

**3M** Science.  
Applied to Life.™

3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体

3M™ Fluorinert™ Inert Liquids



# 3M™ Fluorinert™

## Inert Liquids

フロリナート™ フッ素系不活性液体は、無臭・無色透明な完全フッ素化液体です。不活性で熱的・化学的に安定しており、電気絶縁性が優れることから、絶縁熱媒体・試験媒体として多くの実績を持ちます。



### 特長

#### 1. 電気特性

- 優れた電気絶縁性（絶縁耐力 > 35kV/2.5mm）であり、液中での通電試験が可能で、電食を防止する。
- 低い誘電率（～ 2.0）でギガヘルツ帯の通信を阻害しない。

#### 2. 熱特性

- 密度が高く、動粘度が低いため、伝熱特性に優れます。強制対流時ではシリコン油の2倍の熱伝達能力を示す。
- 熱的に安定性が高い。

#### 3. 安定性、不活性

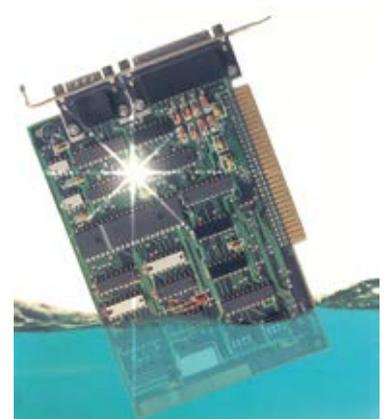
- 化学的に安定性が高く、強酸や化学試薬と反応しない。
- 不活性で金属、プラスチック、ゴムなどの構成材料との適合性に優れる。
- 高温、低温を問わずほとんどの溶剤に溶解しない。

#### 4. 安全性

- 不燃性、低毒性、無臭で安全性が高い。

#### 5. 環境特性

- オゾン破壊係数が0である。



# 代表物性

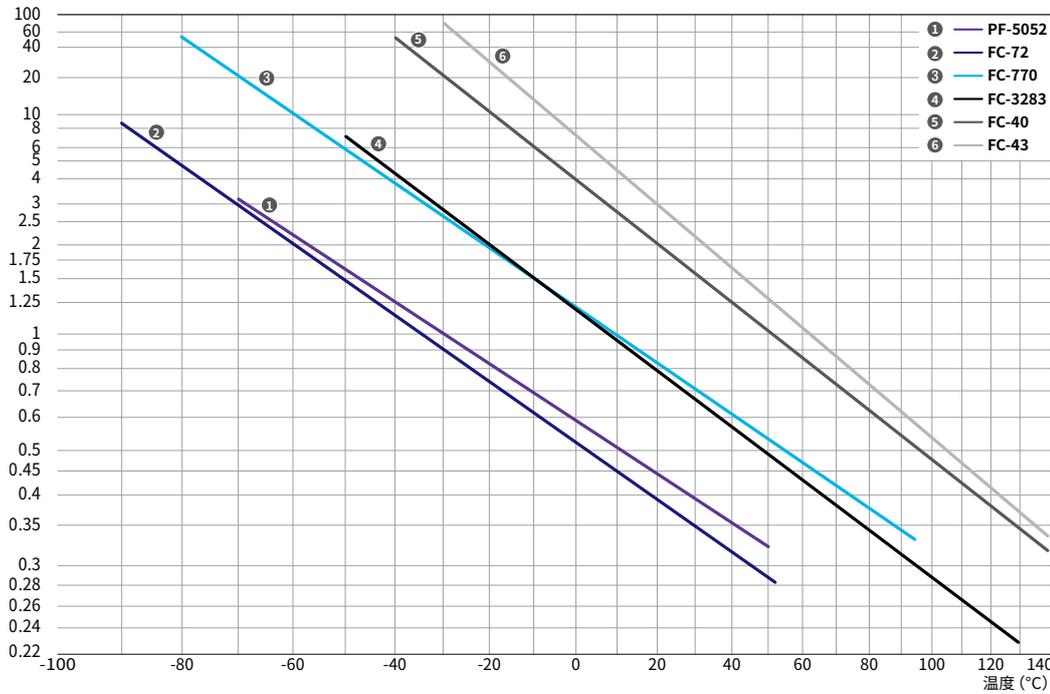
## 一覧表

代表物性値は25°Cにおけるものです（沸点、凝固点、流動点、蒸発潜熱を除く）。規格値ではありません。

	単位	PF-5052*	FC-72	FC-770	FC-3283	FC-40	FC-43
沸点	°C	50	56	95	128	165	174
流動点	°C	-80	-90	-127	-50	-57	-50
臨界温度	°C	181	176	238	235	270	294
臨界圧力	MPa	1.97	1.83	2.47	1.22	1.18	1.13
蒸気圧	kPa	36	31	6.5	1.3	0.40	0.17
蒸発潜熱（沸点）	kJ/kg	105	88	86	84	71	71
密度	kg/m <sup>3</sup>	1,700	1,680	1,790	1,830	1,870	1,880
膨張係数	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> -K <sup>-1</sup>	0.0016	0.0016	0.0015	0.0014	0.0012	0.0012
動粘度	cSt	0.40	0.38	0.79	0.75	2.2	2.8
絶対粘度	cP	0.68	0.64	1.4	1.4	4.1	5.3
比熱	J/kg-K	1,050	1,050	1,038	1,050	1,050	1,050
熱伝導度	W/m-K	0.062	0.059	0.057	0.067	0.067	0.067
表面張力	mN/m	13	12	15	15	16	16
水の溶解性	ppm(wt.)	14	10	14	11	7	7
水への溶解性	ppm(wt.)	<5	<5	<5	<5	<5	<5
絶縁耐力 @ 2.54 mm gap	kV	>40	>38	>40	>40	>40	>40
誘電率 @ 1 kHz	-	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9
体積抵抗	Ω·m	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>14</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>13</sup>

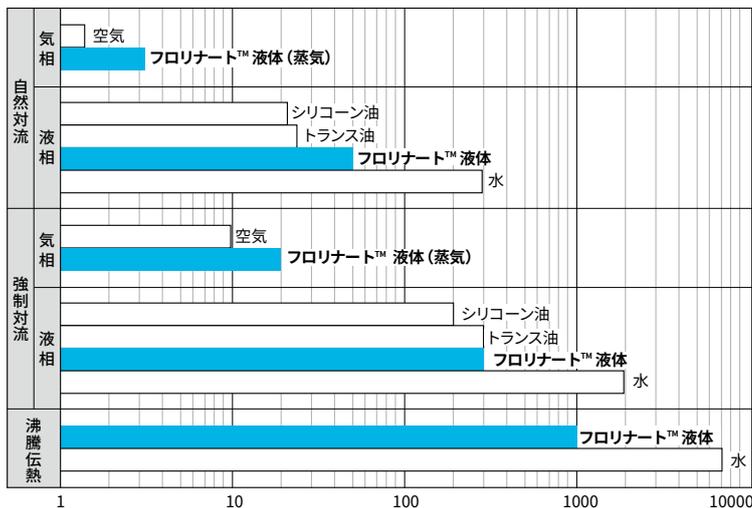
\* パフォーマンスフルサイズ

## 動粘度 (cSt)

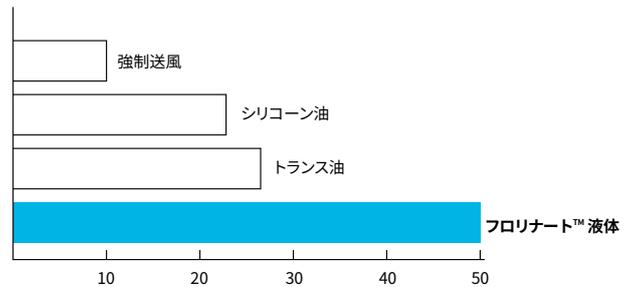


## 各種の冷媒による熱伝達係数

熱伝達係数比



## 熱伝達係数比較図



フロリナート™ フッ素系不活性液体による熱伝達（自然対流伝熱時）は強制送風に比べて5倍の効率がある

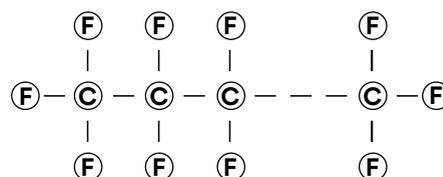
## 沸騰したフッ素系不活性の金属との適合性

製品 (沸点)	PF-5052 (50°C)	FC-72 (56°C)	FC-770 (95°C)	FC-3283 (128°C)	FC-40 (165°C)	FC-43 (174°C)
金属 (最低 10 日間浸漬)						
アルミニウム	A	A	A	A	A	A
マグネシウム	A	A	A	A	A	A
ステンレス	A	A	A	A	A	A
銅	B	B	B	B	B	B
ベリリウム	A	A	A	A	A	A
ベリリウム・銅・合金 (銅 98%)	A	A	A	A	A	A

A: 変化なし B: 変色する可能性あり

## フロリナート™ 液体 (FC-3283) のエラストマー、プラスチックとの適合性

材 料	重量変化率 (%)	体積変化率 (%)	
エラストマー	フッ素ゴム	+1.6	+1.6
	フロロシリコーンゴム	+3.3	+3.0
	NBR	-0.7	-1.2
	クロロプレンゴム	-2.2	-4.0
	ブチルゴム	+0.1	+0.1
	ウレタンゴム	+0.3	-0.2
	EPDM	-0.2	-0.2
	EPDM (可塑剤なし)	+0.1	+0.0
プラスチック	PTFE	+7.8	+4.1
	PFA	+7.0	+6.4
	ナイロン	-0.7	-0.7
	ポリエステル	-0.2	+0.1
	ポリウレタン	-0.6	-0.6



※ 80°CのFC-3283に7日間浸漬。事前に適合性をご確認ください。

## 3M™ フロリナート™ フッ素系不活性液体 取り扱い上の注意

### 安全上の注意事項

- 長時間蒸気を吸入しないでください。
- 換気の良い場所でのみ使用してください。
- 分解物を吸入しないでください。
- 使用中は禁煙です。
- 工業用途に限定します。医療用具または医薬品用ではありません。

### 取り扱い上の注意事項

- フロリナート™ フッ素系不活性液体の液および蒸気を裸火、電熱ヒーターや、アーク放電にさらさないようにする。
- 作業場所での喫煙を禁止する。
- フロリナート™ フッ素系不活性液体を使用する装置類には必ず過熱防止装置を取り付ける。  
万一異常な高温になった場合は電源スイッチを切り、装置を密閉状態にし、冷却する。
- フロリナート™ フッ素系不活性液体の蒸気が作業場所に滞留しないように、適切な局所排気装置を設置する。
- フロリナート™ フッ素系不活性液体の高濃度蒸気を繰り返し吸入すること、また高濃度蒸気に長時間さらされることを避ける。
- 不純物の混入や、ご使用条件によっては、製品が劣化する可能性があります。

### 保管上の注意事項

フロリナート™ フッ素系不活性液体は、不燃性、低毒性、無臭で非常に安全性の高い液体ですが、沸点を超える非常に高い温度 (200°C以上) で加熱された場合は、微量の PFIB<sup>※1</sup> (パーフロイソブチレン)、フッ化水素<sup>※2</sup> を含む有害な分解生成物を生じる場合がありますので、注意事項を厳守してください。

室温で保管してください。

詳細につきましては、当社発行の製品安全データシート (SDS) をご参照ください。

フロリナート™ フッ素系不活性液体の廃棄につきましては当社までご相談ください。

(参考)

	パーフロイソブチレン <sup>※1</sup>	フッ化水素 <sup>※2</sup>
沸点	約 7°C	19.9°C
LC50 (ラット)	0.5 ppm (6 時間)	1,276 ppm (1 時間)
許容濃度上限値 (ACGIH TLV Ceiling) <sup>※3</sup>	0.01 ppm	2 ppm

(許容濃度上限値以外は文献数値より引用)

(許容濃度上限値以外は文献数値より引用)

注) LC50

Lethal Concentration 50 (50% 致死濃度) の略で試験動物 (ラット) を、薬液蒸気の充滿する環境において一定時間暴露後、その 50% の数の動物を死亡させるところの蒸気濃度。

※3 許容濃度上限値 (ACGIH TLV Ceiling): たとえ瞬間的にも超えてはならない暴露限界値。

# 用途

## 冷却

### 1. 直接浸漬型冷却

フッ素系不活性液体による直接浸漬方式は、きわめて効率的に機器から発生する熱を取り除きます。自然対流あるいは強制対流による冷却も有効ですが、沸騰冷却ではさらに効果的に冷却可能です。

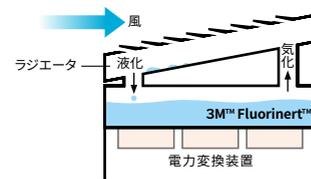
当製品による沸騰冷却を採用した機器は、過熱による故障率がきわめて低くなり、信頼性が高まるとともに機器のコンパクト化に寄与します。フッ素系不活性液体が優れた電気絶縁性を有する熱媒体であるため、直接浸漬型沸騰冷却システム（Direct Contact Closed Vapor Tight System）が、米軍規格 MIL-H-81829 に規定されています。

#### 直接浸漬型冷却の一例

- 車載・地上用整流器の冷却
- 大型変圧器・大容量電源の冷却
- その他電子装置の高熱・高電圧部の冷却用途

#### 装置概念図

車両用整流器沸騰冷却



### 2. 循環式間接冷却

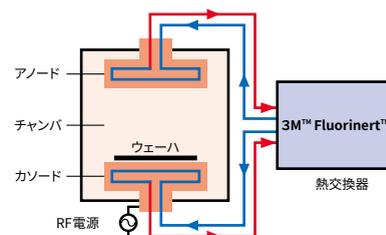
フッ素系不活性液体を熱交換器で一定温度にコントロールしながら循環させ、間接的に対象物を一定の温度にすることができます。フッ素系不活性液体は安定した絶縁耐力を持ち、電食の防止効果が高く、メンテナンスを容易にすることができます。また、不燃で安全性が極めて高いため、クリーンルーム内の機器の冷却にも適しています。

#### 循環式冷却の一例

- イオン注入装置用冷媒
- 露光装置の温度コントロール
- 大型コンピュータの電子基板冷却
- その他半導体製造装置の高熱・高電圧部の冷却用途

#### 装置概念図

ドライエッチング装置



## 信頼性試験

### 1. グロスリークテスト

電子部品（IC、LSI など）電子装置の気密性の確認テストです。このテスト方法にフッ素系不活性液体™ FC-40、43、72 を使用することは、米軍規格（MIL-STD、883C、750B、202E）に規定されています。FC-40 あるいは FC-43 でリークテストを行いますと、リークの大きさが  $10^{-3}$  atm cc/sec まで検出できます。さらに検査精度を上げる場合には、FC-72 を併用すると  $10^{-5}$  atm cc/sec までのリークが確認できます。

2. サーマルショックテスト
3. リキッドバーンインテスト
4. 恒温槽
5. 耐電圧テスト

フッ素系不活性液体は不活性な液体ですので、電子部品に直接液が触れても腐蝕や変質の心配が極めて少なく、テスト後のデバイスの洗浄が不要であることから、広くテストバス用途に媒体として使用されています。



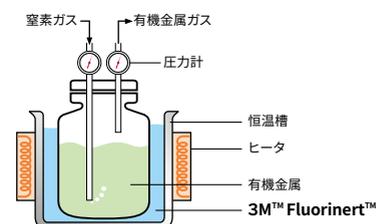
グロスリークテスト

## その他

1. 工場廃熱回収用バイナリー発電の作動液
2. ヒートパイプの作動液
3. 絶縁ガス
4. 電子部品保存液

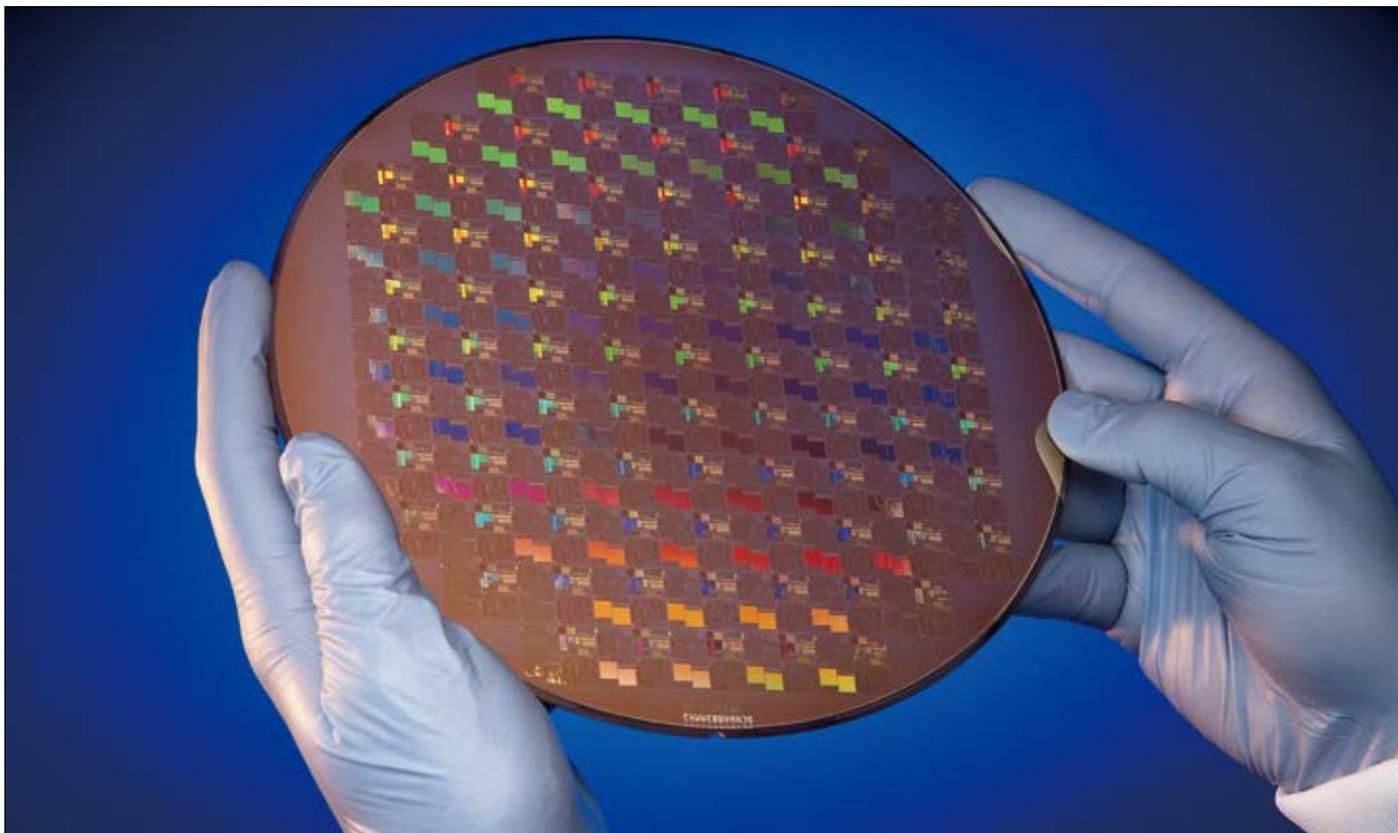
#### 装置概念図

MOCVD 恒温槽



# 3M™ Fluorinert™

## Inert Liquids



3M™ Fluorinert™ フッ素系不活性液体についてのお問い合わせは、下記へどうぞ  
「本資料の内容は、改良のため予告なく変更することがありますので、ご了承ください。」

発行：2017年8月

販売特約店

各種数値は参考値であり、保証値ではありません。仕様及び外観は、予告なく変更されることがありますのでご了承ください。本書に記載してある事項、技術上のデータ並びに推奨は、すべて当社の信頼している実験に基づいていますが、その正確性若しくは完全性について保証するものではありません。使用者は使用に先立って製品が自己の用途に適合するか否かを判断し、それに伴う危険と責任のすべてを負うものとします。売主及び製造者の義務は、不良であることが証明された製品を取り替えることに限定され、それ以外の責任は負いません。本書に記載されていない事項若しくは推奨は、売主及び製造者の役員が署名した契約書によらない限り、当社は責任を負いません。

3M、Fluorinert、フロリナートは3M社の商標です。

# 3M

スリーエム ジャパン株式会社  
電子用製品事業部

[https://www.3mcompany.jp/3M/ja\\_JP/novec-jp/](https://www.3mcompany.jp/3M/ja_JP/novec-jp/)

Please Recycle. Printed in Japan.  
© 3M 2019. All Rights Reserved.

EMS-198-Y(0119)

カスタマーコールセンター

製品のお問い合わせはナビダイヤルで

 **0570-022-123**

8:45～17:15 / 月～金（土日祝年末年始は除く）  
全国どこからでも市内料金でご利用いただけます