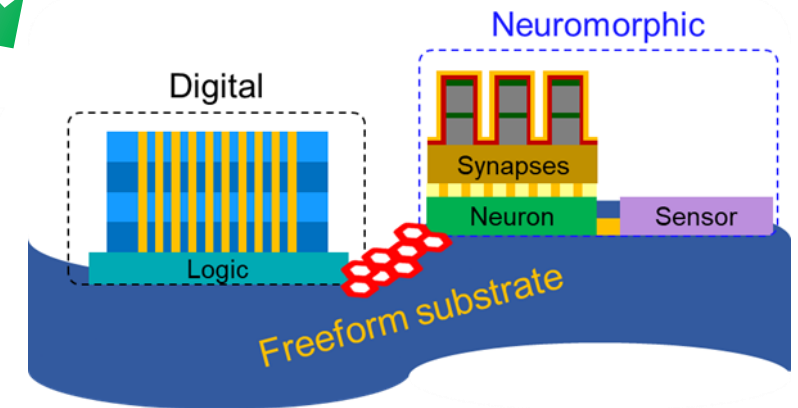
Electronic-ionic devices

2) Interconnects



2D/3D arrays

3) Package



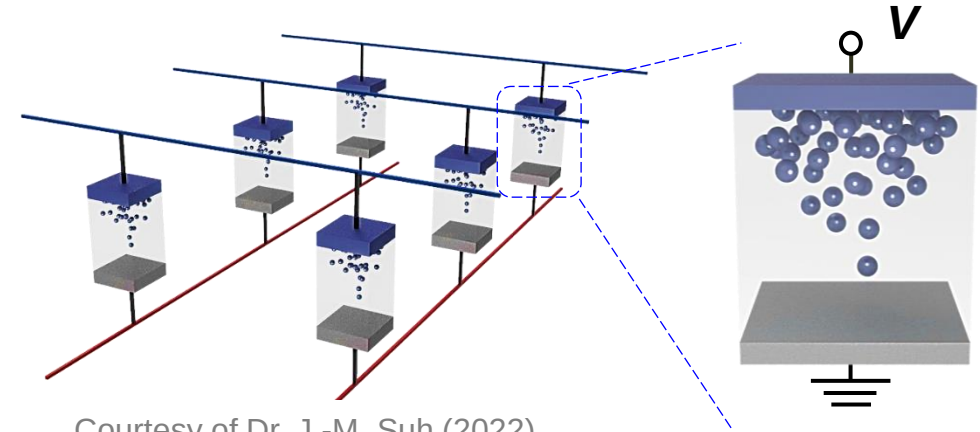
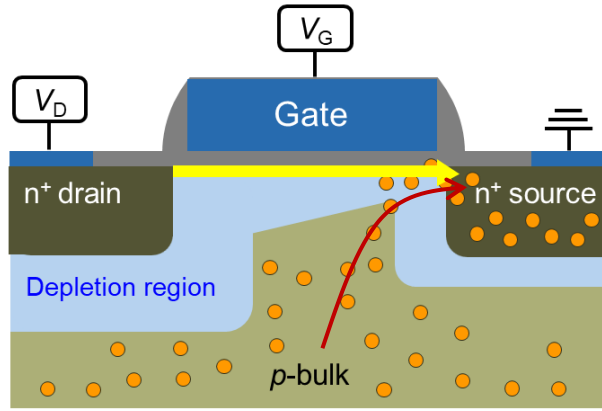
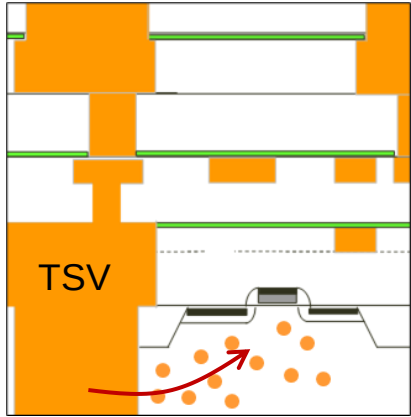
Metals Interacting with Electronic Materials

Reliability

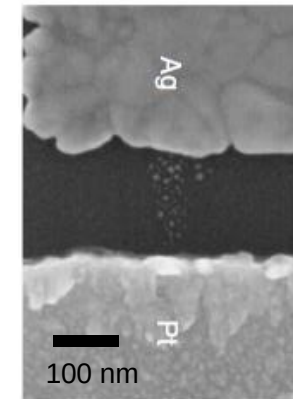
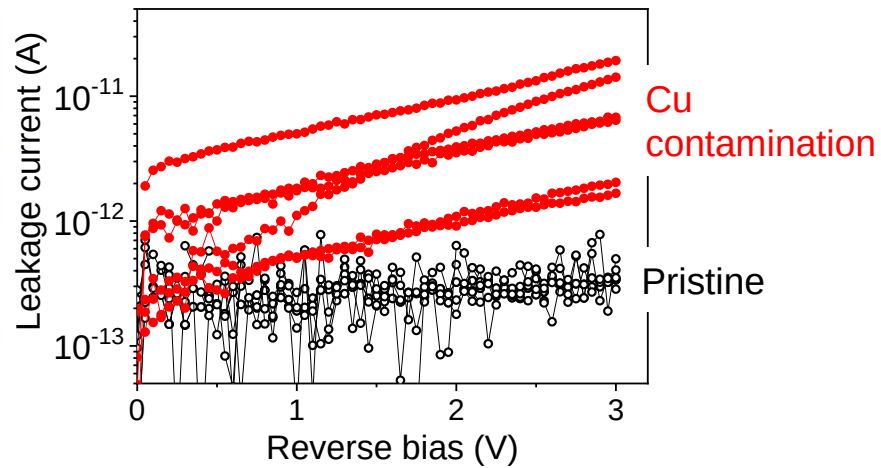
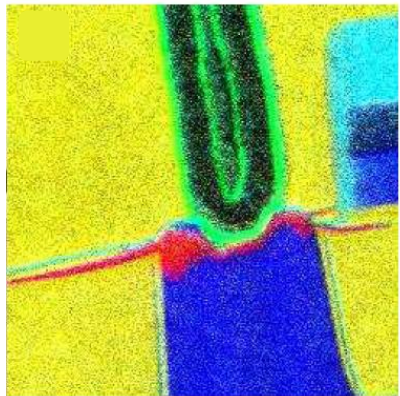


Endless opportunities

Innovation



Courtesy of Dr. J.-M. Suh (2022)



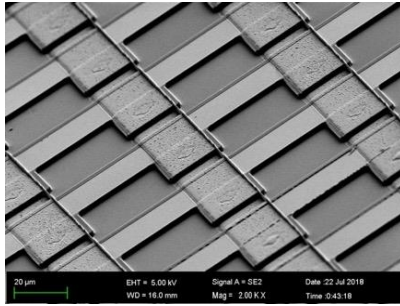
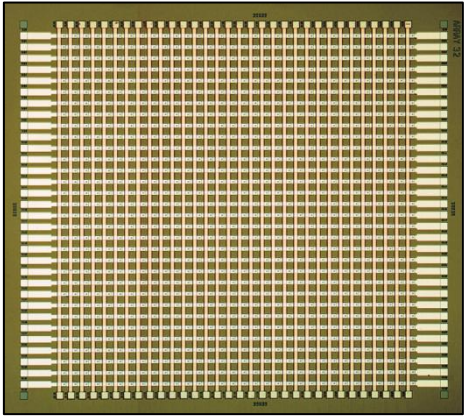
Metal contamination-induced failure

Samsung, IRW (2009)

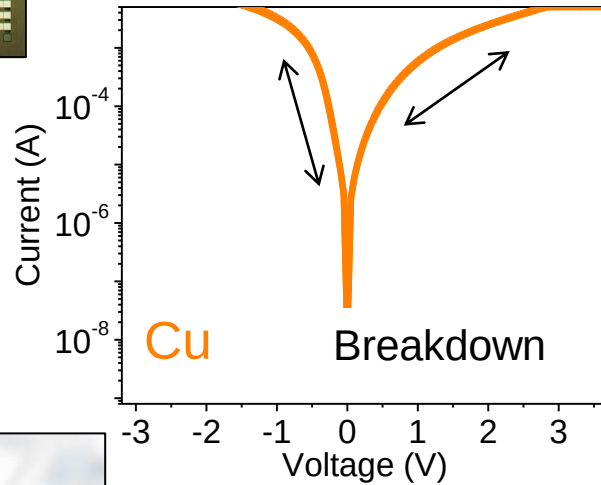
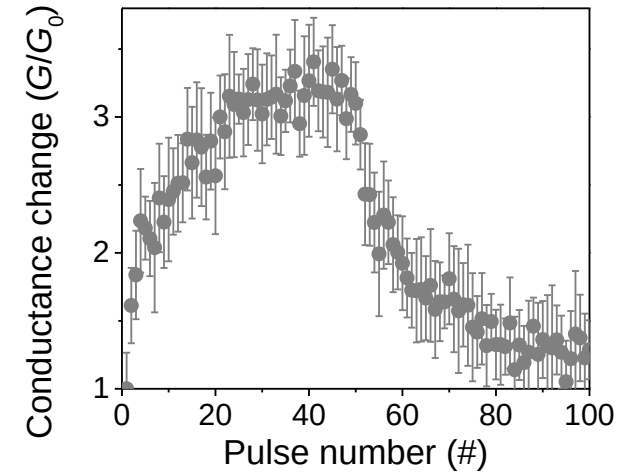
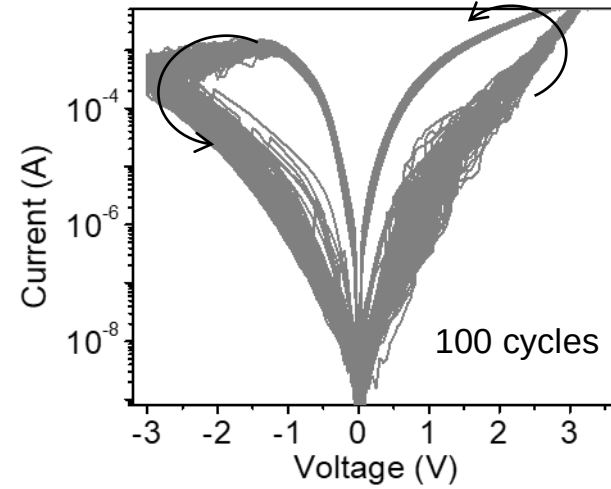
Yeon et al., *ECS Letters* 15, H157 (2012)

Metal migration-driven neuromorphic device

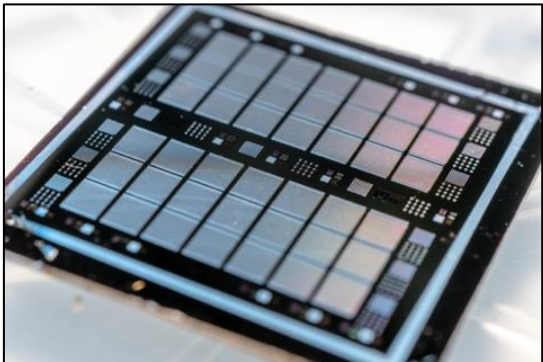
Lu, W. D. group, *Nature Comm.* 3, 732 (2012)



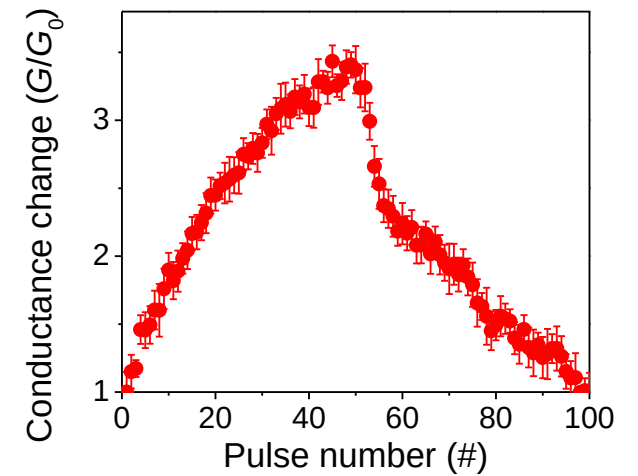
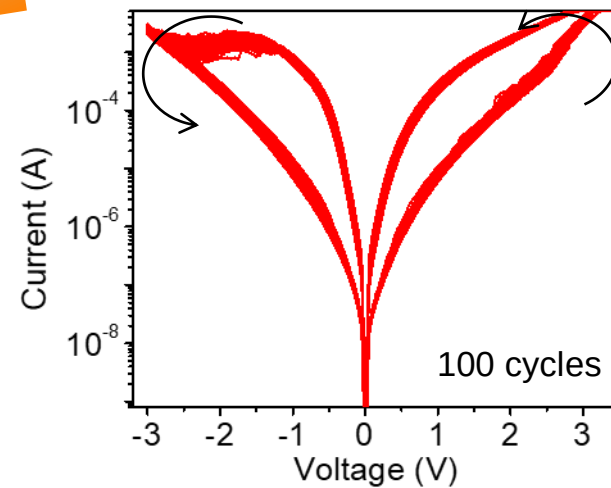
Ag



Synergistic effects!



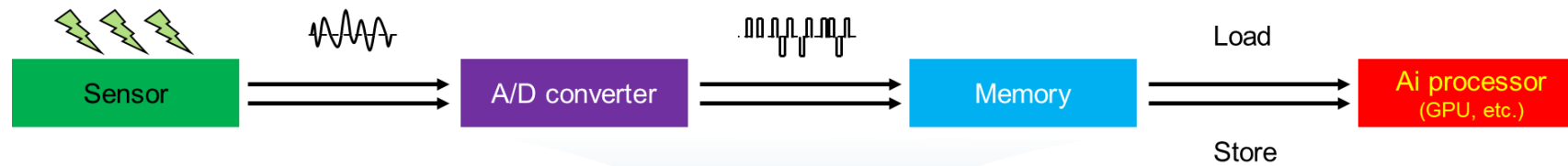
Ag-Cu alloy



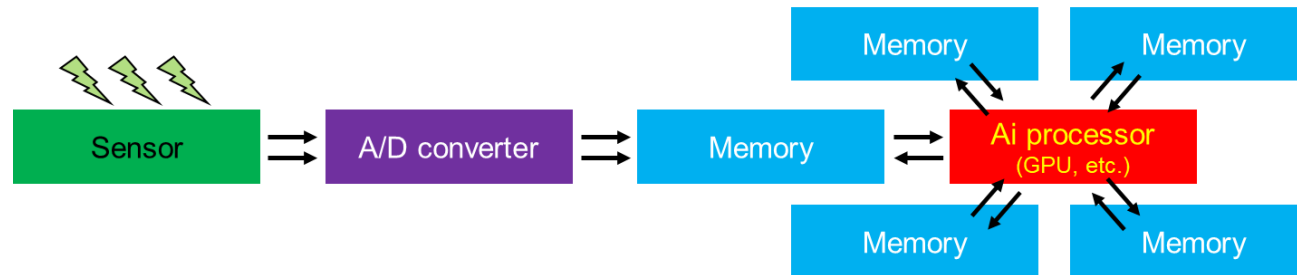
Take-home Messages

Edge Ai is vital for addressing energy dilemmas and for sustainable world.

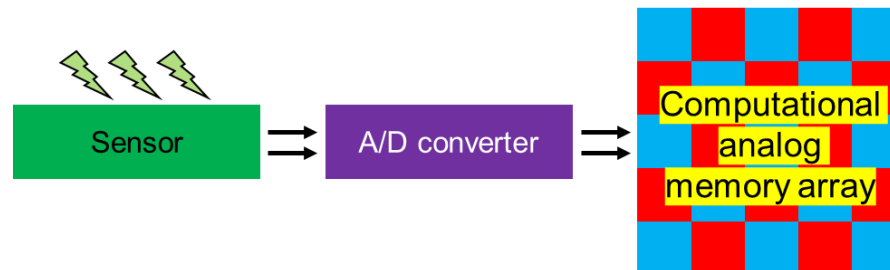
Emerging technologies for edge Ai



i) Advanced package



ii) Neuromorphic computing



Thanks for your attention

smartmetallization@gmail.com
hanwool@gist.ac.kr

www.yeonlab.org

LOVE. RESEARCH. SIMPLE.

Q & A