

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02008/029816

発行日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(43) 国際公開日 平成20年3月13日(2008.3.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 8 G 73/10 (2006.01)	C O 8 G 73/10	2 H 1 4 7
G O 2 B 6/12 (2006.01)	G O 2 B 6/12 N	4 J O 4 3

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 46 頁)

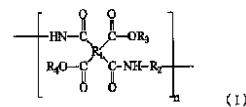
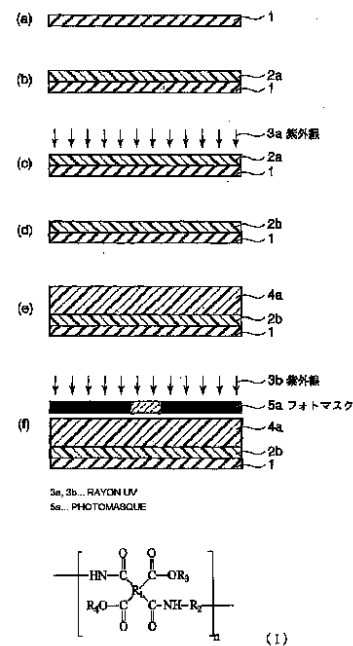
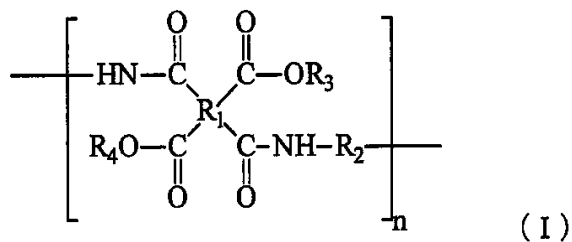
出願番号	特願2008-533172 (P2008-533172)	(71) 出願人	000004237
(21) 国際出願番号	PCT/JP2007/067241		日本電気株式会社
(22) 国際出願日	平成19年8月29日(2007.8.29)		東京都港区芝五丁目7番1号
(31) 優先権主張番号	特願2006-238847 (P2006-238847)	(71) 出願人	304021417
(32) 優先日	平成18年9月4日(2006.9.4)		国立大学法人東京工業大学
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
		(74) 代理人	100077838
			弁理士 池田 憲保
		(74) 代理人	100082924
			弁理士 福田 修一
		(74) 代理人	100129023
			弁理士 佐々木 敬
		(72) 発明者	陳 寧娟
			東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大 学法人東京工業大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 感光性樹脂組成物、屈折率制御方法、およびそれを用いた光導波路並びに光学部品

(57) 【要約】

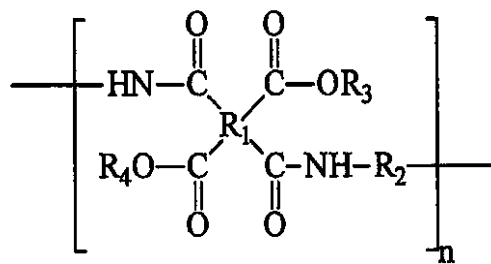
伝送損失が低く高い熱安定性を示し、また導波路パターンを形状精度が良くかつ低コストで作製可能な光導波路形成用樹脂組成物、光導波路、光導波路形成方法およびそれを用いた光素子を提供する。一般式 (I) で表されるポリアミド酸またはポリアミド酸エステル (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする感光性樹脂組成物を用いることで、かかる課題を解決できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする感光性樹脂組成物。



10

(一般式 (I) のうち R₁ は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R₂ は 2 価の有機の官能基、R₃ および R₄ は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【請求項 2】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R₁ は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、それらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする感光性樹脂組成物。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R₂ はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R₂ はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする感光性樹脂組成物。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R₂ はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基は、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量%、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量%、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量% 含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

40

【請求項 7】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

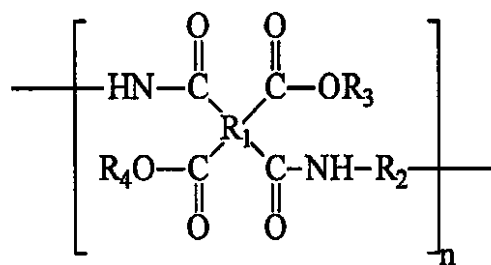
【請求項 9】

50

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 10】

感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、当該活性光線に対する露光部と未露光部における屈折率差を生じさせる屈折率制御方法であって、前記感光性樹脂組成物は、下記化 2 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする屈折率制御方法。



10

(一般式 (I) のうち R 1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R 2 は 2 価の有機の官能基、R 3 および R 4 は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表す。)

20

【請求項 11】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物の前記 R 1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、それらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする屈折率制御方法。

30

【請求項 13】

請求項 12 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基は、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする屈折率制御方法。

40

【請求項 15】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量%、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量%、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量% 含むことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 16】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする屈折率制御方法。

50

【請求項 17】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 18】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする屈折率制御方法。

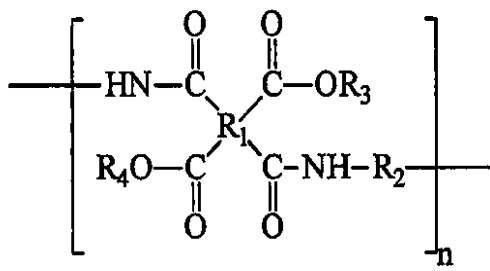
【請求項 19】

請求項 18 に記載の屈折率制御法により得られた、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする光導波路。

10

【請求項 20】

コア層と、該コア層に積層して形成されるクラッド層を有する光導波路であって、該コア層および該クラッド層のいずれかまたは両方に、感光性樹脂組成物を用い、前記感光性樹脂組成物は、下記化 3 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする光導波路。



20

(I)

(一般式 (I) のうち R 1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R 2 は 2 価の有機の官能基、R 3 および R 4 は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表す。)

【請求項 21】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記 R 1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、それらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする光導波路。

30

【請求項 22】

請求項 21 に記載の光導波路において、前記 R 2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする光導波路。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の光導波路において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする光導波路。

40

【請求項 24】

請求項 23 に記載の光導波路において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基は、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする光導波路。

50

【請求項 25】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量 %、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量 %、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量 % 含むことを特徴とする光導波路。

【請求項 26】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする光導波路。

【請求項 27】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする光導波路。

10

【請求項 28】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする光導波路。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の光導波路において、前記露光部及び未露光部の内で、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする光導波路。

【請求項 30】

基板上に第 1 クラッド層を形成する工程と、感光性樹脂組成物を上記第 1 クラッド層上に塗布する工程と、

20

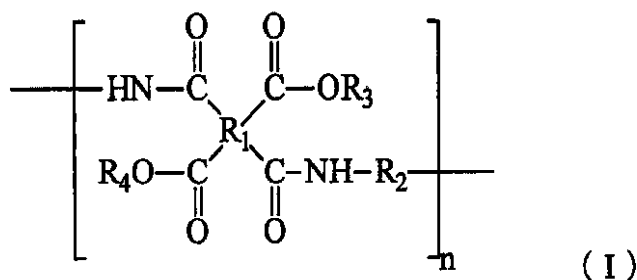
プリベークを行う工程と、

上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアもしくはコア以外となる領域のどちらか一方に活性光線を照射する工程と、

上記形成されたコア及び第 1 クラッド層の上に第 2 クラッド層を形成する工程を少なくとも含み、

前記感光性樹脂組成物は、下記化 4 学式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

30



(一般式 (I) のうち R1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R2 は 2 価の有機の官能基、R3 および R4 は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

40

【請求項 31】

請求項 30 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記 R1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、それらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基を含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

50

【請求項 3 2】

請求項 3 0 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記 R 2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 3 3】

請求項 3 2 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

10

【請求項 3 4】

請求項 3 3 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基は、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 3 5】

請求項 3 0 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量 %、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量 %、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量 % 含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 3 6】

請求項 3 0 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

20

【請求項 3 7】

請求項 3 0 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 3 8】

請求項 3 0 に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差を生じさせることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

30

【請求項 3 9】

請求項 3 8 に記載の光導波路パターンの形成方法において、第 1 クラッド層の上に前記感光性樹脂組成物を出発原料として層を塗布形成し、その後活性光線を照射することをきっかけとして照射した部分が低屈折率となるように形成することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 4 0】

請求項 3 8 に記載の光導波路パターンの形成方法において、第 1 クラッド層の上に前記感光性樹脂組成物を出発原料として層を塗布形成し、その後活性光線を照射することをきっかけとして照射した部分が高屈折率となるように形成することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

40

【請求項 4 1】

光素子又はデバイスからなる光学部品において、請求項 3 0 に記載の導波路パターンの形成方法により形成した光導波路を用いたことを特徴とする光学部品。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光通信、光情報処理分野などにおいて用いられる、光素子、光インターコネクション、光配線基板、光・電気混載回路基板等に利用される光導波路と、それを作製するための光導波路形成用の感光性樹脂組成物、光導波路形成方法、およびそれらを用いた

50

光素子等の光学部品に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、インターネット、デジタル家電が急速に普及し、通信システムやコンピュータにおける情報処理の大容量化および高速化が求められ、大容量のデータを高周波信号で高速伝送することが検討されている。

しかし、大容量の信号を高周波信号で伝送するには、従来の電気配線では伝送損失が大きいため、光による伝送システムが盛んに検討され、コンピュータ間、装置内、ボード内通信の配線等に用いられようとしている。この光による伝送システムを実現する要素のうち、光導波路は、光素子、光インターコネクション、光配線基板、光・電気混載回路基板等における基本となる構成要素となるため、光導波路に対しては、高性能かつ低コストであることが求められている。

光導波路は基板上に形成した光配線であり、ガラス導波路とポリマー導波路がある。光インターコネクション、光配線版などの素子に導波路を適用するためには、従来の電気配線技術と同程度のコストで導波路を形成する必要がある。しかし既に製品化されているガラス導波路は、シリカガラスのクラッド層とシリカガラスにゲルマニウムを添加したコア層からなり、これらの各層全ては気相成長法により形成され、火炎堆積法による1000以上の加熱プロセスを経る。

すなわち製造コストが高く、また高加熱プロセスを要する等プリント基板等との製造プロセスにおけるマッチングが困難であると考えられる。さらにはまた大面積の導波路の作製が困難であるなど、工業化においては製造プロセスおよびコストの点で多くの課題がある。

一方、ポリマー材料は、石英ガラスなどの従来の光学材料に比べてコスト、加工性、分子設計の容易さ等において優れていると考えられる。すなわち、ポリマーなどの有機材料を用いた導波路形成においては、スピンコート（回転塗布）によって所望の膜が形成できるため低温プロセス化が可能である。またあらゆる基板、例えば、半導体基板、銅ポリイミド配線板、ポリマー基板等、上に容易に製膜でき、低コスト、高歩留まり化はもとより高性能化、多品種化への可能性をも秘めている。実際にはこれまで、ポリメチルメタクリレート（PMMA）やエポキシ樹脂、ポリシロキサン誘導体、フッ素化ポリイミド等のポリマー材料を用いたものが検討されてきた。

例えば、特開平10-170738号公報（特許文献1）および特開平11-337752号公報（特許文献2）には、エポキシ化合物を用いたポリマー導波路が開示されている。また、特開平9-124793号公報（特許文献3）には、ポリシロキサン誘導体を用いた導波路が開示されている。

しかし一般的には、有機化合物である樹脂組成物からなる導波路は耐熱性が低く、また光通信で用いられる波長600～1600nmの領域において伝送損失が大きい等の問題が指摘されている。この問題を解決するため、例えばポリマーを重水素化やフッ素化する等の化学修飾によって伝送損失を低減したり、耐熱性を有するポリイミド誘導体を用いる等の検討がなされている。例えば、特開2005-29652号公報（特許文献4）にはポリエーテルケトン誘導体を用いた導波路が記載されている。しかし、重水素化PMMAは耐熱性が低く、またフッ素化ポリイミドは耐熱性に優れるものの、導波路パターンを形成するには、石英導波路と同様にドライエッチング工程を必要とするため、製造コストが高くなる欠点を有する。

一方、光導波路ではないが、特開2002-277662号公報（特許文献5）には、光導波路カプラーの2種のコア材として、感光性のポリアミド酸から作製されるか、又はエポキシ系またはアクリル系またはシリコン系オリゴマーもしくはモノマーから作製されたものが開示されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

10

20

30

40

50

そのため、感光性樹脂を用いた光導波路を形成するにあたって、伝送損失が低く、また導波路パターンを形状精度よく、かつ低コストで作製可能な光導波路形成用感光性樹脂組成物、光導波路、及び光導波路パターンの形成方法が求められている。

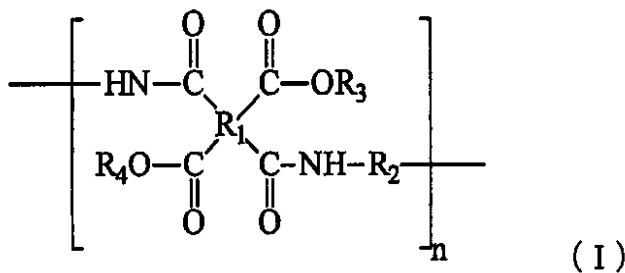
そこで、本発明の技術的課題は、伝送損失が低く、また導波路パターンを形状精度よく、かつ低コストで作製可能な光導波路形成用感光性樹脂組成物、光導波路、及び光導波路パターンの形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0004】

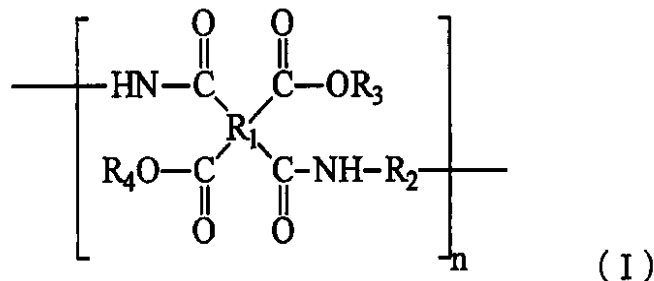
本発明者らは、上記課題を解決するために検討した結果、ポリイミド構造をもつ樹脂を光導波路のコア層とクラッド層のいずれか一つまたは両方を形成するための樹脂組成物における主要構成材料として用いることによって、各層に好適な屈折率を付与し、導波路の伝送損失が低く、しかも導波路のパターン形状を精度良く形成できることを見出し、本発明を完成した。

すなわち、本発明の第1の態様による感光性樹脂組成物は、一般式(I)で表されるポリアミド酸(A)と、エポキシ基を持つ化合物(B)、および露光により酸を発生する化合物(C)を含有することを特徴としている。



(一般式(I)のうちR1は4価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの4価の有機官能基を含まず、R2は2価の有機の官能基、R3およびR4は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

また、本発明の第2の態様による屈折率制御方法は、感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、当該活性光線に対する露光部と未露光部における屈折率差を生じさせる屈折率制御方法であって、前記感光性樹脂組成物は、下記化2式の一般式(I)で表されるポリアミド酸(A)と、エポキシ基を持つ化合物(B)、および露光により酸を発生する化合物(C)を含有することを特徴とする。

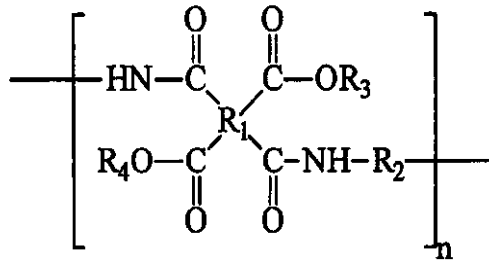


(一般式(I)のうちR1は4価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの4価の有機官能基を含まず、R2は2価の有機の官能基、R3およびR4は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

ここで、本発明の第2の態様において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることが好ましい。

また、本発明の第3の態様による光導波路によれば、前記屈折率制御法により得られた、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする。

本発明の第４の態様によれば、コア層と、該コア層に積層して形成されるクラッド層を有する光導波路であって、該コア層および該クラッド層のいずれかまたは両方に、感光性樹脂組成物を用い、前記感光性樹脂組成物は、下記化３式の一般式（Ⅰ）で表されるポリアミド酸（Ａ）と、エポキシ基を持つ化合物（Ｂ）、および露光により酸を発生する化合物（Ｃ）を含有することを特徴とする。

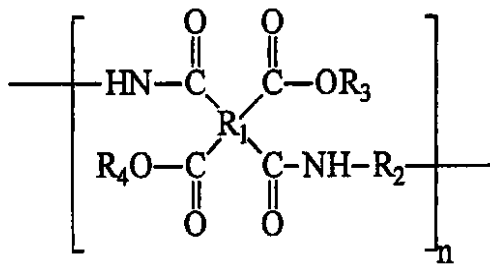


10

（一般式（Ⅰ）のうち R_1 は４価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの４価の有機官能基を含まず、 R_2 は２価の有機の官能基、 R_3 および R_4 は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。）

また、本発明の第５の態様による光導波路パターンの形成方法は、基板上に第１クラッド層を形成する工程と、感光性樹脂組成物を上記第１クラッド層上に塗布する工程と、プリベークを行う工程と、上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアもしくはコア以外となる領域のどちらか一方に活性光線を照射する工程と、上記形成されたコア及び第１クラッド層の上に第２クラッド層を形成する工程を少なくとも含み、前記感光性樹脂組成物は、下記化４学式の一般式（Ⅰ）で表されるポリアミド酸（Ａ）と、エポキシ基を持つ化合物（Ｂ）、および露光により酸を発生する化合物（Ｃ）を含有することを特徴とする。

20



30

（一般式（Ⅰ）のうち R_1 は４価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの４価の有機官能基を含まず、 R_2 は２価の有機の官能基、 R_3 および R_4 は夫々独立に水素、あるいは酸により分解する官能基を表わす。）

また、本発明の第６の態様による光学部品は、光素子又はデバイスからなる光学部品において、前記導波路パターンの形成方法により形成した光導波路を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【０００５】

本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物は、導波路パターンを精度よく形成でき、また溶媒を用いた現像プロセスを必要とせずパターンが形成できる。さらに形成した光導波路は優れた伝送特性、即ち、低い伝播損失を有し、またポリイミド骨格に由来する高い熱安定性を有するため、光素子、デバイス用途の光導波路として好適に用いることができる。

40

【図面の簡単な説明】

【０００６】

図１は、本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示す一例であり、（ａ）～（ｆ）はそれぞれ概略断面図である。

図２は、本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示す一例で

50

あり、(a) ~ (d) はそれぞれ概略断面図である。

図 3 は、本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示すもう一つの一例であり、(a) ~ (f) はそれぞれ概略断面図である。

図 4 は、本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示すもう一つの一例であり、(a) ~ (d) はそれぞれ概略断面図である。

【符号の説明】

【0007】

- 1 基板
- 2 a , 2 b 下部クラッド層
- 3 a , 3 b , 3 c 紫外線
- 4 a , 4 b , 4 c 本発明の光導波路用感光性樹脂組成物にて形成したコア層
- 5 a , 5 b フォトマスク
- 6 a , 6 b 形成されたコア部
- 7 a , 7 b , 7 c , 7 d 本発明の光導波路用感光性樹脂組成物にて形成した上部クラッド層

10

【発明を実施するための最良の形態】

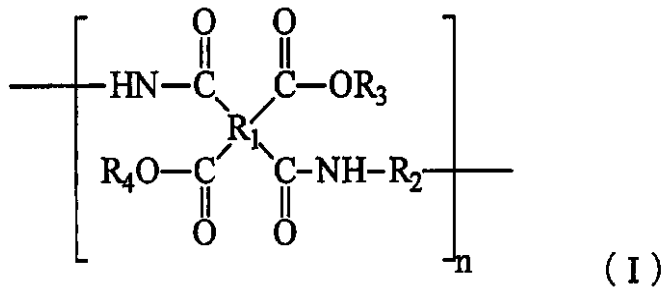
【0008】

以下、本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物及び光導波路形成方法について具体的に説明する。

20

(光導波路形成用樹脂組成物)

本発明の光導波路形成用樹脂組成物(以下、樹脂組成物という)は、少なくとも下記化2の一般式(I)で表されるポリアミド酸またはポリアミド酸エステル(A)と、エポキシ基を持つ化合物(B)、および露光により酸を発生する化合物(C)を含有することで得られる。



30

本発明の一般式(I)で表される繰り返し構造単位は基本的にテトラカルボン酸二無水物とジアミンとから得られるポリアミド酸またはポリアミド酸エステル構造である。すなわちR1は、テトラカルボン酸のカルボキシル基を除いた残基であり、芳香環を含む基であることが好ましく、炭素原子を6ないし40であるものがより好適である。芳香環を含む基としては、一個の芳香環または二個以上の芳香環が単結合、エーテル結合、メチレン結合、エチレン結合、2,2-ヘキサフルオロプロピリデン結合、スルホン結合、スルホキシド結合、チオエーテル結合およびカルボニル結合を介して結合した化学構造を有する四価の有機基が好適である。

40

前記テトラカルボン酸二無水物としては、例えば、R1がベンゼン、アルキルベンゼン、又はパーフルオロアルキルベンゼンの4価の有機基である：ピロメリット酸二無水物(トリフルオロメチル)ピロメリット酸二無水物、ジ(トリフルオロメチル)ピロメリット酸二無水物を挙げることができる。また、R1が2個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、そのエーテル、それらのケトン、及びそれらの1以上のパーフルオロアルキルの置換体の内のいずれかの四価の有機基である：ビス{3,5-ジ(トリフルオロメチル)フェノキシ}ピロメリット酸二無水物、2,3,3',4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、3,3',4,4'-テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、2,3,3',4'-テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、3,3',4,4'-

50

ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2, 3, 6, 7 - テトラカルボキシナフタレン二無水物、1, 4, 5, 7 - テトラカルボキシナフタレン二無水物、1, 4, 5, 6 - テトラカルボキシナフタレン二無水物、3, 3', 4, 4' - テトラカルボキシジフェニルメタン二無水物、2, 2 - ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル)プロパン二無水物、2, 2 - ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル)ヘキサフルオロプロパン二無水物、5, 5' - ビス(トリフルオロメチル) - 3, 3', 4, 4' - テトラカルボキシビフェニル二無水物、2, 2', 5, 5' - テトラキス(トリフルオロメチル) - 3, 3', 4, 4' - テトラカルボキシビフェニル二無水物、5, 5' - ビス(トリフルオロメチル) - 3, 3', 4, 4' - テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、5, 5' - ビス(トリフルオロメチル) - 3, 3', 4, 4' - テトラカルボキシベンゾフェノン二無水物、
 10
 ビス{(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ}ベンゼン二無水物、ビス{(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ}(トリフルオロメチル)ベンゼン二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)(トリフルオロメチル)ベンゼン二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)テトラキス(トリフルオロメチル)ベンゼン二無水物、3, 4, 9, 10 - テトラカルボキシペリレン二無水物、2, 2 - ビス{4 - (3, 4 - ジカルボキシフェノキシ)フェニル}プロパン二無水物、ブタンテトラカルボン酸二無水物、シクロペンタンテトラカルボン酸二無水物、2, 2 - ビス{4 - (3, 4 - ジカルボキシフェノキシ)フェニル}ヘキサフルオロプロパン二無水物、ビス{(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ}ビフェニル二無水物、ビス{(トリフルオロメチル)ジカルボキシフェノキシ}ジフェニルエーテル二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ)ビス(トリフルオロメチル)ビフェニル二無水物、ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル)ジメチルシラン二無水物、1, 3 - ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル)テトラメチルジシロキサン二無水物、ジフルオロピロメリット酸二無水物、1, 4 - ビス(3, 4 - ジカルボキシトリフルオロフェノキシ)テトラフルオロベンゼン二無水物、1, 4 - ビス(3, 4 - ジカルボキシトリフルオロフェノキシ)オクタフルオロビフェニル二無水物、4, 4' - ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物、などを挙げることができる。また、これらの酸二無水物の芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、
 20
 水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する酸二無水物も原料として使用することができるが、これらに限定されるものではない。
 30

なお、Rとして、ビスアルキルベンゼン、ビスパーフルオロアルキルベンゼンの4価基を含まないことが好ましい。

また、一般式(I)で表される繰り返し単位におけるR₂は、テトラカルボン酸やその誘導体と反応してポリイミド前駆体をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることが好ましい。そのなかでもベンゼン環を一つ持つ2価の有機官能基であることが好ましく、フェニレン基、フルオロフェニレン基又はフルオロアルキルフェニレン、アルキルフェニレン基を形成するものが好ましく、ベンゼン環を2個以上有する2価の有機官能基も好ましい。さらに、Siを含む2価の有機官能基も好ましい。

ベンゼン環を一つ有するフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、m - フェニレンジアミンを例示することができる。

また、フルオロフェニレン基又はフルオロアルキルフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、1, 3 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、1, 4 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、2, 5 - ジアミノベンゾトリフルオリド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミン、ジアミノテトラ(トリフルオロメチル)ベンゼン、ジアミノ(ペンタフルオロエチル)ベンゼンを例示することができるが、パーフルオロフェニレン以外の、1, 3 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、1, 4 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、2, 5 - ジアミノベンゾトリフルオリド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミンが好ましい。

また、アルキルフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、2, 4 - ジアミノト

10

20

30

40

50

ルエン、2, 4 - ジアミノキシレン、2, 4 - ジアミノデュレン、p - フェニレンジアミン、2, 5 - ジアミノトルエン、2, 3, 5, 6 - テトラメチル - p - フェニレンジアミンを例示することができる。

また、ベンゼン環を2個以上有する2価の有機官能基を形成するジアミン化合物の例としては、ベンジジン、2, 2' - ジメチルベンジジン、3, 3' - ジメチルベンジジン、3, 3' - ジメトキシベンジジン、2, 2' - ジメトキシベンジジン、3, 3', 5, 5' - テトラメチルベンジジン、3, 3' - ジアセチルベンジジン、2, 2' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル、オクタフルオロベンジジン、3, 3' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル、4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2, 2 - ビス(p - アミノフェニル)プロパン、3, 3' - ジメチル - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ジメチル - 4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2, 2' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノベンゾフェノン、4, 4' - ジアミノ - p - テルフェニル、1, 4 - ビス(p - アミノフェニル)ベンゼン、p - ビス(4 - アミノ - 2 - トリフルオロメチルフェノキシ)ベンゼン、4, 4' - ジアミノ - p - クォーターフェニル、4, 4' - ビス(p - アミノフェノキシ)ビフェニル、2, 2 - ビス{4 - (p - アミノフェノキシ)フェニル}プロパン、4, 4' - ビス(3 - アミノフェノキシフェニル)ジフェニルスルホン、2, 2 - ビス{4 - (4 - アミノフェノキシ)フェニル}ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス{4 - (3 - アミノフェノキシ)フェニル}ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス{4 - (4 - アミノフェノキシ) - 3, 5 - ジメチルフェニル}ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス{4 - (4 - アミノフェノキシ) - 3, 5 - ジトリフルオロメチルフェニル}ヘキサフルオロプロパン、4, 4' - ビス(4 - アミノ - 2 - トリフルオロメチルフェノキシ)ビフェニル、4, 4' - ビス(4 - アミノ - 3 - トリフルオロメチルフェノキシ)フェニル}ヘキサフルオロプロパン、ビス{(トリフルオロメチル)アミノフェノキシ}ビフェニル、ビス[{(トリフルオロメチル)アミノフェノキシ}フェニル]ヘキサフルオロプロパン、ジアミノアントラキノン、1, 5 - ジアミノナフタレン、2, 6 - ジアミノナフタレン、ビス[2 - (アミノフェノキシ)フェニル]ヘキサフルオロイソプロピル]ベンゼン、ビス(2, 3, 5, 6) - テトラフルオロ - 4 - アミノフェニル)エーテルを例示することができる。

さらに、Siを含む2価の有機官能基を形成する有機シリコンジアミン化合物の例としては、1, 3 - ビス(3 - アミノプロピル)テトラメチルジシロキサン、1, 4 - ビス(3 - アミノプロピルジメチルシリル)ベンゼン、ビス(4 - アミノフェニル)ジエチルシラン、4, 4' - ビス(テトラフルオロアミノフェノキシ)オクタフルオロビフェニルなどを例示することもできる。

また、これらのジアミン化合物の芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有するジアミン化合物も原料として使用することができるが、これらに限定されるものではない。

一般式(I)で表される繰り返し構造単位においてR₃およびR₄は水素原子および酸により分解する置換基を表す。R₃およびR₄としては例えば、t - ブチル基、t - ブトキシカルボニル基、t - ブトキシカルボニルメチル基、テトラヒドロピラニル基、テトラヒドロフラニル基、エトキシエチル基、メトキシエチル基、エトキシメチル基、トリメチルシリル基、トリメチルシリルエーテル基などが挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

また、得られる重合体の重量平均分子量(M_w)は、1,000以上が好ましく、4,000以上がより好ましい。また、1,000,000以下が好ましく、500,000以下がより好ましい。

10

20

30

40

50

また、本発明の感光性樹脂組成物に用いる光酸発生剤としては、活性光線の照射によって酸を発生する光酸発生剤であることが望ましく、本発明における重合体などとの混合物が有機溶媒に十分に溶解し、かつその溶液を用いて、スピンコートなどの製膜法で均一な塗布膜が形成可能なものであれば特に制限されない。また、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。

使用可能な光酸発生剤の例としては、例えばトリアリールスルホニウム塩誘導体、ジアリールヨードニウム塩誘導体、ジアルキルフェナシルスルホニウム塩誘導体、ニトロベンジルスルホナート誘導体、N - ヒドロキシナフタルイミドのスルホン酸エステル、N - ヒドロキシスクシイミドのスルホン酸エステル誘導体等が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。

10

光酸発生剤の含有率は、感光性樹脂組成物の十分な感度を実現し、良好なパターン形成を可能とする観点から、重合体、エポキシ化合物、光酸発生剤の総和、あるいはさらにオキセタン化合物を含む場合における総和に対して0.1質量%以上が好ましく、0.5質量%以上がより好ましい。一方、均一な塗布膜の形成を実現し、導波路の特性を損なわない観点から、15質量%以下が好ましく、7質量%以下がより好ましい。

また本発明の感光性樹脂組成物は、上記重合体と光酸発生剤に加えエポキシ化合物を含む。エポキシ化合物としては、例えば、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、水添ビスフェノールAジグリシジルエーテル、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ジエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1,6 - ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、1,2 - シクロヘキサンカルボン酸ジグリシジルエステル、3,4 - エポキシシクロヘキサンカルボン酸3,4 - エポキシシクロヘキシルメチル、トリスエポキシプロピルイソシアヌレート、2 - エポキシエチルビス[2,2,1]ヘブチルグリシジルエーテル、エチレングリコールビス(2 - エポキシエチルビス[2,2,1]ヘブチル)エーテル、ビス(2 - エポキシエチルビス[2,2,1]ヘブチル)エーテル等が挙げられるが、もちろんこれらだけに限定されるものではない。

20

またこれらエポキシ化合物の含有率は、それ自身を含む全構成成分に対して通常0.5 ~ 80質量%、好ましくは1 ~ 70質量%である。また、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。

30

また本発明の感光性樹脂組成物は、上記重合体と感光剤、エポキシ化合物に加えさらにオキセタン化合物を含んでも良い。オキセタン化合物としては、例えば、3 - エチル - 3 - ヒドロキシメチルオキセタン、1,4 - ビス{[(3 - エチル - 3 - オキセタニル)メトキシ]メチル}ベンゼン、3 - エチル - 3 - (フェノキシメチル)オキセタン、ジ[1 - エチル(3 - オキセタニル)]メチルエーテル、3 - エチル - 3 - (2 - エチルヘキシロキシメチル)オキセタン、3 - エチル - 3 - {[3 - (トリエトキシシリル)プロポキシ]メチル}オキセタン等が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。

またこれらオキセタン化合物を加える場合、その含有率は、それ自身を含む全構成成分に対して通常0.5 ~ 80質量%、好ましくは1 ~ 70質量%である。また、単独でも、2種以上を混合して用いてもよい。

40

また本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物は、上記重合体、光酸発生剤、エポキシ化合物、オキセタン化合物に加え、光導波路としての特性を損なわない範囲で種々の無機微粒子を添加剤として加えてもよい。そのような添加剤としては、例えばアルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコーン、酸化チタンなどの金属酸化物等が挙げられる。これらの添加剤を加えることで、耐クラック性、耐熱性を向上したり、低弾性率化を図ったり、導波路の反りを改善できる。

さらに本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物においては、必要に応じて本発明の効果を損なわない範囲において、密着性向上剤、レベリング剤、塗布性改良剤、濡れ性改良剤、界面活性剤、光増感剤、脱水剤、重合禁止剤、重合開始助剤、紫外線吸収剤、可塑

50

剤、酸化防止剤、帯電防止剤、などといった成分を添加して、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物を調製することもできる。

なお、上記樹脂組成物、および感光性樹脂組成物を調製する際に、必要に応じて、適当な溶剤を用いる。溶剤としては、感光性樹脂組成物が十分に溶解でき、その溶液をスピンコート法などの方法で均一に塗布できる有機溶媒等であれば特に制限されない。具体的には、 γ -ブチロラクトン、N,Nジメチルアセトアミド、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、乳酸エチル、2-ヘプタノン、酢酸2-メトキシブチル、酢酸2-エトキシエチル、ピルビン酸メチル、ピルビン酸エチル、3-メトキシプロピオン酸メチル、3-メトキシプロピオン酸エチル、N-メチル-2-ピロリドン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、メチルイソブチルケトン、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル等を使用することができる。これらは、単独でも2種類以上を混合して用いてもよい。

10

(導波路パターンの形成方法)

本発明によるポリマー光導波路の製造について説明する。ポリマー光導波路は屈折率の高いコアと屈折率の低いクラッドからなるものであり、コアをクラッドで取り巻く形状に形成されるが、少なくとも以下の工程を含む導波路パターンの形成方法により得られる。

20

- (1) 適宜の基板上に下部クラッド層を形成する工程と、
- (2) 本発明の感光性樹脂組成物を上記下部クラッド層上に塗布する工程と、
- (3) 光照射前熱処理(プリベーク)を行う工程と、
- (4) 上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアとなるべき領域に、あるいはコアとなるべき領域以外に、紫外線などの活性光線を照射する工程と、
- (5) 露光後加熱(ポストベーク)を行い、コア層を形成する工程と、
- (6) 上記形成されたコア層及び下部クラッド層の上に上部クラッド層を形成する工程を少なくとも含む。また上記下部クラッドと中間及び上部クラッドの何れか一方又は両方を本発明の感光性樹脂組成物を用いて同様に化学線を照射して形成してもよいが、その場合、コア層よりも屈折率が低くなる組成を選択して使用する。

30

以下に、本発明によるポリマー光導波路の製造方法の一例を図1及び図2を参照しながら詳細に説明する。

まず、図1(d)に示すように、適宜の基板1上に下部クラッド層(第1クラッド層)2bを形成する。この下部クラッド層2bは、例えば、図1(a)に示すように基板1上に、図1(b)に示すように、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物2aをこの基板1上に塗布し、プリベークすることで上記樹脂組成物層2aを形成する。次に図1(c)に示すように、活性光線3aを全面露光し、熱処理(ベーク)工程を行うことでこの樹脂層2aを低屈折率化することで下部クラッド層2bを形成する(図1(d))。この下部クラッド層2bは、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の硬化性樹脂組成物を用い、活性光線または熱処理によって得られるものであってもよい。

40

本発明において、上記基板1としては、例えば、シリコン基板、ガラス基板、石英基板、ガラスエポキシ基板、金属基板、セラミック基板、高分子フィルム、または各種基板上に高分子フィルムが形成された基板等を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

次に、図1(e)に示すように、上記下部クラッド層3の上に本発明の感光性樹脂組成物を塗布し、プリベークすることで、感光性樹脂組成物層4aを形成する。感光性樹脂組成物層4aの形成には、下部クラッド層2bの屈折率より高屈折率となる組成を選択して使用する。感光性樹脂組成物を塗布する方法は、特に限定されるものではなく、例えば、スピンコートを用いた回転塗布、スプレーコートを用いた噴霧塗布、浸漬、印刷、ロールコーティング等を用いることができる。また、プリベーク工程は、塗布した樹脂組成物および感光性樹脂組成物を乾燥して組成物中の溶剤を除去し、塗布した樹脂組成物を樹脂組

50

成物層 4 a として定着させるための工程である。プリベーク工程は、通常、60 ~ 160 で行われる。

次いで、図 1 (f) に示すように、上記感光性樹脂組成物層 4 a にフォトマスク 5 a を介して、コア層 6 a に対応する領域に化学線 3 b を照射し、さらに露光後加熱処理を行い、次いで有機溶剤で現像を行い、未露光部を除去した後、さらにポストベークすることで、図 2 (a) に示すように下部クラッド層 2 a 上に屈折率の高いコア層 6 a が形成される。

露光工程は、フォトマスク 5 a を介して感光性樹脂組成物層 4 a を選択的に露光し、フォトマスク 5 上の導波路パターンを感光性樹脂組成物層 4 a に転写する工程である。前記及び後述の全面露光及び当該パターン露光に用いる活性光線 3 b としては、高圧水銀灯、重水素ランプ、紫外線、可視光線、エキシマレーザ、電子線、X 線等が使用できるが、180 ~ 500 nm の波長の活性光線が好ましい。

また、露光後加熱処理工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 160 で行われる。

またポストベーク工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 200 で行われる。またポストベーク工程は一段階で行ってもよいし多段階で行ってもよい。

さらに、コア層 6 a が形成された上に本発明の感光性樹脂組成物 7 a を、図 2 (b) に示すように塗布し、図 2 (c) に示すように、活性光線 3 c を全面露光し、熱処理することで低屈折率化し、図 2 (d) のように中間クラッド及び上部クラッド (中間クラッド層 7 d 及び上部クラッド層 7 c : 第 2 クラッド層) を一括して形成する。この中間及び上部クラッド層 7 d 及び 7 c は、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の感光性樹脂組成物を用い、紫外線または熱処理によって得られるものであってもよい。このようにして、高屈折率のコア層 6 a を、低屈折率の下部クラッド層 3、中間及び上部クラッド層 7 d , 7 c で囲んで形成されるポリマー光導波路を作製することができる。さらに、この後、前記基板 1 をエッチング等の方法によって除去することで、ポリマー光導波路を得ることができる。又、基板 1 として可撓性の高分子フィルムなどを採用すれば、フレキシブルなポリマー光導波路を得ることができる。

次に、本発明によるポリマー光導波路の製造方法のもう一つの例を図 3 及び図 4 を参照しながら詳細に説明する。

まず、図 3 (d) に示すように、適宜の基板 1 上に下部クラッド層 (第 1 クラッド層) 2 b を形成する。この下部クラッド層 2 b は、例えば、図 3 (a) に示すように基板 1 上に、図 3 (b) に示すように、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物 2 a をこの基板 1 上に塗布し、プリベークすることで上記樹脂組成物層 2 a を形成する。次に図 3 (c) に示すように、活性光線 3 a を全面露光し、熱処理 (ベーク) 工程を行うことでこの樹脂層 2 a を低屈折率化することで下部クラッド層 2 b を形成する (図 3 (d))。この下部クラッド層 2 b は、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の硬化性樹脂組成物を用い、活性光線または熱処理によって得られるものであってもよい。

本発明において、上記基板 1 としては、上記の例と同様に例えば、シリコン基板、ガラス基板、石英基板、ガラスエポキシ基板、金属基板、セラミック基板、高分子フィルム、または各種基板上に高分子フィルムが形成された基板等を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

次に、図 3 (e) に示すように、上記下部クラッド層 3 の上に本発明の感光性樹脂組成物を塗布し、プリベークすることで、感光性樹脂組成物層 4 a を形成する。感光性樹脂組成物層 4 a の形成には、下部クラッド層 2 b の屈折率より高屈折率となる組成を選択して使用する。感光性樹脂組成物を塗布する方法は、特に限定されるものではなく、例えば、スピンコータを用いた回転塗布、スプレーコータを用いた噴霧塗布、浸漬、印刷、ロールコーティング等を用いることができる。また、プリベーク工程は、塗布した樹脂組成物および感光性樹脂組成物を乾燥して組成物中の溶剤を除去し、塗布した樹脂組成物を樹脂組成物層 4 a として定着させるための工程である。プリベーク工程は、通常、60 ~ 160 で行われる。

次いで、図 3 (f) に示すように、上記感光性樹脂組成物層 4 a にフォトマスク 5 a を介して、コア層 6 a に対応する領域以外に化学線 3 b を照射し、さらに露光後加熱処理を行いし、次いで有機溶剤で現像を行い、露光部を除去した後、さらにポストベークすることで、図 4 (a) に示すように下部クラッド層 2 a 上に屈折率の高いコア層 6 b が形成される。

露光工程は、フォトマスク 5 a を介して感光性樹脂組成物層 4 a を選択的に露光し、フォトマスク 5 上の導波路パターンを感光性樹脂組成物層 4 a に転写する工程である。前記及び後述の全面露光及び当該パターン露光に用いる活性光線 3 b としては、高圧水銀灯、重水素ランプ、紫外線、可視光線、エキシマレーザ、電子線、X 線等が使用できるが、180 ~ 500 nm の波長の活性光線が好ましい。

また、露光後加熱処理工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 160 で行われる。

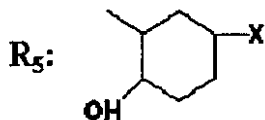
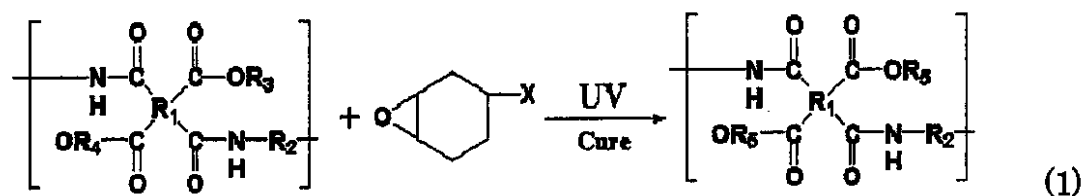
またポストベーク工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 200 で行われる。またポストベーク工程は一段階で行ってもよいし多段階で行ってもよい。

さらに、コア層 6 b が形成された上に本発明の感光性樹脂組成物 7 a を、図 4 (b) に示すように塗布し、図 4 (c) に示すように、活性光線 3 c を全面露光し、熱処理することで低屈折率化し、図 4 (d) のように中間クラッド及び上部クラッド (中間クラッド層 7 d 及び上部クラッド層 7 c : 第 2 クラッド層) を一括して形成する。この中間及び上部クラッド層 7 d 及び 7 c は、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の感光性樹脂組成物を用い、紫外線または熱処理によって得られるものであってもよい。このようにして、高屈折率のコア層 6 b を、低屈折率の下部クラッド層 3、中間及び上部クラッド層 7 d , 7 c で囲んで形成されるポリマー光導波路を作製することができる。さらに、この後、前記基板 1 をエッチング等の方法によって除去することで、ポリマー光導波路を得ることができる。又、基板 1 として可撓性の高分子フィルムなどを採用すれば、フレキシブルなポリマー光導波路を得ることができる。

(感光性樹脂組成物の露光による屈折率差発現機構)

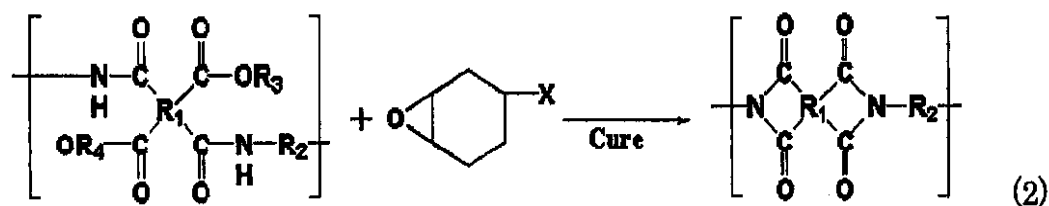
本発明において、感光性樹脂組成物の露光により、露光部と未露光部で屈折率差を発現する理由について説明する。本発明における露光部と未露光部で、ポストベーク中に生成した反応は、それぞれ下記化 6 の反応式 (1) および下記化 7 の反応式 (2) で表される。露光部では UV 光により光酸発生剤から酸が放出され、それが感光性樹脂中を拡散する。この酸はポリアミド酸の側鎖 R 3、R 4 部の加水分解反応を促進する。この加水分解により生成したカルボキシル基はエポキシ基と分子間反応を生ずることにより、ポリアミド酸側鎖とエポキシとの共有結合が形成される。この分子間反応により生じた新たな構造は、アミド酸の脱水閉環 (熱イミド化) 温度 (通常 200 °C 以下) では脱水閉環・イミド化しない。一方、未露光箇所では、まずポリアミド酸のアミド酸部が 200 °C 以下で脱水閉環し、通常の熱イミド化反応が進行する。また、未露光部のエポキシ化合物のほとんどはエポキシ同士で反応し架橋構造を作るが、その一部は分解あるいは蒸発して系外に出る。結果として、露光部のイミド化率は未露光部に比べて顕著に低いものとなる。これが屈折率差の主要な発現要因となっている。

A) 露光箇所のポストキュア後に生ずる反応 (アミド酸とエポキシの分子間反応 : 熱イミドしづらく、屈折率の上昇が小さい)



10

B) 未露光箇所のポストキュア後に生ずる反応(通常の熱イミド化反応が進行し、屈折率が顕著に上昇する。エポキシ化合物のほとんどはエポキシ同士で反応し架橋構造を作るが、一部は分解あるいは蒸発して系外に排出される)



20

【実施例】

【0009】

以下に、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

(実施例1)

まず、4,4'-ジアミノジフェニルエーテル(ODA)7.77gをジメチルアセトアミド100gに溶解させ、室温でよく攪拌した後、N,O-ビス(トリメチルシリル)-トリフルオロアセトアミド(BSTFA)10.48gを添加し、窒素雰囲気下、室温で30分攪拌した。その後、4,4'-ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物(6FDA)17.23gを加え、窒素雰囲気下室温で一日攪拌して、溶質濃度20

30

w t %のポリアミド酸溶液(1)を合成した。
このようにして得られた20 w t %のポリアミド酸溶液(1)、エポキシ化合物である3,4-エポキシシクロヘキサンカルボン酸-3',4'-エポキシシクロヘキシルメチルと光酸発生剤4-チオフェノキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキサフルオロアンチモネートを、表1に示す組成にて混合し室温で2時間攪拌して混合溶液を得た。

以上の混合物を0.45 μmのテフロン(登録商標)製フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。4インチ径のシリコン基板上に、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70℃で20分間熱処理し、塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯(250 W)による紫外光を用いて全面露光(露光量1 J/cm²)した。その後、露光試料と未露光試料を窒素気流下120℃で20分後熱処理した後、さらに150℃と210℃にてそれぞれ1時間の熱イミド化を行った。得られた露光試料と未露光試料について、メトリコン社のプリズムカプラ-PC-2000を用いて波長1320 nmにおける屈折率を測定した。その測定結果を下記表1に示す。

40

【表 1】

表 1

	組成 1	組成 2	組成 3	組成 4
ポリアミド酸 (g)	6	6	6	6
エポキシ化合物 (g)	9	6	5	4
光酸発生剤 (g)	0.45	0.3	0.25	0.2
屈折率 (露光部)	1.5439	1.5448	1.5347	1.5408
屈折率 (未露光部)	1.5500	1.5486	1.5446	1.5487
屈折率変化率 (%)	0.40	0.25	0.65	0.51

10

組成 4 の混合液を用いて上記と同様の条件で作られたフィルムを、自記分光光度計を用いて光透過性を測定したところ、可視～近赤外域において 85 % 以上の高い透明性を示した。

(実施例 2)

ビス(4-アミノシクロヘキシル)メタン(DCHM) 8.76 g を γ -ブチロラクトン 100 g に仕込み、室温でよく攪拌した後、N,O-ビス(トリメチルシリル)-トリフルオロアセトアミド(BSTFA) 20.74 g を添加し、窒素雰囲気下、室温で 30 分攪拌した。その後、4,4'-ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物(6FDA) 34.09 g を加え、窒素雰囲気下室温で一日攪拌して、溶質濃度 30 wt % のポリアミド酸溶液(2)を合成した。このようにして得られた 30 wt % のポリアミド酸溶液(2)、エポキシ化合物と光酸発生剤 4-チオフェノキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキアフルオロアンチモネートを、表 2 に示す組成にて混合し室温で 2 時間攪拌して混合溶液を得た。

20

以上の混合物を 0.45 μ m のテフロン(登録商標)製フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。4 インチ径のシリコン基板上に、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70℃で 20 分間熱処理し、塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯(250 W)による紫外光を用いて全面露光(露光量 1 J/cm²)した。その後、露光試料と未露光試料を窒素気流下 120℃で 20 分後熱処理し、さらに 150℃と 200℃にてそれぞれ 1 時間の熱イミド化を行った。次に露光試料と未露光試料について、メトリコン社のプリズムカブラを用いて波長 1320 nm における屈折率を測定した。その測定結果を下記表 2 に示す。

30

【表 2】

表 2

	組成 1	組成 2	組成 3	組成 4
ポリアミック酸 1 (g)	6	6	6	6
エポキシ化合物 (g)	12	9	6	4
光酸発生剤 (g)	0.6	0.45	0.3	0.2
屈折率 (露光部)	1.5071	1.5059	1.5063	1.5071
屈折率 (未露光部)	1.5115	1.5100	1.5081	1.5154
屈折率変化率 (%)	0.29	0.27	0.12	0.55

40

組成 4 の混合液で上記と同様の条件で作られたフィルムを、自記分光光度計を用いて光透過性を測定したところ、可視～近赤外域において 80 % 以上の高い透明性を示した。

50

得られたフィルムについて、熱機械分析装置（TMA）を用いてガラス転移温度を測定したところ200 となり、熱重量測定装置（島津製作所製、DTG-60）を用いて熱分解開始温度を測定したところ約230 から熱分解が始まり、5% 重量減少温度（ T_d^5 ）は275 °Cであると高い耐熱性を示した。

（実施例3）

実施例2の中に示す組成4を0.45 μmのテフロン（登録商標）製フィルターを用いてろ過し、導波路作製用の感光性樹脂組成物を調製した。次に4インチ径のシリコン基板上に、上記クラッド形成用感光性樹脂を回転塗布（スピンコート）し、70 で20分間熱処理し、膜厚10 μm塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯（250W）による紫外光を用いて全面露光（露光量1 J / cm²）し、露光後窒素気流下120 で20分後熱処理し、さらに150 と200 にてそれぞれ1時間の熱イミド化することで下部クラッド層を形成した。次に、上記感光性樹脂を回転塗布し、70 で20分間熱処理し、膜厚20 μm塗布膜を形成した。次に、フォトリソを介して高圧水銀灯（250W）による紫外線を1 J / cm²照射し、次いで窒素気流下120 で20分間後熱処理した。次に、150 と200 にてそれぞれ1時間のキュア処理でコア層のパターンが得られた。次いで、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70 で20分間熱処理し、膜厚10 μmの膜を形成した。次に、高圧水銀灯（250W）による紫外光を用いて全面露光（露光量1 J / cm²）し、露光後窒素気流下120 で20分後熱処理し、さらに150 と200 にてそれぞれ1時間の熱イミド化することで上部クラッド層を形成して、ポリマー光導波路を得た。得られた導波路を基板から剥離したところ、膜質は良好であり、高い柔軟性を有していた。

【産業上の利用可能性】

【0010】

以上の説明から明らかなように、本発明のポリマー光導波路形成用感光性樹脂組成物を用いることで、導波路パターンを精度よく形成でき、かつ形成した光導波路は優れた伝送特性、即ち、低い伝播損失を有するため、光導波路形成用材料として好適である。

この出願は、2006年9月4日出願された日本出願特願2006-238847号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【 図 1 】

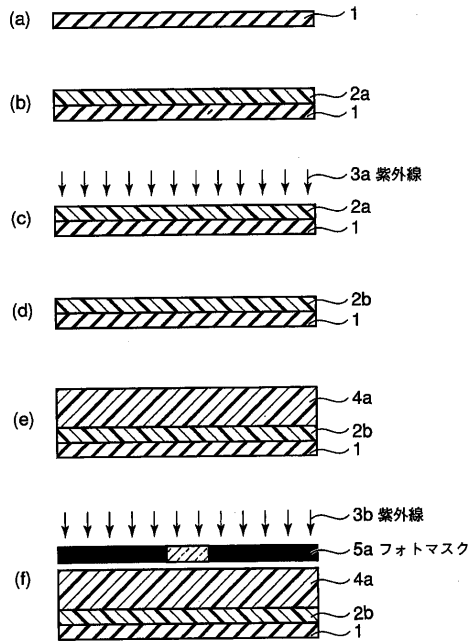


図 1

【 図 2 】

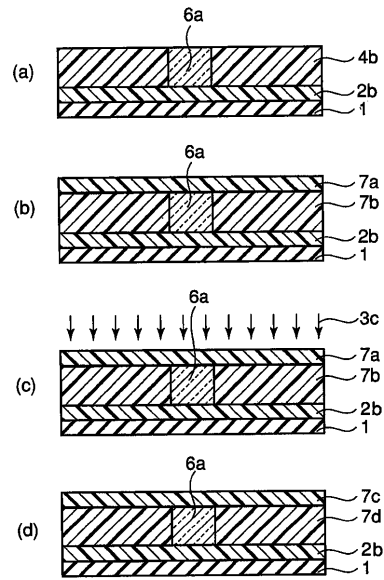


図 2

【 図 3 】

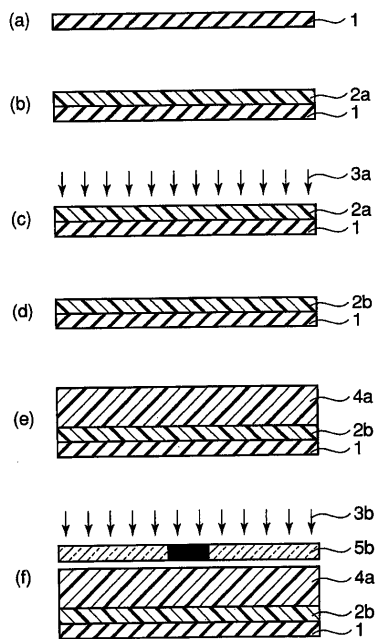


図 3

【 図 4 】

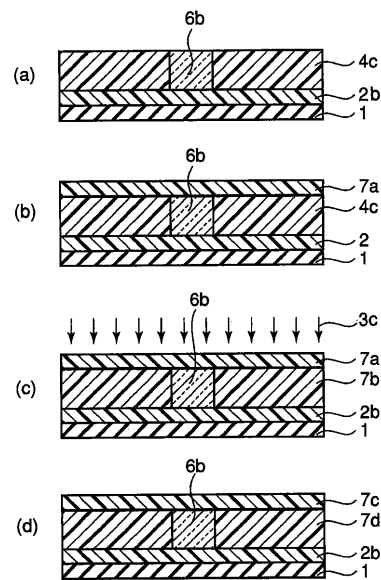


図 4

【手続補正書】

【提出日】平成21年5月19日(2009.5.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

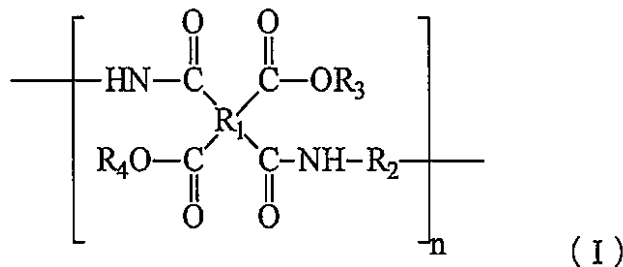
【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下記化 1 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする感光性樹脂組成物。

【化 1】



(一般式 (I) のうち R 1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R 2 は 2 価の有機の官能基、R 3 および R 4 は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【請求項 2】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R 1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、及びそれらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体と、それらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R 2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の感光性樹脂組成物において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基であって、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量 %、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量 %、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量 % 含

むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする感光性樹脂組成物。

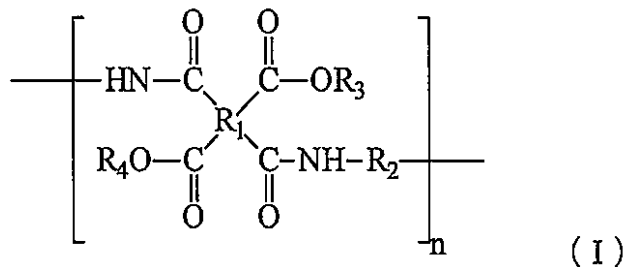
【請求項 9】

請求項 1 に記載の感光性樹脂組成物において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする感光性樹脂組成物。

【請求項 10】

感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、当該活性光線に対する露光部と未露光部における屈折率差を生じさせる屈折率制御方法であって、前記感光性樹脂組成物は、下記化 2 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする屈折率制御方法。

【化 2】



(一般式 (I) のうち R 1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R 2 は 2 価の有機の官能基、R 3 および R 4 は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【請求項 11】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物の前記 R 1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、及びそれらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体と、それらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の屈折率制御方法において、前記 R 2 はベンゼン環を一つ有する 2 価

の有機官能基であって、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 15】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量%、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量%、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量% 含むことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 16】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 17】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする屈折率制御方法。

【請求項 18】

請求項 10 に記載の屈折率制御方法において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする屈折率制御方法。

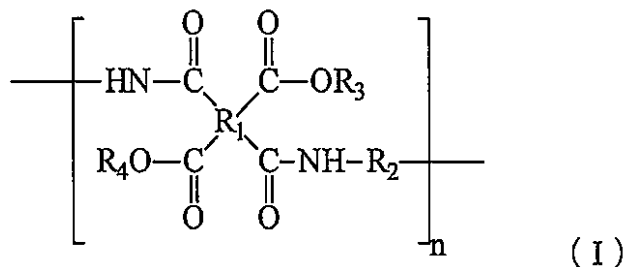
【請求項 19】

請求項 18 に記載の屈折率制御法により得られた、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする光導波路。

【請求項 20】

コア層と、該コア層に積層して形成されるクラッド層を有する光導波路であって、該コア層および該クラッド層のいずれかまたは両方に、感光性樹脂組成物を用い、前記感光性樹脂組成物は、下記化 3 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする光導波路。

【化 3】



(一般式 (I) のうち R1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R2 は 2 価の有機の官能基、R3 および R4 は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【請求項 21】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記 R1 は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2 個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、及びそれらの 1 以上のパーフルオロアルキルの置換体と、それらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 4 価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の 4 価の有機官能基を有することを特徴とする光導波路。

【請求項 22】

請求項 21 に記載の光導波路において、前記 R2 はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする光導波路。

【請求項 23】

請求項 22 に記載の光導波路において、前記 R2 はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を 2 つ以上有する 2 価の有機官能基、Si を含む 2 価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する 2 価の有機官能基の内の少なくとも 1 種であることを特徴とする光導波路。

【請求項 24】

請求項 23 に記載の光導波路において、前記 R2 はベンゼン環を一つ有する 2 価の有機官能基であって、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする光導波路。

【請求項 25】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記ポリアミド酸 (A) を 5 ~ 90 質量%、前記化合物 (B) を 0.5 ~ 80 質量%、前記化合物 (C) を 0.5 ~ 15 質量% 含むことを特徴とする光導波路。

【請求項 26】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする光導波路。

【請求項 27】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする光導波路。

【請求項 28】

請求項 20 に記載の光導波路において、前記感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることを特徴とする光導波路。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の光導波路において、前記露光部及び未露光部の内で、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする光導波路。

【請求項 30】

基板上に第 1 クラッド層を形成する工程と、感光性樹脂組成物を上記第 1 クラッド層上に塗布する工程と、

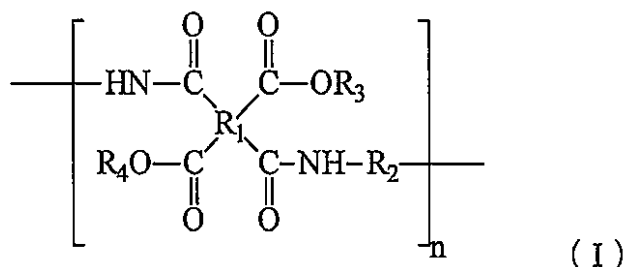
プリバークを行う工程と、

上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアもしくはコア以外となる領域のどちらか一方に活性光線を照射する工程と、

上記形成されたコア及び第 1 クラッド層の上に第 2 クラッド層を形成する工程を少なくとも含み、

前記感光性樹脂組成物は、下記化 4 学式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【化 4】



(一般式 (I) のうち R1 は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパー

フルオロアルキルベンゼンの4価の有機官能基を含まず、R 2は2価の有機の官能基、R 3およびR 4は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【請求項31】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記R 1は、ベンゼン、モノアルキルベンゼン、モノパーフルオロアルキルベンゼンと、2個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、それらのエーテル、それらのケトン、及びそれらの1以上のパーフルオロアルキルの置換体と、それらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する4価の有機官能基とを含む群から選択された少なくとも一種の4価の有機官能基を有することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項32】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記R 2はテトラカルボン酸及びその誘導体のいずれかと反応してポリイミド前駆体動をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項33】

請求項32に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記R 2はベンゼン環を一つ有する、フェニレン基、パーフルオロアルキルフェニレン基、フルオロフェニレン基、アルキルフェニレン基、ベンゼン環を2つ以上有する2価の有機官能基、Siを含む2価の有機官能基、及びそれらの芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する2価の有機官能基の内の少なくとも1種であることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項34】

請求項33に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記R 2はベンゼン環を一つ有する2価の有機官能基であって、アルキルフェニレン基と、パーフルオロフェニレン基を含まないことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項35】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、前記ポリアミド酸(A)を5～90質量%、前記化合物(B)を0.5～80質量%、前記化合物(C)を0.5～15質量%含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項36】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、オキセタン化合物を含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項37】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物は、更に、アルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタン、金属酸化物からなる群より選択される少なくとも一つの添加剤をさらに含むことを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項38】

請求項30に記載の光導波路パターンの形成方法において、前記感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差を生じさせることを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項39】

請求項38に記載の光導波路パターンの形成方法において、第1クラッド層の上に前記感光性樹脂組成物を出発原料として層を塗布形成し、その後活性光線を照射することをきっかけとして照射した部分が低屈折率となるように形成することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項40】

請求項38に記載の光導波路パターンの形成方法において、第1クラッド層の上に前記感光性樹脂組成物を出発原料として層を塗布形成し、その後活性光線を照射することをき

っかけとして照射した部分が高屈折率となるように形成することを特徴とする光導波路パターンの形成方法。

【請求項 4 1】

光素子又はデバイスからなる光学部品において、請求項 3 0 に記載の導波路パターンの形成方法により形成した光導波路を用いたことを特徴とする光学部品。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、光通信、光情報処理分野などにおいて用いられる、光素子、光インターコネクション、光配線基板、光・電気混載回路基板等に利用される光導波路と、それを作製するための光導波路形成用の感光性樹脂組成物、光導波路形成方法、およびそれらを用いた光素子等の光学部品に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、インターネット、デジタル家電が急速に普及し、通信システムやコンピュータにおける情報処理の大容量化および高速化が求められ、大容量のデータを高周波信号で高速伝送することが検討されている。

【0 0 0 3】

しかし、大容量の信号を高周波信号で伝送するには、従来の電気配線では伝送損失が大きいため、光による伝送システムが盛んに検討され、コンピュータ間、装置内、ボード内通信の配線等に用いられようとしている。この光による伝送システムを実現する要素のうち、光導波路は、光素子、光インターコネクション、光配線基板、光・電気混載回路基板等における基本となる構成要素となるため、光導波路に対しては、高性能かつ低コストであることが求められている。

【0 0 0 4】

光導波路は基板上に形成した光配線であり、ガラス導波路とポリマー導波路がある。光インターコネクション、光配線版などの素子に導波路を適用するためには、従来の電気配線技術と同程度のコストで導波路を形成する必要がある。しかし既に製品化されているガラス導波路は、シリカガラスのクラッド層とシリカガラスにゲルマニウムを添加したコア層からなり、これらの各層全ては気相成長法により形成され、火炎堆積法による 1 0 0 0 以上の加熱プロセスを経る。

【0 0 0 5】

すなわち製造コストが高く、また高加熱プロセスを要する等プリント基板等との製造プロセスにおけるマッチングが困難であると考えられる。さらにはまた大面積の導波路の作製が困難であるなど、工業化においては製造プロセスおよびコストの点で多くの課題がある。

【0 0 0 6】

一方、ポリマー材料は、石英ガラスなどの従来の光学材料に比べてコスト、加工性、分子設計の容易さ等において優れていると考えられる。すなわち、ポリマーなどの有機材料を用いた導波路形成においては、スピンコート（回転塗布）によって所望の膜が形成できるため低温プロセス化が可能である。またあらゆる基板、例えば、半導体基板、銅ポリイミド配線板、ポリマー基板等、上に容易に製膜でき、低コスト、高歩留まり化はもとより高性能化、多品種化への可能性をも秘めている。実際にはこれまで、ポリメチルメタクリレート（PMMA）やエポキシ樹脂、ポリシロキサン誘導体、フッ素化ポリイミド等のポリマー材料を用いたものが検討されてきた。

【 0 0 0 7 】

例えば、特許文献 1 および 特許文献 2 には、エポキシ化合物を用いたポリマー導波路が開示されている。また、特許文献 3 には、ポリシロキサン誘導体を用いた導波路が開示されている。

【 0 0 0 8 】

しかし一般的には、有機化合物である樹脂組成物からなる導波路は耐熱性が低く、また光通信で用いられる波長 600 ~ 1600 nm の領域において伝送損失が大きい等の問題が指摘されている。この問題を解決するため、例えばポリマーを重水素化やフッ素化する等の化学修飾によって伝送損失を低減したり、耐熱性を有するポリイミド誘導体を用いる等の検討がなされている。例えば、特開 2005 - 29652 号公報（特許文献 4）にはポリエーテルケトン誘導体を用いた導波路が記載されている。しかし、重水素化 P M M A は耐熱性が低く、またフッ素化ポリイミドは耐熱性に優れるものの、導波路パターンを形成するには、石英導波路と同様にドライエッチング工程を必要とするため、製造コストが高くなる欠点を有する。

【 0 0 0 9 】

一方、光導波路ではないが、特許文献 5 には、光導波路カプラーの 2 種のコア材として、感光性のポリアミド酸から作製されるか、又はエポキシ系またはアクリル系またはシリコン系オリゴマーもしくはモノマーから作製されたものが開示されている。

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開平 10 - 170738 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 337752 号公報

【特許文献 3】特開平 9 - 124793 号公報

【特許文献 4】特開 2005 - 29652 号公報

【特許文献 5】特開 2002 - 277662 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

そのため、感光性樹脂を用いた光導波路を形成するにあたって、伝送損失が低く、また導波路パターンを形状精度よく、かつ低コストで作製可能な光導波路形成用感光性樹脂組成物、光導波路、及び光導波路パターンの形成方法が求められている。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明の技術的課題は、伝送損失が低く、また導波路パターンを形状精度よく、かつ低コストで作製可能な光導波路形成用感光性樹脂組成物、光導波路、及び光導波路パターンの形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

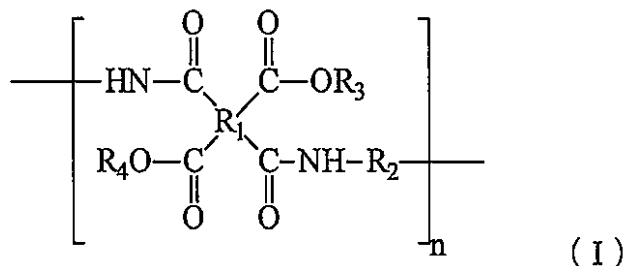
本発明者らは、上記課題を解決するために検討した結果、ポリイミド構造をもつ樹脂を光導波路のコア層とクラッド層のいずれか一つまたは両方を形成するための樹脂組成物における主要構成材料として用いることによって、各層に好適な屈折率を付与し、導波路の伝送損失が低く、しかも導波路のパターン形状を精度良く形成できることを見出し、本発明を完成した。

【 0 0 1 4 】

すなわち、本発明の第 1 の態様による感光性樹脂組成物は、下記化 1 式で示す一般式（I）で表されるポリアミド酸（A）と、エポキシ基を持つ化合物（B）、および露光により酸を発生する化合物（C）を含有することを特徴としている。

【 0 0 1 5 】

【化 1】



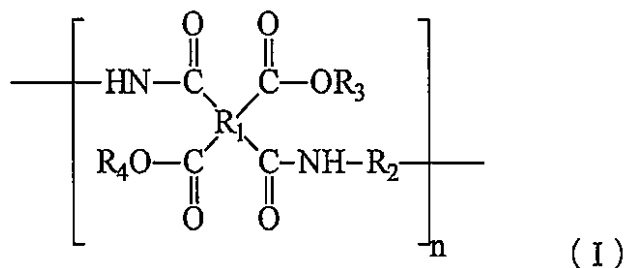
(一般式 (I) のうち R₁ は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R₂ は 2 価の有機の官能基、R₃ および R₄ は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【0016】

また、本発明の第 2 の態様による屈折率制御方法は、感光性樹脂組成物に活性光線を照射し、引き続き加熱することで、当該活性光線に対する露光部と未露光部における屈折率差を生じさせる屈折率制御方法であって、前記感光性樹脂組成物は、下記化 2 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする。

【0017】

【化 2】



(一般式 (I) のうち R₁ は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R₂ は 2 価の有機の官能基、R₃ および R₄ は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【0018】

ここで、本発明の第 2 の態様において、活性光線を照射し、引き続き加熱することで、露光部と未露光部における屈折率差が生じることが好ましい。

【0019】

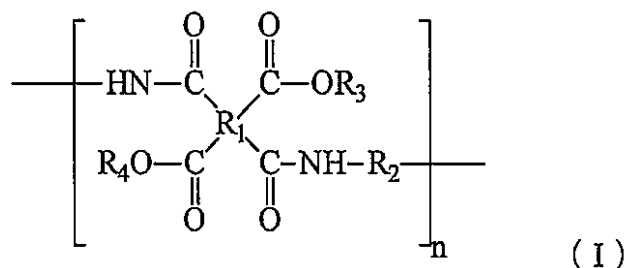
また、本発明の第 3 の態様による光導波路によれば、前記屈折率制御法により得られた、より屈折率が高い部位をコアとし、より屈折率が低い部位をクラッドとして用いたことを特徴とする。

【0020】

本発明の第 4 の態様によれば、コア層と、該コア層に積層して形成されるクラッド層を有する光導波路であって、該コア層および該クラッド層のいずれかまたは両方に、感光性樹脂組成物を用い、前記感光性樹脂組成物は、下記化 3 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする。

【0021】

【化 3】



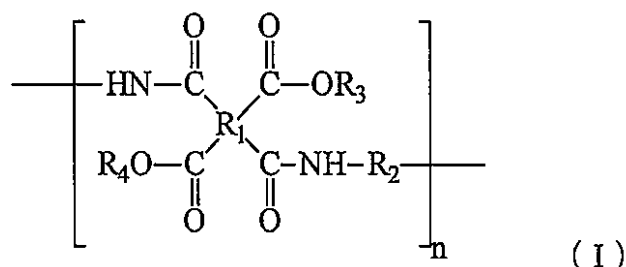
(一般式 (I) のうち R₁ は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R₂ は 2 価の有機の官能基、R₃ および R₄ は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【0022】

また、本発明の第 5 の態様による光導波路パターンの形成方法は、基板上に第 1 クラッド層を形成する工程と、感光性樹脂組成物を上記第 1 クラッド層上に塗布する工程と、ブリーチングを行う工程と、上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアもしくはコア以外となる領域のどちらか一方に活性光線を照射する工程と、上記形成されたコア及び第 1 クラッド層の上に第 2 クラッド層を形成する工程を少なくとも含み、前記感光性樹脂組成物は、下記化 4 式の一般式 (I) で表されるポリアミド酸 (A) と、エポキシ基を持つ化合物 (B)、および露光により酸を発生する化合物 (C) を含有することを特徴とする。

【0023】

【化 4】



(一般式 (I) のうち R₁ は 4 価の有機官能基で、ビスアルキルベンゼン、及びビスパーフルオロアルキルベンゼンの 4 価の有機官能基を含まず、R₂ は 2 価の有機の官能基、R₃ および R₄ は夫々水素であるか、あるいは酸により分解する官能基を表わす。)

【0024】

また、本発明の第 6 の態様による光学部品は、光素子又はデバイスからなる光学部品において、前記導波路パターンの形成方法により形成した光導波路を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0025】

本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物は、導波路パターンを精度よく形成でき、また溶媒を用いた現像プロセスを必要とせずパターンが形成できる。さらに形成した光導波路は優れた伝送特性、即ち、低い伝播損失を有し、またポリイミド骨格に由来する高い熱安定性を有するため、光素子、デバイス用途の光導波路として好適に用いることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の光導波路形成用感光性樹脂組成物及び光導波路形成方法について具体的に説明する。

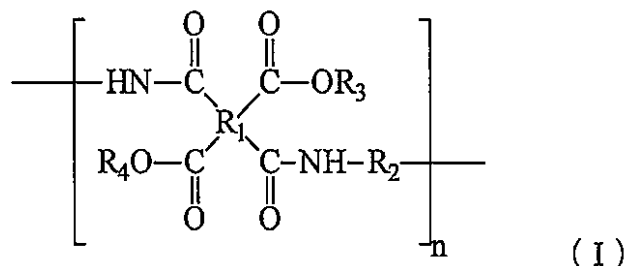
【0027】

(光導波路形成用樹脂組成物)

本発明の光導波路形成用樹脂組成物（以下、樹脂組成物という）は、少なくとも下記化5の一般式（I）で表されるポリアミド酸またはポリアミド酸エステル（A）と、エポキシ基を持つ化合物（B）、および露光により酸を発生する化合物（C）を含有することで得られる。

【0028】

【化5】



【0029】

本発明の一般式（I）で表される繰り返し構造単位は基本的にテトラカルボン酸二無水物とジアミンとから得られるポリアミド酸またはポリアミド酸エステル構造である。すなわちR1は、テトラカルボン酸のカルボキシル基を除いた残基であり、芳香環を含む基であることが好ましく、炭素原子を6ないし40であるものがより好適である。芳香環を含む基としては、一個の芳香環または二個以上の芳香環が単結合、エーテル結合、メチレン結合、エチレン結合、2,2-ヘキサフルオロプロピリデン結合、スルホン結合、スルホキシド結合、チオエーテル結合およびカルボニル結合を介して結合した化学構造を有する四価の有機基が好適である。

【0030】

前記テトラカルボン酸二無水物としては、例えば、R1がベンゼン、アルキルベンゼン、又はパーフルオロアルキルベンゼンの4価の有機基である：ピロメリット酸二無水物（トリフルオロメチル）ピロメリット酸二無水物、ジ（トリフルオロメチル）ピロメリット酸二無水物を挙げることができる。

【0031】

また、R1が2個以上のベンゼン環を備えた芳香族炭化水素、そのエーテル、それらのケトン、及びそれらの1以上のパーフルオロアルキルの置換体の内のいずれかの四価の有機基である：ビス{3,5-ジ（トリフルオロメチル）フェノキシ}ピロメリット酸二無水物、2,3,3',4'-ビフェニルテトラカルボン酸二無水物、3,3',4,4'-テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、2,3',3,4'-テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、3,3',4,4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸二無水物、2,3,6,7-テトラカルボキシナフタレン二無水物、1,4,5,7-テトラカルボキシナフタレン二無水物、1,4,5,6-テトラカルボキシナフタレン二無水物、3,3',4,4'-テトラカルボキシジフェニルメタン二無水物、2,2-ビス（3,4-ジカルボキシフェニル）プロパン二無水物、2,2-ビス（3,4-ジカルボキシフェニル）ヘキサフルオロプロパン二無水物、5,5'-ビス（トリフルオロメチル）-3,3',4,4'-テトラカルボキシビフェニル二無水物、2,2',5,5'-テトラキス（トリフルオロメチル）-3,3',4,4'-テトラカルボキシビフェニル二無水物、5,5'-ビス（トリフルオロメチル）-3,3',4,4'-テトラカルボキシジフェニルエーテル二無水物、5,5'-ビス（トリフルオロメチル）-3,3',4,4'-テトラカルボキシベンゾフェノン二無水物、ビス{（トリフルオロメチル）ジカルボキシフェノキシ}ベンゼン二無水物、ビス{（トリフルオロメチル）ジカルボキシフェノキシ}（トリフルオロメチル）ベンゼン二無水物、ビス（ジカルボキシフェノキシ）（トリフルオロメチル）ベンゼン二無水物、ビス（ジカルボキシフェノキシ）ビス（トリフルオロメチル）ベンゼン二無水物、ビス（ジカルボキシフェノキシ）テトラキス（トリフルオロメチル）ベンゼン二無水物、3,4,9,10-テトラカルボキシペリレン二

無水物、2, 2 - ビス{ 4 - (3, 4 - ジカルボキシフェノキシ) フェニル } プロパン二無水物、ブタンテトラカルボン酸二無水物、シクロペンタンテトラカルボン酸二無水物、2, 2 - ビス{ 4 - (3, 4 - ジカルボキシフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロプロパン二無水物、ビス{ (トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキシ } ビフェニル二無水物、ビス{ (トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキシ } ビス(トリフルオロメチル) ビフェニル二無水物、ビス{ (トリフルオロメチル) ジカルボキシフェノキシ } ジフェニルエーテル二無水物、ビス(ジカルボキシフェノキシ) ビス(トリフルオロメチル) ビフェニル二無水物、ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル) ジメチルシラン二無水物、1, 3 - ビス(3, 4 - ジカルボキシフェニル) テトラメチルジシロキサン二無水物、ジフルオロピロメリット酸二無水物、1, 4 - ビス(3, 4 - ジカルボキシトリフルオロフェノキシ) テトラフルオロベンゼン二無水物、1, 4 - ビス(3, 4 - ジカルボキシトリフルオロフェノキシ) オクタフルオロビフェニル二無水物、4, 4' - ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物、などを挙げることができる。また、これらの酸二無水物の芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有する酸二無水物も原料として使用することができるが、これらに限定されるものではない。

【0032】

なお、Rとして、ビスアルキルベンゼン、ビスパーフルオロアルキルベンゼンの4価基を含まないことが好ましい。

【0033】

また、一般式(I)で表される繰り返し単位におけるR₂は、テトラカルボン酸やその誘導体と反応してポリイミド前駆体をなすことができるジアミン化合物のアミノ基を除いた残基であることが好ましい。そのなかでもベンゼン環を一つ持つ2価の有機官能基であることが好ましく、フェニレン基、フルオロフェニレン基又はフルオロアルキルフェニレン、アルキルフェニレン基を形成するものが好ましく、ベンゼン環を2個以上有する2価の有機官能基も好ましい。さらに、Siを含む2価の有機官能基も好ましい。

【0034】

ベンゼン環を一つ有するフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、m - フェニレンジアミンを例示することができる。

【0035】

また、フルオロフェニレン基又はフルオロアルキルフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、1, 3 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、1, 4 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、2, 5 - ジアミノベンゾトリフルオライド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミン、ジアミノテトラ(トリフルオロメチル)ベンゼン、ジアミノ(ペンタフルオロエチル)ベンゼンを例示することができるが、パーフルオロフェニレン以外の、1, 3 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、1, 4 - ジアミノテトラフルオロベンゼン、2, 5 - ジアミノベンゾトリフルオライド、ビス(トリフルオロメチル)フェニレンジアミンが好ましい。

【0036】

また、アルキルフェニレン基を形成するジアミン化合物としては、2, 4 - ジアミノトルエン、2, 4 - ジアミノキシレン、2, 4 - ジアミノデュレン、p - フェニレンジアミン、2, 5 - ジアミノトルエン、2, 3, 5, 6 - テトラメチル - p - フェニレンジアミンを例示することができる。

【0037】

また、ベンゼン環を2個以上有する2価の有機官能基を形成するジアミン化合物の例としては、ベンジジン、2, 2' - ジメチルベンジジン、3, 3' - ジメチルベンジジン、3, 3' - ジメトキシベンジジン、2, 2' - ジメトキシベンジジン、3, 3', 5, 5' - テトラメチルベンジジン、3, 3' - ジアセチルベンジジン、2, 2' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル、オクタフルオロベンジジン、3, 3' - ビス(トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノビフェニル、4, 4' - ジアミノ

ジフェニルエーテル、4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2, 2 - ビス (p - アミノフェニル) プロパン、3, 3' - ジメチル - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ジメチル - 4, 4' - ジアミノジフェニルメタン、2, 2' - ビス (トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ビス (トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノジフェニルエーテル、3, 3' - ビス (トリフルオロメチル) - 4, 4' - ジアミノベンゾフェノン、4, 4' - ジアミノ - p - テルフェニル、1, 4 - ビス (p - アミノフェニル) ベンゼン、p - ビス (4 - アミノ - 2 - トリフルオロメチルフェノキシ) ベンゼン、4, 4' - ジアミノ - p - クォーターフェニル、4, 4' - ビス (p - アミノフェノキシ) ビフェニル、2, 2 - ビス { 4 - (p - アミノフェノキシ) フェニル } プロパン、4, 4' - ビス (3 - アミノフェノキシフェニル) ジフェニルスルホン、2, 2 - ビス { 4 - (4 - アミノフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス { 4 - (3 - アミノフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス { 4 - (2 - アミノフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス { 4 - (4 - アミノフェノキシ) - 3, 5 - ジメチルフェニル } ヘキサフルオロプロパン、2, 2 - ビス { 4 - (4 - アミノフェノキシ) - 3, 5 - ジトリフルオロメチルフェニル } ヘキサフルオロプロパン、4, 4' - ビス (4 - アミノ - 2 - トリフルオロメチルフェノキシ) ビフェニル、4, 4' - ビス (4 - アミノ - 3 - トリフルオロメチルフェノキシ) ビフェニル、2, 2 - ビス { 4 - (4 - アミノ - 3 - トリフルオロメチルフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロプロパン、ビス { (トリフルオロメチル) アミノフェノキシ } ビフェニル、ビス [{ (トリフルオロメチル) アミノフェノキシ } フェニル] ヘキサフルオロプロパン、ジアミノアントラキノン、1, 5 - ジアミノナフタレン、2, 6 - ジアミノナフタレン、ビス [{ 2 - (アミノフェノキシ) フェニル } ヘキサフルオロイソプロピル] ベンゼン、ビス (2, 3, 5, 6) - テトラフルオロ - 4 - アミノフェニル) エーテルを例示することができる。

【0038】

さらに、Siを含む2価の有機官能基を形成する有機シリコンジアミン化合物の例としては、1, 3 - ビス (3 - アミノプロピル) テトラメチルジシロキサン、1, 4 - ビス (3 - アミノプロピルジメチルシリル) ベンゼン、ビス (4 - アミノフェニル) ジエチルシラン、4, 4' - ビス (テトラフルオロアミノフェノキシ) オクタフルオロビフェニルなどを例示することもできる。

【0039】

また、これらのジアミン化合物の芳香環に含まれる一部あるいはすべての炭素を、水素添加処理等により芳香族性を有しない飽和炭素に置き換えた構造を有するジアミン化合物も原料として使用することができるが、これらに限定されるものではない。

【0040】

一般式 (I) で表される繰り返し構造単位においてR₃およびR₄は水素原子および酸により分解する置換基を表す。R₃およびR₄としては例えば、t - ブチル基、t - ブトキシカルボニル基、t - ブトキシカルボニルメチル基、テトラヒドロピラニル基、テトラヒドロフラニル基、エトキシエチル基、メトキシエチル基、エトキシメチル基、トリメチルシリル基、トリメチルシリルエーテル基などが挙げられるが、もちろんこれらに限定されるものではない。

【0041】

また、得られる重合体の重量平均分子量 (M_w) は、1, 000以上が好ましく、4, 000以上がより好ましい。また、1, 000, 000以下が好ましく、500, 000以下がより好ましい。

【0042】

また、本発明の感光性樹脂組成物に用いる光酸発生剤としては、活性光線の照射によって酸を発生する光酸発生剤であることが望ましく、本発明における重合体などの混合物が有機溶媒に十分に溶解し、かつその溶液を用いて、スピンコートなどの製膜法で均一な塗布膜が形成可能なものであれば特に制限されない。また、単独でも、2種以上を混合し

て用いてもよい。

【 0 0 4 3 】

使用可能な光酸発生剤の例としては、例えばトリアリールスルホニウム塩誘導体、ジアリールヨ - ドニウム塩誘導体、ジアルキルフェナシルスルホニウム塩誘導体、ニトロベンジルスルホナート誘導体、N - ヒドロキシナフタルイミドのスルホン酸エステル、N - ヒドロキシスクシイミドのスルホン酸エステル誘導体等が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。

【 0 0 4 4 】

光酸発生剤の含有率は、感光性樹脂組成物の十分な感度を実現し、良好なパターン形成を可能とする観点から、重合体、エポキシ化合物、光酸発生剤の総和、あるいはさらにオキセタン化合物を含む場合における総和に対して 0 . 1 質量 % 以上が好ましく、0 . 5 質量 % 以上がより好ましい。一方、均一な塗布膜の形成を実現し、導波路の特性を損なわない観点から、1 5 質量 % 以下が好ましく、7 質量 % 以下がより好ましい。

【 0 0 4 5 】

また本発明の感光性樹脂組成物は、上記重合体と光酸発生剤に加えエポキシ化合物を含む。エポキシ化合物としては、例えば、ビスフェノール A ジグリシジルエーテル、水添ビスフェノール A ジグリシジルエーテル、エチレングリコールジグリシジルエーテル、ジエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ネオペンチルグリコールジグリシジルエーテル、1 , 6 - ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、1 , 2 - シクロヘキサンカルボン酸ジグリシジルエステル、3 , 4 - エポキシシクロヘキサンカルボン酸 3 , 4 - エポキシシクロヘキシルメチル、トリスエポキシプロピルイソシアヌレート、2 - エポキシエチルビス[2 , 2 , 1] ヘブチルグリシジルエーテル、エチレングリコールビス(2 - エポキシエチルビス[2 , 2 , 1] ヘブチル) エーテル、ビス(2 - エポキシエチルビス[2 , 2 , 1] ヘブチル) エーテル等が挙げられるが、もちろんこれらだけに限定されるものではない。

【 0 0 4 6 】

またこれらエポキシ化合物の含有率は、それ自身を含む全構成成分に対して通常 0 . 5 ~ 8 0 質量 %、好ましくは 1 ~ 7 0 質量 % である。また、単独でも、2 種以上を混合して用いてもよい。

【 0 0 4 7 】

また本発明の感光性樹脂組成物は、上記重合体と感光剤、エポキシ化合物に加えさらにオキセタン化合物を含んでも良い。オキセタン化合物としては、例えば、3 - エチル - 3 - ヒドロキシメチルオキセタン、1 , 4 - ビス{ [(3 - エチル - 3 - オキセタニル) メトキシ] メチル } ベンゼン、3 - エチル - 3 - (フェノキシメチル) オキセタン、ジ[1 - エチル(3 - オキセタニル)] メチルエーテル、3 - エチル - 3 - (2 - エチルヘキシロキシメチル) オキセタン、3 - エチル - 3 - { [3 - (トリエトキシシリル) プロポキシ] メチル } オキセタン等が挙げられるが、これらだけに限定されるものではない。

【 0 0 4 8 】

またこれらオキセタン化合物を加える場合、その含有率は、それ自身を含む全構成成分に対して通常 0 . 5 ~ 8 0 質量 %、好ましくは 1 ~ 7 0 質量 % である。また、単独でも、2 種以上を混合して用いてもよい。

【 0 0 4 9 】

また、本発明の樹脂組成物は、感光性樹脂組成物を含み、上記重合体、光酸発生剤、エポキシ化合物、オキセタン化合物に加え、光導波路としての特性を損なわない範囲で種々の無機微粒子を添加剤として加えてもよい。そのような添加剤としては、例えばアルミナ、シリカ、ガラス繊維、ガラスビーズ、シリコン、酸化チタンなどの金属酸化物等が挙げられる。これらの添加剤を加えることで、耐クラック性、耐熱性を向上したり、低弾性率化を図ったり、導波路の反りを改善できる。

【 0 0 5 0 】

さらに本発明の樹脂組成物は、感光性樹脂組成物を含み、必要に応じて本発明の効果を損なわない範囲において、密着性向上剤、レベリング剤、塗布性改良剤、濡れ性改良剤、界面活性剤、光増感剤、脱水剤、重合禁止剤、重合開始助剤、紫外線吸収剤、可塑剤、酸化防止剤、帯電防止剤、などといった成分を添加して、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物を調製することもできる。

【 0 0 5 1 】

なお、上記樹脂組成物もしくは、感光性樹脂組成物を調製する際に、必要に応じて、適当な溶剤を用いる。溶剤としては、感光性樹脂組成物が十分に溶解でき、その溶液をスピコート法などの方法で均一に塗布できる有機溶媒等であれば特に制限されない。具体的には、 γ -ブチロラクトン、N,N-ジメチルアセトアミド、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、乳酸エチル、2-ヘプタノン、酢酸2-メトキシブチル、酢酸2-エトキシエチル、ビルビン酸メチル、ビルビン酸エチル、3-メトキシプロピオン酸メチル、3-メトキシプロピオン酸エチル、N-メチル-2-ピロリドン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン、メチルイソブチルケトン、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル等を使用することができる。これらは、単独でも2種類以上を混合して用いてもよい。

【 0 0 5 2 】

(導波路パターンの形成方法)

本発明によるポリマー光導波路の製造について説明する。ポリマー光導波路は屈折率の高いコアと屈折率の低いクラッドからなるものであり、コアをクラッドで取り巻く形状に形成されるが、少なくとも以下の工程を含む導波路パターンの形成方法により得られる。

【 0 0 5 3 】

(1) 適宜の基板上に下部クラッド層を形成する工程と、
(2) 本発明の感光性樹脂組成物を上記下部クラッド層上に塗布する工程と、
(3) 光照射前熱処理(プリベーク)を行う工程と、
(4) 上記感光性樹脂組成物層にマスクを介してコアとなるべき領域に、あるいはコアとなるべき領域以外に、紫外線などの活性光線を照射する工程と、
(5) 露光後加熱(ポストベーク)を行い、コア層を形成する工程と、
(6) 上記形成されたコア層及び下部クラッド層の上に上部クラッド層を形成する工程を少なくとも含む。また上記下部クラッドと中間及び上部クラッドの何れか一方又は両方を本発明の感光性樹脂組成物を用いて同様に化学線を照射して形成してもよいが、その場合、コア層よりも屈折率が低くなる組成を選択して使用する。

【 0 0 5 4 】

以下に、本発明によるポリマー光導波路の製造方法の一例を図1及び図2を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 5 5 】

まず、図1(d)に示すように、適宜の基板1上に下部クラッド層(第1クラッド層)2bを形成する。この下部クラッド層2bは、例えば、図1(a)に示すように基板1上に、図1(b)に示すように、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物2aをこの基板1上に塗布し、プリベークすることで上記樹脂組成物層2aを形成する。次に図1(c)に示すように、活性光線3aを全面露光し、熱処理(ベーク)工程を行うことでこの樹脂層2aを低屈折率化することで下部クラッド層2bを形成する(図1(d))。この下部クラッド層2bは、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の硬化性樹脂組成物を用い、活性光線または熱処理によって得られるものであってもよい。

【 0 0 5 6 】

本発明において、上記基板1としては、例えば、シリコン基板、ガラス基板、石英基板

、ガラスエポキシ基板、金属基板、セラミック基板、高分子フィルム、または各種基板上に高分子フィルムが形成された基板等を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

【0057】

次に、図1(e)に示すように、上記下部クラッド層2bの上に本発明の感光性樹脂組成物を塗布し、プリベークすることで、感光性樹脂組成物層4aを形成する。感光性樹脂組成物層4aの形成には、下部クラッド層2bの屈折率より高屈折率となる組成を選択して使用する。感光性樹脂組成物4aを塗布する方法は、特に限定されるものではなく、例えば、スピンコータを用いた回転塗布、スプレーコータを用いた噴霧塗布、浸漬、印刷、ロールコーティング等を用いることができる。また、プリベーク工程は、塗布した樹脂組成物および感光性樹脂組成物を乾燥して組成物中の溶剤を除去し、塗布した樹脂組成物を樹脂組成物層4aとして定着させるための工程である。プリベーク工程は、通常、60～160で行われる。

【0058】

次いで、図1(f)に示すように、上記感光性樹脂組成物層4aにフォトマスク5aを介して、コア層6aに対応する領域に化学線3bを照射し、さらに露光後加熱処理を行い、次いで有機溶剤で現像を行い、未露光部を除去した後、さらにポストベークすることで、図2(a)に示すように下部クラッド層2b上に屈折率の高いコア層6aが形成される。

【0059】

露光工程は、フォトマスク5aを介して感光性樹脂組成物層4aを選択的に露光し、フォトマスク5a上の導波路パターンを感光性樹脂組成物層4aに転写する工程である。前記及び後述の全面露光及び当該パターン露光に用いる活性光線3bとしては、高圧水銀灯、重水素ランプ、紫外線、可視光線、エキシマレーザ、電子線、X線等が使用できるが、180～500nmの波長の活性光線が好ましい。

【0060】

また、露光後加熱処理工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常100～160で行われる。

【0061】

またポストベーク工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常100～200で行われる。またポストベーク工程は一段階で行ってもよいし多段階で行ってもよい。

【0062】

さらに、コア層6aが形成された上に本発明の感光性樹脂組成物7aを、図2(b)に示すように塗布し、図2(c)に示すように、活性光線3cを全面露光し、熱処理することで低屈折率化し、図2(d)のように中間クラッド及び上部クラッド(中間クラッド層7d及び上部クラッド層7c：第2クラッド層)を一括して形成する。この中間及び上部クラッド層7d及び7cは、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の感光性樹脂組成物を用い、紫外線または熱処理によって得られるものであってもよい。このようにして、高屈折率のコア層6aを、低屈折率の下部クラッド層2b、中間及び上部クラッド層7d、7cで囲んで形成されるポリマー光導波路を作製することができる。さらに、この後、前記基板1をエッチング等の方法によって除去することで、ポリマー光導波路を得ることができる。又、基板1として可撓性の高分子フィルムなどを採用すれば、フレキシブルなポリマー光導波路を得ることができる。

【0063】

次に、本発明によるポリマー光導波路の製造方法のもう一つの例を図3及び図4を参照しながら詳細に説明する。

【0064】

まず、図3(d)に示すように、適宜の基板1上に下部クラッド層(第1クラッド層)2bを形成する。この下部クラッド層2bは、例えば、図3(a)に示すように基板1上に、図3(b)に示すように、本発明の樹脂組成物および感光性樹脂組成物2aをこの基

板 1 上に塗布し、プリベークすることで上記樹脂組成物層 2 a を形成する。次に図 3 (c) に示すように、活性光線 3 a を全面露光し、熱処理 (ベーク) 工程を行うことでこの樹脂層 2 a を低屈折率化することで下部クラッド層 2 b を形成する (図 3 (d))。この下部クラッド層 2 b は、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の硬化性樹脂組成物を用い、活性光線または熱処理によって得られるものであってもよい。

【 0 0 6 5 】

本発明において、上記基板 1 としては、上記の例と同様に例えば、シリコン基板、ガラス基板、石英基板、ガラスエポキシ基板、金属基板、セラミック基板、高分子フィルム、または各種基板上に高分子フィルムが形成された基板等を用いることができるが、これらに限定されるものではない。

【 0 0 6 6 】

次に、図 3 (e) に示すように、上記下部クラッド層 2 b の上に本発明の感光性樹脂組成物を塗布し、プリベークすることで、感光性樹脂組成物層 4 a を形成する。感光性樹脂組成物層 4 a の形成には、下部クラッド層 2 b の屈折率より高屈折率となる組成を選択して使用する。感光性樹脂組成物を塗布する方法は、特に限定されるものではなく、例えば、スピンコートを用いた回転塗布、スプレーコートを用いた噴霧塗布、浸漬、印刷、ロールコーティング等を用いることができる。また、プリベーク工程は、塗布した樹脂組成物および感光性樹脂組成物を乾燥して組成物中の溶剤を除去し、塗布した樹脂組成物を樹脂組成物層 4 a として定着させるための工程である。プリベーク工程は、通常、60 ~ 160 °C で行われる。

【 0 0 6 7 】

次いで、図 3 (f) に示すように、上記感光性樹脂組成物層 4 a にフォトマスク 5 a を介して、コア層 6 a に対応する領域以外に化学線 3 b を照射し、さらに露光後加熱処理を行いし、次いで有機溶剤で現像を行い、露光部を除去した後、さらにポストベークすることで、図 4 (a) に示すように下部クラッド層 2 b 上に屈折率の高いコア層 6 b が形成される。

【 0 0 6 8 】

露光工程は、フォトマスク 5 b を介して感光性樹脂組成物層 4 a を選択的に露光し、フォトマスク 5 b 上の導波路パターンを感光性樹脂組成物層 4 a に転写する工程である。前記及び後述の全面露光及び当該パターン露光に用いる活性光線 3 b としては、高圧水銀灯、重水素ランプ、紫外線、可視光線、エキシマレーザ、電子線、X 線等が使用できるが、180 ~ 500 nm の波長の活性光線が好ましい。

【 0 0 6 9 】

また、露光後加熱処理工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 160 °C で行われる。

【 0 0 7 0 】

またポストベーク工程は、空气中又は不活性ガス雰囲気下、通常 100 ~ 200 °C で行われる。またポストベーク工程は一段階で行ってもよいし多段階で行ってもよい。

【 0 0 7 1 】

さらに、コア層 6 b が形成された上に本発明の感光性樹脂組成物 7 a を、図 4 (b) に示すように塗布し、図 4 (c) に示すように、活性光線 3 c を全面露光し、熱処理することで低屈折率化し、図 4 (d) のように中間クラッド及び上部クラッド (中間クラッド層 7 d 及び上部クラッド層 7 c : 第 2 クラッド層) を一括して形成する。この中間及び上部クラッド層 7 d 及び 7 c は、その屈折率と同等の屈折率になる他の任意の感光性樹脂組成物を用い、紫外線または熱処理によって得られるものであってもよい。このようにして、高屈折率のコア層 6 b を、低屈折率の下部クラッド層 2 b、中間及び上部クラッド層 7 d , 7 c で囲んで形成されるポリマー光導波路を作製することができる。さらに、この後、前記基板 1 をエッチング等の方法によって除去することで、ポリマー光導波路を得ることができる。又、基板 1 として可撓性の高分子フィルムなどを採用すれば、フレキシブルなポリマー光導波路を得ることができる。

【 0 0 7 2 】

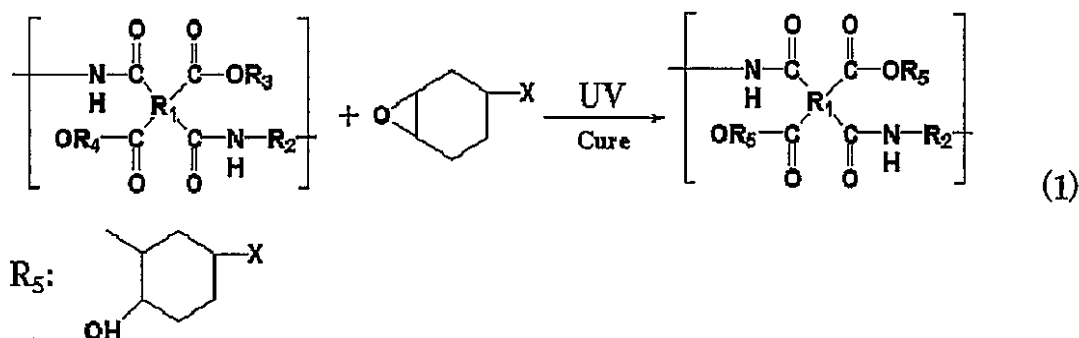
(感光性樹脂組成物の露光による屈折率差発現機構)

本発明において、感光性樹脂組成物の露光により、露光部と未露光部で屈折率差を発現する理由について説明する。本発明における露光部と未露光部で、ポストベーク中に生成した反応は、それぞれ下記化 6 の反応式 (1) および下記化 7 の反応式 (2) で表される。露光部では UV 光により光酸発生剤から酸が放出され、それが感光性樹脂中を拡散する。この酸はポリアミド酸の側鎖 R₃、R₄ 部の加水分解反応を促進する。この加水分解により生成したカルボキシル基はエポキシ基と分子間反応を生ずることにより、ポリアミド酸側鎖とエポキシとの共有結合が形成される。この分子間反応により生じた新たな構造は、アミド酸の脱水閉環 (熱イミド化) 温度 (通常 200 °C 以下) では脱水閉環・イミド化しない。一方、未露光箇所では、まずポリアミド酸のアミド酸部が 200 °C 以下で脱水閉環し、通常の熱イミド化反応が進行する。また、未露光部のエポキシ化合物のほとんどはエポキシ同士で反応し架橋構造を作るが、その一部は分解あるいは蒸発して系外に出る。結果として、露光部のイミド化率は未露光部に比べて顕著に低いものとなる。これが屈折率差の主要な発現要因となっている。

【 0 0 7 3 】

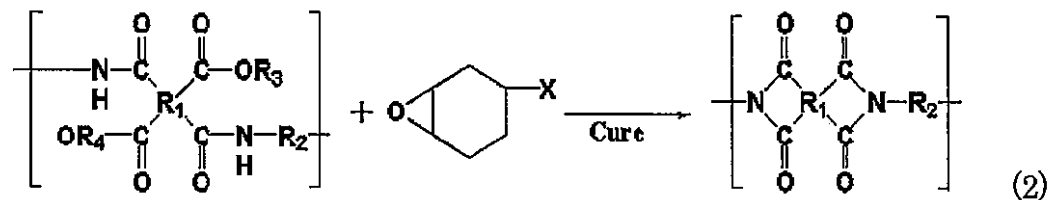
A) 露光箇所のポストキュア後に生ずる反応 (アミド酸とエポキシの分子間反応: 熱イミドしづらく、屈折率の上昇が小さい)

【化 6】



B) 未露光箇所のポストキュア後に生ずる反応 (通常の熱イミド化反応が進行し、屈折率が顕著に上昇する。エポキシ化合物のほとんどはエポキシ同士で反応し架橋構造を作るが、一部は分解あるいは蒸発して系外に排出される)

【化 7】



【実施例】

【 0 0 7 4 】

以下に、実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

【 0 0 7 5 】

(実施例 1)

まず、4, 4'-ジアミノジフェニルエーテル (ODA) 7.77 g をジメチルアセトアミド 100 g に溶解させ、室温でよく攪拌した後、N, O-ビス(トリメチルシリル)ートリフルオロアセトアミド (BSTFA) 10.48 g を添加し、窒素雰囲気下、室温で 30 分攪拌した。その後、4, 4'-ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物 (6FDA) 17.23 g を加え、窒素雰囲気下室温で一日攪拌して、溶質濃度 20 wt % のポリアミド酸溶液 (1) を合成した。

【 0 0 7 6 】

このようにして得られた 20 wt % のポリアミド酸溶液 (1)、エポキシ化合物である 3, 4 - エポキシシクロヘキサンカルボン酸 - 3', 4' - エポキシシクロヘキシルメチルと光酸発生剤 4 - チオフェノキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキアフルオロアンチモネートを、表 1 に示す組成にて混合し室温で 2 時間攪拌して混合溶液を得た。

【 0 0 7 7 】

以上の混合物を 0.45 μm のテフロン (登録商標) 製フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。4 インチ径のシリコン基板上に、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70 で 20 分間熱処理し、塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯 (250 W) による紫外光を用いて全面露光 (露光量 1 J/cm^2) した。その後、露光試料と未露光試料を窒素気流下 120 で 20 分後熱処理した後、さらに 150 と 210 にてそれぞれ 1 時間の熱イミド化を行った。得られた露光試料と未露光試料について、メトリコン社のプリズムカブラ - PC - 2000 を用いて波長 1320 nm における屈折率を測定した。その測定結果を下記表 1 に示す。

【 0 0 7 8 】

【表 1】

	組成 1	組成 2	組成 3	組成 4
ポリアミド酸 (g)	6	6	6	6
エポキシ化合物 (g)	9	6	5	4
光酸発生剤 (g)	0.45	0.3	0.25	0.2
屈折率 (露光部)	1.5439	1.5448	1.5347	1.5408
屈折率 (未露光部)	1.5500	1.5486	1.5446	1.5487
屈折率変化率 (%)	0.40	0.25	0.65	0.51

【 0 0 7 9 】

組成 4 の混合液を用いて上記と同様の条件で作られたフィルムを、自記分光光度計を用いて光透過性を測定したところ、可視～近赤外域において 85 % 以上の高い透明性を示した。

【 0 0 8 0 】

(実施例 2)

ビス (4 - アミノシクロヘキシル) メタン (DCHM) 8.76 g を γ -ブチロラクトン 100 g に仕込み、室温でよく攪拌した後、N, O - ビス (トリメチルシリル) - トリフルオロアセトアミド (BSTFA) 20.74 g を添加し、窒素雰囲気下、室温で 30 分攪拌した。その後、4, 4' - ヘキサフルオロイソプロピリデンジフタル酸二無水物 (6FDA) 34.09 g を加え、窒素雰囲気下室温で一日攪拌して、溶質濃度 30 wt % のポリアミド酸溶液 (2) を合成した。このようにして得られた 30 wt % のポリアミド酸溶液 (2)、エポキシ化合物と光酸発生剤 4 - チオフェノキシフェニルジフェニルスルホニウムヘキアフルオロアンチモネートを、表 2 に示す組成にて混合し室温で 2 時間攪拌して混合溶液を得た。

【 0 0 8 1 】

以上の混合物を 0.45 μm のテフロン (登録商標) 製フィルターを用いてろ過し、感光性樹脂組成物を調製した。4 インチ径のシリコン基板上に、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70 で 20 分間熱処理し、塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯 (250 W) による紫外光を用いて全面露光 (露光量 1 J/cm^2) した。その後、露光試料と未露光試料を窒素気流下 120 で 20 分後熱処理し、さらに 150 と 200 にてそれぞれ 1 時間の熱イミド化を行った。次に露光試料と未露光試料について、メトリコン社のプリズムカブラを用いて波長 1320 nm における屈折率を測定した。その測定結果を

下記表 2 に示す。

【 0 0 8 2 】

【表 2】

	組成 1	組成 2	組成 3	組成 4
ポリアミック酸 1 (g)	6	6	6	6
エポキシ化合物 (g)	12	9	6	4
光酸発生剤 (g)	0.6	0.45	0.3	0.2
屈折率 (露光部)	1.5071	1.5059	1.5063	1.5071
屈折率 (未露光部)	1.5115	1.5100	1.5081	1.5154
屈折率変化率 (%)	0.29	0.27	0.12	0.55

【 0 0 8 3 】

組成 4 の混合液で上記と同様の条件で作られたフィルムを、自記分光光度計を用いて光り透過性を測定したところ、可視～近赤外域において 80 % 以上の高い透明性を示した。得られたフィルムについて、熱機械分析装置 (TMA) を用いてガラス転移温度を測定したところ 200 となり、熱重量測定装置 (島津製作所製、DTG-60) を用いて熱分解開始温度を測定したところ約 230 から熱分解が始まり、5 % 重量減少温度 (T_d ⁵) は 275 °C であると高い耐熱性を示した。

【 0 0 8 4 】

(実施例 3)

実施例 2 の中に示す組成 4 を 0.45 μ m のテフロン (登録商標) 製フィルターを用いてろ過し、導波路作製の感光性樹脂組成物を調製した。次に 4 インチ径のシリコン基板上に、上記クラッド形成用感光性樹脂を回転塗布 (スピンコート) し、70 で 20 分間熱処理し、膜厚 10 μ m 塗布膜を形成した。次に、高圧水銀灯 (250 W) による紫外光を用いて全面露光 (露光量 1 J / cm^2) し、露光後窒素気流下 120 で 20 分後熱処理し、さらに 150 と 200 にてそれぞれ 1 時間の熱イミド化することで下部クラッド層を形成した。次に、上記感光性樹脂を回転塗布し、70 で 20 分間熱処理し、膜厚 20 μ m 塗布膜を形成した。次に、フォトマスクを介して高圧水銀灯 (250 W) による紫外線を 1 J / cm^2 照射し、次いで窒素気流下 120 で 20 分間後熱処理した。次に、150 と 200 にてそれぞれ 1 時間のキュア処理でコア層のパターンが得られた。次いで、上記感光性樹脂をスピンコート塗布し、70 で 20 分間熱処理し、膜厚 10 μ m の膜を形成した。次に、高圧水銀灯 (250 W) による紫外光を用いて全面露光 (露光量 1 J / cm^2) し、露光後窒素気流下 120 で 20 分後熱処理し、さらに 150 と 200 にてそれぞれ 1 時間の熱イミド化することで上部クラッド層を形成して、ポリマー光導波路を得た。得られた導波路を基板から剥離したところ、膜質は良好であり、高い柔軟性を有していた。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 5 】

以上の説明から明らかなように、本発明のポリマー光導波路形成用感光性樹脂組成物を用いることで、導波路パターンを精度よく形成でき、かつ形成した光導波路は優れた伝送特性、即ち、低い伝播損失を有するため、光導波路形成用材料として好適である。

【 0 0 8 6 】

この出願は、2006 年 9 月 4 日に出願された日本出願特願 2006 - 238847 号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 8 7 】

【図 1】本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示す一例であ

り、(a)～(f)はそれぞれ概略断面図である。

【図2】本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示す一例であり、(a)～(d)はそれぞれ概略断面図である。

【図3】本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示すもう一つの実例であり、(a)～(f)はそれぞれ概略断面図である。

【図4】本発明による感光性樹脂組成物によるポリマー導波路の製造工程を示すもう一つの実例であり、(a)～(d)はそれぞれ概略断面図である。

【符号の説明】

【0088】

1 基板

2 a, 2 b 下部クラッド層

3 a, 3 b, 3 c 紫外線

4 a, 4 b, 4 c 本発明の光導波路用感光性樹脂組成物にて形成したコア層

5 a, 5 b フォトマスク

6 a, 6 b 形成されたコア部

7 a, 7 b, 7 c, 7 d 本発明の光導波路用感光性樹脂組成物にて形成した上部クラッド層

【手続補正3】

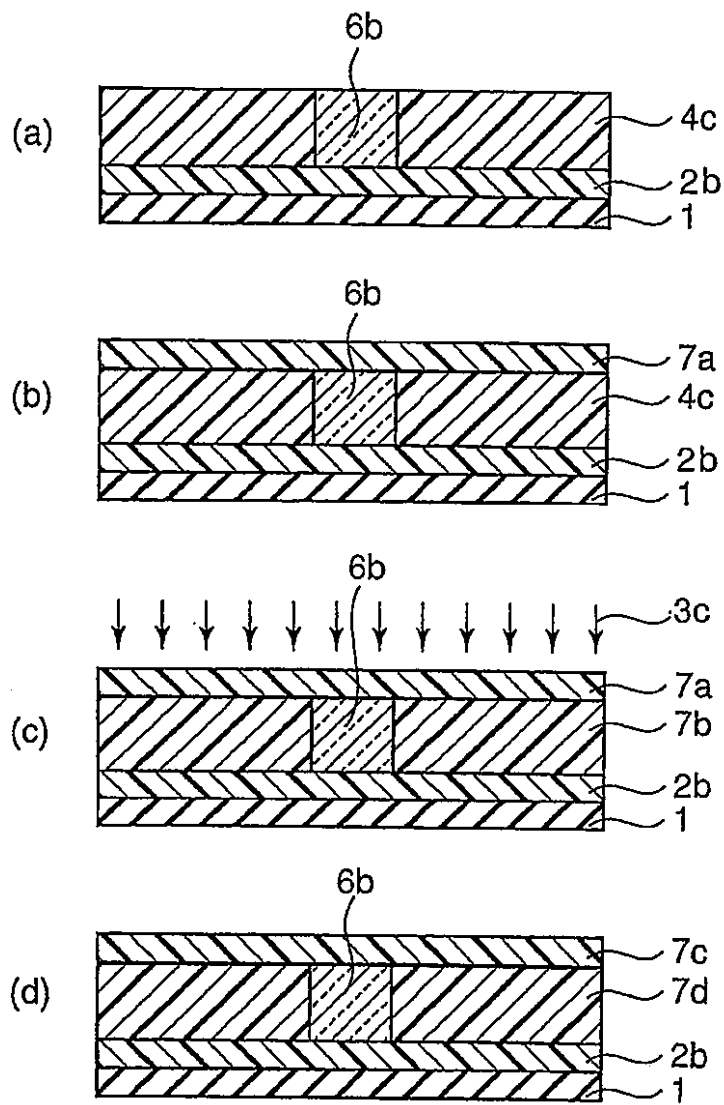
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 4 】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/004(2006.01)i, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/13(2006.01)i, G03F7/038(2006.01)i

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)

G03F7/004, G02B6/12, G02B6/13, G03F7/038

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

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.
X Y	JP 6-348016 A (Chisso Corp.), 22 December, 1994 (22.12.94), Claims; Par. Nos. [0008] to [0014] (Family: none)	1-6, 9 7, 8, 10-41
X Y	JP 2002-169286 A (Hitachi Kasei Dupon Micro Systems Kabushiki Kaisha), 14 June, 2002 (14.06.02), Claims; Par. Nos. [0015] to [0020] (Family: none)	1-6, 9 7, 8, 10-41
X Y	JP 2001-42527 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 16 February, 2001 (16.02.01), Claims; Par. Nos. [0020] to [0038] (Family: none)	1-6, 9 7, 8, 10-41

☒ 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 application or patent 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
28 September, 2007 (28.09.07)Date of mailing of the international search report
09 October, 2007 (09.10.07)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/067241

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 06/8995 A1 (Taiyo Ink Manufacturing Co., Ltd.), 26 January, 2006 (26.01.06), Claims; Par. Nos. [0001], [0024] to [0033], [0060] (Family: none)	1-41
Y	JP 2004-198992 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 15 July, 2004 (15.07.04), Claims; Par. Nos. [0011], [0036] & WO 03/104899 A1	1-41
Y	JP 2004-185000 A (Rohm and Hass Electronic Materials L.L.C.), 02 July, 2004 (02.07.04), Claims; Par. Nos. [0021], [0026] to [0033], [0036] to [0039] & US 2004/105652 A1 & EP 1426793 A1	1-41
Y	JP 2002-37885 A (Kaneka Corp.), 06 February, 2002 (06.02.02), Claims; Par. Nos. [0018] to [0039] (Family: none)	1-41

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 7 / 0 6 7 2 4 1	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. G03F7/004(2006.01)i, G02B6/12(2006.01)i, G02B6/13(2006.01)i, G03F7/038(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. G03F7/004, G02B6/12, G02B6/13, G03F7/038			
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007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	
X Y	J P 6-348016 A (チッソ株式会社) 1994.12.22, [特許請求の範囲], [0008] - [0014] (ファミリーなし)	1-6,9 7,8,10-41	
X Y	J P 2002-169286 A (日立化成デュボンマイクロシステムズ株式会社) 2002.06.14, [特許請求の範囲], [0015] - [0020] (ファミリーなし)	1-6,9 7,8,10-41	
☒ 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」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日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 28.09.2007		国際調査報告の発送日 09.10.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） 前田 佳与子 電話番号 03-3581-1101 内線 3231	2H 9019

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2007/067241

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
X Y	J P 2001-42527 A (日立化成工業株式会社) 20 01. 02. 16、[特許請求の範囲]、[0020] - [0038] (ファミリーなし)	1-6, 9 7, 8, 10-41
Y	WO 06/8995 A1 (太陽インキ製造株式会社) 200 6. 01. 26、[請求の範囲]、[0001]、[0024] - [00 33]、[0060] (ファミリーなし)	1-41
Y	J P 2004-198992 A (日立化成工業株式会社) 2004. 07. 15、[特許請求の範囲]、[0011]、[0036] & WO 03/104899 A1	1-41
Y	J P 2004-185000 A (ローム・アンド・ハース・エ レクトロニック・マテリアルズ、エル. エル. シー.) 2004. 07. 02、[特許請求の範囲]、[0021]、[0026] - [00 33]、[0036] - [0039] & US 2004/105 652 A1 & EP 1426793 A1	1-41
Y	J P 2002-37885 A (鐘淵化学工業株式会社) 20 02. 02. 06、[特許請求の範囲]、[0018] - [0039] (ファミリーなし)	1-41

様式PCT/ISA/210 (第2ページの続き) (2005年4月)

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願(平成18年度 文部科学省「超高速コンピュータ用光インターコネクションの研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受ける特許出願)

(72)発明者 安藤 慎治
東京都目黒区大岡山2-12-1 国立大学法人東京工業大学内

(72)発明者 中野 嘉一郎
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 前田 勝美
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

Fターム(参考) 2H147 EA09C EA10C EA13C EA14C EA16A EA16B EA16C EA20C FA15 FA17
FC01 FE01 FE02 FE07 FF05
4J043 PA02 PA19 RA05 SA06 SA47 SB01 TA22 TA47 TA71 TB01
UA131 UA132 UB022 UB121 VA011 VA012 WA07 XA16 XB27 YA06
YA14 ZA06 ZA52 ZA60 ZB22

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。