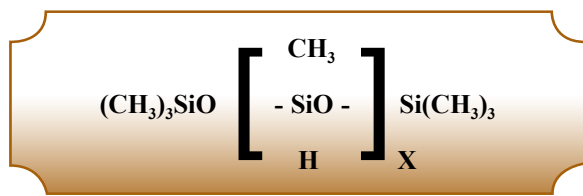


安全處理含聚矽氧 烷之四氫化矽

說明

含聚矽氧烷之四氫化矽為矽氧烷聚合物的總類，矽氧烷聚合物中最常見的是聚(甲基氫)矽氧烷，此線型聚合物包含沿著聚矽氧烷鏈的反應性氫與矽氧烷鍵結(四氫化矽)，如下所示：



即「化學文摘登錄號 63148-57-2」。此類矽氧烷聚合物的代表是道康寧® 1107 Fluid，是清澈的液體，黏度 30 厘史，閉杯閃火點為華氏 150 度。

聚(甲基氫)矽氧烷用以建立不同的塗層與實驗設計，例如纖維拒水劑及水軟化劑，同時可以與其他材料混合和 / 或乳化以產生多用途的產品。還能用作化學反應的起始原料，以產生其他矽樹脂與有機矽共聚物。其他四氫化矽矽氧烷可能包含二甲基與甲基氫的混合物，和 / 或 SiH 末端基矽氧烷。

健康危害

聚(甲基氫)矽氧烷(例如 1107 Fluid)沒有已知的長期健康負面影響，若直接接觸眼睛可能造成些許不適，發生引起發炎之眼睛變紅、變乾等症狀，此時以清水沖洗眼睛 15 分鐘即可消除症狀。使用者應參閱重要安全資料表所提供之處理建議事項。由聚(甲基氫)矽氧烷衍生製造之材料(如：混合物、乳化劑或反應物)必須根據其所有成分或出現反應產品進行健康影響之評估。

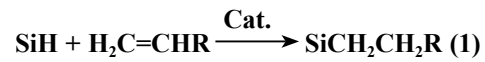
化學反應性

聚(甲基氫)矽氧烷(例如 1107 Fluid)在常溫中為穩定材料，在「原始包裝時」不會產生強烈的聚合、分離或冷凝反應。做為工業產品的來源，這些聚合物的價值在於，其處於與其他多種化學物質鍵結之四氫化矽時，具有極端化學反應性。包括醇、醛、酮、烯烴、酸、酸催化劑、鹼與矽烷醇。許多金屬(例如：鋅、錫、鎳、鉻、鈷、白金)和其金屬鹵化物會催化與水、醇或矽烷醇的反應，這些反應可能非常快速並放出極大熱量。除與烯烴、醛和酮產生的反應外，該反應都會產生副產物：易燃氣態氫。在處理並儲存這類材料時，必須將此情況納入考量。

關於本手冊

本手冊包含健康危害及化學反應性資訊，以及含四氫化矽的聚矽氧烷材料的火災與潑濺控制資訊，還有設備規劃及安全操作的建議。道康寧希望與您分享這些資訊，以確保我們的材料能以安全且有效的方式加以運用。

最常用的兩種反應為：



因水或醇出現常導致以下副反應，這是我們不希望出現的反應：



ROH 即表示水或醇

即使在缺乏活性氫來源的情況下，SiH 產品仍可能造成危害。聚合反應、反聚合反應及平衡過程都可能導致副作用，並產出氫氣以外的易燃氣體或蒸汽。

在有酸或基本催化劑(如路易士酸或鹼、黏土等)的情況下(即使缺乏濕度)，觀察發現矽氧烷鏈的再分配與高易燃性副產物的形成有關，例如 Me3SiH、Me2SiH2 與 MeSiH3，實際情況取決於矽氧烷骨幹的性質。

在出現三官能 HSiO1.5 的極端情況下，可能形成矽烷氣體(SiH4)。SiH4 在空氣中極不穩定(b.p. -112°C)且具發火性(為自燃氣體)。

聚(甲基氫)矽氧烷(如 1107 Fluid)在溫度較高時可能分解，並快速釋放大量的氫氣，此情況可能會造成設備壓力過大。因此應採用工程措施，以防止 SiH 矽氧烷加熱超過攝氏 270° 的狀況。

設備規劃

應針對所有使用 SiH 矽氧烷的程序完成「過程危害分析」，尤其是會發生顯示的放熱反應之程序。分析的目的是辨別可能發生失控反應或交叉污染的情況，同時辨別應採行的程序性與工程措施。不確定如何進行這類風險類型分析的客戶，請與道康寧連絡，並透過客戶服務代表取得相關建議。若會發生放熱化學反應，設計時需儘可能考量納入大量安全因素的自動冷卻系統功能。應提供恰當的儀器來監控並控制關鍵的加工條件，例如溫度和壓力。

供應的聚(甲基氫)矽氧烷實際上具防腐性，因此適用鋼材建構，如有需要，使用不銹鋼可以為產品提供額外的品質保護。這些或其他材料的建構適用性取決於加工過程中，以及加工條件(例如溫度)兩方面的元素，必須經過評估各個情境，才能判定最佳建構材料。

加工程序需經過設計，使 SiH 矽氧烷具備專屬的配料系統

(供應槍、軟管、管道與幫浦)，以防止其他可能促進副反應的材料所造成的污染，同時預防氫氣的產生。

反應器及儲存器皿應附帶通風系統，來釋放在正常加工操作中而產生的任何氫氣及其他氣體。過程中需格外小心，防止儲存槽在無意中發生污染，或處理器皿遭鹼 / 酸污染，例如因為鹼性通風洗滌系統回流造成的污染。此情況可能導致氫氣產生，進而迅速產生過大的壓力，且非常不利於標準釋放系統通風。

器皿應提供惰性氣體（例如氮氣）清滌系統，以確保將材料置入容器前以及處理全程當中，氧氣濃度都維持在百分之二以下。（支援氫燃燒的最低氧氣濃度為百分之五，建議採用與此值相應的恰當安全係數。）

氧氣濃度可以透過持續採用氧氣監控系統予以確認及控制，監控系統會取樣器皿的蒸汽空間來判定。一段時間之後，不穩定的含矽樹脂材料會影響部分氧催化劑的準確性；請洽詢催化劑製造商，以取得特定的應用及維護建議。

因為氫的著火能量相對較低，故所有的處理及儲存（器皿）設備都應採用恰當的電位連結及接地設計，以減少可能的靜電。也建議使用浸漬管或倒灌器置入及取出材料，以減少靜電的產生。建議所有的設備、包裝和容器都利用氮氣或其他惰性氣體加以惰化，以防止靜電荷點燃潛在的易燃氣體。若應用時材料可能會暴露在空氣中，應考量場地的通風情況；因此應規劃製造程序，以防止 SiH 矽氧烷加熱超過攝氏 270° 的狀況。尤其需特別留意幫浦系統的情況，幫浦搭配封閉閥門運作可能造成幫浦內的液體溫度升高至上述高溫。

操作程序

操作程序的設計，應著重於將失控反應發生的可能性降到最低的做法。在放熱反應的情況下，建議控制添加聚（甲基氫）矽氧烷至其他反應器皿內之反應物，以控制反應，這樣做會隨時將器皿中可用的四氫化矽量降到最低，使反應物作為反應作用的散熱器。

在放熱反應時，反應前期的溫度監控甚為重要，可藉此確保反應已經開始，並因而避免添加過量聚（甲基氫）矽氧烷至反應器後可能發生的危險。如果反應並未開始或是開始後停止，應立即停止添加聚（甲基氫）矽氧烷，以避免器皿內的反應物累積，以及隨後可能發生的失控放熱反應。直到充分理解情況並修正後，才能恢復添加。

在利用含有矽氧烷的材料執行反應時，請保持混合良好的環境，這一點非常重要。缺乏攪拌可能會導致處理區內累積未反應材料，而在稍後混合或液體抽吸的程序中，產生失控反應。失控反應可能會造成極端的放熱反應、產生大量氣體，或同時出現前述兩種情況。

如果企圖進行「反序添加」，過程中全部的聚（甲基氫）矽氧烷會逐漸置入器皿，而其他的反應物隨後加入容器，應徹

底瞭解可能是哪些情況及設計以及操作程序中採用的措施導致不希望出現的副反應，進而防止這類情況發生。控制聚（甲基氫）矽氧烷水乳化液的 pH 值，以將氫氣的產生量降到最低尤為重要。實驗成果顯示，為了取得最佳穩定性，水相的 pH 值應保持在 4.0 到 6.0 之間，脫離這個範圍時，尤其是處於鹼性範圍時，可能導致氫氣以極快的速度產生。操作程序需確保在 SiH 矽氧烷服務時僅使用指定設備。使用可能共用的設備時需格外費心加以管控，如軟管或可移動式幫浦。專供 SiH 處理使用的設備應該清楚標明，以協助識別。

另需格外留意設備清理程序，以確保所有器皿與相關管道系統使用前都能保持潔淨及乾燥。微量酸與鹼必須在進行反應或注入儲存槽與包裝前，先行移除。不應使用一級醇清理 SiH 矽氧烷服務時使用的設備。

包裝

道康寧選擇以小型塑膠容器或提供通風裝置的容器來包裝含有聚（甲基氫）矽氧烷的大部分材料，因為在運送與儲存過程中可能會產生少量氫氣。通風裝置是容器封裝的一部份，容許過量的內部壓力釋出，壓力可能是導因於氫氣的形成，所以釋出壓力可防止包裝變形或故障。包裝在通風容器內的危害性材料不可透過航空方式運送，（請參閱《IATA 危險物品處理規則 5.0.2.13.2》）。

不建議您將含有 SiH 的液體儲存在密閉的玻璃容器內，因為故障前可能會形成高壓氫氣，但使用玻璃容器無法辨識該氣體。

因為有可能發生污染及不希望出現的化學反應合成情況，所有含有其他材料的儲存器不應重複用來儲存 SiH 矽氧烷。同樣地，非常不建議您重新包裝聚（甲基氫）矽氧烷，以降低污染的可能性。

防火措施

按照定義，1107 Fluid 屬 IIIA 類的爆炸性液體，應採取儲存及處理爆炸性液體的常規防範措施，此外，還應注意控制由產生之氫氣、三甲基矽烷（Me₃SiH）或二甲基矽烷（Me₂SiH₂）而可能引起的火災危害。

常規安全性措施包括把該物質與點火源（如：無遮蓋火焰、火花及灼熱表面）隔離置放，其他措施包括提供足夠的機械通風設施，以降低任何可能形成並溢漏出的氫氣濃度升高，採取足夠的連結 / 接地措施，以及在設備及容器中使用乾燥的惰性氣體（如：氮氣）。進行清除與惰化時，請務必保持低氧氣濃度，這一點非常重要。支援氫燃燒所需的最低氧氣濃度約為 5 vol %（低於一般碳氫化合物的一半），建議使用與此值相應的恰當安全係數。

在儲存或處理產生氫氣材料之處，應提供恰當的高通風設

備。在建築物的較高處保持通風非常重要，讓使用或儲存氫氣產生材料的儲存設備保持通風亦然，這是為了避免易燃氫氣集中在同一處。

注意：其他類似的聚矽氧烷材料之可燃性可能不同，且有些聚（甲基氫）矽氧烷屬於易燃（第一類或第二類）液體。所以應依照供應商陳述的內容或使用者的說明，來評估每種產品及每一種供應源的獨特性質。

聚（甲基氫）矽氧烷（如：1107 Fluid）如果與如開放隔絕式吸收性材料接觸，可能會透過自燃造成火災危害，其他某些聚矽氧烷和許多有機材料也會產生這種現象，雖然 1107 Fluid 的自燃點溫度為攝氏 311 度，但是如果與開放管路或恆溫隔離器接觸，則在攝氏 50 度時就可能發生自燃。應小心預防溢灑出的物質接觸這類材料，或在可能產生液體溢灑處採取閉孔式隔絕處理。

Me₂SiH₂ 的自燃點溫度為攝氏 230 度，沸點為攝氏負 20 度，MeSiH₃ 的自燃點溫度為攝氏 130 度，沸點為攝氏負 57 度。如果產生這些副產物，應採取適當措施。這兩種材料都是非常易燃的氣體，可能在極少含氧量、極低著火能量來源（如：靜電火花）的情況下自燃。

滅火

SiH 聚矽氧烷材料引起火災時，可能難以熄滅。大部分滅火器材可用來控制火勢，例如細水霧滅火系統、泡沫滅火劑或二氧化碳滅火系統。不建議您使用乾粉滅火劑或類似的滅火器材控制火勢。

防火測試顯示 AFFF 酒精型相容泡沫滅火器材，能達成最佳滅火效果，尤其是火勢很大時。與所有燃燒液體相同，應避免直接噴灑水柱，因為正在燃燒的火焰可能會加速燃燒中的液體擴散，因而使火勢加劇。利用自動灑水系統噴水與細水霧滅火噴頭的效果類似，測試顯示在 1107 fluid 引發的火勢中，使用這些器材有其效用。

使用以水為基礎的滅火器材時需格外小心，因為氫氣可能釋出，而一旦火勢蔓延，加上通風狀態不佳或侷限在特定區域，如果燃燒起來都可以導致大火或爆炸。泡沫滅火毯也可能限制氫氣或易燃器皿，且次表面可能爆炸。

不應使用乾粉滅火劑，因為通常乾粉滅火劑的酸性或鹼性非常高。如果在 SiH 材料引發的火勢中使用，可能會導致氫氣反應作用。

聚（甲基氫）矽氧烷自燃的產物為二氧化矽、二氧化碳、水氣及各種由矽與碳結合的不完全燃燒複合物。撲救此類材料引起之火災時，應避免接觸自燃後的產物，並且穿戴適當的個人防護配備。

潑濺控制

聚（甲基氫）矽氧烷的潑濺物必須立即清除，避免人員滑倒，並儘可能降低火災發生的可能性，整理含 SiH 材料的潑濺物時，應使用中性、不可燃的吸收性材料（例如沙粒）。使用後，應立即將這些吸收性材料進行廢棄處理，或者讓足夠的空氣流通，避免自燃。吸收性材料中不應再添加其他廢棄物。也可使用抽吸設備移除潑濺物，但是因為可能產生氫氣，所以此類設備應採取用於易燃物的類似方式設計及操作。收集廢棄物時使用的設備應為專用設備，或在提供其他用途之前，徹底地加以清理後才使用。收集潑濺物後，應按照所有聯邦、州及地方政府法規進行廢棄處理。

環境議題與廢棄處理

處理聚（甲基氫）矽氧烷廢棄物時，請參閱物質安全資料表（MSDS），瞭解其恰當分類為何。因為反應會產出凝膠、產生熱度並釋放易燃氣體（如：氫氣）；所以廢棄物的儲存、收集、處理及廢棄方式應排除使含四氫化矽液體與其他廢棄物混合的可能性。欲進行廢棄處理時，建議至經許可之有害廢棄物焚化爐進行熱破壞處理。

注意：本手冊提供之資訊僅供進行典型實務參考，而非針對特定情境所提供的明確建議，上述之建議程序在一般情況下應該可行，然而，每位使用者在特定使用情境下皆應檢視這些建議，並且判斷是否適用。

參考資料

如需其他有關含 SiH 產品安全處理之資訊，請造訪矽樹脂製造商協會網站：

- o Centre Européen des Silicones, 含 SiH 產品之安全處理 (Safe Handling of SiH Products) (http://www.silicones-safety.com/files/SiH_manuel_22b.PDF)
- o 北美矽樹脂環境、衛生及安全協會 (The Silicones Environmental, Health and Safety Council of North America), 材料處理指南：氫鍵矽氧烷複合物 (http://www.sehsc.com/PDFs/SiH_Manual_Revised_01_Aug_07.pdf)

有限保證資訊 - 請仔細閱讀

此處提供資訊是以誠信善意為原則，且此處提供之資訊應為正確資訊，然而，因為我們無法控制產品的狀態及使用的方法，所以此處資訊不應用來取代客戶針對產品之測試，以確保道康寧產品之安全及有效，並完全符合末端使用者的需求。使用建議不應成為任何侵犯專利權的誘因。

道康寧只保證運送時，產品符合道康寧提供的銷售訊息，您針對違反此保證而提出的專屬賠償僅限於相當於購買價格之退款，以及當產品未如保證所示時，提供換貨。

道康寧明確表達否定所有其他明示或暗示之擔保，包括對供特定用途之適合性或適銷性的擔保。道康寧不對任何意外或衍生損害承擔任何責任。

Dow Corning 是 Dow Corning Corporation 的註冊商標。

WE HELP YOU INVENT THE FUTURE 是 Dow Corning Corporation 的註冊商標。

©2008 年 8 月 Dow Corning Corporation。保留所有權利。

美國印製。 FPH 33079 表單編號 24-711B-41

DOW CORNING

WE HELP YOU INVENT
THE FUTURE.™

www.dowcorning.com