

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②①

N° 79 22554

⑤④ Procédé pour reporter sur un support l'ombre fidèle d'un masque percé de fentes distribuées périodiquement, et application de ce procédé notamment en photolithographie.

⑤① Classification internationale (Int. Cl. ³). G 03 F 5/02, 9/00.

②② Date de dépôt..... 10 septembre 1979.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 12 du 20-3-1981.

⑦① Déposant : ROUMIGUIERES Jean-Louis, résidant en France.

⑦② Invention de : Jean-Louis Roumiguères.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Malémont,
42, av. du Président-Wilson, 75116 Paris.

La présente invention concerne un procédé pour obtenir sur un support une ombre portée reproduisant fidèlement un masque percé de fines fentes parallèles distribuées périodiquement.

On rencontre actuellement de très grandes difficultés pour reproduire
5 fidèlement sur un support un masque percé de très fines fentes. Lorsqu'on éclaire un masque de ce type, il se produit en effet de nombreuses diffractions parasites qui empêchent la reproduction sur le support d'une ombre portée correspondant fidèlement au masque et ayant des contours parfaitement contrastés.

10 La présente invention se propose de remédier à ces inconvénients et, pour ce faire, elle a pour objet un procédé qui se caractérise en ce qu'il consiste à éclairer le masque avec une onde plane monochromatique, polarisée perpendiculairement à son plan d'incidence de façon que le vecteur champ électrique soit parallèle aux fentes, et dont la longueur d'onde est choisie pour
15 qu'il n'existe que deux ordres diffractés pour chacun des deux demi-espaces qui sont situés de part et d'autre du plan moyen du masque, et à régler l'angle d'incidence de l'onde plane de telle sorte que l'ordre diffracté réfléchi qui n'est pas l'ordre spéculairement réfléchi se propage dans la direction de l'onde incidente mais en sens inverse.

20 Grâce à ces dispositions, les diffractions parasites sont maintenant supprimées, ce qui permet donc d'obtenir une ombre portée qui est la reproduction fidèle et parfaitement contrastée du masque.

Il est par ailleurs possible de placer le support à une distance raisonnable du masque et d'échapper ainsi aux contraintes et inconvénients
25 résultant de la mise en contact de ces deux éléments.

Il convient encore de noter que le matériau constituant le masque peut être quelconque et que sa réflectivité peut descendre jusqu'à de faibles valeurs, pourvu que l'épaisseur du masque soit suffisante.

Selon une caractéristique particulière du procédé conforme à l'inven-
30 tion, les fentes du masque peuvent avoir en coupe une section droite arbitraire. Des essais de laboratoire ont en effet montré que la forme des parois des fentes n'a aucune influence sur la qualité de l'ombre portée obtenue sur le support. Le taillage des fentes n'a donc pas à être conduit de façon extrêmement rigoureuse, ce qui simplifie la fabrication du masque tout en la rendant moins oné-
35 reuse.

Lorsque le masque comporte des fentes distribuées périodiquement avec un pas d , le procédé conforme à l'invention propose l'utilisation d'une onde plane monochromatique dont la longueur d'onde est comprise entre environ $\frac{2d}{3}$ et environ $2d$.

40 Le procédé selon l'invention peut recevoir des applications indus-

trielles très variées. Il peut par exemple être utilisé dans le domaine de la photolithographie, dans les techniques de fabrication des circuits intégrés pour l'électronique et l'optique intégrée, en particulier les circuits à couplage de charge, pour la réalisation de lignes de retard, la reproduction de réseaux de diffraction utilisés tant en réflexion qu'en transmission, la reproduction de coupleurs à réseau pour l'optique intégrée, etc.

Un mode d'exécution de la présente invention sera décrit ci-après en référence au dessin annexé dans lequel :

- la figure 1 est une vue de dessus d'un masque reproductible fidèlement par la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ;

- la figure 2 est une vue partielle en coupe et à échelle agrandie effectuée suivant la ligne II-II de la figure 1, l'une des fentes du masque étant représentée éclairée conformément aux enseignements du procédé selon l'invention ; et

- la figure 3 est une vue partielle et à échelle agrandie semblable à la figure 2 et montrant l'ombre du masque reportée sur un support recouvert d'une couche photosensible.

Le procédé conforme à l'invention a été mis au point en s'inspirant des montages dits de LITTROW ou de BRAGG pour obtenir sur un support 1, par exemple revêtu d'une couche photosensible 2, une ombre portée reproduisant fidèlement un masque 3 percé de fines fentes parallèles 4. Dans l'exemple représenté sur le dessin, les fentes 4 sont rectilignes et sont réalisées avec un pas constant d . En se référant en particulier à la figure 2, on remarquera que les parois de ces fentes peuvent avoir une forme quelconque pouvant par exemple être semblable à celle des parois désignées par les références 5 et 6.

Pour mettre en oeuvre le procédé conforme à l'invention, on éclaire tout d'abord le masque 1 avec une onde plane monochromatique dont le plan d'incidence, qui correspond au plan du dessin, est perpendiculaire à la direction des fentes 4. Cette onde monochromatique est polarisée perpendiculairement à son plan d'incidence afin que son vecteur champ électrique soit parallèle aux fentes. Quant à sa longueur d'onde λ , elle est choisie en fonction du pas des fentes de façon à ce qu'il n'existe que deux ordres diffractés pour chacun des deux demi-espaces délimités par chaque fente et situés de part et d'autre du plan moyen P du masque. En se référant à la figure 2 pour laquelle cette condition est satisfaite, on remarquera qu'il n'existe effectivement que deux ordres diffractés réfléchis et deux ordres diffractés transmis, les deux ordres réfléchis étant symbolisés par les rayons R_1 et R_2 situés au-dessus du masque tandis que les deux ordres transmis sont symbolisés par les rayons R_3 et R_4 situés au-dessous du masque.

Après avoir choisi la longueur d'onde de l'onde plane monochromatique,

on règle ensuite l'angle d'incidence i de telle sorte que l'ordre -1 réfléchi (symbolisé par le rayon R_2 et qui n'est pas l'ordre 0 spéculairement réfléchi, lequel est symbolisé par le rayon R_1) se propage dans la direction de l'onde incidente, mais en sens inverse. Par ce réglage, on obtient alors en transmission deux ondes planes, l'une d'ordre 0 (symbolisé par le rayon R_3) et l'autre d'ordre -1 (symbolisé par le rayon R_4). Ces deux ondes, qui sont de même amplitude et de même phase, se propagent dans des directions symétriques par rapport au plan T s'étendant perpendiculairement du plan moyen P.

Les ondes planes obtenues en transmission à la sortie de chaque fente interfèrent alors entre elles en générant sur le support 1 des zones obscures 7 et éclairées 8 reproduisant fidèlement le masque, et présentant un contraste maximum. Il convient de noter que l'ombre du masque est reportée sur le support avec une directivité parfaite même lorsque le masque et le support sont séparés l'un de l'autre.

Dans un montage de LITTROW, l'ordre -1 réfléchi dans l'air est obtenu lorsque :

$$2 \sin i = \frac{\lambda}{d}$$

c'est-à-dire lorsque :

$$\sin i = \frac{\lambda}{2d} \quad (1)$$

Par ailleurs, on obtient deux ordres réfléchis dans l'air lorsque $3 \sin i > 1$, c'est-à-dire lorsque :

$$\sin i > \frac{1}{3} \quad (2)$$

soit :

$$i > 19^\circ 28'$$

La détermination de la longueur d'onde λ en fonction du pas des fentes du masque est obtenue à partir des formules (1) et (2). La première formule impose en effet que $\frac{\lambda}{2d}$ soit inférieur ou égal à 1, et donc que :

$$\lambda \leq 2d$$

En remplaçant maintenant $\sin i$ de la formule (2) par sa valeur donnée par la formule (1), on constate qu'il est également nécessaire que :

$$\lambda \geq \frac{2d}{3}$$

Finalement, il est donc nécessaire que la longueur d'onde de l'onde plane monochromatique satisfasse à la relation :

$$\frac{2d}{3} \ll \lambda \ll 2d$$

(3)

Le procédé conforme à l'invention peut recevoir de très nombreuses applications industrielles. Il peut par exemple être utilisé pour impressionner
5 une couche photosensible telle que la couche 2 visible sur la figure 3, mais il peut également être utilisé pour fabriquer des circuits intégrés, pour réaliser des lignes de retard et des circuits à couplage de charge (C.C.D.) ou pour reproduire des réseaux de diffraction et des coupleurs à réseau.

Ces applications de l'invention mettent en oeuvre des techniques
10 classiques, mais l'invention permet d'utiliser ces techniques pour la réalisation de produits dont le pas peut descendre jusqu'à moins de 0,2 microns, alors que jusqu'à présent on ne savait pas descendre pour un prix de revient raisonnable au-dessous de 1 ou 2 microns.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour obtenir sur un support une ombre portée reproduisant fidèlement un masque percé de fines fentes parallèles distribuées périodiquement, caractérisé en ce qu'il consiste à éclairer le masque avec une onde plane
5 monochromatique, polarisée perpendiculairement à son plan d'incidence de façon que le vecteur champ électrique soit parallèle aux fentes, et dont la longueur d'onde est choisie pour qu'il n'existe que deux ordres diffractés pour chacun des deux demi-espaces qui sont situés de part et d'autre du plan moyen du masque, et à régler l'angle d'incidence de l'onde plane de telle sorte que
10 l'ordre diffracté réfléchi qui n'est pas d'ordre spéculairement réfléchi se propage dans la direction de l'onde incidente mais en sens inverse.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser un masque dont les fentes ont en coupe une section droite arbitraire.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le masque uti-
15 lisé comporte des fentes distribuées périodiquement avec un pas désigné par d , caractérisé en ce qu'il consiste à utiliser une onde plane monochromatique dont la longueur d'onde est comprise entre environ $\frac{2d}{3}$ et environ $\frac{2d}{d}$.