

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年6月27日(27.06.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/134993 A1

(51) 国際特許分類:

H01L 23/373 (2006.01) H01L 23/36 (2006.01)
C08L 83/14 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/030998

(22) 国際出願日: 2023年8月28日(28.08.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2022-203996 2022年12月21日(21.12.2022) JP

(71) 出願人: 日立Astemo株式会社(HITACHI
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ
たちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

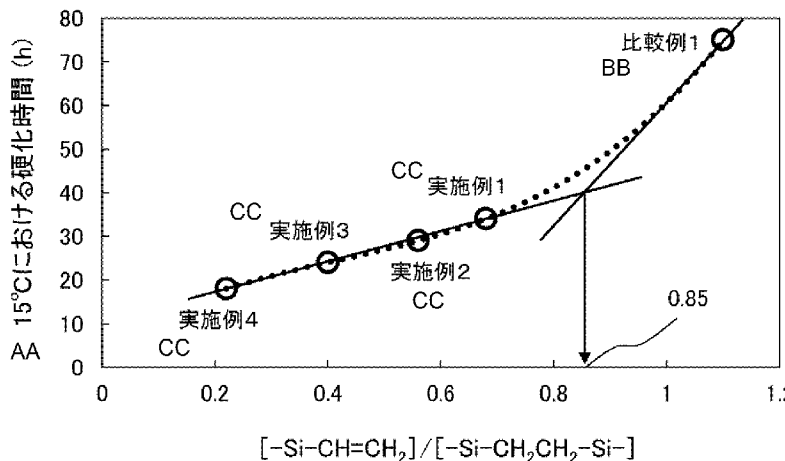
(72) 発明者: 露木 康博 (TSUYUKI Yasuhiro);

〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6
号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 河合 義
夫(KAWAI Yoshio); 〒3128503 茨城県ひたちな
か市高場2520番地 日立Astemo株式
会社内 Ibaraki (JP). 上之 恵子(UENO Keiko);
〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番
地 日立Astemo株式会社内 Ibaraki (JP). 秋
葉 諒(AKIBA Ryo); 〒3128503 茨城県ひたちな
か市高場2520番地 日立Astemo株式
会社内 Ibaraki (JP). 難波 明博(NAMBA Akihiro);
〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6
号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP).

(54) Title: ON-BOARD ELECTRONIC CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 車載電子制御装置

図 3



AA Curing time (h) at 15°C
BB Comparative example 1
CC Example

(57) Abstract: Provided is an on-board electronic control device that uses a room temperature curable heat-dissipating material having a curing time not exceeding 40 hours at 15°C. A vehicle-mounted electronic control device according to the present invention is characterized in that: a predetermined heat-dissipating material is interposed between an electronic component and a heat-dissipating member; the predetermined heat-dissipating material has a silicone resin as a matrix; and in a case where a nuclear magnetic resonance device is used to perform a quantitative analysis of the molar concentration [Si-CH=CH₂] of a vinyl group structure in the silicon resin and



(74) 代理人: ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.);
〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三
丁目3番5号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

the molar concentration $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ of a main chain structure, the relationship " $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]/[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-] \leq 0.85$ " is satisfied.

(57) 要約: 15°Cにおける硬化時間が40時間以内となる常温硬化性の放熱材料を用いた車載電子制御装置を提供する。本発明に係る車載電子制御装置は、電子部品と放熱部材との間に所定の放熱材料が介在しており、前記所定の放熱材料はシリコン樹脂をマトリックスとする材料であり、前記シリコン樹脂の中のビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ と主鎖構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ とを核磁気共鳴装置を用いて定量分析した場合に、「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-] \leq 0.85$ 」の関係を満たすことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：車載電子制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、電子部品と放熱部材との間に放熱材料を介在させた車載電子制御装置に関するものである。

背景技術

[0002] 自動車等の運転における先進運転支援システム（ADAS）や自動運転（AD）の技術が近年大きく進展しており、今後更なる発展が期待されている。ADASやADにおいては、電子制御装置（ECU）が非常に重要な役割を果たし、各種用途／目的に応じて数多くのECUが搭載されている。本明細書では、自動車等に搭載される各種のECUを車載ECUと総称する。

[0003] 車載ECUでは複雑・高度な演算が行われ、集積回路（IC）等の電子部品からの発熱が大きいことから、熱暴走を防ぐためヒートシンクやヒートスプレッド等の放熱部材による放熱が必要である。このとき、放熱効率を高めるため、電子部品と放熱部材との間に放熱材料（TIM、熱伝導材料や熱界面材料と称する場合もある）をしばしば介在させる。

[0004] 例えば、特許文献1（特開2018-198335）には、2つの構成部材が接合されてなる筐体と、電子部品が実装され、前記筐体に收容される回路基板と、前記各構成部材の接合部位をシールする防水シール材と、前記電子部品と前記筐体とを熱的に接続する熱伝導材と、を備えた電子制御装置の製造方法において、

前記防水シール材は、熱硬化性の材料が使用され、前記熱伝導材は、加熱されることによって粘度が増加する特性を有する材料が使用され、前記回路基板と前記熱伝導材が筐体内に收容され、かつ、前記各構成部材の接合部位に硬化前の前記防水シール材が配置された状態で前記筐体を加熱する加熱工程を有し、前記加熱工程によって、前記防水シール材の硬化と熱伝導材の粘度の増加が行われることを特徴とする電子制御装置の製造方法、が教示されて

いる。

[0005] 特許文献1によると、放熱材料として熱硬化性の放熱グリスを利用することにより塗布作業性を向上させることができ、その後、該放熱グリスを熱硬化させることにより熱変形や振動による型崩れ・流出を抑制できる電子制御装置を提供することができる、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2018-198335号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 一方、昨今では地球環境保護の観点から温室効果ガス（例えばCO₂ガス）の排出量削減が強く求められており、機械や装置の製造業者にとってカーボンニュートラルを目指す取り組みは喫緊の課題である。特許文献1の技術は、加熱処理を必須とすることから加熱処理に起因するCO₂ガスの排出がカーボンニュートラルを目指す上で障害となる。なお、カーボンニュートラル化では、加熱処理自体を電力で行う場合であっても、その電力を発電する際に発生するCO₂ガスを考慮する必要がある。

[0008] 本発明者等は、カーボンニュートラルを目指す取り組みの一環として、車載ECUの製造において加熱処理を行わなくて済むように、従来の熱硬化性TIMから常温硬化性TIMへの代替を検討した。

[0009] ここで、常温硬化性TIMは、加熱処理を行わないことから、硬化時間が作業環境温度の影響を強く受ける。そして、作業環境温度は、季節や地域によって変動するが、最低温度として15℃程度まで低下することが想定される。

[0010] 本発明者等は、常温硬化性TIMの15℃における硬化時間を調査した。その結果、従来の二液混合常温硬化性TIMは、15℃における硬化時間が約72時間も掛かり、車載ECU製造におけるワークタイム増大／スループット減少（結果としてのコスト増大）という別の問題が生じることが判った。

[0011] カーボンニュートラル化の観点およびワークタイム／スループットの観点の双方を勘案すると、15℃における硬化時間としては40時間が許容上限と考えられる。したがって、本発明の目的は、15℃における硬化時間が40時間以内となる常温硬化性TIMを用いた車載ECUを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の一態様は、電子部品と放熱部材との間に所定の放熱材料を介在させた車載電子制御装置であって、
前記所定の放熱材料はシリコン樹脂をマトリックスとする材料であり、
前記シリコン樹脂の中のビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ と主鎖構造のモル濃度 $[-Si-CH_2CH_2-Si-]$ とを核磁気共鳴装置（NMR）を用いて定量分析した場合に、「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.85$ 」の関係を満たすことを特徴とする。

[0013] 本発明は、上記の本発明に係る車載電子制御装置において、以下のような改良や変更を自由に組み合わせながら加えることができる。

(i) 前記シリコン樹脂の中の前記ビニル基構造 $[-Si-CH=CH_2]$ のモル濃度と主骨格構造のモル濃度 $[-O-Si-(CH_3)_2-]$ とを核磁気共鳴装置を用いて定量分析した場合に、「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.95$ 」の関係を満たす。

(ii) 前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ と前記主鎖構造のモル濃度 $[-Si-CH_2CH_2-Si-]$ とが「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.60$ 」の関係を満たす。

(iii) 前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ と前記主骨格構造のモル濃度 $[-O-Si-(CH_3)_2-]$ とが「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.65$ 」の関係を満たす。

(iv) 前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ と前記主鎖構造のモル濃度 $[-Si-CH_2CH_2-Si-]$ とが「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.40$ 」の関係を満たす。

(v) 前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ と

前記主骨格構造のモル濃度 $[-O-Si-(CH_3)_2-]$ とが「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.45$ 」の関係を満たす。

(vi) 前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.1 MPa超である。

(vii) 前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.15 MPa以上である。

(viii) 前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.2 MPa以上である。

(ix) 前記シリコン樹脂は、引張剪断接着強さが0.015 MPa以上ある。

(x) 前記シリコン樹脂は、引張剪断接着強さが0.020 MPa以上ある。

(xi) 前記シリコン樹脂は、引張剪断接着強さが0.025 MPa以上ある。

(xii) 前記シリコン樹脂は、二液混合付加反応型の常温硬化性シリコン樹脂である。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、作業環境温度が15℃であっても硬化時間が40時間以内となる常温硬化性TIMを用いることによって、生産性（例えばスループット）を大きく犠牲にすることなくカーボンニュートラル化に貢献する車載ECUを提供することができる。なお、上記以外の課題、構成および効果については、後述する実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1A]本発明に係る車載電子制御装置（車載ECU）の一例を示す分解斜視概略図である。

[図1B]図1 Aに示した分解斜視図を上下反対側から見た分解斜視概略図である。

[図1C]図1 Bに示した車載ECUの部分断面概略図である。

[図2]二液混合付加反応型のシリコン樹脂における貯蔵弾性率と時間との関係を示すグラフの一例である。

[図3]硬化したシリコン樹脂中の主鎖構造のモル濃度 $[-Si-CH_2CH_2-Si-]$ に対するビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ の比「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-]$ 」と「15℃における硬化時間」との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 〔本発明の基本思想〕

前述したように、本発明者等は、15℃における常温硬化性TIMの硬化時間を調査した。常温硬化性TIMとしては、二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂を選定し、該シリコーン樹脂を構成する化学的構造に着目して、該化学的構造と硬化時間との関係を鋭意調査・研究した。

[0017] その結果、常温硬化性シリコーン樹脂中のビニル基構造のモル濃度 $[-Si-CH=CH_2]$ 、主鎖構造のモル濃度 $[-Si-CH_2CH_2-Si-]$ および主骨格構造のモル濃度 $[-O-Si-(CH_3)_2-]$ が所定の関係になるように制御することにより、15℃における硬化時間を40時間以内に制御できることを見出した。本発明は、当該知見に基づいて完成されたものである。

[0018] 以下、本発明に係る実施形態について、図面を参照しながら具体的に説明する。ただし、同義の機構や構成（差異が小さい場合を含む）については、同じ符号を付して重複する説明を省略することがある。また、本発明はここで取り上げた実施形態に限定されることはなく、発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、公知技術と適宜組み合わせたり公知技術に基づいて改良したりすることが可能である。

[0019] 〔実施形態1〕

図1Aは、本発明に係る車載電子制御装置（車載ECU）の一例を示す分解斜視概略図であり、図1Bは、図1Aに示した分解斜視図を上下反対側から見た分解斜視概略図であり、図1Cは、図1Bに示した車載ECUの部分断面概略図である。

[0020] 前述したように、車載ECUは、自動車等の運転における各種用途／目的（例えば、エンジン、トランスミッション、ステアリング、エアバッグ等）を電子制御するコンピュータの一種であり、内部に電子回路を有する。図1A～図1Cに示すように、車載ECU 100は、筐体（ハウジング）を構成するカバー40、ベース50および締結具60のうち、カバー40が放熱部材を兼ねる例であり、電子部品10とコネクタ20とが回路基板30に搭載（電氣的に接続）されて電子回路が形成され、電子部品10とカバー40との間に放熱材料15を介在させな

がら、それらがハウジング（カバー40、ベース50）内に収容される。

[0021] 各パーツについてより具体的に説明する。

[0022] 電子部品10は、車載用のものであれば特段の限定はなく、例えば、CPU（Central Processing Unit）、GPU（Graphics Processing Unit）、SoC（System on a Chip）、DDR SDRAM（Double-Data-Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory）などの半導体素子が利用される。図1Cにおいては、電子部品10は、ICチップ11がインターポーザ12上に接続されバンパ13を介して回路基板30に接続されたBGA（Ball Grid Array）パッケージを意図して描いている。当然のことながら、BGAパッケージに限定されるものではなく、リードフレーム型のパッケージであってもよい。

[0023] コネクタ20は、回路基板30に搭載された電子部品10と外部の機器とを電氣的に接続するパーツである。コネクタ20に特段の限定はなく、従前の車載用のものを適宜利用できる。

[0024] 回路基板30は、電気絶縁体の基材に金属配線が形成された基板であり、電子部品10やコネクタ20と同様に従前の車載用のものを適宜利用できる。図1A～図1Bに示した例では、外周領域に固定孔が設けられており、締結具60（例えば、固定ねじ）によりカバー40に固定される構造になっている。

[0025] カバー40およびベース50は、締結具60によって組み合わされることにより防水・防塵の密閉したハウジングを構成する。図1A～図1Cに示した例では、前述したようにカバー40が放熱部材を兼ねている。放熱材料（TIM）15は、カバー40と電子部品10との間に挟持・当接するように配設され、電子部品10の熱を効率よくカバー40に伝えられるようになっている。TIM 15の詳細は後述する。

[0026] カバー40に形成された放熱台座45は、本発明で必須の構成ではないが、放熱効率の観点や組立効率の観点からは形成されることが好ましい。また、図1A～図1Bにおいては、二つの電子部品10のそれぞれに対応するように二つの放熱台座45が形成されている例を描いているが、一つの放熱台座45で二つの電子部品10に対応する形態でもよい。

[0027] カバー40およびベース50は、車載用に対応した耐熱性、防水性、防塵性、および熱伝導性を確保できれば、その材料に特段の限定はなく、金属材料（例えば、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄鋼材料）や高熱伝導樹脂材料（例えば、熱伝導フィラーを含むポリブチレンテレフタレート樹脂（PBT）やポリフェニレンサルファイド樹脂（PPS）やポリアミド樹脂（PA6））を適宜利用できる。放熱部材は、カバー40に限定されるものではなく、ベース50が放熱部材を兼ねてもよいし、カバー40およびベース50の両方が放熱部材を兼ねてもよい。

[0028] TIM 15は、熱伝導材料としての機能に加えて、接着剤／粘着剤としての機能も要求される。硬化前は、施工性の観点から流動性を有することが好ましく、例えば、粘度：100 Pa・s以上600 Pa・s以下が好ましい。一方、硬化後は、車両走行時の振動や応力に対して位置ずれや流出を生じさせないことが好ましく、例えば、貯蔵弾性率 G' ：0.1 MPa超および／または引張剪断接着強さ：0.015 MPa以上が好ましい。より具体的には、TIM 15としては、シリコーン樹脂をマトリックスとする材料を用いることが好ましく、特に二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂が好ましい。

[0029] シリコーン樹脂は、シロキサン結合（Si-O-Si結合）による主骨格を有する合成高分子材料である。シリコーン樹脂は、優れた耐熱性（200℃超）と化学的安定性を有すると共に、弾性体の性質も有することから振動や衝撃を吸収・緩和できる利点もある。

[0030] 二液混合付加反応型のシリコーン樹脂は、主剤のビニル基「 $-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 」と硬化剤の $-\text{Si}-\text{H}$ 基とが触媒環境下（通常、白金触媒）で付加反応して硬化する。本発明では、この付加反応が終了する時間を硬化時間と定義する。この硬化時間は、当該樹脂の貯蔵弾性率 G' の時間変化から求めることができる。

[0031] 図2は、二液混合付加反応型のシリコーン樹脂における貯蔵弾性率と時間との関係を示すグラフの一例である。二液混合付加反応型のシリコーン樹脂は、主剤と硬化剤とを混合すると、図2に示すように、貯蔵弾性率が急激に増加するゲル化開始領域（硬化が開始・進行する領域）が発現した後に、貯

蔵弾性率がほぼ飽和するゲル化終了領域（硬化が終了する領域）に到達する。シリコン樹脂の付加反応では、ゲル化終了領域で基本骨格が形成されることが報告されており、硬化時間は、ゲル化開始領域の接線とゲル化終了領域の接線との交点の時間と定義されている。本発明もこの定義を採用する。

[0032] 硬化したシリコン樹脂の中には、化学的構造として、主骨格構造「 $-O-Si-(CH_3)_2-$ 」と、主鎖構造「 $-Si-CH_2CH_2-Si-$ 」と、ビニル基構造「 $-Si-CH=CH_2$ 」が存在する。本発明者等は、これらの化学的構造と硬化時間との関係を鋭意調査・研究した結果、これらの化学的構造のモル濃度が所定の関係になるように制御することにより、 $15^{\circ}C$ における硬化時間を40時間以内に制御できることを見出した。各化学的構造のモル濃度は、核磁気共鳴装置（NMR）を用いた定量分析により測定することができる。

[0033] 硬化したシリコン樹脂中の主鎖構造のモル濃度「 $-Si-CH_2CH_2-Si-$ 」に対するビニル基構造のモル濃度「 $-Si-CH=CH_2$ 」の比は、「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.85$ 」に制御することが好ましく、それにより $15^{\circ}C$ における硬化時間を40時間以内とすることができる。「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.60$ 」に制御することがより好ましく、 $15^{\circ}C$ における硬化時間を30時間以内とすることができる。「 $[-Si-CH=CH_2] / [-Si-CH_2CH_2-Si-] \leq 0.40$ 」に制御することが更に好ましく、 $15^{\circ}C$ における硬化時間を24時間以内とすることができる。

[0034] 同様に、硬化したシリコン樹脂中の主骨格構造のモル濃度「 $-O-Si-(CH_3)_2-$ 」に対するビニル基構造のモル濃度「 $-Si-CH=CH_2$ 」の比は、「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.95$ 」に制御することが好ましく、それにより $15^{\circ}C$ における硬化時間を40時間以内とすることができる。「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.65$ 」に制御することがより好ましく、 $15^{\circ}C$ における硬化時間を30時間以内とすることができる。「 $[-Si-CH=CH_2] / [-O-Si-(CH_3)_2-] \leq 0.45$ 」に制御することが更に好ましく、 $15^{\circ}C$ における硬化時間を24時間以内とすることができる。

[0035] なお、硬化したシリコン樹脂中のビニル基構造のモル濃度「 $-Si-CH=CH_2$ 」

は、0.3モル%以下が好ましく、0.25モル%以下がより好ましく、0.2モル%以下が更に好ましい。

[0036] 硬化したシリコーン樹脂中の上記の化学的構造のモル濃度の関係が最終的に達成できるかぎり、製造方法に特段の限定はないが、硬化後に残存するビニル基構造のモル濃度を制御する方法としては、例えば、混合前の主剤中の主鎖構造「 $-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-$ 」およびビニル基「 $-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 」のモル濃度を制御したり、硬化剤の混合比を制御したり、白金触媒の量や化学活性度合を制御したりする方法が挙げられる。一例として、混合前の主剤中の主鎖構造「 $-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-$ 」のモル濃度を99.09モル%、ビニル基「 $-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 」のモル濃度を0.58モル%とし、硬化剤中の $-\text{Si}-\text{H}$ 基のモル濃度が0.38モル%となるように混合すると、15℃における硬化時間が24時間となるシリコーン樹脂を得ることができる。

[0037] TIMは、電子部品と放熱部材との間の放熱効率を高めるため、1.5 W/m・K以上の熱伝導率を有することが好ましく、2 W/m・K以上の熱伝導率を有することがより好ましい。そのような熱伝導性を確保するため、TIMは、シリコーン樹脂をマトリックスとして熱伝導性フィラーを分散混合させることが好ましい。熱伝導性フィラーとしては、電気絶縁材料で良好な熱伝導率（例えば、2 W/m・K以上）を有する材料であれば特段の限定はなく、例えば、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化マグネシウム、酸化ケイ素、窒化アルミニウム、窒化ホウ素を好適に利用できる。

[0038] TIMの粘着力や保持力を増加させるためには、硬化したシリコーン樹脂の貯蔵弾性率 G' が高い方が好ましい。ただし、高過ぎる貯蔵弾性率 G' は、粘着性が低下したり、振動・応力の吸収性・緩和性が低下したりする。低過ぎる貯蔵弾性率 G' は、十分な保持力を確保できない。本発明においては、硬化したシリコーン樹脂の貯蔵弾性率 G' は、0.1 MPa超20 MPa以下が好ましく、0.15 MPa以上10 MPa以下がより好ましく、0.2 MPa以上5 MPa以下が更に好ましい。

[0039] また、TIMの接着強さは、位置ずれ防止の観点から、硬化後に0.015 MPa以

上の引張剪断接着強さを有することが好ましく、0.020 MPa以上の引張剪断接着強さを有することがより好ましく、0.025 MPa以上の引張剪断接着強さを有することが更に好ましい。

実施例

[0040] 以下、種々の実験により本発明をさらに具体的に説明する。ただし、本発明はこれらの実験に記載された構成・構造に限定されるものではない。

[0041] [実験 1]

(比較例 1 および実施例 1～4 の用意)

市販の二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂（比較例 1）を用意した。一方、混合前の主剤中の主鎖構造「 $-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-$ 」およびビニル基「 $-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 」のモル濃度の制御や、硬化剤の混合比の制御を行って、硬化後においてシリコーン樹脂中に残存するビニル基構造のモル濃度が異なる二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂（実施例 1～4）を用意した。

[0042] [実験 2]

(常温硬化性シリコーン樹脂の硬化時間の測定)

実験 1 で用意した二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂（比較例 1 および実施例 1～4）を用いて、15℃における硬化時間の測定を行った。レオメータ（株式会社アントンパール・ジャパン、型式：MCR 502）を用いて、所定の測定条件（試料厚さ：3mm、ジグ径：25mm、温度：15℃、振動周波数：1Hz、ひずみ：0.01%）で貯蔵弾性率の時間変化を測定し、図 2 と同じ定義に基づいて硬化時間を求めた。また、併せて硬化時間の時の貯蔵弾性率 G' も求めた。結果を後述する表 1 に記す。

[0043] [実験 3]

(硬化したシリコーン樹脂中の化学的構造のモル濃度の測定)

硬化後の各シリコーン樹脂（比較例 1 および実施例 1～4）に対して、樹脂中に残存している主骨格構造のモル濃度「 $-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-$ 」、主鎖構造のモル濃度「 $-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-$ 」、およびビニル基構造のモル濃度「 $-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2$ 」の定量分析を行った。NMR装置（日本電子株式会社、型式：ECA-500FT-NMR）を

用いて、所定の測定条件（測定核種： ^1H 、磁場強度：11.7 T（ ^1H 核にて500 MHz）、観測周波数範囲：-2.5 ppm～12.5 ppm（ 45° パルス）、データ点数：16384 point、測定モード： ^{13}C デカップリング、繰り返し時間：30 s、積算回数：256回、測定溶媒：重水素化クロロホルム、測定温度：室温）で、各化学的構造のモル濃度を測定し、各化学的構造のモル濃度の比を算出した。結果を表1に併記する。

[0044] [実験4]

（硬化したシリコン樹脂の引張剪断接着強さの測定）

実験1で用意した二液混合付加反応型の常温硬化性シリコン樹脂（比較例1および実施例1～4）を用いて、JIS K6850に準拠して引張剪断接着強さを測定した。精密万能試験機（株式会社島津製作所、型式：AGS-H 500N）を用いて、引張速度5 mm/minの条件で最大荷重を測定し、剪断面積で除して引張剪断接着強さを求めた。結果を表1に併記する。

[0045] [表1]

表1 比較例1および実施例1～4の各実験結果

	比較例1	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
15°Cにおける硬化時間 (h)	72	34	29	24	17
貯蔵弾性率 (MPa)	0.10	0.18	0.20	0.22	0.29
$[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]/$ $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$	1.10	0.68	0.56	0.40	0.22
$[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]/$ $[-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-]$	1.24	0.77	0.63	0.45	0.25
$[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ (mol %)	0.34	0.28	0.24	0.19	0.12
引張剪断接着強さ (MPa)	0.014	0.024	0.026	0.028	0.032

[0046] 「15°Cにおける硬化時間」と「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]/[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ 」との関係を調査するために、表1に示した実験結果をグラフにプロットした。図3は、硬化したシリコン樹脂中の主鎖構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ に対するビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ の比「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]/[-\text{Si}-$

$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-Si-}$ 」と「15℃における硬化時間」との関係を示すグラフである。

[0047] 図3に示したように、「 $[-\text{Si-CH=CH}_2] / [-\text{Si-CH}_2\text{CH}_2\text{-Si-}]$ 」が小さくなると「15℃における硬化時間」が短くなることが判る。また、実施例1～4におけるプロットの傾きに対して、比較例1の「15℃における硬化時間」が突出して大きくなっている。そこで、5点のプロットに対して近似曲線を求め、比較例1に対して当該近似曲線の接線を求め、実施例1～4のプロットに対して近似直線／回帰直線を求めた。

[0048] その結果、当該2直線の交点は「 $[-\text{Si-CH=CH}_2] / [-\text{Si-CH}_2\text{CH}_2\text{-Si-}] = 0.85$ 」、「15℃における硬化時間：40 h」であることが判った。「 $[-\text{Si-CH=CH}_2] / [-\text{Si-CH}_2\text{CH}_2\text{-Si-}] = 0.85$ 」を境にして、硬化時間に関連する付加反応のモードが何かしら変化していると考えられる。この結果から、「 $[-\text{Si-CH=CH}_2] / [-\text{Si-CH}_2\text{CH}_2\text{-Si-}] \leq 0.85$ 」に制御することにより、15℃における硬化時間を40時間以内に抑制できることが明らかになった。

[0049] なお、図示は省略するが、「15℃における硬化時間」と「 $[-\text{Si-CH=CH}_2] / [-\text{O-Si-(CH}_3)_2\text{-}]$ 」との関係においても、図3と同様の結果が得られることを別途確認している。

[0050] また、表1の結果から、硬化したシリコーン樹脂の貯蔵弾性率が増加するにつれて、引張剪断接着強さが増加していることが判る。硬化したシリコーン樹脂の貯蔵弾性率を0.1 MPa超に制御することにより、引張剪断接着強さを0.015 MPa以上とすることができる。

[0051] 上述した実施形態や実験は、本発明の理解を助けるために説明したものであり、本発明は、記載した具体的な構成のみに限定されるものではない。例えば、実施形態の構成の一部を当業者の技術常識の構成に置き換えることが可能であり、また、実施形態の構成に当業者の技術常識の構成を加えることも可能である。すなわち、本発明は、本明細書の実施形態や実験の構成の一部について、発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、削除・他の構成に置換・他の構成の追加をすることが可能である。例えば、本発明で使用する放熱材料は、車載ECU用に限定されるものではなく、車載以外のインバータやコン

バータ等を使用される放熱材料にも適用可能である。

符号の説明

[0052] 100…車載電子制御装置、10…電子部品、11…チップ、12…インターポータ、13…バンプ、15…放熱材料、20…コネクタ、30…回路基板、40…カバー、45…放熱台座、50…ベース、60…締結具。

請求の範囲

- [請求項1] 電子部品と放熱部材との間に所定の放熱材料を介在させた車載電子制御装置であって、
前記所定の放熱材料はシリコン樹脂をマトリックスとする材料であり、
前記シリコン樹脂の中のビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ と主鎖構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ とを核磁気共鳴装置を用いて定量分析した場合に、「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-] \leq 0.85$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の車載電子制御装置において、
前記シリコン樹脂の中の前記ビニル基構造 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ のモル濃度と主骨格構造のモル濃度 $[-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-]$ とを核磁気共鳴装置を用いて定量分析した場合に、「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-] \leq 0.95$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項3] 請求項1又は請求項2に記載の車載電子制御装置において、
前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ と前記主鎖構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ とが「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-] \leq 0.60$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項4] 請求項2に記載の車載電子制御装置において、
前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ と前記主骨格構造のモル濃度 $[-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-]$ とが「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-] \leq 0.65$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項5] 請求項3又は請求項4に記載の車載電子制御装置において、
前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$ と前記主鎖構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-]$ とが「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2] / [-\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}-] \leq 0.40$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載

電子制御装置。

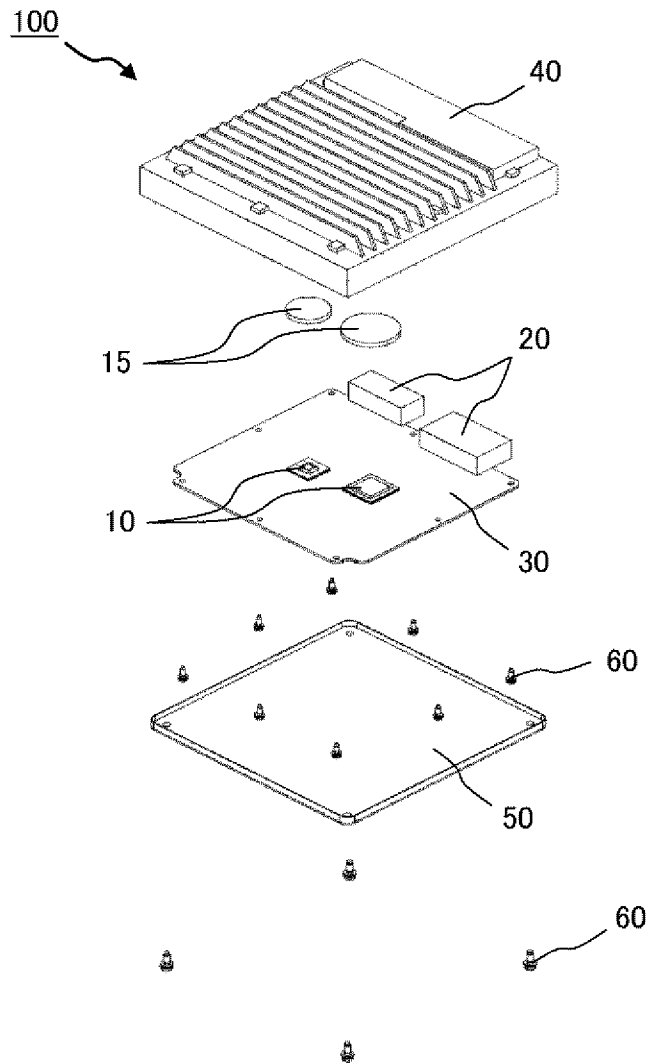
- [請求項6] 請求項4に記載の車載電子制御装置において、
前記シリコン樹脂は、前記ビニル基構造のモル濃度 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$
と前記主骨格構造のモル濃度 $[-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-]$ とが「 $[-\text{Si}-\text{CH}=\text{CH}_2]$
／ $[-\text{O}-\text{Si}-(\text{CH}_3)_2-] \leq 0.45$ 」の関係を満たすことを特徴とする車載電
子制御装置。
- [請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、
前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.1 MPa超であることを特徴と
する車載電子制御装置。
- [請求項8] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、
前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.15 MPa以上であることを特徴
とする車載電子制御装置。
- [請求項9] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、
前記シリコン樹脂は、貯蔵弾性率が0.2 MPa以上であることを特徴
とする車載電子制御装置。
- [請求項10] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、
前記シリコン樹脂は、引張剪断接着強さが0.015 MPa以上あること
を特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項11] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、
前記シリコン樹脂は、引張剪断接着強さが0.020 MPa以上あること
を特徴とする車載電子制御装置。
- [請求項12] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置に
おいて、

前記シリコーン樹脂は、引張剪断接着強さが0.025 MPa以上あることを特徴とする車載電子制御装置。

- [請求項13] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の車載電子制御装置において、
- 前記シリコーン樹脂は、二液混合付加反応型の常温硬化性シリコーン樹脂であることを特徴とする車載電子制御装置。

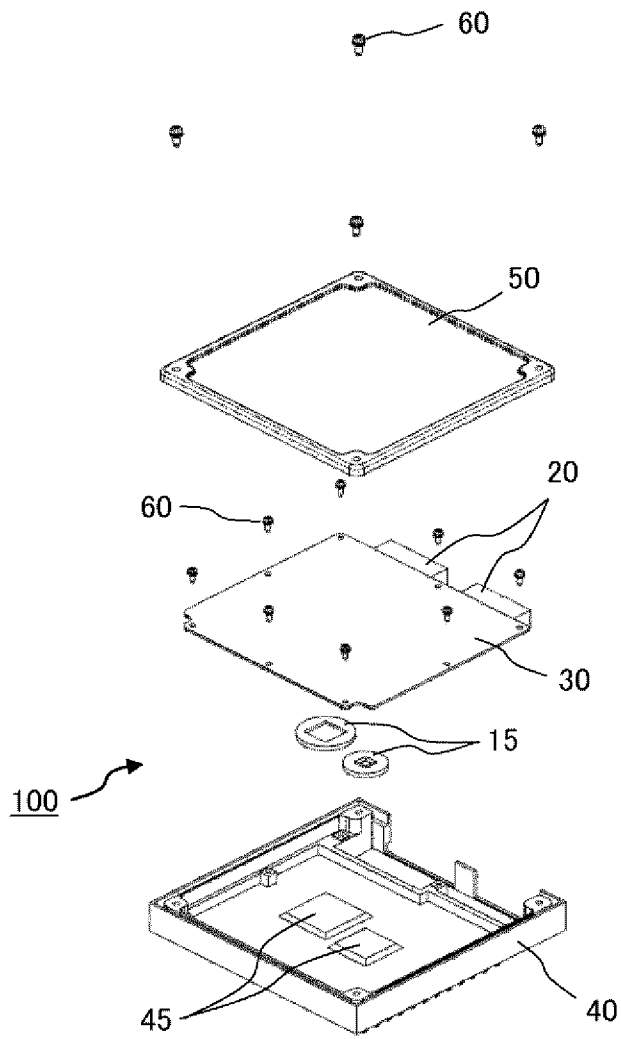
[図1A]

図 1A



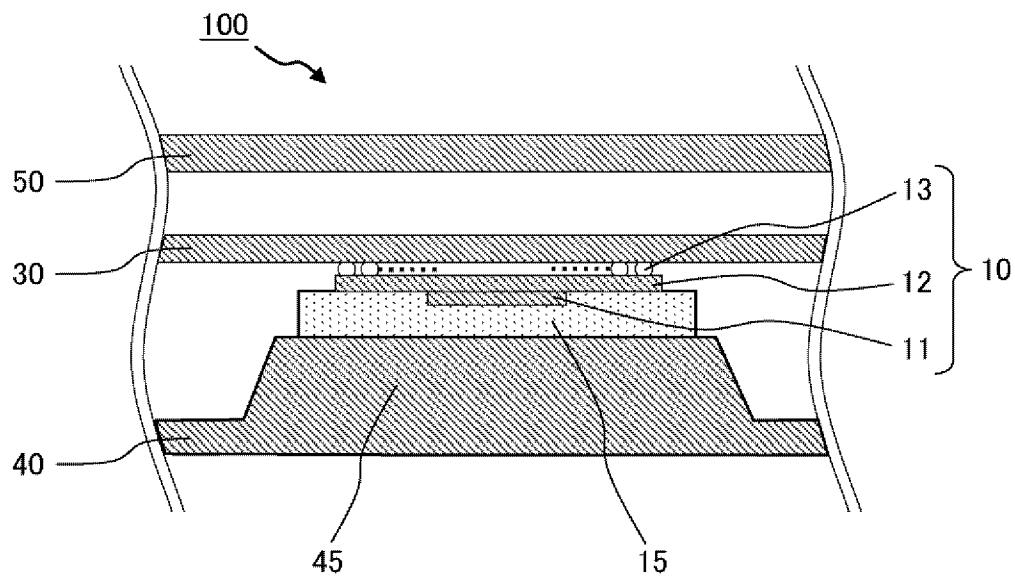
[図1B]

図 1B



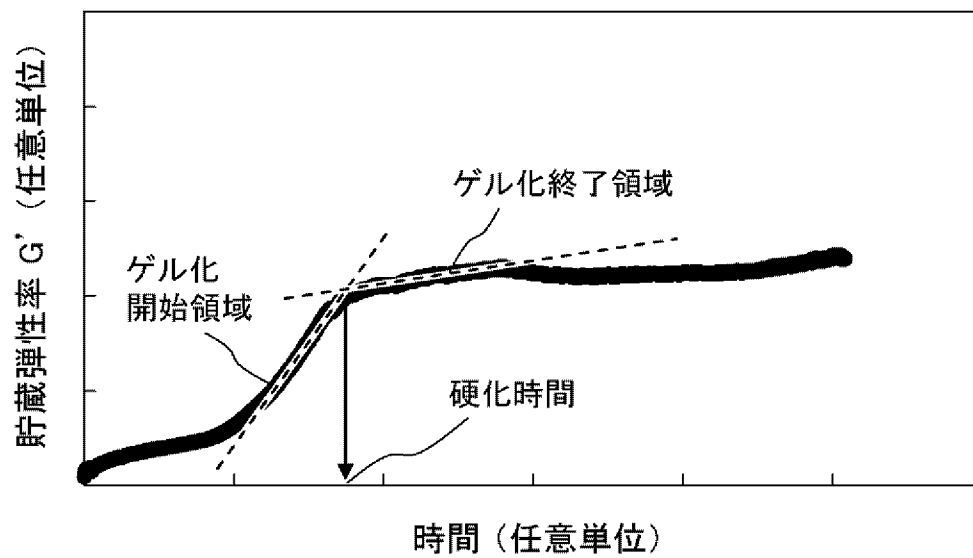
[図1C]

図 1C



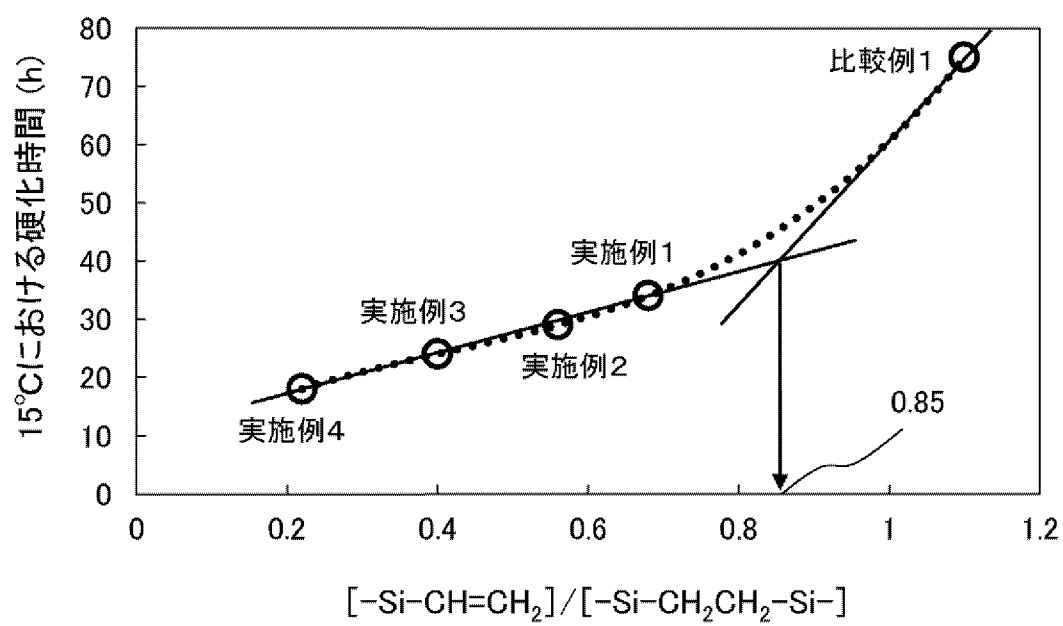
[図2]

図 2



[図3]

図 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/030998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H01L 23/373**(2006.01)i; **C08L 83/14**(2006.01)i; **H01L 23/36**(2006.01)i

FI: H01L23/36 M; H01L23/36 D; C08L83/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01L23/373; C08L83/14; H01L23/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-131734 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 08 August 2019 (2019-08-08) entire text	1-13
A	WO 2021/053979 A1 (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 25 March 2021 (2021-03-25) entire text	1-13
A	JP 2001-26721 A (CHISSO CORPORATION) 30 January 2001 (2001-01-30) entire text	1-13
A	WO 2017/060999 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 13 April 2017 (2017-04-13) entire text	1-13
A	JP 2016-216523 A (DENKA CO., LTD.) 22 December 2016 (2016-12-22) entire text	1-13
A	JP 2017-88853 A (DOW CORNING CORP.) 25 May 2017 (2017-05-25) entire text	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 September 2023

Date of mailing of the international search report

10 October 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/030998

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-131734	A	08 August 2019	(Family: none)	
WO	2021/053979	A1	25 March 2021	(Family: none)	
JP	2001-26721	A	30 January 2001	(Family: none)	
WO	2017/060999	A1	13 April 2017	US	2018/0183294 A1
				EP	3361843 A1
				CN	108141982 A
JP	2016-216523	A	22 December 2016	(Family: none)	
JP	2017-88853	A	25 May 2017	US	2017/0130108 A1
				EP	3196229 A1
				KR	10-2017-0053132 A
				TW	201723032 A
				CN	107698766 A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 23/373(2006.01)i; C08L 83/14(2006.01)i; H01L 23/36(2006.01)i FI: H01L23/36 M; H01L23/36 D; C08L83/14										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01L23/373; C08L83/14; H01L23/36 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
A	JP 2019-131734 A（信越化学工業株式会社）08.08.2019（2019 - 08 - 08） 全文	1-13								
A	WO 2021/053979 A1（信越化学工業株式会社）25.03.2021（2021 - 03 - 25） 全文	1-13								
A	JP 2001-26721 A（チッソ株式会社）30.01.2001（2001 - 01 - 30） 全文	1-13								
A	WO 2017/060999 A1（三菱電機株式会社）13.04.2017（2017 - 04 - 13） 全文	1-13								
A	JP 2016-216523 A（デンカ株式会社）22.12.2016（2016 - 12 - 22） 全文	1-13								
A	JP 2017-88853 A（ダウ コーニング コーポレーション）25.05.2017（2017 - 05 - 25） 全文	1-13								
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 28.09.2023		国際調査報告の発送日 10.10.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 河合 俊英 5F 3238 電話番号 03-3581-1101 内線 3516								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/030998

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-131734	A	08.08.2019	(ファミリーなし)	
WO	2021/053979	A1	25.03.2021	(ファミリーなし)	
JP	2001-26721	A	30.01.2001	(ファミリーなし)	
WO	2017/060999	A1	13.04.2017	US	2018/0183294 A1
				EP	3361843 A1
				CN	108141982 A
JP	2016-216523	A	22.12.2016	(ファミリーなし)	
JP	2017-88853	A	25.05.2017	US	2017/0130108 A1
				EP	3196229 A1
				KR	10-2017-0053132 A
				TW	201723032 A
				CN	107698766 A