

# 3D 프린팅

적층식 제조 공정의 진공 솔루션을 위한 파트너

**PFEIFFER**  **VACUUM**

# 3D 프린팅

## 적층식 제조가 산업을 혁신하고 있습니다

### 3D 프린팅이란 무엇인가?

클래식 3D 프린팅은 1980년대 이래로 발전해왔는데, 그 당시는 프로토타입을 빠르게 제작하는 방법으로 알려졌습니다. 오늘날 3D 프린팅("적층식 제조"라고도 알려짐)은 산업 전체를 혁신하고 있습니다. 가정에서 예비 부품을 프린팅하는 게 더 이상 상상 속의 일이 아니라 이미 현실이 되었습니다. 향후 공급망 없이도 3D 프린팅이 가능해질 것이고, 그러면 이 기술이 환경적으로 지속 가능한 개발에 긍정적으로 기여할 수 있을 것입니다.

클래식 3D 프린팅은 종종 적층식에 의한 플라스틱 도포와 관련이 있습니다. 압출로 알려진 이 공정에서 플라스틱 가닥을 용융한 후 이를 적층식으로 도포합니다. 그러나 이 공정은 현재 시장에 나와 있는 여러 공정 중 하나일 뿐입니다. 특히 산업에서는 다른 재료와 함께 적층식으로 제조할 수 있는 다른 공정들이 자주 사용됩니다. 이러한 공정들의 공통점은 재료를 적층식으로 도포한다는 것입니다. 이로써 다른 기계로는 제조하기 어렵거나 불가능한 복잡한 3차원 형상을 만들 수 있습니다. 이제는 적층식 제조 공정을 사용하여 금속 분말로 구성품을 만들 수도 있습니다. 이로써 다른 공정에서는 번거로운 금속 블록 공작물의 밀링, 터닝, 드릴링 또는 절삭을 수월하게 처리할 수 있습니다. 확실한 장점: 이 공정에서는 기술적으로나 경제적으로 종전의 금속 가공에서 불가능했던 복잡한 부품을 생산할 수 있습니다. 마지막으로, 그러나 마찬가지로 중요한 점으로서 이 공정의 경우 완료하는 데 걸리는 시간을 대폭 단축할 수 있습니다.

금속 분말로 3D 프린팅 부품을 제조하는 한 가지 특별한 방법은 진공 기술이 필수 불가결 한 전자 빔 용융(EBM) 방식입니다.



그림 1: EBM 3D 프린터 Q10  
© Courtesy of Arcam AB

# 3D 프린팅

## 전자 빔 용융

### 전자 빔 용융(EBM)

전자 빔 용융(EBM) 방식은 구성품이 금속 분말로 만들어지는 적층식 제조 기술입니다. 이 공정은 선택적 레이저 용융(SLM) 방식과 유사합니다. 두 가지 용융 공정 간의 주요 차이점은 에너지원으로서, 이 경우에는 에너지원이 레이저 빔이 아니라 전자 빔입니다. 이것이 진공 조건에서만 공정이 가능한 이유 중 하나입니다.

다음 그림은 Arcam EBM 3D 프린터의 개략적인 구조를 보여줍니다. EBM 시스템은 본질적으로 전자 빔 건, 전자 빔 칼럼 및 구성품이 형성되는 빌딩 챔버로 구성됩니다. 전자 총은 필라멘트, 대개의 경우 텅스텐 와이어로 구성됩니다. 여기서 전자 빔이 생성됩니다. 전자 빔 칼럼은 3가지 렌즈, 즉 비점수차 렌즈, 초점 렌즈 및 편향 렌즈로 구성됩니다. 전자 빔 칼럼이 하는 일은 빔 형상을 수정하고 빔 초점을 조정하는 일입니다. 이 칼럼은 또한 편향 장치 역할도 합니다. 빌딩 챔버는 진공 조건이 필요하기 때문에 진공 챔버로서 설계됩니다. 이 챔버는 금속 분말, 레이크 및 빌딩 플랫폼을 담은 저장 용기가 들어 있습니다. 빌딩 챔버에는 레이크 시스템 또는 수직으로 움직일 수 있는 빌딩 플랫폼 외에 움직이는 부품이 없습니다.

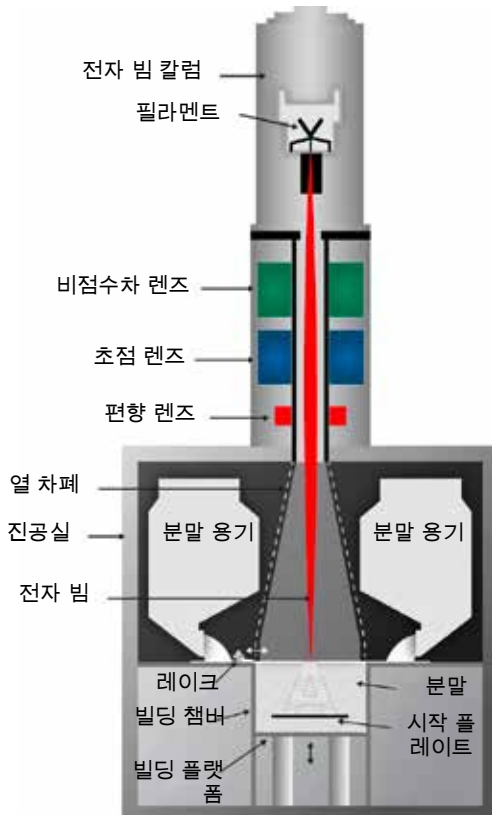


그림 2: Arcam EBM 시스템, 개략도  
© Courtesy of Arcam AB

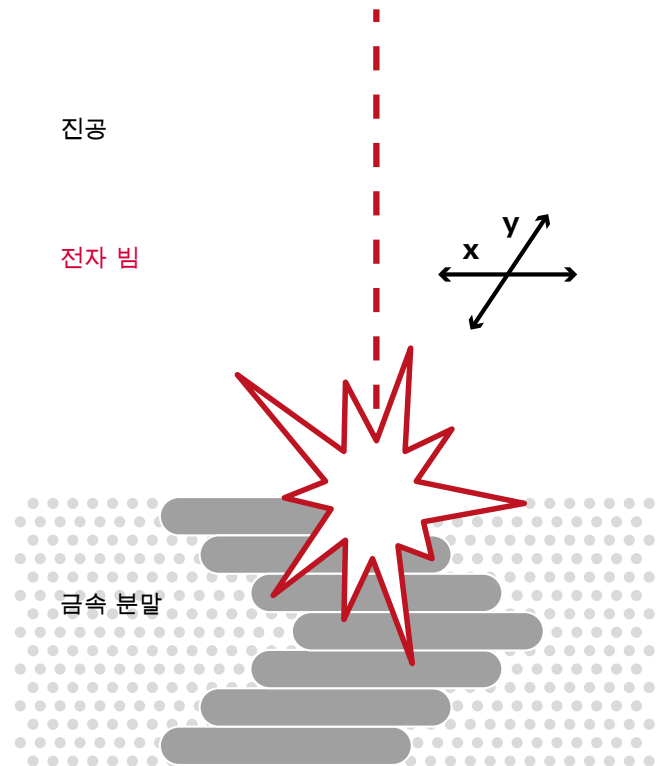


그림 3: 금속 분말의 적층식 용융

# 3D 프린팅

## 전자 빔 용융

공정은 다음과 같습니다. 진공 상태에서 텅스텐 와이어를 2,500°C로 가열하면 전자가 방출됩니다. 방출된 전자는 전자석에 의해 가속된 후 분말 표면에 초점을 맞추고 광속의 절반 속도로 투사됩니다. 이로 인해 분말 입자가 가열되면서, 그 결과 금속 분말의 얇은 층을 선택적으로 녹입니다. 한 층에 도포한 후 빌딩 플랫폼이 한 번에 한 층의 두께만큼 낮추면 분말 베드가 분말 호퍼 용기에서 공급되는 금속 분말로 채워집니다. 분말 베드에서 구성품이 적층식으로 형성됩니다. 프린팅 공정이 완료되면 기계에서 부품을 꺼낸 후 남아 있는 분말을 제거할 수 있습니다. 복잡한 형상과 돌출부에는 지지 구조물이 필요하고, 이를 이용하여 모든 구성품을 빌딩 플랫폼에 고정합니다. 프린팅 공정이 완료되면 이러한 지지대를 제거해야 합니다. 지지대 제거 후 연마와 같은 표면 처리를 실시해야 할 수도 있습니다. 일부 경우에는 프린팅 공정 동안 발생한 장력을 완화하기 위해 오븐에서 구성품을 경화해야 할 수도 있습니다. 이러한 열 처리는 때때로 열간 등방압 가압법을 사용하여 가공하는 경우와 같이 진공로에서 이루어집니다.

### 전자 빔 용융의 속성

EBM 공정의 경우 몇 가지 장점을 제공합니다. 주요 장점 중 하나는 반응성이 높은 재료뿐만 아니라 용융점이 비교적 높은 재료에서도 매우 복잡한 형상을 만들어낼 수 있다는 점입니다. 이러한 이유로 일반적으로 티타늄 및 코발트-크롬의 합금이 EBM에 사용되지만 Ti6Al4V, ASTM F75 또는 합금 718과 같은 다른 합금도 이에 사용됩니다. 그 결과 기계적, 동적 및 화학적 속성이 원래 금속과 동일하거나 이보다 낮습니다.



그림 4: 3D 프린팅을 위한 금속 분말, 티타늄 및 코발트-크롬의 합금이 종종 사용됨  
© Courtesy of Arcam AB

특히 티타늄으로 프린팅할 경우 적층식으로 제조할 수 있는 새로운 응용 분야가 확대됩니다. 일반적으로 EBM 공정은 “고온” 공정입니다. 분말을 공정 전에 가열하면 구성품을 변형하거나 지지 구조물을 사용해야 하는 일이 줄어듭니다.

이 밖에 진공 상태에서 구성품을 프린팅하면 뜨거운 금속에 기포가 형성되는 것을 방지할 수 있습니다. 이러한 탈기 효과는 프린팅된 구성품의 금속 층을 균질하게 만듭니다. 진공의 또 다른 긍정적인 효과, 동시에 EBM의 장점은 용융 금속 분말의 산화를 방지한다는 점입니다. 그 결과 분말 가열 시 변색되거나 녹슬지 않으며, 따라서 프린팅 공정이 끝날 때 용융되지 않은 분말의 대부분을 바로 재활용할 수 있습니다. 따라서 이 공정은 특히 항공 산업에서 큰 관심을 끌고 있습니다.

이 공정이 SLM 공정에 비해 나은 점은 프린팅 속도입니다. 분말은 전자빔을 분할함으로써 한 번에 여러 곳에서 용융이 가능하고, 그 결과 프린팅 공정을 빠르게 진행할 수 있습니다. 이는 전자 빔의 편향률이 매우 높기 때문에(1,000 m/s 이상) 가능합니다. 그러나 실제로 만들 수 있는 구성품의 크기는 작은 편으로, 최대 직경이 250 mm이고 높이는 380 mm입니다. 전자 빔의 너비가 레이저 빔에 비해 약간 더 크기 때문에 정확도 및 정밀도가 SLM 공정에 비해 낮습니다. 그러나 분명한 점은 EBM을 사용할 경우 반응성이 높은 재료를 가공할 수 있는 반면 SLM에서는 이가 불가능합니다.

EBM 공정의 특성은 다음과 같습니다.

- 완성 시 최대 크기: 350 x 350 x 380 mm
- 구조의 가능한 최소 크기: 0.1 mm
- 정확도: +/- 0.2 mm(후속 마감 작업으로 개선 가능)
- 레이어의 최소 두께: 0.05 mm
- 일반적인 표면 품질: 203 - 25.4  $\mu$ m RA(후속 마감 작업으로 개선 가능)
- 밀도: 최대 99.9%

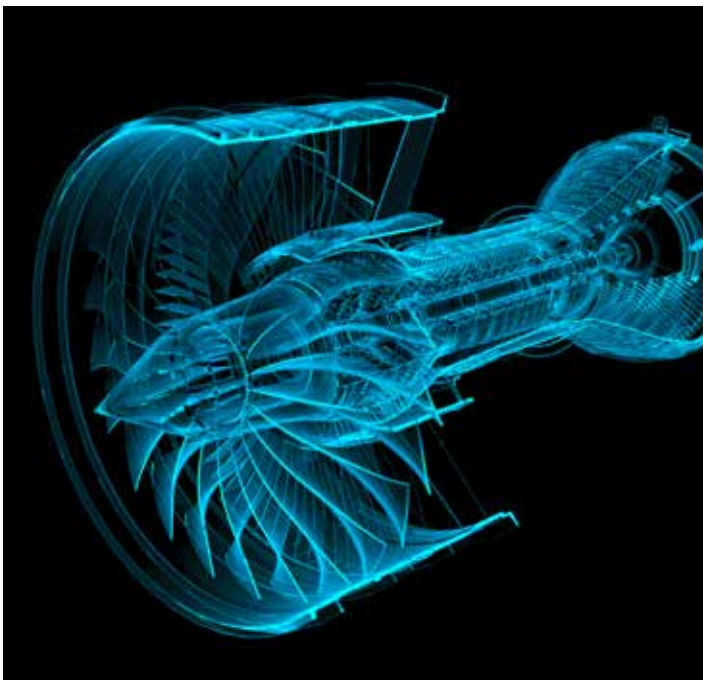


그림 5: 금속 분말 재료로 3D 프린팅한 항공기 터빈의 그림



그림 6: EBM을 사용하여 프린팅한 임플란트의 예

# 3D 프린팅

## 전자 빔 용융

### 진공에 대한 일반적인 요구사항

EBM 공정에서 진공은 여러 가지 목적으로 사용됩니다. 첫째로 진공은 산화와 기포를 방지합니다. 다른 한편으로는 전자 총에서 전자 빔을 생성하는 데 필요하거나 정밀한 용융 공정에서 필요합니다. 진공은 전자 빔과 기체 입자 간의 충돌을 방지함으로써 빔의 편향을 유발합니다. 여기서 결정적인 요인은 감소하는 압력에 비례하는 높은 평균 자유 경로 길이입니다. 따라서 평균 자유 경로 길이를 높이려면 최종 압력이 낮아야 합니다. 따라서 EBM 공정의 경우  $5 \cdot 10^{-5}$  mbar 미만의 고진공이 필요합니다. 구성품을 바꿀 때 설정 시간을 단축하려면 펌프 다운 시간이 가능한 가장 빨라야 합니다. 프린팅 공정에서  $4 \cdot 10^{-3}$  mbar의 헬륨 분압이 부분적으로 유입되어 깨끗하게 조절된 환경을 보장합니다. 구성품 형성 재료에 대한 화학적 요구사항을 충족시키기 위해서는 이러한 환경이 중요합니다. 일반적으로 진공 장비는 먼지와 입자에 민감하지 않고 내열성이 뛰어나야 합니다.

### EBM의 응용 분야

EBM 공정은 특히 반응성이 높은 재료로 프린팅할 때 중요하며, 복잡한 형상을 만들 때에도 사용해야 합니다. 이러한 금속 합금 중 하나는 Ti6Al4V로서 비강도가 높고 내식성이 우수하여 항공 우주 공학에서 엄청난 가치를 인정받고 있습니다. 이 합금은 생체 적합성이 탁월하여 의료 기술에서 보철물 및 임플란트 형태로 점점 더 많이 사용되고 있습니다. 이 밖에 TiAl을 포함하여 다른 티타늄 합금 외에도 CoCr이 특히 임플란트 의료 기술 및 치과 보철물에 사용됩니다. CoCr은 특성상 강성과 내마모성이 높은 한편, 생체 적합성도 뛰어납니다. 3D 프린팅을 사용할 경우 환자의 특정 요구 사항에 정확하게 맞춰 임플란트 또는 보철물을 제작할 수 있습니다.



그림 7: 인공 고관절의 일부인 비구 컵  
© Courtesy of Arcam AB

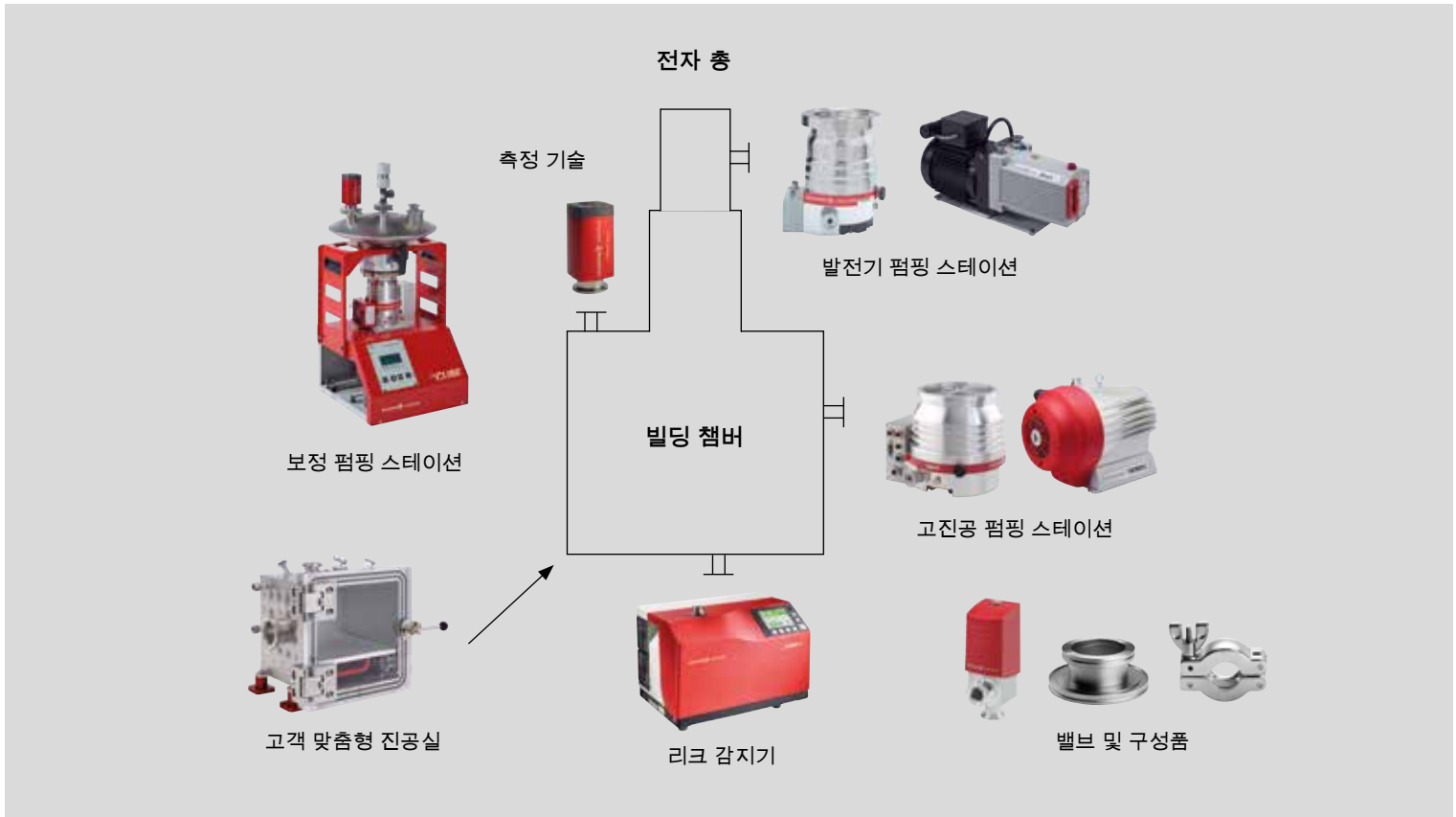
**전자 빔 용융을 위한 펌프의 종합 포트폴리오**

파이퍼 베큘은 전자 빔 용융을 위한 제품의 종합 포트폴리오를 제공합니다. 이 포트폴리오에는 빌딩 챔버와 전자 총을 배기하기 위한 배압 펌프 및 고진공 펌프, 옵션인 보정 장치를 사용하여 대기압에서 고진공 압력까지 측정할 수 있는 압력 측정기, 고객 맞춤형 진공실, 진공 구성품들을 연결하기 위한 밸브 및 플랜지, 누출 위치를 찾아내는 리크 감지기 등이 포함됩니다.

**설계**

파이퍼 베큘은 EBM 프린터에 사용할 완벽한 진공 시스템을 설계하는 데 있어 고객을 지원합니다. 이러한 지원에는 필요한 추가 구성품에 대한 추천을 포함하여 모든 배압 펌프와 고진공 펌프의 치수 결정이 포함됩니다.

설계 시 특정한 펌프 특성, 배관으로 인한 손실, 내부 챔버 표면에서의 누출 및 탈착 영향 등을 고려합니다. 이를 위해 설계 공정에서 특별히 개발된 최첨단 계산 프로그램을 사용합니다.



# 3D 프린팅

## 배기

### 빌딩 챔버의 배기

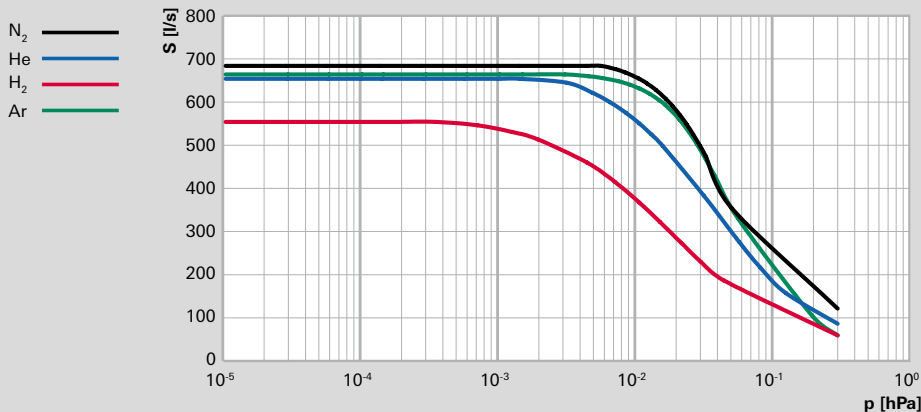
빌딩 챔버에서는 헬륨이 유입되기 전에  $5 \cdot 10^{-5}$  mbar 미만의 최종 압력에 도달해야 하며, 프린팅 공정 중  $4 \cdot 10^{-3}$  mbar의 일정한 공정 압력을 설정해야 합니다. 빌딩 챔버의 부피에 따라 고진공 및 배압 펌프를 다르게 조합할 수 있습니다. 고진공 펌프를 선택할 때는 탈착률도 고려해야 합니다. 그 이유는 기체 분자(주로 물)가 금속 분말은 물론 빌딩 챔버의 내부 표면에 결합되고, 이가 진공 상태에서 점진적으로 방출되기 때문입니다.

표면의 탈착률로 인해 기체가 축적되지만, 이는 시간이 지남에 따라 감소합니다. 도달하는 최종 압력이 높을수록 탈착이 미치는 영향이 그만큼 커집니다. 탈착이 펌프 다운 시간에 부정적인 영향을 미치기 때문에 설계할 때 이와 같은 현상을 고려해야 합니다.

HiPace 시리즈의 터보 분자 펌프는 이러한 목적을 위한 고진공 펌프로써 그 성능이 입증되었습니다. EBM 공정에서 사용되는 이 펌프 시리즈의 장점:

- 컴팩트한 크기
- 최소의 진동
- 우수한 방진 기능
- 낮은 최종 압력
- 높은 신뢰성
- 긴 수명
- 낮은 운영 비용
- 탁월한 성능
- 비교적 높은 전달 압력

파이퍼 베콤의 터보 펌프는 초당 10 ~ 2,700리터의 펌프 속도로 사용할 수 있습니다. 이 펌프는 경제성 및 유연성이 매우 높습니다. 품질이 입증된 베어링 시스템이 최적의 신뢰성을 제공하는데, 이 베어링 시스템은 파이퍼 베콤의 터보 펌프에서 사용할 수 있는 두 가지 다른 옵션이 있습니다. 즉, 하나의 옵션은 전진공 축의 세라믹 볼 베어링과 고진공 축의 영구 자석 레이디얼 베어링의 조합인 하이브리드 진공 베어링이고, 나머지 옵션은 접촉이 전혀 없어 그 결과 로터를 마모 없이 작동시킬 수 있는 완전한 액티브 자기 베어링입니다.





정교한 로터 설계로 가벼운 기체에 대한 매우 양호한 압축 값은 물론 극히 높은 펌프 속도와 임계 배압 및 기체 처리량 값을 달성할 수 있습니다. 특히 하이브리드 베어링이 장착된 HiPace 700은 빌딩 챔버를 배기하는 성능이 매우 우수한 것으로 입증되었습니다.

원하는 시간 내에 터보 분자 펌프를 켜주는 적절한 전진공 압력에 도달하기 위해서는 적절한 치수의 전진공 펌프가 필요합니다. 파이프 베큘은 이에 대한 컨설팅을 제공하여 고객이 올바른 배압 펌프를 선택할 수 있도록 도와줍니다. EBM 공정에서 일반적으로 배압 펌프에 요구되는 사항:

- 세계 어디서나 사용할 수 있는 전압, 단상이 이상적임
- 이상적인 작업 환경에 적합한 낮은 잡음 수준
- 구성품을 바꿀 때 사이클 타임을 단축할 수 있는 높은 펌프 속도(일반적으로 10 l/s)
- 낮은 운영 비용(소유 비용)
  - 긴 서비스 주기
  - 낮은 전력 소비(대기 모드)

파이퍼 베큘은 배압 펌프로서 회전 날개 펌프를 제공하거나, 무탄소 진공이 필요한 경우 스크롤 펌프를 제공합니다.

## 제품 개요

전진공	스크롤 펌프	고진공
회전 날개 펌프 DuoLine	스크롤 펌프 HiScroll	터보 펌프 HiPace
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고진공 안전 밸브가 통합되어 있어서 작동 안정성이 뛰어남</li> <li>■ 1.25~300 m³/h의 완전한 시리즈</li> <li>■ 옵션으로 마모 없는 자기 커플링을 사용할 수 있어 정비 주기를 늘리는 한편 오일 누출로 인한 예상치 못한 정지 시간이 없습니다.</li> <li>■ 펌프 원리는 사용되는 가스의 종류와 관계없이 동일합니다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 건식 배압 펌프: 6~20 m³/h의 저전력 및 중간 전력 요구사항</li> <li>■ 소음이 거의 없음: 47 dB[A] 미만, 대기 모드의 경우 42dB[A] 미만까지 가능</li> <li>■ 지능형: RS-485(ProfiNet 옵션), 상태 모니터링 및 가변 주파수 채택으로 시스템에 개별적으로 쉽게 통합할 수 있음</li> <li>■ 높은 효율과 강력한 파워: 동급에서 최대 15% 더 효율적인 드라이브로 발열, 마모 및 파열 감소와 운영 비용의 절감</li> <li>■ 매우 양호한 최종 압력: &lt;math&gt;&lt;1 \cdot 10^{-2}&lt;/math&gt; hPa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 입자 문제에 대한 견고성</li> <li>■ 컴팩트한 크기</li> <li>■ 최소의 진동</li> <li>■ 사용 수명이 길고 운영 비용이 낮음</li> <li>■ 10 m³/h ~ 2300 m³/h의 완전한 시리즈</li> <li>■ HiPace Plus 버전으로서, 전자총의 자기장에 미치는 영향이 훨씬 줄어듦</li> </ul>

# 3D 프린팅

## 배기

### 전자 총의 배기

터보 분자 펌프는 고진공 범위에서 압력을 생성하고 유지하기 위해 일반적으로 전자 총에서 사용됩니다. 전자 총의 펌프 다운 공정에서는 일반적으로 시간이 중요하지 않기 때문에 중소형 터보 분자 펌프(HiPace 80 또는 HiPace 300)가 사용됩니다. 회전 날개 펌프, 스크롤 펌프 또는 다단계 루츠 펌프와 같은 소형 배압 펌프도 이 공정에서 배압 펌프로 사용됩니다.

전자 총에서 중요한 점은 자기장입니다. 자기장은 하이브리드 베어링 및 관련된 단면 자기 베어링에 의해 부정적인 영향을 받을 수 있습니다. 이러한 영향을 최소화하기 위해 HiPace 시리즈의 특별 버전을 여기에 사용할 수 있습니다. HiPace Plus 시리즈는 전자 현미경에서 일상적으로 사용되며, 감소된 자기장과 최소의 진동이 매우 인상적입니다. 개선된 자기 베어링, 모터의 내부 차폐 및 낮은 표유 자기장으로 인해 자기장을 줄였습니다. 그 결과 펌프가 민감한 장비에 미치는 영향이 줄어듭니다. 게다가 이 시리즈에서는 진동을 최소화하기 위해 베어링을 특별히 내장했습니다.



그림 8: HiPace Plus

# 3D 프린팅

## 압력 측정

### 압력 측정

파이퍼 베콤의 DigiLine 제품군에 속한 RPT 200 및 HPT 200(피에조/피라니 트랜스미터 및 피라니/베이어드-알퍼트 트랜스미터)를 조합한 견고하고 신뢰성 있는 진공 측정기는 실제로 빌딩 챔버 및 전자 총의 압력을 측정함에 있어 그 성능이 입증되었습니다. 디지털 신호 변환으로 측정 오류를 최소화하는 한편 시스템을 쉽게 통합할 수 있습니다. 전자 빔이 자기장에 의해 방해받지 않습니다. 사용 중인 고진공 펌프의 전진공 압력을 측정하는 데 일반적으로 견고하고 컴팩트한 피에조/피라니 트랜스미터(파이퍼 베콤 RPT 200 DigiLine)가 사용됩니다.

이 응용 분야의 경우 주로 프로피버스 신호 출력이 가능한 DigiLine 시리즈의 진공 측정기가 사용됩니다. 또는 제어 신호 요구사항과 관련하여 파이퍼 베콤은 고객의 니즈에 맞출 수 있는 기타 다양한 압력 트랜스미터도 제공하고 있습니다.



### 제품 개요

HPT 200	RPT 200
 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 피라니 및 베이어드-알퍼트 센서의 조합</li> <li>■ 표시 범위: <math>5 \cdot 10^{-10}</math>~1,000 hPa</li> <li>■ 최대 <math>\pm 10\%</math>의 높은 정확도</li> <li>■ 2개의 가열 필라멘트로 작동상 높은 안전 보장</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 기체 유형과 관계없이 환기 공정의 정확한 측정</li> <li>■ <math>1 \cdot 10^{-4}</math> ~ 1,200 hPa의 측정 범위</li> <li>■ 기체 유형과 관계없이 10 hPa 이상의 압력 측정</li> </ul>

# 진공로

## 보정

### 보정

압력 측정의 정확성과 반복성 및 장기간의 공정 안정성을 보장하려면 정기적으로 진공 측정기를 보정해야 합니다. 측정 신호는 입자 또는 응축물을 통한 센서의 오염뿐 아니라 장기간 사용함으로써 발생하는 노화에 의해서도 변할 수 있습니다. 따라서 보정은 품질 보증의 필수적인 부분으로서 측정 계기의 측정 신호를 기준 진공 측정기와 비교하는 방식으로 진행됩니다. 기준 진공 측정기는 인증 받은 실험실(예: 독일의 경우 DAkkS [Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH = 독일 인증 기관] 인증, 미국의 경우 NIST 인증)에서 보정 작업을 수행해야 하며 국가 표준까지 거슬러 올라가 추적할 수 있어야 합니다.

### 공장 보정 및 DAkkS 보정

파이퍼 베큘은 진공 측정기에 대한 공장 보정과 DAkkS 보정 둘 다를 제공하고 있습니다. 보정은 고품질 표준 ISO 3567 규정에 따라 수행됩니다. 테스트 조건 및 기록된 불일치는 발행된 보정 인증서에 문서화됩니다.

보정 체인의 계층 구조(정확도 감소)



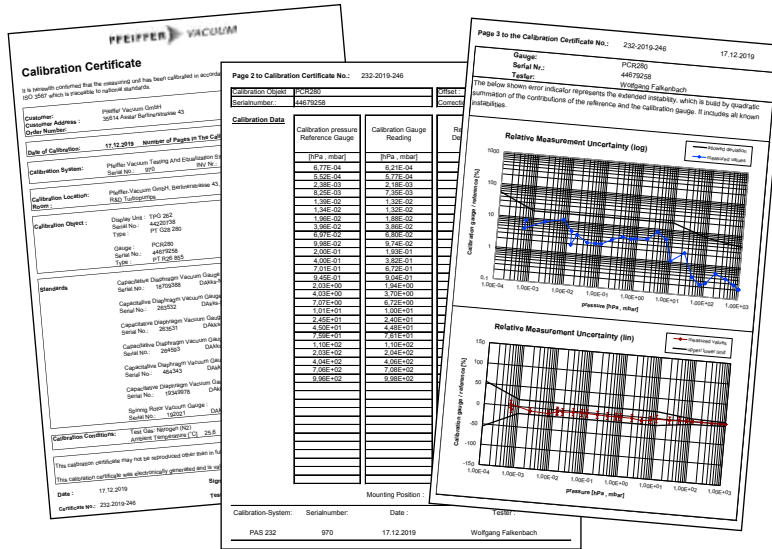
\*Physikalisch-Technische Bundesanstalt  
독일 국가 도량 연구소

# 진공로

## 보정

### 파이퍼 베큘 보정 시스템

여러 대의 진공 측정기를 사용할 때는 사내 직접 보정이 외부 보정보다 경제적일 수 있습니다. 파이퍼 베큘은 이러한 용도로 특별히 개발된 보정 펌핑 스테이션을 기본 모델과 전문가용 모델로 제공합니다. 이 시스템에는 정확한 제로 조정에 필요한 압력을 제공하는 통합형 터보 펌프 스테이션이 포함되어 있습니다. ISO 3567의 규정에 맞는 진공실은 균일한 압력 분포뿐 아니라 동일한 높이에서 진공 측정기의 대칭 배열을 보장합니다. 기체 유입구와 펌프 입구도 대칭 측에 배치되어 있습니다. 파이퍼 베큘의 보정 시스템과 해당 기준 진공 측정기를 사용하면 특히 냉동 건조와 관련된 압력 범위에서 쉽게 보정 작업을 할 수 있습니다.



Example of a calibration certificate

### 제품 개요

**Calibration system Basic**  
(기본 보정 시스템)

- 플랜지 연결부가 최대 6개인 진공 측정기용 콤팩트 시스템

**Calibration system Pro**  
(전문가용 보정 시스템)

- 플랜지 연결부가 최대 8개인 진공 측정기용 모바일 시스템

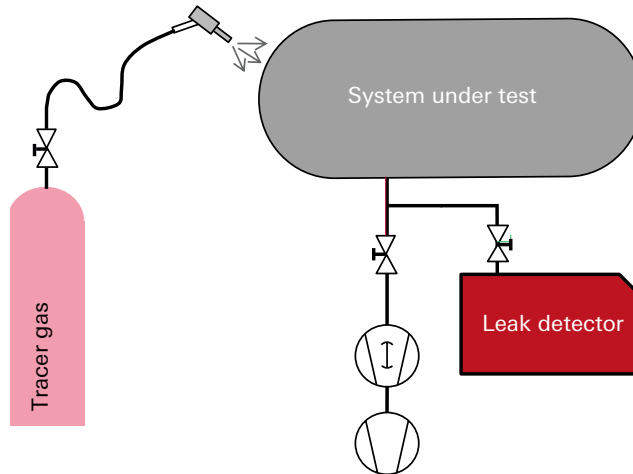
- 보정 범위 1,013 – 10<sup>-4</sup> hPa
- 사용하기 쉬움
- ISO / TS 3567 표준에 따른 수용기
- 정적/동적 보정용
- 사용자 정의된 솔루션 사용 가능
- DAkkS 기준 진공 측정기를 옵션으로 사용 가능

# 3D 프린팅

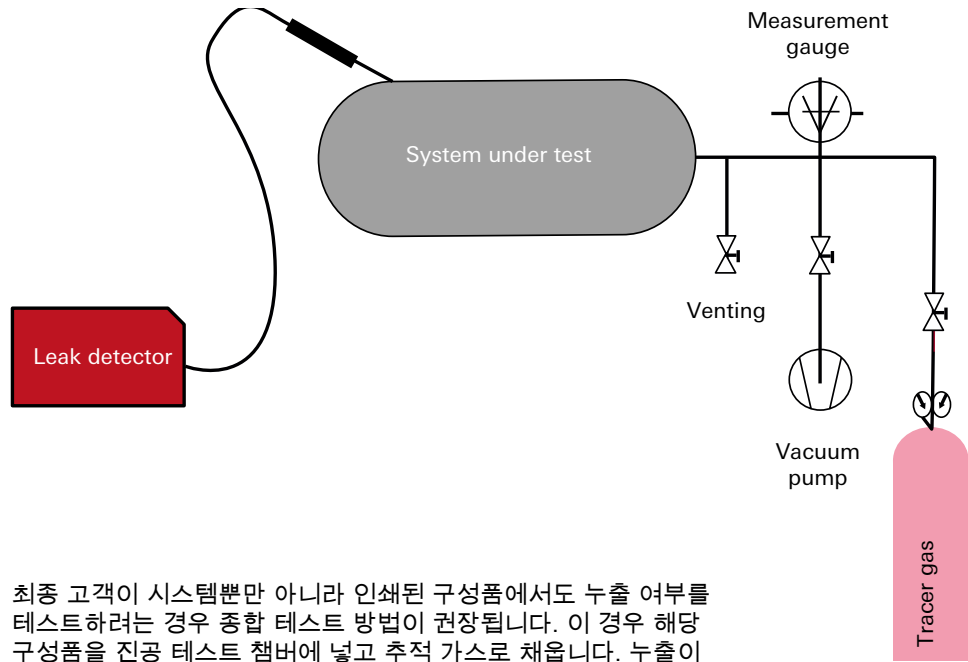
## 리크 감지

### 리크 감지

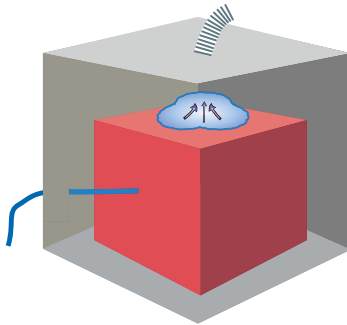
필요한 최종 압력에 도달하는 한편 공정 동안 순도를 보장하려면 EBM 공정에서 우수한 기밀성을 유지해야 합니다. 특히 고진공 범위에서는 작은 리크라도 있으면 최종 압력에 도달하지 못할 수 있습니다. EBM 시스템의 경우 시스템 제조업체가 시스템 리크로 인한 오류가 없음을 보장하고 그 결과 고객의 구내에서 후속적으로 어떠한 오류도 발생하지 않도록 하기 위한 최소 요구사항으로서 종합 리크율이  $1 \cdot 10^{-5}$  mbar 미만이어야 합니다. 파이프 베큘은 필요한 리크율을 감지하기 위해 다양한 구성의 헬륨 누출 감지기를 제공합니다. 헬륨 누출 감지기는 높은 검출 감도, 짧은 테스트 시간 및 쉬운 작동으로 누출 위치 탐지하는 데 이상적입니다. 테스트는 다양한 방법으로 수행할 수 있습니다. 한 가지 방법은 스프레이 건을 사용하여 시스템을 배기하고 외부에서 실링 지점, 용접부 및 기타 잠재적 누출 부위에 국지적으로 헬륨을 분사하는 것입니다. 누출이 발생할 경우 헬륨은 배기된 진공실로 유입되고, 리크 감지기에 의해 흡입되어 감지됩니다. 리크 감지기를 대형 시스템에서 기존 진공 시스템으로의 부분 흐름에 사용하면 응답 시간을 단축할 수 있습니다.



다른 방법으로 스니핑 테스트가 있습니다. 여기서 시스템은 헬륨과 같은 추적 가스로 가압됩니다. 그러면 스니핑 프로브가 시스템을 통과합니다. 누출이 발생한 경우 리크 감지기는 배출되는 추적 가스를 감지하여 누출 위치를 찾아냅니다. 헬륨은 일반적으로 EBM 공정 중에 추가되기 때문에 어쨌든 이 방법을 사용하여 헬륨 공급을 보장할 수도 있습니다.



최종 고객이 시스템뿐만 아니라 인쇄된 구성품에서도 누출 여부를 테스트하려는 경우 종합 테스트 방법이 권장됩니다. 이 경우 해당 구성품을 진공 테스트 챔버에 넣고 추적 가스로 채웁니다. 누출이 있는 경우, 추적 가스가 구성품에서 테스트 챔버로 빠져 나오고 누출 감지기가 이를 측정합니다.



파이퍼 베콤은 강력한 범용 리크 감지기로서 ASM 340을 제공합니다. 컴팩트하고 휴대 가능한 ASM 310은 서비스 기술자 등이 이동식 용도로 가장 먼저 선택할 기기입니다.

## 제품 개요

ASM 340	ASM 310
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고속 헬륨 펌프 속도로 인한 초고속 응답 시간</li> <li>■ 간편한 취급, 직관적인 메뉴 탐색 및 대형 컬러 터치스크린</li> <li>■ 동급 장치 중 작동 준비 속도가 가장 빠름</li> <li>■ 카트를 사용하여 용이하게 이동할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 건식 펌핑 시스템, 전진공 펌프 속도 1.7m<sup>3</sup>/h</li> <li>■ 초경량, 단 21kg 무게의 이동식</li> <li>■ 핸들을 잡아 뺄 수 있는 스마트한 디자인</li> <li>■ 탈부착식 제어 패널</li> <li>■ 데이터 저장용 SD 카드</li> </ul>

# 파이퍼 베콤 서비스

## 당사의 서비스 - 고객의 장점

각 고객은 자기 제품에 대해 특별한 요구가 있으며, 이러한 요구는 응용 분야별 매개변수의 영향을 받을 수도 있습니다. 예방적 서비스에 초점을 맞춘 당사의 유연한 서비스 컨셉트는 고객에게 적합한 솔루션을 제공합니다.

## 예방적 유지보수 - 작업 중단 방지

예방적 서비스 컨셉트를 통해 각 제품에 맞춤화된 서비스 간격을 권장할 수 있습니다. 목표는 고장을 피하고 계획되고 예측 가능한 정비를 수행하는 것입니다.

유지보수 수준 1유체 교환을 포함하며 특히 제품의 양호한 작동 상태에 기여합니다. 유지보수 수준 2모든 마모 및 파손 부품의 교체도 포함합니다. 유지 보수 수준 3에서, 제품의 모든 마모 및 파손 부품이 교체되고 제품 점검이 이루어집니다. 작업 중단 시간을 최소로 유지하기 위해 당사는 유지보수 기간 동안 당사의 많은 제품에 대한 일시적인 교체를 제공합니다. 당사는 동등한 교체 제품을 제공하여 당사 고객이 즉시 사용할 수 있게 합니다.



## 서비스 개요

- 사용자 교육 및 제품 교육
- 파이퍼 베콤 순정 예비 부품 및 도구
- 당사 기술 지원 팀의 문제 해결 및 조언
- 당사 서비스 기사의 포괄적인 현장 서비스
- 당사 전 세계 서비스 센터의 유지보수 및 수리
- 개별 서비스 계약
- 교체 제품
- 장비 측정 및 헬륨 테스트 누출을 위한 보증 서비스



예비 부품 - 순정 부품으로  
수명 증가

파이퍼 베콤의 예비 부품 및 도구는 제품 개발 단계 초기에  
정의됩니다. 이는 맞춤 형태와 품질을 보장합니다.

당사 직렬 제품들의 모든 개선 사항은 순정 부품에도 적용됩니다.  
즉, 제품은 유지보수 수준 3 또는 수리를 거친 후 최신 상태로  
변모합니다.



조언 - 모든 질문에 대한  
답변 제공

당사의 개별 컨셉트와 교체 부품의 품질 이외에도  
당사의 서비스를 특별하게 해주는 것은 당사 직원들의  
개별 컨택입니다.

기술 지원 - 전문가의 유용한  
조언

당사 제품에 대한 모든 것이 설명되지 않고 구매 전과 후에  
생기는 질문을 위하여 파이퍼 베콤의 기술 지원 팀에서 고객을  
지원합니다.

당사 기술 지원 팀의 각 구성원은 당사 포트폴리오의 특수 영역에  
전문화되어 있기 때문에 당사 제품과 관련된 기술적인 질문에  
대해 당사 고객을 능숙하게 지원할 수 있습니다. 당사의 팀은  
당사의 개발자 및 응용 제품 전문가들과 밀접하게 작업하기도  
합니다.

현장의 현장 서비스 기사

새 진공 구성품 및 시스템의 시운전부터 문제 해결까지,  
유지보수부터 수리까지, 당사는 고객에게 포괄적인 범위의 현장  
서비스를 제공합니다. 당사의 서비스 센터에서는 고객 근접성과  
비상 시 단기 지원을 보장합니다.

서비스 계약 -  
고객의 프로젝트에 개별 맞춤

당사는 당사 고객들이 장기간에 걸쳐 유지보수 또는 서비스  
개입을 계획할 수 있도록 프로젝트별 서비스 계약을 제공합니다.  
이러한 계약은 프로젝트 계획 단계 중에 최신 날짜나 초기에  
체결될 수 있습니다. 고객의 다양한 요구를 고려하기 위해  
계약에는 당사에서 제공하는 서비스 전체 또는 일부가 포함될 수  
있습니다.

# 구성품 및 밸브

고객 진공 시스템에서의 연결



진공 시스템은 단일 장치를 구성하도록 연결되는 다양한 개별 부품으로 구성됩니다. 파이프 배움은 표준 솔루션 이상을 제공합니다. 구성품은 고객의 요구 사항을 충족하기 위해 수정될 수 있거나 고객의 요구에 완벽하게 맞추기 위해 맞춤 구성된 솔루션이 만들어질 수 있습니다.

## 고객의 장점 및 이점

- 고객과 고객 프로젝트를 위한 직접 문의
- 사전 지원 및 유용한 조언
- 더 편리한 주문
- 짧은 배송 시간
- 높은 배송 신뢰성
- 높은 공급 안정성
- 50만 개 이상 부품 재고
- 높은 가동 시간
- 비용 절감 - 자체 재고 유지 필요 없음
- 온라인 샵에서 구입 가능한 진공 구성품
- 언제든지 편리한 온라인 주문
- 가격, 배송 시간 및 기간 관련 정보

[www.vacuum-shop.com](http://www.vacuum-shop.com)



구성품



밸브



피드스루



매니퓰레이터

# 고객 맞춤형 진공실

## 고객 진공 응용 분야를 위해 개별 설계된 챔버

오랜 기간의 경험으로 인해 당사는 거의 모든 작업에 익숙하며 시스템 사양, 설계 및 엔지니어링에 대해 전문적인 지침을 제공할 수 있습니다.

당사의 물리학자, 설계자, 프로젝트 관리자 및 생산 전문가들은 모든 시장 부문의 많은 응용 분야에서 광범위한 경험을 쌓았습니다. 작업은 고객의 요구 사항에 따라 다릅니다. 완성품으로 가는 경로에서 당사의 시작 지점은 대략적인 구성부터 완성된 청사진 세트까지 광범위할 수 있습니다.

고진공 챔버	장점	이점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사전 구성된 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 낮은 설계 비용으로 인한 비용 및 시간 절약</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 품질이 입증된 튼튼한 디자인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신뢰성 있고 안전함</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객 맞춤형 포트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객의 프로세스에 맞춘 개별적인 조정</li> </ul>
중간 진공실	장점	이점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사전 구성된 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 낮은 설계 비용으로 인한 비용 및 시간 절약</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 품질이 입증되고 튼튼한 디자인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신뢰성 있고 안전함</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객 맞춤형 포트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객의 프로세스에 맞춘 개별적인 조정</li> </ul>
모듈식 진공실	장점	이점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사전 구성된 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 낮은 설계 비용으로 인한 비용 및 시간 절약</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 모듈식으로 확장 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 언제나 최대의 유연성 발휘</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객 맞춤형 포트</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객 응용 분야에 개별적으로 적용 가능</li> </ul>
고객 맞춤형 진공실	장점	이점
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 개별적인 디자인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고객 공정에 최적으로 적용 가능</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고품질 재료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 최고의 품질 및 긴 수명</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 견고한 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 신뢰성 있고 안전함</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 자격이 있고 경험이 많은 프로젝트 관리자에 의한 프로젝트 엔지니어링 및 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 시간 절약</li> </ul>

## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션,  
기술적인 완벽성, 역량 있는 조언, 신뢰성 있는 서비스를 제공합니다.

## 완전한 제품군

간단한 구성품에서 복잡한 구성품까지:  
당사는 종합적인 제품 포트폴리오를 제공하는 유일한 진공 기술 공급업체입니다.

## 이론과 실재를 바탕으로 갖춰진 뛰어난 역량

당사의 노하우와 교육 기회의 포트폴리오에서 얻을 수 있는 이점!  
당사는 전세계에 걸쳐 플랜트 레이아웃을 지원하고 최고의 현장 서비스를 제공합니다.

완벽한 진공 솔루션을 찾고  
계십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베콤 GmbH  
독일  
전화: +49 6441 802-0

[www.pfeiffer-vacuum.com](http://www.pfeiffer-vacuum.com)



Follow us on social media  
#pfeiffervacuum

**PFEIFFER**  **VACUUM**