

Vega™

탄소 섬유로 강화된 PEKK 재료

Vega는 초고성능 탄소 섬유로 강화된 PEKK이며 항공우주 분야에서 파트를 3D 프린팅할 수 있는 재료입니다. Markforged 엔지니어와 재료 과학자들이 개발한 이 제품은 생산 부품에 적합한 매끄러운 무광택 검정색 표면 마감을 자랑합니다. Vega는 연속 섬유로 강화하여 강도가 알루미늄만큼 상승하여 항공우주용 부품을 만들 수 있습니다.

Carbon Fiber HT와 Carbon Fiber HT-A는 Vega와 ULTEM™ 9085 필라멘트*와 함께 사용하도록 설계된 Markforged의 연속 탄소 섬유의 특수 변형입니다¹. 알루미늄 강도의 파트를 생산할 수 있어 다양한 형상에 정밀하게 배치할 수 있습니다.

기능 및 이점

높은 내열성 및 FST 저항성

내화학성 및 솔벤트 내성

낮은 가스 배출

무광택 표면 마감

CF-HT로 강화된 고강도



물리적 특성	단위	테스트(ASTM)	Vega XZ 방향	테스트	Carbon Fiber HT (CFR) ²	Carbon Fiber HT-A (CFR) ^{2,3}
인장 강도	MPa(ksi)	D638	87.6 ± 3.0 (12.7 ± 0.5)	D3039	800(116)	800(116)
탄성계수	GPa(ksi)	D638	5.2 ± 0.2 (0.8 ± 0.03)	D3039	69(10005)	69(10005)
파단 신율	%	D638	3.0 ± 0.2	D3039	1.6	1.6
굴곡 강도	MPa(ksi)	D790	140.2 ± 8.4 (20.3 ± 1.2)	D790	439.5(63.7)	529.7(76.8)
굴곡 탄성률	GPa(ksi)	D790	4.7 ± 0.3 (678.3 ± 0.04)	D790	50.3(7,291.1)	53.3(7,730.5)
파단 시 굴곡 변형률	%	D790	5.2 ± 0.5	D790	1.0	1.1
압축강도	MPa	D695	221.3 ± 35.9 (32.1 ± 5.2)	D695	300(43.5)	300(43.5)
압축 계수	GPa	D695	4.1 ± 0.3 (591.0 ± 37.0)	D695	59(8557)	59(8557)
노치형 아이조드 내충격성	J/m	D256	47.9 ± 3.8	D256	810(15.2)	810(15.2)
밀도	g/cm³	-	1.27 ± 0.03	-	1.20	1.20
HDT(1.8MPa)	deg C(deg F)	D648	150.8(303.4)	-	190(374)	190(374)
HDT(0.45MPa)	deg C(deg F)	D648	165.1(329.2)	-	190(374)	190(374)

해당 대표 데이터는 표준 방법으로 테스트, 측정 또는 계산했으며 예고 없이 변경될 수 있습니다. Markforged는 상품성, 특정 용도에 대한 적합성 또는 특허 침해에 대한 보증을 포함하되 이에 한정되지 않는 어떠한 종류의 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며 이 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 여기에 나열된 데이터는 설계, 품질 관리 또는 사양을 제한하는 데 사용되어서는 안 되며 특정 애플리케이션에 적합함을 확인하기 위해 진행되는 자체 테스트를 대체할 용도가 아닙니다. 이 문서의 어떤 내용도 지적 재산권에 따른 라이선스 행사 또는 침해에 대한 권고로 해석되어서는 안 됩니다.

¹ ULTEM™ 및 9085 상표는 SABIC, 계열사 또는 자회사의 라이선스 하에 사용됩니다.

² CF-HT 및 CF-HT-A 값은 순수 섬유 테스트 시편에서 도출된 값입니다. 실제 파트 강도는 파트에 포함된 섬유의 양과 경로에 따라 달라집니다.

³ CF-HT-A는 재료 및 시스템 인증에 권장됩니다.

가스배출(Outgassing)

Vega는 가스배출이 적어 중요한 항공 우주 애플리케이션에 적합합니다.

속성	테스트(ASTM)	TML(%)	CVCM(%)	WVR(%)
가스배출(Outgassing)	E595-15	0.47	<0.01	0.21

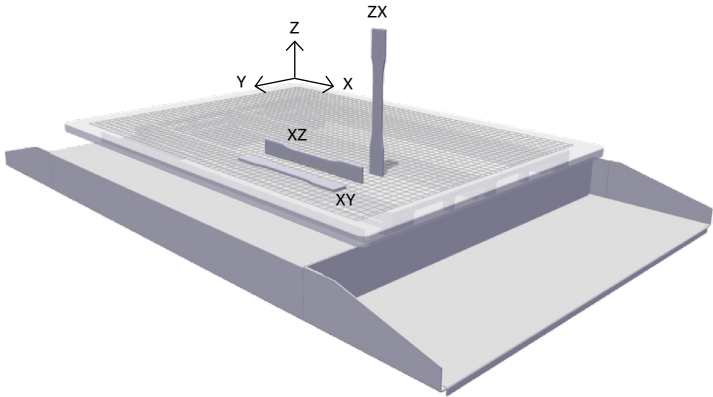
내화학성

속성	Vega
염산 37%	A
인산 80%	A
불화수소 49%	A
수산화칼륨 50%	A
과산화수소 50%	A
에탄올	A
제트 A	A
스카이드롤	A
톨루엔	B
MEK	B
트리클로레탄	C
디클로로메탄	C

범례
A - 영향 거의 없음/없음
B - 작거나 중간 정도의 영향
C - 중대한 영향

Vega의 방향에 따른 기계적 특성

3D 프린팅 재료의 기계적 특성은 프린팅 방향에 따라 다를 수 있습니다. 인장 강도에서 대부분의 파트는 프린팅 방향과 하중 적용 방향이 평행할 때 가장 강하고, 프린팅 방향과 하중 적용 방향이 수직일 때 가장 약합니다.



속성 4	프린팅 방향	평균
인장 강도(MPa)	XY	65.2 ± 3.0
	XZ	87.6 ± 3.0
	ZX	47.5 ± 3.3
탄성 계수(GPa)	XY	4.0 ± 0.1
	XZ	5.2 ± 0.2
	ZX	3.3 ± 0.2
파단 신율(%)	XY	3.9 ± 0.4
	XZ	3.0 ± 0.2
	ZX	5.2 ± 0.5

해당 대표 데이터는 표준 방법으로 테스트, 측정 또는 계산했으며 예고 없이 변경될 수 있습니다. Markforged는 상품성, 특정 용도에 대한 적합성 또는 특허 침해에 대한 보증을 포함하되 이에 한정되지 않는 어떠한 종류의 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며 이 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 여기에 나열된 데이터는 설계, 품질 관리 또는 사용을 제한하는 데 사용되어서는 안 되며 특정 애플리케이션에 적합한지를 확인하기 위해 진행하는 자체 테스트를 대체할 용도가 아닙니다. 이 문서의 어떤 내용도 지적 재산권에 따른 라이선스 행사 또는 침해에 대한 권고로 해석되어서는 안 됩니다.

4 XY 및 XZ 시편은 기본 솔리드 채우기 설정으로 인쇄되었습니다. ZX 표본은 6개의 벽과 4개의 바닥으로 솔리드 채우기 설정으로 인쇄되었습니다.

화염, 연기 및 독성(FST) 성능

Vega 단독으로 또한 탄소 섬유로 강화된 Vega 필라멘트가 난연성 테스트를 통과 했습니다. 이는 2mm 두께에서 CFR 25.853 사양을 통과한 것입니다. 잠재적 적용 제한 사항에 관한 정보는 PS-ANM-25.853-01-R2를 참조하십시오. 연소 독성 시험 성능은 2mm 두께에서 CFR 25.853 사양을 통과했습니다. 연소 독성 시험 성능은 2mm 두께에서 Boeing BSS 7239 Flaming 사양을 통과했습니다. 일반적으로 더 얇은 시편은 테스트를 통과하기가 더 어렵습니다. 테스트를 통과한 가장 얇은 시편 성능은 아래와 같습니다.

테스트 카테고리	테스트 세부 사항	사양	두께	연속 섬유 배치	테스트	합격 기준	테스트 결과	결과
난연성	수직 (60초)	FAR 25.853 Appendix F, Part I (a) (1) (i)	2mm	없음	연소 시간	≤ 15초	0초	합격
					연소 길이	≤ 6인치	3.3인치	
					가장 긴 연소	≤ 3초	없음	
			2mm	전체	연소 시간	≤ 15초	0초	합격
					연소 길이	≤ 6인치	3.1인치	
					가장 긴 연소	≤ 3초	없음	
	수직 (12초)	FAR 25.853 Appendix F, Part I (a) (1) (ii)	2mm	없음	연소 시간	≤ 15초	2초	합격
					연소 길이	≤ 8인치	0.9인치	
					가장 긴 연소	≤ 5초	없음	
			2.0mm	전체	연소 시간	≤ 15초	0초	합격
					연소 길이	≤ 8인치	0.4인치	
					가장 긴 연소	≤ 5초	없음	
	수평 (15초)	FAR 25.853 Appendix F, Part I (a) (1) (iv)	2.0mm	없음	평균 연소 길이	≤ 2.5인치/분	≤ 0인치/분	합격
			2.0mm	전체	평균 연소 길이	≤ 2.5인치/분	≤ 0인치/분	합격
	열 방출*	FAR 25.853 Appendix F, Part IV	2.0mm	없음	평균 최대 평균 총 2분	≤ 65kW/m² ≤ 65kW-min/m²	40.4 kW/m² 6.9 kW-min/m²	합격
			2.0mm	전체	평균 최대 평균 총 2분	≤ 65kW/m² ≤ 65kW-min/m²	34.1 kW/m² 9.3 kW-min/m²	합격
연기	연기 밀도 - 화염 모드	BSS 7238	2.0mm	없음	Ds Max	≤ 200	1	합격
	연기 밀도 - 비화염 모드	BSS 7238	2.0mm	전체	Ds Max	≤ 200	0	합격
독성	독성 화염	BSS 7239	2.0mm	없음	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150PPM ≤ 3500PPM ≤ 100PPM ≤ 100PPM ≤ 200PPM ≤ 500PPM	<1/<1 29/30 1/1 0/0 1/1 1/1	합격
				전체	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150PPM ≤ 3500PPM ≤ 100PPM ≤ 100PPM ≤ 200PPM ≤ 500PPM	<1/<1 39/26 3 / 2 0 / 0 <1 / <1 <1 / <1	합격
	비화염 독성	BSS 7239	2.0mm	없음	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150PPM ≤ 3500PPM ≤ 100PPM ≤ 100PPM ≤ 200PPM ≤ 500PPM	<1/<1 2/3 0/1 0/0 <1/<1 <1/<1	합격
				전체	HCN CO NO / NO2 SO2 HF HCL	≤ 150PPM ≤ 3500PPM ≤ 100PPM ≤ 100PPM ≤ 200PPM ≤ 500PPM	<1/<1 1/6 1/1 0/0 1/1 1/1	합격

* PS-ANM-25.853-01-R2에 따라, X7에서 프린팅할 수 있는 대부분의 인테리어 파트에는 객실 컴포넌트에 대한 노출 표면적이 지정된 임계값보다 낮기 때문에 열 방출 테스트가 필요하지 않습니다.

**2층 샌드위치 패널로 제작된 부분 샘플

전체가 섬유로 채워진 시편은 섬유 함량을 최대로 넣어 줄무늬 모양의 섬유 배치 패턴으로 제작합니다.

해당 대표 데이터는 표준 방법으로 테스트, 측정 또는 계산했으며 예고 없이 변경될 수 있습니다. Markforged 는 상품성, 특정 용도에 대한 적합성 또는 특허 침해에 대한 보증을 포함하지 이에 한정되지 않는 어떠한 종류의 명시적 또는 묵시적 보증도 하지 않으며 이 정보의 사용과 관련하여 어떠한 책임도 지지 않습니다. 여기에 나열된 데이터는 설계, 품질 관리 또는 사양을 제한하는 데 사용되어서는 안 되며 특정 애플리케이션에 적합한지를 확인하기 위해 진행하는 자체 테스트를 대체할 용도가 아닙니다. 이 문서의 어떤 내용도 지적 재산권에 따른 라이선스 행사 또는 침해에 대한 권고로 해석되어서는 안 됩니다.