

7. カルレッツ®の物理的特性

	0040	0090	1050LF	4079	6005	6190	6230	6236	6375	6375UP	6380	6880	6885	7075	7090
引張り強さ ⁽¹⁾															
MPa	13.7	19.5	18.6	16.9	14.2	20.8	15.1	21.5	15.1	15.1	15.9	12.0	17.9	17.9	22.8
100%モデュラス ⁽¹⁾															
MPa	6.6	14.2 ⁽⁴⁾	12.4	7.3	2.4	6.4	7.2	17.8	7.2	7.2	6.9	2.5	7.6	7.6	15.5 ⁽⁴⁾
破断時の伸び															
%	180	80	125	150	255	234	160	142	160	160	160	230	160	160	75
硬度デュロメーター															
A±5	70	95	82	75	69	73	75	90	75	75	80	70	75	75	90
圧縮永久歪 ⁽²⁾															
常温で70時間															
%			30	22											
204°Cで70時間															
%	41 ⁽⁵⁾	40 ⁽⁵⁾	35	25	15 ⁽³⁾	20	30	35 ⁽³⁾	30	30	40	16	15	15	12

	8002	8085	8475	8575	8900	9100	9300	9500	LS205
引張り強さ ⁽¹⁾									
MPa	16.0 ^{***}	16.3	11.35	12.0	16.2	11.85	11.24	11.29	21.11
100%モデュラス ⁽¹⁾									
MPa	2.9 ^{**}	7.5	2.2	2.5	11.72	4.3	4.65	5.67	7.57
破断時の伸び									
%	246	159	225	230 [*]	121	220	208	176	170
硬度デュロメーター									
A±5	69 ^{**}	82	72 [*]	74 [*]	83	68	74	75	75
圧縮永久歪 ⁽²⁾									
常温で70時間									
%									
204°Cで70時間									
%	15 [*]	42	23 [*]	16	14	17	28	22	21

⁽¹⁾ASTM D412,500mm/min.

⁽²⁾ASTM D395B pellets

⁽³⁾200°C×22時間

⁽⁴⁾50%モジュラス

⁽⁵⁾200°C×70時間

*AS-2140リング

** JIS 6253のスラブによるテスト

*** JIS 625ダンベルテスト

*ASTM D412ダンベル202/m²

*JIS6253のスラブによるテストJIS

比重	1.9~2.0	熱伝導率	50°C 0.19W/m・k
摩擦係数 (カルレッツ® 対スチール)	0.25~0.60 (グレートで異なる)		100°C 0.19W/m・k
			200°C 0.19W/m・k
			300°C 0.19W/m・k
線膨張係数(25~250°C)	2.3~3.6×10 ⁻⁴ /°C	電気特性	誘電率 1000Hz 4.9
比熱	50°C 0.226cal/g		誘電正接 1000Hz 5×10 ⁻³
	100°C 0.233cal/g		体積抵抗率 約10 ¹⁴ ~10 ¹⁷ Ω・cm
	150°C 0.252cal/g		耐電圧 17.7/kV/mm以上

※熱膨張の注意点:カルレッツ®を高温使用される場合、熱膨張による体積増加を十分にご考慮ください。

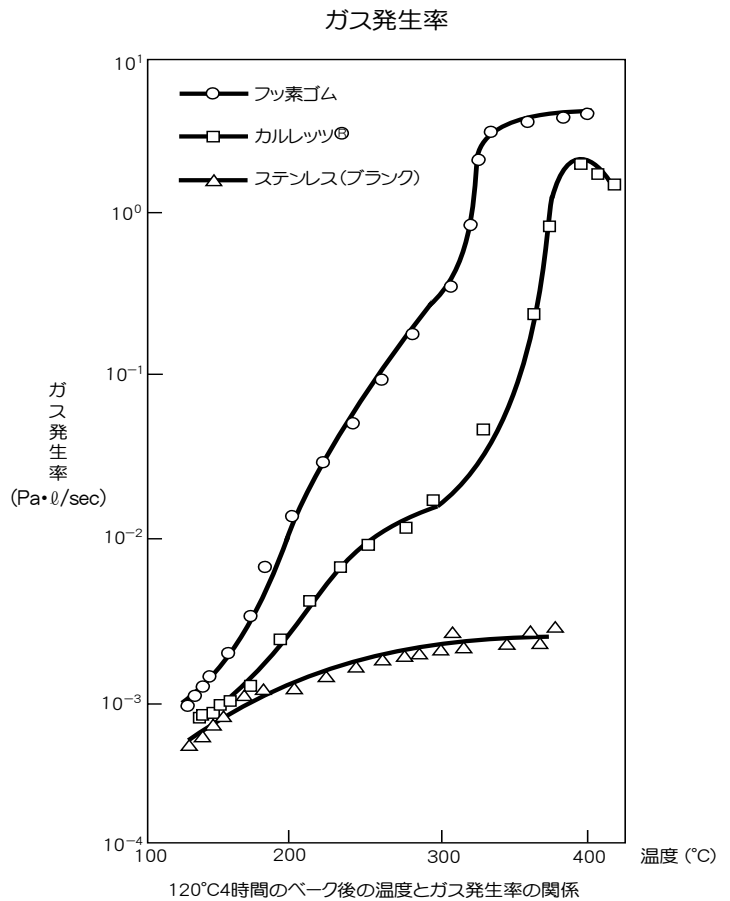
カルレッツ®使用上の注意:高温・高圧下の熱水・スチームに対して御使用の際は、必ず御試験下さい。

カルレッツ®は高温シール部に多く使われています。シール材の熱安定性を見る方法として、TGA法、TEA法がありますが、TGA法によるとカルレッツ®の熱分解ピーク最大点は、490°C±15°Cであり、400°Cでの分解ガス化量は1.5%以下となっています。

また、TEA法によれば熱分解のはじまるのは、315°C以上の高温であると判断できます。このようにカルレッツ®は、他のいかなるエラストマーよりも熱に対して安定しています。そのため、ガス発生量も他のエラストマーと比較すると少なくなっています。

図は、カルレッツ®のガス発生率を、ふっ素ゴム、ステンレス(ブランク)と比較したものです。各サンプルは、テスト前に4時間のベーキング処理を行っています。このテストによると、カルレッツ®は、ふっ素ゴムと比べて非常に低いガス発生率となっています。

また、30°C以下では、ステンレスとかなり近い値となっていることがわかります。



9. カルレッツ®のガス透過特性

超高真空用シール材を選定する際、ガスの透過性は選定の判断材料の重要なポイントとなります。ガス透過性は、ある一定温度、圧力のもとで、ガスがエラストマーを通過する量をもとに決められます。ガスの透過はさまざまなファクターに依存する複雑な現象です。

ファクターとは例えば

- エラストマーの化学的構造
- ガスの特徴
- ガスとエラストマーの構造が似ているか似ていないか
- 温度
- 圧力

表はカルレッツ®及び他のエラストマー、ふっ素樹脂のガスの透過率です。カルレッツ®は真空用シール材として比較的良好なガス透過性を示しています。

材質	窒素	酸素	ヘリウム	アルゴン	二酸化炭素
カルレッツ®4079	0.3	1	11.2	0.68	2.53
カルレッツ®2037	0.42	1.71	14.5	0.76	3.53
バイトン®A	0.09	0.23	3.05	—	—
バイトン®GF	0.21	0.42	4.39	—	—
EPDM	0.83	2.11	3.36	—	—
シリコーンゴム	28	60	34	68	323
テフロン®PFA	0.17	0.53	—	—	1.36

単位: 10⁻⁹cm³・cm/sec・atm²・cmHg

一般的にシール材として用いられるエラストマーには、機械的強度増すために、充填材としてカーボンブラックもしくは金属酸化系顔料(白色が多い)が含まれています。シール材がプラズマにさらされるとシール材から異物が発生しますが、これは、この充填剤と密接な関係があります。白色顔料を充填剤として用いられるタイプは、シール材表面に容易にパーティクル源をプラズマ照射により作ってしまいます。クリアカルレッツ®8001は、充填剤を含んでいないので、真空チャンバーに対するパーティクルの発生は非常に少ないと考えられます。

図1には、クリアカルレッツ®8001と他社製パーフロロエラストマー(白色顔料充填)の実際に装置にシール材として装着した時の、ウエハー上のパーティクルの発生量を示しました。

クリアカルレッツ®8001は、パーティクルの発生が非常に少ないことがわかります。

図2、3には、クリアカルレッツ®と他社製ノンフィラーパーフロロエラストマー(顔料無充填)に酸素プラズマを照射した時の重量減少のグラフと、照射後の表面のSEM写真を示しましたが、クリアカルレッツ®は重量減少も、表面の劣化状態も他社製ノンフィラーパーフロロエラストマーよりも優れています。

図1 シリコンウエハー上のパーティクル数

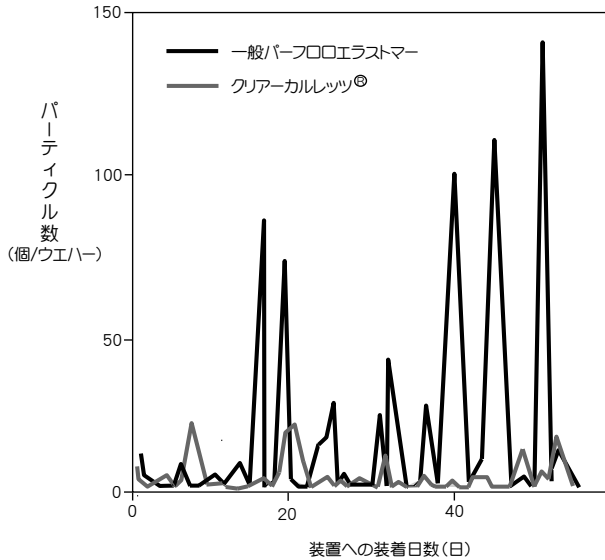


図2 酸素プラズマ照射による重量減少

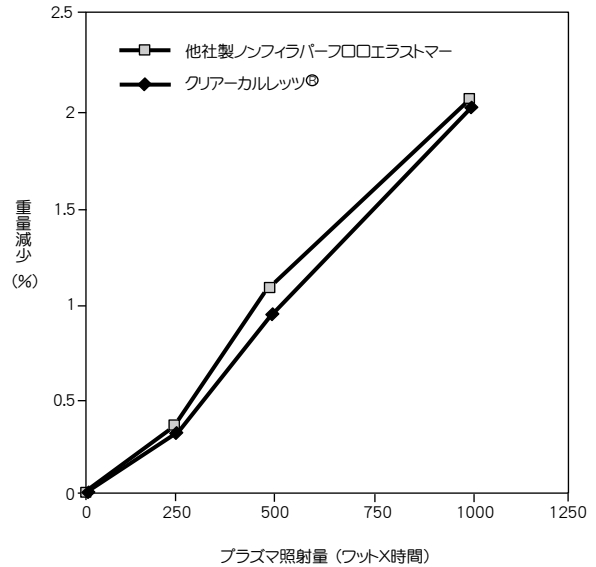
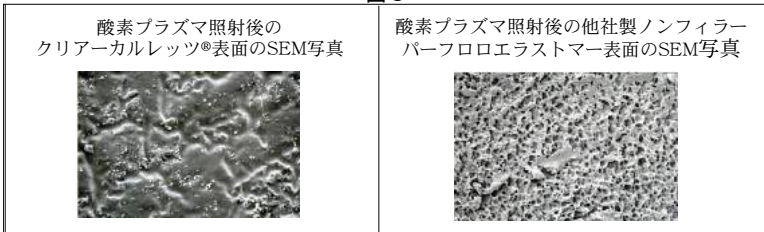
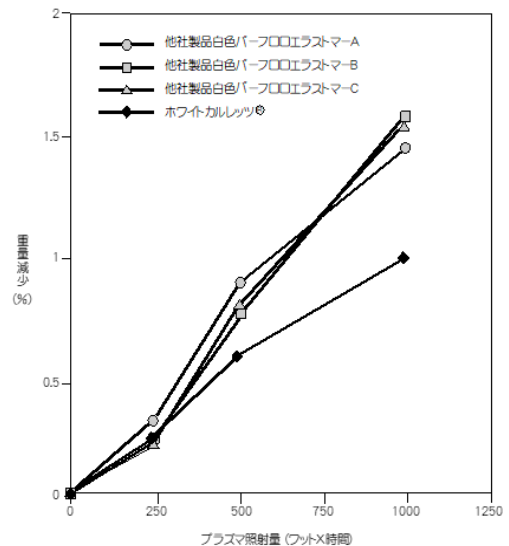


図3



酸素プラズマ照射による重量減少



プラズマ雰囲気下におけるシール材の重量減少は、シール材の寿命を判断する目安となります。

図は、酸素プラズマ雰囲気下での、ホワイトカルレッツ®と他社製白色パーフロロエラストマーとの重量減少を示しました。

ホワイトカルレッツ®は、酸素プラズマ雰囲気下で優れた耐プラズマ特性を持っています。

11. 浸漬テストの状況例

次頁に記載されたカルレッツ®製部品についての情報は、弊社ラボでのテストに基づくものです。これらのテストの結果は、カルレッツ®が、耐熱性、耐薬品性において、他のエラストマーより明らかにすぐれた特性をもっていることを示していますが、個々の用途については研究室では作り出せない条件もあり、したがってお客様のあらゆる用途について保証することは不可能です。このため、使用に際しては、個々の用途に対して、使用のまえに、独自に機能テストを行うようおすすめします。カルレッツ®製部品の破損が、大きな損害や負傷をひきおこす可能性がある場合は、独自の機能試験を行うことが特に重要になります。エラストマー製の部品は、どれをとっても永久に使用できるものではありません。したがってカルレッツ®製の部品といえども、上記のような重大な応用分野で使用する場合は、定期的な点検と交換を忘れないよう、十分にお気をつけください。

薬品名	薬品英名	浸漬温度 (°C)	浸漬時間 (h)	4079での 評価	他のカルレルツツ®と その評価	ふっ素ゴムでの 評価	
(酸)		(Acids)					
塩酸30%	Hydrochloric Acid (30%)	70	70	A	—	—	
ふっ化水素酸(混合溶液)4.8%	Hydrofluoric Acid Mixture (4.8%)	85	240	C	6375	B	
硫酸70%	Sulfuric Acid (70%)	200	672	A	—	—	
硫酸70%	Sulfuric Acid (70%)	100	70	A	6375	A	
硫酸100%	Sulfuric Acid (100%)	150	70	A	6375	A	
硝酸70%	Nitric Acid (70%)	90	70	A	6375	B	
硝酸70%	Nitric Acid (70%)	85	70	A	—	—	
氷酢酸	Acetic Acid (Glasial)	100	70	A	—	B	
トリクロロ酢酸10%	Trichloro Acetic acid (10%)	40	720	—	6375	B	
トリフルオロ酢酸	Trifluoro Acetic Acid	50	70	C	—	—	
安息香酸	Benzoic Acid	168	168	B	6375	B	
ほう酸	Boric Acid	40	720	—	6375	A	
(アルカリ)		(Alkalines)					
苛性ソーダ30%	Sodium Hydroxide (30%)	85	70	A	6375	A	
水酸化アンモニウム	Ammonia Hydroxide	100	70	C	1050LF	A	
アンモニア溶液	Aqua Ammonia (28%)	50	168	-	6375	A	
(ケトン、エステル、エーテル)		(Ketones, Esters, Ethers)					
酢酸ブチル	Butyl Acetate	22	800	A	—	—	
酢酸エチル	Ethyl Acetate	70	70	A	6375	A	
t-ブチルメチルエーテル	Methyl Tertiary Butyl Ether	40	70	A	6375	A	
テトラヒドロフラン(THF)	Tetra Hydrofuran	56	70	A	6375	A	
アセトン	Aceton	50	168	-	6375	A	
メチルエチルケトン(MEK)	Methyl Ethyl Ketone	70	70	A	6375	A	
メチルイソブチルケトン(MIBK)	Methyl Isobutyl Ketone	22	800	A	—	—	
ブチルセロソルブ	Buthyl Cellosolve	22	800	A	—	—	
DOP	Diocetyl Phthalate	50	70	A	—	—	
ブチルアルデヒド	Butyraldehyde	50	168	-	6375	A	
ブチルアルデヒド	Butyraldehyde	60	70	B	6375	A	
(ニトリル)		(Nitriles)					
アニリン	Aniline	100	70	A	6375	A	
ジエタノールアミン	Diethanolamine	100	70	A	6375	A	
エチレンジアミン	Ethylene Diamine	50	70	A	—	—	
エチレンジアミン	Ethylene Diamine	90	70	C	1050LF	B	
エチレンジアミン	Ethylene Diamine	100	70	D	1050LF	B	
ヘキサメチレンジアミン	Hexamethylene Diamine	90	70	C	1050LF	B	
モノエタノールアミン	Monoethanol Amine	150	70	-	1050LF	B	
モノエタノールアミン	Monoethanol Amine	100	70	B	1050LF	A	
N-メチル-2-ピロリドン	N-Methyl-2-Pyrrolidone	90	70	B	7090	A	
トリエタノールアミン	Triethanol Amine	22	800	A	—	—	
ジメチルホルムアミド	Dimethyl Formamide	100	70	A	7090	A	
(炭化水素)		(Hydrocarbons and hydrogenated hydrocarbons)					
ベンゾイルクロライド	Benzel Chloride	90	70	A	1050LF	B	
ブタジエン	Butadiene	100	336	D	1050LF	C	
フロン113	Freon 113	50	168	-	6375	D	
メチレンクロライド	Methylene Chloride	50	70	A	6375	B	
メチレンクロライド	Methylene Chloride	40	70	A	6375	A	
メチレンクロライド	Methylene Chloride	50	168	-	6375	A	
O-ジクロロベンゼン	Ortho Dichloro Benzene	50	168	-	6375	A	
O-ジクロロベンゼン	Ortho Dichloro Benzene	100	70	A	6375	A	
トルエン	Toluene	22	800	A	—	—	
トルエン	Toluene	50	168	-	6375	A	
塩化トルエンスルホニル	Toluene Sulphonyl Chloride	90	70	C	1050LF	A	
トリクロロトリフルオロエタン	Trichloro-Trifluoroethane	50	70	C	—	—	
キシレン	Xylene	22	800	A	—	—	
(アルコール)		(Alcohols)					
エチレングリコール	Ethylene Glycol	150	70	A	6375	A	
イソブチルアルコール	Isobutyl Alcohol	22	800	A	—	—	
メチルアルコール	Methyl Alcohol	50	168	-	6375	A	
フェノール	Phenol	50	168	-	6375	A	
フェノール	Phenol	90	70	A	6375	A	
フェノール	Phenol	100	70	A	—	—	
プロピレングリコール	Propylene Glycol	40	720	—	6375	A	
(その他)		(Others)					
ダウサムG	DowthermG	232	168	A	6375	A	
エチレンオキサイド	Ethylene Oxide	50	70	D	1050LF	A	
ガソリン	Gasoline	40	672	A	6375	A	
モービル254	Mobil 254 Lube Oil	200	70	A	—	B	
モービル254	Mobil 254 Lube Oil	230	336	A	—	C	
モービルジェットII	Mobil Jet II Lube Oil	230	336	A	—	C	
プロピレンオキサイド	Propylene Oxide	50	70	C	6375	B	
ASTM標準オイルNo.3	Reference Oil3, ASTM	100	166	A	—	—	
シードロ500-B4	Syldo 500-B4	125	70	B	1050LF	A	
ストーファー7700オイル	Stouffer 7700 Oil	175	70	A	—	—	
水蒸気	Steam	200	168	—	6375	B	
サーミノール55	Therminol 55	232	70	A	6375	B	
サーミノール65	Therminol 65	232	70	A	6375	B	
タービンオイル	Turbine Oil MIL-L-7808	177	70	A	—	B	
タービンオイル	Turbine Oil MIL-L-7808	260	70	A	—	C	
バルクレーン1	Valclene 1	40	720	—	6375	B	
水	Water	225	70	B	6375	A	
エピクロロヒドリン	Epichlorohydrin	100	70	D	6375	B	

A:体積膨張率 5%以内 B:体積膨張率 5~20%以内 C:体積膨張率 20~50% D:体積膨張率 50%以上 ※浸漬テスト用サンプルにて必ずご確認ください。