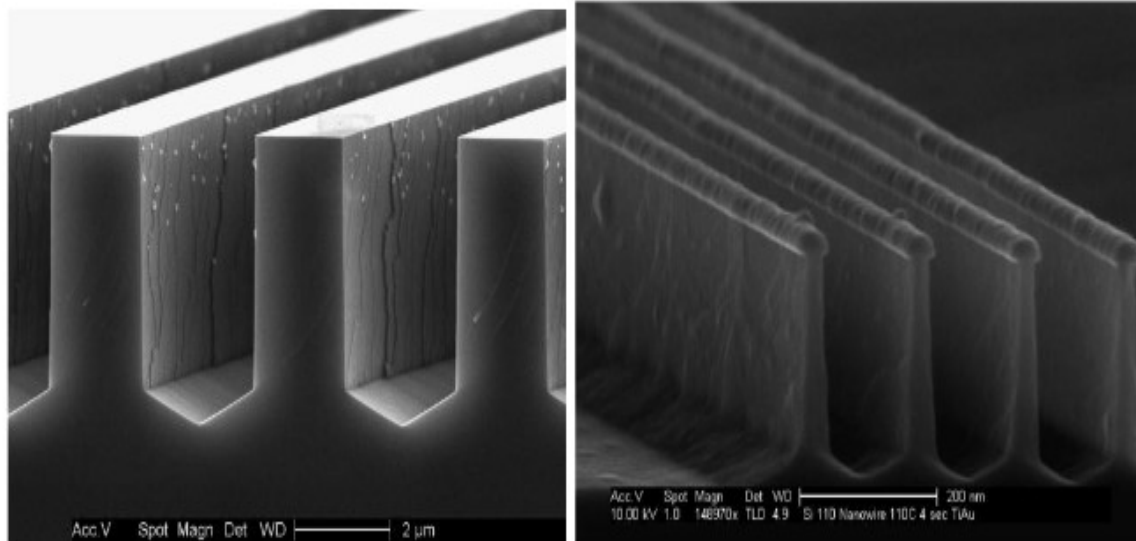
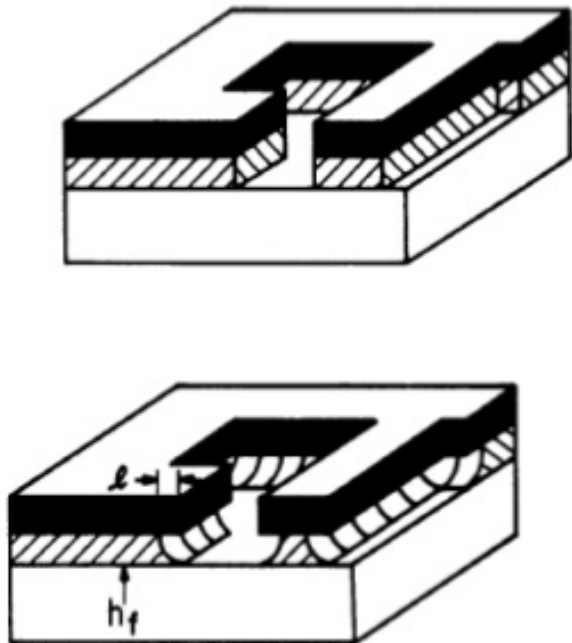


Топологични форми, получени чрез сухо ецване – част 2 на темата „Структуриране на микро- и наноелементи елементи чрез селективно отнемане на материал (ецване)“



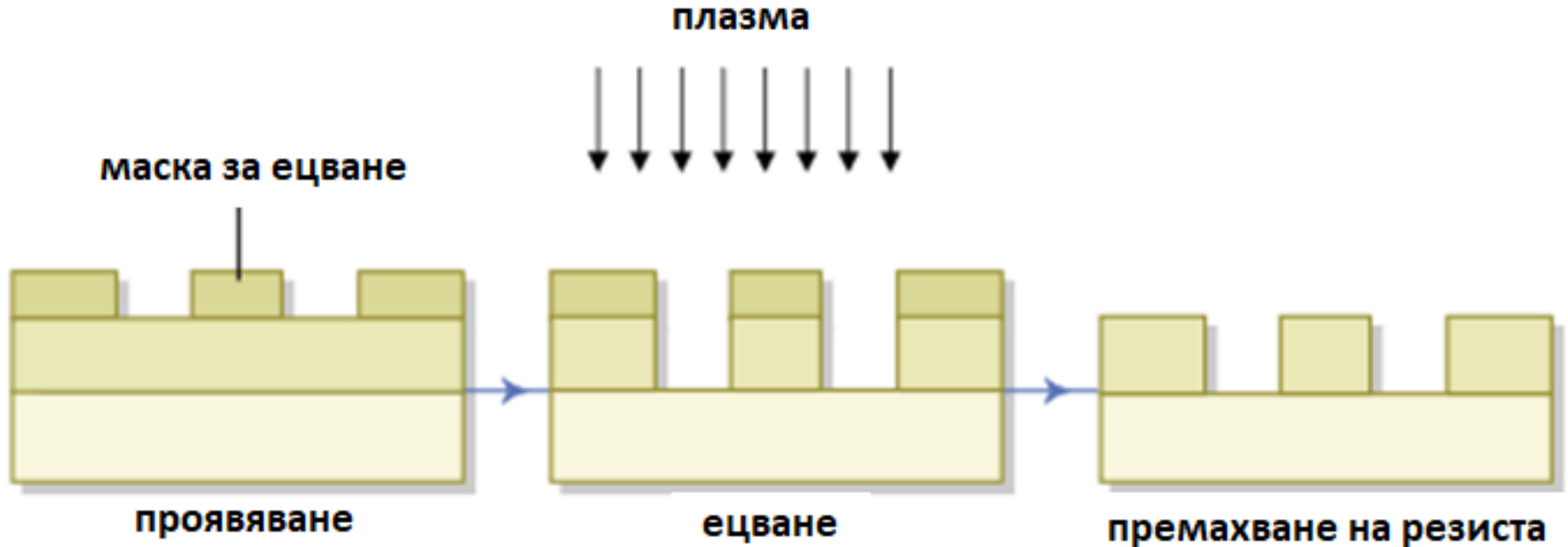
Сравнение на анизотропно и изотропно ецване на силиций – в случая изотропността е търсен ефект

В някои случаи е вреден ефект – „изяжда“ част от желанния размер

Сухо ецване – не използва химични разтвори, а газове, които могат да се йонизират.

Процесът е силно анизотропен, поради голямата насоченост на частиците – подходящ за прецизно структуриране на обекти с малки размери.

Процесът е по-слабо селективен, заради физическото отнемане на частици.



Плазмено ецване: сноп частици с висока кинетична енергия се насочват към ецваната повърхност и физически разрушават връзките в материала.

Процесът наподобява разпрашване, но е с по-ниски енергии на йоните, за да се избегне разрушаване на материала на маската.



Химично сухо ецване:

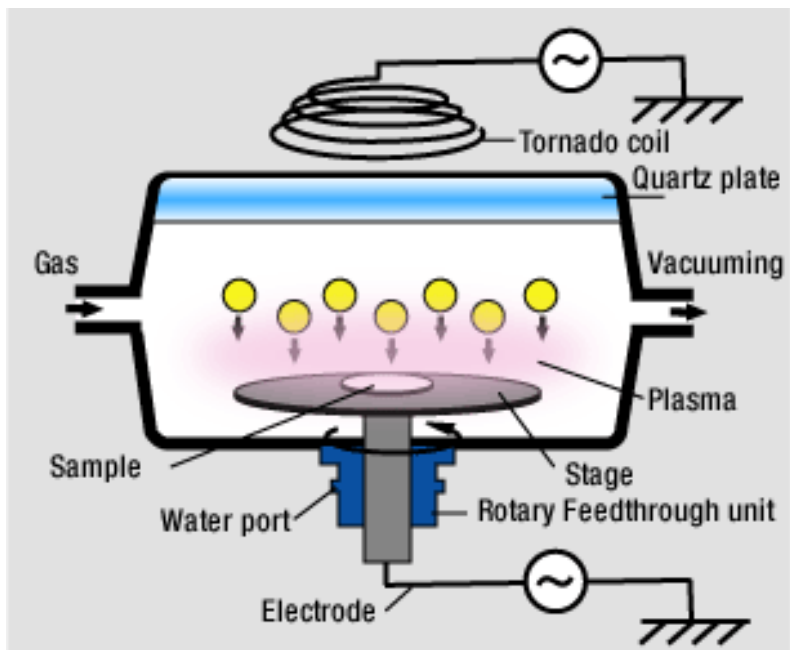


Създава се връзка между реактивните частици и силициевите атоми, за да се отнеме по химичен път силицият от повърхността. Използват се химично активните тетрафлуорметан (CF_4), серен и азотен флуорид (SF_6 , NF_3), хлор (Cl_2), флуор (F_2).

Има изотропно ецване на страничните стени.

Типични скорости на ецване 1 – 3 nm/min

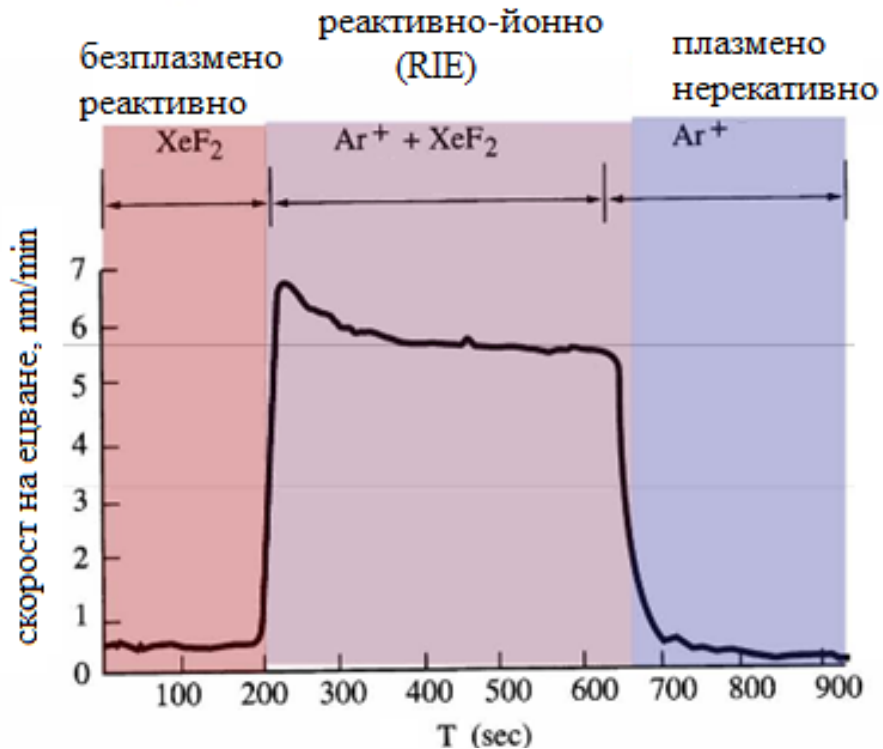
Хоризонтална конфигурация на вакуумната камера, за да се улесни движението на носещия поток, който извежда вторичните продукти на реакцията извън системата и доставя нови радикали.



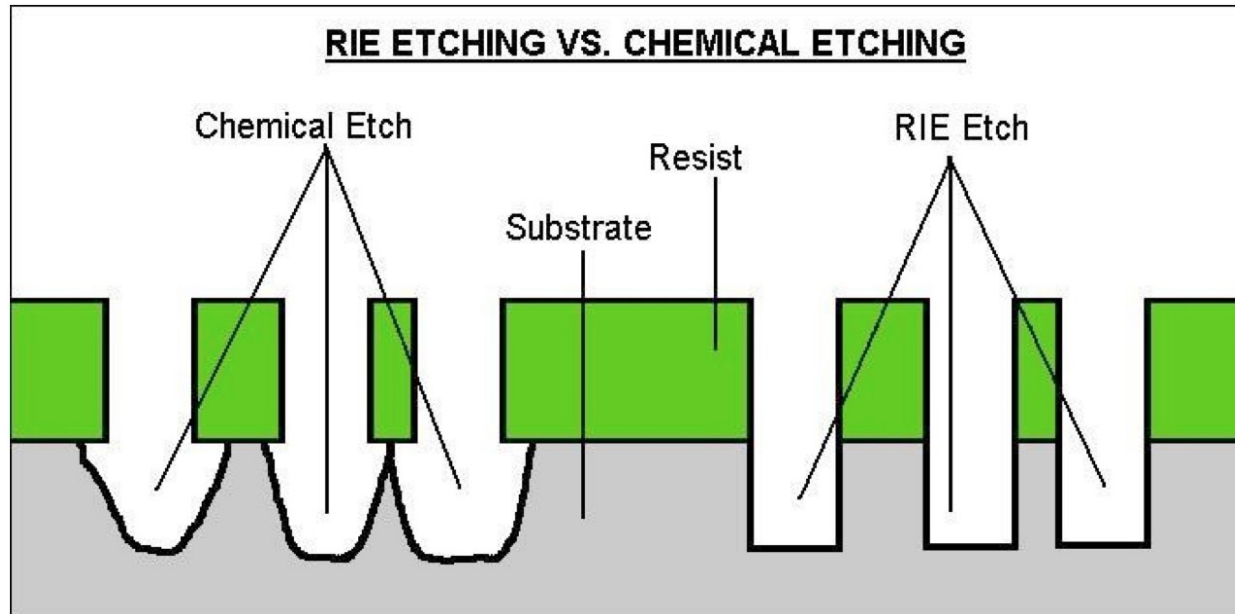
[SENTECH Instruments](http://www.sentech.com)

Реактивно йонно ецване (Reactive Ion Etching: (RIE))

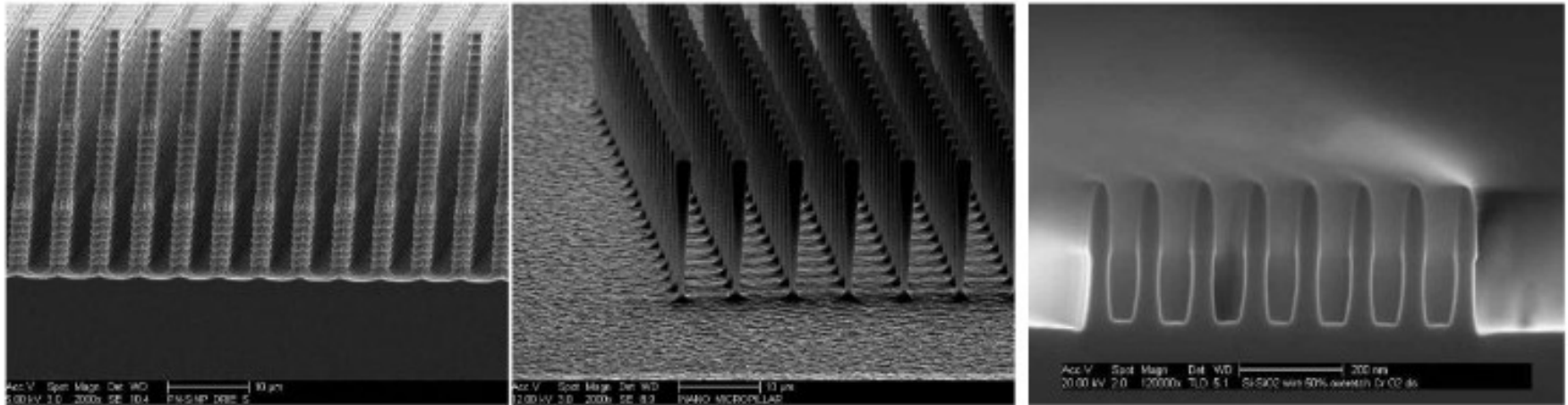
Комбинираща действието на плазменото и химичното сухо ецване (тоест физически и химичен процес) за постигане на по-високи скорости на ецване.



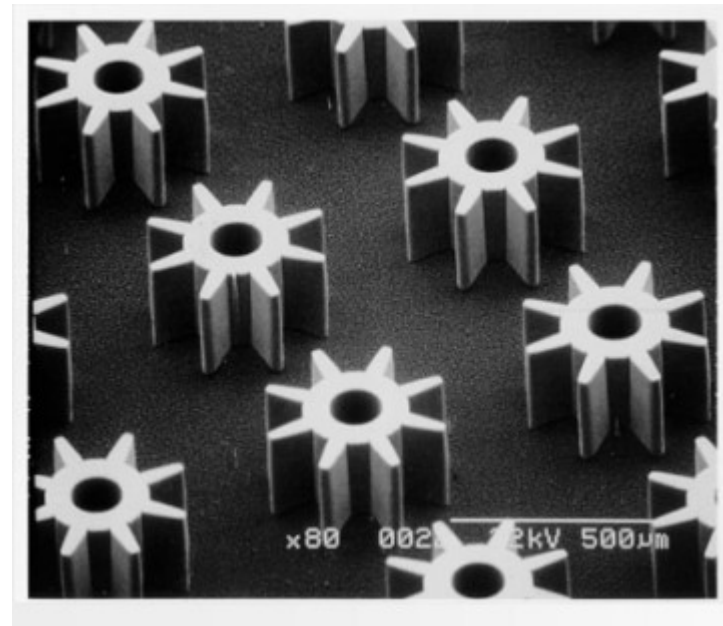
Вертикален профил на стените на структурите



[UT Dallas Research](#)



Издълбани чрез реактивно йонно ецване микростълбчета и микроканални в обема на силициевата пластина и в дебели покрития



Параметри, използвани за контрол на процеса сухо ецване:

Температурата влияе върху:

- Скорост на ецване
- Спонтанната химична реакция
- Насоченост на ецването

Налягане:

- Плътност на йонния поток
- Насоченост на йоните

Мощност:

- Плътност на йонния поток
- Кинетична енергия на йоните

Други променливи:

- Скорост на газовия поток
- Чистота на реактора от вторични продукти
- Качество на маскиращия материал

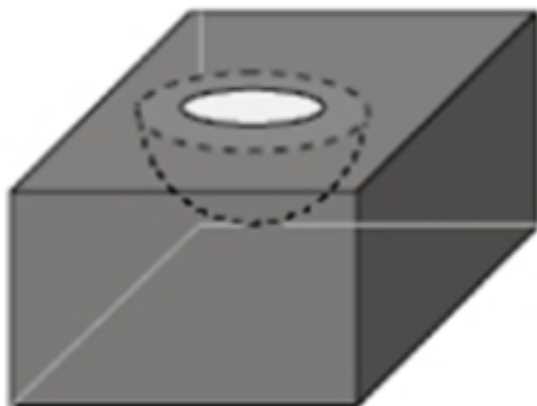
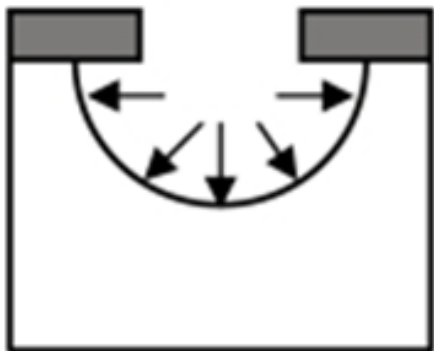
Предимства на сухото ецване

- Възможност за автоматизиране на процеса и намаляване на консумацията на материал.
- Насоченост на ецването без да се разчита на кристалографска ориентация на пластината – няма подецване, освен ако не се създаде преднамерено.
- Висока разделителна способност на прехвърлените обекти.
- Висока степен на контрол на процеса чрез множество параметри.

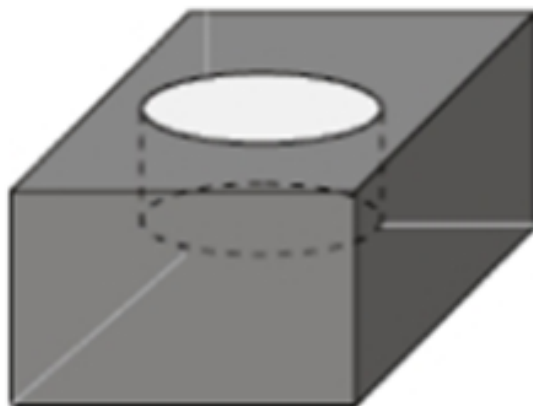
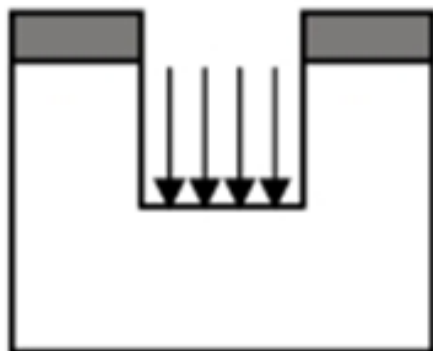
Недостатъци:

- Някои газове са токсични и корозивни.
- Има риск за повторно отлагане на вторични продукти, които са слабо летливи.
- Необходимост от специализирана и скъпа апаратура.

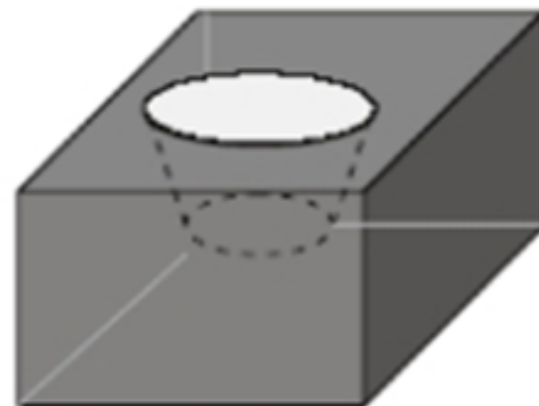
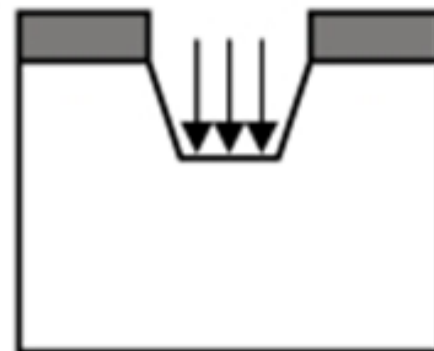
A



Б



B



Профили на ецване получени след (A) изотропно ецване (без значение сухо или мокро), (Б) сухо анизотропно ецване, (B) мокро анизотропно ецване

<https://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-152j-micro-nano-processing-technology-fall-2005/lecture-notes/lecture17.pdf>

http://web.ece.ucdavis.edu/~anayakpr/Papers/Wet%20and%20Dry%20Etching_submitted.pdf

http://me.umn.edu/courses/me8254/attfiles/Lecture%2007%20Dry%20Etching_Full.pdf