



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 (11)證書號數：TW I851694 B

(45)公告日：中華民國 113 (2024) 年 08 月 11 日

(21)申請案號：109110535 (22)申請日：中華民國 109 (2020) 年 03 月 27 日

(51)Int. Cl. : C08L83/05 (2006.01) C08L83/07 (2006.01)
C08K3/22 (2006.01) C08K9/06 (2006.01)
H01L23/36 (2006.01) H01L23/373 (2006.01)
H05K7/20 (2006.01)

(30)優先權：2019/03/29 日本 JP2019-065809

(71)申請人：日商陶氏東麗股份有限公司 (日本) DOW TORAY CO., LTD. (JP)
日本

(72)發明人：太田健治 OTA, KENJI (JP)

(74)代理人：閻啓泰；林景郁

(56)參考文獻：
TW 201819539A TW 201908413A

審查人員：蔡瑜潔

申請專利範圍項數：15 項 圖式數：0 共 50 頁

(54)名稱
多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物、導熱性構件及散熱結構體

(57)摘要

本發明提供一種導熱性聚矽氧凝膠組成物，其具有高導熱率且具有優異之擠壓性、混合穩定性，採用 2 液型等之包裝時各液亦難以分離，可穩定地保管，且相對於散熱零件等之填縫性等優異。

本發明涉及多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物及其使用，所述多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物含有：(A-1)聚合度為 5 至 100 之含烯基之有機聚矽氧烷，(A-2)聚合度為 400 以上之含烯基之有機聚矽氧烷，(B)有機氫聚矽氧烷，(C)矽氫化反應用催化劑，(D)導熱性填充劑，(E)矽烷偶合劑等以及 (F)分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷；成分(A-1)與成分(A-2)之混合黏度為成分(A-1)於 25℃時之黏度的 1.15 至 5.50 倍範圍內。

無



I851694

【發明摘要】

【中文發明名稱】 多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物、導熱性構件及散熱結構體

【英文發明名稱】 Multi-component type thermally conductive silicone-gel composition, thermally conductive material and heat-emission structure

【中文】

本發明提供一種導熱性聚矽氧凝膠組成物，其具有高導熱率且具有優異之擠壓性、混合穩定性，採用2液型等之包裝時各液亦難以分離，可穩定地保管，且相對於散熱零件等之填縫性等優異。

本發明涉及多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物及其使用，所述多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物含有：(A-1)聚合度為5至100之含烯基之有機聚矽氧烷，(A-2)聚合度為400以上之含烯基之有機聚矽氧烷，(B)有機氫聚矽氧烷，(C)矽氫化反應用催化劑，(D)導熱性填充劑，(E)矽烷偶合劑等以及(F)分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷；成分(A-1)與成分(A-2)之混合黏度為成分(A-1)於25℃時之黏度的1.15至5.50倍範圍內。

【英文】

無

【指定代表圖】 無

【代表圖之符號簡單說明】

無

【特徵化學式】

無

【發明說明書】

- 【中文發明名稱】

多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物、導熱性構件及散熱結構體
- 【英文發明名稱】

Multi-component type thermally conductive silicone-gel composition, thermally conductive material and heat-emission structure

【技術領域】

【0001】 本發明涉及一種導熱性聚矽氧凝膠組成物、由其構成之導熱性構件及使用該構件之散熱結構體，所述導熱性聚矽氧凝膠組成物具有高導熱率且具有優異之擠壓性、混合穩定性，採用2液型等多成分型組成物之包裝時各液（組成物）亦難以分離，可穩定地保管，且相對於散熱零件等之填縫性優異，根據需求，可修復性亦優異。

【先前技術】

【0002】 近年來，伴隨搭載有電晶體、IC、記憶體元件等電子零件之印刷電路板及混合IC之高密度、高集成化，二次電池（電池片式）容量增大，為有效地對電子零件及電池等電子電氣設備所產生之熱量進行散熱，廣泛採用由有機聚矽氧烷及氧化鋁粉末、氧化鋅粉末等導熱性填充劑構成之導熱性矽組成物，為應對較高散熱量，尤其提議填充有大量導熱性填充劑之導熱性矽組成物。

【0003】 例如，專利文獻1及專利文獻2中提議用具有長鏈烷基之水解性矽烷對導熱性填充劑表面進行處理，從而對該等導熱性矽組成物高度填充導熱性無機填充劑時，亦可對成型物賦予柔軟性與耐熱機械特性，且可降低黏度升高，從而提高成型加工性，實現具有高導熱率之導熱性矽組成物。此外，專利文獻3中提議有一種導熱性矽組成物，其混合有藉由分子量不同之2種以上處理劑實施

表面處理的導熱性填充劑，藉由改變相關處理劑的添加時機，即便高度填充導熱性填充劑，亦不會損害相關化合物之流動性。

【0004】 然而，對於該等導熱性矽組成物，雖然發現可一定程度地降低黏度及改善成型性，但其流動性不充分，對於高度精密化之電氣電子材料結構難以實現精密塗佈，且與應散熱之電子構件之間會產生間隙(gap)，造成潛熱等問題，可能存在無法實現充分散熱性之情形。

【0005】 另外，作為電子材料用途之附加固化型有機矽材料，已知有多成分型組成物之形態，即：使含有作為交聯劑之有機氫聚矽氧烷之組成物與不含有有機氫聚矽氧烷之組成物分開保存，以不同之包裝流通，使用時再混合；但上述專利文獻1至3中並未公開多成分型導熱性矽組成物，尤其是關於含有大量作為交聯劑之有機氫聚矽氧烷及導熱性填充劑之組成物，穩定之多成分型導熱性矽組成物並不為人所知曉。

習知技術文獻

專利文獻

【0006】

專利文獻1：日本特開平11-209618號公報

專利文獻2：日本特開2000-001616號公報

專利文獻3：日本特開2005-162975號公報

【發明內容】

發明所欲解決之課題

【0007】 本發明者等進而還發現了新的課題。於導熱性矽組成物中，為改善其保存穩定性及操作作業性而要選擇多成分型組成物之形態時，如上所述，於2.0W/mK以上之高散熱區域之組成物中，導熱性填充劑之含量需要極其高。另一方面，構成多成分之各組成物之黏度及導熱性填充劑之含量若存在較大差異，則

使用時難以實現擠壓性，難以在混合器內均勻地混合各組成物。然而，設計導熱性填充劑之含有率較高，且含有作為交聯劑之有機氫聚矽氧烷之多成分型組成物液體時，導熱性填充劑會發生經時分離，作為穩定之包裝，難以設計多成分型導熱性矽組成物。另外，本發明者等還發現，即便使用上述專利文獻1至3所提議之表面處理劑，但該等表面處理劑仍會自導熱性填充劑分離，難以實現長時間穩定保存。且無法穩定地排出，故於混合器內組成物混合不均勻，會發生固化不均勻、外觀不良。

【0008】 本發明係為解決上述課題開發而成，目的在於提供一種多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其具有 2.0W/mK 以上之高導熱性，於高度填充導熱性無機填充劑之情形下，混合後組成物整體維持較高流動性，故相對於間隙較多之電子零件等之精密塗佈性及填縫性優異，且採用2液型等多成分型組成物之包裝時，各液（組成物）、尤其是含有用於賦予流動性之低黏度有機聚矽氧烷之組成物難以分離，且利用靜態混合器混合時，可防止會導致該有機聚矽氧烷分離及矽氫化反應用催化劑分散不良的不均勻固化。進而所獲得之導熱性固化物係柔軟之凝膠組成物，故可緩解因電子零件與散熱結構體之熱膨脹係數差異而產生之應力，從而防止構件破損。又，本發明之目的在於提供使用該導熱性聚矽氧凝膠組成物之導熱性構件、使用該構件之散熱結構體。

解決問題之技術手段

【0009】 本發明者等經銳意研究後發現，藉由如下所述之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物可解決上述課題，從而完成本發明，即：設計為含有大量導熱性填充劑以實現高導熱率之組成，且於作為主劑之成分(A-1)之有機聚矽氧烷之同一系統內，包含成分(A-2)之有機聚矽氧烷，確保該等混合聚合物之黏度為成分(A-1)於 25°C 時之黏度的1.15至5.5倍範圍。

【0010】 即，本發明之目的可藉由以下有機聚矽氧烷固化物薄膜而達成。

由含有

(A) 由以下成分(A-1)及成分(A-2)構成之含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-1) 矽氧烷聚合度為5至100之範圍的含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-2) 矽氧烷聚合度為400以上的含烯基之有機聚矽氧烷；

(B) 有機氫聚矽氧烷：相對於成分(A)中所包含之烯基1莫耳，成分(B)中之矽原子鍵結氫原子為0.2至5莫耳之量；

(C) 催化劑量之矽氫化反應用催化劑；

(D) 導熱性填充劑，

(E) 1種以上矽烷偶合劑或其水解縮合物，以及

(F) 分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷；

的(I)液以及(II)液構成，

相對於成分(A-1)100質量份，(I)液中成分(D)之含量為600至3,500質量份，

相對於成分(A-1)100質量份，(II)液中成分(D)之含量為600至3,500質量份，並且，

成分(A-1)與成分(A-2)存在於同一系統內，該等混合聚合物於25°C時之黏度為成分(A-1)於25°C時之黏度的1.15至5.5倍範圍內。

【0011】 此處，上述成分(A-1)於25°C時之黏度為10至100 mPa·s之範圍，上述成分(A-2)於25°C時之黏度為10,000 mPa·s以上，且成分(A-1)與成分(A-2)存在於同一系統內，該等混合聚合物於25°C時之黏度尤佳為成分(A-1)的1.2至2.0倍之範圍內。

此外，對於該組成物，上述(I)液以及(II)液中成分(D)之含量分別為組成物整體之80至98質量%之範圍，較佳為實質上不含成分(D)以外之填充劑。進而，該組成物之導熱率為2.0W/mK以上，較佳為3.5W/mK以上，更佳為4.0W/mK以上。

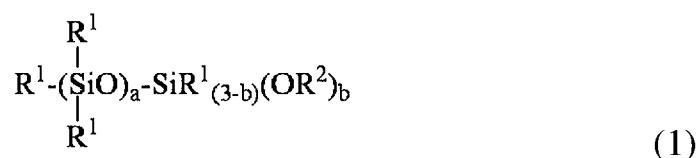
【0012】 又，本發明之目的較佳藉由以下情形而解決，即：上述成分(E)含有(E1)分子內具有碳原子數6以上之烷基之烷氧基矽烷，所述成分(D)經以成分

(E)及成分(F)實施表面處理。進而，藉由所述成分(E)及成分(F)實施之表面處理係加熱表面處理，所述成分(E1)更佳為具有碳原子數6至18之烷基的三烷氧基矽烷。另外，上述(I)液以及(II)液中藉由成分(E)及成分(F)對成分(D)實施之表面處理尤其較佳為如下形態：首先以成分(E)為主之成分對成分(D)實施表面處理，接著以成分(F)為主之成分對成分(D)實施表面處理。

【0013】 成分(F)較佳為，

如請求項1至3中任一項所述之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，成分(F)係下述通式(1)或通式(2)所表示之有機聚矽氧烷或該等之混合物：

(i)由通式(1)：



(式中， R^1 獨立為非取代或取代之一價烴基， R^2 獨立為氫原子、烷基、烷氧基烷基或鹽基， a 為5至250之整數， b 為1至3之整數)表示且25°C時之黏度為10至小於10,000mPa·s之有機聚矽氧烷

(ii)由通式(2)： $\text{R}^4_3\text{SiO}(\text{R}^4_2\text{SiO})_p\text{R}^4_2\text{Si}-\text{R}^5-\text{SiR}^4_{(3-d)}(\text{OR}^3)_d$ (2)

(式中， R^4 為同種或異種一價烴基， R^5 為氧原子或二價烴基， R^3 係與上述相同之基團， p 為100至500之整數， d 為與上述相同之整數)表示之有機聚矽氧烷。

【0014】 又，本發明之目的可藉由如下多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物而解決，所述多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之特徵在於：所述成分(B)含有(B1)25°C時之黏度為1至1,000 mPa·s，分子內平均含有2至4個矽原子鍵結氫原子，其中，分子鏈側鏈具有至少2個之直鏈狀有機氫聚矽氧烷；關於組成物中之成分(B1)中矽原子鍵結氫原子($[\text{H}_{\text{B1}}]$)與成分(B1)以外之有機氫聚矽氧烷中矽原

子鍵結氫原子之含量($[H_{\text{non-B1}}]$)， $[H_{\text{non-B1}}]/([H_{\text{B1}}]+[H_{\text{non-B1}}])$ 之值為0.0至0.70之範圍的關係成立。另外，該值可為0.0至0.50、0.0至0.25、0.0。

【0015】 又，本發明之目的進一步較佳藉由含有(G)耐熱性賦予劑之導熱性聚矽氧凝膠組成物而解決。

【0016】 同樣，本發明之目的可藉由如下多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物而解決，所述多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之成分(D)為(D1)平均粒徑為0.1至150 μm 之板狀氮化硼粉末，(D2)平均粒徑為0.1至500 μm 且成型為顆粒狀或球狀之氮化硼粉末，(D3)平均粒徑為0.01至50 μm 之球狀熔融固化以及/或者粉碎狀氧化鋁粉末，或者(D4)平均粒徑為0.01至50 μm 之石墨，或者該等2種以上之混合物。

【0017】 進而，本發明之目的可藉由由該等多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物構成之導熱性構件、尤其是該組成物固化而成之導熱性構件而解決。又，較佳藉由具備該等導熱性構件之散熱結構體而解決。

【0018】 本發明之目的尤其可藉由散熱結構體而解決，該散熱結構體於散熱零件或搭載有該散熱零件之電路板上，經由所述多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物設置散熱構件而成。

【0019】 該散熱結構體並無特別限定，較佳為電氣電子零件、二次電池等電氣電子設備，關於微細之散熱結構，可設計期望之BLT (Bond Line Thickness) 並應用。

發明效果

【0020】 根據本發明，可提供一種多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其具有3.5W/mK以上之高導熱性，於高度填充導熱性無機填充劑之情形下，混合後組成物整體維持較高流動性，故相對於間隙較多之電子零件等之精密塗佈性及

填縫性優異，且採用2液型等多成分型組成物之包裝時，各液（組成物）、尤其是含有用於賦予流動性之低黏度有機聚矽氧烷之組成物難以分離，且利用靜態混合器混合時，可防止會導致該有機聚矽氧烷分離及矽氫化反應用催化劑分散不良的不均勻固化。進而所獲得之導熱性固化物係柔軟之凝膠組成物，故可緩解因電子零件與散熱結構體之熱膨脹係數差異而產生之應力，從而防止構件破損。除此之外，所獲得之導熱性固化物之剝離性較好，可設計為電子零件可修復性優異之組成。又，根據本發明，可提供使用該導熱性聚矽氧凝膠組成物之導熱性構件、使用該構件之散熱結構體（尤其是包括電氣電子零件之散熱結構及二次電池散熱結構之電氣電子設備的散熱結構體）。

【圖式簡單說明】

無

【實施方式】

【0021】〔多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物〕

本成分所涉及之組成物係含有：

(A)由以下成分(A-1)及成分(A-2)構成之含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-1) 矽氧烷聚合度為5至100之範圍的含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-2) 矽氧烷聚合度為400以上的含烯基之有機聚矽氧烷；

(B)有機氫聚矽氧烷，(C)矽氫化反應用催化劑，(D)導熱性填充劑，(E)1種以上矽烷偶合劑或其水解縮合物，以及(F)分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷；且至少包含分開保存之以下(I)液以及(II)液。此處，成分(A-1)較佳為25℃時之黏度為10至100 mPa·s之含烯基之有機聚矽氧烷，成分(A-2)較佳為25℃時之黏度為10,000 mPa·s以上之含烯基之有機聚矽氧烷，該等混合聚合物於25℃時之黏度為成分(A-1)於25℃時之黏度的1.15至5.5倍範圍內。

【0022】於本發明中，分開保存之各組成物需要不同時包含上述成分(A)、

成分(B)以及成分(C)。其原因在於，若同時混合成分(A)、成分(B)以及成分(C)，則會自發地開始交聯反應，該組成物會於短時間內喪失貯藏穩定性，無法實現多成分型組成物之目的即長時間之貯藏穩定性及操作作業性。

【0023】 於本發明中，至少包含(I)液以及(II)液係指至少包含分開保存之組成物且定義如下之兩個不同之組成物，即由多個組成物構成之多成分型組成物；若由2成分以上分開保存之組成物構成，則無特別限制。另外，該等成分分開保存時較佳封裝於容器中，使用時再使用攪拌機等之機械力於通用容器中進行攪拌，或者使用對應多成分混合之分注器等進行混合並塗佈或應用。考慮到組成物之操作作業性及混合操作之簡便性，本發明之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物較佳為實質上由下述(I)液以及(II)液構成之2成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0024】 〔(I)液：包含含烯基之有機聚矽氧烷的組成物〕

(I)液係包含本組成物之主劑即含烯基之有機聚矽氧烷之組成物，需要為包含所述成分(A-1)、(A-2)、(C)、(D)、(E)及(F)但不包含成分(B)之組成物，可任意包含成分(G)或其他成分。

【0025】 〔(II)液：包含有機氫聚矽氧烷之組成物〕

(II)液係包含本組成物之交聯劑即有機氫聚矽氧烷之組成物，需要為包含所述成分(A-1)、(A-2)、(B)、(D)、(E)及(F)但不包含成分(C)之組成物，可任意包含成分(G)或其他成分。此外，亦可任意地不包含成分(A-1)、(A-2)。

【0026】 本發明組成物為實現高導熱率，組成物整體含有大量導熱性填充劑，考慮到均勻混合該等(I)液以及(II)液之觀點，兩液之成分(D)的含量分別較佳為組成物整體之80至98質量%之範圍。另外，為解決分離之問題，對於包含作為

交聯劑之有機氫聚矽氧烷之組成物 (II) 液)，若單純地採用降低成分(D)含量之方法，假設向(I)液中混合大量導熱性填充劑進行彌補，組成物整體仍含有大量導熱性填充劑，可能難以設計組成物之導熱率為 2.0W/mK 以上、較佳為 3.5W/mK 以上、更佳為 4.0W/mK 以上之組成。進而，僅降低(II)液中之導熱性填充劑含量時，會導致(I)液以及(II)液各組成物之黏度及液性極度不同之結果，作為多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，使用時難以藉由混合器或分注器等簡便方法均勻混合，可能導致操作作業性顯著變差之結果。

【0027】 本發明所涉及之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物無論是作為組成物整體，還是作為上述(I)液以及(II)液之各組成物，均可設計為含有大量導熱性填充劑之組成，對組成物整體之導熱率及操作作業性無任何損害，可實現長時間之保存穩定性。進而，本發明所涉及之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物藉由靜態混合器等混合上述(I)液以及(II)液時，不會發生成分分散不良問題，於混合後組成物整體穩定地維持較高流動性，故相對於間隙較多之電子零件等之精密塗佈性及填縫性優異，並且，可根據需求調整固化前且混合後組成物之黏度及觸變性、固化後之導熱性聚矽氧凝膠之剝離性、可修復性等，可設計為塗佈時之垂直保持性及聚矽氧凝膠之可修復性優異的組成。

【0028】 如上所述，本發明之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物於使用時，將包含(I)液以及(II)液且分開保存之多個組成物混合使用。作為其混合方法，可例示使用計量泵將多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之各成分從保存容器導入機械混合裝置（例如靜態混合器等通用混合器）中混合使用之方法，或者裝填各成分之包裝，按一定體積量或體積比擠出各成分，從而使用可混合之分注器。另外，利用開放系統之混合器對多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之各成分進行混合、使用時，可以且較佳為先對混合物進行脫泡操作，然後再使用。構成本發明之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之(I)液以及(II)液的長時間貯藏穩定性

優異，不會出現分離問題，且可藉由簡便之方法實現均勻混合，故操作作業性顯著優異。

【0029】 以下，對本發明所涉及之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物之構成成分進行說明。

【0030】 〔(A)含烯基之有機聚矽氧烷〕

作為成分(A)之含烯基之有機聚矽氧烷由(A-1)矽氧烷聚合度為5至100之範圍的含烯基之有機聚矽氧烷及(A-2)矽氧烷聚合度為400以上的含烯基之有機聚矽氧烷構成。此處，矽氧烷聚合度係根據使用NMR而獲得之有機聚矽氧烷之數目平均分子量計算出的矽氧烷單元個數。

【0031】 作為成分(A-1)之含烯基之有機聚矽氧烷係導熱性聚矽氧凝膠組成物之主劑，矽氧烷聚合度為5至100之範圍，25°C時之黏度較佳為10至100 mPa·s之範圍內。成分(A-1)於25°C時之黏度較佳為10至100 mPa·s之範圍內。若成分(A-1)之聚合度小於所述下限，或者成分(A-1)之黏度小於10 mPa·s，則所獲得之聚矽氧凝膠之物理特性會有降低之趨勢。另一方面，若成分(A-1)之聚合度超過所述上限，尤其是成分(A-1)之黏度超過100 mPa·s，則所獲得之聚矽氧凝膠組成物之擠壓性及靜態混合器等之混合性會有降低之趨勢。

【0032】 作為成分(A-2)之含烯基之有機聚矽氧烷係導熱性聚矽氧凝膠組成物之主劑即成分(A-1)之分離抑制劑，矽氧烷聚合度為400以上，較佳為25°C時之黏度為10,000 mPa·s以上之高黏度者。成分(A-2)於25°C時之黏度可為10,000至10,000,000 mPa·s之範圍內，成分(A-2)可為具有可塑值之橡膠狀含烯基之有機聚矽氧烷。具體而言，成分(A-2)可為25°C時具有10,000 mPa·s以上之黏度或者依據JIS K6249規定之方法測定之可塑值為50至200範圍內之生橡膠狀含烯基之有機聚矽氧烷。進而，25°C時之黏度較佳為(A-1)之10倍至100,000倍範圍內。若成分

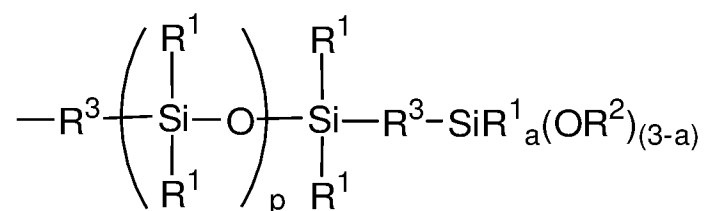
(A-2)於25°C時之黏度小於10倍，則可能無法有效地防止成分(A-1)之分離。考慮到整體黏度之觀點，成分(A-2)於25°C時之黏度可為10,000至50,000 mPa·s之範圍內。又，成分(A-2)之含量係成分(A-1)與成分(A-2)之混合黏度為成分(A-1)黏度1.15至5.5倍之量，混合黏度可為成分(A-1)黏度1.2至5.25倍之範圍，更佳為1.2至3.0倍之量，尤佳為1.2至2.0倍之量。此時，成分(A-1)與成分(A-2)之混合黏度除實測值外，亦可根據聚矽氧製造商提供的油之混合圖，或者分別於兩端繪製低黏度油與高黏度油之黏度並連線，根據此時之混合比率讀取數值，根據該數值計算出黏度[A-1][A-2]。黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.15以下時，無法獲得成分(A-2)之效果；超過5.5時，會導致排出性降低，超出期待之效果；故需要為1.15至5.5之範圍，考慮到排出性之觀點，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]尤佳為1.20至2.0。尤其可使用成分(A-1)與成分(A-2)混合後整體黏度較佳為200 mPa·s以下，更佳為150 mPa·s以下之成分(A-1)與成分(A-2)的組合。

【0033】 成分(A)由1種或2種以上含烯基之有機聚矽氧烷構成。此種含烯基之有機聚矽氧烷的分子結構並無特別限定，例如可列舉直鏈狀、支鏈狀、環狀、三維網狀結構以及該等之組合。成分(A)可僅由直鏈狀含烯基之有機聚矽氧烷構成，僅由具有分枝結構之含烯基之有機聚矽氧烷構成，或者由直鏈狀有機聚矽氧烷與具有分枝結構之含烯基之有機聚矽氧烷的混合物構成。此外，作為分子內之烯基，可例示乙烯基、烯丙基、丁烯基、己烯基等。又，作為成分(A)中除烯基以外之有機基，可例示甲基、乙基、丙基等烷基；苯基、甲苯基等芳基；3,3,3-三氟丙基等鹵化烷基等除烯基以外之一價烴基。

【0034】 尤其較佳成分(A)為直鏈狀含烯基之有機聚矽氧烷，較佳至少分子鏈兩末端含有烯基，亦可僅分子鏈兩末端含有烯基。作為此種成分(A)，並無特別限定，例如可列舉分子鏈兩末端由二甲基乙烯基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷、分子鏈兩末端由二甲基乙烯基矽烷氧基封端之二甲基矽氧烷-甲基苯基

矽氧烷共聚物、分子鏈兩末端由二甲基乙基矽氧烷封端之二甲基矽氧烷-甲基苯基矽氧烷共聚物、分子鏈兩末端由三甲基矽氧烷封端之二甲基矽氧烷-甲基乙基矽氧烷共聚物、分子鏈兩末端由三甲基矽氧烷封端之二甲基矽氧烷-甲基乙基矽氧烷-甲基苯基矽氧烷共聚物、分子鏈兩末端由矽醇基封端之二甲基矽氧烷-甲基乙基矽氧烷共聚物、該等聚合物中一部分甲基被乙基、丙基等除甲基以外之烷基或3,3,3-三氟丙基等鹵化烷基取代的聚合物、該等聚合物之乙基被烯丙基、丁烯基、己烯基等除乙基以外之烯基取代的聚合物、以及該等聚合物2種以上之混合物。另外，考慮到防止觸點失效等觀點，該等含烯基之有機聚矽氧烷較佳降低或去除低分子量矽氧烷寡聚物（八甲基四矽氧烷(D4)、十甲基五矽氧烷(D5)）。

【0035】 本發明之成分(A)進而可含有與矽原子鍵結且由通式：



（式中， R^1 為相同或不同之不具有脂肪族不飽和鍵之一價烴基， R^2 為烷基， R^3 為相同或不同之伸烷基， a 為0至2之整數， p 為1至50之整數）

所表示之含烷氧基矽基之基團。該等具有官能基之有機聚矽氧烷可抑制未固化狀態之組成物之增黏，且分子中具有烷氧基矽基，故亦可作為成分(D)之表面處理劑發揮功能。因此，有可能獲得抑制所獲得之組成物之增黏及油分離，操作作業性不會受損之效果。

【0036】 〔(B)有機氫聚矽氧烷〕

成分(B)係上述(II)液之構成成分，係本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物之主要交聯劑，分子內具有2個以上矽原子鍵結氫原子之有機氫聚矽氧烷可無特別限制地使用，但考慮到所獲得之導熱性聚矽氧凝膠固化物之柔軟性及垂直保持性之觀點，有機氫聚矽氧烷分子中矽原子鍵結氫原子之個數（平均值）較佳為不超過8個之範圍。

【0037】 〔組成物中有機氫聚矽氧烷（交聯劑）之量〕

本發明之組成物中，關於成分(B)，相對於成分(A)中所包含之烯基1莫耳，成分(B)中之矽原子鍵結氫原子至少需要為0.2至5莫耳之量的範圍內，考慮到所獲得之導熱性聚矽氧凝膠固化物之形成以及該固化物之剝離性及可修復性之觀點，較佳為0.3至2.0莫耳之量，更佳為0.4至1.0莫耳之量之範圍。具體而言，成分(B)中矽原子鍵結氫原子之含量若小於所述下限，則可能導致導熱性聚矽氧凝膠組成物固化不良；若超出所述上限，則矽原子鍵結氫原子之量過剩，可能損害該固化物之剝離性及可修復性。

【0038】 〔較佳之交聯延長劑：成分(B1)〕

考慮到對本發明所涉及之組成物固化而獲得之導熱性聚矽氧凝膠固化物之剝離性、可修復性之觀點，成分(B)較佳至少包含(B1)25℃時之黏度為1至1,000 mPa·s，分子內平均含有2至4個矽原子鍵結氫原子，其中，分子鏈側鏈具有至少2個之直鏈狀有機氫聚矽氧烷。另外，上述成分(B1)之結構係指，成分(B1)於本組成物中藉由分子鏈側鏈上之矽原子鍵結氫原子之矽氫化反應，而作為交聯延長劑發揮功能。

【0039】 於本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物中，成分(B1)作為成分(A)之交聯延長劑發揮功能，可使整個組成物緩慢地交聯，形成凝膠狀固化物。此處，

成分(B)於分子鏈側鏈上平均具有至少2個矽原子鍵結氫原子，且分子內平均僅含2至4個矽原子鍵結氫原子，故主要藉由側鏈上2個至4個矽原子鍵結氫原子進行交聯延長反應，可形成自構件之剝離性優異，修理及再利用等可修復性優異之導熱性聚矽氧凝膠固化物。

【0040】 自改善剝離性及可修復性之觀點出發，成分(B)較佳為(B1-1)分子內平均含有2至3個矽原子鍵結氫原子，其中，分子鏈側鏈具有至少2個之直鏈狀有機氫聚矽氧烷，尤其較佳為(B1-1-1)僅分子鏈側鏈平均具有2至3個矽原子鍵結氫原子之有機氫聚矽氧烷。另外，成分(B1)中之矽原子鍵結氫原子尤其較佳僅分子鏈側鏈平均僅為2個。

【0041】 此種成分(B1)可例示：分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物、分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物。另外，該等例示並無限定，部分甲基亦可由苯基、經基、烷氧基等取代。

【0042】 成分(B1)於25℃時之黏度並無特別限定，較佳為1至500 mPa·s之範圍內。進而，考慮到防止觸點失效等觀點，較佳降低或去除低分子量矽氧烷寡聚物（八甲基四矽氧烷(D4)、十甲基五矽氧烷(D5)）。

【0043】 〔同時使用其他交聯劑〕

本發明之成分(B)亦可含有除成分(B1)以外之有機氫聚矽氧烷作為交聯劑，例如分子內包含矽原子鍵結氫原子之數量平均超過4個且分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物，分子內包含矽原子鍵結氫原子之數量平均超過4個且分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物，分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫聚矽氧烷，分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷，含有甲基氫

矽烷氧基之矽氧烷樹脂等。然而，較佳至少包含上述量之成分(B1)作為交聯延長劑，與其他有機氫聚矽氧烷同時使用時，考慮到本發明之組成物之固化特性以及固化物之剝離性及可修復性之觀點，較佳成分(B1)之比率為一定量以上。

【0044】 具體而言，關於組成物中成分(B1)中之矽原子鍵結氫原子($[H_{B1}]$)與成分(B1)以外之有機氫聚矽氧烷中矽原子鍵結氫原子之含量($[H_{non-B1}]$)， $[H_{non-B1}]/([H_{B1}]+[H_{non-B1}])$ 之值較佳為0.0至0.70之範圍，該值亦可為0.0至0.50、0.0至0.25、0.0。若 $[H_{non-B1}]/([H_{B1}]+[H_{non-B1}])$ 之值超過所述上限，則組成物之交聯劑整體中成分(B)的影響會相對變小，固化物之剝離性及可修復性可能會受損或導致固化不良。

【0045】 考慮到本發明之技術效果之觀點，本組成物中作為交聯劑之有機氫聚矽氧烷較佳為以下之組合。

(B'1)：僅成分(B1)，或者於組成中有意識地不混合其他有機氫聚矽氧烷，實質上僅為成分(B1)

(B'2)：除成分(B1)以外，含有選自

分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷，

分子內平均包含5至8個矽原子鍵結氫原子且分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物，以及

分子內平均包含5至8個矽原子鍵結氫原子且分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物

之1種或2種以上的有機氫聚矽氧烷混合物

其中，於假設使用上述成分(B'2)之情形下， $[H_{non-B1}]/([H_{B1}]+[H_{non-B1}])$ 之值亦較佳為上述同樣之範圍。

【0046】 尤其是當組成物中有機氫聚矽氧烷為所述(B'2)所示之混合物、尤其是成分(B1)與分子鏈兩末端由二甲基氫矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷的

混合物之情形時，考慮到改善該組成物之固化性之觀點，有機氫聚矽氧烷中矽原子鍵結氫原子較佳為0.5至1.5莫耳之量，更佳為0.7至1.0莫耳之量的範圍。另一方面，組成物中有機氫聚矽氧烷實質上僅為成分(B1)時，有機氫聚矽氧烷中矽原子鍵結氫原子較佳為0.3至1.5莫耳之量，更佳為0.4至1.0莫耳之量的範圍。組成物中有機氫聚矽氧烷之種類及含量在所述範圍內時，本發明之技術效果即導熱性聚矽氧凝膠組成物之流動性、填縫性最為優異，且所獲得之導熱性聚矽氧凝膠固化物之物理特性、尤其是剝離性及可修復性最為良好。

【0047】 〔(C)矽氫化反應用催化劑〕

矽氫化反應用催化劑係上述(I)液之構成成分，可例示鉑類催化劑、銦類催化劑、鈮類催化劑，考慮到顯著促進本組成物之固化之觀點，較佳為鉑類催化劑。作為該鉑類催化劑，可列舉鉑微粉、氯鉑酸、氯鉑酸之醇溶液、鉑-烯基矽氧烷錯合物、鉑-烯烴錯合物、鉑-羰基錯合物、以及利用矽樹脂、聚碳酸酯樹脂、丙烯酸樹脂等熱可塑性樹脂將該等鉑類催化劑進行分散或封裝之催化劑，尤其較佳鉑-烯基矽氧烷錯合物。作為該烯基矽氧烷，可列舉1,3-二烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷、1,3,5,7-四甲基-1,3,5,7-四烯基環四矽氧烷、以乙基、苯基等取代該等烯基矽氧烷之甲基之一部分之烯基矽氧烷以及以烯丙基、己烯基等取代該等烯基矽氧烷之乙烯基之烯基矽氧烷。尤其是，考慮到該鉑-烯基矽氧烷錯合物之穩定性良好，較佳為1,3-二烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷。並且，考慮到操作作業性以及組成物之適用期之改善之觀點，亦可使用藉由熱可塑性樹脂進行分散或封裝之微粒狀含有鉑之矽氫化反應催化劑。再者，作為促進矽氫化反應之催化劑，可使用鐵、鈮、鐵/鈮等非鉑類金屬催化劑。

【0048】 矽氫化反應用催化劑之添加量為催化劑量，相對於成分(A)，較佳金屬原子以質量單位計為0.01至500 ppm之範圍內之量、0.01至100 ppm之範圍

內之量或者0.01至50 ppm之範圍內之量。

【0049】 〔矽氫化反應抑制劑〕

本發明之組成物中，考慮到其操作作業性，較佳進而包含矽氫化反應抑制劑。矽氫化反應抑制劑係用於抑制本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物之矽氫化反應之成分，具體而言，例如可列舉乙炔基環己醇等乙炔類、胺類、羧酸酯類、亞磷酸酯類等反應抑制劑。反應抑制劑之添加量通常為聚矽氧凝膠組成物整體之0.001至5質量%。尤其是出於提高聚矽氧凝膠組成物之操作作業性之目的，可無特別限制地使用3-甲基-1-丁炔-3-醇、3,5-二甲基-1-己炔-3-醇、3-苯基-1-丁炔-3-醇等乙炔類化合物；3-甲基-3-戊烯-1-炔、3,5-二甲基-3-己烯-1-炔等烯炔化合物；1,3,5,7-四甲基-1,3,5,7-四乙烯基環四矽氧烷、1,3,5,7-四甲基-1,3,5,7-四己烯基環四矽氧烷等環烯基矽氧烷；以及苯并三唑等三唑化合物等。

【0050】 〔(D)導熱性填充劑〕

成分(D)係上述(I)液以及(II)液共同之構成成分，用於對本組成物以及本組成物固化而成之導熱性構件賦予導熱性之導熱性填充劑。作為此種成分(D)，較佳為選自由純金屬、合金、金屬氧化物、金屬氮氧化物、金屬氮化物、金屬碳化物、金屬矽化物、碳、軟磁性合金以及鐵氧體所組成之群組中之至少1種以上的粉末以及/或者纖維，較佳為金屬類粉末、金屬氧化物類粉末、金屬氮化物類粉末或者碳粉末。

【0051】 相關導熱性填充劑較佳藉由後述成分(E)即烷氧基矽烷，對其全部或部分實施表面處理。進而，作為該等粉體以及/或者纖維，亦可使用藉由不同於成分(E)、或者藉由成分(E)與眾所周知為偶合劑之各種表面處理劑實施處理者。作為用於對成分(D)之粉體以及/或者纖維進行處理之表面處理劑，除成分(E)

以外，可列舉界面活性劑、其他矽烷偶合劑、鋁類偶合劑以及聚矽氧類表面處理劑等。

【0052】 作為純金屬，可列舉銻、鉛、錫、銻、銻、鎢、鎢、鋅、銀、銅、鎳、鋁、鐵及金屬矽。作為合金，可列舉選自由銻、鉛、錫、銻、銻、鎢、鎢、鋅、銀、鋁、鐵及金屬矽所組成之群組中之兩種以上金屬所構成的合金。作為金屬氧化物，可列舉氧化鋁、氧化鋅、氧化矽、氧化鎂、氧化鋁、氧化鎢及氧化鈦。作為金屬氫氧化物，可列舉氫氧化鎂、氫氧化鋁、氫氧化鋇及氫氧化鈣。作為金屬氮化物，可列舉氮化硼、氮化鋁及氮化矽。作為金屬碳化物，可列舉碳化矽、碳化硼及碳化鈦。作為金屬矽化物，可列舉矽化鎂、矽化鈦、矽化鋁、矽化鋇、矽化鋇、矽化鎢、矽化鎢及矽化鋇。作為碳，可列舉金剛石、石墨、富勒烯、奈米碳管、石墨烯、活性炭及非晶質碳黑。作為軟磁性合金，可列舉Fe-Si合金、Fe-Al合金、Fe-Si-Al合金、Fe-Si-Cr合金、Fe-Ni合金、Fe-Ni-Co合金、Fe-Ni-Mo合金、Fe-Co合金、Fe-Si-Al-Cr合金、Fe-Si-B合金及Fe-Si-Co-B合金。作為鐵氧體，可列舉Mn-Zn鐵氧體、Mn-Mg-Zn鐵氧體、Mg-Cu-Zn鐵氧體、Ni-Zn鐵氧體、Ni-Cu-Zn鐵氧體及Cu-Zn鐵氧體。

【0053】 另外，作為成分(D)，較佳為銀粉末、鋁粉末、氧化鋁粉末、氧化鋅粉末、氮化鋁粉末或石墨。此外，於對本組成物要求電氣絕緣性之情形時，較佳為金屬氧化物類粉末或金屬氮化物類粉末，尤佳為氧化鋁粉末、氧化鋅粉末或氮化鋁粉末。

【0054】 成分(D)之形狀並無特別限定，例如可列舉球狀、針狀、圓盤狀、棒狀、不定形狀，較佳為球狀、不定形狀。又，成分(D)之平均粒徑並無特別限定，較佳為0.01至500 μm 之範圍內，更佳為0.01至300 μm 之範圍內。

【0055】 成分(D)尤佳為(D1)平均粒徑為0.1至150 μm 之板狀氮化硼粉末，(D2)平均粒徑為0.1至500 μm 且成型為顆粒狀或球狀之氮化硼粉末，(D3)平均粒

徑為0.01至50 μm 之球狀熔融固化以及/或者粉碎狀氧化鋁粉末，或者(D4)平均粒徑為0.01至50 μm 之球狀以及/或者粉碎狀石墨，或者該等2種以上之混合物。作為成分(D)之一較佳例，平均粒徑為0.01至50 μm 之球狀以及粉碎狀氧化鋁粉末的2種以上混合物。尤其是，以依據最密填充理論分佈曲線之比率，組合大粒徑之氧化鋁粉末與小粒徑之氧化鋁粉末，從而可提高填充效率，實現低黏度化及高導熱化。

【0056】 關於(I)液以及(II)液，相對於組成物整體中之成分(A-1)100質量份，成分(D)之含量分別為600至3,500質量份之範圍內，較佳為1200至3,000質量份之範圍內。即，作為組成物整體，(I)液以及(II)液中成分(D)之總和為1200至7000質量份之範圍，該總和可為2400至6000質量份之範圍，亦可為2400至5500質量份之範圍。其原因在於，若成分(D)之含量小於上述範圍之下限，則所獲得之組成物之導熱性小於2.0W/mK；另一方面，若超過上述範圍之上限，即便混合成分(E)或用於對成分(D)進行表面處理，所獲得之組成物黏度亦顯著變高，其操作作業性、填縫性等降低。

【0057】 本發明組成物之導熱性為2.0W/mK以上，成分(D)之含量較佳為組成物整體之80至98質量%之範圍，更佳為82至95質量%之範圍，尤佳為85至95質量%之範圍。於上述範圍內，可設計出本發明之目的即維持優異之填縫性及流動性，並實現2.0W/mK以上、較佳為3.5W/mK以上、更佳為4.0W/mK以上、尤佳為5.0W/mK以上之導熱率的導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0058】 〔其他無機填充劑〕

本發明之組成物完全不妨礙其混合例如煙霧狀二氧化矽、濕式二氧化矽、粉碎石英、氧化鈦、碳酸鎂、氧化鋅、氧化鐵、矽藻土、碳黑等無機填充劑（亦稱為「無機填充材」）、藉由有機矽化合物（矽氮烷類等）對此種無機填充劑表面進

行疏水處理而成之無機填充劑作為任意成分，但考慮到本發明之技術效果，尤其是兼顧高導熱性與填縫性之觀點，較佳實質上不含成分(D)以外之填充劑。尤其是於本組成中混合補強性二氧化矽類等具有較大BET比表面積之補強性填充劑時，會於組成中混合用於實現3.5W/mK以上導熱性之量的成分(D)，可能導致本發明難以實現具有特徵性之流變特性。另外，「實質上不含」較佳為組成中成分(D)以外之填充劑含量小於1質量%，更佳為小於0.5質量%。另外，最佳為組成中成分(D)以外之填充劑之有意識的添加量為0.0質量%。

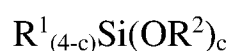
【0059】 〔成分(D)之表面處理〕

本組成物含有特定量之化學結構不同之2種表面處理劑：成分(E)以及成分(F)。具體而言，將本發明之成分(D)整體設為100質量%時，較佳為於0.1至5.0質量%之範圍內混合該等成分，且成分(D)經以該等成分實施表面處理。成分(D)之表面處理製程任意，但考慮到改善本組成物之流動性、填縫性及觸變性之觀點，尤其較佳利用成分(D)之至少一部分經以成分(E)進行表面處理，接著成分(D)經以成分(F)實施表面處理的製程。

【0060】 〔(E)1種以上矽烷偶合劑或其水解縮合物〕

成分(E)為成分(D)之表面處理劑，係上述(I)液以及(II)液中相同之構成成分，係改善成分(D)之混合量且改善組成物整體之黏度及流動性之成分。此種成分(E)可無限制地使用周知之矽烷偶合劑或其水解縮合物，尤其較佳包含後述成分(E1)：分子內具有碳原子數6以上之烷基的烷氧基矽烷。

【0061】 作為成分(E)之矽烷偶合劑由通式：



表示。式中， R^1 為一價烴基、含環氧基之有機基、含甲基丙烯醯基之有機基或含丙烯醯基之有機基。作為 R^1 之一價烴基，可例示甲基、乙基、丙基、丁基、己基、癸基等直鏈狀烷基；異丙基、第三丁基、異丁基等支鏈狀烷基；環己基等環狀烷基；乙烯基、烯丙基、丁烯基、戊烯基、己烯基以及庚烯基等烯基；苯基、甲苯基、二甲苯基等芳基；苄基、苯乙基等芳烷基；以及3,3,3-三氟丙基、3-氯丙基等鹵化烷基等經取代或非取代之一價烴基。此外，作為 R^4 之含環氧基之有機基，可例示3-縮水甘油氧基丙基、4-縮水甘油氧基丁基等縮水甘油氧基烷基；2-(3,4-環氧基環己基)乙基、3-(3,4-環氧基環己基)丙基等環氧基環己基烷基。又，作為 R^1 之含甲基丙烯醯基之有機基，可例示3-甲基丙烯醯氧基丙基、4-甲基丙烯醯氧基丁基等甲基丙烯醯氧基烷基。又，作為 R^1 之含丙烯醯基之有機基，可例示3-丙烯醯氧基丙基、4-丙烯醯氧基丁基等丙烯醯氧基烷基。

【0062】 R^2 可例示烷基、烷氧基烷基、烯基或醯基。作為 R^2 之烷基，可例示與上述相同之直鏈狀烷基、支鏈狀烷基以及環狀烷基；作為 R^2 之烷氧基烷基，可例示甲氧基乙基、甲氧基丙基；作為 R^2 之烯基，可例示乙烯基、烯丙基、丁烯基、戊烯基、己烯基；作為 R^2 之醯基，可例示乙醯基、辛醯基。

【0063】 c 為1至3之整數，較佳為3。

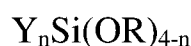
【0064】 作為此種成分(E)，除成分(E1)以外，可例示甲基三甲氧基矽烷、甲基三乙氧基矽烷、乙基三甲氧基矽烷、*n*-丙基三甲氧基矽烷、丁基三甲氧基矽烷、戊基三甲氧基矽烷、乙烯基三甲氧基矽烷、乙基三乙氧基矽烷、甲基乙烯基二甲氧基矽烷、烯丙基三甲氧基矽烷、烯丙基甲基二甲氧基矽烷、丁烯基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基甲基二甲氧基矽烷、3-縮水甘油氧基丙基三乙氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基三乙氧基矽烷、3-甲基丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基

矽烷、3-丙烯醯氧基丙基三甲氧基矽烷、3-丙烯醯氧基丙基甲基二甲氧基矽烷。

【0065】 〔(E1)烷基烷氧基矽烷〕

成分(E1)與成分(B1)同為本組成物之較佳成分，係於分子內具有碳原子數6以上之烷基的烷氧基矽烷。此處，作為碳原子數6以上之烷基之具體例，可列舉己基、辛基、十二基、十四基、十六基、十八基等烷基或苺基、苯基乙基等芳烷基等，尤其較佳為碳原子數6至20之烷基。若為具有碳原子數小於6之烷基之烷氧基矽烷，則降低組成物黏度之效果不充分，組成物之黏度會上升，可能無法實現期望之流動性及填縫性。又，若使用具有碳原子數20以上之烷基等之烷氧基矽烷，則除了工業供應性較差外，根據成分(A)之種類，還可能有相容性降低之情形。

【0066】 成分(E1)較佳為下述結構式：



(式中，Y為碳原子數6至18之烷基，R為碳原子數1至5之烷基，n為1或2之數)所表示之烷氧基矽烷，作為OR基，可例示甲氧基、乙氧基、丙氧基、丁氧基等，尤其較佳甲氧基及乙氧基。此外，n為1、2或3，尤其較佳為1。

【0067】 此種成分(E1)具體可例示 $C_6H_{13}Si(OCH_3)_3$ 、 $C_8H_{17}Si(OC_2H_5)_3$ 、 $C_{10}H_{21}Si(OCH_3)_3$ 、 $C_{11}H_{23}Si(OCH_3)_3$ 、 $C_{12}H_{25}Si(OCH_3)_3$ 、 $C_{14}H_{29}Si(OC_2H_5)_3$ 等，最佳為癸基三甲氧基矽烷。

【0068】 本發明之成分(E)較佳包含上述成分(E1)。具體而言，可為僅成分(E1)，亦可為成分(E1)與其他矽烷偶合劑之混合物。又，可根據需求僅使用成分(E1)以外之矽烷偶合劑，可以事先對該等矽烷偶合劑之一部分或全部進行水解之

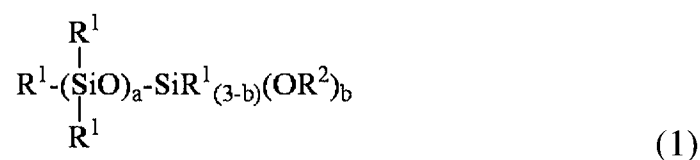
形態使用。

【0069】〔(F)分子鏈一末端具有水解性矽基之聚矽氧烷型表面處理劑〕

成分(F)為上述(I)液以及(II)液中共同之構成成分，不同於成分(E)，係於分子鏈一末端具有水解性矽基且具有聚矽氧烷結構之表面處理劑，將成分(E)與成分(D)同時使用進行處理，較佳先用成分(E)對成分(D)實施表面處理，然後用成分(F)實施表面處理，藉此，即便混合大量作為成分(D)之導熱性填充劑，亦可提供本組成物之流動性、填縫性及觸變性得到改善之導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0070】具體而言，成分(F)係於分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷，其結構並無特別限制，此種成分(F)可為下述通式(1)或通式(2)所表示之有機聚矽氧烷或者該等之混合物。

(i)由通式(1)：



(式中， R^1 獨立為非取代或取代之一價烴基， R^2 獨立為氫原子、烷基、烷氧基烷基或鹽基， a 為5至250之整數， b 為1至3之整數)表示且25°C時之黏度為10至小於10,000mPa·s之有機聚矽氧烷

(ii)由通式(2)： $\text{R}^4_3\text{SiO}(\text{R}^4_2\text{SiO})_p\text{R}^4_2\text{Si}-\text{R}^5-\text{SiR}^4_{(3-d)}(\text{OR}^3)_d$ (2)

式中， R^4 為同種或異種一價烴基， R^5 為氧原子或二價烴基， R^3 係與上述相同之基團， p 為100至500之整數， d 為與上述相同之整數)表示之有機聚矽氧烷。

【0071】(i)由通式(1)表示之成分(F)於分子鏈一末端具有水解性矽基。該成分(F)用作成分(D)之表面處理劑，因此，即便混合大量成分(D)，亦不會使操作

作業性及成型性變差，可改善本組成物之流動性、填縫性及觸變性，提供垂直保持性優異之導熱性聚矽氧凝膠組成物，並且對於固化途中所接觸之基材，可賦予良好之黏著性。

通式(1)中 R^1 獨立為非取代或取代之一價烴基，作為其例，可列舉直鏈狀烷基、支鏈狀烷基、環狀烷基、烯基、芳基、芳烷基以及鹵化烷基。作為直鏈狀烷基，例如可列舉甲基、乙基、丙基、己基以及辛基。作為支鏈狀烷基，例如可列舉異丙基、異丁基、三級丁基、2-乙基己基。作為環狀烷基，例如可列舉環戊基、環己基。作為烯基，例如可列舉乙烯基、丙烯基。作為芳基，例如可列舉苯基、甲苯基。作為芳烷基，例如可列舉2-苯乙基、2-甲基-2-苯乙基。作為鹵化烷基，例如可列舉3,3,3-三氟丙基、2-(九氟丁基)乙基、2-(全氟辛基)乙基。 R^1 較佳為甲基、苯基。

【0072】 通式(1)中， R^2 獨立為氫原子、烷基、烷氧基烷基、烯基或醯基。作為烷基，例如可列舉與 R^1 例示者同樣之直鏈狀烷基、支鏈狀烷基、環狀烷基。作為烷氧基烷基，例如可列舉甲氧基乙基、甲氧基丙基。作為醯基，例如可列舉乙醯基、辛醯基。 R^2 較佳為烷基，尤其較佳為甲基、乙基。

【0073】 通式(1)中， a 為5至250範圍之整數，較佳為10至200之範圍。並且， b 為1至3之整數，較佳為2或3。

【0074】 (ii)由通式(2)表示之成分(F)於分子鏈一末端具有經由伸烷基等二價烴基或氧原子而鍵結之水解性矽基。該成分(F)用作成分(D)之表面處理劑，因此，即便混合大量成分(D)，亦不會使操作作業性及成型性變差，可改善本組成物之流動性、填縫性及觸變性，提供垂直保持性優異之導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0075】 式中 R^4 為同種或異種之一價烴基，可例示與上述相同之直鏈狀烷基、支鏈狀烷基、環狀烷基、芳基、芳烷基、烯基、鹵化烷基，較佳為直鏈狀烷

基，尤其較佳為甲基。又，上式中 R^5 為氧原子或二價烴基。作為 R^5 之二價烴基，例如可列舉亞甲基、伸乙基、伸丙基、異伸丙基、伸丁基等伸烷基；伸乙基氧基伸乙基、伸乙基氧基伸丙基等伸烷基氧基伸烷基。 R^5 尤其較佳為氧原子。另外，上式中 R^3 係與上述相同之基團。此外，上式中 p 為100至500之整數，較佳為105至500之整數，進而較佳為110至500之整數，尤其較佳為110至200之整數。另外，上式中 p 若小於上述範圍之下限，為獲得本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物，會出現無法含有大量成分(D)之趨勢；另一方面，若超過上述範圍之上限，則成分(D)之表面所限制之分子體積會過度增加，同樣會出現組成物中無法含有大量成分(D)之趨勢。此外，上式中 d 為1至3之整數，較佳為3。

【0076】 相對於所述成分(D)，成分(E)與成分(F)之合計使用量為0.1至5.0質量%之量，亦可為0.1至4.0質量%之量，0.2至3.5質量%之量。若該等成分之使用量小於所述下限，則降低組成物黏度之效果可能不充分。又，若成分(E)與成分(F)之使用量超過所述上限，則黏度降低之效果飽和，進而烷氧基矽烷會分離，可能導致組成物之保存穩定性降低。

【0077】 於本發明中，上述成分(E)及成分(F)較佳以藉由該等成分對所述成分(D)實施表面處理之形態混合。此處，可同時藉由成分(E)及成分(F)對成分(D)實施表面處理，亦可為用其中任意一個成分對成分(D)之至少一部分實施表面處理，然後用另一個成分再對成分(D)實施表面處理的形態。

【0078】 (I)液及(II)液中，藉由成分(E)及成分(F)實施表面處理之方法相同，並無特別限制，可採用對成分(D)即導熱性無機填充劑直接處理法、整體摻混法、乾精礦法等。直接處理法包括乾式法、漿料法、噴霧法等；作為整體摻混法，包括直接法、母粒法(masterbatch)等，其中，乾式法、漿料法、直接法常被使用。較佳為事先使用周知之混合裝置對成分(D)與成分(E)全量混合或分為多階段混合，然後對其表面進行處理之形態。另外，如所述專利文獻1及專利文獻2所

記載，於成分(D)表面，部分成分(E)可水解或形成聚合物，包含於本發明之表面處理之概念中。

【0079】 本發明中藉由成分(E)及成分(F)實施表面處理之方法較佳為直接處理法，最佳為加熱表面處理法，即，將成分(D)與成分(E)及成分(F)混合並加熱(base heating)。具體而言，可將成分(D)或成分(D)之一部分與成分(E)、任意之作為主劑之成分(A)或成分(B)的一部分均勻混合，然後將成分(F)及成分(D)之剩餘部分混合，較佳於減壓條件下混合，再以100至200℃對該混合物加熱攪拌。此時，溫度條件及攪拌時間可相應於樣品量設計，較佳為120至180℃且0.25至10小時之範圍。

【0080】 另外，於本發明中，例如如專利文獻3中所提議，可藉由分子量不同之2種以上處理劑作為成分(E)對作為成分(D)之導熱性填充劑進行表面處理，此時，可藉由先添加分子量大的處理劑、後添加分子量小的處理劑之方法，對成分(D)實施表面處理。但是，藉由選擇所述成分(E1)，無需實施上述多階段之表面處理，僅實施一階段之表面處理即可實現良好之流動性及填縫性，於製程上尤其有益。另外，此時亦較佳於添加成分(E1)後再添加成分(F)。

【0081】 作為上述混合裝置，並無特別限定，可例示單軸或雙軸連續混合機、二輥研磨機、羅斯攪拌機、霍巴特混合機(hobart mixer)、牙科混合機(dental mixer)、行星式混合機(planetary mixer)、捏合攪拌機、亨氏混合機(Henschel mixer)等。

【0082】 〔成分(G)〕

本發明組成物於(I)液及(II)液中包含所述成分(A)至(F)、任意其他交聯劑以及矽氫化反應抑制劑，考慮到改善混合後導熱性聚矽氧凝膠組成物及其固化物之耐熱性之觀點，較佳進而含有(G)耐熱性賦予劑。另外，成分(G)可混合至選自

(I)液及(II)液之任一個中，將本組成物設計為3成分以上時，可作為獨立之1個成分進行添加。成分(G)只要可對本發明之組成物及其固化物賦予耐熱性，則無特別限定，例如可列舉氧化鐵、氧化鈦、氧化鈾、氧化鎂、氧化鋅等金屬氧化物，氫氧化鈾等金屬氫氧化物，酞菁化合物、矽醇鈾、鈾脂肪酸鹽、有機聚矽氧烷與鈾之羧酸鹽的反應生成物等。尤其較佳為酞菁化合物，例如較佳使用選自由日本特表2014-503680號公報中公開之無金屬酞菁化合物及含金屬之酞菁化合物所組成之群組中的添加劑，含金屬之酞菁化合物中，尤其較佳為銅酞菁化合物。最佳且無限定之耐熱性賦予劑之一例為29H,31H-酞菁(2-)-N29,N30,N31,N32銅。此種酞菁化合物市場上有售，例如有PolyOne Corporation (Avon Lake, Ohio, USA)之Stan-tone (商標) 40SP03。

【0083】 此種成分(G)之混合量可為組成物整體之0.01至5.0質量%之範圍內，更佳為0.05至0.2質量%、0.07至0.1質量%之範圍。

【0084】 〔其他添加劑〕

除上述成分以外，於不損害本發明之目的之範圍內，本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可混合任意成分。作為該任意成分，例如可列舉不含矽原子鍵結氫原子及矽原子鍵結烯基之有機聚矽氧烷、耐寒性賦予劑、阻燃添加劑、顏料、染料等。又，本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可根據需求包含周知之增黏劑、由陽離子類界面活性劑、陰離子類界面活性劑或非離子類界面活性劑等構成之1種以上抗靜電劑；介電性填料；導電性填料；脫模性成分；觸變性賦予劑；殺菌劑等。此外，亦可根據需求添加有機溶劑。該等添加劑可混合至選自(I)液及(II)液之任一個中，將本組成物設計為3成分以上時，可作為獨立之1個成分進行添加。

【0085】 〔組成物之製造方法〕

本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可藉由混合上述各成分而製備，例如(I)液之情形下，可事先混合成分(A-1)、成分(A-2)、成分(D)、成分(E)、成分(F)，利用成分(E)及成分(F)對成分(D)表面進行處理後，混合成分(C)、根據需要之成分(G)以及其他任意成分而製備。

【0086】 (II)液之情形下，可事先混合成分(A-1)、成分(A-2)、成分(D)、成分(E)及成分(F)，利用成分(E)、成分(F)對成分(D)表面進行處理後，混合成分(B)、根據需要之成分(G)以及其他任意成分而製備。又，可不使用成分(A-1)、成分(A-2)，混合成分(D)、成分(E)及成分(F)，利用成分(E)、成分(F)對成分(D)表面進行處理後，混合成分(B)、根據需要之成分(G)以及其他任意成分而製備。進而，由於易混合任意成分(G)及矽氫化反應抑制劑，故亦可且較佳為先與成分(A-1)、成分(A-2)混合再混合，即以所謂之母粒(masterbatch)形態混合成分(A-1)、成分(A-2)，製成(II)液之成分。

【0087】 各成分之混合方法可為現有周知之方法，並無特別限定，通常藉由單純之攪拌而成為均勻之混合物，故較佳使用混合裝置進行混合。作為此種混合裝置，並無特別限定，可例示單軸或雙軸連續混合機、二輥研磨機、羅斯攪拌機、霍巴特混合機(hobart mixer)、牙科混合機(dental mixer)、行星式混合機(planetary mixer)、捏合攪拌機、亨氏混合機(Henschel mixer)等。

【0088】 〔組成物之形態及包裝〕

本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物係將分液的多個成分於使用時混合之多成分型（多液型，尤其包括二液型）組成物，可按特定比率混合分開保存之多個組成物使用。另外，可相應於後述固化方法及塗佈手段、適用對象，並根據需要選擇該等之包裝，並無特別限制。

【0089】〔固化性〕

本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物藉由矽氫化反應而固化，形成導熱性優異之聚矽氧凝膠固化物。用於使該矽氫化反應型聚矽氧凝膠組成物固化之溫度條件並無特別限定，通常為20℃至150℃之範圍內，更佳為20至80℃之範圍內。可根據需求，於高溫短時間內使其固化，亦可於室溫等低溫下用較長時間（例如數小時至數天）使其固化，並無特別限制。

【0090】 本發明之聚矽氧凝膠固化物較佳以JIS K6249規定之E型硬度計測定時滿足2至70之範圍，更佳滿足2至50之範圍。

擁有該範圍硬度之聚矽氧凝膠固化物具有低彈性率及低應力等聚矽氧凝膠之特徵。另一方面，硬度大於70時，與發熱構件之黏著性優異，但順應性可能會變差；硬度若小於2，則順應性優異，但發熱構件之固定性可能會變差。

【0091】〔導熱率〕

本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可穩定地高度填充導熱性填充劑，具備2.0W/mK以上、較佳為3.5W/mK以上、更佳為4.0W/mK以上、尤佳為5.0W/mK之導熱率。另外，於本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物中，可設計4.0至7.0W/mK之組成物以及聚矽氧凝膠固化物，且可實現上述填縫性。

【0092】〔用途及散熱結構體〕

為冷卻導熱之發熱性零件，本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可用作介存於發熱性零件之熱邊界面與散熱片或電路板等散熱構件之界面的導熱材料（導熱性構件），可形成具備該導熱材料之散熱結構體。此處，發熱性零件之種類及大小、微細部結構並無特別限定，本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物具有高導熱性且對構件之填縫性優異，對於具有微細凹凸或狹小間隙結構之發熱性構件，黏

著性及順應性均較高，且擁有凝膠特有之柔軟性，故適宜用於包括電氣電子零件或電池片式二次電池類之電氣電子設備的散熱結構體。

【0093】 此種散熱結構體之結構並無特別限制，可例示於散熱零件或搭載有該散熱零件之電路板上，經由所述導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物設置散熱構件而成之散熱結構體。關於此種結構，例如可例示於電路板上搭載作為散熱性零件之電子零件，經由導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物之薄膜層，用散熱構件對該電子零件所產生之熱量進行散熱的結構，並且可列舉沿水平方向配置該等構件，藉由電路板與散熱構件於垂直方向夾持導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物之薄膜層的結構。另外，該電路板上之電路與所述電子零件可電連接，亦可於該電路板上形成通孔，用於有效傳遞電子零件所產生之熱量。

【0094】 於此種散熱結構體中，導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物被電路板與散熱構件所夾持，其厚度並無特別限制，即便為0.1至2 mm之範圍亦不會向下滑落，可將無間隙地填充有該組成物之電子零件所產生之熱量有效地傳遞至散熱構件。

【0095】 具備由所述導熱性矽組成物構成之構件的電氣電子設備並無特別限制，例如可例示電池片式鋰離子電極二次電池、電池堆式燃料電池等二次電池；印刷板等電子電路板；二極體(LED)、有機電激發光元件（有機EL）、雷射二極體、LED陣列等封裝有光半導體元件之IC晶片；個人電腦、數位影音光碟、行動電話、智慧型手機等電子設備所使用之CPU；驅動IC、記憶體等LSI晶片等。尤其是以高集成密度形成之高性能數位交換電路中，針對集體電路之性能及可靠性，去除熱（散熱）係主要要素，使用本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物而成之導熱性構件應用於輸送機中之引擎控制及動力傳動系統、空調控制等功率半導體用途時，散熱性及操作作業性亦優異，組入電子控制單元(ECU)等車載電子零件而於嚴苛環境下使用時，亦可實現優異之耐熱性及導熱性。

【0096】 尤其是，本發明所涉及之導熱性聚矽氧凝膠組成物藉由控制其流變學，不僅可於水平面配置，亦可適宜地配置於傾斜面或垂直面，且會滲入電氣電子零件及二次電池等發熱性零件之微細結構中，形成無間隙(gap)之散熱結構體。從而，即便於嚴苛之溫度環境下垂直放置，亦難以向下滑，故適宜作為汽車控制單元之散熱構件及保護材料。此外，對於具備該散熱結構體之電氣電子設備，除了可改善散熱性，改善潛熱及熱失控問題外，還能藉由柔軟之凝膠狀固化物保護電氣電子設備之部分結構，改善其可靠性及動作穩定性。

【0097】 作為構成上述電氣電子設備之材料，例如可列舉樹脂、陶瓷、玻璃、鋁等金屬等。本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物無論作為固化前之導熱性聚矽氧凝膠組成物（流動體），亦或是導熱性矽固化物，均可應用於該等基材使用。

【0098】 〔固化方法〕

關於發熱性零件，使用本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物形成散熱結構之方法並無限定，例如可列舉針對電氣電子零件，向散熱部分注入本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物，充分填充至間隙後對其加熱，或者於室溫下放置，從而使該組成物固化之方法。

【0099】 對於要求迅速固化之用途，可以相對較快速度使整體固化，故尤其較佳對其加熱使其固化之方法。此時，若加熱溫度變高，則密封或填充之電氣電子零件密封劑中氣泡、龜裂之產生被加速，故較佳於50至250℃之範圍內加熱，尤其較佳於70至130℃之範圍內加熱。並且，加熱固化時，考慮到操作作業性之觀點，亦可使用藉由熱塑性樹脂進行分散或封裝之微粒狀含有鉑之矽氫化反應催化劑。

【0100】 另一方面，本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可於室溫或50度以下之加溫條件下固化。該情形下，較佳地，混合後，於室溫或50度以下之加溫條

件下，用1小時至數天時間使其固化。

【0101】 另外，上述固化而獲得之導熱性聚矽氧凝膠之形狀、厚度以及配置等可根據需求而設計，填充至電氣電子設備之間隙後，可根據需求使其固化，亦可塗佈或固化於設有剝離層（間隔件）之薄膜上，作為薄膜上之導熱性聚矽氧凝膠固化物而單獨使用。並且，於該情形下，可為藉由周知之補強材料進行補強之導熱性薄片形態。

【0102】 〔電氣電子設備之具體例〕

本發明之導熱性聚矽氧凝膠組成物可形成填縫性優異、柔軟且導熱性優異之凝膠狀導熱性構件，故對於電氣電子零件中之電極與電極、電氣元件與電氣元件、電氣元件與封裝等間隙較小者，或者具有該等結構難以順應該聚矽氧凝膠膨脹、收縮之結構者，亦有效；例如對於IC、混合IC、LSI等半導體元件、貼裝有此種半導體元件、電容器、電阻器等電氣元件之電路及模組、壓力感應器等各種感應器、汽車用點火器及調節器、發電系統、或者太空運輸系統等電力元件等，亦可使用。

[實施例]

【0103】 以下列舉實施例說明本發明，但本發明並不限定於此。以下所示之實施例中於原料中使用下述化合物或組成物。

【0104】 如下混合成分(A)至(G)，獲得實施例1至3及比較例1至6之導熱性聚矽氧凝膠組成物。

之後，使用聚乙烯製支持物(backer)，於聚丙烯薄片上製作高15 mm、寬100 mm、長50 mm之框，填充所獲得之組成物，再於其上按壓鐵氟龍（註冊商標）製薄片，使其平滑，在此狀態下，於25℃之氣體環境下固化1天。固化後，拆下

鐵氟龍（註冊商標）製薄片與聚乙烯製支持物，獲得導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0105】 對藉由實施例1至4以及比較例1至6所示之份數而獲得之導熱性聚矽氧凝膠組成物混合成分(D)，確保獲得5.0W/mK之導熱率。該導熱率係使用京都電子工業株式會社製TPS-500，將上述所獲得之固化物切成2個，以Hot-disk法測定之值。

【0106】 如下開展關於本發明相關效果之試驗。

此外，如下測定導熱性矽組成物之黏度、排出量、油滲出距離及固化性。

〔黏度〕

使用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX，測定導熱性矽組成物於25℃時之黏度(Pa·s)。以直徑1 mm、衝程15 mm、試驗載荷30 kg實施毛細管模頭處理。對於導熱性聚矽氧凝膠組成物，於ADY株式會社製25 cc雙筒中填充(I)液以及(II)液，前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合並填充至試驗容器內。測定時氣缸壓力為 2.94×10^6 (Pa)。

〔混合聚合物黏度〕

使用Anton Paar公司制RheoCompass MCR102測定混合聚合物於25℃時之黏度(Pa·s)。外形為使用直徑20 mm之錐板，於剪切速率10.0(1/s)之條件下測定之值。

〔排出量〕

使用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX，測定導熱性矽組成物於25℃時之排出量(cc/10min)。於上述黏度測定相同之條件下實施測定。

〔油滲出距離〕

於寬50 mm、長50 mm、厚1 mm之單面毛玻璃之毛玻璃面上，放置切割為同一尺寸之KIMTOWEL（日本製紙CRECIA株式會社），使粗糙面朝上，再於其上放置寬50 mm、長50 mm、厚3 mm且中央部開有直徑10 mm孔之PTFE製板，兩端用夾具固定。將導熱性聚矽氧凝膠組成物無間隙地填充至中央部孔中，用刮勺摩擦表面，於該面朝上之狀態下以25℃固化24小時。之後，於縱向與橫向測定油自毛玻璃背面滲出之距離，並計算平均值。相對於直徑10 mm，滲出距離較理想為2倍(20 mm)以內。若滲出距離超出該距離，則組成物成分於靜態混合器內容易分離。

〔固化性〕

於切割為寬50 mm、長50 mm且厚約0.1 mm之PP薄膜上，和上述一樣，自安裝有靜態混合器MA6.3-12-S之手槍擠出0.5g導熱性聚矽氧凝膠組成物並計量。然後，從上放置相同尺寸之PP薄膜，壓碎至厚度約為1 mm。反復從靜態混合器排出20粒，製作20個試樣。於25℃下固化24小時，然後剝離PP薄膜，確認固化性。將固化之導熱性聚矽氧凝膠組成物無破損、PP薄膜被剝離者視為合格，將固化之導熱性聚矽氧凝膠組成物有破壞者視為不合格。本發明之最終目的為20個全部合格。

〔固化後確認外觀〕

於上述固化性確認中，確認了固化之導熱性聚矽氧凝膠組成物之外觀。改變(I)液以及(II)液之顏色，確認混合後顏色均勻性，將均勻者視為合格，將出現有斑紋圖案等、顏色不均勻者視為不合格。

【0107】 本發明組成物藉由以下各成分形成。

成分(A)

以下作為成分(A)之聚矽氧烷的矽氧烷聚合度係根據使用NMR而獲得之各矽氧烷數目平均分子量計算出之矽氧烷單元之聚合度的計算值。

A-1-1：分子鏈兩末端由二甲基乙烷基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷（黏度60 mPa·s，Vi含量1.53質量%，聚合度96）

non-A-1-2：分子鏈兩末端由二甲基乙烷基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷（黏度400 mPa·s，Vi含量0.43質量%，聚合度206）

A-2-1：分子鏈兩末端由二甲基乙烷基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷（黏度10,000 mPa·s，Vi含量0.14質量%，聚合度540）

A-2-2：分子鏈兩末端由二甲基乙烷基矽烷氧基封端之二甲基聚矽氧烷（黏度42,000 mPa·s，Vi含量0.09質量%，聚合度797）

A-2-3：分子鏈兩末端由二甲基乙烷基矽烷氧基封端之二甲基矽氧烷（可塑值144，Vi含量0.01質量%，聚合度4470）

[可塑值]

可塑值用依據JIS K 6249所規定之方法而測定之值（對25℃、4.2g之球狀試樣施加1 kgf載荷3分鐘時之厚度讀取至1/100 mm，該數值的100倍）表示。

【0108】

成分(B)：

B-1：分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧烷共聚物，分子內平均2個，分子鏈側鏈平均2個（黏度20 mPa·s，Si-H含量0.10質量%）

non-B-2：分子鏈兩末端由三甲基矽烷氧基封端之甲基氫矽氧烷-二甲基矽氧

烷共聚物，分子內平均5個，分子鏈側鏈平均5個（黏度5 mPa·s，Si-H含量0.75質量%）

【0109】

成分(C)：

C-1：鉑濃度為0.6重量%之鉑與1,3-二乙烯基-1,1,3,3-四甲基二矽氧烷錯合物

【0110】

成分(D)：

D-1：平均粒徑為0.4 μm之粉碎狀氧化鋁粉末

D-2：平均粒徑為2.5 μm之粉碎狀氧化鋁粉末

D-3：平均粒徑為35 μm之球狀熔融固化氧化鋁粉末

【0111】

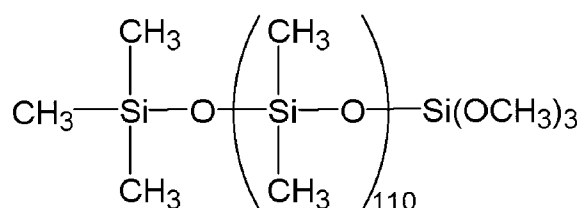
成分(E)：

E-1：癸基三甲氧基矽烷

【0112】

成分(F)：

F-1：以下述式表示之聚有機矽氧烷



【0113】

成分(G)：

G-1：29H,31H-酞菁(2-)-N29,N30,N31,N32銅

【0114】〔實施例1〕

計量成分(A-1-1)100質量份、成分(A-2-1)4.3質量份、成分(E-1)12.8質量份、成分(F-1)12.8量份，用60分鐘對其依次混合成分(D-1)427質量份、成分(D-2)427質量份、成分(D-3)1154質量份。均勻後，於減壓條件下以160℃加熱混合90分鐘後，於室溫下冷卻，獲得混合物。

對該混合物混合成分(C-1)0.486質量份，獲得導熱性矽組成物之(I)液。

繼而，計量成分(F-1)100質量份、成分(E-1)4.9質量份、成分(G-1)2.96質量份，用60分鐘對其依次混合成分(D-1)493質量份、成分(D-2)493質量份、成分(D-3)1330質量份。均勻後，於減壓條件下以160℃加熱混合90分鐘後，於室溫下冷卻，獲得混合物。

對該混合物均勻混合成分(B-1)29.8質量份、成分(Non-B-2)0.74質量份、成分(Non-A-1-2)4.9質量份及作為母粒化之反應抑制劑的苯基丁醇0.025質量份，獲得導熱性矽組成物之(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.23（混合黏度75 mPa·s）。

【0115】〔實施例2〕

除將實施例1之成分(A-2-1)4.3質量份替換為成分(A-2-2)4.3質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司

製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.31（混合黏度80 mPa·s）。

【0116】〔實施例3〕

除將實施例1之成分(A-2-1)4.3質量份替換為成分(A-2-2)8.5質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.67（混合黏度100 mPa·s）。

【0117】

[表1]

成分	實施例1		實施例2		實施例3	
	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液
A-1-1	100		100		100	
A-2-1	4.3					
A-2-2			4.3		8.5	
B-1		29.8		29.8		29.8
non-B-2		0.74		0.74		0.74
C-1	0.486		0.486		0.486	
D-1	427	493	427	493	427	493
D-2	427	493	427	493	427	493
D-3	1154	1330	1154	1330	1154	1330
E-1	12.8	4.9	12.8	4.9	12.8	4.9
F-1	12.8	100	12.8	100	12.8	100
G-1		2.96		2.96		2.96
苯基丁醇		0.025		0.025		0.025
non-A-1-2		4.9		4.9		4.9
黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]	1.23		1.31		1.67	
Si-H/烯基之莫耳比	0.50		0.50		0.49	
混合前外觀	灰色	藍色	灰色	藍色	灰色	藍色
油滲出距離(mm)	21	15	17	15	18	15
黏度(Pa·s)	21		23		20	
排出量(cc/10min)	208		185		218	
固化性	合格(20/20)		合格(20/20)		合格(20/20)	
混合後外觀	合格		合格		合格	

【0118】〔實施例4〕

除將實施例1之成分(A-2-1)4.3質量份替換為成分(A-2-3)1.5質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.98（混合黏度119 mPa·s）。

【0119】〔實施例5〕

除將實施例1之成分(A-2-1)4.3質量份替換為成分(A-2-3)4.0質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為5.17（混合黏度310 mPa·s）。

[表2]

成分	實施例4		實施例5	
	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液
A-1-1	100		100	
A-2-3	1.5		4.0	
B-1		29.8		29.8
non-B-2		0.74		0.74
C-1	0.486		0.486	
D-1	427	493	427	493
D-2	427	493	427	493
D-3	1154	1330	1154	1330
E-1	12.8	4.9	12.8	4.9
F-1	12.8	100	12.8	100
G-1		2.96		2.96
苯基丁醇		0.025		0.025
non-A-1-2		4.9		4.9
黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]	1.98		5.17	
Si-H/烯基之莫耳比	0.50		0.50	
混合前外觀	灰色	藍色	灰色	藍色
油滲出距離(mm)	20	15	14	15
黏度(Pa·s)	36		48	
排出量(cc/10min)	120		90	
固化性	合格(20/20)		合格(20/20)	
混合後外觀	合格		合格	

【0120】〔比較例1〕

除去除實施例1中之成分(A-2-1)4.3質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物不含成分(A-2)，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.00（混合黏度60 mPa·s）。

【0121】〔比較例2〕

除將比較例1之成分(A-1-1)100質量份替換為成分(non-A-1-2)100質量份以外，其他與比較例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物不含成分(A-1)、成分(A-2)。

【0122】〔比較例3〕

除將比較例1之成分(A-1-1)100質量份替換為成分(A-1-1)68質量份與成分(non-A-1-2)32質量份以外，其他與比較例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物不含成分(A-2)，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.00(混合黏度110 mPa·s)。

【0123】 〔比較例4〕

除將實施例2之成分(A-2-2)4.3質量份替換為1.0質量份以外，其他與實施例2相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.07（混合黏度65 mPa·s）。

【0124】 〔比較例5〕

除將實施例2之成分(A-2-2)4.3質量份替換為2.0質量份以外，其他與實施例2相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物之黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.14（混合黏度70 mPa·s）。

【0125】 〔比較例6〕

除將實施例1之成分(A-2-1)4.3質量份替換為成分(non-A-1-2)4.3質量份以外，其他與實施例1相同，獲得導熱性矽組成物之(I)液、(II)液。

將上述導熱性矽組成物分為(I)液與(II)液，填充至ADY株式會社製25 cc雙筒中。前端安裝靜態混合器MA6.3-12-S，用手槍擠出、混合，並用SHIMAZU公司製流量測定器CFT-500EX測定黏度與排出量。接著，確認油滲出距離、固化性、固化後之外觀。

該組成物不含成分(A-2)，黏度[A-1]/[A-2]/黏度[A-1]為1.00（混合黏度65 mPa·s）。

【0126】

[表3]

成分	比較例1		比較例2		比較例3	
	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液
A-1-1	100				68	
non-A-1-2			100		32	
B-1		29.8		29.8		29.8
non-B-2		0.74		0.74		0.74
C-1	0.486		0.486		0.486	
D-1	427	493	427	493	427	493
D-2	427	493	427	493	427	493
D-3	1154	1330	1154	1330	1154	1330
E-1	12.8	4.9	12.8	4.9	12.8	4.9
F-1	12.8	100	12.8	100	12.8	100
G-1		2.96		2.96		2.96
苯基丁醇		0.025		0.025		0.025
non-A-1-2		4.90		4.90		4.90
黏度[A-1]/[A-2]/黏度[A-1]	1.00		-		1.00	
Si-H/烯基之莫耳比	0.50		1.40		0.63	
混合前外觀	灰色	藍色	灰色	藍色	灰色	藍色
油滲出距離(mm)	23	15	16	15	17	15
黏度(Pa·s)	33		36		32	
排出量(cc/10min)	132		137		122	
固化性	不合格(10/20)		合格(20/20)		合格(20/20)	
混合後外觀	合格		不合格（不均勻）		不合格（不均勻）	

【0127】

[表4]

成分	比較例4		比較例5		比較例6	
	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液	(I)液	(II)液
A-1-1	100		100		100	
non-A-1-2					4.3	
A-2-2	1.0		2.0			
B-1		29.8		29.8		29.8
non-B-2		0.74		0.74		0.74
C-1	0.486		0.486		0.486	
D-1	427	493	427	493	427	493
D-2	427	493	427	493	427	493
D-3	1154	1330	1154	1330	1154	1330
E-1	12.8	4.9	12.8	4.9	12.8	4.9
F-1	12.8	100	12.8	100	12.8	100
G-1		2.96		2.96		2.96
苯基丁醇		0.025		0.025		0.025
non-A-1-2		4.90		4.90		4.90
黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]	1.07		1.14		1.00	
Si-H/烯基之莫耳比	0.50		0.50		0.49	
混合前外觀	灰色	藍色	灰色	藍色	灰色	藍色
油滲出距離(mm)	22	15	22	15	23	15
黏度(Pa·s)	23		23		21	
排出量(cc/10min)	189		187		208	
固化性	不合格(18/20)		不合格(18/20)		不合格(18/20)	
混合後外觀	合格		合格		合格	

【0128】〔總結〕

如實施例1至5所示，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.15至5.50之範圍時，本發明所涉及之各導熱性聚矽氧凝膠組成物（導熱率設計值：5.0W/mK）之(I)液、(II)液於固化前油之滲出均較少，且用靜態混合器混合時顯示良好且實用時充分之混合性以及穩定之固化性。尤其是實施例1至4所示，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.20至2.00之範圍且兩者混合黏度為150 mPa·s以下之導熱性聚矽氧凝膠組成物，除上述特性外，確認其排出性亦極其優異，操作作業性及穩定性優異。

【0129】 另一方面，於比較例1、比較例4、比較例5中，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]為1.00至1.14，固化前(I)液中油之滲出較多，用靜態混合器混合時固化性不穩定，沒有獲得良好之混合性。因此，黏度[A-1][A-2]/黏度[A-1]不滿足本專利

範圍時，將無法獲得穩定之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【0130】 又，於比較例2、比較例3中，固化前(I)液中油之滲出較少，用靜態混合器混合時顯示穩定之固化性，但所獲得之固化物外觀不均勻，沒有獲得良好之混合性。作為主成分之成分(A-1)黏度不滿足本專利範圍時，且不使用成分(A-2)時，將無法獲得穩定之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【符號說明】

無

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其由含有

(A) 由以下成分(A-1)及成分(A-2)構成之含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-1) 矽氧烷聚合度為5至100之範圍的含烯基之有機聚矽氧烷；

(A-2) 矽氧烷聚合度為400以上的含烯基之有機聚矽氧烷；

(B) 有機氫聚矽氧烷：相對於成分(A)中所包含之烯基1莫耳，成分(B)中之矽原子鍵結氫原子為0.2至5莫耳之量；

(C) 催化劑量之矽氫化反應用催化劑；

(D) 導熱性填充劑，

(E) 1種以上矽烷偶合劑或其水解縮合物，以及

(F) 分子鏈末端具有水解性矽基之有機聚矽氧烷

的(I)液以及(II)液構成，

相對於成分(A-1)100質量份，(I)液中成分(D)之含量為600至3,500質量份之範圍，

相對於成分(A-1)100質量份，(II)液中成分(D)之含量為600至3,500質量份之範圍，並且，

成分(A-1)與成分(A-2)存在於同一系統內，該等混合聚合物於25℃時之黏度為成分(A-1)於25℃時之黏度的1.15至5.5倍範圍內。

【請求項2】如請求項1之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，相對於該成分(D)，該成分(E)與該成分(F)之合計使用量為0.1至5.0質量%之量。

【請求項3】如請求項1之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，該成分(A-1)於25℃時之黏度為10至100 mPa·s之範圍，

該成分(A-2)於25℃時之黏度為10,000 mPa·s以上，並且，

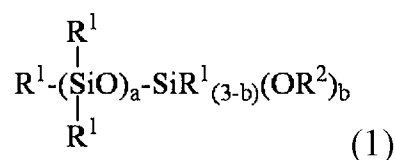
成分(A-1)與成分(A-2)存在於同一系統內，該等混合聚合物於25℃時之黏度

為成分(A-1)之1.2至2.0倍範圍內。

【請求項4】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，成分(E)含有(E1)分子內具有碳原子數6以上之烷基的烷氧基矽烷，該成分(D)經以成分(E)及成分(F)實施表面處理。

【請求項5】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，成分(F)係下述通式(1)或通式(2)所表示之有機聚矽氧烷或該等之混合物：

(i) 由通式(1)：



(式中， R^1 獨立為非取代或取代之一價烴基， R^2 獨立為氫原子、烷基、烷氧基烷基或鹽基， a 為5至250之整數， b 為1至3之整數)表示且25℃時之黏度為10至小於10,000mPa·s之有機聚矽氧烷；

(ii) 由通式(2)： $\text{R}^4_3\text{SiO}(\text{R}^4_2\text{SiO})_p\text{R}^4_2\text{Si}-\text{R}^5-\text{SiR}^4_{(3-d)}(\text{OR}^3)_d$ (2)

(式中， R^4 為同種或異種一價烴基， R^5 為氧原子或二價烴基， R^3 係與上述相同之基團， p 為100至500之整數， d 為與上述相同之整數)表示之有機聚矽氧烷。

【請求項6】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，該(I)液以及(II)液中成分(D)之含量分別為組成物整體之80至98質量%之範圍，實質上不含成分(D)以外之填充劑。

【請求項7】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，該成分(B)含有(B1)25℃時之黏度為1至1,000 mPa·s，分子內平均含有2至4個矽原子鍵結氫原子，其中，分子鏈側鏈具有至少2個之直鏈狀有機氫聚矽氧烷；關於組成物中之成分(B1)中矽原子鍵結氫原子($[\text{H}_{\text{B1}}]$)與成分(B1)以外之有機氫聚矽氧

113 年 2 月 15 日替換頁

烷中矽原子鍵結氫原子之含量($[H_{\text{non-B1}}]$), $[H_{\text{non-B1}}]/([H_{\text{B1}}]+[H_{\text{non-B1}}])$ 之值為0.0至0.70之範圍的關係成立。

【請求項8】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其進而含有(G)耐熱性賦予劑。

【請求項9】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其中，該成分(D)為(D1)平均粒徑為0.1至150 μm 之板狀氮化硼粉末，(D2)平均粒徑為0.1至500 μm 且成型為顆粒狀或球狀之氮化硼粉末，(D3)平均粒徑為0.01至50 μm 之球狀熔融固化以及/或者粉碎狀氧化鋁粉末，或者(D4)平均粒徑為0.01至50 μm 之石墨，或者該等2種以上之混合物。

【請求項10】如請求項1或2之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物，其係由該(I)液以及(II)液構成之2成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物。

【請求項11】一種導熱性構件，其由請求項1至10中任一項之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物構成。

【請求項12】一種散熱結構體，其具備請求項11之導熱性構件。

【請求項13】一種散熱結構體，其係於散熱零件或搭載有該散熱零件之電路板上，經由請求項1至10中任一項之多成分型導熱性聚矽氧凝膠組成物或其固化物設置散熱構件而成者。

【請求項14】如請求項12或13之散熱結構體，其係電氣電子設備。

【請求項15】如請求項12或13之散熱結構體，其係電氣電子零件或二次電池。