



EVERFLON™ ETFE

기능 가이드

Ethylene-Tetrafluoroethylene Copolymer

EVERFLON ACADEMIC

서론

Everflon™ ETFE는 C&F 그룹에서 개발한 열가소성 불소수지입니다. 테트라플루오로에틸렌(C2F4)과 에틸렌(C2H4)의 공중합체입니다.

Everflon™ ETFE 불소수지는 용융 가공이 가능한 열가소성 수지입니다. 에버플로™ PTFE, FEP, PFA 불소수지와 같은 불소계 제품군에 속합니다.

본 핸드북은 재료 선정 및 제품 설계에 관련된 엔지니어 및 기타 전문가를 위한 자료를 제공합니다. 전기, 기계, 화학 분야에서 Everflon™ ETFE를 평가하는 데 필요한 자세한 정보를 담고 있습니다.

본 핸드북에 제시된 모든 물성은 일반적인 값으로 간주해야 하며, 규격 사양으로 사용해서는 안 됩니다.

다양한 천연 및 강화 조성물이 제공되므로 특정 용도 또는 가공 요구 사항에 따라 수지를 선택할 수 있습니다.

추가적인 기술 데이터, 현재 제공되는 Everflon™ ETFE 등급에 대한 정보 또는 특정 용도에 대한 설계 지원이 필요하시면 담당 영업 사원에게 문의하십시오.

시판 Everflon™ ETFE 불소수지

Everflon™ ETFE Grade	수지 특성	용도
4003	상대적으로 낮은 유동성, 크게 향상된 굴곡 수명 및 환경 스트레스에 대한 저항성을 갖춘 프리미엄 불소수지	극한의 열적, 기계적, 화학적 환경에서 사용되는 부품, 라이닝 및 성형 부품
4010	중간 유동성을 가진 범용 불소수지. 권장 최대 사용 온도는 150°C입니다.	전기 슬리빙, 코일 형태, 소켓, 커넥터 및 스위치
4020	고온에서 우수한 기계적 특성과 뛰어난 응력 균열 저항성 ETFE 수지 중 가장 높은 용융유동률(MFR)	극한의 열적, 기계적, 화학적 환경에서 사용되는 부품, 라이닝 및 성형 부품
4030	ETFE 수지 중 가장 높은 용융유동률(MFR)	사출 성형 및 박막 압출에 적합
C-4003	낮은 용융유동률을 가진 정전기 방지 반도체 수지	호스용 압출 튜브, 파이프 및 기타 프로파일 화학 공정 산업에 사용되는 부품 라이닝 산업용 필름 우수한 전기적, 화학적, 열적 특성 및 응력 균열 저항성이 요구되는 사출 및 블로우 성형 제품
C-4010	정전기 방지 반도체 수지	호스용 압출 튜브, 파이프 및 기타 프로파일 우수한 전기적, 화학적, 열적 특성이 요구되는 사출 및 블로우 성형 제품
JP-40	특수 용도용 분말	ETFE 매트릭스에 재료를 분산시켜야 하는 경우에 적합 재료를 분말 형태로 잘 분산시킨 후 압축 성형하거나 용융 혼합하여 추가 가공할 수 있습니다.
GS-40	로토몰딩 및 로토라이닝 등급	중공 부품 복잡한 형상 내부 라이닝
X-40	가교성 ETFE 수지	방사선 가교 와이어

Everflon™ ETFE에 대한 ASTM 재료 규격은 D3159입니다.

Everflon™ ETFE는 튜브, 성형 부품 및 필름은 물론 다양한 전선 및 케이블 응용 분야에 대한 여러 산업 및 군사 규격에도 사용됩니다.

Everflon™ ETFE 불소수지 일반 특성

Everflon™ ETFE는 뛰어난 특성 균형을 갖춘 견고한 열가소성 수지입니다.

기계적 특성으로는 강성이 우수하고 중간 정도의 강성(1,170 MPa [170,000 psi])을 가지며, 충격 및 마모 저항성이 뛰어납니다. 굴곡 수명은 사용된 등급에 따라 다릅니다.

Everflon™ ETFE는 일반적으로 무부하 연속 사용 온도가 150°C로 간주됩니다. 특정 용도에서는 230°C 이상의 최고 사용 온도를 견딜 수 있습니다. 열 등급에 대한 자세한 내용은 "열적 특성" 섹션을 참조하십시오.

Everflon™ ETFE는 내후성이 뛰어나고 대부분의 용제 및 화학 물질에 대해 불활성이며 가수분해에 안정적입니다. 방사선 저항성이 우수하지만, 특히 고온에서 장기간 감마선에 노출되면 손상될 수 있습니다. 특정 방사선 요구 사항을 충족해야 하는 경우, 제안된 적용 분야에 대한 방사선 환경 내 적절한 테스트를 수행하여 Everflon™ ETFE가 해당 적용 분야에 적합한지 확인해야 합니다.

Everflon™ ETFE는 전기적으로 우수한 저손실 유전체이며, 다른 열가소성 수지에서는 일반적으로 찾아볼 수 없는 균일한 전기적 특성을 나타냅니다.

Everflon™ ETFE는 기존 기술을 사용하여 압출 또는 사출 성형이 용이하므로 작업자 교육에 특별한 문제가 발생하지 않습니다. 장기간 생산 시에는 내식성 장비를 사용하는 것이 좋습니다. 사출 성형 시에는 전기 가열식 금형을 사용하는 것이 좋습니다.

Everflon™ ETFE는 다른 재료가 기계적 강도, 열적 특성, 가혹한 환경 조건에 대한 내성 또는 제조상의 문제로 인해 제한되는 응용 분야에서 성공적으로 사용될 수 있습니다.

모든 신제품 개발과 마찬가지로, 특정 응용 분야에서 Everflon™ ETFE 조성물의 성공적인 성능을 보장하기 위해 철저한 프로토타입 및 테스트 프로그램을 권장합니다.

Property	ASTM Method	Unit	Everflon™ ETFE
기계적			
용융 유량	D3159	g/10 min	2-40
최대 인장 강도(23°C)	D638	MPa (psi)	46 (6,500)
최대 신장률(23°C)	D638	%	300
압축 강도(23°C)	D695	MPa (psi)	17 (2,500)
굽힘 탄성률	D790	MPa (psi)	600-1,200 (85,000-170,000)
충격 강도(23°C)	D256	J/m (ft-lb/in)	No Break
경도(듀로미터, 쇼어 D)	D2240		67
금속/필름 마찰 계수	D1894		0.23
하중 하에서의 변형(23°C, 1,000psi, 24시간)	D621	%	0.3
선형 열팽창 계수	E831	mm/mm·°Cx10 ⁻⁵ (in/in·°Fx10 ⁻⁵)	
0-100°C			13.1 (7.3)
100-150°C			18.5 (10.3)
150-200°C			25.2 (14)
비중	D792		1.71
흡수율(24시간)	D570	%	0.007
전기적			
표면 저항률	D257	ohm-sq	>10 ¹⁶
체적 저항률	D257	ohm-cm	>10 ¹⁶
유전 강도(23°C)	D149	kV/mm (V/mil)	
0.25mm ²			64 (1,600)
3.20mm ²			15 (370)
유전 상수(22°C, 1MHz)	D1531		2.6
손실 계수(22°C, 1MHz)	D1531		0.007
아크 저항	D495	sec	122
열적			
융점	DSC D3417	°C (°F)	220-280 (428-536)
융해열	DSC D3417	kJ/kg (Btu/lb)	50.7 (21.8)
비열	DSC	kJ/kg·K (cal/g·°C)	
25°C			0.25
100°C			0.3
150°C			0.34
300°C (용융)			0.38
연소열	D240	MJ/kg (Btu/lb)	13.7 (5,900)
열전도율		W/m·K (Btu-in/hr-ft ² ·°F)	0.24 (1.65)
산소지수(LOI)	D2863	%	30-32
열변형 온도	D648	°C (°F)	
455kPa			81 (177)
1620kPa			51 (123)
연속 사용 온도		°C (°F)	150 (302)

기계적 특성

강도 및 강성

Everflon™ ETFE는 Everflon™ PTFE 및 Everflon™ FEP 불소수지보다 밀도가 낮고, 인성, 강성이 높으며, 인장 강도와 크리프 저항성이 우수합니다. 하지만 연성은 유사합니다. Everflon™ ETFE 조성물은 거의 모든 연성 재료에서 나타나는 비선형 응력-변형률 관계를 보입니다.

충격 강도

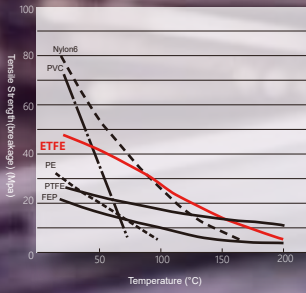
플라스틱의 충격 강도를 평가하는 방법으로는 아이조드 충격 시험(ASTM D256) 또는 샤르피 충격 시험이 사용됩니다. Everflon™ ETFE는 충격 에너지를 흡수하는 능력이 매우 뛰어나며, 노치 충격 시험에서도 넓은 온도 범위에서 우수한 충격 저항성을 유지합니다.

마찰 및 마모 특성

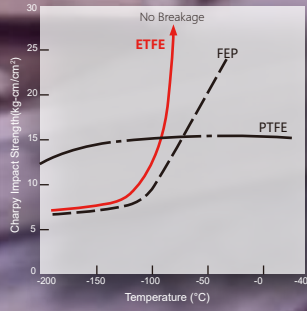
마찰 및 마모 특성을 결정하는 계수는 선택한 방법과 조건에 따라 달라집니다. 따라서 원하는 용도에 맞는 비교 시험을 수행해야 합니다. Everflon™ ETFE의 임계 PV 값은 약 2.0 (kg·m/crri·sec)입니다.

Everflon™ ETFE는 저온 충격에 대한 저항성도 매우 뛰어나며, 그림에서 볼 수 있듯이 -80°C까지는 충격으로 인한 파손이 발생하지 않습니다. 파손은 약 -100°C에서 시작되며, -120°C에서 -200°C 범위에서 파손에 필요한 에너지는 거의 일정합니다. ASTM D746에 따른 취성점은 -125°C이므로, Everflon™ ETFE의 비결정질 부분의 유리 전이 온도가 이 범위에 존재함을 알 수 있습니다.

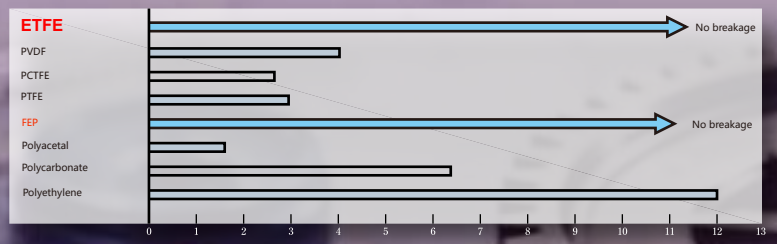
Effect of Temperature on Tensile Elongation



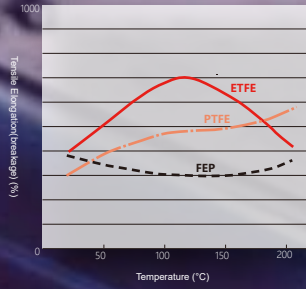
Effect of Temperature on Charpy Impact



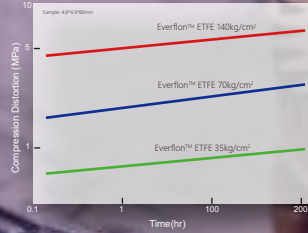
Impact Strength(ft.lb/in with notch, 25°C)



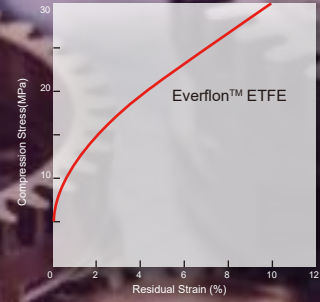
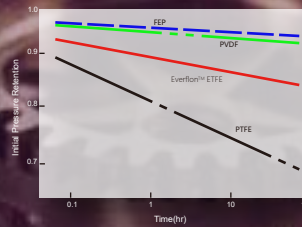
Effect of Temperature on Tensile Strength



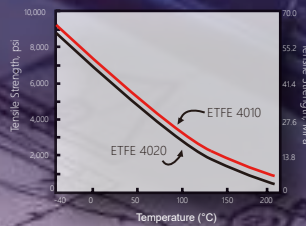
Dependence of Compression Creep Characteristics on Load



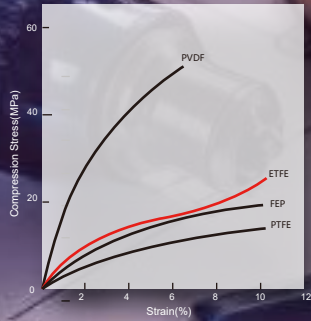
Compression Stress Relaxation



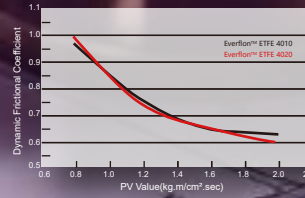
Tensile Strength vs. Temperature



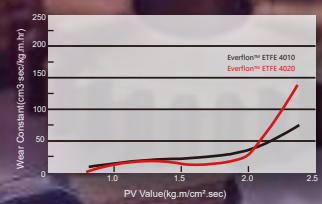
Compression Stress-Strain Curve



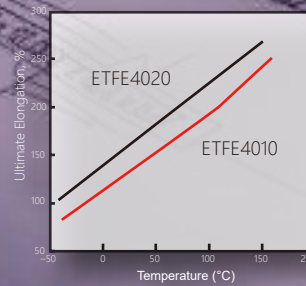
Dynamic Friction Coefficient and PV Value



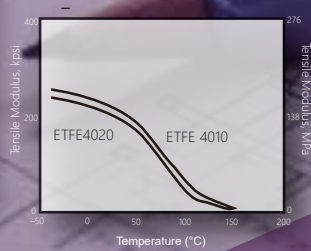
Wear Constant and PV Value



Elongation vs. Temperature



Compression Stress-Residual Strain Curve



Tensile Modulus vs. Temperature

데이터 허브

다양한 플라스틱의 기계적 특성

	ETFE	PTFE	PFA	ECTFE	PVDF	PE	PVC	Nylone6	Polyacetal
비중	1.75	2.2	2.15	2.17	1.75	0.95	1.4	1.1	1.42
인장 강도(MPa)	40-54	20-39	32-39	19-22	49-60	10-44	40-70	50-80	60-70
신장률(%)	350-450	230-600	340-400	250-330	200-300	20-700	2-40	60	16
인장 탄성 계수(MPa)	500-800	400	---	670	800-1400	---	2500-4000	2700	3000-4500
굽힘 탄성 계수(MPa)	850-1000	400-600	530-630	350	1400-1800	500-1000	2500-2800	1000-2800	2600-2900
굽힘 강도(MPa)	20-30	13	---	No Breakage	---	11-110	70-110	56-110	100
압축 탄성 계수(MPa)	670	410	---	430	1300	---	---	---	4600
로크웰 경도	R55	R20	R50	R25	R110	D50-70	M5-120	R100-120	R120
아이조드 충격 강도(ft/lb·in, 노치 포함)	No Breakage	3.0	No Breakage	---	3.5-3.8	0.5-20	0.5-20	1-3.5	1-4
마찰 계수(SUS 기준)	0.20	0.09	0.20	0.20	0.21	0.35	0.45	0.15-0.40	0.14

화학적 특성

화학적 응력 균열

일부 고분자 재료는 장기간 화학 물질에 노출되어 응력을 받을 경우 균열이 발생할 수 있습니다. 표는 ASTM D 1693 시험 방법을 사용하여 얻은 결과를 보여줍니다. 이 시험에서는 두께 2.3mm, 길이 38mm의 얇은 플라스틱 시트를 180°로 구부린 후 10일 동안 화학 물질에 담갔습니다. 그 후 시트에 균열이 발생하는지 검사했습니다. Everflon™ ETFE는 화학적 응력에 대한 적응성이 우수합니다.

내화학성

Everflon™ ETFE는 다른 플라스틱 소재의 급속한 열화를 유발하는 화학 물질 및 용제에 대한 저항성이 탁월합니다. 내화학성 면에서 Everflon™ 불소수지 다음으로 우수합니다.

Everflon™ ETFE는 많은 강산, 무기염기, 할로겐 및 금속염 용액에 대해 불활성입니다. 카르복실산, 무수물, 방향족 및 지방족 탄화수소, 알코올, 알데히드, 케톤, 에테르, 에스테르, 염화탄소 및 일반적인 고분자 용매는 Everflon™ ETFE에 거의 영향을 미치지 않습니다. 그러나 극한 조건에서는 표면 장력이 매우 낮은 일부 용매가 저분자량 제품의 응력 균열 저항성을 저하시키는 경향이 있습니다. 질산과 같은 강산화성 산, 아민과 같은 유기 염기, 그리고 고농도 및 끓는점 근처의 설피산은 Everflon™ ETFE에 다양한 정도로 영향을 미칩니다.

방사선 영향

Everflon™ ETFE는 다른 불소수지보다 전자빔 및 감마선에 대한 저항성이 훨씬 뛰어납니다. 시험 결과, Everflon™ ETFE가 감마선에 노출될 경우 고온 및 산소 존재 하에서 물리적 특성이 손상되는 것으로 나타났습니다. 질소와 같은 불활성 분위기에서는 물리적 특성 손상이 현저히 감소합니다.

Everflon™ ETFE는 동일한 총 조사량에서 감마선 조사보다 전자빔 조사에 의해 훨씬 덜 열화되는 것으로 나타났습니다. 이러한 차이는 전자빔 조사 조건에서의 훨씬 높은 조사율 때문일 가능성이 큽니다. 높은 조사율로 인해 가교 반응이 주로 일어나는 반면, 감마선 조사 조건에서는 조사율이 훨씬 느려 산화 및 분해 반응이 주로 일어나는 것으로 보입니다. 특히 불활성 분위기에서 낮은 수준의 전자빔 조사에 제어된 방식으로 노출시키면 낮은 수준의 가교가 일어나 일부 물성이 향상되는 것으로 나타났습니다. 그러나 제어된 저선량 조건을 넘어서는 노출은 물리적 물성에 악영향을 미칩니다. 감마선 조사와 마찬가지로 불활성 분위기에서는 산화 반응이 억제됩니다.

가수분해 안정성 및 수분 흡수

가수분해 안정성은 끓는 물에 장시간 노출 후에도 물리적 특성이 저하되지 않는 것으로 나타납니다. 상온 인장 강도와 신장률을 기준으로 비교한 결과, Everflon™ ETFE는 끓는 물에 3,000시간 노출 후에도 실질적으로 영향을 받지 않았습니다. 관련 데이터는 표에 제시되어 있습니다. ASTM D570 시험 방법에 따라 측정한 결과, 충전제가 없는 Everflon™ ETFE의 수분 흡수율은 중량 기준으로 0.03% 미만입니다.

내열수성

Everflon™ ETFE의 수분 흡수율은 ASTM D570 시험 방법에 따라 측정되었으며, 두께 6mm의 시트를 끓는 물에 2시간 동안 담갔습니다. 수분 흡수율은 매우 낮아 전기적 및 기계적 특성이 수분의 영향을 받지 않음을 알 수 있습니다.

표는 1mm 두께의 Everflon™ ETFE 시트를 일정 시간 동안 끓는 물에 담근 후 실온에서 측정한 강도 변화를 보여줍니다. 내화학성 데이터에서 알 수 있듯이 Everflon™ ETFE는 고온수에도 탁월한 내성을 나타냅니다.

제품	psi	인장 강도	Mpa	신장률(%)
4010 (노출 없음)	5800		40	400
3,000시간 끓는 물	5800		40	390

가스 투과 및 수분 투과

산소, 질소, 이산화탄소 등의 투과율은 필름 두께에 관계없이 거의 일정합니다. 활성화 에너지는 6-8 kcal/mol입니다.

Everflon™ ETFE의 가스 투과 및 수분 투과는 폴리에틸렌 또는 폴리프로필렌과 유사합니다. 가스 투과율은 ASTM D1434에 따라, 수분 투과율은 ASTM E96의 컵법으로 측정했습니다.

재료	투과율(cm ³ /100) 24시간·atm/mil
이산화탄소	250
질소	30
산소	400

난연성 및 연기 발생량

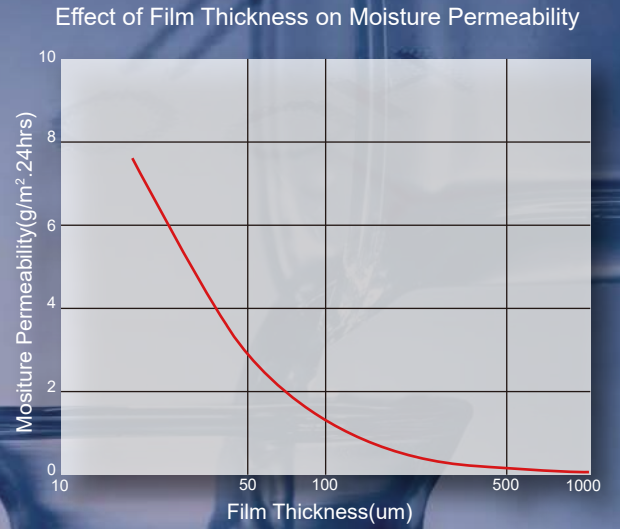
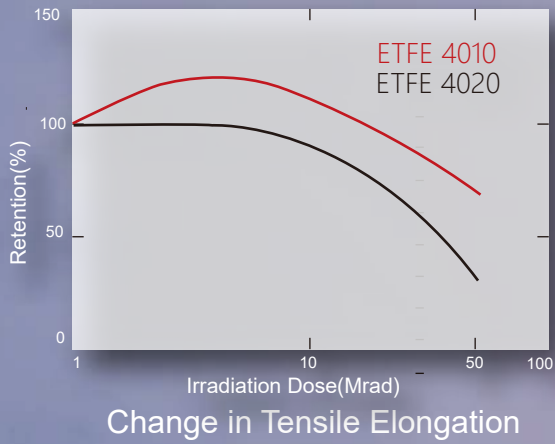
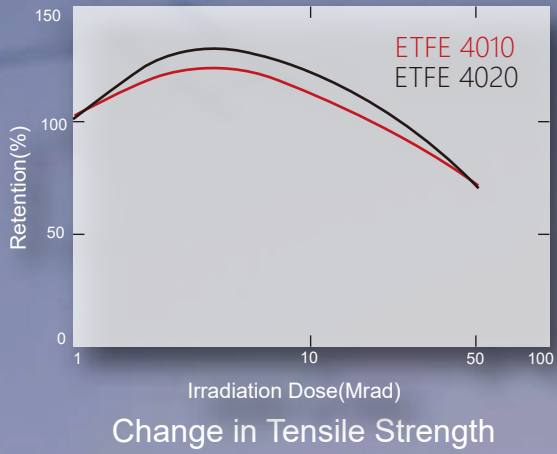
Everflon™ ETFE는 무색소 수지에 대해 두께 0.062인치(약 1.6mm)까지 UL 94 V-0 등급을 받았습니다. ASTM D2863에 따른 산소 제한 지수(LOI)는 30으로, 하향 연소 화염에서 연소를 유지하려면 최소 30%의 산소를 함유한 분위기가 필요함을 의미합니다. ASTM D635에 따르면, Everflon™ ETFE의 평균 연소 시간(ATB)은 5초 미만이고 평균 연소 길이(ALB)는 10mm(0.39인치)입니다.

노화에 따른 중량 감소

Everflon™ ETFE는 용점 이하에서 0.1~0.3%의 중량 감소를 보이며, 이는 대부분 수분입니다.

내후성

Everflon™ ETFE는 우수한 내후성을 나타내며, 압출 성형으로 얻은 필름인 "테크유어스™ ETFE 필름"은 코팅 재료로 옥외에서 사용하더라도 특성이 변하지 않습니다.



4010

데이터 허브

Everflon™ ETFE의 화학적 응력 균열

화학 물질	온도(°C)	균열 발생 개수	
		ETFE 4010	ETFE 4020
니트로벤젠	121	0/5	0/5
아닐린	121	0/5	0/5
벤즈알데히드	121	0/5	0/5
클로로벤젠	121	0/5	0/5
에틸렌디아민	117	0/5	0/5
디메틸포름아미드	121	0/5	0/5
디메틸설폭사이드	121	0/5	0/5
디메틸아세트아미드	121	0/5	0/5
질산 60%	121	0/5	0/5

Everflon™ ETFE의 화학적 응력 균열

Characteristics	노출 시간(시간)	15um ETFE Film			25um ETFE Film		
		0	1000	2000	0	1000	2000
인장 강도(MPa)		48	48	48	48	48	48
인장 유지율(%)		-	102	102	-	102	102
신장률(%)		340	390	390	340	390	390
탄성률 유지율(%)		-	116	116	-	116	116
인장 탄성률(MPa)		780	800	800	780	800	800

300°C 이상에서 Everflon™ ETFE 수지의 초기 중량 감소

온도		Everflon™ ETFE 4010 wt loss, %/hr
°C	°F	
300	572	0.05
330	626	0.26
35	662	0.86
370	698	1.60

Actual Laboratory Tests on Chemical Compatibility of Everflon™ ETFE with Representative Chemicals

화학적인	끓는점		시험 온도		일	유지율(%)		
	°C	°F	°C	°F		인장 강도	신장률	중량 증가
산/무수물								
빙초산	118	244	118	244	7	82	80	3.4
아세트산 무수물	139	282	139	282	7	100	100	0
트리클로로아세트산	196	384	100	212	7	90	70	0
지방족 탄화수소								
광물유	—	—	180	356	7	90	60	0
나프타	—	—	100	212	7	100	100	0.5
방향족 탄화수소								
벤젠	80	176	80	176	7	100	100	0
톨루엔	110	230	110	230	7	—	—	—
작용성 방향족 화합물								
o-크레졸	191	376	180	356	7	100	100	0
아민								
아닐린	185	365	120	248	7	81	99	2.7
아닐린	185	365	120	248	30	93	82	—
아닐린	185	365	180	356	7	95	90	—
N-메틸아닐린	195	383	120	248	7	85	95	—
N-메틸아닐린	195	383	120	248	30	100	100	—
N,N-디메틸아닐린	190	374	120	248	7	82	97	—
n-부틸아민	78	172	78	172	7	71	73	4.4
디-n-부틸아민	159	318	120	248	7	81	96	—
디-n-부틸아민	159	318	120	248	30	100	100	—
디-n-부틸아민	159	318	160	320	7	55	75	—
트리-n-부틸아민	216	421	120	248	7	81	80	—
트리-n-부틸아민	216	421	120	248	30	100	100	—
피리딘	116	240	116	240	7	100	100	1.5
염소계 용매								
사염화탄소	78	172	78	172	7	90	80	4.5
클로로포름	62	144	61	142	7	85	100	4.0
디클로로에틸렌	77	170	32	90	7	95	100	2.8
염화메틸렌	40	104	40	104	7	85	85	0
CFC-113	46	115	46	115	7	100	100	0.8
에테르								
테트라하이드로퓨란	66	151	66	151	7	86	93	3.5
알데히드/케톤								
아세톤	56	132	56	132	7	80	83	4.1
아세트페논	201	394	180	356	7	80	80	1.5
시클로헥사논	156	312	156	312	7	90	85	0
메틸 에틸 케톤	80	176	80	176	7	100	100	0

화학적인	끓는점		시험 온도		일	유지율(%)		
	°C	°F	°C	°F		인장 강도	신장률	중량 증가
에스테르								
n-부틸 아세테이트	127	260	127	260	7	80	60	0
에틸 아세테이트	77	170	77	170	7	85	60	0
폴리머 용매								
디메틸포름아미드	154	309	90	194	7	100	100	1.5
디메틸포름아미드	154	309	120	248	7	76	92	5.5
디메틸설폭사이드	189	373	90	194	7	95	90	1.5
기타 유기물								
벤질알코올	205	401	120	248	7	97	90	—
염화벤조일	197	387	120	248	7	94	95	—
기타 유기물 (계속)								
염화벤조일	197	387	120	248	30	100	100	—
데칼린	190	374	120	248	7	89	95	—
염화프탈로일	276	529	120	248	30	100	100	—
산								
염산(농축)	106	223	23	73	7	100	90	0
염산(농축)	106	223	106	223	7	96	100	0.1
염산(농축)	125	257	125	257	7	100	100	—
염산(농축)	—	—	23	73	7	97	95	0.1
황산(농축)	—	—	100	212	7	100	100	0
황산(농축)	—	—	120	248	7	98	95	0
황산(농축)	—	—	150	302	*	98	90	0
왕수	—	—	90	194	*	93	89	0.2
질산(25%)	100	212	100	212	14	100	100	—
질산(50%)	105	221	105	221	14	87	81	—
질산(70%, 농축)	120	248	23	73		100	100	0.5
질산(70%, 농축)	120	248	60	140	53	100	100	—
질산(70%, 농축)	120	248	120	248	2	72	91	—
질산(70%, 농축)	120	248	120	248	3	58	5	—
질산(70%, 농축) (농축)	120	248	120	248	7	0	0	—
크롬산	125	257	125	257	7	66	25	—
인산(농축)	—	—	100	212	7	—	—	—
인산(농축)	—	—	120	248	7	94	93	0
할로겐								
브롬(무수)	59	138	23	73	7	90	90	1.2
브롬(무수)	59	138	57	135	7	99	100	—
브롬(무수)	59	138	57	135	30	94	93	3.4
염소(무수)	—	—	120	248	7	85	84	7

화학적인	끓는점		시험 온도		일	유지율(%)		
	°C	°F	°C	°F		인장 강도	신장률	중량 증가
염기								
수산화암모늄	—	—	66	150	7	97	97	0
수산화칼륨—20%	—	—	100	212	7	100	100	0
수산화나트륨—20%	—	—	120	248	7	94	80	0.2
과산화물								
과산화수소—30%	—	—	23	73	7	99	98	0
염-금속 에칭제								
염화제2철—25%	104	220	100	212	7	95	95	0
염화아연—25%	104	220	100	212	7	100	100	0
기타 무기물								
염화황	68	115	68	155	7	86	100	8
삼염화인	75	167	75	167	7	100	98	—
산화염화인	104	220	104	220	7	100	100	—
사염화규소	60	140	60	140	7	100	100	—
물	100	212	100	212	7	100	100	0
기타								
스카이드롤	—	—	149	300	7	100	95	3.0
에어로세이프	—	—	149	300	7	92	93	3.9
A-20 박리 용액	—	—	140	284	7	90	90	—

열적 특성

Everflon™ ETFE는 일반적으로 무부하 연속 사용 온도가 150°C로 간주됩니다. 이 연속 사용 온도 등급은 표준 인장 시험편과 전선 절연체를 일련의 고온에 노출시켜 시간에 따른 다양한 물리적 특성의 변화율을 측정하는 10,000시간 노화 시험을 기반으로 합니다. 연신율과 인장 강도는 온도 노출에 따라 크게 변화하는 특성입니다.

실제로 재료의 최대 사용 온도는 최종 사용 용도에 따라 달라집니다. 언더라이터스 랩(UL)에 따르면, 고정 특성 수준과 노화 전 특성 수준 비율은 최종 사용 용도와 관련하여 가장 중요한 두 가지 수명 종료 기준입니다. 표에는 다양한 최종 사용 요구 사항에 따른 예상 최대 사용 온도가 나와 있습니다. 이 결과는 그림에 제공된 정보와 일치합니다. 실제 최대 사용 온도는 하중 하에서의 노화, 화학 물질 노출, 기관의 지지력 등과 같은 요인에 따라 표의 결과와 다를 수 있습니다. 이러한 최대 사용 온도는 지침으로 사용해야 합니다. 최종 사용 성능 테스트를 통해 각 특정 용도에 대한 Everflon™ ETFE의 적합성을 검증해야 합니다.

일반적인 상한 사용 온도(Upper Service Temperature) 정의 중 하나는 20,000시간 노출 후 주요 물리적 특성 중 하나가 절반으로 감소하는 최저 온도입니다. 표 1과 표 2를 사용하면 Everflon™ ETFE 4010의 20,000시간 반감기 온도는 약 159°C입니다. (Everflon™ ETFE의 경우, 신장률은 인장 강도보다 빠르게 감소하므로 인장 강도의 20,000시간 반감기는 176°C입니다.)

상한 사용 온도의 또 다른 정의는 20,000시간 노출 후 신장률이 50%로 떨어지는 온도입니다. 예상되는 상한 사용 온도는 175°C입니다.

열분해

온도를 10°C씩 상승시켰을 때 무게 감소가 끝나는 온도는 공기 중에서 350~360°C, 질소 중에서 390~400°C 범위입니다. 열분해의 활성화 에너지는 공기 중에서 약 30kcal/mol, 질소 중에서 약 55kcal/mol입니다.

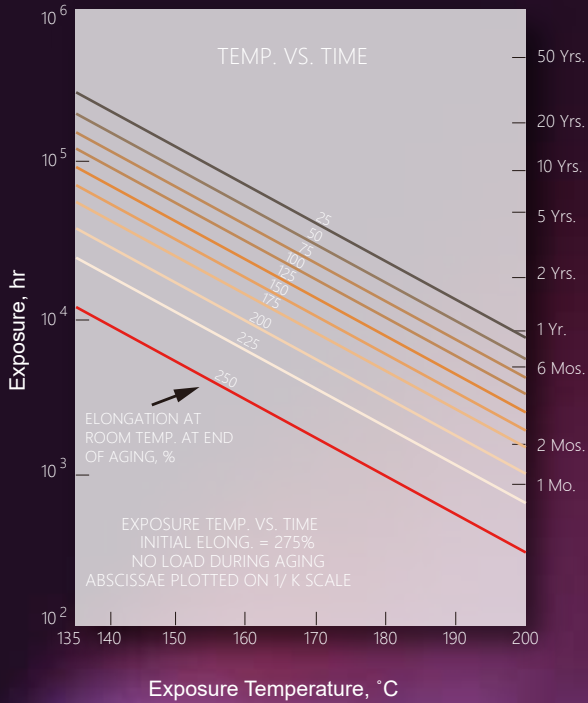
따라서 일반적인 성형 온도에서는 열분해가 발생하지 않습니다. 그러나 약 300°C에서도 장시간 유지될 경우 분해로 인한 무게 감소가 발생합니다. 이때 분해로 발생하는 기체는 주로 불화수소입니다.

가연성

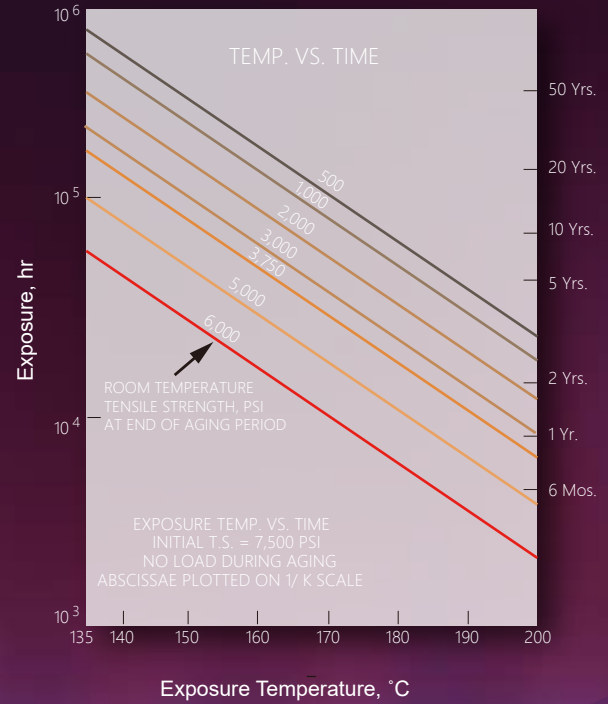
Everflon™ ETFE는 주 사슬에 C2H4 단위를 포함하고 있지만, UL 표준 94에 따른 평가 결과 94V-0 등급의 가연성을 나타냅니다. ASTM D 165 시험 결과 또한 불연성임을 보여줍니다. 또한 ASTM D 2863에 따른 산소 지수는 32%입니다.



상온 노화 후 인장 신장률 유지율
—Everflon™ ETFE 4010



상온 노화 후 인장 강도 유지율
—Everflon™ ETFE 4010



데이터 허브

예상 최대 사용 온도(°C), 무부하 열 노화 수명 종료 기준(연신율 및 노출 시간 기준)

수명 종료 기준		노출 시간(시간)					
실제 연신율(%)	잔존 신장률(%)	1000	3000	10,000	20,000	50,000	100,000
135	50	210	195	172	159	143	132
50	18	**	211	188	175	158	147
25	9	**	**	196	182	165	153

예상 최대 사용 온도(°C), 무부하 열 노화 수명 종료 기준(인장 강도 및 노출 시간 기준)

수명 종료 기준		노출 시간(시간)			
실제 인장 강도	인장 강도 유지율(%)	10,000	20,000*	50,000*	100,000*
26 MPa (3,750 psi)	50	190	176	159	147
14 MPa (2,000 psi)	27	204	190	172	158

불소수지의 열 변형 온도

열 변형 온도(°C)	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	80	120	70	70	150
18.5 kg/ cm2	50	50	50	50	90

불소수지의 선형 열팽창 계수

선형 열팽창 계수	Everflon™ ETFE	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ PVDF
4.6 kg/ cm2	9~14	9~11	8~11	11~13	3~6

전기적 특성

아크 저항

ASTM D495에 따라 측정한 Everflon® ETFE의 아크 저항은 120 초입니다. PTFE의 경우 300초 이상, FEP의 경우 170초 이상으로 보고되었습니다. 이처럼 높은 아크 저항 값은 아크에 의해 분해된 고분자가 저분자량 불소탄소 형태로 분산되고, 탄소와 같은 전도성 물질이 고분자 내에 잔류하지 않기 때문으로 알려져 있습니다.

절연성

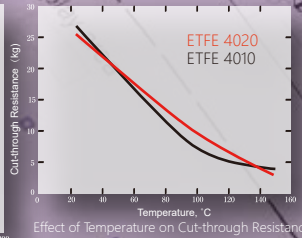
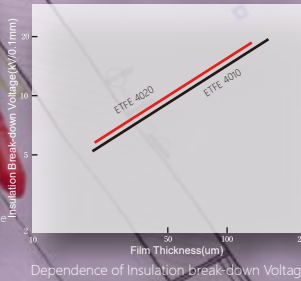
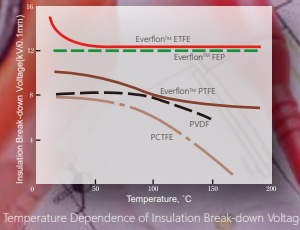
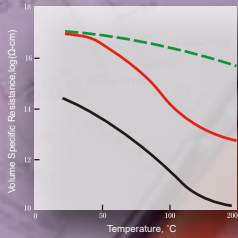
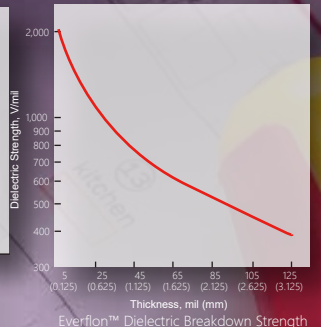
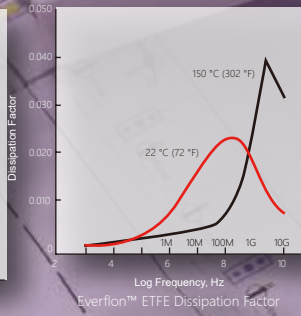
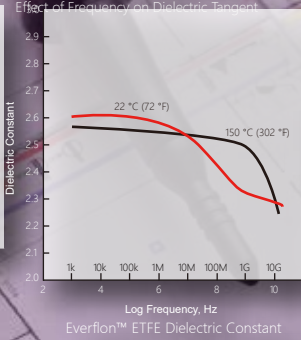
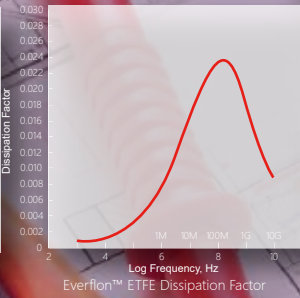
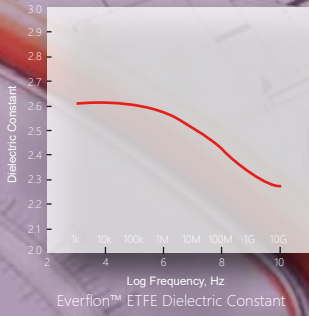
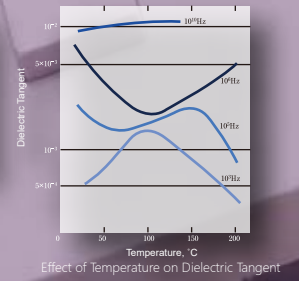
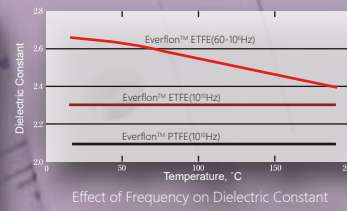
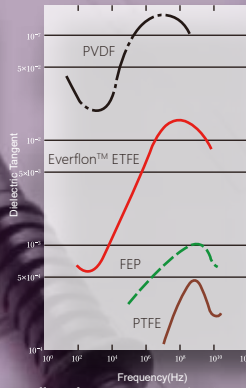
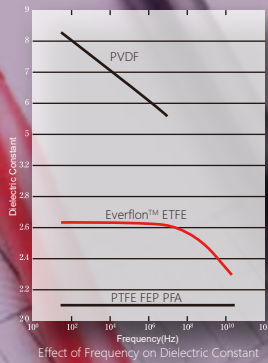
절연 저항은 일반적으로 부피 비저항으로 나타내며, 이는 절연체로서 고분자가 전류의 흐름을 얼마나 저항하는지를 보여줍니다.

이 값이 클수록 고분자의 절연성이 우수합니다. 절연 재료의 또 다른 중요한 특성인 절연 파괴 전압 측면에서도 Everflon™ ETFE는 탁월한 소재임을 입증합니다. 절연 파괴 전압은 시료의 두께에 따라 달라집니다.

필름 두께가 절연 파괴 전압에 미치는 영향에 대한 결과는 100µm 까지 절연 파괴 전압이 두께의 0.65 제곱에 비례함을 보여줍니다.

폴리머의 전기적 특성 중 가장 중요한 것은 절연성과 유전성입니다. 고주파 영역에서는 유전 효과에 의해 전기 에너지가 열 에너지로 변환되어 전기 에너지 손실이 발생합니다. Everflon™ ETFE는 높은 저항률과 낮은 손실을 나타냅니다.

Everflon™ ETFE는 10MHz 이하의 주파수에서 2.5~2.6의 유전 상수 값을 가지며, 고주파 영역에서는 약 10GHz에서 약 2.3 까지 감소합니다. 손실 계수는 저주파 영역에서 0.001 미만이지만, 약 100MHz에서 약 0.023까지 점차 증가한 후 10GHz에서는 0.01 미만으로 감소합니다.



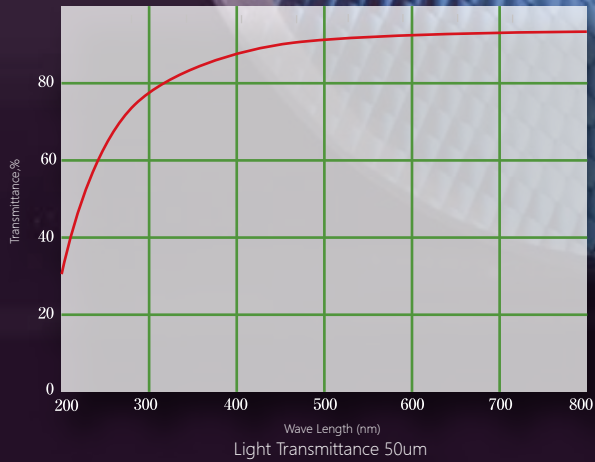
데이터 허브

광학적 특성

투과율 대 파장 데이터
0.025mm 필름 기준으로 정규화됨

Wavelength, nm	Cathay ETFE Film Transmittance, %
Ultraviolet Range	
200	91.5
250	92
300	92
350	93
400	94
Visible Range	
500	
94	
600	94
700	95
800	95

Infrared Scan of Everflon™ ETFE



일반적인 적용 분야

화학적 및 전기적 특성 면에서 Everflon™ ETFE만큼 뛰어난 기계적 강도와 간편하고 경제적인 가공성을 제공하는 플라스틱 수지는 없습니다. Everflon™ ETFE는 설계 엔지니어에게 다양한 응용 분야에서 제품 성능을 향상시킬 수 있는 폭넓은 가능성을 제공합니다.

케이블 및 유압 라인 클램프, 케이블 스트랩, 기타 패스너는 Everflon™ ETFE로 성형되어 고온 및 부식성 환경에서도 뛰어난 성능을 발휘합니다. Everflon™ ETFE는 방사선 저항성이 우수하여 원자력 분야에도 적용 가능합니다. 수분 흡수율이 낮아 습도에 관계없이 균일한 기계적 특성을 유지합니다. 높은 충격 강도와 자외선 저항성 또한 장점입니다.

탁월한 전기적 특성, 내용제성, SE-O 등급의 난연성, 그리고 우수한 고온 노화 특성을 갖춘 Everflon™ ETFE는 고성능 전기 부품에 이상적인 소재입니다. 코일, 커넥터, 캡슐화 부품, 소켓, 절연체 등이 대표적인 적용 분야입니다.



Everflon™ ETFE의 견고한 절연 특성은 컴퓨터 단자용 AWG #30부터 고전력 회로용 535 MCM에 이르기까지 다양한 도체에 사용되고 있습니다. Everflon™ ETFE는 제철소 케이블, 항공기 기체 배선, 유정 시추 케이블, 고속철도 차량 및 기관차 제어선, 그리고 기타 내구성이 요구되는 전선 및 케이블에 탁월한 성능을 보여주고 있습니다. 특히 원자력 발전소 및 방사선 노출 위험이 있는 환경에서의 사용에 대한 특별한 검토가 이루어지고 있습니다.



열수축 튜브, 일반 튜브, 주름 튜브는 다양한 두께와 직경으로 제공됩니다. 고온 환경에서의 전기 절연 및 강화학 물질 취급에 사용되고 있습니다. 열수축 튜브는 전기 단자, 호스 연결부 및 기타 부품에 밀착되어 절연, 마모 방지 및 부식 방지 기능을 제공합니다.

높은 충격 강도, 내화학성, 고온 살균 저항성 및 가공 용이성은 생의학 및 실험기구 분야에 필요한 특성입니다. 산소호흡기 부품, 혈액 분석기 밸브, 증발 접시, 원심분리 튜브 등이 그 예입니다.



높은 충격 강도, 내화학성, 고온 멸균 저항성, 그리고 가공 용이성은 생의학 및 실험실 기구 분야에 필요한 특성입니다. 산소호흡기 부품, 혈액 분석기 밸브, 증발 접시, 원심분리 튜브 등이 그 예입니다.

Everflon™ ETFE 필름은 열 밀봉, 열 성형, 용접, 열 라미네이팅, 코팅이 가능하여 감압 테이프, 연성 인쇄 회로 기판, 액체 파우치 등 강도, 내열성, 전기적 안정성이 요구되는 다양한 구조물을 제작할 수 있습니다.



Everflon™ ETFE는 밸브 라이닝 소재로 다른 고분자 및 유리 소재를 대체했습니다. 넓은 온도 범위에서 산, 염기, 용제에 대한 탁월한 내성, 내마모성, 그리고 가공 용이성을 갖춘 Everflon™ ETFE는 내구성이 뛰어나고 경제적인 밸브를 구현합니다.

제작 가이드

Everflon™ ETFE는 열가소성 폴리머로서, 이 유형의 수지에 적용 가능한 대부분의 가공 기술로 가공할 수 있습니다. 다음과 같은 기술이 포함됩니다.

- 사출 성형
- 압축 성형
- 회전 성형
- 압출 성형

Everflon™ ETFE는 관련 가공 안내서에 설명된 기술을 사용하여 성형, 가공, 착색 및 인쇄도 가능합니다.



제작 가이드

압출 성형

Everflon™ ETFE는 압출 성형을 통해 직경이 작은(최대 10mm) 봉, 튜브, 파이프 및 전선 피복재로 성형할 수 있으며, T-다이 또는 팽창 성형을 통해 필름으로도 성형할 수 있습니다. 블로우 성형 및 균일 프로파일 금형 압출 성형도 가능합니다. 표준 성형 조건은 아래에 나와 있습니다.



	Specification	Electric Wire Covering	Film	Tube
Extruder	Screw diam	40 mm	40 mm	35 mm
	Screw type	metering	metering	metering
	Screw L/D	25	22	22
	Screw comp ratio	2.6:1	2.8:1	2.5:1
	Screen	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 2 each	80,100,200 mesh 1 each
Die	Die i.d.	4.3 mm	Coat hanger type manifold die	13.5 mm
	Nipple o.d.	2.0 mm		12.1 mm
	Rand Length	20 mm	Lip spacing 0.2 mm	
Product		core: tin-plated soft coper wire	film thickness: 25 um	tube i.d.: 9 mm
		core diam:0.26 mm	film width: 400 mm	tube i.d.: 10 mm
		thickness:0.15 mm		thickness: 0.5mm
		final diam:0.56 mm		
Processing Conditions	Cylinder temp			
	C1	250-260 C	270 C	270 C
	C2	270-290 C	290 C	290 C
	C3	330-340 C	310 C	300 C
	Cross head	330-340 C		
	Die	350-360 C	315 C	310 C
	Air gap		80 mm	100 mm
	Draw down ratio	59		die diameter/sizing die diameter 1.35
	Pull speed	80-150 m/min	5 m/min cooling roller temp 120 C	4 m/min vacuum sizing

제작 가이드

분체 도장

Everflon™ ETFE 코팅에는 정전기 분체 도장, 유체 침지 등의 분체 도장 방법을 사용할 수 있습니다. 원료 수지의 선택은 원하는 두께와 적용 분야에 따라 달라집니다. 이 폴리머는 흡습성이 없지만, 분말의 유동성은 수분 함량의 영향을 받습니다. 따라서 유동에 사용되는 압축 공기는 공정 전에 건조시켜야 합니다. 또한, 폴리머에 먼지가 섞이면 미세 기포나 변색이 발생할 수 있으므로 포장이나 호퍼를 열어 두지 않아야 합니다.

기판의 재질 및 형상

Techyours™ ETFE는 290~340°C 범위의 온도를 견딜 수 있는 재질이라면 금속 표면뿐만 아니라 유리 및 세라믹에도 코팅할 수 있습니다. 가장자리는 경화 시 두께가 줄어드는 경향이 있습니다. 따라서 얇은 층 코팅의 경우 IR, 0.4~1mm 두께의 코팅의 경우 압출 성형 시 3R 이상, 함침 성형 시 5R 이상의 원형도를 확보해야 합니다.

전처리

강철 재질 (두꺼운 라이닝)	탈지: 400°C에서 2시간 이상 소성 조립: 60메쉬 통과 스틸 그리드와 모래를 이용한 블라스팅 (분사 압력 3~7kg/cm ²)
강철, 스테인리스강, 알루미늄 (30-50µm)	탈지: 트리클로로에틸렌으로 세척 조립: 100메쉬 통과 스틸 그리드와 모래를 이용한 블라스팅 (분사 압력 3~7kg/cm ²)
구리 및 구리 합금	소성 시 취성 산화막이 형성되므로, 금속 도금 또는 산화구리막 처리(과황산칼륨 1부, 수산화나트륨 4부, 물 95부 혼합액에 5분간 끓이기)를 실시합니다.
유리	실란 커플링제 처리: 세척; 30% 질산에 침지 60°C에서 2시간; 1% 용액에 침지 실란 커플링제(유니온 카바이드 A-1120)의 에탄올 용액 24시간 동안 방치 후, 자연 건조 후 코팅

코팅

정전기 코팅기를 사용하여 60~90kV의 전압을 인가하고, 정전기 반발이 발생하기 직전에 전원을 차단합니다. 천연 등급의 경우 5~7회 코팅을 반복하여 30~150µm, JP40의 경우 1mm 두께의 필름을 얻을 수 있습니다. GS40의 경우, 5mm 두께의 기판에 340~360 C로 예열하면 유체 침지법으로 0.6mm 두께의 필름을 얻을 수 있습니다.

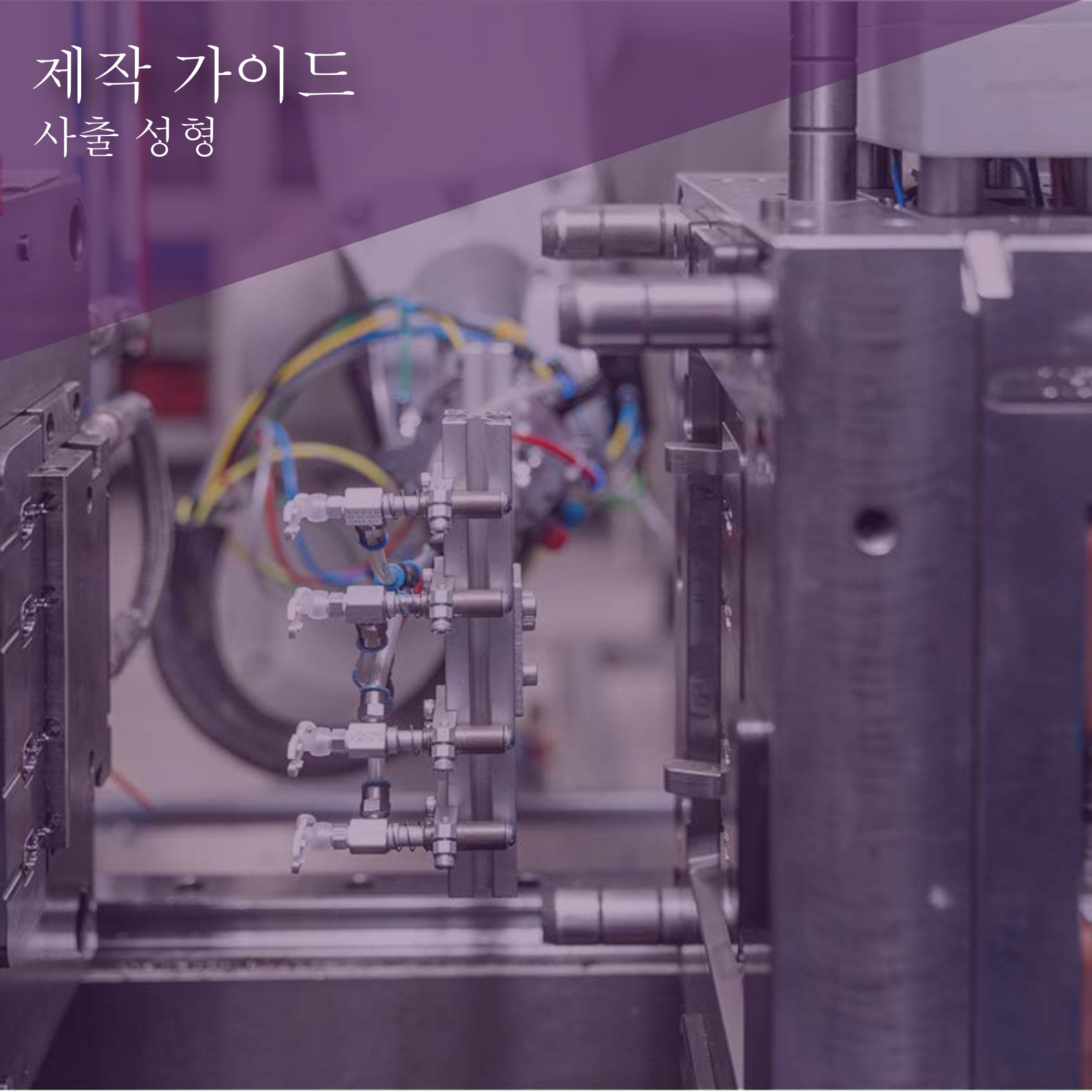
소성

소성은 기판 두께, 재질, 원하는 필름 두께에 따라 290~340 C 범위에서 10~16분 동안 진행합니다.

형성된 필름은 PTFE 필름 시험 방법과 유사한 방법으로 시험하며, 용도에 따라 필름 두께 시험, 핀홀 시험, 에릭센 시험, 내식성 시험 등 다양한 방법으로 시험할 수 있습니다.

제작 가이드

사출 성형



사출기 및 성형 재료

히터의 열용량이 최대 340°C인 플러저형 또는 스크류 인라인형 사출기는 모두 성형에 사용할 수 있습니다. 성형기의 재질은 폴리머와 접촉하는 부품(실린더 내부, 스크류, 어퍼형 부품, 노즐 등)에는 하스텔로이-C, X-합금 306, 듀라니켈 등의 내식성 재질을 사용하는 것이 좋습니다. Everflon™ ETFE 전용으로 사용하지 않는 경우에는 질화 처리 및 경질 크롬 도금 처리된 재질도 사용할 수 있습니다.

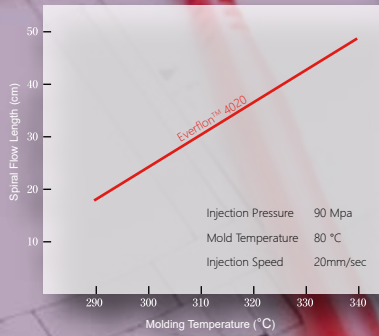
금형

금형은 사출 횟수에 따라 다르지만, 일반적인 재질의 경우 경질 크롬 도금을 해야 하며, 최대 120°C의 온도를 견딜 수 있도록 설계되어야 합니다. 게이트 구조는 원하는 제품에 따라 사이드 게이트, 핀포인트 게이트, 필름 게이트 등 중에서 선택할 수 있습니다. 러너는 단면이 원형이고 길이가 최대한 짧도록 설계하는 것이 바람직합니다.

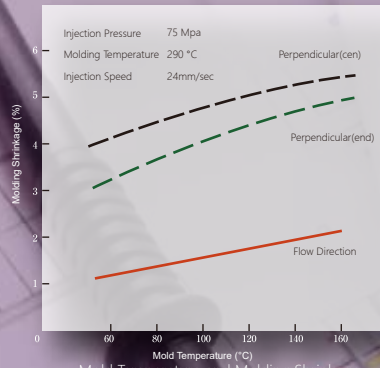
성형 조건

표는 Everflon™ ETFE 성형에 대한 일반적인 조건을 나타냅니다. 얇은 두께(0.5mm 미만)의 성형 시에는 속도를 높여야 하고, 두꺼운 두께(5mm 이상)의 성형 시에는 냉각 시간을 늘려야 합니다. 또한, 매끄러운 표면을 얻으려면 사출 속도를 낮춰야 합니다.

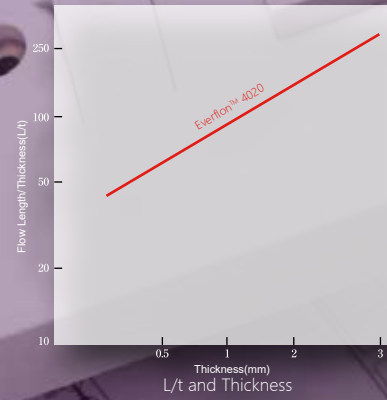
		ETFE 4010
가공 온도 (°C)	1	260-280
	2	270-290
	3	280-300
	4	290-320
금형 온도 (°C)		60-120
사출 압력 (MPa)		50-120
사출 속도 (램 속도) (mm/초)		1-15
성형 주기 (초)		30-120



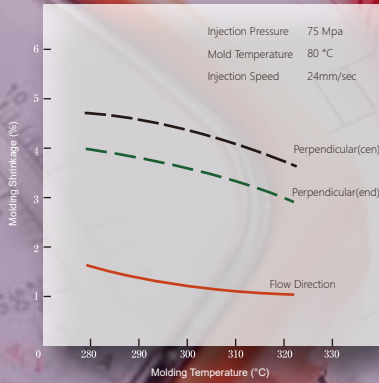
Molding Temperature and spiral Flow Length



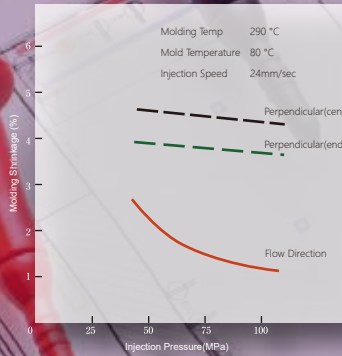
Mold Temperature and Molding Shrinkage



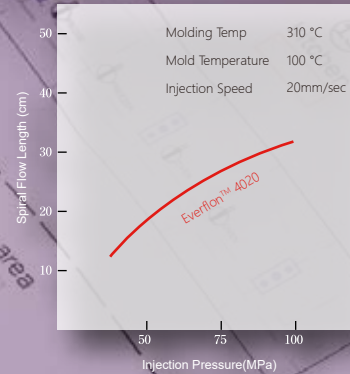
L/t and Thickness



Molding Temperature and Molding Shrinkage



Injection Pressure and Molding Shrinkage

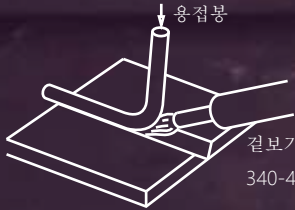


Injection Pressure and Spiral Flow Length

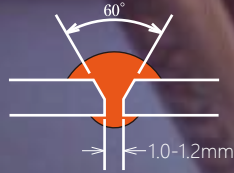
데이터 허브

제작 가이드

용접



꺾보기 용접 온도
340-450°C



꺾보기 용접 온도



용접선 끝에서 5mm 떨어진 화염 중심 온도

용접은 일정 수준의 기술을 요구하지만, 용접 부위에 세심한 주의를 기울이고 모재와 용접봉을 모두 왁스 상태로 만들면 모재 강도의 60%에 해당하는 강도를 얻고 분당 80mm의 용접 속도를 달성할 수 있습니다.

제작 가이드

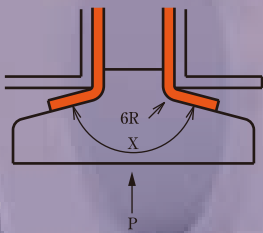
플레어 가공

Everflon ETFE 파이프 및 사출 성형품은 특수 공구를 사용하여 90° 플레어 가공을 할 수 있습니다. 공구 재료를 130~150°C로 가열하면 60mm/min의 속도로 플레어 가공을 진행할 수 있습니다.

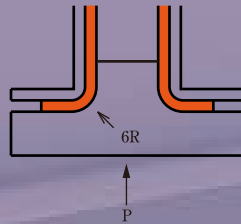
1차 플레어

X: 얇은 파이프 90-120°

두꺼운 파이프 120-160°



2차 플레어



어닐링

150-180°C*60분





Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

저희 회사, 제품 및 서비스에
대한 자세한 정보는
www.everflon.com 또는
www.everflonultra.com
웹사이트를 방문해 주십시오.