



Data Center伺服器冷卻液「DAISAVE」系列的開發

Development of New Solvent “DAISAVE” Series for Server Cooling in Data Center

午坊健司 Kenji Gobo¹、白井淳 Atsushi Shirai¹、卯田祥子 Shoko Uda¹、井上茉優 Mayu Inoue¹、井岡和恵 Kazue Ioka¹、黒木克親 Yoshichika Kuroki²、楊晉璋 Chris Yang³、黃祈翰 Edison Huang⁴、竹中典弘 Norihiro Takenaka⁵、洪志宗 Jimmy Hung⁶

大金工業株式會社(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營業專員、⁴課長、⁵所長、⁶副總經理

摘要/Abstract

大金開發了全球暖化係數(GWP)低於傳統氟素溶劑的Data Center用伺服器冷卻液「DAISAVE系列」。「DAISAVE SS-110」是具有與傳統氟溶劑相同的熱傳輸特性且沸點為110°C的不燃性低黏度液體，可作為單相浸沒式冷卻液使用。而「DAISAVE SS-49 (TSS-7)」則是沸點為49°C的不燃性低黏度液體，利用相變時的潛熱，作為雙相浸沒式冷卻液使用。

We have developed the DAISAVE series of server cooling fluids for data centers, which have a lower global warming potential (GWP) than conventional fluorine-based solvents. DAISAVE SS-110 is a non-flammable, low-viscosity liquid with a boiling point of 110°C that has the same heat transport properties as conventional fluorine solvents, and is used as a single-phase liquid immersion coolant. DAISAVE SS-49 (TSS-7) is a non-flammable, low-viscosity liquid with a boiling point of 49°C, and is used as a two-phase liquid immersion coolant that utilizes the latent heat of phase change.

關鍵字/Keywords

Coolant、Chiller、Immersion Cooling、氟化液、冷卻液

序 言

數據中心(Data Center)的技術創新讓人眼睛為之一亮，其核心原因離不開伺服器的性能不斷進步，從而推動整個IT產業的發展。與此同時，伴隨著伺服器性能不斷提升，釋放的熱能也不斷增加，傳統的氣冷開始難以有效地冷卻。為了解決這個課題，而有了新的散熱技術的需求。

Data Center的散熱是與節能有直接相關的重要因素，其技術的推進可以降低營運成本並減少對環境的影響。也因此現在有許多各界的技術人員皆在積極推動該領域的研究。

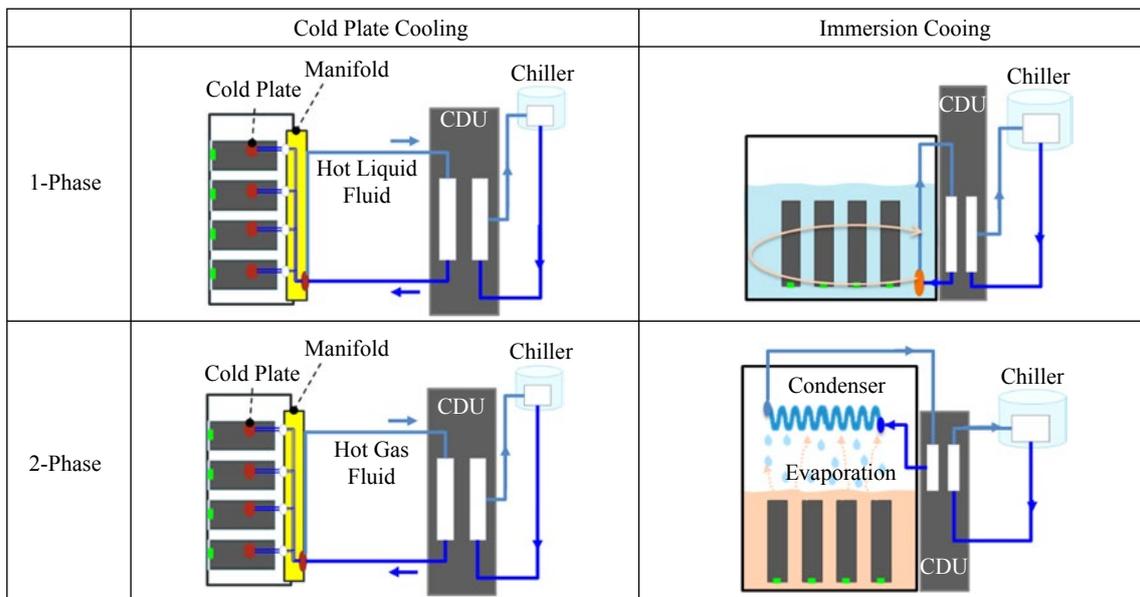
液冷解決方式

在各種被開發出來的系統中漸漸成為主流的冷卻方案是「液冷」，而其中最主要

的四個種類如圖一所示。

單相DLC是指使用水或防凍液等液體通過熱交換Unit來冷卻的方式。雙相DLC是使用沸點低的氟素液體作為冷卻液，通過熱交換Unit內部的相變進行熱交換的方法。這兩個方法都是將作為熱交換Unit的冷板配置在伺服器內的熱點，通過CDU輸送冷卻液的方式，將在冷板內溫度升高的冷卻液透過Chiller冷卻後循環的冷卻方案。

近年，為了進一步提高冷卻效率，不使用冷板而是直接將伺服器浸入冷卻液中的浸沒式冷卻系統開始進入大家的視野。由於此冷卻方式會使冷卻液與電子部件直接接觸，因此需要相當高的絕緣性和信賴性，浸沒式冷卻系統的示意圖如圖一所示。單相浸沒式冷卻系統使用沸點高的絕緣冷卻液，並具有使用Chiller來冷卻冷卻液的迴路。而雙相浸沒式冷卻系統則是使用沸點



▲圖一 Data Center伺服器業界目前市場主流之冷卻方式(彩圖請見材料世界網)



▼表一 Data Center用伺服器冷卻液「DAISAVE SS-110」、「DASAVE SS-49」物性

Properties	Unit	DAISAVE SS-110	DAISAVE SS-49 (TSS-7)
Boiling Point	[°C]	110	49
Freezing Point	[°C]	<-130	<-90
Flash Point	[°C]	None	None
Heat of Vaporization	[kJ/kg]	94*	98*
Liquid Density	[kg/m ³]	1,780	1,610
Kinetic Viscosity at 25°C	[mm ² /s]	0.95	0.36
Specific Heat	[kJ/kg·K]	1.03	1.10
Thermal Conductivity	[W/m·K]	0.064	0.064
Dielectric Strength	[kV]	>40*	>40*
Coefficient of Expansion	[K ⁻¹]	0.0014	<0.002
Volume Resistivity	[Ω·cm]	10 ¹³ *	10 ¹⁶ *
Dielectric Constant @50 GHz	[-]	1.9*	1.8*
GWP	[-]	<100**	<20**

沒特別記載的情況下，上方資料皆為在25°C下的測定值。記載之數值為代表值而非保證值。

*為室溫(20~25°C)下之測定值。**為計算值。

低的絕緣冷卻液，透過冷卻液與伺服器的熱點接觸時汽化的潛熱來冷卻伺服器。汽化的冷卻液在槽體上方的冷凝部分冷卻、液化，並再次作為槽內的冷卻液循環。

開發適合浸沒式冷卻的冷卻液

浸沒式冷卻液不僅需要絕緣性，作為熱傳導能力或介電常數等Data Center用伺服器的構成材料，還會被要求各式各樣的機能。所以我們開發了可以因應這些要求的Data Center用伺服器冷卻液「DAISAVE」系列。「DAISAVE」之物性如表一所示。

DAISAVE SS-110是沸點為110°C的絕緣液體，可用作單相浸沒式冷卻液。目前正在開發中的DAISAVE SS-49是沸點為49°C的絕緣液體，可用作雙相浸沒式冷卻液。兩款冷卻液的黏度均低於水和合成

油，流動性優異有助於提高冷卻能力。另外，介電常數和損耗因數也低，適用於電子部件的冷卻。

1. 冷卻液的材質相容性

Data Center用伺服器中使用許多零件，所以也就會使用到各式各樣的材料。由於在浸沒式冷卻系統中，這些材質都會與冷卻液直接接觸，因此冷卻液與各材質之間的相容性測試數據相當重要。

「DAISAVE」系列冷卻液和各種材質的相容性測試結果如表二所示。測試方法和條件如下：

①將各式材質的試驗片放置於大金「DAISAVE」冷卻液中浸泡7天。樹脂和橡膠的實驗溫度為室溫。金屬的實驗溫度則分別為SS-110：90°C；SS-49：40°C。



▼表二 Data Center伺服器冷卻液「DAISAVE SS-110」、「DAISAVE SS-49」之材質相容性測試結果

Material	DAISAVE	
	SS-110	SS-49
ABS	A	A
AS	A	A
PS	A	A
PMMA	A	A
PVC	A	A
PP	A	A
PE	A	A
PC	A	A
m-PPE	A	A
PET	A	A
PBT	A	A
PA6	A	A
PA66	A	A
POM	A	A
PPS	A	A
PTFE	A	B
FEP	A	A
PFA	A	B
ETFE	A	A
Epoxy Glass	A	A
PF	A	A
CR	A	B
CSM	A	A
EPDM	A	A
IIR	A	A
NBR	A	A
NR	A	A
U	A	A
Aluminum	A	A
Copper	A	A
Brass	A	A
SUS304	A	A
Nickel	-	A

▼表三 DAISAVE SS-110和SS-49之熱穩定性測試結果

DAISAVE SS-110		
Period [Month]	Purity [GC area%]	F ion [ppm]
0	>99	<0.1
1	>99	<0.1
3	>99	0.1
DAISAVE SS-49		
Period [Month]	Purity [GC area%]	F ion [ppm]
0	>99	<0.1
1	>99	<0.1
3	>99	<0.1

②取出樣品、輕輕擦拭表面的冷卻液，測量重量和體積，並與測試前的測量值進行比較。

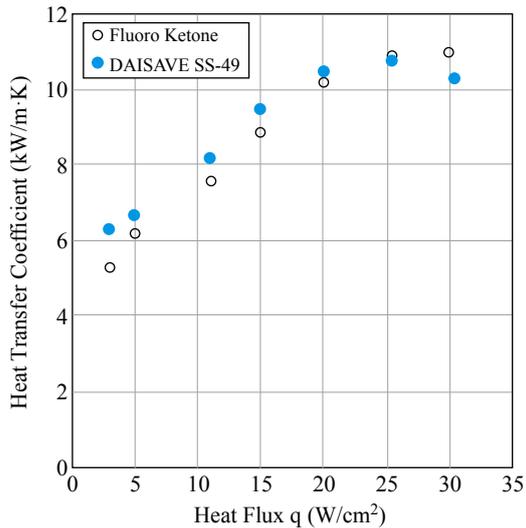
③比起測試前體積和重量之變化率小於1%標示為A；大於1%小於5%標示為B；5%以上則標示為C。

這些測試可以證明DAISAVE SS-110和SS-49對於各種樹脂、橡膠和金屬材質皆具有良好的相容性。而在實際使用中，材料的形狀、加工方法和要求特性也會涉及到許多方面，因此還是建議在使用前進行適當的相容性測試。

2. 冷卻液的長期熱穩定性測試

由於Data Center伺服器的冷卻液會被長時間連續使用，因此使用中的冷卻液不會變質這項特性就變得十分重要。冷卻液的熱穩定性測試結果如表三所示，採用以下方法進行熱穩定性的測試：

①將冷卻液密封於SUS製之容器。以



▲圖二 沸騰傳熱率的測試結果

下列溫度分別加熱SUS製容器：DAISAVE SS-110：100°C；DAISAVE SS-49：80°C。

②每隔一定時間就將容器內的冷卻液取出，測量因冷卻液分解而產生的氟離子濃度。

在此試驗中，從SS-110、SS-49中都幾乎檢測不到氟離子。這表示SS-110和SS-49都幾乎不發生熱分解。因為GWP較低的物質有在大氣中較容易分解的特性，因此在高溫下會促進分解的氟化物離子也有增加的趨勢。但SS-110以及SS-49在是氟素化合物的同時卻具有相當低的GWP，又同時展

現了優異的熱安定性。

3. 沸騰傳熱係數測試

冷卻效率最高的二相液浸沒式冷卻方式是與發熱部接觸的冷卻液沸騰、通過汽化熱進行冷卻。我們為了測試冷卻性能，進行了沸騰傳熱率的測試。沸騰傳熱率的測試結果如圖二所示。

從測試中我們知道，DAISAVE SS-49具有與沸騰冷卻中使用的Fluoro Ketone相同的傳熱係數。極限熱流束也與Fluoro Ketone相同。結果表明，DAISAVE SS-49具有足夠的性能用於沸騰冷卻應用。

結 論

作為Data Center用伺服器的冷卻方案，高效的浸沒式冷卻用冷卻液DAISAVE SS-110以及SS-49，皆具有單向式和雙向式浸沒冷卻所必要之特性。另外，也具有適合長期使用的熱穩定性和優良的材料相容性。而雙相浸沒式冷卻的基本性能沸騰傳熱係數，與傳統的氟素比較也有同等程度。

在未來，大金將更進一步地進行實機測試，並為Data Center更有效率地散熱做出貢獻。🌐