

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5285846号
(P5285846)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月7日(2013.6.7)

(51) Int.Cl.

F I

C O 8 L 63/00 (2006.01)

C O 8 L 63/00 C

C O 8 K 3/00 (2006.01)

C O 8 K 3/00

C O 8 G 59/20 (2006.01)

C O 8 G 59/20

C O 8 G 59/62 (2006.01)

C O 8 G 59/62

C O 9 J 183/06 (2006.01)

C O 9 J 183/06

請求項の数 12 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-246080 (P2006-246080)
 (22) 出願日 平成18年9月11日(2006.9.11)
 (65) 公開番号 特開2008-63542 (P2008-63542A)
 (43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)
 審査請求日 平成21年9月1日(2009.9.1)

(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 森田 好次
 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 一色 実
 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1451番地
 (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

審査官 小森 勇

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬化性シリコン組成物および電子部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(A)一般式：

$$A - R^5 - (R^4_2 SiO)_m R^4_2 Si - R^5 - A$$

{ 式中、 R^4 は脂肪族不飽和結合を有さない置換もしくは非置換の一価炭化水素基であり、 R^5 は二価有機基であり、Aは平均単位式：

$$(X R^4_2 SiO_{1/2})_d (SiO_{4/2})_e$$

(式中、 R^4 は前記と同じであり、Xは単結合、水素原子、前記 R^4 で表される基、エポキシ基含有一価有機基、またはアルコキシシリルアルキル基であり、但し、一分子中、少なくとも1個のXは単結合であり、少なくとも1個のXはエポキシ基含有一価有機基であり、dは正数であり、eは正数であり、 d/e は0.2～4の正数である。)

で表されるオルガノポリシロキサン残基であり、mは1以上の整数である。 }

で表されるエポキシ基含有オルガノポリシロキサン、(B)エポキシ樹脂用硬化剤、(C)熱伝導性金属粉末、および(D)熱伝導性非金属粉末から少なくともなり、前記(B)成分がフェノール性水酸基を一分子中に少なくとも2個有するオルガノシロキサンである硬化性シリコン組成物。

【請求項2】

(B)成分が、一般式：

$$R^6_3 SiO(R^6_2 SiO)_n SiR^6_3$$

(式中、 R^6 は置換もしくは非置換の一価炭化水素基またはフェノール性水酸基含有一価

10

20

有機基であり、但し、一分子中、少なくとも2個のR⁶は前記フェノール性水酸基含有一価有機基であり、nは0～1,000の整数である。)

で表されるオルガノシロキサンである、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項3】

(B)成分の含有量が(A)成分100質量部に対して0.1～500質量部である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項4】

(C)成分が金、銀、銅、およびニッケルからなる群より選択される少なくとも一種の熱伝導性金属粉末である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項5】

(C)成分の含有量が(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して10～2,000質量部である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項6】

(D)成分が金属酸化物、金属窒化物、および金属炭化物からなる群より選択される少なくとも一種の熱伝導性非金属粉末である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項7】

(D)成分がアルミナ、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、および炭化ケイ素からなる群より選択される少なくとも一種の熱伝導性非金属粉末である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項8】

(D)成分の含有量が(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して10～2,000質量部である、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項9】

さらに、(E)硬化促進剤を含有する、請求項1記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項10】

(E)成分がカプセル型アミン系硬化促進剤である、請求項9記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項11】

(E)成分の含有量が(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して0.01～50質量部である、請求項9記載の硬化性シリコーン組成物。

【請求項12】

請求項1乃至11のいずれか1項に記載の硬化性シリコーン組成物の硬化物により封止もしくは接着されている電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、硬化性シリコーン組成物および電子部品に関し、詳しくは、低粘度で、取扱作業性および硬化性が優れ、硬化して、可撓性が優れ、低比重で、高熱伝導性の硬化物を形成する硬化性シリコーン組成物、および該組成物の硬化物により封止もしくは接着され、信頼性が優れる電子部品に関する。

【背景技術】

【0002】

電子部品から発生する熱を効率よく伝えるための封止剤あるいは接着剤として、熱伝導性粉末を含有する硬化性エポキシ樹脂組成物が公知であるが、その硬化物は弾性率が大きく、剛直であることから、エポキシ基含有オルガノポリシロキサンを添加することが提案されている(特許文献1参照)。

【0003】

しかし、エポキシ基含有オルガノポリシロキサンを含有する硬化性エポキシ樹脂組成物といえども、得られる硬化物が依然として剛直で、低応力化が不十分であり、電子部品の反りや、硬化物の亀裂を生じたり、電子部品と硬化物との間に隙間を生じるため、電子部

10

20

30

40

50

品への適用には制限がある。

【 0 0 0 4 】

このため、エポキシ基含有オルガノポリシロキサンおよび硬化剤からなる硬化性シリコーン組成物が提案されている（特許文献 2 ～ 4 参照）。このような硬化性シリコーン組成物において、一般に、高熱伝導性の硬化物を形成するためには熱伝導性金属粉末、特に銀粉末を多量に含有させればよいが、得られる組成物のコストが高くなり、得られる硬化物の比重も大きくなるという問題がある。一方、熱伝導性の硬化物を形成し、組成物のコストを下げるため、組成物にアルミナに代表される熱伝導性非金属粉末を多量に含有させればよいが、得られる組成物の粘度が著しく高くなり、その取扱作業性が低下するという問題がある。

10

【特許文献 1】特開平 5 - 2 9 5 0 8 4 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 3 2 0 5 1 4 号公報

【特許文献 3】特開平 7 - 5 3 8 7 0 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 0 5 - 1 5 4 7 6 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、低粘度で、取扱作業性および硬化性が優れ、硬化して、可撓性が優れ、低比重で、高熱伝導性の硬化物を形成する硬化性シリコーン組成物、および該組成物の硬化物により封止もしくは接着され、信頼性が優れる電子部品を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の硬化性シリコーン組成物は、(A)エポキシ基含有オルガノポリシロキサン、(B)エポキシ樹脂用硬化剤、(C)熱伝導性金属粉末、および(D)熱伝導性非金属粉末から少なくともなり、また、本発明の電子部品は、該組成物の硬化物により封止もしくは接着されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明の硬化性シリコーン組成物は、低粘度で、取扱作業性および硬化性が優れ、硬化して、可撓性が優れ、低比重で、高熱伝導性の硬化物を形成する。さらに、硬化性が優れる本発明の硬化性シリコーン組成物は、その成形工程において加熱時間の短縮あるいは加熱硬化温度を低くすることが可能であり、熱膨張による内部応力を小さくする。また、本発明の電子部品は、このような熱伝導性硬化性シリコーン組成物の硬化物により封止もしくは接着されているので、信頼性が優れる。

30

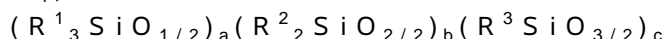
【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 0 8 】

はじめに、本発明の硬化性シリコーン組成物について詳細に説明する。

(A)成分のエポキシ基含有オルガノポリシロキサンは本組成物の主剤であり、一分子中に少なくとも 1 個のエポキシ基を含有するものであれば限定されないが、好ましくは、(A₁)平均単位式：

40



で表されるエポキシ基含有オルガノポリシロキサンおよび/または(A₂)一般式：



で表されるエポキシ基含有オルガノポリシロキサンである。

【 0 0 0 9 】

(A₁)成分において、式中、R¹、R²、およびR³は同じか、または異なる、置換もしくは非置換の一価炭化水素基またはエポキシ基含有一価有機基である。こ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、ペンチル基等のアルキル基；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ール基；ベンジル基、フェネチル基等のアラールキル

50

基；クロロメチル基、3,3,3-トリフルオロプロピル基等のハロゲン置換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、エポキシ基含有一価有機基としては、2-グリシドキシエチル基、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、2-(3,4-エポキシ-3-メチルシクロヘキシル)-2-メチルエチル基等のエポキシシクロアルキルアルキル基；4-オキシラニルブチル基、8-オキシラニルオクチル基等のオキシラニルアルキル基が例示され、好ましくは、グリシドキシアルキル基、エポキシシクロアルキルアルキル基であり、特に好ましくは、3-グリシドキシプロピル基、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル基である。なお、一分子中、 R^1 、 R^2 、および R^3 の少なくとも2個は前記エポキシ基含有一価有機基である。

10

【0010】

また、一分子中、全 R^3 の20モル%以上はアリール基であり、好ましくは、50モル%以上がアリール基であり、特に好ましくは、80モル%以上がアリール基である。これは、一分子中の全 R^3 に対するアリール基の占める割合が上記範囲の下限未満であると、得られる硬化物の接着性が低下したり、機械的強度が低下するからである。なお、このアリール基としては、フェニル基が好ましい。

【0011】

また、式中、 a 、 b 、および c はそれぞれ、 $0 < a < 0.8$ 、 $0 < b < 0.8$ 、 $0.2 < c < 0.9$ 、かつ $a + b + c = 1$ を満たす数である。 a は、式： $R^1_3SiO_{1/2}$ で表されるシロキサン単位の割合を示す数であり、本成分が式： $R^3SiO_{3/2}$ で表されるシロキサン単位のみからなると、本成分の粘度が高くなり、得られる組成物の取扱作業性が低下することから、好ましくは、 $0 < a < 0.8$ を満たす数であり、より好ましくは、 $0.3 < a < 0.8$ を満たす数である。また、 b は、式： $R^2_2SiO_{2/2}$ で表されるシロキサン単位の割合を示す数であり、本成分が適度な分子量を有し、得られる硬化物から本成分がしみ出にくくなり、また、得られる硬化物の機械的強度が優れることから、好ましくは、 $0 < b < 0.6$ を満たす数である。また、 c は、式： $R^3SiO_{3/2}$ で表されるシロキサン単位の割合を示す数であり、本組成物の取扱作業性が良好であり、得られる硬化物の接着性、機械的強度、および可撓性が良好であることから、好ましくは、 $0.4 < c < 0.9$ を満たす数である。

20

30

【0012】

(A_1)成分中のエポキシ基含有一価有機基の含有量は限定されないが、本成分のエポキシ当量(本成分の質量平均分子量を一分子中のエポキシ基の数で割った値)が100~2,000の範囲内であることが好ましく、さらには、100~1,000の範囲内であることが好ましく、特に、100~700の範囲内であることが好ましい。これは、エポキシ当量が上記範囲の下限未満では、得られる硬化物の可撓性が低下するからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる組成物の硬化性が低下したり、得られる硬化物の接着性や機械的強度が低下するからである。また、(A_1)成分は、一種のオルガノポリシロキサン、あるいは二種以上のオルガノポリシロキサンからなる混合物であってもよい。(A_1)成分の25における性状は限定されず、例えば、液状、固体状が挙げられる。(A_1)成分が固体状である場合には、有機溶剤を用いたり、加熱したりすることで、他の成分と均一に混合することができる。なお、他の成分との配合性や取扱作業性が良好であることから、(A_1)成分は25で液状であることが好ましい。また、(A_1)成分の質量平均分子量は限定されないが、好ましくは、500~10,000の範囲内であり、特に好ましくは、750~3,000の範囲内である。

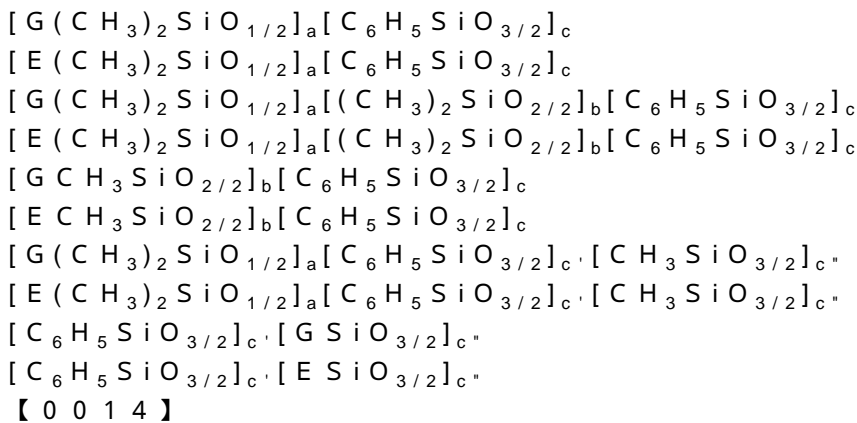
40

【0013】

このような(A_1)成分としては、次のようなオルガノポリシロキサンが例示される。なお、式中、 a 、 b 、および c は前記のとおりであるが、下式において、 a および b は0ではない。また、式中、 c' および c'' はそれぞれ、 $0.1 < c' < 0.8$ 、 $0 < c'' < 0.2$ 、 $0.2 < c' + c'' < 0.9$ 、かつ、 $0.2 < c' / (c' + c'')$ を満たす数であり、 G は3-グ

50

リシドキシプロピル基を表し、Eは2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル基を表す。



10

(A₁)成分を調製する方法は限定されず、例えば、フェニルトリアルコキシシランとエポキシ基含有一価有機基を有するアルコキシシラン、例えば、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシランや2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシランとの共加水分解・縮合反応により調製する方法；フェニルトリクロロシランやフェニルトリアルコキシシランの加水分解・縮合反応により調製されたシラノール基含有オルガノポリシロキサンと前記のようなエポキシ基含有一価有機基を有するアルコキシシランとの脱アルコール縮合反応により調製する方法；フェニルトリクロロシランやフェニルトリアルコキシシランをジメチルクロロシラン等のケイ素原子結合水素原子含有シラン類の存在下で共加水分解・縮合反応して調製したケイ素原子結合水素原子含有オルガノポリシロキサンとエポキシ基含有一価有機基を有するオレフィンとのヒドロシリル化反応により調製する方法；フェニルトリクロロシランやフェニルトリアルコキシシランの加水分解・縮合反応して調製したオルガノポリシロキサンと分子鎖両末端トリメチルシロキシ基封鎖メチル(3-グリシドキシプロピル)シロキサン・ジメチルシロキサン共重合体もしくは分子鎖両末端トリメチルシロキシ基封鎖メチル{2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル}シロキサン・ジメチルシロキサン共重合体とを塩基性触媒の存在下で平衡反応する方法；式： $C_6H_5SiO_{3/2}$ で表されるシロキサン単位からなるオルガノポリシロキサンと環状メチル(3-グリシドキシプロピル)シロキサンもしくは環状メチル{2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル}シロキサンとを塩基性触媒の存在下で平衡反応する方法； $C_6H_5SiO_{3/2}$ で表されるシロキサン単位からなるオルガノポリシロキサンと環状メチル(3-グリシドキシプロピル)シロキサンもしくは環状メチル{2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチル}シロキサンと環状ジメチルシロキサンとを酸性触媒または塩基性触媒の存在下で平衡反応する方法が挙げられる。

20

30

【0015】

また、(A₂)成分において、式中、R⁴は脂肪族不飽和結合を有さない置換もしくは非置換の一価炭化水素基であり、具体的には、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等のアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等のシクロアルキル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアリール基；ベンジル基、フェネチル基、フェニルプロピル基等のアラールキル基；3-クロロプロピル基、3,3,3-トリフルオ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、アルキル基であり、特に好ましくは、メチル基である。また、式中、R⁵は二価有機基であり、具体的には、エチレン基、メチルエチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基等のアルキレン基；エチレンオキシエチレン基、エチレンオキシプロピレン基、エチレンオキシブチレン基、プロピレンオキシプロピレン基等のアルキレンオキシアルキレン基が例示され、好ましくは、アルキレン基であり、特に好ましくは、エチレン基である。また、式中、mは主鎖であるオルガノポリシロキサンの重合度を表す1以上の整数であり、得られる硬化物が良好な可撓性を有することから、mは10以上の整数であることが好ましく、その上限は限定されないが、500以下の整数であること

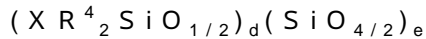
40

50

が好ましい。

【0016】

また、式中、Aは、平均単位式：



で表されるオルガノポリシロキサン残基である。式中、 R^4 は脂肪族不飽和結合を有さない置換もしくは非置換の一価炭化水素基であり、前記と同様の基が例示され、好ましくは、アルキル基であり、特に好ましくは、メチル基である。また、式中、Xは単結合、水素原子、前記 R^4 で表される基、エポキシ基含有一価有機基、またはアルコキシシリルアルキル基であり、この R^4 で表される基としては、前記と同様の基が例示され、エポキシ基含有一価有機基としては、前記 R^1 、 R^2 、あるいは R^3 と同様のエポキシ基含有一価有機基が例示され、アルコキシシリルアルキル基としては、トリメトキシシリルエチル基、トリメトキシシリルプロピル基、ジメトキシメチルシリルプロピル基、メトキシジメチルシリルプロピル基、トリエトキシシリルエチル基、トリプロポキシシリルプロピル基が例示される。但し、一分子中、少なくとも1個のXは単結合であり、この単結合を介して上記ジオルガノポリシロキサン中の R^5 に結合している。また、一分子中の少なくとも1個のXはエポキシ基含有一価有機基であり、好ましくは、グリシドキシアルキル基であり、特に好ましくは、3-グリシドキシプロピル基である。また、式中、dは正数であり、eは正数であり、 d/e は0.2～4の正数である。

【0017】

(A_2)成分の分子量は限定されないが、その質量平均分子量が500～1,000,000の範囲内であることが好ましい。さらに、(A_2)成分の25における性状は限定されないが、液状であることが好ましい。(A_2)成分の25における粘度は50～1,000,000 mPa・sの範囲内であることが好ましい。このような(A_2)成分は、例えば、特開平6-56999号公報に記載の製造方法により調製することができる。

【0018】

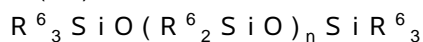
本組成物では、(A)成分として、上記(A_1)成分または(A_2)成分のいずれか一方、あるいは上記(A_1)成分と(A_2)成分の混合物を用いることができるが、少なくとも(A_2)成分を用いることが好ましい。すなわち、(A)成分としては、(A_2)成分のみ、あるいは(A_1)成分と(A_2)成分の混合物であることが好ましい。(A)成分として(A_1)成分と(A_2)成分の混合物を用いる場合、(A_2)成分の含有量は限定されないが、好ましくは(A_1)成分100質量部に対して0.1～800質量部の範囲内であり、さらに好ましく、1～500質量部の範囲内であり、特に好ましくは、10～200質量部の範囲内である。これは、(A_2)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られる硬化物の可撓性が低下するからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる組成物の粘度が高くなるからである。

【0019】

(B)成分のエポキシ樹脂用硬化剤は、(A)成分中のエポキシ基と反応して、本組成物を硬化させるための成分である。このような(B)成分はエポキシ基と反応する官能基を一分子中に2個以上有する化合物であることが好ましい。この官能基として、具体的には、1級アミノ基、2級アミノ基、水酸基、フェノール性水酸基、カルボン酸基、酸無水物基、メルカプト基、シラノール基が例示され、反応性とポットライフの観点から、フェノール性水酸基であることが好ましい。すなわち、(B)成分はフェノール性水酸基含有化合物であることが好ましく、具体的には、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂、ビスフェノールA系化合物等のフェノール樹脂；フェノール性水酸基を有するオルガノシロキサンが例示され、得られる硬化物の可撓性を向上させることができることから、フェノール性水酸基を一分子中に少なくとも2個有するオルガノシロキサンであることが好ましい。このオルガノシロキサン中のフェノール性水酸基の含有量は限定されないが、このフェノール性水酸基当量(本成分の質量平均分子量を一分子中のフェノール性水酸基の数で割った値)が1,000以下であることが好ましく、特に反応性が高いことから、500以下であることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

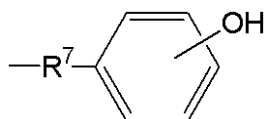
(B)成分のフェノール性水酸基を有するオルガノシロキサンとして、特に、一般式：



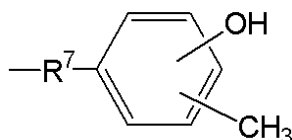
で表されるオルガノシロキサンであることが好ましい。式中、 R^6 は置換もしくは非置換の一価炭化水素基またはフェノール性水酸基含有一価有機基である。但し、一分子中、少なくとも2個の R^6 は前記フェノール性水酸基含有一価有機基である。この一価炭化水素基としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基等のアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等のシクロアルキル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアリール基；ベンジル基、フェネチル基、フェニルプロピル基等のアラルキル基；3-クロロプロピル基、3,3,3-トリフルオロプロピル基等のハロゲン化ア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、フェノール性水酸基含有一価有機基としては、次のような基が例示される。なお、式中の R^7 は二価有機基であり、具体的には、エチレン基、メチルエチレン基、プロピレン基、ブチレン基、ペンチレン基、ヘキシレン基等のアルキレン基；エチレンオキシエチレン基、エチレンオキシプロピレン基、エチレンオキシブチレン基、プロピレンオキシプロピレン基等のアルキレンオキシアルキレン基が例示され、好ましくは、アルキレン基であり、特に好ましくは、プロピレン基である。

【 0 0 2 1 】

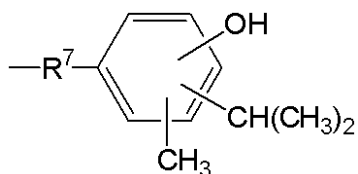
【 化 1 】



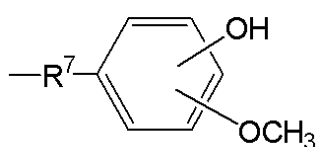
【 化 2 】



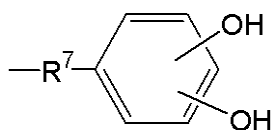
【 化 3 】



【 化 4 】



【 化 5 】



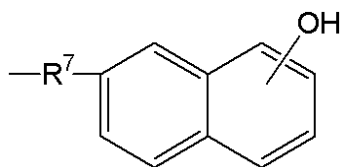
10

20

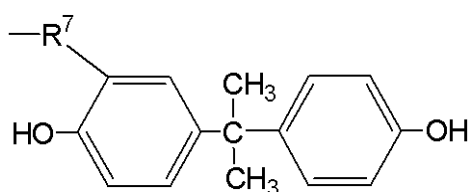
30

40

【化 6】



【化 7】



10

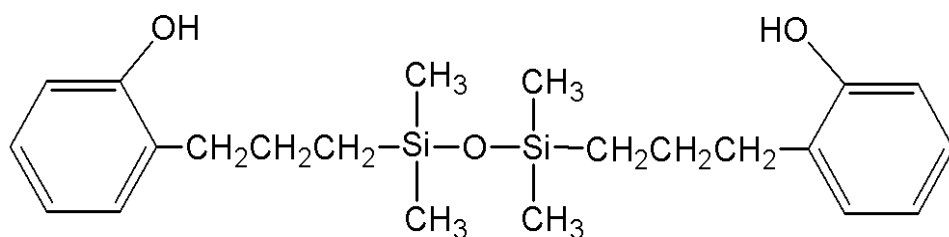
【0022】

また、上式中、 n は 0 ~ 1,000 の範囲内の整数であり、好ましくは、0 ~ 100 の範囲内の整数であり、特に好ましくは、0 ~ 20 の範囲内の整数である。これは、 n が上記範囲の上限を超えると、(A)成分への配合性や取扱作業性が低下するからである。

【0023】

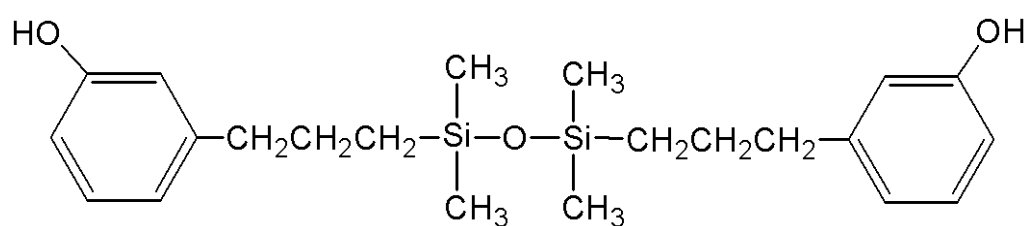
このような(B)成分としては、次のようなオルガノシロキサンが例示される。なお、式中の x は 1 ~ 20 の整数であり、 y は 2 ~ 10 の整数である。

【化 8】



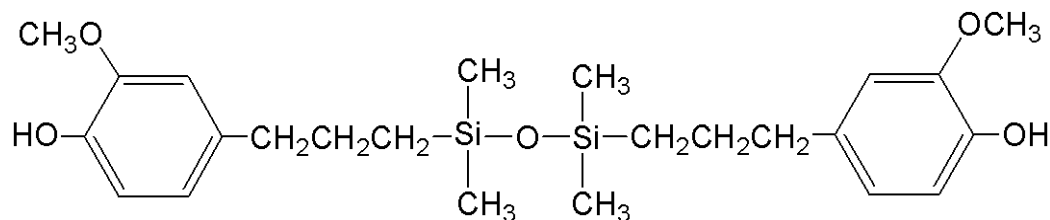
20

【化 9】



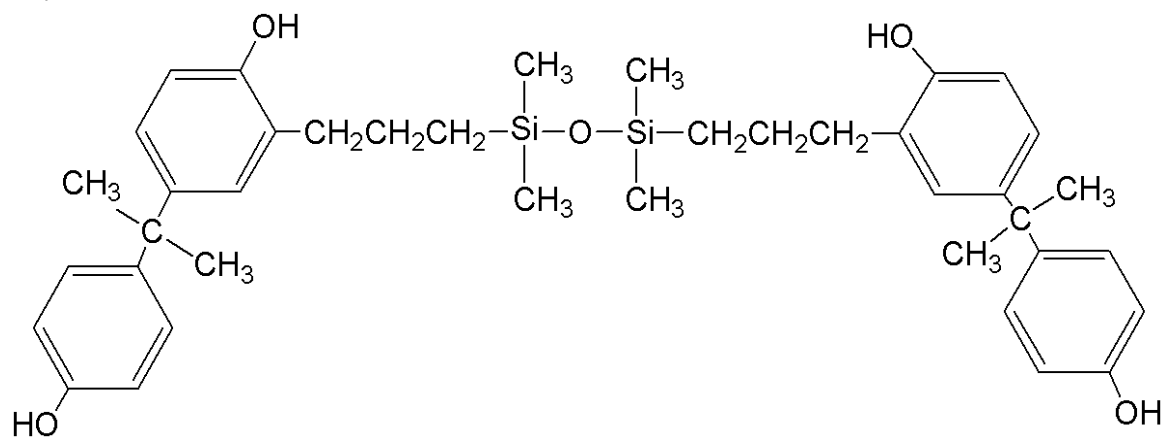
30

【化 10】



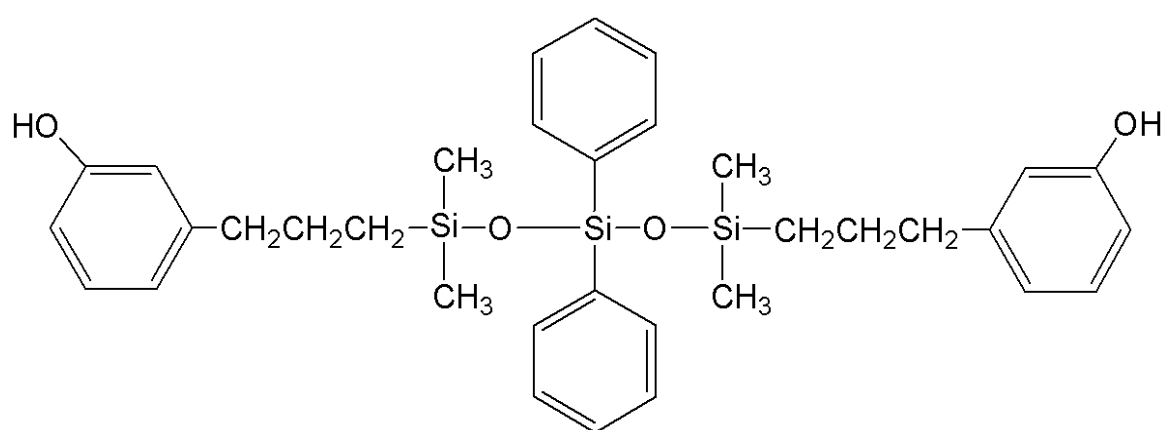
40

【化 1 1】



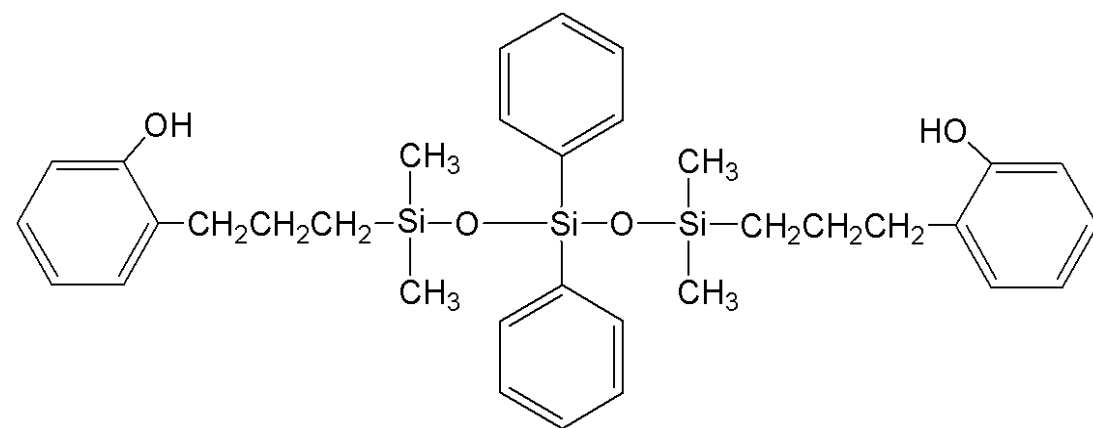
10

【化 1 2】



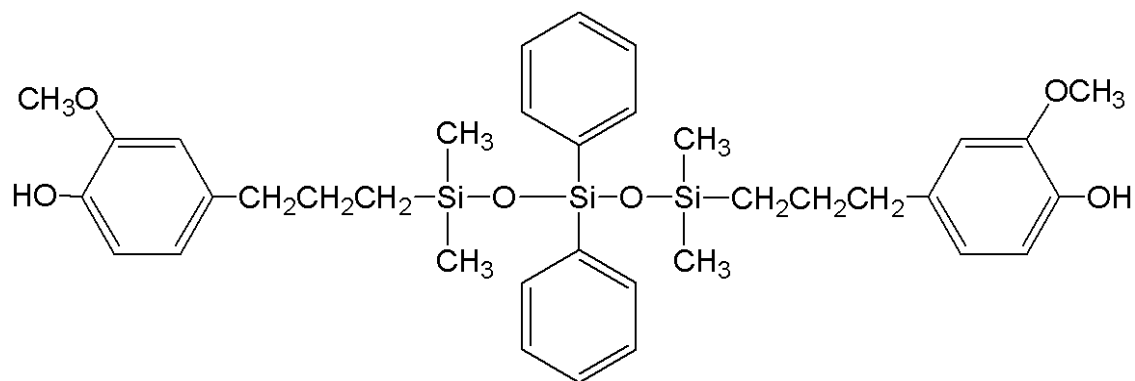
20

【化 1 3】



30

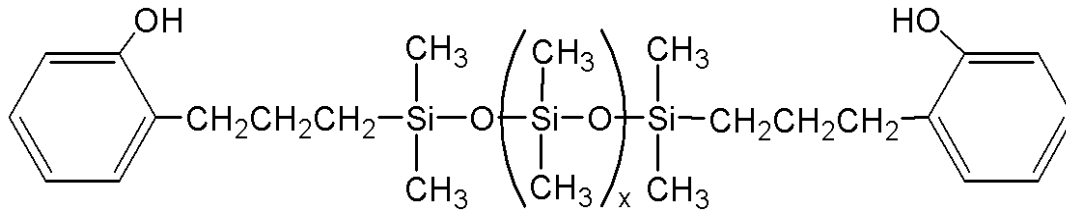
【化 1 4】



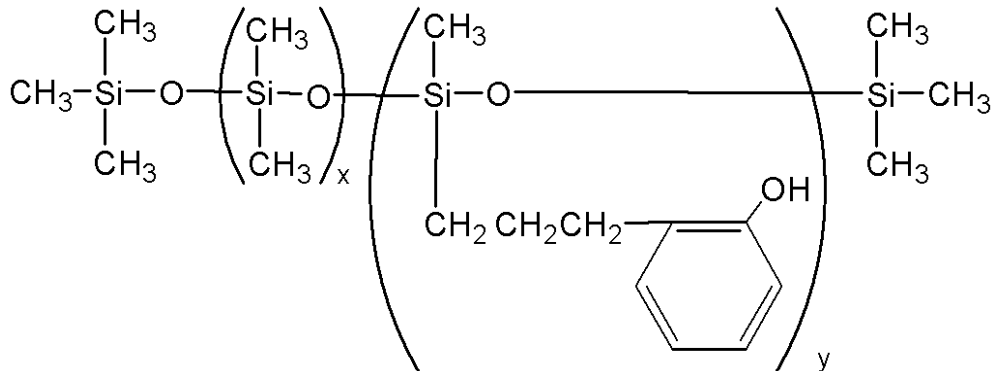
40

50

【化 1 5】



【化 1 6】



10

【0024】

このような(B)成分を調製する方法は限定されないが、例えば、アルケニル基含有フェノール化合物と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をヒドロシリル化反応する方法が挙げられる。

20

【0025】

(B)成分の25における性状は限定されず、液状、固体状のいずれでもよいが、他の成分との配合性や取扱作業性が良好であることから、液状であることが好ましい。(B)成分の25における粘度は1～1,000,000mPa・sの範囲内であることが好ましく、特に、10～5,000mPa・sの範囲内であることが好ましい。これは、25における粘度が上記範囲の下限未満であると、得られる硬化物の機械的強度が低下するからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる組成物の取扱作業性が低下するからである。

30

【0026】

(B)成分の含有量は限定されないが、好ましくは、(A)成分100質量部に対して0.1～500質量部の範囲内であり、特に好ましくは、0.1～200質量部の範囲内である。また、(B)成分がフェノール性水酸基を有する場合には、本組成物中の全エポキシ基に対する(B)成分中のフェノール性水酸基がモル比で0.2～5の範囲内となる量であることが好ましく、さらには、0.3～2.5の範囲内となる量であることが好ましく、特に、0.8～1.5の範囲内となる量であることが好ましい。これは、上記組成物中の全エポキシ基に対する(B)成分中のフェノール性水酸基のモル比が上記範囲の下限未満であると、得られる組成物が十分に硬化しなくなるからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる硬化物の機械的特性が著しく低下するからである。

40

【0027】

(C)成分の熱伝導性金属粉末は、得られる硬化物に熱伝導性を付与するための成分である。このような(C)成分として、具体的には、金、銀、銅、ニッケル、真鍮、形状記憶合金、半田等の金属粉末、さらには、これらの金属をメッキまたはコーティングした有機もしくは無機の粉末が例示され、好ましくは、金、銀、銅、およびニッケルからなる群より選ばれる少なくとも一種の金属粉末である。また、(C)成分の形状は限定されず、例えば、破碎状、不定形状、球状、繊維状、柱状、フレーク状、鱗状、板状、コイル状が挙げられる。高熱伝導性の硬化物を形成できることから、(C)成分は銀粉末であることが好ましく、特に、フレーク状銀粉末であることが好ましい。また、(C)成分の粒径は限定されないが、通常、最大粒径が200μm以下であり、平均粒子径が0.001～50μmの範

50

圈内であることが好ましい。

【0028】

(C)成分の含有量は限定されないが、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して2,000質量部以下であることが好ましく、具体的には、10～2,000質量部の範囲内であることが好ましく、特に、50～1,000質量部の範囲内であることが好ましい。これは、(C)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られる硬化物に十分な熱伝導性を付与できないからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる組成物の取扱作業性が低下するからである。

【0029】

(D)成分の熱伝導性非金属粉末は本組成物を硬化して得られる硬化物に熱伝導性を付与するための成分であり、また、(C)成分と併用することにより、得られる硬化物の熱伝導性を著しく低下させることなく、得られる組成物の流動性を向上させ、得られる硬化物の比重を低下させるための成分である。このような(D)成分としては、アルミナ、酸化亜鉛、マグネシア、チタニア、結晶性シリカ等の金属酸化物；窒化アルミニウム、窒化ホウ素等の金属窒化物；炭化ケイ素等の金属炭化物；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；カーボンナノチューブ、カーボンマイクロファイバー、ダイヤモンド、グラファイト等の炭素系材料が例示され、好ましくは、金属酸化物、金属窒化物、および金属炭化物からなる群より選択される少なくとも一種の熱伝導性非金属粉末であり、特に好ましくは、アルミナ、酸化亜鉛、窒化アルミニウム、窒化ホウ素、および炭化ケイ素からなる群より選択される少なくとも一種の熱伝導性非金属粉末である。特に、入手が容易であり、組成物への配合性が良好であることから、(D)成分はアルミナ粉末であることが好ましい。また、(D)成分の形状は限定されないが、破碎状、不定形状、球状、繊維状、柱状、フレーク状、鱗状、板状、コイル状が例示され、例えば、不定形状のものと球状のものを併用することが好ましい。また、(D)成分の粒径は限定されないが、通常、最大粒径が200μm以下であり、平均粒子径が0.001～50μmの範囲内であることが好ましい。

【0030】

(D)成分の含有量は限定されないが、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して2,000質量部以下であることが好ましく、具体的には、10～2,000質量部の範囲内であることが好ましく、特に、50～1,000質量部の範囲内であることが好ましい。これは、(D)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られる硬化物に十分な熱伝導性を付与できなくなるからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる組成物の取扱作業性が低下するからである。なお、(C)成分と(D)成分の合計の含有量は、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して2,000質量部以下であることが好ましく、特に、10～2,000質量部の範囲内であることが好ましい。

【0031】

本組成物には、その他任意の成分として(E)硬化促進剤を含有してもよい。このような(E)成分としては、三級アミン化合物、アルミニウムやジルコニウム等の有機金属化合物；ホスフィン等の有機リン化合物；その他、異環型アミン化合物、ホウ素錯化合物、有機アンモニウム塩、有機スルホニウム塩、有機過酸化物、これらの反応物が例示され、さらに具体的には、トリフェニルホスフィン、トリブチルホスフィン、トリ(p-メチルフェニル)ホスフィン、トリ(ノニルフェニル)ホスフィン、トリフェニルホスフィン・トリフェニルボレート、テトラフェニルホスフィン・テトラフェニルボレート等のリン系化合物；トリエチルアミン、ベンジルジメチルアミン、p-メチルベンジルジメチルアミン、1,8-ジアザビシクロ[5.4.0]ウンデセン-7等の第3級アミン化合物；2-メチルイミダゾール、2-フェニルイミダゾール、2-フェニル-4-メチルイミダゾール等のイミダゾール化合物が例示される。なお、本組成物の可使時間を延ばすことができるので、(E)成分としては、カプセル化された硬化促進剤であることが好ましい。このカプセル化された硬化促進剤としては、アミン系硬化促進剤を含有するビスフェノールA型エポキシ樹脂からなるカプセル型アミン系硬化促進剤（例えば、旭化成株式会社製のHX-308

10

20

30

40

50

8) が入手可能である。

【0032】

本組成物において、(E)成分の含有量は限定されないが、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して50質量部以下であることが好ましく、さらには、0.01～50質量部の範囲内であることが好ましく、特に、0.1～5質量部の範囲内であることが好ましい。これは、(E)成分の含有量が上記範囲の下限未満であると、得られる組成物の硬化を十分に促進できなくなるからであり、一方、上記範囲の上限を超えると、得られる硬化物の機械的特性が低下するからである。

【0033】

また、本組成物には、得られる組成物の硬化性、取扱作業性などを改善し、得られる硬化物の接着性を向上させたり、弾性率を調整するため、その他の有機エポキシ化合物を含有しても良い。この有機エポキシ化合物の25における性状は限定されず、液体あるいは固体であるが、好ましくは、液状である。このような有機エポキシ化合物としては、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂が例示される。本組成物において、この有機エポキシ化合物の含有量は限定されないが、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して500質量部以下であることが好ましく、特に、0.1～500質量部の範囲内であることが好ましい。

【0034】

さらに、本組成物には、得られる組成物の接着性を向上させるためにカップリング剤を含有してもよい。このシランカップリング剤としては、チタネートカップリング剤、シランカップリング剤等のカップリング剤が例示される。このチタネートカップリング剤としては、i-プロポキシチタントリ(i-イソステアレート)が例示される。また、このシランカップリング剤としては、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルメチルジエトキシシラン、2-(3,4-エポキシシクロヘキシル)エチルトリメトキシシラン等のエポキシ基含有アルコキシシラン；N-(2-アミノエチル)-3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリエトキシシラン、N-フェニル-3-アミノプロピルトリメトキシシラン等のアミノ基含有アルコキシシラン；3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン等のメルカプト基含有アルコキシシランが例示される。本組成物において、このシランカップリング剤の含有量は限定されないが、(A)成分100質量部に対して10質量部以下であることが好ましく、特に、0.01～10質量部の範囲内であることが好ましい。

【0035】

また、本組成物には、その他任意の成分として、テトラメトキシシラン、テトラエトキシシラン、ジメチルジメトキシシラン、メチルフェニルジメトキシシラン、メチルフェニルジエトキシシラン、フェニルトリメトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、メチルトリエトキシシラン、ビニルトリメトキシシラン、アリルトリメトキシシラン、アリルトリエトキシシランやオクタデシルトリメトキシシランなどのような長鎖炭化水素基含有シラン等のアルコキシシランを含有してもよい。

【0036】

また、本組成物には、得られる硬化物の機械的強度を向上させるために充填剤を含有してもよい。このような充填剤としては、熔融シリカ、沈澱シリカ、ヒュームドシリカ、焼成シリカ、焼成クレイ、ガラスビーズ、タルク、炭酸カルシウム、クレイ、硫酸バリウム、酸化バリウム、カオリン、雲母、ジルコニア等の無機系充填剤が例示される。

【0037】

また、本組成物の粘度を低下させ、取扱作業性を向上させ、得られる硬化物の弾性率を低下させるために、本組成物で含有する(A)成分と(B)成分以外のエポキシ基もしくはフェノール性水酸基と反応性の官能基を有するオルガノシロキサンを含有してもよい。この官能基としては、エポキシ基と反応性の1級アミノ基、2級アミノ基、水酸基、フェノール性水酸基、カルボン酸基、酸無水物基、メルカプト基、シラノール基が例示され、反応性とポットライフの観点から、フェノール性水酸基であることが好ましい。また、(B)成

10

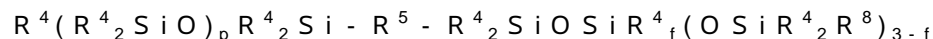
20

30

40

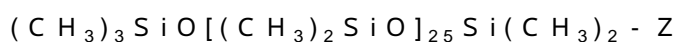
50

分がフェノール性水酸基を有する場合には、この官能性基はエポキシ基であることが好ましい。このようなオルガノシロキサンとしては、本組成物で含有する(B)成分の官能基当量よりも大きく、(A)成分の分子量や粘度よりも小さいことが好ましく、具体的には、分子鎖片末端のみにグリシドキシプロピル基を有するポリオルガノシロキサン、分子鎖両末端にグリシドキシプロピル基を有するポリオルガノシロキサン、分子鎖片末端にのみフェノール性水酸基を有するポリオルガノシロキサン、さらには、一般式：



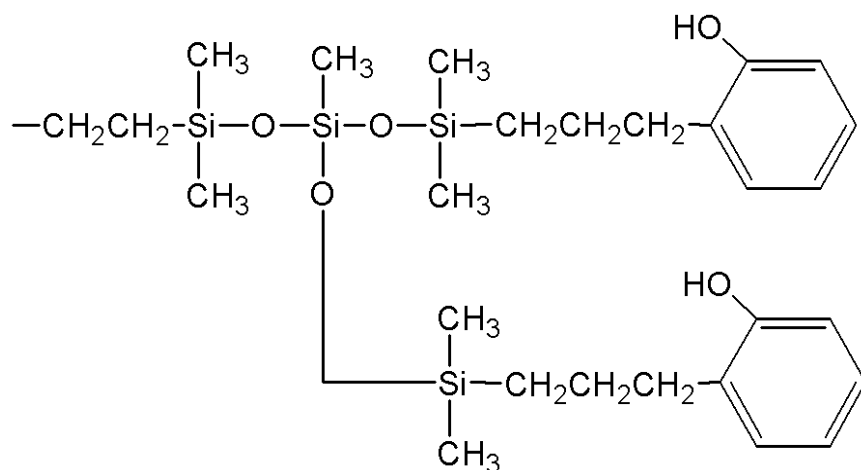
(式中、 R^4 は脂肪族不飽和結合を有さない置換もしくは非置換の一価炭化水素基であり、 R^5 は二価有機基であり、 R^8 はフェノール性水酸基含有一価有機基であり、 f は0または1であり、 p は1～400の整数である。)

で表されるポリオルガノシロキサンが挙げられる。式中、 R^4 は脂肪族不飽和結合を有さない置換もしくは非置換の一価炭化水素基であり、前記と同様の基が例示され、好ましくは、アルキル基であり、特に好ましくは、メチル基である。また、式中、 R^5 は二価有機基であり、前記と同様の基が例示され、好ましくは、アルキレン基であり、特に好ましくは、エチレン基である。また、式中、 R^8 はフェノール性水酸基含有一価有機基であり、前記 R^6 のフェノール性水酸基含有一価有機基と同様の基が例示される。また、式中、 f は0または1である。また、式中、 p は1～400の整数であり、好ましくは、1～100の整数であり、特に好ましくは、1～50の整数である。このようなフェノール性水酸基を有するポリオルガノシロキサンとして、具体的には、式：

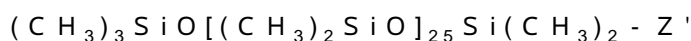


(式中、Zは、式：

【化17】

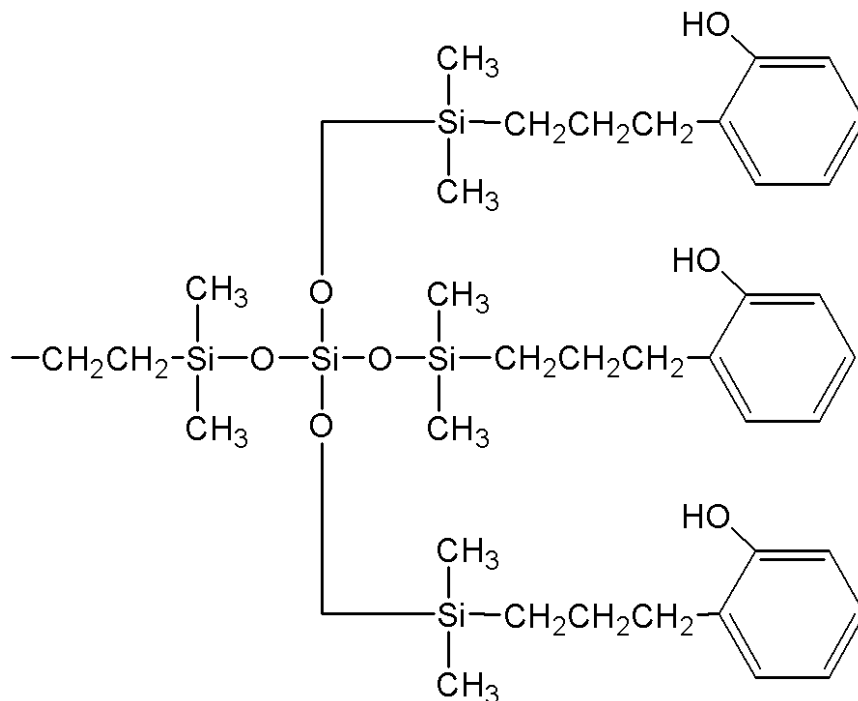


で表されるジメチルポリシロキサン、式：



(式中、Z'は、式：

【化 18】



10

20

で表されるジメチルポリシロキサンが例示される。

【0038】

本組成物において、上記のエポキシ基やフェノール性水酸基と反応性の官能基を有するオルガノシロキサンの含有量は限定されないが、(A)成分と(B)成分の合計100質量部に対して500質量部以下であることが好ましく、さらには、0.1～500質量部の範囲内であることが好ましい。

【0039】

また、本組成物の粘度を低下させ、取扱作業性を向上させるため、本組成物に溶剤を含有してもよい。この溶剤は、(A)成分および(B)成分を溶解できるものであれば特に限定されないが、好ましくは、揮発性を有する低分子量物である。このような溶剤としては、ヘキサン、ヘプタン等の脂肪族炭化水素；トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等のケトンが例示される。溶剤の含有量は限定されないが、本組成物の作業性が改善されることから、(A)成分と(B)成分の合計量100質量部に対して100質量部以下であることが好ましい。

30

【0040】

本組成物は、(A)成分～(D)成分、およびその他任意の成分を混合することにより調製される。これらの成分を混合する方法は限定されないが、全ての成分を同時に配合する方法；(A)成分と(B)成分とその他任意の成分をブレックスした後、(C)成分と(D)成分を配合する方法が例示される。これらの成分を混合する混合装置は特に限定されず、例えば、一軸または二軸の連続混合機、二本ロール、ロスミキサー、ホバートミキサー、デンタルミキサー、プラネタリミキサー、ニーダーミキサーが挙げられる。

40

【0041】

本組成物は、トランスファーモールド、インジェクションモールド、ポットイング、キャストイング、粉体塗装、浸漬塗布、滴下等の方法により使用することができる。なお、ポットイングやディスペンシング、スクリーン印刷、塗布など種々の使用方法が選択でき、少量使用の用途にも適合しやすいことから、液状あるいはペースト状であることが好ましい。本組成物は、硬化して可撓性や接着性に優れた熱伝導性の硬化物を形成するので、電気部品や電子素子の封止剤、注型剤、コーティング剤、接着剤、放熱部材等として有用であり、特に、放熱部材として有用であり、放熱インターフェース材料(TIM)として有用である。

50

【 0 0 4 2 】

次に、本発明の電子部品について詳細に説明する。

本発明の電子部品は、上記組成物の硬化物により封止もしくは接着されてなることを特徴とする。このような本電子部品としては、ダイオード、トランジスタ、サイリスタ、モノリシックIC、ハイブリッドIC、LSI、VLSIが例示される。また、本発明でいう半導体素子としては、ダイオード、トランジスタ、サイリスタ、モノリシックIC、さらにはハイブリッドIC中の半導体素子が例示される。

【 0 0 4 3 】

本電子部品の一例であるLSI（断面図）を図1に示した。図1では、本発明の硬化性シリコン組成物を用いて、得られる熱伝導性の硬化物を放熱材、具体的には、インターフェース材料（TIM）として用いた電子部品を示している。図1の電子部品では、半導体素子1が、回路を有する基板2上に、該半導体素子1に設けられたハンダバンプ等のボールグリッド3により電氣的に接続されている。基板2の材質としては、ガラス繊維強化エポキシ樹脂、ベークライト樹脂、フェノール樹脂等の有機樹脂；アルミナ等のセラミックス；銅、アルミニウム等の金属が例示される。基板2には、半導体素子1の他に、抵抗、コンデンサー、コイル等の他の電子部品が搭載されていてもよい。なお、図1では、半導体素子1と基板2の間隙をアンダーフィル材で充填されているが、このアンダーフィル材の適用は任意である。

10

【 0 0 4 4 】

次に、この半導体素子1とヒートスプレッダー4は放熱材5を介して接している。また、このヒートスプレッダー4と放熱板6は放熱材7を介して接している。このヒートスプレッダー4や放熱板6の材質としては、アルミニウム、銅、ニッケル等の金属が例示される。図1で示される電子部品では、放熱材5および/または7が本発明の硬化性シリコン組成物の硬化物により形成されていることを特徴とする。本発明の硬化性シリコン組成物の硬化物は、半導体素子1とヒートスプレッダー4を接着したり、ヒートスプレッダー4と放熱板6を接着することができる。本発明の電子部品において、そのメンテナンスのため、放熱材7を熱伝導性グリース等で代用してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

本発明の電子部品を製造する方法は限定されず、例えば、図1で示される電子部品の製造方法としては、次のような方法が例示される。はじめに、半導体素子1を基板2上に搭載した後、この半導体素子1と基板2とをボールグリッド3により電氣的に接続する。次いで、必要によりアンダーフィル材を施す。その後、半導体素子1の表面に熱伝導性を有する硬化性シリコン組成物を塗布し、ヒートスプレッダー4を取り付け、この硬化性シリコン組成物を硬化させる。その後、このヒートスプレッダー4上に熱伝導性を有する硬化性シリコン組成物あるいは熱伝導性グリースを塗布し、放熱板6を取り付ける。硬化性シリコン組成物を用いた場合には、これを硬化させる。

30

【実施例】

【 0 0 4 6 】

本発明の硬化性シリコン組成物および電子部品を実施例、比較例により詳細に説明する。なお、硬化性シリコン組成物および硬化物の特性は以下に示す方法により測定した。また、実施例中の質量平均分子量は、トルエンを溶媒としたゲルパーメーションクロマトグラフィーにおける標準ポリスチレン換算の質量平均分子量を示す。

40

【 0 0 4 7 】

[粘度] :

硬化性シリコン組成物の25における粘度を、E型粘度計（株式会社トキメック製のDIGITAL VISCOMETER DV-U-E II型）を用いて、回転数2.5rpmの条件で測定した。

[複素弾性率] :

硬化性シリコン組成物を70mmHgで脱泡した後、幅10mm、長さ50mm、深さ2mmのキャビティを有する金型に充填し、130、2.5MPaの条件で60分間

50

プレス硬化させた後、150 のオープン中で3時間2次加熱しての硬化物試験片を作製した。この試験片をARES粘弾性測定装置(Reometric Scientific社製のRDA700)を使用し、ねじれ0.05%、振動数1Hzの条件で、25 における複素粘弾性率を測定し、その可撓性を評価した。

[熱抵抗、熱伝導率]：

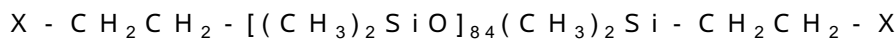
硬化性シリコン組成物を厚さ50 μmとなるように2枚のシリコンチップ(10 mm × 10 mm × 0.75 mm)で挟み込み、130 の熱風循環式オープン中で1時間加熱して硬化させた。その後、150 の熱風循環式オープン中で3時間ポストキュアさせて熱抵抗測定試験体を作製した。この試験体の熱抵抗を株式会社日立製作所製の熱抵抗測定機により測定し、硬化物の熱抵抗と熱伝導率を求めた。

10

【0048】

[実施例1]

式：



{式中、Xは、平均単位式：



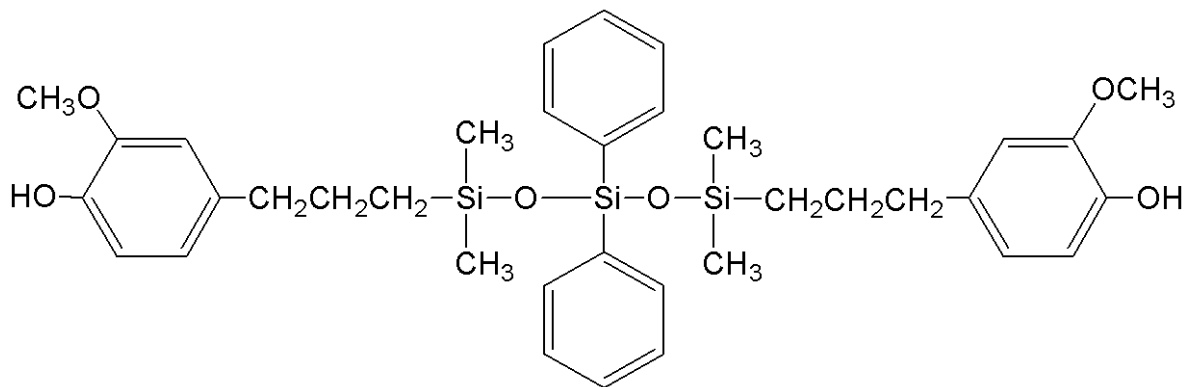
(式中、Yは3-グリシドキシプロピル基および3-トリメトキシシリルプロピル基を表し、その比率は6：4である。)

で表されるシロキサン残基である。}

で表されるジメチルポリシロキサン(質量平均分子量 = 47,900、粘度 = 7,400 mPa・s、エポキシ当量 = 580)5.0質量部、式：

20

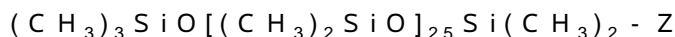
【化19】



30

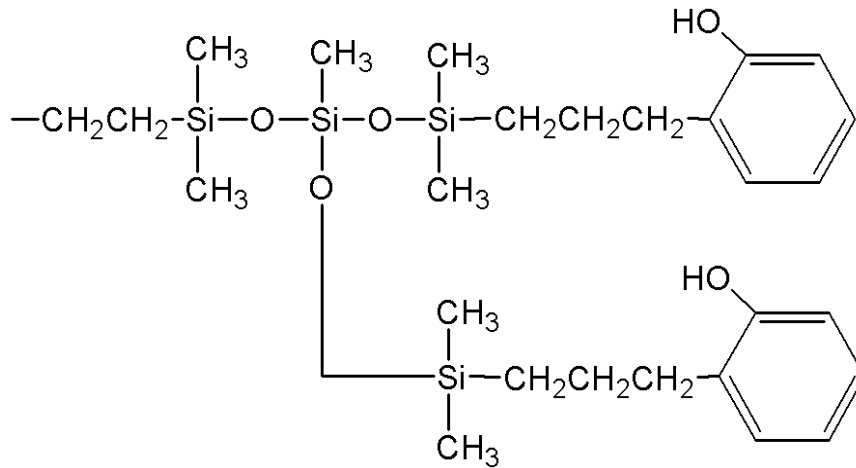
で表されるオルガノトリシロキサン(粘度 = 2,600 mPa・s、フェノール性水酸基当量 = 330)2.0質量部、35質量%-カプセル型アミン触媒のビスフェノールA型エポキシ樹脂とビスフェノールF型エポキシ樹脂の混合物(旭化成株式会社製のHX-3941HP)1.0質量部、フレーク状銀粉末(福田金属箔粉工業株式会社製、50%平均粒径 = 9 μm以下、タップ密度 = 4.2 ~ 5.4 g/cm³、見かけ密度 = 2.7 ~ 3.4 g/cm³)29.7質量部、平均粒子径8.6 μmの球状アルミナ粉末46.7質量部、平均粒子径3 μmの不定形アルミナ粉末12.7質量部、および式：

40



(式中、Zは、式：

【化 2 0】



10

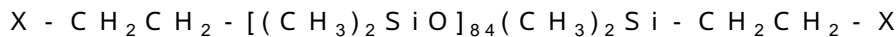
で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 2,500、粘度 = 75 mPa・s）3.0 質量部を混合して硬化性シリコン組成物を調製した。この硬化性シリコン組成物の粘度、硬化物の比重、複素弾性率、熱抵抗、および熱伝導率を測定した。これらの結果を表 1 に示す。

【0049】

[実施例 2]

20

式：



{ 式中、X は、平均単位式：



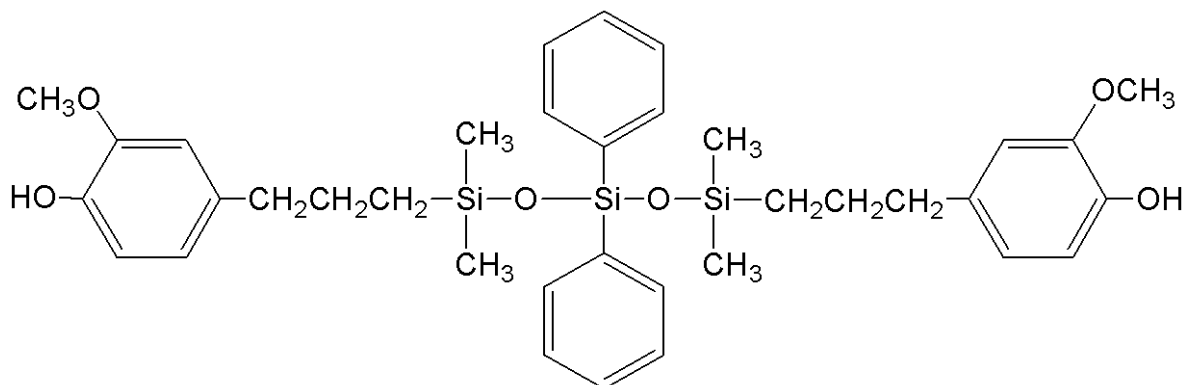
（式中、Y は 3 - グリシドキシプロピル基および 3 - トリメトキシシリルプロピル基を表し、その比率は 6 : 4 である。）

で表されるシロキサン残基である。}

で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 47,900、粘度 = 7,400 mPa・s、エポキシ当量 = 580）3.0 質量部、式：

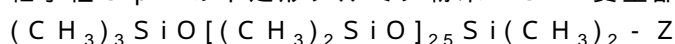
【化 2 1】

30



40

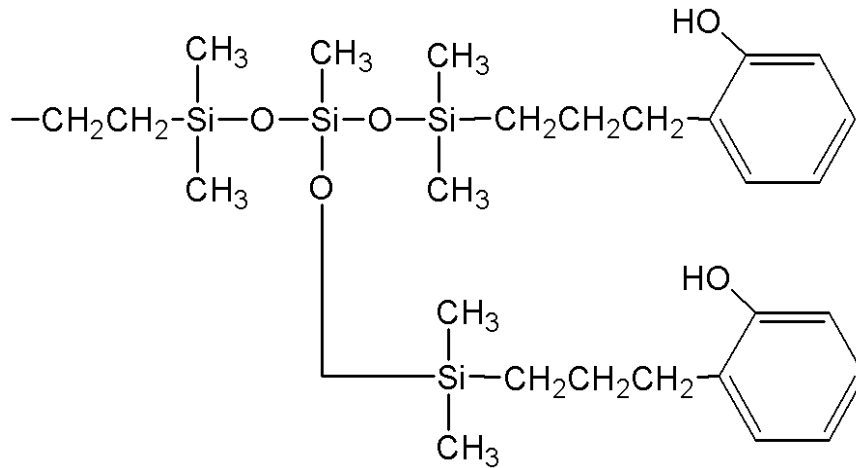
で表されるオルガノトリシロキサン（粘度 = 2,600 mPa・s、フェノール性水酸基当量 = 330）1.0 質量部、35 質量% - カプセル型アミン触媒のビスフェノール A 型エポキシ樹脂とビスフェノール F 型エポキシ樹脂の混合物（旭化成株式会社製の HX - 3941 HP）1.0 質量部、フレーク状銀粉末（福田金属箔粉工業株式会社製、50% 平均粒径 = 9 μm 以下、タップ密度 = 4.2 ~ 5.4 g/cm³、見かけ密度 = 2.7 ~ 3.4 g/cm³）28.7 質量部、平均粒子径 8.6 μm の球状アルミナ粉末 49.0 質量部、平均粒子径 3 μm の不定形アルミナ粉末 13.4 質量部、および式：



（式中、Z は、式：

50

【化 2 2】



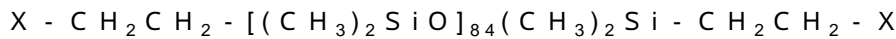
10

で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 2,500、粘度 = 75 mPa・s）3.0 質量部を混合して硬化性シリコーン組成物を調製した。この硬化性シリコーン組成物の粘度、硬化物の比重、複素弾性率、熱抵抗、および熱伝導率を測定した。これらの結果を表 1 に示す。

【0050】

[比較例 1]

式：



{ 式中、X は、平均単位式：

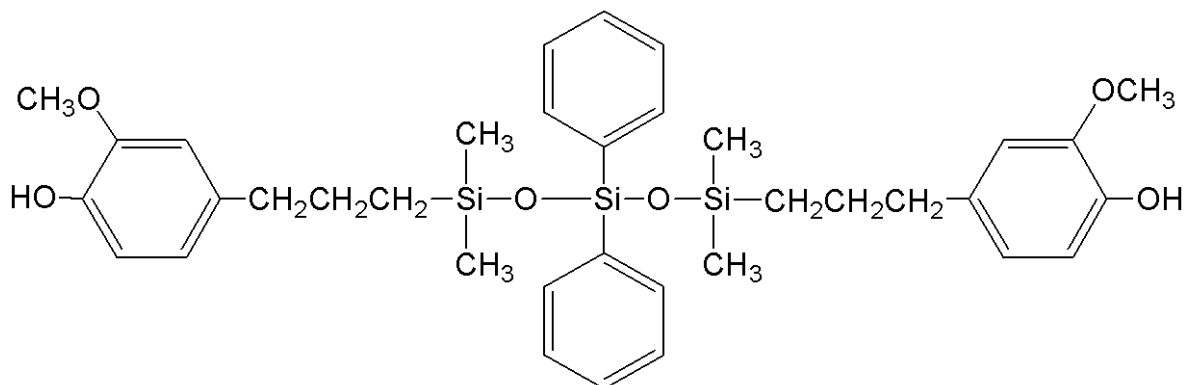


（式中、Y は 3 - グリシドキシプロピル基および 3 - トリメトキシシリルプロピル基を表し、その比率は 6 : 4 である。）

で表されるシロキサン残基である。}

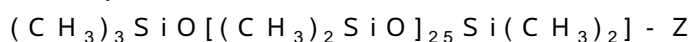
で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 47,900、粘度 = 7,400 mPa・s、エポキシ当量 = 580）4.2 質量部、式：

【化 2 3】



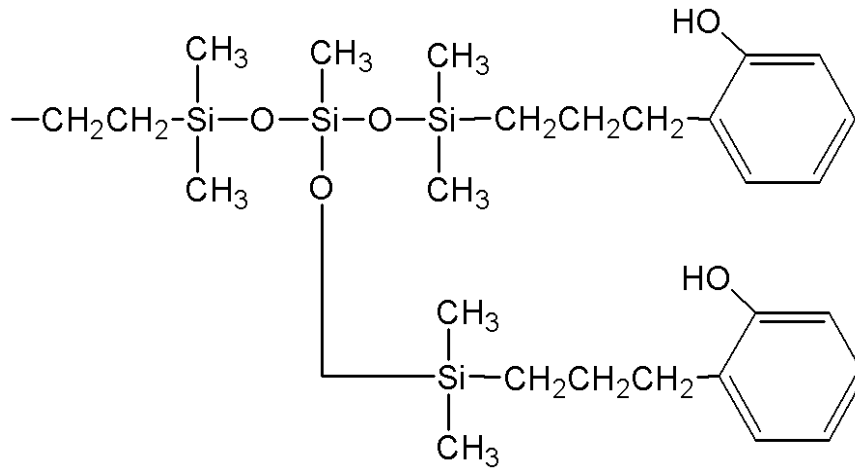
40

で表されるオルガノトリシロキサン（粘度 = 2,600 mPa・s、フェノール性水酸基当量 = 330）1.0 質量部、35 質量% - カプセル型アミン触媒のビスフェノール A 型エポキシ樹脂とビスフェノール F 型エポキシ樹脂の混合物（旭化成株式会社製の HX - 3941 HP）1.0 質量部、フレーク状銀粉末（福田金属箔粉工業株式会社製、50% 平均粒径 = 9 μm 以下、タップ密度 = 4.2 ~ 5.4 g/cm³、見かけ密度 = 2.7 ~ 3.4 g/cm³）90.0 質量部、および式：



（式中、Z は、式：

【化 2 4】



10

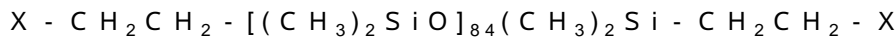
で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 2,500、粘度 = 75 mPa・s）3.6 質量部を混合して硬化性シリコン組成物を調製した。この硬化性シリコン組成物の粘度、硬化物の比重、複素弾性率、熱抵抗、および熱伝導率を測定した。これらの結果を表 1 に示す。

【0051】

[比較例 2]

20

式：



{ 式中、X は、平均単位式：



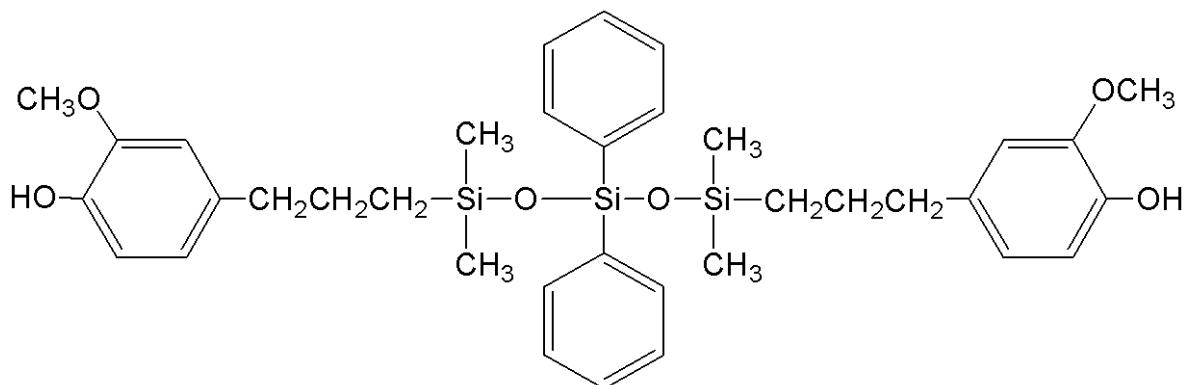
（式中、Y は 3 - グリシドキシプロピル基および 3 - トリメトキシシリルプロピル基を表し、その比率は 6 : 4 である。）

で表されるシロキサン残基である。}

で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 47,900、粘度 = 7,400 mPa・s、エポキシ当量 = 580）13.0 質量部、式：

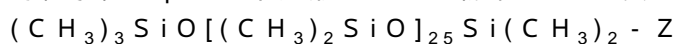
【化 2 5】

30



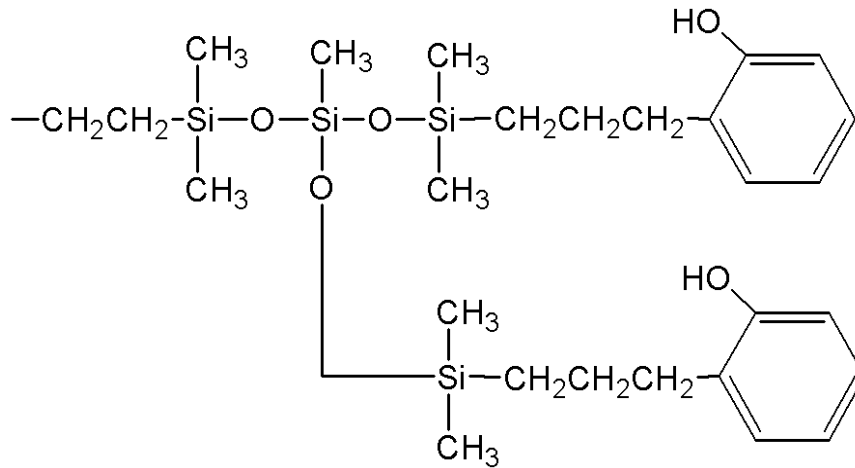
40

で表されるオルガノトリシロキサン（粘度 = 2,600 mPa・s、フェノール性水酸基当量 = 330）5.0 質量部、35 質量% - カプセル型アミン触媒のビスフェノール A 型エポキシ樹脂とビスフェノール F 型エポキシ樹脂の混合物（旭化成株式会社製の HX - 3941 HP）1.0 質量部、平均粒子径 8.6 μm の球状アルミナ粉末 60.8 質量部、平均粒子径 3 μm の不定形アルミナ粉末 16.6 質量部、および式：



（式中、Z は、式：

【化 2 6】



10

で表されるジメチルポリシロキサン（質量平均分子量 = 2,500、粘度 = 75 mPa・s）3.6 質量部を混合して硬化性シリコーン組成物を調製した。この硬化性シリコーン組成物の粘度、硬化物の比重、複素弾性率、熱抵抗、および熱伝導率を測定した。これらの結果を表 1 に示す。

【0052】

【表 1】

20

区 分 項 目	本 発 明		比 較 例	
	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2
硬化性シリコーン組成物 粘度 (Pa・s)	380	320	80	190
硬化物 比重	2.8	3.4	5.4	2.0
複素弾性率 (MPa)	770	780	300	35
熱抵抗 (cm ² ・°C/W)	0.28	0.18	0.13	0.85
熱伝導率 (W/m・K)	2.11	3.84	5.70	1.10

30

【産業上の利用可能性】

【0053】

本発明の硬化性シリコーン組成物は、トランスファーモールド、インジェクションモールド、ポッティング、キャストリング、粉体塗装、浸漬塗布、滴下等の方法により使用することができ、硬化後は可撓性および接着性に優れた硬化物になるので、電気部品や電子素子の封止剤、注型剤、コーティング剤、接着剤等として有用である。特に、本発明の硬化性シリコーン組成物は、放熱部材として有用であり、放熱インターフェース材料（TIM）として有用である。

40

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】本発明の電子部品の一例である L S I の断面図である。

【符号の説明】

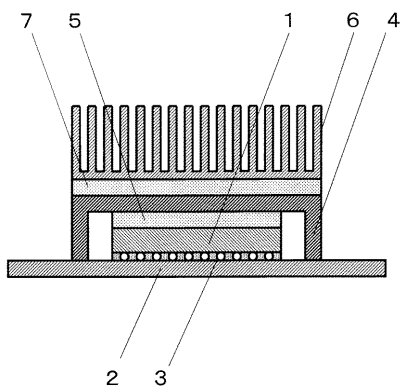
【0055】

- 1 半導体素子
- 2 基板

50

- 3 ボールグリッド
- 4 ヒートスプレッダー
- 5 放熱材
- 6 放熱板
- 7 放熱材

【図 1】



 フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>C 0 9 K</i>	<i>3/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 9 K</i>	<i>3/10</i>	<i>G</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>23/29</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 9 K</i>	<i>3/10</i>	<i>L</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>23/31</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 9 K</i>	<i>3/10</i>	<i>Q</i>
<i>C 0 9 J</i>	<i>163/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>23/30</i>	<i>R</i>
			<i>C 0 9 J</i>	<i>163/00</i>	

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 0 8 L *6 3 / 0 0*
C 0 8 G *5 9 / 2 0*
C 0 8 G *5 9 / 6 2*
C 0 8 K *3 / 0 0*
C 0 9 J *1 6 3 / 0 0*
C 0 9 J *1 8 3 / 0 6*
C 0 9 K *3 / 1 0*
H 0 1 L *2 3 / 2 9*
H 0 1 L *2 3 / 3 1*