

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6364024号  
(P6364024)

(45) 発行日 平成30年7月25日(2018.7.25)

(24) 登録日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(51) Int.Cl.		F I	
CO8L	67/02	(2006.01)	CO8L 67/02
CO8K	3/28	(2006.01)	CO8K 3/28
CO8K	3/22	(2006.01)	CO8K 3/22
CO8K	3/04	(2006.01)	CO8K 3/04

請求項の数 9 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2015-551446 (P2015-551446)	(73) 特許権者	000000941 株式会社カネカ 大阪府大阪市北区中之島二丁目3番18号
(86) (22) 出願日	平成26年11月13日(2014.11.13)	(74) 代理人	110000338 特許業務法人HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/080115	(72) 発明者	吉原 秀輔 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ大阪工場内
(87) 国際公開番号	W02015/083523	(72) 発明者	宇夫方 昌二 大阪府摂津市鳥飼西5-1-1 株式会社カネカ大阪工場内
(87) 国際公開日	平成27年6月11日(2015.6.11)		
審査請求日	平成29年9月21日(2017.9.21)		
(31) 優先権主張番号	特願2013-251286 (P2013-251286)		
(32) 優先日	平成25年12月4日(2013.12.4)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

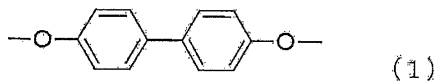
(54) 【発明の名称】 高熱伝導性樹脂組成物、それを含有する放熱・伝熱用樹脂材料および熱伝導膜

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主鎖の構造が下記一般式(1)

【化1】



で表されるピフェニル基を有するユニット(A)40~60モル%、

下記一般式(2)



(式中、R<sub>1</sub>は主鎖原子数2~18の、分岐を含んでもよい2価の直鎖状置換基を示す。)

で表されるユニット(B)5~40モル%、および

下記一般式(3)



(式中、R<sub>2</sub>は主鎖原子数4~20の、分岐を含んでもよく、R<sub>1</sub>より主鎖原子数の数が多い2価の直鎖状置換基を示す。)

で表されるユニット(C)5~40モル%(ただしユニット(A)、(B)、および(C)の合計を100モル%とする)を含むことを特徴とし、樹脂単体の熱伝導率が0.4W/(m・K)以上である樹脂と、1W/(m・K)以上の熱伝導率を有する無機充填材とを含有することを特徴とする樹脂組成物。

## 【請求項 2】

前記樹脂の  $R_1$  および  $R_2$  に相当する部分が直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖である、請求項 1 に記載の樹脂組成物。

## 【請求項 3】

前記樹脂の  $R_1$  および  $R_2$  に相当する部分の主鎖原子数が偶数である、請求項 1 または 2 のいずれかに記載の樹脂組成物。

## 【請求項 4】

前記樹脂の  $R_1$  および  $R_2$  に相当する部分の主鎖原子数  $m$  および  $n$  が下記一般式 (4) を満たす、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

$$n - m \leq 4 \quad (4)$$

10

## 【請求項 5】

前記樹脂の数平均分子量が 3000 ~ 70000 である、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

## 【請求項 6】

前記無機充填材が、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、およびダイヤモンドからなる群より選ばれる 1 種以上の電気絶縁性高熱伝導性無機化合物であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

## 【請求項 7】

前記無機充填材が、グラファイト、カーボンナノチューブ、導電性金属粉、軟磁性フェライト、炭素繊維、導電性金属繊維、および酸化亜鉛からなる群より選ばれる 1 種以上の導電性高熱伝導性無機化合物であることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

20

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の樹脂組成物を含有する放熱・伝熱用樹脂材料。

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の樹脂組成物を含有する熱伝導膜。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、熱伝導性に優れ、薄肉かつ柔軟性を有する成形体に加工可能な樹脂組成物、それを含有する放熱・伝熱用樹脂材料および熱伝導膜に関する。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

樹脂組成物をパソコンやディスプレイの筐体、電子デバイス材料、自動車の内外装など種々の用途に使用する際、プラスチックは金属材料など無機物と比較して熱伝導性が低いため、発生する熱を逃がしづらいことが問題になることがある。このような課題を解決するため、高熱伝導性無機物を大量に樹脂中に配合することで、高熱伝導性樹脂組成物を得ようとする試みが広くなされている。そのためには、グラファイト、炭素繊維、アルミナ、窒化ホウ素等の高熱伝導性無機物を、通常は 30 vol% 以上、さらには 50 vol% 以上もの高含有量で樹脂中に配合する必要がある。しかしながら、無機物を大量に配合すると、樹脂組成物の比重が大きくなり、成形加工性が悪化するなどのデメリットを生じる。さらには樹脂単体の熱伝導性が低いために、無機物を大量に配合しても樹脂組成物の熱伝導率の向上には限界があった。そこで樹脂単体の熱伝導性の向上が求められていた。

40

## 【0003】

樹脂単体の熱伝導性が優れた熱硬化性樹脂としては、例えば、特許文献 1 に記載のエポキシ樹脂が報告されている。該樹脂は、ある程度熱伝導性を有する一方、分子構造が複雑であり、製造が困難であった。特許文献 2 に記載のエポキシ樹脂は合成が比較的簡便であるが、熱伝導率が不十分であった。

## 【0004】

50

一方、熱可塑性樹脂については、特許文献3に、熱液晶性ポリエステルを流動場、せん断場、磁場、及び電場から選ばれる少なくとも一種の外場によって配向させることで、熱液晶性ポリエステルの配向方向に熱伝導性が高い樹脂成形体が記載されている。該樹脂成形体は一軸方向について熱伝導性が高いが、他の二軸方向は熱伝導性が低く、また、所望の熱伝導率を得るには、磁場の場合、少なくとも3テスラ以上の磁束密度を必要とし、製造が困難であった。

【0005】

樹脂単体の熱伝導性が優れた熱可塑性樹脂としては、特許文献4～6に、メソゲン基と屈曲鎖との交互重縮合体が記載されている。これらポリエステルはメソゲン基を含有することと、その秩序正しい分子構造とから高結晶性であり、高い熱伝導率を示すことが知られていたが、一方で固くて脆い性質があり、特に薄肉の膜状成形体への成形加工性の向上が求められていた。非特許文献1にはメソゲン基であるビフェノールと2種類の脂肪族ジカルボン酸とのランダム共重合ポリエステルについて、その相転移温度や結晶性について調べられている。ここでは共重合で分子構造を乱すことによって結晶性が大きく低下するが、スメクチック液晶性を維持することが記載されている。しかし、これらポリエステルを熱伝導材料用途に使用すること、またはこれらポリエステルに熱伝導性の無機充填材を配合した組成物については一切記載がなく、機械的物性についても記載がない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】国際公開公報「国際公開番号WO2002/094905号公報（公開日：2002年11月28日）」

【特許文献2】国際公開公報「国際公開番号WO2006/120993号公報（公開日：2006年11月16日）」

【特許文献3】日本国公開特許公報「特開2008-150525号公報（公開日：2008年7月3日）」

【特許文献4】国際公開公報「国際公開番号WO2010/050202号公報（公開日：2010年5月6日）」

【特許文献5】国際公開公報「国際公開番号WO2011/132389号公報（公開日：2011年10月27日）」

【特許文献6】国際公開公報「国際公開番号WO2011/132390号公報（公開日：2011年10月27日）」

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】Macromolecules, vol17, P2288 (1984)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、熱伝導性に優れ、薄肉かつ柔軟性を有する成形体に加工可能な樹脂組成物、それを含有する放熱・伝熱用樹脂材料および熱伝導膜を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、鋭意検討を重ねた結果、ビフェノールと2価の直鎖状ユニットを2種類ランダム共重合した特定構造の液晶性樹脂が、低結晶性であるにもかかわらず樹脂単体の熱伝導率が高く、さらに1W/(m・K)以上の熱伝導率を有する無機充填材を含有した樹脂組成物が高熱伝導性で、薄肉かつ柔軟性を有する成形体に加工可能であることを見出し、本発明に至った。即ち、本発明は、下記1)～9)である。

【0010】

1)主鎖の構造が下記一般式(1)

【0011】

10

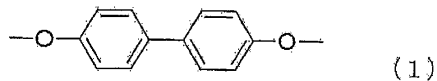
20

30

40

50

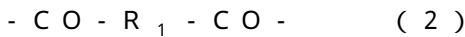
## 【化 1】



## 【0012】

で表されるビフェニル基を有するユニット(A)40～60モル%、

下記一般式(2)



(式中、 $R_1$ は主鎖原子数2～18の、分岐を含んでもよい2価の直鎖状置換基を示す。 10

)で表されるユニット(B)5～40モル%、および

下記一般式(3)



(式中、 $R_2$ は主鎖原子数4～20の、分岐を含んでもよく、 $R_1$ より主鎖原子数の数が多い2価の直鎖状置換基を示す。)

で表されるユニット(C)5～40モル%(ただしユニット(A)、(B)、および(C)の合計を100モル%とする)を含むことを特徴とし、樹脂単体の熱伝導率が $0.4W/(m \cdot K)$ 以上である樹脂と、 $1W/(m \cdot K)$ 以上の熱伝導率を有する無機充填材とを含有することを特徴とする樹脂組成物。 20

## 【0013】

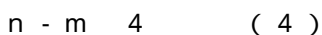
2)前記樹脂の $R_1$ および $R_2$ に相当する部分が直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖である、1)に記載の樹脂組成物。 20

## 【0014】

3)前記樹脂の $R_1$ および $R_2$ に相当する部分の主鎖原子数が偶数である、1)または2)のいずれかに記載の樹脂組成物。

## 【0015】

4)前記樹脂の $R_1$ および $R_2$ に相当する部分の主鎖原子数 $m$ および $n$ が下記一般式(4)を満たす、1)～3)のいずれか一項に記載の樹脂組成物。



5)前記樹脂の数平均分子量が3000～70000である、1)～4)のいずれか一項に記載の樹脂組成物。 30

## 【0016】

6)前記無機充填材が、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム、およびダイヤモンドからなる群より選ばれる1種以上の電気絶縁性高熱伝導性無機化合物であることを特徴とする、1)～5)のいずれか一項に記載の樹脂組成物。

## 【0017】

7)前記無機充填材が、グラファイト、カーボンナノチューブ、導電性金属粉、軟磁性フェライト、炭素繊維、導電性金属繊維、および酸化亜鉛からなる群より選ばれる1種以上の導電性高熱伝導性無機化合物であることを特徴とする、1)～5)のいずれか一項に記載の樹脂組成物。 40

## 【0018】

8)1)～7)のいずれか一項に記載の樹脂組成物を含有する放熱・伝熱用樹脂材料。

## 【0019】

9)1)～7)のいずれか一項に記載の樹脂組成物を含有する熱伝導膜。

## 【発明の効果】

## 【0020】

本発明の樹脂組成物は、優れた熱伝導性を有し、薄肉かつ柔軟な成形体へ加工可能である。

## 【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】柔軟性評価の際の、膜状サンプルの角度

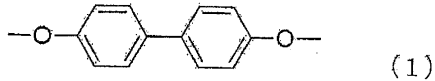
【発明を実施するための形態】

【0022】

本発明の樹脂組成物は主鎖の構造が下記一般式(1)

【0023】

【化2】



10

【0024】

で表されるビフェニル基を有するユニット(A)40~60モル%、

下記一般式(2)

(式中、 $R_1$ は主鎖原子数2~18の、分岐を含んでもよい2価の直鎖状置換基を示す。

)で表されるユニット(B)5~40モル%、および

下記一般式(3)

(式中、 $R_2$ は主鎖原子数4~20の、分岐を含んでもよく、 $R_1$ より主鎖原子数の数が多い2価の直鎖状置換基を示す。)

20

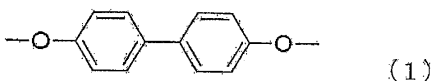
で表されるユニット(C)5~40モル%(ただしユニット(A)、(B)、および(C)の合計を100モル%とする)を含むことを特徴とし、樹脂単体の熱伝導率が $0.4 W / (m \cdot K)$ 以上である樹脂と、 $1 W / (m \cdot K)$ 以上の熱伝導率を有する無機充填材とを含有することを特徴とする。

【0025】

また、本発明の樹脂組成物は主鎖の構造が下記一般式(1)

【0026】

【化3】

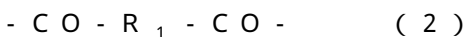


30

【0027】

で表されるビフェニル基を有するユニット(A)40~60モル%、

下記一般式(2)

(式中、 $R_1$ は主鎖原子数2~18の、分岐を含んでもよい2価の直鎖状置換基を示す。

)で表されるユニット(B)5~40モル%、および

下記一般式(3)

(式中、 $R_2$ は主鎖原子数4~20の、分岐を含んでもよく、 $R_1$ より主鎖原子数の数が多い2価の直鎖状置換基を示す。)

40

で表されるユニット(C)5~40モル%(ただしユニット(A)、(B)、および(C)の合計を100モル%とする)からなることを特徴とし、樹脂単体の熱伝導率が $0.4 W / (m \cdot K)$ 以上である樹脂と、 $1 W / (m \cdot K)$ 以上の熱伝導率を有する無機充填材とを含有するものであってもよい。

【0028】

本発明の前記樹脂の共重合するユニット(B)と(C)のモル比(B)/(C)は、好ましくは $8/1 \sim 1/8$ であり、より好ましくは $6/1 \sim 1/4$ であり、さらに好ましくは $4/1 \sim 1/2$ であり最も好ましくは $3/1 \sim 1/1$ である。上記モル比が $8/1 \sim 1/8$ である場合は、樹脂の結晶性の増大が抑制され、それにより樹脂が脆くなりやすく、

50

薄肉成形の柔軟性の確保が容易になるという観点から好ましい。また主鎖原子数が少ないユニット（B）の共重合比率をユニット（C）よりも大きくすることは、樹脂の等方相への転移温度が高くなり、樹脂の耐熱性を高くできるため好ましい。

#### 【0029】

本発明の前記樹脂は、加熱時にスメクチック液晶相を示すことが好ましい。液晶相を示す樹脂とは、樹脂が加熱された際に、ある温度から液晶相を示すものの総称である。液晶の種類として代表的なものにネマチック液晶とスメクチック液晶がある。ネマチック液晶は、構成分子が配向秩序を持つが、三次元的な位置秩序をもたない。一方スメクチック液晶は、分子の並び方が分子軸に概ね並行に連なり、更に並行に連なった部分の重心が同一平面上にあるような層構造を有する。スメクチック液晶は直交偏光下の顕微鏡観察では短棒状（batonets）組織、モザイク組織、扇状組織等の特有のパターンを示すことが知られている。スメクチック液晶分子または樹脂の熱物性としては、一般的に昇温過程において、固相からスメクチック液晶相への転移点（以下 $T_S$ ）とスメクチック液晶相から等方相への転移点（以下 $T_I$ ）を示す。物質によっては $T_I$ より低い温度にてスメクチック液晶相からネマチック液晶相への転移点（以下 $T_N$ ）を示す場合もある。これらの相転移点は示差走査熱量（DSC）測定の上昇過程において吸熱ピークのピークトップとして確認できる。

10

#### 【0030】

樹脂の結晶性の大小関係は、DSC測定の上昇過程における固相から液晶相への吸熱ピークの相転移エンタルピー（ $H$ ）で判断できる。 $H$ が大きいほど結晶化度が高い。本発明の樹脂は異なる主鎖原子数のユニット（B）および（C）を共重合するために、分子構造の秩序性が低下し結晶化度が低下するにもかかわらず、樹脂単体の熱伝導率は高く、熱伝導性の無機充填材を配合した際には熱伝導率が飛躍的に向上することを見出した。これは共重合によっても液晶化度の低下はわずかであり、分子鎖が配向したミクロンオーダーの異方的なドメインを形成しうること、またこのドメインが無機充填材間の良好な熱伝導パスとして機能するためであると考えられる。

20

#### 【0031】

本発明の前記樹脂の末端構造は特に限定されないが、他の樹脂との相溶性を高める目的、または他の多官能の反応性基を有する化合物を硬化剤にして耐ハンダリフロー性を有する硬化性樹脂とする目的で、樹脂の末端をカルボキシル基とすることができる。この際分子鎖の全末端に対するカルボキシル基の割合は60モル%以上であり、好ましくは70モル%以上であり、より好ましくは80モル%以上であり、最も好ましくは90モル%以上である。一方で樹脂の耐加水分解性、長期耐熱性を高めるために末端を一官能の低分子化合物で封止することができる。この際分子鎖の全末端に対する封止率は60%以上であり、好ましくは70%以上であり、より好ましくは80%以上であり、最も好ましくは90%以上である。

30

#### 【0032】

樹脂の末端封止率は、樹脂の封止された末端官能基および封止されていない末端官能基の数をそれぞれ測定し、下記の式（5）により求めることができる。各末端基の数は $^1\text{H-NMR}$ により、各末端基に対応する特性シグナルの積分値より求めるのが精度、簡便さの点で好ましい。末端封止率（%）= [封止された末端官能基数] / ([封止された末端官能基数] + [封止されていない末端官能基数]) . . . (5)

40

末端封止剤としては、樹脂の熱伝導性を高める観点から炭素数1~20のモノアミン、または脂肪族モノカルボン酸が好ましく、炭素数1~20の脂肪族モノカルボン酸がより好ましく、炭素数10~20の脂肪族モノカルボン酸がさらに好ましい。脂肪族モノカルボン酸の具体例としては、酢酸、プロピオン酸、酪酸、吉草酸、カプロン酸、カプリル酸、ラウリン酸、トリデカン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸、ピバリン酸、イソ酪酸等の脂肪族モノカルボン酸、およびこれらの任意の混合物などを挙げることができる。これらのなかでも、樹脂の熱伝導性を特に高める点から、ミリスチン酸、パルミチン酸、ステアリン酸がより好ましい。モノアミンの具体例としては、メチルアミン、エ

50

チルアミン、プロピルアミン、ブチルアミン、ヘキシルアミン、オクチルアミン、デシルアミン、ステアリルアミン、ジメチルアミン、ジエチルアミン、ジブチルアミン、ジブチルアミン等の脂肪族モノアミン、およびこれらの任意の混合物などを挙げることができる。これらのなかでも、反応性、高沸点、封止末端の安定性および価格などの点から、ブチルアミン、ヘキシルアミン、オクチルアミン、デシルアミン、ステアリルアミン、シクロヘキシルアミンがより好ましい。

#### 【0033】

本発明の前記樹脂の樹脂単体の熱伝導率は等方的な成形体についての物性値として  $0.4 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であり、好ましくは  $0.5 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であり、さらに好ましくは  $0.6 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であり、特に好ましくは  $0.7 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上であり、最も好ましくは  $0.8 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上である。熱伝導率の上限は特に制限されず、高ければ高いほど好ましいが、成形時に磁場、電圧印加、ラビング、延伸等の物理的処理を施さなければ、一般的には  $30 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下、さらには  $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下となる。

10

#### 【0034】

ここでいう樹脂単体の熱伝導率は、樹脂単体を熱伝導率測定装置で直接測定した値である。または等方的な性質をもつ無機充填材を  $40 \text{ vol} \%$  以下含有する樹脂組成物の熱伝導率を直接測定し、下記の式(6)(Bruggemanの理論式)から樹脂マトリックスの熱伝導率を計算した値を樹脂単体の熱伝導率としてもよい。

$$1 - V = \left\{ \frac{c - f}{m - f} \right\} \times \left( \frac{m}{c} \right)^{1/3} \quad (6)$$

20

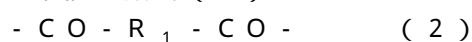
ここで  $V$  は無機充填材の体積含有量 ( $0 < V < 1$ )、 $c$  は樹脂組成物の熱伝導率、 $f$  は無機充填材の熱伝導率、 $m$  は樹脂単体の熱伝導率である。従って、 $V$ 、 $c$ 、および  $f$  がわかれば  $m$  が計算できる。

#### 【0035】

熱伝導率が等方的であるか否かを測定する方法としては、例えば樹脂および樹脂組成物を厚み  $1 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$  の円板状に成形し、レーザーフラッシュ法熱伝導率測定装置(NETZSCH社製 LFA 447)により、室温大気中における厚み方向、面方向の熱伝導率を別々に測定する方法が考えられる。これら熱伝導率がほぼ等しい場合、成形体は等方的である。

#### 【0036】

下記一般式(2)



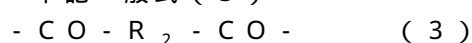
中の  $\text{R}_1$  は、主鎖原子数  $2 \sim 18$  の、分岐を含んでもよい2価の直鎖状置換基を表す。ここで主鎖原子数とは主鎖骨格の原子の数であり、例えば  $-\text{R}_1-$  が  $-(\text{CH}_2)_8-$  である場合、主鎖原子数は炭素原子の数として8となる。熱伝導率が高くなることから、 $\text{R}_1$  は分岐を含まない直鎖状置換基であることが好ましく、さらには分岐を含まない直鎖の脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。また、 $\text{R}_1$  は飽和でも不飽和でもよいが、飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。 $\text{R}_1$  が不飽和結合を含まない場合には、樹脂は十分な屈曲性を得ることができ、高い熱伝導率を有する樹脂が得られ易くなる。 $\text{R}_1$  は炭素数  $2 \sim 18$  の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましく、炭素数  $4 \sim 16$  の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることがより好ましく、特に炭素数  $8 \sim 14$  の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。 $\text{R}_1$  の主鎖原子数は偶数であることが好ましい。 $\text{R}_1$  の主鎖原子数が偶数の場合には、微視的な分子の配向性が低下せず、高い熱伝導率を有する樹脂を得られ易くなる。特に耐熱性および熱伝導性の優れる樹脂が得られるという観点から、 $\text{R}_1$  は  $-(\text{CH}_2)_8-$ 、 $-(\text{CH}_2)_{10}-$ 、および  $-(\text{CH}_2)_{12}-$  から選ばれる1種であることが好ましい。

30

40

#### 【0037】

下記一般式(3)



中の  $\text{R}_2$  は、主鎖原子数  $4 \sim 20$  の、分岐を含んでもよく、 $\text{R}_1$  より主鎖原子数の数が多

50

い2価の直鎖状置換基を表し、熱伝導率が高くなることから分岐を含まない直鎖状置換基であることが好ましく、さらには分岐を含まない直鎖の脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。また、 $R_2$ は飽和でも不飽和でもよいが、飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。 $R_2$ が不飽和結合を含まない場合には、樹脂は十分な屈曲性を得ることができ、高い熱伝導率を有する樹脂が得られ易くなる。 $R_2$ は炭素数4~20の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましく、炭素数8~18の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることがより好ましく、特に炭素数10~18の直鎖の飽和脂肪族炭化水素鎖であることが好ましい。 $R_1$ の主鎖原子数は偶数であることが好ましい。 $R_1$ の主鎖原子数が偶数の場合には、微視的な分子の配向性が低下せず、高い熱伝導率を有する樹脂を得られ易くなる。

10

## 【0038】

$R_1$ と $R_2$ の主鎖原子数の違いが大きいほど結晶性が低下し薄肉成形の加工性及びその成形体の柔軟性が増す。特に結晶性が低下し柔軟性に優れる樹脂が得られるという観点から、 $R_1$ および $R_2$ に相当する部分の主鎖原子数 $m$ および $n$ 、言い換えれば $R_1$ に相当する部分の主鎖原子数 $m$ および $R_2$ に相当する部分の主鎖原子数 $n$ が下記一般式(4)を満たすことが好ましい。

$$n - m = 4 \quad (4)$$

一般式(4)を満たす $R_2$ の具体的なものとして化学的安定性、入手性の観点から $-(CH_2)_{10}-$ 、 $-(CH_2)_{12}-$ 、および $-(CH_2)_{18}-$ から選ばれる1種であることが好ましい。

20

## 【0039】

本発明の前記樹脂は、その効果の発揮を失わない程度に他のモノマーを共重合して構わない。例えば芳香族ヒドロキシカルボン酸、芳香族ジカルボン酸、芳香族ジオール、芳香族ヒドロキシアミン、芳香族ジアミン、芳香族アミノカルボン酸、カプロラクタム類、カプロラクトン類、脂肪族ジカルボン酸、脂肪族ジオール、脂肪族ジアミン、脂環族ジカルボン酸、脂環族ジオール、芳香族メルカプトカルボン酸、芳香族ジチオール、芳香族メルカプトフェノールなどが挙げられる。

## 【0040】

芳香族ヒドロキシカルボン酸の具体例としては、4-ヒドロキシ安息香酸、3-ヒドロキシ安息香酸、2-ヒドロキシ安息香酸、2-ヒドロキシ-6-ナフトエ酸、2-ヒドロキシ-5-ナフトエ酸、2-ヒドロキシ-7-ナフトエ酸、2-ヒドロキシ-3-ナフトエ酸、4'-ヒドロキシフェニル-4-安息香酸、3'-ヒドロキシフェニル-4-安息香酸、4'-ヒドロキシフェニル-3-安息香酸およびそれらのアルキル、アルコキシまたはハロゲン置換体などが挙げられる。

30

## 【0041】

芳香族ジカルボン酸の具体例としては、テレフタル酸、イソフタル酸、2,6-ナフタレンジカルボン酸、1,6-ナフタレンジカルボン酸、2,7-ナフタレンジカルボン酸、4,4'-ジカルボキシビフェニル、3,4'-ジカルボキシビフェニル、4,4'-ジカルボキシターフェニル、ビス(4-カルボキシフェニル)エーテル、ビス(4-カルボキシフェノキシ)ブタン、ビス(4-カルボキシフェニル)エタン、ビス(3-カルボキシフェニル)エーテル、ビス(3-カルボキシフェニル)エタン等、およびこれらのアルキル、アルコキシまたはハロゲン置換体などが挙げられる。

40

## 【0042】

芳香族ジオールの具体例としては、例えばピロカテコール、ヒドロキノン、レゾルシン、2,6-ジヒドロキシナフタレン、2,7-ジヒドロキシナフタレン、1,6-ジヒドロキシナフタレン、3,3'-ジヒドロキシビフェニル、3,4'-ジヒドロキシビフェニル、4,4'-ジヒドロキシビフェニル、4,4'-ジヒドロキシビフェノールエーテル、ビス(4-ヒドロキシフェニル)エタン、2,2'-ジヒドロキシビナフチル等、およびこれらのアルキル、アルコキシまたはハロゲン置換体などが挙げられる。

## 【0043】

50

芳香族ヒドロキシアミンの具体例としては、4 - アミノフェノール、N - メチル - 4 - アミノフェノール、3 - アミノフェノール、3 - メチル - 4 - アミノフェノール、4 - アミノ - 1 - ナフトール、4 - アミノ - 4' - ヒドロキシビフェニル、4 - アミノ - 4' - ヒドロキシビフェニルエーテル、4 - アミノ - 4' - ヒドロキシビフェニルメタン、4 - アミノ - 4' - ヒドロキシビフェニルスルフィド、2, 2' - ジアミノピナフチルおよびこれらのアルキル、アルコキシまたはハロゲン置換体などが挙げられる。

## 【0044】

芳香族ジアミンおよび芳香族アミノカルボン酸の具体例としては、1, 4 - フェニレンジアミン、1, 3 - フェニレンジアミン、N - メチル - 1, 4 - フェニレンジアミン、N, N' - ジメチル - 1, 4 - フェニレンジアミン、4, 4' - ジアミノフェニルスルフィド(チオジアニリン)、4, 4' - ジアミノビフェニルスルホン、2, 5 - ジアミノトルエン、4, 4' - エチレンジアニリン、4, 4' - ジアミノピフェノキシエタン、4, 4' - ジアミノビフェニルメタン(メチレンジアニリン)、4, 4' - ジアミノビフェニルエーテル(オキシジアニリン)、4 - アミノ安息香酸、3 - アミノ安息香酸、6 - アミノ - 2 - ナフトエ酸、7 - アミノ - 2 - ナフトエ酸およびこれらのアルキル、アルコキシまたはハロゲン置換体などが挙げられる。

## 【0045】

脂肪族ジカルボン酸の具体例としては、シュウ酸、マロン酸、コハク酸、グルタル酸、アジピン酸、ピメリン酸、スベリン酸、アゼライン酸、セバシン酸、ドデカン二酸、テトラデカン二酸、フマル酸、マレイン酸などが挙げられる。

## 【0046】

脂肪族ジアミンの具体例としては、1, 2 - エチレンジアミン、1, 3 - トリメチレンジアミン、1, 4 - テトラメチレンジアミン、1, 6 - ヘキサメチレンジアミン、1, 8 - オクタンジアミン、1, 9 - ノナンジアミン、1, 10 - デカンジアミン、1, 12 - ドデカンジアミンなどが挙げられる。

## 【0047】

脂環族ジカルボン酸、脂肪族ジオールおよび脂環族ジオールの具体例としては、ヘキサヒドロテレフタル酸、トランス - 1, 4 - シクロヘキサンジオール、シス - 1, 4 - シクロヘキサンジオール、トランス - 1, 4 - シクロヘキサンジメタノール、シス - 1, 4 - シクロヘキサンジメタノール、トランス - 1, 3 - シクロヘキサンジオール、シス - 1, 2 - シクロヘキサンジオール、トランス - 1, 3 - シクロヘキサンジメタノール、エチレングリコール、プロピレングリコール、ブチレングリコール、1, 3 - プロパンジオール、1, 2 - プロパンジオール、1, 4 - ブタンジオール、1, 6 - ヘキサンジオール、1, 8 - オクタンジオール、1, 10 - デカンジオール、1, 12 - ドデカンジオール、ネオペンチルグリコールなどの直鎖状または分鎖状脂肪族ジオールなど、ならびにそれらの反応性誘導体が挙げられる。

## 【0048】

芳香族メルカプトカルボン酸、芳香族ジチオールおよび芳香族メルカプトフェノールの具体例としては、4 - メルカプト安息香酸、2 - メルカプト - 6 - ナフトエ酸、2 - メルカプト - 7 - ナフトエ酸、ベンゼン - 1, 4 - ジチオール、ベンゼン - 1, 3 - ジチオール、2, 6 - ナフタレン - ジチオール、2, 7 - ナフタレン - ジチオール、4 - メルカプトフェノール、3 - メルカプトフェノール、6 - メルカプト - 2 - ヒドロキシナフタレン、7 - メルカプト - 2 - ヒドロキシナフタレンなど、ならびにそれらの反応性誘導体が挙げられる。

## 【0049】

本発明における前記樹脂の数平均分子量とはポリスチレンを標準とし、本発明における前記樹脂を p - クロロフェノールとトルエンの体積比 3 : 8 混合溶媒に 0.25 重量% 濃度となるように溶解して調製した溶液を用いて、GPC にて 80 で測定した値である。本発明における前記樹脂の数平均分子量は好ましくは 3000 ~ 70000 であり、より好ましくは 4000 ~ 60000 であり、さらに好ましくは 5000 ~ 50000 である

10

20

30

40

50

。数平均分子量が3000以上の場合、同一の一次構造を有する樹脂において、熱伝導率が $0.4\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以上になり易いという観点から好ましい。また数平均分子量が70000以下の場合、成形加工性が良好になるという観点から好ましい。本発明に関わる前記樹脂は、公知のいかなる方法で製造されても構わない。構造の制御が簡便であるという観点から、ビフェニル基の両末端に反応性官能基を有する化合物と、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ の両末端に反応性官能基を有する化合物とを反応させて製造する方法が好ましい。このような反応性官能基としては水酸基、カルボキシル基、エステル基など公知のものを使用でき、これらを反応させる条件も特に限定されない。

**【0050】**

合成が簡便であるという観点から、ビフェニル基の両末端に反応性官能基を有する化合物と、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ の両末端に反応性官能基を有する化合物の組合せについては、ビフェニル基の両末端に水酸基を有する化合物と、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ の両末端にカルボキシル基を有する化合物の組合せが好ましい。

**【0051】**

ビフェニル基の両末端に水酸基を有する化合物と、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ の両末端にカルボキシル基を有する化合物からなる樹脂の製造方法の一例としては、化合物の水酸基を無水酢酸等の低級脂肪酸を用いてそれぞれ個別に、または一括して低級脂肪酸エステルとした後、別の反応槽または同一の反応槽で、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ の両末端にカルボキシル基を有する化合物と脱低級脂肪酸重縮合反応させる方法が挙げられる。重縮合反応は、実質的に溶媒の存在しない状態で、通常 $220\sim 330$ 、好ましくは $240\sim 310$ の温度で、窒素等の不活性ガスの存在下、常圧または減圧下に、 $0.5\sim 5$ 時間行われる。反応温度が $220$ 以上である場合は、反応が早く進行するという観点から好ましく、 $330$ 以下の場合、分解等の副反応が起こりにくくなるという観点から好ましい。減圧下で反応させる場合は段階的に減圧度を高くすることが好ましい。段階的に減圧度を高くすることは、直鎖状置換基 $R_1$ および $R_2$ を有するモノマーが揮発することを防ぎ易くなり、それによって、望む組成、または分子量の樹脂が得られ易くなることから好ましい。到達真空度は $40\text{ Torr}$ 以下が好ましく、 $30\text{ Torr}$ 以下がより好ましく、 $20\text{ Torr}$ 以下がさらに好ましく、 $10\text{ Torr}$ 以下が特に好ましい。真空度が $40\text{ Torr}$ 以下の場合、十分に脱酸が進行し易く、重合時間が短縮されるため好ましい。多段階の反応温度を採用してもかまわないし、場合により昇温中あるいは最高温度に達したらすぐに反応生成物を溶融状態で抜き出し、回収することもできる。得られた樹脂はそのまま使用してもよいし、未反応原料を除去する、または、物性をあげる意味から固相重合を行なうこともできる。固相重合を行なう場合には、得られた樹脂を $3\text{ mm}$ 以下、好ましくは $1\text{ mm}$ 以下の粒径の粒子に機械的に粉碎し、固相状態のまま $100\sim 350$ で窒素等の不活性ガス雰囲気下、または減圧下に $1\sim 30$ 時間処理することが好ましい。樹脂粒子の粒径を $3\text{ mm}$ 以下とすることによって、十分な処理が行われ、物性上の問題が発生し難くなる。固相重合時の処理温度や昇温速度は、樹脂粒子どうしが融着を起こさないように選ぶことが好ましい。

**【0052】**

本発明における前記樹脂の製造に用いられる低級脂肪酸の酸無水物としては、炭素数 $2\sim 5$ 個の低級脂肪酸の酸無水物、例えば無水酢酸、無水プロピオン酸、無水モノクロル酢酸、無水ジクロル酢酸、無水トリクロル酢酸、無水モノプロム酢酸、無水ジプロム酢酸、無水トリプロム酢酸、無水モノフルオロ酢酸、無水ジフルオロ酢酸、無水トリフルオロ酢酸、無水酪酸、無水イソ酪酸、無水吉草酸、無水ピバル酸等が挙げられるが、無水酢酸、無水プロピオン酸、無水トリクロル酢酸が特に好適に用いられる。低級脂肪酸の酸無水物の使用量は、用いるモノマーが有する水酸基等の官能基の合計に対し $1.01\sim 1.5$ 倍当量、好ましくは $1.02\sim 1.2$ 倍当量である。 $1.01$ 倍当量未満である場合、低級脂肪酸の酸無水物が揮発することによって、水酸基等の官能基が低級脂肪酸の無水物と反応しきらないことがあり、低分子量の樹脂が得られることがある。

**【0053】**

本発明の前記樹脂の製造には触媒を使用してもよい。触媒としては、従来からポリエステル重合用触媒として公知のものを使用することができ、例えば、酢酸マグネシウム、酢酸第一錫、テトラブチルチタネート、酢酸鉛、酢酸ナトリウム、酢酸カリウム、三酸化アンチモン等の金属塩触媒、N,N-ジメチルアミノピリジン、N-メチルイミダゾール等の有機化合物触媒を挙げることができる。前記触媒の添加量としては、樹脂の総重量に対し、通常、 $0.1 \times 10^{-2} \sim 100 \times 10^{-2}$ 重量%、好ましくは $0.5 \times 10^{-2} \sim 50 \times 10^{-2}$ 重量%、さらに好ましくは $1 \times 10^{-2} \sim 10 \times 10^{-2}$ 重量%用いられる。

【0054】

本発明においては、前記樹脂中のラメラ構造の割合が10Vol%以上であることが好ましい。ラメラ構造の割合は、30Vol%以上であることが好ましく、50Vol%以上であることがより好ましく、さらには70Vol%以上であることが特に好ましい。

10

【0055】

本発明でいうラメラ構造とは鎖状の分子が平行に並び形成する板状構造に相当する。ラメラ構造の割合が高いほど、樹脂及び樹脂組成物の熱伝導率が高くなる傾向がある。ラメラ構造が樹脂中に存在するか否かは、走査型電子顕微鏡(SEM)による観察、透過型電子顕微鏡(TEM)による観察またはX線回折によって容易に判別することができる。

【0056】

ラメラ構造の割合は、 $RuO_4$ で染色した試料を透過型電子顕微鏡(TEM)により直接観察することで算出することができる。具体的な方法として、TEM観察用の試料は、成形した厚み6mm×20mmの円柱状サンプルの一部を切り出し、 $RuO_4$ にて染色した後、マイクロトームにて作成した0.1μm厚の超薄切片を使用するものとする。作成した切片を加速電圧100kVでTEMにて観察し、得られた4万倍スケールの写真(18cm×25cm)から、ラメラ構造の領域を決定することができる。領域の境界は、ラメラ構造領域を周期的なコントラストの存在する領域とし、決定できる。ラメラ構造は深さ方向にも同様に分布していることから、ラメラ構造の割合は写真の全体の面積に対するラメラ構造領域の割合として算出することができる。

20

【0057】

本発明の樹脂組成物の熱伝導率は、好ましくは $0.4W/(m \cdot K)$ 以上であり、より好ましくは $1.0W/(m \cdot K)$ 以上、さらに好ましくは $2.0W/(m \cdot K)$ 以上、特に好ましくは $5.0W/(m \cdot K)$ 以上、最も好ましくは $10W/(m \cdot K)$ 以上である。この熱伝導率が $0.4W/(m \cdot K)$ 未満であると、電子部品から発生する熱を効率的に外部に伝えることが困難である。熱伝導率の上限は特に制限されず、高ければ高いほど好ましいが、一般的には $100W/(m \cdot K)$ 以下、さらには $80W/(m \cdot K)$ 以下のものが用いられる。本発明に用いられる前記樹脂は、優れた熱伝導性を有するため、上記の範囲の熱伝導率を有する高熱伝導性樹脂組成物を容易に得ることが可能となる。

30

【0058】

本発明の樹脂組成物は $1W/(m \cdot K)$ 以上の熱伝導率を有する無機充填材を含有する。無機充填材の使用量は、好ましくは前記樹脂と無機充填材の体積比で95:5~20:80であり、より好ましくは90:10~30:70であり、さらに好ましくは80:20~40:60であり、最も好ましくは70:30~40:60である。前記樹脂と無機充填材の体積比(前記樹脂/無機充填剤)を95/5以下とすることによって、満足な熱伝導率を有する樹脂組成物が得られ易くなる。前記樹脂と無機充填材の体積比(前記樹脂/無機充填剤)を20/80以上とすることで、得られる樹脂組成物の成形加工性が低下し難くなる。本発明に使用される前記樹脂が優れた熱伝導性を有するため、無機充填材の使用量が前記樹脂と無機充填材の体積比で95:5~70:30と少量の場合でも、樹脂組成物は優れた熱伝導性を有し、さらに同時に無機充填材の使用量が少量のために密度を下げることができる。熱伝導性に優れ、かつ密度が小さいことは電気・電子工業分野、自動車分野等さまざまな状況で放熱・伝熱用樹脂材料として用いる際に有利である。

40

【0059】

50

無機充填材としては、公知の充填材を広く使用できる。無機充填材単体での熱伝導率は好ましくは  $1 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上、より好ましくは  $10 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上、さらに好ましくは  $20 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上、特に好ましくは  $30 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上、最も好ましくは  $50 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上のものが用いられる。無機充填材単体での熱伝導率の上限は特に制限されず、高ければ高いほど好ましいが、一般的には  $3000 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下、さらには  $2500 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以下のものが好ましく用いられる。

#### 【0060】

無機充填材の形状については、種々の形状のものを適応可能である。例えば粒子状、微粒子状、ナノ粒子、凝集粒子状、チューブ状、ナノチューブ状、ワイヤ状、ロッド状、針状、板状、不定形、ラグビーボール状、六面体状、大粒子と微小粒子とが複合化した複合粒子状、液体等種々の形状が挙げられる。またこれら無機充填材は天然物であってもよいし、合成されたものであってもよい。天然物の場合、産地等には特に限定はなく、適宜選択することができる。これら無機充填材は、1種類のみを単独で用いてもよいし、形状、平均粒子径、種類、表面処理剤等が異なる2種類以上を併用してもよい。

10

#### 【0061】

無機充填材の平均粒子径は、好ましくは  $0.1 \mu\text{m} \sim 300 \mu\text{m}$ 、より好ましくは  $1 \mu\text{m} \sim 150 \mu\text{m}$ 、特に好ましくは  $10 \mu\text{m} \sim 60 \mu\text{m}$  の範囲内である。上記平均粒子径が  $0.1 \mu\text{m}$  以上の場合は、絶縁膜の熱伝導率が十分な値となり易いため好ましく、上記平均粒子径が  $300 \mu\text{m}$  以下の場合は、得られる樹脂組成物の成形加工性が悪化し難くなるため好ましい。この範囲の平均粒子径であれば、無機充填材を2種以上混合してもよく、2種類以上の異なる平均粒子径の無機充填材を混合してもよい。特に無機充填材を高充填する際には、2種類以上の異なる平均粒子径の無機充填材を好ましい比率で混合することで、樹脂組成物の熔融粘度が下げられるため好ましい。

20

#### 【0062】

樹脂組成物として特に電気絶縁性が要求されない用途に用いる場合には、無機充填材としては金属系化合物や導電性炭素化合物等が好適に用いられる。これらの中でも、熱伝導性に優れることから、グラファイト、カーボンナノチューブ、炭素繊維等の導電性炭素材料、各種金属を微粒子化した導電性金属粉、各種金属を繊維状に加工した導電性金属繊維、軟磁性フェライト等の各種フェライト類、酸化亜鉛等の金属酸化物、等の無機充填材を好適に用いることができる。

30

#### 【0063】

樹脂組成物として電気絶縁性が要求される用途に用いる場合には、無機充填材としては電気絶縁性を示す化合物が好適に用いられる。電気絶縁性とは具体的には、電気抵抗率  $1 \cdot \text{cm}$  以上のものを示すこととするが、好ましくは  $10 \cdot \text{cm}$  以上、より好ましくは  $10^5 \cdot \text{cm}$  以上、さらに好ましくは  $10^{10} \cdot \text{cm}$  以上、最も好ましくは  $10^{13} \cdot \text{cm}$  以上のものを示すのが好ましい。電気抵抗率の上限には特に制限は無いが、一般的には  $10^{18} \cdot \text{cm}$  以下である。本発明の高熱伝導性樹脂組成物から得られる成形体の電気絶縁性も上記範囲にあることが好ましい。

#### 【0064】

無機充填材のうち、電気絶縁性を示す化合物としては具体的には、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、酸化ベリリウム、酸化銅、亜酸化銅等の金属酸化物、窒化ホウ素、窒化アルミニウム、窒化ケイ素等の金属窒化物、炭化ケイ素等の金属炭化物、炭酸マグネシウムなどの金属炭酸塩、ダイヤモンド等の絶縁性炭素材料、水酸化アルミニウム、水酸化マグネシウム等の金属水酸化物が挙げられる。これらは単独あるいは複数種類を組み合わせて用いることができる。

40

#### 【0065】

これら無機充填材は、樹脂と無機化合物との界面の接着性を高めたり、作業性を容易にしたりするため、シラン処理剤等の各種表面処理剤で表面処理がなされたものであってもよい。表面処理剤としては特に限定されず、例えばシランカップリング剤、チタネートカップリング剤等従来公知のものを使用することができる。中でも、エポキシシラン等のエ

50

ポキシ基含有シランカップリング剤、アミノシラン等のアミノ基含有シランカップリング剤、ポリオキシエチレンシラン等が樹脂の物性を低下させることが少ないため好ましい。無機化合物の表面処理方法としては特に限定されず、通常の処理方法を利用できる。

#### 【0066】

本発明の樹脂組成物には、前記の無機充填材以外にも、その目的に応じて公知の充填材を広く使用することができる。樹脂単体の熱伝導率が高いために、公知の充填材の熱伝導率が10W/(m・K)未満と比較的低くても、樹脂組成物として高い熱伝導率を有する。無機充填材以外の充填材としては、例えばケイソウ土粉、塩基性ケイ酸マグネシウム、焼成クレイ、微粉末シリカ、石英粉末、結晶シリカ、カオリン、タルク、三酸化アンチモン、微粉末マイカ、二硫化モリブデン、ロックウール、セラミック繊維、アスベスト等の無機質繊維、及び、ガラス繊維、ガラスパウダー、ガラスクロス、熔融シリカ等のガラス製充填材が挙げられる。これら充填材を用いることで、例えば熱伝導性、機械強度、または耐摩耗性など樹脂組成物を応用する上で好ましい特性を向上させることが可能となる。さらに必要に応じて紙、パルプ、木材、ポリアミド繊維、アラミド繊維、ポロン繊維等の合成繊維、ポリオレフィン粉末等の樹脂粉末、等の有機充填材を併用して配合することができる。

10

#### 【0067】

本発明の樹脂組成物には、本発明の効果の発揮を失わない範囲で、エポキシ樹脂、ポリオレフィン樹脂、ビスマレイミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテル樹脂、フェノール樹脂、シリコン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、フッ素樹脂、アクリル樹脂、メラミン樹脂、ユリア樹脂、ウレタン樹脂等いかなる公知の樹脂も含有させて構わない。好ましい樹脂の具体例として、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、液晶ポリマー、ナイロン6、ナイロン6,6等が挙げられる。これら樹脂の使用量は、通常樹脂組成物に含まれる本発明の樹脂組成物中の樹脂100重量部に対し、0~10000重量部の範囲である。本発明の樹脂組成物は、金属との接着強度を高める目的で、エポキシ化合物、酸無水物化合物、アミン化合物を含有してもよい。

20

#### 【0068】

本発明の樹脂組成物には、上記樹脂や充填材以外の添加剤として、さらに目的に応じて他のいかなる成分、例えば、補強剤、増粘剤、離型剤、カップリング剤、難燃剤、耐炎剤、顔料、着色剤、その他の助剤等を本発明の効果を失わない範囲で、添加することができる。これらの添加剤の使用量は、樹脂100重量部に対し、合計で0~100重量部の範囲であることが好ましい。なお、ここで、「樹脂100重量部に対し」における樹脂とは、本発明の樹脂組成物に含まれるすべての樹脂を意味する。特に難燃剤を添加することは、樹脂組成物に難燃性を付与するため好ましい。樹脂組成物の難燃性はUL-94規格におけるV-0相当であることが大電流を取り扱う電気・電子機器において採用される条件となりうる。

30

#### 【0069】

難燃剤の使用量としては、樹脂100重量部に対し7~80重量部であることがより好ましく、10~60重量部であることがさらに好ましく、12~40重量部であることがさらに好ましい。なお、ここで、「樹脂100重量部に対し」における樹脂とは、本発明の樹脂組成物に含まれるすべての樹脂を意味する。難燃剤は各種のものが知られており、例えばシーエムシー化学発行の「高分子難燃化の技術と応用」(P149~221)等に記載された種々のものが挙げられるが、これらに限定されるわけではない。これら難燃剤のなかでも、リン系難燃剤、ハロゲン系難燃剤、無機系難燃剤を好ましく用いることができる。

40

#### 【0070】

リン系難燃剤としては、リン酸エステル、含ハロゲンリン酸エステル、縮合リン酸エステル、ポリリン酸塩、赤リンなどを挙げることができる。これらのリン系難燃剤は、1種単独で、あるいは2種以上を混合して使用しても良い。ハロゲン系難燃剤としては、具体

50

的には、臭素化ポリスチレン、臭素化ポリフェニレンエーテル、臭素化ビスフェノール型エポキシ系重合体、臭素化スチレン無水マレイン酸重合体、臭素化エポキシ樹脂、臭素化フェノキシ樹脂、デカブロモジフェニルエーテル、デカブロモビフェニル、臭素化ポリカーボネート、パークロシクロペンタデカン、臭素化架橋芳香族重合体であり、特に臭素化ポリスチレン、臭素化ポリフェニレンエーテルが好ましい。これらのハロゲン系難燃剤は1種単独で、あるいは2種以上を混合して使用しても良い。また、これらのハロゲン系難燃剤のハロゲン元素含量は15～87%であることが好ましい。

#### 【0071】

無機系難燃剤としては、具体的な例としては、水酸化アルミニウム、三酸化アンチモン、五酸化アンチモン、アンチモン酸ナトリウム、酸化錫、酸化亜鉛、酸化鉄、水酸化マグネシウム、水酸化カルシウム、硼酸亜鉛、カオリンクレー、炭酸カルシウムが挙げられる。これらの無機化合物はシランカップラーやチタンカップラーなどで処理されていても良く、1種単独で、あるいは2種以上を混合して使用しても良い。

10

#### 【0072】

本発明の樹脂組成物の製造方法としては特に限定されるものではない。例えば、上述した成分や添加剤等を乾燥させた後、単軸、2軸等の押出機のような熔融混練機にて熔融混練することにより製造することができる。また、配合成分が液体である場合は、液体供給ポンプ等を用いて熔融混練機に途中添加して製造することもできる。さらには樹脂を溶媒に溶解させ、無機充填材を溶液中で攪拌混合したのちに、溶媒を乾燥除去することもできる。本発明の樹脂組成物は、射出成形、押出成形、プレス成形、ブロー成形、など種々の樹脂成形法により成形することが可能である。

20

#### 【0073】

本発明の樹脂組成物は、成形時のせん断流動場により樹脂分子鎖を成形体の厚み方向に配向させ、より厚み方向の熱伝導率を向上させることもできる。せん断流動場により分子鎖を厚み方向に配向させるためには、樹脂をスメクチック液晶状態にしてせん断流動場に置くことが好ましい。せん断流動場を利用するには、簡便な方法として射出成形方法が挙げられる。射出成形とは、射出成形機に金型を取り付け、成形機にて熔融可塑化された樹脂組成物を高速で金型内に注入し、樹脂組成物を冷却固化させて取り出す成形方法である。具体的には樹脂をスメクチック液晶状態に加熱し、金型に射出する。ここで、分子鎖を高配向させるためには、金型温度は $T_m - 100$  以上であることが好ましく、 $T_m - 80$  以上であることがより好ましく、 $T_m - 50$  以上であることがさらに好ましい。なおここで、 $T_m$  は樹脂の融解温度である。樹脂分子鎖を厚み方向に配向させるためには樹脂の数平均分子量は好ましくは3000～40000であり、より好ましくは4000～30000であり、さらに好ましくは5000～20000である。

30

#### 【0074】

本発明の樹脂組成物は、電子材料、磁性材料、触媒材料、構造体材料、光学材料、医療材料、自動車材料、建築材料等の各種の用途に幅広く用いることが可能である。特に優れた成形加工性、高熱伝導性という優れた特性を併せ持つことから、放熱・伝熱用樹脂材料として非常に有用である。

#### 【0075】

本発明の樹脂組成物は、家電、OA機器部品、AV機器部品、自動車内外装部品等の射出成形品等に好適に使用することができる。特に多くの熱を発生する家電製品やOA機器において、外装材料として好適に用いることができる。さらには発熱源を内部に有するファン等による強制冷却が困難な電子機器において、内部で発生する熱を外部へ放熱するために、これらの機器の外装材として好適に用いられる。これらの中でも好ましい装置として、ノートパソコンなどの携帯型コンピューター、PDA、携帯電話、携帯ゲーム機、携帯型音楽プレーヤー、携帯型TV/ビデオ機器、携帯型ビデオカメラ等の小型あるいは携帯型電子機器類の筐体、ハウジング、外装材用樹脂として非常に有用である。また自動車や電車等におけるバッテリー周辺用樹脂、家電機器の携帯バッテリー用樹脂、ブレーカー等の配電部品用樹脂、モーター等の封止用材料としても非常に有用に用いることができる

40

50

## 【0076】

本発明の樹脂組成物は、従来良く知られている樹脂および樹脂組成物に比べて、一層高熱伝導化することができ、また成形加工性が良好であるため、上記の用途における部品あるいは筐体用として有用な特性を有するものである。

## 【0077】

さらに本発明の樹脂組成物は柔軟性を有していることから熱伝導膜の用途に適する。ここで熱伝導膜はその膜厚によって熱伝導シート、熱伝導フィルムなどと呼びかえることができる。本発明の熱伝導膜の厚さは500 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。膜厚を500 $\mu\text{m}$ 以下にすることにより、熱伝導膜の熱抵抗を小さくすることができ、発熱体の放熱効果が十分発揮され得るため好ましい。熱抵抗を小さくする目的で、熱伝導膜の厚さは300 $\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、200 $\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、100 $\mu\text{m}$ 以下であることがさらに好ましい。膜厚の下限は特に限定されないが、膜の絶縁破壊強度を確保するなどの目的がある場合、通常は10 $\mu\text{m}$ 以上、好ましくは30 $\mu\text{m}$ 以上、より好ましくは50 $\mu\text{m}$ 以上となる。

10

## 【0078】

本発明の熱伝導膜は電気絶縁性であることが好ましい。その際の絶縁破壊強度は10kV/mm以上であることが好ましく、15kV/mm以上であることがより好ましく、20kV/mm以上であることがさらに好ましい。25kV/mm以上であることが最も好ましい。上記絶縁破壊強度が、10kV/mm以上である場合は、大電流を取り扱う電気・電子機器においての使用を可能とするという観点において好ましい。

20

## 【0079】

本発明の絶縁膜は他の基材と複合させることもできる。基材としては絶縁性が求められる用途においてはクラフト紙、ガラスクロス、ガラス不織布、アラミド紙、マイカシートなどの絶縁基材が挙げられ、絶縁性の求められない用途ではさらに炭素繊維からなる不織布やクロスなどの非絶縁基材が使用できる。本発明の熱伝導膜は、厚み方向への高熱伝導性を有する。また熱伝導膜を構成する樹脂組成物は高熱伝導化を目的に熱伝導性の無機充填材を大量に必要としないことから、低比重、良成形加工性を有する。このような熱伝導膜は発光ダイオード(LED)、発電機、電動機、変圧器、変流器、電圧調整器、整流器、インバーター、充電器のような電気・電子機器の中で、特に熱伝導性絶縁紙として、また金属基板と配線パターン形成用の導電箔との間に絶縁性を確保する絶縁層として好適に使用することができる。またこのように構成された電子回路基板は放熱性能が高く、上記電気・電子機器の一層の小型化、高性能化に寄与することができる。

30

## 【実施例】

## 【0080】

次に、本発明の樹脂組成物について、製造例、実施例及び比較例を挙げさらに詳細に説明するが、本発明はかかる実施例のみに制限されるものではない。なお、以下に挙げる各試薬は特記しない限り、和光純薬工業製の試薬を精製せずに用いた。

## 【0081】

## [評価方法]

数平均分子量：本発明に用いる樹脂をp-クロロフェノール(東京化成工業製)とトルエンの体積比3：8混合溶媒に0.25重量%濃度となるように溶解して試料を調製した。標準物質はポリスチレンとし、同様の試料溶液を調製した。高温GPC(Viscotek社製350HT-GPC System)にてカラム温度：80、流速1.00mL/minの条件で測定した。検出器としては、示差屈折計(RI)を使用した。

40

## 【0082】

相転移温度・樹脂結晶性および液晶性評価：示差走査熱量測定(DSC測定)にて、50から300の範囲で1度10/minで昇降温させ、2度目の10/minでの昇温時の吸熱ピークのピークトップから、固相から液晶相への転移点( $T_s$ )および液晶相から等方相への転移点( $T_i$ )を求めた。また $T_s$ および $T_i$ のピーク面積からそれ

50

ぞれ相転移エンタルピー ( $H_s$  および  $H_i$ 、 $J/g$ ) を求め、それぞれ樹脂の結晶性および液晶性の指標とした。

【0083】

試験片成形：樹脂または樹脂組成物を、熱風乾燥機を用いて  $120^\circ\text{C}$  で4時間乾燥した後、プレス成形機にて厚み  $1\text{ mm} \times 25\text{ mm}$  の円板状サンプルおよび  $80\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times$  厚み  $150\ \mu\text{m}$  の膜状サンプルを成形した。このとき、プレス温度は樹脂の等方相転移点 ( $T_i$ ) より  $10^\circ\text{C}$  高い温度とした。

【0084】

熱伝導率：厚み  $1\text{ mm} \times 25\text{ mm}$  の円板状サンプルを用いて、レーザーフラッシュ法熱伝導率測定装置 (NETZSCH社製 LFA447) により、室温大気中における厚み方向の熱伝導率を測定した。

【0085】

薄肉成形性評価：  $80\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times$  厚み  $150\ \mu\text{m}$  の膜状サンプルがひび割れなく成形できる場合は、ひび割れが生じる場合は  $\times$  とした。

【0086】

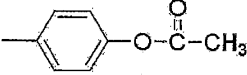
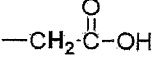
柔軟性評価：  $80\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times$  厚み  $150\ \mu\text{m}$  の膜状サンプルが図1に示す角度について、 $90^\circ$  に曲げられる場合は、 $120^\circ$  に曲げられ、 $90^\circ$  では破断する場合は、 $120^\circ$  で破断する場合は  $\times$  とした。

【0087】

末端カルボキシル基の定量： $^1\text{H-NMR}$  ( $400\text{ MHz}$ 、重水素化クロロホルム：トリフルオロ酢酸 = 2 : 1 Vol比溶媒中で測定) を用い、各末端基の特性シグナルの積分値よりカルボキシル基末端の割合を測定した。測定に用いた代表的なシグナルの化学シフト値を表1に示す。

【0088】

【表1】

末端基の種類	特性シグナルの化学シフト値
	$\delta 2.45\text{ ppm}$
	$\delta 2.49\text{ ppm}$

【0089】

[使用材料]

<樹脂>

[製造例1]

還流冷却器、温度計、窒素導入管及び攪拌棒を備え付けた密閉型反応器に、4,4'-ジヒドロキシビフェニル、セバシン酸、テトラデカン二酸をそれぞれ48 : 39 : 13モル%の割合で仕込み、4,4'-ジヒドロキシビフェニルに対し2.1当量の無水酢酸および触媒量の酢酸ナトリウムを加えた。常圧、窒素雰囲気下で  $145^\circ\text{C}$  にて反応させ均一な溶液を得た後、酢酸を留去しながら  $2^\circ\text{C}/\text{min}$  で  $260^\circ\text{C}$  まで昇温し、 $260^\circ\text{C}$  で1時間攪拌した。引き続きその温度を保ったまま、約60分かけて  $10\text{ Torr}$  まで減圧した後、減圧状態を維持した。減圧開始から2時間後、窒素ガスで常圧に戻し、生成したポリマーを取り出した。得られた樹脂の数平均分子量は14,000、樹脂単体の熱伝導率は  $0.46\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、末端カルボキシル基は99%以上、 $T_g$  は  $121^\circ\text{C}$ 、 $T_i$  は  $251^\circ\text{C}$  であった。また  $H_s$  は  $3.8\text{ J}/\text{g}$ 、 $H_i$  は  $48\text{ J}/\text{g}$  であった。得られた樹脂を (A-1) とする。

【0090】

[製造例2]

原料として4,4'-ジヒドロキシビフェニル、テトラデカン二酸、エイコサン二酸を

それぞれ48 : 26 : 26モル%の割合で仕込んだ以外は製造例1と同様にして樹脂を得た。得られた樹脂の数平均分子量は16,000、樹脂単体の熱伝導率は $0.43 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $T_s$ は110、 $T_i$ は201であった。また $H_s$ は $3.3 \text{ J} / \text{g}$ 、 $H_i$ は $5.4 \text{ J} / \text{g}$ であった。得られた樹脂を(A-2)とする。

【0091】

[製造例3]

還流冷却器、温度計、窒素導入管及び攪拌棒を備え付けた密閉型反応器に、4,4'-ジヒドロキシビフェニル、セバシン酸、テトラデカン二酸をそれぞれ50 : 37.5 : 12.5モル%の割合で仕込み、4,4'-ジヒドロキシビフェニルに対し2.1当量の無水酢酸および触媒量の1-メチルイミダゾールを加えた。常圧、窒素雰囲気下で145にて反応させ均一な溶液を得た後、酢酸を留去しながら2/minで260まで昇温し、260で1時間攪拌した。引き続きその温度を保ったまま、約60分かけて10 Torrまで減圧した後、減圧状態を維持した。減圧開始から2時間後、窒素ガスで常圧に戻し、生成したポリマーを取り出した。得られた樹脂の数平均分子量は73,000、樹脂単体の熱伝導率は $0.45 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $T_s$ は121、 $T_i$ は253であった。また $H_s$ は $3.7 \text{ J} / \text{g}$ 、 $H_i$ は $4.9 \text{ J} / \text{g}$ であった。得られた樹脂を(A-3)とする。

【0092】

[製造例4]

還流冷却器、温度計、窒素導入管及び攪拌棒を備え付けた密閉型反応器に、4,4'-ジヒドロキシビフェニル、セバシン酸、ドデカン二酸をそれぞれ50 : 37.5 : 12.5モル%の割合で仕込み、4,4'-ジヒドロキシビフェニルに対し2.1当量の無水酢酸および触媒量の1-メチルイミダゾールを加えた。常圧、窒素雰囲気下で145にて反応させ均一な溶液を得た後、酢酸を留去しながら2/minで260まで昇温し、260で1時間攪拌した。引き続きその温度を保ったまま、約60分かけて10 Torrまで減圧した後、減圧状態を維持した。減圧開始から2時間後、窒素ガスで常圧に戻し、生成したポリマーを取り出した。得られた樹脂の数平均分子量は56,000、樹脂単体の熱伝導率は $0.45 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $T_s$ は190、 $T_i$ は272であった。また $H_s$ は $1.7 \text{ J} / \text{g}$ 、 $H_i$ は $4.8 \text{ J} / \text{g}$ であった。得られた樹脂を(A-4)とする。

【0093】

[製造例5]

還流冷却器、温度計、窒素導入管及び攪拌棒を備え付けた密閉型反応器に、4,4'-ジヒドロキシビフェニルおよびドデカン二酸をそれぞれ48 : 52モル%の割合で仕込み、4,4'-ジヒドロキシビフェニルに対し2.1当量の無水酢酸および触媒量の1-メチルイミダゾールを加えた。常圧、窒素雰囲気下で145にて反応させ均一な溶液を得た後、酢酸を留去しながら2/minで270まで昇温し、270で1時間攪拌した。引き続きその温度を保ったまま、約60分かけて10 Torrまで減圧した後、減圧状態を維持した。減圧開始から2時間後、窒素ガスで常圧に戻し、生成したポリマーを取り出した。得られた樹脂の数平均分子量は11,000、樹脂単体の熱伝導率は $0.52 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $T_s$ は203、 $T_i$ は253であった。また $H_s$ は $2.4 \text{ J} / \text{g}$ 、 $H_i$ は $4.7 \text{ J} / \text{g}$ であった。得られた樹脂を(A-5)とする。

【0094】

[製造例6]

製造例5の4,4'-ジヒドロキシビフェニルおよびドデカン二酸の仕込み比率をそれぞれ50 : 50モル%の割合で仕込んだ以外は同様にして樹脂を得た。得られた樹脂の数平均分子量は60,000、樹脂単体の熱伝導率は $0.42 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、 $T_s$ は203、 $T_i$ は253であった。また $H_s$ は $2.9 \text{ J} / \text{g}$ 、 $H_i$ は $5.5 \text{ J} / \text{g}$ であった。得られた樹脂を(A-6)とする。

【0095】

10

20

30

40

50

市販のポリカーボネート樹脂（出光興産社製、タフロン A 2 2 0 0）を（A - 7）とした。

【 0 0 9 6 】

< 無機充填材 >

（B - 1）アルミナ粉末（電気化学社製 D A W 0 3、単体での熱伝導率  $30 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、体積平均粒子径  $3 \mu\text{m}$ 、電気絶縁性）

（B - 2）アルミナ粉末（昭和電工社製 A S - 5 0、単体での熱伝導率  $30 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、体積平均粒子径  $9 \mu\text{m}$ 、電気絶縁性）

（B - 3）酸化マグネシウム粉末（宇部マテリアルズ社製 R F - 5 0 - S C、単体での熱伝導率  $42 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、体積平均粒子径  $50 \mu\text{m}$ 、電気絶縁性）

（B - 4）窒化アルミニウム粉末（トクヤマ社製 H グレード、単体での熱伝導率  $170 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、体積平均粒子径  $1 \mu\text{m}$ 、電気絶縁性）

（B - 5）凝集窒化ホウ素粉末（電気化学社製 S G P S、単体での熱伝導率  $60 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$ 、体積平均粒子径  $12 \mu\text{m}$ 、電気絶縁性）

（B - 6）球状黒鉛粉末（中越黒鉛社製 C G C - 1 0 0、単体での熱伝導率  $100 \text{ W} / (\text{m} \cdot \text{K})$  以上、体積平均粒子径  $90 \mu\text{m}$ 、導電性）。

【 0 0 9 7 】

[ 実施例 1 ]

樹脂（A - 1）を、熱風乾燥機を用いて  $120^\circ\text{C}$  で 4 時間乾燥し、N - メチルピロリドン（NMP）に  $170^\circ\text{C}$  で溶解した。これに無機充填材（B - 1）を樹脂（A - 1）と無機充填材（B - 1）の体積比率が 90 : 10 となるよう添加し、10 分攪拌した。得られたワニスを攪拌したトルエン中に添加し、樹脂を析出させ、固形分をろ過してメタノールで 3 回洗浄したものを取り出した。熱風乾燥機を用いて  $120^\circ\text{C}$  で 4 時間乾燥した樹脂組成物を、プレス成形機を用いて各形状に成形し、厚み方向の熱伝導率および薄肉成形性と柔軟性の評価を実施した。評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 9 8 】

[ 実施例 2 ~ 7、比較例 1 ~ 3 ]

使用する樹脂および無機充填剤の種類、並びに使用する無機充填材の量を表 2 に示すように変えた以外は実施例 1 と同様にして、樹脂組成物を得た。樹脂の量は  $100 \text{ vol} \%$  から表 2 の無機充填材の量を差し引いた値である。得られた樹脂組成物を、プレス成形機を用いて各形状に成形し、厚み方向の熱伝導率および薄肉成形性と柔軟性の評価を実施した。評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 9 9 】

10

20

30

【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 6	実施例 7	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4
樹脂	A-1	A-1	A-2	A-3	A-3	A-4	A-1	A-5	A-6	A-7	A-7
無機充填材 [vol%]	10	50	30			10		10	10	10	50
				50							
					44						
							30				
熱伝導率 [W/(m・K)]	1.2	4.7	2.7	5.8	7.0	1.2	7.0	1.2	1.0	0.35	1.4
薄肉成形性	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
柔軟性	○	○	○	○	○	△	○	×	×	○	○

10

20

30

40

## 【0100】

## [実施例 8]

樹脂 (A-1) を、熱風乾燥機を用いて 120 で 4 時間乾燥し、N-メチルピロリドン (NMP) に 170 で溶解した。これに無機充填材 (B-1) を樹脂 (A-1) と無機充填材 (B-2) の体積比率が 50 : 50 となるよう添加し 10 分攪拌した。さらにエポキシ樹脂 (三菱化学社製、YX4000) を樹脂 100 重量部に対して 6 重量部、トリフェニルホスフィンを触媒量添加し 1 分攪拌した。得られたワニスにステンレス板上に薄く払出し、熱風乾燥機を用いて 120 で 4 時間乾燥して樹脂組成物粉末を得た。得られた樹脂組成物粉末を、プレス成形機を用いて 80 mm × 80 mm × 厚み 150 μm の膜状サンプルに成形したところ、厚み方向の熱伝導率は 3.0 W / (m・K) であり、薄肉成

50

形性と柔軟性はともにであった。また260、3分のハンダリフロー試験後、成形体外観に変化がなかった。

【0101】

比較例1で使用した樹脂は分子構造の秩序性が高いために結晶性が高く、樹脂組成物の熱伝導率が比較例3と比較して著しく高いのが分かるが、薄肉に成形できないことがわかる。比較例2では樹脂の分子量を大きく向上させることで薄肉成形性はとなるが、柔軟性が不十分であった。一方で実施例1では使用樹脂の結晶性は比較的低い液晶性を高く維持するために高い熱伝導率を維持し、薄肉成形性、柔軟性を兼ね備えた樹脂組成物が得られることがわかる。さらに実施例2～7において、無機充填材の配合量を増やすほど熱伝導率が大きく向上し、多様な分子構造の樹脂において薄肉成形性と柔軟性を兼ね備えた樹脂組成物が得られることがわかる。実施例2と比較例4との比較から本発明の樹脂組成物は汎用の樹脂を使用した際と比較して3～4倍の高熱伝導化の効果があることが分かる。実施例8では本発明の樹脂組成物にエポキシ樹脂と効果触媒を加えて、本発明の樹脂の末端のカルボキシル基とエポキシ樹脂のエポキシ基を反応させることで硬化させ、耐ハンダリフロー性を兼ね備えた熱伝導膜が得られている。比較例7との比較から同じ無機充填材量で実施例8の樹脂組成物の熱伝導率が高いことがわかる。

10

【産業上の利用可能性】

【0102】

本発明の樹脂組成物は優れた熱伝導性を示し、かつ薄肉成形性と柔軟性を兼ね備える。このような樹脂組成物は電気・電子工業分野、自動車分野等さまざまな状況で放熱・伝熱用樹脂材料、特に熱伝導膜として用いることが可能で、工業的に有用である。

20

【図1】



---

フロントページの続き

(72)発明者 松本 一昭  
大阪府摂津市烏飼西5 - 1 - 1 株式会社力ネカ大阪工場内

審査官 三原 健治

(56)参考文献 特開2013 - 170202 (JP, A)  
Macromolecules, 1984, Vol. 17, p. 2288-2295

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 0 8 L

C 0 8 K