

## Consumer Solutions

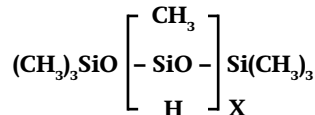
# 실리콘 수소화물이 포함 된 폴리실록산의 안전한 취급 안내서

### 안내서 정보

이 안내서에서는 실리콘 수소화물이 포함된 폴리실록산 물질에 대한 화재 및 누출 방지 관리 정보와 장비 설계 및 적절한 운영을 위한 권장 사항과 함께 위해성 및 화학적 반응성 정보를 제공합니다. 이러한 정보를 고객과 공유하여 Dow의 제품이 안전하고 효율적인 방법으로 사용되기를 바랍니다.

### 개요

실리콘 수소화물이 포함된 폴리실록산은 일반적인 실록산 고분자 종류이며 가장 일반적인 것은 폴리(메틸 수소)실록산입니다. 폴리실록산 사슬을 따라 반응성 수소-실리콘 결합체(실리콘 수소화물)가 포함된 이 선형 고분자는 아래와 같이 표시됩니다.



CAS 등록 번호는 63148-57-2입니다. 이 계열의 실록산 고분자는 점도 30cSt, closed cup 인화점 150°F의 투명한 액체인 Dow, XIAMETER™ MHX-1107 Fluid가 대표적인 제품입니다.

폴리(메틸수소)실록산은 섬유 방수처리제 및 유연제와 같은 다양한 코팅 및 처리제 제조에 사용됩니다. 폴리(메틸수소)실록산은 다른 물질과 혼합 및/또는 유화되어 광범위한 용도의 제품을 생산할 수 있습니다. 또한 화학 반응의 기초 물질로 사용되어 다른 실리콘 및 유기 실리콘 공중합체를 생산할 수 있습니다. 다른 실리콘 수소화물 실록산은 디메틸과 메틸수소 및/또는 SiH 말단 실록산의 혼합물을 형성할 수 있습니다.

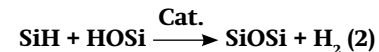
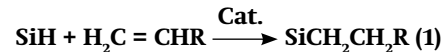
### 보건 위해성

XIAMETER™ MHX-1107 Fluid와 같은 폴리(메틸수소)실록산은 특별히 알려진 만성 건강 악영향을 가지고 있지 않습니다. 눈에 직접 접촉할 경우 약간의 충열 및 건조증을 동반한 약간의 불쾌감을 느낄 수 있습니다. 눈을 물로 15분 동안 씻으면 이러한 증상을 완화시킬 수 있습니다. 사용자는 물질안전보건자료의 취급시 권장 사항을 참조해야 합니다. 폴리(메틸수소)실록산으로부터 제조된 혼합제, 유화제 또는 반응생성물과 같은 물질의 경우 포함된 모든 구성 물질 또는 반응생성물에 기초하여 인체에 주는 영향을 평가해야 합니다.

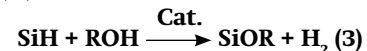
### 화학적 반응성

XIAMETER™ MHX-1107 Fluid와 같은 폴리(메틸수소)실록산은 상온에서 안정적이며 원 포장 상태에서는 격렬하게 중합, 분해 또는 축합되지 않습니다. 산업용 제품의 원료로서의 이러한 고분자 물질의 본래 가치는 실리콘 수소화물 결합의 다양한 다른 화학물질과의 높은 반응성에 있습니다. 이러한 화학물질로는 알코올, 알데히드, 케톤, 올레핀, 산, 산촉매, 염기 및 실라놀이 포함됩니다. 아연, 주석, 니켈, 크롬, 코발트, 백금과 같은 다양한 금속 및 금속 할로겐화물은 물, 알코올 또는 실라놀과의 반응을 촉진합니다. 이러한 반응은 매우 빠르게 진행되며 발열성이 강합니다. 올레핀, 알데히드 및 케톤과 반응을 제외 한 모든 반응에서 인화성이 강한 수소 기체가 부산물로 발생합니다. 이에 따라 이러한 물질을 처리하고 보관할 때는 주의해야 합니다.

가장 일반적으로 사용되는 두 가지 반응은 아래와 같습니다.



물 또는 알코올이 존재할 경우 다음과 같은 의도되지 않는 부가 반응이 발생합니다.



여기서 ROH는 물 또는 알코올입니다.

활성화된 수소 발생원이 없을 경우에도 SiH 제품은 위해성을 내포할 수 있습니다. 중합, 탈중합 및 평형 반응 과정에서 수소 이외의 가연성 가스나 증기를 생성하는 부반응이 일어날 수 있습니다.

산이나 염기 촉매(예, 루이스 산이나 염기, 점토 등)가 존재할 경우 - 습기가 없어도 - 실록산 주 사슬의 특성에 따라 Me<sub>3</sub>SiH, Me<sub>2</sub>SiH<sub>2</sub>, MeSiH<sub>3</sub>와 같은 고인화성 부산물이 형성되는 실록산 사슬의 재분배가 관찰되었습니다.

3작용성 HSiO<sub>1.5</sub> 단위가 존재하는 극단적인 조건에서는, 실란 가스(SiH<sub>4</sub>)의 형성이 가능합니다. SiH<sub>4</sub>는 공기중에서 높은 휘발성(비등점 -112°C)과 자연발화성(자기-발화성가스)을 갖습니다.

XIAMETER™ MHX-1107 Fluid와 같은 폴리(메틸수소)실록산은 고온에서 분해될 수 있으며 장치에 과압을 가할 수 있는 상당한 양의 수소를 빠르게 방출할 수 있습니다. 따라서 SiH 실록산이 270°C 이상으로 가열될 수 있는 상황을 방지하기 위해서 공학적 조치를 취해야 합니다.

## 장치 설계

SiH 실록산을 사용하는 모든 공정, 특히 발열 반응이 일어나는 공정에 대하여 공정 위해성 분석을 실시해야 합니다. 이 분석의 목적은 급속 반응이나 교차오염이 발생할 수 있는 상황을 파악하고 필요한 절차적 및 공학적 조치들을 알아내기 위한 것입니다. 이러한 유형의 위험 분석 방법이 익숙하지 않은 고객은 영업 담당자를 통해 Dow에 문의하여 조언을 구하시기 바랍니다. 발열 화학 반응을 수행하는 경우 높은 안전 계수를 적용한 자동 냉각 시스템이 바람직합니다. 온도 및 압력과 같은 중요한 공정 조건을 감시하고 제어하기 위해 적절한 계측 장비가 제공되어야 합니다.

공급된 상태로서의 폴리(메틸수소)실록산은 본질적으로 비부식성이기 때문에 스틸은 설계시 적합한 재질입니다. 또한 제품 품질 보호를 위한 최상의 방법으로 스테인리스강을 사용할 수도 있습니다. 설계시 이러한 재질 또는 다른 재질의 적합성 여부는 공정 과정에 발생하는 구성 성분 및 온도와 같은 공정 조건에 따라 다릅니다. 최적의 소재를 결정하려면 각 상황을 평가해야 합니다.

공정은 SiH 실록산이 전용 차징 시스템(랜스, 호스, 배관, 펌프)을 갖추도록 설계되어야 하는데 이는 수소가스의 발생과 부반응을 일으킬 수 있는 다른 물질과의 오염을 방지하기 위해서입니다.

반응기와 보관용기에는 정상 공정 과정에서 발생하는 수소와 기타 가스를 배출하기 위해 압력 배출 시스템이 있어야 합니다. 부식성 벤트 스크러빙 시스템의 역류 등으로 인한 보관 탱크나 공정조가 의도치 않게 알칼리/산으로 오염되는 것을 방지하기 위해 각별한 주의가 필요합니다. 이는 수소 발생을 통한 과도한 압력의 급속한 발생을 일으킬 수 있는데 이 경우 표준 릴리프 시스템을 통한 압력배출이 불가능 할 것으로 보입니다.

물질을 용기에 넣기 전 및 전 공정 과정에서 산소 농도를 2% 미만으로 유지할 수 있도록 비활성 기체(예: 질소) 퍼지 시스템이 용기에 갖추어져 있어야 합니다. (수소 연소에 필요한 최소 산소 농도는 5%이며 적절한 안전 계수가 이 값에 적용되어야 합니다.) 용기내 증기 부분을 샘플링하는 연속적 산소 감시 시스템을 사용하여 산소 레벨을 확인하고 관리하여야 합니다. 시간이 경과함에 따라 휘발성 실리콘이 포함된 물질이 일부 산소 분석 장치의 정확도에 영향을 줄 수 있기 때문에 분석 장치 제조업체에 구체적 적용과 유지 보수 권장 사항에 대해 문의하십시오.

수소 기체는 상대적으로 낮은 점화 에너지를 갖고 있으므로 모든 공정 및 보관(용기) 장치는 정전기 발생가능성을 낮추기 위한 적절한 전기적 접지를 갖추도록 설계되어야 합니다. 또한 정전기 발생을 줄이기 위해 접지 사용 또는 하단 주입을 통해 물질을 투입하거나 빼내는 것이 권장됩니다. 모든 장치, 포장 및 용기는 질소 또는 기타 비활성 가스로 치환하여 잠재적 인화성 공기가 정전기로 인해 점화되지 않도록 하는 것이 권장됩니다. 물질이 공기에 노출될 수 있는 적용분야의 경우 국소 배기 시스템을 고려해야 합니다.

제조 공정은 SiH 실록산이 270°C 이상으로 가열될 수 있는 상황을 방지하도록 설계되어야 합니다. 밸브가 닫힌 상태에서 펌프가 작동될 경우 펌프내 액체가 이와 같은 온도로 가열될 수 있으므로 펌프 시스템에 대해 특별한 주의를 기울여야 합니다.

## 작업 절차

작업절차는 제어할 수 없는 반응의 발생 가능성을 최소화하는데 중점을 두고 작성되어야 합니다. 발열 반응의 경우 반응기내에 다른 반응 물질을 미리 넣은 후에 폴리(메틸수소)실록산 투입을 조절함으로써 반응을 제어하는 것이 좋습니다. 이렇게 함으로써 반응기내 반응할 수 있는 실리콘 수소화물의 양을 항상 최소화할 수 있으며 반응물이 반응에 대한 열흡수원으로 작용하도록 할 수 있습니다.

발열 반응의 경우 반응초기에 온도를 감시하여 반응이 확실히 개시되었는지 확인하는 것이 중요한데 이를 통해 반응기 내 폴리(메틸수소)실록산 과다투입에 따른 잠재적인 위험 상황을 방지할 수 있습니다. 반응이 개시되지 않거나 개시 이후 중단될 경우 즉시 폴리(메틸수소)실록산 투입을 중지하여 반응기 내에 반응물이 형성되어 제어할 수 없는 발열 반응이 발생하는 것을 방지하여야 합니다. 이 상황이 파악되고 해결될 때까지는 투입을 재개하지 않아야 합니다.

SiH가 함유된 물질과의 반응을 수행할 때 적절히 혼합된 상태를 유지하는 것이 매우 중요합니다. 교반이 부족할 경우 공정 지역에서 미반응 물질의 축적을 일으킬 수 있으며 이 미반응물질이 추후 액체를 혼합하거나 펌핑할 때 제어되지 않는 형태로 화학반응을 일으킬 수 있습니다. 제어되지 않는 반응은 매우 심각한 발열, 많은 양의 가스 발생 또는 이 두 상황을 동시에 나타낼 수 있습니다.

“역순 첨가” 즉, 폴리(메틸수소)실록산 전체 양을 초기에 반응기에 넣은 다음 다른 반응 물질을 반응기에 첨가하는 방법을 시도하는 경우 원치 않는 부가 반응이 발생할 수 있는 상황을 완벽하게 이해하고 설계 및 작업 절차 수립 시 이러한 상황이 발생하지 않도록 조치하여야 합니다. 수소 기체 발생을 최소화하기 위해 폴리(메틸수소)실록산 수성 에멀전의 pH를 제어하는 것이 매우 중요합니다. 지금까지의 실험 결과 최적의 안정성을 얻기 위한 수성 상태에서의 pH는 4.0-6.0 범위 내에 있어야 합니다. 이 범위를 벗어날 경우, 특히 알칼리성 범위에서 매우 급속히 수소 기체가 발생할 수 있습니다.

조업시 SiH 실록산을 취급할 경우에는 반드시 지정된 장비만 사용되어야 합니다. 호스나 휴대용 펌프와 같이 잠재적으로 공유될 수 있는 장비의 사용을 관리할 경우 신중하여야 합니다. 식별을 돕기 위해 SiH 취급 전용 장비에는 반드시 명확한 라벨을 붙여야 합니다.

사용하기 전에 모든 용기와 연결된 배관 시스템이 깨끗하고 건조하도록 장비 세척 절차에 특별한 주의를 기울여야 합니다. 반응을 진행시키거나 보관 탱크 및 포장 물에 주입하기 전 산 및 염기 잔량을 제거해야 합니다. SiH 실록산 취급용 설비를 세척할 경우 일차 알코올을 사용하지 않아야 합니다.

## 포장

Dow는 제품 이동 및 보관 시 소량의 수소가 생성될 수 있기 때문에 폴리(메틸수소)실록산이 포함된 대부분 물질을 소형 플라스틱 용기 또는 통풍구가 장착된 용기에 포장합니다. 통풍구는 용기 마개의 일부로서 수소 발생으로부터 야기되는 과도한 내부 압력을 감소시켜 포장 변형 또는 손상을 방지합니다. 통풍되는 용기에 포장된 위험 물질은 항공운송이 금지됩니다. (IATA 위험물 규정 5.0.2.13.2를 참조)

밀폐된 유리 용기에 SiH가 함유된 용액을 저장하는 것은 권장하지 않습니다. 이는 수소가스가 발생 가능성으로 인한 용기내 압력 증가를 용기가 손상되기 전에 시각적으로 확인할 수 없기 때문입니다.

다른 물질을 보관했던 드럼은 오염이나 원치 않는 화학 반응을 가져올 수 있으므로 SiH실록산을 보관하는데 재 사용되서는 안됩니다. 또한 오염 가능성을 줄이기 위하여 폴리(메틸수소)실록산의 재포장은 엄금합니다.

## 화재 방지

XIAMETER™ MHX-1107 Fluid는 규정에 따라 class IIIA 가연성 액체로 분류됩니다. 수소,  $\text{Me}_3\text{SiH}$  또는  $\text{Me}_2\text{SiH}_2$  생성으로 인해 발생할 수 있는 화재 위험을 제어하는데 중점을 두고 가연성 액체의 보관 및 취급을 위한 일반적인 주의 사항을 준수해야 합니다.

주의사항으로는 해당 물질을 노출된 불꽃, 스파크 및 고온 표면과 같은 점화원으로부터 차단하는 것 등이 있습니다. 추가적인 조치로는 생성될 수 있는 수소 기체의 누출로 인한 가스 농도를 감소시키기 위해 적절한 기계적 환기 시스템, 적절한 접지 및 설비와 용기에서 건조한, 비활성 기체(예: 질소) 사용이 있습니다.

퍼지 및 비활성 기체 충진을 수행할 경우 산소 농도를 낮게 유지하는 것이 매우 중요합니다. 수소 연소에 필요한 최소 산소 농도는 대략 5 vol % (일반적 탄화수소에 대한 값의 절반 이하임)이며 적절한 안전 계수가 적용되어야 합니다.

수소가스 발생 물질을 저장하거나 취급하는 작업장에는 적절한 높은 수준의 환기장치를 제공하여야 합니다. 수소 발생 물질을 사용하거나 저장하는 건물이나 보관 시설의 천장 부분을 환기시켜 높은 농도의 가연성 수소가스의 축적을 방지하는 것이 중요합니다.

**주:** 다른 유사 폴리실록산의 인화성은 다를 수 있고 일부 폴리(메틸수소)실록산은 인화성(구분 I 또는 II) 액체로 분류됩니다. 따라서 각 제품과 각 공급 원료는 공급업체가 제공한 자료 또는 사용자가 판단한 물질 고유 특성에 따라 평가되어야 합니다.

XIAMETER™ MHX-1107 Fluid와 같은 폴리(메틸수소)실록산은 개방형 셀 절연체와 같은 흡수성 물질과 접촉할 경우 자연발화에 의한 화재 발생 위험이 있습니다. 이러한 현상은 일부 다른 폴리실록산과 다양한 유기 물질에서 나타나는 현상입니다. XIAMETER™ MHX-1107 Fluid의 자연발화온도는 311°C이지만 개방형 셀 파이프 또는 오픈 절연체와 접촉할 경우 50°C의 낮은 온도에서도 자연발화가 일어날 수 있습니다. 누출 및 유출을 통해 이러한 물질과 접촉하지 않도록 하거나 액체 누출 또는 유출이 예상되는 지역에 밀폐형 셀 절연체를 설치하는 주의가 필요합니다.

$\text{Me}_2\text{SiH}_2$ 의 자연발화온도는 230°C이며 끓는점은 -20°C입니다.  $\text{MeSiH}_3$ 의 자연발화온도는 130°C이며 끓는점은 -57°C입니다. 이러한 부산물이 생성될 경우 적절한 조치가 필요합니다. 두 물질 모두 인화성이 강한 기체이며 산소량이 적은 대기 중에서 작은 에너지 점화원(예: 정 전기)으로도 점화됩니다.

## 화재 진화

SiH 폴리실록산 물질이 관련된 화재는 진화가 어려울 수 있습니다. 분안개, 포말 또는 이산화탄소와 같은 대부분의 소화제를 사용하여 제어할 수 있습니다. 분말 화학 물질이나 분말 소화제 사용은 권장하지 않습니다.

화재 실험 결과 화재 진화는, 특히 잘 발달된 화재의 경우, AFFF 알코올 친화성 포말을 이용하는 것이 가장 좋은 것으로 나타났습니다. 모든 연소중의 액체에 물을 직접 뿌릴 경우 연소중의 액체를 교반시키고 확산시켜 화재를 더 강하게 할 수 있으므로 피해야 합니다. 자동 화재 스크링클러 장치는 분안개 노즐과 유사하게 물을 방출하는데, 이는 XIAMETER™ MHX-1107 Fluid 관련 화재 진화에 효과적이라는 것이 입증되었습니다.

기본적으로 물을 기반으로 한 소화제를 사용할 경우 수소가 방출될 수 있고, 화재가 진화된 이후에도 환기가 잘 되지 않거나 폐쇄된 구역에 수소가 축적되어 점화될 경우 플래시 화재나 폭발을 일으킬 수 있으므로 주의해야 합니다. 포막 또한 수소나 가연성 증기를 가둘 수 있으므로 표면 아래에서 폭발을 일으킬 가능성이 있습니다.

분말 화학 소화제는 일반적으로 매우 알칼리성이거나 산성을 띠기 때문에 사용하지 않아야 합니다. SiH 물질에 사용될 경우 수소 생성을 유발합니다.

폴리(메틸수소)실록산 연소로 인한 부산물은 이산화황, 이산화탄소, 수증기 및 부분적으로 연소된 다양한 규소 및 탄소 화합물입니다. 이러한 물질과 관련된 화재 진압 시 연소로 인한 부산물을 피하고 적절한 개인 보호 장비를 착용해야 합니다.

## 누출 관리

폴리(메틸수소)실록산이 누출될 경우 즉시 제거하여 미끄러짐으로 인한 위험을 방지하고 잠재적인 화재 위험을 최소화해야 합니다. 유출된 SiH 함유 물질을 수집할 때는 모래와 같은 중성의, 비가연성 흡수재를 사용해야 합니다. 흡수된 물질은 즉시 폐기하거나 자연발화를 방지하기 위해 적절한 환기를 제공하여야 합니다. 흡수된 물질에 어떠한 다른 폐기물도 첨가해서는 안됩니다. 또한 누출 물질 제거를 위해 흡인 장비를 사용할 수 있지만 이러한 장비는 수소 발생 가능성이 있으므로 인화성 물질에 사용하는 장비와 유사한 방식으로 설계 및 작동되어야 합니다. 폐기물 수집에 사용되는 장비는 이 목적으로만 사용되어야 하며 다른 용도로 사용하기 전에는 철저히 세척하여야 합니다. 수집한 물질은 모든 연방 규정, 주 규정 및 지역 규정에 따라 폐기되어야 합니다.

## 환경적 영향 및 폐기

폴리(메틸수소)실록산 폐기물의 적절한 처리를 위해 물질안전보건자료를 참조해야 합니다. 화학반응 시 젤이 생성되고 열이 발생하며 인화성 기체(예: 수소)가 생성되기 때문에 실리콘 수소화물이 포함된 폐기물이 다른 폐기물과 섞일 가능성이 있는 보관, 수집, 처리 및 폐기 방법은 사용하지 않아야 합니다. 허가된 유해 폐기물 소각장에서의 열분해 방법이 권장되는 폐기 방법입니다.

**주:** 이 안내서의 정보는 일반적인 사례를 근거로 제공된 것이며 특정 상황에 대한 구체적인 권장 사항이 아닙니다. 권장 절차는 일반적으로 적용 가능할 것으로 생각됩니다. 그러나 각 사용자는 이러한 권장 사항이 의도된 용도와 관련된 구체적 상황에 적절하지 검토하여야 합니다.

## 참고자료

SiH가 함유된 제품의 안전한 취급에 관한 자세한 정보는 다음의 실리콘 생산업체 협회의 인터넷 사이트에서 찾을 수 있습니다.

- 북아메리카 실리콘 환경, 보건 및 안전 협의회, 물질 취급 안내서: 수소 결합된 실리콘 화합물([http://www.sehsc.com/PDFs/SiH\\_Manual\\_Revised\\_01\\_Aug\\_07.pdf](http://www.sehsc.com/PDFs/SiH_Manual_Revised_01_Aug_07.pdf))

### 품질 보증 - 필독 요망

이 제품설명서 상의 정보는 신뢰할 만한 것입니다. 그러나 당사 제품의 사용 조건과 방법은 다우의 통제범위를 벗어나며, 당사 제품이 안전하고, 효율적이며, 고객이 의도한 최종사용목적에 완전히 부합하는지 확인, 테스트하기 위해 본 설명서가 사용되어서는 안됩니다. 이에 대한 판단은 고객여러분에게 달려 있습니다. 제시된 사용 방법에는 어떠한 특허도 침해 하고자하는 의도가 없습니다. 다우의 품질 보증은 제품 출하 시에 다우의 품질 규격을 만족 시키는 것을 의미합니다. 품질 보증 위배 사항에 대한 고객 여러분의 유일한 보상은 구매 금액의 환불 또는 품질 보증 내용 에 위배된 제품의 교체의 범위로 제한됩니다.

다우에는 관련법이 허용하는 범위내에서, 특히 어떤 특별한 용도나 상품적합성에 대한 명시적 또는 묵시적 보증에 대한 책임이 없음을 밝힙니다.

다우에는 우발적 사고나 결과적 손해에 대한 책임을 지지 않습니다.

®TM다우케미칼 컴퍼니 ("다우") 또는 다우 관계회사의 상표.

© 2018 The Dow Chemical Company. 모든 저작권은 보호를 받습니다.

30023848

Form No. 24-711-43 C