

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年1月30日(30.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/023263 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/12 (2006.01) C08G 59/24 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/026387

(22) 国際出願日: 2024年7月23日(23.07.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-120914 2023年7月25日(25.07.2023) JP

(71) 出願人: パナソニック IP マネジメント株式会社 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5710057 大阪府門真市元町 2 2 番 6 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 黒田 麻稀 (KURODA, Maki). 吉田 彩 (YOSHIDA, Aya). 山口 敦史 (YAMAGUCHI, Atsushi).

(74) 代理人: 弁理士法人三協国際特許事務所, 外(SANKYO PATENT ATTORNEYS OFFICE et

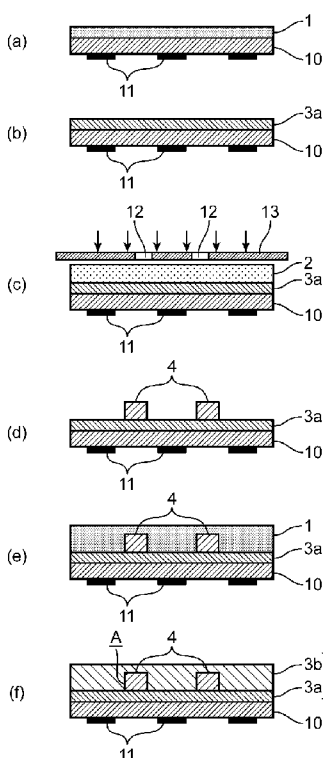
al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島 2 丁目 2 番 2 号大阪中之島ビル 2 階 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,

(54) Title: RESIN COMPOSITION FOR OPTICAL WAVEGUIDE, AND DRY FILM AND OPTICAL WAVEGUIDE USING SAID RESIN COMPOSITION

(54) 発明の名称: 光導波路用樹脂組成物、ならびにそれを用いたドライフィルムおよび光導波路



(57) Abstract: This resin composition for an optical waveguide contains an epoxy resin (A) and a curing agent (B). The epoxy resin (A) contains a bisphenol A-type epoxy resin (a-1) having an epoxy equivalent of 1,500 g/eq or less, and a fluorene-type epoxy resin (a-2) containing no hydroxyl group in the molecular structure thereof. The content of the fluorene-type epoxy resin (a-2) is 15-80 mass% with respect to the total amount of the epoxy resin (A).

(57) 要約: 光導波路用樹脂組成物は、エポキシ樹脂 (A) と、硬化剤 (B) と、を含有し、エポキシ樹脂 (A) は、エポキシ当量が 1500 g / e q 以下であるビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (a-1) と、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) と、を含み、フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量は、エポキシ樹脂 (A) 全量に対して、15質量%以上80質量%以下である。

IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

光導波路用樹脂組成物、ならびにそれを用いたドライフィルムおよび光導波路

技術分野

[0001] 本発明は、光導波路用樹脂組成物、ならびにそれを用いたドライフィルムおよび光導波路に関する。

背景技術

[0002] 従来、F T T H (F i b e r t o t h e H o m e) や車載分野の長距離、中距離通信の分野で伝送媒体として光ファイバーが主流であった。近年、1 m以内の短距離においても光を用いた高速伝送が必要となってきた。この領域には、光ファイバーではできない、高密度配線（狭ピッチ、分岐、交差、多層化等）、表面実装性、電気基板との一体化、小径での曲げが可能な光導波路型の光配線板が適している。

[0003] 光導波路は、透明性が高く屈折率の異なる2種類の紫外線（U V）硬化性の光導波路用樹脂組成物を用いてクラッドとコアを形成することによって得られる。一般的に、このような光導波路用樹脂組成物は、例えば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂等の樹脂と硬化剤を含む（例えば、特許文献1および2参照）。これらの樹脂のうち、耐熱性および光信号の伝送性の観点から、エポキシ樹脂が好適に用いられる。例えば、特許文献1および2においても、多数の種類のエポキシ樹脂が列挙されている。これらのエポキシ樹脂のうち、透明性の高い光導波路用樹脂組成物を形成することができ、紫外線硬化を容易にすることができるという観点から、従来的に、ビスフェノールA型エポキシ樹脂がより好適に用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2020／203366号

特許文献2：特開2020-166107号公報

発明の概要

[0005] 本発明は、光損失（特に波長1310nm）を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性を有する光導波路用樹脂組成物を提供することを目的とする。

[0006] 本発明者は、上記課題を解決すべく鋭意検討を行った結果、本発明に到達した。すなわち、本発明は以下の好適な態様を包含する。

[0007] 本発明の第1の局面に係る光導波路用樹脂組成物は、エポキシ樹脂（A）と、

硬化剤（B）と、を含有し、

エポキシ樹脂（A）は、エポキシ当量が1500g／eq以下であるビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）と、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂（a-2）と、を含み、

フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）の含有量は、エポキシ樹脂（A）全量に対して、15質量%以上80質量%以下である。

[0008] 本発明の第2の局面に係るドライフィルムは、第1の局面に係る光導波路用樹脂組成物の未硬化物または半硬化物からなる層を含む。

[0009] 本発明の第3の局面に係る光導波路は、コア層および前記コア層よりも屈折率の低いクラッド層を備える光導波路であり、

前記コア層が、第1の局面に係る光導波路用樹脂組成物（または第2の局面に係るドライフィルム）を用いて形成されている。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、本実施形態に係るドライフィルムを用いて光導波路を形成する方法の一例を説明するための断面模式図である。具体的には、図1（a）は、基板の表面へクラッド用ドライフィルムがラミネートされる段階を示す模式図である。図1（b）は、アンダークラッドが積層形成される段階を示す模式図である。図1（c）は、コア用ドライフィルムがコアパターンで露光される段階を示す模式図である。図1（d）は、アンダークラッドの表面に

コアが形成される段階を示す模式図である。図1（e）は、アンダークラッドおよびコアを被覆するようにクラッド用ドライフィルムがラミネートされる段階を示す模式図である。図1（f）は、光導波路が形成される段階を示す模式図である。

発明を実施するための形態

- [0011] しかしながら、従来的に光導波路用樹脂組成物に用いられているビスフェノールA型エポキシ樹脂は、一般的に、その分子構造中に水酸基（具体的には2級水酸基）を通常量またはそれよりも多く含む。このようなビスフェノールA型エポキシ樹脂を用いて光導波路を形成する場合、波長1310nmでの光損失が大きくなってしまいう問題が生じる。
- [0012] 本発明者らが研究した結果、光導波路用樹脂組成物の樹脂として、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂を含ませることで、波長1310nmの光損失が抑えられることが分かった。しかし、フルオレン型エポキシ樹脂の含有量によっては、フィルム形成時の取り扱い性が悪くなってしまうことも分かった。
- [0013] そこで、本発明者らがさらに鋭意検討した結果、光導波路用樹脂組成物において、エポキシ樹脂としてエポキシ当量が1500g／eq以下のビスフェノールA型エポキシ樹脂と分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂とを含み、当該フルオレン型エポキシ樹脂の含有量を所定の範囲内とすることによって、光損失（特に波長1310nm）を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性を有する光導波路用樹脂組成物が得られることが分かった。
- [0014] このように、本発明によれば、光損失（特に波長1310nm）を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性を有する光導波路用樹脂組成物を提供することができる。
- [0015] なお、本明細書において、「エポキシ樹脂」とは、ポリマーとしてのエポキシ樹脂だけでなく、エポキシ樹脂を形成し得るモノマーも包含するエポキシ化合物の形態を意味する。

[0016] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。
なお、本発明の範囲は、ここで説明する実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を損なわない範囲で種々の変更をすることができる。

[0017] 1. 光導波路用樹脂組成物

本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物（以下、単に「樹脂組成物」とも称する）は、エポキシ樹脂（A）と硬化剤（B）とを含有する。エポキシ樹脂（A）は、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）とフルオレン型エポキシ樹脂（a-2）とを含む。

[0018] 以下、樹脂組成物が含有する成分について、詳細に説明する。

[0019] [エポキシ樹脂（A）]

エポキシ樹脂（A）は、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）と、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）とを含む。加えて、エポキシ樹脂（A）は、多官能エポキシ樹脂（a-3）をさらに含んでもよい。

[0020] これらのエポキシ樹脂（A）は、液状エポキシ樹脂であっても、固形状エポキシ樹脂であってもよい。本明細書において、エポキシ樹脂に関して、「液状」とは室温で液状であることを意味し、「固形状」とは室温で固形状であることを意味する。以下、各エポキシ樹脂の詳細について説明する。

[0021] （ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1））

樹脂組成物がエポキシ樹脂（A）としてビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）を含むことにより、透明性が高く、紫外線硬化が容易な樹脂組成物を得ることができる。

[0022] ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）のエポキシ当量は、 1500 g/eq 以下である。ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）のエポキシ当量が 1500 g/eq 以下であると、エポキシ樹脂（A）に由来する水酸基の含有量を減少させることができるため、波長 1310 nm での光損失を抑えることができる。

[0023] ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）のエポキシ当量は、 1300 g/eq 以下であることが好ましく、 1200 g/eq 以下であることがよ

り好ましく、 1100 g/e q 以下であることがさらに好ましく、 900 g/e q 、 700 g/e q 、 600 g/e q 、 500 g/e q 、 400 g/e q および 300 g/e q からなる群から選択される値以下であることが特に好ましい。ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)のエポキシ当量の下限値は、本実施形態における光損失の抑制およびフィルム取り扱い性の効果を奏する限り特に限定されない。例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)のエポキシ当量は、 150 g/e q 以上であればよく、 170 g/e q 以上であることが好ましい。

[0024] ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)は、公知の方法で合成してもよいが、市販品を使用してもよい。例えば、市販品の固形状ビスフェノールA型エポキシ樹脂としては、三菱ケミカルグループ株式会社製の「1001」、「1002」、「1003」、「1055」、「1004」、「1004AF」、「1003F」、「1004F」、「1005F」、「1004FS」、「1006FS」、「1007FS」等が挙げられる。また、例えば、市販品の液状ビスフェノールA型エポキシ樹脂としては、DIC株式会社製の「エピクロン(登録商標)850S」、三菱ケミカル株式会社製の「JER(登録商標)825」等が挙げられる。

[0025] ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)は、1種を単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。また、フィルムのタック調整、およびフィルム取り扱い性の観点から、固形状ビスフェノールA型エポキシ樹脂の少なくとも1種と液状ビスフェノールA型エポキシ樹脂の少なくとも1種を、組み合わせ使用することが好ましい。

[0026] ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)の含有量は、後述するフルオレン型エポキシ樹脂(a-2)の含有量の条件を満たし、かつ本実施形態における光損失の抑制およびフィルム取り扱い性の効果を損なわない限り、特に限定されない。例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂(a-1)の含有量は、エポキシ樹脂(A)全量に対して20質量%以上85質量%以下であればよい。このような含有量であれば、透明性が高く紫外線硬化が容易な

樹脂組成物を得ることができる。

[0027] ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）の含有量は、エポキシ樹脂（A）全量に対して、25質量%以上であれば好ましく、30質量%以上であればより好ましく、35質量%以上であればさらに好ましい。また、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）の含有量は、エポキシ樹脂（A）全量に対して、65質量%以下であれば好ましく、55質量%以下であればより好ましく、45質量%以下であればさらに好ましく、40質量%以下であれば特に好ましい。

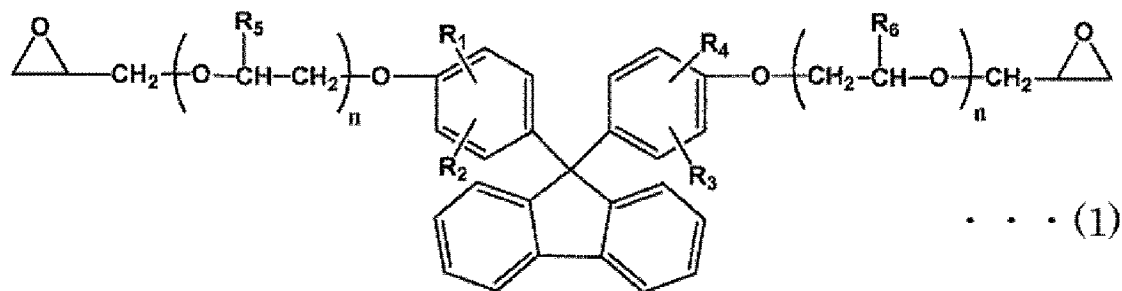
[0028] （フルオレン型エポキシ樹脂（a-2））

樹脂組成物が、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂（a-2）を所定量において含むことによって、光損失を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性も維持することができる。フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）は、液状フルオレン型エポキシ樹脂を含むことが好ましい。液状フルオレン型エポキシ樹脂を含むことによって、割れ、粉落ち等がより発生し難くなり、フィルム取り扱い性により優れたドライフィルムを得ることができる。液状フルオレン型エポキシ樹脂の含有量は、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）全量に対して、65質量%以上であることが好ましい。液状フルオレン型エポキシ樹脂をより多く含むことによって、割れ、粉落ち等がより確実に発生し難いドライフィルムを製造することができる。液状フルオレン型エポキシ樹脂の含有量の上限値は特に限定されないが、液状フルオレン型エポキシ樹脂の含有量は、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）全量に対して100質量%であることが好ましい。

[0029] 本明細書において、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）とは、そのモノマー構造においてフルオレン骨格を含み、かつ、分子構造の骨格中に水酸基（2級水酸基）を含まないエポキシ樹脂を意味する。

[0030] 液状フルオレン型エポキシ樹脂としては、特に限定されないが、一例として、以下の構造式（1）で示されるモノマー構造を有するフルオレン型エポキシ樹脂が挙げられる。

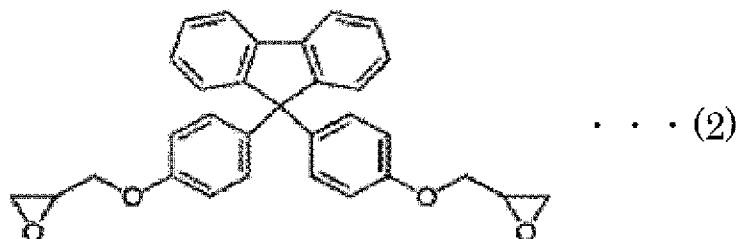
[化1]



[式(1)中、 $R_1 \sim R_4$ は、水素原子または炭素数1～6のアルキル基であり、同じであっても異なってもよい。また、 R_5 および R_6 は、水素原子またはメチル基であり、同じであっても異なってもよい。 n は、各々独立して0～10の整数を示す。]

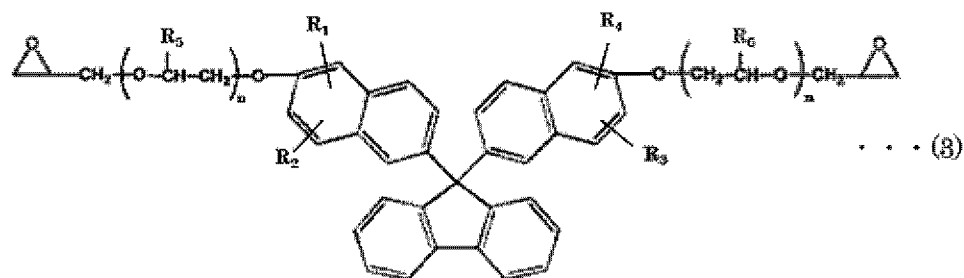
[0031] また、液状フルオレン型エポキシ樹脂としては、一例として、以下の構造式(2)で示されるモノマー構造を有するフルオレン型エポキシ樹脂が挙げられる。

[化2]



[0032] 固形状フルオレン型エポキシ樹脂としては、特に限定されないが、一例として、以下の構造式(3)で示されるモノマー構造を有するフルオレン型エポキシ樹脂が挙げられる。

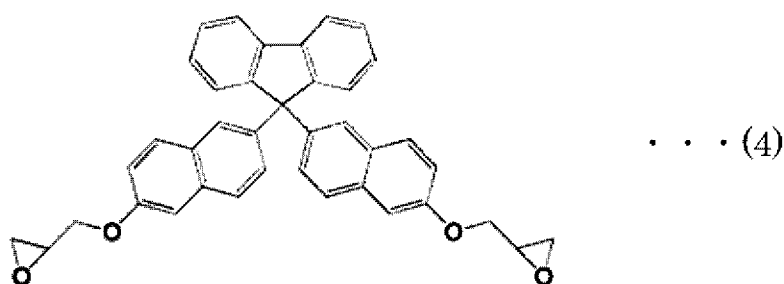
[化3]



[式(3)中、 $R_1 \sim R_4$ は、水素原子または炭素数1～6のアルキル基であり、同じであっても異なってもよい。また、 R_5 および R_6 は、水素原子またはメチル基であり、同じであっても異なってもよい。 n は、各々独立して0～10の整数を示す。]

[0033] また、固形状フルオレン型エポキシ樹脂としては、一例として、以下の構造式(4)で示されるモノマー構造を有するフルオレン型エポキシ樹脂が挙げられる。

[化4]



[0034] フルオレン型エポキシ樹脂(a-2)は、公知の方法で合成してもよいが、市販品を使用してもよい。液状フルオレン型エポキシ樹脂の市販品としては、例えば、大阪ガスケミカル株式会社製の「OGSOL-EG200」(エポキシ当量290g/eq)、「OGSOL-EG280」等が挙げられる。固形状フルオレン型エポキシ樹脂の市販品としては、例えば、大阪ガスケミカル株式会社製の「OGSOL-PG100」、「OGSOL-CG500」(エポキシ当量310g/eq)等が挙げられる。

[0035] フルオレン型エポキシ樹脂(a-2)は、1種を単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

[0036] フルオレン型エポキシ樹脂(a-2)の含有量は、エポキシ樹脂(A)全量に対して、15質量%以上80質量%以下である。フルオレン型エポキシ樹脂(a-2)をエポキシ樹脂(A)全量に対して15質量%以上含むことによって、エポキシ樹脂(A)に由来する水酸基の含有量を減少させることができるため、波長1310nmでの光損失を抑えることができる。また、フルオレン型エポキシ樹脂(a-2)をエポキシ樹脂(A)全量に対して8

0質量%以下含むことによって、良好なフィルム取り扱い性を維持できる樹脂組成物を得ることができる。

[0037] フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量は、エポキシ樹脂 (A) 全量に対して、20質量%以上であれば好ましく、25質量%以上であればより好ましく、35質量%以上であればさらに好ましく、47.5質量%以上であれば特に好ましく、50質量%以上であればより好ましく、55質量%以上であればさらに好ましい。また、フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量は、エポキシ樹脂 (A) 全量に対して、75質量%以下であれば好ましく、73質量%以下であればより好ましく、70質量%以下であればさらに好ましく、65質量%以下であれば特に好ましい。

[0038] (多官能エポキシ樹脂 (a-3))

任意にて含まれる多官能エポキシ樹脂 (a-3) は、エポキシ基を3個以上有する。具体的には、多官能エポキシ樹脂 (a-3) としては、例えば、2-[4-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル]-2-[4-[1,1-ビス[4-(2,3-エポキシプロポキシ)フェニル]]エチル]フェニル]プロパン、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂等が挙げられる。また、多官能エポキシ樹脂 (a-3) は、公知の方法で合成してもよいが、市販品を使用してもよい。市販品としては、例えば、株式会社プリンテック製の「VG3101M80」、株式会社ダイセル製の「EHPE-3150」、日本化薬株式会社製の「EPPN-502」等が挙げられる。

[0039] 多官能エポキシ樹脂 (a-3) は、1種を単独で使用してもよいし、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0040] 樹脂組成物が、エポキシ樹脂 (A) として多官能エポキシ樹脂 (a-3) をさらに含むことにより、硬化物のガラス転移温度 T_g を向上させることができ、それに伴い硬化物に良好な耐熱性を付与することができる。硬化物のガラス転移温度 T_g は、145℃以上であることが好ましく、148℃以上であることがより好ましい。なお、本明細書において、ガラス転移温度 T_g は、ドライフィルムを動的粘弾性測定装置に取り付けて算出される $\tan \delta$

のピーク温度によって測定される温度とする。

[0041] 多官能エポキシ樹脂 (a-3) のエポキシ当量は、特に限定はされないが、例えば、 250 g/eq 以下である。また、多官能エポキシ樹脂 (a-3) のエポキシ当量の下限値も、特に限定はされないが、フィルム取り扱い性をより良好にするとの観点から、 150 g/eq 以上であることが好ましい。

[0042] 多官能エポキシ樹脂 (a-3) の含有量は、前述したフルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量の条件を満たし、かつ本実施形態における光損失の抑制およびフィルム取り扱い性の効果を損なわない限り、特に限定されない。例えば、多官能エポキシ樹脂 (a-3) の含有量は、エポキシ樹脂 (A) 全量に対して、0質量%以上20質量%以下、0質量%以上15質量%以下、5質量%以上20質量%以下および5質量%以上15質量%以下からなる群から選択される範囲とすることができる。

[0043] (他のエポキシ樹脂)

樹脂組成物は、本実施形態における光損失の抑制および良好なフィルム取り扱い性の効果を損なわない限り、前述したエポキシ樹脂以外の他のエポキシ樹脂を含んでいてもよい。他のエポキシ樹脂としては、例えば、日本化薬株式会社製の「NER-1202」、「NER-1302」、株式会社プリンテック製の「EPOX-MK R1710」等が挙げられる。

[0044] 本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物において、エポキシ樹脂 (A) に由来する水酸基の含有量は、 0.0013 mol/g 以下であることが好ましい。水酸基の含有量が 0.0013 mol/g 以下であると、波長1310 nmでの光損失を確実に抑えることができるため、特にコア用の樹脂組成物として良好に使用することができる。

[0045] 本明細書において、「エポキシ樹脂 (A) に由来する水酸基の含有量」とは、ビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (a-1) および任意で含まれる多官能エポキシ樹脂 (a-3) (ならびに任意で含まれる他のエポキシ樹脂) の配合量、分子量および骨格中の水酸基数から計算される水酸基量 (mol/

g)を意味する。

[0046] エポキシ樹脂(A)に由来する水酸基の含有量は、 0.0010 mol/g 以下であることがより好ましく、 0.0009 mol/g 以下であることがさらに好ましく、 0.0007 mol/g 以下であることが特に好ましい。

[0047] [硬化剤(B)]

硬化剤(B)は、エポキシ樹脂(A)を含む樹脂組成物の光硬化を促進させることができ、特に限定されない。例えば、硬化剤(B)としては、各エポキシ樹脂のエポキシ基を開環重合させる重合開始剤であり、一例として、紫外線等の光によって反応を開始させることができる光酸発生剤が挙げられる。

[0048] 具体的には、硬化剤(B)としては、例えば、アンチモン系硬化剤、リン系硬化剤、特殊リン系硬化剤、ボレート系硬化剤等が挙げられる。これらの硬化剤は、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0049] また、これらのうち、硬化剤(B)は、アンチモン系硬化剤であることが好ましい。アンチモン系硬化剤を用いることにより、より硬化性と透明性を高めることができ、波長 1310 nm での光損失を確実に低減することができる。アンチモン系硬化剤は、市販品を用いることができる。市販品のアンチモン系硬化剤としては、例えば、サンアプロ株式会社製の「CPI-101A」、株式会社ADEKA製の「SP-170」等が挙げられる。

[0050] 硬化剤(B)の含有量は、本実施形態における光損失の抑制およびフィルム取り扱い性の効果を損なわない限り、特に限定されない。例えば、硬化剤(B)の含有量は、エポキシ樹脂(A)全量に対して、 $0.1\text{ 質量}\%$ 以上 $0.9\text{ 質量}\%$ 以下であることが好ましく、 $0.25\text{ 質量}\%$ 以上 $0.75\text{ 質量}\%$ 以下であることがより好ましい。

[0051] [その他の添加剤]

樹脂組成物は、前述した成分以外にも、本実施形態における光損失の抑制

およびフィルム取り扱い性の効果を損なわない限り、酸化防止剤、レベリング剤、カップリング剤（シランカップリング剤）、難燃剤、無機フィラー等のその他の添加剤をさらに含んでもよい。

[0052] 特に、硬化物の耐熱性が高められるとの観点から、樹脂組成物は、酸化防止剤（C）をさらに含むことが好ましい。酸化防止剤（C）は、特に限定されず、フェノール系酸化防止剤、ホスファイト系酸化防止剤、硫黄系酸化防止剤等を用いることができる。これらのうち、酸化防止剤（C）は、フェノール系酸化防止剤であることが好ましい。

[0053] フェノール系酸化防止剤は、市販品を用いることができる。市販品のフェノール系酸化防止剤としては、例えば、株式会社アデカ製の「AO-20」、「AO-30」、「AO-40」、「AO-50」、「AO-60」、および「AO-80」、住友化学株式会社製の「SUMILIZER GA-80」等が挙げられる。

[0054] 酸化防止剤（C）の含有量は、特に限定されないが、エポキシ樹脂（A）全量に対して、（0質量%以上）5質量%以下であることが好ましい。

[0055] 本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物は、後述する光導波路に用いられる際、硬化物の形態で用いられる。樹脂組成物の硬化物の屈折率は、1.5700より大きいことが好ましい。硬化物の屈折率が1.5700より大きい場合、コア用の樹脂組成物として好適に使用することができる。

[0056] 本明細書において、「硬化物の屈折率」とは、アッペ屈折計を用いて測定される、温度25℃における波長1310nmでの硬化物の屈折率を意味する。

[0057] 硬化物の屈折率は、1.575以上であることがより好ましく、1.580以上であることがさらに好ましい。

[0058] このように、本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物は、波長1310nmでの光損失を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性を有する。そのため、当該樹脂組成物は、光導波路を製造する際に用いられる後述の実施形態に係るドライフィルムの材料として好適に用いることができる。

[0059] 本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物は、コア用としても使用してもよく、クラッド用としても使用してもよい。ただし、波長1310nmの光損失は主にコアにおいて生じるため、本実施形態に係る光導波路用樹脂組成物は、コア用のドライフィルムの製造のために用いることにより、より効果を発揮することができる。

[0060] 2. ドライフィルム

本実施形態に係るドライフィルムは、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物からなる層を備えるものであれば、特に限定されない。具体的には、ドライフィルムは、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物の未硬化物または半硬化物からなる層（以下、「光導波路用樹脂組成物層」または「樹脂組成物層」とも称する）を含む。前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物はフィルム取り扱い性が良好であるため、本実施形態に係るドライフィルムは、フィルム取り扱い性に優れ、フィルム下地、フィルム基板等との接着性に優れる。

[0061] 本明細書において、「未硬化物」または「半硬化物」とは、後述するようなワニス状とした樹脂組成物が塗布され、その後必要に応じて適切な温度および時間で加熱および／または乾燥され、溶媒等が減少または除去された未硬化状態または半硬化状態の樹脂組成物層を意味する。換言すると、「未硬化物」または「半硬化物」は、樹脂組成物層中のエポキシ樹脂がさらに硬化し得る状態にある。

[0062] また、本明細書において、「硬化物」とは、未硬化または半硬化の樹脂組成物層の硬化反応が紫外線等の光照射によって進行し、樹脂が架橋することにより、加熱しても溶融しない状態となった樹脂層のことを意味する。後述する実施形態において最終的に得られる光導波路は、光導波路用樹脂組成物の硬化物であるコア層および／またはクラッド層を備える。

[0063] ドライフィルムは、樹脂組成物層の少なくとも一方の面上に積層されたフィルム基材を含んでいてもよい。さらに、樹脂組成物層の他方の面上に、保護フィルムが積層されていてもよい。また、ドライフィルムは、樹脂組成物

層、ならびにフィルム基材および／または保護フィルムだけではなく、他の層を備えていてもよい。ただし、ドライフィルムは、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物の未硬化物および／または半硬化物からなる樹脂組成物層から構成されていてもよい。

[0064] フィルム基材としては、特に限定されないが、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）フィルム、二軸延伸ポリプロピレンフィルム、ポリエチレンナフタレートフィルム、ポリイミドフィルム等が挙げられる。これらのうち、PETフィルムであることが好ましい。保護フィルムとしては、特に限定されないが、例えば、ポリプロピレンフィルム等が挙げられる。

[0065] ドライフィルムの製造方法としては、特に限定されないが、例えば、次に述べる方法が挙げられる。まず、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物に溶媒等を加えて、ワニス状の樹脂組成物とし、そのワニスをフィルム基材上に塗布する。この塗布は、コンマコーター等を用いる塗布等が挙げられる。その後、塗布されたワニスを適切な温度および時間において乾燥させることにより、フィルム基材上に、樹脂組成物層を形成する。さらに、この樹脂組成物層上に、保護フィルムを積層する。保護フィルムの積層方法としては、例えば、熱ラミネート法等が挙げられる。

[0066] このように製造された樹脂組成物層を含むドライフィルムは、後述する実施形態に係る光導波路の材料として用いられる。ドライフィルムは、光導波路のコア層を製造する際に用いてもよいし、クラッド層を製造する際に用いてもよい。しかし、前述したように、波長1310nmの光損失は主にコア層において生じるため、光導波路のコア層を製造する際に用いられることが好ましい。

[0067] なお、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物は、光導波路の製造の際、必ずしも本実施形態に係るドライフィルムを形成させてから、使用される必要はない。例えば、前述の実施形態に係る光導波路用樹脂組成物をワニス状の樹脂組成物とし、光導波路のコア層および／またはクラッド層を製造する際に直接用いてもよい。ワニス状の樹脂組成物は、前述と同様の理由に

において、コア層を製造する際に用いることが好ましい。

[0068] 3. 光導波路

本実施形態に係る光導波路は、前述の実施形態に係る樹脂組成物またはドライフィルムを用いて形成されている。当該光導波路は、前述の実施形態に係る樹脂組成物またはドライフィルムを用いて形成されているため、波長1310nmでの光損失を抑えることができ、産業利用上非常に有用である。

[0069] 具体的には、本実施形態に係る光導波路は、コア層および当該コア層よりも屈折率の低いクラッド層を備える光導波路であり、コア層またはクラッド層が、前述の実施形態に係る樹脂組成物またはドライフィルムを用いて形成されている。前述した通り、光導波路のコア層が、前述の実施形態に係る樹脂組成物またはドライフィルムを用いて形成されていることが好ましい。

[0070] 以下、前述の実施形態に係るドライフィルムを用いて基板上に光導波路を形成する方法の一例を、図1を参照しながら説明する。図1(a)～図1(f)において、各符号は、それぞれ、クラッド用ドライフィルム1、コア用ドライフィルム2、クラッド3、アンダークラッド3a、オーバークラッド3b、コア4、基板10、電気回路11、スリット12、マスク13、および光導波路Aを示す。

[0071] 図1に示す例における光導波路の形成には、コアおよびクラッドを形成するために、それぞれクラッド用ドライフィルムおよびコア用ドライフィルムを用いる。なお、図1に示す例では、コア用ドライフィルムとして前述の実施形態に係るドライフィルムを用い、クラッド用ドライフィルムとしてコア用フィルムよりも屈折率が低くなっているドライフィルムを用いる。なお、クラッド用ドライフィルムおよびコア用ドライフィルムの両方において、前述の実施形態に係るドライフィルムを用いてもよい。

[0072] まず、図1(a)に示すように、電気回路11が形成された基板10の表面にクラッド用ドライフィルム1をラミネートした後、紫外線等の光照射、加熱等により、クラッド用ドライフィルム1を硬化させる。なお、基板10としては、例えば、ポリイミドフィルムのような透明基材の片面に電気回路

が形成されたフレキシブルプリント配線板、ガラスエポキシのようなプリント配線板等が用いられる。このような工程により、図1（b）に示すような、基板10の表面にアンダークラッド3aが積層形成される。

[0073] 次に、図1（c）に示すように、アンダークラッド3aの表面にコア用ドライフィルム2をラミネートした後、コアパターンのスリット12が形成されたマスク13を重ねる。そして、スリット12を通して紫外線等の光硬化が可能な光を照射することによって、コア用ドライフィルム2にコアパターンで露光する。露光方法としては、マスク13を用いて選択露光する方法の他、パターン形状に沿ってレーザ光を走査して照射する直接描画方式の方法でもよい。

[0074] 露光の後、コア用ドライフィルム2を水性フラックス洗浄剤等の現像液を用いて現像処理することにより、コア用ドライフィルム2の露光されていない未硬化の部分の樹脂を除去する。それにより、図1（d）に示すように、アンダークラッド3aの表面に所定のコアパターンのコア4が形成される。

[0075] 次に、図1（e）に示すように、アンダークラッド3aおよびコア4を被覆するように、クラッド用ドライフィルム1をラミネートして積層する。そして、光照射、加熱等を施してクラッド用ドライフィルム1を硬化させることにより、図1（f）に示すようなオーバークラッド3bが形成される。このようにして、基板10の表面に、アンダークラッド3aとオーバークラッド3bからなるクラッド3内にコア4が埋入されてなる光導波路Aが形成される。

[0076] このようにして得られる光導波路Aでは、前述の実施形態に係るドライフィルムを使用していることにより、波長1310nmの光損失を抑制でき、優れた光通信を実現できる。従って、このような光導波路Aが形成された基板10は、光伝送用プリント配線板として好ましく用いられ、例えば、携帯電話、携帯情報端末等に好ましく用いられる。

[0077] 本明細書は、上述したように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下にまとめる。

- [0078] 本発明の第1の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、エポキシ樹脂（A）と、硬化剤（B）と、を含有し、エポキシ樹脂（A）は、エポキシ当量が1500g/eq以下であるビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）と、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂（a-2）と、を含み、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）の含有量は、エポキシ樹脂（A）全量に対して、15質量%以上80質量%以下である。
- [0079] 本発明の第2の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、第1の態様の光導波路用樹脂組成物であって、フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）は、液状フルオレン型エポキシ樹脂を含む。
- [0080] 本発明の第3の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、第1または第2の態様の光導波路用樹脂組成物であって、エポキシ樹脂（A）は、多官能エポキシ樹脂（a-3）をさらに含む。
- [0081] 本発明の第4の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、第1～3のいずれかの態様の光導波路用樹脂組成物であって、エポキシ樹脂（A）に由来する水酸基の含有量は、0.0013mol/g以下である。
- [0082] 本発明の第5の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、第1～4のいずれかの態様の光導波路用樹脂組成物であって、硬化物の屈折率が1.5700より大きい。
- [0083] 本発明の第6の態様に係る光導波路用樹脂組成物は、第1～5のいずれかの態様の光導波路用樹脂組成物であって、酸化防止剤（C）をさらに含有する。
- [0084] 本発明の第7の態様に係るドライフィルムは、第1～6のいずれかの態様の光導波路用樹脂組成物の未硬化物または半硬化物からなる層を含む。
- [0085] 本発明の第8の態様に係る光導波路は、コア層および前記コア層よりも屈折率の低いクラッド層を備える光導波路であり、前記コア層が、第1～6のいずれかの態様の光導波路用樹脂組成物（または第7の態様に係るドライフィルム）を用いて形成されている。

実施例

[0086] 以下に、実施例により本発明をさらに具体的に説明するが、本発明は実施例により何ら限定されるものではない。

[0087] 本実施例では、様々なエポキシ樹脂を用い、かつ各種エポキシ樹脂の含有量を変動させて、各種光導波路用樹脂組成物を調製し、それらを用いてドライフィルムおよび光損失の評価のための導波路サンプルを製造した。さらに、各種光導波路用樹脂組成物において、エポキシ樹脂に由来する水酸基の含有量を算出し、各種ドライフィルムおよび硬化物の物性も評価または測定した。

[0088] まず、本実施例における光導波路用樹脂組成物の調製に用いた原材料を以下にまとめて示す。

[0089] [エポキシ樹脂 (A)]

(ビスフェノールA型 (Bis A型) エポキシ樹脂 (a-1))

・「エピクロン (登録商標) 850S」: DIC株式会社製 (エポキシ当量 183~193 g/eq)

・「JER (登録商標) 1001」: 三菱ケミカル株式会社製 (エポキシ当量 450~500 g/eq)

・「エピコート (登録商標) 1006FS」: 三菱ケミカル株式会社製 (エポキシ当量 900~1100 g/eq)

(フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2))

・「OGSOL-EG200」: 液状フルオレン型エポキシ樹脂、大阪ガスケミカル株式会社製 (エポキシ当量 290 g/eq)

(多官能エポキシ樹脂 (a-3))

・「VG3101M80」: 株式会社プリンテック製 (エポキシ基3個、エポキシ当量 205~215 g/eq)

[硬化剤 (B)]

・「CPI-101A」: アンチモン系硬化剤、サンアプロ株式会社製

[酸化防止剤 (C)]

・「AO-60」: 株式会社ADEKA製

[0090] 次いで、各実施例および各比較例における、光導波路用樹脂組成物の調製方法、エポキシ樹脂に由来する水酸基の含有量の算出方法、ドライフィルムの製造方法、および導波路サンプルを用いた光損失（1310nm）の評価方法を以下に記す。さらに、ドライフィルムおよび硬化物の物性（フィルム取り扱い性、硬化物の屈折率（1310nm）およびガラス転移温度T_g）の評価および測定方法も以下に記す。

[0091] <光導波路用樹脂組成物の調製方法>

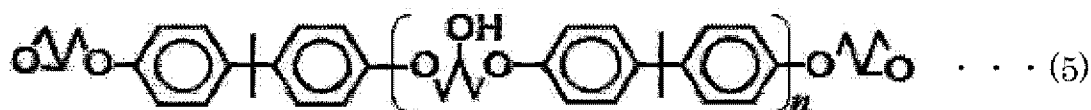
各実施例および各比較例において、後の表1に示す配合組成（質量部）で成分を配合し、MEKとトルエンの混合溶媒が樹脂100質量部に対して、55質量部になるように調整し、50℃～80℃に加熱しながら混合した。次に、孔径1.0μmのメンブランフィルタで混合物を濾過した後、脱泡することによって、実施例1～実施例10および比較例1～比較例3の光導波路用樹脂組成物の樹脂ワニス調製した。

[0092] <エポキシ樹脂（A）に由来する水酸基の含有量の算出方法>

フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）（「OGSOL-EG200」、液状フルオレン型エポキシ樹脂、大阪ガスケミカル株式会社製）は、水酸基を含有しない。従って、エポキシ樹脂（A）に由来する水酸基の含有量は、ビスフェノールA型（BisA型）エポキシ樹脂（a-1）の水酸基量に基づき、次の方法によって算出した。

[0093] なお、DIC株式会社製の「エピクロン（登録商標）850S」（エポキシ当量183～193g/eq）は、以下の構造式（5）で示されるモノマー構造を有する。エポキシ当量から換算すると、以下の構造式におけるnは、0.13程度と推定される。

[化5]



[0094] 上記構造式（5）で表される「エピクロン（登録商標）850S」は、他のビスフェノールA型（BisA型）エポキシ樹脂と比べて水酸基量が顕著

に少ない。そのため、その水酸基量は0とし、計算式に含ませなかった。具体的には、まず、「JER（登録商標）1001」（以下、単に「1001」とも称する）および「エピコート（登録商標）1006FS」（以下、単に「1006FS」とも称する）をそれぞれの分子量で除することで、樹脂組成物中に含まれる各エポキシ樹脂の分子数（mol）を算出した。ここで、1001は骨格中に2.1個の水酸基を、1006FSは骨格中に5.5個の水酸基を、各々含有している。そのため、次に、これらの値を先ほど算出した各エポキシ樹脂の分子数に乘じ、算出されたそれらの値を加算した。その後、加算した値を全エポキシ樹脂量で除することで、樹脂組成物中に含まれる水酸基の含有量（mol/g）を計算した。具体的な計算式は以下のとおりである。

水酸基の含有量 = $\left(\left(1001 \text{ 配合量} / 1001 \text{ 分子量} \times 2.1 \right) + \left(1006FS \text{ 配合量} / 1006FS \text{ 分子量} \times 5.5 \right) \right) / \left(\text{全エポキシ樹脂配合量} \right)$

[0095] 水酸基の含有量が0.0013mol/g以下であれば、コア用の光導波路用樹脂組成物として好適に使用できると評価できる。各実施例および各比較例の水酸基の含有量の算出結果は、後の表1にまとめて記す。

[0096] <ドライフィルムの製造方法>

各実施例および各比較例の光導波路用樹脂組成物ワニス、松尾産業株式会社製のKコントロールコーターを用いて東洋紡株式会社製PETフィルム（品番A4100）に塗布した。その後、当該PETフィルムを130℃で10分間乾燥して所定厚みとし、離型フィルムである王子特殊紙株式会社製のOPP-MA420を熱ラミネートすることで、樹脂層の厚さが20μmのドライフィルムを得た。

[0097] <導波路サンプルを用いた波長1310nmの光損失の評価方法>

波長1310nmの光損失の評価にあたり、上記のように製造した各実施例および各比較例のドライフィルムを、コア用フィルムとして使用した。光導波路用のクラッド用ドライフィルムは、以下の方法によって製造した。

[0098] エポキシ樹脂としての脂環式エポキシ樹脂（「セロキサイド2021P」、株式会社ダイセル製）14質量部、ビスフェノールA型エポキシ樹脂（「エピコート（登録商標）1006FS」、三菱ケミカル株式会社製）25質量部、水添ビスフェノールA型エポキシ樹脂（「JER（登録商標）YX8040」、三菱ケミカル株式会社製）38質量部、および多官能（3官能）エポキシ樹脂（「VG3101M80」、株式会社プリンテック製）23質量部と、硬化剤としてのアンチモン系硬化剤（「SP-170」、株式会社ADEKA製）1質量部と、添加剤としての酸化防止剤（「AO-60」、株式会社ADEKA製）1.4質量部、およびレベリング剤（「PF-636」、OMNOVA社製）0.1質量部とを、エポキシ樹脂100質量部に対して50質量部のMEK、トルエンおよびPGMEAの混合溶剤に溶解した。その後、孔径 $1\mu\text{m}$ のメンブランフィルタで濾過した後、脱泡することによって、エポキシ樹脂ワニス（樹脂ワニス）を調製した。調製した樹脂ワニスを、株式会社ヒラノテクシード製のコンマコータヘッドのマルチコーターを用いて、東洋紡株式会社製PETフィルム（品番A4100）に塗布した。その後、フィルムを乾燥して、所定の厚さのクラッド用ドライフィルムを得た。

[0099] 次に、得られたクラッド用フィルムをアンダークラッドとして基材へ積層した。さらに、その上にコア用フィルムを積層した。積層したフィルムを露光して熱処理した後、クラッド用フィルムを用いてオーバークラッドの積層を行うことにより、スラブ導波路サンプルを製造した。

[0100] 製造したスラブ導波路サンプルを用いて、次の方法で波長 1310nm の光損失を測定した。 1310nm のLED光源からの光をコア径 $9\mu\text{m}$ 、NA0.12の光ファイバーを通して、製造した導波路サンプルの端部にマッチングオイル（屈折率1.505）を介してシリコンオイルを入射した。さらに、同じマッチングオイルを介してコア径 $50\mu\text{m}$ 、NA0.21の光ファイバーを通して、導波路サンプルの反対側をパワーメータに接続して、光回路を挿入した場合のパワー（P1）を測定した。また、光回路の無い状態における、同様の2つの光ファイバーを突き当てて測定したパワー（P0

）を測定した。測定された値から、 $-10 \log (P1/P0)$ の計算式で、光損失（1310nm）を算出した。各実施例および各比較例における光損失（1310nm）の算出結果は、後の表1にまとめて示す。なお、光損失が0.400以下であると光損失を良好に抑えられていると評価し、光損失が0.400超0.440以下であると光損失を抑えられていると評価し、光損失が0.440超であると光損失が大きいと評価した。

[0101] <フィルム取り扱い性の評価方法>

上記のように製造した各実施例および各比較例のドライフィルムを用いて、フィルム取り扱い性の評価を行った。具体的には、第1の試験として、ドライフィルムを90°折り曲げたときの折り目に樹脂割れが発生していないかを確認し、発生していなかった場合、第1の試験を合格とした。さらに、第2の試験として、ドライフィルムをカッターで切断したとき、端部から割れ目や粉落ちが生じていないかを確認し、割れ目および粉落ちが生じていなかった場合、第2の試験を合格とした。第1および第2の試験の両方が合格であった場合、「顕著に良好」（顕著に良好なフィルム取り扱い性）とし、第1および第2のいずれかの試験が合格であった場合、「良好」（良好なフィルム取り扱い性）とし、第1および第2の試験の両方が不合格であった場合、「不良」（フィルム取り扱い性が悪い）として評価を行った。各実施例および各比較例におけるフィルム取り扱い性の評価結果は、後の表1にまとめて示す。なお、ドライフィルムが形成できなかった場合の評価も、「不良」として記した。

[0102] <硬化物の屈折率（波長1310nm）の評価方法>

上記のように製造した各実施例および各比較例のドライフィルム2枚を真空ラミネーター「V-130」を用いて、50℃、0.3MPaの条件でラミネートして貼り合わせた。貼り合わせたドライフィルムを、120℃、10分間において紫外線照射し、仮硬化させた。その後、ドライフィルムのPETフィルムを剥がして、140℃、30分間において熱処理することによって硬化させ、ドライフィルムの硬化物を得た。得られた硬化物について、

温度 25℃における波長 1310nmでの屈折率を、アッペ屈折計により測定した。各実施例および各比較例における屈折率の測定結果は、後の表 1 にまとめて示す。

[0103] <ガラス転移温度 T_g の測定方法>

上記のように製造した各実施例および各比較例のドライフィルムを 10mm×40mmのサイズにカットして、動的粘弾性測定装置（セイコーインスツルメンツ株式会社製、「DMS 6100」）に取り付けた。歪振幅 10 μ m、周波数 10Hz（正弦波）、および昇温レート 5℃/minの条件で試験を行い、算出される $\tan \delta$ のピーク温度をガラス転移温度 T_g （℃）として採用した。ガラス転移温度 T_g がより高い程、その硬化物においてすぐれた耐熱性を有する評価できる。例えば、ガラス転移温度 T_g が 150℃であれば、優れた耐熱性を有する光導波路を確実に得ることができる。ガラス転移温度 T_g は、一部の実施例において測定した。測定結果は、後の表 1 にまとめて示す。

[0104] 以上の各実施例および各比較例における測定、算出および評価結果を、配合組成と併せて以下の表 1 にまとめて示す。なお、下記表 1 において「-」は未測定を意味する。

[0105]

[表1]

		種類	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	比較例1	比較例2	比較例3
コア	エポキシ樹脂 (全樹脂に 対する 質量%)	多官能 エポキシ樹脂 (a-3)	VG3101	15	15	15	15	15	5	0	10	0	15	15	
			850S	15	15	15	15	15	15	5	0	0	15		
			1001	30	25	15	15	15	15	15	10	0	0	46	
		BisA型 エポキシ樹脂 (a-1)	1006FS	20	15	10	10	10	10	10	10	10	0	0	24
	フルオレン型 エポキシ樹脂 (a-2)	EG200 (液状)	20	30	40	45	50	55	60	60	70	100	85	0	
		硬化剤(phr)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
		酸化防止剤(phr)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	評価	水酸基の含有量(mol/g)	0.00125	0.0008932	0.0007368	0.0006248	0.0006248	0.0006248	0.0006248	0.0006248	0.0005128	0	0	0.00172	
		光損失(1310nm)	0.427	0.417	0.407	0.403	0.400	0.397	0.394	0.394	0.390	0.387	-	0.370	0.445
		フィルム取り扱い性	良好	良好	良好	良好	顕著に良好	顕著に良好	顕著に良好	顕著に良好	顕著に良好	顕著に良好	不良	不良	良好
		屈折率(1310nm)	1.5740	1.5768	1.5795	1.5809	1.5817	1.5824	1.5832	1.5877	1.5864	1.5909	1.5950	1.5930	1.5884
ガラス転移温度T _g (°C)		-	-	-	-	-	-	-	146	148	148	150	-	-	-

[0106] <考察>

上記表 1 に示すように、樹脂組成物において、エポキシ樹脂 (A) がビスフェノール A 型エポキシ樹脂 (a-1) とフルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) とを含み、フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量がエポキシ樹脂 (A) 全量に対して 15 質量%以上 80 質量%以下の範囲内であれば、その硬化物の光損失を抑えられ、かつフィルム取り扱い性を良好にできることが分かった。これは、エポキシ樹脂 (A) に由来する水酸基の含有量が少なく、コア用の樹脂組成物として好適に使用することができたためと考えられる。

[0107] 特に、上記表 1 の実施例 5 ~ 実施例 10 に示すように、フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量がエポキシ樹脂 (A) 全量に対して 50 質量%以上 70 質量%以下の範囲内である場合、光損失を良好に抑えることができ、かつ顕著に良好なフィルム取り扱い性を有する樹脂組成物が得られることが分かる。

[0108] また、実施例 7 と実施例 8 との対比、または実施例 9 と実施例 10 との対比から分かるように、樹脂組成物が多官能エポキシ樹脂 (a-3) を含むことによって、ガラス転移温度 T_g を向上させることができ、光導波路の耐熱性を良好にできることが分かる。

[0109] 一方、エポキシ樹脂 (A) としてフルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) のみを用いた比較例 1 では、フィルム取り扱い性が顕著に悪く、フィルムを形成できなかった。また、フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) の含有量が多い比較例 2 では、フィルムは形成可能であったが、その取り扱い性は悪い結果となった。フルオレン型エポキシ樹脂 (a-2) を含まない比較例 3 では、光損失が大きかった。これは、エポキシ樹脂 (A) に由来する水酸基の含有量が多いため、光損失が大きくなる結果となったと考えられる。

[0110] 本出願は、2023 年 7 月 25 日に出願された日本国特許出願特願 2023-120914 を基礎とするものであり、その内容は、本願に含まれるものである。

[0111] 今回開示された実施形態および実施例は、全ての点で例示であって制限的なものではないと解されるべきである。本発明の範囲は、前述した説明ではなくて請求の範囲により示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

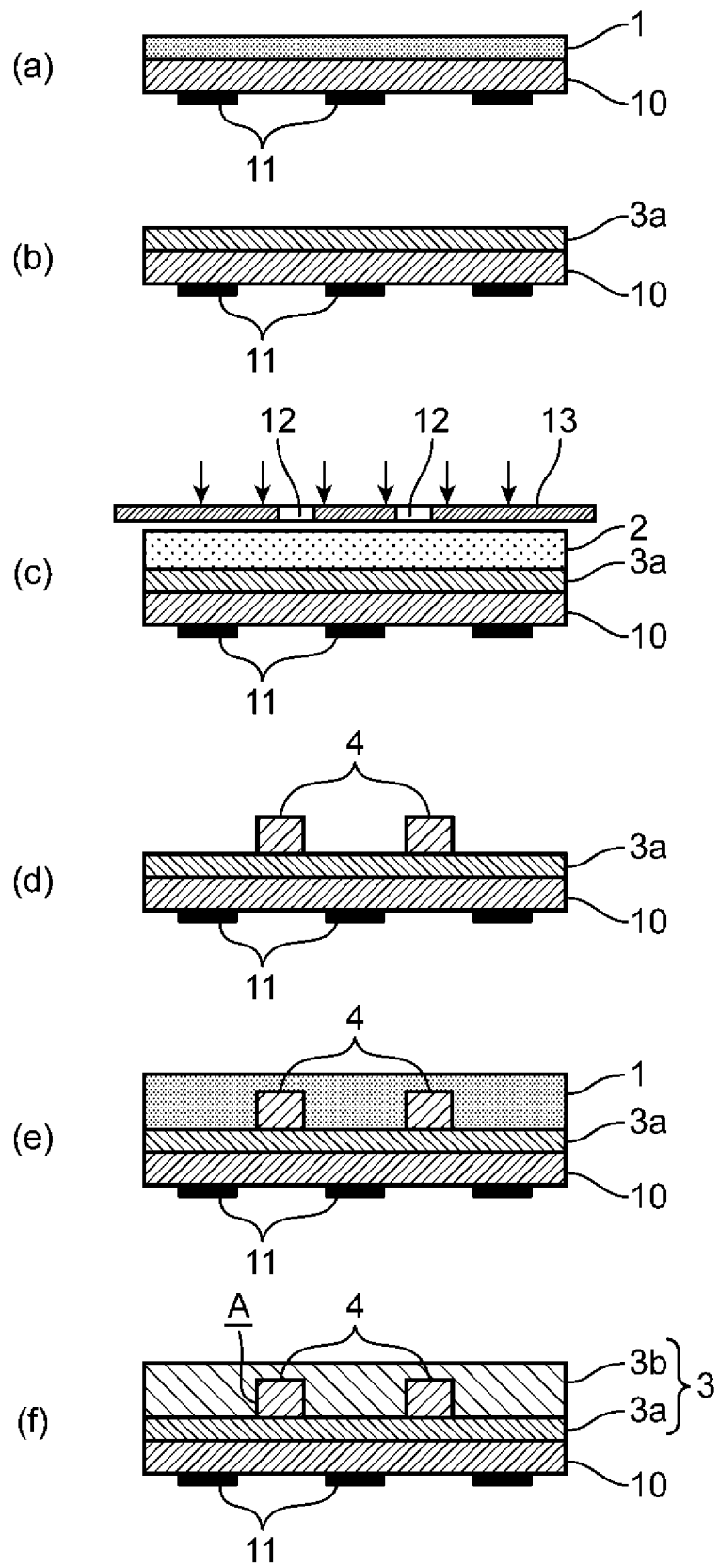
産業上の利用可能性

[0112] 本発明によると、光損失（特に波長1310nm）を抑えることができ、かつ良好なフィルム取り扱い性を有する光導波路用樹脂組成物を得ることができる。このような光導波路用樹脂組成物を用いて光導波路を製造することによって、例えば、携帯電話、携帯情報端末等の光伝送用プリント配線板として好ましく用いられる。

請求の範囲

- [請求項1] エポキシ樹脂（A）と、
硬化剤（B）と、を含有し、
エポキシ樹脂（A）は、エポキシ当量が1500g／eq以下であるビスフェノールA型エポキシ樹脂（a-1）と、分子構造中に水酸基を含まないフルオレン型エポキシ樹脂（a-2）と、を含み、
フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）の含有量は、エポキシ樹脂（A）全量に対して、15質量%以上80質量%以下である、光導波路用樹脂組成物。
- [請求項2] フルオレン型エポキシ樹脂（a-2）は、液状フルオレン型エポキシ樹脂を含む、請求項1に記載の光導波路用樹脂組成物。
- [請求項3] エポキシ樹脂（A）は、多官能エポキシ樹脂（a-3）をさらに含む、請求項1に記載の光導波路用樹脂組成物。
- [請求項4] エポキシ樹脂（A）に由来する水酸基の含有量は、0.0013mol／g以下である、請求項1に記載の光導波路用樹脂組成物。
- [請求項5] 硬化物の屈折率が1.5700より大きい、請求項1に記載の光導波路用樹脂組成物。
- [請求項6] 酸化防止剤（C）をさらに含有する、請求項1に記載の光導波路用樹脂組成物。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の光導波路用樹脂組成物の未硬化物または半硬化物からなる層を含む、ドライフィルム。
- [請求項8] コア層および前記コア層よりも屈折率の低いクラッド層を備える光導波路であり、
前記コア層が、請求項1～6のいずれか1項に記載の光導波路用樹脂組成物を用いて形成されている、光導波路。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/026387

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02B 6/12**(2006.01)i; **C08G 59/24**(2006.01)i

FI: G02B6/12 371; C08G59/24

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)

G02B6/12-6/14

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	WO 2020/026970 A1 (NITTO DENKO CORPORATION) 06 February 2020 (2020-02-06) table 1, examples 1-4, paragraph [0066]	1-8
Y		2
X	JP 2018-146710 A (NITTO DENKO CORPORATION) 20 September 2018 (2018-09-20) tables 1-2, examples 4, 8, paragraphs [0162]-[0174]	1, 3-8
Y		2
X	WO 2018/123389 A1 (NITTO DENKO CORPORATION) 05 July 2018 (2018-07-05) paragraph [0045]	1, 3-8
Y		2
A	WO 2020/121818 A1 (NITTO DENKO CORPORATION) 18 June 2020 (2020-06-18) table 1	1-8
A		1-8

☐ 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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

19 August 2024

Date of mailing of the international search report

03 September 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

International application No.
PCT/JP2024/026387

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
G02B 6/12(2006.01)i; C08G 59/24(2006.01)i
FI: G02B6/12 371; C08G59/24

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））
G02B6/12-6/14

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 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024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 請求項の番号
X	WO 2020/026970 A1（日東電工株式会社）06.02.2020（2020-02-06） 表1, 実施例1-4, 段落[0066]	1-8
Y		2
X	JP 2018-146710 A（日東電工株式会社）20.09.2018（2018-09-20） 表1-2, 実施例4, 8, 段落[0162]-[0174]	1, 3-8
Y		2
X	WO 2018/123389 A1（日東電工株式会社）05.07.2018（2018-07-05） 段落[0045]	1, 3-8
Y		2
A	WO 2020/121818 A1（日東電工株式会社）18.06.2020（2020-06-18） 表1	1-8
A	JP 2017-134319 A（日東電工株式会社）03.08.2017（2017-08-03） 表1	1-8

☐ 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、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“I” 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抵触するものではなく、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
19.08.2024

国際調査報告の発送日
03.09.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員（特許庁審査官）
野口 晃一 2L 5708
電話番号 03-3581-1101 内線 3295

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/026387

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/026970	A1	06.02.2020	US	2021/0277173	A1	
				表1, 実施例1-4, 段落[0096]-[0097]			
				CN	112470048	A	
				KR	10-2021-0036343	A	
				TW	202016168	A	

JP	2018-146710	A	20.09.2018	TW	201839049	A	
				CN	110537125	A	
				KR	10-2019-0122649	A	

WO	2018/123389	A1	05.07.2018	US	2019/0324200	A1	
				段落[0062]-[0070]			
				CN	110114707	A	
				KR	10-2019-0097076	A	
				TW	201825937	A	

WO	2020/121818	A1	18.06.2020	US	2022/0017686	A1	
				表1			
				CN	113166373	A	
				KR	10-2021-0102241	A	
				TW	202032184	A	

JP	2017-134319	A	03.08.2017	US	2021/0206962	A1	
				表1			
				TW	201732434	A	
				CN	108496101	A	
				KR	10-2018-0105649	A	
