

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5507059号
(P5507059)

(45) 発行日 平成26年5月28日 (2014.5.28)

(24) 登録日 平成26年3月28日 (2014.3.28)

(51) Int. Cl.		F I
CO8L 83/04	(2006.01)	CO8L 83/04
CO8L 83/06	(2006.01)	CO8L 83/06
CO8K 3/00	(2006.01)	CO8K 3/00
CO8K 3/36	(2006.01)	CO8K 3/36
CO8K 9/06	(2006.01)	CO8K 9/06

請求項の数 5 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-138777 (P2008-138777)
 (22) 出願日 平成20年5月27日 (2008.5.27)
 (65) 公開番号 特開2009-286855 (P2009-286855A)
 (43) 公開日 平成21年12月10日 (2009.12.10)
 審査請求日 平成23年4月19日 (2011.4.19)

(73) 特許権者 000110077
 東レ・ダウコーニング株式会社
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
 (72) 発明者 堂前 成正
 千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・ダウ
 コーニング株式会社内
 (72) 発明者 加藤 智子
 千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・ダウ
 コーニング株式会社内
 (72) 発明者 中吉 和己
 千葉県市原市千種海岸2番2 東レ・ダウ
 コーニング株式会社内

審査官 藤井 勲

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱伝導性シリコン組成物および電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

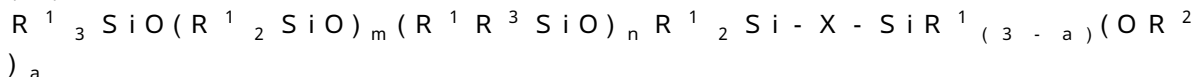
【請求項1】

(A) 25 の粘度が少なくとも500 mPa・sであるオルガノポリシロキサン 100質量部、

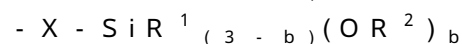
(B) 熱伝導性充填剤 400 ~ 3,500質量部、

(C) BET比表面積が100 m² / g以上である、ヘキサメチルジシラザンにより疎水処理されたヒュームドシリカ 0.1 ~ 10質量部、

(D) 一般式：



{ 式中、Xは酸素原子または炭素原子数2 ~ 10の2価の炭化水素基であり、R¹は同じかまたは異なる脂肪族不飽和結合を有さない一価炭化水素基であり、R²はアルキル基、アルコキシアルキル基、アルケニル基、またはアシル基であり、R³は一般式：

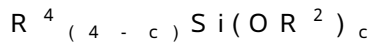


(式中、X、R¹、およびR²は前記と同じであり、bは1 ~ 3の整数である。)

で表される基であり、aは0 ~ 3の整数であり、mは0以上の整数であり、nは0以上の整数であり、ただし、aが0のとき、nは1以上の整数である。 }

で表され、25における粘度が500 mPa・s未満であるオルガノポリシロキサン { (B)成分100質量部に対して0.005 ~ 10質量部 }、および

(E) 一般式：



(式中、 R^4 は一価炭化水素基、エポキシ基含有有機基、メタクリル基含有有機基、またはアクリル基含有有機基であり、 R^2 は前記と同じであり、 c は1～3の整数である。)で表されるシラン化合物{(B)成分100質量部に対して0.005～10質量部}から少なくともなり、(B)成分が、(A)成分中で(D)成分および(E)成分により表面処理されてなる熱伝導性シリコン組成物。

【請求項2】

(B)成分が、金属酸化物、金属水酸化物、窒化物、炭化物、石墨、金属、またはこれらの混合物からなる熱伝導性充填剤である、請求項1記載の熱伝導性シリコン組成物。

【請求項3】

(B)成分が、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ベリリウム、水酸化アルミニウム、および水酸化マグネシウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の熱伝導性充填剤である、請求項1記載の熱伝導性シリコン組成物。

【請求項4】

電子部品または該電子部品を搭載した回路基板に請求項1乃至3のいずれか1項に記載の熱伝導性シリコン組成物を介して放熱部材を設けてなる電子装置。

【請求項5】

前記の熱伝導性シリコン組成物の厚さが0.1～2mmの範囲であり、熱伝導性シリコン組成物が前記回路基板と前記放熱部材とで垂直に挟持された状態で使用されることを特徴とする、請求項4に記載の電子装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱伝導性シリコン組成物、およびそれを用いてなる電子装置に関する。

【背景技術】

【0002】

トランジスター、IC、メモリー素子等の電子部品を搭載したプリント回路基板やハイブリッドICの高密度・高集積化にともなって、これらを効率よく放熱するために、熱伝導性シリコングリース、熱伝導性シリコンゲル組成物、熱伝導性シリコンゴム組成物等の熱伝導性シリコン組成物が使用されている。

【0003】

このような熱伝導性シリコン組成物において、該組成物中に熱伝導性充填剤を高充填して熱伝導率を向上させるため、例えば、特開2000-256558号公報には、オルガノポリシロキサン、加水分解性基含有メチルポリシロキサン、熱伝導性充填剤、および硬化剤からなる熱伝導性シリコンゴム組成物が提案されており、また、特開2001-139815号公報には、硬化性オルガノポリシロキサン、硬化剤、熱伝導性充填剤からなり、該充填剤の表面がケイ素原子結合アルコキシ基を有するオリゴシロキサンで処理されていることを特徴とする熱伝導性シリコンゴム組成物が提案されている。

【0004】

しかし、このような熱伝導性シリコン組成物において、取扱作業性を向上させるために低粘度にすると、それを塗布した後、垂直に放置すると、ずれ落ちが生じるという問題があった。

【特許文献1】特開2000-256558号公報

【特許文献2】特開2001-139815号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、低粘度で取扱作業性が優れるものの、塗布された後、過酷な温度環境下、垂直に放置されてもずれ落ち難い熱伝導性シリコン組成物、およびそれを用いてなる電子装置を提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

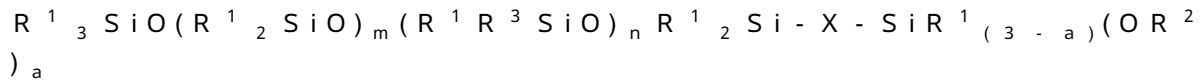
本発明の熱伝導性シリコーン組成物は、

(A) 25 の粘度が少なくとも500 mPa・sであるオルガノポリシロキサン 100質量部、

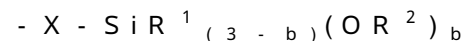
(B)熱伝導性充填剤 400～3,500質量部、

(C)シリカ微粉末 0.1～10質量部、

(D)一般式：



{式中、Xは酸素原子または炭素原子数2～10の2価の炭化水素基であり、R¹は同じかまたは異なる脂肪族不飽和結合を有さない一価炭化水素基であり、R²はアルキル基、アルコキシアルキル基、アルケニル基、またはアシル基であり、R³は一般式：

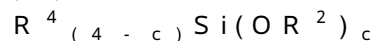


(式中、X、R¹、およびR²は前記と同じであり、bは1～3の整数である。)

で表される基であり、aは0～3の整数であり、mは0以上の整数であり、nは0以上の整数であり、ただし、aが0のとき、nは1以上の整数である。}

で表され、25における粘度が500 mPa・s未満であるオルガノポリシロキサン{(B)成分100質量部に対して0.005～10質量部}、および

(E)一般式：



(式中、R⁴は一価炭化水素基、エポキシ基含有有機基、メタクリル基含有有機基、またはアクリル基含有有機基であり、R²は前記と同じであり、cは1～3の整数である。)

で表されるシラン化合物{(B)成分100質量部に対して0.005～10質量部}

から少なくともなる。

【0007】

(B)成分は、金属酸化物、金属水酸化物、窒化物、炭化物、石墨、金属、またはこれらの混合物からなる熱伝導性充填剤であることが好ましく、具体的には、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ベリリウム、水酸化アルミニウム、および水酸化マグネシウムからなる群より選ばれる少なくとも1種の熱伝導性充填剤であることが好ましい。

【0008】

さらに、(B)成分は、(A)成分中で(D)成分および(E)成分により表面処理されることが好ましい。

【0009】

本発明の電子装置は、電子部品または該電子部品を搭載した回路基板に上記熱伝導性シリコーン組成物を介して放熱部材を設けてなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の熱伝導性シリコーン組成物は、低粘度で取扱作業性が優れるものの、塗布された後、過酷な温度環境下、垂直に放置されてもずれ落ち難いという特徴がある。また、本発明の電子装置は、信頼性が優れるという特徴がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明の熱伝導性シリコーン組成物を詳細に説明する。

(A)成分のオルガノポリシロキサンは本組成物の主剤であり、25における粘度が少なくとも500 mPa・sであり、好ましくは500～100,000 mPa・sの範囲内であり、特に好ましくは1,000～50,000 mPa・sの範囲内である。これは、25における粘度が上記範囲の下限未満であると、得られるシリコーン組成物の粘度が低下するものの、それを塗布した後、垂直に放置すると、ずれ落ちやすくなり、一方、上記

10

20

30

40

50

範囲の上限を超えると、得られるシリコン組成物の取扱作業性が著しく低下する傾向がある。

【 0 0 1 2 】

(A)成分の分子構造は限定されず、例えば、直鎖状、分岐鎖状、一部分岐を有する直鎖状、樹枝状(デンドリマー状)が挙げられ、好ましくは直鎖状、一部分岐を有する直鎖状である。(A)成分は、これらの分子構造を有する単一の重合体、これらの分子構造からなる共重合体、またはこれらの重合体の混合物であってもよい。また、(A)成分中のケイ素原子に結合している基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基、ノナデシル基、エイコシル基等の直鎖状アルキル基；イソプロピル基、ターシャリーブチル基、イソブチル基、2-メチルウンデシル基、1-ヘキシルヘプチル基等の分岐鎖状アルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロドデシル基等の環状アルキル基；ビニル基、アリル基、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基等のアルケニル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアリアル基；ベンジル基、フェネチル基、2-(2,4,6-トリメチルフェニル)プロピル基等のアラルキル基；3,3,3-トリフルオロプロピル基、3-クロロプロピル基等のハロゲン化アルキル基が挙げられ、好ましくはアルキル基、アルケニル基、アリアル基であり、特に好ましくはメチル基、ビニル基、フェニル基である。なお、(A)成分がアルケニル基を有する場合には、得られるシリコン組成物が、塗布後、過酷な温度環境下で長時間、垂直に放置されてもずれ落ち難くなる傾向がある。

10

20

【 0 0 1 3 】

このような(A)成分としては、例えば、分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端メチルフェニルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルフェニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルビニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端トリメチルシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルビニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖メチル(3,3,3-トリフルオロプロピル)ポリシロキサン、分子鎖両末端シラノール基封鎖ジメチルシロキサン・メチルビニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端シラノール基封鎖ジメチルシロキサン・メチルフェニルシロキサンコポリマー、式： $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位と式： $(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2=\text{CH})\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位と式： $\text{CH}_3\text{SiO}_{3/2}$ で表されるシロキサン単位と式： $(\text{CH}_3)_2\text{SiO}_{2/2}$ で表されるシロキサン単位からなるオルガノシロキサンコポリマー、分子鎖両末端シラノール基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端シラノール基封鎖ジメチルシロキサン・メチルフェニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端トリメトキシシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端トリメトキシシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルフェニルシロキサンコポリマー、分子鎖両末端メチルジメトキシシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端トリエトキシシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端トリメトキシシリルエチル基封鎖ジメチルポリシロキサン、およびこれらの2種以上の混合物が挙げられる。

30

40

【 0 0 1 4 】

(B)成分の熱伝導性充填剤は本組成物に熱伝導性を付与するための成分である。(B)成分としては、例えば、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ベリリウム等の金属酸化物；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；窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素等の窒化物；炭化ホウ素、炭化チタン、炭化ケイ素等の炭化物；グラファイト、黒鉛等の石墨；アルミニウム、銅、ニッケル、銀等の金属、およびこれらの混合物からなるものが挙げられる。特に、得られるシリコン組成物に電気絶縁性が必要な場合は、(B)成分としては、金属酸化物、金属水酸化物、窒化物、炭化物、またはこれらの混合物であることが好ましく、さらには、酸化アルミニウ

50

ム、結晶性シリカ、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化ベリリウム、水酸化アルミニウム、および水酸化マグネシウムからなる群より選ばれる少なくとも1種であることが好ましい。

【0015】

(B)成分の形状は特に限定されず、例えば、球状、針状、鱗片状、不定形状が挙げられる。特に、(B)成分として酸化アルミニウムまたは結晶性シリカを用いる場合には球状、不定形のものを用いることが好ましい。球状酸化アルミニウムは、主として高温溶射法あるいはアルミナ水和物の水熱処理により得られる - アルミナである。ここでいう球状とは、真球状のみならず、丸み状であってもよい。(B)成分の平均粒径は限定されないが、0.01~200 μmであることが好ましく、さらには、0.01~150 μmであることが好ましく、特に、0.01~100 μmであることが好ましい。

10

【0016】

(B)成分の含有量は、(A)成分100質量部に対して400~3,500質量部の範囲内であり、好ましくは、400~3,000質量部の範囲内であり、特に好ましくは、500~2,500質量部の範囲内である。これは、(B)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られるシリコン組成物の熱伝導性が十分でなくなる傾向があり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られるシリコン組成物の取扱作業性が著しく低下する傾向があるからである。

【0017】

(C)成分のシリカ微粉末は、本組成物を塗布後、垂直に放置してもずれ落ち難くするための成分である。(C)成分としては、ヒュームドシリカ、沈降性シリカ等のシリカ微粉末；これらのシリカ微粉末の表面を、アルコキシシラン、クロロシラン、シラザン等の有機ケイ素化合物により疎水化処理したシリカ微粉末が例示される。(C)成分の粒子径は特に限定されないが、そのBET比表面積が50 m²/g以上であることが好ましく、特に、100 m²/g以上であることが好ましい。

20

【0018】

(C)成分の含有量は、(A)成分100質量部に対して0.1~10質量部の範囲内であり、好ましくは、0.5~10質量部の範囲内である。これは、(C)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られるシリコン組成物を塗布後、垂直に放置するとずれ落ちる傾向があり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られるシリコン組成物の取扱作業性が著しく低下する傾向があるからである。

30

【0019】

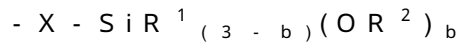
(D)成分のオルガノシロキサンは、一般式：

$$R^1_3SiO(R^1_2SiO)_m(R^1R^3SiO)_nR^1_2Si-X-SiR^1_{(3-a)}(OR^2)_a$$
 で表される。式中、Xは酸素原子または炭素原子数2~10の2価の炭化水素基であり、Xの2価の炭化水素基としては、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、メチルエチレン基が例示され、好ましくはエチレン基、プロピレン基である。また、式中、R¹は脂肪族不飽和結合を有さない同種もしくは異種の一価炭化水素基であり、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基、ノニル基、デシル基、ウンデシル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基、ヘキサデシル基、ヘプタデシル基、オクタデシル基、ノナデシル基、エイコシル基等の直鎖状アルキル基；イソプロピル基、ターシャリーブチル基、イソブチル基、2-メチルウンデシル基、1-ヘキシルヘプチル基等の分岐鎖状アルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロドデシル基等の環状アルキル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアリアル基；ベンジル基、フェネチル基、2-(2,4,6-トリメチルフェニル)プロピル基等のアラルキル基；3,3,3-トリフルオロプロピル基、3-クロロプロピル基等のハロゲン化アルキル基が例示され、好ましくはアルキル基、アリアル基であり、特に好ましくはメチル基、フェニル基である。また、式中、R²はアルキル基、アルコキシアルキル基、アルケニル基、またはアシル基であり、R²のアルキル基としては、前

40

50

記と同様の直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、および環状アルキル基が例示され、 R^2 のアルコキシアルキル基としては、メトキシエチル基、メトキシプロピル基が例示され、 R^2 のアルケニル基としては、ビニル基、アリル基、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基が例示され、 R^2 のアシル基としては、アセチル基、オクタノイル基が例示される。 R^3 はアルキル基であることが好ましく、特に、メチル基、エチル基であることが好ましい。また、式中、 R^3 は一般式：

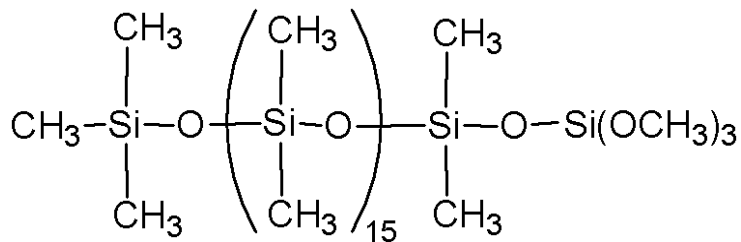


で表される基である。式中、 X 、 R^1 、および R^2 は前記のとおりである。また、式中、 b は1~3の整数であり、好ましくは3である。また、式中、 a は1~3の整数であり、好ましくは3である。また、式中、 m は0以上の整数であり、 n は0以上の整数である。ただし、式中、 a が0のとき、 n は1以上の整数である。このような(D)成分の25における粘度が500 mPa·s未満であり、好ましくは400 mPa·s以下であり、さらに好ましくは300 mPa·s以下である。これは、25における粘度が上記範囲の上限を超えると、(B)成分を多量に含有した場合に、得られるシリコーン組成物の流動性が低下したり、得られるシリコーン組成物の貯蔵中に(B)成分が沈降分離する傾向があるからである。

【0020】

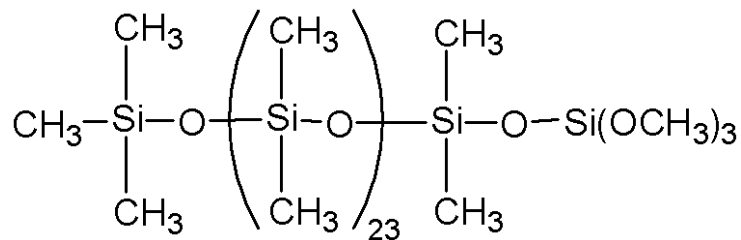
このような(D)成分としては、例えば、式：

【化1】



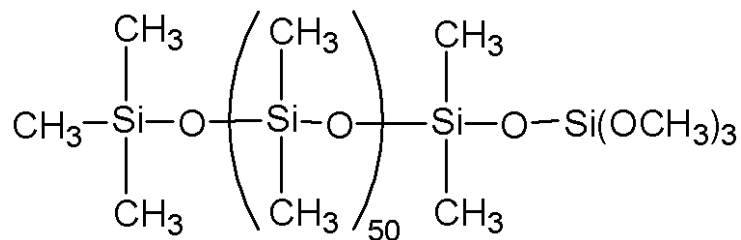
で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化2】



で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化3】



で表されるジメチルポリシロキサン、式：

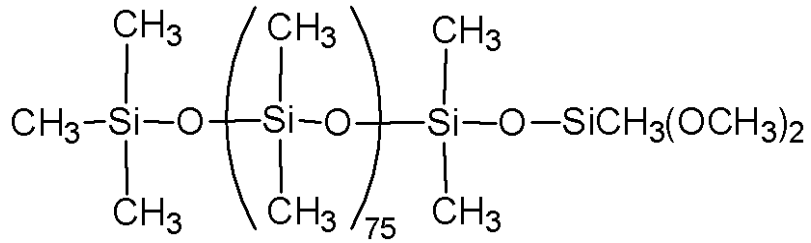
10

20

30

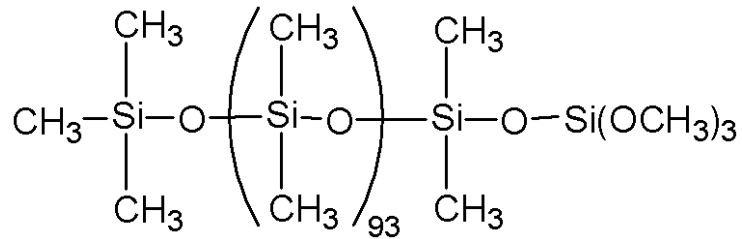
40

【化4】



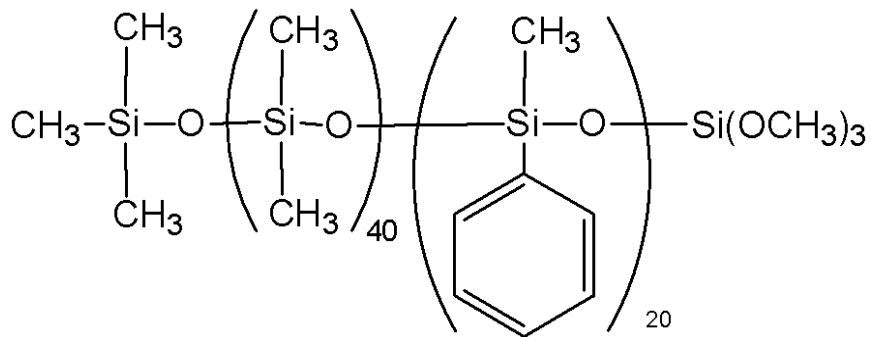
で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化5】



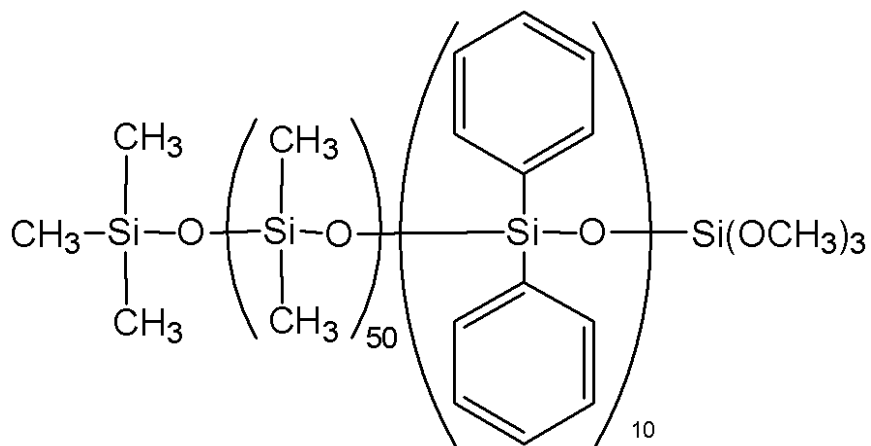
で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化6】



で表されるジメチルシロキサン・メチルフェニルシロキサンコポリマー、式：

【化7】



で表されるジメチルシロキサン・ジフェニルシロキサンコポリマー、式：

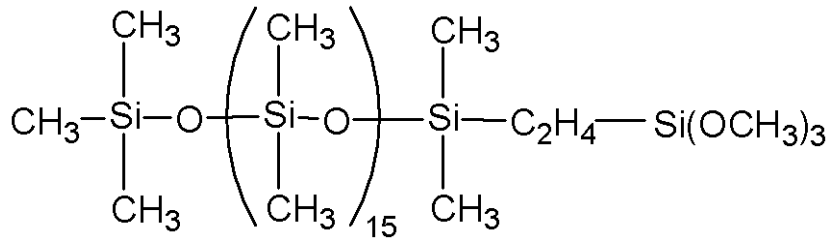
10

20

30

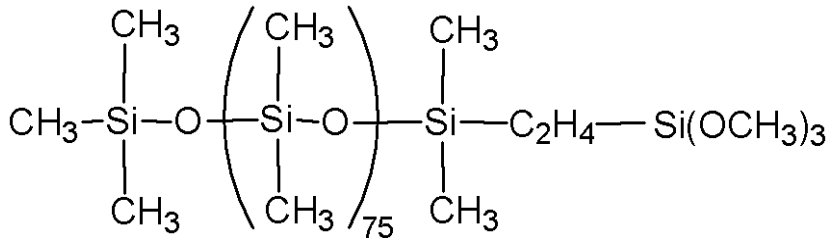
40

【化 8】



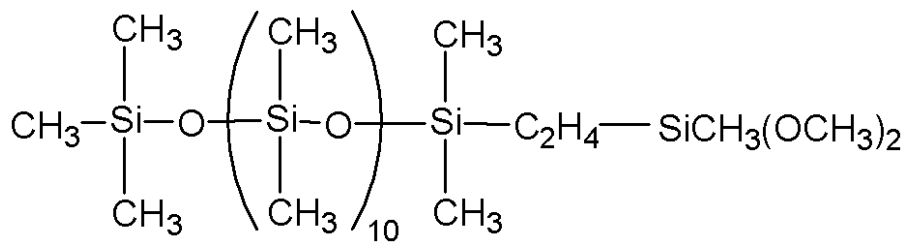
で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化 9】



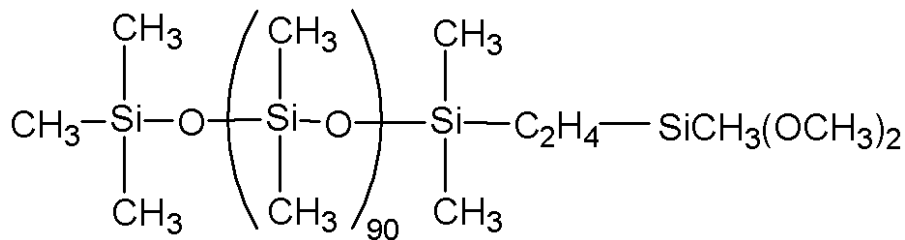
で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化 10】



で表されるジメチルポリシロキサン、式：

【化 11】



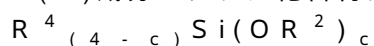
で表されるジメチルポリシロキサンが挙げられる。

【0021】

(D)成分の含有量は、(B)成分100質量部に対して0.005～10質量部の範囲内であり、好ましくは、0.05～10質量部の範囲内であり、さらに好ましくは、0.1～10質量部の範囲内であり、特に好ましくは、0.1～5質量部の範囲内である。これは、(D)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、(B)成分を多量に含有した場合に、得られるシリコン組成物の流動性が低下したり、得られるシリコン組成物の貯蔵中に(B)成分が沈降分離する傾向があり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られるシリコン組成物の物理的特性が低下する傾向があるからである。

【0022】

(E)成分のシラン化合物は、一般式：



で表される。式中、 R^4 は、一価炭化水素基、エポキシ基含有有機基、メタクリル基含有有機基、またはアクリル基含有有機基である。 R^4 の一価炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ヘキシル基、デシル基等の直鎖状アルキル基；イソ

10

20

30

40

50

プロピル基、ターシャリーブチル基、イソブチル基等の分岐鎖状アルキル基；シクロヘキシル基等の環状アルキル基；ビニル基、アリル基、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基等のアルケニル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアール基；ベンジル基、フェネチル基等のアラルキル基；3,3,3-トリフルオロプロピル基、3-クロロプロピル基等のハロゲン化アルキル基等の置換もしくは非置換の一価炭化水素基が例示される。また、 R^4 のエポキシ基含有有機基としては、3-グリシドキシプロピル基、4-グリシドキシブチル基等のグリシドキシアルキル基；2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル基、3-(3,4-エポキシシクロヘキシル)プロピル基等のエポキシシクロヘキシルアルキル基が例示される。また、 R^4 のメタクリル基含有有機基としては、3-メタクリロキシプロピル基、4-メタクリロキシブチル基等のメタクリロキシアルキル基が例示される。また、 R^4 のアクリル基含有有機基としては、3-アクリロキシプロピル基、4-アクリロキシブチル基等のアクリロキシアルキル基が例示される。 R^2 はアルキル基、アルコキシアルキル基、アルケニル基、またはアシル基であり、前記と同様の基が例示される。cは1~3の整数であり、好ましくは3である。

【0023】

このような(E)成分としては、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、エチルトリメトキシシラン、n-プロピルトリメトキシシラン、ブチルトリメトキシシラン、ペンチルトリメトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、メチルビニルジメトキシシラン、アリルトリメトキシシラン、アリルメチルジメトキシシラン、ブテニルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシブチルメチルジメトキシシラン、3-グリシドキシブチルトリエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシブチルトリエトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルメチルジメトキシシラン、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-アクリロキシブチルメチルジメトキシシランが例示される。

【0024】

(E)成分の含有量は、(B)成分100質量部に対して0.005~10質量部の範囲内であり、好ましくは、0.01~10質量部の範囲内であり、特に好ましくは、0.01~5質量部の範囲内である。これは、(E)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、(B)成分を多量に含有した場合に、得られるシリコーン組成物の取扱作業性が低下したり、得られるシリコーン組成物の貯蔵中に(B)成分が沈降分離しやすくなり、一方、上記範囲の上限を超えると、(B)成分の表面処理に寄与しない成分が増加する傾向があるからである。

【0025】

(B)成分の表面を(D)成分および(E)成分で処理する方法としては、例えば、(B)成分の表面を予め(D)成分で処理し、次いで(E)成分で処理する方法；(B)成分の表面を予め(E)成分で処理し、次いで(D)成分で処理する方法；(B)成分の表面を(D)成分と(E)成分で同時に処理する方法；(A)成分中で(B)成分の表面を(D)成分で処理し、次いで、(E)成分で処理する方法；(A)成分中で(B)成分の表面を(E)成分で処理し、次いで、(D)成分で処理する方法；(A)成分中で(B)成分の表面を(D)成分と(E)成分で同時に処理する方法；予め(D)成分で表面処理された(B)成分を(A)成分中で(E)成分で処理する方法；予め(E)成分で表面処理された(B)成分を(A)成分中で(D)成分で処理する方法が挙げられる。このようにして得られた本組成物中には、(D)成分および(E)成分は(B)成分の表面を処理した状態で含有されているか、または本組成物中に単に含有されていてもよい。また、(B)成分を(D)成分や(E)成分により処理する際、その処理を促進するために、加熱したり、あるいは酢酸、リン酸などの酸性物質や、トリアルキルアミン、4級アンモニウム塩類、アンモニアガス、炭酸アンモニウムなどの塩基性物質を触媒量併用してもよい。

【0026】

さらに、本組成物には、本発明の目的を損なわない限り、その他任意の成分として、例

10

20

30

40

50

えば、ヒュームド酸化チタン等の充填材、この充填材の表面を有機ケイ素化合物により疎水化処理した充填材；その他、顔料、染料、蛍光染料、耐熱添加剤、トリアゾール系化合物以外の難燃性付与剤、可塑剤、接着付与剤を含有してもよい。

【 0 0 2 7 】

本組成物は、硬化剤を配合することにより、硬化性の組成物とすることができる。本組成物がヒドロシリル化反応により硬化する場合には、この硬化剤は、一分子中に平均 2 個以上のケイ素原子結合水素原子を有するオルガノポリシロキサンと白金系触媒からなるものである。このオルガノポリシロキサン中のケイ素原子結合に結合している基としては、前記と同様の直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、環状アルキル基、アリール基、アラルキル基、ハロゲン化アルキル基が例示され、好ましくはアルキル基、アリール基であり、特に好ましくはメチル基、フェニル基である。また、このオルガノポリシロキサンの 25 における粘度は限定されないが、好ましくは $1 \sim 100,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内であり、特に好ましくは $1 \sim 5,000 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ の範囲内である。このオルガノポリシロキサンの分子構造は限定されず、例えば、直鎖状、分岐鎖状、一部分岐を有する直鎖状、環状、樹枝状（ dendroliマー状 ）が挙げられる。このオルガノポリシロキサンは、例えば、これらの分子構造を有する単一重合体、これらの分子構造からなる共重合体、またはこれらの混合物であってもよい。

10

【 0 0 2 8 】

このようなオルガノポリシロキサンとしては、例えば、分子鎖両末端ジメチルヒドロジェンシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン、分子鎖両末端トリメチルシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルヒドロジェンシロキサンコポリマー、分子鎖両末端ジメチルヒドロジェンシロキシ基封鎖ジメチルシロキサン・メチルヒドロジェンシロキサンコポリマー、式： $(\text{CH}_3)_3\text{SiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位と式： $(\text{CH}_3)_2\text{HSiO}_{1/2}$ で表されるシロキサン単位と式： $\text{SiO}_{4/2}$ で表されるシロキサン単位からなるオルガノシロキサンコポリマー、およびこれらの 2 種以上の混合物が挙げられる。

20

【 0 0 2 9 】

本組成物において、このオルガノポリシロキサンの含有量は、本組成物の硬化に必要な量であり、具体的には、(A)成分中のケイ素原子結合アルケニル基 1 モルに対して、本成分中のケイ素原子結合水素原子が $0.1 \sim 10$ モルの範囲内となる量であることが好ましく、さらに、 $0.1 \sim 5$ モルの範囲内となる量であることが好ましく、特に、 $0.1 \sim 3.0$ モルの範囲内となる量であることが好ましい。これは、本成分の含有量が上記範囲の下限未満となる量であると、得られるシリコーン組成物が十分に硬化しなくなる傾向があり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られるシリコーン硬化物が非常に硬質となり、表面に多数のクラックを生じたりする傾向があるからである。

30

【 0 0 3 0 】

また、白金系触媒は本組成物の硬化を促進するための触媒であり、例えば、塩化白金酸、塩化白金酸のアルコール溶液、白金のオレフィン錯体、白金のアルケニルシロキサン錯体、白金のカルボニル錯体が挙げられる。

【 0 0 3 1 】

本組成物において、白金系触媒の含有量は、本組成物の硬化に必要な量であり、具体的には、(A)成分に対して本成分中の白金金属が質量単位で $0.01 \sim 1,000 \text{ ppm}$ の範囲内となる量であることが好ましく、特に、 $0.1 \sim 500 \text{ ppm}$ の範囲内となる量であることが好ましい。これは、本成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られるシリコーン組成物が十分に硬化しなくなる傾向があり、一方、上記範囲の上限を超える量を配合しても得られるシリコーン組成物の硬化速度は顕著に向上しなくなる傾向があるからである。

40

【 0 0 3 2 】

また、本組成物の硬化速度を調節し、取扱作業性を向上させるため、2 - メチル - 3 - ブチン - 2 - オール、2 - フェニル - 3 - ブチン - 2 - オール、1 - エチニル - 1 - シクロヘキサノール等のアセチレン系化合物；3 - メチル - 3 - ペンテン - 1 - イン、3, 5

50

- ジメチル - 3 - ヘキセン - 1 - イン等のエン - イン化合物 ; その他、ヒドラジン系化合物、フォスフィン系化合物、メルカプタン系化合物等の硬化反応抑制剤を含有することが好ましい。この硬化反応抑制剤の含有量は限定されないが、(A)成分 100 質量部に対して 0.0001 ~ 1.0 質量部の範囲内であることが好ましい。

【0033】

また、本組成物が縮合反応により硬化する場合には、硬化剤は、一分子中に少なくとも 3 個のケイ素原子結合加水分解性基を有するシランもしくはシロキサンオリゴマー、および必要に応じて縮合反应用触媒からなることを特徴とする。このシラン中のケイ素原子結合加水分解性基としては、前記と同様のアルコキシ基、アルコキシアルコキシ基、アシロキシ基、ケトオキシム基、アルケノキシ基、アミノ基、アミノキシ基、アミド基が例示される。また、このシランのケイ素原子には上記の加水分解性基以外に、例えば、前記と同様の直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、環状アルキル基、アルケニル基、アリール基、アラルキル基、ハロゲン化アルキル基を結合していてもよい。このようなシランもしくはシロキサンオリゴマーとしては、例えば、テトラエトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ビニルトリエトキシシラン、メチルトリス(メチルエチルケトオキシム)シラン、ビニルトリアセトキシシラン、エチルオルソシリケートが挙げられる。

10

【0034】

このシランもしくはシロキサンオリゴマーの含有量は、本組成物の硬化に必要な量であり、具体的には、(A)成分 100 質量部に対して 0.01 ~ 20 質量部の範囲内であることが好ましく、特に、0.1 ~ 10 質量部の範囲内であることが好ましい。これは、このシランもしくはシロキサンオリゴマーの含有量が上記範囲の下限未満の量であると、得られる組成物の貯蔵安定性が低下したり、また、接着性が低下する傾向があり、一方、上記範囲の上限をこえる量であると、得られる組成物の硬化が著しく遅くなったりする傾向があるからである。

20

【0035】

また、縮合反应用触媒は任意の成分であり、例えば、アミノキシ基、アミノ基、ケトオキシム基等の加水分解性基を有するシランを硬化剤として用いる場合には必須ではない。このような縮合反应用触媒としては、例えば、テトラブチルチタネート、テトライソプロピルチタネート等の有機チタン酸エステル ; ジイソプロポキシビス(アセチルアセテート)チタン、ジイソプロポキシビス(エチルアセトアセテート)チタン等の有機チタンキレート化合物 ; アルミニウムトリス(アセチルアセトネート)、アルミニウムトリス(エチルアセトアセテート)等の有機アルミニウム化合物 ; ジルコニウムテトラ(アセチルアセトネート)、ジルコニウムテトラブチレート等の有機ジルコニウム化合物 ; ジブチルスズジオクトエート、ジブチルスズジラウレート、ブチルスズ - 2 - エチルヘキソエート等の有機スズ化合物 ; ナフテン酸スズ、オレイン酸スズ、ブチル酸スズ、ナフテン酸コバルト、ステアリン酸亜鉛等の有機カルボン酸の金属塩 ; ヘキシルアミン、燐酸ドデシルアミン等のアミン化合物、およびその塩 ; ベンジルトリエチルアンモニウムアセテート等の 4 級アンモニウム塩 ; 酢酸カリウム等のアルカリ金属の低級脂肪酸塩 ; ジメチルヒドロキシルアミン、ジエチルヒドロキシルアミン等のジアルキルヒドロキシルアミン ; グアニジル基含有有機ケイ素化合物が挙げられる。

30

40

【0036】

本組成物において、この縮合反应用触媒の含有量は任意量であり、本組成物の硬化に必要な量であればよく、具体的には、(A)成分 100 質量部に対して 0.01 ~ 20 質量部の範囲内であることが好ましく、特に、0.1 ~ 10 質量部の範囲内であることが好ましい。これは、この触媒が必須である場合、この触媒の含有量が上記範囲の下限未満の量であると、得られる組成物が十分に硬化しなくなる傾向があり、一方、上記範囲の上限をこえると、得られる組成物の貯蔵安定性が低下する傾向があるからである。

【0037】

また、本組成物が有機過酸化物によるフリーラジカル反応により硬化する場合には、硬化剤は有機過酸化物である。この有機過酸化物としては、例えば、ベンゾイルパーオキサ

50

イド、ジ(p - メチルベンゾイル)パーオキシド、ジ(o - メチルベンゾイル)パーオキシド、ジクミルパーオキシド、2,5 - ジメチル - 2,5 - ビス(t - ブチルパーオキシ)ヘキサン、ジ - t - ブチルパーオキシド、t - ブチルパーオキシベンゾエートが挙げられる。この有機過酸化物の含有量は、本組成物の硬化に必要な量であり、具体的には、(A)成分100質量部に対して0.1 ~ 5質量部の範囲内となる量であることが好ましい。

【0038】

本組成物は常温でグリース状、ペースト状、あるいは粘土状である。また、本組成物が硬化性の組成物である場合、それを硬化させる方法は限定されず、例えば、本組成物を成形後、室温で放置する方法、本組成物を成形後、50 ~ 200 に加熱する方法が挙げられる。また、このようにして得られるシリコン硬化物の性状は限定されないが、例えば、ゲル状、低硬度のゴム状、あるいは高硬度のゴム状が挙げられ、得られるシリコン硬化物を放熱材料として部材に十分に密着させることができる。

10

【0039】

次に、本発明の電子装置を図1により説明する。本発明の電子装置は、電子部品1が回路基板2上に搭載され、該回路基板2上の回路と前記電子部品1の外部リード3とが電氣的に接続されている。この回路基板2には、電子部品1から発生する熱を効率よく伝えるためにビアホールが形成されている。本発明の電子装置では電子部品1から発生する熱を熱伝導性シリコン組成物4を介して放熱部材5で放熱する構造を有する。特に、図1で示されるように、熱伝導性シリコン組成物が回路基板3と放熱部材5とで垂直に挟持された状態で過酷な温度条件下で使用される場合でも、前記熱伝導性シリコン組成物のずれ落ちが生じないので、信頼性が優れるという特徴がある。

20

【0040】

本発明の電子装置において、熱伝導性シリコン組成物は、回路基板3と放熱部材5とで挟持されるが、この熱伝導性シリコン組成物の厚さは特に限定されないが、0.1 ~ 2 mmの範囲であってもずれ落ちることなく、電子部品1から発生する熱を放熱部材5に効率よく伝えることができる。

【実施例】

【0041】

本発明の熱伝導性シリコン組成物および電子装置を実施例により詳細に説明する。なお、実施例中の粘度は25における値である。

30

【0042】

なお、熱伝導性シリコン組成物の粘度、熱伝導性、および垂直保持性を次のようにして測定した。

[粘度]

熱伝導性シリコン組成物の25における粘度(Pa·s)を、TAインスツルメンツ社製レオメーター(AR550)を用いて測定した。ジオメトリーは直径20mmの平行プレートを用い、ギャップ200μm、シェアレイト1.0および10.0(1/s)の条件で測定した。また、シェアレイト10.0における粘度に対するシェアレイト1.0における粘度の比をチキソトロピー比として示した。

[熱伝導率]

熱伝導性シリコン組成物を60mm×150mm×25mmの容器に充填し、脱泡した後、その表面を厚さ10μmのポリ塩化ビニリデンフィルムで被覆した後、該フィルムを介して熱伝導性シリコン組成物の熱伝導率(W/mK)を京都電子工業株式会社製の迅速熱伝導率測定装置(熱線法)により測定した。

40

[垂直保持性]

図2および図3で示される試験方法により、熱伝導性シリコン組成物の垂直保持性を評価した。すなわち、銅板6上に熱伝導性シリコン組成物7を所定量塗布した後、該銅板の両端部近くには厚さ1.0mmまたは1.5mmのスペーサー8を設置した状態でガラス板9により前記熱伝導性シリコン組成物を挟持した。その後、銅板6とガラス板9とをクリップ10により固定して垂直保持性試験体を作製した。この試験体を、銅板に対す

50

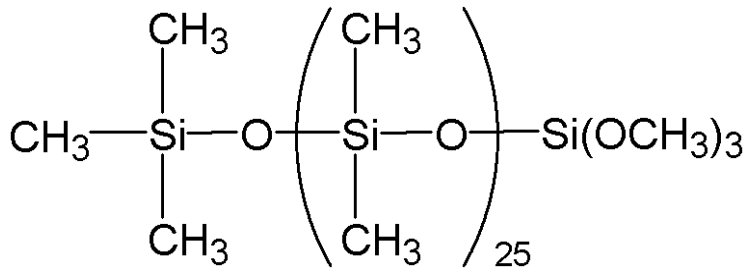
る熱伝導性シリコン組成物の接触面が垂直となるように静置した状態で、-40、30分間、次いで、140、30分間を1サイクルとするサーマルショック試験を1,000サイクル実施した。試験後の熱伝導性シリコン組成物の外観を観察し、試験後も熱伝導性シリコン組成物がずれ落ちなかった場合を「○」、僅かにずれ落ちた場合を「△」、著しくずれ落ちた場合を「×」として評価した。

【0043】

[実施例1]

ロスミキサーにより、粘度2,000 mPa・sの分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン100質量部、粘度25 mPa・sで、式：

【化12】



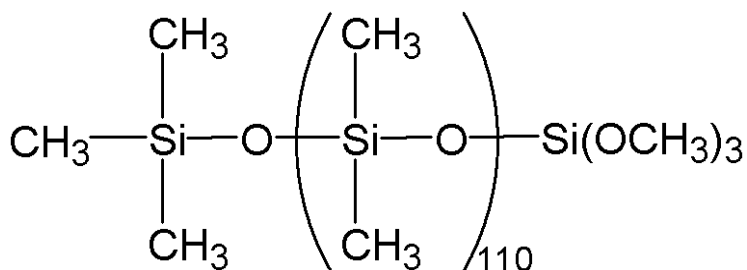
で表されるジメチルポリシロキサン26質量部、およびBET比表面積が200 m²/gであり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ4質量部を室温で混合した後、平均粒子径0.12 μmの酸化亜鉛微粉末200質量部、平均粒子径1.2 μmの破碎状アルミナ微粉末500質量部、および平均粒子径20 μmの丸み状アルミナ微粉末470質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン13質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、150℃で1時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコン組成物を調製した。この熱伝導性シリコン組成物の特性を測定し、それらの結果を表1に示した。

【0044】

[実施例2]

ロスミキサーにより、粘度2,000 mPa・sの分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン100質量部、粘度125 mPa・sで、式：

【化13】



で表されるジメチルポリシロキサン26質量部、およびBET比表面積が200 m²/gであり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ4質量部を室温で混合した後、平均粒子径0.12 μmの酸化亜鉛微粉末200質量部、平均粒子径1.2 μmの破碎状アルミナ微粉末500質量部、および平均粒子径20 μmの丸み状アルミナ微粉末470質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン13質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、150℃で1時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコン組成物を調製した。この熱伝導性シリコン組成物の特性を測定し、それらの結果を表1に示した。

【0045】

[実施例3]

ロスミキサーにより、粘度10,000 mPa・sの分子鎖両末端ジメチルビニルシロキ

10

20

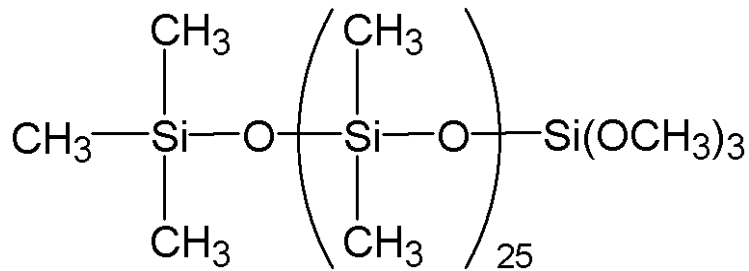
30

40

50

シ基封鎖ジメチルポリシロキサン 48 質量部、粘度 2,000 mPa・s の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ封鎖ジメチルポリシロキサン 52 質量部、粘度 25 mPa・s で、式：

【化 14】



10

で表されるジメチルポリシロキサン 25 質量部、および BET 比表面積が 200 m²/g であり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ 4 質量部を室温で混合した後、平均粒子径 0.12 μm の酸化亜鉛微粉末 220 質量部、平均粒子径 1.2 μm の破碎状アルミナ微粉末 520 質量部、および平均粒子径 20 μm の丸み状アルミナ微粉末 360 質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン 14 質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、150 で 1 時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコーン組成物を調製した。この熱伝導性シリコーン組成物の特性を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

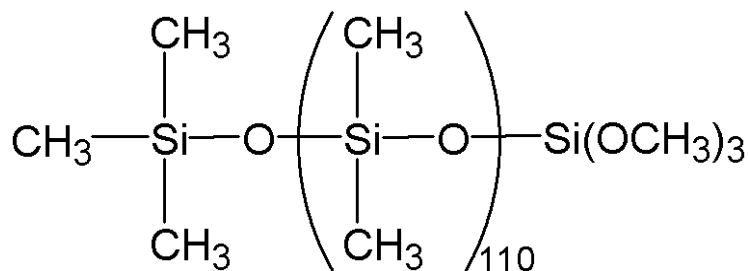
20

【0046】

[実施例 4]

ロスミキサーにより、粘度 10,000 mPa・s の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ封鎖ジメチルポリシロキサン 48 質量部、粘度 2,000 mPa・s の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ封鎖ジメチルポリシロキサン 52 質量部、粘度 125 mPa・s で、式：

【化 15】



30

で表されるジメチルポリシロキサン 25 質量部、および BET 比表面積が 200 m²/g であり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ 4 質量部を室温で混合した後、平均粒子径 0.12 μm の酸化亜鉛微粉末 220 質量部、平均粒子径 1.2 μm の破碎状アルミナ微粉末 520 質量部、および平均粒子径 20 μm の丸み状アルミナ微粉末 360 質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン 14 質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、150 で 1 時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコーン組成物を調製した。この熱伝導性シリコーン組成物の特性を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

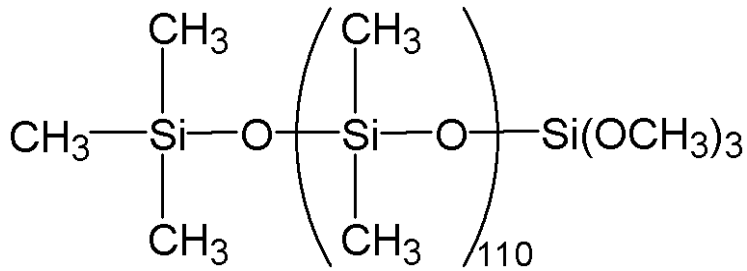
40

【0047】

[実施例 5]

ロスミキサーにより、粘度 10,000 mPa・s の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ封鎖ジメチルポリシロキサン 48 質量部、粘度 2,000 mPa・s の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ封鎖ジメチルポリシロキサン 52 質量部、粘度 125 mPa・s で、式：

【化 1 6】



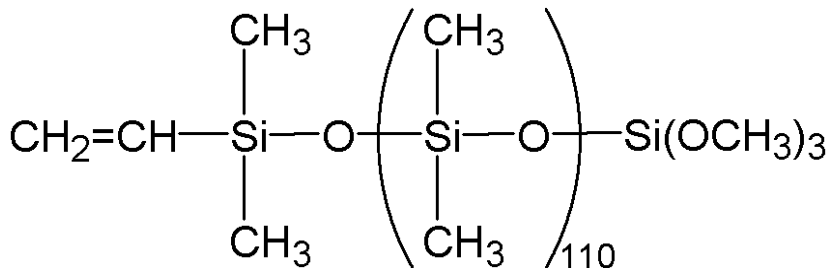
で表されるジメチルポリシロキサン 25 質量部、および BET 比表面積が $200 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ 4 質量部を室温で混合した後、平均粒子径 $0.12 \mu\text{m}$ のフランス法酸化亜鉛微粉末 220 質量部、平均粒子径 $1.2 \mu\text{m}$ の破碎状アルミナ微粉末 520 質量部、および平均粒子径 $20 \mu\text{m}$ の丸み状アルミナ微粉末 360 質量部を順次混合した。次に、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン 14 質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、 150°C で 1 時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコーン組成物を調製した。この熱伝導性シリコーン組成物の特性を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

【 0 0 4 8】

[比較例 1]

ロスミキサーにより、粘度 $2,000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン 100 質量部、粘度 $115 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ で、式：

【化 1 7】



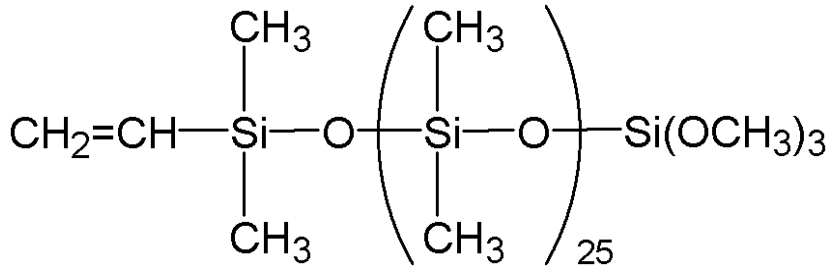
で表されるジメチルポリシロキサン 26 質量部、および BET 比表面積が $200 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ 4 質量部を室温で混合した後、平均粒子径 $0.12 \mu\text{m}$ のフランス法酸化亜鉛微粉末 200 質量部、平均粒子径 $1.2 \mu\text{m}$ の破碎状アルミナ微粉末 500 質量部、および平均粒子径 $20 \mu\text{m}$ の丸み状アルミナ微粉末 470 質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン 13 質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、 150°C で 1 時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコーン組成物を調製した。この熱伝導性シリコーン組成物の特性を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

【 0 0 4 9】

[比較例 2]

ロスミキサーにより、粘度 $10,000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン 92 質量部、粘度 $2,000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ の分子鎖両末端ジメチルビニルシロキシ基封鎖ジメチルポリシロキサン 8 質量部、粘度 $25 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ で、式：

【化 1 8】



で表されるジメチルポリシロキサン 24 質量部、および BET 比表面積が $200 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、ヘキサメチルジシラザンにより疎水化処理されたヒュームドシリカ 4 質量部を室温で混合した後、平均粒子径 $0.12 \mu\text{m}$ のフランス法酸化亜鉛微粉末 230 質量部、平均粒子径 $1.2 \mu\text{m}$ の破碎状アルミナ微粉末 490 質量部、および平均粒子径 $20 \mu\text{m}$ の丸み状アルミナ微粉末 360 質量部を順次混合した。次に、メチルトリメトキシシラン 12 質量部を添加し、均一に混合した後、減圧下、 150°C で 1 時間加熱攪拌した。その後、室温まで冷却し、常圧に戻して、熱伝導性シリコーン組成物を調製した。この熱伝導性シリコーン組成物の特性を測定し、それらの結果を表 1 に示した。

【0050】

【表 1】

項目	区分	実施例					比較例	
		1	2	3	4	5	1	2
粘度 (Pa·s)	シエアレイト 1.0	949	762	1121	1145	777	843	1084
	シエアレイト 10.0	277	302	366	438	345	263	412
チキソトピー比		3.4	2.5	3.1	2.6	2.3	3.2	2.6
熱伝導率 (W/mK)		2.8	2.8	2.5	2.5	2.5	2.8	2.5
垂直保持性	ギャップ 1.0mm	○	○	○	○	○	△	×
	ギャップ 1.5mm	○	○	○	○	○	△	×

【産業上の利用可能性】

【0051】

本発明の熱伝導性シリコーン組成物は、低粘度で取扱作業性が優れるものの、塗布された後、過酷な温度環境下、垂直に放置されてもずれ落ち難いので、自動車のコントロールユニットの放熱材として好適である。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図 1】本発明の電子装置の断面図である。

【図 2】垂直保持性を評価するための試験体の作製方法を示す概念図である。

【図 3】垂直保持性を評価するための試験体の斜視図である。

【図 4】ギャップ 1.5 mm における垂直保持試験後の実施例 1 の熱伝導性シリコーン組成物の状態を示す図面代用写真である。

【図 5】ギャップ 1.5 mm における垂直保持試験後の実施例 2 の熱伝導性シリコーン組成物の状態を示す図面代用写真である。

【図 6】ギャップ 1.5 mm における垂直保持試験後の実施例 3 の熱伝導性シリコーン組成物の状態を示す図面代用写真である。

【図 7】ギャップ 1.5 mm における垂直保持試験後の実施例 4 の熱伝導性シリコーン組成物の状態を示す図面代用写真である。

【図 8】ギャップ 1.5 mm における垂直保持試験後の実施例 5 の熱伝導性シリコーン組

成物の状態を示す図面代用写真である。

【図9】ギャップ1.5mmにおける垂直保持試験後の比較例1の熱伝導性シリコン組成物の状態を示す図面代用写真である。

【図10】ギャップ1.5mmにおける垂直保持試験後の比較例2の熱伝導性シリコン組成物の状態を示す図面代用写真である。

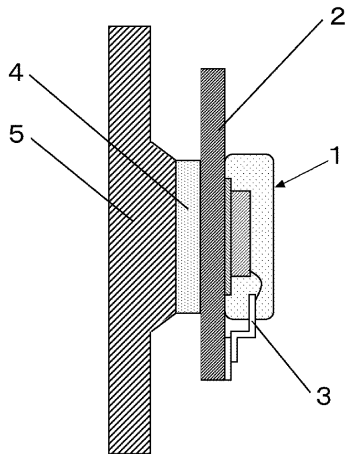
【符号の説明】

【0053】

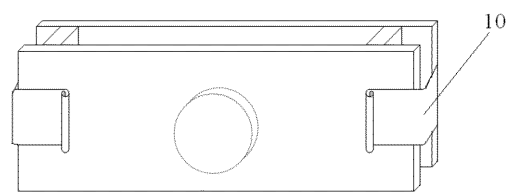
- 1 電子素子
- 2 回路基板
- 3 外部リード
- 4 熱伝導性シリコン組成物
- 5 放熱部材
- 6 銅板
- 7 熱伝導性シリコン組成物
- 8 スペース
- 9 ガラス板
- 10 クリップ

10

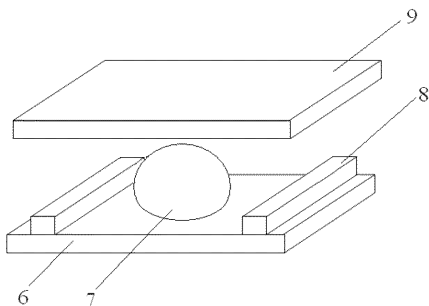
【図1】



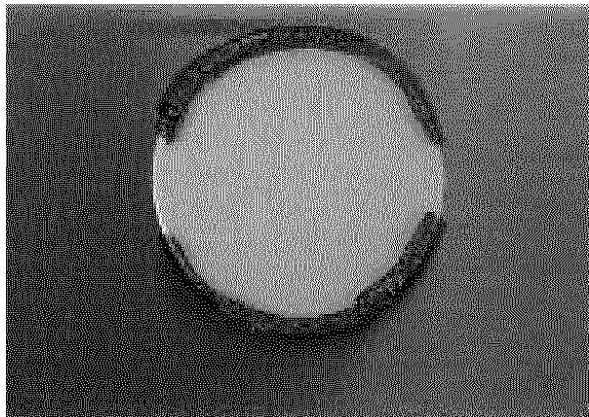
【図3】



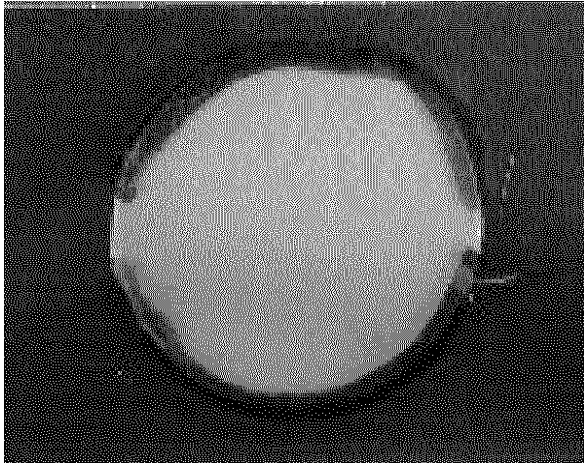
【図2】



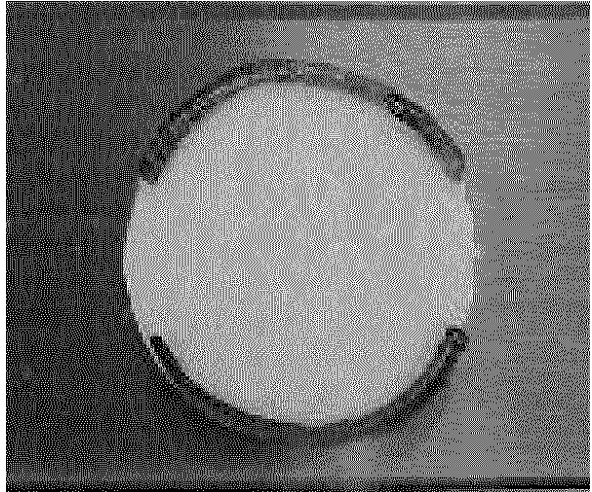
【図4】



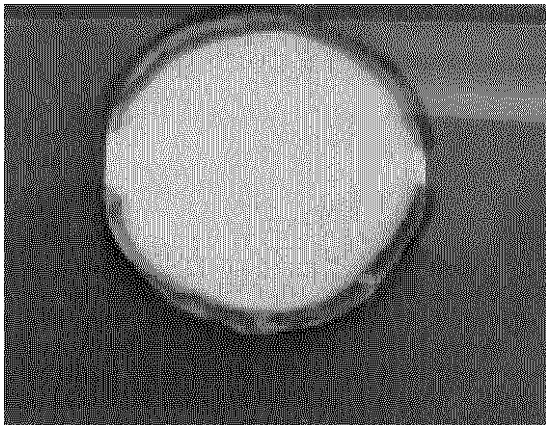
【図 5】



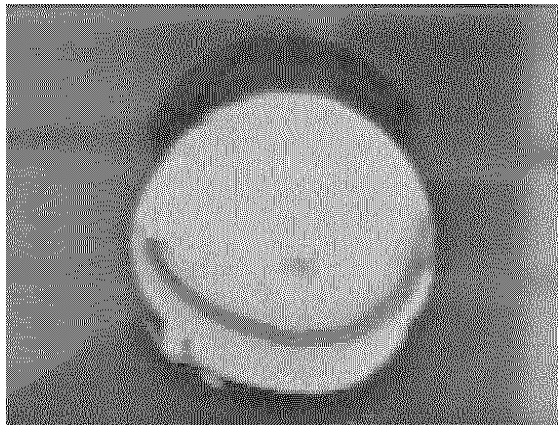
【図 6】



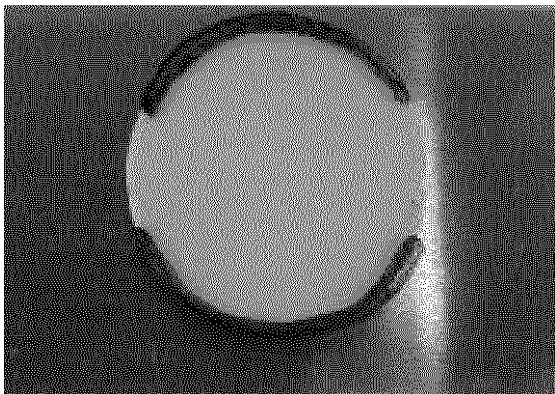
【図 7】



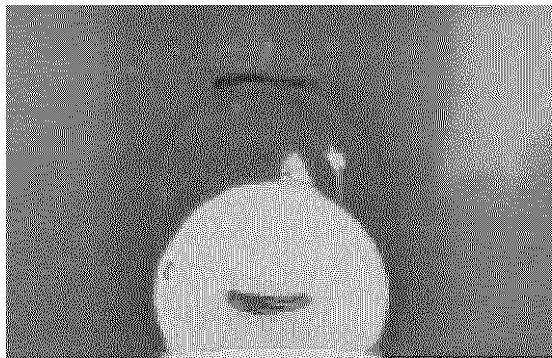
【図 9】



【図 8】



【図 10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I
C 0 8 K 5/5415 (2006.01) C 0 8 K 5/5415
H 0 1 L 23/36 (2006.01) H 0 1 L 23/36 D

(56) 参考文献 特開昭 6 2 - 0 8 9 5 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 3 8 1 3 7 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 7 7 0 0 1 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 1 2 9 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 5 6 5 5 8 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 1 3 9 8 1 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 7 4 1 5 4 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 3 6 3 0 7 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 2 2 1 6 8 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
C 0 8 L 1 / 0 0 - 1 0 1 / 1 6
C 0 8 K 3 / 0 0 - 1 3 / 0 8
H 0 1 L 2 3 / 0 0 - 2 3 / 6 6