



EVERFLON™ PFA

기능 가이드

Polyfluoroalkoxy

EVERFLON ACADEMIC

소개

에버플론™ PFA는 테트라플루오로에틸렌(C₂F₄)과 퍼플루오로알콕시에틸렌의 공중합체입니다. 아래 그림에서 볼 수 있듯이, 에버플론™ PFA의 기본 구조에서 모든 탄소 원자는 불소 원자와 강하게 결합되어 있습니다.

결과적으로, 에버플론™ PFA는 넓은 온도 범위에서 우수한 화학적, 전기적, 기계적 및 표면 특성을 나타냅니다. 또한, 에버플론™ PTFE와 비교했을 때, 용융 상태에서 유동성이 뛰어나 사출, 압출, 블로우 성형, 트랜스퍼 성형 및 기타 용융 가공 방법에 적합합니다.

본 기술 브로셔는 에버플론™ PFA의 특성을 활용하는 다양한 응용 분야를 개발하는 데 도움을 주기 위해 제공됩니다. 이 문서에는 에버플론™ PFA의 재료 특성에 대한 포괄적인 정보와 성형 공정에서 이 수지를 사용하는 방법에 대한 정보가 포함되어 있습니다.

시판 중인 Everflon™ PFA 불소수지

Everflon™ PFA	수지 특성	용도
403/S	성형 및 압출용 저 MFR 수지	튜브 파이프 라이닝 필름 사출/블로우 성형 부품
410/S	성형 및 압출용 중 MFR 수지	박막 전선 절연재 정밀/소형 사출 성형 부품
420/S	사출 및 압출용 고 MFR 수지	튜브 전선 및 케이블 사출 성형 부품
430/S	사출 및 압출용 초고 MFR 수지	박막 전선 절연재 정밀/소형 사출 성형 부품
GC403	성형 및 압출용 고응력 균열 저항성을 갖춘 저 MFR 수지	튜브 및 파이프 성형 부품 및 라이닝 고순도 응용 분야의 용기 및 화학 물질 공급 시스템용 시트 라이닝
GC410	성형 및 압출용 중 MFR 수지	고순도 응용 분야의 사출 성형 부품 및 튜브
GC420	성형 및 압출용 고 MFR 수지	고순도 응용 분야의 사출 성형 부품(예: 피팅, 밸브 본체, 필터 하우징)
GC430	사출 및 압출용 초고 MFR 수지	박막 전선 절연재 정밀/소형 사출 성형 부품
C403	저 MFR 정전기 방지 수지	정전기 방지 성능이 요구되는 튜브, 라이닝 및 성형 부품
C410	중 MFR 정전기 방지 수지	정전기 방지 성능이 요구되는 케이블, 튜브, 라이닝 및 성형 부품
C420	고 MFR 정전기 방지 수지	정전기 방지 성능이 요구되는 케이블, 튜브, 라이닝 및 성형 부품 성능
CC04	PFA 순수 수지를 함유한 착색제	케이블, 튜브, 라이닝 및 다양한 색상의 성형 부품에 적합
JP04	특수 용도용 분말	컴파운드 및 압축 성형에 이상적
GS04	고순도 유동성 로토몰딩 및 로토라이닝 분말	중공 부품 복잡한 형상 라이닝

Everflon™ PFA의 특징

탁월한 지속적인 기계적 강도

-200°C에서 +260°C에 이르는 넓은 온도 범위에서 에버플론™ PFA는 기계적 강도를 유지하며, 이 온도 범위 내에서 제품은 안정적인 형태를 유지합니다.

탁월한 내화학성

대부분의 용제에 내성을 갖는 에버플론™ PFA는 화학 물질과 함께 사용할 때 매우 안정적인 소재입니다.

탁월한 전기적 특성

매우 낮은 유전 상수와 유전 탄젠트를 나타내는 에버플론™ PFA는 탁월한 전기 절연 소재로, 전자 분야의 신뢰성 향상에 기여해 왔습니다.

탁월한 불연성

에버플론™ PFA는 95% 이상의 산소 지수 값을 가지는 불연성 소재로, 다양한 분야에서 널리 사용되고 있습니다.

탁월한 표면 특성

낮은 마찰력, 비점착성, 발수 및 발유성 등 탁월한 표면 특성을 지닌 에버플론™ PFA는 높은 신뢰성을 자랑하며 유체 흐름에 대한 저항이 낮습니다.

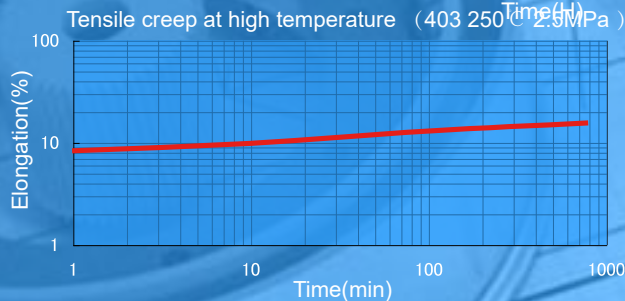
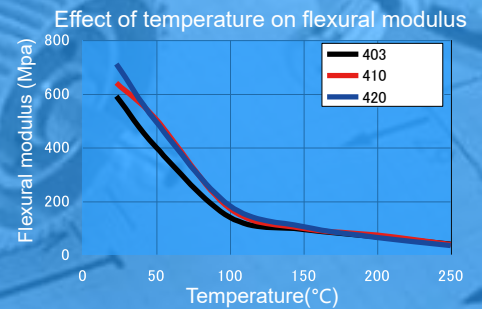
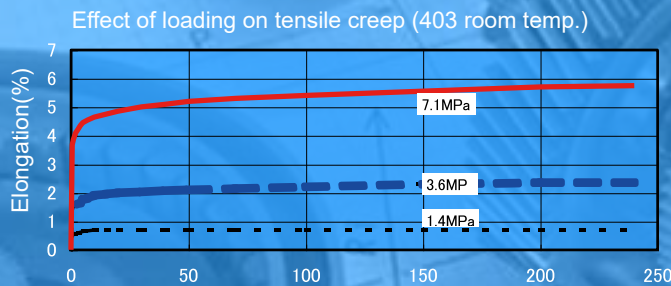
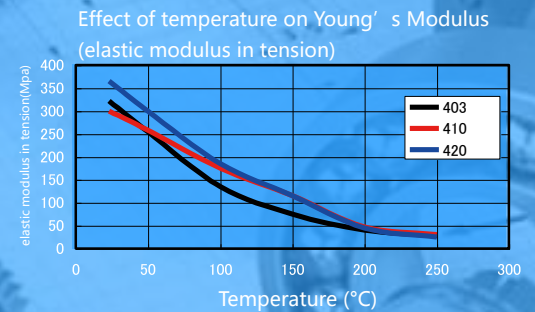
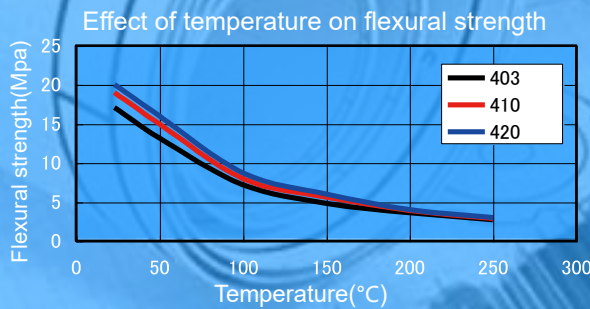
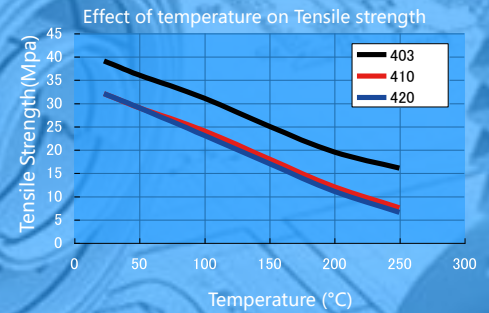
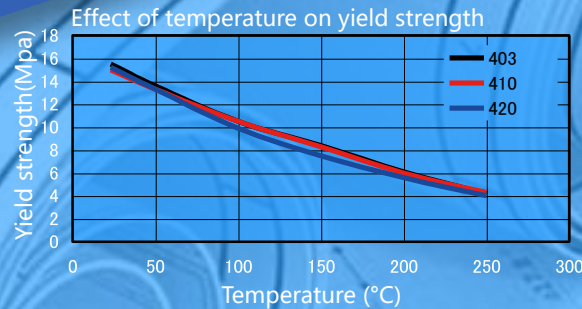
탁월한 내후성

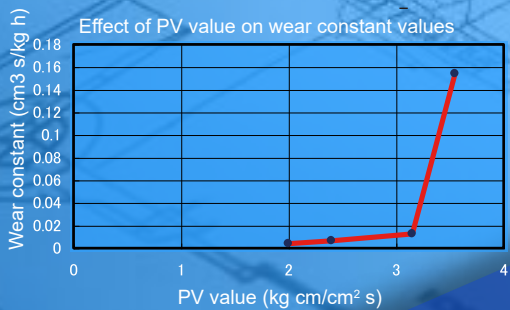
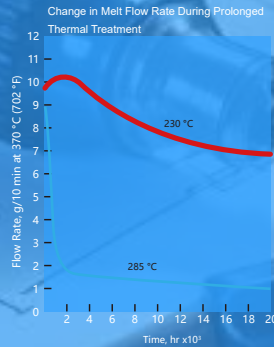
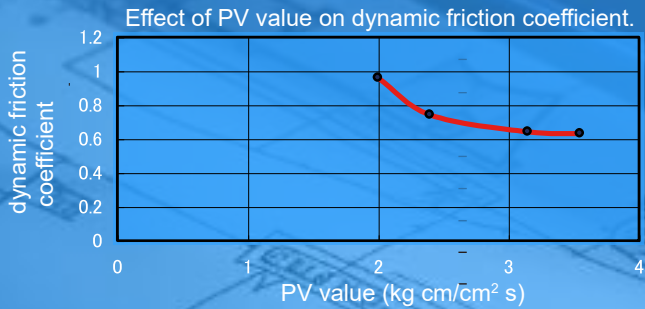
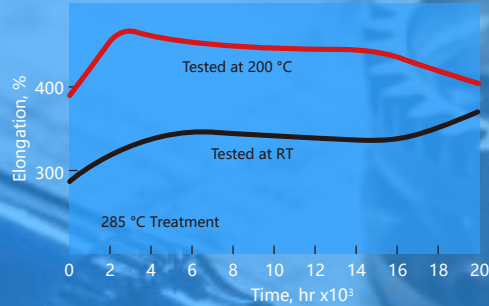
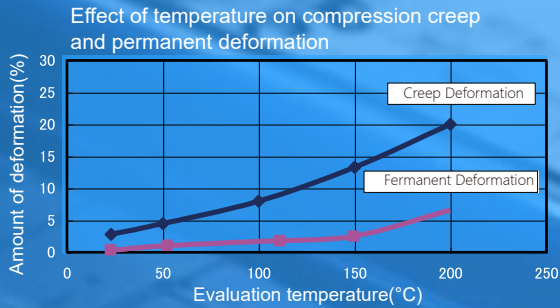
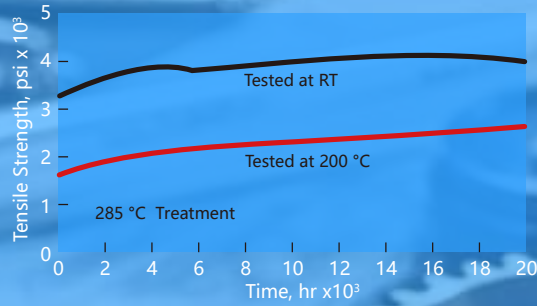
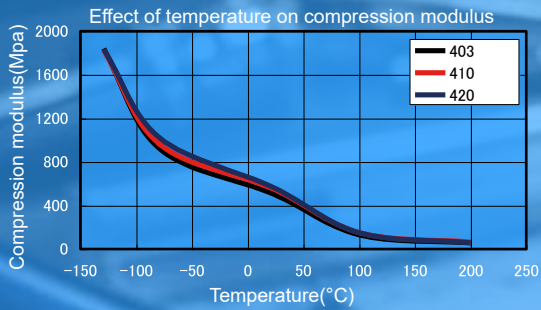
Everflon™ PFA는 직사광선, 강풍, 배기가스 등 다양한 환경 조건에도 성능 저하나 열화 없이 견뎌냅니다. 장기간 야외에 노출된 후에도 그 특성이 손상되지 않습니다.

Everflon™ PFA의 특성

	Property	Unit	ASTM standard	403	410	420	430
물리적 특성	녹는점	°C	--	305-315			
	MFR	g/10min		1-3	6-12	20-30	35-45
	비중	--	D792	2.12-2.17			
기계적 특성	인장 강도(23°C)	MPa	D638	30	28	24	22
	250°C			16	8	7	
	신장률(23°C)	%	D638	380	350	330	300
	250°C						
	충격 강도	kg-cm/cm (J/M)	D256A	No Break			
	경도(도르미터)	--	D1706	D60			
	굽힘 탄성률	10 ³ kg/cm ² (GPa)	D790	5.5 0.54	6.3 0.62	6.5 0.64	6.5 0.64
	굽힘 수명(MIT)	Times	D2176	500,000	20,000	10,000	10,000
열적 특성	열전도율	10 ⁻⁴ cal/cm/sec °C	C177	6.0			
	비열	cal/°C.g		0.25			
	선형 열팽창 계수	10 ⁵ °C	D696	14		15	15
	볼 압력 온도	°C		230			
	최대 사용 온도	°C		260			
	전기적 특성	체적 저항률	Ω-cm	D257	>10 ¹⁷		
표면 저항률		Ω	D257	>10 ¹⁷			
유전 상수		60Hz	D150	< 2.1			
		10 ³ Hz					
		10 ⁶ Hz					
		10 ⁹ Hz					
유전 탄젠트		60Hz	D150	< 0.0003			
	10 ³ Hz						
	10 ⁶ Hz						
아크 저항	S	D495	>300				
기타	흡수율	%	D570	< 0.03			
	난연성	--	UL94	V-0			
	산소 지수	--	D2863	>95			

기계적 특성





데이터 허브

충격 강도(ASTM D256)

노치 아이조드 충격 시험은 플라스틱의 충격 강도를 평가하는 방법입니다. 이 시험에서는 노치가 있는 플라스틱 조각에 충격을 가하고 파괴 시 흡수되는 에너지량을 측정합니다. Everflon™ PFA는 상온에서 파손되지 않습니다.

Unit: J/m

Temperature	403	410	420
-40 °C	700	680	570
25 °C	No breakage	No breakage	No breakage

Test piece: 64*12.7*3.2mm

극저온 영향

액체 질소 온도에서 수행된 시험 결과, Everflon™ PFA 불소수지는 극저온 환경에서도 우수한 성능을 나타내는 것으로 확인되었습니다.

Property	ASTM Method	Unit	Value	
			상온, 23°C	극저온, -196°C
항복 강도	D1708	MPa (psi)	15 (2,100)	No Yield
최대 인장 강도	D1708	MPa (psi)	18 (2,600)	129 (18,700)
신장률	D1708	%	260	8
굽힘 탄성률	D790-71	MPa (psi)	558 (81,000)	5,790 (840,000)
노치 아이조드 충격 강도	D256-72	J/m (ft-lb/in)	No Break	64 (1.2)
압축 강도	D695	MPa (psi)	24 (3,500)	414 (60,000)
압축 변형률	D695	%	20	35
탄성 계수	D695	MPa (psi)	69 (10,000)	4,690 (680,000)

접착력

Everflon™ PFA 불소수지는 박막 열용융 접착제로 사용될 때 다양한 내열성 기관에 강력하고 내수성이 뛰어난 접착력을 제공합니다. 금속, 유리 및 기타 내열성 재료를 이 기술을 사용하여 접착할 수 있습니다.

굴곡 수명(MIT 방법 ASTM D2176)

MIT 방법을 사용하여 PFA의 굴곡 수명을 측정하여 응력 균열 저항성을 간단하게 평가했습니다. 시험편은 1.25mm * 130mm * 0.23mm 크기의 짧은 스트랩으로, 파손될 때까지 분당 175회씩 $\pm 135^\circ$ 까지 구부렸습니다. 굴곡 횟수를 기록했습니다. 결과에 따르면 Everflon™ PFA는 다른 회사에서 제조한 유사 등급보다 수명이 더 깁니다.

Grade	403	410	420
Cycles	50×10^4	2.5×10^4	1.8×10^4

경도

Everflon™ PFA 불소수지 경도는 55~57 듀로미터입니다. 이 결과는 ASTM D2240에 따라 압축 성형 패넬을 사용하여 수행한 시험에서 얻은 것입니다.

열 노출

Everflon™ PFA 불소수지는 최대 260°C의 온도에서 연속 사용이 가능합니다. 하지만, Everflon™ PFA 불소수지 판, 인장 시험편 및 코팅 와이어를 285°C에서 장기간 열처리한 결과, 이 수지는 기계적 또는 전기적 특성 저하 없이 해당 온도에 지속적으로 노출될 수 있음을 보여줍니다.

마모 및 마찰 데이터

Everflon™ PFA 불소수지는 베어링 및 쉘과 같은 기계적 응용 분야에서 성능 수준(무충진)을 나타내기 위해 마찰 및 마모 시험을 수행했습니다. 시험은 AISI 1018, Rc20, 16AA 강재를 사용하여 0.7 MPa(100 psi)의 압력으로 성형된 스텝 베어링에서 수행되었으며, 윤활 없이 대기 조건에서 진행되었습니다.

Velocity, ft/min	Wear Factor, $K \times 10^{-10}$	Dynamic Coefficient of Friction	Duration, hr
3	1,591	0.210	103
10	1,837	0.214	103
30	983	0.229	103
50	694	0.289	103

화학적 특성

에버플론™ PFA 불소수지 (fluoropolymer resins)는 화학 물질에 노출된 후에도 높은 수준의 기계적 성능을 유지하는 것으로 알려져 있습니다. 특히, 완전 불소화된 에버플론™ PFA 불소수지 시리즈는 반응성 말단기가 없어 화학적 불활성이 가장 높은 것으로 알려져 있습니다.

- 화학 공정에서 흔히 접하는 화학 시스템에 의해 분해되지 않습니다.

- 다음과 같은 물질에 대해 불활성입니다.

- 강산 - 무기염기 - 무기산화제 - 염 용액

- 또한 다음과 같은 유기 화합물에 대해서도 불활성입니다.

- 유기산 - 무수물 - 방향족 화합물 - 지방족 탄화수소 - 알코올 - 알데히드 - 케톤 - 에테르 - 에스테르 - 염화탄소 - 불화탄소 - 위의 화합물들의 혼합물

다른 과불화화 제품과 마찬가지로, Everflon™ PFA 불소수지 (플루오로폴리머)는 불소를 함유하는 특정 할로젠화 착물에 의해 침식될 수 있습니다. 여기에는 삼불화염소, 삼불화브롬, 오불화요오드 및 불소 자체가 포함됩니다. Everflon™ PFA 불소수지 (플루오로폴리머)는 특히 용융 상태에서 나트륨이나 칼륨과 같은 금속에 의해서도 침식될 수 있습니다. 미세하게 분쇄된 불소수지를 알루미늄, 마그네슘, 바륨과 같은 미세하게 분쇄된 금속과 혼합할 때는 각별한 주의를 기울여야 합니다. 이러한 금속들은 점화되거나 고온으로 가열될 경우 격렬하게 반응할 수 있기 때문입니다. 또한, 암모니아나 나프탈렌(각각의 용매에서)과 이러한 금속들이 형성하는 특정 착물 역시 제품을 손상시킬 수 있습니다.

실제로, 이러한 착물은 Everflon™ PFA 불소수지 필름이나 튜브에 접착 가능한 표면을 제공하는 데 사용됩니다. 보란(B₂H₆), 염화알루미늄(AlCl₃)과 같은 특정 금속 수소화물 및 특정 아민류도 고온에서 불소탄소 수지를 손상시키는 것으로 관찰되었습니다.

Everflon™ PFA 불소수지로 제조된 제품의 고장은 주로 다양한 화학 물질이 제품 벽면에 흡수되는 물리적 손상(특히 온도 변화와 결합될 경우), 급격한 압력 변화, 그리고 기계적 충격에 의해 발생합니다.

표는 Everflon™ PFA 불소수지 시편을 무기화학 용액에 침지시킨 후 인장 시험 성능과 무게 증가량을 보여줍니다. 일반적으로 흔히 사용되는 무기 시약은 Everflon™ PFA 불소수지 시편의 인장 특성에 측정 가능한 영향을 미치지 않지만, 만약 영향을 미치는 경우 무게 증가 또는 감소가 관찰됩니다. 염화황은 특수한 경우로, 시편에 흡수되는 "하이브리드" 화합물로 인해 물성 유지율이 낮아집니다. 위의 모든 경우에서 화학적 분해 반응은 관찰되지 않았습니다.

또한 표는 Everflon™ PFA 불소수지 시편을 다양한 일반적인 유기 화합물에 노출시켰을 때 인장 특성 변화와 무게 증가량을 보여줍니다. Everflon™ PFA 불소수지는 동등하거나 더 우수한 내화학성을 나타냅니다.

이 데이터는 수지를 적시는 액체는 특히 고온으로 가열했을 때 무게 증가량이 크고 인장 강도 유지율이 낮아지는 경향이 있음을 보여줍니다. 에버플론™ PFA는 다른 무기산 및 염기, 유기 용제에 대한 내화학성이 뛰어납니다. 그러나 에버플론™ PFA는 PTFE 및 기타 불소수지와 마찬가지로 알칼리 금속(금속 나트륨) 및 불소와 반응하는 경향이 있다는 점에 유의해야 합니다.

화학적	Temp	일	균열 발생 횟수
비화학적 열 사이클		21	0/5
톨루엔	100°C	7	0/5
니트로벤젠	100°C	7	0/5
아세트페논	100°C	7	0/5
피클로로에틸렌	100°C	7	0/5
염화황	23°C	7	0/5
사염화탄소	75°C	7	0/5

Everflon™ PFA 시리즈 불소수지(168시간)에 대한 화학 침지 효과

화학물질	시험 온도		잔류율(%) 물리적 특성			
	°C	°F	Tensile	Elongation	% Weight Gain	
무기화학물질						
광물산	염산(농축)	120	248	98	100	0.0
	황산(농축)	120	248	95	98	0.0
	불화수소산(60%)	23	73	99	99	0.0
	발연황산	23	73	95	96	0.0
산화성 산	왕수	120	248	99	100	0.0
	크롬산(50%)	120	248	93	97	0.0
	질산(농축)	120	248	95	98	0.0
	발연질산	23	73	99	99	0.0
무기염기	수산화암모늄(농축)	66	150	98	100	0.0
	수산화나트륨(50%)	120	248	93	99	0.4
과산화물	과산화수소(30%)	23	73	93	95	0.0
할로젠	브롬	23	73	99	100	0.5
	브롬	59	138	95	95	0.5
	염소	120	248	92	100	0.5
금속염 용액	염화제이철	100	212	93	98	0.0
	염화아연(25%)	100	212	96	100	0.0
기타 무기물	염화황산	69	156	83	100	2.7
	클로로술포산	151	304	91	100	0.7
	인산(농축)	100	212	93	100	0.0

투과성

unit $\times 10^{-10} \text{cm}^3 \text{ cm/sec cm}^2 \text{ cmHg}$

	403	410	420
산소	4.4	3.6	3.6
질소	1.5	1.4	1.6

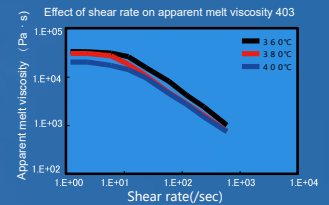
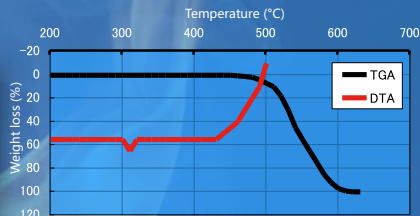
화학물질	시험 온도		잔류율(%) 물리적 특성			
	°C	°F	Tensile	Elongation	% Weight Gain	
유기화학물질						
산/무수물	빙초산	118	244	95	100	0.4
	무수 아세트산	139	282	91	99	0.3
	트리클로로아세트산	196	384	90	100	2.2
탄화수소	이소옥탄	99	210	94	100	0.7
	나프타	100	212	91	100	0.5
	미네랄 오일	180	356	87	95	0.0
	톨루엔	110	230	88	100	0.7
작용기 방향족 화합물	o-크레졸	191	376	92	96	0.2
	니트로벤젠	210	410	90	100	0.7
알코올	벤질알코올	205	401	93	99	0.3
	아닐린	185	365	94	100	0.3
아민	n-부틸아민	78	172	86	97	0.4
	에틸렌디아민	117	242	96	100	0.1
에테르	테트라하이드로퓨란	66	151	88	100	0.7
	벤즈알데히드	179	355	90	99	0.5
케톤 알데히드	시클로헥사논	156	312	92	100	0.4
	메틸에틸케톤	80	176	90	100	0.4
	아세토페논	202	396	90	100	0.6
	진한 인산	220	392	98	100	0.3
에스테르	디메틸프탈레이트	220	392	98	100	0.3
	n-부틸아세테이트	125	257	93	100	0.5
	트리-n-부틸포스페이트	200	392	91	100	2.0
염소화합물 용매	염화메틸렌	40	104	94	100	0.8
	퍼클로로에틸렌	121	250	86	100	2.0
	사염화탄소	77	171	87	100	2.3
고분자 용매	디메틸포름아미드	154	309	96	100	0.2
	디메틸설폭사이드	189	372	95	100	0.1
	다이옥산	101	214	92	100	0.6

열적 특성

열분해

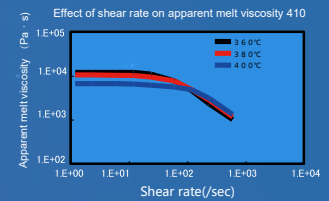
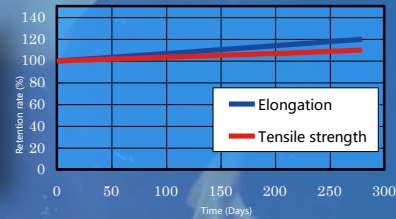
약 400°C까지 무게 손실 없이 우수한 열 안정성을 보였습니다.
또한, 700°C에서도 분해 잔류물이 남지 않았습니다.

	Unit: (°C)		
Grade	403	410	420
Initial weight loss	400	400	400
10% weight loss	510	510	510
50% weight loss	540	542	539



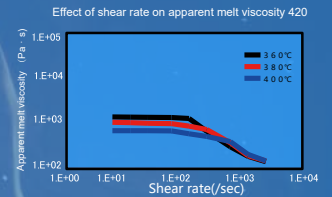
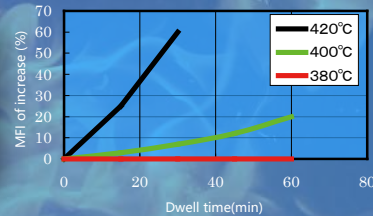
열 노화

280°C에서 280일 동안 유지한 후에도 인장 강도와 신장률은 실험 시작 시점의 값보다 높았습니다.



열 안정성

위 온도에서 지정된 시간 동안 유지한 후, 용융유동률(MFR)을 평가했습니다. 380°C에서 1시간 이상 유지한 후에도 수지의 용융유동률에는 변화가 없었습니다.



열변형 온도

이 온도는 0.45 MPa 및 1.81 MPa의 하중을 받는 시험편에 대해 온도를 2C/min의 속도로 상승시켰을 때 0.254 mm의 굽힘 변형이 나타나는 온도입니다.

열변형 온도(°C)

Loading	403	410	420
0.45MPa	91	92	93
1.81MPa	56	57	57

비카트 연화 온도

표시된 값은 직경 1 mm, 하중 1 kg의 바늘을 시험편 중앙에 놓고 온도를 50C/h의 속도로 상승시켰을 때 바늘이 시험편을 1 mm 관통하는 온도입니다.

403	410	420
287°C	281°C	270°C

선형 열팽창 계수

온도 범위 C	403	410	420
-100~-75	9	9	8
-75~-15	12	11	12
-15~100	14	14	15
100~150	16	16	17
150~210	21	21	21

전기적 특성

전기적 응용 분야로는 다양한 전선 구조, 히터 케이블, 두꺼운 벽 전선관, 케이블 외피 및 지구물리 탐사 케이블용 압출 코팅이 있습니다. Everflon™ PFA 불소수지 수지는 또한 사출 성형을 통해 전기 스위치 부품, 커넥터 인서트, 절연 부싱 및 스탠드오프 절연체로 제조됩니다.

유전 상수 및 유전 탄젠트(ASTM D150)

Everflon™ PFA 수지의 유전 상수는 넓은 주파수, 온도 및 밀도 범위에서 2.1 미만입니다.

Everflon™ PFA 불소수지 수지의 밀도는 2.13~2.17 범위에서 약간만 변하며, 유전 상수는 이 범위에서 약 0.03 단위만 변합니다. 이는 모든 고체 재료 중에서 가장 낮은 값 중 하나입니다. 습도는 Everflon™ PFA 불소수지 수지의 유전 상수에 거의 영향을 미치지 않습니다.

절연 강도

모든 Everflon™ PFA 불소수지 박막의 단기 절연 강도는 ASTM D149 규격에 따라 0.25mm(10mil) 두께의 필름에서 측정했을 때 80kV/mm (2,043V/mil)입니다.

FEP 수지 박막에서도 유사한 결과가 나타났으며, PTFE 필름의 경우 일반적으로 47kV/mm(1,200V/mil)로 측정되었습니다.

다른 불소수지와 마찬가지로 Everflon™ PFA는 코로나 방전 시 절연 강도가 감소합니다.

손상 계수

Everflon™ PFA 불소수지 박막의 손상 계수는 주파수와 온도에 따라 달라집니다. 저주파수($10^2 \sim 10^4$ Hz)에서 손상 계수는 온도가 높을수록 증가합니다. $10^4 \sim 10^7$ Hz 범위의 주파수에서는 손상 계수의 온도 변화가 미미합니다. 주파수가 10^6 Hz까지 증가함에 따라 손실 계수도 꾸준히 증가합니다. 이러한 증가는 상온에서 측정했을 때 가장 두드러집니다. 또한 약 3×10^6 Hz 부근에서 최대값이 나타나는 경향이 있습니다. Everflon™ PFA 불소수지 말단기의 완전 불소화 구조는 고주파수에서 손실 계수를 낮추는 효과를 가져옵니다. 따라서 Everflon™ PFA 불소수지는 고주파수에서 전기 절연 재료로 사용하기에 적합합니다.

전기 저항

불소수지(플루오로폴리머)의 체적 및 표면 저항률은 높으며 시간이나 온도에 영향을 받지 않습니다.

ASTM D257에 명시된 방법에 따라 Everflon™ PFA 불소수지의 체적 저항률을 측정할 결과 10^{18} ohm-cm 이상이었습니다. 표면 저항률 또한 10^{18} ohm/sq 이상이었습니다.

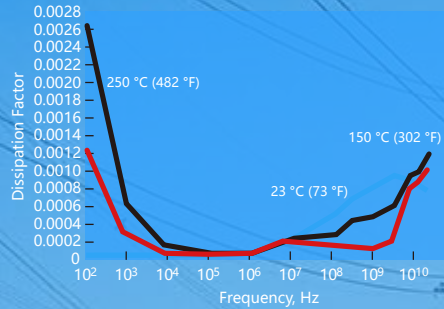
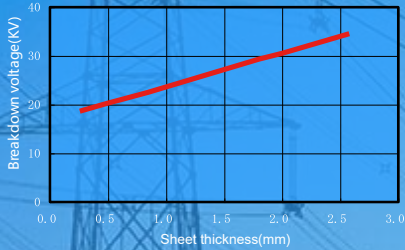
ASTM D495에 명시된 스테인리스강 전극을 사용한 시험에서 Everflon™ PFA 불소수지는 180초 동안 트래킹 현상이 관찰되지 않아 탄화된 전도성 경로를 형성하지 않음을 보여줍니다.

Effect of temperature on volume resistivity ASTM D257

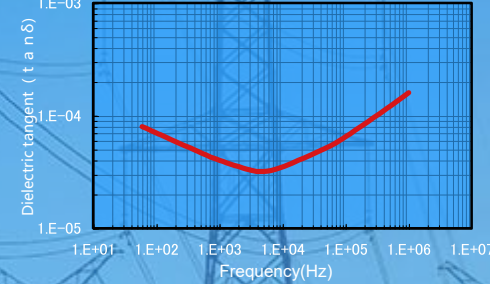
Temperature (°C)	23	50	100
Volume resistivity (Ωcm)	3×10^{17}	5×10^{17}	3×10^{17}

Insulation

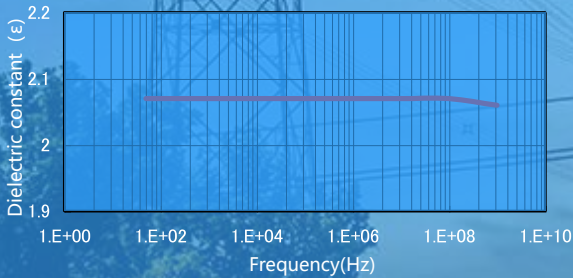
Dependence of insulation breakdown voltage on material thickness.



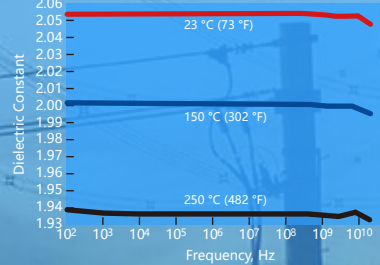
Effect of frequency on dielectric tangent



Effect of frequency on dielectric constant

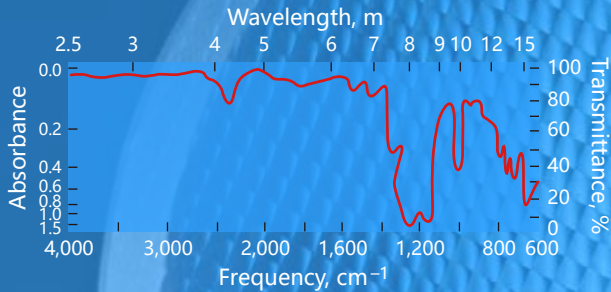


Dielectric Constant at Various Frequencies and Temperatures (by ASTM D150)



광학적 특성

필름 형태의 Everflon™ PFA 불소수지(플루오로폴리머)는 ASTM 측정 방법에 따라 측정했을 때 낮은 헤이즈(haze)를 나타내는 등 우수한 광학적 특성을 보입니다. 특정 파장에 대한 투과율(%) 값은 표에 나와 있습니다. Everflon™ PFA 불소수지 필름의 굴절률은 546nm 파장(녹색광) 및 실온에서 측정되었습니다. Everflon™ PFA 불소수지(플루오로폴리머)의 적외선 스펙트럼은 그림에 제시되어 있습니다. 이 "지문"은 다른 불소탄소 폴리머 중에서 해당 수지를 식별하는 데 유용하게 사용됩니다.



Property	Test Method	Value
굴절률	ASTM D542-50	1.350
헤이즈	ASTM D1003-52	4%
투과율		
자외선(0.25-0.40μm)	(Cary Model 14)	77-91%
가시광선(0.40-0.70μm)	Spectrophotometer,	91-96%
적외선(0.70-2.4μm)	100-gauge (0.025-mm) film thickness	96-98%

내후성

Everflon™ PFA 불소수지(플루오로폴리머)는 매우 소수성이며 물을 거의 완전히 차단합니다. 실온의 물에 24시간 담근 후 끓는 물에 2시간 담근 후에도 수분 흡수율이 0.03% 미만으로 보고되었습니다. 또한 산소, 오존, 가시광선 및 자외선의 영향을 거의 받지 않습니다. 거의 모든 기후 조건에 수년간 노출된 시험 샘플은 Everflon™ PFA 불소수지(플루오로폴리머)가 완벽한 내후성을 가지고 있음을 보여줍니다. 이번 노출 후 인장 특성, 비중 또는 용융 유량에 유의미한 변화는 없었습니다. 결과는 노화나 취성 증가도 나타내지 않았습니다. 제조 과정에서 가소제, 산화방지제 또는 기타 첨가제가 사용되지 않으므로 물질 용출도 없습니다.

방사선 저항성

에버플론™ PFA는 과불소수지이기 때문에 많은 양의 방사선에 노출될 경우 공중합체 구조의 주 사슬이 파손될 수 있으며, 이로 인해 인장 강도와 인장 신장률이 감소합니다.

가공 가이드

압출

에버플론™ PFA 불소수지는 내식성 합금 압출기가 장착되어 있는 경우, 다른 열가소성 플라스틱에 일반적으로 적용되는 압출 기술을 사용하여 압출할 수 있습니다. L/D 비율이 20:1~30:1인 압출기를 권장합니다. 압출기는 최대 450°C까지 정확한 온도 제어가 가능한 독립 제어식 히터를 장착해야 합니다.

다양한 스크류 설계를 사용할 수 있습니다. 단일 플라이트 스크류를 권장하며, 배리어 플라이트는 피해야 합니다. 일반적인 스크류 설계는 긴 공급부(최소 12개 플라이트), 2~6개 플라이트로 구성된 전환부, 그리고 5~7개 플라이트로 구성된 계량부로 이루어져 있습니다. 킬러 마스터 베치를 사용하는 경우에도 브레이크 플레이트와 스크린 팩은 일반적으로 사용하지 않습니다.

케이블 압출에 필요한 온도, 틀링 및 장비에 대한 개요는 표에 나와 있습니다.

설정 온도는 압출기 크기와 최대 유량에 따라 선택하고 조정해야 합니다. 일반적으로 유량이 높을수록 온도 프로파일을 높여야 하고, 압출기 길이가 짧을수록 온도 프로파일을 높여야 합니다. 용융 온도, 즉 다이에서의 압력과 라인 속도를 변경하는 데 가장 효과적인 온도는 계량 영역의 온도라는 점에 유의해야 합니다.

Everflon™ PFA 수지로 달성할 수 있는 실제 최대 라인 속도는 용융 파단 또는 인발 공진(튜브 압출에서 용융 파단은 일반적으로 콘의 인쪽 표면에서 먼저 발생함)의 발생으로 제한됩니다. 이 현상은 기포 발생이나 열 분해 효과가 나타날 때까지 다이의 온도를 높여 줄일 수 있습니다. 내부 끝부분을 가열하는 것도 용융 파단을 약간 줄일 수 있습니다. 폴리머의 임계 전단 속도는 최대 압출 속도를 예측하는 데 유용한 매개변수로 간주할 수 있습니다. 이 값이 높을수록 달성 가능한 생산 속도가 높아집니다.

예를 들어 372°C 온도에서 Everflon™ PFA 410의 임계 전단 속도는 50~70 sec-1 범위인 반면, Everflon™ PFA 403의 값은 10~15 sec-1 범위입니다.

	[°C]
Z1	250
Z2	320
Z3	355
Z4	360
Z5	380
플랜지	380
어댑터	380
크로스헤드	380
다이	400
용융 온도	390-400

Grade	Wall Thickness	DDR
Everflon PFA 403	0.80-1.20 mm	50-25
	1.20-2.00 mm	25-5
Everflon PFA 410	0.10-0.25 mm	250-100
	0.25-0.45 mm	100-50

DRB는 1에 가깝게 유지해야 합니다.

$$DDR = \frac{D_{die}^2 - D_{tip}^2}{d_{wire}^2 - d_{copper}^2}$$

$$DRB = \frac{D_{die}/D_{tip}}{d_{wire}/d_{copper}}$$

	Value
케이블 직경	6 mm
벽 두께	0.25 mm
인장 비율	25
인장 비율 균형	1
와이어 예열	-
스크류 속도	5 rpm
압력	40 bar
수간 거리	200-400mm
라인 속도	5 m/min
스크류 직경 = 35mm, L/D = 25	

	Value
케이블 직경	1.5 mm
벽 두께	0.25 mm
인장 비율	110
인장 비율 균형	1
와이어 예열	180 °C
스크류 속도	20 rpm
압력	21 bar
수간 거리	200-400mm
라인 속도	61 m/min
스크류 직경 = 35mm, L/D = 25	

가공 가이드

성형

트랜스퍼 몰딩

에버플론™ PFA는 트랜스퍼 몰딩을 이용하여 라이닝 제품을 생산할 수 있습니다. 이 기술은 기본적으로 다음과 같은 단계로 구성됩니다.

- 용융 및 가소화
- 열간 금형에 사출
- 패키징 및 냉각

일반적으로 트랜스퍼 몰딩에 사용되는 수지는 에버플론™ PFA 403과 같은 낮은 MFI 등급입니다.

사출 성형과 달리 금형 온도는 일반적으로 수지 용융점보다 높게 설정됩니다. 사출 성형에서는 금형 온도를 훨씬 낮게 유지합니다. 일반적으로 사출 속도를 낮추고 냉각 전에 일정 시간 동안 유지하면 최상의 결과를 얻을 수 있습니다. 이후에는 급속 냉각이 권장됩니다.

작업 조건은 각 용도에 맞게 최적화해야 합니다. 예를 들어, 대형 제품이나 오븐에서 수지를 용융 및 가소화하는 경우에는 낮은 용융 온도가 권장됩니다. 얇은 부품이나 압출기를 사용하여 용융 및 가소화를 수행하는 경우에는 높은 용융 온도가 권장됩니다.

압축 성형

에버플론™ PFA는 압축 성형을 통해 시트, 봉, 필름 등의 반제품을 얻을 수 있습니다. 가장 적합한 성형 조건은 특정 공정 및 최종 제품의 형상에 따라 선택해야 합니다. 모든 경우에 성형 온도는 340~380°C 범위입니다.

가공 가이드

사출 성형

Everflon™ PFA는 일반 열가소성 수지와 동일한 공정을 사용하여 사출 성형할 수 있습니다. 특히 저점도 등급은 복잡한 형상의 사출 성형에 적합하도록 설계되었습니다.

베럴에는 3개의 독립적으로 제어되는 히터 존을, 어댑터에는 1개의 히터 존을 사용하는 것이 좋습니다. 히터 컨트롤러는 최대 450°C 까지 정밀한 온도 제어가 가능해야 합니다.

왕복 스크류 방식은 적절한 가소화를 보장하고 폴리머 정체 및 열분해를 줄이는 데 권장됩니다. 스크류는 짧은 전환부, 일정한 피치, 그리고 공급부와 계량부의 플라이트 깊이 비율이 약 3:1이 되어야 합니다.

일반적인 역테이퍼 노즐을 사용하는 것이 좋습니다. 노즐 내경은 가능한 한 크고 테이퍼형이어야 테드 스팟이나 수지 속도의 급격한 변화를 방지할 수 있습니다. 역류 방지 밸브는 사출 공정 중 용융된 수지가 스크류 플라이트를 따라 역류하는 것을 방지합니다.

금형 온도는 부품의 박리를 줄이기 위해 180°C(355°F) 이상으로 설정해야 합니다. 금형 온도 최적화 시에는 수축, 표면 품질 및 총 사이클 시간을 최소화하기 위해 부품 두께를 고려해야 합니다.

사출 압력은 성형할 제품에 따라 가능한 한 낮게 설정해야 합니다. 일반적으로 사출 압력이 낮을수록 뒤틀림이 줄어들어 치수 안정성이 향상됩니다. 사출 압력은 성형품의 종류, 두께, 용접선 유무 등을 고려하여 설정해야 합니다. 대부분의 경우 수축과 기포 발생을 줄이기 위해 유지 압력을 가해야 합니다. 사출 속도는 적당히 느리게 설정해야 표면이 매끄럽고 조잡하지 않게 됩니다.

반대로, 사출 속도가 너무 낮으면 충전 단계에 부정적인 영향을 미치므로 피해야 합니다. 일반적으로 낮은 회전 속도가 필요하지만, 적당히 낮은 배압은 미용용 입자 없이 더 나은 균질화를 가져올 수 있습니다. 배압을 높일 때는 용융 온도가 상승하지 않도록 주의 깊게 확인해야 합니다.

사출 실린더를 따라 온도 분포는 열 분해를 방지하기 위해 아래에 설명된 바와 같이 후방 영역에서 노즐 쪽으로 갈수록 증가해야 합니다. 용융 온도는 400°C(750°F)를 초과해서는 안 되며, 최고 온도에서 작동할 경우 체류 시간 또는 홀드업 시간을 현저히 줄여야 합니다.

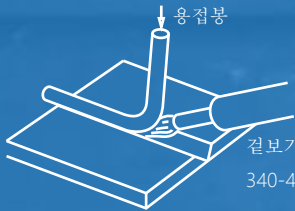
Everflon™ PFA의 일반적인 성형 조건

	Units	410	420
Z1	°C	300	320
Z2	°C	325	345
Z3	°C	335	355
Z4	°C	340	360
노즐	°C	360	380
용융 온도	°C	380	380
금형 온도	°C	200–240	200–240
사출 압력	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
압축 압력	kg/cm ² (psi)	270 (3,850)	345 (4,900)
스크류 속도	cm/s (mil/s)	0.2 (80)	0.2 (80)
스크류 회전 속도	rpm	21	21
사이클 시간	s	100	100

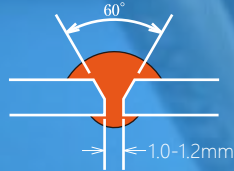
금형 치수: 직경 102mm 디스크, 두께 3mm

가공 가이드

용접

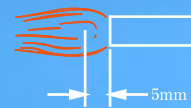


걸보기 용접 온도
340-450°C



걸보기 용접 온도

열풍



용접선 끝에서 5mm 떨어진 화염 중심 온도

에버플론™ PFA는 PE나 PVC와 같은 일반 플라스틱에 사용되는 표준 용접 기술을 이용하여 용접할 수 있는 열가소성 소재입니다. 특히, 에버플론™ PFA 라이너는 고온 가스 용접을 이용하여 열 용접됩니다. 용접 부위에 대한 인장 시험 결과, 용접 부위는 원재료와 마찬가지로 100% 신뢰할 수 있는 것으로 입증되었습니다. 에버플론™ PFA 라이너를 고온 가스 용접할 때 다음과 같은 일반적인 권장 사항을 준수하십시오.

장비

최대 650°C까지 온도 제어가 용이하고 900~1,000W 이상의 가열 출력을 갖춘 용접 건을 사용하십시오. 균일한 용접을 위해서는 정확한 온도 측정이 매우 중요합니다. 노즐 출구에서 5~7mm 떨어진 지점에서 가스 흐름을 측정하는 것이 좋습니다.

용접에 공기를 사용하는 경우, 깨끗하고 건조한 공기를 사용하십시오. 다양한 용접 팁을 사용할 수 있습니다. 고속 용접 팁은 주 용접에 사용하고, 태킹 팁은 라이너의 각 부분을 고정하는 데 사용할 수 있습니다.

용접

용접할 프로파일과 동일한 Everflon™ PFA 등급의 원형 용접봉을 사용하십시오. 다른 등급의 프로파일을 용접하는 것은 권장하지 않습니다.

용접할 표면을 조심스럽게 긁어내십시오. 직물 뒷면이 있는 시트를 사용하는 경우, 섬유 혼입을 방지하기 위해 용접선을 따라 (각 시트당 2~3mm) 직물을 제거하십시오. 용접할 두 시트를 0.5~1mm 이내의 간격으로 정렬하고 고정하십시오.

적절한 스크레이퍼를 사용하여 두 시트 사이의 홈을 V자 모양으로 만드십시오. 불규칙한 용접 비드가 발생할 수 있으므로 임시방편으로 만든 도구를 사용하지 마십시오. 용접 부위와 용접봉을 깨끗하게 세척하십시오.

용접건 노즐을 황동 브러시로 청소하고, 공기 흐름을 50~60L/분으로 조정된 후, 아래 표에 표시된 대로 용접건 온도를 설정하십시오.

용접건을 45~60° 각도로 잡고 용접봉과 시트가 동시에 녹도록 용접 압력과 속도를 조절하면서 용접하십시오. 용접 속도는 일반적으로 5~30cm/min(2~12인치/min) 범위가 적합합니다.

속도가 너무 낮으면 용접봉이 과열되어 파손될 수 있으며, 반대로 속도가 너무 높으면 용접봉이 제대로 녹지 않아 두 판재 사이의 홈이 용융 재료로 완전히 채워지지 않습니다. 마찬가지로 용접 압력이 너무 낮으면 두 판재 사이의 홈이 완전히 채워지지 않고, 과도한 압력은 용접 비드를 따라 움푹 들어간 부분을 만들어 응력 집중점으로 작용할 수 있습니다.



Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

당사, 제품 및 서비스에 대한
자세한 정보는 당사 웹사이트
www.everflon.com 또는
www.everflonultra.com을
방문하십시오.