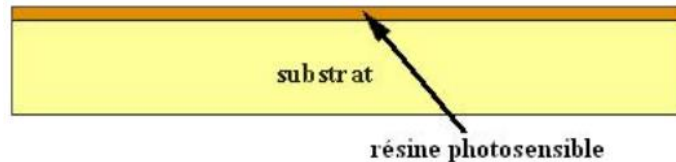


La photolithogravure

La photolithogravure consiste à reproduire un masque (physique ou logiciel) sur le substrat. Cette méthode fait appel à plusieurs procédés :

1) Dépose d'une résine photosensible par centrifugation. Si on utilise une résine positive, on obtient exactement le même motif sur la couche de silicium que sur le masque de départ. Dans le cas d'une résine négative, on obtient sur les plaquettes le motif complémentaire. La résine est ensuite séchée.



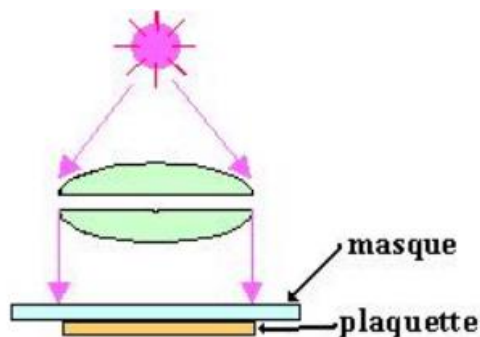
Résine photosensible appliquée sur une plaquette.

2) Insolation de la résine. Ce procédé consiste à exposer la résine photosensible à un faisceau lumineux.

La lumière utilisée est en général hors du domaine visible, à savoir en ultra-violet voire en x. L'insolation peut se faire de deux manières différentes :

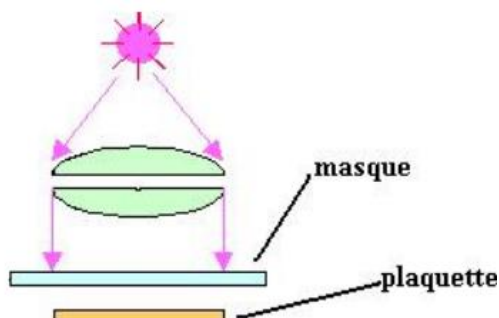
a-1) l'insolation par masque physique, comporte plusieurs techniques :

a.1-la technique par contact donne théoriquement la meilleure définition des motifs, mais détériore le masque après chaque opération en raison des frottements importants. Il faut également que le masque soit de la même taille que le motif à graver, ce qui est dur à réaliser.



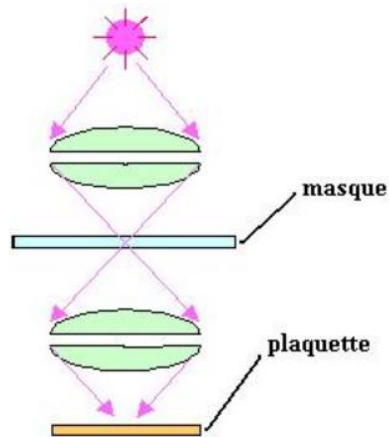
Insolation par contact

a.2-la technique par proximité, élimine la détérioration du masque car il n'y a plus de contact. Mais tout comme la technique de contact, le masque doit être de la même taille que le motif ce qui rend sa réalisation très difficile.



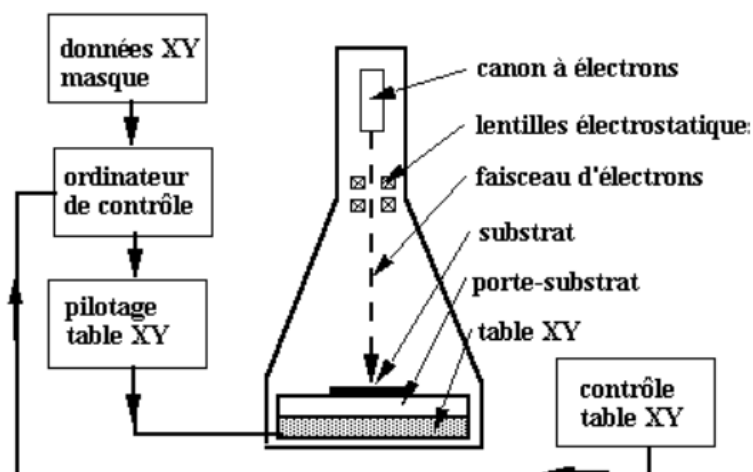
Insolation par proximité

a.3- la **projection** donne la moins bonne définition optique en raison des effets de diffraction de la lumière, mais permet par contre d'effectuer une réduction ce qui simplifie la fabrication du masque. Les insolateurs par projection avec photo-répétition permettent d'effectuer par projection par secteur, c'est-à-dire, puce par puce ou bloc par bloc de plusieurs puces. Dans ce cas, il faut pouvoir parfaitement positionner la plaquette.



Insolation par projection

b-l'insolation par faisceau d'électron utilise un canon à électron. Cette technique utilise alors un masque informatique, qui permet une meilleure malléabilité. Ainsi ce procédé permet d'obtenir des puces différentes sur la même plaquette, alors que le procédé utilisant un masque physique oblige, soit un changement de masque (ce qui est fastidieux), soit une reproduction à l'identique des puces. Mais un faisceau de 0.1 mm donne un temps d'insolation de 3 heures et un tel système est extrêmement couteux, puisqu'il faut éviter toute vibration d'amplitude supérieure à un dixième de microns, ce qui rends cette méthode peu utilisée.



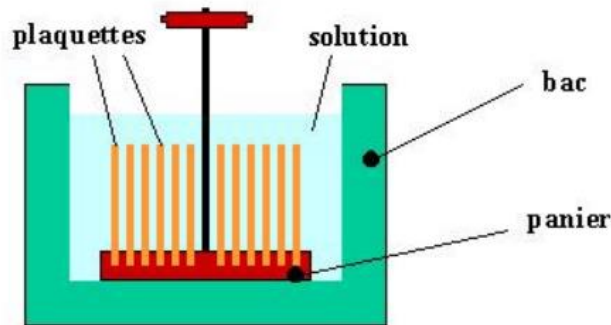
Insolation à canon d'électrons

3) les motifs sont alors **révélés** par un révélateur. Puis les plaquettes sont rincées pour durcir la résine, qui peut alors résister aux attaques chimiques.

4) la gravure permet d'éliminer la matière (couche ou film) non protégée par la résine. Il y a 2 méthodes de gravure :

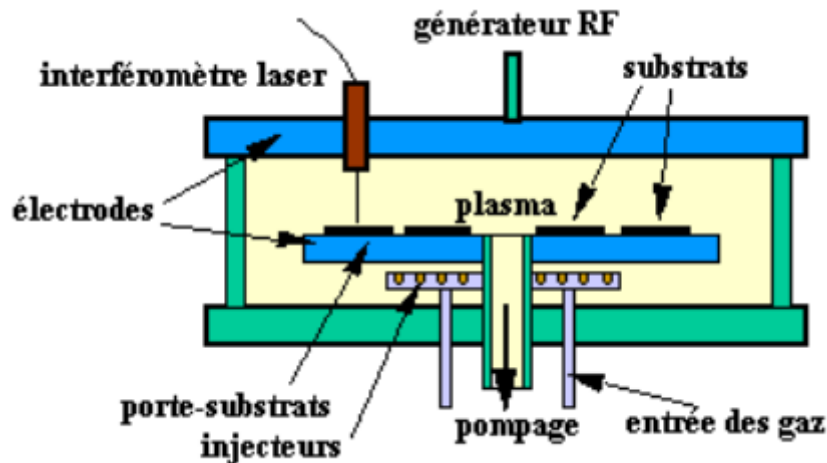
4.1- la gravure humide se fait par attaque chimique en solution aqueuse. La couche est donc attaquée de façon équivalente suivant toutes les directions de l'espace. On dit que la gravure est **isotropique**.

Cette technique est simple à utiliser et permet de traiter plusieurs plaquettes (jusqu'à **200 plaquettes**) simultanément, c'est pourquoi elle est très répandue. Néanmoins il faut rincer et sécher minutieusement les substrats après la gravure. De plus la fin de gravure est difficilement contrôlée.

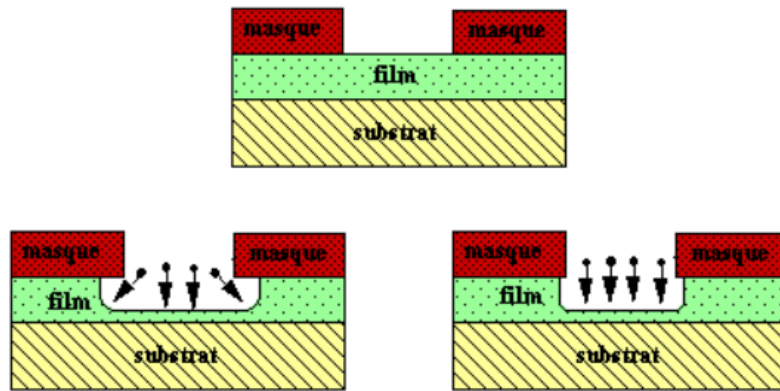


Bain pour la gravure humide

4.2- la gravure sèche est en réalité une technique de gravure plasma dans laquelle interviennent à la fois les effets de bombardement par des ions et la réaction chimique. Le matériau produit par la réaction doit être volatil pour pouvoir quitter la surface du substrat et être éliminé par pompage. Sans polarisation particulière des électrodes, l'attaque est en général isotropique, mais en donnant une orientation spécifique aux ions, on obtient une gravure anisotropique. L'utilisation d'un interféromètre laser permet un contrôle précis de la fin de gravure.



Four de gravure sèche



Déférence entre *gravure isotropique* et *anisotropique*

5) la résine est ensuite retirée de la surface par un solvant chimique puissant comme l'acétone.