

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7544063号
(P7544063)

(45)発行日 令和6年9月3日(2024.9.3)

(24)登録日 令和6年8月26日(2024.8.26)

| | |
|-------------------------|--------------------|
| (51)国際特許分類 | F I |
| G 0 9 F 9/00 (2006.01) | G 0 9 F 9/00 3 0 2 |
| G 0 9 F 9/30 (2006.01) | G 0 9 F 9/30 3 6 5 |
| B 3 2 B 27/00 (2006.01) | G 0 9 F 9/00 3 4 2 |
| | B 3 2 B 27/00 B |

請求項の数 7 (全38頁)

| | |
|---|---|
| (21)出願番号 特願2021-548478(P2021-548478) | (73)特許権者 000002897 大日本印刷株式会社 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 |
| (86)(22)出願日 令和2年9月28日(2020.9.28) | (74)代理人 100101203 弁理士 山下 昭彦 |
| (86)国際出願番号 PCT/JP2020/036676 | (74)代理人 100104499 弁理士 岸本 達人 |
| (87)国際公開番号 WO2021/060559 | (72)発明者 小林 篤弘 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 |
| (87)国際公開日 令和3年4月1日(2021.4.1) | (72)発明者 高坂 洋介 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 |
| 審査請求日 令和5年5月29日(2023.5.29) | (72)発明者 福田 貴之 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 最終頁に続く |
| (31)優先権主張番号 特願2019-177179(P2019-177179) | |
| (32)優先日 令和1年9月27日(2019.9.27) | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP) | |
| (31)優先権主張番号 特願2020-64107(P2020-64107) | |
| (32)優先日 令和2年3月31日(2020.3.31) | |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP) | |

(54)【発明の名称】 表示装置用前面板、フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置、表示装置用積層体、および積層体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基材層と、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、
前記A層および前記B層では、周波数950Hz、温度23におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、
前記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50以上である、表示装置用前面板。

【請求項2】

前記衝撃吸収層の前記引張貯蔵弾性率に対する、前記基材層の周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率の比が、1.5以上である、請求項1に記載の表示装置用前面板。

【請求項3】

前記基材層がポリイミド系樹脂基材またはガラス基材である、請求項1または請求項2に記載の表示装置用前面板。

【請求項4】

前記衝撃吸収層がウレタン系樹脂またはポリエチレンテレフタレート系樹脂を含有する、請求項1から請求項3までのいずれかの請求項に記載の表示装置用前面板。

【請求項5】

有機エレクトロルミネッセンス表示パネルと、

前記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルの観察者側に配置された、請求項 1 から請求項 4 までのいずれかの請求項に記載の表示装置用前面板と、
を備える、フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置。

【請求項 6】

表示装置用前面板に用いられる表示装置用積層体であって、

A 層と、衝撃吸収層と、B 層と、をこの順に有し、

前記 A 層および前記 B 層では、周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 におけるせん断貯蔵弾性率が 2 0 M P a 以下であり、

前記衝撃吸収層では、周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率が 2 0 0 M P a 以上 5 0 0 0 M P a 以下であり、ガラス転移温度が 5 0 以上である、表示装置用積層体。

10

【請求項 7】

A 層と、衝撃吸収層と、B 層と、をこの順に有し、

前記 A 層および前記 B 層では、周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 におけるせん断貯蔵弾性率が 2 0 M P a 以下であり、

前記衝撃吸収層は、ウレタン系樹脂を含有し、

前記衝撃吸収層では、周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率が 2 0 0 M P a 以上 5 0 0 0 M P a 以下であり、ガラス転移温度が 5 0 以上である、積層体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0 0 0 1】

本開示は、表示装置用前面板、フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置、表示装置用積層体、および積層体に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、フォルダブルディスプレイ、ローラブルディスプレイ、ベンダブルディスプレイ等のフレキシブルディスプレイに用いられる前面板の開発が盛んに進められている。

【0 0 0 3】

前面板は、表示装置を衝撃や傷から保護するものであり、強度、耐衝撃性、耐傷性等が求められる。さらに、フレキシブルディスプレイ用の前面板には、折り畳み性（フォルダブル）、巻き取り性（ローラブル）、曲げ性（ベンダブル）等のフレキシブル性も求められる。そのため、フレキシブルディスプレイ用の前面板においては、基材層の厚みを薄くする傾向がある。しかしながら、基材層の厚みを薄くすると、耐衝撃性が低下するおそれがある。そこで、基材層に衝撃吸収層を積層することが提案されている（例えば特許文献 1）。

30

【0 0 0 4】

また、フレキシブルディスプレイにおいては、前面板ではないが、光学用粘着シートについて、光学用粘着シートの耐屈曲性の向上のために、せん断弾性率が所定の範囲内である硬い層と、せん断弾性率が所定の範囲内である柔らかい層とを有する光学用充填接合材が提案されている（特許文献 2）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 5】

【文献】特開 2 0 1 9 - 5 3 2 3 5 6 号公報

【文献】特開 2 0 1 9 - 6 5 2 8 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

基材層に衝撃吸収層が積層された前面板においては、耐衝撃性を高めることができるが、さらなる耐衝撃性の向上が求められている。

50

【0007】

本開示は、上記実情に鑑みてなされたものであり、耐衝撃性に優れる表示装置用前面板、これを備えるフレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置、これに用いられる表示装置用積層体、および積層体を提供することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本開示の発明者らは鋭意検討を行った結果、前面板を構成する層の硬さに着目した。そして、衝撃吸収層よりも柔らかい層を用い、基材層と柔らかい層と衝撃吸収層と柔らかい層とをこの順に積層することにより、耐衝撃性を向上させることができることを見出した。さらに、本開示の発明者らは検討を重ね、衝撃吸収層のガラス転移温度を所定の範囲とすることにより、環境温度によらず高い耐衝撃性およびフレキシブル性を維持することができることを見出した。本開示はこのような知見に基づくものである。

10

【0009】

本開示の一実施形態は、基材層と、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、上記A層および上記B層では、周波数950Hz、温度23におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、上記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50以上である、表示装置用前面板を提供する。

【0010】

本開示における表示装置用前面板においては、上記衝撃吸収層の上記引張貯蔵弾性率に対する、上記基材層の周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率の比が、1.5以上であることが好ましい。

20

【0011】

また、本開示における表示装置用前面板においては、上記基材層がポリイミド系樹脂基材またはガラス基材であることが好ましい。

【0012】

また、本開示における表示装置用前面板においては、上記衝撃吸収層がウレタン系樹脂またはポリエチレンテレフタレート系樹脂を含有することが好ましい。

【0013】

本開示の他の実施形態は、有機エレクトロルミネッセンス表示パネルと、上記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルの観察者側に配置された、上述の表示装置用前面板と、を備える、フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置を提供する。

30

【0014】

本開示の他の実施形態は、表示装置用前面板に用いられる表示装置用積層体であって、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、上記A層および上記B層では、周波数950Hz、温度23におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、上記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50以上である、表示装置用積層体を提供する。

40

【0015】

本開示の他の実施形態は、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、上記A層および上記B層では、周波数950Hz、温度23におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、上記衝撃吸収層は、ウレタン系樹脂を含有し、上記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50以上である、積層体を提供する。

【発明の効果】

【0016】

本開示においては、耐衝撃性に優れる表示装置用前面板を提供することができるという効果を奏する。

50

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本開示における表示装置用前面板を例示する概略断面図である。

【図2】本開示における表示装置用前面板を例示する概略断面図である。

【図3】本開示における表示装置用前面板を例示する概略断面図である。

【図4】本開示における表示装置を例示する概略断面図である。

【図5】本開示におけるフレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置を例示する概略断面図である。

【図6】本開示における表示装置用積層体を例示する概略断面図である。

【図7】本開示における積層体を例示する概略断面図である。

【図8】連続折り畳み試験を説明する模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

下記に、図面等を参照しながら本開示の実施の形態を説明する。ただし、本開示は多くの異なる態様で実施することが可能であり、下記に例示する実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。また、図面は説明をより明確にするため、実際の形態に比べ、各部の幅、厚み、形状等について模式的に表わされる場合があるが、あくまで一例であって、本開示の解釈を限定するものではない。また、本明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することができる。

【0019】

本明細書において、ある部材の上に他の部材を配置する態様を表現するにあたり、単に「上に」、あるいは「下に」と表記する場合、特に断りの無い限りは、ある部材に接するように、直上、あるいは直下に他の部材を配置する場合と、ある部材の上方、あるいは下方に、さらに別の部材を介して他の部材を配置する場合との両方を含むものとする。また、本明細書において、ある部材の面に他の部材を配置する態様を表現するにあたり、単に「面側に」または「面に」と表記する場合、特に断りの無い限りは、ある部材に接するように、直上、あるいは直下に他の部材を配置する場合と、ある部材の上方、あるいは下方に、さらに別の部材を介して他の部材を配置する場合との両方を含むものとする。

【0020】

以下、本開示における表示装置用前面板、フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置、表示装置用積層体、および積層体について詳細に説明する。

【0021】

A. 表示装置用前面板

本開示における表示装置用前面板は、基材層と、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、上記A層および上記B層では、周波数950Hz、温度23℃におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、上記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23℃における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50℃以上である。

【0022】

図1は、本開示における表示装置用前面板の一例を示す概略断面図である。図1に示すように、表示装置用前面板1は、基材層2と、A層3と、衝撃吸収層4と、B層5と、をこの順に有する。A層3およびB層5は所定のせん断貯蔵弾性率を有し、衝撃吸収層4は所定の引張貯蔵弾性率およびガラス転移温度を有する。

【0023】

本開示における表示装置用前面板は、衝撃吸収層を有することにより、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に、衝撃吸収層が衝撃を吸収し、耐衝撃性を高めることができる。

また、基材層がガラス基材である場合には、ガラス基材の割れを抑制することができる。

さらに、本開示の表示装置用前面板がローラブルディスプレイに用いられた場合は、上記効果に加えて、巻き取った際の上記表示装置の内側と外側との間に生じる剪断応力を緩

10

20

30

40

50

和することが可能となり、上記剪断応力に起因する巻き取りの際の種々の問題が生じ難くするという効果を有する。

【0024】

ここで、JIS K7244-4:1999(プラスチック-動的機械特性の試験方法第4部:引張振動-非共振法)によれば、引張貯蔵弾性率の測定方法は、0.01GPa~5GPaの範囲の動的貯蔵弾性率の測定に適しており、10GPaぐらいまで測定可能であるとされている。一方、JIS K7244-6:1999(プラスチック-動的機械特性の試験方法第6部:せん断振動-非共振法)によれば、せん断貯蔵弾性率の測定方法は、0.1MPa~50MPaの範囲の動的貯蔵弾性率の測定に適しており、50MPa以上の弾性率の材料についても測定可能であるとされている。すなわち、比較的硬い層の場合には引張貯蔵弾性率、比較的柔らかい層の場合にはせん断貯蔵弾性率が適している。

10

【0025】

本開示における表示装置用前面板においては、A層およびB層についてはせん断貯蔵弾性率、衝撃吸収層については引張貯蔵弾性率を規定しており、A層およびB層は比較的柔らかい層であり、衝撃吸収層は比較的硬い層であるといえる。

【0026】

また、比較的柔らかい層であるA層およびB層のせん断貯蔵弾性率と、比較的硬い層である衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率とを、直接的に比較することはできないが、一般に、引張貯蔵弾性率 E' およびせん断貯蔵弾性率 G' の関係は下記式(1)で表される。

20

$$E' = 2(1 + \nu)G' \quad (1)$$

(ここで、上記式(1)中、 ν はポアソン比を表す。)

ポアソン比 ν は、フィルム・プラスチック類の場合は0.3~0.4であることから、下記の関係式が成り立つ。

$$E' = 2(1 + 0.3)G' > 2G'$$

引張貯蔵弾性率 E' はせん断貯蔵弾性率 G' の2倍以上となるため、本開示における表示装置用前面板においては、比較的硬い層である衝撃吸収層の動的貯蔵弾性率が、比較的柔らかい層であるA層およびB層の動的貯蔵弾性率よりも大きくなることは自明である。したがって、A層およびB層は衝撃吸収層よりも柔らかい層であるといえる。

【0027】

30

本開示によれば、衝撃吸収層が、衝撃吸収層よりも柔らかいA層およびB層の間に配置されていることにより、耐衝撃性をさらに向上させることができる。これは、A層およびB層が衝撃吸収層よりも柔らかく、変形しやすいことにより、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に、A層およびB層によって衝撃吸収層の変形が抑制されず、衝撃吸収層が変形しやすくなるため、より大きな衝撃吸収効果が発揮されるものと考えられる。

【0028】

また、本開示における表示装置用前面板においては、耐衝撃性に優れるため、基材層の厚みを薄くすることが可能であり、高いフレキシブル性を実現することができる。そのため、本開示における表示装置用前面板は、例えば、フォルダブルディスプレイ、ローラブルディスプレイ、ベンダブルディスプレイ等のフレキシブルディスプレイにおける前面板として使用することができる。

40

【0029】

さらに、本開示においては、衝撃吸収層のガラス転移温度が所定の値以上であることにより、環境温度において衝撃吸収層に含有される材料の状態が急激に変化することがないため、環境温度によらず優れた耐衝撃性およびフレキシブル性を維持することができる。

【0030】

以下、本開示における表示装置用前面板の各構成について説明する。

【0031】

1. 衝撃吸収層

本開示における衝撃吸収層は、所定の引張貯蔵弾性率およびガラス転移温度を有し、A

50

層およびB層の間に配置され、衝撃吸収性を有し、透明性を有する部材である。

【0032】

衝撃吸収層の周波数950Hz、温度23℃における引張貯蔵弾性率は、200MPa以上5000MPa以下であり、好ましくは250MPa以上4000MPa以下、より好ましくは300MPa以上2000MPa以下、特に好ましくは、300MPa以上1000MPa以下とすることができる。衝撃吸収層の上記引張貯蔵弾性率が大きすぎると、衝撃吸収層が硬くなり、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に衝撃吸収層が衝撃を吸収しにくくなり、衝撃吸収性能が低下するおそれがある。

また、衝撃吸収層の上記引張貯蔵弾性率が小さすぎると、衝撃吸収層が柔らかくなりすぎて、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に衝撃吸収層が容易に変形してしまうため、十分に衝撃を吸収しきる前に、表示装置において表示装置用前面板よりも内側に配置される表示パネル等の部材に損傷を与えてしまうおそれがある。そのため、強度を保つために衝撃吸収層の厚みが厚くなり、表示装置用前面板全体の厚みが増大し、フレキシブル性が損なわれるおそれがある。

10

【0033】

ここで、衝撃吸収層の周波数950Hz、温度23℃における引張貯蔵弾性率は、周波数950Hz、温度23℃における引張貯蔵弾性率の測定を3回行い、3回の測定値の算術平均値とする。

【0034】

なお、950Hzの周波数としたのは、この周波数が、数cmの高さから物体を自由落下させたときに、表示装置用前面板の表面が数μmから数十μm変形する周波数域に含まれており、かつ、表示装置において表示装置用前面板よりも内側に配置される表示パネル等の部材に損傷を与える周波数域に含まれているからである。

20

【0035】

ここで、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率 E' は、動的粘弾性測定装置(DMA)によって測定することができる。動的粘弾性測定装置(DMA)によって、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率 E' を測定する際には、まず、衝撃吸収層を40mm×5mmの長方形に打ち抜いて、測定サンプルを得る。そして、この測定サンプルを、動的粘弾性測定装置の引張測定治具に取り付ける。具体的には、測定治具は、上下にそれぞれフィルムを挟むチャック治具を備えており、上記の長方形の測定サンプルの端部の一方を上側のチャックに、他方を下側のチャックに、引っ張り方向が測定サンプルの長手方向になるように固定する。

30

この際、チャック間距離が20mmで、測定サンプルに弛みの無いように、また引っ張りすぎないように調整して固定する。その後、温度23℃の環境下で、引っ張り荷重(静荷重)をかけ、引張法(正弦波歪み、引張モード、歪み量:自動歪み)で周波数950Hzの縦振動を与えて、引張貯蔵弾性率 E' を測定する。動的粘弾性測定装置としては、例えば、ユービーエム社製のRheogel-E4000を用いることができる。なお、上記方法における具体的な測定条件を下記に示す。

【0036】

(引張貯蔵弾性率の測定条件)

- ・測定サンプル: 40mm×5mmの矩形
- ・測定治具: 引っ張り
- ・チャック間距離(チャック間測定試料長さ): 20mm
- ・歪み波形: 正弦波
- ・歪み制御: 自動調整
- ・周波数: 950Hz
- ・温度: 23
- ・静荷重制御: 50g(静荷重一定)、ただし荷重印加時にチャック間距離が2mm以上延びる場合は、荷重を小さくして10g(静荷重一定)または5g(静荷重一定)とする。

40

【0037】

また、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率を測定するに際しては、衝撃吸収層から基材層、A

50

層、B層を剥離してから測定を行うものとする。基材層、A層、B層の剥離は、例えば、以下のようにして行うことができる。まず、表示装置用前面板をドライヤーで加熱し、衝撃吸収層と他の層との界面と思われる部位にカッターの刃先を入れて、ゆっくりと剥離していく。このような加熱と剥離を繰り返すことで、衝撃吸収層から基材層、A層、B層を剥離することができる。なお、このような剥離工程があったとしても、測定には大きな影響はない。

【0038】

衝撃吸収層のガラス転移温度は、50以上であり、好ましくは60以上、より好ましくは80以上とすることができる。また、衝撃吸収層のガラス転移温度は、例えば200以下とすることができる。衝撃吸収層のガラス転移温度が上記範囲であることにより、環境温度において衝撃吸収層に含有される材料の状態が急激に変化することがないため、環境温度によらず優れたフレキシブル性を維持することができる。

10

【0039】

ここで、衝撃吸収層のガラス転移温度は、引張損失正接 ($\tan \delta$) のピークトップの値に基づく方法 (DMA法) により測定された値を意味する。動的粘弾性測定装置 (DMA) によって、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率 E' 、引張損失弾性率 E'' および引張損失正接 $\tan \delta$ を測定する際には、まず、衝撃吸収層を40mm×5mmの長方形に打ち抜いて、測定サンプルを得る。そして、この測定サンプルを、動的粘弾性測定装置の引張測定治具に取り付ける。具体的には、測定治具は、上下にそれぞれフィルムを挟むチャック治具を備えており、上記の長方形の測定サンプルの端部の一方を上側のチャックに、他方を下側のチャックに、引っ張り方向が測定サンプルの長手方向になるように固定する。

20

この際、チャック間距離が20mmで、測定サンプルに弛みの無いように、また引っ張りすぎないように調整して固定する。その後、引っ張り荷重 (静荷重) をかけながら、周波数1Hzの振動を与えて、-50以上200以下の範囲での動的粘弾性測定を行い、それぞれの温度での衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率 E' 、引張損失弾性率 E'' および引張損失正接 $\tan \delta$ を測定する。衝撃吸収層のガラス転移温度は、-50以上200以下の範囲での引張損失正接 $\tan \delta$ がピークとなる温度とする。なお、周波数を1Hzとしたのは、フレキシブルディスプレイの折り畳み操作がこの周波数域の動作であるため、折り畳み試験によるフレキシブルディスプレイの損傷を確認するためである。動的粘弾性測定装置としては、例えば、ユービーエム社製の Rheogel-E4000を用いることができる。なお、上記方法における具体的な測定条件を下記に示す。

30

【0040】

(ガラス転移温度の測定条件)

- ・測定サンプル：40mm×5mmの矩形
- ・測定治具：引っ張り
- ・チャック間距離 (チャック間測定試料長さ)：20mm
- ・測定モード：温度依存性 (温度範囲：-50～200、ステップ温度：1、昇温速度：2 / min)
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪み制御：自動調整
- ・周波数：1Hz (連続加振)
- ・静荷重制御：50g (静荷重一定)、ただし荷重印加時にチャック間距離が2mm以上延びる場合は、荷重を小さくして10g (静荷重一定) または5g (静荷重一定) とする。

40

【0041】

衝撃吸収層は、透明性を有する。具体的には、衝撃吸収層の全光線透過率は、例えば85%以上であることが好ましく、88%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましい。このように全光線透過率が高いことにより、透明性が良好な表示装置用前面板とすることができる。

【0042】

ここで、衝撃吸収層の全光線透過率は、JIS K7361-1に準拠して測定するこ

50

とができ、例えば村上色彩技術研究所製のヘイズメーターHM150により測定することができる。

【0043】

また、衝撃吸収層のヘイズは、例えば5%以下であることが好ましく、2%以下であることがより好ましく、1%以下であることがさらに好ましい。このようにヘイズが低いことにより、透明性が良好な表示装置用前面板とすることができる。

【0044】

ここで、衝撃吸収層のヘイズは、JIS K-7136に準拠して測定することができる。例えば村上色彩技術研究所製のヘイズメーターHM150により測定することができる。

【0045】

衝撃吸収層の材料としては、上述の引張貯蔵弾性率およびガラス転移温度を満たし、透明性を有する材料であれば特に限定されるものではなく、例えば、ウレタン系樹脂、ポリエチレンテレフタレート系樹脂等が挙げられる。中でも、ウレタン系樹脂が好ましい。ウレタン系樹脂を用いることにより、衝撃吸収層の上記引張貯蔵弾性率および上記せん断貯蔵弾性率を上記範囲の中でも小さくすることができ、すなわち衝撃吸収層を変形しやすくすることができ、衝撃吸収性能を高めることができるからである。

【0046】

ウレタン系樹脂は、ウレタン結合を含む樹脂である。ウレタン系樹脂としては、電離放射線硬化性ウレタン系樹脂組成物の硬化物や熱硬化性ウレタン系樹脂組成物の硬化物等が挙げられる。これらの中でも、高硬度が得られ、硬化速度も早く量産性に優れる観点から、電離放射線硬化性ウレタン系樹脂組成物の硬化物が好ましい。

【0047】

熱硬化性ウレタン系樹脂組成物は、例えば、ポリオール化合物と、イソシアネート化合物とを含むことができる。ポリオール化合物およびイソシアネート化合物は、モノマー、オリゴマー、およびプレポリマーのいずれであってもよい。

【0048】

電離放射線硬化性ウレタン系樹脂組成物は、例えば、ウレタン(メタ)アクリレートを含むことができる。ウレタン(メタ)アクリレートは、モノマー、オリゴマー、およびプレポリマーのいずれであってもよい。

【0049】

ウレタン(メタ)アクリレート中の(メタ)アクリロイル基の数(官能基数)は、例えば、2以上4以下であることが好ましく、2以上3以下であることがより好ましい。ウレタン(メタ)アクリレート中の(メタ)アクリロイル基の数が少ないと、硬度が低くなるおそれがある。また、ウレタン(メタ)アクリレート中の(メタ)アクリロイル基の数が多いと、硬化収縮が大きくなり、衝撃吸収層がカールしてしまい、また折り曲げ時に衝撃吸収層にクラックが入るおそれがある。

【0050】

なお、「(メタ)アクリレート」とは、「アクリレート」および「メタクリレート」の両方を含む意味であり、また「(メタ)アクリロイル基」とは、「アクリロイル基」および「メタクリロイル基」の両方を含む意味である。

【0051】

ウレタン(メタ)アクリレートの重量平均分子量は、例えば、1500以上20000以下であることが好ましく、2000以上15000以下であることがより好ましい。ウレタン(メタ)アクリレートの重量平均分子量が小さすぎると、耐衝撃性が低下するおそれがある。また、ウレタン(メタ)アクリレートの重量平均分子量が大きすぎると、電離放射線硬化性ウレタン系樹脂組成物の粘度が上昇し、塗工性が悪化するおそれがある。なお、ウレタン(メタ)アクリレートの重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)により測定されたポリスチレン換算で求められる値をいう。

【0052】

ウレタン系樹脂が電離放射線硬化性ウレタン系樹脂組成物の硬化物であり、電離放射線

10

20

30

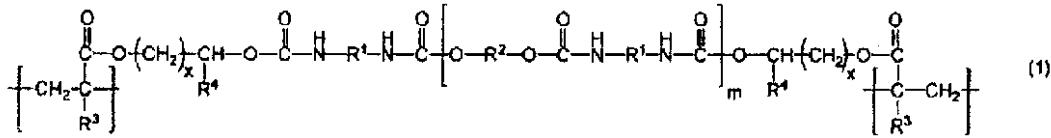
40

50

硬化性ウレタン系樹脂組成物がウレタン（メタ）アクリレートを含む場合、ウレタン系樹脂は、ウレタン（メタ）アクリレート由来の構造を有する繰り返し単位を有する。ウレタン（メタ）アクリレート由来の構造を有する繰り返し単位としては、例えば、下記一般式（１）、（２）、（３）または（４）で表される構造等が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

【 化 1 】



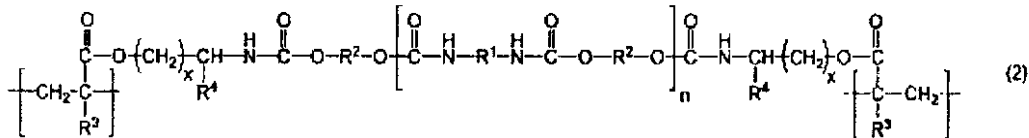
10

【 0 0 5 4 】

上記一般式（１）中、 R^1 は分岐鎖状アルキル基を示し、 R^2 は分岐鎖状アルキル基または飽和環状脂肪族基を示し、 R^3 は水素原子またはメチル基を示し、 R^4 は水素原子、メチル基またはエチル基を示し、 m は0以上の整数を示し、 x は0～3の整数を示す。

【 0 0 5 5 】

【 化 2 】



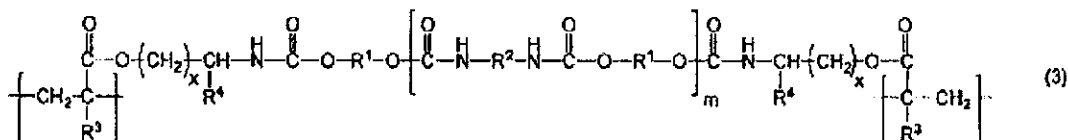
20

【 0 0 5 6 】

上記一般式（２）中、 R^1 は分岐鎖状アルキル基を示し、 R^2 は分岐鎖状アルキル基または飽和環状脂肪族基を示し、 R^3 は水素原子またはメチル基を示し、 R^4 は水素原子、メチル基またはエチル基を示し、 n は1以上の整数を示し、 x は0～3の整数を示す。

【 0 0 5 7 】

【 化 3 】



30

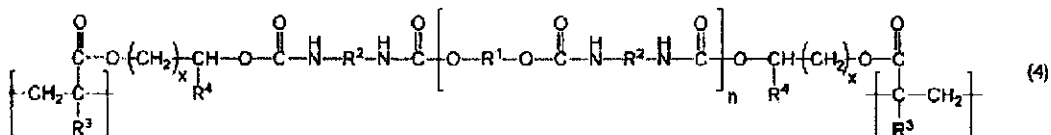
【 0 0 5 8 】

上記一般式（３）中、 R^1 は分岐鎖状アルキル基を示し、 R^2 は分岐鎖状アルキル基または飽和環状脂肪族基を示し、 R^3 は水素原子またはメチル基を示し、 R^4 は水素原子、メチル基またはエチル基を示し、 m は0以上の整数を示し、 x は0～3の整数を示す。

40

【 0 0 5 9 】

【 化 4 】



【 0 0 6 0 】

上記一般式（４）中、 R^1 は分岐鎖状アルキル基を示し、 R^2 は分岐鎖状アルキル基ま

50

たは飽和環状脂肪族基を示し、 R^3 は水素原子またはメチル基を示し、 R^4 は水素原子、メチル基またはエチル基を示し、 n は1以上の整数を示し、 x は0～3の整数を示す。

【0061】

なお、衝撃吸収層を構成する樹脂が、どのような構造の高分子鎖（繰り返し単位）によって形成されているかは、例えば、熱分解ガスクロマトグラフ質量分析法（GC-MS）およびフーリエ変換赤外分光法（FT-IR）によって衝撃吸収層を分析することによって判断可能である。特に、熱分解GC-MSは、衝撃吸収層に含まれる単量体単位をモノマー成分として検知できるため有用である。

【0062】

衝撃吸収層は、必要に応じて、例えば、紫外線吸収剤、分光透過率調整剤、防汚剤、無機粒子、レベリング剤、重合開始剤等を含んでいてもよい。

10

【0063】

衝撃吸収層の厚みは、衝撃吸収性能を発揮することが可能な厚みであれば特に限定されるものではなく、例えば、 $50\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $70\mu\text{m}$ 以上 $120\mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $80\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下とすることができる。衝撃吸収層の厚みが薄すぎると、十分な衝撃吸収性能が得られない場合がある。また、衝撃吸収層の厚みが厚すぎると、フレキシブル性が損なわれる場合がある。

【0064】

ここで、衝撃吸収層の厚みは、透過型電子顕微鏡（TEM）、走査型電子顕微鏡（SEM）又は走査透過型電子顕微鏡（STEM）により観察される表示装置用前面板の厚み方向の断面から測定して得られた任意の10箇所の厚みの平均値とすることができる。なお、表示装置用前面板が有する他の層の厚みの測定方法についても同様とすることができる。

20

【0065】

衝撃吸収層としては、例えば、フィルム状の衝撃吸収層を用いてもよい。また、例えば、支持体上に衝撃吸収層用組成物を塗布して、衝撃吸収層を形成してもよい。

【0066】

2. A層およびB層

本開示におけるA層およびB層は、所定のせん断貯蔵弾性率を有し、上記衝撃吸収層の両面にそれぞれ配置され、透明性を有する部材である。

【0067】

A層およびB層の周波数 950Hz 、温度 23 におけるせん断貯蔵弾性率は、 20MPa 以下であり、好ましくは 18MPa 以下、より好ましくは 15MPa 以下とすることができる。A層およびB層の上記せん断貯蔵弾性率が上記範囲であることにより、上記衝撃吸収層よりも柔らかい層とすることができる。そのため、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に、衝撃吸収層を変形しやすくすることができ、耐衝撃性を向上させることができる。また、A層およびB層の上記せん断貯蔵弾性率は、例えば、 0.05MPa 以上であることが好ましく、 0.5MPa 以上であることがより好ましく、 3MPa 以上であることがさらに好ましい。A層およびB層の上記せん断貯蔵弾性率が上記範囲であり、ある程度の硬さを有することにより、衝撃吸収性を高めることができる。

30

【0068】

A層およびB層の上記せん断貯蔵弾性率は、同じであってもよく、互いに異なってもよい。

40

【0069】

ここで、A層およびB層の周波数 950Hz 、温度 23 におけるせん断貯蔵弾性率は、周波数 950Hz 、温度 23 におけるせん断貯蔵弾性率の測定を3回行い、3回の測定値の算術平均値とする。

【0070】

ここで、A層およびB層のせん断貯蔵弾性率 G' は、動的粘弾性測定装置（DMA）によって測定することができる。動的粘弾性測定装置（DMA）によって、A層またはB層のせん断貯蔵弾性率 G' を測定する際には、まず、A層またはB層を $10\text{mm} \times 5\text{mm}$ の長方

50

形状に打ち抜いて、測定サンプルを得る。そして、この測定サンプルを2枚準備し、動的粘弾性測定装置の固体せん断治具に取り付ける。具体的には、固体せん断治具は、垂直方向に3枚の板、すなわち、厚み1mmの1枚の金属製の基板、および、この基板の両側に配置された2枚のL字形状の金属製の外板を備えており、基板と一方の外板との間に一方の測定サンプルを挟み、かつ、基板と他方の外板との間に他方の測定サンプルを挟む。そして、動的粘弾性測定装置に、固体せん断治具をチャック間距離20mmで設置し、温度23の環境下で、引中板を固定しながら2枚の外板に歪み量1%かつ外板に周波数950Hzの縦振動を与えて、せん断貯蔵弾性率 G' を測定する。動的粘弾性測定装置としては、例えば、ユービーエム社製のRheogel-E4000を用いることができる。なお、上記方法における具体的な測定条件を下記に示す。

10

【0071】

(せん断貯蔵弾性率の測定条件)

- ・測定サンプル：10mm×5mmの矩形(2枚)
- ・測定治具：固体せん断
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪制御：自動調整
- ・周波数：950Hz
- ・温度：23

【0072】

また、A層およびB層のガラス転移温度は、0以上であることが好ましく、中でも35以上、特に55以上とすることが好ましい。また、A層およびB層のガラス転移温度は、例えば120以下とすることができ、A層およびB層のガラス転移温度が上記範囲であることにより、環境温度においてA層およびB層に含有される材料の状態が急激に変化することがないため、環境温度によらず優れたフレキシブル性を維持することができる。

20

【0073】

ここで、A層およびB層のガラス転移温度は、せん断損失正接($\tan \delta$)のピークトップの値に基づく方法(DMA法)により測定された値とする。動的粘弾性測定装置(DMA)によって、A層またはB層のせん断貯蔵弾性率 G' を測定する際には、まず、A層またはB層を10mm×5mmの長形状に打ち抜いて、測定サンプルを得る。そして、この測定サンプルを2枚準備し、動的粘弾性測定装置の固体せん断治具に取り付ける。具体的には、固体せん断治具は、垂直方向に3枚の板、すなわち、厚み1mmの1枚の金属製の基板、および、この基板の両側に配置された2枚のL字形状の金属製の外板を備えており、基板と一方の外板との間に一方の測定サンプルを挟み、かつ、基板と他方の外板との間に他方の測定サンプルを挟む。そして、動的粘弾性測定装置に、固体せん断治具をチャック間距離20mmで設置し、-50以上200以下の範囲で引中板を固定しながら2枚の外板に歪み量1%かつ外板に周波数1Hzの縦振動を与えて動的粘弾性測定を行い、それぞれの温度でのせん断貯蔵弾性率 G' を測定する。動的粘弾性測定装置としては、例えば、ユービーエム社製のRheogel-E4000を用いることができる。なお、上記方法における具体的な測定条件を下記に示す。

30

40

【0074】

(ガラス転移温度の測定条件)

- ・測定サンプル：10mm×5mmの矩形(2枚)
- ・測定治具：固体せん断
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪制御：自動調整
- ・周波数：1Hz
- ・測定モード：温度依存性(温度範囲：-50～200、ステップ温度：1、昇温速度：2/min)

【0075】

50

A層およびB層の材料としては、上述のせん断貯蔵弾性率を満たし、透明性を有する材料であれば特に限定されるものではないが、中でも、粘着剤、すなわち感圧接着剤（PSA）であることが好ましい。粘着剤は比較的柔らかいため、粘着剤を用いることにより、A層およびB層の上記せん断貯蔵弾性率を上記範囲のように小さくすることができる。

【0076】

A層およびB層の材料は、同じであってもよく、互いに異なっていてもよい。

【0077】

A層に用いられる粘着剤としては、上述のせん断貯蔵弾性率を満たし、透明性を有し、上記の衝撃吸収層と基材層とを接着することが可能な粘着剤であれば特に限定されるものではなく、例えば、アクリル系粘着剤、シリコン系粘着剤、ゴム系粘着剤、ウレタン系粘着剤等を挙げることができ、上記の衝撃吸収層および基材層の材料等に応じて適宜選択することができる。中でも、アクリル系粘着剤やシリコン系粘着剤が好ましい。透明性、耐候性、耐久性、耐熱性に優れ、低コストだからである。

10

【0078】

また、B層に用いられる粘着剤としては、上述のせん断貯蔵弾性率を満たし、透明性を有し、上記衝撃吸収層と、上記B層の衝撃吸収層とは反対の面に配置される任意の層とを接着することが可能な粘着剤であれば特に限定されるものではなく、例えば、アクリル系粘着剤、シリコン系粘着剤、ゴム系粘着剤、ウレタン系粘着剤等を挙げることができ、上記の衝撃吸収層および任意の層の材料等に応じて適宜選択することができる。中でも、アクリル系粘着剤やシリコン系粘着剤が好ましい。透明性、耐候性、耐久性、耐熱性に優れ、低コストだからである。

20

【0079】

A層およびB層の厚みは、例えば、 $10\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $25\ \mu\text{m}$ 以上 $80\ \mu\text{m}$ 以下、さらに好ましくは $40\ \mu\text{m}$ 以上 $60\ \mu\text{m}$ 以下とすることができる。A層およびB層の厚みが薄すぎると、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に、衝撃吸収層を変形させやすくする効果が十分に得られない場合がある。また、A層およびB層の厚みが厚すぎると、フレキシブル性が損なわれる場合がある。

【0080】

A層およびB層の厚みは、同じであってもよく、互いに異なっていてもよい。

【0081】

A層およびB層としては、例えば、フィルム状のA層およびB層を用いてもよい。また、例えば、支持体上または衝撃吸収層上にA層用組成物またはB層用組成物を塗布して、A層またはB層を形成してもよい。

30

【0082】

3. 基材層

本開示における基材層は、上記のA層、衝撃吸収層およびB層を支持し、透明性を有する部材である。

【0083】

(1) 基材層の特性

基材層においては、上記衝撃吸収層の周波数 $950\ \text{Hz}$ 、温度 23 における引張貯蔵弾性率に対する、基材層の周波数 $950\ \text{Hz}$ 、温度 23 における引張貯蔵弾性率の比が、例えば、 1.5 以上であることが好ましく、 3 以上であることがより好ましく、 5 以上であることがさらに好ましい。また、上記引張貯蔵弾性率の比は、例えば、 70 以下であることが好ましい。上記引張貯蔵弾性率の比が上記範囲であるように、衝撃吸収層が基材層よりも柔らかいことにより、表示装置用前面板に衝撃が加わった際に、衝撃吸収層が変形することで、衝撃を吸収することができ、耐衝撃性を高めることができる。また、上記引張貯蔵弾性率の比が上記範囲であるように、基材層が衝撃吸収層よりも硬いことにより、高い硬度を有する基材層とすることができる。

40

【0084】

基材層の上記引張貯蔵弾性率としては、上記引張貯蔵弾性率の比を満たしていれば特に

50

限定されない。例えば、後述するように基材層が樹脂基材である場合、樹脂基材の周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率は、5 0 0 0 M P a 以上、7 5 0 0 M P a 以下とすることができる。一方、例えば、後述するように基材層がガラス基材である場合、一般的にガラス基材は樹脂基材よりも引張貯蔵弾性率ははるかに大きく、例えばガラス基材の周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率は数万 M P a 程度である。

【 0 0 8 5 】

ここで、基材層の周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率は、周波数 9 5 0 H z、温度 2 3 における引張貯蔵弾性率の測定を 3 回行い、3 回の測定値の算術平均値とする。

【 0 0 8 6 】

また、基材層の引張貯蔵弾性率の測定方法は、上述の衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率の測定方法と同様とすることができる。

【 0 0 8 7 】

(2) 基材層の材料

基材層としては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、樹脂基材、ガラス基材等が挙げられる。

【 0 0 8 8 】

(a) 樹脂基材

樹脂基材を構成する樹脂としては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有する樹脂基材を得ることができるものであれば特に限定されるものではなく、例えば、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂等が挙げられる。ポリイミド系樹脂としては、例えば、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエステルイミド等が挙げられる。ポリエステル系樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等が挙げられる。中でも、屈曲耐性を有し、優れた硬度および透明性を有することから、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、あるいはこれらの混合物が好ましく、ポリイミド系樹脂がより好ましい。

【 0 0 8 9 】

ポリイミド系樹脂としては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有するものであれば特に限定されるものではないが、上記の中でも、ポリイミド、ポリアミドイミドが好ましく用いられる。

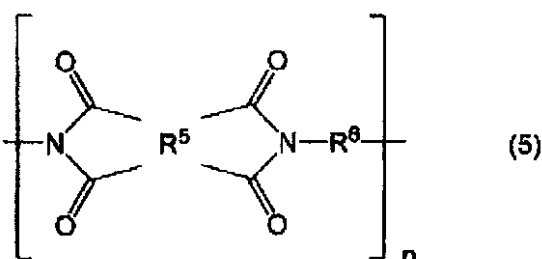
【 0 0 9 0 】

(i) ポリイミド

ポリイミドは、テトラカルボン酸成分とジアミン成分とを反応させて得られるものである。ポリイミドとしては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有するものであれば特に限定されるものではないが、例えば、優れた透明性および優れた剛性を有する点から、下記一般式 (5) および下記一般式 (7) で表される構造からなる群から選ばれる少なくとも 1 種の構造を有することが好ましい。

【 0 0 9 1 】

【 化 5 】



【 0 0 9 2 】

10

20

30

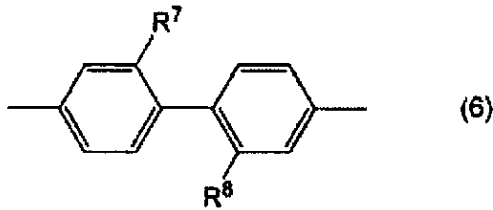
40

50

上記一般式(5)において、 R^5 はテトラカルボン酸残基である4価の基、 R^6 は、*trans*-シクロヘキサンジアミン残基、*trans*-1,4-ビスメチレンシクロヘキサンジアミン残基、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン残基、3,4'-ジアミノジフェニルスルホン残基、および下記一般式(6)で表される2価の基からなる群から選ばれた少なくとも1種の2価の基を表す。 n は繰り返し単位数を表し、1以上である。

【0093】

【化6】



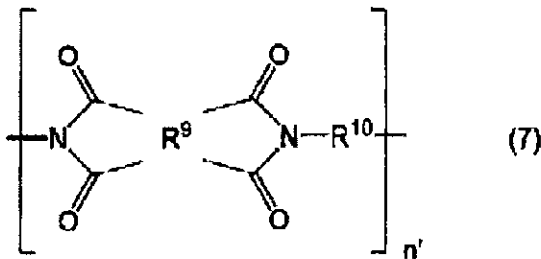
10

【0094】

上記一般式(6)において、 R^7 および R^8 はそれぞれ独立して、水素原子、アルキル基、またはパーフルオロアルキル基を表す。

【0095】

【化7】



20

【0096】

上記一般式(7)において、 R^9 はシクロヘキサントトラカルボン酸残基、シクロペンタントトラカルボン酸残基、ジシクロヘキサ-3,4,3',4'-テトラカルボン酸残基、および4,4'-(ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸残基からなる群から選ばれた少なくとも1種の4価の基、 R^{10} は、ジアミン残基である2価の基を表す。 n' は繰り返し単位数を表し、1以上である。

30

【0097】

なお、「テトラカルボン酸残基」とは、テトラカルボン酸から、4つのカルボキシル基を除いた残基をいい、テトラカルボン酸二無水物から酸二無水物構造を除いた残基と同じ構造を表す。また、「ジアミン残基」とは、ジアミンから2つのアミノ基を除いた残基をいう。

40

【0098】

上記一般式(5)における、 R^5 はテトラカルボン酸残基であり、テトラカルボン酸二無水物から酸二無水物構造を除いた残基とすることができる。テトラカルボン酸二無水物としては、例えば国際公開第2018/070523号に記載のものを挙げることができる。上記一般式(5)における R^5 としては、中でも、透明性が向上し、かつ剛性が向上する点から、4,4'-(ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸残基、3,3',4,4'-ピフェニルテトラカルボン酸残基、ピロメリット酸残基、2,3',3,4'-ピフェニルテトラカルボン酸残基、3,3',4,4'-ベンゾフェノンテトラカルボン酸残基、3,3',4,4'-ジフェニルスルホンテトラカルボン酸残基、4,4'-オキシジフタル酸残基、シクロヘキサントトラカルボン酸残基、およびシクロペンタントトラカルボン

50

酸残基からなる群から選択される少なくとも1種を含むことが好ましく、さらに、4, 4' - (ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸残基、4, 4' - オキシジフタル酸残基、および3, 3', 4, 4' - ジフェニルスルホンテトラカルボン酸残基からなる群から選択される少なくとも1種を含むことが好ましい。

【0099】

R⁵において、これらの好適な残基を合計で、50モル%以上含むことが好ましく、さらに70モル%以上含むことが好ましく、よりさらに90モル%以上含むことが好ましい。

【0100】

また、R⁵として、3, 3', 4, 4' - ビフェニルテトラカルボン酸残基、3, 3', 4, 4' - ベンゾフェノンテトラカルボン酸残基、およびピロメリット酸残基からなる群から選択される少なくとも1種のような剛直性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループA) と、4, 4' - (ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸残基、2, 3', 3, 4' - ビフェニルテトラカルボン酸残基、3, 3', 4, 4' - ジフェニルスルホンテトラカルボン酸残基、4, 4' - オキシジフタル酸残基、シクロヘキサンテトラカルボン酸残基、およびシクロペンタンテトラカルボン酸残基からなる群から選択される少なくとも1種のような透明性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループB) とを混合して用いることも好ましい。

【0101】

この場合、上記の剛直性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループA) と、透明性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループB) との含有比率は、透明性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループB) 1モルに対して、剛直性を向上するのに適したテトラカルボン酸残基群 (グループA) が0.05モル以上9モル以下であることが好ましく、さらに0.1モル以上5モル以下であることが好ましく、よりさらに0.3モル以上4モル以下であることが好ましい。

【0102】

上記一般式(5)におけるR⁶としては、中でも、透明性が向上し、かつ剛性が向上する点から、4, 4' - ジアミノジフェニルスルホン残基、3, 4' - ジアミノジフェニルスルホン残基、および上記一般式(6)で表される2価の基からなる群から選ばれる少なくとも1種の2価の基であることが好ましく、さらに、4, 4' - ジアミノジフェニルスルホン残基、3, 4' - ジアミノジフェニルスルホン残基、ならびに、R⁷およびR⁸がパーフルオロアルキル基である上記一般式(6)で表される2価の基からなる群から選ばれる少なくとも1種の2価の基であることが好ましい。

【0103】

上記一般式(7)におけるR⁹としては、中でも、透明性が向上し、かつ剛性が向上する点から、4, 4' - (ヘキサフルオロイソプロピリデン)ジフタル酸残基、3, 3', 4, 4' - ジフェニルスルホンテトラカルボン酸残基、およびオキシジフタル酸残基を含むことが好ましい。

【0104】

R⁹において、これらの好適な残基を、50モル%以上含むことが好ましく、さらに70モル%以上含むことが好ましく、よりさらに90モル%以上含むことが好ましい。

【0105】

上記一般式(7)におけるR¹⁰はジアミン残基であり、ジアミンから2つのアミノ基を除いた残基とすることができる。ジアミンとしては、例えば国際公開第2018/070523号に記載のものを挙げるができる。上記一般式(7)におけるR¹⁰としては、中でも、透明性が向上し、かつ剛性が向上する点から、2, 2' - ビス(トリフルオロメチル)ベンジジン残基、ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]スルホン残基、4, 4' - ジアミノジフェニルスルホン残基、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残基、ビス[4-(3-アミノフェノキシ)フェニル]スルホン残基、4, 4' - ジアミノ-2, 2' - ビス(トリフルオロメチル)ジフェニルエーテル残基、1, 4 - ビス[4-アミノ-2-(トリフルオロメチル)フェノキシ

】ベンゼン残基、2, 2'-ビス[4-(4-アミノ-2-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残基、4, 4'-ジアミノ-2-(トリフルオロメチル)ジフェニルエーテル残基、4, 4'-ジアミノベンズアニリド残基、N, N'-ビス(4-アミノフェニル)テレフタルアミド残基、および9, 9'-ビス(4-アミノフェニル)フルオレン残基からなる群から選ばれる少なくとも1種の2価の基を含むことが好ましく、さらに、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)ベンジジン残基、ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]スルホン残基、および4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン残基からなる群から選ばれる少なくとも1種の2価の基を含むことが好ましい。

【0106】

R¹⁰において、これらの好適な残基を合計で、50モル%以上含むことが好ましく、さらに70モル%以上含むことが好ましく、よりさらに90モル%以上含むことが好ましい。

10

【0107】

また、R¹⁰として、ビス[4-(4-アミノフェノキシ)フェニル]スルホン残基、4, 4'-ジアミノベンズアニリド残基、N, N'-ビス(4-アミノフェニル)テレフタルアミド残基、パラフェニレンジアミン残基、メタフェニレンジアミン残基、および4, 4'-ジアミノジフェニルメタン残基からなる群から選択される少なくとも1種のような剛直性を向上するのに適したジアミン残基群(グループC)と、2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)ベンジジン残基、4, 4'-ジアミノジフェニルスルホン残基、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残基、ビス[4-(3-アミノフェノキシ)フェニル]スルホン残基、4, 4'-ジアミノ-2, 2'-ビス(トリフルオロメチル)ジフェニルエーテル残基、1, 4'-ビス[4-アミノ-2-(トリフルオロメチル)フェノキシ]ベンゼン残基、2, 2'-ビス[4-(4-アミノ-2-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残基、4, 4'-ジアミノ-2-(トリフルオロメチル)ジフェニルエーテル残基、および9, 9'-ビス(4-アミノフェニル)フルオレン残基からなる群から選択される少なくとも1種のような透明性を向上するのに適したジアミン残基群(グループD)と、を混合して用いることも好ましい。

20

【0108】

この場合、上記の剛直性を向上するのに適したジアミン残基群(グループC)と、透明性を向上するのに適したジアミン残基群(グループD)との含有比率は、透明性を向上するのに適したジアミン残基群(グループD)1モルに対して、剛直性を向上するのに適したジアミン残基群(グループC)が0.05モル以上9モル以下であることが好ましく、さらに0.1モル以上5モル以下であることが好ましく、0.3モル以上4モル以下であることがより好ましい。

30

【0109】

上記一般式(5)および上記一般式(7)で表される構造において、nおよびn'はそれぞれ独立に、繰り返し単位数を表し、1以上である。ポリイミドにおける繰り返し単位数nは、構造に応じて適宜選択されれば良く、特に限定されない。平均繰り返し単位数は、例えば10以上2000以下とすることができ、15以上1000以下であることが好ましい。

40

【0110】

また、ポリイミドは、その一部にポリアミド構造を含んでいても良い。含んでいても良いポリアミド構造としては、例えば、トリメリット酸無水物のようなトリカルボン酸残基を含むポリアミドイミド構造や、テレフタル酸のようなジカルボン酸残基を含むポリアミド構造が挙げられる。

【0111】

透明性を向上させ、且つ、表面硬度を向上させる点から、R⁵およびR⁹のテトラカルボン酸残基である4価の基、及び、R⁶およびR¹⁰のジアミン残基である2価の基の少なくとも1つは、芳香族環を含み、且つ、(i)フッ素原子、(ii)脂肪族環、及び(iii)芳香族環同士をスルホニル基又はフッ素で置換されていてもよいアルキレン基で連

50

結した構造、からなる群から選択される少なくとも1つを含むことが好ましい。ポリイミドが、芳香族環を有するテトラカルボン酸残基及び芳香族環を有するジアミン残基から選ばれる少なくとも一種を含むことにより、分子骨格が剛直となり配向性が高まり、表面硬度が向上するが、剛直な芳香族環骨格は吸収波長が長波長に伸びる傾向があり、可視光領域の透過率が低下する傾向がある。一方で、ポリイミドが(i)フッ素原子を含むと、ポリイミド骨格内の電子状態を電荷移動し難くすることができる点から透明性が向上する。また、ポリイミドが(ii)脂肪族環を含むと、ポリイミド骨格内の電子の共役を断ち切ることで骨格内の電荷の移動を阻害することができる点から透明性が向上する。また、ポリイミドが(iii)芳香族環同士をスルホニル基又はフッ素で置換されていてもよいアルキレン基で連結した構造を含むと、ポリイミド骨格内の電子の共役を断ち切ることで骨格内の電荷の移動を阻害することができる点から透明性が向上する。

10

【0112】

中でも、透明性を向上させ、且つ、表面硬度を向上させる点から、 R^5 および R^9 のテトラカルボン酸残基である4個の基、及び、 R^6 および R^{10} のジアミン残基である2個の基の少なくとも1つは、芳香族環とフッ素原子とを含むことが好ましく、 R^6 および R^{10} のジアミン残基である2個の基が、芳香族環とフッ素原子とを含むことが好ましい。

【0113】

このようなポリイミドの具体例としては、国際公開第2018/070523号に記載の特定の構造を有するものが挙げられる。

【0114】

ポリイミドは、公知の方法により合成することができる。また、ポリイミドは、市販のものを用いても良い。ポリイミドの市販品としては、例えば、三菱ガス化学社製のネオブリム(登録商標)等が挙げられる。

20

【0115】

ポリイミドの重量平均分子量は、例えば、3000以上50万以下であることが好ましく、5000以上30万以下であることがより好ましく、1万以上20万以下であることがさらに好ましい。重量平均分子量が小さすぎると、十分な強度が得られない場合があり、重量平均分子量が大きすぎると、粘度が上昇し、溶解性が低下するため、表面が平滑で厚み均一な基材層が得られない場合がある。

【0116】

なお、ポリイミドの重量平均分子量は、ゲル浸透クロマトグラフィー(GPC)によって測定できる。具体的には、ポリイミドを0.1質量%の濃度のN-メチルピロリドン(NMP)溶液とし、展開溶媒は、含水量500ppm以下の30mmol%LiBr-NMP溶液を用い、東ソー製GPC装置(HLC-8120、使用カラム:SHODEX製GPC-LF-804)を用い、サンプル打ち込み量50 μ L、溶媒流量0.4mL/分、37の条件で測定を行う。重量平均分子量は、サンプルと同濃度のポリスチレン標準サンプルを基準に求める。

30

【0117】

(ii) ポリアミドイミド

ポリアミドイミドとしては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、ジアンヒドリド由来の構成単位およびジアミン由来の構成単位を含む第1ブロックと、芳香族ジカルボニル化合物由来の構成単位および芳香族ジアミン由来の構成単位を含む第2ブロックと、を有するものを挙げることができる。上記ポリアミドイミドにおいて、上記ジアンヒドリドは、例えば、ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)および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(6FDA)を含むことができる。また、上記ジアミンは、ビストリフルオロメチルベンジジン(TFDB)を含むことができる。すなわち、上記ポリアミドイミドは、ジアンヒドリドおよびジアミンを含む単量体が共重合された第1ブロックと、芳香族ジカルボニル化合物および芳香族ジアミンを含む単量体が共重合された第2ブロックとを有するポリアミドイミド前駆体をイミド化させた構造を有するものであ

40

50

る。上記ポリアミドイミドは、イミド結合を含む第1ブロックとアミド結合を含む第2ブロックとを有することにより、光学特性だけでなく、熱的、機械的特性に優れたものとなる。特に、第1ブロックを形成するジアミンとして、ビス(トリフルオロメチルベンジジン(TFDB))を使用することにより、熱安定性および光学特性を向上させることができる。また、第1ブロックを形成するジアンヒドリドとして、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(6FDA)およびビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)を使用することにより、複屈折の向上および耐熱性の確保を図ることができる。

【0118】

第1ブロックを形成するジアンヒドリドは、2種類のジアンヒドリド、すなわち、6FDAおよびBPDAを含む。第1ブロックには、TFDBおよび6FDAが結合された重合体とTFDBおよびBPDAが結合された重合体とが、別途の繰り返し単位を基準にそれぞれ区分されて含まれていてもよく、同じ繰り返し単位内に規則的に配列されていてもよく、あるいは完全にランダムに配列されて含まれていてもよい。

10

【0119】

第1ブロックを形成する単量体のうち、ジアンヒドリドとして、BPDAおよび6FDAが1:3~3:1のモル比で含まれることが好ましい。光学的特性の確保だけでなく、機械的特性及び耐熱性の低下を抑制することができ、優れた複屈折を有することができるからである。

【0120】

第1ブロックおよび第2ブロックのモル比は、5:1~1:1であることが好ましい。第2ブロックの含有量が著しく低い場合、第2ブロックによる熱的安定性及び機械的特性の向上の効果が十分に得られない場合がある。また、第2ブロックの含有量が第1ブロックの含有量よりもさらに高い場合、熱的安定性及び機械的特性は向上できるものの、黄色度や透過度等が低下する等、光学特性が悪くなり、複屈折特性も高まる場合がある。なお、第1ブロックおよび第2ブロックは、ランダム共重合体であってもよく、ブロック共重合体であってもよい。ブロックの繰り返し単位は特に限定されない。

20

【0121】

第2ブロックを形成する芳香族ジカルボニル化合物としては、例えば、テレフタロイルクロリド(p-Terephthaloyl chloride、TPC)、テレフタル酸(Terephthalic acid)、イソフタロイルジクロリド(Iso-phthaloyl dichloride)及び4,4'-ベンゾイルジクロリド(4,4'-benzoyl chloride)からなる群から選択される1種以上を挙げることができる。好ましくは、テレフタロイルクロリド(p-Terephthaloyl chloride、TPC)及びイソフタロイルジクロリド(Iso-phthaloyl dichloride)の中から選択される1種以上とすることができる。

30

【0122】

第2ブロックを形成するジアミンとしては、例えば、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(HFBAPP)、ビス(4-(4-アミノフェノキシ)フェニル)スルホン(BAPS)、ビス(4-(3-アミノフェノキシ)フェニル)スルホン(BAPSM)、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン(4DDS)、3,3'-ジアミノジフェニルスルホン(3DDS)、2,2-ビス(4-(4-アミノフェノキシ)フェニル)プロパン(BAPP)、4,4'-ジアミノジフェニルプロパン(6HDA)、1,3-ビス(4-アミノフェノキシ)ベンゼン(134APB)、1,3-ビス(3-アミノフェノキシ)ベンゼン(133APB)、1,4-ビス(4-アミノフェノキシ)ビフェニル(BAPB)、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(6FAPBP)、3,3'-ジアミノ-4,4'-ジヒドロキシジフェニルスルホン(DABS)、2,2-ビス(3-アミノ-4-ヒドロキシロキシフェニル)プロパン(BAP)、4,4'-ジアミノジフェニルメタン(DDM)、4,4'-オキシジアニリン(4-ODA)及び3,3'-オキシジアニリン(3-ODA)から

40

50

なる群から選択される1種以上の柔軟基を有するジアミンを挙げることができる。

【0123】

芳香族ジカルボニル化合物を使用する場合、高い熱安定性及び機械的物性を実現するには容易であるが、分子構造内のベンゼン環によって高い複屈折を示すことがある。そのため、第2ブロックによる複屈折の低下を抑制するために、ジアミンは、分子構造に柔軟基が導入されたものを使用することが好ましい。具体的には、ジアミンは、ビス(4-(3-アミノフェキシ)フェニル)スルホン(BAPSM)、4,4'-ジアミノジフェニルスルホン(4DDS)及び2,2'-ビス(4-(4-アミノフェキシ)フェニル)ヘキサフルオロプロパン(HFBAPP)の中から選択される1種以上のジアミンであることがより好ましい。特に、BAPSMのように柔軟基の長さが長く、置換基の位置がメタ位にあるジアミンであるほど、優れた複屈折率を示すことができる。

10

【0124】

ビフェニルテトラカルボン酸二無水物(BPDA)および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(6FDA)を含むジアンヒドリドと、ビストリフルオロメチルベンジジン(TFDB)を含むジアミンとが共重合された第1ブロック、ならびに、芳香族ジカルボニル化合物と芳香族ジアミンとが共重合された第2ブロックを分子構造内に含むポリアミドイミド前駆体は、GPCによって測定した重量平均分子量が例えば200,000以上215,000以下であることが好ましく、粘度が例えば2400poise以上2600poise以下であることが好ましい。

20

【0125】

ポリアミドイミドは、ポリアミドイミド前駆体をイミド化することにより得ることができる。また、ポリアミドイミドを用いてポリアミドイミドフィルムを得ることができる。ポリアミドイミド前駆体をイミド化する方法およびポリアミドイミドフィルムの製造方法については、例えば、特表2018-506611号公報を参照することができる。

【0126】

(b) ガラス基材

ガラス基材を構成するガラスとしては、上述の引張貯蔵弾性率を満たし、透明性を有するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、ケイ酸塩ガラス、シリカガラス等が挙げられる。中でも、ホウケイ酸ガラス、アルミノケイ酸塩ガラス、アルミノホウケイ酸ガラスが好ましく、無アルカリガラスがより好ましい。ガラス基材の市販品としては、例えば、日本電気硝子社の超薄板ガラスG-Leafや、松浪硝子工業社の極薄膜ガラス等が挙げられる。

30

【0127】

また、ガラス基材を構成するガラスは、化学強化ガラスであることも好ましい。化学強化ガラスは機械的強度に優れており、その分薄くできる点で好ましい。化学強化ガラスは、典型的には、ガラスの表面近傍について、ナトリウムをカリウムに代える等、イオン種を一部交換することで、化学的な方法によって機械的物性を強化したガラスであり、表面に圧縮応力層を有する。

【0128】

化学強化ガラス基材を構成するガラスとしては、例えば、アルミノケイ酸塩ガラス、ソーダライムガラス、ホウケイ酸ガラス、鉛ガラス、アルカリバリウムガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

40

【0129】

化学強化ガラス基材の市販品としては、例えば、コーニング社のGorilla Glass(ゴリラガラス)や、AGC社のDragontrail(ドラゴントレイル)等が挙げられる。

【0130】

基材層としては、上述の中でも、ポリアミド系樹脂を含有するポリアミド系樹脂基材、またはガラス基材であることが好ましい。屈曲耐性を有し、優れた硬度および透明性を有する基材層とすることができるからである。

50

【0131】

(3) 基材層の構成

基材層の厚みとしては、柔軟性を有することが可能な厚みであれば特に限定されるものではなく、基材層の種類等に応じて適宜選択される。

【0132】

樹脂基材の厚みは、例えば、10 μm以上、100 μm以下であることが好ましく、25 μm以上、80 μm以下であることがより好ましい。樹脂基材の厚みが上記範囲内であることにより、良好な柔軟性を得ることができるとともに、十分な硬度を得ることができる。また、表示装置用前面板のカールを抑制することもできる。さらに、表示装置用前面板の軽量化の面で好ましい。

10

【0133】

ガラス基材の厚みは、例えば、200 μm以下であることが好ましく、15 μm以上、100 μm以下であることがより好ましく、20 μm以上、90 μm以下であることがさらに好ましく、25 μm以上、80 μm以下であることが特に好ましい。ガラス基材の厚みが上記範囲内であることにより、良好な柔軟性を得ることができるとともに、十分な硬度を得ることができる。また、表示装置用前面板のカールを抑制することもできる。さらに、表示装置用前面板の軽量化の面で好ましい。

【0134】

4. その他の構成

本開示における表示装置用前面板は、上記の各層の他に、必要に応じて他の層を有してもよい。他の層としては、例えば、ハードコート層、飛散防止層等が挙げられる。

20

【0135】

(1) ハードコート層

上記基材層が樹脂基材である場合、本開示における表示装置用前面板は、例えば図2に示すように、基材層(樹脂基材)2のA層3とは反対の面側にハードコート層6をさらに有することができる。ハードコート層は、表面硬度を高めるための部材である。ハードコート層が配置されていることにより、耐傷性を向上させることができる。

【0136】

ハードコート層は、重合性化合物を含む樹脂組成物の硬化物を含む。重合性化合物を含む樹脂組成物の硬化物は、重合性化合物を、必要に応じて重合開始剤を用い、公知の方法で重合反応させることにより得ることができる。

30

【0137】

重合性化合物は、分子内に重合性官能基を少なくとも1つ有するものである。重合性化合物としては、例えば、ラジカル重合性化合物およびカチオン重合性化合物の少なくとも1種を用いることができる。

【0138】

ラジカル重合性化合物とは、ラジカル重合性基を有する化合物である。ラジカル重合性化合物が有するラジカル重合性基としては、ラジカル重合反応を生じ得る官能基であればよく、特に限定されないが、例えば、炭素-炭素不飽和二重結合を含む基などが挙げられ、具体的には、ビニル基、(メタ)アクリロイル基などが挙げられる。なお、ラジカル重合性化合物が2個以上のラジカル重合性基を有する場合、これらのラジカル重合性基はそれぞれ同一であってもよいし、異なってもよい。

40

【0139】

ラジカル重合性化合物が1分子中に有するラジカル重合性基の数は、ハードコート層の硬度が向上する点から、2つ以上であることが好ましく、さらに3つ以上であることが好ましい。

【0140】

なお、本明細書において、(メタ)アクリロイルとは、アクリロイル及びメタクリロイルの各々を表す。

【0141】

50

カチオン重合性化合物とは、カチオン重合性基を有する化合物である。カチオン重合性化合物が有するカチオン重合性基としては、カチオン重合反応を生じ得る官能基であればよく、特に限定されないが、例えば、エポキシ基、オキセタニル基、ビニルエーテル基などが挙げられる。なお、カチオン重合性化合物が2個以上のカチオン重合性基を有する場合、これらのカチオン重合性基はそれぞれ同一であってもよいし、異なってもよい。

【0142】

カチオン重合性化合物が1分子中に有するカチオン重合性基の数は、ハードコート層の硬度が向上する点から、2つ以上であることが好ましく、さらに3つ以上であることが好ましい。

【0143】

上記樹脂組成物は、必要に応じて重合開始剤を含有していてもよい。重合開始剤としては、ラジカル重合開始剤、カチオン重合開始剤、ラジカル及びカチオン重合開始剤等を適宜選択して用いることができる。これらの重合開始剤は、光照射及び加熱の少なくとも一種により分解されて、ラジカルもしくはカチオンを発生してラジカル重合とカチオン重合を進行させるものである。なお、ハードコート層中には、重合開始剤が全て分解されて残留していない場合もある。

【0144】

ハードコート層は、必要に応じて、添加剤をさらに含有することができる。添加剤としては、ハードコート層に付与する機能に応じて適宜選択され、特に限定されないが、例えば、フィラー、紫外線吸収剤、赤外線吸収剤、防汚剤、防眩剤、帯電防止剤、レベリング剤、界面活性剤、易滑剤、各種増感剤、難燃剤、接着付与剤、重合禁止剤、酸化防止剤、光安定化剤、表面改質剤等が挙げられる。

【0145】

ハードコート層の厚みは、ハードコート層が有する機能及び表示装置用前面板の用途により適宜選択されればよい。ハードコート層の厚みは、例えば、2 μm 以上50 μm 以下であることが好ましく、3 μm 以上30 μm 以下であることがより好ましく、5 μm 以上20 μm 以下であることがさらに好ましく、6 μm 以上10 μm 以下であることが特に好ましい。ハードコート層の厚みが上記範囲内であれば、ハードコート層として十分な硬度を得ることができる。

【0146】

ハードコート層の形成方法としては、例えば、上記基材層上に、上記重合性化合物等を含むハードコート層用硬化性樹脂組成物を塗布し、硬化させる方法が挙げられる。

【0147】

(2) 飛散防止層

上記基材層がガラス基材である場合、本開示における表示装置用前面板は、例えば図3に示すように、基材層2のA層3とは反対の面側に飛散防止層7を有することができる。飛散防止層が配置されていることにより、ガラス基材が割れたときのガラスの飛散を抑制することができる。

【0148】

飛散防止層に用いられる材料としては、ガラスの飛散防止効果を得ることができ、透明性を有するものであれば特に限定されるものではなく、例えば、ポリイミド系樹脂、ポリアミド系樹脂、ポリエステル系樹脂、アクリル系樹脂等が挙げられる。ポリイミド系樹脂としては、例えば、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリエステルイミド等が挙げられる。ポリエステル系樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエチレンナフタレート等が挙げられる。

【0149】

飛散防止層は、必要に応じて、添加剤をさらに含有することができる。添加剤としては、飛散防止層に付与する機能に応じて適宜選択され、特に限定されないが、例えば、フィラー等が挙げられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 0 】

飛散防止層の厚みは、飛散防止層が有する機能及び表示装置用前面板の用途により適宜選択されればよい。飛散防止層の厚みは、例えば、5 μm以上150 μm以下であることが好ましく、10 μm以上100 μm以下であることがより好ましい。飛散防止層の厚みが上記範囲内であれば、十分な飛散防止効果および透明性を得ることができる。

【 0 1 5 1 】

飛散防止層としては、例えば、フィルム状の飛散防止層を用い、粘着層または接着層を介して上記基材層上に飛散防止層を配置することができる。また、例えば、飛散防止層用組成物を用い、上記基材層上に飛散防止層用組成物を塗布し、硬化させて、飛散防止層を形成してもよい。

【 0 1 5 2 】

5．表示装置用前面板の特性

本開示における表示装置用前面板は、全光線透過率が、例えば85%以上であることが好ましく、88%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましい。このように全光線透過率が高いことにより、透明性が良好な表示装置用前面板とすることができる。

【 0 1 5 3 】

ここで、表示装置用前面板の全光線透過率は、JIS K 7361 - 1に準拠して測定することができる。例えば村上色彩技術研究所製のヘイズメーターHM150により測定することができる。

【 0 1 5 4 】

本開示における表示装置用前面板のヘイズは、例えば5%以下であることが好ましく、2%以下であることがより好ましく、1%以下であることがさらに好ましい。このようにヘイズが低いことにより、透明性が良好な表示装置用前面板とすることができる。

【 0 1 5 5 】

ここで、表示装置用前面板のヘイズは、JIS K - 7136に準拠して測定することができる。例えば村上色彩技術研究所製のヘイズメーターHM150により測定することができる。

【 0 1 5 6 】

6．表示装置用前面板の用途

本開示における表示装置用前面板は、表示装置において、表示パネルよりも観察者側に配置される部材として用いることができる。本開示における表示装置用前面板は、例えば、スマートフォン、タブレット端末、ウェアラブル端末、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、デジタルサイネージ、パブリックインフォメーションディスプレイ(PID)、車載ディスプレイ等の表示装置における前面板に用いることができる。中でも、本開示における表示装置用前面板は、例えば、フォルダブルディスプレイ、ローラブルディスプレイ、ベンダブルディスプレイ等のフレキシブルディスプレイにおける前面板に好適に用いることができる。

【 0 1 5 7 】

本開示における表示装置用前面板を用いた表示装置は、表示パネルと、上記表示パネルの観察者側に配置された表示装置用前面板と、を備えることができる。

【 0 1 5 8 】

図4は、本開示における表示装置の一例を示す概略断面図である。図4に示すように、表示装置20は、表示パネル21と、表示パネル21の観察者側に配置された表示装置用前面板1と、を備える。

【 0 1 5 9 】

本開示における表示装置用前面板を表示装置の表面に配置する場合には、基材層が外側、B層が表示パネル側になるように配置することが好ましい。

【 0 1 6 0 】

本開示における表示装置用前面板を表示装置の表面に配置する方法としては、特に限定

10

20

30

40

50

されないが、例えば上記 B 層が粘着層である場合には、B 層（粘着層）を介する方法等が挙げられる。

【0161】

本開示における表示パネルとしては、例えば、有機 EL 表示装置、液晶表示装置等の表示装置に用いられる表示パネルを挙げることができる。

【0162】

本開示における表示装置は、表示パネルと表示装置用前面板との間にタッチパネル部材を有することができる。

【0163】

本開示における表示装置は、フレキシブルディスプレイであることが好ましい。本開示における表示装置は、上述の表示装置用前面板を有することから、フレキシブルディスプレイとして好適である。

10

【0164】

B．フレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置

本開示におけるフレキシブル有機エレクトロルミネッセンス表示装置は、有機エレクトロルミネッセンス表示パネルと、上記有機エレクトロルミネッセンス表示パネルの観察者側に配置された、上述の表示装置用前面板と、を備える。なお、以下、エレクトロルミネッセンスを EL と略称する場合がある。

【0165】

図 5 は、本開示におけるフレキシブル有機 EL 表示装置の一例を示す概略断面図である。図 5 に示すように、フレキシブル有機 EL 表示装置 30 は、有機 EL 表示パネル 31 と、有機 EL 表示パネル 31 の観察者側に配置された表示装置用前面板 1 と、を備える。フレキシブル有機 EL 表示装置 30 においては、例えば表示装置用前面板 1 における B 層 5 が粘着層である場合、表示装置用前面板 1 と有機 EL 表示パネル 31 とは、表示装置用前面板 1 の B 層 5（粘着層）を介して貼り合わせることができる。

20

【0166】

本開示における表示装置用前面板については、上述の表示装置用前面板と同様とすることができる。

【0167】

本開示における有機 EL 表示パネルとしては、一般的な有機 EL 表示装置の構成と同様とすることができる。

30

【0168】

本開示におけるフレキシブル有機 EL 表示装置は、有機 EL 表示パネルと表示装置用前面板との間にタッチパネル部材を有することができる。

【0169】

C．表示装置用積層体

本開示における表示装置用積層体は、表示装置用前面板に用いられる表示装置用積層体であって、A 層と、衝撃吸収層と、B 層と、をこの順に有し、上記 A 層および上記 B 層では、周波数 950 Hz、温度 23 におけるせん断貯蔵弾性率が 20 MPa 以下であり、上記衝撃吸収層では、周波数 950 Hz、温度 23 における引張貯蔵弾性率が 200 MPa 以上 5000 MPa 以下であり、ガラス転移温度が 50 以上である。

40

【0170】

図 6 は、本開示における表示装置用積層体の一例を示す概略断面図である。図 6 に示すように、表示装置用積層体 10 は、A 層 3 と、衝撃吸収層 4 と、B 層 5 と、をこの順に有する。A 層 3 および B 層 5 は所定のせん断貯蔵弾性率を有し、衝撃吸収層 4 は所定の引張貯蔵弾性率およびガラス転移温度を有する。

【0171】

本開示における表示装置用積層体においては、上述の「A．表示装置用前面板」の項に記載したように、衝撃吸収層が、衝撃吸収層よりも柔らかい A 層および B 層の間に配置されていることにより、耐衝撃性を向上させることができる。

50

【0172】

また、本開示においては、衝撃吸収層のガラス転移温度が所定の値以上であることにより、環境温度において衝撃吸収層に含有される材料の状態が急激に変化することがないため、環境温度によらず優れた耐衝撃性およびフレキシブル性を維持することができる。

さらに、本開示の表示装置用積層体をローラブルディスプレイに用いた場合は、上記表示装置用積層体を用いることにより、ディスプレイの巻き取りの際の剪断応力を緩和させることが可能となり、巻き取り時の種々の問題の発生を抑えることが可能となる。

【0173】

本開示における表示装置用積層体を構成する衝撃吸収層、A層およびB層については、上述の「A.表示装置用前面板」の項に詳しく記載したので、ここでの説明は省略する。

10

【0174】

本開示における表示装置用積層体は、全光線透過率が、例えば85%以上であることが好ましく、88%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましい。このように全光線透過率が高いことにより、透明性が良好な表示装置用積層体とすることができる。

【0175】

本開示における表示装置用積層体のヘイズは、例えば5%以下であることが好ましく、2%以下であることがより好ましく、1%以下であることがさらに好ましい。このようにヘイズが低いことにより、透明性が良好な表示装置用積層体とすることができる。

【0176】

ここで、表示装置用積層体の全光線透過率およびヘイズの測定方法は、上述の表示装置用前面板の全光線透過率およびヘイズの測定方法と同様とすることができる。

20

【0177】

本開示における表示装置用積層体は、上述の表示装置用前面板に用いられるものであり、表示装置用前面板において、基材層に積層される部材として用いることができる。本開示における表示装置用積層体は、例えば、スマートフォン、タブレット端末、ウェアラブル端末、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、デジタルサイネージ、パブリックインフォメーションディスプレイ(PID)、車載ディスプレイ等の表示装置における前面板に用いることができる。中でも、本開示における表示装置用積層体は、例えば、フォルダブルディスプレイ、ローラブルディスプレイ、ベンダブルディスプレイ等のフレキシブルディスプレイにおける前面板に好適に用いることができる。

30

【0178】

D. 積層体

本開示における積層体は、A層と、衝撃吸収層と、B層と、をこの順に有し、上記A層および上記B層では、周波数950Hz、温度23におけるせん断貯蔵弾性率が20MPa以下であり、上記衝撃吸収層は、ウレタン系樹脂を含有し、上記衝撃吸収層では、周波数950Hz、温度23における引張貯蔵弾性率が200MPa以上5000MPa以下であり、ガラス転移温度が50以上である。

【0179】

図7は、本開示における積層体の一例を示す概略断面図である。図7に示すように、積層体40は、A層3と、衝撃吸収層4と、B層5と、をこの順に有する。A層3およびB層5は所定のせん断貯蔵弾性率を有し、衝撃吸収層4はウレタン系樹脂を含み、所定の引張貯蔵弾性率およびガラス転移温度を有する。

40

【0180】

本開示における積層体においては、上述の「A.表示装置用前面板」の項に記載したように、衝撃吸収層が、衝撃吸収層よりも柔らかいA層およびB層の間に配置されていることにより、耐衝撃性を向上させることができる。

【0181】

また、本開示においては、衝撃吸収層のガラス転移温度が所定の値以上であることにより、環境温度において衝撃吸収層に含有される材料の状態が急激に変化することがないた

50

め、環境温度によらず優れた耐衝撃性およびフレキシブル性を維持することができる。

【0182】

本開示における積層体を構成する衝撃吸収層、A層およびB層については、上述の「A表示装置用前面板」の項に詳しく記載したので、ここでの説明は省略する。

【0183】

本開示における積層体は、全光線透過率が、例えば85%以上であることが好ましく、88%以上であることがより好ましく、90%以上であることがさらに好ましい。このように全光線透過率が高いことにより、透明性が良好な積層体とすることができる。

【0184】

本開示における積層体のヘイズは、例えば5%以下であることが好ましく、2%以下であることがより好ましく、1%以下であることがさらに好ましい。このようにヘイズが低いことにより、透明性が良好な積層体とすることができる。

10

【0185】

ここで、積層体の全光線透過率およびヘイズの測定方法は、上述の表示装置用前面板の全光線透過率およびヘイズの測定方法と同様とすることができる。

【0186】

本開示における積層体は、例えば、表示装置用部材として用いることができる。本開示における積層体は、例えば、スマートフォン、タブレット端末、ウェアラブル端末、パーソナルコンピュータ、テレビジョン、デジタルサイネージ、パブリックインフォメーションディスプレイ(PID)、車載ディスプレイ等の表示装置に用いることができる。中でも、本開示における積層体は、例えば、フォルダブルディスプレイ、ローラブルディスプレイ、ベンダブルディスプレイ等のフレキシブルディスプレイに好適に用いることができる。

20

【0187】

なお、本開示は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は、例示であり、本開示の特許請求の範囲に記載された技術的思想と実質的に同一な構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなるものであっても本開示の技術的範囲に包含される。

【実施例】

【0188】

以下、実施例および比較例を示し、本開示をさらに説明する。

30

【0189】

[実施例1]

(基材層の準備およびハードコート層の形成)

基材層として、厚み80 μ mのポリイミド基材を準備した。上記ポリイミド基材の一方の面に、バーコーターで下記のハードコート層用組成物1を塗布し、塗膜を形成した。その後、塗膜に対して、70 $^{\circ}$ C、1分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発させ、紫外線照射装置(フュージョンUVシステムジャパン社製、光源Hバルブ)を用いて、紫外線を酸素濃度が200ppm以下の条件下にて積算光量が200mJ/cm²になるように照射して塗膜を硬化させた。これにより、ポリイミド基材上に厚み5 μ mのハードコート層を形成した。

40

【0190】

<ハードコート層用組成物1>

- ・ジペンタエリスリトールペンタアクリレートとジペンタエリスリトールヘキサアクリレートとの混合物(製品名「M403」、東亜合成株式会社製):25質量部
- ・ジペンタエリスリトールEO変性ヘキサアクリレート(製品名「A-DPH-6E」、新中村化学工業株式会社製):25質量部
- ・異形シリカ粒子(平均粒子径25nm、日揮触媒化成株式会社製):50質量部(固形分100%換算値)
- ・光重合開始剤(1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、製品名「OmniRad184」、IGM Resins B.V.社製):4質量部

50

・フッ素系レベリング剤（製品名「F568」、DIC株式会社製）：0.2質量部（固形分100%換算値）

・メチルイソブチルケトン：150質量部

【0191】

（衝撃吸収層1の作製）

ポリエチレンテレフタレート材料を290℃で溶融して、フィルム形成ダイを通して、シート状に押出し、水冷冷却した回転急冷ドラム上に密着させて冷却し、未延伸フィルムを作製した。この未延伸フィルムを二軸延伸試験装置（東洋精機製）にて、120℃にて1分間予熱した後、120℃にて、延伸倍率4.5倍に延伸し、その延伸方向とは90度の方向に延伸倍率1.5倍に延伸し、厚み80μmの衝撃吸収層1を得た。

10

【0192】

（前面板の作製）

上記ポリイミド基材のハードコート層とは反対の面に、A層（厚み50μmのアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2）を介して上記衝撃吸収層1を貼り合わせた。次に、上記衝撃吸収層1のA層とは反対の面に、B層（厚み50μmのアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2）を貼り合わせることで、前面板を作製した。なお、上記のA層およびB層としては、アクリル系粘着剤フィルムの両面に配置されているセパレータを剥がして用いた。

【0193】

[実施例2]

20

実施例1において、衝撃吸収層1に代えて下記の衝撃吸収層2を用いたこと以外は、実施例1と同様にして前面板を作製した。

【0194】

（衝撃吸収層2の作製）

離型フィルムとして、厚さ50μmのポリエチレンテレフタレート基材（製品名「コスモシャイン（登録商標）A4100」、東洋紡社製）を準備した。ポリエチレンテレフタレート基材の未処理面側に、パーコーターで下記の衝撃吸収層用組成物1を塗布して、硬化後の厚みが80μmとなるよう塗膜を形成した。そして、塗膜に対して、70℃、1分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発させ、紫外線照射装置（フュージョンUVシステムズジャパン社製、光源Hバルブ）を用いて、紫外線を空気中にて積算光量が500mJ/cm²になるように照射して塗膜を硬化させ、硬化した塗膜をポリエチレンテレフタレート基材から剥離することにより、衝撃吸収層2を得た。

30

【0195】

<衝撃吸収層用組成物1>

・ウレタンアクリレート（製品名「UV-3310B」、三菱ケミカル株式会社製）：40質量部

・エトキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート（製品名「ATM-35E」、新中村化学工業株式会社製）：5質量部

・フェノキシエチルアクリレート（製品名「ビスコート#192」、大阪有機化学工業社製）：5質量部

40

・ペンタエリスリトールトリアクリレートおよびペンタエリスリトールテトラアクリレートの混合物（製品名「KAYARAD PET-30」、日本化薬株式会社製）：50質量部

・重合開始剤（1-ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、製品名「OmniRad 184」、IGM Resins B.V.社製）：5質量部

・メチルイソブチルケトン：10質量部

【0196】

[実施例3]

実施例2において、ポリイミド基材の厚みを50μmとしたこと以外は、実施例2と同様にして前面板を作製した。

50

【 0 1 9 7 】

[実施例 4]

実施例 2 において、A 層および B 層として、日栄化工株式会社製の厚み 50 μm のアクリル系粘着剤フィルム MHM - FWV 50 を用いたこと以外は、実施例 2 と同様にして前面板を作製した。

【 0 1 9 8 】

[実施例 5]

実施例 2 において、衝撃吸収層 2 に代えて下記の衝撃吸収層 3 を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして前面板を作製した。

【 0 1 9 9 】

(衝撃吸収層 3 の作製)

下記の衝撃吸収層用組成物 2 を用いたこと以外は、実施例 2 の衝撃吸収層 2 の作製と同様にして、衝撃吸収層 3 を作製した。

【 0 2 0 0 】

< 衝撃吸収層用組成物 2 >

- ・ウレタンアクリレート (製品名「UV - 3310B」、三菱ケミカル株式会社製) : 15 質量部
- ・エトキシ化ペンタエリスリトールテトラアクリレート (製品名「ATM - 35E」、新中村化学工業株式会社製) : 30 質量部
- ・ジシクロペンタニルアクリレート (製品名「FA - 513AS」、日立化成株式会社製) : 5 質量部
- ・ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート (製品名「KAYARAD DPHA」、日本化薬株式会社製) : 50 質量部
- ・重合開始剤 (1 - ヒドロキシシクロヘキシルフェニルケトン、製品名「Omni rad 184」、IGM Resins B.V. 社製) : 5 質量部
- ・メチルイソブチルケトン : 10 質量部

【 0 2 0 1 】

[比較例 1]

実施例 1 において、衝撃吸収層および A 層を配置しなかったこと以外は、実施例 1 と同様にして前面板を作製した。

【 0 2 0 2 】

[比較例 2]

実施例 1 において、衝撃吸収層として、衝撃吸収層 1 に代えて実施例 1 で基材層として用いた厚み 80 μm のポリイミド基材を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして前面板を作製した。

【 0 2 0 3 】

[比較例 3]

実施例 1 において、衝撃吸収層として、衝撃吸収層 1 に代えて厚み 100 μm のウレタン系樹脂フィルム (シーダム社製、DUS 270 - CER) を用いたこと以外は、実施例 1 と同様にして前面板を作製した。

【 0 2 0 4 】

[比較例 4]

(基材層の準備およびハードコート層の形成)

実施例 1 と同様にして、基材層として厚み 80 μm のポリイミド基材を用い、このポリイミド基材上に厚み 5 μm のハードコート層を形成した。

【 0 2 0 5 】

(衝撃吸収層の形成)

次に、上記ポリイミド基材のハードコート層とは反対の面に、バーコーターで実施例 2 で用いた衝撃吸収層用組成物 1 を塗布して、硬化後の厚みが 80 μm となるよう塗膜を形成した。そして、塗膜に対して、70 、1 分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発

10

20

30

40

50

させ、紫外線照射装置（フュージョンUVシステムズジャパン社製、光源Hバルブ）を用いて、紫外線を空気中にて積算光量が 500 mJ/cm^2 になるように照射して塗膜を硬化させ、上記ポリイミド基材上に直接衝撃吸収層を形成した。

【0206】

（前面板の作製）

次に、上記衝撃吸収層のポリイミド基材とは反対の面に、B層（厚み $50\text{ }\mu\text{m}$ のアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2）を貼り合わせて、前面板を作製した。なお、上記のB層としては、アクリル系粘着剤フィルムの両面に配置されているセパレータを剥がして用いた。

【0207】

[比較例5]

実施例1において、衝撃吸収層として、衝撃吸収層1に代えて厚み $100\text{ }\mu\text{m}$ のウレタン系樹脂フィルム（シーダム社製、DUS312-CD）を用いたこと以外は、実施例1と同様にして前面板を作製した。

【0208】

[比較例6]

（基材層の準備およびハードコート層の形成）

実施例1と同様にして、基材層として厚み $80\text{ }\mu\text{m}$ のポリイミド基材を用い、このポリイミド基材上に厚み $5\text{ }\mu\text{m}$ のハードコート層を形成した。

【0209】

（A層の形成）

上記ポリイミド基材のハードコート層とは反対の面に、パーコーターで実施例2で用いた衝撃吸収層用組成物1を塗布して、硬化後の厚みが $30\text{ }\mu\text{m}$ となるよう塗膜を形成した。そして、塗膜に対して、 70°C 、1分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発させ、紫外線照射装置（フュージョンUVシステムズジャパン社製、光源Hバルブ）を用いて、紫外線を空気中にて積算光量が 500 mJ/cm^2 になるように照射して塗膜を硬化させ、上記ポリイミド基材上にA層としてウレタン系樹脂層を形成した。

【0210】

（衝撃吸収層の形成）

次に、上記A層のポリイミド基材とは反対の面に、パーコーターで実施例2で用いた衝撃吸収層用組成物1を塗布して、硬化後の厚みが $70\text{ }\mu\text{m}$ となるよう塗膜を形成した。そして、塗膜に対して、 70°C 、1分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発させ、紫外線照射装置（フュージョンUVシステムズジャパン社製、光源Hバルブ）を用いて、紫外線を空気中にて積算光量が 500 mJ/cm^2 になるように照射して塗膜を硬化させ、上記A層上に衝撃吸収層を形成した。

【0211】

（前面板の作製）

次に、上記衝撃吸収層のA層とは反対の面に、B層（厚み $50\text{ }\mu\text{m}$ のアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2）を貼り合わせることで、前面板を作製した。なお、上記のB層としては、アクリル系粘着剤フィルムの両面に配置されているセパレータを剥がして用いた。

【0212】

[実施例6]

（ハードコート層の形成）

厚さ $50\text{ }\mu\text{m}$ のポリエチレンテレフタレート基材（製品名「コスモシャイン（登録商標）A4300」、東洋紡社製）の一方の面に、パーコーターで実施例1で用いたハードコート層用組成物1を塗布し、塗膜を形成した。その後、塗膜に対して、 70°C 、1分間加熱することにより塗膜中の溶剤を蒸発させ、紫外線照射装置（フュージョンUVシステムズジャパン社製、光源Hバルブ）を用いて、紫外線を酸素濃度が 200 ppm 以下の条件下にて積算光量が 200 mJ/cm^2 になるように照射して塗膜を硬化させた。これにより

10

20

30

40

50

、ポリエチレンテレフタレート基材上に厚み 5 μm のハードコート層を形成した。

【0213】

(前面板の作製)

厚さ 70 μm の化学強化されたガラス基材を準備し、上記ガラス基材と、上記ポリエチレンテレフタレート基材のハードコート層とは反対の面とを、粘着層(厚み 25 μm の粘着剤フィルム、3M社製、8146-1)を介して貼り合わせた。次に、上記ガラス基材の粘着剤フィルムとは反対の面に、A層(厚み 50 μm のアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2)を介して、実施例1で用いた衝撃吸収層1を貼り合わせた。さらに、上記衝撃吸収層1のA層とは反対の面に、B層(厚み 50 μm のアクリル系粘着剤フィルム、3M社製、8146-2)を貼り合わせて、前面板を作製した。なお、上記の粘着層、A層およびB層としては、粘着剤フィルムの両面に配置されているセパレータを剥がして用いた。

10

【0214】

[実施例7]

実施例6において、衝撃吸収層1に代えて実施例2で用いた衝撃吸収層2を用いたこと以外は、実施例6と同様にして前面板を作製した。

【0215】

[比較例7]

実施例6において、衝撃吸収層およびA層を配置しなかったこと以外は、実施例6と同様にして前面板を作製した。

20

【0216】

[比較例8]

実施例6において、衝撃吸収層として、厚み 100 μm のウレタン系樹脂フィルム(シエダム社製、DUS270-CER)を用いたこと以外は、実施例6と同様にして前面板を作製した。

【0217】

[実施例8]

実施例1において、A層およびB層として、日栄化工株式会社製の厚み 50 μm のシリコン系粘着剤フィルム MHM-SI50を用いたこと以外は、実施例1と同様にして前面板を作製した。

30

【0218】

[実施例9]

実施例2において、A層およびB層として、日栄化工株式会社製の厚み 50 μm のシリコン系粘着剤フィルム MHM-SI50を用いたこと以外は、実施例2と同様にして前面板を作製した。

【0219】

[実施例10]

実施例5において、A層およびB層として、日栄化工株式会社製の厚み 50 μm のシリコン系粘着剤フィルム MHM-SI50を用いたこと以外は、実施例5と同様にして前面板を作製した。

40

【0220】

[評価]

(1) 引張貯蔵弾性率

実施例および比較例の前面板を構成する衝撃吸収層およびポリイミド基材について、周波数 950 Hz、温度 23 における引張弾性貯蔵弾性率を、動的粘弾性測定装置(DMA)によって測定した。まず、衝撃吸収層およびポリイミド基材をそれぞれ 40 mm x 5 mm の長方形に打ち抜いて、測定サンプルを得た。そして、この測定サンプルを、動的粘弾性測定装置の引張測定治具に取り付けた。具体的には、測定治具は、上下にそれぞれフィルムを挟むチャック治具を備えており、上記の長方形の測定サンプルの端部の一方を上側のチャックに、他方を下側のチャックに、引っ張り方向が測定サンプルの長手方向

50

になるように固定した。この際、チャック間距離が 20 mm で、測定サンプルに弛みの無いように、また引っ張りすぎないように調整して固定した。その後、温度 23 の環境下で、引張り荷重（静荷重）をかけ、引張法（正弦波歪み、引張モード、歪み量：自動歪み）で周波数 950 Hz の縦振動を与えて、引張貯蔵弾性率を測定した。さらに、この測定を 3 回繰り返し、3 回の算術平均値を、周波数 950 Hz、温度 23 における引張貯蔵弾性率とした。動的粘弾性測定装置としては、ユービーエム社製の Rheogel - E4000 を用いた。測定条件は下記の通りとした。結果を表 1 に示す。

【0221】

（引張貯蔵弾性率の測定条件）

- ・測定サンプル：40 mm × 5 mm の矩形
- ・測定治具：引っ張り
- ・チャック間距離（チャック間測定試料長さ）：20 mm
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪み制御：自動調整
- ・周波数：950 Hz
- ・温度：23
- ・静荷重制御：50 g（静荷重一定）、ただし荷重印加時にチャック間距離が 2 mm 以上延びた場合は、荷重を小さくして 10 g（静荷重一定）または 5 g（静荷重一定）とした。

10

【0222】

（2）せん断貯蔵弾性率

実施例および比較例の前面板を構成する A 層および B 層について、周波数 950 Hz、温度 23 におけるせん断弾性貯蔵弾性率を、動的粘弾性測定装置（DMA）によって測定した。まず、A 層および B 層をそれぞれ 10 mm × 5 mm の長形状に打ち抜いて、測定サンプルを得た。そして、この測定サンプルをそれぞれ 2 枚準備し、動的粘弾性測定装置の固体せん断治具に取り付けた。具体的には、固体せん断治具は、垂直方向に 3 枚の板、すなわち厚み 1 mm の 1 枚の金属製の中板、および、この中板の両側に配置された 2 枚の L 字形状の金属製の外板を備えており、中板と一方の外板との間に一方の測定サンプルを挟み、かつ、中板と他方の外板との間に他方の測定サンプルを挟んだ。そして、動的粘弾性測定装置に、固体せん断治具をチャック間距離 20 mm で設置し、温度 23 の環境下で、引中板を固定しながら 2 枚の外板に歪み量 1% かつ外板に周波数 950 Hz の縦振動を与えて、せん断貯蔵弾性率を測定した。さらに、この測定を 3 回繰り返し、3 回の算術平均値を、周波数 950 Hz、温度 23 におけるせん断貯蔵弾性率とした。動的粘弾性測定装置としては、ユービーエム社製の Rheogel - E4000 を用いた。測定条件は下記の通りとした。結果を表 1 に示す。

20

30

【0223】

（せん断貯蔵弾性率の測定条件）

- ・測定サンプル：10 mm × 5 mm の矩形（2 枚）
- ・測定治具：固体せん断
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪制御：自動調整
- ・周波数：950 Hz
- ・温度：23

40

【0224】

（3）ガラス転移温度

a) 衝撃吸収層

実施例および比較例の前面板を構成する衝撃吸収層について、ガラス転移温度を、引張損失正接（tan δ）のピークトップの値に基づく方法（DMA 法）により測定した。まず、衝撃吸収層を 40 mm × 5 mm の長形状に打ち抜いて、測定サンプルを得た。そして、この測定サンプルを、動的粘弾性測定装置の引張測定治具に取り付けた。具体的には、測定治具は、上下にそれぞれフィルムを挟むチャック治具を備えており、上記の長方形

50

状の測定サンプルの端部の一方を上側のチャックに、他方を下側のチャックに、引っ張り方向が測定サンプルの長手方向になるように固定した。この際、チャック間距離が20mmで、測定サンプルに弛みの無いように、また引っ張りすぎないように調整して固定した。その後、引張り荷重（静荷重）をかけながら、周波数1Hzの振動を与えて、-50以上200以下の範囲での動的粘弾性測定を行い、それぞれの温度での衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率 E' 、引張損失弾性率 E'' および引張損失正接 $\tan \delta$ を測定した。衝撃吸収層のガラス転移温度は、-50以上200以下の範囲での引張損失正接 $\tan \delta$ がピークとなる温度とした。動的粘弾性測定装置としては、ユービーエム社製のRheogel-E4000を用いた。測定条件は下記の通りとした。結果を表1に示す。

【0225】

（ガラス転移温度の測定条件）

- ・測定サンプル：40mm×5mmの矩形
- ・測定治具：引っ張り
- ・チャック間距離（チャック間測定試料長さ）：20mm
- ・測定モード：温度依存性（温度範囲：-50～200、ステップ温度：1、昇温速度：2/min）
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪み制御：自動調整
- ・周波数：1Hz（連続加振）
- ・静荷重制御：50g（静荷重一定）、ただし荷重印加時にチャック間距離が2mm以上延びる場合は、荷重を小さくして10g（静荷重一定）または5g（静荷重一定）とした。

【0226】

b) A層およびB層

実施例および比較例の前面板を構成するA層およびB層について、ガラス転移温度を、せん断損失正接（ $\tan \delta$ ）のピークトップの値に基づく方法（DMA法）により測定した。まず、A層またはB層を10mm×5mmの長方形に打ち抜いて、測定サンプルを得た。そして、この測定サンプルを2枚準備し、動的粘弾性測定装置の固体せん断治具に取り付けた。具体的には、固体せん断治具は、垂直方向に3枚の板、すなわち、厚み1mmの1枚の金属製の中板、および、この中板の両側に配置された2枚のL形状の金属製の外板を備えており、中板と一方の外板との間に一方の測定サンプルを挟み、かつ、中板と他方の外板との間に他方の測定サンプルを挟む。そして、動的粘弾性測定装置に、固体せん断治具をチャック間距離20mmで設置し、-50以上200以下の範囲で引中板を固定しながら2枚の外板に歪み量1%かつ外板に周波数1Hzの縦振動を与えて動的粘弾性測定を行い、それぞれの温度でのせん断貯蔵弾性率 G' を測定した。動的粘弾性測定装置としては、ユービーエム社製のRheogel-E4000を用いた。測定条件は下記の通りとした。結果を表1に示す。

【0227】

（ガラス転移温度の測定条件）

- ・測定サンプル：10mm×5mmの矩形（2枚）
- ・測定治具：固体せん断
- ・歪み波形：正弦波
- ・歪み制御：自動調整
- ・周波数：1Hz
- ・測定モード：温度依存性（温度範囲：-50～200、ステップ温度：1、昇温速度：2/min）

【0228】

（4）衝撃試験

実施例および比較例の前面板について衝撃試験を行った。まず、前面板のB層の面に、厚さ50 μ mのPET基材（製品名「コスモシャイン（登録商標）A4300」、東洋紡社製）を貼り合わせて、測定用積層体を得た。次いで、平滑な表面を持つ石板上に厚み1

10

20

30

40

50

00 μmのアルミニウム板（福田金属箔粉工業株式会社製、A1N30H-H18）を置き、上記測定用積層体のPET基材の面がアルミニウム板に接するように、アルミニウム板上に上記測定用積層体を置いた。次に、試験高さより、ペン（BIC社製、Easy ELITE 5g ペン先 0.7mm）をその先端を下にして前面板上に落下させ、白色干渉顕微鏡（Zygo社製、New View 7300）を用いてアルミニウム板の凹みを測定した。この際、ペンの落下点を下記条件にて観察し、最も深い位置の高さと、概ね平坦となる高さとの差を凹みとした。そして、アルミニウム板の凹みが6 μm未満となる最大の試験高さを評価した。また、実施例6～7および比較例7～8の前面板については、ガラス基材の割れについても観察し、ガラス基材が割れない最大の試験高さを評価した。結果を表2および表3に示す。

10

【0229】

（アルミニウム板の凹みの測定条件）

- ・対物レンズ：10倍
- ・Acquisition Mode：Scan
- ・Scan Type：Bipolar
- ・Camera Mode：992x992 48Hz
- ・Zoom：0.5倍
- ・Scan Length：20 μm bipolar

【0230】

（アルミニウム板の凹みの解析条件）

- ・Remove：Plane
- ・Filter：Off

20

【0231】

（5）耐折り畳み性

実施例および比較例の前面板に対して連続折り畳み試験を行い、耐折り畳み性を評価した。具体的には、まず、前面板から30mm×100mmの大きさの測定サンプルを切り出した。そして、図8（a）に示すように、前面板（測定サンプル）50の対向する2つの短辺部50C、50Dを、平行に配置された折り畳み耐久試験機（例えば、製品名「U字伸縮試験機DLDMH-FS」、ユアシステム機器株式会社製、IEC62715-6-1準拠）の固定部51でそれぞれ固定し、前面板（測定サンプル）50が長辺方向にU字に折り畳まれるように前面板（測定サンプル）50をセットした。その後、図8（a）～（c）に示すように、前面板（測定サンプル）50の対向する2つの短辺部50C、50Dの最小間隔が10mmとなり、かつ前面板（測定サンプル）50のハードコート層側が内側となるように、以下の条件で10万回、180°に折り畳む連続折り畳み試験を行い、前面板（測定サンプル）50の屈曲部50Eに変形や割れまたは破断が生じていないか調べた。連続折り畳み試験は、室温（23℃）、相対湿度50%の室温環境下と、-20℃および-40℃の低温環境下でそれぞれ行った。評価基準は、以下の通りとした。

30

A：連続折り畳み試験において、屈曲部に変形や割れまたは破断が生じていなかった。

B：連続折り畳み試験において、屈曲部に実用上問題ないレベルの変形が確認されたが、割れまたは破断は生じていなかった。

40

C：連続折り畳み試験において、屈曲部に変形が明確に確認されたが、割れまたは破断は生じていなかった。

D：連続折り畳み試験において、屈曲部に割れまたは破断が生じていた。

【0232】

50

【表 1】

| | 引張貯蔵弾性率 (MPa) | | せん断貯蔵弾性率 (MPa) | | ガラス転移温度 (°C) | | |
|--------|------------------|-----------|-------------------|-----|-----------------|-----|-----|
| | 基材層 | 衝撃 吸収層 | A 層 | B 層 | 衝撃吸収層 | A 層 | B 層 |
| 実施例 1 | 7900 | 3590 | 5.3 | 5.3 | 120 | 13 | 13 |
| 実施例 2 | 7900 | 710 | 5.3 | 5.3 | 95 | 13 | 13 |
| 実施例 3 | 7400 | 710 | 5.3 | 5.3 | 95 | 13 | 13 |
| 実施例 4 | 7900 | 710 | 13 | 13 | 95 | 6 | 6 |
| 実施例 5 | 7900 | 300 | 5.3 | 5.3 | 53 | 13 | 13 |
| 比較例 1 | 7900 | 無し | 無し | 5.3 | 無し | 無し | 13 |
| 比較例 2 | 7900 | 7900 | 5.3 | 5.3 | 370 | 13 | 13 |
| 比較例 3 | 7900 | 160 | 5.3 | 5.3 | -20 | 13 | 13 |
| 比較例 4 | 7900 | 710 | 無し | 5.3 | 95 | 無し | 13 |
| 比較例 5 | 7900 | 50 | 5.3 | 5.3 | -30 | 13 | 13 |
| 比較例 6 | 7900 | 710 | 138 | 5.3 | 95 | 95 | 13 |
| 実施例 6 | — | 3590 | 5.3 | 5.3 | 120 | 13 | 13 |
| 実施例 7 | — | 710 | 5.3 | 5.3 | 95 | 13 | 13 |
| 比較例 7 | — | 無し | 無し | 5.3 | 無し | 無し | 13 |
| 比較例 8 | — | 160 | 5.3 | 5.3 | -20 | 13 | 13 |
| 実施例 8 | 7900 | 3590 | 15 | 15 | 120 | 60 | 60 |
| 実施例 9 | 7900 | 710 | 15 | 15 | 95 | 60 | 60 |
| 実施例 10 | 7900 | 300 | 15 | 15 | 53 | 60 | 60 |

【 0 2 3 3 】

【表 2】

| | 実施例1 | 実施例2 | 実施例3 | 実施例4 | 実施例5 | 実施例8 | 実施例9 | 実施例10 | 比較例1 | 比較例2 | 比較例3 | 比較例4 | 比較例5 | 比較例6 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 凹み6μm未満となる最大の試験高さ(cm) | 20 | >25 | 25 | >25 | 25 | 20 | >25 | 25 | 5 | 7 | 25 | 7 | 14 | 16 |
| 室温 (23°C) | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 低温 (-20°C) | A | A | A | A | A | A | A | A | A | A | D | A | A | A |
| 低温 (-40°C) | B | B | B | B | B | A | A | A | B | B | D | B | B | B |

10

20

30

40

【 0 2 3 4 】

【表 3】

| | 実施例6 | 実施例7 | 比較例7 | 比較例8 |
|-----------------------|------|------|------|------|
| 凹み6μm未満となる最大の試験高さ(cm) | 33 | 45 | 16 | 45 |
| ガラスが割れない最大の試験高さ(cm) | 30 | 28 | 40 | 20 |

50

【 0 2 3 5 】

実施例 1 ~ 7 の前面板では、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率、ならびに A 層および B 層のせん断貯蔵弾性率が所定の範囲内にあり、衝撃吸収層が、衝撃吸収層よりも柔らかい A 層および B 層の間に配置されているため、耐衝撃性に優れていた。また、実施例 8 ~ 1 0 は、A 層および B 層のガラス転移温度が高いことから、- 4 0 における耐折り畳み性に優れたものとなった。

【 0 2 3 6 】

一方、比較例 1、7 の前面板は、衝撃吸収層を有さないため、耐衝撃性に劣っていた。

比較例 2 の前面板では、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率が大きいため、耐衝撃性に劣っていた。比較例 4 の前面板では、ポリイミド基材上に直接衝撃吸収層が配置されているため、耐衝撃性に劣っていた。比較例 5 の前面板では、衝撃吸収層の引張貯蔵弾性率が小さいため、耐衝撃性が十分ではなかった。比較例 6 の前面板では、A 層のせん断貯蔵弾性率が大きいため、耐衝撃性が十分ではなかった。また、比較例 3 の前面板では、衝撃吸収層のガラス転移温度が低いため、低温環境下での耐折り畳み性に劣っていた。比較例 8 の前面板でも、衝撃吸収層のガラス転移温度が低いため、比較例 3 と同様に、低温環境下での耐折り畳み性に劣ると考えられる。

【 符号の説明 】

【 0 2 3 7 】

- 1 ... 表示装置用前面板
- 2 ... 基材層
- 3 ... A 層
- 4 ... 衝撃吸収層
- 5 ... B 層
- 6 ... ハードコート層
- 7 ... 飛散防止層
- 1 0 ... 表示装置用積層体
- 2 0 ... 表示装置
- 2 1 ... 表示パネル
- 3 0 ... フレキシブル有機 E L 表示装置
- 3 1 ... 有機 E L 表示パネル
- 4 0 ... 積層体

10

20

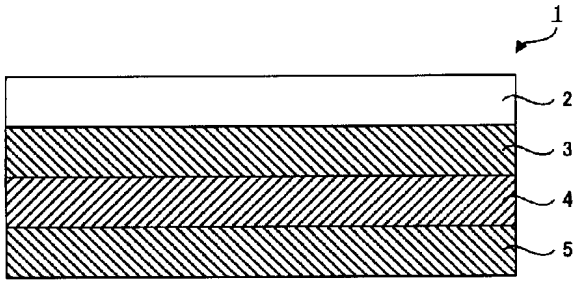
30

40

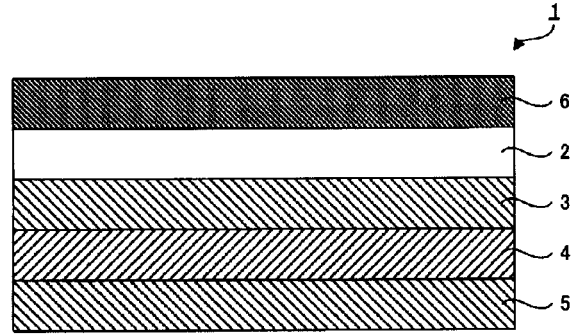
50

【図面】

【図 1】

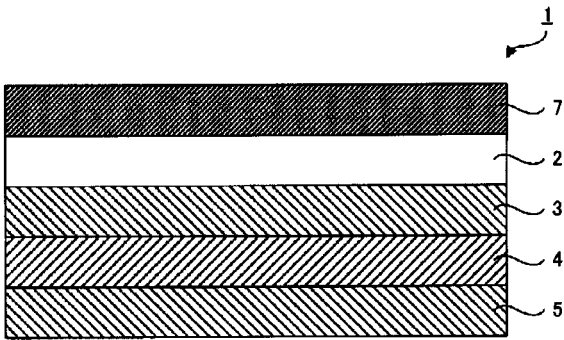


【図 2】

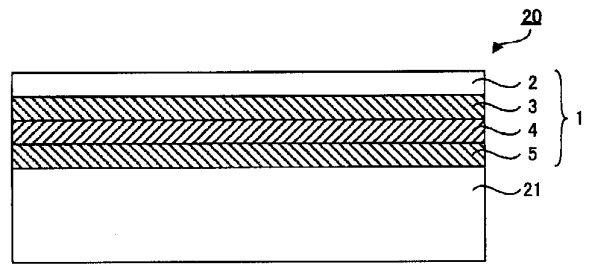


10

【図 3】

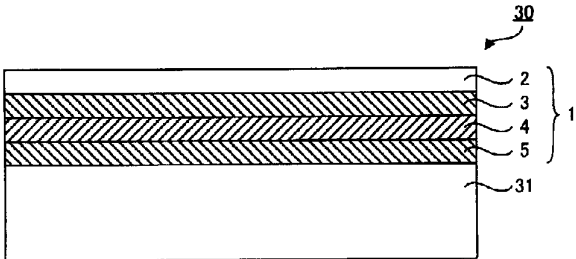


【図 4】

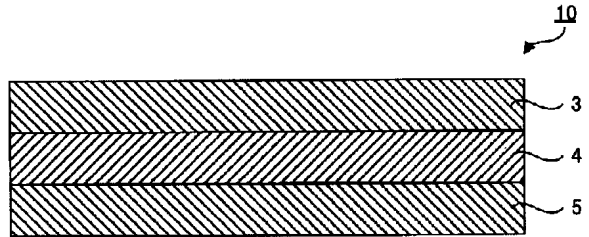


20

【図 5】



【図 6】

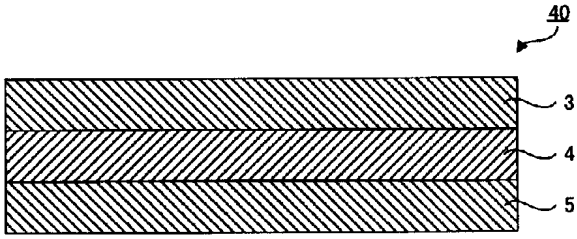


30

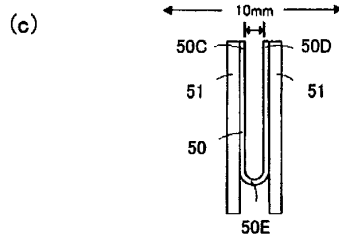
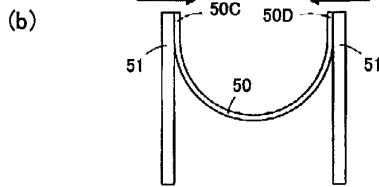
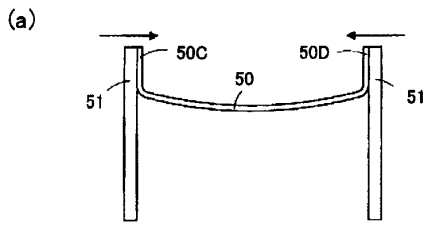
40

50

【 図 7 】



【 図 8 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 本田 和也
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 山本 佳奈
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 小川 善正
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 佐藤 純
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 古井 玄
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 山田 慶祐
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 川口 紗緒里
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- 審査官 小野 健二
- (56)参考文献 国際公開第2019/225631(WO, A1)
国際公開第2018/043627(WO, A1)
特開2007-233215(JP, A)
特開2005-23133(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G09F 9/00 - 9/46
B32B 1/00 - 43/00