世界知的所有権機関
国 際 事 務 局

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		(11) 国際公開番号	WO96/32664
G02F 1/35, 1/37, G02B 5/18	A1	(43) 国際公開日	1996年10月17日(17.10.96)

(21) 国際出願番号 PCT/JP96/00987
(22) 国際出願日 1996年4月10日(10.04.96)

(30) 優先権データ

特願平7/110069	1995年4月11日(11.04.95)	JP
特願平7/110070	1995年4月11日(11.04.95)	JP
特願平7/181142	1995年6月23日(23.06.95)	JP

(71) 出願人；および
(72) 発明者
佐々木敬介(SASAKI, Keisuke)[JP/JP]
〒133 東京都江戸川区南篠崎町5丁目4番9号 Tokyo, (JP)
(74) 代理人
弁理士 伊丹 勝(ITAMI, Masaru)
〒101 東京都千代田区鍛冶町2丁目5番15号
神田小幡ビル6階 伊丹国際特許事務所 Tokyo, (JP)

(81) 指定国
JP, KR, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

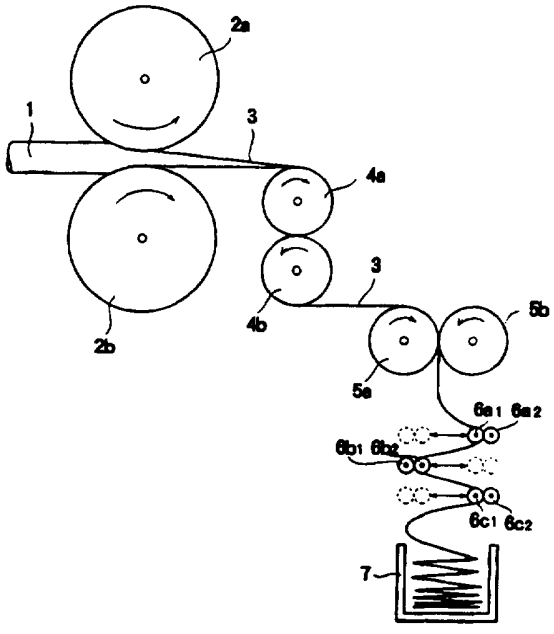
添付公開書類 国際調査報告書

(54) **Title** : OPTICAL DEVICE AND METHOD OF PRODUCTION THEREOF

(54) 発明の名称 光学素子及びその製造方法

(57) **Abstract**

An organic non-linear optical material (1), having polymer side chains terminally substituted with secondary non-linear optical dye molecules, is passed through a pair of press rollers (2a and 2a) and a pair of stretch rollers (4a and 4b). In this way, a polymer film (3) having oriented dye molecules is continuously produced. The polymer films (3) so produced are then laminated in such a manner that the directions of orientation of the dye molecules in adjacent films become opposite to prepare a thin film laminate. The resulting thin film laminate is cut in a predetermined direction into a predetermined thickness to produce a thin film waveguide for an optical device having a periodic domain structure with a specific submicron period or its odd multiple.



（５７）要約

高分子の側鎖を２次非線形光学色素分子により末端置換した有機非線形光学材料１を圧延ローラー対２ａ，２ａ、延伸ローラー対４ａ，４ｂにより圧延延伸することにより、色素分子が配向された高分子薄膜３を連続的に作製する。作製された高分子薄膜３をその色素分子配向方向が交互に逆になるように積層して薄膜積層体を作製し、得られた薄膜積層体から所定方向に所定厚み切り出して、サブミクロンの特定周期又はその奇数倍の周期ドメイン構造を持つ光学素子用薄膜導波路を製造する。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

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

明　細　書

光学素子及びその製造方法

［技術分野］

この発明は、光学材料薄膜の積層構造を用いた光学素子及びその製造方法に係り、特に光学材料の薄膜化と積層化の工程を利用して、配向の周期構造を持つ非線形光学素子用の導波路や屈折率の周期的分布を持つグレーティングを作る方法に関する。

［背景の技術］

光波の非線形相互作用を利用した波長変換素子や各種電気光学素子として、疑似位相整合（ＱＰＷ）法を用いたものが注目されている。ＱＰＷデバイスは、非線形光学材料である$LiNbO_3$や$LiTaO_3$等の強誘電体結晶に、非線形光学係数の符号を周期的に反転させた周期ドメイン構造を導入することにより作られる。強誘電体結晶に周期ドメイン構造を導入する方法としては、電界を印加する方法や電子ビームを照射する方法等が用いられる。

一方、強誘電体結晶は高価であり、微細加工も難しいことから、近年、有機非線形光学材料及びこれを利用した光学デバイスの研究が盛んになっている。有機高分子材料で優れた非線形光学特性を得るためには、例えば、側鎖に２次非線形光学色素分子を導入した高分子膜に所定温度で電場を印加して配向処理（ポーリング）を行う。

具体的に高分子の薄膜導波路は、所定の基板上にスピンコート等により塗布して得られる。塗布された高分子膜に、コロナポーリング装置等を用いて、高分子膜をガラス転移点温度程度に加熱した状態で電場を印加する事により、周期ドメイン構造を作ることができる。この種の薄膜導波路で例えば、第２次高調波発生（ＳＨＧ）等の波長変換を効率よく行うためには、導波路中での位相整合条件が決定的に重要である。

しかし、高分子薄膜導波路に、電場配向によりコヒーレンス長に合わせた周期

構造を作ることは容易ではなく、現在までのところまだ小さい波長変換効率しか得られていない。電場配向高分子膜では、作製後の配向緩和が問題になる場合が多い。

一方近年、有機高分子材料を用いた広帯域、低損失の光ファィバ（以下プラスチック光ファイバという）が作られ、光ファイバ通信網内での実用化研究が盛んになされている。プラスチック光ファイバの低損失波長域は、６５０ｎｍ等の可視光域にあるため、可視光域でのプラスチック光ファイバシステム用の光増幅器や新規の光ファイバ発振器その他の光学素子の開発が望まれている。

ファイバ型光増幅器は、光励起で光を増幅できる、高効率・高利得・広帯域の光増幅が可能である、ファイバシステムとの整合性がよいといった種々の特長を持つ。石英系では、赤外域に光増幅機能を持つ希土類添加ファイバ増幅器が開発されているが、可視域で使用できるプラスチック光ファイバ発振器（レーザ）や光ファイバ増幅器はまだ実用化されていない。

ローダミン系色素に代表される蛍光性の有機色素には、可視域で優れた光増幅特性を示すものがある。プラスチック光ファイバではガラス転移温度が低いため、これらの有機色素を容易に添加することができる。従って、各波長帯域に適した誘導放出断面積の大きい有機色素を添加することにより、可視域のどの波長帯においても高効率の光発振や光増幅が原理的に可能である。

しかし、プラスチック光ファイバ増幅器の光増幅に必要なポンピング光と信号光の波長が異なる場合には、光ファイバ増幅器にはポンピング光と信号光を同時に入れることが必要になる。もし、ファイバ内部あるいは外部に何らかの波長選択性を持つ構造を作れば、ポンピング光のみを入射して特定波長の信号光成分を増幅して取出すことが可能になり、ファイバレーザとしての応用も期待される。

［発明の開示］

この発明の目的は、有機非線形光学材料の薄膜積層体を用いて周期ドメイン構造を実現した非線形光学素子用の導波路を提供することにある。

この発明の他の目的は、電場を印加することなく、有機非線形光学材料の薄膜化と積層化の工程で色素分子配向を行い、周期ドメイン構造を得るようにした非

線形光学素子用の導波路の製造方法を提供することにある。

この発明の更に他の目的は、光学材料薄膜を積層して光ファイバレーザや光ファイバ増幅器に有用なグレーティングを作る製造方法を提供することにある。

この発明に係る非線形光学素子用導波路は、複数の高分子薄膜が積層された高分子薄膜積層体により作られた周期ドメイン構造を有し、前記各高分子薄膜は、高分子とその側鎖が置換された２次非線形光学色素分子とから作られて前記光学色素分子の末端が前記高分子に結合された有機非線形光学材料を圧延延伸して形成されて、前記光学色素分子が一方向に配向されていることを特徴とする。

この発明に係る非線形光学素子用導波路の製造方法は、高分子とその側鎖が置換された２次非線形光学色素分子とから作られて前記光学色素分子の末端が前記高分子に結合された有機非線形光学材料を、圧延延伸して前記光学色素分子を一方向に配向させた高分子薄膜を作製する工程と、前記高分子薄膜を複数層積層した高分子薄膜積層体を作製する工程と、前記高分子薄膜積層体から所定方向に所定厚み切り出して周期ドメイン構造を持つ導波路を作製する工程とを有することを特徴とする。

この発明に係るグレーティングの製造方法は、所定の屈折率分布を持つ透明光学材料をその屈折率分布を持つ方向とは直交する方向に圧延延伸して薄膜を作製する工程と、作製された前記薄膜を複数層積層して薄膜積層体を作製する工程と、作製された前記薄膜積層体から周期的な屈折率分布を持つグレーティングを切り出す工程とを有することを特徴とする。

この発明においては、電場によるポーリングを行うことなく、有機非線形光学材料を圧延延伸して高分子薄膜を作製すると同時に、この圧延延伸の際に加わるせん断力によって物理的に側鎖非線形光学色素分子を配向させる。この発明の方法で良好な色素分子配向高分子薄膜が得られる前提条件として、有機非線形光学材料として、非線形光学色素分子の末端がスペーサを介して高分子の主鎖に結合されたいわゆる末端置換型の材料を用いることが重要である。この様な材料を用いることにより、従来のような電場印加や電子ビーム描画に依らず、材料の薄膜化の工程で自動的に色素分子配向がなされる。

そして分子配向させた高分子薄膜を、その配向方向を選択して複数層積層する

ことにより、必要な周期ドメイン構造を持つ非線形光学素子用導波路が簡単に得られる。

また、この発明のグレーティングの製造方法によれば、光ファイバまたは光ファイバとして延伸する前の母材を薄膜化して積層することにより、周期的屈折率分布を持ち、従ってその屈折率分布により決まる波長選択性を有するグレーティングが得られる。

［図面の簡単な説明］

図１は、この発明の実施例による配向高分子薄膜の製造装置を示す。

図２は、同実施例に用いる有機光学材料の構造を示す。

図３Ａおよび３Ｂは、同実施例の装置より配向処理がなされる様子を示す。

図４は、同実施例の装置により得られる薄膜積層体を示す。

図５Ａ及び５Ｂは、図４の積層体から切り出される薄膜導波路を示す。

図６は、図５Ａの導波路を用いたＳＨＧ素子を示す。

図７は、図５Ｂの導波路を用いた電気光学変調素子を示す。

図８は、他の実施例による色素分子配向高分子薄膜の製造装置を示す。

図９は、図８の装置により得られた高分子薄膜の積層体を用いた電気光学素子を示す。

図１０は、他の実施例による光アイソレータを示す。

図１１は、他の実施例による配向高分子薄膜の製造装置を示す。

図１２は、他の実施例の薄膜積層装置を示す。

図１３は、この発明の実施例によるグレーティング用プラスチック薄膜の製造装置を示す。

図１４は、同実施例の装置により作られる薄膜積層体を示す。

図１５は、同薄膜積層体から切り出したグレーティングを示す。

図１６は、図１５のグレーティングを用いたファイバ光増幅器の構成を示す。

図１７Ａ及び１７Ｂは、色素分子が水平配向された高分子薄膜のメーカーフリンジ法によるＳＨＧ強度特性を示す。

図１８は、色素分子が垂直配向された高分子薄膜のメーカーフリンジ法によ

るＳＨＧ強度特性を示す。

［発明を実施するための最良の形態］

以下、図面を参照して、この発明の実施例を説明する。

図１は、この発明の一実施例による色素分子配向高分子薄膜の製造装置と製造方法を示している。この製造装置は、有機非線形光学材料１を圧延する圧延ローラー対２ａ，２ｂと、圧延された高分子薄膜３を巻き付けて引き出す延伸ローラー対４ａ，４ｂと、延伸されて色素分子が配向された配向高分子薄膜３を取り出す引き出しローラー対５ａ，５ｂを有する。更に引き出された高分子薄膜３を折り畳むための、図に矢印で印すように交互に逆方向に平行駆動される３対の折り畳み用ガイドローラー６ａ（６ａ１，６ａ２），６ｂ（６ｂ１，６ｂ２）および６ｃ（６ｃ１，６ｃ２）を有し、これらガイドローラー６ａ，６ｂおよび６ｃにより折り畳まれた配向高分子薄膜３を収納する容器７を有する。

原材料である有機非線形光学材料１として、この実施例では、ＳＨＧ導波路用として有用な、色素分子ＤＲ１ＭＡとメチルメタクリレート（ＭＭＡ）との共重合体Poly(MMA-co-DR1MA)が用いられる。

ここで、ＤＲ１ＭＡは、

4-[N-ethyl-N-(methacryoxyethyl)-amino-]-4'-nitrozobenzene

または

2-{N-ethyl-N-[4-(4'-nitrophenylazo)phenyl]amino}ethylmethacrylate

で表されるものである。

この光学材料１は、図２に示すように、側鎖の一部がＤＲ１ＭＡに置換されたＰＭＭＡである。より具体的にいえば、このＤＲ１ＭＡ置換ＰＭＭＡにおいては、ＤＲ１ＭＡの分子末端のエチレン基がスペーサの役割を果たしてＰＭＭＡに結合されている。

この有機非線形光学材料１としては具体的に、通常の熱成形プロセスや湿式法又は半乾式法で作製したファィバ、あるいはフィルムが用いられる。この他にスラブ状、ロッド状の材料を用いることもできる。有機非線形材料１の薄膜を作る方法として、図１と同様の構成の薄膜化装置を用いて、色素分子配向がなされな

い条件で薄膜化することも有効である。

この様な非線形光学材料１を、ガラス転移温度付近の温度、好ましくは１００～１２０℃程度に加熱した状態で圧延延伸する。これにより、非線形光学材料１にはせん断力が加わって、物理的に色素分子が一方向に配向される。分子配向高分子薄膜３は、好ましくは、サブミクロンの厚みになるように多段のロールを用いて延伸して配向を促進する。

図３Ａ及び３Ｂは、この延伸配向処理の様子を模式的に示している。図３Ａに示すように、高分子の主鎖２１には自発分極を持つ多数の色素分子２２がスペーサ２３を介して、ランダムな方向を向いて付加された形になっている。この実施例の場合スペーサ２３は、前述のように色素分子２２の末端から供給されたものである。これを圧延して延伸すると、主鎖２１及び側鎖色素分子２２が図３Ｂに示すように一方向に引っ張られる結果、全体として矢印で示すように膜面に平行な方向に大きな分極Ｐｓが形成されることになる。

多くの色素分子２２が主鎖２１に平行に近い状態で配向するためには、上述のように色素分子２２の末端がＰＭＭＡに結合された色素分子末端固定型であることが重要な意味を持つ。

図１７Ａは、上述の圧延延伸による配向処理を実験的に行って得られた高分子薄膜サンプルについてメーカーフリンジ法により測定したＳＨＧパワー特性を示す。このサンプルは、ＤＲ１ＭＡが５ｗｔ％のPoly(MMA-co-DR1MA)から作られたもので、実験での圧延延伸の温度は１２０℃であり、約１０μｍの薄膜を約７μｍまで圧延延伸した。図１７Ａにおいて、０°でＳＨＧ振幅が極大になっているのは、非線形定数成分ｄ11に基づくもので、膜面に平行な分子配向がなされていることが確認される。

図１７Ｂは、同じサンプルのＳＨＧ強度分布を膜面に垂直な軸の回りに薄膜サンプルを回転させて測定した結果を極座標系で示したものである。図１７Ｂの０°方向が延伸方向である。

実験によれば、色素分子配向の度合いは、圧延ローラー２ａ，２ｂの速度を異ならせる等の制御により、また圧延ローラー２ａ，２ｂによる薄膜加熱温度を別々に制御することにより制御できる。非線形光学材料１のガラス転移温度が分解

温度に近く、配向・延伸が困難な場合には、光学材料１に予めガラス転移温度を下げるような添加剤を加えることも有効である。添加剤としては、非線形光学材料の溶剤となるものや、非線形光学材料と相溶性のよいガラス転移温度の低い高分子を用いることができる。溶剤を添加した場合、配向処理後、真空下で加熱して溶剤を除去することができる。

また実験によれば、圧延延伸の条件を変えることにより、薄膜の膜面に垂直な方向に色素分子が配向されることも確認されている。特に、垂直方向の分子配向を得るには、圧延延伸の温度をより低くすることが好ましいことが分かっている。図１８は、９０℃以下の温度で圧延延伸して得られた高分子薄膜サンプルのＳＨＧパワー特性を示している。図１８において、０°でＳＨＧ振幅が極小値を示しているのは、非線形光学定数成分ｄ33に基づくもので、薄膜の膜面に垂直に色素分子が配向されていることが確認される。

以上の実施例の方法により得られる色素分子配向高分子膜の配向緩和は、従来のコロナポーリング法による場合に比べて小さい。その理由は、延伸によって高分子の主鎖も直線状に配列される結果、色素分子が自由に回転できる自由容積が小さくなるためである。

以下の説明は、膜面に水平方向に分子配向される場合について行う。上述のように色素分子が配向された高分子薄膜３は、連続的に引き出されて所定長さで繰り返し折り畳まれて収納容器７に収納される。この収納された配向高分子薄膜を圧着して一体化した高分子薄膜積層体とする。図４はこうして得られた高分子薄膜積層体３１を示している。高分子薄膜積層体３１は、各層の配向高分子薄膜３が交互に上下面を反転させて折り畳まれている結果、図に矢印で示すように厚み方向に交互に反転した分極を有する周期配向構造を持つものとなる。

この様に周期配向構造を持つ高分子薄膜積層体３１を、適当な厚みで適当な大きさに切り出すことにより、所望の光学素子用導波路を得ることができる。図５Ａ及び５Ｂは、それぞれＳＨＧ素子用薄膜導波路４１，電気光学素子用薄膜導波路４２を示している。図５ＡのＳＨＧ素子用薄膜導波路４１は、図４において破線Ａで示すように、高分子薄膜積層体３１の積層方向が導波方向となるように切り出したもので、導波方向に沿って、上向きのドメイン４１ａと下向きのドメイ

ン４１ｂとが所定ピッチで交互に配列された２方向周期ドメイン構造（周期的ドメイン反転構造）を持つ。図５Ｂの電気光学素子用薄膜導波路４２は、図４において破線Ｂで示すように、色素分子配向方向が導波方向となるように高分子薄膜積層体３１から切り出したもので、導波方向と直交する膜厚方向に沿って交互に反転したドメイン４２ａ，４２ｂが配列された２方向周期ドメイン構造を持つ。

図６は、図４ＡのＳＨＧ素子用導波路４１を基板５１に搭載したＳＨＧ素子５０を示している。このＳＨＧ素子５０は例えば、シリカ系ファイバ網を用いた光通信の幹線系の光データを波長変換してユーザーに提供するといった用途に用いられる。幹線系のシリカファィバ５２を伝搬された１．３μm 帯又は１．５５μm 帯の光信号データ５４をこのＳＨＧ素子５０に入射すれば、波長変換された６５０nm帯又は７８０nm帯の短波長光５５が出力される。波長変換された光信号５５を図示しない光ファイバ増幅素子で増幅した後、分岐素子で分けて、光ファイバ５３によりユーザー側回路に伝送する。光ファイバ５３としては、安価で且つ伝送帯域幅の広い屈折率傾斜型のポリマー光ファイバ（ＧＩＰＯＦ）が好ましい。

また図６のＳＨＧ素子５０は、ファイバ系の波長変換に限らず、赤色光の青や緑等の波長変換素子として、レーザプリンタ、ＣＤピックアップ等への用途にも有用である。

図７は、図５Ｂに示す薄膜導波路４２を用いた電気光学素子６０の例を示している。薄膜導波路４２は、基板６１上に下部電極６２及び下部バッファ層６３を介して搭載される。搭載された導波路４２上には上部バッファ層６４を介して上部電極６５が形成される。導波路４２への入出力端にはプリズム６６，６７が設けられる。この素子６０は例えば、上述したユーザー側のＧＩＰＯＦ系で短波長光信号を送り出すためのマルチモード電気光学変調素子として有用である。上部電極６５に与えられる高周波電気信号により、入射される光信号６８を変調して、変調光信号６９を出力することができる。あるいはまた、光波をオンオフする光スイッチとしても用いられる。

図８は、他の実施例の製造装置である。この実施例では、引き出され配向高分子薄膜３を巻き取りドラム８により巻き取ることにより、高分子薄膜積層体３２を得る。この場合、高分子薄膜積層体３２は、図１の場合と異なり、積層方向に

沿って配向方向が反転されることはなく、同じ配向方向をもって複数層繰り返し積層されることになる。

図９は、図８の装置により得られる高分子薄膜積層体３２から、色素分子配向方向が導波方向となるように切り出した適当な厚みのバルク８１を用いた電気光学素子８０の例を示している。バルク８１は、図に矢印で示すように、厚み方向に沿って、色素分子配向方向が揃ったドメインが配列された１方向周期ドメイン構造を持つ。このバルク８１の厚み方向上下に電極８２，８３が形成される。電極８２，８３間に高周波電源８４（又はスイッチ電源）を印加すれば、電界に直交する方向の入射光信号８５をポッケルス効果により変調して変調光信号８６を出力することができる。あるいは、入射光信号８５をスイッチすることができる。

バルク８１を図７の実施例と同様に所定の基板にサブミクロンの薄膜導波路として搭載してもよい。

図１及び図８の実施例では、延伸された配向高分子薄膜３を連続的に引き出しながら折り畳んで、あるいは巻き取って積層しているが、引き出される配向高分子薄膜３を一定の長さで次々に切断して取り出した後、これらを積層してもよい。この場合には、各切り出し片の配向方向を任意に選んで積層することができる。図１０は、切り出された配向高分子薄膜３の配向方向を少しずつ回転させた状態で積層した高分子薄膜積層体９１を用いた光アイソレータ９０の例を示している。図示のように配向方向を厚み方向に螺旋状に回転させることにより、膜厚方向に光波９２を伝搬させたとき偏波面が回転し、特定偏波面の光波９３を取り出すことができる。

図１１は、更に他の実施例の製造装置である。この実施例では、圧接ローラー対２ａ，２ｂの一方のローラー２ａの周囲に、所定間隔で電圧が印加される正負電極対１０１，１０２が配置されている。図では、４対の正負電対１０１，１０２を配置しているが、それぞれ対をなす正電極１０１と負電極１０２間の距離Ｌ１に対して、隣の電極対間の距離Ｌ２は十分に大きく設定することが必要である。これにより、対をなす正電極１０１と負電極１０２の間では大きな電場を形成し、隣接電極対間での電場は無視できる状態になる。この装置を用いると、圧延延伸される時に非線形有機光学材料１に対して、面内方向に間欠的に一定の極性の電

場を印加することができ、配向高分子薄膜３の分子配向がより促進される。但しこの電界印加は補助的に利用される。

ここまでの実施例は、一回の圧延延伸工程で得られた配向高分子薄膜を積層して高分子薄膜積層体を得ているが、得られた高分子薄膜を繰り返し圧延延伸工程に戻して更に薄膜化すること、また得られた配向高分子薄膜積層体を圧延延伸工程に戻して薄膜化して積層するという多段積層を行うことも有効である。これにより、配向周期のピッチをより小さくした導波路を得ることができる。

また実施例では、圧延延伸の工程で色素分子配向を行っているが、圧延延伸前の工程である有機光学材料の紡糸あるいは薄膜化の工程で、同様にせん断力を加えて予備的に色素分子配向させることは有効である。

更に図１１の実施例では、間欠的な電場を印加しているから、得られる配向高分子薄膜は、間欠的に色素分子配向が大きくなる。したがって、電場印加により色素分子配向が大きくなった部分のみを選択して積層するようにしてもよい。これにより、分子配向度が高く且つその分布が均一な高分子薄膜積層体を得ることができる。

図１２は、別の実施例の高分子薄膜積層装置である。

図８の装置では、有機光学材料１の圧延延伸工程とその後の積層工程を連続的に行っている。このため前述のように、得られる高分子薄膜積層体は、各薄膜の配向方向が揃ったものとなる。これに対して、図８の装置は圧延延伸用のみとして用い、これと図１２に示す薄膜積層装置を組み合わせることにより、任意の配向の組み合わせの高分子薄膜積層体を作ることが可能である。この場合、図８の装置では巻き取りドラム８には冷却された配向高分子薄膜が巻き取られるようにする。

図１２において、二つの供給ドラム２００ａ，２００ｂには、図８の装置で巻き取られた配向高分子薄膜３２ａ，３２ｂが装着される。ここで、一方の配向高分子薄膜３２ａは、図８の装置で巻き取った状態のままとし、他方の配向高分子薄膜３２ｂは図８の装置で巻き取ったものを巻き戻したものとする。これにより、二つの供給ドラム２００ａ，２００ｂから供給される配向高分子薄膜３２ａ，３２ｂの色素分子配向は互いに逆になる。これらの配向高分子薄膜３２ａ，３２ｂ

は圧接ローラー対２０１ａ，２０１ｂの間を通って圧着されて一体化され、配向高分子薄膜３３が得られる。このとき圧接ローラー２０１ａ，２０１ｂを加熱して、あるいは別途ヒータを設けて、配向高分子薄膜３２ａ，３２ｂの接着を促進することが好ましい。配向高分子薄膜３３は、ローラー対２０２ａ，２０２ｂの間を通り、更にローラー対２０３ａ，２０３ｂの間を通って、巻き取りドラム２０４に巻き取られる。ローラー対２０２ａ，２０２ｂ及びローラー対２０３ａ，２０３ｂでは、配向高分子薄膜３３が冷却される。配向高分子薄膜３３の配向緩和を防止するためには、配向高分子薄膜３３が緊張状態で巻き取りドラム２０４に巻き取られるようにすることが好ましい。

この様にして、巻き取りドラム２０４には、２枚の配向高分子薄膜を積層した配向高分子薄膜が巻き取られる。そして巻き取られた配向高分子薄膜を、それぞれの配向方向を考慮して再度図１２の積層装置により、同様に積層することにより、４枚の配向高分子薄膜を積層した高分子薄膜積層体が得られる。以下、同様の工程を繰り返すことにより、任意に積層数の高分子薄膜積層体が得られる。

なお積層装置については、図１２のようなローラーを用いたものに限らず、平板上で複数枚の薄膜を圧着する通常の積層装置を用いることができる。

本発明に利用できる非線形光学材料は、上記実施例に限られない。例えば、主鎖となる高分子として、熱可塑性高分子、溶剤や可塑剤を併用して熱可塑性を示す高分子、ＰＥＴ、ＰＣ、ポリアミド、ポリイミド、ポリウレタン、ポリエステル、ポリエステルイミド等を用いることができる。非線形光学色素分子としては、一般に、π共役部分をπ、ドナー基をD、アクセプタ基をAとして、-D-(π)-A、又は、-A-(π)-Dで表されるものを用いることができる。-D-(π)-A の中には、N-メチルピリジニウム塩非線形光学色素等の分子イオン性色素が含まれる。例えば、

Poly{1-methyl-4-{2-[4-6-((methacryloxy)hexyl)oxy)phenyl]vinyl}pyridinium tetraphenylborate}-co-methylmethacrylate}

等が用いられる。

また、色素分子と高分子の主鎖の間に介在させるスペーサとしては、

－（CH_2）$_n$－、－（CH_2CH_2O）$_n$－、－（PhO）$_n$－、

－$COOCH_2CH_2$－等が用いられる。

以上述べたようにこの発明によれば、電場を印加することなく、有機非線形光学材料を圧延延伸して配向処理を施した配向高分子薄膜を作製し、これを積層するという簡便な方法で、配向の周期構造を持つ薄膜導波路を作ることができ、これを用いて優れた特性の波長変換素子その他の非線形光学素子を安価に作ることができる。

次に、図１３を参照して、この発明によるグレーティングの製造方法の実施例を説明する。図１３の薄膜製造装置は、図８と基本的に同じである。この実施例では、原材料として、コア部３０３に有機色素がドープされたプラスチック光ファィバ３０１を用いる。プラスチック光ファイバ３０１は具体的には、次のようにして作られる。有機色素、屈折率分布を形成するための低分子化合物、重合開始剤、連鎖移動剤及び、有機色素の溶解を助けるＤＭＳＯ（ジメチルスルホキシド）を含むＭＭＡ（メチルメタクリレート）モノマー溶液を先ず調製する。このモノマー溶液をＰＭＭＡ（ポリメチルメタクリレート）製の中空管に注入し、９０～９５℃の乾燥機中で回転させながら約２５時間重合する。その後、１ｍｍＨｇ以下、１１０℃で約２４時間減圧熱処理する。得られた母材を、１９０～２５０℃で熱延伸することにより、色素ドープのコア部３０３と透明クラッド部３０２からなるプラスチック光ファイバ３０１が得られる。有機色素としてローダミンＢ，ローダミン６Ｇ等が用いられる。

なおこの実施例では、上述のように延伸して得られたプラスチック光ファィバ３０１を原材料として用いているが、実際には延伸する前のロッド状の母材やスラブ材を用いることも可能である。またその屈折率分布は、ステップインデックス（ＳＩ）型，グレーテッドインデックス（ＧＩ）型いずれでもよい。

図１３に示す装置を用いて、プラスチック光ファイバ３０１を、約２００℃程度に加熱した状態で圧延延伸することにより、プラスチック薄膜３０４が連続的に作られる。プラスチック薄膜３０４は、好ましくは０．５～０．３μｍ 程度の厚みまで薄くする。延伸されたプラスチック薄膜３０４は、連続的に引き出されて巻き取りドラム８に巻き取られる。

次に、巻き取られたプラスチック薄膜を巻き戻して複数層重ねて、所定温度と

圧力で熱圧着して一体化して、薄膜積層体とする。具体的には例えば、図１２の積層装置を用いて、２枚のプラスチック薄膜を圧着する工程を繰り返すことによって、所定の積層数のプラスチック薄膜積層体を得ることができる。

図１４は得られたプラスチック薄膜積層体３０６を示している。薄膜積層体３０６は、原材料であるプラスチック光ファイバ３０１のコア部３０３とクラッド部３０２に対応して、低屈折率層３０７と高屈折率層３０８が厚み方向に周期的に配列された構造となる。低屈折率層３０７と高屈折率層３０８の配列周期は、積層体３０６を圧着により形成する際の厚み減少がないとすれば、プラスチック薄膜３０４の厚み、即ち０．５～０．３μm になる。コア部３０３には有機色素がドープされているから、屈折率分布と重なるように周期的な色素濃度分布が形成される。周期的屈折率分布は、好ましくは、１．４～１．５の範囲の小さい分布とする。これにより、有機色素がドープされたアクティブ領域と有機色素がドープされていないパッシブ領域が周期的に配列された分布帰還（ＤＦＢ）構造が得られる。従ってこの薄膜積層体３０６は、波長選択性と同時に、ＤＦＢ構造によりその周期で決まる特定波長光を選択増幅して取り出す光増幅作用を有するものとなる。

この様に屈折率及び色素分布の周期構造を持つ薄膜積層体３０６を、図１５に示すように厚み方向に円柱状に切り出して、ＤＦＢ構造のグレーティング３１０を得る。光ファイバ増幅器への応用のためには、このグレーティング３１０の径が増幅用ファイバの径と同程度となるように成型する。

図１６は、得られたグレーフィング３１０のプラスチックファイバ光増幅器への応用例である。増幅ファイバ３２１は、この実施例のグレーティング製造の原料と同じく、コア部３２２に有機色素をドープしたプラスチック光ファィバである。この増幅ファイバ３２１の入力端にグレーティング３１０が配置される。

この様な構成として、グレーティング３１０に波長λｐのポンピング光を入射すると、グレーティング３１０の波長選択と特定波長λｓのレーザ増幅により大きな信号光が得られる。例えば、有機色素としてローダミンＢを用いたとき、ポンピング光として、λｐ＝５３２ｎｍのＮｄ：ＹＡＧレーザの第２高調波を用いて、グレーティング３１０からはλｓ＝５９０ｎｍの大きな信号光を得ることが

できる。グレーティング３１０から出射された波長λｓの信号光を、増幅ファイバ３２１に入射することにより、更に光信号増幅がなされる。

この実施例によると、増幅ファイバ３２１の前段に光増幅作用を持つグレーティング３１０を配置することによって、信号光とポンピング光を同時に用いることなく、ポンピング光のみを用いて特定波長の信号光増幅が可能になる。また、グレーティング３１０を用いない場合に比べて、増幅ファイバ３２１として短いものを用いて大きな信号光利得が得られる。

上記実施例では、コア部に色素がドープされたプラスチック光ファイバを用いたが、クラッド部に色素がドープされた光ファイバを用いることもできる。またこの発明は、色素がドープされていないプラスチックファイバを用いた場合も有効である。この場合、上記実施例と同様の工程で得られるグレーティングは、光増幅作用を持ず、屈折率分布による波長選択性のみを持つものとなる。

またこの発明は、透明光学材料としてプラスチックではなく、ガラスを用いた場合にも有効である。ガラスファイバを原料として同様の製法でグレーティングを作ることができる。また、コア部にキレートがドープされた光ファイバを用いれば、上記実施例と同様の製法によって、レーザ増幅機能を持つグレーティングを作ることができる。

更に実施例では連続的に引き出されるプラスチック薄膜を巻き取っているが、引き出される薄膜を一定の長さで次々に切断して取り出した後、これらを積層して一体化することもできる。

以上のようにこの発明の方法によると、光ファイバ又は光ファイバとして延伸する前の母材を延伸して薄膜を作製し、得られた薄膜を積層することにより、積層方向に周期的屈折率分布を持つ薄膜積層体が得られる。この薄膜積層体から、屈折率分布により決まる波長選択性を示すグレーティングが簡単に得られる。特にこの発明において、予めコア部またはクラッド部に有機色素がドープされたプラスチック光ファイバを用いれば、ＤＦＢ構造のグレーティングが得られる。このグレーティングは光発振及び光増幅作用を有するから、光ファイバレーザや光ファイバ増幅器応用が可能となる。

請求の範囲

１．複数の高分子薄膜が積層された高分子薄膜積層体により作られた周期ドメイン構造を有し、

前記各高分子薄膜は、高分子とその側鎖が置換された２次非線形光学色素分子とから作られて前記光学色素分子の末端が前記高分子に結合された有機非線形光学材料を圧延延伸して形成されて、前記光学色素分子が一方向に配向されていることを特徴とする非線形光学素子用導波路。

２．前記非線形光学素子は、基板とこの基板に搭載された前記導波路とを有する波長変換素子であり、

前記高分子薄膜積層体は、前記複数の高分子薄膜をその色素分子配向方向が交互に逆になるように積層して構成され、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の積層方向が導波方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出されて、前記導波方向に沿って配列されるドメインが周期的に反転された２方向周期ドメイン構造を持つ

ことを特徴とする請求項１記載の導波路。

３．前記光学素子は、基板と、この基板に搭載された前記導波路と、前記導波路に導波方向と直交する方向に電界を印加する手段とを備えて光波を変調する電気光学素子であり、

前記高分子薄膜積層体は、前記複数の高分子薄膜をその色素分子配向方向を揃えて積層して構成され、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の色素分子配向方向が導波路方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出されて、導波方向と直交する厚み方向に配列されるドメインの配向方向が揃った１方向周期ドメイン構造を持つ

ことを特徴とする請求項１記載の導波路。

４．前記光学素子は、基板と、この基板に搭載された前記導波路と、前記導波路に導波方向と直交する方向に電界を印加する手段とを備えて光波を変調する電気光学素子であり、

前記高分子薄膜積層体は、前記複数の高分子薄膜をその色素分子配向方向が交

互に逆になるように積層したものであり、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の色素分子配向方向が導波方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出されて、前記高分子薄膜積層体の積層方向に配列されるドメインが周期的に反転された２方向周期ドメイン構造を持つ

ことを特徴とする請求項１記載の導波路。

５．高分子とその側鎖が置換された２次非線形光学色素分子とから作られて前記光学色素分子の末端が前記高分子に結合された有機非線形光学材料を、圧延延伸して前記光学色素分子を一方向に配向させた高分子薄膜を作製する工程と、

前記高分子薄膜を複数層積層した高分子薄膜積層体を作製する工程と、

前記高分子薄膜積層体から所定方向に所定厚み切り出して周期ドメイン構造を持つ導波路を作製する工程と

を有することを特徴とする非線形光学素子用導波路の製造方法。

６．前記高分子薄膜積層体は、前記高分子薄膜を所定長さで繰り返し折り畳んで重ねることにより作ることを特徴とする請求項５記載の製造方法。

７．前記高分子薄膜積層体は、分子配向された前記高分子薄膜を連続的に巻き取りドラムに巻き取って作ることを特徴とする請求項５記載の製造方法。

８．分子配向された前記高分子薄膜を、圧延延伸の工程に戻して更に薄膜化する工程を有することを特徴とする請求項５記載の製造方法。

９．前記高分子薄膜積層体は、分子配向された前記高分子薄膜を巻き取り、巻き取られた複数の高分子薄膜をそれらの色素分子配向方向を選択して重ねて圧着することにより作ることを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１０．分子配向された前記高分子薄膜の２枚ずつの圧着工程を複数回繰り返すことにより、必要な積層数の高分子薄膜積層体を作ることを特徴とする請求項９記載の製造方法。

１１．前記有機非線形光学材料を圧延延伸して配向処理を施す際に、配向を促進するために延伸方向に所定の電場を補助的に印加することを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１２．前記非線形光学素子は、基板とこの基板に搭載された前記導波路とを有する二次高調波発生素子用であって、

前記高分子薄膜積層体は、分子配向された前記高分子薄膜をその色素分子配向方向が交互に逆になるように複数層積層して作り、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の積層方向が導波方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出して、前記導波方向に沿って配列されるドメインが周期的に反転された２方向周期ドメイン構造を持つようにする

ことを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１３．前記非線形光学素子は、基板と、この基板に搭載された前記導波路と、前記導波路に導波方向と直交する方向に電界を印加する手段とを備えて光波を変調する電気光学素子であり、

前記高分子薄膜積層体は、分子配向された前記高分子薄膜をその色素分子配向方向を揃えて複数層積層して作り、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の色素分子配向方向が導波方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出して、導波方向と直交する厚み方向に配列されるドメインの配向方向が揃った１方向周期ドメイン構造を持つようにする

ことを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１４．前記非線形光学素子は、基板と、この基板に搭載された前記導波路と、前記導波路に導波方向と直交する方向の電界を印加する手段とを備えて光波を変調する電気光学素子であり、

前記高分子薄膜積層体は、分子配向された前記高分子薄膜をその色素分子配向方向が交互に逆になるように複数層積層して作り、

前記導波路は、前記高分子薄膜積層体の色素分子配向方向が導波方向となるように前記高分子薄膜積層体から切り出して、前記導波方向に直交する厚み方向に配列されるドメインが周期的に反転された２方向周期ドメイン構造を持つようにする

ことを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１５．前記高分子薄膜積層体を、圧延延伸の工程に戻して薄膜化する工程を有することを特徴とする請求項５記載の製造方法。

１６．所定の屈折率分布を持つ透明光学材料をその屈折率分布を持つ方向とは直交する方向に圧延延伸して薄膜を作製する工程と、

作製された前記薄膜を複数層積層して薄膜積層体を作製する工程と、

作製された前記薄膜積層体から周期的な屈折率分布を持つグレーティングを切り出す工程と

を有することを特徴とするグレーティングの製造方法。

１７．前記透明光学材料は、コア部、クラッド部のいずれか一方に有機色素がドープされたプラスチック光ファイバであり、

前記グレーティングは周期的な屈折率分布と周期的的な有機色素濃度分布を持つ分布帰還構造を有する

ことを特徴とする請求項１６記載のグレーティングの製造方法。

FIG. 1

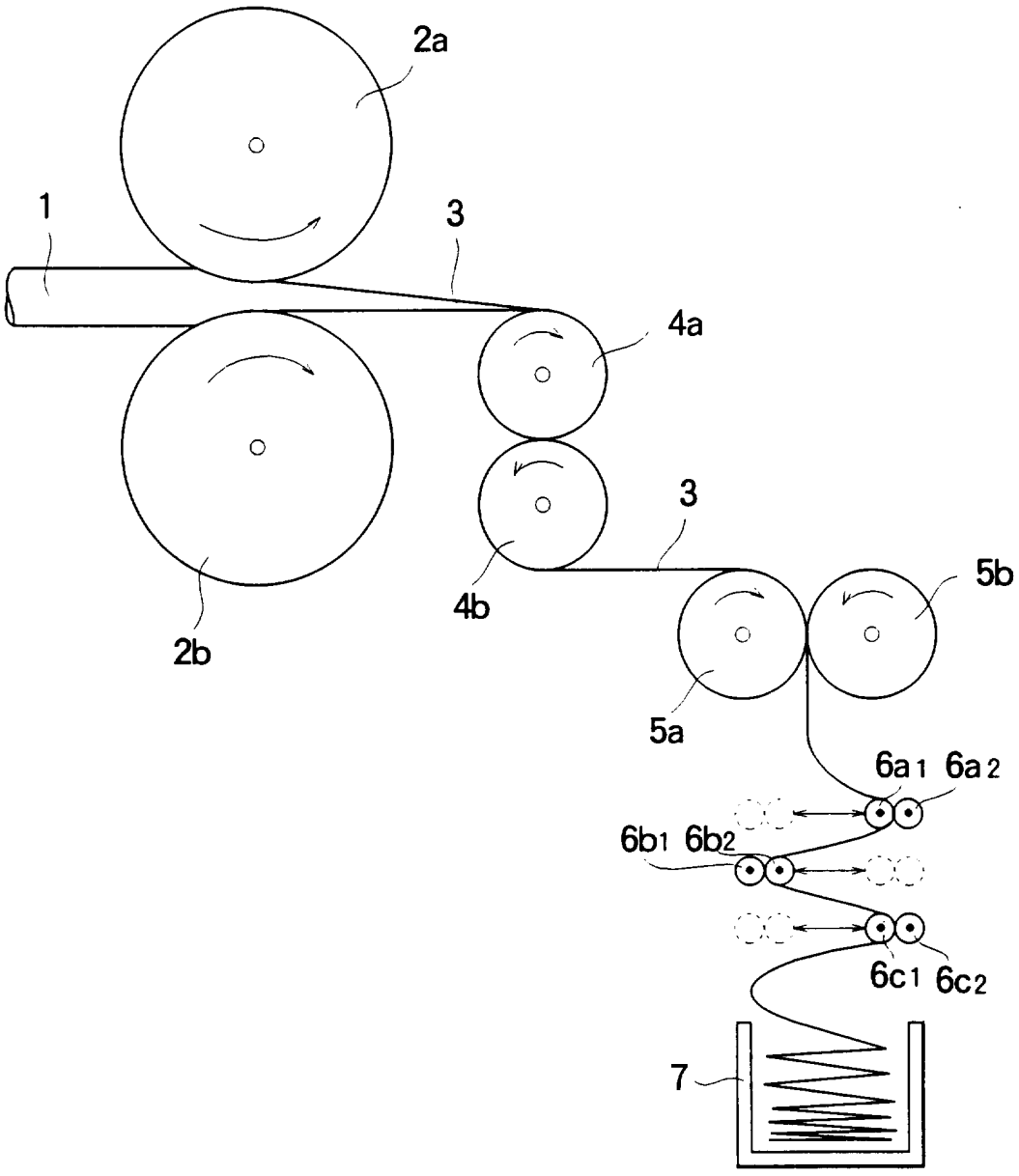


FIG. 2

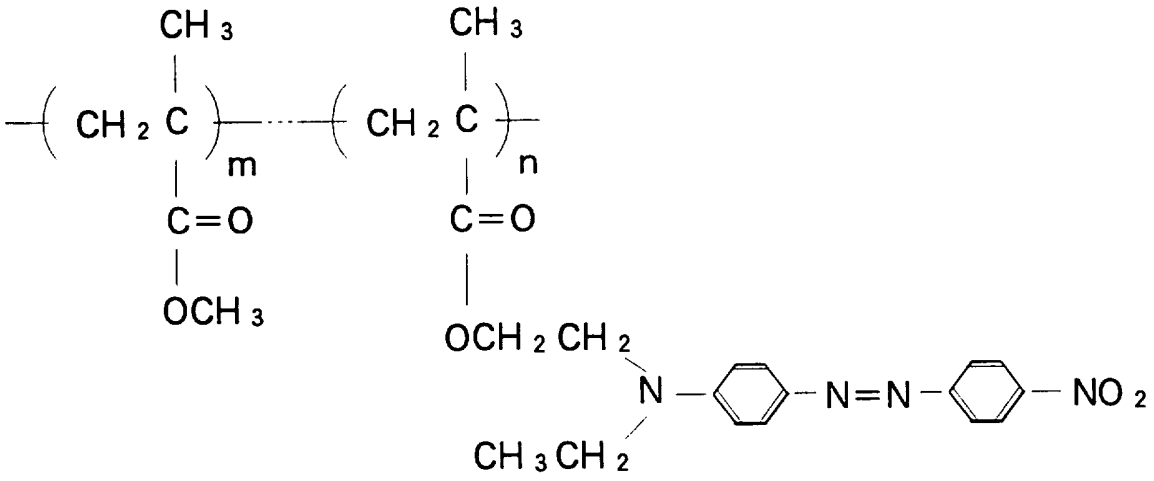


FIG. 3A

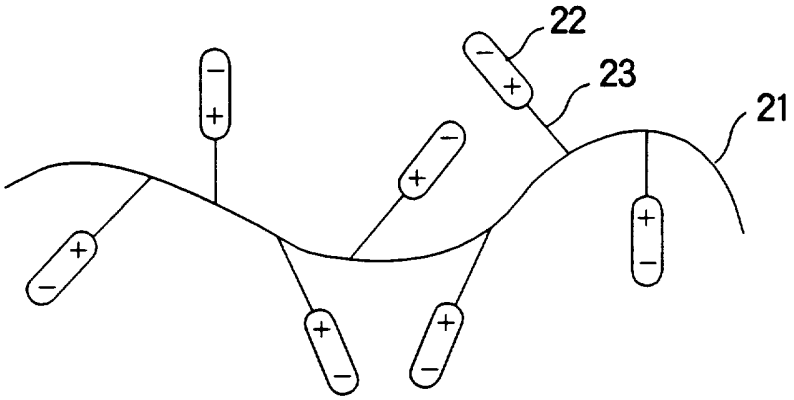


FIG. 3B

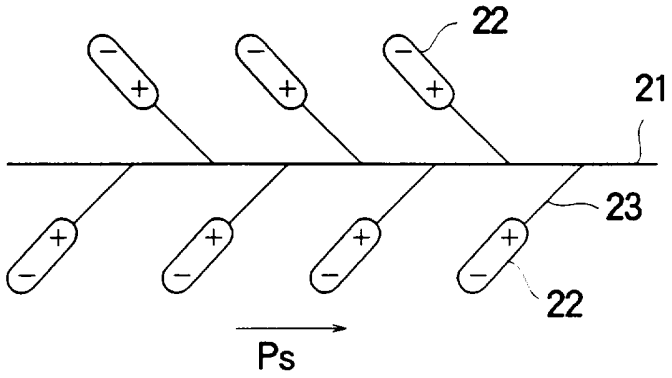


FIG. 4

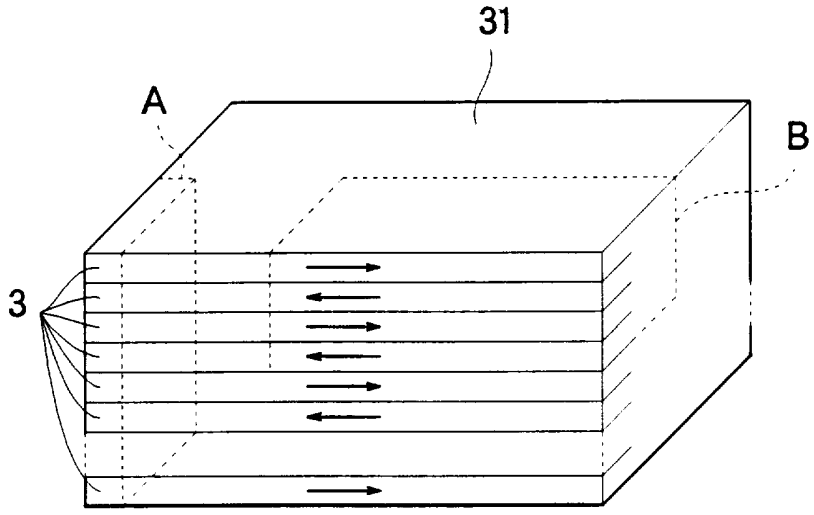


FIG. 5A FIG. 5B

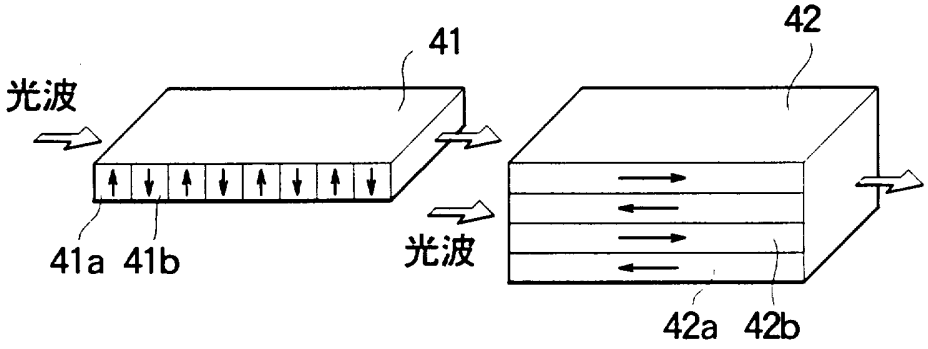


FIG. 6

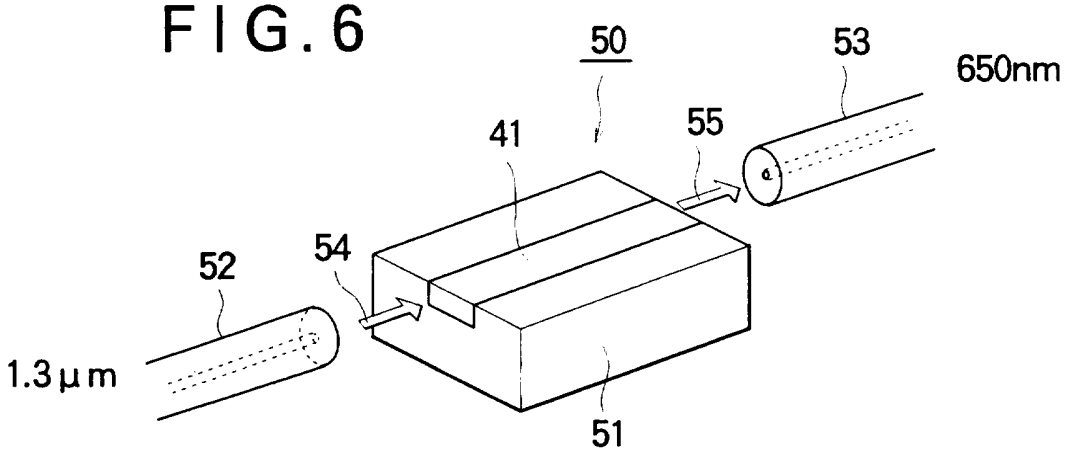


FIG. 7

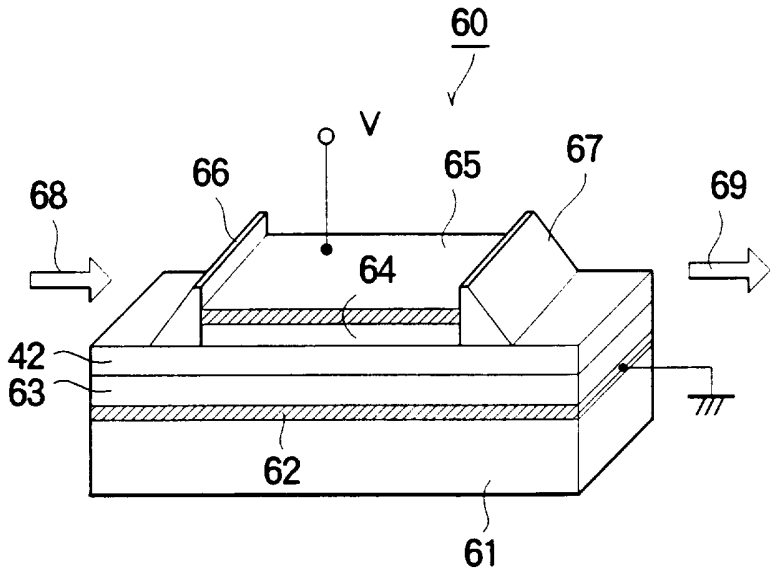


FIG. 10

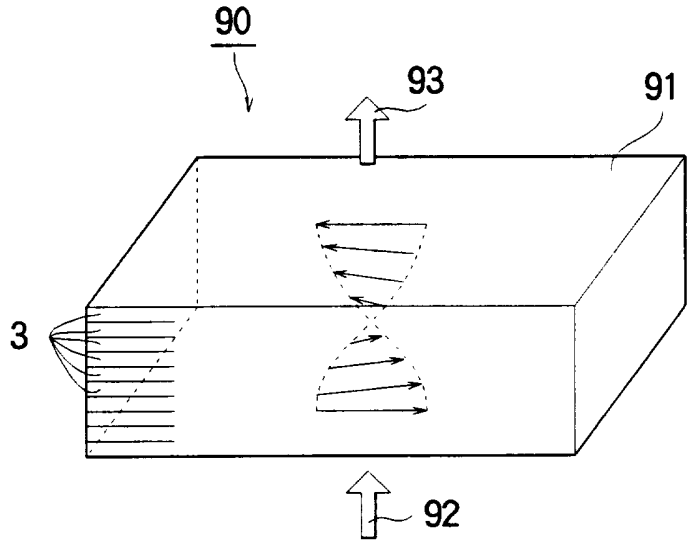


FIG. 8

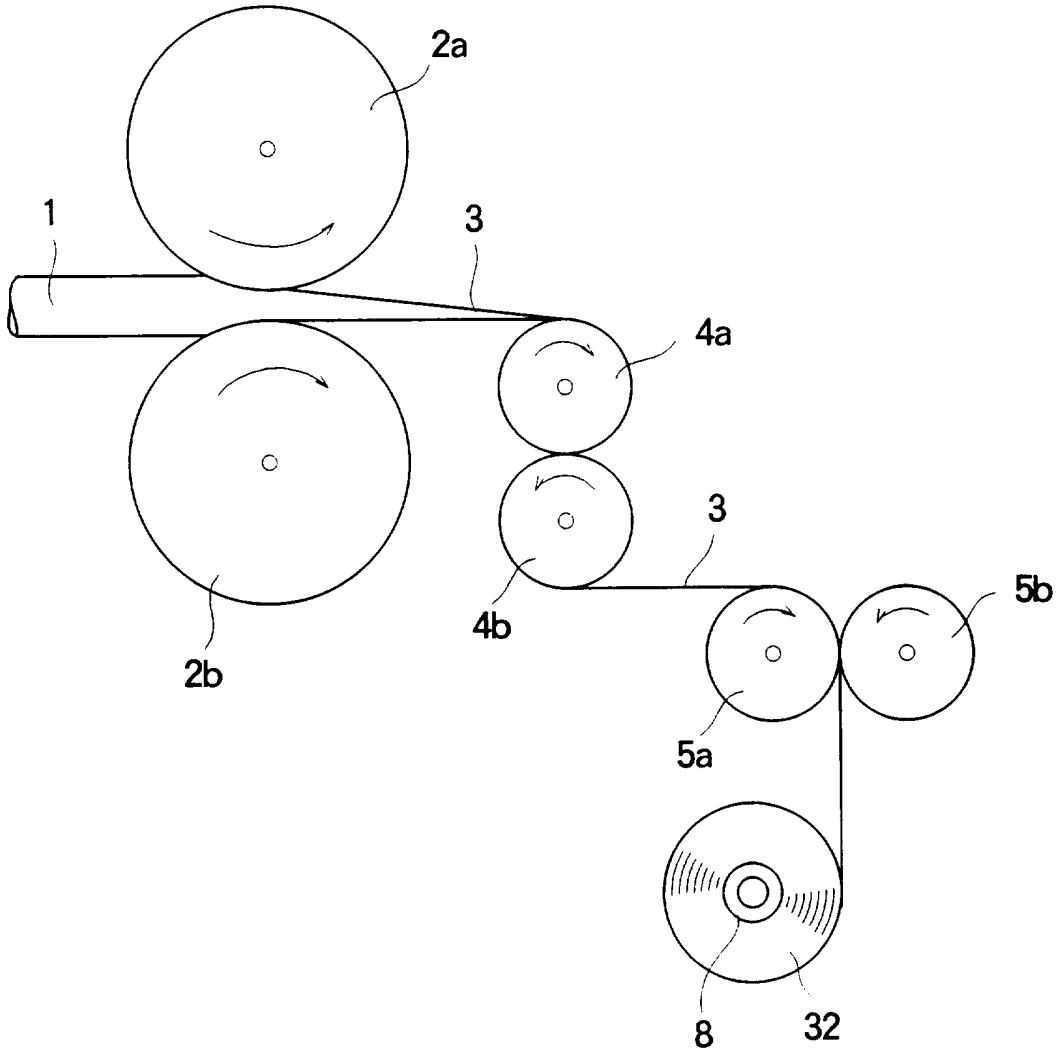


FIG. 9

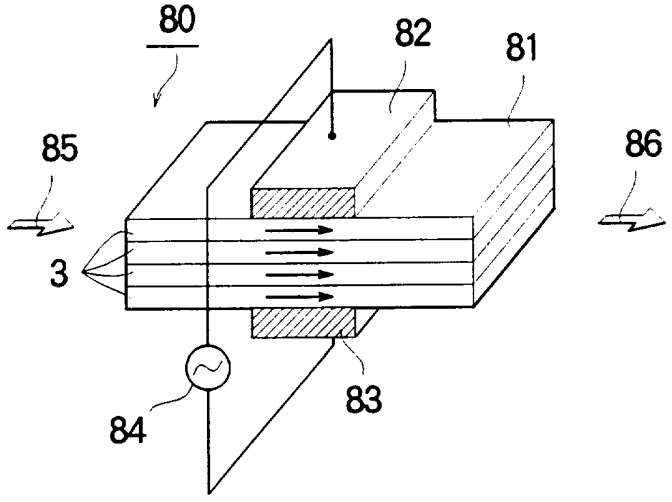


FIG. 11

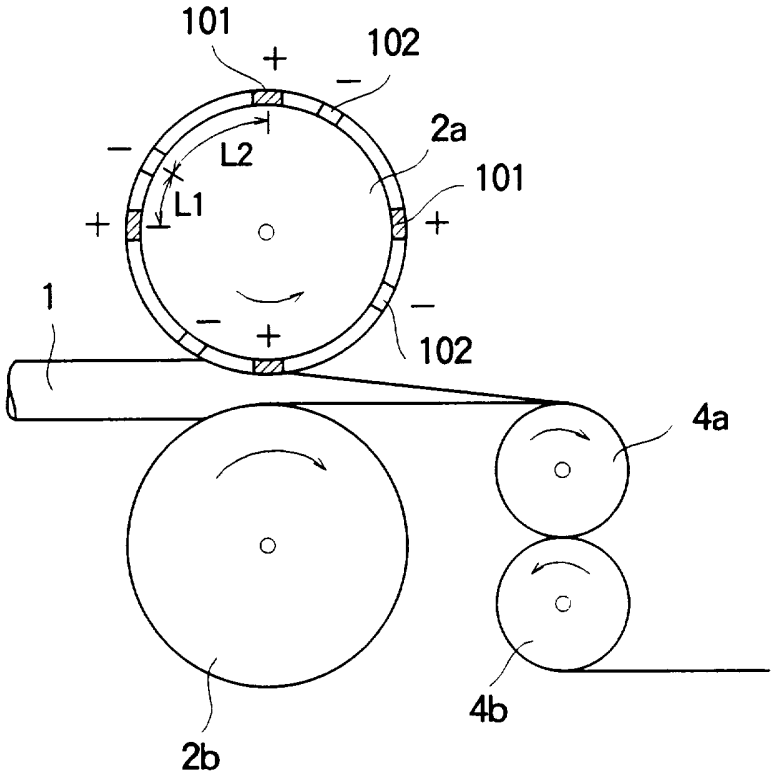


FIG. 12

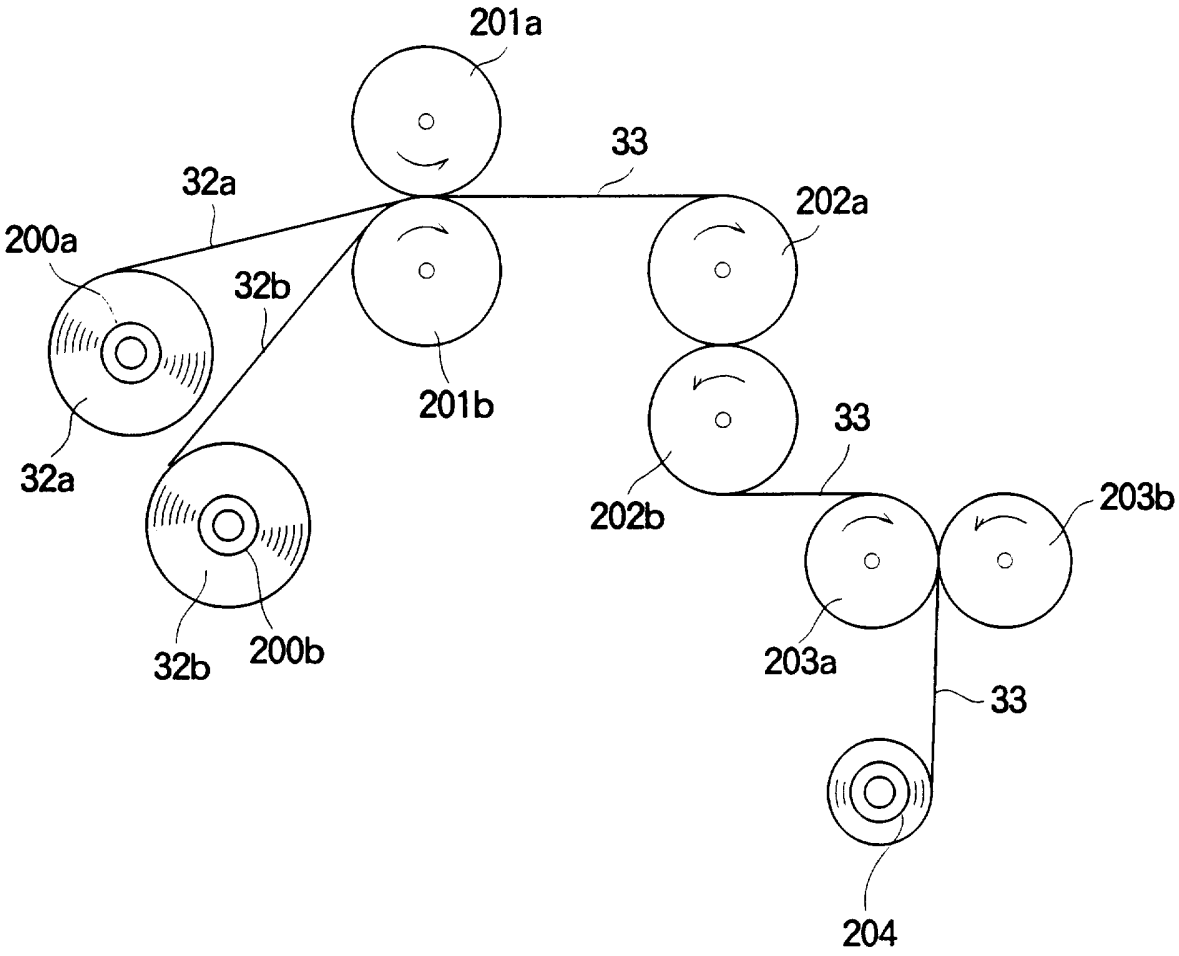

201a
33
32a
202a
200a
32b
201b
33
32a
202b
203b
203a
32b
200b
33
204

FIG. 13

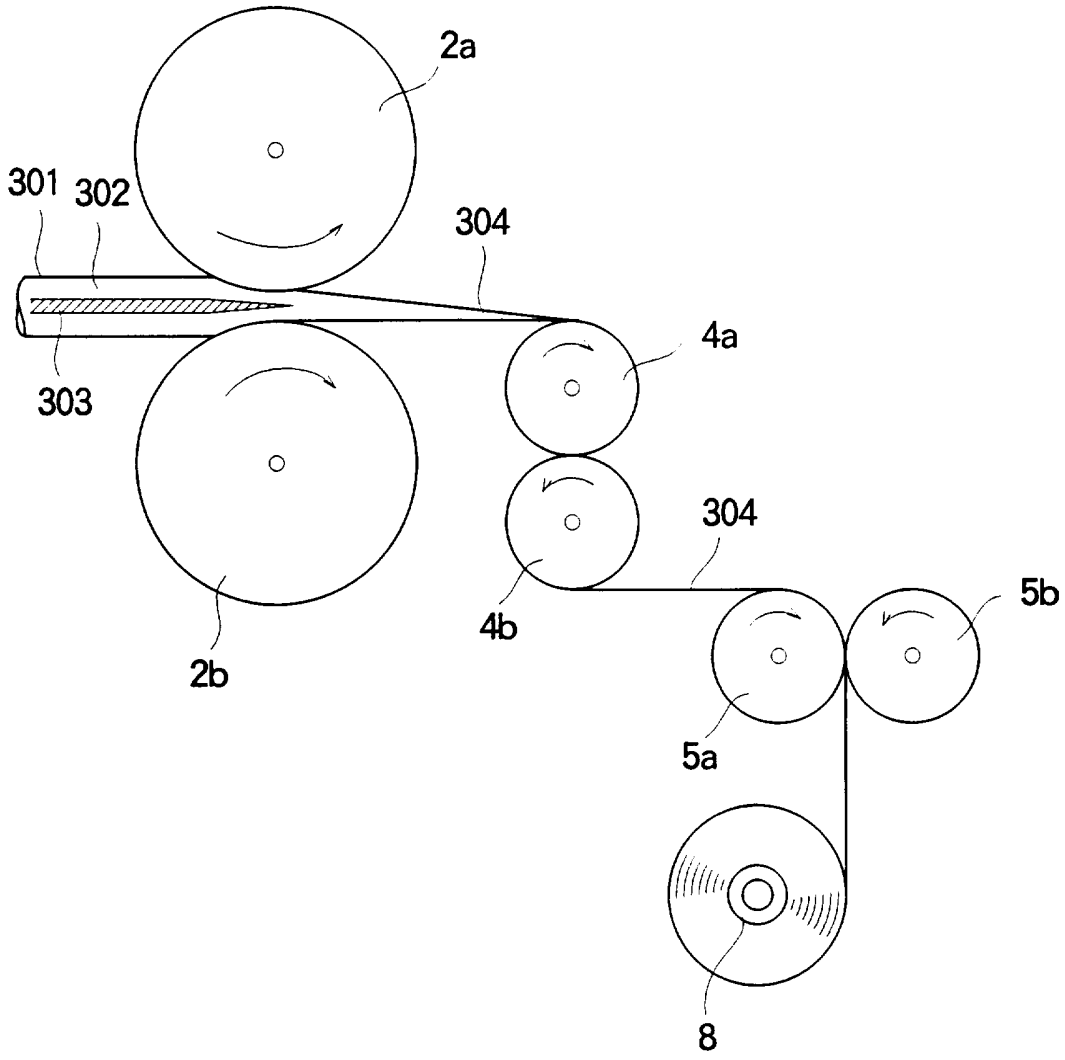


FIG. 14

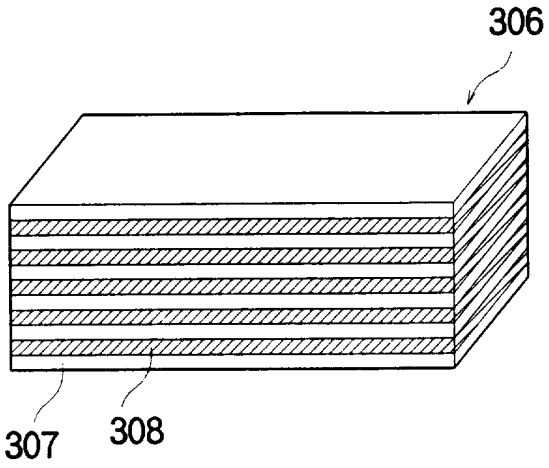


FIG. 15

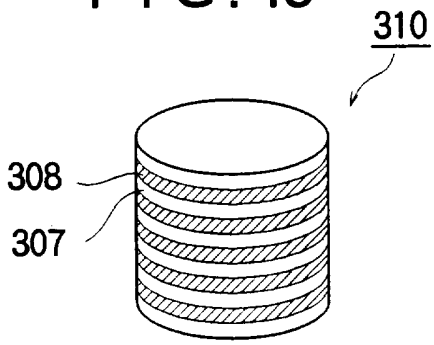


FIG. 16

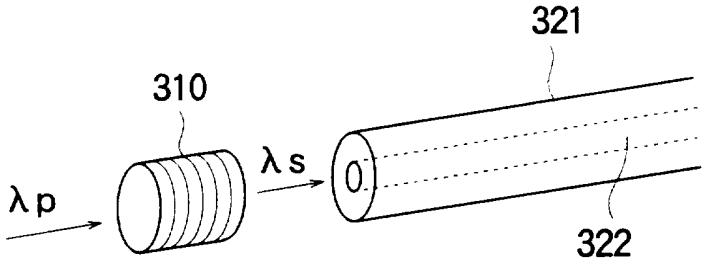


FIG. 17A

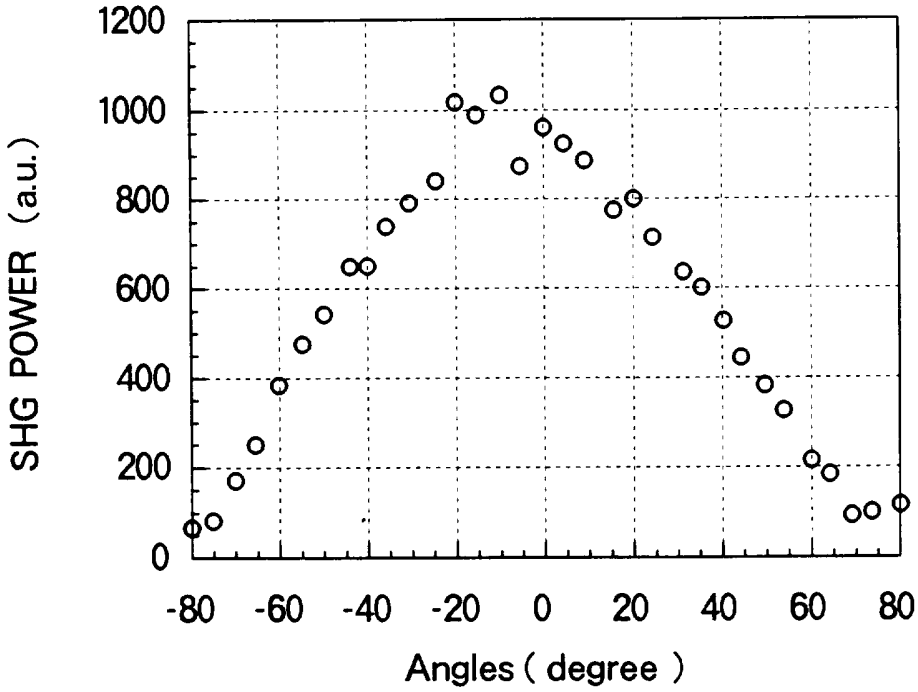


FIG. 17B

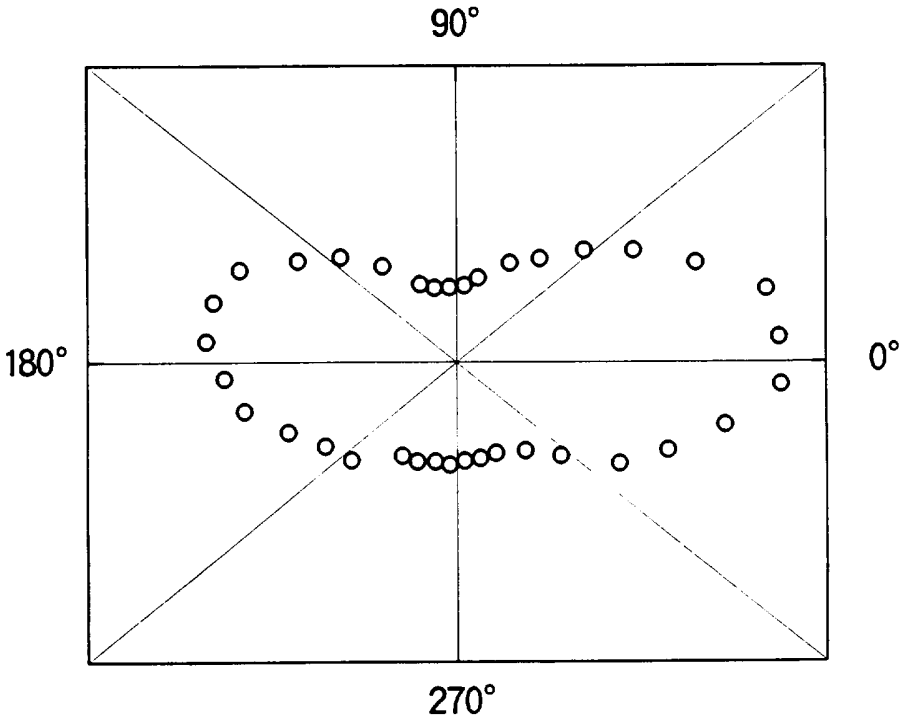
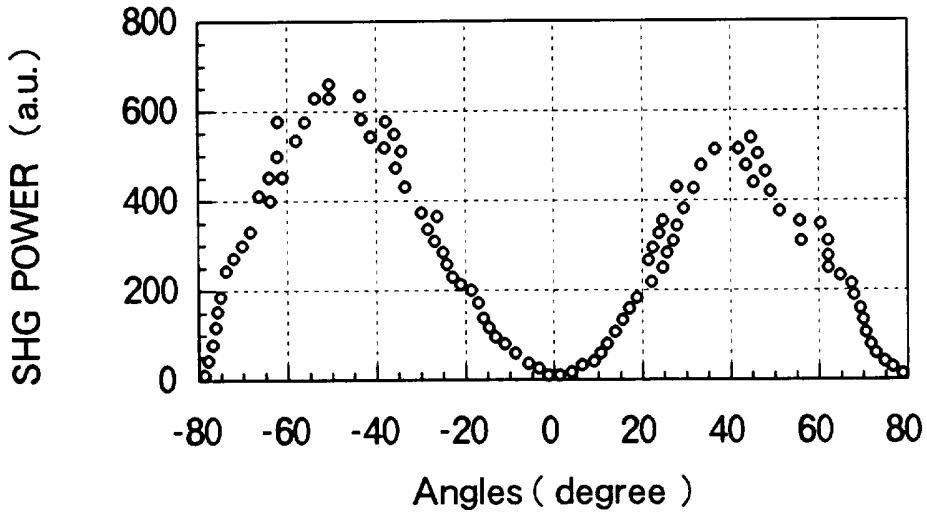


FIG. 18


SHG POWER (a.u.)
800
600
400
200
0
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
Angles (degree)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/00987

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl^6 G02F1/35, G02F1/37, G02B5/18

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. Cl^6 G02F1/35, G02F1/37, G02B5/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1967 - 1996
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996

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.
	JP, 05-142599, A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), June 11, 1993 (11. 06. 93)	
Y	Lines 2 to 5, left column, page 652	1
Y	Lines 25 to 29, right column, page 652 (Family: none)	2 - 15
	JP, 02-3403, A (Hoechst Celanese Corp.), January 9, 1990 (09. 01. 90)	
Y	Lines 11 to 13, upper right column, page 22	1 - 15
Y	Lines 6 to 8, lower right column, page 22	3, 4, 13, 14
Y	Line 14, lower right column, page 27 to line 2, upper left column, page 28	1 - 15
Y	Lines 3 to 13, upper right column, page 28 & US, 4913844, A	1 - 15
	JP, 05-313217, A (Sony Corp.), November 26, 1993 (26. 11. 93),	
Y	Lines 2 to 7, left column, page 126 (Family: none)	2, 4, 12, 14
	JP, 61-186942, A (Nippon Telegraph & Telephone	

☐ 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	Date of mailing of the international search report
July 4, 1996 (04. 07. 96)	July 16, 1996 (16. 07. 96)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/00987

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Corp.), August 20, 1986 (20. 08. 86),	
Y	Line 12, lower left column to line 1, lower right column, page 230 (Family: none)	11
	JP, 54-116948, A (NEC Corp.), September 11, 1979 (11. 09. 79),	
Y	Line 10, upper left column to line 7, upper right column, page 311 & GB, 2017331, A & GB, 2017331, B2 & US, 4243398, A & CA, 1111683, A1	16, 17
	JP, 59-192225, A (Hitachi, Ltd.), October 31, 1984 (31. 10. 84),	
Y	Line 12, lower right column, page 146 to line 3, upper right column, page 147 (Family: none)	17
Y	JP, 63-188121, A (Nippon Telegraph & Telephone Corp.), August 3, 1988 (03. 08. 88)(Family: none)	17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／００９８７

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））
Int.Cl[6] G02F1/35　G02F1/37　G02B5/18

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.Cl[6] G02F1/35　G02F1/37　G02B5/18

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
日本国実用新案公報　1967-1996 年
日本国実用新案公開公報　1971-1996 年

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
	JP,05-142599,A(松下電器産業株式会社),	
	11,6月,1993(11,6,93)	
Y	第652頁、左欄第 2- 5行	1
Y	右欄第25-29行	2-15
	（ファミリーなし）	
	JP,02-3403,A(ヘキスト・セラニーズ・コーポレーション),	
	9, 1月,1990(9,1,90)	
Y	第22頁,右上欄第11-13行	1-15
Y	右下欄第 6- 8行	3,4,13,14
Y	第27頁,右下欄第14行 - 第28頁,左上欄第 2行	1-15
Y	第28頁,右上欄第 3-13行	1-15
	&US,4913844,A	

☐ 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	国際調査報告の発送日
04.07.96	16.07.96

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	後藤　時男	2K	9316
	電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線 3254		

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９２年７月）

国際調査報告	国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ９６／００９８７

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
Y	JP, 05-313217, A(ソニー株式会社), 26, 11月, 1993(26, 11, 93) 第126頁, 左欄第 2- 7行 （ファミリーなし）	2, 4, 12, 14
Y	JP, 61-186942, A(日本電信電話株式会社), 20, 8月, 1986(20, 8, 86) 第230頁, 左下欄第12行 - 右下欄第 1行 （ファミリーなし）	11
Y	JP, 54-116948, A(日本電気株式会社), 11, 9月, 1979(11, 9, 79) 第311頁, 左上欄第10行 - 右上欄第 7行 &GB, 2017331, A &GB, 2017331, B2 &US, 4243398, A &CA, 1111683, A1	16, 17
Y	JP, 59-192225, A(株式会社日立製作所), 31, 10月, 1984(31, 10, 84) 第146頁, 右下欄第12行 - 第147頁, 右上欄第 3行 （ファミリーなし）	17
Y	JP, 63-188121, A(日本電信電話株式会社), 3, 8月, 1988(3, 8, 88) （ファミリーなし）	17