(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 543 696**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 05078**

(51) Int Cl³ : G 02 B 5/28.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 30 mars 1984.

(30) **Priorité :** DD, 4 avril 1983, n° WP G 02 B/249 488.

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 40 du 5 octobre 1984.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *Entreprise dite : VEB CARL ZEISS JENA, entreprise de droit allemand.* — DD.

(72) **Inventeur(s) :** Erich Dummernix et Ulrich Weiland.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** Madeuf.

(54) Filtre d'interférence muni d'une bande transporteuse.

(57) Le filtre d'interférence muni d'une bande transparente, constitué par un système de couches d'interférence appliqué sur un support transparent à la lumière et qui peut être fermé par un verre de couverture relié par un liant et qui se compose de plusieurs groupes de couches filtrantes superposées et symétriques, qui sont à chaque fois reliés par une couche intermédiaire N, est caractérisé en ce que le nombre des couches individuelles, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, est diminué du nombre des couches individuelles externes H ou N par rapport au nombre des couches individuelles dans un ou plusieurs groupes internes des couches filtrantes, et/ou par le fait que, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée *g*2H ou *g*2N est inférieure à l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée dans un ou plusieurs groupes internes de couches filtrantes.

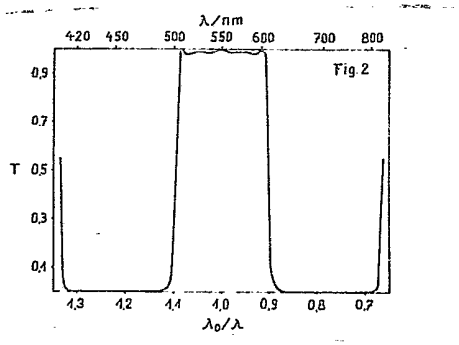


Fig.2

FR 2 543 696 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention est relative à un filtre d'interférence muni d'une bande transparente d'une largeur de bande de 3 à 30% de la longueur d'onde centrale de la bande transparente.

De tels filtres servent à sélectionner des domaines spectraux limités; ils sont donc utilisés dans des dispositifs optiques ou des appareils du domaine des UV, VIS et proches des IR.

Des filtres d'interférence munis d'une bande transparente sont constitués généralement par un système de couches métalliques et non métalliques ou seulement non métalliques qui sont appliquées les unes sur les autres sur un support transparent à la lumière et protégées contre toute influence extérieure par un verre de couverture relié par un liant et présentant éventuellement une fonction filtrante en formant un bloc supplémentaire.

Des filtres d'interférence munis de couches métalliques et non métalliques transparentes à la lumière sont connus par le brevet allemand 716 153. L'inconvénient de ces filtres réside dans le fait que la transmission est fortement diminuée dans le domaine de transparence en raison de la haute absorption lumineuse par les couches métalliques. Dans le document DE-PS 913 005, des filtres d'interférence sont décrits comportant des systèmes de couches transparentes à la lumière non métalliques, à réfraction élevée mais faible en alternance. De tels filtres disposent d'une transmission maximale très élevée dans le domaine de transparence en raison de la faible absorption des couches non métalliques. Le fait que le domaine de transmission élevée ne reste limité qu'à une bande de longueur d'onde étroite constitue un inconvénient pour de nombreuses utilisations.

Un élargissement constructif du domaine de transparence de ce type de filtre en diminuant le nombre de couches entraîne une transparence élevée à la lumière, inadmissible pour l'utilisation dans le domaine d'arrêt, et une détérioration

de la raideur de la pente des bordures spectrales délimitant la bande transparente.

En disposant des filtres identiques de ce type les uns à la suite des autres munis d'un nombre réduit de couches et présentant par conséquent un domaine de transparence élargi, on obtient des filtres à cavités multiples présentant une faible transparence à la lumière dans le domaine d'arrêt et un domaine de transparence élargi à limite spectrale raide (Knittel "Optics of Thin Films" John Wile & Sons, London-New York 1976). Cependant un inconvénient se présente pour de tels filtres, lors de la disposition nécessaire, les uns à la suite des autres, de plus de 3 éléments filtrants, par le fait qu'une structure de bandes d'absorption apparaît dans la bande transparente du filtre, structure qui entraîne une diminution de la transmission. De plus cette structure de bandes réagit très sensiblement aux erreurs d'épaisseur de couche dues à la fabrication.

Par ailleurs, il est connu de fabriquer un filtre d'interférence avec une bande transparente en combinant un filtre présentant un domaine de transparence élargi à onde courte avec un deuxième filtre présentant un domaine de transparence élargi à onde longue de sorte que les domaines de transparence des filtres se superposant délimitent une bande de longueur d'onde (H.A. Macleod "Thin Fims Optical Filters" Adam Hilger LTD, London, 1969, p. 154ff).

Une telle disposition est aussi présentée dans le document DD-PS 6369.

Des filtres d'interférence de ce type pour filtrer un domaine de transparence spectral présentent l'inconvénient que pour leur réalisation, il y a nécessité de deux filtres différents présentant des systèmes de couches différents ce qui fait appel à plus de moyens techniques. De plus, le respect de cotes spectrales n'est

pas satisfaisant du fait de la superposition d'erreurs dues à la fabrication des deux filtres.

L'objet de l'invention consiste à améliorer la qualité des filtres d'interférence optiques munis d'une bande transparente. Les inconvénients des solutions techniques connues doivent être écartés.

L'objet selon l'invention consiste à créer des filtres d'interférence optique munis d'une bande transparente qui permet une transmission élevée en éliminant au maximum la structure de bandes dans la bande transparente du filtre, sans pour autant détériorer les qualités filtrantes avantageuses, telles que la largeur de bande correspondante de la bande transparente et le bon effet d'arrêt dans le domaine de l'arrêt latéral.

La solution à ce problème est obtenue conformément à l'invention grâce à un filtre d'interférence muni d'une bande transparente constituée par un système de couches d'interférence appliqué que un support transparent à la lumière et fermé par un verre de couverture fixé par un liant, système qui peut se composer de plusieurs groupes de couches filtrantes superposées et construites symétriquement, par exemple en présentant la structure de couches g2H, Hg2NH, HNg2HNH ou HNHg2NHNH, etc., couches qui, à chaque fois, sont reliées par une couche intermédiaire N, les couches non métalliques individuelles et transparentes à la lumière, H, N ou g2H, g2N des groupes de couches filtrantes présentant des indices de réfraction différents n_H et n_N et une épaisseur de couche optique égale à 1/4 de la longueur d'onde λ_o du filtre ou un g multiple à nombre entier avec g = 1,2,3 du double de la valeur $1/4\,\lambda_o$, par le fait que le nombre des couches individuelles, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, est diminué du nombre des couches individuelles externes H ou N par rapport au nombre des

couches individuelles dans un ou plusieurs groupes internes des couches filtrantes, et/ou par le fait que, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée g2H ou g2N est inférieure à l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée dans un ou plusieurs groupes internes de couches filtrantes.

Il est alors avantageux que les couches individuelles N ou g2N disposent d'un indice de réfraction inférieur par rapport aux couches individuelles H ou g2H.

Mais il est aussi possible que les couches individuelles N ou g2H présentent par rapport aux couches individuelles H ou g2H un indice de réfraction ou supérieur.

Par ailleurs, il est avantageux que l'indice de réfraction n_N de la couche intermédiaire N coïncide avec l'indice de réfraction n_T du support et, dans le cas d'un verre de couverture fixé par un liant, avec l'indice de réfraction n_K du liant de fixation du verre de couverture.

Sinon en présence d'indices de réfraction différents pour la couche intermédiaire N du support et du verre de couverture, une couche intermédiaire supplémentaire peut être prévue entre le support et le système de couches d'interférence et/ou entre le système de couches d'interférence et le verre de couverture fixé par un liant, s'il existe.

L'essentiel de l'invention consiste en ce que dans le système de couches d'interférence,selon le filtre d'interférence conforme à l'invention, au moins un groupe externe de couches filtrantes se distingue d'un ou plusieurs groupes internes des couches filtrantes de même structure par le nombre des couches individuelles

H ou N ou par l'épaisseur optique des couches individuelles centrales ou par les deux caractéristiques. En effet, le nombre des couches individuelles H ou N ou l'épaisseur optique des couches individuelles centrales g2H ou g2N doit être inférieur dans au moins un groupe externe de couches filtrantes à un ou plusieurs groupes internes des couches filtrantes.

On désigne, par groupes externes de couches filtrantes, le groupe de couches inférieures appliquées sur le support et le groupe de couches supérieures appliquées contre la couverture extérieure, par exemple un verre de couverture, mais aussi le deuxième groupe de couches inférieures ou supérieures et ainsi de suite. Il est avantageux que les groupes de couches filtrantes extérieurs soient seulement diminués des deux couches individuelles extérieures $\lambda_o/4$ H ou N de ces groupes de couches filtrantes par rapport aux groupes de couches filtrantes intérieures à structure identique, ou que seulement la couche individuelle centrale g2H ou g2N du groupe de couches filtrantes extérieures soit diminuée de 2H ou 2N couches, donc de $\lambda_o/2$ dans l'épaisseur optique par rapport au groupe intérieur de couches filtrantes. L'avantage du système de couches d'interférence selon l'invention réside dans le fait que les structures gênantes des bandes dans le domaine de transparence du filtre ont été éliminées ou fortement limitées et on obtient de ce fait une transmission plus élevée. Les autres qualités de filtrage restent largement maintenues telles que la largeur de bande et l'effet d'arrêt dans le domaine d'arrêt latéral.

Des plaques de verre usuelles ou des filtres en verre connus avec lesquels ob obtient des effets de filtrage supplémentaires connus peuvent être utilisées en tant que support des couches ou verre de couverture.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, aux dessins annexés.

Les fig. 1 et 3 représentent la transmission spectrale T pour un filtre d'interférence présentant un système de couches conforme à l'état de la technique.

Les fig. 2, 4, 5 et 6 représentent la transmission spectrale T pour les formes de réalisation 1, 2, 3 et 4 décrites selon l'invention.

Les représentations spectrales ont été considérées dans le nombre d'onde λ_o/λ et se rapportent chacune à la longueur d'onde de filtre central λ_o du domaine de transparence du filtre, longueur qui peut être choisie délibérément et qui sert en même temps de mesure de longueur d'onde pour les couches individuelles car H et N sont des couches d'une épaisseur optique de $A/4\ \lambda_o$. En déterminant pour chaque cas d'utilisation la longueur d'onde λ_o pour la longueur d'onde centrale du filtre, le spectre de longueur d'onde ainsi que l'épaisseur optique de chaque couche individuelle sont généralement fixés. Aux fig. 2, 4 et 6, l'échelle des longueurs d'onde est inscrite dans le cas où λ_o = 550 nm. Dans ce cas particulier, toutes les couches individuelles H et N présentent une épaisseur optique de $1/4\lambda_o$ = 137,5 nm et les couches individuelles centrales g2H et g2N une épaisseur optique grossie du facteur 2g, la valeur 2g (g= nombre entier) étant donnée dans les exemples correspondants.

Exemple de réalisation 1

L'exemple de réalisation 1 se base sur un système de couches d'un filtre d'interférences présentant des défauts, système qui est modifié selon l'invention.

Le système connu de couches se compose de 7 groupes

identiques de couches filtrantes de structure G_2= H2NH, disposées sur un support en verre les unes sur les autres; elles sont reliées par des couches N et protégées par un verre de couverture relié par un liant. Le système de couches peut être caractérisé symboliquement comme suit: verre NG2NG2NG2NG2NG2NG2N/ verre relié par un liant.

N désigne des couches individuelles ou intermédiaires en cryolite présentant un indice de réfraction n_N = 1,30 et H désigne des couches individuelles en sulfure de zinc présentant un indice de réfraction n_H = 2,36. L'épaisseur optique des couches individuelles H et N est pour chacune de 1/4 λ_o, celle des couches centrales individuelles 2N (g = 1) est de 1/2λ_o dans les groupes G_2 pour les groupes de couches filtrantes constitués de 3 couches individuelles, il en résulte une épaisseur optique de λ_o pour chacun des groupes.

La transmission spectrale de ces systèmes à couches d'interférence connus est représentée à la fig. 1 et montre le défaut de la structure de bandes dans la bande transparente qui tombe jusqu'en dessous de T = 0,5.

Ce dispositif connu est modifié selon l'invention par le fait que les deux groupes extérieurs des sept groupes de couches filtrantes G_2 du système de couches sont échangés chacun par le groupe de couches G_1 = 2H, le plus simple groupe qui en principe représente une couche individuelle présentant une épaisseur optique de 1/2λ_o.

Par conséquent, le système de couches d'interférence est caractérisé symboliquement par verre/$NG_1NG_2NG_2NG_2NG_2NG_2NG_1N$/verre relié par un liant. La transmission spectrale de ce système à couches d'interférence est représentée à la fig. 2.

Il apparaît que, pour le système à couches d'interférence conforme à l'invention, la structure de bandes gênante a été largement éliminée alors que les autres qua-

lités de filtrage sont maintenues telles que la largeur de bande et l'effet d'arrêt ainsi que d'autres.

Exemple de réalisation 2

En se basant sur les conditions fixées à l'exemple de réalisation 1, l'exemple de réalisation 2 se fonde sur le système à couches d'interférence connu muni d'une structure à bandes, caractérisé symboliquement par verre/$NG_3NG_3NG_3NG_3NG_3N$/verre relié par un liant constitué par 5 groupes identiques de couches filtrantes G_3 = HN2HNH avec chacun 5 couches individuelles.

Les mêmes matières ont été utilisées que pour les couches de l'exemple 1.

La fig. 3 montre la transmission spectrale et la structure de bandes désavantageuse dans le domaine de la bande transparente du filtre. Les deux groupes extérieurs sont chacun remplacés par le groupe G_2 = H2NH de 3 couches individuelles selon l'invention de ce système de couches, groupe dans lequel le nombre des couches individuelles est diminué par la suppression des deux couches (H) individuelles par rapport à G_3.

Le nouveau système à couches d'interférence peut selon l'invention être symboliquement caractérisé par verre/$NG_2NG_3NG_3NG_3NG_2N$/verre relié par un liant.

La transmission spectrale plus élevée dans le domaine de transparence du filtre est due à l'absence des bandes d'absorption gênantes ainsi que cela ressort de la courbe de filtrage (fig. 5).

Exemple de réalisation 3

De façon analogue aux exemples de réalisation 1 et 2, un autre filtre d'interférence conforme à l'invention est considéré selon la caractéristique symbolique: verre/$G_3NG_4NG_4G3$/verre relié par un liant, dont le système de couches d'interférence est constitué par deux groupes intérieurs de couches filtrantes G_4 = HN4HNH et

par les deux groupes extérieurs de couches filtrantes G_3 = HN2HNH et par une couche individuelle N intermédiaire en une matière mentionnée à l'exemple 1.

Ici, la couche individuelle 2H centrale (g = 1) dans les deux groupes extérieurs de couches filtrantes G_3, selon l'invention, présente une épaisseur optique diminuée de $1/2\,\lambda_o$ par rapport à la couche individuelle 4H intermédiaire (g = 2) des deux groupes intérieurs G_4.

La courbe de filtrage représentée à la fig. 5 ne présente pas de structure de bandes défavorable dans le domaine de transparence du filtre.

Exemple de réalisation 4

En utilisant la même matière de couche que dans les exemples précédents, on se base sur un filtre d'interférences présentant la caractéristique verre/$G_3NG_3NG_5NG_3NG_3$/verre relié par un liant.

Les quatre groupes extérieurs de couches filtrantes G_3 avec G_3 = HN2HNH sont composés chacun de 5 couches individuelles alors que le groupe de couches filtrantes intérieur G_5 avec G_5 = HNH2NHNH est composé de 7 couches individuelles.

La courbe de filtrage représentée à la fig. 6 de ce filtre d'interférence ne montre pas de structure défavorable de bandes dans le domaine de transparence du filtre.

REVENDICATIONS

1 - Filtre d'interférence muni d'une bande transparente, constitué par un système de couches d'interférence appliqué sur un support transparent à la lumière et qui peut être fermé par un verre de couverture relié par un liant et qui se compose de plusieurs groupes de couches filtrantes superposées et symétriques, par exemple d'une structure de couches g2H, Hg2NH, HNg2HNH ou HNHg2NHNH, etc., qui sont à chaque fois reliés par une couche intermédiaire N, les couches non métalliques individuelles et transparentes à la lumière, H, N ou g2H, g2N des groupes de couches filtrantes présentant des indices de réfraction différents n_H et n_N ainsi qu'une épaisseur de couche optique de 1/4 de la longueur d'onde λ_o du filtre central ou un g multiple d'un nombre entier avec g = 1, 2, 3 du double de la valeur $1/4\,\lambda_o$, caractérisé en ce que le nombre des couches individuelles, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, est diminué du nombre des couches individuelles externes H ou N par rapport au nombre des couches individuelles dans un ou plusieurs groupes internes des couches filtrantes, et/ou par le fait que, dans un ou plusieurs groupes externes de couches filtrantes du système de couches d'interférence, l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée g2H ou g2N est inférieure à l'épaisseur optique de la couche individuelle centrale concernée dans un ou plusieurs groupes internes de couches filtrantes.

2 - Filtre d'interférence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couches individuelles N ou g2N disposent d'un indice de réfraction inférieur par rapport aux couches individuelles H ou g2H.

3 - Filtre d'interférence selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couches individuelles N ou

g2N présentent par rapport aux couches individuelles H ou g2H un indice de réfraction supérieur.

4 - Filtre d'interférence selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'indice de réfraction n_N de la couche intermédiaire N coïncide avec l'indice de réfraction n_T du support et, dans le cas d'un verre de couverture fixé par un liant, avec l'indice de réfraction n_K du liant de fixation du verre de couverture.

5 - Filtre d'interférence selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'en présence d'indices de réfraction différents pour la couche intermédiaire N du support et du verre de couverture, une couche intermédiaire supplémentaire peut être prévue entre le support et le système de couches d'interférence et/ou entre le système de couches d'interférence et le verre de couverture fixé par un liant, s'il existe.

2543696

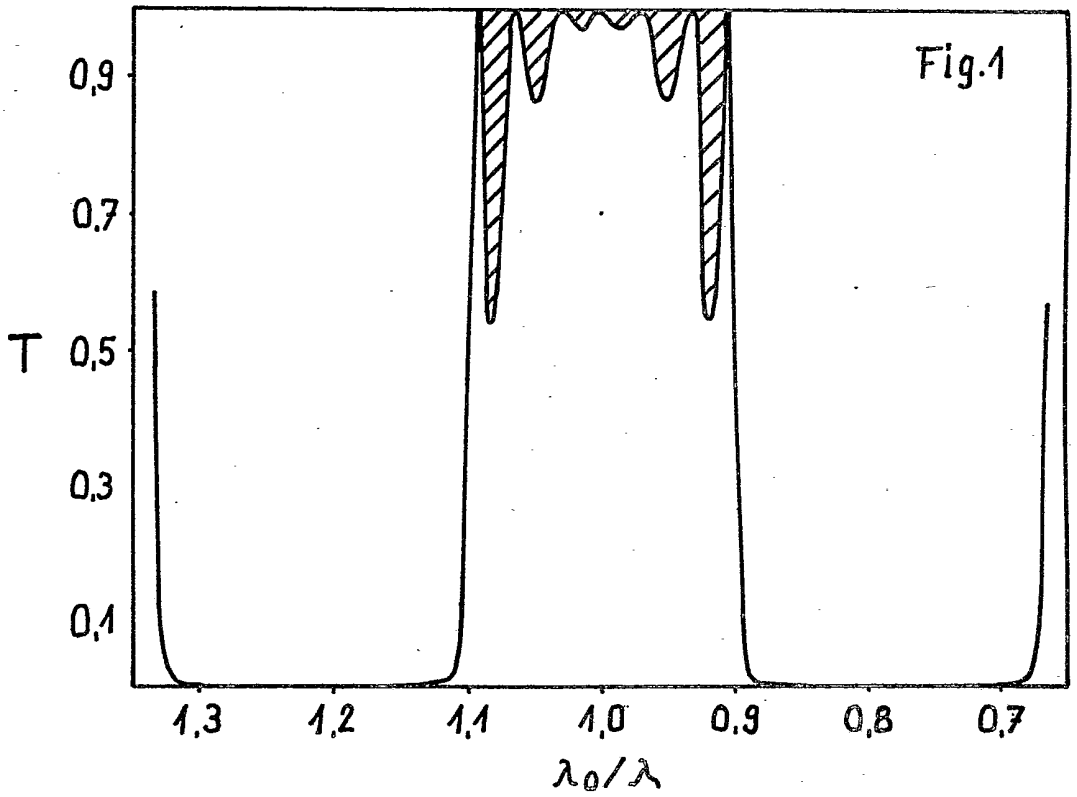


Fig.1

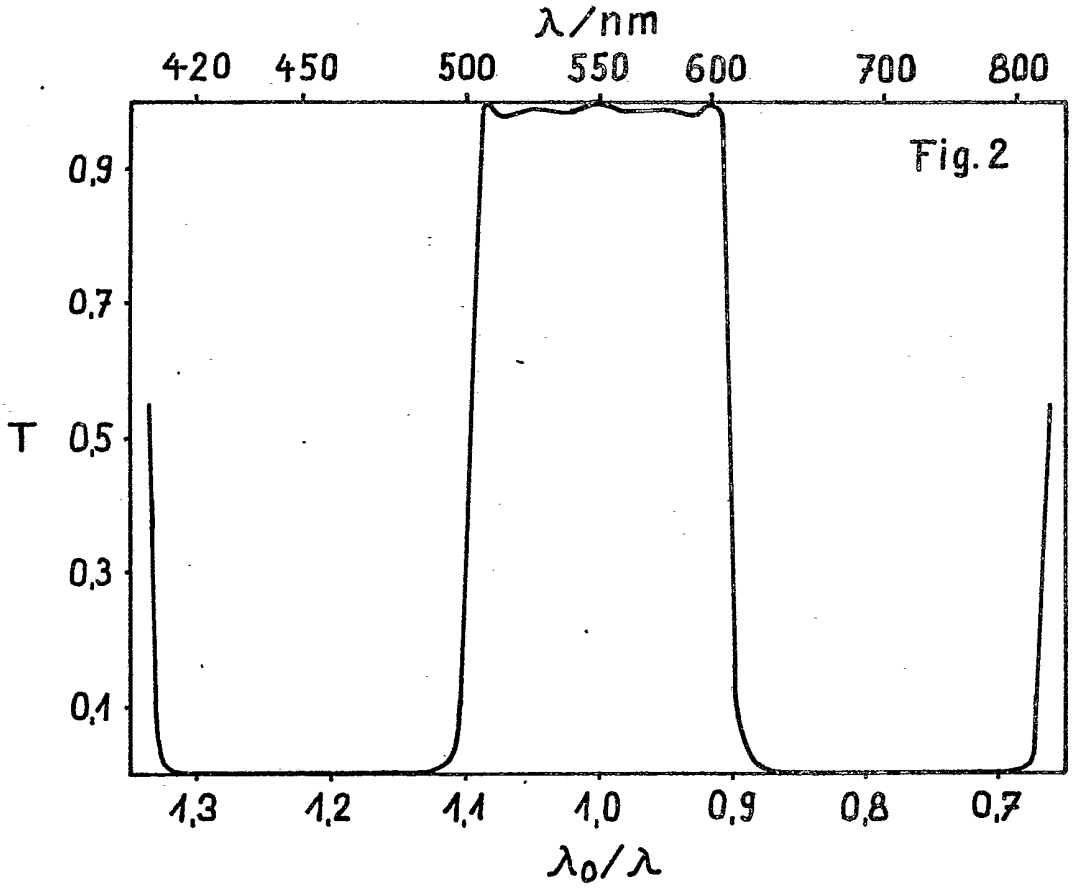


Fig.2

2543696

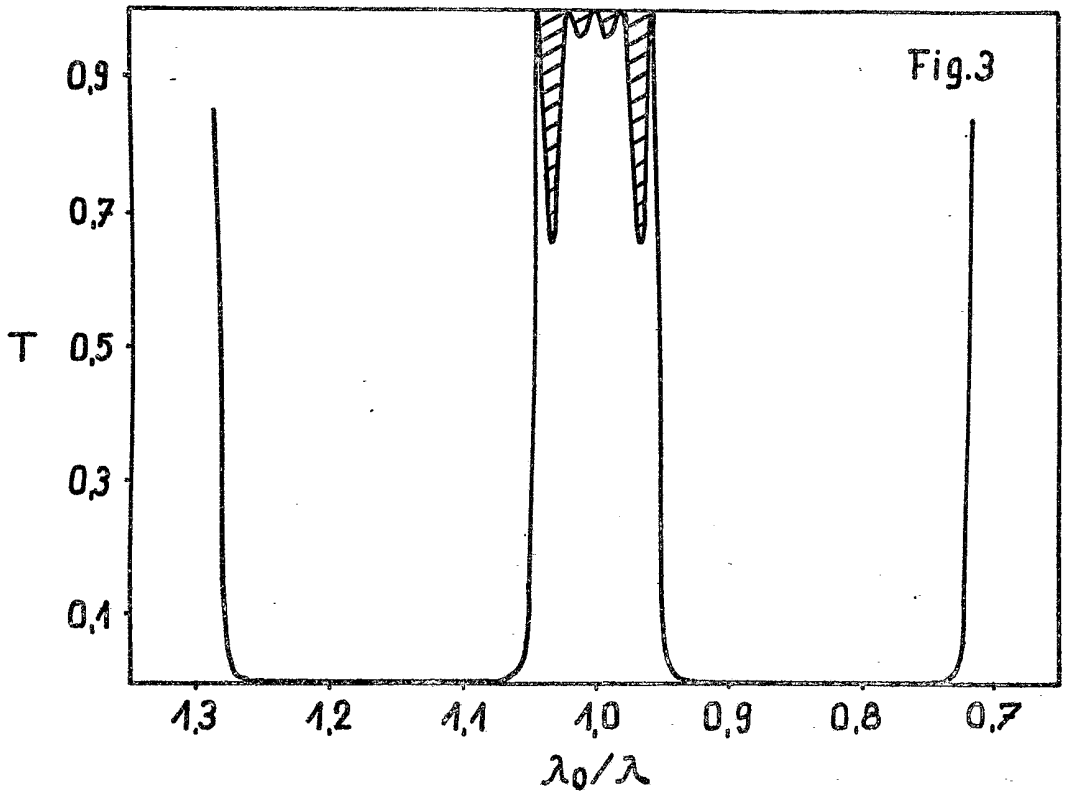


Fig.3

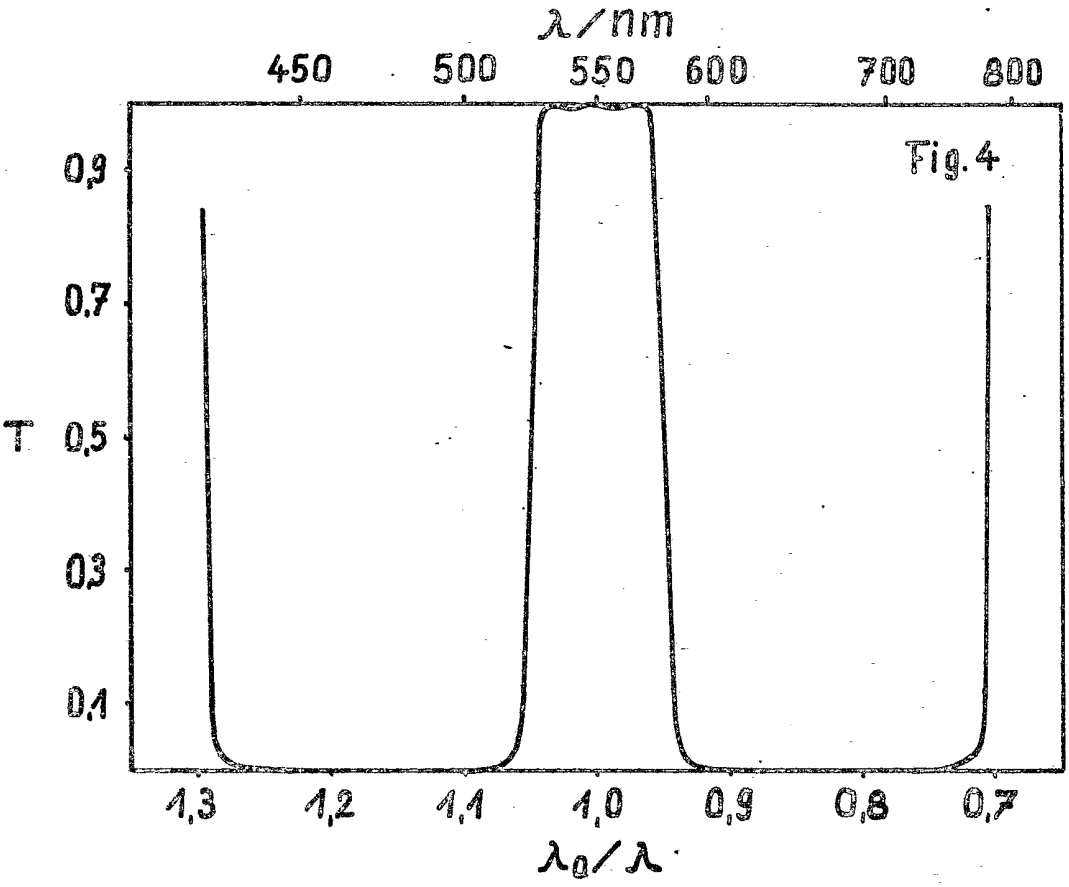


Fig.4

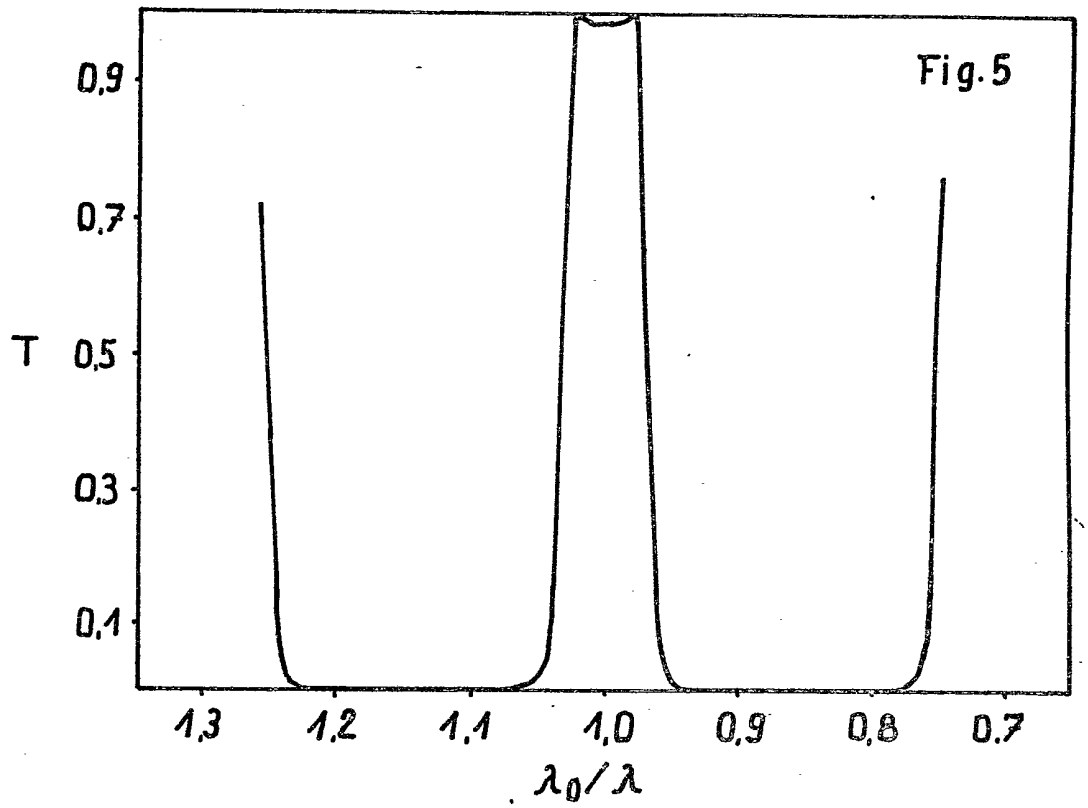

0,9
0,7
T 0,5
0,3
0,1
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
λ0/λ

Fig.5

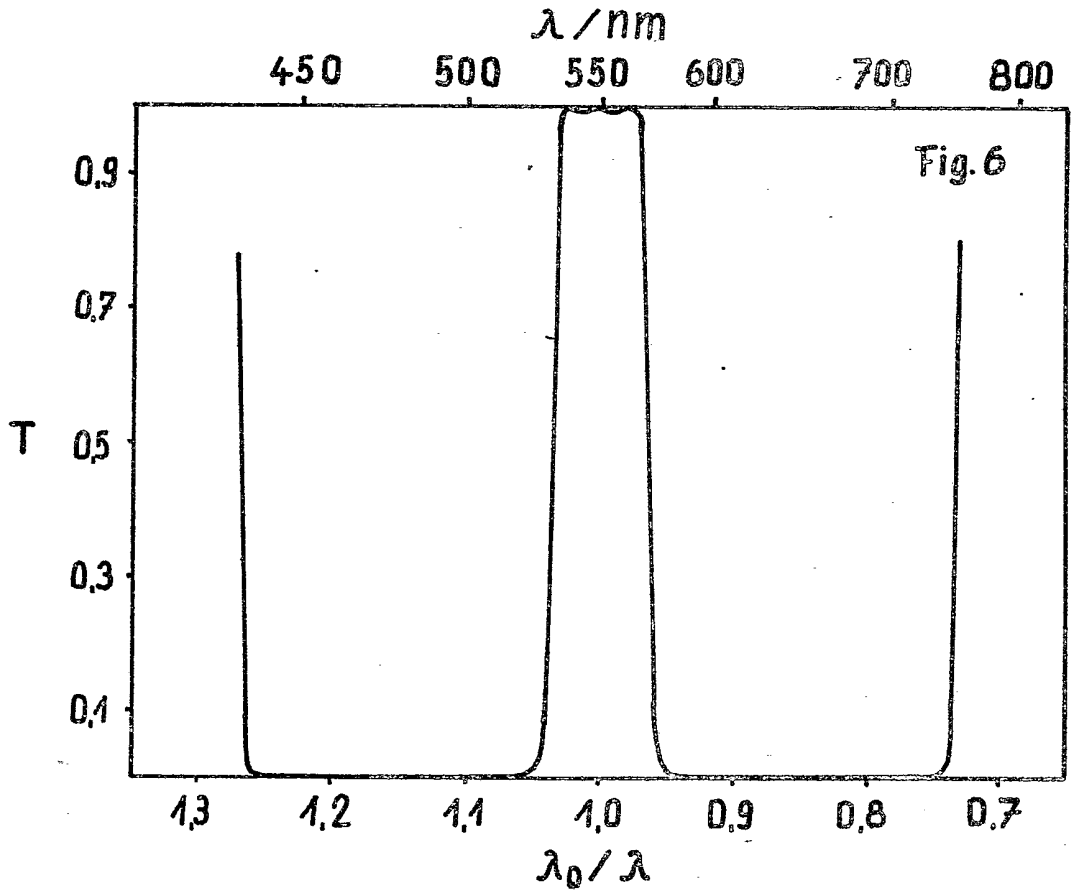

λ/nm
450
500
550
600
700
800
0,9
0,7
T 0,5
0,3
0,1
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
λ0/λ

Fig.6