



리크 테스트

리크 감지 및 무결성 테스트 과제에 대한 선도적인 솔루션

리크 테스트

리크 감지 및 무결성 테스트 과제에 대한 선도적인 솔루션

리크 테스트를 하는 이유

리크 테스트는 일상적인 안전, 환경 보호는 물론 생산 공정 및 우리가 매일 사용하는 제품의 신뢰성에서도 중요한 역할을 합니다.

응용 분야의 범위가 다양합니다. 자동차 산업이 이러한 응용 분야의 많은 부분을 차지합니다. 신뢰성 있는 리크 테스트가 중요한 자동차 부문의 몇 가지 예로 연료 계통, 브레이크, 냉각 및 에어백 시스템을 들 수 있습니다. 이 밖에 냉장 및 공조 기술과, 의료, 제약 및 식품 산업에서의 포장도 정량적 리크 테스트가 중요한 응용 분야입니다. 정성적 로컬라이징 테스트는 반도체 산업과 연구개발 분야에서 큰 관심을 받고 있습니다. 심지어 전기 모빌리티, 에너지 저장 또는 연료 전지와 같은 신흥 부문에서도 산업 규모의 리크 테스트가 필요합니다.

일반적인 요구 사항

산업용 순차적 테스트에서 리크 감지 방법은 각 개별 응용 분야에 맞춰 확실하게 조정됩니다. 첫 번째 단계는 원하는 기밀성 또는 리크율을 정의하는 것입니다. 다음 단계는 올바른 테스트 방법 및 절차를 결정하는 일입니다. 테스트 절차의 중요한 특징에는 감지 한계, 환경 영향에 대한 민감성, 정확도 및 반복성, 사용상 용이성 및 운영 비용이 포함됩니다.

응용 분야 예



IP 보호 등급



제약 포장



냉장 및 공조



연료 탱크

Pfeiffer Vacuum

파이퍼 베큘은 테스트 장비 및 진공 기술을 공급하는 세계적인 선두업체 중 하나입니다. 강력한 감지 시스템 외에 당사의 제품 포트폴리오에는 진공 펌프, 측정 및 분석 장비, 구성품 및 진공실이 포함됩니다. 당사는 리크 감지 분야에서 50년 이상의 경험을 자랑합니다.

당사의 노하우

파이퍼 베큘은 리크 감지 분야의 선구자들을 계속시켰습니다. 당사의 프랑스 개발팀은 1966년 최초의 상용 헬륨 누출 감지기를 출시했습니다. 그리고 불과 2년 후 독일의 파이퍼 베큘에서 오늘날까지 거의 모든 현대적인 추적 기체 리크 감지기의 기본이 된 대항류 원리를 도입했습니다. 파이퍼 베큘은 2017년 ATC 인수를 통해 노하우를 강화하면서 마이크로 플로우 리크 테스트에 대한 전문 기술을 확대했습니다. 이러한 전문 기술과 포괄적인 포트폴리오의 결합으로 파이퍼 베큘은 모든 리크 감지 문제에 대한 완벽한 파트너가 되었습니다.

귀사의 솔루션을 위한 파트너

일체형 솔루션에 필요한 모든 구성 요소를 제공하는 업체로서 파이퍼 베큘은 전 과정에서 고객을 지원해드립니다. 이러한 지원에는 타당성 조사와 생산 공정에서 리크 감지 솔루션의 구현이 포함됩니다. 고객은 또한 진공 펌프, 진공실 및 측정 계기로 구성된 리크 테스트 외에 포괄적인 제품 포트폴리오에서 여러 이점을 얻을 수 있습니다. 이 밖에 당사는 완전 자동 솔루션으로 고객을 지원하면서 파트너 네트워크를 유지합니다.

리크 감지에서 있어서 파이퍼 베큘 모든 리크 감지 요구사항을 해결할 수 있는 원스톱 솔루션:
의 핵심 역량

- 기밀성 요구사항 결정에 대한 지원
- 고객의 응용 분야에 적합하고 안전한 리크 감지 솔루션을 선택하는 데 있어 기술적인 지원 제공
- 광범위한 솔루션: 밀봉 제품에 대한 특별 솔루션과 함께 추적 가스 또는 기체를 사용한 리크 감지
- 펌프, 챔버 및 장비를 두루 갖춘 보정 서비스 및 종합적인 진공 제품 포트폴리오
- 자동화된 시스템에 대한 컨설팅 및 파트너 네트워크를 포함한 일체형 통합 솔루션

파이퍼 베큘은 고객의 성공과, 리크 테스트를 선택하고 수행할 때 리스크를 최소화하기 위해 최선을 다하고 있습니다.

리크 감지 문제점

요구사항의 정의부터 올바른 방법 선택과 테스트 절차 실행에 이르기까지

리크율 요구사항

최적의 리크 감지 방법의 선택은 종종 필요한 기밀도 요구사항의 정의로 시작합니다. 냉장 및 공조 기술의 경우 이는 종종 “g/year” 또는 “ounce/year”와 같이 시간당 질량 손실로 표시됩니다. 다른 산업에서는 리크를 직경(단위: 마이크로미터)으로 표시합니다. 다른 일반적인 단위는 SI 단위인 $\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 또는 $\text{mbar} \cdot \text{l}/\text{s}$ 입니다. 반대쪽의 표에서는 크기가 다른 리크, 리크 직경 및 직경이 다른 리크에서 공기가 빠져 나오는 데 걸리는 시간에 대한 개요를 제공합니다. 이러한 가이드라인은 “방수”, “박테리아 방지” 및 “기밀도”와 같은 일반적인 요구사항과 관련이 있습니다.

일반적인 리크 감지 절차

다음 표에서는 기본적인 리크 테스트 절차를 요약합니다. 관련 테스트 방법을 선택할 때 중요한 기준은 작동 중 필요한 감지 한계와 구성품의 압력 부하입니다. 공기 또는 특정 추적 기체를 테스트에 사용해야 하는지, 그리고 리크의 정량화 및/또는 위치 파악이 필요한지 여부도 명확히 해야 합니다.

또 다른 중요한 요소는 원하는 테스트 또는 주기 시간입니다. 단순한 테스트 시간뿐만 아니라 테스트 표본의 전처리 및 후처리(예: 건조) 또는 실제 테스트(예: 안정화 또는 추적 기체 충전)으로 인해 추가로 필요한 시간도 고려해야 합니다. 이 밖에 테스트 방법은 파괴 방법과 비파괴 방법으로 나뉩니다. 여기에서 방법의 선택 사항의 가치 또는 패키지 내용물을 고려해야 합니다.

파이퍼 베큘의 리크 감지기

파이퍼 베큘은 리크 감지 및 리크 테스트를 위한 제품들을 가장 광범위하게 출시하고 있습니다.

마이크로 플로우/질량 추출



포장과 전자 부품은 물론 산업 및 의료 응용 분야에 대한 신속하고 신뢰성 있는 리크 테스트.

광 방출 분광 분석



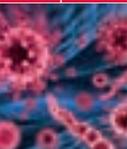
약품 포장 및 밀봉 구성품에 대한 무결성 테스트.

추적 기체 헬륨 및 수소



자동차, 의료 및 반도체 산업과 같은 까다로운 응용 분야에 대한 높은 감도와 리크 감지.

일반적인 리크 감지 절차의 개요

방법/센서 기술	추적 기체	과압 하에서 테스트한 대상	진공 하에서 테스트한 대상	정량적 테스트	위치 탐지	리크율(단위: mbar·l/s) ⁶⁾											
						10 ⁰	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻¹¹
						리크율(단위: 표준 ccm)											
																	
설명						떨어지는 물	방수	유밀도	멸균	기밀도	기술적인 기밀도						
리크 직경, 파이프형상 ¹⁾					µm	100	30	10	3	1	0.1						
리크 직경, 오리피스 형상 ²⁾					µm		10	3	1	0.3	0.1						
1 cm ³ 공기의 유출 ³⁾						1초	10초	100초	16분	3시간	1일	12일	4개월	3년	30년	300년	
거품 테스트	임의	■			□ ⁴⁾	■											
음파 또는 초음파 센서	임의	■			■												
초음파 거품 테스트	임의	■		■	■												
압력 상승	임의		■	■	■												
압력 강하	임의	■		■	■												
마이크로 플로우	다양함	■		■	■												
질량 추출	다양함		■	■	■												
광 방출 분광 분석	N ₂ , Ar, CO ₂ , H ₂ O		■	■	■												
리크 감지기, 질량 분광 분석, 스니핑	추적 기체 ⁴ He, ³ He, H ₂	■		■ ⁵⁾	■												
리크 감지기, 질량 분광 분석, 진공	추적 기체 ⁴ He, ³ He, H ₂		■	■	■												

¹⁾ 리크 직경은 모델별로 계산됩니다. 모델에 따라 리크율과 구멍 직경 간의 상관 관계가 서로 다를 수 있습니다.

²⁾ 멸균 포장에 대한 "리크 감지 지수 2"에 따른 분류, FDA USP <1207.2>

³⁾ DIN EN 1593에 따른 기체 흐름의 현상학적 관찰. 여기에는 유출의 추진력, 즉 테스트 압력에 대한 설명이 포함되어 있지 않습니다.

⁴⁾ 거품 수집과 체적 분석에서 가능한 정량화.

⁵⁾ 추적 테스트(스니핑-셀 방법) 및 운반 기체 방법으로 정량화 가능.

⁶⁾ 전통적인 유량 모델에 따라 1 cm의 벽 두께와 20°C 온도에서 계산된 리크율.

올바른 테스트 방법을 선택하는 방법

- 기밀도에 대한 요구사항의 정의
- 제품에 허용되는 압력/진공 범위의 결정
- 부품 준비, 부품 취급 등 테스트 절차에 필요한 테스트 시간
- 제품 사용 조건과 원하는 테스트 지침
- 정량적 통합 검사 및/또는 로컬라이제이션 테스트
- 파괴/비파괴
- 정확도와 공정 제어
- 테스트 범위 - 실험실에서의 비정기 샘플 테스트, 통계 프로세스 제어 또는 추적 가능한 모든 부품의 100% 검사
- 원하는 자동화 등급

공기를 이용한 리크 테스트: 마이크로 플로우 또는 질량 추출

포장과 전자 부품은 물론 산업 및 의료 응용 분야에 대한 신속하고 신뢰성 있는 리크 감지



마이크로 플로우 - 선도적인 에어 리크 테스트 기술

마이크로 플로우 기술은 누출에 의한 체적 유량을 측정합니다. 테스트할 부품에서 기체가 누출되면 장비는 기체 유량을 보충함으로써 동적 압력 균형을 유지합니다. 이와 같이 보충되는 기체가 센서를 통과하면서 기체 유량이 측정됩니다. 특허를 취득한 센서의 형상이 신호를 증폭하고 최저 $5 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s의 매우 낮은 리크율까지 측정할 수 있습니다. 버퍼 체적의 사용과 주위 온도 및 압력에 대한 보상으로 주위 조건이 변화해도 높은 강건성을 유지할 수 있습니다.

질량 추출 - 추적 기체 없는 진공 상태에서의 리크 테스트 절차

질량 추출 방법은 진공 상태에서 실시됩니다. 그 결과 진공 단열 효과로 인해 감지 한계 및 열적 디커플링이 향상됩니다. 이러한 유형의 테스트는 특히 캡슐화된 전자 어셈블리와 같은 밀봉된 물건의 포장에 적합합니다. 테스트하는 동안 테스트 유닛은 진공실에 배치되는데 이 경우 진공실이 배기됩니다. 테스트 유닛의 리크율은 테스트 유닛에서 진공 저장소로 흐르는 유량에 의해 결정됩니다. 이 방법으로 최대 $7 \cdot 10^{-7}$ mbar·l/s의 감지 한계에 도달할 수 있습니다. 이 측정 원리를 적용한 다른 프로세스에서는 테스트 유닛의 내부가 배기되면서 흘러 드는 주변 공기가 측정됩니다. 이 방법의 경우 진공실이 필요 없기 때문에 테스트 장비의 비용을 절감할 수 있습니다.

핵심 역량

다른 공기 테스트 방법과 비교할 때 마이크로 플로우 및 질량 추출 기술의 주요 이점은 테스트 속도가 더 빠르고 환경 영향에 대한 민감도가 더 낮다는 점입니다. 이 밖에 감지 한계가 더 낮고 정확도는 더 높으며 재현성이 더 우수합니다. 최장 1년에 이르는 긴 보정 주기는 이 정량적 비파괴 테스트의 또 다른 이점입니다.

응용 분야 예



IP 보호 등급



공기 냉각



IV 봉지

제품 예
 당사 제품에 대한 보다 종합적인 개요를 보려면 당사 웹사이트 www.atcinc.net을 참조하십시오

	압력 또는 진공 E-PDQ	압력 - 마이크로 플로우 E2	진공 - 질량 추출 ME3
			
압력/진공 범위	0 ~ 4.5 bar	최대 12 bar	69 mbar 미만
감도	$5 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s(압력) $5 \cdot 10^{-6}$ mbar·l/s(진공)	$2 \cdot 10^{-3}$ mbar·l/s(압력) $2 \cdot 10^{-5}$ mbar·l/s(진공)	$7 \cdot 10^{-7}$ mbar·l/s (결함 크기 0.2 μm)
치수 (L x W x H) mm	102 x 159 x 254	305 x 305 x 305	172 x 283 x 565
설명	짧은 사이클 타임으로 자동화된 생산 시스템에서 소형 부품에 대한 기밀도 제어.	중간 크기 부품에 대해 처리량이 높은 리크 테스트. 견고한 산업 응용 분야. 살균 및 클린룸 응용 분야.	짧은 사이클 타임으로 자동화된 생산 시스템에서 중간 크기의 부품에 대한 기밀도 제어. 인라인 테스트를 위한 여러 계측기 사용. 밀봉 포장 및 장비에 적합함.
일반적인 응용 분야	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가전 제품 ■ 의료 장비 ■ 소형 포장 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 자동차 산업 ■ 냉장 및 공조 ■ 의료 장비 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 포장 ■ IP 보호 등급 테스트 ■ 의료 장비 ■ 밀봉된 구성품

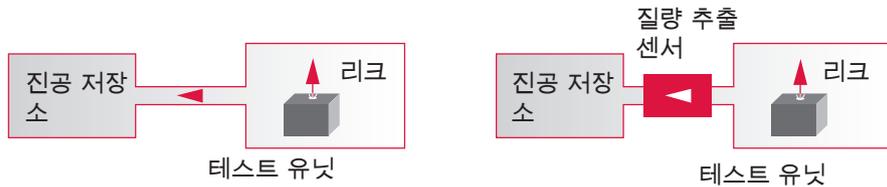
마이크로 플로우



공기 경로: 테스트 유닛에 연결된 압력 저장소

마이크로 플로우 센서를 이용한 측정: 추적 기체 흐름(주로 공기)

질량 추출



공기 경로: 진공 저장소에 연결된 테스트 유닛

질량 추출 센서를 이용한 측정 추출된 기체 (질량)

주요 장점/고객 이점

- 다중 표준 승인 시험 방법(예: USP <1207>, 제약 및 SAE, 자동차)은 공정 안전을 보장합니다
- 테스트 시간이 25% ~ 40%가 단축되어 압력 변경 방법과 비교할 때 테스트 절차의 효율성이 높아집니다
- 환경 영향에 대한 민감도가 낮으므로 테스트 신뢰성이 향상됩니다
- 공장 보정으로 사용하기 쉽고, 매일 보정할 필요가 없음
- 제품 부피가 변화해도 사용 상 문제가 없기 때문에 테스트 레시피를 부피가 다른 여러 부품에 적합하게 사용할 수 있음

광 방출 분광 분석

매우 민감한 제약 포장과 고급 밀봉 구성품에 대한 무결성 테스트

절차

파이퍼 베콤의 AMI는 특히 광 방출 분광 분석을 사용하는 제약 응용 분야에 적합합니다. 무균성을 보장하고 미생물학적 물질, 산소 또는 습기의 침투를 방지하기 위해서는 의약품의 1차 포장에서는 신뢰할 수 있는 무결성이 가장 중요합니다.

특허를 취득한 이 절차의 경우 특정한 추적 기체가 필요하지 않습니다. 그 대신 포장 용기의 공동에 존재하는 기체 혼합물이 동적 범위가 넓은 고감도 테스트를 실시하는 데 사용됩니다. 테스트 방법은 블리스터 팩, 봉지, 유리병 및 플라스틱 병과 같은 다양한 유형의 포장에 적용할 수 있습니다. 이 방법은 배터리 함과 같이 밀봉된 구성품을 테스트하는 데도 사용할 수 있습니다.

핵심 역량

측정 범위가 넓기 때문에 AMI는 헬륨 리크 테스트와 전체 리크 테스트를 하나의 시스템으로 대체할 수 있습니다. 이 방법은 운전자와 관계없이 객관적인 결과로 양호/불량을 판정하는 한편 리크 무결성 테스트를 정량화할 수 있습니다. 추적 가능한 테스트 누출이 장치의 유효성을 검사하고 보정하는 데 사용됩니다. 포장 유형에 따라 AMI는 USP <1207>에 따라 무결성 등급 1에 해당하는 1µm 미만의 감도를 달성합니다.



AMI 1000

AMI에서 사용되는 소프트웨어 솔루션은 21 CFR 파트 11을 준수합니다. 선택 사양인 소프트웨어 솔루션을 생산 실행 시스템에서 사용할 수 있습니다. 트렌드 분석은 초기 단계에서 생산 및 패키징 시스템의 점진적이거나 느리게 나타나는 편차를 감지하기 위해 소프트웨어에서 구현할 수 있습니다.

테스트 결과가 광범위하고 정확도와 반복성이 높은 AMI는 특히 유효성 검사 및 안정성 테스트는 물론 연구 개발 실험실에서 사용하기에 적합합니다.

응용 분야 예



유리병

주사기

블리스터 팩

IV 봉지

유리병

플라스틱 병

다양한 응용 분야에서 사용되는 고성능 범용 기술
 제품 형식에 따라 특정한 테스트 챔버가 설계됩니다.



주요 장점/고객 이점

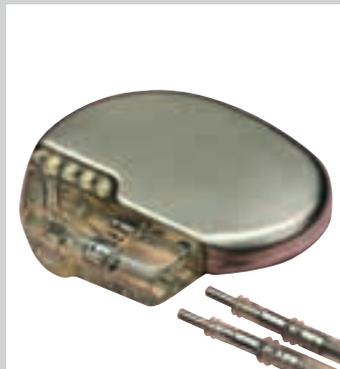
- 감지 한계가 낮고 측정 범위가 넓기 때문에 기존 방법에 비해 효율이 높습니다
- 테스트 결과가 사용자와 관계없이 결정적이고 반복성이 높아 안심하고 사용할 수 있음
- 추적 가능한 테스트 누출과 양호/불량 결과에 기반한 자동 보정으로 인해 사용이 용이함
- 높은 유연성 - 블리스터 팩, 파우치, 유리병, 플라스틱 병 및 기타 구성품과 같은 다양한 유형의 포장에 적용 가능함
- 투자 회수율이 빨라 비용 효율적임

추적 기체를 이용한 리크 감지

자동차, 의료 및 반도체 산업과 같은 고급 응용 분야에서 리크 감지에 대한 최고의 감도

- 절차** 추적 기체를 이용한 리크 감지, 특히 헬륨 리크 감지는 시장에서 감지 한계가 가장 낮으며 여전히 상용으로 사용되는 테스트 방법입니다. 감도가 높을 뿐만 아니라 추적 기체를 이용한 리크 감지는 추가적인 장점이 많습니다. 이 방법은 비파괴적이고 반복성이 높으며 다양한 표준을 준수하는 한편 다른 방법에 비해 빠릅니다. 이 밖에 추적 기체에 의한 감지 기능으로 리크 위치를 찾을 수 있습니다.
- 추적 기체** 리크 감지에 사용되는 가장 일반적인 추적 기체는 헬륨으로서 감지 한계가 가장 낮습니다. 환경 친화적인 불활성 기체는 불활성 덕분에 사용자와 테스트 유닛에 대한 안전성이 가장 높고, 식품 및 의약품에 사용할 수 있는 첨가제로 승인되었습니다. 다른 추적 기체로서 수소를 사용할 수도 있습니다. 수소는 헬륨에 비해 비용은 저렴하지만 헬륨과 같은 감지 감도를 얻을 수 없습니다.
- 주요 특징** 파이프 베큘은 헬륨 누출 감지기에 대한 광범위한 포트폴리오를 출시했습니다. 최신 제품 라인에는 휴대용 솔루션, 범용 장치, 모듈식 리크 감지기 그리고 컬러/터치 디스플레이와 높은 연결성을 갖추고 운전자 인터페이스 사용이 용이한 고성능 제품이 포함됩니다.

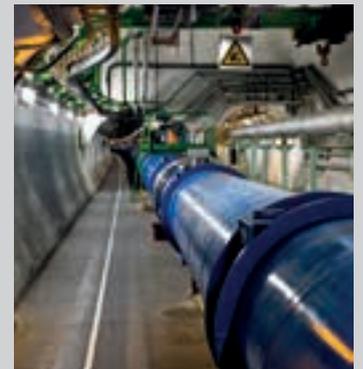
응용 분야 예



심박 조율기



연료 탱크



가속기

제품 예

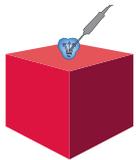
당사 제품에 대한 보다 종합적인 개요를 보려면 당사 웹사이트 www.pfeiffer-vacuum.com을 참조하십시오

	휴대용 ASM 310	다목적 ASM 340	고성능 ASM 390/392	모듈식 ASI 35
				
헬륨에 대해 감지할 수 있는 최소 리크율 (진공 테스트)	$5 \cdot 10^{-12}$ mbar·l/s	$5 \cdot 10^{-12}$ mbar·l/s	$1 \cdot 10^{-12}$ mbar·l/s	$5 \cdot 10^{-12}$ mbar·l/s ¹⁾
헬륨에 대해 감지할 수 있는 최소 리크율 (스니핑)	$1 \cdot 10^{-7}$ mbar·l/s	$5 \cdot 10^{-9}$ mbar·l/s	$1 \cdot 10^{-8}$ mbar·l/s	$1 \cdot 10^{-8}$ mbar·l/s
유입구 최대 테스트 압력	15 mbar	25 mbar	20 mbar	18 mbar ²⁾
He에 대한 펌프 속도	1.1 l/s	2.5 l/s	ASM 390: 10 l/s ASM 392: 25 l/s	6 l/s ¹⁾
치수(L x W x H) mm	350 x 245 x 414	393 x 547 x 375	1072 x 455 x 1025	진공 모듈: 279 x 264 x 197 전자 모듈: 216 x 317 x 111
설명	경량(21 kg)과 탁월한 성능의 결합	다양한 헬륨 및 수소 응용 분야에서 신뢰할 수 있는 테스트를 위한 동급 최고의 리크 감지기, 배압 펌프와 함께 사용할 수 있는 다양한 장비	대형 테스트 대상에 대한 빠른 배기 및 짧은 응답 시간을 위해 최적화된 이동식 장치	모듈식 추적 기체 리크 감지기 - 산업용 리크 감지 시스템용 헬륨 및 수소의 최고 성능
일반적인 응용 분야	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 산업 분석 및 연구개발 산업 응용 분야 발전소 	<ul style="list-style-type: none"> 연구 개발 항공학 및 항공우주 산업 엔지니어링 냉장 공조 	<ul style="list-style-type: none"> 반도체 산업 넓은 면적의 코팅 태양광 산업 가스 패널 또는 초고순도의 미디어 공급 	<ul style="list-style-type: none"> 자동차 응용 분야 공조 및 냉장 기술 포장 산업 기계적 부품

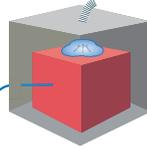
1) 고감도 리크 테스트 모드

2) 전체 리크 테스트 모드

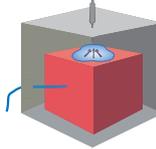
대상으로부터의 기체 흐름



스니핑 테스트

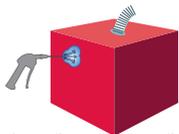


무결성 진공 테스트

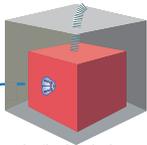


스니핑 테스트: 대기압에서 무결성 테스트

대상으로 기체 흐름 유입



진공 테스트: 스프레이 테스트



진공 하에서 대상물에 대한 종합 테스트

주요 장점/고객 이점

- 헬륨 리크 감지는 모든 상용 테스트 방법 중에서 감지 한계가 가장 낮음
- 테스트 시간과 정확도에서도 장점이 있음
- 파이프 베큘은 추적 기체 리크 감지 분야에서 경험이 풍부합니다
- 현대적이고 사용이 용이한 사용자 인터페이스
- 까다로운 모든 작업에 완벽한 솔루션을 갖춘 추적 기체 리크 감지기로 구성된 광범위한 제품 포트폴리오

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 기회와 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
info@pfeiffer-vacuum.de

www.pfeiffer-vacuum.com

PFEIFFER  **VACUUM**