



氟素系新液體「DAISAVE」系列的開發

Development of New Liquid “DAISAVE” Series

午坊健司 Kenji Gobo¹、白井淳 Atsushi Shirai¹、岸本誠之 Masayuki Kishimoto¹、
卯田祥子 Shoko Uda¹、井上茉優 Mayu Inoue¹、井岡和恵 Kazue Ioka¹、
黒木克親 Yoshichika Kuroki²、林志鳴 Sanji Lin³、賴千嬪 Rai Lai⁴、蘇郁婷 Noriko Su⁵、
洪志宗 Jimmy Hung⁶、竹中典弘 Norihiro Takenaka⁷、金亨鐘 Hyungjong Kim⁸

大金工業株式会社(DAIKIN Industries, Ltd.)¹研究員、²主任技師

台灣大金先端化學股份有限公司(Taiwan DAIKIN Advanced Chemicals, Inc.)

³產品專員、⁴課長、⁵產品經理、⁶副總經理、⁷所長

韓國大金(DAIKIN Korea Co., Ltd.)⁸技術服務部部長

摘要/Abstract

DAIKIN開發了全球暖化潛勢(GWP)值低於傳統氟素系液體的「DAISAVE系列」。「DAISAVE SS-110」是一種具有不燃性的低黏度液體，與過往的氟素液體有同等的導熱性能，並且可以在極低溫到高溫的廣泛溫度範圍內使用，因此主要用於半導體製造的冰水機中作為熱傳輸媒介。

「DAISAVE SS-54」具有適合使用於精密電子元件清洗和除塵的表面張力和液體密度，也可利用其更低於傳統氟素液體的動黏度來作為極低溫冰水機的熱傳輸媒介，或是活用其適度的沸點來作為相變熱傳輸媒介。

We have developed the “DAISAVE Series” with a lower global warming potential (GWP) than conventional fluorinated liquids. “DAISAVE SS-110” is a non-flammable, low-viscosity liquid with heat transport properties equivalent to those of conventional fluorinated liquids. And it can be used in a wide range of temperatures from low to high, so it is mainly used as a heat transport medium in chillers for semiconductor manufacturing. “DAISAVE SS-54” has a suitable surface tension and liquid density for dust removal and cleaning of precision electronic components. It is also used as a heat transport medium in chillers for cryogenic applications, taking advantage of its lower kinematic viscosity than conventional fluorinated liquids, and as a phase-change heat transport medium, taking advantage of its moderate boiling point.

關鍵字/Keywords

DAISAVE、SS-110、SS-54、冰水機(Chiller)、動黏度(Kinematic Viscosity)、沸點(Boiling Point)、相變、氟素系液體(Fluorinated Liquids)



簡介

隨著生成式AI與汽車應用的擴展，半導體產品和精密電子元件市場持續成長，市場對高性能化的需求，需要更精密的品質管控。

在半導體產品製造中，為了在使用電漿的乾蝕刻中形成精密的圖案，需要保持蝕刻的特性，而控制晶圓溫度更是重要的要素之一。為了去除電漿中的熱能，同時控制晶圓溫度，需要能夠在接近100°C到-40°C極低溫的範圍內，當作熱傳輸媒介的液體⁽¹⁾。

在精密電子元件生產中，除了要抑制加熱乾燥對基材造成的損害之外，包括細微加工零件在內，也要求達到高清潔度。因此，需要一種具有低表面張力並在適當溫度下會揮發的清潔液體⁽²⁾。

由於氟素系液體具有低凝固點、低黏

度和低表面張力等特性，因此被廣泛使用於半導體製造的冰水機之冷卻液或清洗精密設備的液體。此外，近年來抑制溫室效應的產品也在開發中。

功能性液體的開發

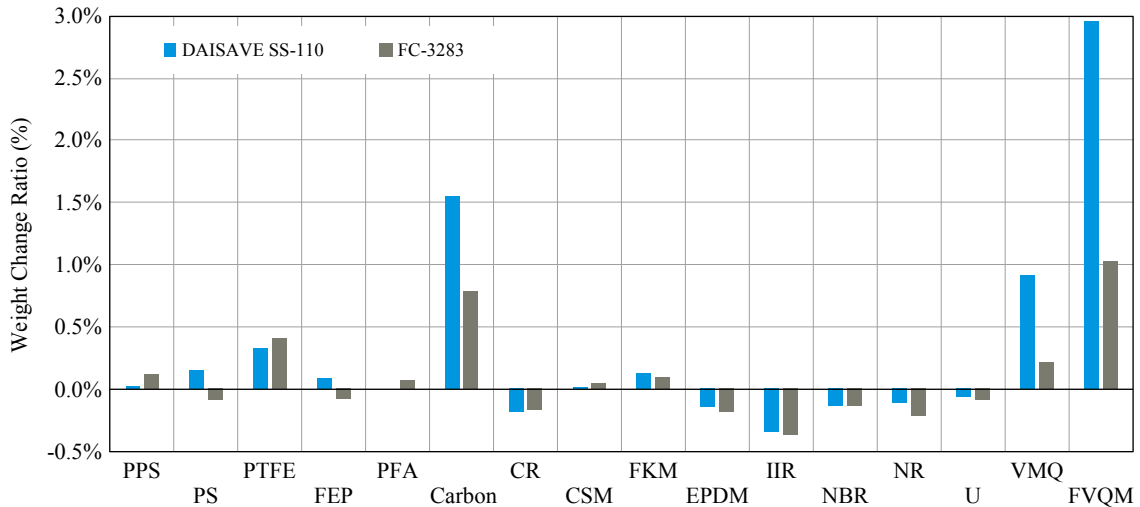
由於3M計劃在2025年底前停止生產氟素系液體，半導體製造領域和精密電子元件製造領域正在探尋替代材料。表一所示為用於半導體製造和清洗精密電子元件的液體以及作為替代液體的DAISAVE系列在25°C下的物性表。

DAISAVE SS-110使用於控制半導體製造中的晶圓溫度，其全球暖化潛勢(GWP)值比傳統液體低90%以上，有助於減少半導體製造對環境的影響。此外，其導熱物理性質與傳統液體相似，無需對現有設備進行大幅改造即可直接轉用。

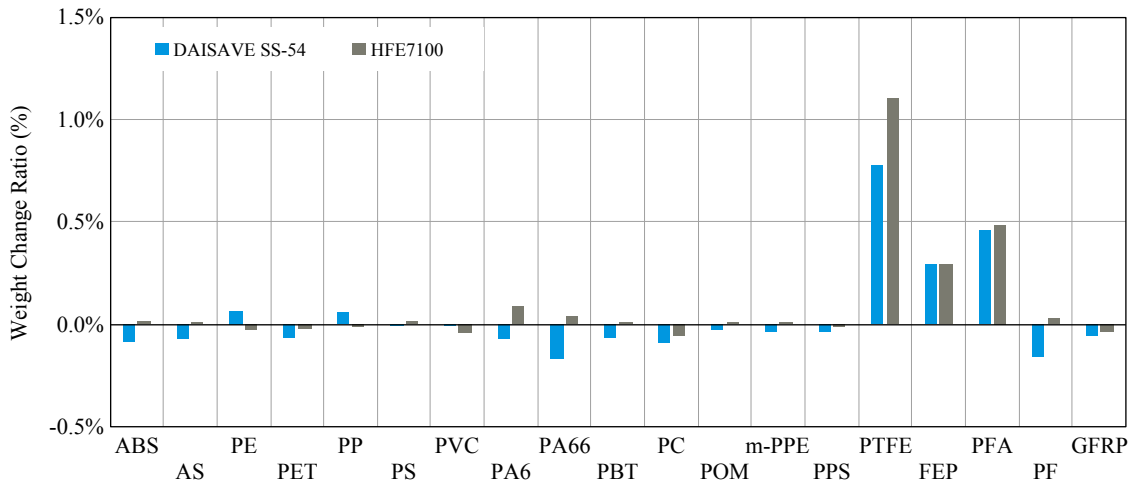
圖一所示為DAISAVE SS-110與各種

▼表一 主要氟素系液體的物理特性

Properties		DAISAVE SS-54	DAISAVE SS-110	Novec7100 ⁽⁴⁾	FC-3283 ⁽⁵⁻⁶⁾
Boiling Point	[°C]	54	110	61	128
Pour Point	[°C]	-92	<-130	-135	-65
Flash Point	[°C]	None	None	None	None
Heat of Vaporization	[kJ/kg]	174	94	112	78
Liquid Density	[kg/L]	1.39	1.78	1.51	1.82
Kinematic Viscosity	[mm ² /s]	0.4	0.95	0.38	0.75
Specific Heat	[kJ/kg·K]	1.30	1.03	1.18	1.1
Thermal Conductivity	[W/m·K]	0.081	0.065	-	0.066
Dielectric Strength	[kV]	26	≥40	>25	>40
Volume Resistivity	[Ω·cm]	10 ⁹	10 ¹³	10 ⁸	10 ¹⁵
Dielectric Constant	[-]	8.9	1.9	7.4	1.9
GWP	[-]	101(AR4) ⁽³⁾	<200	297(AR4) ⁽³⁾	>5,000



▲圖一 DAISAVE SS-110在25°C材料相容性測試結果之重量變化率比較



▲圖二 DAISAVE SS-54在25°C材料相容性測試結果之重量變化率比較

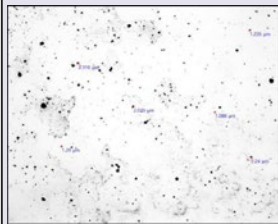

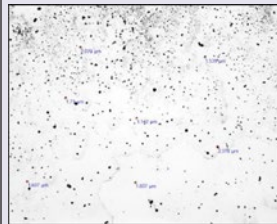
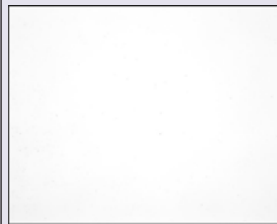
材料的相容性測試結果。該試驗中，將DAISAVE SS-110和FC-3283分別與各種試驗材料同置於玻璃容器中，在25°C的恆溫槽中靜置1週後，測量其重量和體積的變化率。最終，DAISAVE SS-110與FC-3283呈現同等結果。

於精密電子元件製造時所使用的DAISAVE SS-54之GWP比傳統液體低66%，是氫氟醚液體中GWP最低的液體之一。

如圖二所示，為DAISAVE SS-54與各種材料的相容性測試結果。即便作為清洗對象的產品使用了各式各樣的材料，DAISAVE



▼表二 使用DAISAVE SS-54進行二氧化矽粒子清洗測試的結果

超音波週波數			
37 kHz		80 kHz	
清洗前	清洗後	清洗前	清洗後
			



▲圖三 清洗試驗的示意圖

SS-54仍具有廣泛的材料相容性。

圖三為DAISAVE SS-54清洗試驗的示意圖。將塗有二氧化矽粒子的載玻片浸入DAISAVE SS-54中並進行超音波清洗。在DAISAVE SS-54充分乾燥後，使用顯微鏡觀察附著在玻片上的二氧化矽粒子的狀態。

表二為顯微鏡觀察照片。清洗前的載玻片上附著約1~2 μm 大小的二氧化矽粒子。在37 kHz和80 kHz的超音波頻率條件下清洗後，載玻片上附著的二氧化矽粒子可完成清除，達到潔淨狀態。

結 論

DAISAVE系列可保持GWP低於傳統氟素液體，並具有適用於熱傳導媒介和精密電子零件清洗的特性。目前，在各個領域正進行實機評測中。未來，DAIKIN將持續開發更高機能性和環保性能的產品。☑

參考文獻

1. DENKI KAGAKU 57, No.4, 1989.
2. 1994-2001年新能源與產業技術開發機構委託的全球環境產業技術研究開發計畫研究開發新型冷媒使能源利用合理化綜合報告。
3. IPCC 4th Edition: Intergovernmental Panel on Climate Change.
4. 3M science. Applied to Life.™ Heat Transfer Applications using 3M™ Novec™ Engineered Fluids
5. 3M Fluorinert™ Electronic Liquid FC-3283 Product Information.
6. 3M science. Applied to Life.™ 3M™ Fluorinert™ Inert Liquids.