



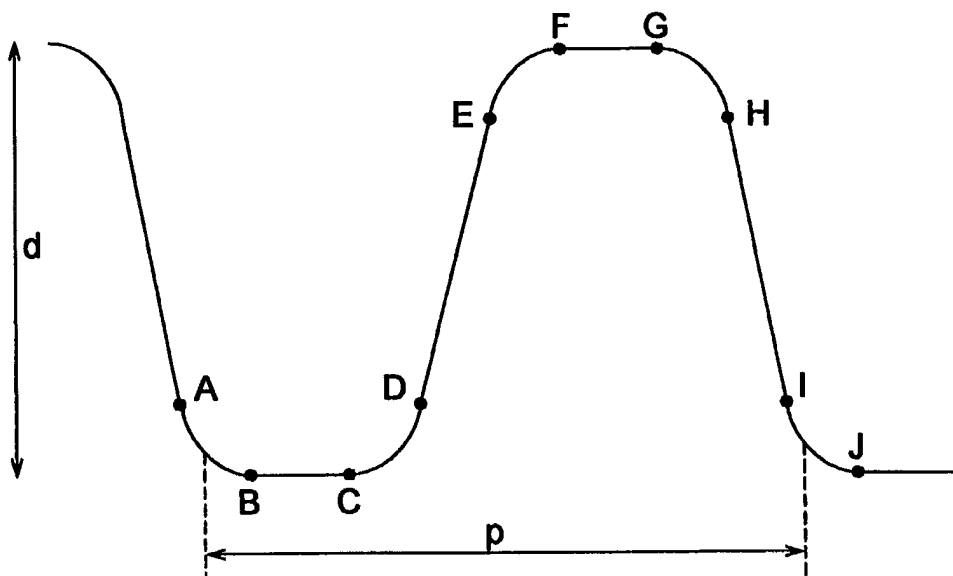
PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 G02B 5/18, 27/46	A1	(11) 国際公開番号 WO98/25167 (43) 国際公開日 1998年6月11日(11.06.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04419 (22) 国際出願日 1997年12月3日(03.12.97) (30) 優先権データ 特願平8/323147 1996年12月3日(03.12.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 呉羽化学工業株式会社 (KUREHA KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒103 東京都中央区日本橋堀留町一丁目9番11号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてののみ) 庄司益宏(SHOUJI, Masuhiro)[JP/JP] 〒979-01 福島県いわき市勿来町窪田片岸3-6 Fukushima, (JP) 市川幸男(ICHIKAWA, Yukio)[JP/JP] 〒974 福島県いわき市金山町月見台131-7 Fukushima, (JP) 上遠野浩樹(KATONO, Hiroki)[JP/JP] 〒974 福島県いわき市錦町落合1-7 Fukushima, (JP) 荻原武男(OGIHARA, Takeo)[JP/JP] 〒974 福島県いわき市錦町中迎2-3-6 Fukushima, (JP)	(74) 代理人 弁理士 長谷川芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.) 〒104 東京都中央区京橋二丁目13番10号 京橋ナショナルビル6F 創英国際特許事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: PHASE GRATING AND ITS MANUFACTURING METHOD

(54)発明の名称 位相型回折格子およびその製造方法



(57) Abstract

A phase grating which has a trapezoidal waveform cross section on its grating face side, has a trapezoid factor (B/A) of the trapezoidal waveform, is $0.006 \leq B/A < 1$ (where A is the difference in area between "a perfect trapezoid" circumscribing the trapezoidal waveform and "a sinusoidal curve" inscribing "the perfect trapezoid" and B is the difference in area between "the perfect trapezoid" and "the trapezoidal waveform"). The higher order diffracted light components of a conventional phase grating having a trapezoidal cross section are reduced and the decline of the MTF in a low space frequency region is reduced.

(57) 要約

格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子を、該台形波の台形係数 (B/A) が $0.006 \leq B/A < 1$ (A: 前記台形波に外接する「完全な台形」と、該「完全な台形」に内接する「サインカーブ」との面積の差、B: 該「完全な台形」と「台形波」との面積の差) となるように構成する。

上記により、従来の台形形状の断面を有する位相格子の高次回折光成分を低減化し、低空間周波数領域におけるMTFの低下を少なくした位相型回折格子が提供される。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SN	セネガル
AM	アルメニア	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
AT	オーストリア	GA	ガボン	LV	ラトヴィア	TD	チャード
AU	オーストラリア	GB	英国	MC	モナコ	TG	トーゴ
AZ	アゼルバイジャン	GE	グルジア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GH	ガーナ	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MK	マケドニア旧ユーゴス ラヴィア共和国	TR	トルコ
BE	ベルギー	GN	ギニア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニア・ビサウ	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	MW	マラウイ	US	米国
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
BS	バハマ	IE	アイルランド	NE	ニジェール	VN	ベトナム
CA	カナダ	IL	イスラエル	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CF	中央アフリカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CG	コンゴ共和国	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CH	スイス	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CI	コートジボワール	KG	キルギス	PT	ポルトガル		
CM	カメルーン	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
CN	中国	KR	韓国	RU	ロシア		
CU	キューバ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
CY	キプロス	LC	セント・ルシア	SE	スウェーデン		
CZ	チェコ	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール		
DE	ドイツ	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア		
DK	デンマーク	LR	リベリア	SK	スロヴァキア		
EE	エストニア	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ		
ES	スペイン						

明 細 書

位相型回折格子およびその製造方法

技術分野

5 本発明は、例えば光学的ローパスフィルタ（low-pass filter）として有用な位相型回折格子、および該回折格子の製造法に関する。本発明の回折格子は、ビデオカメラ、電子スチルカメラ、デジタルカメラ等の光学デバイスにおいて、CCD (Charge-Coupled Device)等の撮像素子を用いて画像を離散的に得る際に生じるエリアシング（波形歪み）を防止するための光学的ローパスフィルタとして、特に好適に使用可能である。

背景技術

15 一般に、離散的な（discrete）画素構成をとるCCD撮像素子等の固体撮像素子を用いたテレビカメラ等の光学デバイスにおいては、画像情報を光学的に空間サンプリングして出力画像を得ている。

20 この空間サンプリングにおいて、被写体にサンプリング周波数を超える高空間周波数成分が含まれている場合、被写体が本来有していない色合いや構造等に対応する「偽信号」が発生する現象が知られている。すなわち、撮像素子では採取できない高空間周波数成分（ナイキスト（Nyquist）周波数を超える空間周波数成分）は画像情報として再現することは出来ないため、エリアシングが発生し、このエリアシングが、撮影画像にモアレ縞、偽色等を発生させる原因となる。撮影画像のこのようなモアレ縞、偽色等の発生を抑制するため、従来より、光学的ローパスフィルタを撮像系（CCDの前）に配置して、被写体の高空間周波数成分を制限することにより、画質の改善が行われて来た。該光学的ローパスフィルタとしては水晶の複屈折を利用したものが多用されて来たが、水晶板を用いた場合、装置コストが高くなる等の問題がある。

このため、透明なガラスまたはプラスチック板の上に、光の波長程度の深さの凹凸を有する位相型回折格子を形成し、該回折格子の回折効果を利用して光学的ローパスフィルタとして用いることが行われており、その伝達特性（Modulation Transfer Function、MTF）については、文献 APPLIED OPTICS Vol. 11、No. 11、p. 2463-2472（1972）；Journal of the SMPTE Vol. 81、p. 282-285等に記載されている。

位相格子を利用した光学的ローパスフィルタのMTF伝達特性に関しては、低空間周波数領域におけるMTF値が画像の再現性の点から重要であり、該低空間周波数領域におけるMTF値が大きい方が、再現された画像のコントラストに好影響を与えることが知られている。

一方、位相格子の形状とMTF値との関係では、これまでに、矩形波、三角波、台形波、正弦波等の断面形状を有する位相格子の形状におけるMTFについて、報告がなされている（前述した文献：APPLIED OPTICS Vol. 11、No. 11、p. 2463-2472（1972）；Journal of the SMPTE Vol. 81、p. 282-285を参照）。

上記した正弦波状の位相格子は、0 次、 ± 1 次回折光までの回折光しか射出せず、低域の MTF が前述の種々の断面形状の中で最も大きなものである。しかしながら、断面が正弦波状で深さが光の波長程度の溝を一定の面積に均一に形成することは現実には極めて困難であるため、実際上は矩形波または台形波の断面形状における検討が行われていた。

しかしながら、これら矩形波、台形波の形状では正弦波形状に比較して、高次光成分の回折が多く、すなわち低空間周波数におけるMTF値の低下が大きく、画像再現時のコントラストの低下が生じるため、その改良が望まれていた。

本発明の目的は、従来の台形形状の断面を有する位相格子の高次回折光成分を低減化し、低空間周波数領域におけるMTFの低下を少なくした位相型回折格子を提供することにある。

本発明の他の目的は、簡便で且つ低コスト化が可能な、上記位相型回折格子の製造法を提供することにある。

発明の開示

- 5 本発明者らは鋭意研究の結果、位相格子の台形波断面を構成する 1 単位周期の台形状部分を「角とり」してなる特定の形状とすることが、高次回折光の射出を減少させるのみならず、低空間周波数領域における M T F 値低下を減少させることを見いだした。

- 10 本発明の位相型回折格子は上記知見に基づくものであり、より詳しくは、少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；該台形波を構成する 1 単位周期の台形状部分 A ~ J が、下記（定義）に示す上辺部、下辺部、および 2 つの斜辺を構成する 4 本の直線と、これらを結ぶ 4 本の曲線とからなり、該上辺部、下辺部、および 2 つの斜辺を構成する直線が、下記（条件 1）を満足し、且つ、該直線同士を結ぶ曲線が下記（条件 2）を満足することを特徴とする
15 ものである。

（台形状部分の定義）

台形状部分：曲線 A B、直線 B C、曲線 C D、直線 D E、曲線 E F、直線 F G、曲線 G H、直線 H I、および曲線 I J からなる、

台形状部分の高さ : d 、

- 20 台形状部分の周期 : p 、

高さ $d/2$ の直線と台形部分形状の交点 k , l , m における台形状部分の 1 次微分係数を傾きとする直線 : O P, Q R, S T、

台形波状波形の高さ 0 の点を結んだ直線 : P T、

台形波状波形の高さ d の点を結んだ直線 : O S、

- 25 接線 O P, Q R, S T ならびに直線 P Q, R S から構成された台形波 : P ~ T、
上記台形波の上辺、下辺、2 つの斜辺の直線 P T への射影の長さ : それぞれ u 、

v、w、およびx、

台形波を構成する1単位周期の台形状部分A～Jの上辺部直線FG、下辺部直線BC、2つの斜辺を構成する直線DE、およびHIの直線PTへの射影の長さをそれぞれ： u' 、 v' 、 w' 、 x' 。

5 (条件1)

$$0 \leq u' / u < 0.90$$

$$0 \leq v' / v < 0.90$$

$$0 \leq w' / w < 0.90$$

$$0 \leq x' / x < 0.90$$

10 (但し、 $u + v + w + x = p$)

(条件2)

曲線ABは下に凸な曲線の一部をなす、

曲線CDは下に凸な曲線の一部をなす、

曲線EFは上に凸な曲線の一部をなす、

15 曲線GHは上に凸な曲線の一部をなす、

曲線IJは上に凸な曲線の一部をなす。

本発明によれば、更に、少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；該台形波の台形係数(B/A)が $0.006 \leq B/A < 1$

20 (A：前記台形波に外接する「完全な台形」と、該「完全な台形」に内接する「サインカーブ」との面積の差、B：該「完全な台形」と「台形波」との面積の差)であることを特徴とする位相型回折格子が提供される。

本発明によれば、更に、円形断面を有する線状部材が複数平行に配置されてなるマスキング部材であって、基板の格子パターン堆積面上に配置されたマスキング部材を用い；

25 該マスキング部材側から前記基板表面への気相堆積 (vacuum vapor

deposition) により、台形波状の格子パターンを前記基板上に堆積させることを特徴とする位相型回折格子の製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

5 図1は、従来の台形形状の断面を有する位相型回折格子の断面形状を示す模式断面図である。

図2は、台形波パターン（滑らかな肩部を有する）の断面を有する本発明の位相型回折格子の断面形状を示す模式断面図である。

図3は、上記図1と図2とを重ねた状態を示す模式断面図である。

10 図4は、「完全な台形」と、サインカーブとの面積の差Aを説明するための模式断面図である。

図5は、「完全な台形」と、本発明の台形波パターン（滑らかな肩部を有する）との面積の差Bを説明するための模式断面図である。

図6は、本発明の位相型回折格子の一態様を示す模式断面図である。

15 図7は、本発明の位相型回折格子の製造方法（母型の作製法）の一例を説明するための模式断面図である。

図8は、本発明の位相型回折格子の製造方法（母型からのレプリカの作製法）の一例を説明するための模式断面図である。

20 図9は、実施例で得られた本発明の位相型回折格子の実際の断面測定結果を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

以下、必要に応じて図面を参照しつつ本発明を更に具体的に説明する。以下の記載において量比を表す「部」および「%」は、特に断らない限り質量基準とする。

25

（位相格子の断面形状）

本発明の位相格子の断面形状の説明に先立ち、まず従来の位相格子の断面形状について述べる。従来の位相格子の断面形状の例を、図1の模式断面図に示す。この図1は、ピッチが p の台形状の位相格子の断面を、深さ方向を拡大して示している。

5 図1を参照して、台形波の1周期を構成するに際し、辺OP、PQ、QR、RS、およびSTは直線であり、辺OPとPQ、辺PQとQR、辺QRとRS、および辺RSとSTは、それぞれ鋭角または鈍角をなしている。

図2は、本発明の台形波位相格子（ピッチが p ）の断面形状を示す模式断面図である。この図2の断面形状は、上記した図1の台形状（従来のもの）と比較して、該台形の4カ所の角部が、それぞれ曲線で構成されている。

上記した図1と図2とを重ねて得られる図3の模式断面図を用いて、上記の断面形状を更に詳細に説明する。

図3を参照して、上述した図1に示す台形と、図2に示す台形波は、同一のピッチ p を有しており、図2に示す台形波は、図1の台形波の角を曲線状にした形状を有している。

より詳細には、断面形状が台形波状である位相格子において、該台形波形を構成する1単位周期の台形波形状部分A～Jが上辺部、下辺部、2つの斜辺、を構成する4本の直線と、これらを結ぶ4本の曲線とからなり、かつ該上辺部、下辺部、および2つの斜辺を構成する直線が下記（条件1）を満足し、かつ該直線同士を結ぶ曲線が下記（条件2）を満足する台形状部分となっていることを特徴とする。

<台形状部分の定義>

台形状部分：曲線AB、直線BC、曲線CD、直線DE、曲線EF、直線FG、曲線GH、直線HI、および曲線IJからなる、

25 台形状部分の高さ : d 、

台形状部分の周期 : p 、

高さ $d/2$ の直線と台形部分形状の交点 k, l, m における台形状部分の 1 次微分係数を傾きとする直線: OP, QR, ST 、

台形波状波形の高さ 0 の点を結んだ直線: PT 、

台形波状波形の高さ d の点を結んだ直線: OS 、

5 接線 OP, QR, ST ならびに直線 PQ, RS から構成された台形波: $P \sim T$ 、

上記台形波の上辺、下辺、2 つの斜辺の直線 PT への射影の長さ: それぞれ u, v, w 、および x 、

台形波を構成する 1 単位周期の台形状部分 $A \sim J$ の上辺部直線 FG 、下辺部直線 BC 、2 つの斜辺を構成する直線 DE 、および HI の直線 PT への射影の長さ
10 をそれぞれ: u', v', w', x' 。

<条件 1>

$$0 \leq u' / u < 0.90$$

$$0 \leq v' / v < 0.90$$

$$0 \leq w' / w < 0.90$$

15 $0 \leq x' / x < 0.90$

(但し、 $u + v + w + x = p$)

<条件 2>

曲線 AB は下に凸な曲線の一部をなす、

曲線 CD は下に凸な曲線の一部をなす、

20 曲線 EF は上に凸な曲線の一部をなす、

曲線 GH は上に凸な曲線の一部をなす、

曲線 IJ は上に凸な曲線の一部をなす。

上記 (条件 1) においては、下記の条件が満たされることが、MTF 特性改善の点から更に好ましい。

25 $0 \leq u' / u \leq 0.80$

$$0 \leq v' / v \leq 0.80$$

$$0 \leq w' / w \leq 0.80$$

$$0 \leq x' / x \leq 0.80$$

上記（条件１）においては、下記の条件が満たされることが、特に好ましい。

$$0 \leq u' / u \leq 0.60$$

$$5 \quad 0 \leq v' / v \leq 0.60$$

$$0 \leq w' / w \leq 0.60$$

$$0 \leq x' / x \leq 0.60$$

である。

（台形係数）

10 本発明において、上記した位相格子の特定の断面形状（台形波）は、「台形係数」で定義することも可能である。ここに「台形係数」とは、図４に示すような前記台形波に外接する「完全な台形」と、該「完全な台形」に内接する「サインカーブ」との面積の差Ａと、図５に示すような上記「完全な台形」と、本発明の「台形波状」との面積の差Ｂとの比（Ｂ／Ａ）で定義される。

15 本発明において、上記「台形係数」（Ｂ／Ａ）は、 $0.006 \leq B/A < 1$ であることが好ましく、更には $0.02 \leq B/A < 1$ 、更に好ましくは $0.1 \leq B/A < 1$ （特に $0.15 \leq B/A < 1$ ）であることが好ましい。

本発明において、位相格子の表面に形成するパターンを上記のような特定の形状とすることにより、従来用いられてきた矩形又は台形パターン（図１）を有する位相型回折格子のＭＴＦと比較して、低域におけるＭＴＦ値の落ち込みを少なくすることが可能となる。

20 加えて、本発明の特定の台形波形状を表面に形成した位相格子を、（ＣＣＤ等を用いた）撮像系に適用することにより、従来の矩形または台形パターン（図１）を表面に形成した位相格子と比較して、コントラストの良い画像を得ることが可能となる。

（回折格子）

図6は、本発明の位相型回折格子の実際の態様の一例を示す模式断面図である。図6を参照して、この態様における回折格子は、透明な基板1（ガラス、プラスチック等からなる）と、該基板1上に配置された台形波の断面形状を有する格子パターン2（ SiO_2 、ガラス等の複合酸化物、等からなる）とから構成される。

5 上記した基板1と格子パターン2とは、同一の材料から構成されていてもよく、また必要に応じて、異なる材料から構成されていてもよい。格子パターン2を簡便な方法で形成可能な点からは、該格子パターン2の材料は、気相堆積法により堆積可能な材料（例えば、 SiO_2 、ガラス等の複合酸化物、 TiO_2 等）であることが好ましい。一方、再現性よくレプリカを作製容易な点からは、基板1の
10 材料は重合によりポリマーを形成させる際の熱に耐える耐熱性の材料（例えば、ガラス、金属、プラスチック等の有機物、等）であることが好ましい。

上記した本発明の回折格子は、上記した所定の台形波の断面形状を有する限り、その製造方法は特に制限されない。例えば、機械的刻線法、2光束干渉法、エッチング法、気相堆積法等の方法が特に制限なく使用可能である（このような回折
15 格子の製造法の詳細については、例えば、小瀬輝次ら編「光工学ハンドブック」第527～531頁（1968年）朝倉書店を参照することができる）。

（第1の製造法）

次に、上記した特定の台形波パターン（図2）を表面に形成してなる本発明の位相型回折格子の好適な製造法について述べる。

20 図7の模式断面図を参照して、上記回折格子の第1の製造法においては、気相堆積法を用いて基板1の表面に膜状の格子パターン2を形成する際に、断面が円形状の線材3をマスキング部材として用いる。このように断面が円形状の線材3をマスキング部材として用いることにより、図7に示すように、気相堆積 vacuum vapor deposition（ないし蒸着）時、にマスキング部材の影となる部分に対して
25 も気相堆積膜の回り込みが生じ、本発明の台形波パターン（図2）を再現性良く形成することが可能となる。

使用できる線材 3 の直径 (L) は、格子のピッチ寸法 (P) より小さいものである限り、必要とされる台形波パターン 2 の形状 (上下の対称性の程度) に応じて、適宜選択可能である。目的とする M T F 特性の必要に応じ、上記した線材 3 の直径 (L) と格子のピッチ寸法 (P) との比 (L/P) は、0.01~0.9
5 5 程度、更には 0.1~0.9 程度であることが好ましい。

線材 3 の材質は、線材として加工可能なものであれば使用可能であり、例えば、通常の金属 (単体又は合金)、セラミック、炭素繊維、プラスチック等の材料が使用可能である。格子ピッチ、格子形状の再現性の点からは、気相堆積時に脱ガスが小さく、熱膨張による変形の少ない材料 (例えば、チタン、ステンレス等の
10 金属材料、セラミック、等) を線材 3 として用いることが好ましい。

回折格子の製造に適用可能な気相堆積法としては、真空蒸着法 (vacuum evaporation、例えば、抵抗加熱型または電子ビーム型の真空蒸着)、イオンビーム気相堆積法、D C (直流) または R F (高周波) スパッタリング法、C V D (化学的気相堆積) 等の基板面に薄膜を形成する手段として通常用いられる各種
15 の方法が特に制限なく使用可能である。該気相堆積時には、必要に応じて、基板を加熱してもよい。

上記した台形波パターン 2 をその上に形成すべき基板 1 として本製造法に使用可能な材料は、光線を透過することが可能である限り、特に制限されない。ガラス、プラスチック、無機結晶等、気相堆積用の基板として使用可能なものであれば、
20 通常は本製造法に使用可能である。該基板 1 を選択する際に、必要に応じて、紫外、可視、赤外線波長の特定の波長を吸収および／又は反射する色フィルタ作用を具備する基板 1 を使用することも可能である。

(第 2 の製造法)

第 2 の製造法は、上記した台形波パターン 1 がガラス板 2 上に形成されている
25 ものを母型として用いて、注型重合法により回折格子 (レプリカ) を得るものである。

本製造法で用いる台形波パターン 2 がガラス板 1 上に形成されてなる基板（母型）としては、上述した第 1 の製造法により得たものを使用することができる。この台形波パターン 2 を有するガラス板 1 を、注型重合の際の母型として用いることにより、容易にかつ低コストで、本発明の台形波パターンを合成樹脂製レプリカ品の表面に転写させることができる。

このような注型重合の際に使用可能な重合性官能基を有する単量体としては、単官能単量体として、メチル（メタ）アクリレート、エチル（メタ）アクリレート、*n*-ブチル（メタ）アクリレート、*t*-ブチル（メタ）アクリレート、イソブチル（メタ）アクリレート、2-エチルヘキシル（メタ）アクリレート、イソデシル（メタ）アクリレート、*n*-ラウリル（メタ）アクリレート、トリデシル（メタ）アクリレート、*n*-ステアシル（メタ）アクリレート、イソボルニル（isobornyl）（メタ）アクリレート、メトキシエチル（メタ）アクリレート、エトキシエチル（メタ）アクリレート、フェノキシエチル（メタ）アクリレート等が、必要に応じて 2 種以上組み合わせて使用可能である。

上記した単量体に加えて、必要に応じて、重合官能基を複数有する多官能単量体を用いても良い。このような多官能単量体としては、エチレングリコール誘導体のジ（メタ）アクリレート、ブタンジオールジメタクリレート、ヘキサジオールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトール（メタ）アクリレート誘導体、各種ウレタンアクリレート、エポキシエステルの（メタ）アクリレート等が、必要に応じて 2 種以上組み合わせて使用可能である。

回折格子として必要な物性、例えば屈折率、熱変形温度、加熱時の着色性、剛性率等の要求特性に対応して、これらの単量体を適宜混合した混合単量体として使用しても良い。

重合法としては、例えば、図 8 の模式断面図に示すように、本発明になる台形波パターンを表面に形成した母型 1 1 を、その形成面側を内側にした状態で、片

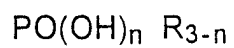
面又は両面に所定の間隔をあけて、他の表面研磨母型 1 2 をセットし、これらの母型の周辺を液漏れしないようにシール 1 3 した後、重合開始剤（例えば、過酸化化物）を上記の単量体 1 4 中に適当量添加混合したものを母型間の空隙に注入する。該単量体の注入完了後に、加熱（例えば、オーブン中で加熱）する等の手段により、母型中の単量体を重合・固化させればよい。

本発明の回折格子にあっては、フィルタの片面または両面に位相格子が形成されていてもよい。位相格子がフィルタの両面に形成されている場合、フィルタの一方の面側に形成した位相格子で CCD 素子の水平方向のナイキスト空間周波数に対応したカットオフ特性を有する MTF 特性を持たせ、且つ、フィルタの他方の面側に形成した位相格子で CCD 素子の垂直方向のナイキスト空間周波数に対応したカットオフ特性を有する MTF 特性を持たせることができる。

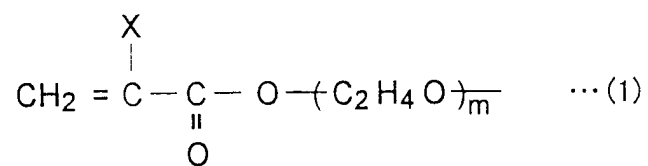
本発明の位相格子は、通常はストライプ状（線状）であるため、フィルタの両面に位相格子が形成されている場合、CCD の水平方向、垂直方向に効率よく光学的低パスフィルタ機能を発揮させる点からは、両面の線状位相格子の格子線が互いになす角度を、 $80 \sim 100^\circ$ 、更には $85 \sim 95^\circ$ （特に $88 \sim 92^\circ$ ）とすることが好ましい。この角度が 80° 未満または 100° を越える場合には、CCD に対する光学的低パスフィルタとしての機能が低下する傾向がある。

本発明の回折格子を形成するための材料は、ガラス、透明プラスチック等の波長選択性のない材料が使用可能である。回折格子を形成する材料自体に近赤外線吸収性を付与し、CCD 素子等の感度を補正（視感度補正）する機能を具備させる点からは、該材料は、下記式（1）（化 1）で表されるリン酸基含有単量体、及びこれと共重合可能な単量体からなる単量体組成物を共重合して得られる共重合体と、2 価の銅イオンを主成分とする金属イオン成分を含有してなるものであることが好ましい。

[化 1]



〔但し、Rは



(Xは水素原子またはメチル基を示し、mは1～5の整数を示し、nは1または2である。)

(2価の銅イオン含有ポリマーの製法)

透明性基体が2価の銅イオン含有ポリマーからなる場合、銅イオンの分散性の点からは、上記リン酸基含有単量体(1)および共重合性単量体からなる単量体混合物から得られる共重合体中に、銅イオンを主成分とする金属イオンが含有されてなることが好ましい。

上記リン酸基含有単量体(1)は、後述する銅イオンと結合可能なリン酸基を分子構造中に有している。このようなリン酸基を介して銅イオンを保持してなる共重合体は、近赤外領域に特徴ある光吸収特性を示すものとなる。

上記したリン酸基含有単量体の分子構造中において、エチレンオキサイド基を介して、ラジカル重合性の官能基たるアクリロイルオキシ基またはメタクリロイルオキシ基が結合されているため、該リン酸基含有単量体は極めて共重合性にとみ、種々の単量体との共重合を行うことが可能となる。

更に、この単量体分子中にはリン酸基が結合しており、このリン酸基が銅イオンと結合するため、可視光域の透過率が高く、かつ近赤外領域の波長光を効率よく吸収する重合体となる。

上記式(1)において、Rは繰り返し数がmであるエチレンオキサイド基が結合したアクリル基(X=水素原子)またはメタクリル基(X=メチル)である。

上記R中のmは1~5の整数を示す。mが5を越えると、得られる共重合体の硬度が低下する傾向があり、回折格子としての実用性を低下させる可能性が生ずる。

又、水酸基の数nは、回折格子の成型方法や、該格子の使用目的・用途等に応じて、1または2のいずれかの値を採ることができる。nの値が2の場合、上記のリン酸基含有単量体(1)は、銅イオン等のイオン性金属成分との結合性が大きく、ラジカル重合性の官能基の数が1個の単量体となる。一方、nの値が1の場合、上記のリン酸基含有単量体(1)は、ラジカル重合性の官能基の数が2個で、架橋重合性を有する単量体となる。

従って、本発明の回折格子を構成する回折格子基体を、熱可塑性樹脂の一般的

な成形加工法である射出成形或いは押出成形により製造する場合においては、 n が2であるリン酸基含有単量体(1)を用いることが好ましい。しかしながら、本発明において採用可能な成形法はこれらに限定されない。

このように、本発明においては、光学回折格子の性能や成形法或いは使用目的に応じて n の値を選択することができるが、銅イオンの単量体への溶解性の点からは、 $n=1$ であるリン酸基含有単量体(1)と、 $n=2$ であるリン酸基含有単量体(1)とを併用することが好ましい。この併用の場合、 $n=1$ の単量体(1)と $n=2$ の単量体(1)とをモル比で1:5 ~ 5:1 (更には、3:5 ~ 5:3)となる割合で用いる場合には、当該混合単量体に対して、銅イオンを主体とする金属イオンの供給源である金属化合物の溶解性が高まるので好ましい。特に、これら2種類のリン酸基含有単量体を、それぞれがほぼ等量となる割合(例えば、モル比で $(n=1)/(n=2)=4/6 \sim 6/4$ の割合、更には4.5/5.5 ~ 5.5/4.5の割合)で用いることが好ましい。

本発明の回折格子の主要部を構成する重合体としては、リン酸基含有単量体(1)と、これと共重合可能な単量体とを含む共重合体が好適に用いられる。このような共重合体は、リン酸基含有単量体(1)の単独重合体(ホモポリマー)に比べて、吸湿量が低減し、柔軟性が向上し、しかも形状保持性に優れた成形物を容易に与えることができる。

このような共重合性単量体は、(1)リン酸基含有単量体(1)と均一に溶解混合し、(2)リン酸基含有単量体(1)とのラジカル共重合性が良好であり、且つ(3)光学的に透明な共重合体を与える限り、特に限定されない。

しては、例えば、メチルアクリレート、メチルメタクリレート、エチルアクリレート、エチルメタクリレート、2-ヒドロキシエチルアクリレート、2-ヒドロキシエチルメタクリレート、 n -プロピルアクリレート、 n -プロピルメタクリレート、2-ヒドロキシプロピルアクリレート、2-ヒドロキシプロピルメタクリレート、 n -ブチルアクリレート、 n -ブチルメタクリレート、イソブチル

アクリレート、イソブチルメタクリレート、2-ヒドロキシブチルアクリレート、
2-ヒドロキシブチルメタクリレート、n-ヘキシルアクリレート、n-ヘキシル
メタクリレート、n-ヘプチルアクリレート、n-ヘプチルメタクリレート、
n-オクチルアクリレート、n-オクチルメタクリレート、2-エチルヘキシル
5 アクリレート、2-エチルヘキシルメタクリレート、グリシジルアクリレート、
グリシジルメタクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルアクリ
レート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルメタクリレート、フェノキシ
ポリエチレングリコールアクリレート、フェノキシポリエチレングリコールメタ
クリレート、メトキシポリエチレングリコールアクリレート、メトキシポリエチ
10 レングリコールメタクリレート、3-クロロ-2-ヒドロキシプロピルアクリ
レート、3-クロロ-2-ヒドロキシプロピルメタクリレート等の単官能アクリ
レートやメタクリレート（以下、単官能（メタ）アクリレートともいう。）類。

エチレングリコールジアクリレート、エチレングリコールジメタクリレート、
ジエチレングリコールジアクリレート、ジエチレングリコールジメタクリレート、
15 ポリエチレングリコールジアクリレート、ポリエチレングリコールジメタクリ
レート、ポリプロピレングリコールジアクリレート、ポリプロピレングリコール
ジメタクリレート、1,3-ブチレングリコールジアクリレート、1,3-ブチ
レングリコールジメタクリレート、1,4-ブタンジオールジアクリレート、1,
4-ブタンジオールジメタクリレート、1,6-ヘキサジオールジアクリレー
20 ト、1,6-ヘキサジオールジメタクリレート、ネオペンチルグリコールジア
クリレート、ネオペンチルグリコールジメタクリレート、2-ヒドロキシ-1,
3-ジメタクリロキシプロパン、2,2-ビス〔4-（メタクリロキシエトキ
シ）フェニル〕プロパン、2-ヒドロキシ-1-アクリロキシ-3-メタクリロ
キシプロパン、トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリメチロールプ
25 ロパントリアクリレート、ペンタエリトリットトリアクリレート、ペンタエリ
トリットトリメタクリレート、ペンタエリトリットテトラアクリレート、ペンタエ

リトリットテトラメタクリレート等の多官能アクリレートあるいはメタクリレート類。

5 アクリル酸、メタクリル酸、2-メタクリロイルオキシエチルコハク酸、2-メタクリロイルオキシエチルフタル酸等のカルボン酸、スチレン、 α -メチルスチレン、クロルスチレン、ジブロムスチレン、メトキシスチレン、ジビニルベゼン、ビニル安息香酸、ヒドロキシメチルスチレン、トリビニルベンゼン等の芳香族ビニル化合物を挙げることができる。これらの単量体は単独で、或いは必要に応じて2種以上組み合わせて用いることができる。

10 本発明において、上記リン酸基含有単量体(1)が共重合体用の単量体混合物100質量部に占める割合は、3~60質量部(更には、5~50質量部)であることが好ましい。この割合が3質量部未満では、所定の光吸収特性が低下する傾向がある。一方、該割合が60質量部を越える、柔軟で吸湿性の大きな成形物が生成する傾向がある。

15 本発明の回折格子の主要部に用いられる共重合体は、通常、リン酸基含有単量体(1)と、これと共重合可能な上記単量体とをラジカル重合することによって得ることができる。この際、後述する「イオン性金属成分」は、その供給源となる金属化合物を単量体混合物に溶解・混合させてラジカル重合を行うことも可能である。ラジカル重合方法は特に限定されず、例えば、通常のラジカル重合開始剤を用いた塊状(キヤスト)重合、懸濁重合、乳化重合、溶液重合等の公知の方法が使用可能である。

20 本発明の回折格子用基体を構成するポリマーが銅イオンを主成分とする金属イオンとを含有してなるポリマーからなる態様においては、該金属イオンは、前記共重合体中に含有されたリン酸基との相互作用に基づき近赤外領域の波長光を効率よく吸収する作用を発揮する。この金属イオンは2価の銅イオンを主体とし、25 他の金属イオンが少量含まれていても差し支えない。ここに、「銅イオンを主成分とする」とは、前記ポリマー中の全ての金属イオンに対して、銅イオンが占め

る割合が50（質量）%以上であることを意味する。銅イオンの割合が50%未満である場合には、得られる回折格子の近赤外領域の波長光の吸収効率が低下する傾向がある。近赤外領域の吸収効率の点からは、銅イオンの割合は70%以上（更には80%以上）であることが好ましい。

5 この銅イオンを主体とする金属イオンは、本発明の共重合体100質量部当たり0.1～20質量部（更には、0.5～15質量部）で用いることが好ましい。この金属イオン量が0.1質量部未満では、近赤外領域の波長光吸収の効率が低下する。一方、該金属イオン量が20質量部を越えると、共重合体中に均一に分散させることの困難性が増す。

10 本発明における銅イオンは、種々の銅化合物から供給することが可能である。該銅化合物の具体例としては、例えば、酢酸銅、塩化銅、ギ酸銅、ステアリン酸銅、安息香酸銅、エチルアセト酢酸銅、ピロリン酸銅、ナフテン酸銅、クエン酸銅等の無水物や水和物を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

15 また、本発明において全金属イオン量の20質量%未満の範囲内で、ナトリウム、カリウム、カルシウム、鉄、マンガン、コバルト、マグネシウム、ニッケル、亜鉛等の「他の金属イオン」を、必要に応じて用いることができる。

20 銅イオンを主体とする金属イオンを、本発明の回折格子を構成する重合体（ないし共重合体）中に含有させる方法は特に限定はされないが、製造の容易性の点からは、重合体を与えるべき単量体組成物ないし混合物中に、上記した金属イオンないし銅化合物を溶解して、ラジカル重合を行う方法が好適に使用可能である。

25 この方法によって前記金属イオンを含有させ、当該金属イオン、リン酸基含有単量体（1）および共重合性単量体からなる単量体混合物を調製し、この単量体混合物をラジカル重合させる。この方法により得られた共重合体中には、銅イオンを主体とする金属イオンが含有されているため、該重合体そのまま、或いは目的とする形状（例えば板状）に成形および／又は研磨して、本発明の回折格子

に用いることができる。

以下、実施例により本発明を更に具体的に説明する。

実施例

実施例 1

5 (格子付ガラス製母型の製造)

図7を参照して、線径0.21mmのチタン線3を0.43mmのピッチで等
間隔に200本張ったマスク部材上に、表面が光学研磨され、かつ化学強化処理
(400℃の硝酸カリウム融液中で、16時間浸漬処理)を施されたホウケイ酸
ガラス板(直径81mm、厚さ5mm)からなる基板1を乗せ、該ガラス板1が
10 マスク部材のチタン線3から浮かないように一定の荷重(ガラス面に対し垂直の
方向に約500gの荷重)をかけた状態で、ガラス板をセットした(このような
線材の配置方法の詳細については、例えば、平成8年3月26日の出願、特願平
8-69740号を参照することができる)。

次いで、上記のようにマスク部材3にガラス板1をセットした状態で、真空蒸
15 着装置に装着して、マスク部材のチタン線3側から電子ビーム加熱法によりSi
O₂を真空蒸着(vacuum evaporation)させた(蒸着速度:100オングスト
ローム/分、蒸着時間:42分)。該真空蒸着中は、ガラス基板1の温度が30
0度になるように加熱した。真空蒸着終了後の試料(SiO₂/ガラス基板)は、
肉眼観察では透明であった。

20 ガラス基板表面に形成された位相型フィルタの形状を、市販の触針式膜厚計
(スローン社製、商品名:デクタック)により測定した結果を図9のグラフに示
す。図9に示したように、フィルタの断面形状は台形波の肩部を滑らかにした形
状を有し、格子深さが420nm、ピッチが0.43mmであることが確認され
た。

25 更に、図9に示したフィルタの断面形状は、下記の(条件1)および(条件
2)を共に満足していた。

(条件1)

$$u' / u = 0.5$$

$$v' / v = 0.5$$

$$w' / w = 0.5$$

$$5 \quad x' / x = 0.5$$

$$\text{但し、} u + v + w + x = 0.43 \text{ mm}$$

(条件2)

曲線ABは下に凸な曲線の一部をなす

曲線CDは下に凸な曲線の一部をなす

10 曲線EFは上に凸な曲線の一部をなす

曲線GHは上に凸な曲線の一部をなす

曲線IJは上に凸な曲線の一部をなす

実施例2

(ガラス製母型を用いた透明プラスチック製光学的ローパスフィルタの製造)

15 図8を参照して、直径81mm、厚さ5mmのガラス板の片面を光学研磨して、
平板モールドとした。得られた平板モールドの上記した光学研磨面と、実施例1
で得た格子付モールドの位相格子形成面とを対向させ、厚さ1mmのキャビティ
を形成した後、上記した平板モールドと、格子付ガラス製母型とからなる母型の
端部を、PET (ポリエチレンテレフタレート) ベースの粘着剤付きシールテー
20 プを用いてシールした。

上記キャビティ内に、下記の組成を有するアクリル系熱硬化型の単量体混合物
を注入し、所定温度 (50°C) のオーブン中に入れて20時間重合反応を行った。

(単量体混合物の組成)

1, 6-ヘキサンジオールジメタクリレート	10質量部
25 メチルメタクリレート	89質量部
α -メチルスチレン	1質量部

ｔ-ブチルパーオキシピバレート

0.5質量部

(重合開始剤)

上記の重合終了後、得られた重合生成物から、両面の母型（平板モールド、格子付モールド）の離型を行い、片面に格子が転写印刻された厚さ1mmの透明なプラスチック製位相格子を得た。製造された位相格子の屈折率を、市販の屈折率測定装置（カルニュー社製、商品名：カルニュー屈折計）を用いて測定したところ、該屈折率は波長546nmにおいて、1.497であった。

得られたプラスチック製位相格子の断面形状を実施例1と同様の方法で測定したところ、実施例1とほぼ同様の形状（格子深さが415nm、ピッチが0.425mm）であり、前記した（条件1）および（条件2）を何れも満足した台形波（肩部を滑らかにした形状）を有していた。上記の断面形状に基づいて前述した台形係数（B/A）を求めたところ、該台形係数は0.165であった。

更に、市販のMTF測定器（イメージサイエンス社製、商品名：OPALMTF測定器）を用いて波長550nmでMTFを測定したところ、空間周波数10本/mmにおける値は、96.5%であった。

実施例3

（燐酸エステル及び銅イオン含有プラスチック製光学的ローパスフィルタの製造）

実施例2と同様の方法で、直径81mm、厚さ5mmのガラス板の片面を光学研磨して、平板モールドとした。得られた平板モールドの上記した光学研磨面と、実施例1で得た格子付モールドの位相格子形成面とを対向させ、厚さ1mmのキャビティを形成した後、上記した平板モールドと、格子付ガラス製母型とからなる母型の端部を、PETベースの粘着剤付きシールテープを用いてシールした（図8）。

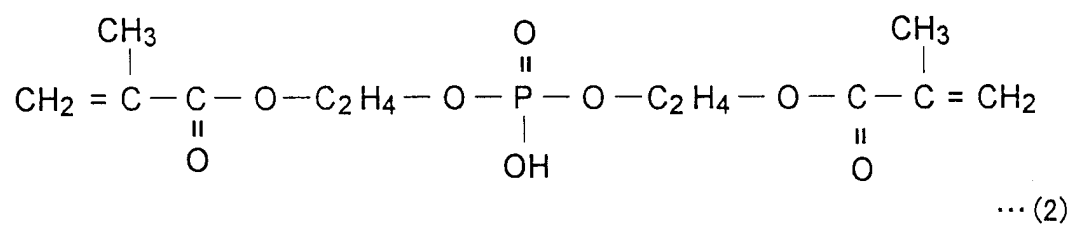
別に、下記の単量体の各成分を混合し、これに無水安息香酸銅3.2部（銅イオン量は全単量体100部に対して6.6部）を添加した後、80℃で攪拌混合して

十分に溶解させ、上記の無水安息香酸銅が混合単量体中に溶解してなる単量体組成物を得た。

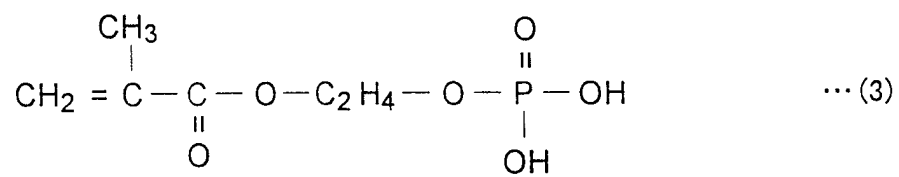
(単量体成分)

- 下記式(2) (化2、一般式(1)において $X = CH_3$ 、 $m = 2$ 、 $n = 1$) のリン酸基含有単量体 32部
- 5
- 下記式(3) (化3、一般式(1)において $X = CH_3$ 、 $m = 1$ 、 $n = 2$) のリン酸基含有単量体 13部
- メチルメタクリレート 34部
- ジエチレングリコールジメタクリレート 20部
- 10 α -メチルスチレン 1部

[化 2]



[化 3]



上記により調製した単量体組成物に、重合開始剤として α -ブチルパーオキシ(2-エチルヘキサノエート) 2部を添加して、銅イオン含有単量体組成物を得た。

- 5 前記したガラス製母型のキャビティ内に、上記により調製した銅イオン含有単量体組成物を注入し、45℃で16時間、60℃で28時間、更に90℃で3時間と順次異なる温度で重合反応を行い、銅イオンが含有された架橋重合体を得た。得られた架橋重合体の屈折率を実施例2と同様の方法で測定したところ、波長546nmで1.517であった。
- 10 得られた銅イオン含有プラスチック製レプリカの位相格子形成面の形状を、触針式膜厚計を用いて実施例1と同様の方法で測定したところ、実施例1で例示したのと同様な形状(格子のピッチが0.424mm、格子深さが416nm)を有しており、(条件1)および(条件2)を共に満足する台形波(肩部を滑らかにした形状)であった。台形係数(B/A)は、0.165であった。
- 15 さらに、実施例2と同様の方法で波長550nmにおけるMTFを測定したところ、空間周波数10本/mmで96.5%であった。

比較例

(台形格子のシミュレーション)

- 図1に示すような台形格子の製造は実際には困難であったため、図1に示すような台形格子(格子高さ=416nm、ピッチ=0.424mm)の台形格子のMTFを、シミュレーションにより求めた。シミュレーション時の光波長は550nmで、用いた屈折率は1.517であった。
- 20

上記シミュレーションの結果、空間周波数10本/mmにおけるMTF値は96.0%との結果が得られた。

- 25 (シミュレーション条件)

シミュレーション時の主なパラメータ：形状は等脚台形で、上下対称。前述

の文献 (APPLIED OPTICS Vol. 11、No. 11、p. 2463-2472 (1972) ; Journal of the SMPTE Vol. 81、p. 282-285) に従い、格子の自己相関関数を求めることにより、計算した。

実施例 4

- 5 以下、実施例 1 ないし実施例 3 と同様な方法を用いて、格子ピッチならびに格子高さが実施例 3 で作製した台形波格子と同一で、且つ u' / u 、 v' / v 、 w' / w 、および x' / x の実施例 1 とは異なる値を有するレプリカ試料を作成し、空間周波数 10 本/mm における MTF 値を測定したところ、以下の結果が得られた。

10	u' / u 、 v' / v 、 w' / w 、 x' / x 値	台形係数	10 本/mm における MTF
	(1) 0.90	0.0066	96.2%
	(2) 0.83	0.02	96.3%
	(3) 0.37	0.2	96.7%
	(4) 0.05	0.46	97.2%

15 実施例 5

(両面格子の作製)

(格子 A) : 実施例 1 と同様な方法を用いて、格子ピッチが 0.40 mm、格子高さが 420 nm の格子をガラス基板表面に形成した。

u' / u 、 v' / v 、 w' / w 、および $x' / x = 0.75$

20 台形係数 = 0.08

(格子 B) : 更に、実施例 1 と同様な方法を用いて、格子ピッチが 0.24 mm、格子高さが 430 nm の格子をガラス基板表面に形成した。

u' / u 、 v' / v 、 w' / w 、および $x' / x = 0.75$

台形係数 = 0.08

25 上記のガラス基板に形成された格子は、線状格子であった。

次いで、上記により格子 A および格子 B の格子が形成された面を互いに (ガラ

ス基板間に形成されるべき) キャビティの内側に向け、且つ、それぞれの線状格子がなす角度が 89° となるように、上記格子Aが形成されたガラス基板と、記格子Bが形成されたガラス基板との間で、実施例2と同様の方法でキャビティ(厚さ1mm)を形成した。

5 次に、実施例3の方法に準拠して重合を行ったところ、得られたフィルタの両面に位相格子が形成され、その線状格子のなす角度が 89° である光学的ローパスフィルタを得た。得られた光学的ローパスフィルタの両側の表面に形成された格子形状を実施例1と同様の方法で測定したところ、型として使用したガラス板の表面形状と同一であることが確認された。

10 更に、実施例2と同様の方法により波長550nmにおけるMTFを測定した。該測定に際し、格子ピッチ0.4mmの位相格子の格子線を、MTF装置の水平方向に対して垂直となるようにセット(装着)して評価した。

15 上記評価の結果、作製された位相格子は、水平方向および垂直方向のMTFでカットオフ特性を有し、且つ、低空間周波数領域でのMTFが、それぞれ、96.5%および96.6%と大きい値を示した。

20 更に、上記フィルタを1/4インチ27万画素CCDのCCDカメラの撮像系部分に、CCD素子の前方(被写体側)約2mmの位置に装着して画像(解像度チャートの画像)による評価を行ったところ、水平、垂直両方向のモアレが除去された鮮明且つ良好な画像が得られた。

産業上の利用可能性

25 上述したように本発明によれば、少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；該台形波を構成する1単位周期の台形状部分A~Jが、下記(定義)に示す上辺部、下辺部、および2つの斜辺を構成する4本の直線と、これらを結ぶ4本の曲線とからなり、該上辺部、下辺部、および2つの斜

25 辺を構成する直線が、下記(条件1)を満足し、且つ、該直線同士を結ぶ曲線が

下記（条件 2）を満足することを特徴とする位相型回折格子が提供される。

（台形状部分の定義）

台形状部分：曲線 A B、直線 B C、曲線 C D、直線 D E、曲線 E F、直線 F G、
曲線 G H、直線 H I、および曲線 I J からなる、

5 台形状部分の高さ : d 、

台形状部分の周期 : p 、

高さ $d/2$ の直線と台形部分形状の交点 k 、 l 、 m における台形状部分の 1 次
微分係数を傾きとする直線 : O P、Q R、S T、

台形波状波形の高さ 0 の点を結んだ直線 : P T、

10 台形波状波形の高さ d の点を結んだ直線 : O S、

接線 O P、Q R、S T ならびに直線 P Q、R S から構成された台形波 : P ~ T、

上記台形波の上辺、下辺、2 つの斜辺の直線 P T への射影の長さ : それぞれ u 、
 v 、 w 、および x 、

15 台形波を構成する 1 単位周期の台形状部分 A ~ J の上辺部直線 F G、下辺部直
線 B C、2 つの斜辺を構成する直線 D E、および H I の直線 P T への射影の長さ
をそれぞれ : u' 、 v' 、 w' 、 x' 。

（条件 1）

$$0 \leq u' / u < 0.90$$

$$0 \leq v' / v < 0.90$$

20 $0 \leq w' / w < 0.90$

$$0 \leq x' / x < 0.90$$

（但し、 $u + v + w + x = p$ ）

（条件 2）

曲線 A B は下に凸な曲線の一部をなす、

25 曲線 C D は下に凸な曲線の一部をなす、

曲線 E F は上に凸な曲線の一部をなす、

曲線GHは上に凸な曲線の一部をなす、

曲線IJは上に凸な曲線の一部をなす。

更に、本発明によれば、少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；該台形波の台形係数（ B/A ）が $0.006 \leq B/A < 1$

- 5 （A：前記台形波に外接する「完全な台形」と、該「完全な台形」に内接する「サインカーブ」との面積の差、B：該「完全な台形」と「台形波」との面積の差）であることを特徴とする位相型回折格子が提供される。

- 10 本発明によれば、更に、円形断面を有する線状部材が複数平行に配置されてなるマスキング部材であって、基板の格子パターン堆積面上に配置されたマスキング部材を用い；該マスキング部材側から前記基板表面への気相堆積（vacuum vapor deposition）により、台形波状の格子パターンを前記基板上に堆積させることを特徴とする位相型回折格子の製造方法が提供される。

- 15 上記構成を有する本発明の位相型回折格子を用いた場合、従来の台形形状の断面を有する位相格子の高次回折光成分の低減化、および低空間周波数領域におけるMTF低下の抑制が可能となる。したがって、本発明の位相型回折格子は、ビデオカメラ、電子スチルカメラ、デジタルカメラ等の光学デバイスにおいてCCD等の撮像素子を用いて、画像を離散的に得る際に生じる波形歪み（エリアシング）を防止するための光学的ローパスフィルタとして、特に好適に使用できる。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；

5 該台形波を構成する1単位周期の台形状部分A～Jが、下記（定義）に示す上
辺部、下辺部、および2つの斜辺を構成する4本の直線と、これらを結ぶ4本の
曲線とからなり、該上辺部、下辺部、および2つの斜辺を構成する直線が、下記
（条件1）を満足し、且つ、該直線同士を結ぶ曲線が下記（条件2）を満足する
ことを特徴とする位相型回折格子。

（台形状部分の定義）

10 台形状部分：曲線AB、直線BC、曲線CD、直線DE、曲線EF、直線FG、
曲線GH、直線HI、および曲線IJからなる、

台形状部分の高さ：d、

台形状部分の周期：p、

15 高さd/2の直線と台形部分形状の交点k，l，mにおける台形状部分の1次
微分係数を傾きとする直線：OP，QR，ST、

台形波状波形の高さ0の点を結んだ直線：PT、

台形波状波形の高さdの点を結んだ直線：OS、

接線OP，QR，STならびに直線PQ，RSから構成された台形波：P～T、

20 上記台形波の上辺、下辺、2つの斜辺の直線PTへの射影の長さ：それぞれu、
v、w、およびx、

台形波を構成する1単位周期の台形状部分A～Jの上辺部直線FG、下辺部直
線BC、2つの斜辺を構成する直線DE、およびHIの直線PTへの射影の長さ
をそれぞれ：u'，v'，w'，x'。

（条件1）

25 $0 \leq u' / u < 0.90$

$0 \leq v' / v < 0.90$

$$0 \leq w' / w < 0.90$$

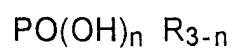
$$0 \leq x' / x < 0.90$$

(但し、 $u + v + w + x = p$)

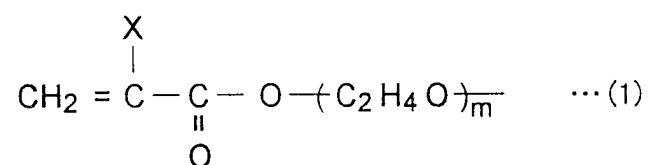
(条件2)

- 5 曲線 A B は下に凸な曲線の一部をなす、
 曲線 C D は下に凸な曲線の一部をなす、
 曲線 E F は上に凸な曲線の一部をなす、
 曲線 G H は上に凸な曲線の一部をなす、
 曲線 I J は上に凸な曲線の一部をなす。
- 10 2. 少なくとも格子面側に台形波断面形状を有する位相型回折格子であって；
 該台形波の台形係数 (B/A) が $0.006 \leq B/A < 1$ (A : 前記台形波に
 外接する「完全な台形」と、該「完全な台形」に内接する「サインカーブ」との
 面積の差、 B : 該「完全な台形」と「台形波」との面積の差) であることを特徴
 とする位相型回折格子。
- 15 3. フィルタ基材の両面側に前記台形波断面形状の格子を有し、且つ、該フィ
 ルタ基材の一方の面側の前記格子と、他方の面側の前記格子とが $80 \sim 100^\circ$
 の角度をなしている請求項 1 または 2 記載の位相型回折格子。
4. 下記式 (1) で示されるリン酸基含有単量体からなる重合体と、銅イオン
 とを少なくとも一部に含む請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の位相型回折格子。

[化 1]



〔但し、Rは



(Xは水素原子またはメチル基を示し、mは1～5の整数を示し、nは1または2である。)

5. 円形断面を有する線状部材が複数平行に配置されてなるマスキング部材であって、基板の格子パターン堆積面上に配置されたマスキング部材を用い；

該マスキング部材側から前記基板表面への気相堆積（vacuum vapor deposition）により、台形波状の格子パターンを前記基板上に堆積させることを

5 特徴とする位相型回折格子の製造方法。

6. 前記基板としてガラス板を用い、該ガラス板上に前記台形波状の格子パターンを堆積させてなるものを母型として用いて、注型重合法により該母型の複製（レプリカ）を得る請求項4記載の位相型回折格子の製造方法。

図 1

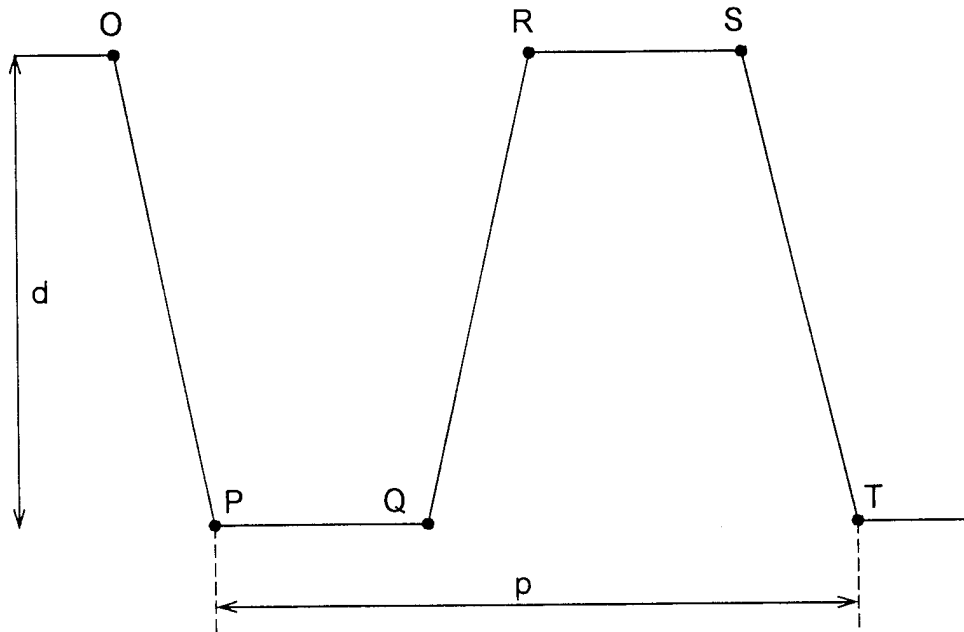


図 2

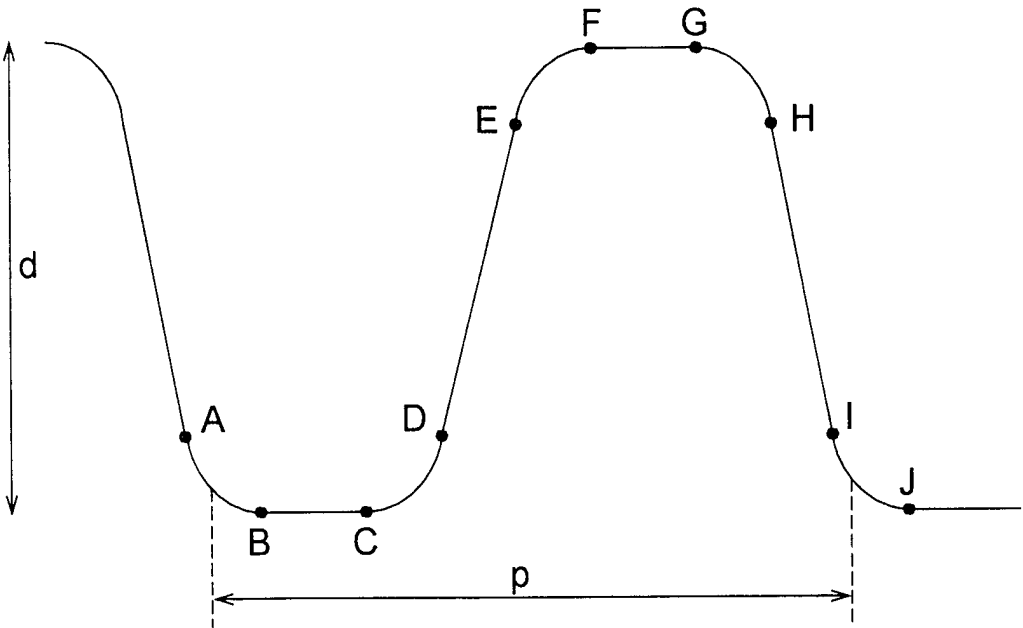


図 3

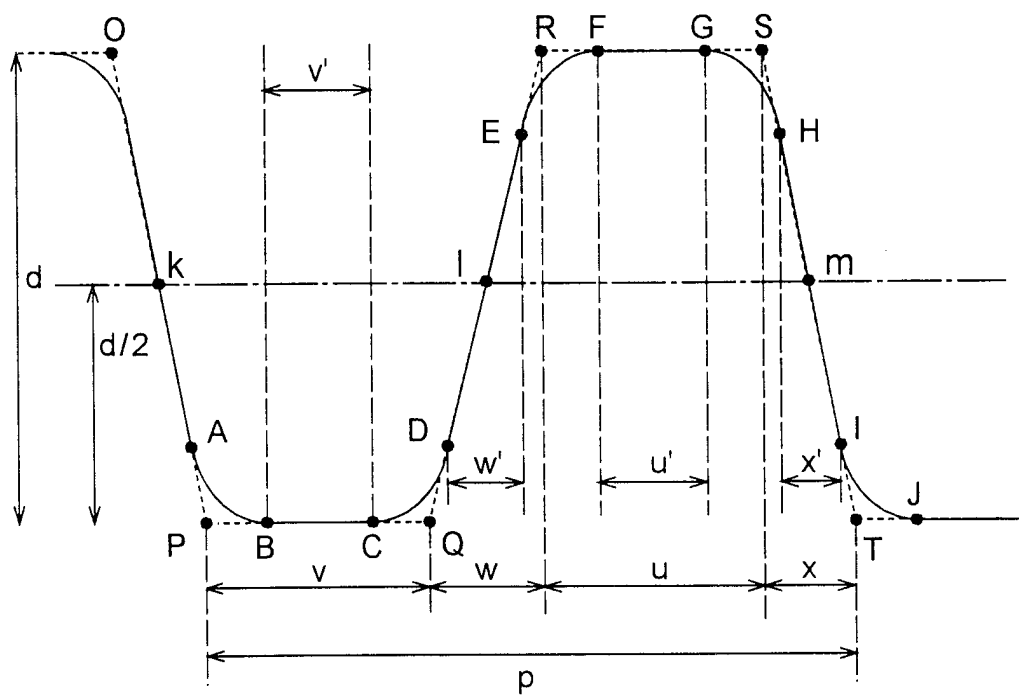


図 4

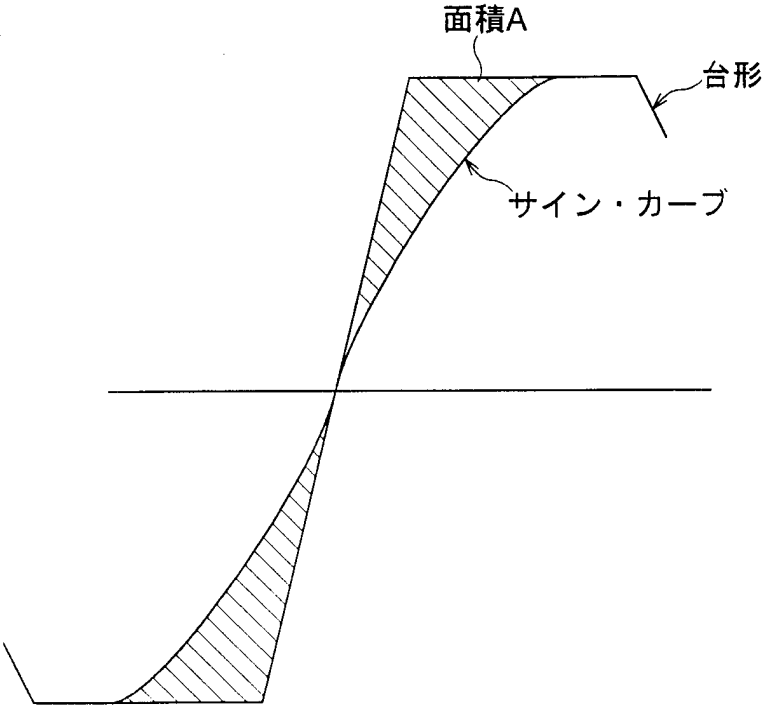


図 5

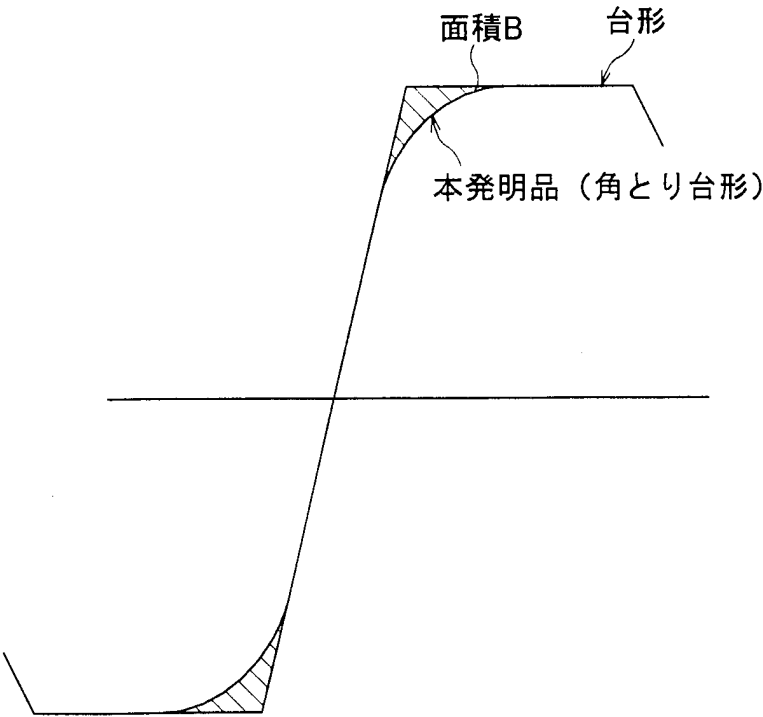


図 6

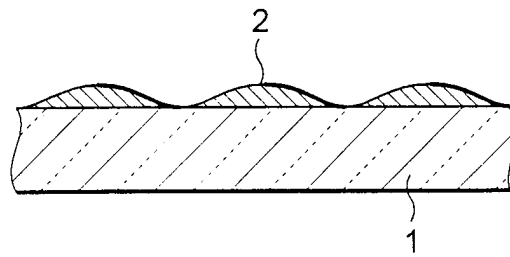


図 7

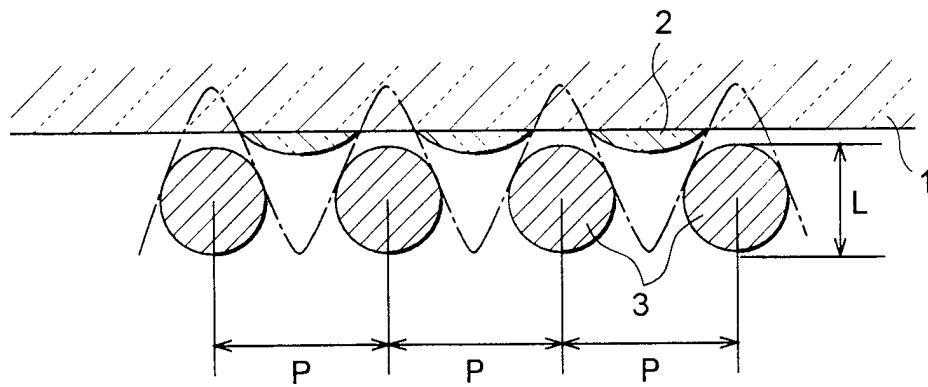
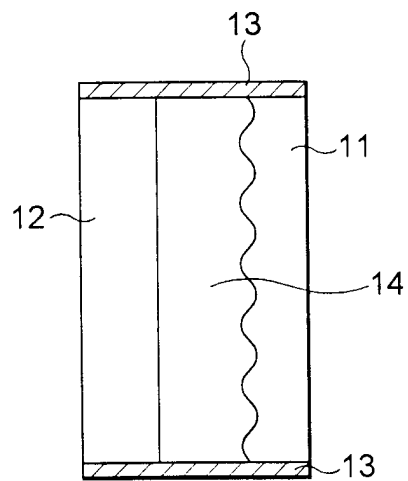
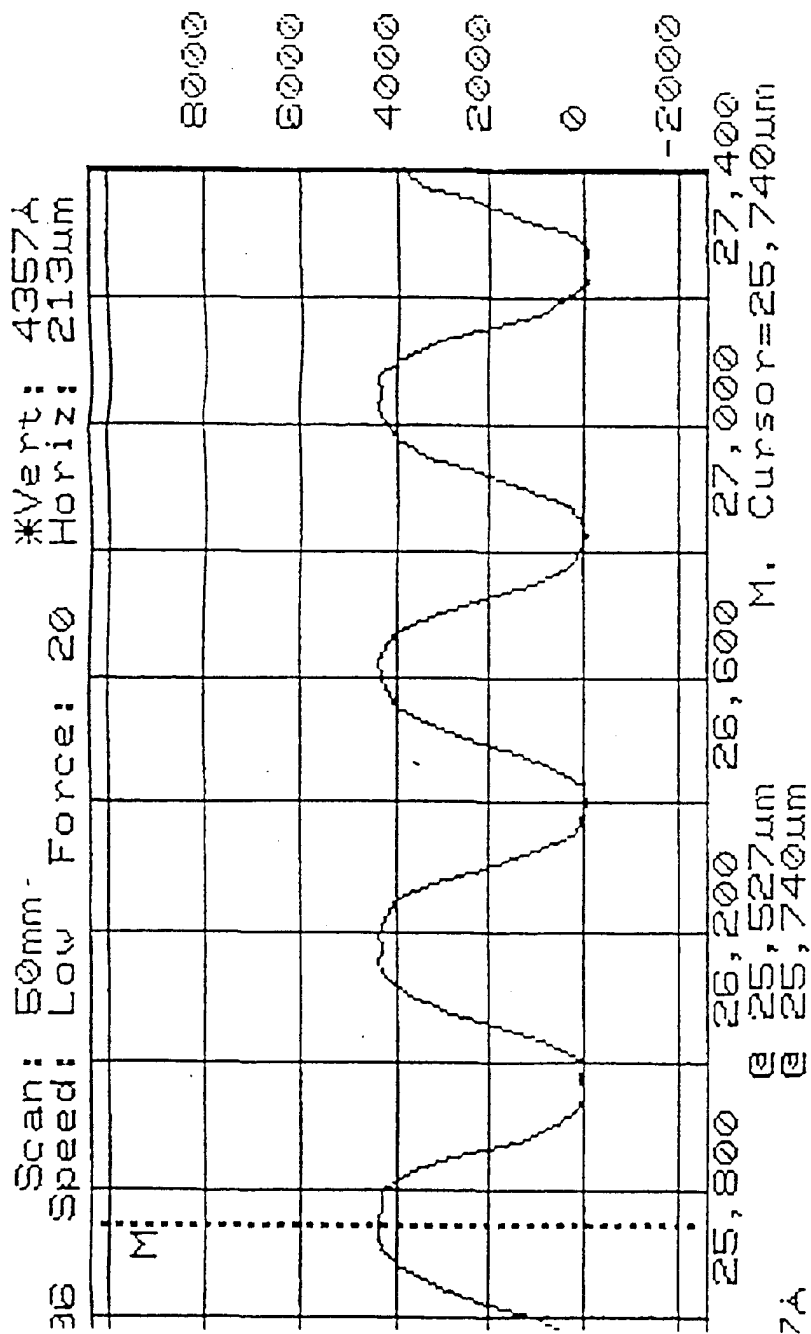


図 8



9



3030 Rev. 1.8/2.2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP97/04419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁶ G02B5/18, G02B27/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁶ G02B5/18, G02B27/46, H04N9/04-9/11, C23C14/00-14/58

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 4-297567, A (Hoya Corp.), October 21, 1992 (21. 10. 92) & US, 5380558, A & DE, 4210079, A	1-6
A	JP, 53-119063, A (Minolta Co., Ltd.), October 18, 1978 (18. 10. 78) Page 3, lower left column, line 13 to lower right column, line 8 ; Fig. 9 & US, 4178611, A	1-2
A	JP, 57-89721, A (Victor Co. of Japan, Ltd.), June 4, 1982 (04. 06. 82), Claims ; Figs. 4, 5 (Family: none)	1-2
A	JP, 63-161425, A (Sony Corp.), December 24, 1988 (24. 12. 88) & US, 4878737, A & CA, 1305884, C	1-4
A	JP, 2-132413, A (Canon Inc.), May 21, 1990 (21. 05. 90) & US, 4998801, A	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
--	---

Date of the actual completion of the international search
March 5, 1998 (05. 03. 98)

Date of mailing of the international search report
March 17, 1998 (17. 03. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04419

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 6-59218, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), March 4, 1994 (04. 03. 94) & EP, 585638, A1 & US, 5434709, A	1-4
A	JP, 5-66370, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), March 19, 1993 (19. 03. 93) & EP, 531926, A1 & US, 5237452, A	1-4
A	JP, 8-304615, A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), November 22, 1996 (22. 11. 96) (Family: none)	1-4
A	JP, 6-118228, A (Kureha Chemical Industry Co., Ltd.), April 28, 1994 (28. 04. 94) & EP, 586135, A2 & US, 5466755, A	4
A	JP, 8-75919, A (Kureha Chemical Industry Co., Ltd.), March 22, 1996 (22. 03. 96) & EP, 706067, A1 & US, 5611965, A	4
P	JP, 9-263932, A (Kureha Chemical Industry Co., Ltd.), October 7, 1997 (07. 10. 97) & EP, 798571, A2	5, 6
A	JP, 59-16435, B2 (Matsushita Chemical Industry Co., Ltd.), April 16, 1984 (16. 04. 84) (Family: none)	5, 6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. IPC⁶ G02B 5/18, G02B 27/46

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. IPC⁶ G02B 5/18, G02B 27/46, H04N 9/04-9/11,
C23C 14/00-14/58

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 4-297567, A (ホーヤ株式会社), 21. 10月. 1992 (21. 10. 92), & U S, 5380558, A & D E, 4210079, A	1-6
A	J P, 53-119063, A (ミノルタ株式会社), 18. 10月. 1978 (18. 10. 78), 第3頁左下欄第13行-同頁右下欄第8行目, 第9図 & U S, 4178611, A	1-2
A	J P, 57-89721, A (日本ビクター株式会社), 4. 6月. 1982 (04. 06. 82), 特許請求の範囲, 第4, 5図 (ファミリーなし)	1-2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 03. 98

国際調査報告の発送日

17.03.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

里村 利光 印

2H

9514

電話番号 03-3581-1101 内線 3232

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 63-161425, A (ソニー株式会社), 24. 12月. 1988 (24. 12. 88) & US, 4878737, A & CA, 1305884, C	1-4
A	J P, 2-132413, A (キヤノン株式会社), 21. 5月. 1990 (21. 05. 90) & US, 4998801, A	1-4
A	J P, 6-59218, A (松下電器産業株式会社), 4. 3月. 1994 (04. 03. 94) & EP, 585638, A1 & US, 5434709, A	1-4
A	J P, 5-66370, A (松下電器産業株式会社), 19. 3月. 1993 (19. 03. 93) & EP, 531926, A1 & US, 5237452, A	1-4
A	J P, 8-304615, A (富士写真光機株式会社), A 22. 11月. 1996 (22. 11. 96) (ファミリーなし)	1-4
A	J P, 6-118228, A (呉羽化学工業株式会社), 28. 4月. 1994 (28. 04. 94) & EP, 586135, A2 & US, 5466755, A	4
A	J P, 8-75919, A (呉羽化学工業株式会社), 22. 3月. 1996 (22. 03. 96) & EP, 706067, A1 & US, 5611965, A	4
P	J P, 9-263932, A (呉羽化学工業株式会社), 7. 10月. 1997 (07. 10. 97) & EP, 798571, A2	5, 6
A	J P, 59-16435, B2 (松下電器産業株式会社), 16. 4月. 1984 (16. 04. 84) (ファミリーなし)	5, 6