

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2024-106910

(P2024-106910A)

(43)公開日 令和6年8月8日(2024.8.8)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
C 0 8 L 101/00 (2006.01)	C 0 8 L 101/00	4 J 0 0 2
C 0 8 K 3/013(2018.01)	C 0 8 K 3/013	
C 0 8 K 3/04 (2006.01)	C 0 8 K 3/04	
C 0 8 K 3/38 (2006.01)	C 0 8 K 3/38	
C 0 9 K 5/14 (2006.01)	C 0 9 K 5/14	E
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全24頁)		

(21)出願番号	特願2023-11406(P2023-11406)	(71)出願人	000002174 積水化学工業株式会社 大阪府大阪市北区西天満2丁目4番4号
(22)出願日	令和5年1月27日(2023.1.27)	(74)代理人	100207756 弁理士 田口 昌浩
		(74)代理人	100129746 弁理士 虎山 滋郎
		(72)発明者	高橋 良輔 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内
		(72)発明者	浦山 貴大 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内
		(72)発明者	鹿毛 悠冬 大阪府三島郡島本町百山2-1 積水化学工業株式会社内 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 樹脂組成物、放熱部材、及び電子機器

(57)【要約】

【課題】熱伝導率が高く、かつ圧縮時における応力が小さく、部材の破損を抑制できる樹脂組成物を提供する。

【解決手段】樹脂と無機充填材を含有する樹脂組成物であって、前記無機充填材は、ビッカース硬度が20GPa以上異なる第1無機充填材と第2無機充填材とを含み、前記第1無機充填材のビッカース硬度は、第2無機充填材のビッカース硬度よりも大きく、前記第1無機充填材の平均粒径()は、第2無機充填材の平均粒径()よりも大きく、前記第1無機充填材の体積充填率(A)に対する第2無機充填材の体積充填率(B)の比[(B)/(A)]が0.08以上0.42以下であり、全無機充填材の含有量が、80体積%以上である、樹脂組成物。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

樹脂と無機充填材を含有する樹脂組成物であって、

前記無機充填材は、ビッカース硬度が 20 GPa 以上異なる第 1 無機充填材と第 2 無機充填材とを含み、前記第 1 無機充填材のビッカース硬度は、第 2 無機充填材のビッカース硬度よりも大きく、

前記第 1 無機充填材の平均粒径 () は、第 2 無機充填材の平均粒径 () よりも大きく、

前記第 1 無機充填材の体積充填率 (A) に対する第 2 無機充填材の体積充填率 (B) の比 [(B) / (A)] が 0 . 0 8 以上 0 . 4 2 以下であり、

10

全無機充填材の含有量が、80 体積 % 以上である、樹脂組成物。

【請求項 2】

前記第 1 無機充填材の熱伝導率は第 2 無機充填材の熱伝導率より高い、請求項 1 に記載の樹脂組成物。

【請求項 3】

前記第 1 無機充填材がダイヤモンド又は立方晶窒化ホウ素である、請求項 1 又は 2 に記載の樹脂組成物。

【請求項 4】

前記第 1 無機充填材の含有量が、樹脂組成物全量を基準にして 20 体積 % 以上 80 体積 % 以下である、請求項 1 又は 2 に記載の樹脂組成物。

20

【請求項 5】

さらに分散剤を含み、分散剤の含有量が、無機充填材を除いた樹脂組成物全量を基準にして 5 ~ 40 質量 % である、請求項 1 又は 2 に記載の樹脂組成物。

【請求項 6】

25 の粘度が 400 mPa · s 以下である、請求項 1 又は 2 に記載の樹脂組成物。

【請求項 7】

請求項 1 又は 2 に記載の樹脂組成物により形成された放熱部材。

【請求項 8】

電子部品と、前記電子部品上に配置される請求項 7 に記載の放熱部材とを備える、電子機器。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は樹脂組成物、該樹脂組成物により形成された放熱部材、及び該放熱部材を備える電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、電気機器の小型化および高性能化に伴い、電気絶縁性を保ち且つ駆動に伴い発生する熱を効率よく放散させる放熱材料が求められている。放熱材料として、熱伝導性充填材を樹脂に充填させた熱伝導性組成物が知られている。また、熱伝導率向上の観点から、複数の異なる熱伝導性充填材を併用する技術も知られている。

40

【0003】

特許文献 1 では、モース硬度が 6 以上で平均粒径が 5 ~ 20 μm の熱伝導性無機充填材と、モース硬度が 5 以下で平均粒径が 0 . 5 ~ 5 μm の熱伝導性無機充填材を特定の混合割合で含む熱伝導性シリコングリース組成物に関する発明が開示されている。そして、該熱伝導性シリコングリース組成物は、熱伝導性と共に耐ズレ性に優れることが記載されている。

特許文献 2 では、シリコン樹脂と、第 1 のフィラーのダイヤモンドと、第 2 のフィラーの酸化亜鉛と、分散剤とを有することを特徴とする熱伝導性シリコン組成物に関する発明が開示されている。そして、該熱伝導性シリコン組成物により、電子部品の発熱を

50

効率良く放熱板に伝導して放熱できることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-242022号公報

【特許文献2】特開2002-030217号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来用いられている熱伝導性組成物については、熱伝導率の高いものもあるが、一般に 10
、熱伝導率をより高めるためには、熱伝導性充填材を樹脂に高充填する必要がある。

しかしながら、熱伝導性充填材を多量に含む樹脂組成物は、圧縮時の応力が高くなるという問題がある。より具体的には、部材（例えば、半導体チップなど）を実装する際に、部材を樹脂組成物上に配置して該樹脂組成物を圧縮する工程において、樹脂組成物の応力が高くなり、部材が破損してしまうという問題がある。

そこで、本発明は、熱伝導率が高く、かつ圧縮時における応力が小さく、部材の破損を抑制できる樹脂組成物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】

【0006】

本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、ビッカース硬度、平均粒径及び体積充填率が特定の関係にある、第1無機充填材及び第2無機充填材を含有する樹脂組成物により、上記課題が解決できることを見出し、本発明を完成させた。 20

すなわち、本発明は、下記[1]～[8]に関する。

【0007】

[1]樹脂と無機充填材を含有する樹脂組成物であって、前記無機充填材は、ビッカース硬度が20GPa以上異なる第1無機充填材と第2無機充填材とを含み、前記第1無機充填材のビッカース硬度は、第2無機充填材のビッカース硬度よりも大きく、前記第1無機充填材の平均粒径()は、第2無機充填材の平均粒径()よりも大きく、前記第1無機充填材の体積充填率(A)に対する第2無機充填材の体積充填率(B)の比[(B)/(A)]が0.08以上0.42以下であり、全無機充填材の含有量が、80体積%以上 30
である、樹脂組成物。

[2]前記第1無機充填材の熱伝導率は第2無機充填材の熱伝導率より高い、上記[1]に記載の樹脂組成物。

[3]前記第1無機充填材がダイヤモンド又は立方晶窒化ホウ素である、上記[1]又は[2]に記載の樹脂組成物。

[4]前記第1無機充填材の含有量が、樹脂組成物全量を基準にして20体積%以上80体積%以下である、上記[1]～[3]のいずれかに記載の樹脂組成物。

[5]さらに分散剤を含み、分散剤の含有量が、無機充填材を除いた樹脂組成物全量を基準にして5～40質量%である、上記[1]～[4]のいずれかに記載の樹脂組成物。

[6]25 の粘度が400mPa・s以下である、上記[1]～[5]のいずれかに記載の樹脂組成物。 40

[7]上記[1]～[6]のいずれかに記載の樹脂組成物により形成された放熱部材。

[8]電子部品と、前記電子部品上に配置される上記[7]に記載の放熱部材とを備える、電子機器。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、熱伝導率が高く、かつ圧縮時における応力が小さく、部材の破損を抑制できる樹脂組成物を提供することができる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

本発明の樹脂組成物は、樹脂と無機充填材を含有し、前記無機充填材は、ビッカース硬度が20GPa以上異なる第1無機充填材と第2無機充填材とを含み、前記第1無機充填材のビッカース硬度は、第2無機充填材のビッカース硬度よりも大きい。そして、前記第1無機充填材の平均粒径()は、第2無機充填材の平均粒径()よりも大きく、前記第1無機充填材の体積充填率(A)に対する第2無機充填材の体積充填率(B)の比[(B)/(A)]が0.08以上0.42以下であり、全無機充填材の含有量が、80体積%以上である。

【0010】

本発明の樹脂組成物は、無機充填材の含有量が80体積%以上であり、無機充填材が高充填されており、熱伝導率が高い。また、本発明の樹脂組成物は、無機充填材が高充填されているにも関わらず、圧縮時の応力が小さく、該樹脂組成物を圧縮する部材の破損を抑制できる。

10

この理由は次のように推定している。本発明の樹脂組成物は、第1無機充填材と第2無機充填材を含んでいる。第1無機充填材は、第2無機充填材よりもビッカース硬度が20GPa以上高く、第2無機充填材よりも平均粒径が大きく、かつ第2無機充填材よりも充填量が多い。すなわち、本発明の樹脂組成物は、硬度が高く、粒径の大きい第1無機充填材、及び、硬度が低く、粒径の小さい第2無機充填材が配合されており、かつ第1無機充填材の充填量の方が多い。このため、樹脂組成物を圧縮した際に、第2無機充填材の一部が、第1無機充填材により、削られたり、潰されたりする。これにより、圧縮時の応力が緩和されて、部材にかかる応力が少なくなり、部材の破損を抑制できると推察される。

20

【0011】

<無機充填材>

(ビッカース硬度)

本発明の樹脂組成物は、第1無機充填材と第2無機充填材とを含み、ビッカース硬度が20GPa以上異なる第1無機充填材と第2無機充填材とを含み、前記第1無機充填材のビッカース硬度は、第2無機充填材のビッカース硬度よりも大きい。すなわち、第1無機充填材と第2無機充填材とのビッカース硬度の差が20GPa以上である。これにより、樹脂組成物を圧縮する際の応力を低減でき、樹脂組成物を圧縮する部材の破損を抑制しやすくなる。

圧縮時の応力低減の観点から、第1無機充填材と第2無機充填材とのビッカース硬度の差は、好ましくは30GPa以上であり、より好ましくは50GPa以上であり、さらに好ましくは60GPa以上である。第1無機充填材と第2無機充填材とのビッカース硬度の差の上限値は、特に限定されないが、例えば100GPaである。

30

【0012】

第1無機充填材のビッカース硬度は、第1無機充填材と第2無機充填材とのビッカース硬度の差が上記範囲内にある限り、特に制限されるものではないが、例えば30GPa以上130GPa以下、好ましくは40GPa以上100GPa以下、より好ましくは50GPa以上90GPa以下である。

第2無機充填材のビッカース硬度は、第1無機充填材と第2無機充填材とのビッカース硬度の差が上記範囲内にある限り、特に制限されるものではないが、例えば1GPa以上60GPa以下、好ましくは5GPa以上40GPa以下、より好ましくは10GPa以上30GPa以下である。

40

なお、ビッカース硬度は、JIS Z 2244に準拠して測定できる。具体的には、対面角136度の正四角錐ダイヤモンドで作られたピラミッド形の圧子を材料表面に押し込み、試験面に窪みをつけたときの荷重F(N)を、窪みの対角線長さd(mm)から求めた表面積で除した商を意味する。

【0013】

(平均粒径)

本発明において、第1無機充填材の平均粒径()は、第2無機充填材の平均粒径()よりも大きい。これにより、樹脂組成物を圧縮する際の応力を低減でき、樹脂組成物を

50

圧縮する部材の破損を抑制しやすくなる。

圧縮時の応力低減の観点から、第1無機充填材と第2無機充填材との平均粒径の差は、好ましくは $10\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $30\ \mu\text{m}$ 以上 $150\ \mu\text{m}$ 以下であり、さらに好ましくは $40\ \mu\text{m}$ 以上 $130\ \mu\text{m}$ 以下であり、さらに好ましくは $50\ \mu\text{m}$ 以上 $70\ \mu\text{m}$ 以下である。

【0014】

第1無機充填材の平均粒径()は、第2無機充填材の平均粒径()よりも大きい限り、特に制限されるものではないが、例えば $10\ \mu\text{m}$ 以上 $250\ \mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $20\ \mu\text{m}$ 以上 $200\ \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $30\ \mu\text{m}$ 以上 $180\ \mu\text{m}$ 以下である。

10

第2無機充填材の平均粒径()は、第1無機充填材の平均粒径()よりも小さい限り、特に制限されるものではないが、例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 以上 $50\ \mu\text{m}$ 以下であり、好ましくは $0.2\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であり、より好ましくは $1\ \mu\text{m}$ 以上 $10\ \mu\text{m}$ 以下である。

なお、本明細書における無機充填材の平均粒径は、一次粒子の体積基準による累積粒度分布における50%粒径(D50)を測定して求めることができる。なお、体積基準での累積粒度分布は、レーザー回折/散乱式粒子径分布測定装置を用いて求められる。レーザー回折/散乱式粒子径分布測定装置としては、マイクロトラック社製、「MT3300EXII」等が挙げられる。

【0015】

20

(体積充填率)

本発明の樹脂組成物における、第1無機充填材の体積充填率(A)に対する第2無機充填材の体積充填率(B)の比 $[(B)/(A)]$ は 0.08 以上 0.42 以下である。体積充填率の比をこのような範囲とすることにより、樹脂組成物を圧縮する際の応力を低減でき、樹脂組成物を圧縮する部材の破損を抑制しやすくなる。

圧縮時の応力低減の観点から、上記体積充填率の比 $[(B)/(A)]$ は、 0.09 以上 0.3 以下であり、より好ましくは 0.09 以上 0.2 以下であり、さらに好ましくは 0.09 以上 0.15 以下である。

【0016】

本発明の樹脂組成物における、第1無機充填材の体積充填率(含有量)は、特に限定されないが、好ましくは20体積%以上90体積%以下であり、より好ましくは20体積%以上85体積%以下であり、さらに好ましくは20体積%以上80体積%以下であり、さらに好ましくは30体積%以上80体積%以下であり、さらに好ましくは40体積%以上80体積%以下である。

30

また、第1無機充填材は、平均粒径の異なる2以上の無機充填材を配合した混合物であってもよく、第1無機充填材の中で最大の平均粒径の無機充填材の樹脂組成物における体積充填率は、好ましくは20体積%以上80体積%以下であり、より好ましくは35体積%以上75体積%以下である。

本発明の樹脂組成物における、第2無機充填材の体積充填率は、特に限定されないが、好ましくは1体積%以上40体積%以下であり、より好ましくは3体積%以上35体積%以下であり、さらに好ましくは5体積%以上30体積%以下である。

40

また、本発明の樹脂組成物において、第1無機充填材及び第2無機充填材以外の無機充填材を含んでよい。本発明の樹脂組成物における、第1無機充填材及び第2無機充填材の合計量は、好ましくは25体積%以上であり、より好ましくは50体積%以上であり、さらに好ましくは90体積%以上である。

【0017】

本発明の樹脂組成物における、全無機充填材の含有量は80体積%以上である。このように、無機充填材の含有量が多いことで、樹脂組成物の熱伝導率が高まる。さらには、無機充填材が高充填されていることで、硬く大きい粒子が、柔らかく小さい粒子に接触しやすくなり、圧縮時の応力を緩和する効果も高まる。

50

樹脂組成物における、全無機充填材の含有量は、好ましくは83体積%以上であり、より好ましくは85体積%以上であり、そして好ましくは95体積%以下であり、好ましくは90体積%以下である。

【0018】

(熱伝導率)

第1無機充填材は、第2無機充填材よりも熱伝導率が高いことが好ましい。第1無機充填材は、第2無機充填材よりも平均粒径が大きく含有量も多いため、第1無機充填材の熱伝導率を高くすることにより、樹脂組成物の熱伝導性が向上し放熱性が高まる。

第1無機充填材の熱伝導率と、第2無機充填材の熱伝導率との差は、好ましくは10W/mK以上であり、より好ましくは100W/mK以上であり、さらに好ましくは500W/mK以上であり、そして好ましくは4000W/mK以下である。

【0019】

第1無機充填材の熱伝導率は、好ましくは10W/mK以上4000W/mK以下であり、より好ましくは100W/mK以上3500W/mK以下、さらに好ましくは500W/mK以上3000W/mK以下である。

第2無機充填材の熱伝導率は、好ましくは10W/mK以上1000W/mK以下であり、より好ましくは15W/mK以上700W/mK以下、さらに好ましくは20W/mK以上500W/mK以下である。

熱伝導率は、例えば、クロスセクションポリッシャーにて切削加工した無機充填材の断面に対して、株式会社ベテル製サーマルマイクロスコープを用いて、周期加熱サーモリフレクタンス法により測定することができる。

【0020】

(無機充填材の種類)

無機充填材の種類は特に限定されないが、例えば、酸化物、窒化物、炭化物、炭素系材料、及び金属水酸化物などが挙げられる。

酸化物としては、例えば、酸化鉄、酸化亜鉛、アルミナ、酸化マグネシウム、酸化チタン、酸化セリウム、酸化ジルコニウムなどの金属酸化物、酸化ケイ素(シリカ)などの金属酸化物以外の酸化物が挙げられる。

窒化物としては、例えば、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化クロム、窒化タングステン、窒化マグネシウム、窒化モリブデン、窒化リチウムなどの金属窒化物、窒化ケイ素、窒化ホウ素など金属窒化物以外の窒化物が挙げられる。

炭化物としては、例えば、炭化アルミニウム、炭化チタン、炭化タングステンなどの金属炭化物、炭化ケイ素、炭化ホウ素などの金属炭化物以外の炭化物が挙げられる。

炭素系材料としては、例えば、カーボンブラック、黒鉛、グラフェン、フラーレン、カーボンナノチューブ、カーボンナノファイバー、ダイヤモンドなどが挙げられる。

金属水酸化物としては、例えば、水酸化アルミニウム、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウムなどが挙げられる。

【0021】

第1無機充填材及び第2無機充填材の種類は、特に限定されず、本発明の所定の要件を満足するように、例えば上記した中から適宜選択することができる。

上記した中でも、第1無機充填材は、ダイヤモンド又は立方晶窒化ホウ素であることが好ましく、ダイヤモンドがより好ましい。これらの無機充填材は、ビッカース硬度が高く、かつ熱伝導率も高いため第1無機充填材として好ましい。第1無機充填材は、1種のみを使用してもよいし、複数種類を併用してもよい。

また、第2無機充填材は、アルミナ、窒化アルミニウム、酸化マグネシウム、立方晶窒化ホウ素以外の窒化ホウ素、又は酸化亜鉛が好ましい。第2無機充填材は、1種のみを使用してもよいし、複数種類を併用してもよい。

【0022】

<樹脂>

本発明の樹脂組成物は、樹脂を含有する。該樹脂は、無機充填材を保持する樹脂成分で

あり、マトリックス樹脂である。樹脂としては、硬化性樹脂でもよいし、熱可塑性樹脂などの非硬化性の樹脂であってもよい。また、エラストマー樹脂であってもよい。硬化性樹脂としては、湿気硬化性、熱硬化性、光硬化性のいずれでもよい。樹脂としては、液状成分であることが好ましい。液状成分の樹脂は、硬化することで固体となるものでもよいし、非硬化性であり、液状のままでもよい。なお、液状成分とは、室温（25）かつ常圧（1気圧）下に液状である成分である。

【0023】

硬化性樹脂は、1液硬化型、2液硬化型のいずれでもよい。2液硬化型では、主剤を含む1液と、硬化剤を含む2液とを混合して使用するものである。2液硬化型は、1液と2液を混合することで、例えば室温で硬化するとよい。

なお、2液硬化型において、1液が本発明の樹脂組成物であってもよいし、2液が本発明の樹脂組成物であってもよいし、1液と2液を混合したものが本発明の樹脂組成物であってもよいが、1液、及び2液のいずれもが本発明の樹脂組成物であり、混合後のものも本発明の樹脂組成物であることが好ましい。

【0024】

樹脂の具体例としては、シリコーン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、フェノール樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリ(1-)ブテン樹脂、及びポリペンテン樹脂等のポリオレフィン樹脂、ポリエチレンテレフタレート等のポリエステル樹脂、ポリスチレン樹脂、アクリロニトリル-ブタジエン-スチレン(ABS)樹脂、エチレン酢酸ビニル共重合体(EVA)、ポリアミド樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂(PVC)等が挙げられる。

また、樹脂は、エラストマー樹脂であってもよく、具体的には、アクリロニトリルブタジエンゴム、エチレン-プロピレン-ジエンゴム、エチレン-プロピレンゴム、天然ゴム、ポリブタジエンゴム、ポリイソプレングム、ポリエステル系熱可塑性エラストマー、ポリウレタン系熱可塑性エラストマー、スチレン系熱可塑性エラストマー等が挙げられる。エラストマー樹脂は、液状でもよいし、固体状でもよい。

樹脂は、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

上記した中では、樹脂は、好ましくはシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ポリブタジエンゴム、及びポリエステル樹脂から選択される少なくとも1種であり、より好ましくはシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、アクリル樹脂から選択される少なくとも1種であり、さらに好ましくはシリコーン樹脂である。

【0025】

(シリコーン樹脂)

シリコーン樹脂の具体例としては、硬化型シリコーン樹脂が挙げられる。硬化型シリコーン樹脂としては、縮合硬化型シリコーン樹脂、付加反応硬化型シリコーン樹脂のいずれでもよいが、付加反応硬化型シリコーン樹脂が好ましい。

硬化型シリコーン樹脂は、主剤を構成するシリコーン樹脂と、主剤を硬化させる硬化剤を構成するシリコーン樹脂からなることが好ましい。そして、付加反応硬化型シリコーン樹脂の場合、主剤として使用されるシリコーン樹脂は、アルケニル基を有するオルガノポリシロキサンが好ましい。アルケニル基を有するオルガノポリシロキサンは、アルケニル基を2つ以上有することがより好ましい。

アルケニル基としては、特に限定されないが、例えば炭素数2~8のものが挙げられ、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、オクテニル基などが挙げられ、これらの中では合成の容易性、反応性の観点などから、ビニル基が好ましい。また、アルケニル基は、ケイ素原子に直接結合したアルケニル基であるとよい。

アルケニル基を有するオルガノポリシロキサンとしては、具体的には、ビニル両末端ポリジメチルシロキサン、ビニル両末端ポリフェニルメチルシロキサン、ビニル両末端ジメチルシロキサン-ジフェニルシロキサンコポリマー、ビニル両末端ジメチルシロキサン-フェニルメチルシロキサンコポリマー、ビニル両末端ジメチルシロキサン-ジエチルシロ

10

20

30

40

50

キサンコポリマーなどのビニル両末端オルガノポリシロキサンが挙げられる。

【0026】

付加反応硬化型シリコーン樹脂に使用される硬化剤としてのシリコーン樹脂は、上記した主剤であるシリコーン樹脂を硬化できるものであれば、特に限定されないが、ヒドロシリル基(SiH)を有するオルガノポリシロキサンである、オルガノヒドロジェンポリシロキサンが好ましい。オルガノヒドロジェンポリシロキサンは、ヒドロシリル基を2つ以上有することが好ましい。

【0027】

オルガノヒドロジェンポリシロキサンとしては、メチルヒドロシロキサン・ジメチルシロキサンコポリマー、ポリメチルヒドロシロキサン、ポリエチルヒドロシロキサン、メチルヒドロシロキサン・フェニルメチルシロキサンコポリマーなどが挙げられる。これらは、末端にヒドロシリル基を含有していてもよいが、含有していなくてもよい。

10

【0028】

また、シリコーン樹脂としては、例えば、シリコーンオイルでもよい。シリコーンオイルとしては、メチルフェニルシリコーンオイル、ジメチルシリコーンオイル、変性シリコーンオイルなどが挙げられる。

シリコーンオイルは、配合時に室温かつ常圧下に液状であり、かつ使用時においても液状ないしゲル状の成分である。すなわち、シリコーンオイルは、硬化剤などにより硬化されず、また、硬化されても硬化後も液状ないしゲル状となる実質的に非硬化性のものである。したがって、シリコーンオイルは、樹脂成分として単独で、又は比較的高い配合割合で使用すると、樹脂組成物から形成される放熱部材をペースト状にできる。

20

【0029】

樹脂組成物に含有されるシリコーン樹脂は、25における粘度が、好ましくは5 mPa・s以上1000 mPa・s以下、より好ましくは30 mPa・s以上700 mPa・s以下、さらに好ましくは100 mPa・s以上600 mPa・s以下である。

なお、シリコーン樹脂の粘度は、粘度計(BROOKFIELD回転粘度計DV-E)でスピンドルNo.14の回転子を用い、回転速度5 rpm、測定温度25で測定するとよい。

シリコーン樹脂の粘度範囲を上記範囲内とすると、樹脂組成物の粘度を所定範囲内として、樹脂組成物の塗工性を良好にしつつ、塗工後に一定の形状に保つことができるため、電子部品などの上に容易に配置できるようになる。

30

【0030】

なお、樹脂組成物は、2液硬化型であり、かつ1液又は2液のいずれかを構成する場合、上記の通り主剤となるシリコーン樹脂又は硬化剤となるシリコーン樹脂のいずれかを含有すればよい。より具体的には、樹脂組成物は、アルケニル基を有するオルガノポリシロキサン又はオルガノヒドロジェンポリシロキサンのいずれかを含有することが好ましい。

ただし、2液硬化型の1液又は2液のいずれかを構成する場合であっても、シリコーン樹脂は、硬化が進行しない限り、アルケニル基を有するオルガノポリシロキサン又はオルガノヒドロジェンポリシロキサンに加えて、オルガノヒドロジェンポリシロキサン又はアルケニル基を有するオルガノポリシロキサンを含有してもよい。

40

【0031】

また、樹脂組成物は、1液硬化型の場合や、2液硬化型であっても1液と2液を混合したものである場合には、主剤となるシリコーン樹脂及び硬化剤となるシリコーン樹脂の両方を含有してもよい。すなわち、1液硬化型の場合や、2液硬化型であっても1液と2液を混合したものである場合には、樹脂組成物は、アルケニル基を有するオルガノポリシロキサン及びオルガノヒドロジェンポリシロキサンの両方を含有することが好ましい。

【0032】

また、硬化型の樹脂組成物は、シリコーン樹脂として、非硬化性のオルガノポリシロキサンを含有してもよく、例えば上記したアルケニル基を有するオルガノポリシロキサン又

50

はヒドロシリル基を有するオルガノポリシロキサンに加えて、シリコーンオイルなどを含有してもよい。もちろん、樹脂組成物は、非硬化型のシリコーン樹脂組成物であってもよく、そのような場合、シリコーン樹脂としては、例えばシリコーンオイルを単独で使用してもよい。

【0033】

(エポキシ樹脂)

樹脂成分として使用されるエポキシ樹脂としては、エポキシ基を少なくとも1つ、好ましくは2つ以上有するエポキシ化合物を使用するとよい。エポキシ化合物は、硬化性樹脂であり、また、通常は熱硬化性樹脂である。

エポキシ化合物としては、例えばビスフェノール型、ノボラック型、ナフタレン型、トリフェノールアルカン型、ピフェニル型、環状脂肪族型、これらのハロゲン化物、これらの水素添加物等が挙げられる。

また、エポキシ樹脂としては、エポキシ化合物単独で使用されてもよいが、エポキシ樹脂は、上記エポキシ化合物を主剤とし、さらに硬化剤が加えられたものが使用される。硬化剤としては、重付加型又は触媒型のものが用いられる。重付加型の硬化剤としては、例えば、ポリアミン系硬化剤、酸無水物系硬化剤、ポリフェノール系硬化剤、ポリメルカプタン、ジシアンジアミド等が挙げられる。また、上記触媒型の硬化剤としては、例えば、3級アミン、イミダゾール類、ルイス酸錯体等が例示される。これは1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

また、エポキシ樹脂を使用する場合、樹脂組成物は、2液硬化型が好ましく、主剤を含む1液と、硬化剤を含む2液とを混合することで、硬化するものが好ましい。

【0034】

なお、樹脂組成物は、2液硬化型であり、かつ1液又は2液のいずれかを構成する場合、主剤を構成するエポキシ化合物又は硬化剤のいずれかを含有すればよい。

ただし、2液型の場合であっても、エポキシ樹脂は、硬化が進行しない限り、エポキシ化合物又は硬化剤に加えて、硬化剤又はエポキシ化合物を含有してもよい。

また、樹脂組成物は、1液硬化型の場合や、2液硬化型であっても1液と2液を混合したものである場合には、主剤となるエポキシ化合物及び硬化剤の両方を含有するとよい。

【0035】

(アクリル樹脂)

樹脂成分として使用されるアクリル樹脂としては、例えば光硬化性を有するものが使用される。アクリル樹脂としては、硬化されることでアクリル系ポリマーを構成する成分であればよく、例えば、アルキル(メタ)アクリレート、ヒドロキシアルキル(メタ)アクリレートなどの(メタ)アクリレート、(メタ)アクリル酸、(メタ)アクリルアミド類、ウレタン(メタ)アクリレートなどの各種のアクリル系化合物が挙げられる。また、上記アクリル系化合物と共重合可能なビニルモノマーなどを含んでもよい。

【0036】

樹脂組成物における樹脂の含有量は、樹脂組成物の全体積に対して、好ましくは3体積%以上20体積%以下、より好ましくは10体積%以上20体積%以下である。樹脂の体積比率がこれら下限値以上であると、樹脂に分散された無機充填材を、樹脂に適切に分散させて保持できる。また、これら上限値以下とすることで、無機充填材を一定量以上樹脂組成物に配合できる。

【0037】

<分散剤>

本発明の樹脂組成物は、前記樹脂とは異なる構造を有する分散剤を含む。分散剤を含有することで、無機充填材の濡れ性が改善して、無機充填材を樹脂に分散させ易くなる。そのため、樹脂組成物の粘度を低く維持でき、熱伝導率を向上させることができる。

分散剤としては、末端に極性基を有するシリコーン化合物が挙げられる。ここで、極性基としては、例えば、アルコキシ基、ヒドロキシル基などが挙げられ、好ましくはアルコキシ基である。極性基は、Si原子に結合することが好ましく、したがって、極性基は、

シラノール基、アルコキシシリル基等の加水分解性シリル基であることが好ましく、アルコキシシリル基がより好ましい。

末端に極性基を有するシリコン化合物は、樹脂がシリコン樹脂である場合に使用されることが好ましい。

【0038】

樹脂組成物は、分散剤として末端に極性基を有するシリコン化合物を含有することで、分散剤の極性基が、無機充填材表面のヒドロキシ基又はカルボキシ基などの官能基と結合又は相互作用して、樹脂に無機充填材を分散させ易くすることができる。特に、アルコキシ基は加水分解してヒドロキシ基などと反応することが容易であり、無機充填材の分散性を向上させやすい。

10

また、分散剤としてシリコン化合物を使用することで、樹脂としてシリコン樹脂を使用する際に無機充填材が樹脂に特に馴染みやすくなり、樹脂組成物における無機充填材の体積比率を増加させやすくなる。

【0039】

末端に極性基を有するシリコン化合物は、分子鎖末端に加水分解性シリル基を有するオルガノポリシロキサン（以下、オルガノポリシロキサン（X）ともいう）が好ましい。オルガノポリシロキサン（X）は、直鎖状でも分岐状でもよいし、直鎖状と分岐状の混合物でもよいが、直鎖状であることが好ましい。また、オルガノポリシロキサン（X）としては、分子鎖末端に少なくとも1つの加水分解性シリル基を有するオルガノポリシロキサンが好ましく、片末端のみに少なくとも1つの加水分解性シリル基を有するオルガノポリシロキサンがより好ましく、片末端に3つの加水分解性シリル基を有するオルガノポリシロキサンがさらに好ましい。ここで、加水分解性シリル基は、より好ましくはアルコキシシリル基であり、さらに好ましくは、メトキシシリル基である。

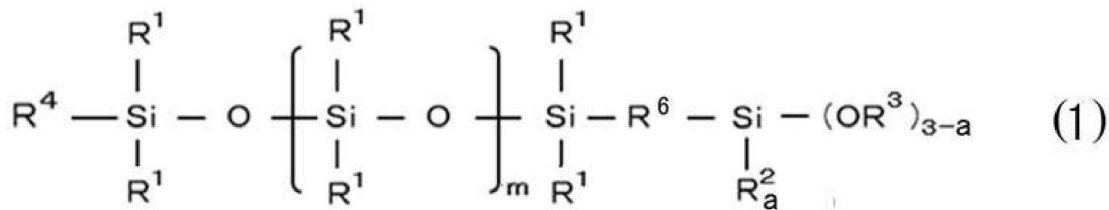
20

オルガノポリシロキサン（X）は、末端に加水分解性シリル基を有することで、無機充填材の表面に存在する官能基と反応ないし相互作用しやすくなる。また、ポリシロキサン構造を備えることも相まって、無機充填材の分散性も良好になる。

【0040】

オルガノポリシロキサン（X）は、具体的には以下の式（1）で表される化合物が好ましい。

【化1】



30

【0041】

式（1）において、R¹はそれぞれ独立に炭素原子数が1～20のアルキル基、炭素原子数が1～20のハロゲン化アルキル基、炭素原子数6～20のアリール基、及び炭素原子数7～20のアラルキル基のいずれであり、複数のR¹はそれぞれ同一であっても異なってもよい。R²はそれぞれ独立に炭素原子数1～4のアルキル基であり、R²が複数の場合は、該複数のR²はそれぞれ同一であっても異なってもよい。R³はそれぞれ独立に炭素原子数1～4のアルキル基、炭素原子数2～4のアルコキシアルキル基、及び炭素原子数2～4のアシル基のいずれかであり、R³が複数の場合は、該複数のR³は同一であっても異なってもよい。R⁴は炭素原子数1～8のアルキル基である。R⁶は、酸素原子、又は炭素原子数1～40の二価の有機基である。mは3～315の整数である。式（1）において、aは0～2の整数である。

40

【0042】

上記式（1）において、R¹におけるアルキル基は直鎖であっても分岐鎖であってもよ

50

く、環状構造を有してもよい。より具体的には、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、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が挙げられる。

ハロゲン化アルキル基としては、クロロメチル基、3,3,3-トリフルオロプロピル基、3-クロロプロピル基等が挙げられる。アリール基としては、フェニル基、トリル基、キシリル基等などが挙げられる。アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基、2-(2,4,6-トリメチルフェニル)プロピル基等が挙げられる。

これらの中でもR¹は、炭素原子数1~20のアルキル基であることが好ましく、炭素原子数1~4のアルキル基であることがより好ましく、メチル基であることが更に好ましい。式(1)の化合物において、R¹の80%以上がメチル基であることが好ましく、90%以上がメチル基であることがより好ましく、R¹の全てがメチル基であることがさらに好ましい。

【0043】

上記式(1)において、R²は炭素原子数1~4のアルキル基であり、R²が複数の場合(すなわち、aが2の場合)は、該複数のR²はそれぞれ同一であっても異なってもよい。また、該アルキル基は直鎖であっても分岐鎖であってもよい。中でもR²は、炭素原子数1~2のアルキル基であることが好ましく、メチル基であることがより好ましい。また、aは0~2の整数であり、aは0又は1であることが好ましく、0であることがより好ましい。

【0044】

上記式(1)において、R³は炭素原子数1~4のアルキル基、炭素原子数2~4のアルコキシアルキル基、炭素原子数2~4のアシル基であり、R³が複数の場合(すなわち、aが0又は1の場合)は、該複数のR³は同一であっても異なってもよい。また、R³におけるアルキル基、アルコキシアルキル基、及びアシル基は直鎖であっても分岐鎖であってもよい。これらの中でもR³は、炭素原子数1~4のアルキル基であることが好ましく、中でもメチル基であることがより好ましい。

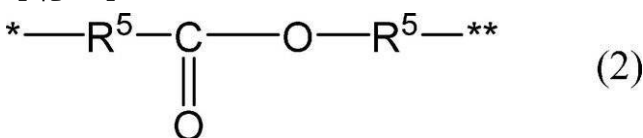
【0045】

上記式(1)において、R⁴は炭素原子数1~8のアルキル基であり、好ましくは炭素原子数2~6のアルキル基であり、より好ましくはブチル基である。

上記式(1)において、R⁶は以下の式(2)で示される基、酸素原子、又は炭素原子数1~20の二価の炭化水素基であることが好ましく、以下の式(2)で示される基、又は炭素数1~20の二価の炭化水素基であることがより好ましい。ここで、炭素数1~20の二価の炭化水素基は、好ましくはアルキレン基であり、該アルキレン基は直鎖であっても分岐鎖であってもよい。炭素数1~20の二価の炭化水素基は、炭素原子数2~10のアルキレン基が好ましく、炭素原子数2~8のアルキレン基がより好ましく、炭素原子数2~4のアルキレン基がさらに好ましく、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基、メチルエチレン基などが挙げられ、中でもエチレン基が好ましい。

【0046】

【化2】



式(2)において、R⁵は炭素原子数が1~20の二価の炭化水素基であり、複数のR⁵はそれぞれ同一であっても異なってもよい。*は、R¹-Si-R¹におけるケイ素原子との結合位置であり、**は、SiR²_a(OR³)_{3-a}におけるケイ素原子との

10

20

30

40

50

結合位置である。

R⁵における二価の炭化水素基は、好ましくはアルキレン基であり、該アルキレン基は直鎖であっても分岐鎖であってもよい。R⁵は炭素原子数2～10のアルキレン基が好ましく、炭素原子数2～8のアルキレン基がより好ましく、炭素原子数2～4のアルキレン基がさらに好ましく、-CH₂-CH₂-CH₂-、又は-CH(CH₃)-CH₂-で表されるアルキレン基が更に好ましい。

【0047】

式(1)におけるmは繰り返し数を表し、3～315の整数であり、好ましくは4～280の整数であり、より好ましくは5～220の整数、更に好ましくは5～100の整数である。

【0048】

分散剤としては、シリコン化合物以外も使用でき、シリコン化合物以外の高分子系分散剤が使用できる。使用される高分子系分散剤としては、官能基を有する高分子化合物が挙げられる。高分子化合物としては、例えば、アクリル系、ビニル系、ポリエステル系、ポリウレタン系、ポリエーテル系、エポキシ系、ポリスチレン系、アミノ系等が挙げられる。また、官能基としては、カルボキシル基、リン酸基、スルホン酸基、カルボン酸エステル基、リン酸エステル基、スルホン酸エステル基、ヒドロキシル基、アミノ基、四級アンモニウム塩基、アミド基等が挙げられ、リン酸エステル基が好ましい。

シリコン化合物以外の高分子系分散剤は、樹脂が例えばエポキシ樹脂やアクリル樹脂などのシリコン樹脂以外を含むときに使用されることが好ましい。

【0049】

上記した高分子系分散剤は、上記官能基が、無機充填材の表面の官能基と相互作用して、樹脂に無機充填材を分散させやすくしたりする。また、シリコン化合物以外の高分子化合物であることで、樹脂としてシリコン樹脂以外の樹脂成分(例えば、エポキシ樹脂又はアクリル樹脂)を使用する際に無機充填材が樹脂に特に馴染みやすくなり、樹脂組成物における無機充填材の体積比率を増加させやすくなる。

【0050】

また、分散剤としては、高分子系分散剤以外も使用可能であり、例えば、アルコキシシラン化合物も使用できる。アルコキシシラン化合物は、ケイ素原子(Si)が持つ4個の結合のうち、1～3個がアルコキシ基と結合し、残余の結合が有機置換基と結合した構造を有する化合物である。アルコキシシラン化合物の有するアルコキシ基は、加水分解性基であり、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロトキシ基、ブトキシ基、ペントキシ基、及びヘキサトキシ基が挙げられ、これらの中では、メトキシ基又はエトキシ基を有するアルコキシシラン化合物が好ましい。

アルコキシシラン化合物の有するアルコキシ基の数は、無機充填材との親和性を高めるという観点から、3であることが好ましい。したがって、アルコキシシラン化合物は、トリメトキシシラン化合物及びトリエトキシシラン化合物から選ばれる少なくとも一種であることがより好ましい。

【0051】

アルコキシシラン化合物の有する有機置換基に含まれる官能基としては、例えば、アクリロイル基、アルキル基、カルボキシル基、ビニル基、メタクリル基、芳香族基、アミノ基、イソシアネート基、イソシアヌレート基、エポキシ基、ヒドロキシル基、及びメルカプト基などが挙げられる。

【0052】

アルコキシシラン化合物は、シリコン樹脂と馴染みやすくなって、無機充填材の分散性を高める観点から、ケイ素原子に結合したアルキル基を有するアルキルアルコキシシラン化合物が好ましい。ケイ素原子に結合したアルキル基の炭素数は、4以上であることが好ましい。また、ケイ素原子に結合したアルキル基の炭素数は、アルコキシシラン化合物自体の粘度が比較的 low、樹脂組成物の粘度を低く抑えるという観点から、16以下であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0053】

好ましいアルキルアルコキシシラン化合物としては、 n -ヘキシルトリメトキシシラン、 n -ヘキシルトリエトキシシラン、 n -オクチルトリエトキシシラン、及び n -デシルトリメトキシシランが挙げられる。

また、アルキルアルコキシシラン化合物以外のアルコキシシラン化合物としては、3-アクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-メタクリロキシプロピルトリメトキシシラン、3-イソシアネートプロピルトリエトキシシラン、3-(2-アミノエチル)アミノプロピルトリメトキシシラン、3-メルカプトプロピルトリメトキシシラン、グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、3-フェニルアミノプロピルトリメトキシシランなどを挙げるができる。

分散剤としては、上記したものを1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

【0054】

樹脂組成物における分散剤の含有量は、無機充填材を除いた樹脂組成物全量に対して、好ましくは5質量%以上40質量%以下であり、より好ましくは5質量%以上20質量%以下である。含有量をこれら下限値以上とすると、無機充填材を樹脂組成物に適切に分散させることができ、複合化が容易になる。また、上限値以下とすることで、含有量に見合った分散性を付与できる。

【0055】

(その他の添加剤)

樹脂組成物は、硬化型である場合、硬化触媒を適宜含有してもよい。例えば、付加反応硬化型シリコーン樹脂が使用される場合、硬化触媒としては、白金系触媒、パラジウム系触媒、ロジウム系触媒などが挙げられる。これら硬化触媒は、主剤となるシリコーン樹脂と硬化剤となるシリコーン樹脂とを硬化させるための触媒である。硬化触媒の配合量は、シリコーン樹脂に対して質量基準で、通常0.1~200ppm、好ましくは0.5~100ppmである。硬化触媒は、2液硬化型である場合には、主剤を含む1液に配合されることが好ましいが、硬化剤を含む2液に含有されてもよい。

【0056】

本発明の樹脂組成物は、必要に応じて、酸化防止剤、熱安定剤、着色剤、難燃剤、帯電防止剤等の放熱部材に一般的に使用する添加剤を含有してもよい。また、樹脂組成物は、熱硬化性樹脂などの硬化性樹脂を使用する場合には、反応抑制剤を含有してもよい。反応抑制剤を含有させて硬化触媒の触媒活性などを抑制することで、樹脂組成物のシェルフラيف、ポットラيفを延長させるができる。また、樹脂組成物は、光硬化性樹脂を使用する場合には、光重合開始剤を含有してもよい。

【0057】

(樹脂組成物の熱伝導率)

本発明の樹脂組成物の熱伝導率は、例えば6.0W/(m·K)以上であるが、好ましくは9.0W/(m·K)以上、より好ましくは10W/(m·K)以上、更に好ましくは11W/(m·K)以上である。また、樹脂組成物の熱伝導率は、高ければ高いほど放熱性が優れるが、例えば25W/(m·K)以下であるとよい。

【0058】

(樹脂組成物の粘度)

また、本発明の樹脂組成物は、25における粘度が一定値以下であるとよい。粘度を一定値以下とすることで、塗工性、成形性などを良好にしやすくなる。具体的には、樹脂組成物の25における粘度は、400mPa·s以下とすることが好ましく、300mPa·s以下とすることがより好ましく、200mPa·s以下とすることがさらに好ましい。

樹脂組成物の25における粘度は、特に限定されないが、液だれ等が生じることを防止するために、15mPa·s以上が好ましく、50mPa·s以上がより好ましく、100mPa·s以上がさらに好ましい。

10

20

30

40

50

樹脂組成物の粘度は、25における粘度であり、ブルックフィールドB型粘度計により測定できる。測定装置としては、例えば、英弘精機社製「HB DVE」を用いることができ、回転速度10rpmに設定し、回転を始めて3分後の値を粘度とするとよい。

なお、樹脂組成物の粘度とは、硬化性である場合には硬化前の樹脂組成物の粘度である。例えば、樹脂組成物が、2液硬化型であり、かつ1液と2液を混合したものである場合、1液と2液の混合直後の粘度である。

【0059】

[放熱部材]

本発明の放熱部材は、上記した樹脂組成物により形成されるものである。放熱部材は、例えば、樹脂成分が硬化性樹脂を含む場合には、上記樹脂組成物を所定の形状にした後、適宜加熱などして硬化させることで所定の形状に成形された放熱部材を得ることが可能になる。また、光硬化性樹脂を使用する場合には、樹脂組成物を所定の形状にした後、紫外線などの光を照射することにより硬化させるとよい。また、樹脂成分が硬化性樹脂を含む場合以外でも、樹脂組成物を所定の形状にしたり、また、不定形にしたりして放熱部材とすればよい。樹脂組成物を所定の形状などにする方法としては、特に限定されず、塗工、キャスト、ポッティング、押出成形などにより、薄膜状、シート状、ブロック状などにしてもよいし、不定形状などにしてもよい。塗工は、例えばディスペンサーを用いて行ってもよい。

また、2液硬化型の場合には、1液と2液を混合した得られた混合物を所定の形状にした後、硬化させることで所定の形状に成形された放熱部材を得ることが可能になる。

【0060】

本発明の放熱部材は、例えば電子機器において使用される。すなわち、本発明は、放熱部材を備える電子機器も提供する。本発明の放熱部材は、熱伝導率が高いことから、電子機器内部で使用すると高い放熱性を確保できる。より具体的には、放熱部材は、電子部品の上に配置されて、電子部品で発生した熱を放熱するために使用される。また、本発明の放熱部材は、2つの対向する部材の間の隙間を埋めるように配置されて使用されることが好ましい。2つの対向する部材は、例えば、一方が電子部品で、他方が電子部品から熱を逃がすためのヒートシンク、電子機器の筐体、基板などのいずれかであるとよい。

【実施例】

【0061】

以下、本発明の具体的な実施例及び比較例を挙げることににより、本発明を明らかにする。なお、本発明は以下の実施例に限定されない。

各評価方法は以下のとおりである。

【0062】

[平均粒径]

各無機充填材の平均粒径は、明細書記載の方法で、体積基準による累積粒度分布における50%粒径(D50)を測定して求めた。

【0063】

[ピッカース硬度]

対面角136度の正四角錐ダイヤモンドで作られたピラミッド形の圧子を材料表面に押し込み、試験面に窪みをつけたときの荷重F(N)を、窪みの対角線長さd(mm)から求めた表面積で除した商からピッカース硬度を求めた。

具体的には、島津製作所社製「G32-FA」を用いて、荷重10N、圧子の打ち込み時間30秒の条件で、5点の測定値の平均値とした。

【0064】

[チップの破損評価]

厚み200 μ m、1cm角の2枚のシリコンウエハに、各実施例及び比較例の樹脂組成物を1g挟み込み、シリコンウエハ/樹脂組成物/シリコンウエハの構成体を作製した。該構成体を、押しつぶし加重10N、圧縮速度0.5mm/sで押しつぶし、厚みが樹脂組成物中に含まれる最大粒子フィラーの大きさになるまで圧縮した後、シリコンウエハを

光学顕微鏡で観察し割れの有無を確認した。同様の実験を200回行い、シリコンウエハの割れ（破損）の頻度を確認した。

：割れが0回であった。

○：割れが1回以上5回未満であった。

×：割れが5回以上であった。

【0065】

[熱伝導率評価]

室温下（23）において、メンターグラフィックス社製の装置「DYNTIM」を用いてASTM D5470 に準拠して測定した各実施例及び比較例の樹脂組成物の熱抵抗から、熱伝導率を算出した。

：10W/mK以上

○：6W/mK以上10W/mK未満

×：6W/mK未満

【0066】

各実施例、比較例で用いた各成分は以下のとおりである。

<樹脂>

・シリコン樹脂：ジメチルポリシロキサン、110mPa・s、比重0.97

・エポキシ樹脂：エチレングリコールジグリシジルエーテル、エポキシ当量268（g/eq.）、70mPa・s、比重0.97

・アクリル樹脂：アクリル樹脂（1）（商品名「4-ヒドロキシブチルアクリレート」、大阪有機化学工業社製）と、アクリル樹脂（2）（商品名「CN9005」、ARKEMA社製）の混合物（質量比：アクリル樹脂（1）：アクリル樹脂（2）=20：1）、比重0.97

【0067】

上記エポキシ樹脂を使用する際には、以下のエポキシ樹脂硬化剤を使用した。

・エポキシ樹脂硬化剤：変性脂肪族アミン系硬化剤、アミン価630（KOHmg/g）、165mPa・s、比重0.97

【0068】

<分散剤>

デシルトリメトキシシラン（信越化学工業株式会社製「KBM3103」）、比重0.97

【0069】

<ダイヤモンド：ピッカーズ硬度70GPa>

・ダイヤモンド1：平均粒径181μm、切頂八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド2：平均粒径125μm、切頂八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド3：平均粒径71μm、切頂八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド4：平均粒径54μm、切頂八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド5：平均粒径25μm、切頂八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド6：平均粒径52μm、正八面体、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド7：平均粒径4.8μm、不定形、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド8：平均粒径9.64μm、不定形、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド9：平均粒径25μm、不定形、熱伝導率2000W/mK、比重3.5

10

20

30

40

50

2、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド10：平均粒径55 μ m、不定形、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、トーマイダイヤ製

52、トーマイダイヤ製

・ダイヤモンド11：平均粒径0.1 μ m、不定形、熱伝導率2000W/mK、比重3.52、ダイセル製

【0070】

<立方晶窒化ホウ素：ピッカース硬度50GPa>

・立方晶窒化ホウ素：平均粒径54 μ m、切頂八面体、熱伝導率600W/mK、比重3.48、トーマイダイヤ製

【0071】

<アルミナ：ピッカース硬度15.2GPa>

・アルミナ1：平均粒径3 μ m、丸み状、熱伝導率36W/mK、比重3.94、住友化学製

・アルミナ2：平均粒径0.4 μ m、丸み状、熱伝導率36W/mK、比重3.94、住友化学製

・アルミナ3：平均粒径9 μ m、丸み状、熱伝導率36W/mK、比重3.94、昭和電工製

・アルミナ4：平均粒径35 μ m、14面体、熱伝導率36W/mK、比重3.94、DIC製

・アルミナ5：平均粒径0.25 μ m、球状、熱伝導率36W/mK、比重3.94、アドマテックス製

・アルミナ6：平均粒径50 μ m、球状、熱伝導率36W/mK、比重3.94、DENKA製

【0072】

<窒化アルミニウム：ピッカース硬度10.4GPa>

・窒化アルミニウム1：平均粒径1 μ m、不定形、熱伝導率260W/mK、比重3.26、トクヤマ製

・窒化アルミニウム2：平均粒径5 μ m、不定形、熱伝導率260W/mK、比重3.26、トクヤマ製

・窒化アルミニウム3：平均粒径5 μ m、不定形、熱伝導率260W/mK、比重3.26、東洋アルミニウム製

6、東洋アルミニウム製

・窒化アルミニウム4：平均粒径50 μ m、球状、熱伝導率260W/mK、比重3.26、昭和電工製

・窒化アルミニウム5：平均粒径5 μ m、球状、熱伝導率260W/mK、比重3.26、Maruwa製

【0073】

<酸化マグネシウム：ピッカース硬度6GPa>

・酸化マグネシウム1：平均粒径2.1 μ m、立方体、熱伝導率40W/mK、比重3.58、JFE製

・酸化マグネシウム2：平均粒径2 μ m、不定形、熱伝導率40W/mK、比重3.58、堺化学製

・酸化マグネシウム3：平均粒径0.5 μ m、不定形、熱伝導率40W/mK、比重3.58、堺化学製

・酸化マグネシウム4：平均粒径50 μ m、不定形、熱伝導率40W/mK、比重3.58、堺化学製

【0074】

<窒化ホウ素：ピッカース硬度5GPa>

・窒化ホウ素1：平均粒径13 μ m、不定形、熱伝導率60W/mK、比重2.26、Momentive製

・窒化ホウ素2：平均粒径45 μ m、不定形、熱伝導率60W/mK、比重2.26、Momentive製

o m e n t i v e 製

・窒化ホウ素3：平均粒径12μm、不定形、熱伝導率60W/mK、比重2.26、M

o m e n t i v e 製

【0075】

<酸化亜鉛：ピッカース硬度6GPa>

・酸化亜鉛1：平均粒径4.2μm、不定形、熱伝導率40W/mK、比重5.78、ハクスイテック製

・酸化亜鉛2：平均粒径0.713μm、不定形、熱伝導率40W/mK、比重5.78、ハクスイテック製

・酸化亜鉛3：平均粒径0.516μm、不定形、熱伝導率40W/mK、比重5.78、ハクスイテック製

・酸化亜鉛4：平均粒径10μm、不定形、熱伝導率40W/mK、比重5.78、堺化学製

【0076】

[実施例1~43、比較例1~14]

表1、3、5、7、9に記載の配合により各成分を混合して、樹脂組成物を調製した。

該樹脂組成物について、チップの破損評価及び熱伝導率の評価を行った。結果を表2、4、6、8、10に示す。

【0077】

【表1】

表1

		平均粒径 (μm)	ピッカース硬度 (GPa)	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	実施例 8	実施例 9	実施例 10	実施例 11	実施例 12	実施例 13	
樹脂組成物 (体積%)	樹脂	シリコン樹脂	—	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
	ダイヤモンド	ダイヤモンド1	181	70	73.0	37.7											
		ダイヤモンド2	125	70			37.7										
		ダイヤモンド3	71	70				37.7									
		ダイヤモンド4	54	70					37.7								
		ダイヤモンド5	25	70						37.7				73.0	73.0	73.0	73.0
		ダイヤモンド6	52	70							37.7						
		ダイヤモンド7	4.8	70													
		ダイヤモンド8	9.6	70													
		ダイヤモンド9	25	70		35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	35.3	73.0					
		ダイヤモンド10	55	70													
		ダイヤモンド11	0.1	70													
	立方晶窒化ホウ素	54	50										73.0				
	アルミナ	アルミナ1	3	15.2	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.0	7.0				
		アルミナ2	0.4	15.2													
		アルミナ3	9	15.2													
		アルミナ4	35	15.2													
		アルミナ5	0.25	15.2		2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0						
		アルミナ6	50	15.2													
	窒化アルミニウム	窒化アルミニウム1	1	10.4										7.0			
窒化アルミニウム2		5	10.4														
窒化アルミニウム3		5	10.4														
窒化アルミニウム4		50	10.4														
窒化アルミニウム5		5	10.4														
酸化マグネシウム	酸化マグネシウム1	2.1	10.4														
	酸化マグネシウム2	2	6														
	酸化マグネシウム3	0.5	6												7.0		
	酸化マグネシウム4	50	6														
窒化ホウ素	窒化ホウ素1	13	5													7.0	
	窒化ホウ素2	45	5														
	窒化ホウ素3	12	5														
酸化亜鉛	酸化亜鉛1	4.2	6														
	酸化亜鉛2	0.7	6														
	酸化亜鉛3	0.5	6											7.0			
	酸化亜鉛4	10	6														

【0078】

20

30

40

50

【表2】

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	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12	実施例13	
第1無機充填材のビッカース硬度(GPa)	70	70	70	70	70	70	70	70	50	70	70	70	70	
第2無機充填材のビッカース硬度(GPa)	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	10.4	6	6	5		
ビッカース硬度の差(第1-第2)(Gpa)	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	34.8	59.6	64.0	64.0	65.0	
第1無機充填材の平均粒径 α (μ m)	181.0	105.5	76.6	48.7	40.0	25.0	38.9	25.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
第2無機充填材の平均粒径 β (μ m)	3.0	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	3.0	3.0	1.0	0.5	0.5	13.0	
平均粒径の差(第1-第2)(μ m)	178.0	103.3	74.4	46.5	37.8	22.8	36.7	22.0	51.0	53.0	53.5	53.5	41.0	
第1無機充填材の体積充填率A(%)	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	
第2無機充填材の体積充填率B(%)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	
全無機充填材の含有量(体積%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
体積充填率B/体積充填率A	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
チップ破損頻度	破損回数	2	2	2	0	0	1	1	1	3	1	0	1	0
	評価	○	○	○	◎	◎	○	○	○	○	◎	○	◎	
熱伝導率(W/mK)	値	11	11	11	10	10	9	7	7	12	12	12	12	
	評価	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	◎

10

【0079】

【表3】

表3

		平均粒径(μ m)	ビッカース硬度(GPa)	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	
樹脂組成物(体積%)	樹脂	シリコン樹脂	—	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20	20	20	20	20	
	ダイヤモンド	ダイヤモンド1	181	70												
		ダイヤモンド2	125	70												
		ダイヤモンド3	71	70												
		ダイヤモンド4	54	70	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0
		ダイヤモンド5	25	70												
		ダイヤモンド6	52	70												
		ダイヤモンド7	4.8	70												
		ダイヤモンド8	9.6	70												
		ダイヤモンド9	25	70												
		ダイヤモンド10	55	70												
		ダイヤモンド11	0.1	70												
	立方晶窒化ホウ素	窒化ホウ素	54	50												
		アルミナ1	3	15.2	14.0	19.0	23.0									
		アルミナ2	0.4	15.2												
		アルミナ3	9	15.2												
		アルミナ4	35	15.2												
		アルミナ5	0.25	15.2												
	窒化アルミニウム	窒化アルミニウム1	1	10.4				14.0	19.0	23.0						
		窒化アルミニウム2	5	10.4												
		窒化アルミニウム3	5	10.4												
		窒化アルミニウム4	50	10.4												
		窒化アルミニウム5	5	10.4												
	酸化マグネシウム	酸化マグネシウム1	2.1	10.4												
		酸化マグネシウム2	2	6												
		酸化マグネシウム3	0.5	6												
		酸化マグネシウム4	50	6									14.0	19.0	23.0	
	窒化ホウ素	窒化ホウ素1	13	5												
		窒化ホウ素2	45	5												
		窒化ホウ素3	12	5												
酸化亜鉛	酸化亜鉛1	4.2	6													
	酸化亜鉛2	0.7	6													
	酸化亜鉛3	0.5	6							14.0	19.0	23.0				
	酸化亜鉛4	10	6													

20

30

【0080】

40

50

【表4】

表4

	実施例 14	実施例 15	実施例 16	実施例 17	実施例 18	実施例 19	実施例 20	実施例 21	実施例 22	実施例 23	実施例 24	実施例 25	
第1無機充填材のビッカース硬度(GPa)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
第2無機充填材のビッカース硬度(GPa)	15.2	15.2	15.2	10.4	10.4	10.4	6	6	6	6	6	6	
ビッカース硬度の差(第1-第2) (Gpa)	54.8	54.8	54.8	59.6	59.6	59.6	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	
第1無機充填材の平均粒径 α (μm)	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
第2無機充填材の平均粒径 β (μm)	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
平均粒径の差(第1-第2) (μm)	51.0	51.0	51.0	53.0	53.0	53.0	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	
第1無機充填材の体積充填率A(%)	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0	66.0	61.0	57.0	
第2無機充填材の体積充填率B(%)	14.0	19.0	23.0	14.0	19.0	23.0	14.0	19.0	23.0	14.0	19.0	23.0	
全無機充填材の含有量(体積%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
体積充填率B/体積充填率A	0.21	0.31	0.40	0.21	0.31	0.40	0.21	0.31	0.40	0.21	0.31	0.40	
チップ破損頻度	破損回数	2	2	2	1	2	1	0	0	0	1	2	3
	評価	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○
熱伝導率(W/mK)	値	9	8	7	9	9	8	12	11	11	9	9	8
	評価	○	○	○	○	○	○	◎	◎	◎	○	○	○

10

【0081】

【表5】

表5

		平均 粒径 (μm)	ビッカース 硬度 (GPa)	実施例 26	実施例 27	実施例 28	実施例 29	実施例 30	実施例 31	実施例 32	実施例 33	実施例 34	実施例 35	実施例 36	実施例 37	
樹脂 組成物 (体積%)	樹脂	シリコン樹脂	—	20.0	20.0	20.0	15.0	15.0	15.0	10.0	10.0	10.0	20.0	20.0	20.0	
	ダイヤモンド	ダイヤモンド1	181	70												
		ダイヤモンド2	125	70												
		ダイヤモンド3	71	70												
		ダイヤモンド4	54	70	66.0	61.0	57.0	77.6	71.0	60.6	82.1	75.3	64.5	20.0	17.7	
		ダイヤモンド5	25	70												70
		ダイヤモンド6	52	70										53.0		
		ダイヤモンド7	4.8	70												
		ダイヤモンド8	9.6	70												
		ダイヤモンド9	25	70											55.3	
		ダイヤモンド10	55	70												
		ダイヤモンド11	0.1	70												
	立方晶窒化ホウ素	54	50													
	アルミナ	アルミナ1	3	15.2				7.4	14.0	24.4	7.9	14.7	25.5	2.0	5.0	
		アルミナ2	0.4	15.2												
		アルミナ3	9	15.2												
		アルミナ4	35	15.2												
		アルミナ5	0.25	15.2										5.0	2.0	
		アルミナ6	50	15.2												3.0
	窒化アルミニウム	窒化アルミニウム1	1	10.4												
		窒化アルミニウム2	5	10.4												
		窒化アルミニウム3	5	10.4												
		窒化アルミニウム4	50	10.4												
		窒化アルミニウム5	5	10.4												
	酸化マグネシウム	酸化マグネシウム1	2.1	10.4												
		酸化マグネシウム2	2	6												
		酸化マグネシウム3	0.5	6												
		酸化マグネシウム4	50	6												
	窒化ホウ素	窒化ホウ素1	13	5	14.0	19.0	23.0									
		窒化ホウ素2	45	5												
窒化ホウ素3		12	5													
酸化亜鉛	酸化亜鉛1	4.2	6													
	酸化亜鉛2	0.7	6													
	酸化亜鉛3	0.5	6												7.0	
	酸化亜鉛4	10	6													

20

30

【0082】

40

50

【表 6】

表6

	実施例 26	実施例 27	実施例 28	実施例 29	実施例 30	実施例 31	実施例 32	実施例 33	実施例 34	実施例 35	実施例 36	実施例 37
第1無機充填材のビッカース硬度(GPa)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
第2無機充填材のビッカース硬度(GPa)	5	5	5	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	6
ビッカース硬度の差(第1-第2) (Gpa)	65.0	65.0	65.0	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	64.0
第1無機充填材の平均粒径 α (μm)	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	52.5	32.0
第2無機充填材の平均粒径 β (μm)	13.0	13.0	13.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.2
平均粒径の差(第1-第2) (μm)	41.0	41.0	41.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.5	29.8
第1無機充填材の体積充填率A(%)	66.0	61.0	57.0	77.6	71.0	60.6	82.1	75.3	64.5	73.0	73.0	70.0
第2無機充填材の体積充填率B(%)	14.0	19.0	23.0	7.4	14.0	24.4	7.9	14.7	25.5	7.0	7.0	7.0
全無機充填材の含有量(体積%)	80.0	80.0	80.0	85.0	85.0	85.0	90.0	90.0	90.0	80.0	80.0	80.0
体積充填率B/体積充填率A	0.21	0.31	0.40	0.10	0.20	0.40	0.10	0.20	0.40	0.10	0.10	0.10
チップ破損頻度	破損回数	0	0	0	0	1	1	4	1	1	3	2
	評価	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○	○	○	○
熱伝導率(W/mK)	値	12	12	11	13	13	12	14	13	14	10	9
	評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○

10

【 0 0 8 3 】

20

30

40

50

【表 7】

表7

		平均 粒径 (μm)	ビッカース 硬度 (GPa)	実施例 38	実施例 39	実施例 40	実施例 41	実施例 42	実施例 43	
樹脂 組成物 (体積 %)	樹脂	シリコン樹脂	—		19.0	18.0	16.0	12.0		
		エポキシ樹脂						20.0		
		アクリル樹脂							20.0	
	分散剤	KBM3103			1.0	2.0	4.0	8.0		
	ダイヤモンド	ダイヤモンド1	181	70						
		ダイヤモンド2	125	70						
		ダイヤモンド3	71	70						
		ダイヤモンド4	54	70	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0
		ダイヤモンド5	25	70						
		ダイヤモンド6	52	70						
		ダイヤモンド7	4.8	70						
		ダイヤモンド8	9.6	70						
		ダイヤモンド9	25	70						
		ダイヤモンド10	55	70						
		ダイヤモンド11	0.1	70						
	立方晶窒化ホウ素		54	50						
	アルミナ	アルミナ1	3	15.2						
		アルミナ2	0.4	15.2						
		アルミナ3	9	15.2						
		アルミナ4	35	15.2						
		アルミナ5	0.25	15.2						
		アルミナ6	50	15.2						
	窒化 アルミニウム	窒化アルミニウム1	1	10.4						
		窒化アルミニウム2	5	10.4						
		窒化アルミニウム3	5	10.4						
		窒化アルミニウム4	50	10.4						
		窒化アルミニウム5	5	10.4						
	酸化 マグネシウム	酸化マグネシウム1	2.1	10.4						
		酸化マグネシウム2	2	6						
		酸化マグネシウム3	0.5	6	7.0	7.0	7.0	7.0		
酸化マグネシウム4		50	6							
窒化 ホウ素	窒化ホウ素1	13	5							
	窒化ホウ素2	45	5							
	窒化ホウ素3	12	5							
酸化 亜鉛	酸化亜鉛1	4.2	6							
	酸化亜鉛2	0.7	6							
	酸化亜鉛3	0.5	6					7.0	7.0	
	酸化亜鉛4	10	6							

10

20

30

40

50

【 0 0 8 4 】

【表 8】

表8

	実施例 38	実施例 39	実施例 40	実施例 41	実施例 42	実施例 43	
第1無機充填材のビッカース硬度(GPa)	70	70	70	70	70	70	
第2無機充填材のビッカース硬度(GPa)	6	6	6	6	6	6	
ビッカース硬度の差(第1-第2) (Gpa)	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	
第1無機充填材の平均粒径 α (μm)	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
第2無機充填材の平均粒径 β (μm)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
平均粒径の差(第1-第2) (μm)	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5	
第1無機充填材の体積充填率A(%)	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	73.0	
第2無機充填材の体積充填率B(%)	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	
全無機充填材の含有量(体積%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	
体積充填率B/体積充填率A	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	
チップ破損頻度	破損回数	1	0	0	1	0	0
	評価	○	◎	◎	○	◎	◎
熱伝導率(W/mK)	値	12	13	13	12	12	12
	評価	◎	◎	◎	◎	◎	◎

10

20

【 0 0 8 5 】

【表 9】

表9

	樹脂	平均 粒径 (μm)	ビッカース 硬度 (GPa)	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
樹脂組成物(体積%)	シリコン樹脂	—	—	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	13.0	13.0	20.0	20.0	10.0	10.0	22.0	22.0	22.0	
	ダイヤモンド	ダイヤモンド1	181	70														
		ダイヤモンド2	125	70														
		ダイヤモンド3	71	70														
		ダイヤモンド4	54	70					73.0			75.0	56.0	83.8	63.0	71.0	71.0	71.0
		ダイヤモンド5	25	70														
		ダイヤモンド6	52	70														
		ダイヤモンド7	4.8	70					7.0	7.0								
		ダイヤモンド8	9.6	70														
		ダイヤモンド9	25	70														
		ダイヤモンド10	55	70														
		ダイヤモンド11	0.1	70														
	立方晶窒化ホウ素	54	50								7.0							
	アルミナ	アルミナ1	3	15.2	7.0	7.0							5.0	24.0	6.2	27.0	7.0	
		アルミナ2	0.4	15.2														
		アルミナ3	9	15.2														
		アルミナ4	35	15.2														
		アルミナ5	0.25	15.2														
		アルミナ6	50	15.2			73.0	73.0	73.0		73.0	73.0						
	窒化アルミニウム	窒化アルミニウム1	1	10.4														
		窒化アルミニウム2	5	10.4														
		窒化アルミニウム3	5	10.4														
		窒化アルミニウム4	50	10.4	73.0													
		窒化アルミニウム5	5	10.4														
	酸化マグネシウム	酸化マグネシウム1	2.1	10.4														
		酸化マグネシウム2	2	6														
		酸化マグネシウム3	0.5	6														
		酸化マグネシウム4	50	6														
窒化ホウ素	窒化ホウ素1	13	5			7.0										7.0		
	窒化ホウ素2	45	5															
	窒化ホウ素3	12	5															
酸化亜鉛	酸化亜鉛1	4.2	6															
	酸化亜鉛2	0.7	6					7.0										
	酸化亜鉛3	0.5	6														7.0	
	酸化亜鉛4	10	6															

30

40

【 0 0 8 6 】

50

【表 10】

表10

	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5	比較例 6	比較例 7	比較例 8	比較例 9	比較例 10	比較例 11	比較例 12	比較例 13	比較例 14	
第1無機充填材のビッカース硬度(GPa)	15.2	15.2	15.2	15.2	70	70	50	70	70	70	70	70	70	70	
第2無機充填材のビッカース硬度(GPa)	10.4	—	5	6	—	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	5	6	
ビッカース硬度の差(第1-第2) (Gpa)	4.8	—	10.2	9.2	—	54.8	34.8	54.8	54.8	54.8	54.8	54.8	65.0	64.0	
第1無機充填材の平均粒径 α (μm)	3.0	45.9	50.0	50.0	49.7	4.8	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	54.0	
第2無機充填材の平均粒径 β (μm)	50.0	—	13.0	0.7	—	50.0	50.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	13.0	0.7	
平均粒径の差(第1-第2) (μm)	-47	—	37	49.3	—	-45.2	4.0	51.0	51.0	51.0	51.0	51.0	41.0	53.3	
第1無機充填材の体積充填率A(%)	7.0	80.0	73.0	73.0	80.0	7.0	7.0	75.0	56.0	83.8	63.0	71.0	71.0	71.0	
第2無機充填材の体積充填率B(%)	73.0	0.0	7.0	7.0	0.0	73.0	73.0	5.0	24.0	6.2	27.0	7.0	7.0	7.0	
全無機充填材の含有量(体積%)	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	90.0	90.0	78.0	78.0	78.0	
体積充填率B/体積充填率A	10.4	0.0	0.10	0.10	0.0	10.4	10.4	0.07	0.43	0.07	0.43	0.10	0.10	0.10	
チップ破損頻度	破損回数	5	9	4	4	9	15	16	12	11	16	18	9	8	7
	評価	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
熱伝導率(W/mK)	値	8	4	4	4	14	5	5	10	9	12	12	8	9	9
	評価	○	×	×	×	◎	×	×	◎	○	◎	◎	○	○	○

10

* 比較例 1 ~ 5 は、ビッカース硬度が 20 GPa 以上異なる無機充填材は配合されていないため、第 1 無機充填材及び第 2 無機充填材に該当する無機充填材はないが、他の例との比較など便宜上の観点から、ビッカース硬度の高い無機充填材を第 1 無機充填材、ビッカース硬度の低い無機充填材を第 2 無機充填材の欄に記載した。

【0087】

本発明の要件を満足する実施例 1 ~ 43 の樹脂組成物は、熱伝導率が高く、かつチップ破損頻度が低い結果となった。これにより、本発明の樹脂組成物は、放熱性に優れ、かつ圧縮時における応力が小さく、部材の破損を抑制できることが分かった。

これに対して、本発明の要件を満足しない各比較例の樹脂組成物は、熱伝導率が低いか、またはチップの破損頻度が高く、実施例よりも劣る結果となった。

20

30

40

50

フロントページの続き

- 学工業株式会社内
(72)発明者 乾 靖
大阪府三島郡島本町百山 2 - 1 積水化学工業株式会社内
(72)発明者 西澤 英人
大阪府三島郡島本町百山 2 - 1 積水化学工業株式会社内
(72)発明者 吉岡 哲朗
大阪府三島郡島本町百山 2 - 1 積水化学工業株式会社内
(72)発明者 浅野 元彦
大阪府三島郡島本町百山 2 - 1 積水化学工業株式会社内

F ターム (参考) 4J002 AC011 AC061 BB001 BB031 BB051 BB111 BB121 BB151 BB221 BC031
BD041 BG001 BG011 BG041 BG051 BG071 BG131 BN151 CC031 CD001 CD021
CD051 CD061 CD071 CF001 CF211 CK021 CL001 CM041 CP031 CP032 CP041
CP042 CP051 CP052 CP082 DA016 DA017 DA026 DA027 DA036 DA037 DB016
DB017 DE076 DE077 DE086 DE087 DE096 DE097 DE106 DE107 DE116 DE117
DE136 DE137 DE146 DE147 DF016 DF017 DJ016 DJ017 DK006 DK007 EX018
EX038 EX068 EX078 EX088 FD016 FD017 FD202 FD208 GQ00 GT00