



# 진공 전자빔 용접



## 용접 중 공기 차단

용접 연결 - 이 접합 공정 없이는 수많은 부품을 제조할 수 없습니다. 용접의 역사는 청동기와 철기 시대로 거슬러 올라가고 있지만, 오늘날에는 응용 분야에 따라 특정 이점을 제공하는 고도로 전문화된 절차가 사용되고 있습니다. 전자빔 용접은 다음과 같이 탁월한 특성을 지니고 있습니다. 극소형 부품이나 대형 부품을 결합하는 데 사용할 수 있습니다. 진공 솔루션은 이 응용 분야에서 없어서는 안 될 필수 요소입니다.

전자빔 용접을 할 때, 강하게 가속화된 전자빔이 조정 가능한 자기장을 통해 공작물에 집중됩니다. 공작물 표면에서 전자가 충격 지점에 에너지를 정확하게 방출하여 재료를 가열, 용융 및 기화시킵니다. 전자빔 건의 빔 생성 및 용접 챔버의 실제 용접 공정은 고진공 ( $10^{-3} \sim 10^{-6}$  헥토파스칼) 압력 범위에서 거의 진공 상태에서만 진행됩니다. 이는 전자가 공기 분자에 의해 산란되는 것을 방지하고, 이상이나 손실 없이 빔이 공작물에 집중되도록 하기 위한 것입니다.

### 효율적이고 정밀함

이 기술에 익숙하지 않은 경우 가장 먼저 염려해야 할 사람은 무거운 보호 마스크를 착용하고 아크 전도체를 들고 스파크가 점멸하는 동안 충전재 금속을 재료에 부착하는 용접 기사입니다. 그렇다면 공정이 진공 상태에서 진행되어야 하는 이유는 무엇일까요? 전자빔 공정에는 몇 가지 장점이 있습니다. 다른 한편으로는 초당 1 cm까지 훨씬 더 속도가 높아질 수 있습니다. 가능한 용접 깊이가 더 커지면 30 cm에 이를 수도 있습니다. 이 공정은 수동으로 제어하지 않고 빔

매개변수를 전기적으로 조정하기 때문에 매우 정밀한 실시간 제어가 가능하며 따라서 최상급 부품이 보장됩니다. 용접 결과의 재현성이 높기 때문에 연속 생산에 대한 절차를 사전에 결정할 수 있습니다.

전자빔 용접은 부품 재료 선택에도 긍정적인 영향을 미칩니다. 한편으로 이러한 이점은 절차에서 극부 에너지 밀도가 매우 높아지기 때문이고, 다른 한편으로는 용접 이음을 둘러싸고 있는 재료에만 최소의 열이 유입되기 때문이기도 합니다. 다른 어떤 방식으로든 거의 결합할 수 없는 다양한 상이한 재료의 조합을 이런 방식으로 처리할 수 있습니다. 열이 낮다는 것은 변형률이 적다는 의미이기도 합니다. 전자빔 용접 중에 주변의 재료가 보호되므로 열전도도가 높은 금속도 용접할 수 있습니다. 마지막으로 진공은 공정 중 용접된 공작물에 갑작스럽게 문제를 일으킬 수 있는 예기치 못한 산화도 방지해 줍니다.



### 진공이 필요한 이유?

고도의 정밀성과 높은 품질이 유일한 요구 사항이 아닌 응용 분야에는 전자빔 용접이 항상 사용된다는 것은 놀라운 일이 아닙니다. 특히 자동차 산업, 전기 공학, 의료 기술 및 정밀 기계 분야의 회사들이 이 절차를 사용하고 있습니다. 또한 항공우주 산업이나 에너지 산업, 원자력 산업과 같이 특화된 분야에는 정교한 특수 설계가 요구됩니다. 작업 현장의 설치 위치에 따라 전자빔 용접 시스템은 하나의 응용 분야에 맞게 특수 설계되거나 범용 기계로서 광범위한 응용 분야와 고객을 포괄할 수 있습니다.

전자빔 용접은 전자빔이 잔류 기체 분자에 의해 산란되지 않도록 진공 상태에서 진행되어야 합니다. 사실상 모든 에너지가 공작물에 전달되므로 효율성이 향상됩니다. 따라서 안전한 진공 생성 및 유지보수는 전체 공정에서 대단히 중요합니다. 한편, 펌프 중단 공정 후에는 진공 펌프가 전자빔 발생기에서 높은 진공 범위 내에서 영구적인 배경 압력을 유지해야 합니다. 용접 챔버에 사용되는 펌프 구성에 대한 요구사항은 훨씬 더 까다롭습니다. 이 크기는 공작물에 따라 수 리터에서 수백 입방 미터 사이에 이르기까지 다양할 수 있습니다. 이러한 모든 챔버 크기에서 정의된 작동 압력으로 매우 빠른 펌프 중단 시간을 달성하는 것이 필수적이며, 이 작동 압력은 일반적으로 높은 고진공 범위에 속합니다. 마지막으로, 용접 공정이 전체 생산 공정에서 병

목 현상을 유발하지 않도록 가능한 최단 사이클 시간을 달성하는 것이 목표입니다.

용접 챔버에 사용할 진공 펌프를 선택하는 가장 중요한 기준 중의 하나는 대기압에서 작동 압력까지 전체 관련 압력 범위 내에서의 매우 높은 펌프 속도입니다. 작업 중단 시간을 최소화하려면, 사용되는 모든 펌프에서 긴 유지보수 주기와 뛰어난 신뢰성의 결합이 가장 중요합니다.

### 전자빔 용접은 전자빔이 잔류 기체 분자에 의해 산란되지 않도록 진공 상태에서 진행되어야 합니다.

#### 설계 지원

파이퍼 베콤은 다양한 진공 응용 분야에 맞게 고도로 전문화된 시스템과 솔루션을 공급하는 업체로서, 전자빔 용접을 위한 포괄적인 포트폴리오를 제공합니다. 여기에는 용접 챔버나 전자빔 발생기를 배기하는데 사용되는 고압 진공 펌프, 대기압에서 고압 진공 압력에 이르는 압력

측정기, 진공 부품 연결용 밸브와 플랜지 부품 그리고 리크 지점을 찾기 위한 리크 감지기가 포함됩니다. 부품이나 시스템 외에도 전문가가 전자빔 용접 시스템의 완전한 진공 시스템 설계를 지원하는 방식으로 사용자를 포괄적으로 지원하고 있습니다. 필요한 추가 부품에 대한 추천을 포함하여 모든 중진공 펌프와 고진공 펌프의 치수 결정이 지원됩니다. 개별 펌프 특성, 배관으로 인한 손실, 내부 챔버의 리크 및 탈착 현상이 설계에 고려됩니다. 여기에서 공



전자빔 발생기에 설치된 HiPace 터보 분자 펌프 (Steigerwald Strahltechnik 의 허가를 받음)

급 업체는 현대적이고 특수 개발된 계산 프로그램에 의존하게 됩니다.

#### 올바른 조합

중진공 펌프와 고진공 펌프의 조합은 용접 챔버를 배기하는 데 사용됩니다. 중진공 펌프의 역할은 고진공 펌프를 켤 수 있도록 용접 챔버에서 적절한 전진공 압력에 도달하는 것입니다. 이것은 일반적으로  $10^{-1}$ 에서  $10^{-2}$ 헥토파스칼 사이입니다. 파이퍼 베콤은 CombiLine 시리즈의 루츠 펌핑 스테이션을 통해 도달 가능한 광범위한 펌핑 속도와 궁극적 압력을 포괄하는 완벽한 표준 시리즈 루츠 펌핑 스테이션을 제공합니다. 고객별 펌핑 스테이션은 특히 까다로운 요구사항에 맞춰서 설계, 건설 및 제조됩니다.

필요한 전진공 압력을 사용할 수 있는 경우에는 고진공 펌프가 사용됩니다. 이 펌프는 용접에 필요한 작동 압력을 생성해서 유지하며 일반적으로  $10^{-3}$ 과  $10^{-6}$ 헥토파스칼 사이입니다. 파이퍼 베콤의 터보 펌프의 펌핑 속도는 초당 10에서 3,050리터(질소의 경우)에 달합니다. 펌프는 효율성과 유연성이 뛰어나게 설계되었습니다. 입증된 베어링 시스템은 최고의 안정성을 제공합니다.

터보 분자 펌프는 전자빔 발생기에서 고진공을 생성하고 유지하기 위해 선택되는 수단입니다. 대개의 경우 초기의 배기 시에는 시간 상 압박을 받지 않습니다. 효율성을 극대화하기 위해서 DN 100 또는 DN 160 유입구 플랜지가 있는 파이퍼 베콤 HiPace 300이나 HiPace 700과 같은 중간 크기 펌프가 일반적으로 사용됩니다. 탄화수소가 없는 진공이 필요한 경우 개별 회전 날개 펌프나 다단계 루츠 펌프와 같은 소형 건식 배압 펌프가 배압 펌프로 사용됩니다.

안전하게 측정하고 리크 지점을 찾을 수 있음  
용접 챔버와 전자빔 발생기에서의 압력 측정에서 PKR 유형(피라니/냉음극 송신기)의 조합 진공 측정기가 스스로 그 효능을 입증했습니다. 파이퍼 베콤은 견고하고 안정적인 ActiveLine 시리즈를 제공합니다. ActiveLine의 파이퍼 베콤 TPR과 같은 컴팩트한 피라니 송신기는 일반적으로 사용되는 고진공 펌프의 전진공 압력을 측정하는 데 사용됩니다.

그러나 전자빔 용접에서 올바른 작동 압력을 결정하는 데는 시스템의 견고성도 한몫을 합니다. 이를 위해 일반적으로 압력 상승 방법을 사용하여 통합 리크 테스트를 수행합니다. 그렇게 하면 시스템이 정의된 압력 값으로 배기됩니다. 그런 다음 모든 밸브가 닫힙니다. 시간의 함수로서의 압력 증가는 종합 리크율을 산출합니다.

내부 리크와 표면의 탈착도 압력 상승을 유발하고 결과를 왜곡시킬 수 있으므로 챔버를 비우고 청소한 다음 건조시켜야 합니다.

### 파이퍼 베콤은 사용자에게 포괄적인 지원을 제공하기 위해 전자빔 용접 시스템의 완벽한 진공 시스템 설계를 지원하고 있습니다.

리크율이 원하는 임계값을 초과할 경우, 리크 지점을 찾아내서 수리해야 합니다. 뛰어난 감지 감도, 짧은 테스트 시간 그리고 쉬운 조

작 덕에 헬륨 리크 감지기의 수요가 높습니다. 절차는 다음과 같이 매우 간단합니다. 시스템이 배기된 후 분무 건을 사용하여 밀봉 지점이나 용접 이음 그리고 기타 잠재적 리크 지점에 외부에서 헬륨을 분사합니다. 리크가 발생할 경우 기체는 배기된 진공실로 유입되고 리크 감지기에 의해 감지되어 흡입됩니다. 파이퍼 베콤의 ASM 340은 강력하고 보편적으로 사용할 수 있는 리크 감지기입니다. ASM 310은 이동식 사용을 위해 휴대용 버전으로도 제공됩니다.

모든 것이 원스톱으로 제공됩니다

전자빔 용접은 많은 산업 분야의 제조업체가 생산 효율성을 높이고 제품 품질을 높이며 생산 주기를 단축하는 데 도움을 줄 수 있습니다. 실제로 이 절차가 시장성이 있고 확립된 절차라고 하더라도, 공정이 안전하고 안정적이 될 수 있도록 하려면 고려해야 할 특정 요구사항이 있습니다. 따라서 사용자는 수명이 길고 유지보수가 적은 최상급 기계와 공장에 주목해야 할 뿐만 아니라, 생산의 특정 요구사항을 잘 알고 있으며 최고 수준의 신뢰성으로 맞춤형 솔루션을 제공할 수 있는 공급 업체를 전문 파트너를 선택해야 합니다. 파이프 베콤은 오랜 전통과 100년 이상의 진공 솔루션 설계 및 시공 경험을 보유한 혁신적인 회사로서, 모든 산업 분야의 사용자가 성공할 수 있도록 필요한 전문 지식을 제공하고 있습니다.



## 파이퍼 베큘 제품 및 장점에 대한 개요

### 배기

#### HiPace 터보 펌프

- 높은 펌프 속도
- 가벼운 기체에 대한 높은 압축률
- 높은 외부 자기장에 대한 다양한 버전
- 펌프로부터 최대 100 m 떨어진 외부 드라이브 전자 장치
- 현장에서 유지보수 작업 가능



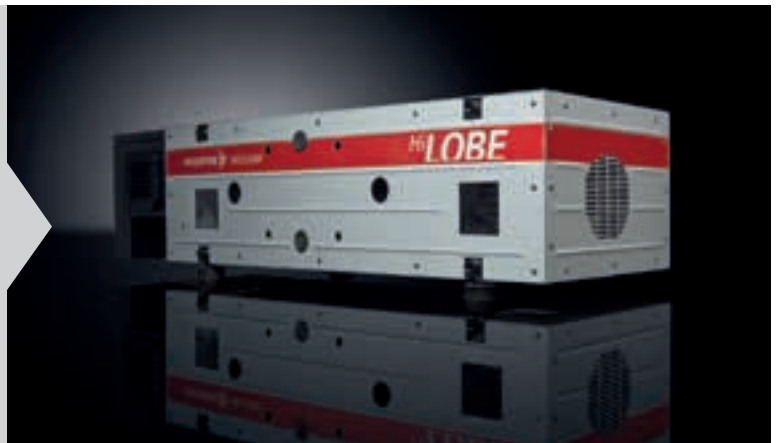
#### 회전 날개 펌프

- 외부 드라이브 전자 장치
- 마찰 없는 작동으로 인해 마모 없음
- 탄화수소의 역류 없음
- 매우 청정한 진공 생성
- 비접촉식 펌프 모듈
- 무입자 진공
- 무불소 버전 제공



#### HiLobe 루츠 펌프

- 가변 회전 속도 제어로 인해 버전에 따라 펌핑 속도가 520 ~ 2,100 m<sup>3</sup>/h로 광범위함
- 뛰어난 차세대 드라이브 컨셉트로 인해 펌프 중단 시간이 매우 짧음
- 지능형 인터페이스 기술로 공정 조정 및 상태 모니터링 가능(Industry 4.0)
- 장착 방향의 유연성으로 인한 설치 비용 절감



#### 루츠 펌핑 스테이션

- 250 ~ 25,000 m<sup>3</sup>/h의 펌프 속도
- 다음을 사용한 모듈식 컨셉트
  - DuoLine(WD 시리즈)
  - HeptaLine(WH 시리즈)
  - HenaLine(WU 시리즈)



## 진공 측정

### 진공 측정기

- 최대 70 mT까지 자기 차폐(ModulLine)
- 최대 케이블 길이 500 m
- Profibus 연결



## 리크 감지

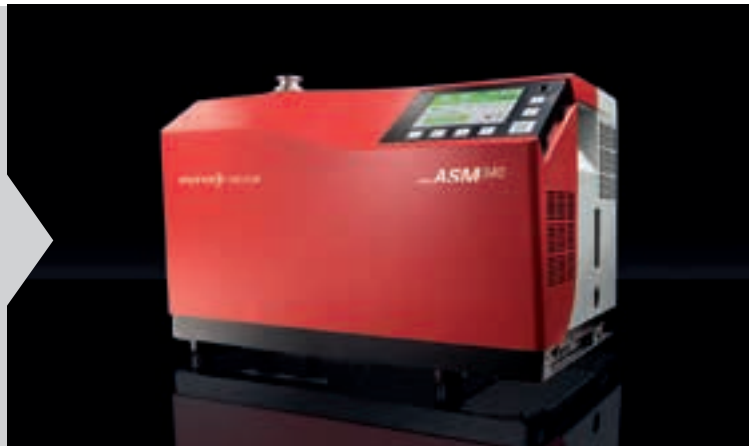


### 리크 감지기 ASM 310

- 최대  $1 \cdot 10^{-13}$  Pa m<sup>3</sup>/s까지의 매우 낮은 감지율
- 사용하기 쉬움
- 최대 40 m<sup>3</sup>/h까지의 건식 배압 펌프 사용 가능

### 리크 감지기 ASM 340

- 최대  $1 \cdot 10^{-13}$  Pa m<sup>3</sup>/s까지의 매우 낮은 감지율
- 사용하기 쉬움
- 최대 40 m<sup>3</sup>/h까지의 건식 배압 펌프 사용 가능



## 원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베콤은 전세계에 걸쳐 혁신적인 고객 맞춤형 진공 솔루션,  
기술적인 완벽성, 역량 있는 조업, 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 계  
십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베콤 GmbH  
본사 · 독일  
전화: +49 6441 802-0

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

**PFEIFFER**  **VACUUM**