



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.  
F25J 1/00 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0040407  
(43) 공개일자 2007년04월16일

(21) 출원번호 10-2007-7004860

(22) 출원일자 2007년02월28일

심사청구일자 2007년02월28일

번역문 제출일자 2007년02월28일

(86) 국제출원번호 PCT/US2005/019928

(87) 국제공개번호 WO 2006/022975

국제출원일자 2005년06월08일

국제공개일자 2006년03월02일

(30) 우선권주장 10/910,401 2004년08월03일 미국(US)

(71) 출원인 썬파워, 인코포레이티드  
미국 오하이오 아텐스 밀 스트리트 182 (우편번호:45701)

(72) 발명자 언저, 류벤 젯-엠  
미국 45701 오하이오 아텐스 스테이트 루트 550 12639

(74) 대리인 남상선

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 휴대용 및 가정에서의 사용을 위해, 주위 공기로부터 산소의 에너지 효율적이고 저가의 추출

(57) 요약

본 발명은, 사실상 대기압에서 작동되며 유입되는 공기를 냉각시키는 데 사용된 에너지를 보충하는, 공기로부터 산소를 직접적으로 분리시키는 장치 및 방법에 관한 것이다. 주위 공기 입력 장치는 대기로부터 기체를 수용하는 용기로 이어진다. 극저온 냉각기는 사실상 대기압에서 공기로부터 산소를 직접 응축시키기 위해 용기 내에 냉각 표면을 구비한다. 극저온 냉각기는 산소를 응축시키기 위해 냉각 표면을 질소의 비등점 온도 초과 내지 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각시킨다. 액체/기체 분리기는 잔류 기체로부터 액체 산소를 분리시키며, 이들 기체는 모두 개별 출력 장치를 통해 흘러나간다. 공기가 공기 임펠러에 의해 사실상 대기압에서 시스템을 통해 추진된다. 열 교환기는 냉각되는 에너지를 회수하고, 열을 유입되는 공기로부터 유출되는 기체로 전달함으로써 유입 공기로부터 습기를 제거한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

대기압에서의 사용을 위한, 공기로부터 산소를 분리시키고 산소를 공급하는 장치로서,

- (a) 기체를 수용하는 용기;
- (b) 대기로부터 상기 용기로 이어지는 주위 공기 유입 통로를 포함하는 주위 공기 입력 장치;
- (c) 공기로부터 산소를 직접 응축시키기 위해 용기 내에 냉각 표면을 구비하고, 용기내의 공기로부터 산소를 응축시키기 위해 상기 냉각 표면을 질소의 비등점 온도 초과 내지 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각하기 위한 제어 시스템을 구비한 극저온 냉각기 (cryocooler);
- (d) 냉각 표면으로부터 배수된 액체 산소를 수용하고, 용기 내에 남아있는 잔류 기체로부터 액체를 분리하도록 용기에 연결된 액체/기체 분리기;
- (e) 용기로부터 산소를 제거하기 위해 분리기의 액체 출력 장치에 연결된 산소 유출 통로를 포함하는 산소 출력 장치;
- (f) 사실상 대기압에서 용기로부터 잔류 기체를 배출시키기 위해 분리기로부터 기체 출력 장치에 연결된 잔류 기체 유출 통로를 포함하는 잔류 기체 출력 장치;
- (g) 주위 공기 유입 통로, 잔류 기체 통로 및 상기 용기를 통해 공기를 추진하고, 1 bar 미만의 압력 구배를 형성시키는 공기 임펠러; 및
- (h) 제 1 통로 내의 기체로부터 제 2 통로 내의 기체로 열을 전도시키기 위한 기체 불투과성의 열 전도성 벽에 의해 분리된, 2개 이상의 통로를 구비한 열 교환기를 포함하며,

유입되는 공기로부터의 열을 유출되는 잔류 기체로 전달시키기 위해 열 교환기의 상기 제 1 통로가 공기 입력 통로 중에 연결되고, 상기 제 2 통로가 잔류 기체 유출 통로 중에 연결되는 장치.

## 청구항 2.

제 1항에 있어서, 열 교환기가 역류형 (counter flow) 열 교환기로서 연결되는 장치.

## 청구항 3.

제 1항에 있어서, 열 교환기에서의 열 전달에 의해 유입되는 공기로부터 응축된 임의의 물을 상기 유입 공기로부터 분리시키기 위한, 주위 공기 입력 장치 내의 액체/기체 분리를 추가로 포함하는 장치.

## 청구항 4.

제 2항에 있어서, 열 교환기가, 기체 불투과성의 열 전도성 벽에 의해 제 1 통로로부터 분리되고 불투과성 벽에 의해 제 2 통로로부터 분리되는 제 3 통로를 추가로 포함하며, 열 교환기의 상기 제 3 통로가 열을 유입되는 주위 공기로부터 유출되는 산소로 전도하기 위해 산소 유출 통로 중에 연결되는 장치.

## 청구항 5.

제 4항에 있어서, 열 교환기가 역류형 열 교환기로서 연결되는 장치.

## 청구항 6.

제 5항에 있어서, 압력 구배가 1 psi 미만인 장치.

#### 청구항 7.

제 6항에 있어서, 압력 구배가 사실상 0.33 psi 이하인 장치.

#### 청구항 8.

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서, 주위 공기 유입 통로 내에서 응축된 물을 배수시키기 위해 열 교환기의 제 1 통로와 소통되도록 연결된 수 통로를 추가로 포함하는 장치.

#### 청구항 9.

제 8항에 있어서, 수 통로가, 물을 유출되는 기체로 복귀시키기 위해 유출 통로 중 한 통로에 연결되는 장치.

#### 청구항 10.

제 8항에 있어서, 온도 센서 및 히터가 수 통로 또는 열 교환기에 연결되고, 물의 온도가 물의 동결 온도를 초과하는 온도로 유지되도록 히터 제어 시스템에 연결되는 장치.

#### 청구항 11.

제 1 항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서, 극저온 냉각기가 자유 피스톤 스티어링 (Stirling) 극저온 냉각기인 장치.

#### 청구항 12.

제 8항에 있어서, 극저온 냉각기가 사실상 2 킬로와트 (kilowatts) 이하의 전력을 지니는 장치.

#### 청구항 13.

공기로부터 산소를 직접 응축시키고 분리하는 방법으로서,

- (a) 수용 용기 내의 표면을, 질소의 비등점 온도 초과 내지 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각시키는 단계;
- (b) 대기로부터의 기체를 용기 내로, 용기의 표면에 대해, 그리고 이 용기 밖으로 추진시키는 데, 추진된 기체의 압력이 주위 대기압을 1 bar 미만으로 상회하도록 추진하는 단계;
- (c) 냉각 표면으로부터 낙하하는 응축된 산소 점적을 회수하고 용기 내의 기체로부터 산소를 분리시키는 단계; 및
- (d) 유입되는 공기로부터의 열을 용기로부터 외측으로 흘러나가는 미응축된 기체로 전달시킴으로써, 유입되는 공기를 냉각시키고 유입되는 공기 중의 물을 응축시키는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 14.

제 13항에 있어서, 유입되는 공기로부터의 열을 분리된 산소로 전달시킴에 의해, 유입되는 공기를 냉각시키고 유입되는 공기 중의 물을 응축시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 15.

제 13항에 있어서, 용기로부터 외측으로 흐르는 기체로부터의 열을 전달시키기 전에, 응축된 물로부터의 열을 유입되는 공기로 전달시킴으로써, 유입되는 공기를 냉각시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 16.

제 13항에 있어서, 냉각 표면으로부터 흡수된 열을 수용 용기로부터 배출된 기체로 전달시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 17.

제 13항에 있어서, 응축된 물을 용기로부터 배출된 산소 증으로 증발시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 18.

제 13항에 있어서, 물의 동결을 방지하기 위해 응축된 물에 충분한 열을 적용하는 단계를 추가로 포함하는 방법.

#### 청구항 19.

제 13항에 있어서, 추진된 기체의 압력이 1 psi 미만인 방법.

#### 청구항 20.

제 13항에 있어서, 추진된 기체의 압력이 사실상 0.33 psi 이하인 방법.

### 명세서

#### 기술분야

본 발명은 일반적으로 공기 중에서 기체의 분리, 및 보다 구체적으로는 주위 공기로부터 산소를 추출하여 저가의 휴대가능하고 개인용의 산소 공급원을 제공하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

대부분의 개인은 이들 자신의 호흡을 개선시키기 위해 산소 풍부 공급원으로부터 도움받거나 이를 필요로 한다. 그러한 산소는 통상적으로 압축된 산소가 들어있는 고압 탱크로부터 환자에게 공급된다. 산소는, 공기로부터 산소를 분리시키고 그 산소를 압축시키고 탱크를 충전시키는 대규모 상업적 조작에 의해 탱크 내로 충전된다. 이후, 상기 탱크는 분배 시스템을 통해 개인 환자에게 분배된다. 탱크가 비워지면, 이들 탱크는 반송되어 재충전된다.

산소 분리에 대한 선행 기술의 방법은, 공기 중의 하나 이상의 성분 기체가 응축되는 충분히 차가운 표면에 대해 주위 공기를 접촉시킴에 의한 액화, 및 터보팽창기의 사용을 포함한다. 액체 질소가 공기 중의 산소를 액화시키는 데 사용되었다 하

더라도, 종종 공기의 성분이 판매를 위해 개별 기체로서 액화되고 분리된다. 선행 기술에서의 액화는 전형적으로 액화를 달성하기 위해 상당량의 냉각 에너지를 소비한다. 액화를 수행한 후에, 남아있는 에너지는 추가로 사용되지도 않고, 분리된 성분 중에서 제거되고/되거나 압축 조작 중에 소실되어 버리기 때문에 소실된다.

중래의 산소 분리 및 분배 시스템이 산소를 요하는 환자에게 상당히 유익하였다 하더라도, 이는 산소의 비용을 추가시키고 산소 공급원의 운송을 곤란하게 만드는 다수의 단점을 지니고 있다. 선행 기술에서는 유체의 통상적인 분리 및 시스템을 통한 유체의 이동을 달성하기 위해, 유입 공기를 대기압보다 적어도 1 bar 초과로 압축시켜야 했다. 또한, 회수된 산소는, 탱크 내에 함유된 총 질량의 산소가 무거운 탱크에 대한 운송 비용을 더 큰 질량의 산소에 대해 할당시켜서, 운송 및 분배의 유닛 당 비용을 감소시키기에 충분히 크도록 고도로 압축시켜야 한다.

압축은 전형적으로 분리 과정의 2단계 중 어느 하나 또는 둘 모두에서 수행된다. 유입 공기는 분리 전에 압축되어, 공기 및 이의 분리된 성분을 분리 시스템을 통해 추진하는 데 필요한 분리를 가로지르는 압력 차를 생성시킬 뿐만 아니라, 적절한 분리 효율 또는 생성율을 제공한다. 또한, 분리 후에, 분리된 성분은 종종 탱크로의 충전을 위해 추가로 압축된다. 그러나, 압축기는 소음이 심하고 중량이 무거우며, 또한 특히 사람의 호흡에 적합한 비오염된 기체를 제공하도록 설계되는 경우에 이들 자체는 고가이고 상당량의 에너지를 소모하게 되어, 산소 생성을 위한 에너지 비용을 추가시킨다. 이후, 상기 에너지는, 산소가 환자에게 투여될 수 있도록 사실상 대기압으로 복귀되는 경우에 소실된다. 또한, 무거운 탱크를 운송해야 하는 경우에는 운송 비용이 산소에 부가될 뿐만 아니라, 공급업자, 환자 및 임의의 치료를 받는 사람이 탱크를 취급하는 데 있어서의 불편함이 있었다.

상기한 중래의 산소 공급 시스템은, 선행 기술에 따른 산소의 분리 및 압축이, 다양한 온도 수준에서 압축되거나 액체의 단일 성분으로서 재판매를 위해 공기의 성분을 분리하도록 설계된 대규모 물질 제조 시스템에 의해 더욱 효율적이고 이에 따라 덜 고가로 수행될 수 있었기 때문에, 수십년 동안 지속되었다. 개인적인 가정에서의 사용을 위해 선행 기술의 분리 시스템을 소규모화하는 것은 비현실적이며 엄청나게 고가이었을 것이다.

예를 들어, 미국 특허 제 5,893,275호에는 가정용으로 의도된 시스템이 기술되어 있다. 그러나, 상기 시스템은 압축기, 흡착 공정을 이용하는 제 1 단계 분리기, 막 분리기 또는 이온 전도 시스템, 및 액화하나 액화에 의해 기체를 분리시키지는 않는 액화기를 포함하는 다단계 반응을 요한다. 미국 특허 제 5,704,227호는 휘발성 화합물, 예컨대 저급 알데히드, 글리콜 화합물 및 물을 질소와 같은 기체로부터 응축시키기 위한 냉매로서 액체 질소 냉각제를 사용하는 것을 개시하고 있다. 유입 기체를 예비 냉각시키는 데 열 교환기를 사용하고 있긴 하지만, 이 시스템은 액체 질소 공급원을 필요로 하고 있어서 이 점으로 인해 상기 시스템은 가정용으로 실용화되지 못하였다.

따라서, 가정용으로서 실용화되고 휴대가능하도록 크기 및 중량이 충분히 작아지도록, 소규모로 경제적으로 실행될 수 있는 산소 분리 시스템이 요구되고 있다.

본 발명의 과제 및 특징은, 분리 전에 유입 공기를 압축시킬 필요를 제거하고 탱크 내의 저장을 위해 산소를 압축시킬 필요를 제거함으로써 압축할 필요가 없고 이에 따라 더욱 에너지 효율적으로 작동될 수 있는 산소 분리 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 과제 및 특징은, 산소만을 직접적으로 액화시킴으로써 공기로부터 산소를 분리시키는 산소 분리 시스템을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 과제 및 특징은, 액화를 이용하나 액화 과정 중에서 상기 액화를 이용함으로써 냉각 에너지를 회수하고, 상기한 회수 및 에너지를 이용함으로써 결과적으로 에너지 비용을 감소시키고 에너지 입력량을 더 적게 요하는 더욱 단순한 성분을 사용할 수 있게 하는 산소 분리 시스템을 제공하는 것이다.

#### 발명의 간단한 개요

본 발명은, 수용 용기 내의 표면을 질소의 비등점 온도보다는 높고 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각시킴으로써, 낮은 압력, 바람직하게는 사실상 대기압에서 공기로부터 산소를 직접적으로 응축시키고 분리시킨다. 공기는 대기로부터 용기 내로 그리고 냉각된 표면에 대해 추진된다. 상기 표면 상에서 응축된 산소 점적은 낙하하여 액체/기체 분리에 의해 회수되고, 용기 내의 산소 및 남아있는 기체는 개별 경로를 따라 배기되어 대기압에서 상기 시스템으로부터 배출된다. 유입 공기는 예비 냉각되고, 유입 공기 내의 물은, 유입 공기로부터의 열을 용기로부터 외측으로 흐르는 분리된 기체로 전달시킴으로써 응축된다.

이를 달성하기 위해, 주위 공기 유입 통로를 포함하는 주위 공기 입력 장치가 대기로부터 수용 용기로 이어진다. 극저온 냉각기는 용기내의 공기로부터 산소를 직접적으로 응축시키기 위해 용기 내에 위치한 이의 냉각 표면을 구비한다. 극저온 냉각기 온도 제어 시스템에 의해 상기 냉각 표면이 질소의 비등점 온도보다는 높고 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각됨으로써, 단지 산소만이 냉각된 표면 상에서 응축된다. 용기에 연결된 액체/기체 분리기는 냉각된 표면으로부터 배수된 액체 산소를 수용하고, 액체 산소를 용기 내에 남아있는 잔류 기체로부터 분리시킨다. 산소 유출 통로를 포함하는 산소 출력 장치는 용기로부터 산소를 제거하기 위해 분리기의 액체 출력 장치에 연결된다. 잔류 기체 유출 통로를 포함하는 잔류 기체 출력 장치는 사실상 대기압에서 용기로부터 잔류 기체를 배출시키기 위해 분리기로부터 기체 출력 장치에 연결된다. 공기 임펠러는, 유용한 양의 산소를 분리해내기에 충분한 유속에서 시스템을 통해 공기 및 분리된 기체를 추진시키는 데에만 사용된다. 상기 시스템이 대기에 대해 개방되어 있기 때문에, 임펠러는 대기압을 약간만 상회하는 압력을 발생시키기만 하면 된다. 임펠러는 기체를 주위 공기 유입 통로, 잔류 기체 통로 및 용기를 통해 이동시킨다. 열 교환기는, 유입되는 공기로부터의 열을 유출되는 기체로 전달시키기 위해 상기 입력 장치 및 출력 장치에 연결된다.

### 발명의 상세한 설명

도 1은 본 발명의 기본 원리를 설명하는 본 발명의 구체예의 개략도이다. 본 발명은 압축기를 사용하지 않기 때문에 사실상 대기압에서 전적으로 작동하는 공정으로 공기로부터 산소를 분리한다. 본 발명은, 산소가 풍부한, 즉 산소의 비율이 시스템에 유입되는 공기 중에서 확인된 비율보다 사실상 더 높은, 공기 중에서 확인된 일반적인 기체 성분의 혼합물을 처리한다. 풍부한 산소 혼합물은 사용시에 대기압에서 공급된다.

도 1을 참조하면, 주위 공기 입력 장치 (10)는, 대기 공기를 입력시키기 위한 개구 (12)로부터 절연 밀봉부 (13)를 통해 기체를 수용하기 위한 용기 (14)로 연결되는 주위 공기 유입 통로를 포함한다. 당업자에게 공지된 유형의 자유 피스톤 스테어링 (Stirling) 극저온 냉각기 (16)는 용기 (14) 내로 연장되는 이의 냉각 평면 (18)을 구비하고 있어서 냉각된 표면 (20)을 제공한다. 공기 입력 장치 (10)를 통해 유입되는 공기 중의 산소는 이 냉각된 표면 (20) 상에서 직접 응축된다.

극저온 냉각기 (16)는 냉각 표면을, 질소의 비등점 온도, 즉 표준 대기압에서 77°K보다는 높고 산소의 비등점 온도, 즉 표준 대기압에서 90.1°K 이하인 온도로 유지하기 위한 통상적인 온도 제어 시스템을 구비한다. 스테어링 극저온 냉각기는 소규모 및 휴대용 장치로부터 의도한 양의 산소를 추출할 수 있게 한다.

수용 용기 (14)는 중력에 의해 냉각 표면 (20)으로부터 낙하하는 액체 산소를 액체/기체 분리기 (26)로 유도하는 하부 (24)를 포함한다. 상기 액체/기체 분리기 (26)는 당업계에 공지된 유형일 수 있고, 이는 상기 용기 (14)에 연결되어 액체 표면 (20)으로부터 배수된 액체 산소를 수용하고 이 액체 산소를 산소 응축 후에 용기 (14) 내에 남아있는 잔류 기체로부터 분리시킨다. 적합한 분리기는, 액체가 중력에 의해, 저장소 바닥에 또는 근방에 개구가 형성된 저장소 내로 유동한 다음, 액체가 수거되고 기체 통로가 차단되는 트랩 내로 유동하는 통상의 트랩 유형의 분리기이다. 결론적으로, 트랩이 채워지면, 액체가 기체에 대한 장벽으로 작용하여 단지 액체만이 트랩을 통해 통과할 수 있다. 분리기는 용기와 일체형일 수 있고, 액체는 용기로부터 직접 배출될 수 있다. 시스템 내로의 공기의 부피 유속 및 응축율은, 액체 산소로 채워진 트랩이 기체에 대한 장벽으로 계속적으로 충분하게 작용할 수 있도록 유지되어야 한다.

산소 출력 장치 (28)는 산소 유출 통로를 포함하며, 이는 산소를 용기 (14)로부터 사용자에게 전달하는 분리기 (26)의 액체 출력 장치에 연결된다. 유사하게, 잔류 기체 유출 통로를 포함하는 잔류 기체 출력 장치 (30)는 사실상 대기압에서 용기로부터 잔류 기체를 배출시키기 위해 분리기 (26)의 기체 출력 장치에 연결된다.

유입 공기 및 분리된 기체는 유용한 양의 산소를 응축시키기에 충분한 유속으로 시스템을 통해 이동해야 한다. 산소가 냉각 표면 (20) 상에서 응축됨에 따라, 신선한 산소가 용기 내로 공급되어 응축된 산소를 보충해야 한다. 이를 위해, 전기 모터에 의해 구동된 공기 임펠러 (32)가 주위 공기 입력 장치 (10)에 제공된다. 공기 임펠러는 유용한 유속에서 시스템을 통해 기체를 이동시키기 위해 시스템 내에 요구되는 것이므로, 이는 시스템을 통해, 시스템의 유동 저항을 극복하고 목적하는 유속을 제공하기에 충분한 압력 구배를 형성시켜야 한다. 상기 임펠러는 시스템의 기체 흐름 순환 중 어느 곳에든지 위치할 수 있지만, 입력 장치 (10) 내에 그리고 절연 밀봉부 (13)의 외부에 위치하는 것이 바람직하다. 임펠러가 기체를 임의의 소형 오리피스 또는 밀폐된 밸브 없이 일련의 개방된 통로 및 밀폐된 공간을 통해 추진시키기 때문에, 공기는 사실상 대기압에서 주위 공기 유입 통로, 잔류 기체 통로 및 용기를 통해 추진된다.

본 발명의 결정적으로 중요한 특징은, 산소를 응축시키는 데 사용된 에너지를 보충시키기 위한 중요 수단인 열 교환기 (34)를 포함한다는 점이다. 분리기 (26)로부터 산소 출력 장치 (28)를 통해 유동하는 산소, 및 분리기 (26)로부터 잔류 기

체 출력 장치 (30)를 통해 유동하는 잔류 기체 모두는 주위 공기의 온도의 훨씬 아래의 온도로 냉각되었기 때문에, 이들 배출 기체 중의 냉각 에너지는 주위 공기 입력 장치 (10)를 통해 용기 (14) 내로 추진된 공기를 예비 냉각시키는 데 사용될 수 있다. 이를 위해, 열 교환기 (34)는 바람직하게는 기체 불투과성의 열 전도성 벽에 의해 분리된 3개의 통로를 갖는 역류형 열 교환기이다. 이러한 3개의 열 교환의 통로는 각각 주위 공기 입력 장치 (10), 산소 출력 장치 (28) 및 잔류 기체 출력 장치 (30) 중에 연결된다. 이에 의해, 유입되는 주위 공기로부터의 열이 유출되는 산소 및 유출되는 잔류 기체 모두로 전달되게 된다. 이러한 예비 냉각 및 에너지의 전달은, 산소를 응축시키기 위해 냉각 표면 (20)에 요구되는 에너지를 감소시킬 뿐만 아니라, 유출되는 산소 및 잔류 기체를 주위 온도 근방으로 가온시키는 작용을 한다. 이는 시스템을 더욱 안전하게 하고, 산소를, 사용자가 소비하기에 더욱 안전하고 더욱 편안한 온도에서 사용자에게 공급한다.

열을 배출하는 기체가 일 방향으로 흐르고 열을 흡수하는 기체가 그 반대 방향으로 흐르는 역류형 열 교환기 장치를 사용하면 가장 효율적인 열 전달이 제공된다. 그러나, 역류가 이의 보다 우수한 효율의 견지에서 가장 바람직하긴 하지만, 이는 필수적인 것은 아니다. 유사하게, 열 교환기는 유출되는 기체, 가장 효율적으로는 잔류 기체 중 단 하나만으로부터 열을 회수하기 위한 단 두개의 통로를 구비할 수 있으나, 이는 본 발명의 에너지 회수 효율 이점을 감소시킨다.

**냉각 평거 온도 제어.** 스테링 극저온 냉각기, 및 이들의 냉각 평거 온도를 조절하기 위한 제어 시스템이 당업계에 공지되어 있기 때문에, 이들에 대해 상세히 설명하지는 않는다. 상기 제어 시스템은 전형적으로, 극저온 냉각기에 의해 전달된 냉각 에너지를 제어하여 이것을 설정점 온도에서 유지시키는 피드백 제어 시스템 중에 연결된 냉각 평거 온도 센서를 포함한다.  $O_2$ 에 대한 표준압에서의 비등점 온도가  $90.1^\circ K$ 이고  $N_2$ 에 대한 표준압에서의 비등점 온도가  $77^\circ K$ 이기 때문에, 냉각 표면 (20)은 산소가 응축되도록 표준압에서 적어도  $90.1^\circ K$ 로 냉각되어야 하지만, 질소가 응축되지 않도록  $77^\circ K$  이하로는 냉각되지 않아야 한다. 바람직하게는, 냉각 표면 (20)은  $90.1^\circ K$  바로 아래, 예컨대  $87^\circ K$ 로 냉각된다. 이는 산소를 응축시키기 위해 충분히 차가우나, 과도하고 불필요한 냉각으로부터의 에너지 손실을 방지하기 위해 질소의 비등점 온도를 초과하여도 좋다. 따라서, 본 발명은 냉각 표면이 공기의 다른 성분을 응축시키기 위해 더욱 냉각되어야 할 필요가 없기 때문에, 개선된 에너지 효율을 갖는다.

비등점의 온도가 압력 변화에 따라 변화되기 때문에, 이들 온도, 및 특히 제어 시스템의 설정점 온도는, 예를 들어 본 발명의 일 구체예가 보다 높은 고도에서 작동되는 경우에 기타 주위 압력에 대해 상응하여 변화될 것이다. 유사하게, 압력 구배가 시스템을 통해 기체가 이동하도록 상기 시스템을 가로질러 생성되어야 하기 때문에, 온도 제어 시스템의 설정점 온도는 주위 압력으로부터 시스템 내의 작은 변화를 보상하도록 조정될 수 있다.

**공기 임펠러 파라미터.** 본 발명의 구체예에는 보다 고압에서 유지되는 압축기, 밸브 또는 오리피스 존재하지 않기 때문에, 선행 기술의 시스템과 비교하여 사실상 대기압에서 작동할 수 있다. 이 시스템은 대기에 대해 개방되어 있다. 따라서, 공기 임펠러는 통로 내 및 기체 흐름 경로의 기생 손실을 따른 압력 강하를 극복하기 위해 그리고 사용자에게 충분한 산소를 공급하는 데 필요한 부피 유속을 얻기 위해 공기 임펠러를 가로질러 충분히 큰 압력 구배를 형성시켜야만 한다. 이후, 상기 임펠러를 가로지르는 압력 구배는 이 시스템을 가로질러 감소되어, 시스템을 떠나는 기체는 대기압에 있게 된다. 대부분의 사람이 분당 2 내지 3리터의 공기를 소모하고 공기가 약 20%의 산소를 함유하고 있기 때문에, 이 시스템은 시스템이 100% 효율적이고 순수 산소를 공급하는 경우에 분당 대략 10 내지 15리터의 공기의 유속을 요할 것이다.

그러나, 상기 시스템은 100% 효율적이지 않고, 분당 50리터 정도의 유속이 매우 충분하고 바람직할 것으로 여겨진다. 또한, 보다 높은 유속이 비효율을 보상할 것이기 때문에 보다 낮은 산소 분리 효율은 허용가능하고, 유입되는 공기의 압축이 요구되지 않기 때문에 임의의 현저한 부가 비용이 부과되지 않을 것이다.

물론 임펠러에 요구되는 압력 구배는 통로 직경의 함수, 및 유체 흐름에 영향을 미치는 유동 경로의 기타 물리적 특성의 함수이다. 그러나, 선행 기술과는 다르게, 본 발명은 1 bar 미만의 임펠러 압력 구배를 요하며, 1 bar 훨씬 미만의 압력 구배를 사용하여 가장 효율적으로 작동될 수 있다.

임펠러가 1 psi 미만의 압력을 요하며, 더욱 현실적으로는 상기 기술된 유속을 얻기 위해 주위 대기압을 0.33 psi 정도 상회하는 압력을 형성시켜야 함이 초기 계산치로부터 시사된다. 따라서, 본 발명은 사실상 대기압에서 작동한다. 산소 풍부 공급원을 사용자에게 전달하기 위해 주위 대기로부터 산소를 전환시키는 방법을 따르는 어떠한 단계에서도, 사실상 대기압을 초과하여 가압된 시스템 내에서는 임의의 기체도 존재하지 않는다.

본 발명의 구체예에 의한 전력 소비의 초기 계산된 추정치로부터, 임펠러 모터에 의한 전력 소비는 약 5 Watt 정도일 것이며, 극저온 냉각기는 약 160 내지 200 Watt를 소비할 것이다. 따라서, 본 발명의 구체예에 의한 에너지 소비는 매우 적다.

**물 제거.** 시스템으로 유입되는 대기 공기가 열 교환기 (34)에서 예비 냉각되기 때문에, 대기 중의 수분은 열 교환기 (34)에서 응축될 것이다. 물이 제거되는 시스템 내의 위치를 포함하여, 유입 공기로부터의 물의 제거는 중요하다. 유입 공기가 용기 (14)에 도달하기 전에 유입되는 공기로부터 물이 추출되어 분리되어야 한다. 이로써 시스템 유동 경로의 동결 및 얼음에 의한 막힘이 방지되고, 냉각 표면 (20) 상에 동결된 물의 침전물이 축적되는 것이 방지된다. 물의 제거는 시스템으로부터 물을 이동시키기 위한 물 배수관 (36)으로 도 1에서 도식화되어 설명되어 있다.

유입되는 공기로부터 배출된 물은 단순히 배수되어 제거될 수 있다. 그러나, 바람직하게는 냉각수를 주 열 교환기 (34)의 상류에 위치한 열 교환기를 통해 순환시켜 유입 공기를 예비 냉각시킴으로써 에너지를 냉각수로부터 회수할 수도 있다. 또한 또는 대안적으로, 물이 유출되는 산소를 습윤화시키는 데 사용될 수 있다. 상기한 방법 중 어느 하나 또는 둘 모두를 실시한 후에 또는 이들 대신에, 물을 유출되는 잔류 기체 스트림 내로 역 공급함으로써 처리할 수 있다. 물을 잔류하는 기체 스트림 내로 역 공급하는 경우에는, 공기가 80%의 질소로 구성되므로 물이 유출되는 잔류 기체 스트림 내로 증발되어 대기로 복귀될 수 있기 때문에 흐름 부피가 더 커질 것이라는 이점이 있다. 물의 적어도 일부를 산소 스트림 내로 역 공급하는 경우에는, 물이 산소 유출물을 재습윤화시키기 때문에 사용자의 조직을 덜 건조하게 한다는 이점을 제공한다.

도 2는 상기한 특징 및 기타 특징이 부가된 대안적 구체예를 도시한다. 도 1의 구체예에서와 같이, 극저온 냉각기 냉각 펌프 (50)는 용기 (54) 내로 연장되고, 이는 냉각 표면 (52)을 구비한다. 유입되는 공기가 임펠러 (58)에 의해 그리고 용기 (54) 내로 공기 입력 통로 (56)를 통해 밀려진다. 산소는 냉각 표면 (52) 상에서 응축되어, 공기/액체 분리기 (60) 내로 낙하한 다음, 산소 출력 통로 (62)를 통해 흘러나간다. 상기 산소는 유입되는 공기의 압력에 의해, 그리고 이 산소가 이의 출력 통로를 따라 기화됨에 따라 이의 증기 압력에 의해, 유동 경로를 따라 밀려진다. 용기 (54) 내에 잔류하는 기체는 유입되는 공기의 압력에 의해 잔류하는 기체 출력 통로 (64)를 통해 밀려진다.

열 교환기 (66)를 통해 연장되는 주위 공기 입력 통로 (56)의 일부에서 응축되는 물은 중력에 의해 물 출구 (68) 및 기체 트랩 (70)을 포함하는 액체/기체 분리기를 통해 아래로 흐른 다음, 물 재킷 (72), 또는 주위 공기 입력 통로 (56)에 대한 열 전달성 연결부 내에 위치한 기타 열 교환기로 흐른다. 이와 같이 물이 유입되는 주위 공기를 예비 냉각시킨다. 그 밖의 열 교환기의 구성이 기타 물 배수 구성을 활용할 수 있다. 물은, 물의 회수 및 배수에 대해 온도가 최적화되는 열 교환기 내에 또는 그 아래에 위치한 출구를 통해 배출되어야 한다.

물 재킷 (72) 내에서 회수된 물은 상기 기술된 하나 이상의 다양한 방식에 사용되거나 이에 의해 처리될 수 있다. 물 재킷 (72) 내의 물의 일부 또는 전부가 배수 출구 (74)를 통해 배수될 수 있다. 물 또는 수증기는 통로 또는 도관 (76)을 통해 잔류하는 기체 유출 통로 (64)의 출구 말단 (78)으로 및/또는 산소 유출 통로 (62)의 출구 말단 (80)으로 유도되거나 펌핑될 수 있다. 이는, 기체를 습윤화시키기 위해, 예컨대 기체를 물의 팬 위로 또는 필터와 유사한 물이 침지된 섬유상 매트릭스를 통해 통과시키는 것과 같은 당업계에 공지된 장치 및 방법을 이용하여 수행될 수 있다. 대안적으로, 수 재킷 (72)으로부터의 물은 대기로 직접 증발될 수 있다.

산소 및 잔류 기체가 열 교환기 (66) (또는 도 1에서의 열 교환기 (34))로 유입되는 저온의 측면에서, 주위 공기 입력 통로 (56) 내에서 응축된 물은 그 열 교환기 근방에서 또는 열 교환기 내에서 동결되어, 얼음이 축적되어 통로를 차단할 수 있다. 이를 방지하기 위해, 이 근방의 출력 통로의 온도는 하기된 방법 중 하나 이상에 의해 제어될 수 있다: (1) 스테어링 극저온 냉각기에 의해 공급된 냉각되는 에너지의 조정; (2) 온도 센서 및 온도 제어 시스템을 이용한 공용 (dedicated) 히터; 및 (3) 스테어링 극저온 냉각기로부터 배출된 열의 사용. 도 2는 온도 입력 센서 (84)를 구비하며 히터 (86)를 제어하도록 연결된 온도 제어기 (82), 예컨대 전기 가열된 저항 스트립을 도시한다. 상기 제어기는, 주위 공기 입력 통로 (56) 내에서 물이 동결되지 않도록 하기 위해 물의 동결 온도를 약간 상회하는 설정점 온도를 지닌다. 그러나, 도 1에 도시된 바와 같이, 물 배수 출구는 열 교환기 내에서 유동 경로를 따라 중간 위치에 위치할 수 있다. 열 교환기의 일단부로부터 타단부로 온도 구배가 존재할 것이기 때문에, 열 교환기를 통한 유동 경로를 따른 온도가 측정될 수 있고, 온도가, 본 발명의 구체예의 일반적이고 정상 상태의 작동 하에 물의 동결 온도를 약간 상회하는 위치에서 배수가 이루어진다. 결과적으로, 물의 동결을 방지하는 데 그다지 많은 열 에너지가 필요하지 않을 것이다.

**작동.** 본 발명의 구체예는, 수용 용기 내의 표면을 질소의 비등점 온도 초과 내지 산소의 비등점 온도 이하의 온도로 냉각시킴으로써 작동된다. 공기가 냉각된 표면에 대해 대기로부터 용기 내로 추진되고, 공기 성분은 용기 밖으로 추진되며, 이들 모두의 추진은 사실상 대기압에서 이루어진다. 냉각 표면 상에서 응축되고 이로부터 낙하하는 산소 점적은 용기 내에 잔류하는 기체로부터 분리된다. 유입 공기가 냉각되고, 유입 공기로부터의 열이 용기로부터 외측으로 흐르는 기체로 이동함으로써 유입 공기로부터 물이 응축된다.



냉각 표면이 시스템 내에서 최저점의 온도를 나타내기 때문에, 산소가 분리기를 통과한 직후에 기화하기 시작한다. 따라서, 산소 출력 통로 내의 산소가 기화되고, 이것이 가온됨에 따라 팽창되고, 이러한 팽창에 의해 기체상 산소가 흘러나갈게 될 것이다. 잔류 기체는 주로 질소로 구성될 것이고, 유입되는 공기의 압력에 의해 밀려나갈 것이다. 결과적으로, 공기의 모든 성분이 시스템으로 복귀되고, 기체상 상태로 시스템을 빠져나간다.

배출되는 산소는 산소가 풍부할 것이지만 순수 산소는 아닐 것이다. 일부 산소는 공기 내의 기타 구성성분 기체와 함께, 배출되는 잔류 기체, 대부분은 질소 내에 계속적으로 존재할 것이다. 또한, 일부 질소 및 기타 구성성분 기체는 산소와 혼합될 것이다. 액체/기체 분리기의 트랩이 항상 채워져 있어 잔류 기체에 대한 장벽을 제공할 필요는 없다. 본 발명의 목적은 순수 산소를 제공하는 것이 아니라, 오히려 사람에게 의해 소비될 수 있는 산소 풍부 혼합물을 제공하는 것이다. 어떠한 기체의 압축 시에도 에너지가 소비되지 않기 때문에, 심지어 산소의 많은 부분을 응축시킬 필요는 없다.

액체 산소가 기화될 기회를 허용하고 액체 산소가 시스템으로부터 흘러 나오는 것을 방지하기 위해서, 산소 출력 통로는 적절한 길이의 조합, 및 분리기 내의 액체 수준 위로의 상승치를 지니는 것이 바람직하다. 이는 당업자의 지식 범위 내에서 그리고 당업자에 의한 실험으로부터 결정될 수 있다. 대안적으로, 액체 산소는 저장을 위해 탱크 내로 배수될 수 있다.

**이점.** 본 발명의 이점은, 냉각 표면 상에서의 응축에 의해 산소를 분리시키고, 사실상 대기압에서 작동되며, 시스템으로 유입된 공기의 유출되는 구성성분으로부터 에너지를 회수하는 것을 조합함으로써 얻어진다. 스테어링 극저온 냉각기의 사용은, 이들 냉각기가 소형이고 경량이며 에너지면에서 효율적이기 때문에 특히 유리하다.

본 발명의 가장 현저한 이점은 이의 소규모성이다. 본 발명은 기체를 선행 기술의 방법을 통해 이동시키기 위한 수단으로서 분리 전에 압축기 또는 농축기를 필요로 하는 선행 기술에서와는 달리, 압축기도 농축기도 필요로 하지 않는다. 본 발명은 어떠한 증발기 또는 팽창 밸브를 구비하고 있지 않으며, 막 분리기와 같은 고가의 분리를 사용하지 않는다. 산소 분리를 위한 선행 기술의 시스템은 일반적으로, 다양한 온도 수준의 압축되거나 액체 단일 성분의 기체로서 재판매를 위해 공기 성분을 분리시키기 위한 대규모 상업적 시스템과 관련되어 있다. 이들 대규모 시스템에 대한 액화 수단은 일반적으로 터보팽창기이다. 스테어링 냉각기는 이들이 상업적 기체 판매 조작을 지지하는 크기로 규모화되지 않기 때문에 이들 선행 기술의 시스템에 대해서는 사용되지 않았다.

본 발명의 구체예는 휴대가능하기에 충분히 작다. 휴대성은 2가지 수준에 대한 것일 수 있다. 제 1 수준은 이곳에서 저곳으로 이동시키기에 충분히 작아야 하지만 입력 전원에 대한 전기 벽 출구 상에 계속하여 유지된다는 점이다. 개인적인 사용을 위해 의도되는 선행 기술의 유닛들은 여전히 압축기 또는 농축기를 필요로 하고 있고, 그러한 장치들은 매우 상당한 중량을 유닛에 부가한다. 선행 기술의 개인용 산소 공급원은 무겁고 개인에 의해 이동이 어려운 탱크를 필요로 한다. 휴대성의 제 2 수준은, 산소 추출기가 배터리에 의해 구동됨으로써, 충분히 이동가능하게 되고, 사용하는 동안에 개인에 의해 휴대될 수 있으며, 탱크를 수반할 필요가 없어지는, 진정한 휴대가능성에 관한 것이다.

본 발명의 구체예를 통해 공기 및 기체를 추진시키는 데 매우 작은 압력이 필요하다. 본 발명은 신선한 공기 공급원을 시스템으로 계속적으로 유입시켜서 목적하는 산소 생성율을 보장하기 위해 충분한 공기 흐름만을 필요로 한다. 이를 위해, 임펠러를 위한 소형 팬이 필요한 전부이다. 물론, 그 밖의 저압, 고용적의 공기 임펠러 장치, 예컨대 벨로우 또는 다이어프램(bellow or diaphragm) 유형의 펌프가 사용될 수 있다.

본 발명의 구체예는, 온도 제어로 인해, 낮은 대기압, 예컨대 높은 고도에서 작동될 수 있다. 상기한 온도 제어는 단순히, 주위 대기압에서의 변화로부터 야기되는 비등점 온도에서의 변화를 보상하기 위해 조정된다.

열 교환기에 의해 유입되는 공기의 열이 유출되는 차가운 분리된 공기 성분에 의해 추출될 수 있다. 본 발명은 분리 공정 중에 공기로부터 추출된 열의 거의 전부를 보충한다. 선행 기술에서는, 제거된 열을 보충시키지 않고, 목적하는 기체를 액체 형태로 유지하는 방식으로 에너지를 폐기시키거나, 입력 기체(들)의 원치 않는 부분을 냉각된 상태로 대기로 방출시킨다. 역류형 열 교환기가 기타 기계장치 중의 선행 기술에서 공지되어 있다 하더라도, 이러한 역류형 열 교환기는 본 발명에 있어 매우 중요한 성분이다. 여기서, 이상적으로 시스템을 떠나는 기체들,  $O_2$  및  $N_2$  (공기의 기타 구성성분과 함께) 모두는 실온에 있을 것이어서, 유입되는 공기 중에서 시스템으로 유입되는 모든 열은 배출되는 기체에 의해 제거, 즉 이들은 유입되는 공기를 냉각 (또는 "예비 냉각")시킬 것이다. 따라서, 극저온 냉각기에 의해 요구되는 냉각은 최소화되고, 상기 냉각은, 둘러싸는 절연체를 통한 방사 및 전도와 같은 비효율로부터의 열의 제거, 열 에너지 회수의 비효율성, 시스템을 통한 기체의 추진 작업, 및 극저온 냉각기에서의 손실에 제한된다.

본 발명의 특징의 바람직한 구체예를 상세히 기술하였지만, 첨부되는 청구범위의 범주 또는 본 발명의 사상을 벗어나지 않고 본원에 다양한 변경이 이루어질 수 있음이 이해되어야 한다.

## 도면의 간단한 설명

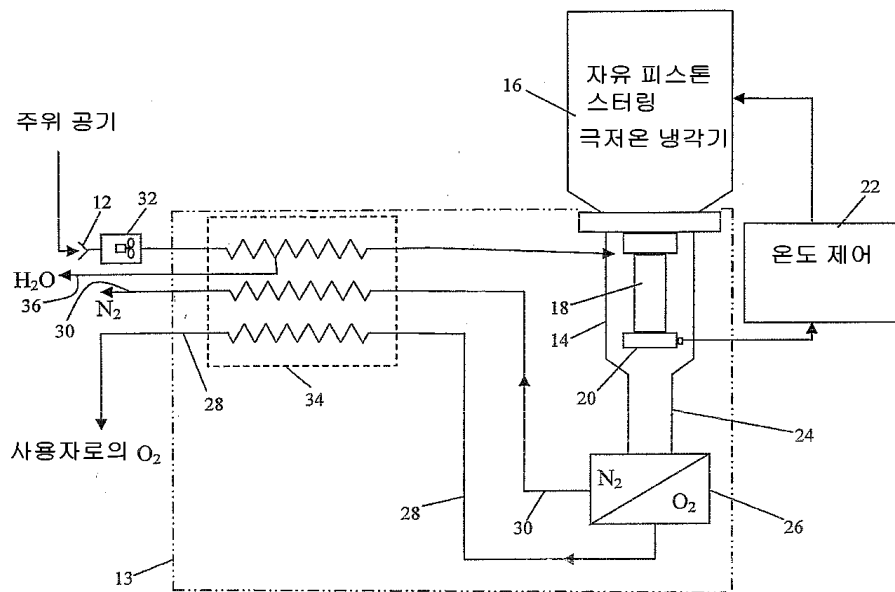
도 1은 본 발명의 기본 구체예에 대한 개략도이다.

도 2는 본 발명의 대안적인 구체예에 대한 개략도이다.

도면에 예시된 본 발명의 바람직한 구체예를 설명함에 있어서, 명료함을 위해 구체적인 전문용어를 사용할 것이다. 그러나, 본 발명이 그렇게 선택된 특정 용어에 제한되는 것으로 의도되어서는 안되며, 각각의 특정 용어에는 유사한 목적을 수행하기 위해 유사한 방식으로 작동되는 모든 기술적 등가물이 포함되는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 용어 "연결된" 또는 이와 유사한 용어가 종종 사용된다. 이들은 직접적인 연결에 제한되는 것은 아니며, 그러한 연결이 당업자에 의해 동등한 것으로 인지되는 기타 부재를 통한 연결을 포함한다.

## 도면

도면1



도면2

