냉동 건조

원스톱으로 제공되는 최적의 건조 공정용 진공 솔루션

PFEIFFER VACUUM

냉동 건조

아침에 먹고 마시는 커피와 시리얼 또는 휴가 전에 맞는 예방 접종 - 우리 모두는 거의 동결 건조된 제품을 경험했습니다. 그러나 동결 건조 과정의 배경에는 무엇이 있으며 진공이 결정적인 역할을 하는 이유는 무엇입니까?

냉동 건조가 무엇입니까?

동결 건조라고도 하는 냉동 건조는 특별히 부드러운 건조 공정이므로 민감한 제품에 적합합니다. 건조할 재료는 처음에 얼린 다음 진공실에서 건조됩니다. 기존의 진공 건조 방식과는 달리 1차 건조는 승화에 의해 진행됩니다. 그러기 위해서는 훨씬 더 진한 진공이 필요합니다. 물 또는 용제는 고체에서 기체 상태로 직접 전이됩니다. 한편, 상 변화에 필요한 열은 예를 들어 가열판을 통해 제공됩니다. 제품의 잔류 수분 함량을 더 줄이기 위해서는 2차 건조가 옵션으로 이어져야 합니다. 이 과정은 결합된 수분의 탈착에 의해 이루어집니다. 압력을 낮추고 열 공급량을 늘리면 후속 건조 속도가 빨라집니다. 증기는 흔히 콘덴서라고 불리는 차가운 승화 트랩에 의해 동결됩니다.

차례

일반	**4페이지**
배기	**6페이지**
압력 측정 및 보정	**10페이지**
질량 분광 분석을 이용한 실리콘 오일 탐지 및 공정 모니터링	**14페이지**
누출 감지	**18페이지**

냉동 건조

민감한 제품에 최적화된 건조 공정

장점

모든 건조 공정에서와 마찬가지로, 냉동 건조의 주요 목적은 주로 제품의 저장 수명을 증가시키기 위한 것이며, 부분적으로는 운송을 용이하게 하는 등의 목적으로 무게를 줄이기 위한 것이기도 합니다. 여기서 동결 건조의 장점은 다른 건조 공정에 비해 공정이 매우 낮은 압력과 낮은 온도에서 진행된다는 점입니다. 이렇게 하면 특히 열에 민감한 제품을 건조할 수 있습니다.

응용 분야

냉동 건조가 주로 이용되는 분야는 식품 산업과 약품 산업입니다. 그러나 이 약화 건조 공정은 그 밖의 많은 분야에도 사용되고 있습니다. 예를 들자면 세라믹을 생산할 때 세라믹 분말을 건조하는 데 사용됩니다. 물에 손상된 팩이나 문서의 복원도 냉동 건조로 가능합니다.

식품 - 색상과 맛이 보존됩니다

식품 산업에서 고품질의 과일이나 커피의 경우 주로 향과 색을 보존하기 위해서 벌크 재료로 동결 건조합니다. 빠른 처리 속도 때문에 이 분야에 가장 큰 동결 건조 시스템이 사용됩니다. 여기에서 특별한 기능은 진공 로드락이 장착된 커피 건조에서 자주 사용되는 연속 건조 시스템입니다.

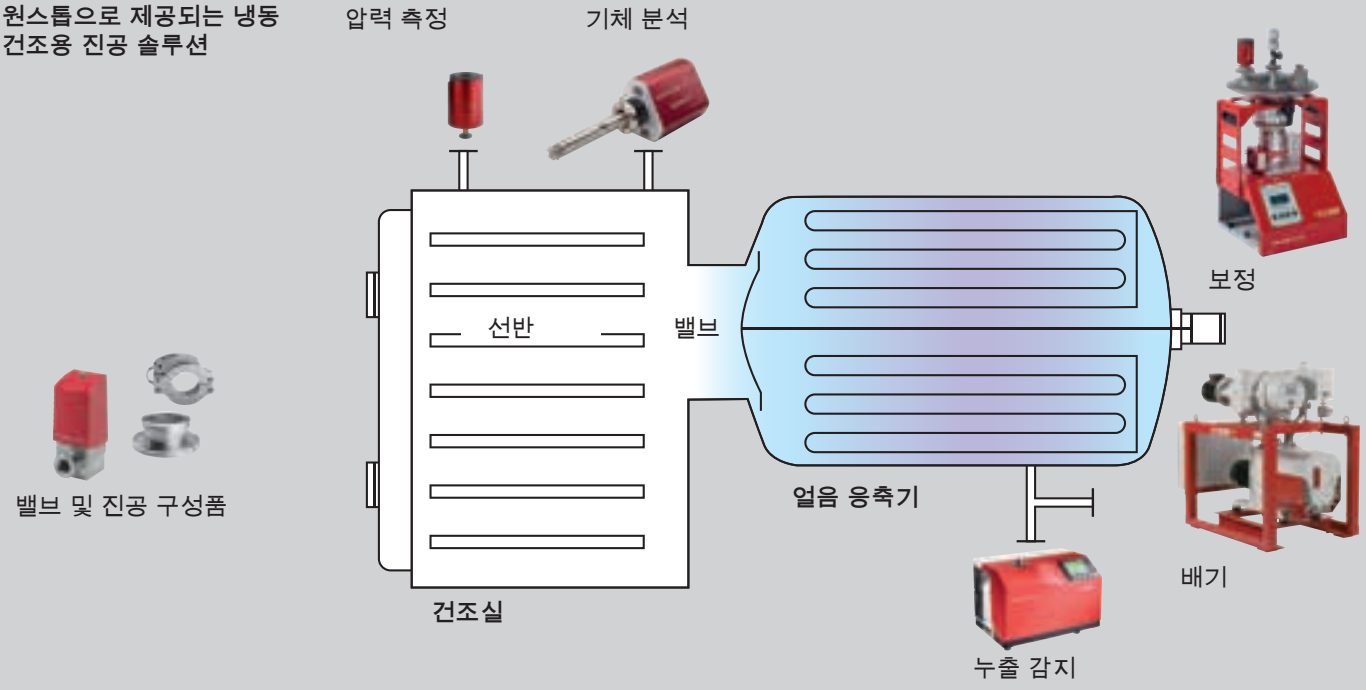
의약품 산업 - 순도 및 멸균 요구사항이 까다롭습니다

의약품 산업이나 생명공학의 경우, 냉동 건조 물질에는 온도에 민감한 백신, 항생제 및 박테리아가 포함됩니다. 이 물질들은 저장용 유리 병이나 주사기에서 직접 건조되며 필요한 경우 초 단위로 용해시킬 수 있습니다. 비경구 제품을 건조시킬 때는 특히 시스템의 순도 및 불용성에 대한 요구사항이 까다롭습니다. 파이퍼 베큠은 진공 펌프를 위한 세척 컨셉트뿐 아니라 건조실 모니터링용 제품도 지원하고 있습니다.

모든 것이 원스톱으로 제공됩니다

파이퍼 베큠은 배기, 압력 측정기 및 보정 펌핑 스테이션용 진공 펌프, 공정 모니터링을 위한 기체 분석용 질량 분석기, 누출 위치 탐지를 위한 리크 감지기를 사용한 냉동 건조를 위한 포괄적인 포트폴리오를 제공하고 있습니다.

원스톱으로 제공되는 냉동 건조용 진공 솔루션



냉동 건조

배기

프로세스

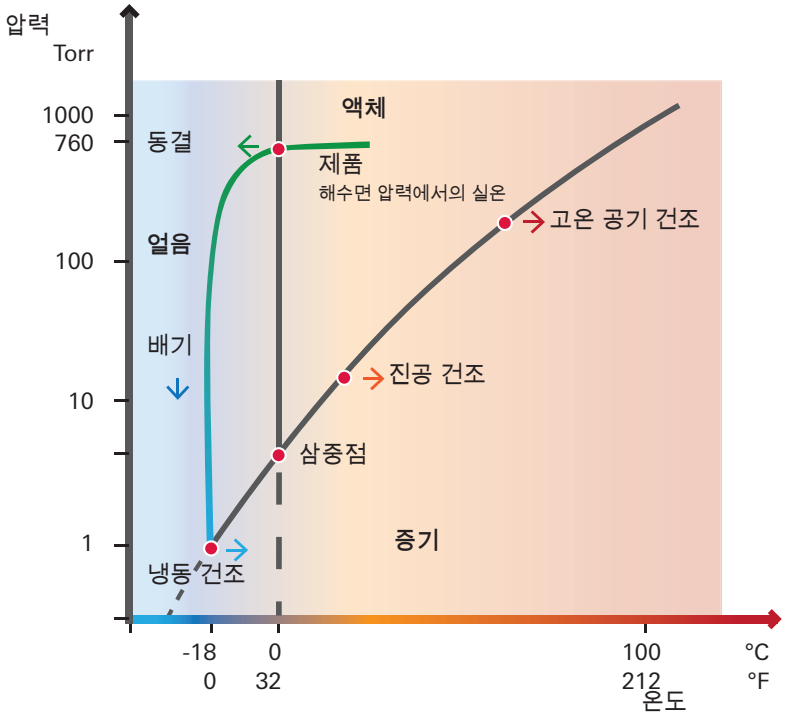
동결 건조 공정의 경우, 사용된 용제(예: 물)의 삼중점 미만의 압력을 얻는 것이 반드시 필요합니다. 또한 배기하는 동안 산소와 같은 원치 않는 물질이 건조실에서 제거됩니다. 1차 건조 기간 동안의 작동압력은 일반적으로 0.5hPa ~ 1.10^{-2} hPa이며, 2차 건조 중이나 챔버 컨디셔닝 동안에는 $1{\cdot}10^{-3}$까지 될 수도 있습니다.

펌프 선택

추가적을 진공 펌프 선택 기준에는 최종 압력이 충분히 낮고 원하는 펌프-다운 시간에 도달할 수 있는 높은 펌핑 속도는 물론 신뢰성 및 긴 유지보수 간격이 포함됩니다.

최종 압력

최종 압력의 경우, 진공 펌프의 기술 데이터에 있는 이 값이 진공 펌프가 더 이상 효과적인 펌핑 속도를 보유하지 않는 값에 해당한다는 점에 유의해야 합니다. 따라서 진공 펌프의 최종 압력은 원하는 작동압력보다 최소한 10 정도 낮아야 합니다. 얼음 응축기는 펌핑 효과로 인해 동결 건조기에서 달성할 수 있는 압력에 긍정적 영향을 미칩니다. 이 영향은 냉각 표면 온도가 감소함에 따라 증가합니다. 당사의 엔지니어가 올바른 진공 펌프를 선택할 때 전문적인 도움을 드릴 것입니다.



펌프 속도

냉동 건조기 사양 중 한 구성요소는 일반적으로 정의된 압력까지의 펌프-다운 시간입니다(대개의 경우 0.1 hPa). 진공 펌프의 공칭 펌핑 속도는 단 한 개의 압력 포인트에서의 최대 펌핑 속도를 나타내기 때문에 그저 표시에 불과합니다.

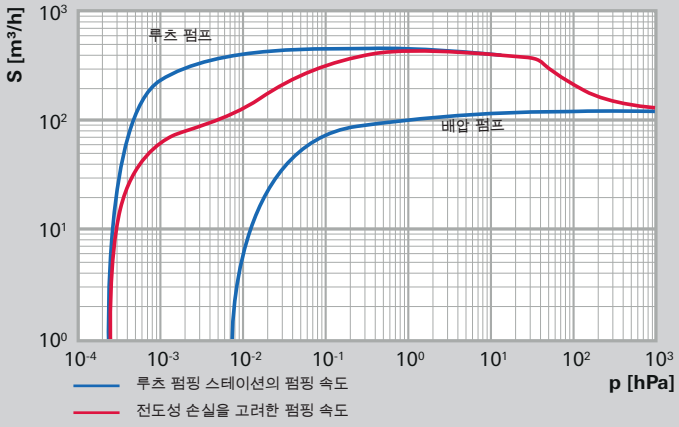
설계

파이퍼 베큠은 진공 펌프의 전체 특성 곡선과 파이프나 누출로 인한 손실을 고려하여 진공 시스템의 설계 및 치수를 지원합니다. 현대적이고 특별히 개발된 계산 프로그램이 사용됩니다.

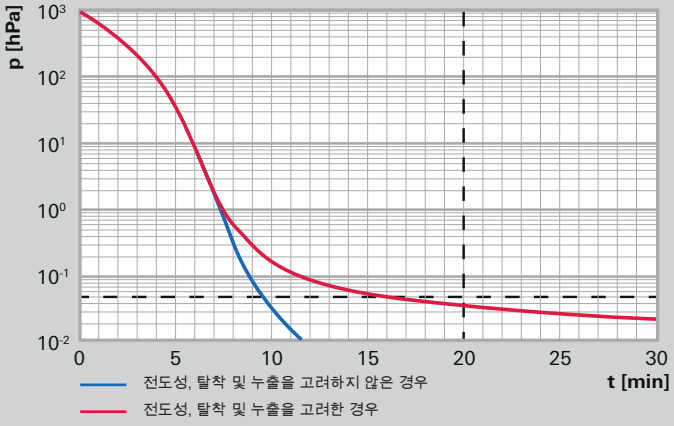
펌핑 속도 곡선은 전체 압력 범위에 걸쳐서 진공 시스템의 성능을 명확하게 보여줍니다. 달성할 수 있는 최종 압력뿐만 아니라 전도성의 영향을 쉽게 판독할 수 있습니다.

배기 곡선은 진공 시스템이 필요한 시간 내에 목표 압력에 도달하는지 여부를 나타냅니다.

루츠 펌핑 스테이션의 펌핑 속도 곡선



배기 곡선



냉동 건조

배기

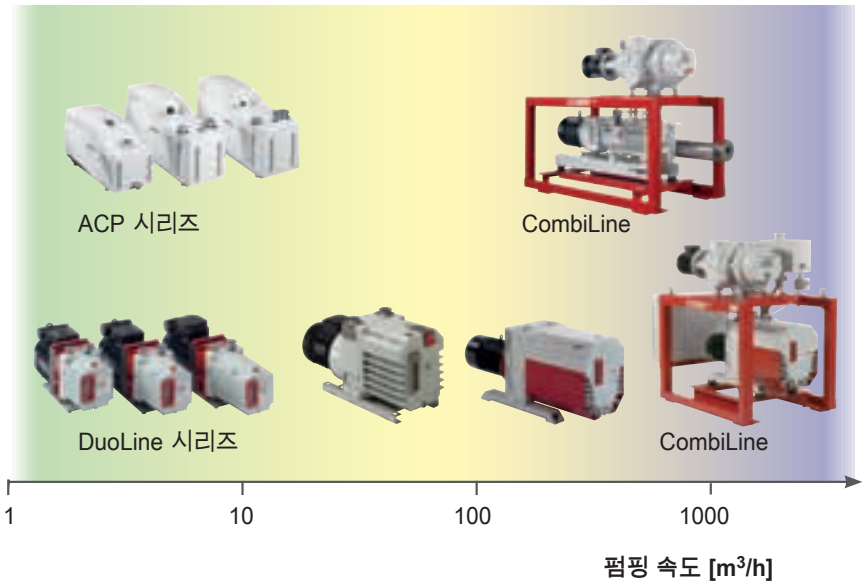
실험실 및 파일럿 시스템

중소형 실험실이나 파일럿 냉동 건조 시스템의 경우 오일 밀봉형 2단 회전 날개 펌프가 주로 사용됩니다. 이 펌프는 양호한 최종 압력, 견고한 구조 및 낮은 투자 비용으로 인해 그 성능이 입증되었습니다. 입증된 이 컨셉트는 DuoLine의 소형 펌프에서 한 단계 더 발전되었습니다. 모터와 펌프 사이에 자기 커플링 옵션이 채택됨으로써 오일 누출과 예기치 않은 정지 시간을 막아줍니다.

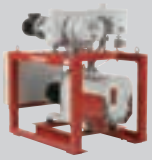
다단계 루츠 펌프 및 스크롤 펌프와 같은 건식 밀봉 기술의 발전으로 이러한 유형의 펌프도 사용할 수 있게 되었습니다. 핵심적인 장점은 이 설계에서는 윤활제가 펌핑 가스나 증기와 직접 접촉하지 않는다는 것입니다. 이러한 특징은 건식 밀봉 펌프의 오일 교환 간격을 연장시켜 줍니다.

ACP 시리즈 다단계 루츠 펌프의 경우 약 20,000 시간의 유지보수 간격이 두드러진 장점입니다.

모든 냉동 건조기에 알맞은 진공 펌프



제품 개요

실험실 및 파일럿 냉동 건조기		생산 냉동 건조기			
DuoLine 회전 날개 펌프	**ACP 다단계 루츠 펌프**	**HeptaDry 나사 펌프**	**HenaLine 회전 날개 펌프**	**OktaLine 루츠 펌프**	**CombiLine 루츠 펌프 스테이션**
					
■ 펌프 속도: 1.3 ~ 300 m^3/h ■ 고진공 안전 밸브가 통합되어 있어서 작동 안정성이 뛰어남 ■ 옵션으로 마모 없는 자기 커플링 사용 가능. 그 결과 유지보수 간격이 늘어나고 예상치 못한 오일 누출로 인한 작동 중단이 없습니다.	■ 펌프 속도: 15 ~ 40 m^3/h ■ 컴팩트한 건식 밀봉형 펌프 컨셉트 ■ 주파수 변환기가 통합되어 있어서 범용으로 사용 가능 ■ 약 20,000 시간에 달하는 긴 유지보수 간격	■ 펌프 속도: 100 ~ 630 m^3/h ■ 건식 밀봉 ■ 대기압에서의 높은 펌핑 속도가 펌프 다운 시간을 줄여줌 ■ 직접적인 가스 흐름과 최적화된 온도 프로파일로 퇴적물이 최소화됨	■ 펌프 속도: 25 ~ 760 m^3/h ■ 신뢰할 수 있고 강력한 성능의 회전 날개 펌프 ■ 통합된 오일 분무 분리기에 의한 배기 가스 정화	■ 펌프 속도: 145 ~ 27,400 m^3/h ■ 높은 압축비와 과류 밸브로 인한 짧은 펌프 다운 시간 ■ 기냉식으로 낮은 운용 비용 ■ 옵션으로 마모 없는 자기 커플링 사용 가능. 그 결과 유지보수 간격이 늘어나고 예상치 못한 오일 누출로 인한 작동 중단이 없습니다.	■ 펌프 속도: 145 ~ 27,400 m^3/h ■ CombiLine은 여러 다른 배압 펌프, 펌프 속도, 부속품을 특징으로 하는 광범위한 루츠 펌핑 스테이션이 장점임 ■ DuoLine, HeptaLine 및 HenaLine을 사용한 모듈식 컨셉트 ■ 표준 범위 외에도 고객별 펌핑 스테이션을 개별 요구사항에 맞게 설계 및 구성할 수 있음

생산 시스템

대형 생산 시스템 분야, 특히 의약품 건조 분야에서는 건식 밀봉 나사식 진공 펌프가 루츠 펌프와 종종 함께 사용됩니다. 건식 밀봉 펌프는 자체 세척 능력이 뛰어 나기 때문에 이 부분에 대한 테스트에 합격했습니다. 파이퍼 베큠은 HeptaDry 나사식 진공 펌프와 OktaLine 루츠 펌프 둘 모두를 위해 로터의 공정 침전물을 청소하기 위한 특수 액세서리를 제공합니다.

그러나 과일 건조 시에는 투자 비용이 적고 루츠 펌프와 관련 있는 챔버 크기가 작아도 되는 회전 날개 펌프가 주로 사용됩니다. HenaLine의 1단 회전 날개 펌프는 구조가 튼튼하고 오일 분무 분리기의 성능이 강력하다는 특징이 있습니다.

파이퍼 베큠은 광범위한 펌핑 기술 및 크기를 갖추고 있어서 모든 동결 건조기에 적합한 솔루션을 제공합니다.

냉동 건조

진공 압력 측정 및 보정

진공 압력 측정

건조실에서의 정확하고 반복 가능한 압력 측정은 냉동 건조 공정 개발 및 제어에 필수적입니다. 냉동 건조 시의 관련 압력 범위로 인해 다음 두 가지 주요 기술이 문제가 됩니다. 피라니 측정기 및 정전용량식 진공 측정기.

Pirani 진공 측정기

피라니 진공 측정기는 기체의 압력별 열 전도성을 통해 간접적으로 압력을 측정합니다. 일반 작동 모드는 와이어를 일정한 온도로 가열하며, 이에 의해 필요한 열 용량이 주변 압력의 지표가 됩니다. 피라니 진공 측정기의 압력 측정 범위는 대기압에서 압력 범위 $1\text{-}10^{-4}$ hPa에 이르며, 의미 있는 정확도는 훨씬 더 좁은 범위에서만 확보할 수 있습니다(약 10 hPa ~ $1{\cdot}10^{-3}$ hPa).

비교 압력 측정용

피라니 진공 측정기는 전기 출력 신호를 보내는 가장 비용 효율적인 진공 측정기 중 하나입니다. 그러나 이 측정기는 기체 의존적입니다. 기체마다 열전도성이 다르다는 것이 그 배경입니다. 냉동 건조에서는 일반적으로 이 같은 기체 유형 의존성을 이용합니다. 예를 들자면, 질소나 공기용으로 보정된 피라니 진공 측정기는 수증기에 대해 상당히 높은 압력을 나타냅니다. 기체별 진공 측정기(예를 들어, 정전용량식 진공 측정기)에서 압력 신호를 동시에 측정할 때 측정된 값을 비교해보면, 이것이 바로 건조실 내의 수증기 함량을 나타냅니다. 따라서 피라니 진공 측정기와 정전용량식 진공 측정기에서 압력 신호를 조정하는 것이 기본 건조의 끝을 결정하는 데 도움이 되는 지표가 됩니다. 이 절차를 비교 압력 측정이라고도 합니다.

파이퍼 베큠의 혁신적인 TPR 270과 TPR 271 진공 측정기에는 펄스 기술이 적용되어 기존 피라니 진공 측정기보다 정확도가 뛰어납니다. TPR 270은 모든 표준 냉동 건조 응용분야에 적합한 반면, TPR 271은 까다로운 응용분야에 특히 이상적입니다.

제품 개요

피라니		정전용량식		
TPR 270	**TPR 271**	**CMR 36x**	**CMR 37x**	**CLR**
■ 펄스 피라니 원리가 향상된 정확성을 보장함[1)] ■ 기체별 측정(비교 압력 측정을 위해 정전용량식 진공 측정기와 연계해서 사용할 수도 있음)	■ 펄스 피라니 원리가 향상된 정확성을 보장함[1)] ■ 기체별 측정(비교 압력 측정을 위해 정전용량식 진공 측정기와 연계해서 사용할 수도 있음) ■ 견고한 백금 로듐 필라멘트	■ 기체별 측정 ■ 가열 시간 없이 온도 보상 측정 ■ 세라믹 기술이 적용된 센서 – 최상의 온도 안정성 – 부식성 기체에 강함 – 우수한 수명 – 플라스틱 변형이 없음	■ 기체별 측정 ■ 정확도를 높이기 위해 온도가 45°C로 제어됨 ■ 세라믹 기술이 적용된 센서 ■ 최상의 온도 안정성 ■ 부식성 기체에 강함 ■ 우수한 수명 – 플라스틱 변형이 없음	■ 기체별 측정 ■ 증기 멸균에 적합함 ■ 정확도를 극대화하고 응축을 방지하기 위해 온도가 160°C로 제어됨 ■ 세라믹 기술이 적용된 센서 – 최상의 온도 안정성 – 부식성 기체에 강함 – 우수한 수명 – 플라스틱 변형이 없음

[1)]기존 피라니 센서와 비교한 경우

백금 - 로듐 필라멘트의 모양이 나선형이고 재료 특성이 독특하면 수명이 늘어나고 용제 증기에 대한 내구성을 높아집니다.

• 정전용량식 진공 측정기

정전용량식 진공 측정기가 피나리 진공 측정기보다 정확도가 높습니다. 정전용량식은 기체 유형에 구애를 받지 않기도 합니다. 절대 압력은 콘덴서의 일부인 다이어프램의 편향을 통해 결정됩니다. 측정된 커패시턴스 변화가 절대 압력의 척도가 됩니다. 가열 다이어프램이 있는 버전은 주변 온도의 변화의 영향을 덜 받으므로 보다 더 정확합니다.

정전용량식 진공 측정기의 측정 범위는 일반적으로 압력 40까지 확대됩니다. 낮은 압력에서 측정 정확도에 영향을 주는 상수 요소가 가장 크기 때문에 정확도는 상위 10에서 가장 뛰어납니다. 따라서 최대 측정 범위가 1 hPa 또는 10 hPa인 냉동 건조 정전용량식 진공 측정기의 성능이 가장 뛰어납니다.

냉동 건조

진공 압력 측정 및 보정

증기 멸균식 냉동 건조기 솔루션

파이퍼 베큠은 냉동 건조 및 고객 인터뷰 분야에서의 수십 년의 경험을 바탕으로, 증기 멸균식 냉동 건조기용 정전용량식 진공 측정기 CLR 시리즈를 개발했습니다. CLR 진공 측정기는 160 °C 까지 활발히 가열되며, 이러한 가열로 인해 진공 측정기 내의 응축 위험은 줄어듭니다. 반면에 전자 장치는 다이어프램이나 측정 챔버 바로 옆에 있지 않으므로 뜨거운 증기의 영향을 받지 않습니다. 4-20 mA 출력 신호로 PLC에서 간섭 없이 추가 공정을 처리할 수 있습니다. CLR 진공 측정기는 기존의 다양한 정전용량식의 진공 측정기인 CMR 시리즈의 일부입니다.

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

보정 체인의 계층 구조(정확도 감소)

*Physikalisch-Technische Bundesanstalt
독일 국가 도량 연구소

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 베큠은 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.

파이퍼 베큠 보정 시스템

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

제품 개요

Calibration system Basic (기본 보정 시스템)	Calibration system Pro (전문가용 보정 시스템)
■ 플랜지 연결부가 최대 6개인 진공 측정기용 콤팩트 시스템	■ 플랜지 연결부가 최대 8개인 진공 측정기용 모바일 시스템

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

냉동 건조

질량 분광 분석을 이용한 실리콘 오일 탐지 및 공정 모니터링

품질 보장 및 공정 최적화

질량 분석기는 동결 건조를 위한 매우 효과적인 공정 분석 기술 (PAT) 도구입니다. 이 도구는 품질 보증 및 공정 최적화에 사용되며 이 도구로 생산 전체 과정을 문서화할 수 있습니다. 다음은 주요 응용분야 두 가지입니다.

실리콘 오일 감지 - 문제점

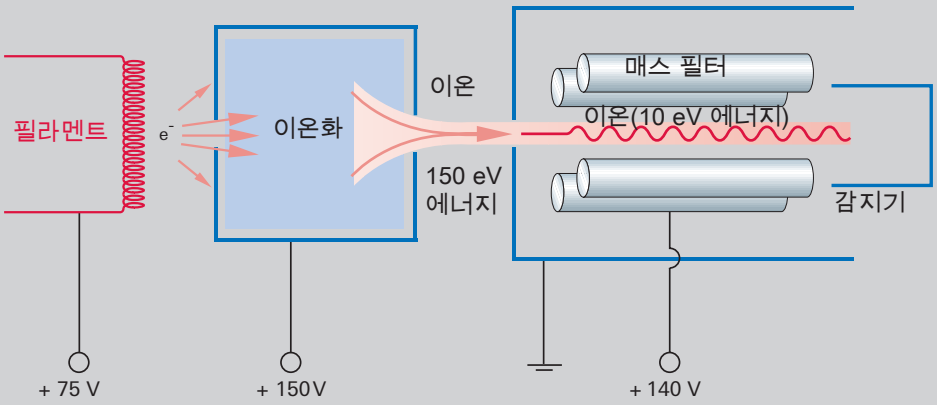
생산 냉동 건조기의 선반은 주로 실리콘 오일로 단련됩니다. 열 전달 유체는 건조실로부터 밀봉된 상태로 순환됩니다. 그러나 실리콘 오일용 물결 모양 튜브 공급 라인과 배출 라인은 특히 높은 응력을 받습니다. 조정판의 위치를 결정하는 동안 발생하는 온도나 압력 변동뿐 아니라 기계적인 응력도 시간이 지남에 따라 누출을 유발하게 됩니다. 실리콘 오일의 초기 양이 적기 때문에 누출이 감지되기 전에 이미 여러 개의 배치가 오염되었을 수 있습니다. 이뿐 아니라 실리콘 오일 누출이 이미 발생한 배치를 판별하기 어렵기 때문에 폐기해야 합니다. 이렇게 하면 높은 후속 비용을 예방할 수 있습니다.

질량 분석 - 솔루션

이 같은 문제를 효과적으로 방지하기 위해서는 형성될 때 이미 실리콘 오일 누출을 감지하여 귀중한 배치를 오염으로부터 보호해야 합니다. 입증된 질량 분석기 기술이 적용된 파이퍼 베큠의 PrismaPro는 이를 위한 탁월한 솔루션을 제공하며 공정 모니터링을 위한 추가 옵션을 제공합니다.

질량 분석 - 기본 원리

질량 분석기에서 전자는 기체 분자를 이온화하는 필라멘트에서 방출됩니다. 전자는 매스 필터에 의해 분리되는데, 이 필터는 특정 전하 / 중량비의 이온만 전계를 통해 통과시킵니다. 그런 다음 통과된 이온은 감지기에서 중성화되어서 전류 신호를 생성하게 됩니다. 2차 전자 증배기(SEM)라고 하는 장치를 옵션으로 선택하면 감도를 높일 수 있습니다.



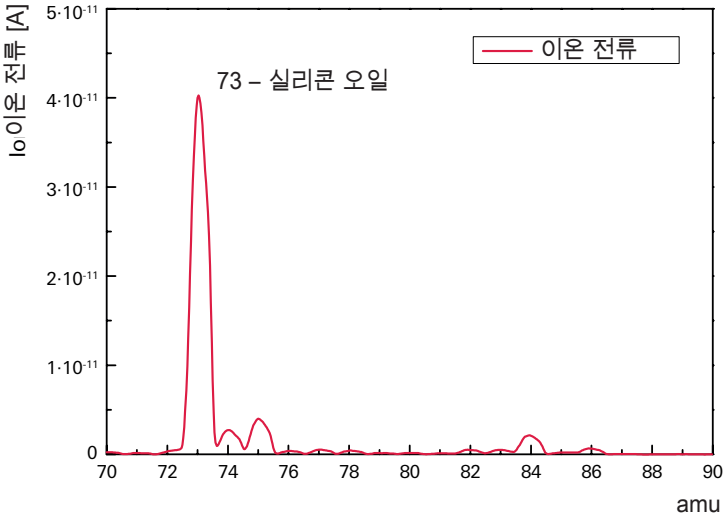
질량 분석기의 기능

압력 범위

기존의 질량 분석기는 약 $1 \cdot 10^{-6}$ hPa의 높은 진공에서 작동됩니다. 이것은 비교적 높은 압력에서 작동되는 소형 질량 분석기에 비해 실리콘 오일의 유입에 의한 필라멘트의 오염이 현저히 낮다는 장점이 있습니다.

몇 초 내에 감지

광범위한 테스트 결과, 특히 원자 질량 장치 73에서 질량 분석기로 관련 실리콘 오일을 감지할 수 있는 것으로 나타났습니다. 반응 시간은 설치 상황과 챔버의 크기에 따라 다르지만 그 범위는 불과 몇 초 정도입니다. SEM을 사용할 때 감지 한계는 ppm 범위입니다. 아주 작은 실리콘 오일 누출이라도 아주 짧은 시간 내에 감지할 수 있습니다.



PrismaPro를 이용한 실리콘 오일 측정

냉동 건조

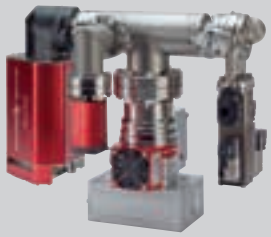
질량 분광 분석을 이용한 실리콘 오일 탐지 및 공정 모니터링

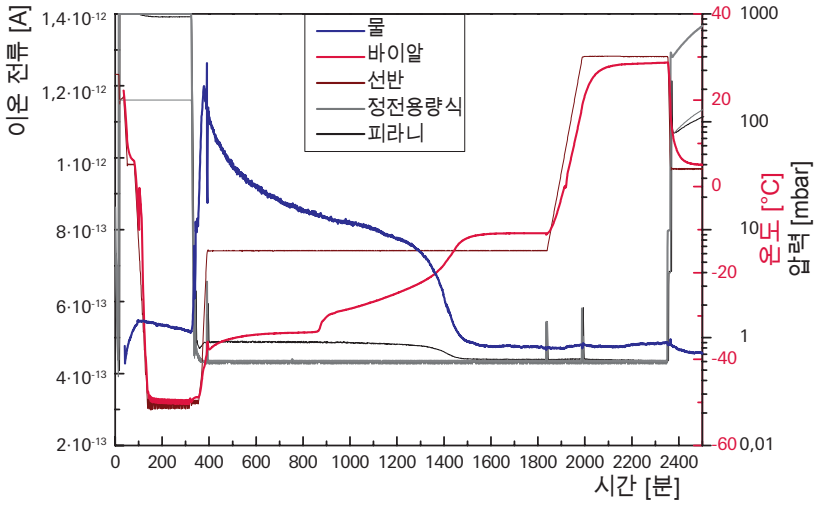
공정 모니터링 및 끝점 결정

질량 분석기는 유연성이 뛰어나서 수증기 농도뿐 아니라 기타 함유된 기체(예: 질소, 산소) 모니터링에도 사용할 수 있습니다. 수증기 함유량을 모니터링함으로써, 예를 들어 비교 압력 측정을 통해 가능한 것보다 훨씬 더 정확하게 주요 건조 공정과 후속 건조 공정의 끝점을 결정할 수 있습니다. 이것 최적화, 특히 냉동 건조 공정 개발에 새로운 기회를 제공합니다.

파이퍼 베큠은 질량 분석기를 생산 시스템에 통합할 때 냉동 건조 시스템 제조업체와 긴밀하게 협력합니다. 파이퍼 베큠은 터보 펌프 스테이션, 측정 기술 및 제어 밸브를 포함한 완벽한 질량 분석기 시스템을 제공하며 냉동 건조기의 컨트롤러에의 통합을 지원하고 있습니다. 파이퍼 베큠은 실험실 장비에 사용하기 위한 수동 시스템과 생산 냉동 건조기에 통합할 수 있는 자동화된 장비를 제공합니다.

OPTIMA pharma GmbH에서 설치된 생산 냉동 건조기
OPTIMA pharma GmbH 현장 모습

개별 구성품	실험실 및 파일럿 냉동 건조기	생산 동결 건조기
PrismaPro	**HiCube RGA**	**생산 FD에서 사용되는 자동화 시스템**
		
■ 컴팩트한 치수와 뛰어난 성능 ■ 다양한 인터페이스를 통한 간단한 시스템 통합 ■ 빠른 측정 속도, 안정성 및 해상도 ■ 두 개의 필라멘트를 통한 최상의 가용성 ■ 1 ·10^{-14} hPa의 검출 가능한 최소 분압	■ 터보 펌프 시스템이 통합된 완벽한 시스템 ■ 기체 유입 시스템을 수동으로 제어할 수 있어서 냉동 건조기의 모든 압력 범위에서 측정이 가능함 ■ 압력 모니터링을 통한 필라멘트 보호	■ 배치 모니터링에 이상적인 전체 시스템 ■ 기체 유입 시스템을 제어할 수 있어서 냉동 건조기의 모든 압력 범위에서 측정이 가능함 ■ 냉동 건조기의 PLC를 통해 제어할 수 있어서 전자동 작동이 가능함 ■ 압력 모니터링을 통한 필라멘트 보호



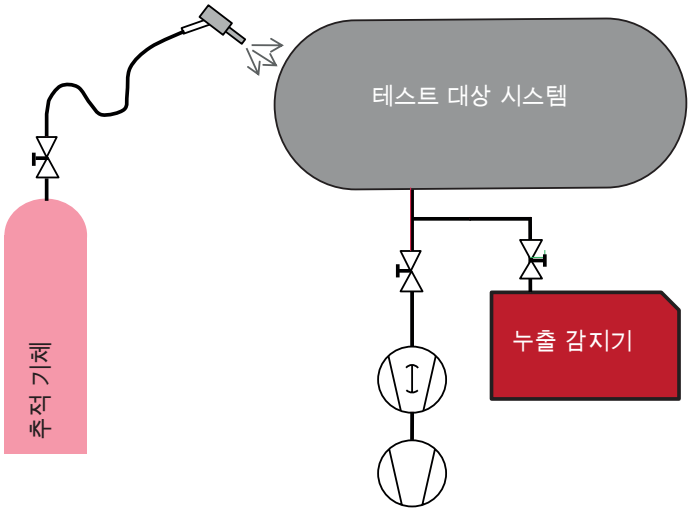
냉동 건조 공정 모니터링 PrismaPro 질량 분석기는 거의 실시간으로 공정 가스를 모니터링합니다. 수증기 농도를 비교 압력 측정에서 가능한 것보다 훨씬 더 뛰어난 해상도로 화면에 표시할 수 있습니다.
이 측정은 OPTIMA pharma GmbH의 우호적인 지원 하에 수행되었습니다.

냉동 건조

누출 감지

의약품 산업의 특수 요구사항

모든 동결 건조 공정에 필요한 압력을 얻으려면 건조 시스템과 연결된 부품의 우수한 견고함이 필수적입니다. 의약품의 무균 동결 건조에 특별한 요구사항이 적용되어 시스템에 미생물이 유입되는 것을 방지합니다. 이 범위에서 트렌드가 조밀한 시스템 쪽으로 더 이동하는 동안 종합 리크율 < $2 \cdot 10^{-2}$ hPa·l/s는 안전한 것으로 간주됩니다. 종합 누설 테스트는 일반적으로 압력 상승 방법을 통해서 수행됩니다. 그렇게 하면 시스템이 정의된 압력 값으로 비워집니다. 그런 다음 모든 밸브가 닫힙니다. 시간의 함수로서의 압력 증가는 종합 리크율을 산출합니다. 내부 누출, 표면의 탈착 및 증발 또는 승화는 또한 압력 증가를 유발하고 이를 통해 결과를 위조할 수 있음에 유의해야 합니다. 따라서 리크율을 정확하게 탐지하려면 깨끗하고 건조한 빈 챔버가 필요합니다.



대형 시스템에 있는 기존 진공 시스템의 부분적 흐름에 사용되는 리크 감지기

누출 위치 탐지

리크율이 원하는 임계값을 초과하는 경우 누출 위치를 찾아서 수정하는 것이 중요합니다. 높은 검출 감도, 짧은 테스트 시간 및 쉬운 작동으로 누출 위치 탐지용으로 이상적인 헬륨 리크 감지기입니다. 이 방법으로 냉동 건조 시스템이 비워집니다. 헬륨은 외부로부터 스프레이 건을 사용하여 실링 포인트, 용접 이음새 및 기타 누출 가능성이 있는 부위에 국부적으로 분무됩니다. 누출이 발생할 경우 헬륨은 진공실로 유입되고 리크 감지기에 의해 감지되어 흡입됩니다. 리크 감지기를 대형 시스템에 있는 기존 진공 시스템의 부분 흐름에 사용하면 응답 시간을 단축할 수 있습니다(누출 탐지 도표 참조).

파이퍼 베큠의 이상적인 솔루션

파이퍼 베큠의 ASF 340은 강력하고 보편적으로 사용할 수 있는 리크 감지기입니다. 컴팩트하고 휴대 가능한 ASM 310은 예를 들어 서비스 기술자 등이 이동식 용도로 우선 선택할 기기입니다.

제품 개요

ASM 340	ASM 310
■ 고속 헬륨 펌프 속도로 인한 초고속 응답 시간 ■ 취급이 쉬움, 직관적인 메뉴 탐색 대형 컬러 터치스크린 ■ 동급 장치 중 작동 준비 속도가 가장 빠름	■ 건조 펌프 시스템, 전진공 펌프 속도 1.7m³/h ■ 초경량, 단 21kg 무게의 이동식 ■ 핸들을 잡아 뺄 수 있는 스마트한 디자인 ■ 탈부착식 제어 패널 ■ 데이터 저장용 SD 카드

원스톱으로 제공되는 진공 솔루션

파이퍼 베큠은 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 실제를 바탕으로 갖춰진 뛰어난 역량

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

완벽한 진공 솔루션을 찾고
계십니까 당사로 문의하십시오.

파이퍼베큠 GmbH
독일
전화: +49 6441 802-0

www.pfeiffer-vacuum.com

Follow us on social media
#pfeiffervacuum

All information is subject to change without prior notice. PI 0483 PKO (March 2019)

PFEIFFER VACUUM