

Пән: «Наноматериалдардың химиясы»

Дәріс 11. Нанолитография

Дәріскер: Керимкулова Алмагуль Рыскуловна

Химиялық физика және материалтану кафедрасының қауымдастырылған профессоры

Дәрістің мақсаты: Нанолитографияның жалпы маңыздылығын, түрлерін, қолданылуын білу және талдау.

Нанолитография

- Қысқаша тарихы және литография түсінігі
- Микро және нано литография түсінігі
- Оптикалық нанолитография (фотолитография)
- EUV – литография
- Электрондық литография
- Ионды-сәулелі литография

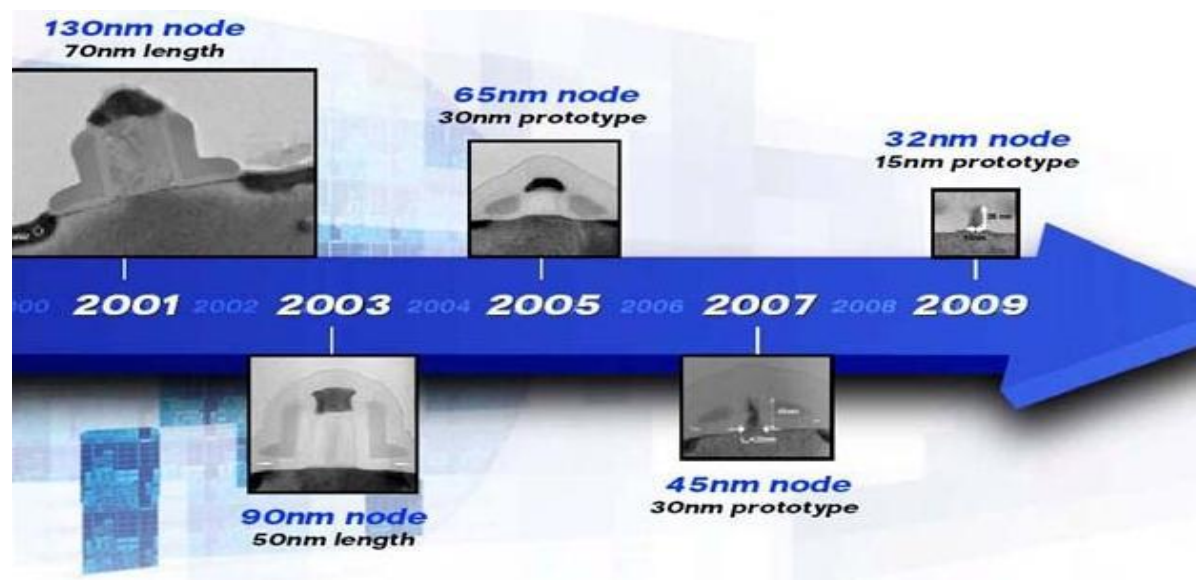
Литография тарихы

- Литография – жазық печать техникасы
- **Литография** (гр. *lithos* — тас және гр. *grapho* — сурет саламын)
- Литография техникасын кездейсоқ неміс актеры Алоизий Зенефельдер Богемде 1796 ж ашқан.



Микро және нано литография түсінігі

- *Компьютерлік технологияның дамуымен және микросхемалардың размеріне қойылатын талаптардың өсуімен микролитография және нанолитография пайда болды.*
- *Микролитография – материал бетінде өлшемі 1 мм ден біраз кіші құрылымдарды алу технологиясы*
- *Нанолитография – 100 нм және одан кіші*



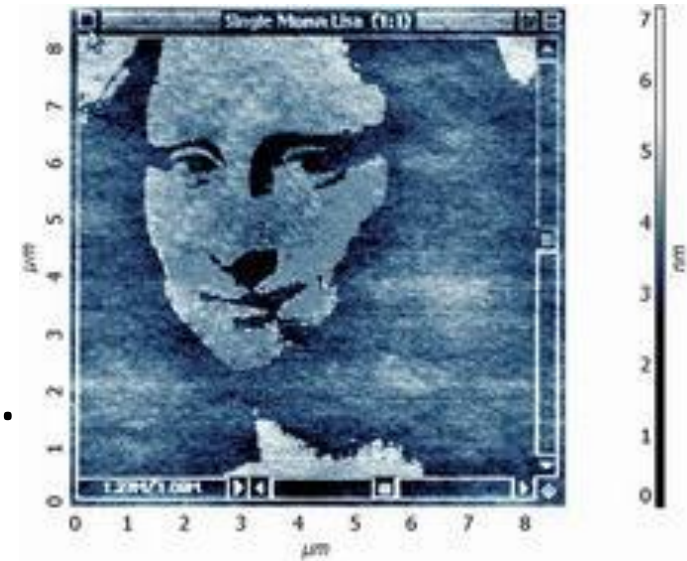
Нанолитография

Литография көмегімен алынатын элементтер размері қолданылатын толқын ұзындығына байланысты.

Толқын ұзындығына қарай нанолитографияның келесі түрлері ба:

- оптикалық
- ультракүлгін
- рентгендік
- электронды-сәулелі
- ионды сәулелі

Жеке СЗМ нанолитографиясын айтуға болады.

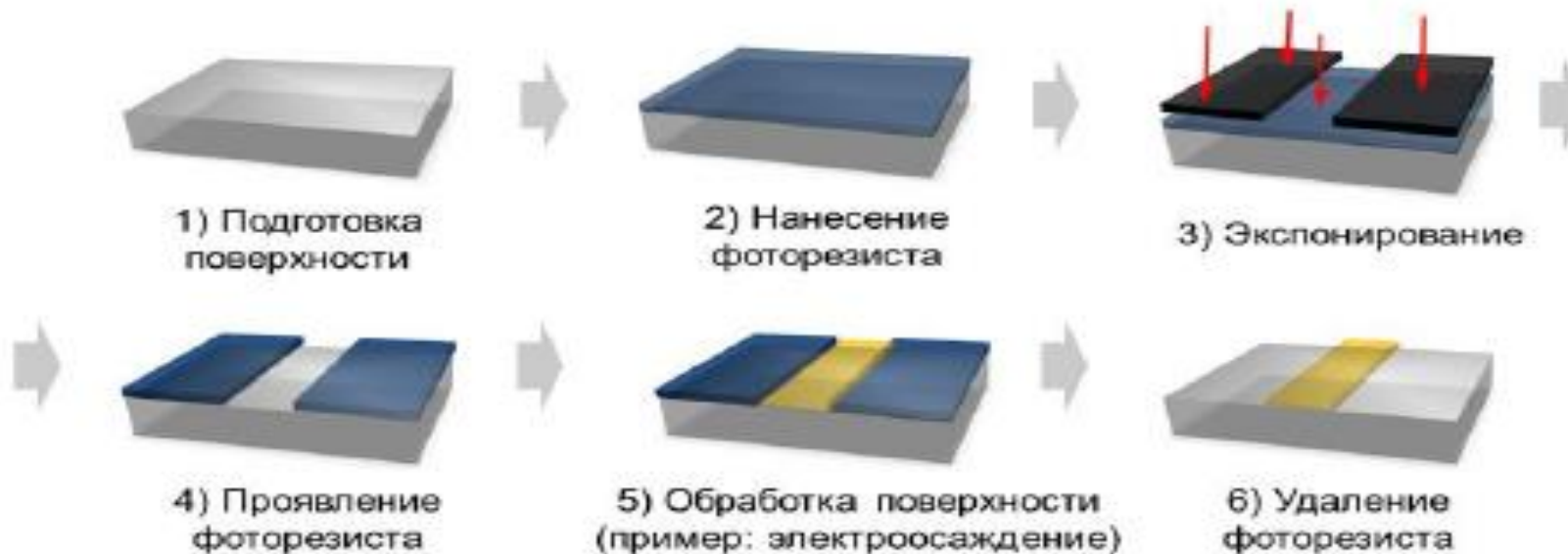


Нанолитография технологиясы келесі этаптардан тұрады:

1. Кремни пластинасына фотосезімтал полимерлі пленканы (фоторезистті) енгізу
2. Кептіру және арнайы маска арқылы пластинаның пленкалы қабатын сәулелендіру.
3. Арнайы ерітіндіде сәулеленген материалды айқындау (травление) .
4. Табаншада электронды схема элементтерінің физикалық құрылымын қалыптастыру

Оптикалық нанолитография

- Фотохимиялық модификация немесе табанша материалын сәулелендіру арқылы айқындау принциптерін қолданады.
- Электрондық компоненттердің өндірісінде қолданылады.
- Қолдану аймағының типтік өлшемдері: 50-100нм.



Оптикалық нанолитография

- Фотолитография
- Шектік ультракүлгін литографиясы
- Лазерлі литография
- Рентгендік литография
- Электронды проекциялы литография
- Ионнды литография

Айқындау

Сұйық және плазмалық(құрғақ)

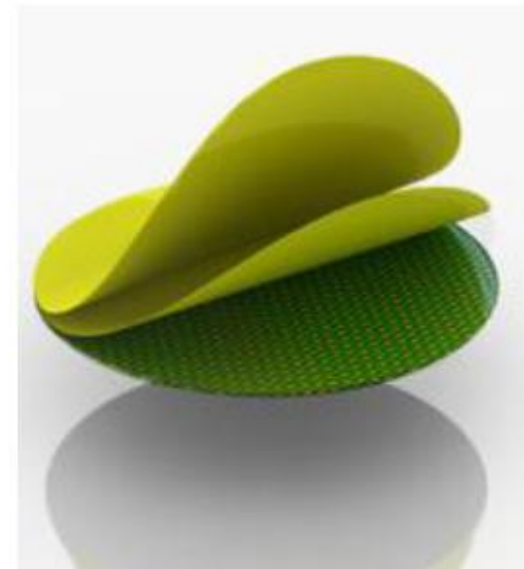
- Сұйық айқындаудың барлық түрлерінде қолданылады
- Плазмалық – терең айқындау кезінде

Фоторезистті орнатудың 3 түрі бар:

1 Центрифугалау

2 Фоторезистке енгізу

3 Аэрозольді шашырату

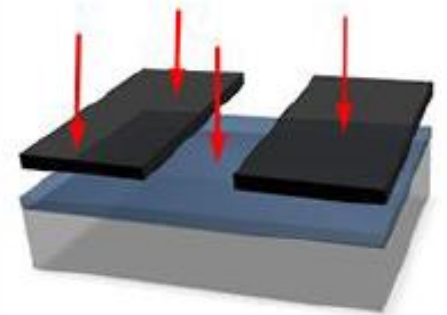


Экспонирлеу (жарыққа сезімтал материалды сәулелендіру)

Экпонирлеу процессі – шаблон арқылы фоторезистті көрінетін немесе ультракүлгін сәулелерімен жарықтандыру.

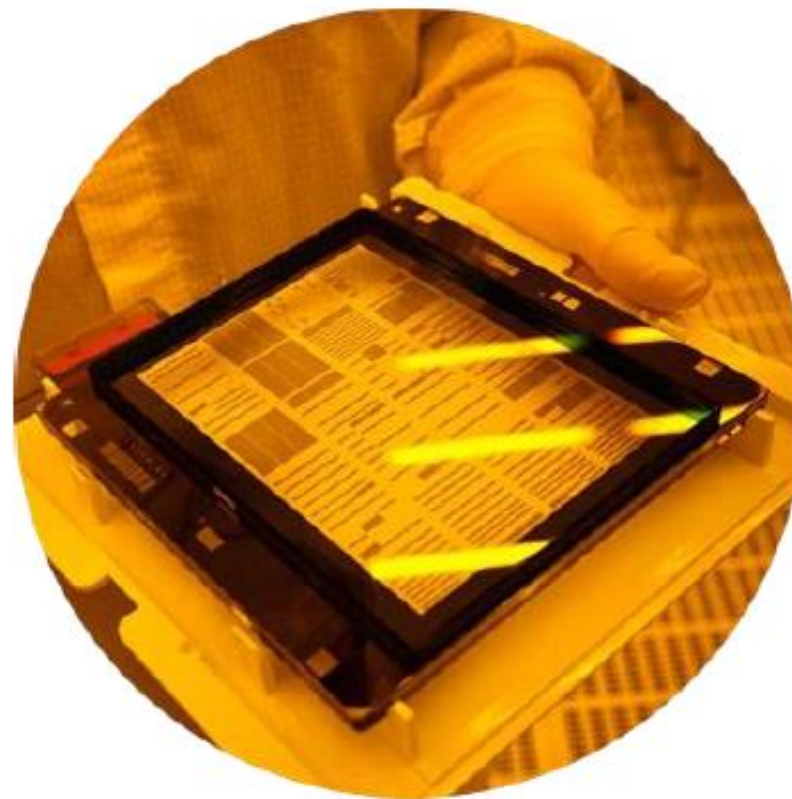
Фотолитографияда экспонирлеудің қалыпты толқын ұзындығы 365нм, 405 нм, 436нм.

Кей жағдайларда (жестком ультрафиолете) 13,5нм



Экспонирование

Фотошаблон
шыны пластина түрінде
болады. Оның беті
маскалаушы қабатпен
қапталған. Маскалаушы
қабат ретінде күміс
эмульсиясы, темір
оксиді, германий, хром
немесе оксиді
қолданылады.

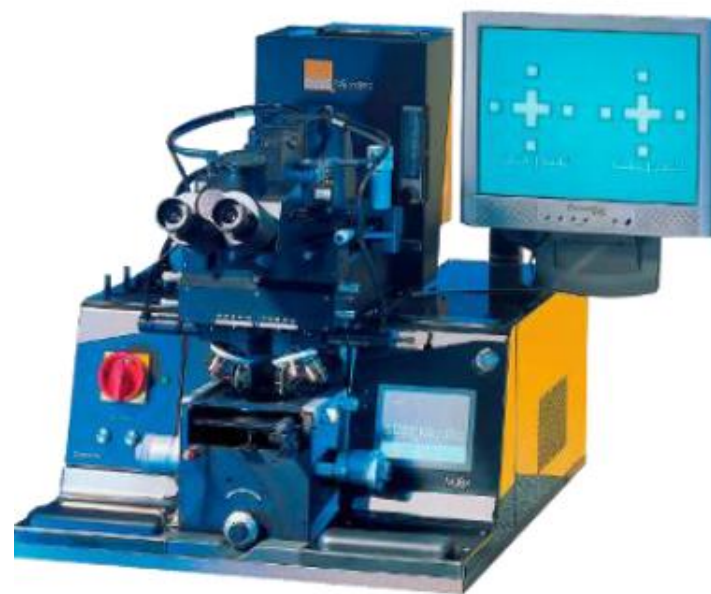


Құрылғылар

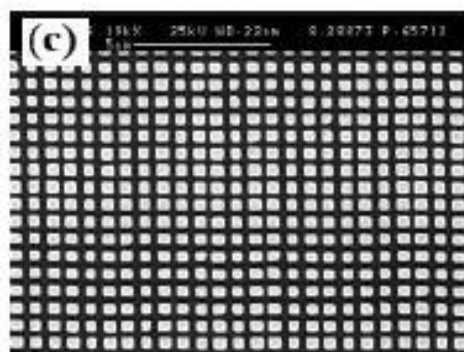
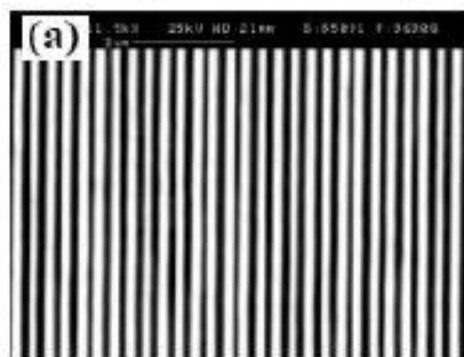
- ЭМ-5084Б
пластина



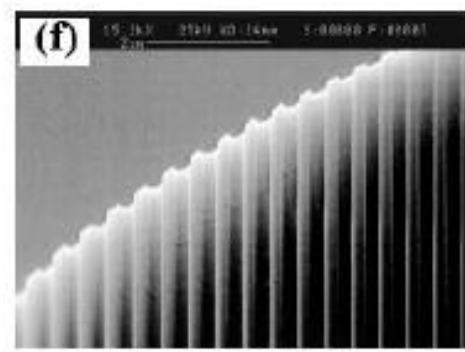
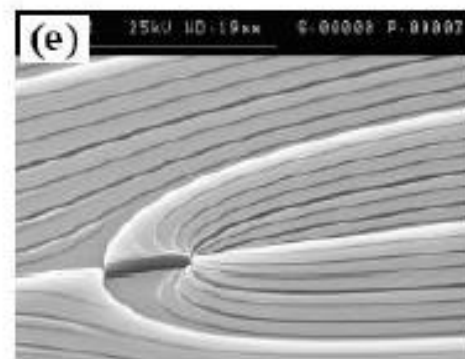
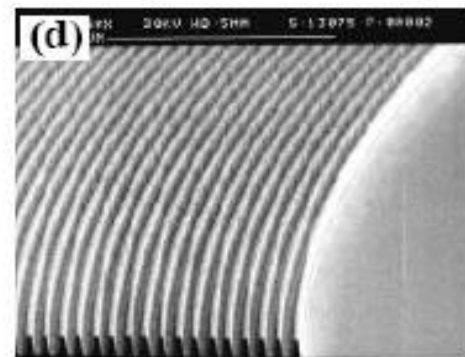
- * SUSS MJB4 – 100нм дейін
- * SUS MA200 сағ150



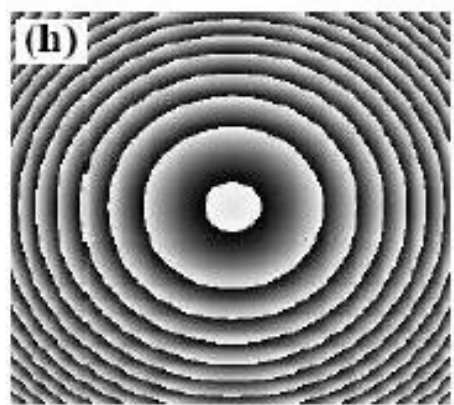
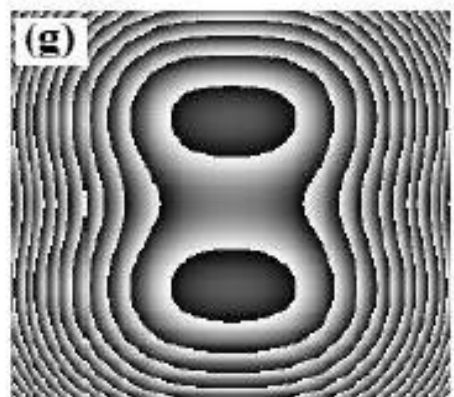
binary mask writing



binary direct writing



gray tone mask writing



variable dose writing

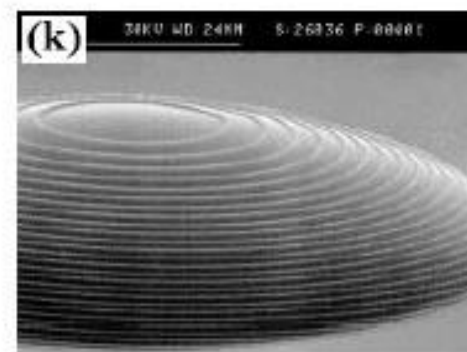
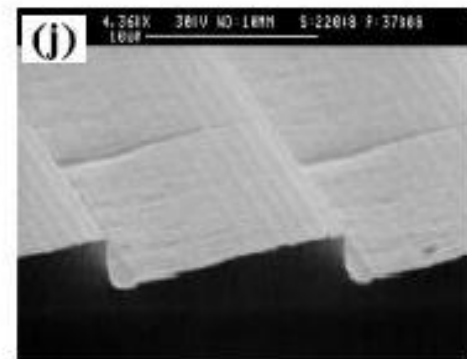
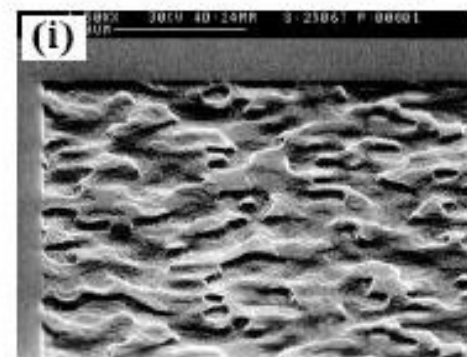
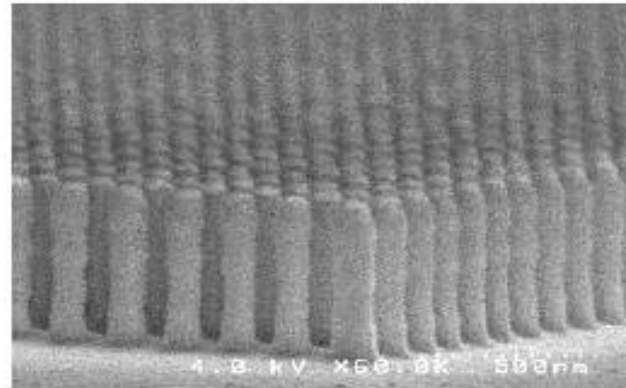
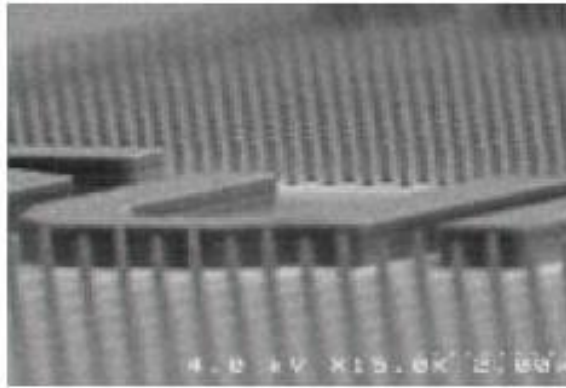
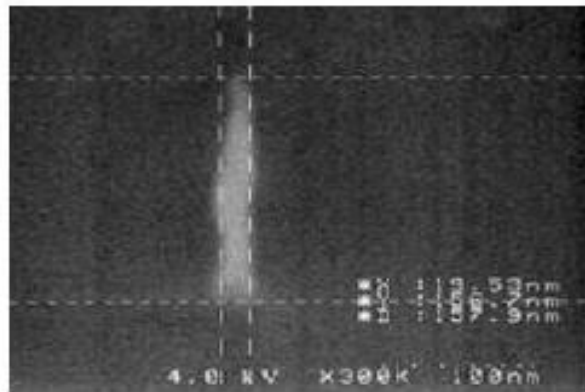


Fig. 1: Application of E-Beam writing: examples of fabricated micro- and nanostructures

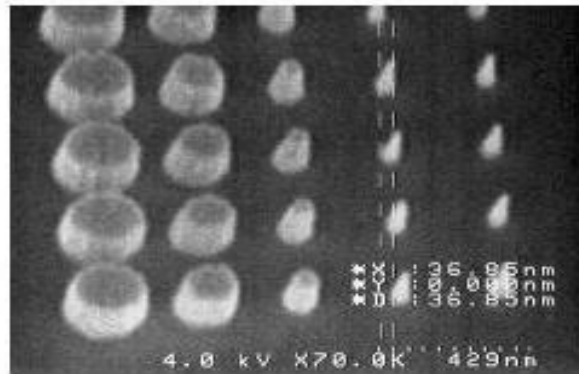
Примеры структур: наностолбики



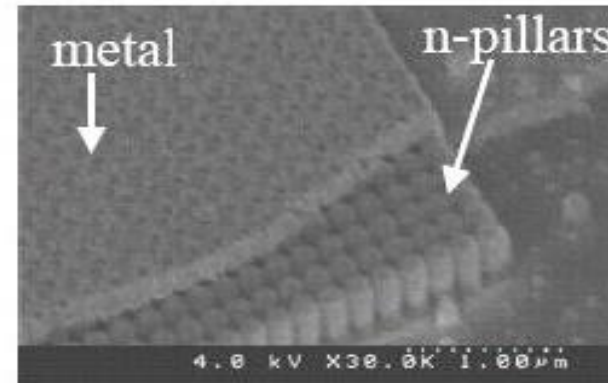
Accurate size control and placement after pattern transfer into Type-II InAs/GaSb superlattices.



GaSb nanopillar with 20 nm diameter.



Metal etch mask after liftoff with diameters < 40 nm.



GaInAs/InP nanopillars photoconductors shown covered with a metal top contact.