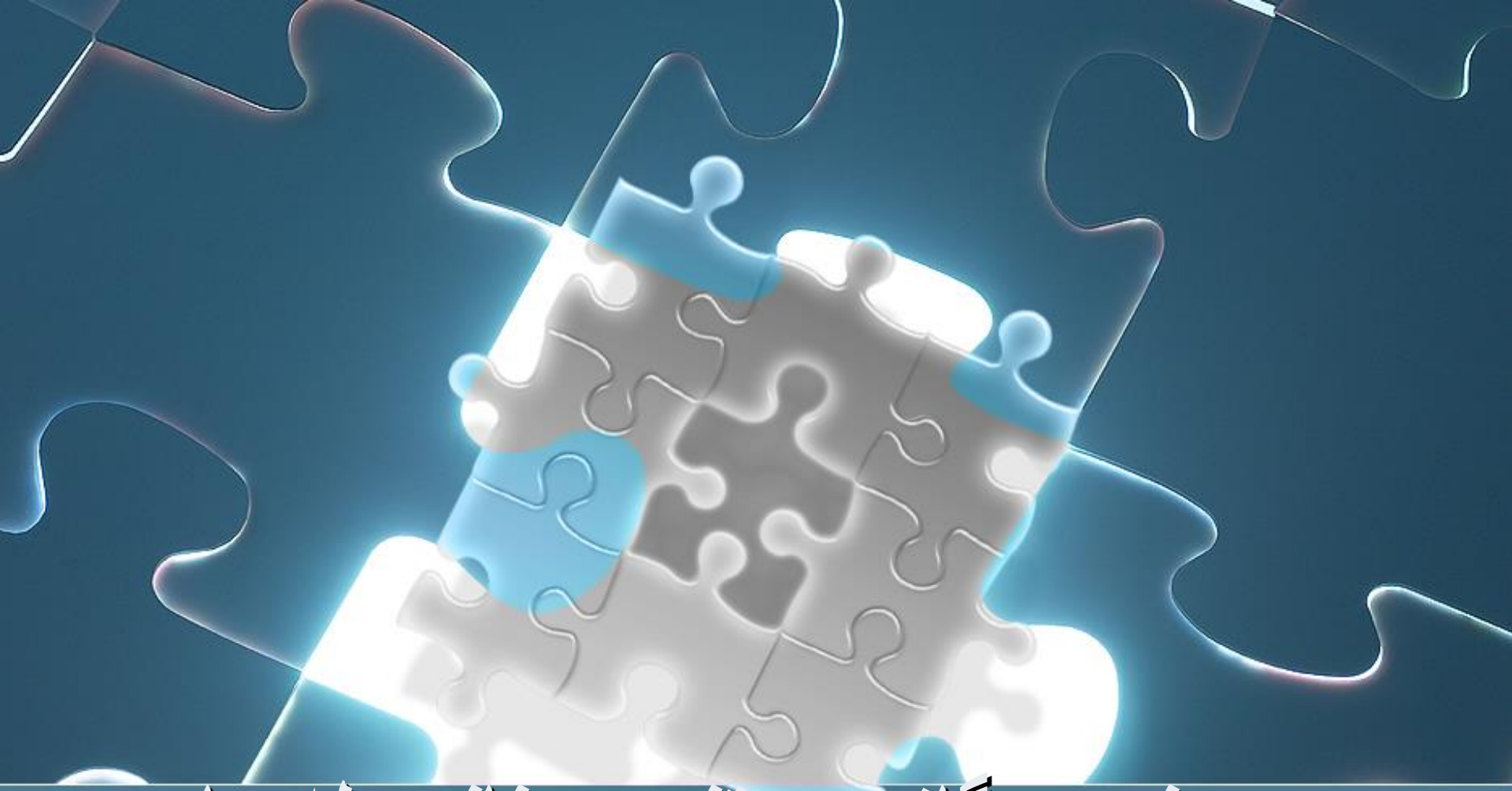


# سنسور گازی مبتنی بر نانومیله های ZnO

# فهرست

- ۱.نانو ساختارهای تک بعدی
- ۲.نانو میله ZnO
- ۳.نحوه عملکرد سنسور گازی ZnO
- ۴.روش های ساخت
- ۵.نتایج

# نانو ساختارهای تک بعدی

- نانو ساختار های تک بعدی :
  - نانو میله ها
  - نانو سیمها
  - نانو تیوب ها و ...
- امروزه توجه بسیاری را برای خصوصیات منحصر به فرد و کاربردهای روزافزون در الکترونیک و الکترونیک نوری به خود جلب کرده اند.

# مشخصات نانومیله های ZnO

- کاربردهای روز افزون و مختلف در تکنولوژی روز ساخت

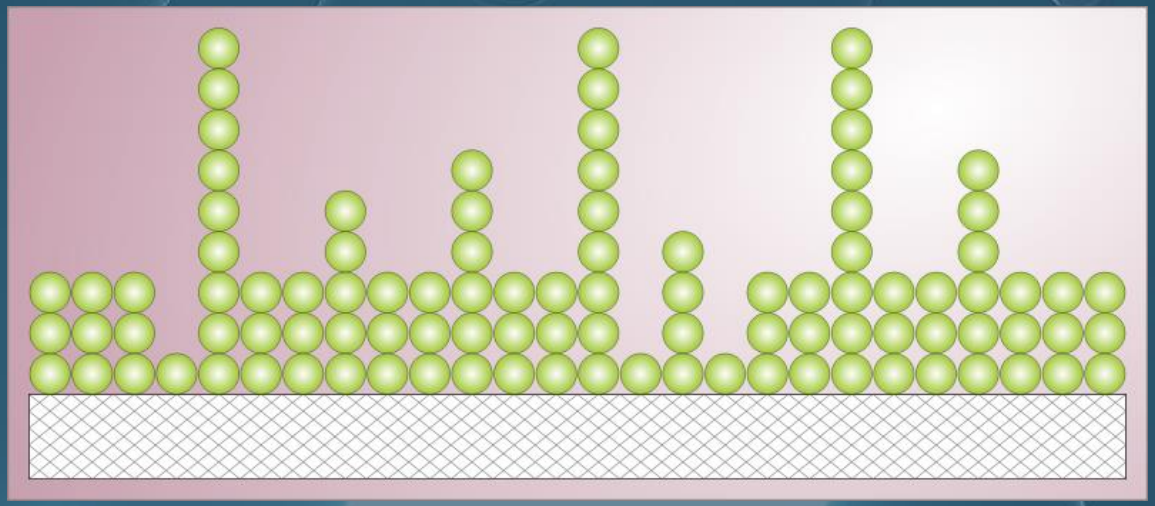
Field effect transistor, Ultraviolet photo detector , Schottky diode , and Ultra-bright light-emitting diode (LED)

# جذب سطحی (Adsorption)

- جذب سطحی فرآیند جذب اتم‌ها یا مولکول‌های موجود در یک مایع یا گاز در تماس با یک سطح جامد است. این جذب بوسیله نیروهای چسبندگی و همدوسی روی می‌دهد.
- جذب سطحی با نیروهای سست بلندبرد مانند نیروی واندروالسی آغاز و با نیروهای نیرومند کوتاه برد مانند یونی و فلزی پایان می‌یابد.

# جذب سطحی

- هرچه اختلاف دمای بین سطح جامد و مواد جذبی بیشتر باشد، جذب زودتر روی می‌دهد زیرا انرژی گرمایی مواد، نیروی محرکه جذب روی سطح است.



# روابط ریاضی جذب

- چند رابطه ریاضی برای جذب موجود است.رابطه هنری:
- X=Kh*P
- Xسطح مورد پوشش.P فشار گاز.Kh ضریب ثابت
- ایزوترم جذب لانگمویر:

$$\theta = \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p}$$

- که در آن $\theta$ نسبت سطح پوشیده‌شده به کل سطح در دسترس برای جذب. $p$فشار یا غلظت گاز مورد نظر و $K$ثابت تعادل واکنش جذب است.

# ایزوترم تمکین

- ایزوترم جذب تمکین:

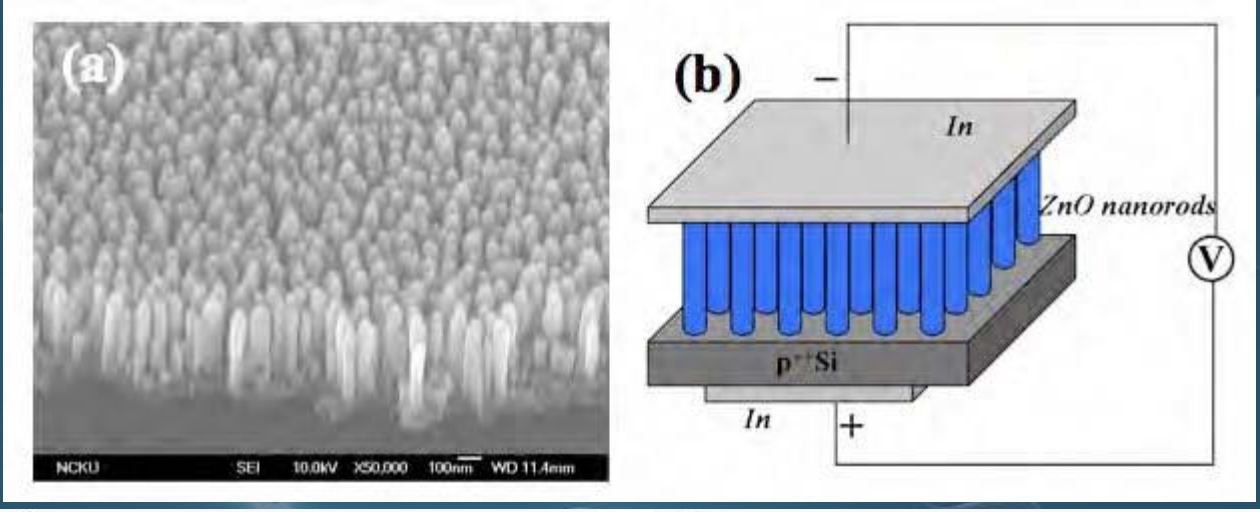
$$\theta = A \cdot \ln p + B$$

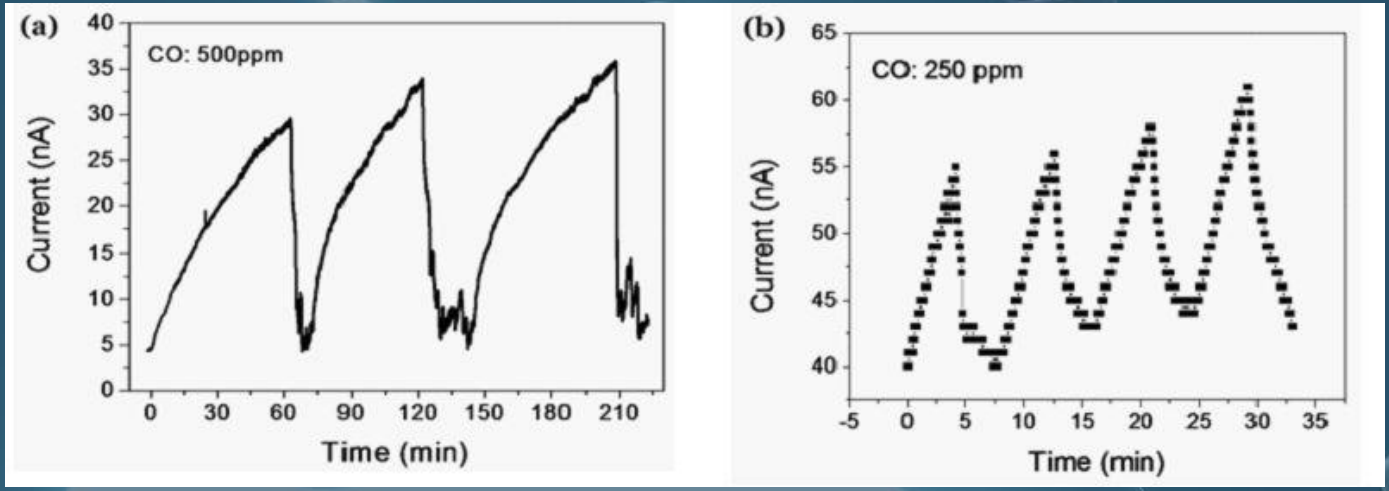
- که در آن $\theta$ کسر پوششی سطح (نسبت سطح پوشیده‌شده به کل سطح در دسترس برای جذب)، $p$ فشار یا غلظت گاز مورد نظر بوده و $A$ و $B$ مقادیر ثابت هستند.

# نانومیله های ZnO

- جذب سطحی مولکول های گاز بر روی نانو میله ها روی اکسید باعث می شود که خصوصیات نانومیله ها از قبیل هدایت الکتریکی،فرکانس تشدید،جرم و.. نانومیله ها تغییر کند.
- بدین وسیله میتوان وجود گاز در محیط را تشخیص داد.
- بهترین راه ایجاد یک جریان با استفاده از اعمال ولتاژ دو سر نانومیله و بررسی تغییرات جریان آن در معرض گاز است.

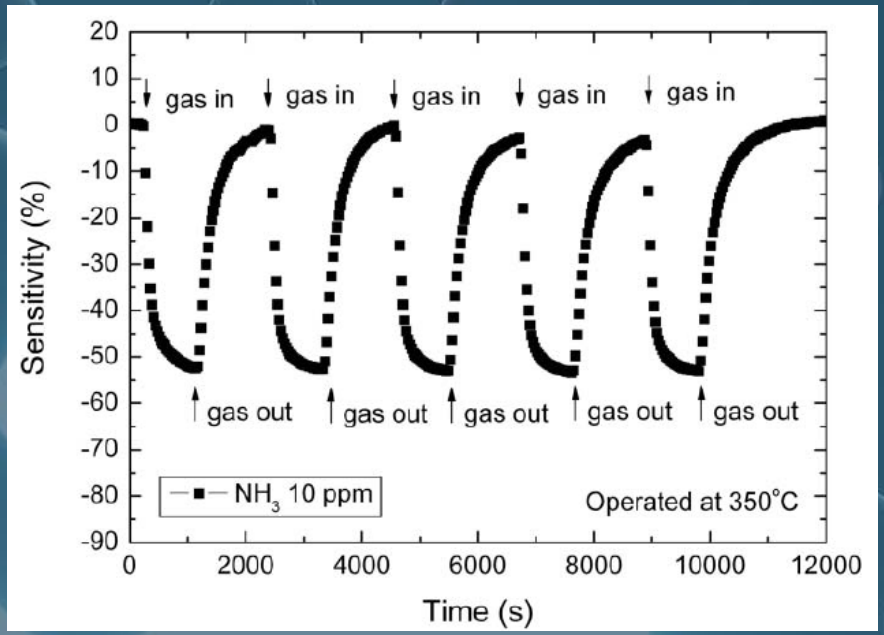
# نانومیله های ZnO



# نانو میله های ZnO

- همانطور که در نمودار مشخص است در معرض گاز یک پیک در جریان نانومیله اتفاق میوفتد.
- این سنسور حساسیت بسیار بالایی به وجود گاز دارد.



# نانو میله های ZnO

- میزان حساسیت سنسور به ازای گازهای مختلف متفاوت است.

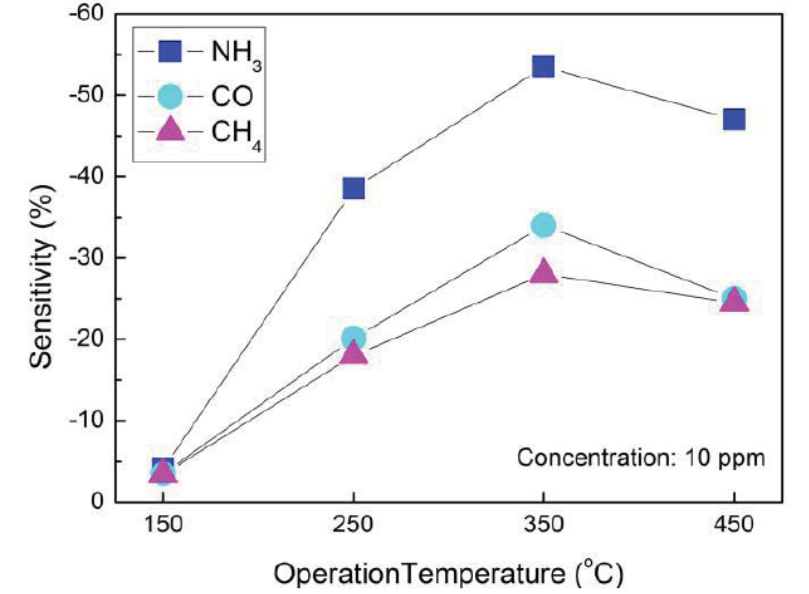



Fig. 7. Sensing response of ZnO nanorods-based sensor to 10-ppm $NH_3$, CO, and $CH_4$ at various operating temperatures.

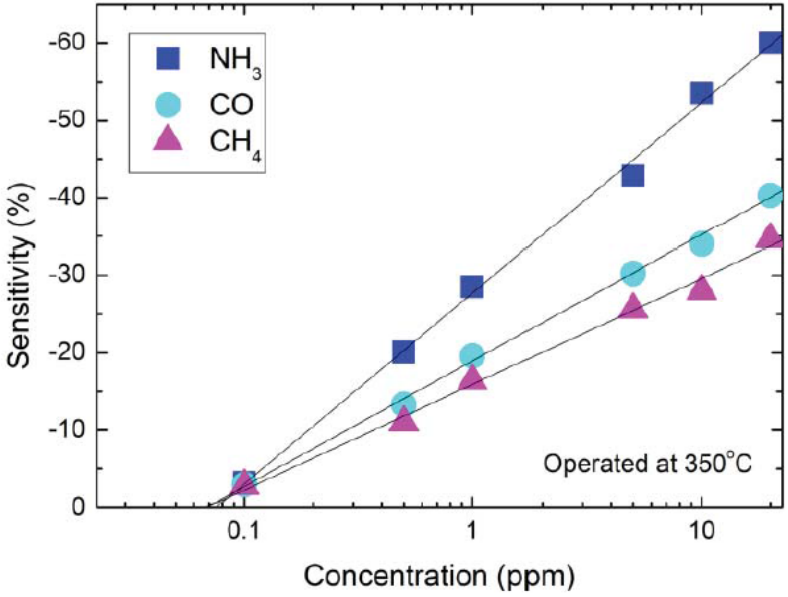



Fig. 8. Sensitivities of ZnO nanorod-based sensor for various kinds of toxic gases with concentrations ranging from 0.1 to 20 ppm at 350 °C.

# انواع روش های ساخت

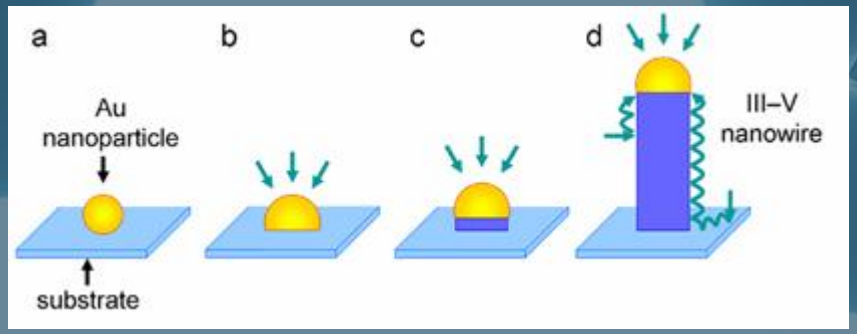
- متداول ترین روش ساخت رشد نانو میله بر روی substrate توسط پاشیدن بخار ZnO می باشد.
- روش متداول روش دارای روند وخط آزمایشی و عملی مشخص منظور است.
- بخار ZnO را به ۳ روش می توان تهیه کرد.
- Thermal evaporation(تبخیر گرمایی)
- Chemical reduction(کاهش شیمیایی)
- Vapor-Liquid-Solid(مایع،جامد،گاز)

# روش ساخت

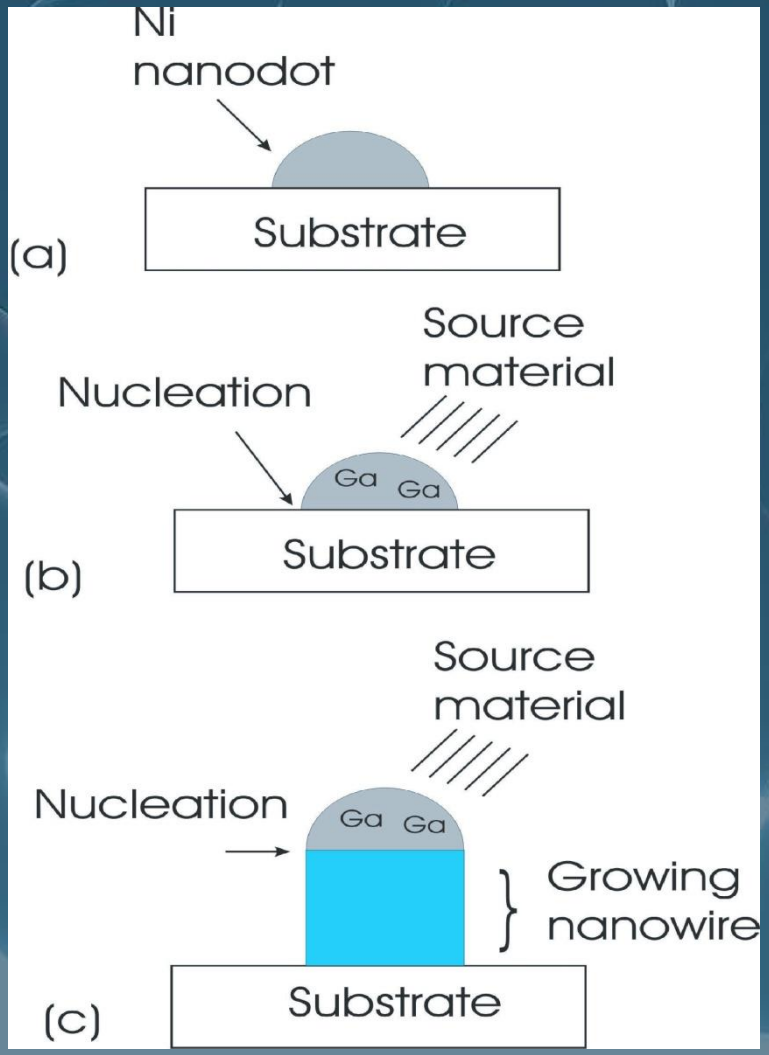
- Thermal evaporation
- در این روش ZnO را با SnO2 مخلوط کرده و این ترکیب را با حرارت در دمای بالا تبخیر می کنند.
- Chemical reduction
- در این روش ابتدا از ZnO با استفاده از روش کاهش شیمیایی بخار Zn را استخراج می کنند.سپسس بخار Zn را بر روی substrate می پاشند که با ترکیب شدن با اکسیژن دوباره به ZnO تبدیل می شود.

# روش ساخت VLS

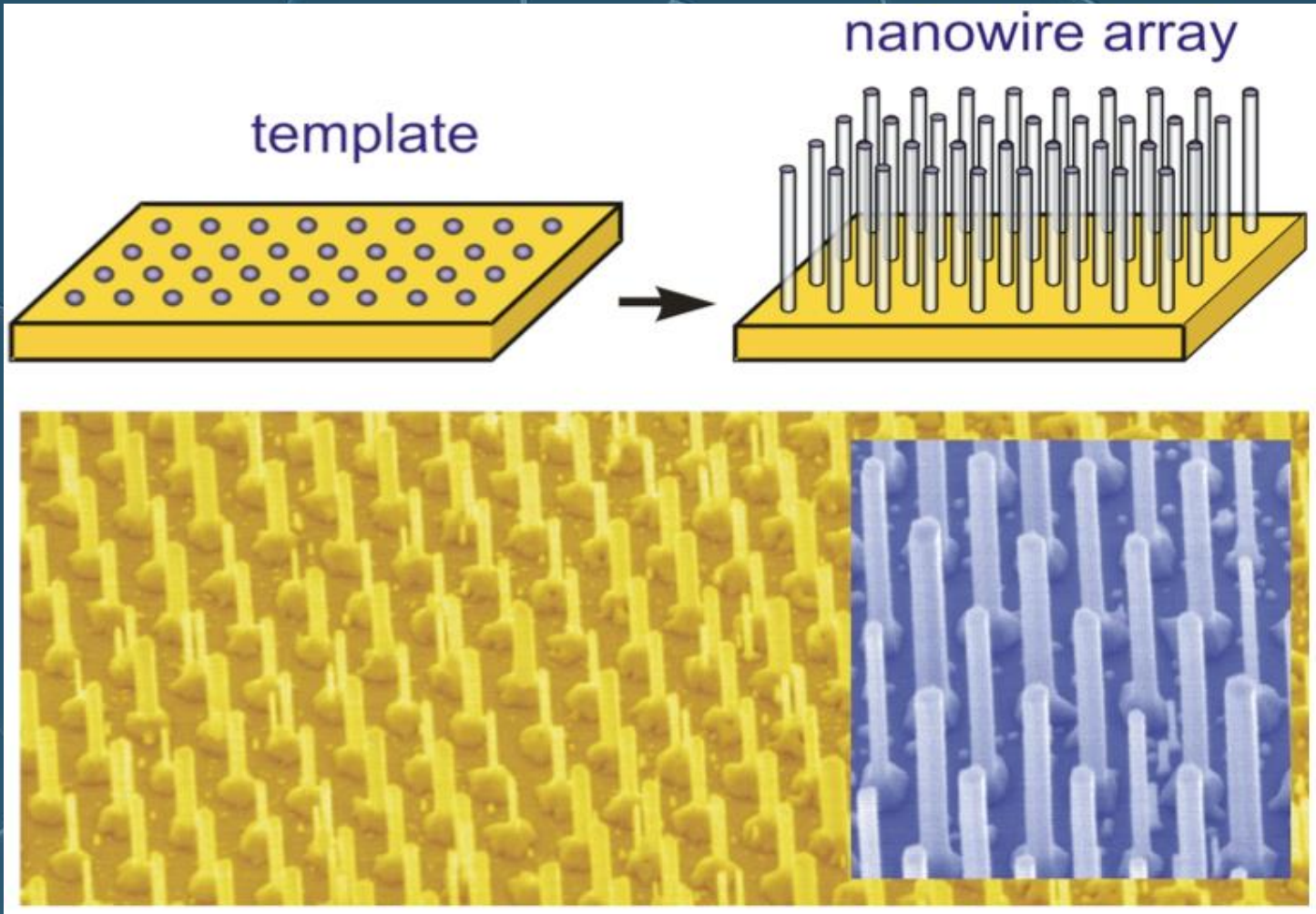
- در این روش ابتدا قطراتی از کاتالیزور را بر روی substrate طبق الگوی خاصی می ریزند.
- کاتالیزورها عبارتند از:
  - طلا،مس،نیکل و قلع
- سپس بخار Zn و ترکیبی از CO/CO2 را در معرض substrate قرار میدهند که باعث رشد نانو میله ها می شود.



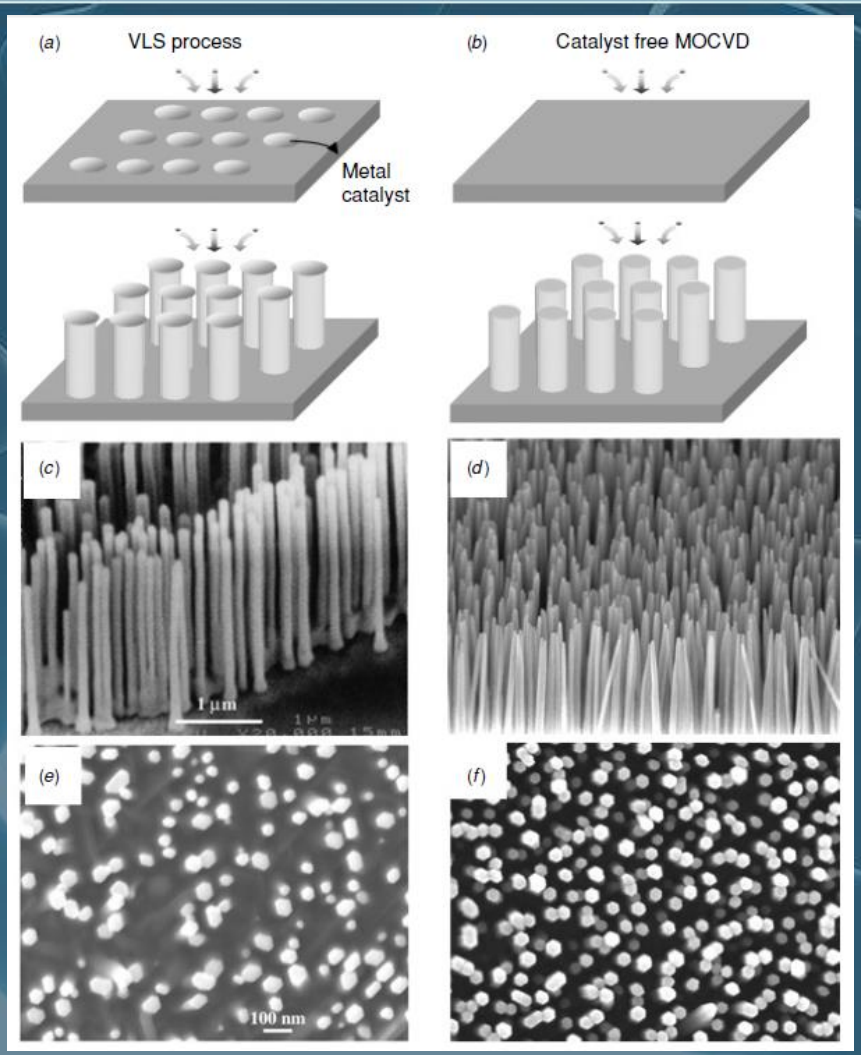
# روش VLS


Ni
nanodot
Substrate
(a)
Source
material
Nucleation
Ga Ga
Substrate
(b)
Source
material
Nucleation
Ga Ga
Growing
nanowire
Substrate
(c)

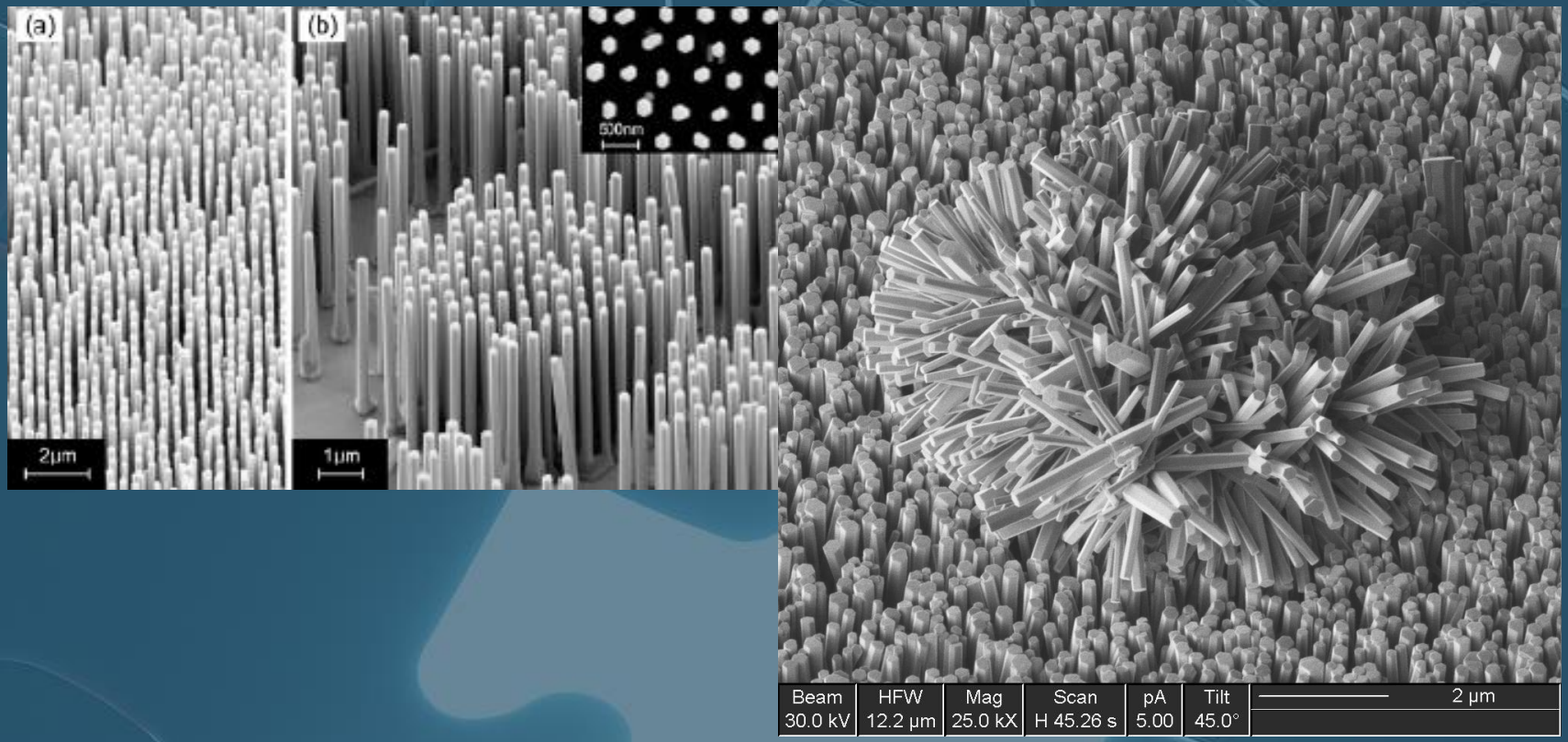
# روش VLS



# روش VLS


(a)
VLS process
Metal catalyst
(b)
Catalyst free MOCVD
(c)
1 µm
(d)
(e)
100 nm
(f)

# نانو میله ها


(a)
2μm
(b)
500nm
1μm
Beam
30.0 kV
HFW
12.2 μm
Mag
25.0 kX
Scan
H 45.26 s
pA
5.00
Tilt
45.0°
2 μm

# روش MOCVD

- **برآرایی بخار فلز-آلی** یکی از روش های لایه نشانی و به تعبیر بهتر برآرایی از فاز بخار است؛ از این فرایند برای رشد لایه های کریستالی مانند ساختارهای چند لایه نیمه هادی استفاده می شود.
- در این روش در رآکتور های پیشرفته یک لایه بسیار نازک از گاز را برروی substrate می نشانند.
- ضخامت و کیفیت این لایه بسیار دقیق است.سپس مواد نشانده شده بر روی substrate را رشد می دهند.

# روش MOCVD

- در این روش با استفاده از پیش ماده‌های آلی-فلزی (گازهای حامل فلز)، دمای رشد کاهش یافته و می توان لایه های نازک با کیفیت بهتری تهیه کرد. بر خلاف روش برآرایی باریکه مولکولی این روش با یک واکنش شیمیایی همراه است و در خلاء رخ نمی‌دهد(در فشار ۲ تا ۱۰۰ کیلو پاسکال).

# روش ساخت شیمیایی

- اکسید روی برروی یک substrate سیلیکون میتواند با استفاده از سنتز هیدروترمال ساخته شود.
- کلمه هیدروترمال عمدتاً به هر نوع واکنش ناهمگن در حضور حلال آبی در دماهایی بالاتر از دمای بحرانی و در نتیجه در فشارهای بالا اطلاق می‌شود. به عبارت دیگر هیدروترمال به واکنش‌های حلال آبی که در دماهایی بالاتر از ۱۰۰C ° و فشارهایی بالاتر از ۱ اتمسفر اطلاق می‌شود. به صورت عمومی واژه هیدرو ترمال از دو بخش هیدرو و ترمال تشکیل شده‌است که پیشوند هیدرو نوع محلول را نشان می‌دهد.

# روش ساخت نانومیله zno

- مواد ابتدایی:

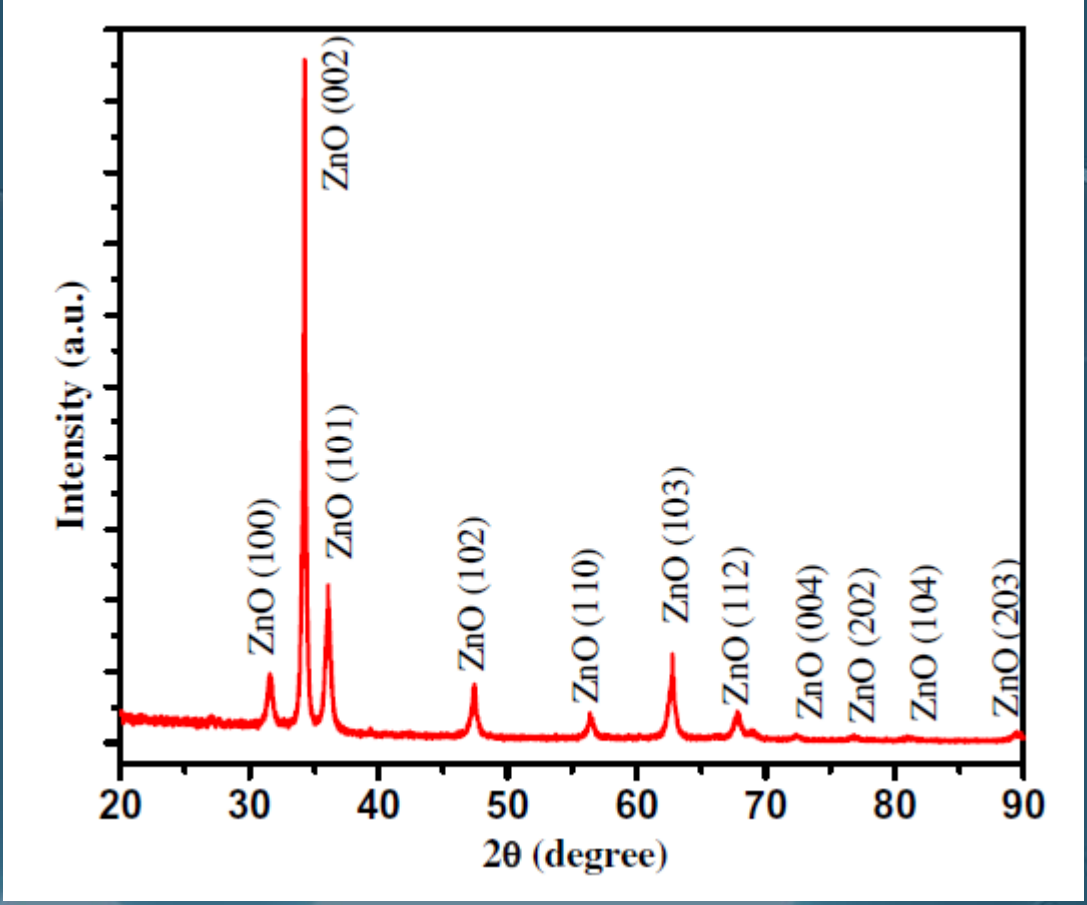
- Zn(SO4).7H2O
- NH4OH

- در ابتدا substrate باید به طور کامل شسته شود.این شستشو باعث می شود که محلول به درستی بتواند پخش شود.
- بعد از آنکه substrate در محلول آبی قرار داده شد آن را در اجاق در دمای ۷۵-۹۵ درجه به مدت ۱۰ دقیقه گرما می دهند.

# روش ساخت

- بعد از گرما substrate با آب دی یونیزه شسته می شود.
- سپس در دمای ۱۵۰ درجه در هوا به مدت ۱۰ دقیقه خشک می شود.

# روش ساخت


Intensity (a.u.)
ZnO (100)
ZnO (002)
ZnO (101)
ZnO (102)
ZnO (110)
ZnO (103)
ZnO (112)
ZnO (004)
ZnO (202)
ZnO (104)
ZnO (203)
20
30
40
50
60
70
80
90
2θ (degree)