



적층 제조 및 사출 성형 성형

비교, 대조 및 기회 고려하기



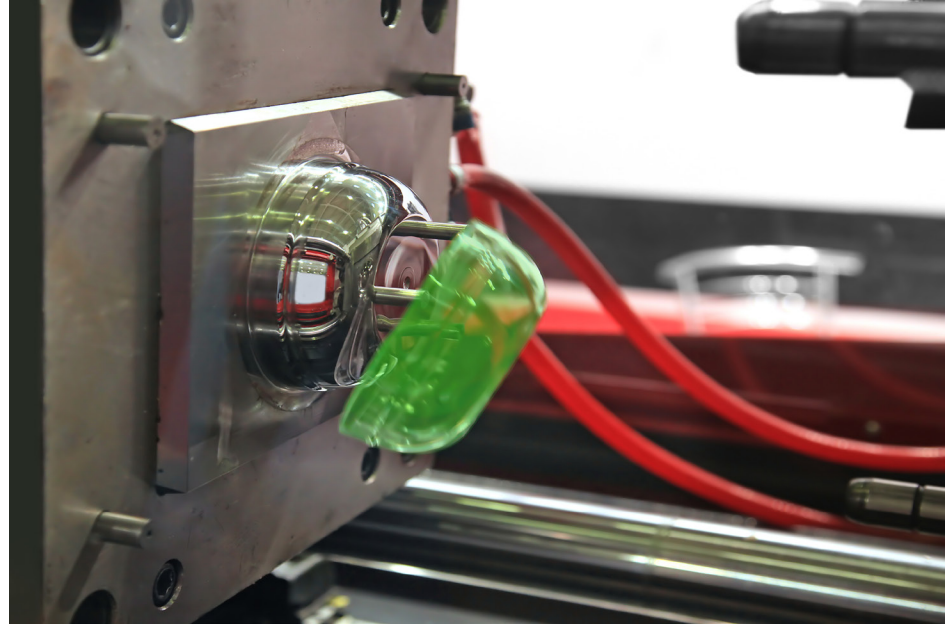
적층 제조라고도 하는 3D 프린팅은 종종 플라스틱 부품 생산을 위해 주로 이용 되는 사출 성형 공정과 경쟁하거나 최소한 경쟁을 시도하는 제조 공정으로 간주됩니다. 일부 어플리케이션의 경우에는 AM이 경쟁력이 있기 때문에 이 기술은 실제로 약간의 가치가 있습니다. 이는 산업용 3D 프린팅 기술과 재료가 더 많은 양의 부품을 보다 효과적이고 비용 효율적으로 생산할 수 있는 생산 공정으로 발전해 왔으며 계속 진화하고 있기 때문입니다. 이 경쟁은 특정한 수준까지는 좋습니다. 그러나 모든 것을 경쟁적으로 봐야하는 것은 아니며 실제로 이 두 가지 제조 공정에는 상호 보완적인 부분이 있습니다. 그리고 사실 아주 많은 플라스틱 부품(수십만 개)의 경우 AM은 아직 사출 성형과 같은 범위 안에 들어가지도 못합니다.

3D 프린팅은 오랫동안 제품 개발 단계에서 중요한 수단으로 인식되고 있습니다. 이를 통해 신속한 디자인 반복과 예리한 엔지니어링 결정이 가능합니다. 그러나 대부분의 제조 팀은 기술을 개발 단계에서 프로토타이핑 도구로만 사용합니다.

그런 일이 발생하면 기회를 놓치게 됩니다. 3D 프린팅 기술은 성능과 제조량 모두에서 발전하여 저용량/중간 용량 및 고풍합 소량 생산(HMLV) 응용 분야의 경우 사출 성형과 직접 경쟁하거나 금형을 생산하여 보다 효과적인 사출 성형을 가능하게 할 수 있습니다.

이 백서의 목표는 두 공정의 범위, 생산에 대한 장점(및 단점), 그리고 그들이 실제로 어떻게 서로를 보완하는지 고려하는 것입니다.

전반적 현황



처음에는 글로벌 제조 부문의 더 큰 관점에서 각 제조 공정의 환경을 간략하게 살펴보겠습니다. 후자의 경우 한 정보통에 따르면 2022년 전 세계 제조업 생산의 가치를 44조 5천억 달러로 추정했고 2023년에는 44조 3천억 달러로 감소할 것으로 예측했습니다(팬데믹 및 우크라이나 전쟁의 영향). 이 숫자를 절대적인 수치로 사용하지 않는 것이 가장 좋습니다. 그러나 설명 목적과 추정치로 사출 성형 및 AM의 특정 하위 부문에 대한 기준으로는 충분히 잘 기능합니다.

이 두 제조업 하위 섹터는 모두 매우 다양한 가치 평가를 받고 있습니다. GM Insights는 "사출 성형 플라스틱 시장은 2022년에 3천억 달러 이상을 벌었습니다 [그리고] 업계는 2023년부터 2032년까지 연평균 3.5% 성장할 것으로 예상됩니다." 이는 Grand View Research의 다음 분석과 일치합니다. "글로벌 사출 성형 플라스틱 시장 규모는 2,847억 달러로 평가되었습니다. [2030년까지의] 예측 기간 동안 연평균 4.2%의 성장률을 기록할 것입니다." 다음은 이보다 보수적으로 분석한 Research & Markets의 최근 보고서에 수록된 내용입니다. "글로벌 사출 성형 시장은 1,877억

달러로 평가된 것으로 추정됩니다." 적어도 후자는 그것이 추정치라는 것을 인정하고 있습니다! 어디에 집중하느냐에 따라 AM 섹터의 가치에도 비슷한 차이가 있습니다. 이번에는, Research & Markets는 상대적으로 덜 보수적으로 평가했습니다. "적층 제조 및 재료의 글로벌 시장은 404억 달러로 추정되며, 2030년까지 1,966억 달러 규모에 도달, 동기간 내 21.9%의 연평균 성장률을 기록할 것으로 예상됩니다. 플라스틱은... 22.3%의 연평균 성장률을 기록하며 분석 기간이 종료 시점에는 1,182억 달러 규모에 도달할 것으로 예상됩니다. Market Watch의 최근 보고서에 따르면 "글로벌 적층 제조 및 재료 시장은 161억 7천만 달러의 가치에 달하며... 예측 기간 동안 연평균 25.7%의 성장률을 기록할 것으로 예상됩니다."라고 합니다. SmarTech Analysis에 따르면 최근 발표한 보고서에서 AM 산업은 23% 성장하여 135억 달러로 성장했지만 2025년에는 2,500억 달러까지 성장할 것으로 예상됩니다.

가장 최근의 Wohlers Report에서는 또한 강력한 '19.5%의 AM 산업 성장'을 이야기했고 현재 이 부문의 가치를 180억 달러로 평가하며 성장 가능성을 높게 평가했습니다.

중양값(사출 성형의 경우 2,430억 달러, AM의 경우 269억 5천만 달러)을 고려하면 현재 사출 성형 섹터가 AM 섹터의 거의 10배 규모라는 것은 확인할 수 있습니다. 그러나 각 하위 부문의 성장률(놀라울 정도로 일관된) 예측이 정확하다면 AM은 향후 10년 동안 그 격차를 크게 좁힐 것입니다. 사출 성형 수치는 플라스틱만 포함된 반면 AM 수치는 모든 재료를 포함하므로 이 논문의 범위 내에서 격차가 실제로는 더 크다는 점을 인지해야 합니다.

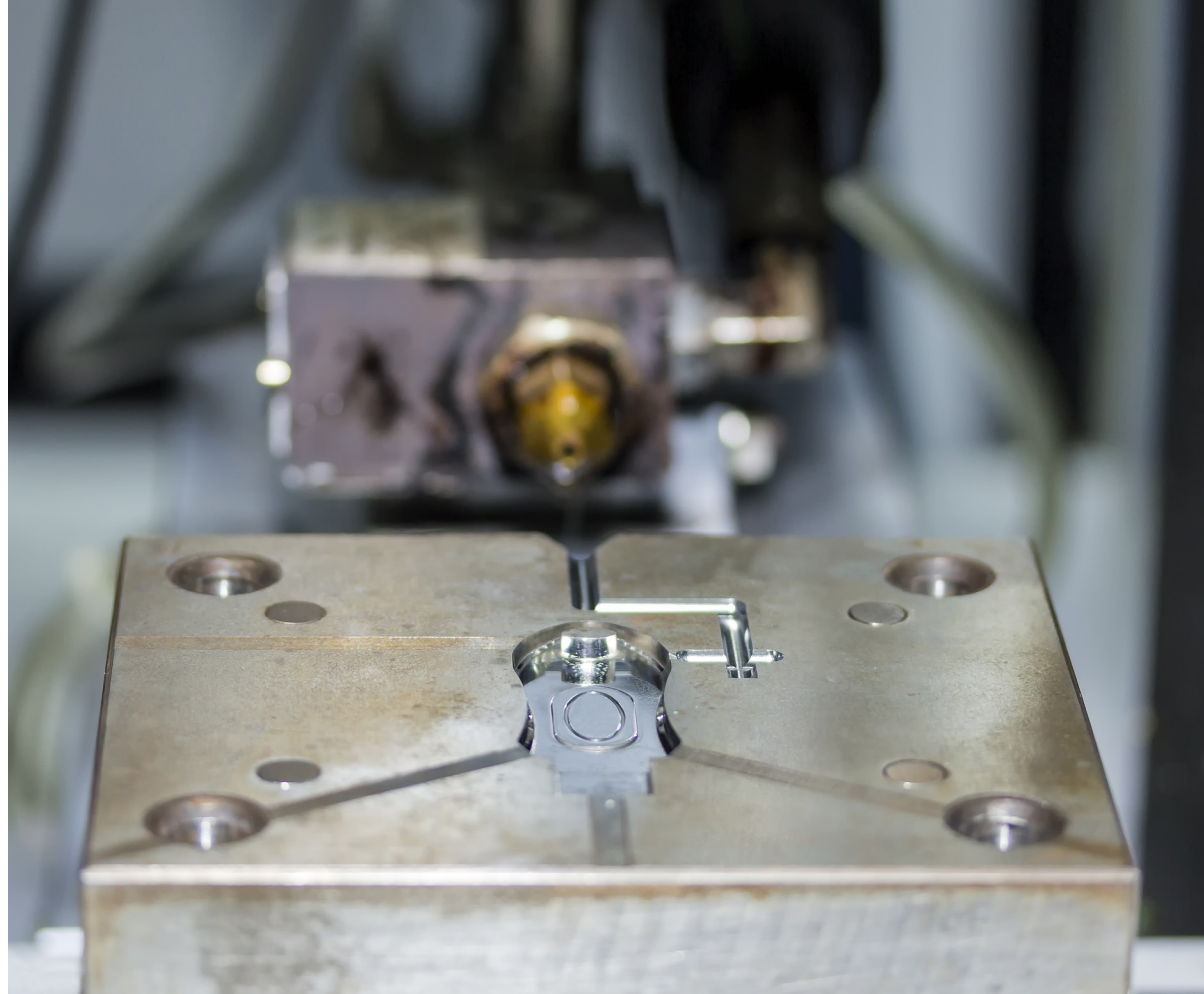
간단한 관련 정보

사출 성형 vs. 적층 제조

사출 성형은 플라스틱 제품 및 부품 제조를 위한 선도적인 공정입니다. 이는 정밀한 공차 (일반적으로 50미크론에서 100미크론)와 우수한 표면 마감의 동일 부품의 대량 생산을 위해 널리 사용됩니다. 대량 생산의 경우 비용 효율적이고 정확하며 반복 가능한 공정으로 다양한 재료를 사용해 대량 생산을 위한 고품질 부품을 생산합니다.

산업용 3D 프린팅 기술은 플라스틱 제품 제조업체에 실행 가능한 생산 대안을 점점 더 많이 제공하고 있으며, 일부는 표면 마감 및 공차 (일반적으로 50미크론에서 300미크론)에서 경쟁력이 있습니다. 또한 3D 프린팅은 사출 성형에 비해 여러 가지 주요 이점을 제공합니다. 도구를 사용하지 않고, 복잡한 형상 구현과 부품 통합이 가능하다는 점에서 전례 없는 유연성을 제공하기

때문입니다. 이 유연성은 본 생산 이전이나 생산 중에 저렴한 비용으로 디자인을 수정하거나 미래 세대 제품에 대비하는 것을 용이하게 합니다.



고려 사항

모든 제조 팀이 알고 있듯이 모든 신제품 개발 프로젝트에는 반드시 묻고 답해야 하는 근본적인 질문이 있습니다. 개발 단계를 제외하고, 생산 및 공정 선택과 관련된 질문은 다음과 같습니다. 경험이 많은 제조 팀은 어떤 방식을 취할지 생각하고 있을 가능성이 높으며 심지어 기존 프로세스에 대한 선입견을 가지고 있을 수도 있습니다. 제조 팀은 현상에 도전하기 위해 이러한 질문을 해결할 수 있을지도 모릅니다.

모든 제품 또는 구성 요소에 가장 적합한 제조 공정을 결정하기 위한 출발점은 그 용도입니다.

1. 부품은 얼마나 단순하거나 복잡한가?

이 질문에 대한 답변은 제조 공정 선택에 대한 정보를 직접적으로 알려줄 수 있습니다. 그럼에도 불구하고 항상 다음과 같이 명확하지는 않다는 것을 이미 알고 계실 것입니다.

- 단순한 부품은 사출 성형
- 복잡한 부품은 3D 프린팅.

간단하지 않나요?

사출 성형이 단순한 디자인과 일관된 벽 두께의 부품에 특히 적합한 것은 사실입니다. 즉, 사출 성형은 복잡성을 배제하지 않으며 언더컷과 복잡한 형상이 있는 부품을 수용할 수 있습니다. 그러나 부품의 복잡성이 증가함에 따라 부품을 사출 성형의 복잡성도 증가하기 때문에 추가 비용이 발생하게 됩니다. 이로 인해 생산에 상당한 사전 비용이 추가됩니다. 그러나 공구가 준비되면 제조 위치에서 즉시 생산을 시작할 수 있습니다.

그러나 사출 성형에는 명확하게 고려해야 할 다양한 복잡도 수준이 있습니다. 너무 높으면 엄두도 못 낼 정도로 비용이 높아질 수 있습니다. 더 나아가 한계에 도달하면 불가능해집니다.

3D 프린팅이 사출 성형으로 제작하기에는 너무 비싸거나 불가능한 부품을 생산할 수 있다는 것은 비밀이 아니며, 이는 적층 기술의 많은 장점 중 하나입니다. 또한 3D 프린팅을 "경쟁력 있는" 제조 기술로 만들기 위한 주요 주장이기도 합니다. 이는 근거 없는 주장이 아닙니다. 격자, 내부 채널, 오버행, 두꺼운/강화 벽 및 산업용 3D 프린팅 시스템이 만들 수 있지만 사출 성형이 어려움을 겪는 속이 빈 부분과 같은 복잡한 형상의 예를 찾는 것은 어렵지 않습니다.

이 기능은 디자이너가 무게를 줄이고, 인체공학적 기능을 구축하고, 로고 및 부품 식별을 추가할 수 있는 무수한 기회를 제공합니다.

부품의 크기는 생산 방법을 결정하는 근본적인 질문이기도 합니다. 흥미롭게도 사출 성형과 3D 프린팅 모두 중소형 부품 크기 범위에서 최적으로 작동합니다. 3D 프린팅의 경우 제작 용량이 제한적입니다. 그러나 큰 부품은 더 작은 섹션으로 제작하고 제작 후에 조립할 수 있습니다. 사출 성형의 경우 기계 크기로 인해 부품 크기가 제한될 수 있지만 추후 조립 가능한 부품을 위해 여러 금형을 만들 수 있습니다. 따라서 두 공정 모두 더 큰 제품을 수용할 수 있지만 추가 다운스트림 조립과 상당한 시간 및 비용 페널티 측면에서 상충점이 있습니다.

2. 총 몇 개의 부품이 필요한가요?

여기서 흥미로운 점이 발견됩니다.

사출 성형은 여러 해 동안 대량 및 초대량 제품에 대해 매우 비용 효율적인 것으로 입증되었습니다. 3D 프린팅이 이 수준에서는 경쟁이 어렵다는 것도 사실입니다.

그러나 "이 수준"이란 정확히 무엇일까요?

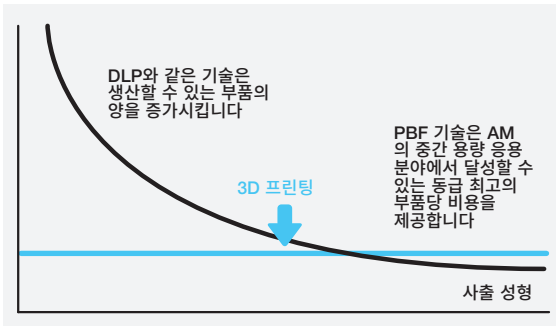
경험에 비추어 볼 때 소량, 중량 및 대량 제품에 특정 숫자를 집어넣으려고 할 때 상황이 복잡해집니다. 맥락을 파악하는 방법과 다양한 연구 출처(산업 부문, 해당 부문 내 응용 프로그램, 제조 프로세스 등, 심지어 다양한 제조 프로세스를 제공하는 서비스 제공업체)에 따라 큰 차이가 있습니다.

다양한 자료와 약간의 상식을 바탕으로, 대략적인 수치이지만 합리적인 일반적 기준은 다음과 같습니다.

저용량: 부품 개수 1000개 미만.

중간 용량: 부품 개수 1,000~100,000개.

대용량: 부품 개수 100,000개 초과



위의 차트는 3D 프린팅과 사출 성형의 일반 비용 곡선입니다. x축은 부품 수, y축은 부품당 비용을 나타냅니다. 교차점과 x축을 따라 그 이후로는 사출 성형이 더 비용 효율적입니다. 이 차트에 숫자가 없는 이유는 해당 교차점의 숫자가 지난 10년 동안 많이 변경되었으며 교차점이 곡선 아래로 내려가고 있기 때문입니다. 강조하면, 응용 분야에 따라 다르지만 3D 프린팅의 공정 능력과 용량은 계속 개선되고 있습니다. 오늘날 3D 프린팅을 사용한 플라스틱 제품의 소규모 생산에서 수만 개가 생산되는 것은 흔한 일입니다. 예를 들어 치과, 의료, 일반 제조(인클로저 및 고정 장치 등) 부문에서 찾을 수 있습니다.

이로 인해 비용, 물류 및 지속 가능성에 큰 영향을 미칠 수 있는 용량 요구 사항에 대한 몇 가지 추가 고려 사항이 발생합니다.

2a. 부품이 모두 한 번에 필요한가요 아니면 수 개월/년에 걸쳐 필요한가요?

중간 정도의 복잡성을 가진 작은 부품의 평범한 예를 사용해보겠습니다. 우리는 이 부품이 대량(10만 개 이상)으로 필요한 경우 단일 생산량에서 3D 프린팅이 사출 성형과 잘 경쟁하기 어렵다는 것을 파악했습니다. 그러나 유사한 제품의 중간 정도의 규모로 장기간에 걸친 보다 민첩한 접근 방식이 필요한 생산의 경우 3D 프린팅은 주문형 생산을 공급하고 재고 축적 및 재고를 크게 줄일 수 있는 실행 가능한 옵션이 될 수 있습니다.

예를 들어, 12개월 동안 이러한 부품 중 60,000개가 필요한 경우 사출 성형을 사용하여 한 번에 생산하거나 3D 프린팅을 사용하여 매월 5,000개(또는 필요에 따라) 부품으로 생산할 수 있습니다.

이는 다음을 야기합니다.

2b. 부품은 언제 어디서 필요한가요?

다시 말하지만 이 질문은 부품의 생산 위치와 유통 측면에서 생산의 유연성을 의미합니다. 3D 프린팅은 사출 성형과 같이 한 위치에서 6만 개의 부품을 생산하고 전 세계에 배포하는 대신, 디지털 프로세스로 필요한 위치에서 필요한 수의 부품을 생산할 수 있습니다. 이는 운송 비용을 크게 줄이는 동시에 환경에 긍정적인 영향을 주기 때문에 비용에 영향을 미칩니다. 마지막으로 한 가지 더 짚고 넘어갈 것은 이러한 방식으로 생산을

현지화하고 시장 및 고객에게 더 가깝게 이동하는 것도 공급망 위험을 일정 부분 완화하는 데 기여합니다.

3. 부품당 비용

이것이 핵심입니다. 아마도 가장 중요한 것일 것입니다. 그러나 여전히 앞서 언급한 요점의 맥락에서 고려해야 합니다.

3D 프린팅 공정의 가장 큰 장점 중 하나는 도구가 필요 없는 공정이라는 것입니다. 사출 성형용 공구 금형의 생산은 비용과 시간이 많이 소요되며 모든 것이 미리 이루어져야 합니다. 그리고 여기에 중요한 점이 있습니다 - 사출 성형은 생산을 위한 대규모 초기 자본 투자가 필수적입니다. 위에서 설명한 바와 같이 생산을 위한 3D 프린팅은(특히 계약 제조업체와 협력하는 경우) 선지불 비즈니스 모델이 가능하지만 생산이 사내에서 이루어지는 경우도 동일합니다.

용량이 중요한 역할을 하는 지점입니다. 대용량의 경우 부품당 비용 측면에서 사출 성형에 대한 ROI가 극적일 수 있기 때문입니다. 금형 도구의 비용은 고정이므로 금형에서 생산되는 부품 생산량이

많을수록 부품당 비용은 낮아집니다. 3D 프린팅을 사용하면 비용이 부품 1개에서 2만 개 이상까지 균일합니다(위의 용량 섹션에 있는 차트도 이 점을 시사함).

아래 차트는 또한 일부 특정 부품에 대한 가격 비교와 SAF 기술을 사용한 3D 프린팅이 언제 어떻게 성공적으로 경쟁하는지에 대한 개요를 제공합니다.

부품 비용 비교 - 사출 성형 vs. SAF

	부품 이름	치수 [mm]	부품당 외부 사출 성형 비용 \$	SAF H350 부품당 비용 \$	절감	손익분기 생산량	제작당 최대 부품 수
	케이블 클립 가이드	15x17x49	US\$ 2.35 매년 부품 5,000개	US\$ 2.19	7%	부품 19,900개	1020
	브래킷	60x55x55	US\$ 9.40 매년 부품 500개	US\$ 4.10	56%	부품 6,536개	171
	전자 커넥터	80x80x52	US\$ 119.48 매년 부품 50개	US\$ 30.61	74%	부품 820개	30

부품당 비용 방정식에서 고려해야 할 많은 요소가 있습니다. 명백한 생산 활동 자체(기계, 연료, 재료비, 공임비, 후처리 등). 또한 유통, 배송, 저장 및 창고 관리도 고려해야 합니다.

4. 반복

또 다른 고려 사항은 다음과 같습니다. 제품 반복과 그에 따른 디자인 변경이 있습니까? 이것은 지속적인 생산에 3D 프린팅 기술이 상당한 이점을 제공하고 사출 성형이 제한적일 수 있는 또 다른 영역입니다. 3D 프린팅 기술을 사용한 제조는 지속적이고 반복적인 접근 방식을 가능하게

합니다. 변경 사항은 언제든지 적은 비용 혹은 비용 없이 적용할 수 있습니다. 특정 제품이나 부품에 대한 금형 도구가 한번 제작되면 거의 최종 결정된 셈입니다. 수정은 거의 불가능하며, 가능하다고 해도 비용이 많이 듭니다.

5. 소재

산업 생산 기술에는 선택한 응용 분야에 적합한 특성을 제공하는 고분자 재료의 가용성이 필요합니다. 3D 프린팅 공정에 가장 널리 사용되는 폴리머 재료는 PA11, PA12, 유리 함유 및 탄소 함유 나일론과 같은 열가소성 수지와 포토폴리머 또는 열경화성 수지입니다.

그러나 3D 프린팅을 위한 생산 등급 특수 재료의 상당한 발전에도 불구하고 사출 성형은 수천 가지 옵션이 있는 반면 3D 프린팅의 재료 옵션 팔레트는 여전히 작습니다.

제조업체가 제조 응용 분야에 대한 3D 프린팅의 이점을 계속 발견함에 따라 재료 기업들은 광중합 열경화성 수지와 분말형 및 필라멘트형 열가소성 수지 모두에서 보다 '기능적인' 재료 개발에 지속적으로 막대한 투자를 하고 있습니다. 많은 고성능 재료가 기계적 특성 향상에 초점을 맞추고 있지만 이제는 내후성, ESD(정전 방전),

FR(난연성), FST(화염, 연기, 독성), 저손실 유전체, 식품용 및 의료용 등급과 같은 기능이 추가되고 있습니다. 이러한 차세대 AM 재료는 특정 응용 분야에 특정 기능이 필요한 최종 사용 부품을 생산하는 것을 목표로 합니다.

이러한 AM 열가소성 수지 및 포토폴리머 소재의 진화 방식은 한때 비슷한 상태에 있었던, 즉 기본 재료 팔레트로 시작해 전문화를 통해 한 번에 하나씩 개발되어 오늘날 광범위한 종류로 이어진 IM 열가소성 수지의 진화 방식과 유사합니다.



SAF™ 기술로 인쇄된 자동차 HVAC 시스템의 공기 덕트 부품입니다. 전통적으로 이와 같은 부품은 두 부분으로 만들어져 조립되었을 것입니다. SAF 기술을 사용하면 두 반쪽을 단일 부품으로 생산할 수 있어 후공정 조립 및 고장 지점을 줄일 수 있습니다.

둘 중 하나일 필요는 없다

따라서, 3D 프린팅은 일부 응용 분야에서 사출 성형에 대한 실행 가능하고 효율적이며 비용 효율적인 대안을 제공할 수 있습니다. 또한 사출 성형을 위한 지원 역할을 할 수 있습니다. 이 두 기술은 시간과 비용을 크게 절감할 수 있는 매우 유용한 방법으로 결합될 수 있습니다.

처음에 우리는 3D 프린팅이 프로토타이핑에 있어 중요한 도구임을 밝혔습니다. 또한, 다양한 방법으로 종단 간 사출 성형 공정에서 중요한

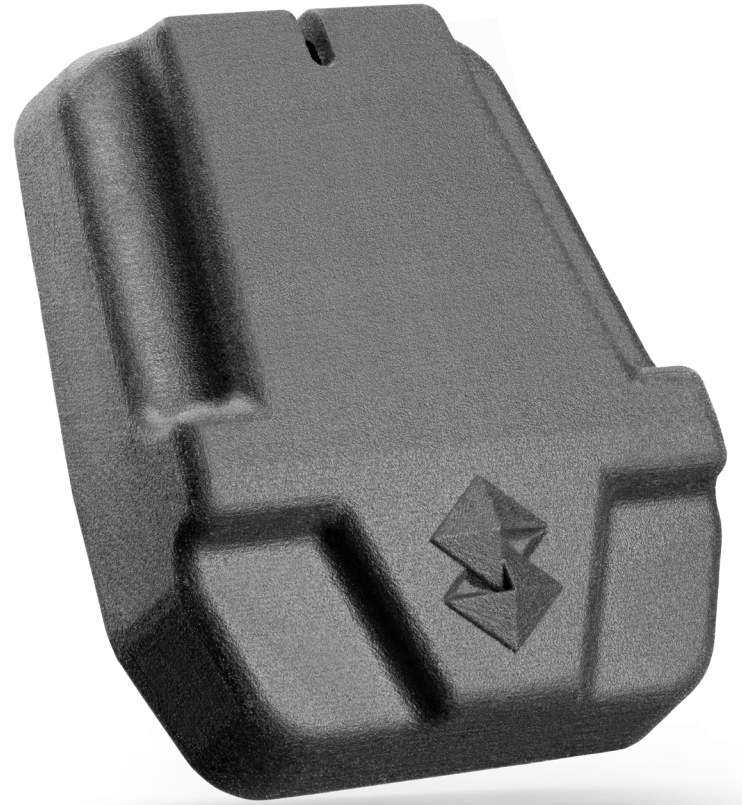
3D 프린팅을 통해 TE Connectivity는 사출 성형으로는 경제적이 떨어지는 전기 커넥터와 같은 소량/다혼합 부품을 생산할 수 있습니다. DLP 기술은 사출 성형과 동등한 마감, 정확도 및 품질을 생산합니다.



역할을 할 수 있습니다. 프로토타입은 형태와 기능, 그리고 제조 가능성 측면에서 부품을 개발하는 데 필수적입니다. 프로토타이핑 외에도 3D 프린팅은 사출 성형을 위한 브리지 툴링 기능을 수행할 수 있으며, 이를 통해 중간 도구(AM으로 빠르고 저렴하게 생산됨)를 사용하여 최종(훨씬 더 비싼) 도구를 사용하기 전에 프로세스를 조정, 최적화 및 테스트할 수 있습니다. 또한, 금속 AM 시스템의 능력으로 인해 특히 복잡한 다수 캐비티 공구가 필요한 경우 3D 프린팅을 사용하여 금형 공구

자체를 제작할 수 있습니다. 공구강 재료와 일부 고급 금속 재료도 이제 여러 적층 시스템과 함께 사용할 수 있습니다.

일반적인 자동차 레인 센서 커버는 H350™ 3D 프린터로 인쇄되어 SAF™ 기술로 제작되었습니다. 이 부품은 사출 성형에 비해 1,000개 부품 기준 부품당 비용이 저렴합니다.



요약

3D 프린팅 기술은 기능과 용량 측면에서 프로토타이핑에서 제조 프로세스로 전환했음을 입증했습니다. 이는 3D 프린팅이 보다 효율적이고 비용 효율적일 수 있는 제조 응용 분야에 중요한 변화입니다. 그러나 3D 프린팅이 프로토타이핑 및 툴링 응용 분야에 여전히 매우 유용한 프로세스라는 점을 명시하는 것도 중요합니다.

제조업체는 증가하는 압력과 경쟁에 직면함에 따라 지속적으로 비용을 관리하기 위해 노력하고 있습니다. 이 문서의 목적은 다양한 옵션을 고려하여 이를 달성할 수 있는 방법에 대한 통찰력을 제공하는 것입니다.



Stratasys 본사

7665 Commerce Way,
Eden Prairie, MN 55344
+1 800 801 6491(미국 수신자 부담)
+1 952 937-3000(국제)
+1 952 937-0070(팩스)

stratasys.com

ISO 9001:2015 인증

1 Holtzman St., Science Park,
PO Box 2496
Rehovot 76124, Israel
+972 74 745 4000
+972 74 745 5000(팩스)

© 2024 Stratasys. 무단 복제 불가. Stratasys, Stratasys Signet 로고, Stratasys Direct Manufacturing, Origin 및 P3, H350, H Series, SAF, Selective Absorption Fusion, Big Wave 및 HAF는 Stratasys Inc. 및/또는 그 계열사의 상표 또는 등록 상표입니다. H350 프린터는 Loughborough University Enterprises Limited 및 Evonik IP GmbH로부터 다음 및/또는 관련 특허와 특허 출원 및 해당 제품군에 따라 라이선스를 받습니다. EP2739457, EP3539752, EP1648686, EP1740367, EP1737646, EP1459871. 제품군의 현재 및 진행 중인 상태를 포함한 자세한 내용은 <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/>에서 확인할 수 있습니다. 다른 모든 상표는 해당 소유자의 자산이며, Stratasys는 이러한 Stratasys 이외 제품의 선택, 성능 또는 사용에 대한 책임을 지지 않습니다. 제품 사양은 예고없이 변경 될 수 있습니다. eB_P3_SAF_Injection Molding_KO_0923a

