

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-203439

(P2009-203439A)

(43) 公開日 平成21年9月10日(2009.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO8F 297/00 (2006.01)	CO8F 297/00	4J002
CO8L 53/00 (2006.01)	CO8L 53/00	4J026
CO8K 5/00 (2006.01)	CO8K 5/00	5G303
CO8K 3/00 (2006.01)	CO8K 3/00	5G333
HO1B 3/00 (2006.01)	HO1B 3/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-50119 (P2008-50119)
 (22) 出願日 平成20年2月29日 (2008.2.29)

(71) 出願人 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (71) 出願人 304021417
 国立大学法人東京工業大学
 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
 (74) 代理人 100110423
 弁理士 曾我 道治
 (74) 代理人 100084010
 弁理士 古川 秀利
 (74) 代理人 100094695
 弁理士 鈴木 憲七
 (74) 代理人 100111648
 弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブロック共重合体、ブロック共重合体組成物及びそれを含有する絶縁シート

(57) 【要約】

【課題】電気絶縁性を有し、熱伝導率を高めた高熱伝導性の樹脂材料を提供すること。

【解決手段】側鎖に液晶基を有する二種以上の重合体ブロックから構成されるブロック共重合体であって、重合体ブロックが、スチレン系重合体ブロック、(メタ)アクリレート系重合体ブロック及び共役ジエン系重合体ブロックからなる群から選択されることを特徴とするブロック共重合体である。この液晶基は、安息香酸フェニル、ビフェニル、スチルベン、ジアゾベンゼン、アニリンベンジリデン及びこれらの誘導体からなる群から選択されるメソゲン基と、アルキル基、アルキルエーテル基、アルコシキ基及びアルキルエステル基からなる群から選択されるスペーサーとから構成されることが好ましい。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

側鎖に液晶基を有し且つスチレン系重合体ブロック、(メタ)アクリレート系重合体ブロック及び共役ジエン系重合体ブロックからなる群から選択される二種以上の重合体ブロックから構成されることを特徴とするブロック共重合体。

【請求項 2】

前記ブロック共重合体が、二種の重合体ブロックから構成され、且つこれらの重合体ブロックの側鎖が、互いに異なる液晶基を有することを特徴とする請求項 1 に記載のブロック共重合体。

【請求項 3】

前記液晶基が、安息香酸フェニル、ピフェニル、スチルベン、ジアゾベンゼン、アニリンベンジリデン及びこれらの誘導体からなる群から選択されるメソゲン基と、アルキル基、アルキルエーテル基、アルコシキ基及びアルキルエステル基からなる群から選択されるスペーサーとから構成されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のブロック共重合体。

10

【請求項 4】

前記側鎖の末端に反応性基を有することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のブロック共重合体。

【請求項 5】

前記反応性基が、エポキシ基、ビニル基、アクリロイル基、シクロヘキセン基、メタクリロイル基、シンナモイル基、イソシアナート基及びジカルボン酸無水物基からなる群から選択されることを特徴とする請求項 4 に記載のブロック共重合体。

20

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載のブロック共重合体と、ブロック共重合体の反応性基と反応する官能基を少なくとも 2 個有する架橋剤とを含有することを特徴とするブロック共重合体組成物。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のブロック共重合体又は請求項 6 に記載のブロック共重合体組成物と、熱伝導性充填剤とを含有することを特徴とする絶縁シート。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】**【0001】**

本発明は、電気絶縁性を有し、且つ優れた熱伝導性を有するブロック共重合体及びそれを含有する絶縁シートに関する。

【背景技術】**【0002】**

近年、電子機器の高機能化・小型化・軽量化に伴い、電子部品の高密度化が進んでいる。これにより電子部品内での発熱量が著しく増大しており、部品の信頼性・寿命低下の一因となっている。このように電子機器における熱問題は極めて重要な課題であり、その対策に用いられる放熱材料には更なる熱伝導性向上が求められている。放熱材料のうち、特に電気絶縁性が求められる分野で用いられる樹脂材料の熱伝導性向上策としては、熱伝導性の高い無機セラミックス等のフィラーを添加する手法が一般的である。しかし、これらの方法では、フィラー添加量の制限から十分な熱伝導性を得ることが難しく、樹脂自体の熱伝導性の向上が求められている。このような観点から、樹脂材料で高い熱伝導率を達成するという課題は極めて重要なことであり、単一の樹脂材料で高熱伝導率を達成する方法として、メソゲン基を有する液晶性エポキシ樹脂等を重合することにより、熱伝導性を向上させたものが知られている(例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 を参照)。

40

【0003】

【特許文献 1】特開平 11 - 323162 号公報

【特許文献 2】国際公開第 2002 / 094905 号パンフレット

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところが、最近の電子部品はその高性能化に伴って発熱量が増大しているため、上記特許文献1及び2に記載されている樹脂材料から得られるエポキシ樹脂硬化物では熱伝導性が不十分となっている。

従って、本発明は、上記のような問題点を解決するためになされたものであり、電気絶縁性を有し、熱伝導率を高めた高熱伝導性の樹脂材料を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係るブロック共重合体は、側鎖に液晶基を有し且つスチレン系重合体ブロック、(メタ)アクリレート系重合体ブロック及び共役ジエン系重合体ブロックからなる群から選択される重合体ブロックから構成されることを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、ブロック共重合体内の液晶構造の規則性が高いため、電気絶縁性を有し、極めて高い熱伝導率を有するブロック共重合体を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

以下、本発明の実施形態を説明する。

実施の形態1.

本発明の実施の形態1に係るブロック共重合体は、側鎖に液晶基を有する二種以上の重合体ブロックから構成されるブロック共重合体であって、重合体ブロックが、スチレン系重合体ブロック、(メタ)アクリレート系重合体ブロック及び共役ジエン系重合体ブロックからなる群から選択されるものである。言い換えれば、実施の形態1に係るブロック共重合体は、スチレン系重合体、(メタ)アクリレート系重合体、共役ジエン系重合体又はこれらを組み合わせたものからなる主鎖を有し、側鎖に液晶基を有するものである。

【0008】

これらの重合体ブロックの主鎖を構成する単量体としては、例えば、スチレン、ビニルトルエン、 α -メチルスチレン、クロルスチレン、スチレンスルホン酸及びその塩等のスチレン系単量体；パーフルオロエチレン、パーフルオロプロピレン、フッ化ビニリデン等のフッ素含有ビニル単量体；(メタ)アクリル酸メチル、(メタ)アクリル酸エチル、(メタ)アクリル酸-n-プロピル、(メタ)アクリル酸イソプロピル、(メタ)アクリル酸-n-ブチル、(メタ)アクリル酸イソブチル、(メタ)アクリル酸-tert-ブチル、(メタ)アクリル酸-n-ペンチル、(メタ)アクリル酸-n-ヘキシル、(メタ)アクリル酸シクロヘキシル、(メタ)アクリル酸-n-ヘプチル、(メタ)アクリル酸-n-オクチル、(メタ)アクリル酸-2-エチルヘキシル、(メタ)アクリル酸ノニル、(メタ)アクリル酸デシル、(メタ)アクリル酸ウンデシル、(メタ)アクリル酸ドデシル、(メタ)アクリル酸フェニル、(メタ)アクリル酸トルイル、(メタ)アクリル酸ベンジル、(メタ)アクリル酸-2-メトキシエチル、(メタ)アクリル酸-3-メトキシブチル、(メタ)アクリル酸-2-ヒドロキシエチル、(メタ)アクリル酸-2-ヒドロキシプロピル、(メタ)アクリル酸ステアリル、(メタ)アクリル酸グリシジ(メタ)アクリル酸2-アミノエチル、 α -(メタクリロイルオキシプロピル)トリメトキシシラン、(メタ)アクリル酸のエチレンオキサイド付加物、(メタ)アクリル酸トリフルオロメチルメチル、(メタ)アクリル酸2-トリフルオロメチルエチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロエチルエチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロエチル-2-パーフルオロブチルエチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロエチル、(メタ)アクリル酸パーフルオロメチル、(メタ)アクリル酸ジパーフルオロメチルメチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロメチル-2-パーフルオロエチルメチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロヘキシルエチル、(メタ)アクリル酸2-パーフルオロデシルエチル、(メ

10

20

30

40

50

タ) アクリル酸 2 - パーフルオロヘキサデシルエチル等の(メタ)アクリレート系単量体; ブタジエン、イソプレン等の共役ジエン類等が挙げられる。これらは、単独で用いてもよいし、複数種をブロック共重合させてもよい。特に、ブロック共重合させる場合は、生成物の構造秩序性に基づく高熱伝導化の点で、(メタ)アクリレート系単量体及び芳香族ビニル系単量体が好ましい。

【0009】

実施の形態 1 に係るブロック共重合体は、二種の重合体ブロックから構成され、且つこれらの重合体ブロックの側鎖が、互いに異なる液晶基を有することが好ましい。このような構成とすることで、ブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成をより向上させることができる。

10

【0010】

実施の形態 1 において、重合体ブロックに含まれる液晶基は、メソゲン基とスペーサーとから構成される。メソゲン基とは、液晶性を示す官能基を指し、例えば、安息香酸フェニル、ピフェニル、シアノピフェニル、ターフェニル、シアノターフェニル、フェニルベンゾエート、アゾベンゼン、ジアゾベンゼン、アニリンベンジリデン、アゾメチン、アゾキシベンゼン、スチルベン、フェニルシクロヘキシル、ピフェニルシクロヘキシル、フェノキシフェニル、ベンジリデンアニリン、ベンジルベンゾエート、フェニルピリミジン、フェニルジオキサソ、ベンゾイルアニリン、トラン及びこれらの誘導体が挙げられる。これらの中でも、熱伝導性の点で、安息香酸フェニル、ピフェニル、スチルベン、ジアゾベンゼン、アニリンベンジリデン及びこれらの誘導体が好ましい。より具体的なメソゲン基としては、安息香酸フェニル、ピフェニル、スチルベン、ジアゾベンゼン、アニリンベンジリデン、フェニルベンゾエートが挙げられる。これらのメソゲン基は、1 側鎖内に少なくとも 1 つあればよく、2 つ以上あってもよい。なお、これら環状単位の末端は、例えば、シアノ基、アルキル基、アルコキシ基、ハロゲン基等の置換基を有していてもよい。

20

【0011】

メソゲン基は、スペーサーを介して重合体ブロックの主鎖に結合していてもよいし、逆に、スペーサーがメソゲン基を介して重合体ブロックの主鎖に結合していてもよい。スペーサーとしては、アルキル基、アルキルエーテル基、アルコキシ基、アルキルエステル基、シロキサ結合等が挙げられる。スペーサーを形成する構造単位の繰り返し数は、メソゲン基の化学構造により適宜決定されるが、アルキル基の繰り返し単位は、通常、0 ~ 20 であり、好ましくは 2 ~ 12 であり、アルキルエーテル基の繰り返し単位は、通常、0 ~ 10 であり、好ましくは 1 ~ 3 である。

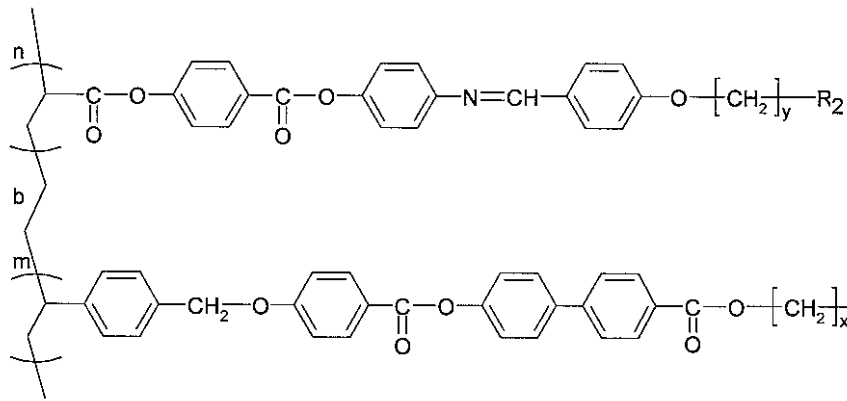
30

【0012】

上述したブロック共重合体の中でも、下記一般式(1)~(9)：

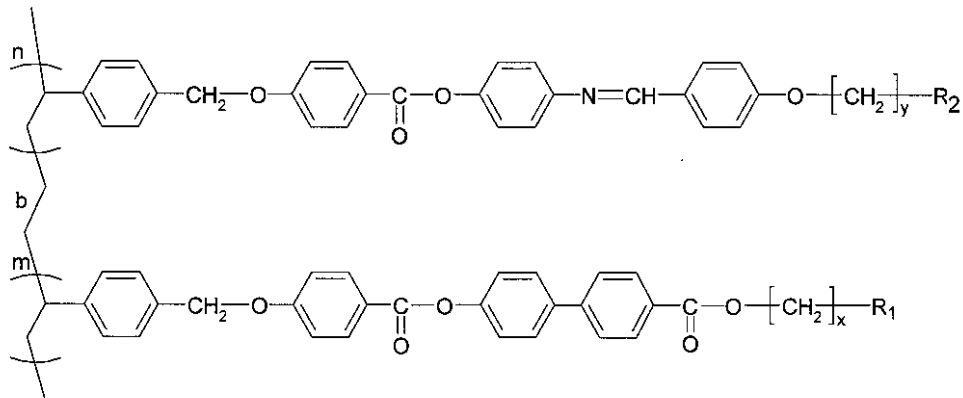
【0013】

【化 1】



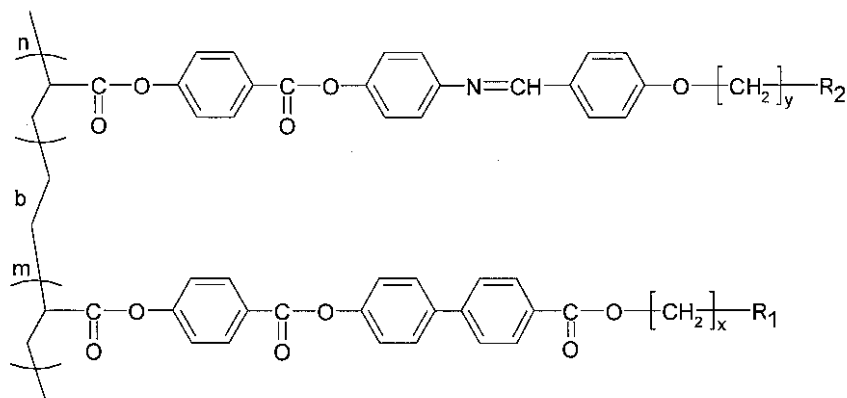
(1)

10



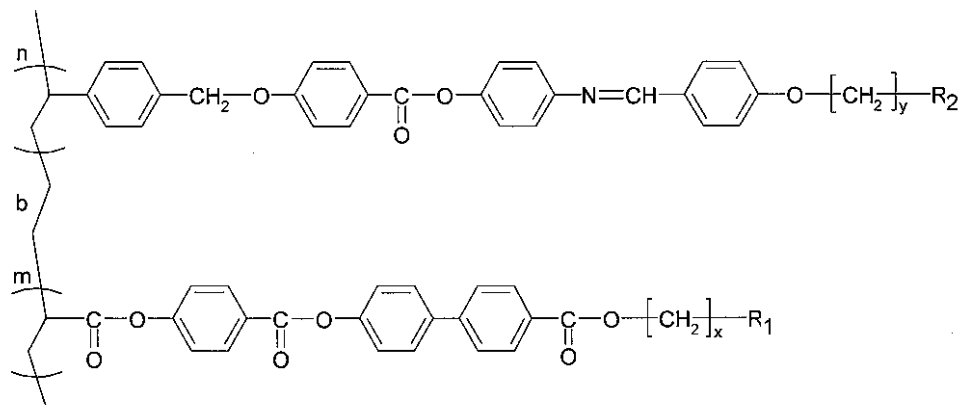
(2)

20



(3)

30

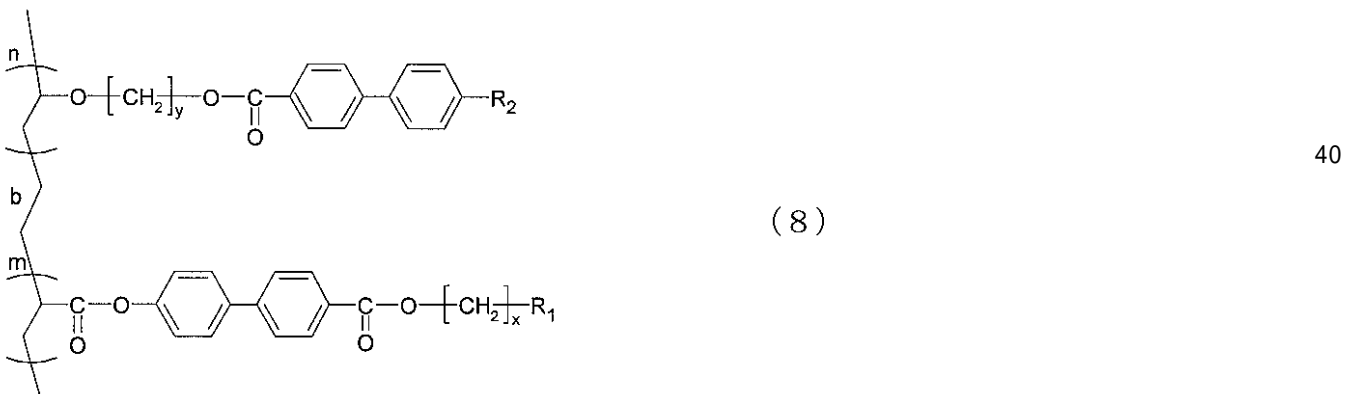
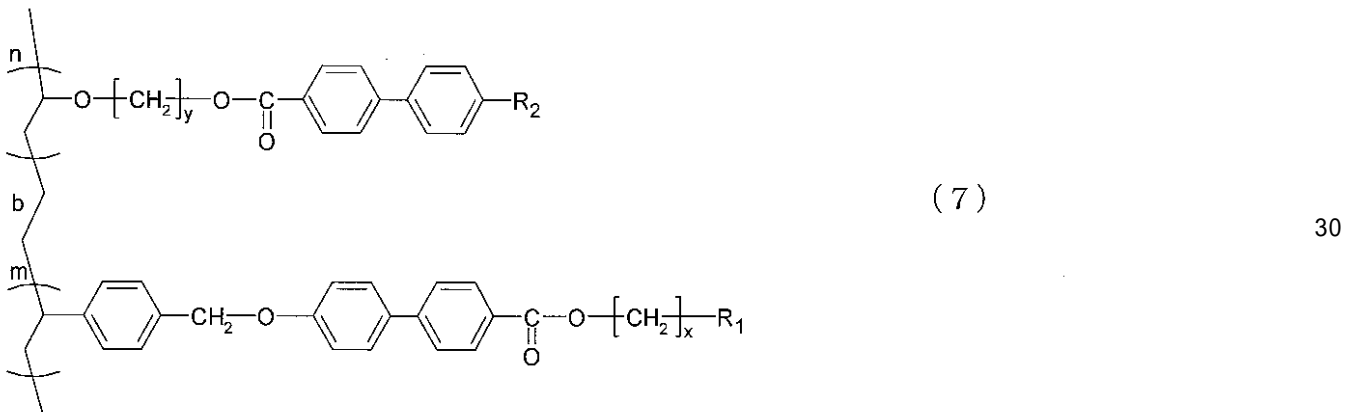
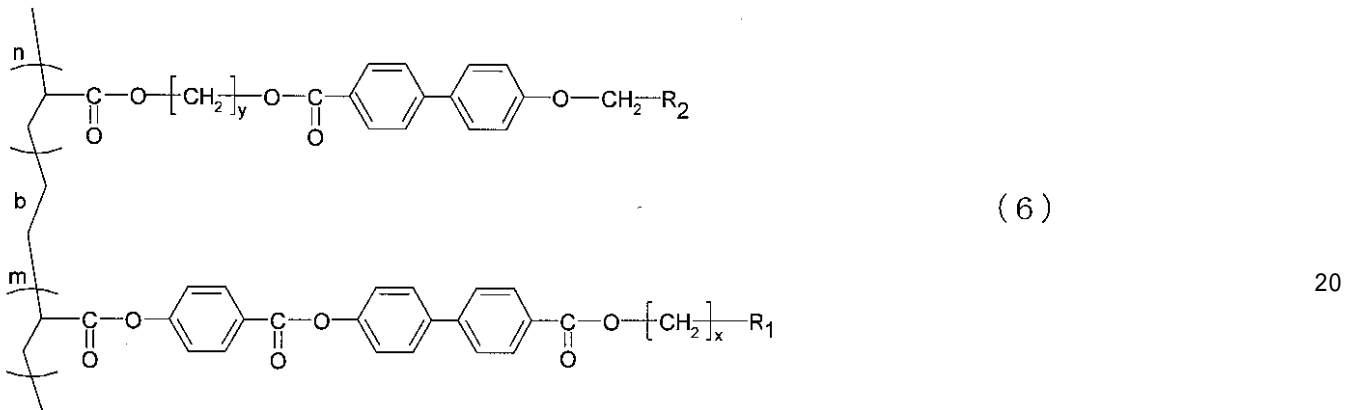
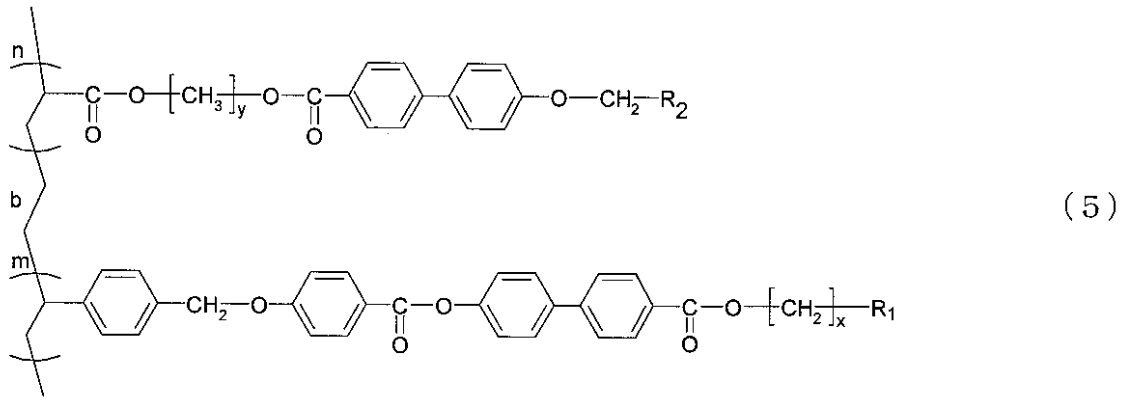


(4)

40

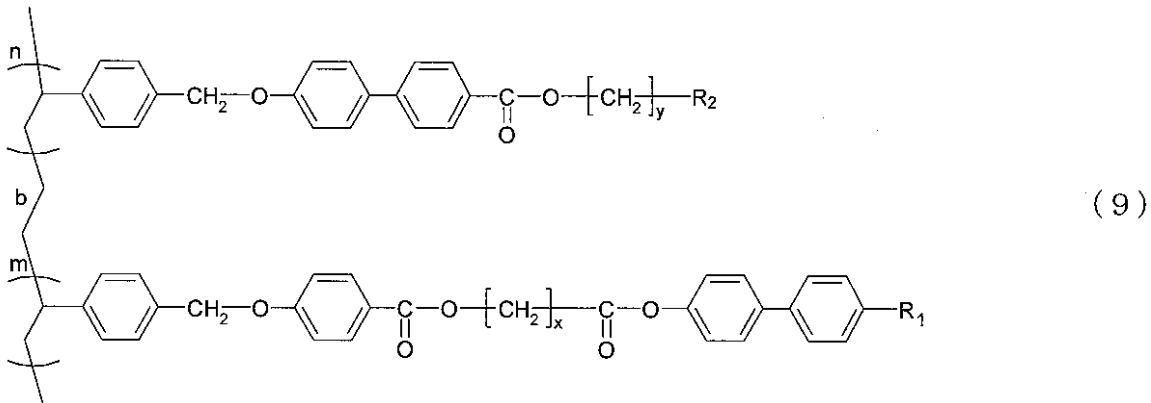
【 0 0 1 4 】

【化 2】



【 0 0 1 5 】

【化 3】



10

【0016】

(式中、 b はブロック共重合体の意を示し、 R_1 及び R_2 は、同一であっても異なってもよく、水素原子、メチル基又は炭素数1~3のアルコキシ基であり、 m 及び n はそれぞれ10~2,000の整数を表し、 x 及び y はそれぞれ2~12の整数を表す。)で示されるものが好ましい。

【0017】

実施の形態1に係るブロック共重合体は、分子量分布、すなわち、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)で測定した重量平均分子量(M_w)と数平均分子量(M_n)の比(M_w/M_n)の値が小さいという特徴も有する。分子量分布の値は、好ましくは3以下であり、より好ましくは2以下であり、より好ましくは1.8以下であり、より好ましくは1.6以下であり、より好ましくは1.4以下であり、最も好ましくは1.3以下である。ここでのGPC測定においては、通常、移動相としてテトラヒドロフランを用い、測定はポリスチレンゲルカラムにて行う。数平均分子量等は、ポリスチレン換算で求めることができる。

20

【0018】

このようなブロック共重合体は、ある温度範囲において、メソゲン基が規則的に配列する液晶状態となる性質を有している。液晶状態の種類としては、ネマティック相、スメクティック相、コレステリック相等が挙げられる。これらの中でも、側鎖の長軸が一定方向に配向したスメクティック相及びネマティック相が特に好ましいが、これらに限定されるものではない。スメクティック相とは、液晶分子の長軸方向が一定の方向に向かって並んでおり、さらに液晶分子が層状に配置されている液晶状態を指す。また、ネマティック相とは、液晶分子の重心位置に秩序はないが、その長軸方向が一定の方向に向かって並んでいる液晶状態を指す。このような液晶構造の規則性が高いほど熱伝導性が高くなる。

30

【0019】

実施の形態1に係るブロック共重合体は、これを構成する重合体ブロックに対応するスチレン系単量体、(メタ)アクリレート系単量体、共役ジエン系単量体をブロック共重合することにより製造することができる。なお、重合体ブロックに対応する単量体は公知の方法により合成できる。

40

【0020】

実施の形態1に係るブロック共重合体は、上記単量体を用いてリビングラジカル重合、あるいはリビングアニオン重合により製造される。一般にラジカル重合は、重合速度が速く、ラジカル同士のカップリング反応等による停止反応が起こりやすいため制御が難しい。しかし、リビングラジカル重合では、停止反応が起こり難く、分子量分布の狭い(重量平均分子量を M_w 、数平均分子量を M_n とした時の M_w/M_n が1.1~1.5程度)重合体を得られる。また、重合体の分子量は単量体と開始剤との仕込み比によって自由で制御することができ、更に第1の単量体が消費された後に第2の単量体を重合系に添加することでブロック共重合体を合成することができる。なお、リビング重合は狭義においては、末端が常に活性を持ちつづけて分子鎖が生長していく重合のことをいうが、一般には、

50

末端が不活性化されたものと活性化されたものが平衡状態にありながら生長していく擬リビング重合も含まれる。本発明における定義も後者である。

【0021】

リビングラジカル重合は、近年様々なグループで積極的に研究がなされており、例えば、コバルトポルフィリン錯体を用いるもの、ニトロキシフリーラジカルなどのようなラジカルキャッピング剤を用いるもの、有機ハロゲン化合物等を開始剤とし遷移金属錯体を触媒とする「原子移動ラジカル重合」などが知られている。本発明のリビングラジカル重合では、上記方法のいずれを使用してもよいが、ニトロキシフリーラジカルなどのようなラジカルキャッピング剤を用いる方法が絶縁性の点で好ましい。

【0022】

ラジカルキャッピング剤を用いるリビングラジカル重合法は、ラジカル発生剤及びラジカルキャッピング剤を併用して重合する。ラジカル発生剤とラジカルキャッピング剤との反応生成物が重合開始剤となって付加重合性単量体の重合が進行すると考えられる。両者の併用割合は、ラジカル発生剤1モルに対してラジカルキャッピング剤を0.1~10モル用いるのが好ましく、より好ましくはラジカル発生剤1モルに対してラジカルキャッピング剤を1~1.5モル、最も好ましくはラジカル発生剤1モルに対してラジカルキャッピング剤を1.1~1.4モル用いるのが好適である。

【0023】

ラジカル発生剤としては、種々の化合物を用いることができるが、好ましくは、重合温度条件下で、ラジカルを発生し得るパーオキシドが挙げられる。このようなパーオキシドとしては、例えば、ベンゾイルパーオキシド、アセチルパーオキシド、イソブチロイルパーオキシド、オクタノイルパーオキシド、デカノイルパーオキシド、ラウロイルパーオキシド、3、5、5-トリメチルヘキサノイルパーオキシド、2，4-ジクロロベンゾイルパーオキシド、m-トルオイルパーオキシド等のジアシルパーオキシド類、ジ-t-ブチルパーオキシド、t-ブチルクミルパーオキシド、ジ-クミルパーオキシド、'-ビス(t-ブチルパーオキシイソプロピル)ベンゼン、2，5-ジメチル-2，5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキサン、2，5-ジメチル-2，5-ジ(t-ブチルパーオキシ)ヘキシン-3等のジアルキルパーオキシド類、2，2-ビス(t-ブチルパーオキシ)ブタン、2，2-ビス(t-ブチルパーオキシ)オクタン、1，1-ビス(t-ブチルパーオキシ)3，3，5-トリメチルシクロヘキサン、n-ブチル-4，4-ビス(t-ブチルパーオキシ)バリレート等のパーオキシケタール類、ジ-イソプロピルパーオキシジカーボネート、ジ-2-エチルヘキシルパーオキシジカーボネート、ジ-n-プロピルパーオキシジカーボネート、ジ-3-メトキシブチルパーオキシジカーボネート、ジ-2-エトキシエチルパーオキシジカーボネート、ジ-メトキシイソプロピルパーオキシジカーボネート、ジ(3-メチル-3-メトキシブチル)パーオキシジカーボネート、ビス(4-t-ブチルシクロヘキシル)パーオキシジカーボネート等のパーオキシカーボネート類、t-ブチルパーオキシアセテート、t-ブチルパーオキシイソブチレート、t-ブチルパーオキシピバレート、t-ブチルパーオキシネオデカノエート、クミルパーオキシネオデカノエート、t-ブチルパーオキシ2-エチルヘキサノエート、t-ブチルパーオキシ3，5，5-トリメチルヘキサノエート、t-ブチルパーオキシラウレート、t-ブチルパーオキシベンゾエート、ジ-t-ブチルジパーオキシイソフタレート、2，5-ジメチル-2，5-ジ(ベンゾイルパーオキシ)ヘキサン、t-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート等のパーオキシエステル類、アセチルアセトンパーオキシド、メチルエチルケトンパーオキシド、シクロヘキサノンパーオキシド、3，3，5-トリメチルシクロヘキサノンパーオキシド、メチルシクロヘキサノンパーオキシド等のケトンパーオキシド類、クメンヒドロパーオキシド、ジ-イソプロピルベンゼンヒドロパーオキシド、p-メンタンヒドロパーオキシド、2，5-ジメチルヘキサン2，5-ジヒドロパーオキシド、1，1，3，3-テトラメチルブチルヒドロパーオキシド等のヒドロパーオキシド類、2塩基酸のポリアシルパーオキシド類、2塩基酸とポリオールとのポリパーオキシエステル類が挙げら

10

20

30

40

50

れる。これらの中でも、ベンゾイルパーオキサイドが好ましく用いられる。

【0024】

また、パーオキサイドの代わりにラジカル発生性アゾ化合物等もラジカル発生剤として用いることができる。ラジカル発生性アゾ化合物としては、例えば、アゾビスイソブチロニトリル等が挙げられる。

【0025】

ラジカルキャッピング剤としては、ラジカル補足性の化合物であれば特に制限はないが、一般に知られる安定なニトロキシフリーラジカル(=N-O·)等を用いることができる。具体的なニトロキシフリーラジカル化合物としては、例えば、2,2,6,6-テトラメチル-1-ピペリジニルオキシラジカル(TEMPO)、2,2,6,6-テトラエチル-1-ピペリジニルオキシラジカル、2,2,6,6-テトラメチル-4-オキソ-1-ピペリジニルオキシラジカル(OH-TEMPO)、2,2,5,5-テトラメチル-1-ピロリジニルオキシラジカル、1,1,3,3-テトラメチル-2-イソインドリニルオキシラジカル等の環状ヒドロキシアミンからのニトロキシフリーラジカル、N,N-ジ-t-ブチルアミンオキシラジカルや、式(21)の2,2,5-トリメチル-4-フェニル-3-アザヘキサン-3-ニトロキシラジカル(Journal of the American Chemical Society, 1999, 121, 3904)等が挙げられる。このようなニトロキシフリーラジカル化合物の中でも、2,2,6,6-置換-1-ピペリジニルオキシラジカルや2,2,5,5-置換-1-ピロリジニルオキシラジカル等のような環状ヒドロキシアミンからのニトロキシフリーラジカルが好ましく用いられる。この場合、置換基としてはメチル基やエチル基等の炭素数4以下のアルキル基が適当である。また、2,2,5-トリメチル-4-フェニル-3-アザヘキサン-3-ニトロキシラジカルも好ましく用いられる。

10

20

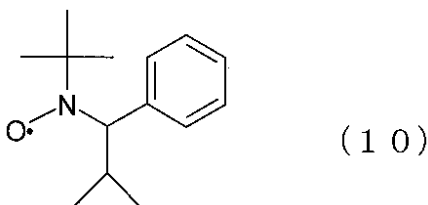
【0026】

これらのニトロキシフリーラジカルの中でも、特に、2,2,6,6-テトラメチル-1-ピペリジニルオキシラジカル(TEMPO)、2,2,6,6-テトラメチル-4-オキソ-1-ピペリジニルオキシラジカル(OH-TEMPO)等の環状ヒドロキシアミンからのニトロキシフリーラジカルや、下記式(10)に示される2,2,5-トリメチル-4-フェニル-3-アザヘキサン-3-ニトロキシラジカルが、本発明のラジカルキャッピング剤として好ましい。

30

【0027】

【化4】



【0028】

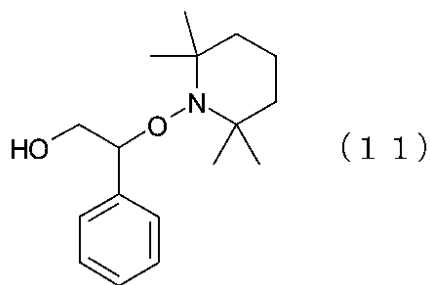
また、上記ニトロキシフリーラジカルの代わりに、ガルビノキシルフリーラジカル等の安定なフリーラジカルをラジカルキャッピング剤として用いることも可能である。

40

更に、Macromolecules, 1995, 28, 2993で報告されているように、ラジカルキャッピング剤及びラジカル発生剤を併用する代わりに、下記式(11)のようなアルコキシアミン化合物や、

【0029】

【化5】



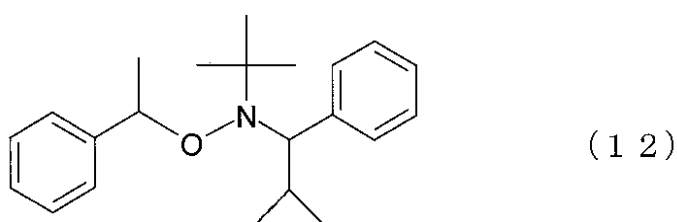
【0030】

10

下記式(12)の2,2,5-トリメチル-3-(1-フェニルエトキシ)-4-フェニル-3-アザヘキサンを開始剤として用いても構わない。

【0031】

【化6】



20

【0032】

このように、実施の形態1によれば、ブロック共重合体内の液晶構造の規則性が高いため、電気絶縁性を有し、極めて高い熱伝導率を有するブロック共重合体を得ることができる。

【0033】

実施の形態2 .

本発明の第2の実施の形態2に係るブロック共重合体は、重合体ブロックの側鎖の末端に反応性基を有する点が実施の形態1に係るブロック共重合体と異なり、この反応性基が反応することにより、ブロック共重合体(ブロック型液晶ポリマー)を架橋させることができる。それ以外の、重合体ブロックの主鎖の形成に用いることのできる単量体、液晶基(メソゲン基及びスペーサー)、分子量分布等は実施の形態1と同様であるのでその説明を省略する。

30

【0034】

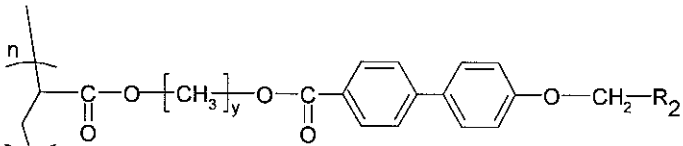
反応性基としては、反応性を有するものであれば特に制限はなく、例えば、エポキシ基、ビニル基、水酸基等が挙げられる。

【0035】

このようなブロック共重合体としては、例えば、下記一般式(13)~(23)：

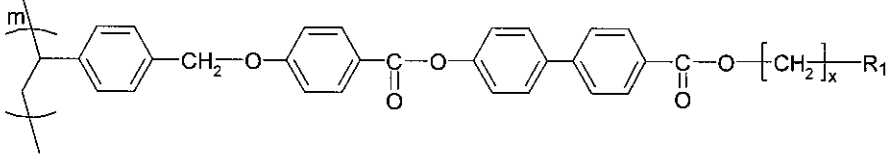
【0036】

【化 8】

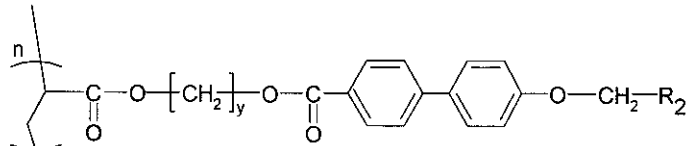


b

(17)



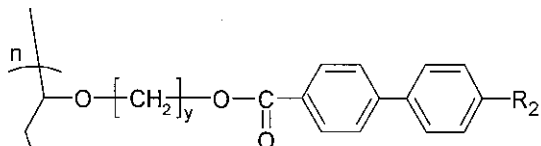
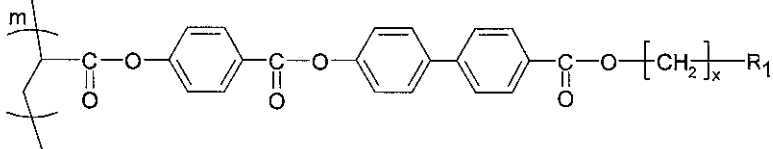
10



b

(18)

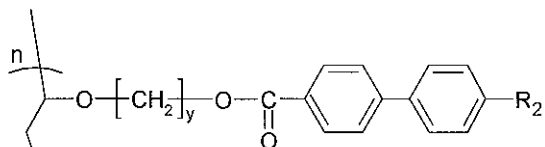
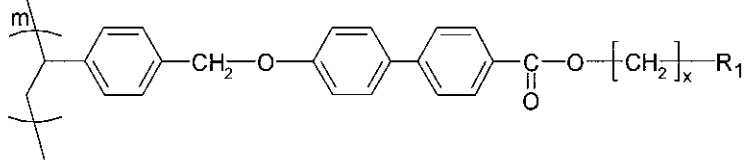
20



b

(19)

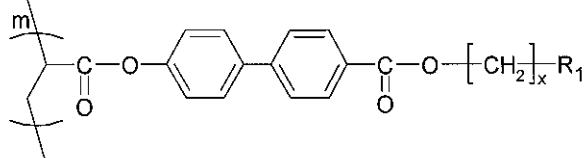
30



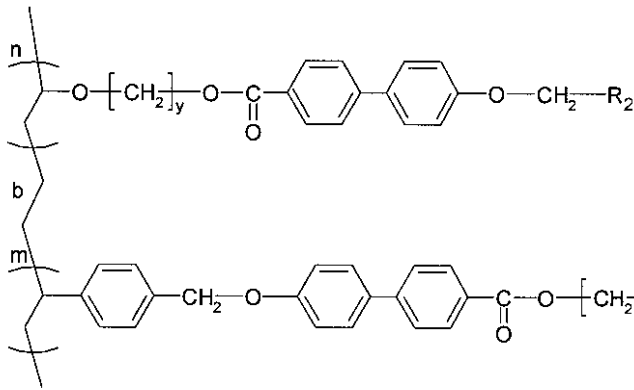
b

(20)

40

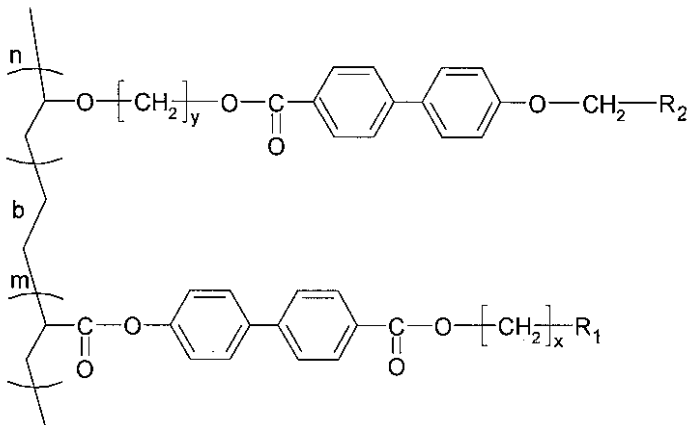


【化 9】



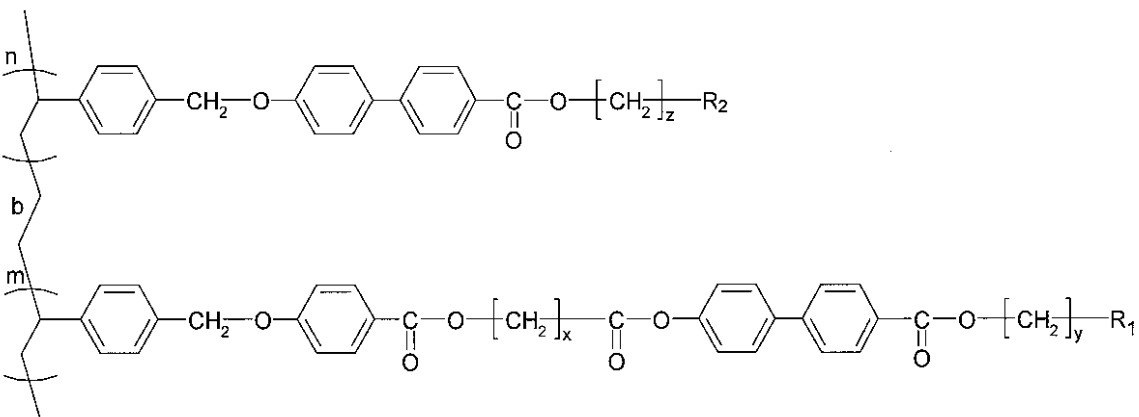
(21)

10



(22)

20



(23)

30

【0039】

(式中、bはブロック共重合体の意を示し、 R_1 及び R_2 は、同一であっても異なってもよく、エポキシ基、ビニル基、水酸基、アクリロイル基、シクロヘキセン環、メタクリロイル基、シンナモイル基、イソシアネート基又はジカルボン酸無水物であり、m及びnはそれぞれ10~2,000の整数を表し、x及びyはそれぞれ2~12の整数を表し、zは1~12の整数を表す。)で示されるものが挙げられる。

40

【0040】

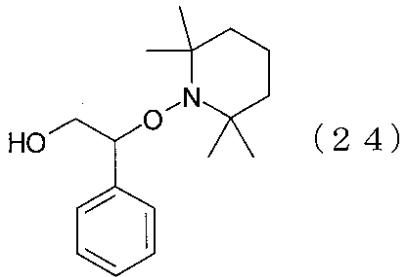
実施の形態2に係るブロック共重合体は、実施の形態1と同様に、ブロック共重合体を構成する重合体ブロックに対応するスチレン系単量体、(メタ)アクリレート系単量体、共役ジエン系単量体をブロック共重合することにより製造することができる。

ただし、側鎖の末端に反応性基を導入するには、反応性基を有するスチレン系単量体、(メタ)アクリレート系単量体、共役ジエン系単量体を用いてリビングラジカル重合、あるいはリビングアニオン重合を行えばよい。

【0041】

50

【化10】



【0042】

10

更に、実施の形態2のブロック共重合体と、反応助剤としての、反応性基に対して反応性を有する官能基を少なくとも2個有する架橋剤とを含有するブロック共重合体組成物としてもよい。側鎖の末端に反応性基を有するブロック共重合体の反応性基を、架橋剤と反応させることにより、ブロック共重合体を架橋させることができる。

【0043】

これら反応性基の組み合わせは、反応性を有するものであれば特に制限はない。例えば、反応性基が水酸基である場合には、架橋剤の官能基としては、イソシアネート基、カルボキシル基、エポキシ基等が挙げられる。また、反応性基がエポキシ基である場合には、架橋剤の官能基としては、カルボキシル基、水酸基、アミノ基等が挙げられる。また、反応性基がカルボキシル基である場合には、架橋剤の官能基としては、水酸基、アミノ基、イソシアネート基、エポキシ基、アジリジン基等が挙げられる。これらの組み合わせの中でも、ブロック共重合体の反応性基が、エポキシ基、ビニル基、アクリロイル基、シクロヘキセン基、メタクリロイル基、シンナモイル基、イソシアナート基、ジカルボン酸無水物基である場合が架橋反応性の点で好ましい。

20

【0044】

架橋剤としては、具体的には、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ジエチルアミノプロピルアミン、ポリアミドアミン、メンセンジアミン、イソホロンジアミン、メタキシレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン、ジアミノジフェニルエーテル、ジアミノジフェニルスルホン、メタフェニレンジアミン等のポリアミン系架橋剤、無水フタル酸、テトラヒドロ無水フタル酸、ヘキサヒドロ無水フタル酸、メチルテトラヒドロ無水フタル酸、メチルヘキサヒドロ無水フタル酸、無水メチルナジック酸、ドデシル無水コハク酸、無水クロレンジック酸、無水ピロメリット酸、ベンゾフェノンテトラカルボン酸無水物、エチレングリコールビス(アンヒドロトリメート)、メチルシクロヘキサンテトラカルボン酸無水物、無水トリメリット酸、ポリアゼライン酸無水物等の酸無水物架橋剤、フェノールノボラック、カテコールノボラック、クレゾールノボラック等のポリフェノール型架橋剤、トリオキサントリメチレンメルカプタン等のポリメルカプタン型架橋剤、ポリサルファイド型架橋剤、ベンジルジメチルアミン、2-(ジメチルアミノメチル)フェノール、2,4,6-トリス(ジメチルアミノメチル)フェノール、2-メチルイミダゾール、2-エチル-4-メチルイミダゾール、2-ウンデシルイミダゾール、2-ヘプタデシルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、1-ベンジル-2-メチルイミダゾール、1-シアノエチル-2-メチルイミダゾール、三フッ化ホウ素アミン錯体、ジシアンジアミド、トリフェニルホスフィン、アジピン酸ヒドラジド、芳香族ジアゾニウム塩、ジアリルヨードニウム塩、トリアリルスルホニウム塩、トリアリルセレニウム塩、ケチミン等の触媒型架橋剤等が挙げられる。これらの架橋剤は、単独で用いてもよいし、2種類以上を併用してもよい。また、架橋剤の配合量は、ブロック共重合体が含有する反応性基と化学量論比となる量とすることが架橋反応性の点で好ましい。

30

40

【0045】

実施の形態2によれば、反応性基が反応することにより、ブロック共重合体を架橋させることができ、ブロック共重合体の側鎖基間のパッキング性が良くなり、液晶構造の規則

50

性がより高くなるため、電気絶縁性を有し、極めて高い熱伝導率を有するブロック共重合体を得ることができる。

【0046】

実施の形態3.

本発明の第3の実施の形態に係る絶縁シートは、上述した実施の形態1のブロック共重合体又は実施の形態2のブロック共重合体(組成物)と、熱伝導性充填剤とを含有する絶縁組成物をシート状に成形したものである。

熱伝導性充填剤としては、例えば、ニッケル、すず、アルミニウム、金、銀、銅、鉄、コバルト、インジウムやこれらの合金などの金属粒子、酸化アルミニウム(アルミナ)、酸化亜鉛、酸化インジウムすず(ITO)、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム、酸化チタン等の金属酸化物粒子、窒化ホウ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウムなどの金属窒化物粒子、炭化珪素、黒鉛、ダイヤモンド、非晶カーボン、カーボンブラック、炭素繊維などの炭素化合物粒子、石英、石英ガラスなどのシリカ化合物粉類等が挙げられる。これらの中でも、絶縁性の点で、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化ベリリウム、酸化チタン、窒化ホウ素、窒化ケイ素、窒化アルミニウム、炭化珪素、ダイヤモンド、非晶カーボン、カーボンブラック、炭素繊維、石英、石英ガラス等が好ましい。

10

【0047】

熱伝導性充填剤の平均粒子径は、 $0.05\mu\text{m} \sim 150\mu\text{m}$ であることが好ましく、 $0.1\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ であることが更に好ましい。熱伝導性充填剤の平均粒子径が $0.05\mu\text{m}$ より小さいと2次凝集のために熱伝導性充填剤の分散が困難になる場合があり、一方、 $150\mu\text{m}$ より大きくなると薄膜状のシート状に成形したときに表面荒れが発生しやすくなる。ブロック共重合体と熱伝導性充填剤との配合割合は、絶縁シート全体に対して、ブロック共重合体が10容量%~80容量%、熱伝導性充填剤が90容量%~20容量%とすることが好ましく、ブロック共重合体が30容量%~70容量%、熱伝導性充填剤が70容量%~30容量%とすることが更に好ましい。熱伝導性充填剤が少な過ぎると熱伝導性が十分に確保できなくなる恐れがあり、一方、多過ぎると絶縁シートが硬くなりすぎて接触面の凹凸に対しての追従性を確保できなくなる恐れがある。

20

【0048】

また、熱伝導性充填剤とブロック共重合体との濡れ性の改善、熱伝導性充填剤とブロック共重合体との界面の補強、絶縁組成物中における熱伝導性充填剤の分散性の向上を目的として、カップリング剤処理等の公知の表面処理が施された熱伝導性充填剤を用いてもよい。

30

【0049】

実施の形態3に係る絶縁シートは、絶縁組成物を配向基材上に塗工し、製膜することによって製造することができる。配向基材上への塗工は、特に制限されるものではなく、溶液法、溶液法のいずれを採用してもよいが、溶液法が好適である。溶液の塗工方法は、特に限定されるものではなく、パーコーター、マルチコーター、スピナー、ロールコーターなどの適宜な塗工機にて行うことができるが、製膜された絶縁シート表面の品質の点でキャスト法が好適である。

【0050】

溶液塗工において、ブロック共重合体等を溶解する溶媒としては、例えば、クロロホルム、ジクロロメタン、ジクロロエタン、テトラクロロエタン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン、クロロベンゼン等のハロゲン化炭化水素類、フェノール、バラクロロフェノールなどのフェノール類、ベンゼン、トルエン、キシレン、メトキシベンゼン、1,2-ジメトキシベンゼン等の芳香族炭化水素類、アセトン、酢酸エチル、tert-ブチルアルコール、グリセリン、エチレングリコール、トリエチレングリコール、エチレンブト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、エチルセルソルブ、ブチルセルソルブ、2-ピロリドン、N-メチル-2-ピロリドン、ピリジン、トリエチルアミン、テトラヒドロフラン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、アセトニトリル、ブチロニトリル、二硫化炭素、メチルエチルケト

40

50

ン、シクロヘキサノン、シクロペンタノン等が挙げられる。

【0051】

絶縁シートの厚みは、20 μm以上800 μm以下であることが好ましく、30 μm以上300 μm以下であることが更に好ましい。シートの厚みが20 μmより薄いと、部材間に挟着されたとき、挟着面の凹凸に対する追従性が不十分で、界面熱抵抗が上昇する恐れがあり、800 μmを超えると、熱の伝達距離が長くなるため、熱抵抗が上昇する恐れがある。

【0052】

実施の形態3によれば、電気絶縁性を有し、極めて高い熱伝導性を有する絶縁シートを得ることができる。このような絶縁シートは、シート状で熱伝導性が要求される回路基板材料、放熱シート、半導体パッケージ、放熱板、熱拡散板、接着シート等に好適に使用することができる。

【実施例】

【0053】

以下、実施例及び比較例を挙げて本発明をさらに具体的に説明する。

ここで得られた目的生成物の確認は、以下の方法により行った。

(1) 高分子物の基本単位の構造の確認

得られた高分子物を構成する基本単位の構造については、赤外線分光分析及びNMR分析のスペクトル解析をすることにより確認した。

(2) 分子量の測定

得られた高分子物をテトラヒドロフランに溶解後、ポリスチレンで校正したゲルパーミエーションクロマトグラフィーで分析し、分子量を算出した。

(3) 高分子薄膜構造の確認

得られた高分子物をクロロホルム、メチレンクロライド、トルエン、テトラヒドロフラン、メチルエチルケトンのいずれかの溶媒に溶解させた後、基材上に塗布し、室温～150の温度で溶媒を揮発させて薄膜を作製した。作製した薄膜の構造については、偏光顕微鏡観察、X線回折、シンクロトロン放射光による小角X線回折、走査型電子顕微鏡観察及び透過型電子顕微鏡観察の結果を解析することにより確認し、下記基準に従って配向性を評価した。

液晶構造がスメクティック相である場合には、小角X線回折像において、ミクロ相分離構造の恒等周期に由来する小角領域の回折像の中心を子午線上に配置した上で、液晶分子の配列に基づく広角領域の回折像の両終端と中心との角度から評価した。液晶構造がスメクティック相以外の液晶相である場合には、広角X線回折像において、液晶分子の配列に基づく回折像の両終端と中心との角度から評価した。

： ±30度未満

： ±30度以上60度未満

： ±60度以上80度未満

×： ±80度以上90度未満（リング）

【0054】

[実施例1]

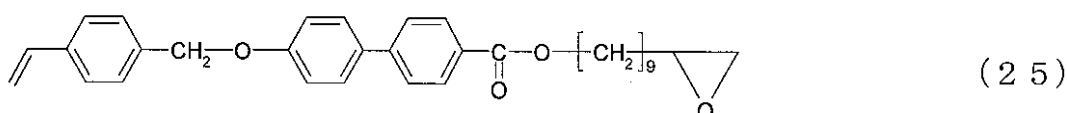
(原子移動型ラジカル重合によるブロック共重合体の合成)

目的のブロック共重合体の一例として、下式に示す2種の単量体A及びBを用いた。

【0055】

【化11】

単量体A



【0056】

10

20

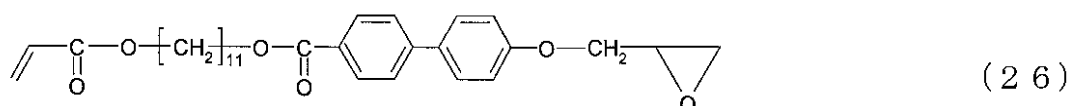
30

40

50

【化12】

単量体B



【0057】

単量体A 0.2 g、(1-プロモエチル)ベンゼン 4 mg、CuBr 3 mg 及び N, N, N', N'', N''' - ペンタメチルジエチレントリアミン 3 mg をトルエン 0.1 mL に加えて溶解させた後、凍結脱気を3回繰り返し、窒素下 110 にて8時間重合を行った。反応終了後、反応溶液をメタノール 30 mL に投入し、再沈殿を行った。重合体をメチレンクロライド 2 mL に再溶解させ、メタノール 30 mL に投入、再沈殿を行うことにより十分洗浄した。次に減圧下、室温にて24時間乾燥させることによりマクロイニシエーター 0.1 g を得た。続いてマクロイニシエーター 0.1 g を単量体B 0.2 g、CuBr 3 mg、N, N, N', N'', N''' - ペンタメチルジエチレントリアミン 3 mg と共にトルエン 0.2 mL に溶解させ、凍結脱気を3回繰り返した後、窒素下 110 にて8時間重合を行った。マクロイニシエーターと同様に精製を行った後、50 にて12時間、油回転真空ポンプにより減圧乾燥させた。その結果、薄緑色のブロック共重合体 0.2 g を得た。

10

【0058】

得られたブロック共重合体の赤外分光分析及び ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR によるスペクトル測定を行うことにより、単量体Aのユニットと単量体Bのユニットとを基本単位とするブロック共重合体であることを確認した。このブロック共重合体をテトラヒドロフランに溶解させ、ポリスチレンで校正したゲルパーミエーションクロマトグラフィーで分析した結果、数平均分子量は 20,000 であり、分子量分布は 1.10 であった。

20

【0059】

このブロック共重合体のトルエン溶液を調製し、ガラス基板上に塗布した。130 において溶媒を揮発させ、ガラス基板上に薄膜を得た。続いて150 にて30分間保持し、徐々に室温まで戻した後に得られた薄膜の偏光顕微鏡観察及びX線構造解析を行うことによりブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

30

【0060】

[実施例2]

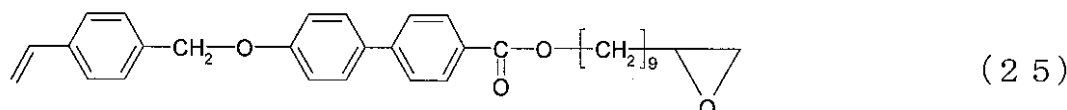
(解離平衡型リビングラジカル重合によるブロック共重合体の合成)

目的のブロック共重合体の一例として、下式に示す2種の単量体A及びCを用いた。

【0061】

【化13】

単量体A

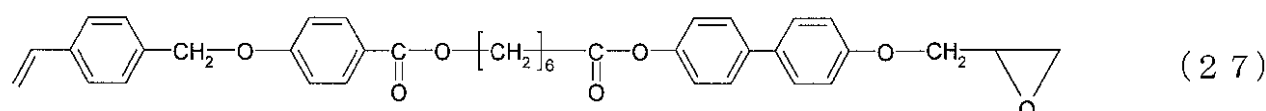


40

【0062】

【化14】

単量体C



【0063】

単量体A 0.3 g、2,2,5-トリメチル-3-(1-フェニルエトキシ)-4-

50

フェニル - 3 - アザヘキサン 3 mg 及び無水酢酸 2 mg をジクロロベンゼン 0.7 mL に溶解させた後、凍結脱気を3回繰り返し、窒素下100 にて36時間重合を行った。反応終了後、反応溶液をメタノール 30 mL に投入し、再沈殿を行った。得られた重合体をメチレンクロライド 1 mL に再溶解させ、メタノール 30 mL に投入することにより十分洗浄した。次に、減圧下、室温にて24時間乾燥させることによりマクロイニシエーター 0.2 g を得た。続いてマクロイニシエーター 0.1 g を、単量体 C 0.3 g、無水酢酸 2 mg と共にジクロロベンゼン 1 mL に溶解させ、凍結脱気を3回繰り返すことにより酸素を除去した。続いて、窒素下100 にて36時間重合を行った後、マクロイニシエーターと同様の精製を行うことにより、単量体 A のユニットの繰り返し単位数 25、単量体 B のユニットの繰り返し単位数 25 からなるブロック共重合体を得た。

10

【0064】

得られたブロック共重合体の赤外分光分析及び¹H - NMR、¹³C - NMRによるスペクトル測定を行うことにより、単量体 A のユニットと単量体 B のユニットを基本単位とするブロック共重合体であることを確認した。このブロック共重合体をテトラヒドロフランに溶解させ、ポリスチレンで校正したゲルパーミエーションクロマトグラフィーで分析した結果、数平均分子量は25,000であり、分子量分布は1.26であった。

【0065】

このブロック共重合体のトルエン溶液を調製し、ガラス基板上に塗布した。続いて、150 にて30分間保持し、徐々に室温まで戻した後に得られた薄膜の偏光顕微鏡観察及びX線構造解析を行うことによりブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

20

【0066】

[実施例3]

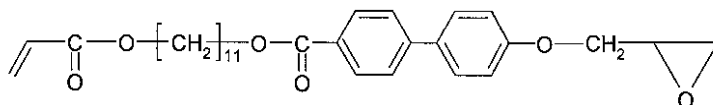
(解離平衡型リビングラジカル重合によるブロック共重合体の合成)

目的のブロック共重合体の一例として、下式に示す2種の単量体 B 及び C を用いた。

【0067】

【化15】

単量体 B



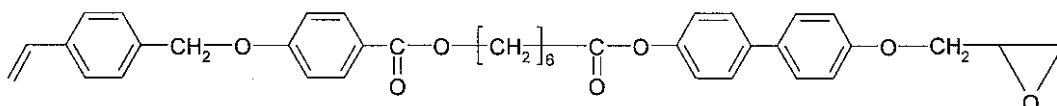
(26)

30

【0068】

【化16】

単量体 C



(27)

40

【0069】

単量体 B 0.3 g、2,2,5-トリメチル-3-(1-フェニルエトキシ)-4-フェニル-3-アザヘキサン 4 mg 及び2,2,5-トリメチル-4-フェニル-3-アザヘキサン-3-ニトロキシド 0.1 mg をジクロロベンゼン 0.2 mL に溶解させ、凍結脱気を3回繰り返し、窒素下125 にて48時間重合を行った。反応終了後、反応溶液をメタノール 30 mL に投入し、再沈殿を行った。得られた重合体をメチレンクロライド 1 mL に再溶解させ、メタノール 30 mL に投入することにより十分洗浄した後、減圧下室温24時間乾燥させることによりマクロイニシエーターを得た。続いてマクロイニシエーター 0.1 g を、単量体 C 0.3 g、無水酢酸 2 mg と共にジクロロベンゼン 1 mL に溶解させた。凍結脱気を3回繰り返した後、窒素下100 にて36時間重合を行った後、マクロイニシエーターと同様の精製を行うことにより、単量体 B のユ

50

ニットの繰り返し数 25、単量体 C のユニットの繰り返し数 25 からなるブロック共重合体を得た。

【0070】

得られたブロック共重合体の赤外分光分析及び¹H-NMR、¹³C-NMRによるスペクトル測定を行うことにより、単量体 B のユニットと単量体 C のユニットを基本単位とするブロック共重合体であることを確認した。このブロック共重合体をテトラヒドロフランに溶解させ、ポリスチレンで校正したゲルパーミエーションクロマトグラフィーで分析した結果、数平均分子量 25,000 であり、分子量分布は 1.26 であった。

【0071】

このブロック共重合体のトルエン溶液を調製し、ガラス基板上に塗布した。続いて、150℃にて30分間保持し、徐々に室温まで戻した後に得られた薄膜の偏光顕微鏡観察及びX線構造解析を行うことによりブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

10

【0072】

[実施例4]

実施例1で得られたブロック共重合体100重量部及び架橋剤として2-エチル-4-メチルイミダゾール(商品名:キュアゾール2E4MZ、四国化成工業(株)製)4.8重量部からなるブロック共重合体組成物に、溶剤としてメチルエチルケトン200重量部を添加し、絶縁薄膜形成用組成物を調製した。

【0073】

絶縁薄膜形成用組成物をポリエチレンテレフタレートシート上に塗布し、110℃で2時間加熱乾燥した後、塗膜面に別のポリエチレンテレフタレートシートを置いて塗膜を挟み込み、130℃で20分間真空プレスして薄膜を得た。

20

【0074】

得られた薄膜の赤外分光分析及び¹H-NMR、¹³C-NMRによるスペクトル測定を行うことにより、ブロック共重合体の側鎖末端の反応性基(エポキシ基)が反応し、架橋されていることを確認した。また、得られた薄膜の偏光顕微鏡観察及びX線構造解析を行うことによりブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

【0075】

[実施例5]

実施例4において、実施例1で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例2で得られたブロック共重合体100重量部を用い、架橋剤の配合量を5.0重量部に変えた以外は、実施例4と同様にして薄膜を作製した。

30

【0076】

実施例4と同様にして、薄膜の構造を解析したところ、ブロック共重合体の側鎖末端の反応性基(エポキシ基)が反応し、架橋されていることを確認した。また、ブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

【0077】

[実施例6]

実施例4において、実施例1で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例3で得られたブロック共重合体100重量部を用い、架橋剤の配合量を4.4重量部に変えた以外は、実施例4と同様にして薄膜を作製した。

40

実施例4と同様にして、薄膜の構造を解析したところ、ブロック共重合体の側鎖末端の反応性基(エポキシ基)が反応し、架橋されていることを確認した。また、ブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

【0078】

[実施例7~9]

実施例1で用いた2種の単量体A及びBの代わりに、表1に示す単量体P及びQを用いた以外は、実施例1と同じ方法で実施例7~9のブロック共重合体を得た。また、実施例

50

1と同じ方法で薄膜を作製し、薄膜の構造を解析したところ、ブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

【0079】

【表1】

実施例	単量体 P	単量体 Q
7		
8		
9		

10

20

【0080】

[実施例10]

実施例4において、実施例1で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例9で得られたブロック共重合体100重量部を用い、架橋剤の配合量を5.1重量部に変えた以外は、実施例4と同様にして薄膜を得た。

【0081】

実施例4と同様にして、薄膜の構造を解析したところ、ブロック共重合体の側鎖末端の反応性基（エポキシ基）が反応し、架橋されていることを確認した。また、ブロック共重合体の液晶性側鎖基の配向による秩序構造の形成が明らかになった。

30

【0082】

[実施例11]

実施例1で得られたブロック共重合体100重量部及び架橋剤として2-エチル-4-メチルイミダゾール（商品名：キュアゾール2E4MZ、四国化成工業（株）製）4.8重量部からなるブロック共重合体組成物に対して、熱伝導性充填剤としての窒化ホウ素粒子（電気化学工業社製、グレードSGP平均粒子径18μm）を含有量が50容量%となるように混合した後、溶剤としてメチルエチルケトン200重量部を添加し、絶縁組成物を調製した。

【0083】

絶縁組成物をポリエチレンテレフタレートシート上に塗布し、110で2時間加熱乾燥した後、塗膜面に別のポリエチレンテレフタレートシートを置いて挟み込み、130で20分間真空プレスし、厚さ100μmの絶縁シートを得た。

40

【0084】

[実施例12]

実施例11において、実施例1で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例2で得られたブロック共重合体100重量部を用い、架橋剤の配合量を5.0重量部に変えた以外は、実施例11と同様にして絶縁シートを得た。

【0085】

[実施例13]

実施例11において、実施例1で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例3で得

50

られたブロック共重合体 100 重量部を用い、架橋剤の配合量を 4.4 重量部に変えた以外は、実施例 11 と同様にして絶縁シートを得た。

【0086】

[実施例 14]

実施例 11 において、実施例 1 で得られたブロック共重合体の代わりに、実施例 9 で得られたブロック共重合体 100 重量部を用い、架橋剤の配合量を 5.1 重量部に変えた以外は、実施例 11 と同様にして絶縁シートを得た。

【0087】

[比較例 1 ~ 3]

実施例 1 で用いた単量体 A、B 及び実施例 2 で用いた単量体 C それぞれを、ホモポリマー用モノマーとして用いた以外は、実施例 1 と同じ方法で合成を行い、比較例 1 ~ 3 のホモポリマーを得た。

【0088】

実施例 1 と同じ方法で薄膜を作製し、薄膜の構造を解析したところ、ホモポリマーでは実施例のブロック共重合体に比べて、液晶側鎖基の広範囲における配向性は乏しく、高い構造秩序性は得られないことが明らかになった。

【0089】

実施例 1 ~ 14 及び比較例 1 ~ 3 において得られた薄膜及び絶縁シートについて、レーザーフラッシュ法熱定数測定装置 (L F / T C M - F A 8 5 1 0 B 株式会社理学電機製) によって、各シートの厚み方向における熱拡散率及び比熱を測定し、さらに水中置換法により各シートの密度を測定した。得られた各測定値より各シートの厚さ方向における熱伝導率を算出した (熱伝導率 = 熱拡散率 × 比熱 × 密度) 。

【0090】

【表 2】

表 2

	実施例(薄膜)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
熱伝導率 W/(m·K)	0.56	0.48	0.45	0.87	0.79	0.72	0.49	0.44	0.51	0.82
液晶構造 の配向性	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○	◎

【0091】

【表 3】

表 3

	実施例(絶縁シート)			
	11	12	13	14
熱伝導率 W/(m·K)	5.89	5.77	5.48	5.81
液晶構造 の配向性	○	○	○	○

【0092】

【表 4】
表 4

	比較例(薄膜)		
	1	2	3
熱伝導率 W/(m·K)	0.19	0.23	0.17
液晶構造 の配向性	×	×	×

10

【 0 0 9 3 】

表 2 ~ 4 の結果から明らかなように、実施例のブロック共重合体は、ブロック共重合体内の液晶構造の配向性を高めたことにより、極めて高い熱伝導率を有することが示された。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
H 0 1 B 17/56	(2006.01)	H 0 1 B 3/00	G	
		H 0 1 B 17/56	A	

(74)代理人 100122437

弁理士 大宅 一宏

(74)代理人 100147566

弁理士 上田 俊一

(72)発明者 信時 英治

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 三村 研史

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 柿本 雅明

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 国立大学法人東京工業大学内

(72)発明者 漆畑 廣明

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 国立大学法人東京工業大学内

(72)発明者 早川 晃鏡

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 国立大学法人東京工業大学内

(72)発明者 前田 利菜

東京都目黒区大岡山2丁目12番1号 国立大学法人東京工業大学内

Fターム(参考) 4J002 BP011 BP031 CC042 CC062 DA017 DA027 DA037 DA077 DA087 DA097
 DA116 DE077 DE097 DE107 DE137 DE147 DF017 DJ007 DK007 DL007
 EB116 EF126 EN046 EN076 EN106 EN126 EQ016 EQ026 ER026 EU106
 EV216 EV296 EW016 EY016 EZ006 FD017 FD142 FD146 FD207 GQ01
 GT00
 4J026 HA06 HA11 HA27 HA32 HA38 HB06 HB11 HB27 HB32 HB38
 HB45 HB48 HE01
 5G303 AA07 AB20 BA02 CA01 CA02 CA09 CC01 CC02 CC06
 5G333 AA03 AB12 CB11 DA03 DA11 DA21