

Transferul configurațiilor cu dimensiuni submicronice prin corodare selectiva cu ioni reactivi

**Marioara AVRAM, Andrei AVRAM, Alina POPESCU
INCD - Microtehnologie, Bucuresti**

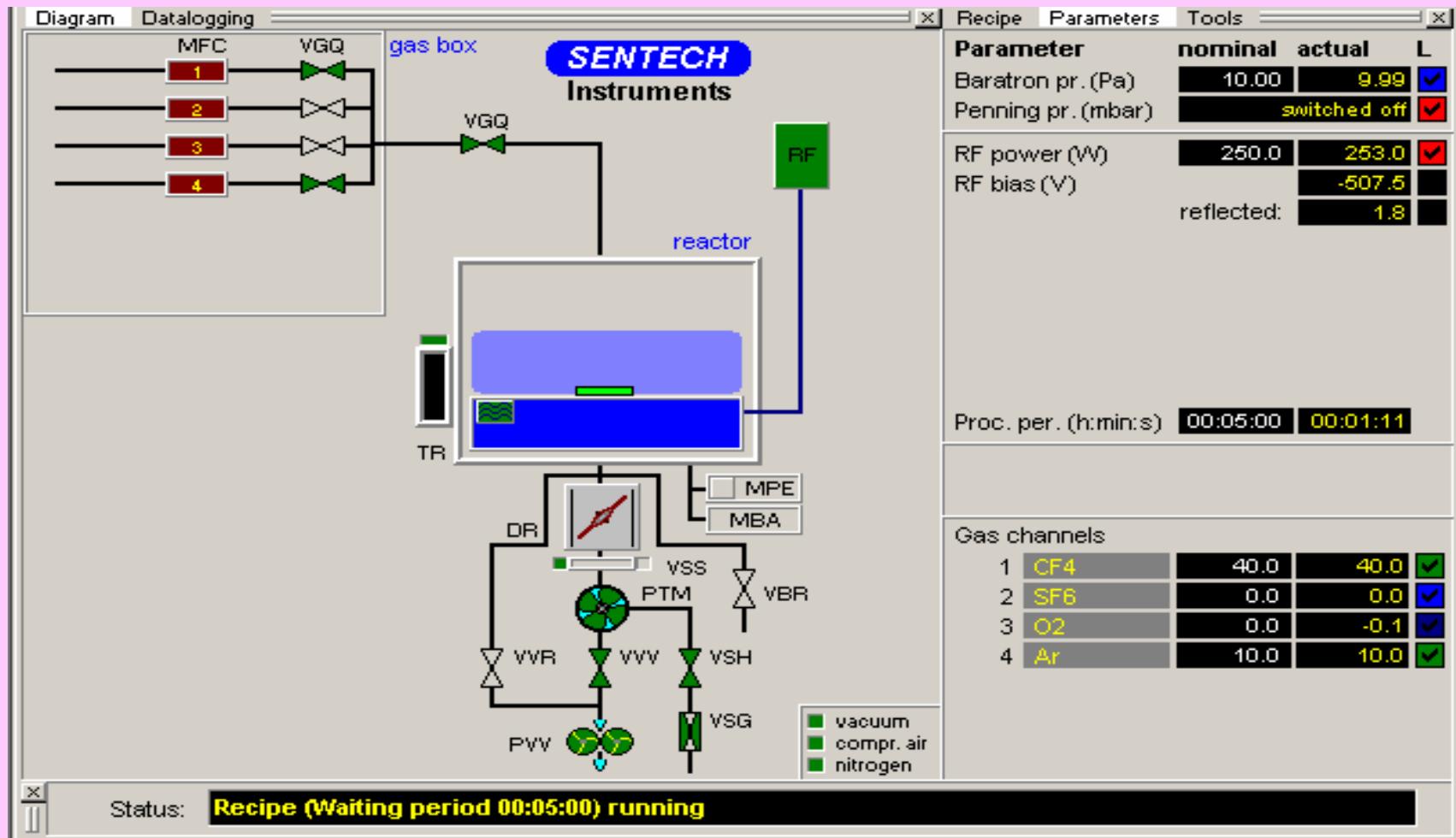
Obiectivul principal este modelarea teoretica si validarea experimentală a corodării: **Si, SiO₂, polisiliciu, Si₃N₄, Al, TiO₂, si polimeri ca: SU8, PMMA, PDMS in plasme de CF₄, CHF₃, SF₆, O₂, Ar, N₂.**

A fost realizat un **model computational de corodare în plasma** care include efectele multi - ionilor si multi – neutrilor speciilor gazoase. Modelul:

- încorporeaza efectele compozitiei gazului, debitului de curgere, chimia fazei gazoase a ionilor si neutrilor si parametrilor plasmei.
- ia în considerare efectele liniare si neliniare la nivel atomic si molecular, dar si reactiile plasma /suprafata asupra cineticii plasmei si este in acord cu parametrii reactorului si datele experimentale ale vitezei de corodare. S-au introdus si ecuațiile de transport în plasma care sunt valabile pentru plasme de presiuni mici, la care ciocnirile sunt “rare”.
- tine seama si de principalele efecte ale bombardamentului cu ioni: reactia de suprafata si desorbtia produsilor asistate de ioni, defectele de retea induse de ioni, care duc la cresterea reactivitatii chimice, sau activarea termica a retelei.

Procesele de corodare prezentate: **corodare fizica, corodare chimica, accelerarea corodării fizice si accelerarea corodării chimice** au o dependenta neliniara unele de altele si de asemenea o dependenta neliniara de parametrii plasmei. Viteza totala de corodare este mai mult decat o suma a acestor procese. Au fost realizate experimente pentru verificarea modelului teoretic.

Corodarea cu ioni reactivi



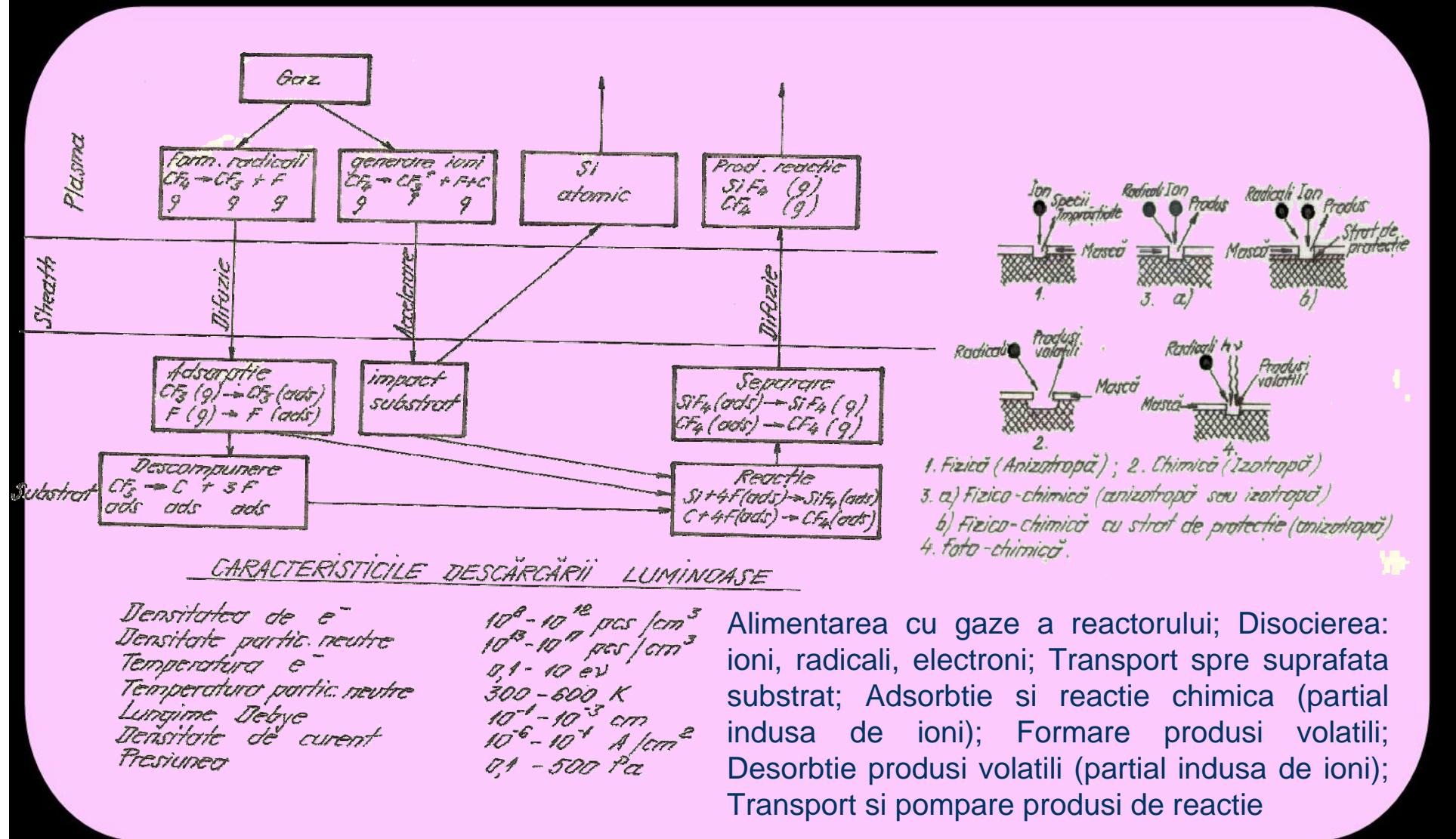
Modelarea teoretica computationala a proceselor de corodare cu ioni reactivi

In plasma rece, electronii joaca un rol central in conversia puterii electrice RF in putere de reactivitate chimica, prin excitarea, disocierea si ionizarea particulelor gazului. Mecanismele electron – energie determina variatia in spatiu si timp a functiei de distributie a vitezei electronilor si astfel a vitezei de producere a speciilor reactive. Cand electronii ciocnesc suprafata pe care dorim sa o corodam, ei determina aparitia electronilor secundari, care datorita schimbarii fazei campului RF, sunt accelerati spre celalalt electrod unde creeaza din nou emisie secundara.

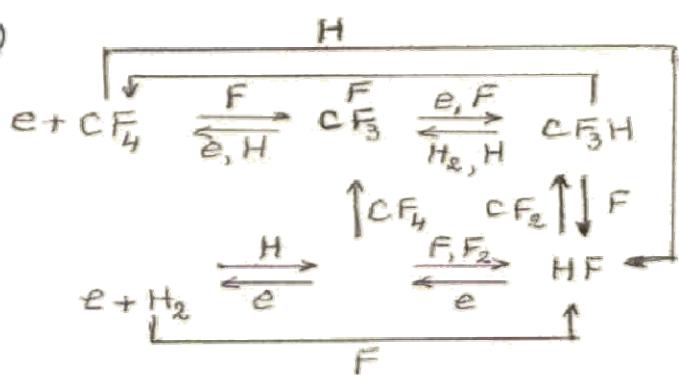
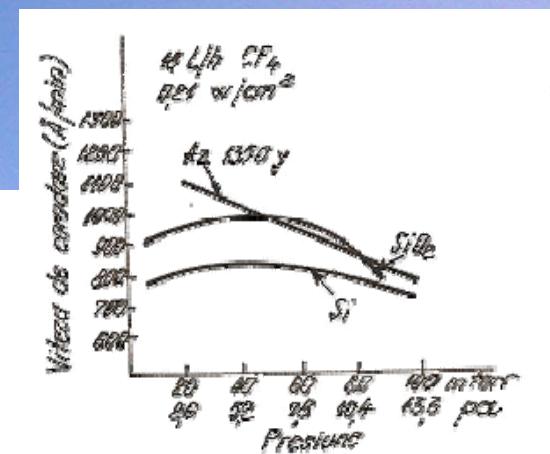
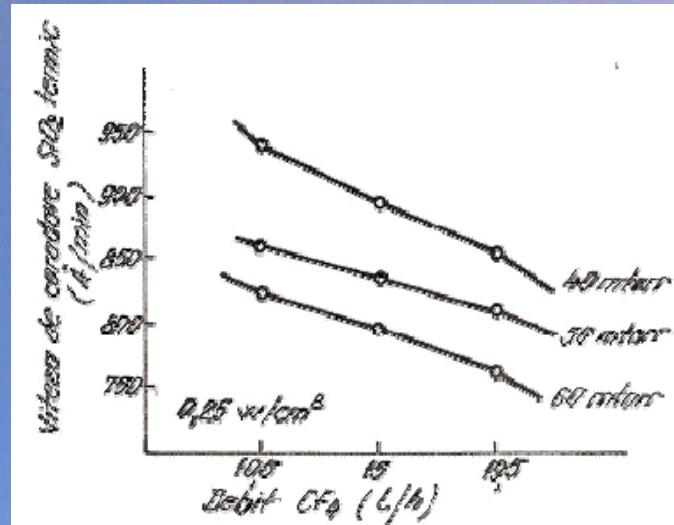
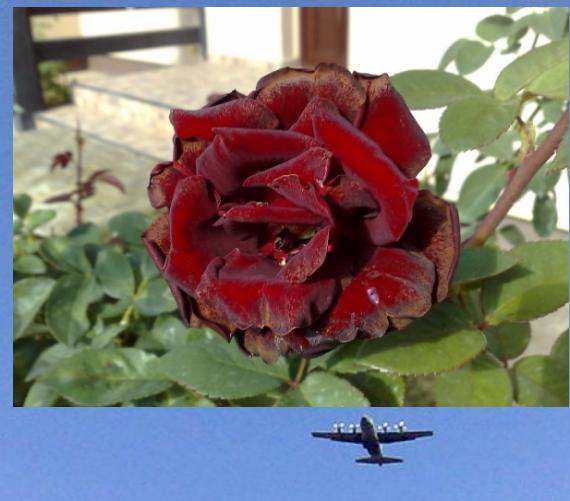
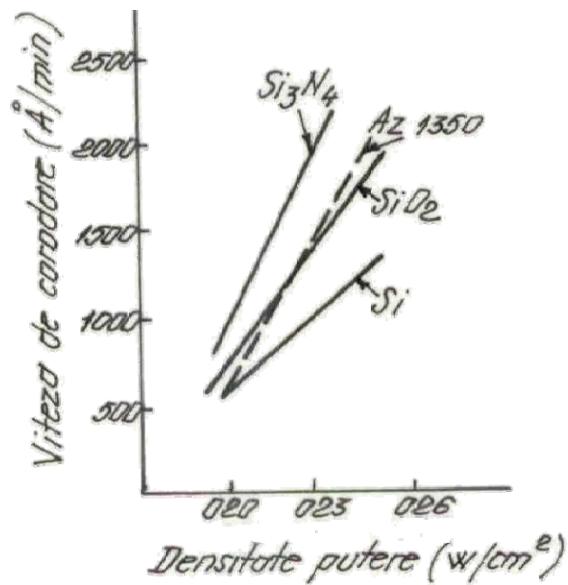
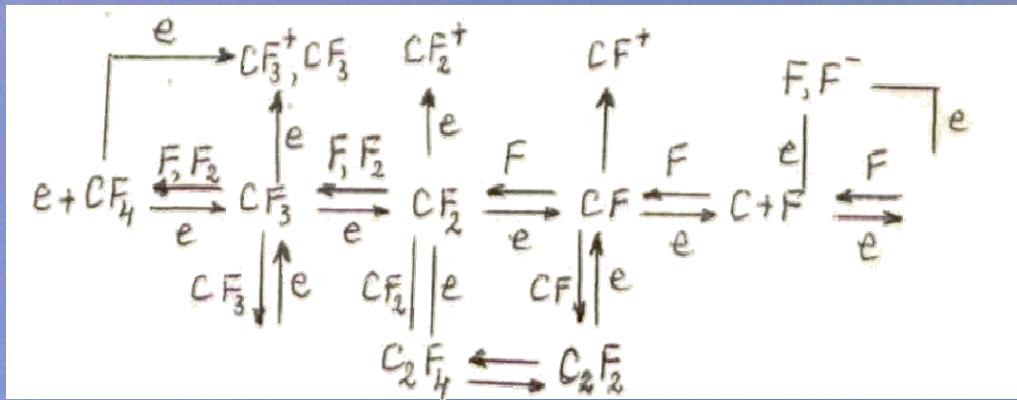
Dintre factorii care influenteaza profilele de corodare un rol important au:

- ❖ distributia energetica si unghiulara a particulelor incidente pe suprafata;
- ❖ dependenta unghiulara a randamentului de pulverizare catodica per particula incidenta;
- ❖ depunerea polimerilor sau reddepunerea materialului corodat;
- ❖ coeficientii de adsorbtie si probabilitatea de reactie a radicalilor neutri din punct de vedere electric;
- ❖ devierea unghiului de reflexie al particulelor energetice la incidenta cu suprafata;
- ❖ raportul dintre fluxul neutralilor si fluxul ionilor;
- ❖ transportul ionilor in campuri electrice.

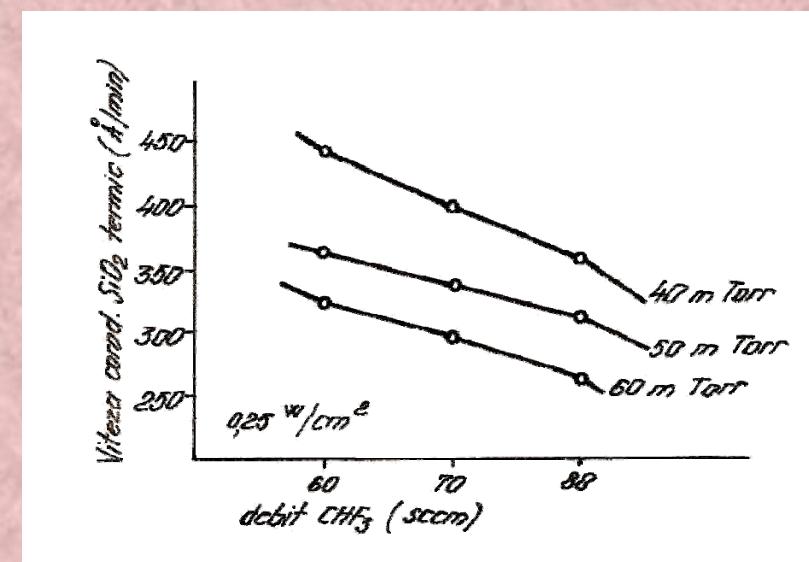
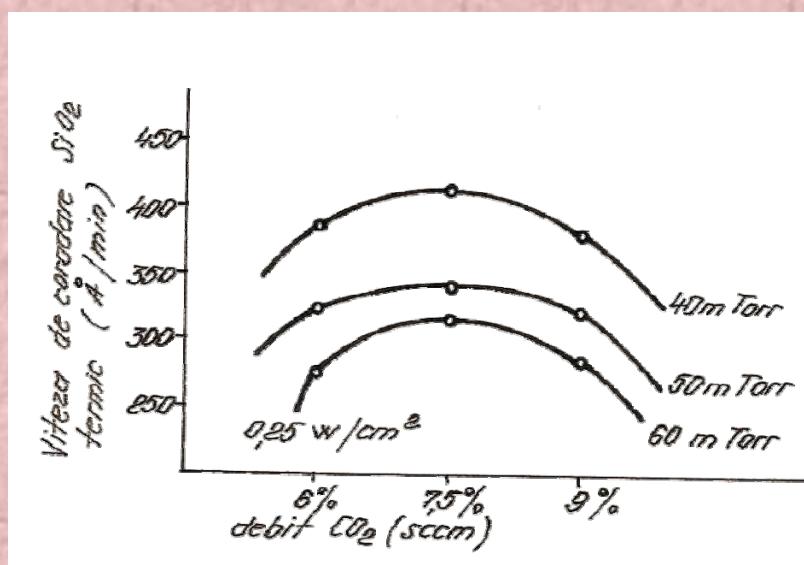
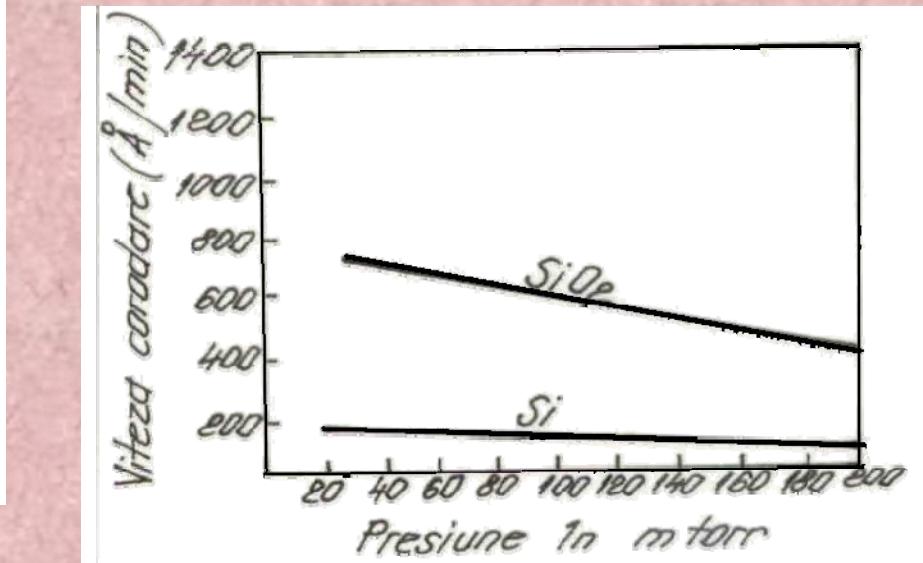
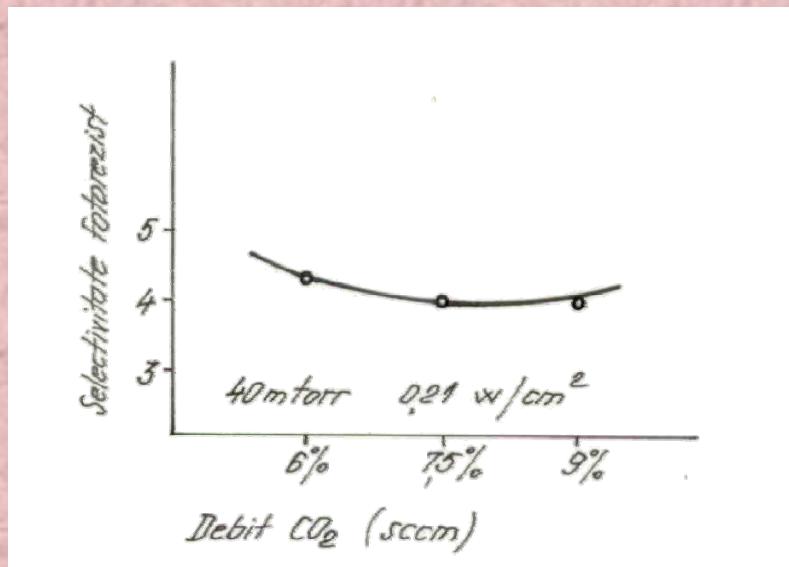
Mecanismul corodarii cu ioni reactivi



Mecanismul corodării în plasma de tetrafluorură de carbon (CF_4)



Mecanismul corodării în plasma de trifluorura de metan (CHF_3)

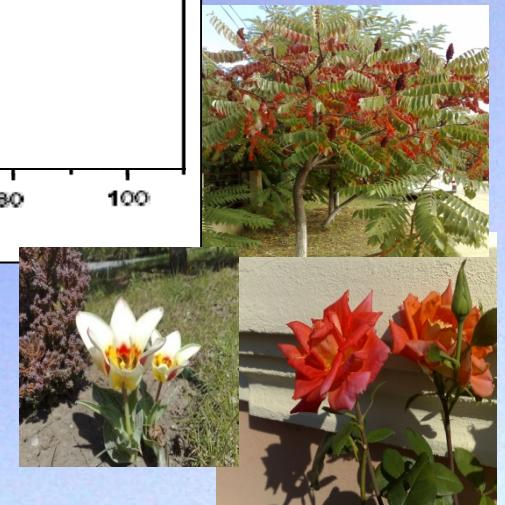
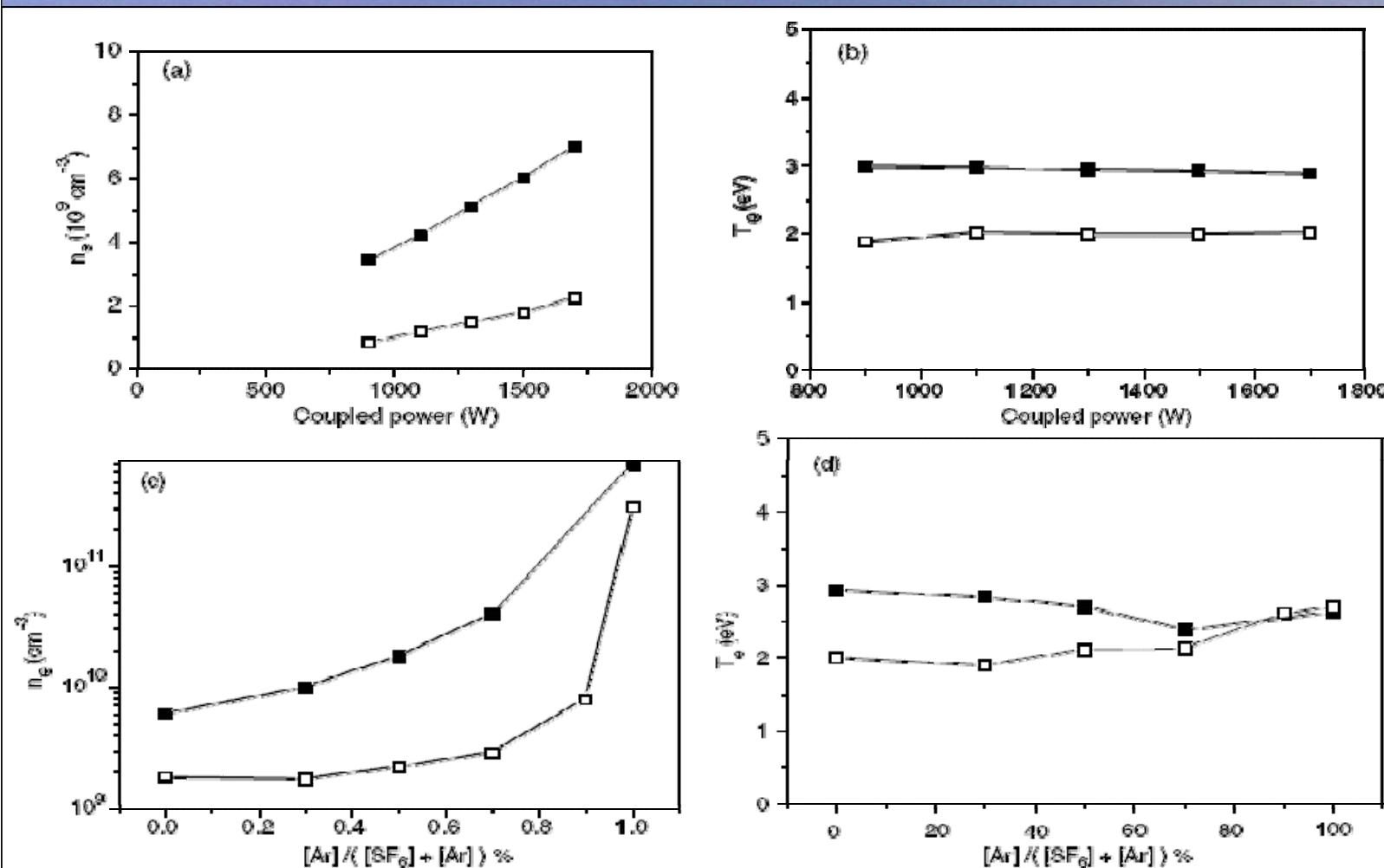


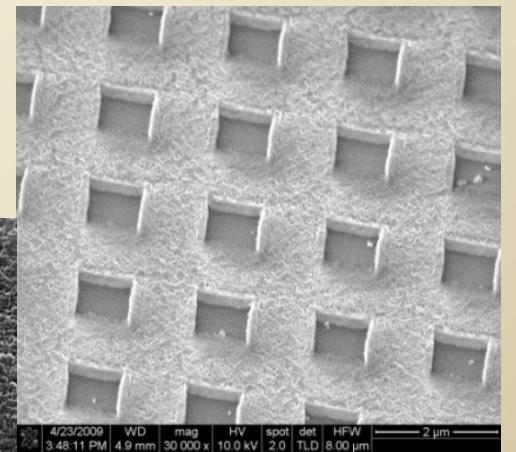
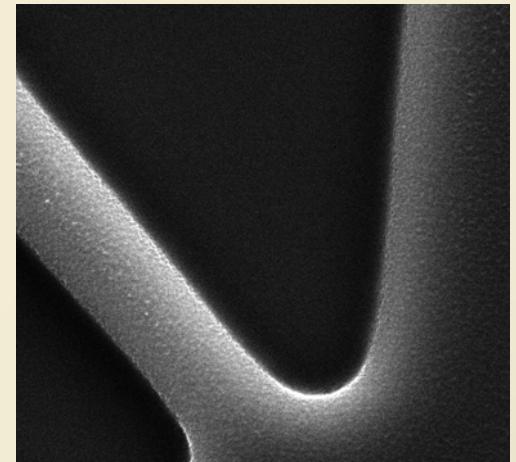
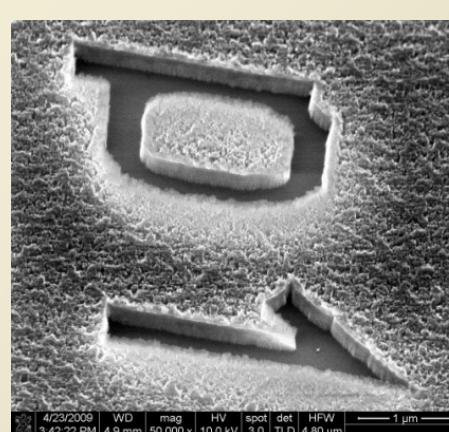
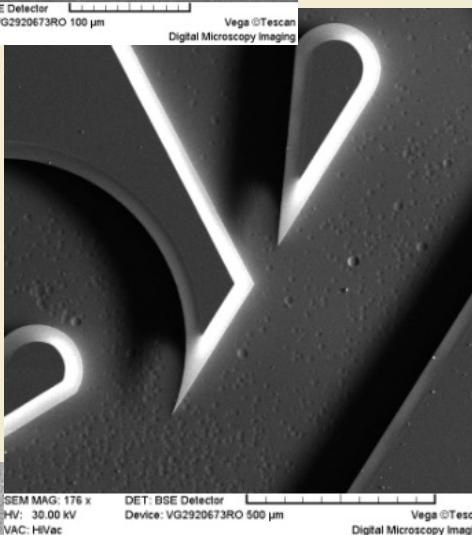
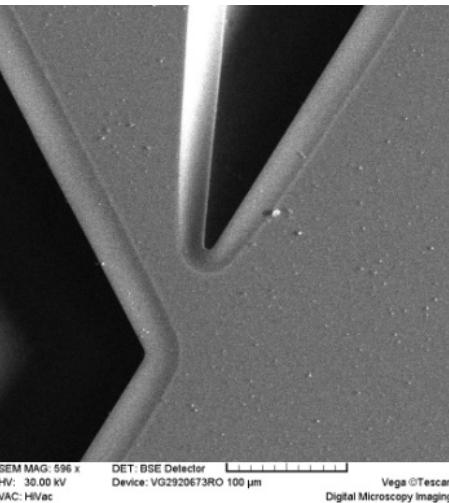
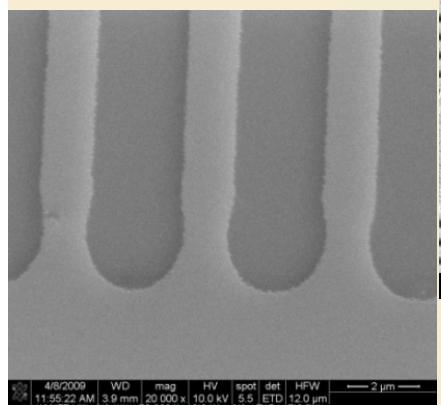
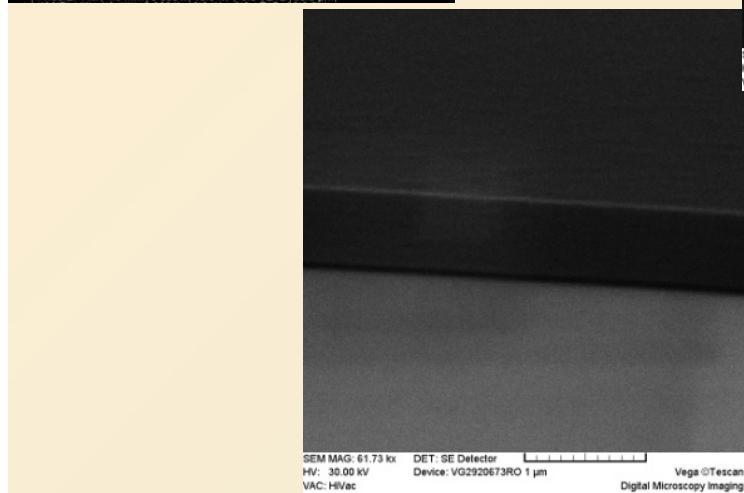
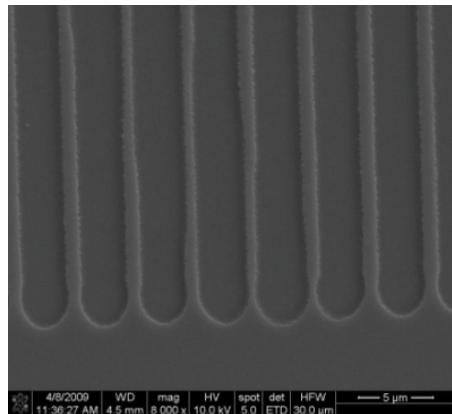
Mecanismul corodarii în plasma de hexafluorura de sulf (SF_6)

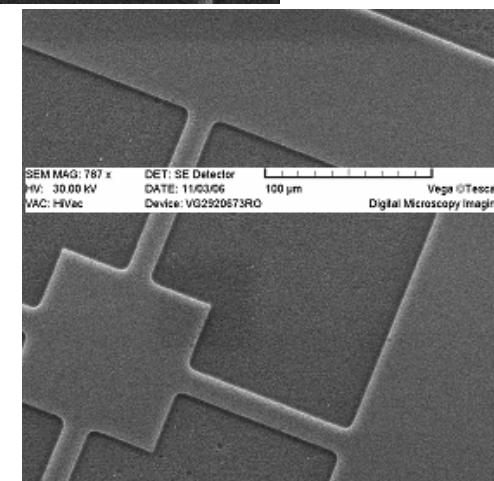
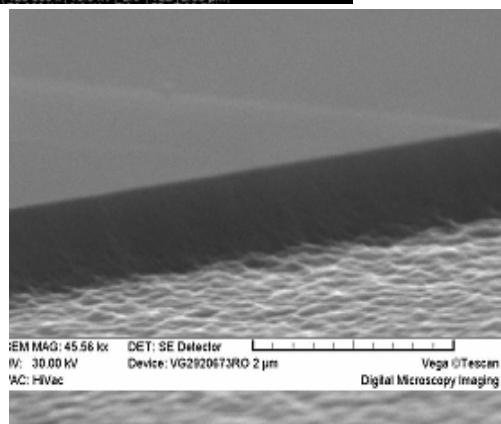
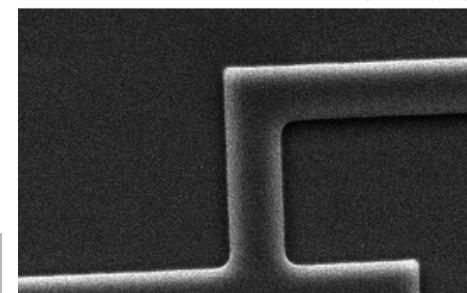
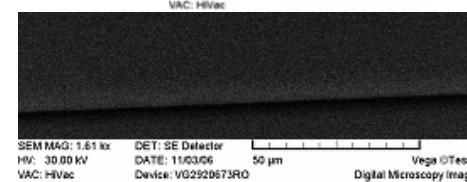
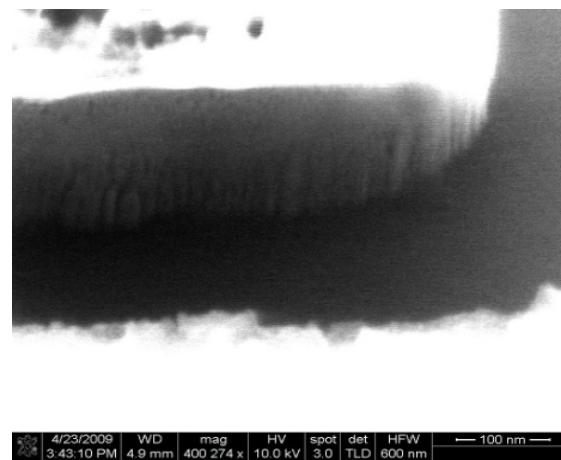
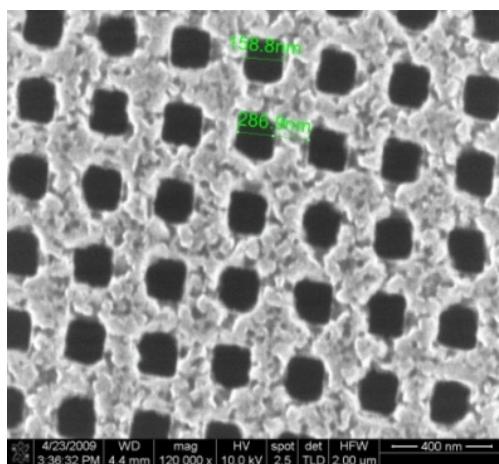
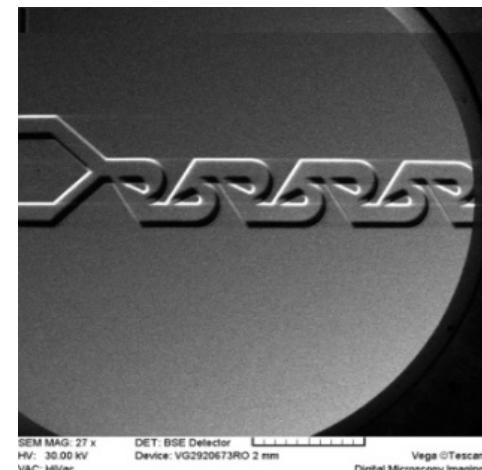
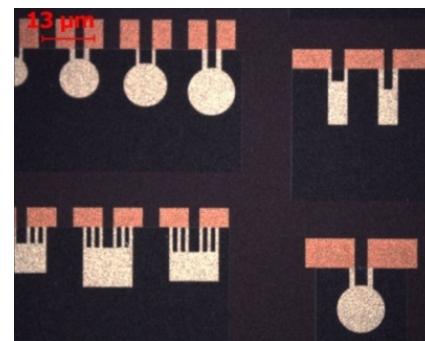
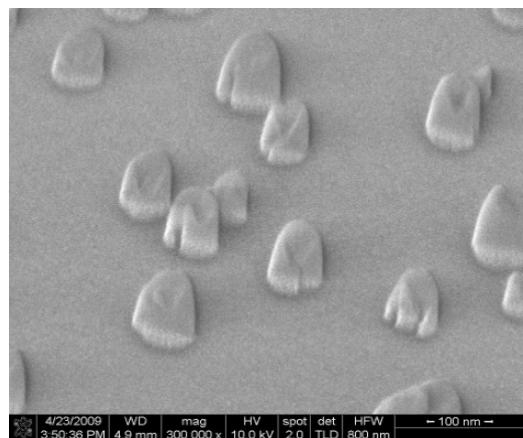
Siliciul se corodeaza izotrop cu o viteza mare si selectiv fata de SiO_2 in plasma de hexafluorura de sulf (SF_6). In comparatie cu plasma de CF_4 , plasma de SF_6 este mai bogata in atomi liberi de F, ceea ce determina o viteza mai mare de corodare a Si cu selectivitate fata de oxid mai buna. Pentru a controla supracorodarea se dilueaza SF_6 cu un gaz nereactiv, cum ar fi argonul. Cu cat dilutia gazului reactiv creste cu atat se micsoreaza viteza de corodare, iar viteza de corodare laterală a siliciului, care se datoreaza efectelor pur chimice (reactiile chimice ale fluorului cu Si), scade rapid. Cum compozitia gazului devine bogata in componente nereactive, procesele de corodare fizice datorate transferului de moment cinetic de la ionii din plasma la atomii suprafetei devin mai importante.

$SF_6 + Ar$	Viteza de corodare Si (nm/min)	Supracorodare Si (nm/min)	Raport anizotropie	Viteza de corodare SiO_2 (nm/min)	Selectivitate Si : SiO_2	Observatii
50 / 50	100	30	3.3:1	35	2.85:1	Corodare izotropa si selectiva
30 / 70	65	20	3.25:1	28	2.3:1	Corodare izotropa si selectiva
15 / 85	35	5	7:1	20	1.7:1	Corodare anizotropa neselectiva

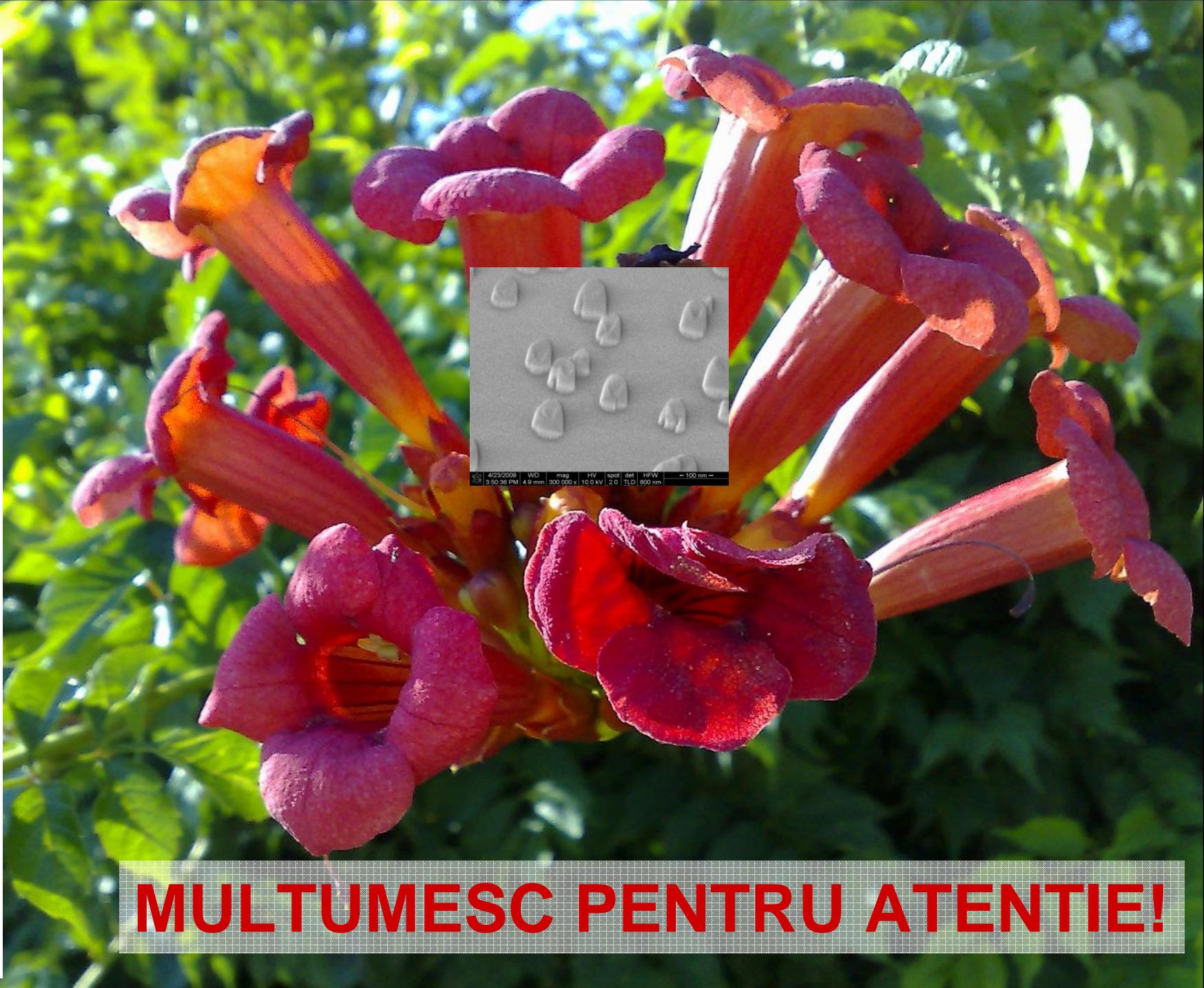
Densitatea electronilor si energia lor in functie de puterea RF si dilutia SF₆ cu Ar







OPRIMAVARA MINUNATA!



MULTUMESC PENTRU ATENTIE!