



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월22일
 (11) 등록번호 10-1421045
 (24) 등록일자 2014년07월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 F25B 9/00 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2013-0040432
 (22) 출원일자 2013년04월12일
 심사청구일자 2013년04월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101041841 B1
 JP2006017422 A
 US7614240 B2
 KR100393790 B1

(73) 특허권자
 한국기계연구원
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)
 (72) 발명자
 김효봉
 대전 유성구 반석동로 33, 505동 1401호 (반석동, 반석마을5단지아파트)
 고준석
 대전광역시 유성구 배울2로 6 테크노밸리1단지 111동 501호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 나승택, 조영현

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 황동윤

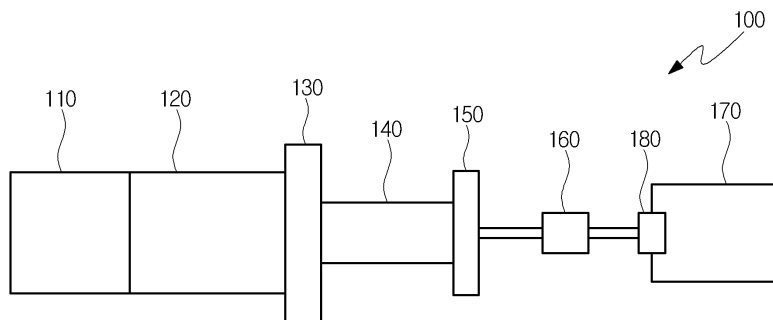
(54) 발명의 명칭 **열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기**

(57) 요약

본 발명은 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기에 관한 것으로서, 본 발명에 따른 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기는 작동유체의 맥동압력을 발생시키는 구동부; 상기 구동부와 연결되며, 작동유체의 열을 흡수하거나 작동유체로 열을 제공하는 재생부; 상기 재생부와 연결되는 저온부; 상기 저온부와 연결되며, 작동유체의 압축과 팽창으로 냉동일을 발생시키는 맥동관; 상기 맥동관과 연결되는 고온부; 상기 고온부와 연결되며, 작동유체의 유동저항을 발생시켜 압력 과형과 질량 유량 사이의 위상차를 조절하는 위상조절부; 상기 위상조절부와 연결되며, 작동유체를 저장하거나 배출하는 기체저장부; 상기 기체저장부 내부의 작동유체가 외기와 열교환하도록 상기 기체저장부의 단부에 부착되는 열교환부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

따라서, 본 발명에 의하면, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기가 제공된다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

고득용

대전 서구 둔산북로 215, 10동 1406호 (둔산동, 가람아파트)

박성제

대전 유성구 유성대로783번길 38, 104동 402호 (장대동, 월드컵패밀리타운)

엄한길

대전 서구 청사로 70, 108동 1503호 (월평동, 누리아파트)

홍용주

대전 서구 둔산로 201 우성아파트 506-506

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 NK177C

부처명 지식경제부

연구사업명 주요사업

연구과제명 차세대 극저온 냉동 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 한국기계연구원

연구기간 2013.01.01 ~ 2013.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

작동유체의 맥동압력을 발생시키는 구동부;

상기 구동부와 연결되며, 작동유체의 열을 흡수거나 작동유체로 열을 제공하는 재생부;

상기 재생부와 연결되는 저온부;

상기 저온부와 연결되며, 작동유체의 압축과 팽창으로 냉동일을 발생시키는 맥동관;

상기 맥동관과 연결되는 고온부;

상기 고온부와 연결되며, 작동유체의 유동저항을 발생시켜 압력 파형과 질량 유량 사이의 위상차를 조절하는 위상조절부;

상기 위상조절부와 연결되며, 작동유체를 저장하거나 배출하는 기체저장부;

상기 기체저장부 내부의 작동유체가 외기와 열교환하도록 상기 기체저장부의 단부에 부착되는 열교환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 기체저장부 내부의 압력과 체적은 하기의 식을 만족하며, 상기 열교환부는 상기 기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)가 최소값을 갖도록 설계되는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기.

$$\dot{m} = \frac{V}{nRT} \frac{dP}{dt}$$

여기서, \dot{m} :작동유체의 질량유량, P :기체저장부 내부의 압력, V :기체저장부 내부의 부피

R :작동유체의 기체상수, T :기체저장부 내부의 온도, n :기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 열교환부는 상기 기체저장부 내부의 작동유체의 온도가 일정하게 유지되도록 설계되는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 열교환부는 작동유체가 유입되는 측의 기체저장부의 단부에 부착되는 몸체부;상기 몸체부의 일면으로부터 돌출되어 상기 기체저장부 외부에 노출되는 제1핀 어레이;상기 몸체부의 타면으로부터 돌출되어 상기 기체저장부 내에 수용되는 제2핀 어레이;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 열교환부와 상기 기체저장부는 브레이징 접합으로 결합되는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부

장부를 구비하는 맥동관 냉동기.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 기체저장부의 체적을 줄일 수 있는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 극저온 냉동기는 소형 전자부품이나 초전도체 등의 냉각을 위하여 사용되는 저진동 고신뢰성의 냉동기로서, 주로 스티어링 냉동기(Stirling Refrigerator)나 지엠 냉동기(GM Refrigerator) 또는 줄-톰슨 냉동기(Joule-Thomson Refrigerator) 등이 사용되고 있으나, 이러한 냉동기들은 고속운전시 그 신뢰성이 저하되므로 최근에는 고속운전에서도 신뢰성이 유지되는 맥동관 냉동기가 새롭게 각광받고 있다.

[0003] 맥동관 냉동기는 맥동관 내부에서 작동유체의 압축, 팽창에 의해 냉동일을 생성하는데, 맥동 압력과 왕복 유동의 파형 사이의 위상차이가 냉동일을 생성하는 원리이다.

[0004] 맥동관 냉동기에서 작동유체의 팽창일에 의해 냉동일이 생성되기 위해서는 저온부에서 압력 파형과 질량 유량 파형 사이의 위상차가 필연적으로 요구되며, 이를 구현하기 위하여 유동저항을 줄 수 있는 오리피스 밸브 혹은 관성관과 작동유체를 받아들이고 다시 제공할 수 있는 기체저장부로 구성되는 위상 조절 기구가 사용된다.

[0005] 맥동관 끝단이 막혀있다면 이론적으로 유체의 팽창에 의한 냉동일은 생성되지 않기 때문에 맥동관 냉동기에서는 유체를 저장하고 공급할 수 있는 기체저장부가 필수적으로 설치되어야 한다.

[0006] 기체저장부 내부의 압력 진폭은 맥동관에서의 압력 진폭에 비해 매우 작은 수준으로, 일반적으로 수 kPA의 값을 가지며, 이러한 작은 값의 기체저장부 내부의 압력 진폭이 유지되도록 기체저장부의 체적이 결정된다.

[0007] 압력 진폭과 체적은 반비례관계에 있는데, 따라서 작은 값의 기체저장부 내부의 압력 진폭을 유지하기 위해서는 기체저장소의 체적이 커야 한다.

[0008] 종래 관성관형 맥동관 냉동기의 경우, 직경이 작고 길이가 긴 관성관을 기체저장부에 직접 연결하였다.

[0009] 또한, 관성관을 기체저장부 내부에 위치하게 하여 맥동관 냉동기에서 관성관이 차지하는 부피를 줄인 것도 있었다.

[0010] 그러나 맥동관 냉동기에 필수적으로 사용되는 기체저장부 자체의 체적이 커서, 맥동관 냉동기의 전체 크기가 커지는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 따라서, 본 발명의 목적은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 기체저장부 내부의 온도를 일정하게 유지시키는 열교환부를 이용하여, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있으며, 핀 어레이 구조의 열교환부를 이용하고, 열교환부와 기체저장부를 브레이징 접합하여 열교환부의 열전달을 향상시킬 수 있는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적은, 본 발명에 따라, 작동유체의 맥동압력을 발생시키는 구동부; 상기 구동부와 연결되며, 작동유체의 열을 흡수하거나 작동유체로 열을 제공하는 재생부; 상기 재생부와 연결되는 저온부; 상기 저온부와 연결되며, 작동유체의 압축과 팽창으로 냉동일을 발생시키는 맥동관; 상기 맥동관과 연결되는 고온부; 상기 고온부와 연결되며, 작동유체의 유동저항을 발생시켜 압력 파형과 질량 유량 사이의 위상차를 조절하는 위상조절부; 상기 위상조절부와 연결되며, 작동유체를 저장하거나 배출하는 기체저장부; 상기 기체저장부 내부의 작동유체가 외기와 열교환하도록 상기 기체저장부의 단부에 부착되는 열교환부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기에 의해 달성된다.

[0013] 또한, 상기 기체저장부 내부의 압력과 체적은 하기의 식을 만족하며, 상기 열교환부는 상기 기체저장부 내부의

폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)가 최소값을 갖도록 설계될 수 있다.

$$\dot{m} = \frac{V}{nRT} \frac{dP}{dt}$$

여기서, \dot{m} :작동유체의 질량유량, P :기체저장부 내부의 압력, V :기체저장부 내부의 부피

R :작동유체의 기체상수, T :기체저장부 내부의 온도, n :기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수

또한, 상기 열교환부는 상기 기체저장부 내부의 작동유체의 온도가 일정하게 유지되도록 설계될 수 있다.

또한, 상기 열교환부는 작동유체가 유입되는 측의 기체저장부의 단부에 부착되는 몸체부;상기 몸체부의 일면으로부터 돌출되어 상기 기체저장부 외부에 노출되는 제1편 어레이;상기 몸체부의 타면으로부터 돌출되어 상기 기체저장부 내에 수용되는 제2편 어레이;를 포함할 수 있다.

또한, 상기 열교환부와 상기 기체저장부는 브레이징 접합으로 결합 될 수 있다.

발명의 효과

본 발명에 따르면, 기체저장부에 부착되는 열교환부를 이용하여, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있는 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기가 제공된다.

또한, 열교환부를 기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)가 최소값을 갖도록 설계하여, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있다.

또한, 열교환부를 기체저장부 내부의 작동유체의 온도가 일정하게 유지되도록 설계하여, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있다.

또한, 편 어레이 구조의 열교환부를 이용하여, 열교환부의 열전달 효율을 향상시킬 수 있다.

또한, 열교환부와 기체저장부를 브레이징 접합하여 열교환부의 열전달을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기를 개략적으로 도시한 것이고,

도 2는 도 1의 위상조절부와 열교환부와 기체저장부의 사시도이고,

도 3은 도 1의 위상조절부와 열교환부와 기체저장부의 분해사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

설명에 앞서, 동일한 구성을 가지는 구성요소에 대해서는 동일한 부호를 사용하여 대표적으로 일실시예에서 설명하기로 한다.

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 일실시예에 따른 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기에 대하여 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기(100)를 개략적으로 도시한 것이다.

본 발명의 일실시예에 따른 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기(100)는 구동부(110)와 재생부(120)와 저온부(130)와 맥동관(140)과 고온부(150)와 위상조절부(160)와 기체저장부(170)와 열교환부(180)를 포함한다.

도 1에 도시된 바와 같이, 상기 구동부(110)는 작동유체를 압축하거나 팽창시켜 맥동압력을 생성하는 기능을 수행한다.

상기 재생부(120)는 저온부(130)의 단부와 연결되는데, 구동부(110)에 의하여 압축 또는 팽창되는 작동유체를 수용하며, 구동부(110)의 압축시에는 고온의 작동유체로부터 열을 흡수하고, 구동부(110)의 팽창시에는 저온의

작동유체에 열을 제공함으로써 작동유체를 재생시키는 기능을 수행한다.

[0032] 상기 맥동관(140)은 저온부(130)의 단부와 연결되며, 작동유체가 팽창할 때 저온부(130)에서 외기와 열교환을 통하여 외기의 온도는 낮추는 냉동일을 수행하고, 작동유체가 압축될 때에는 고온부(150)에서 열을 방출함으로써 상대적으로 고온인 작동유체의 온도를 낮춘다.

[0033] 상기 위상조절부(160)는 고온부(150)의 단부와 연결되며, 작동유체의 유동저항을 발생시켜 압력파형과 질량유량 사이의 위상차를 조절하는 것으로, 일반적으로 작은 직경의 오리피스 관 및 이를 제어하는 밸브로 구성되거나 긴 관으로 이루어진 관성관으로 구성될 수 있다.

[0034] 상기 기체저장부(170)는 위상조절부(160)의 단부와 연결되어 작동유체를 저장하거나 배출하는 것으로서, 기체저장부(170)로 유입, 유출되는 작동유체의 질량 유량과 기체저장부(170)의 내부 압력 진폭은 하기의 식에 의해 결정되며, 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값 n 이 작을수록 작은 체적으로 동일한 컴플라이언스(Compliance) 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 본 실시예에서 기체저장부(170)는 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값 n 이 최소화 되도록 설계되며, 바람직하게는 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값 n 이 1의 값이 되도록 설계된다.

[0035]
$$PV=mRT \rightarrow \dot{m} = \frac{d}{dt} \left(\frac{PV}{RT} \right) = \frac{V}{nRT} \frac{dP}{dt} = C \frac{dP}{dt}$$

[0036] 여기서, \dot{m} :작동유체의 질량유량, P :기체저장부 내부의 압력, V :기체저장부 내부의 부피

[0037] R :작동유체의 기체상수, T :기체저장부 내부의 온도, n :기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수

[0038] 상기 열교환부(180)는 상기 기체저장부(170) 내부의 작동유체가 외기와 열교환하도록 상기 기체저장부(170)의 단부에 부착되며, 몸체부(181)와 제1핀 어레이(182)와 제2핀 어레이(183)를 포함한다.

[0039] 상기 제1핀 어레이(182)는 몸체부(181)에서 돌출되어 기체저장부(170) 외부에 노출되는 다수 개의 핀을 포함하며 외기의 열을 몸체부(181)로 전달하거나 몸체부(181)로 부터 기체저장부(170) 내부의 열을 방출하는 기능을 한다. 상기 제2핀 어레이(183)는 몸체부(181)에서 돌출되어 기체저장부(170) 내부로 노출되는 다수개의 핀을 포함하며, 기체저장부(170) 내부의 열을 몸체부(181)로 전달하거나, 몸체부(181)로 부터 외기의 열을 흡수하는 기능을 한다.

[0040] 상기 몸체부(181)는 기체저장부(170)의 단부에 부착되고, 제1핀 어레이(182)와 제2핀 어레이(183)를 연결하며, 제1핀 어레이(182)와 제2핀 어레이(183) 상호 간 열교환을 하는 기능을 한다.

[0041] 또한, 상기 열교환부(180)는 상술한 식에 따라 내부에 수용되는 작동유체가 거동하는 기체저장부(170)의 체적을 줄이기 위해 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값이 최소값을 가질 수 있도록 설계된다. 즉, 기체저장부(170) 내의 작동유체가 등온팽창 또는 등온압축 과정을 수행할 수 있도록 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값이 1이 되도록 설계되는 것이 바람직하다.

[0042] 도 2는 도 1의 위상조절부(160)와 열교환부(180)와 기체저장부(170)의 사시도이고, 도 3은 도 1의 위상조절부(160)와 열교환부(180)와 기체저장부(170)의 분해사시도이다.

[0043] 도 2 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 상기 열교환부(180)는 열전달을 향상시키기 위해, 작동유체가 유입되는 측의 기체저장부(170)의 단부에 부착되는 몸체부(181)와, 상기 몸체부(181)의 일면으로부터 돌출되어 기체저장부(170) 외부에 노출되는 제1핀 어레이(182)와, 상기 몸체부의 타면으로부터 돌출되어 기체저장부(170) 내에 수용되는 제2핀 어레이(183)를 포함하는 형태로 제작할 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

[0044] 또한, 열교환부(180)의 열전달을 향상시키기 위해, 열교환부(180)와 기체저장부(170)의 결합은 브레이징 접합되거나 이에 제한되는 것은 아니다. 브레이징이란 모재 사이에 용융된 납 등을 이용하여 모재를 용융하지 않고 접합하는 것으로서 접합이 용이하고, 기밀성이 뛰어나며 열전달이 우수한 것이 특징이다. 따라서 열교환부(180)와 기체저장부(170)를 브레이징 접합으로 결합함으로써 기밀성이 뛰어나며 열전달이 향상되는 기체저장부(170)를 제작할 수 있다.

[0045] 지금부터는 상술한 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기(100)의 일실시예의 작동에 대하여 설명한다.

[0046] 구동부(110)에 의해 압축된 작동유체가 재생부(120)를 통과하면서 현열을 빼앗긴 상태로 저온부(130)를 통해 맥동관(140)으로 유입된다.

[0047] 이후, 맥동관(140)에 충전되어 있던 작동유체가 고온부(150)로 밀려나게 되고, 고온부(150)로 밀려나는 작동유체는 위상조절부(160)를 거쳐 기체저장부(170)로 유입되면서 단열압축되어 방열된다.

[0048] 이때, 기체저장부(170)로 유입되는 작동유체의 질량 유량과 기체저장부(170)의 내부 압력 진폭은 하기의 식에 의해 결정되며, 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값 n 이 작을수록 작은 체적으로 동일한 컴플라이언스(Compliance) 효과를 얻을 수 있다.

[0049]
$$PV=mRT \rightarrow \dot{m} = \frac{d}{dt} \left(\frac{PV}{RT} \right) = \frac{V}{nRT} \frac{dP}{dt} = C \frac{dP}{dt}$$

[0050] 여기서, \dot{m} :작동유체의 질량유량, P :기체저장부 내부의 압력, V :기체저장부 내부의 부피

[0051] R :작동유체의 기체상수, T :기체저장부 내부의 온도, n :기체저장부 내부의 폴리트로픽 지수

[0052] 따라서, 기체저장부(170)의 체적을 줄이기 위해서는 기체저장부(170) 내부의 폴리트로픽 지수(Polytropic Exponent)의 값 n 이 최소값 1이 되도록 설계된다.

[0053] 즉, 본 실시예에서는 열교환부(180)가 기체저장부(170) 내외부간의 원활한 열교환을 발생시키는데, 작동유체가 기체저장부(170) 내부에서 압축되는 경우, 기체저장부 내부(170)의 압축열은 기체저장부(170) 내측의 열교환부(180)의 제2핀 어레이(183)를 통하여 전달되고, 제2핀 어레이(183)로 전달된 열이 열교환부(180)의 몸체부(181)로 전달되며, 기체저장부(170) 외측의 열교환부(180)의 제1핀 어레이(182)로 전달되어 외기로 열을 방출하게 됨으로써 기체저장부(170) 내부의 과정은 등온압축의 과정이 된다. 반대로 작동유체가 기체저장부(170) 내부에서 팽창되는 경우는, 상술한 과정의 역으로 열교환이 진행되어 등온팽창의 과정이 된다.

[0054] 한편, 이러한 과정에서 재생부(120)에서 맥동관(140)으로 유입되는 작동유체의 질량유량이 위상조절부(160)를 통해 유출되는 작동유체의 질량유량보다 상대적으로 많아지므로 맥동관(140)은 고압에서의 열적 평형 상태를 이루게 된다.

[0055] 이후, 구동부(110)에 의해 작동유체가 흡입되면, 맥동관(140) 내의 작동유체가 재생부(120) 쪽으로 이동을 하게 되며, 기체저장부(170)에서는 작동유체의 유출이 발생한다.

[0056] 이때, 기체저장부(170)에서 유출되는 작동유체의 질량 유량과 기체저장부(170)의 내부 압력 진폭 또한 상기의 식에 의해 결정되며, 기체저장부(170)의 체적을 줄이기 위한 원리는 상기 기체저장부(170)로 유입시의 원리와 같다.

[0057] 이러한 과정에서, 맥동관(140)을 빠져나가는 작동유체의 질량유량이 위상조절부(160)를 통해 맥동관(140)으로 유입되는 작동유체의 질량유량보다 상대적으로 많아 결국 맥동관(140)에서의 작동유체는 단열팽창하게 되어 온도가 하강하게 된다.

[0058] 이 작동유체의 단열팽창은 통상 저온부(130)측에서 급격하게 발생 되어 저온부(130)에서 온도가 더욱 하강하게 된다.

[0059] 이후, 맥동관(140) 내의 작동유체는 위상조절부(160)를 통해 지속적으로 유입되는 작동유체에 의해 압축되어 처음 온도로 가열되는 일련의 과정을 반복하면서 맥동관(140)의 입구측, 즉, 저온부(130)에서 극저온의 냉동효과를 얻게 된다.

[0060] 따라서, 본 발명에 의하면, 기체저장부 내부의 온도를 일정하게 유지시키는 열교환부를 이용하여, 기체저장부의 체적을 줄일 수 있으며, 핀 어레이 구조의 열교환부를 이용하고, 열교환부와 기체저장부를 브레이징 접합하여 열교환부의 열전달을 향상시킬 수 있다.

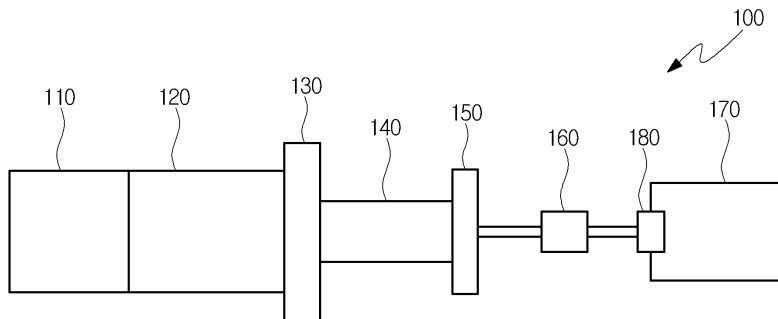
[0061] 본 발명의 권리범위는 상술한 실시예에 한정되는 것이 아니라 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 변형 가능한 다양한 범위까지 본 발명의 청구범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

부호의 설명

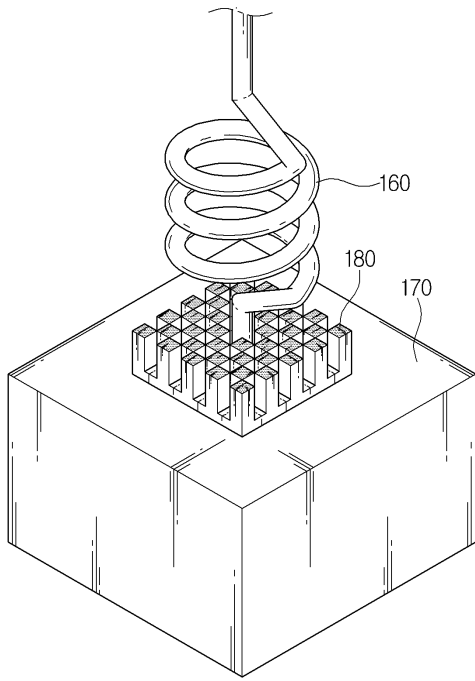
- [0062]
- 100 : 본 발명의 일실시예에 따른 열교환부가 부착된 기체저장부를 구비하는 맥동관 냉동기
 - 110 : 구동부
 - 120 : 재생부
 - 130 : 저온부
 - 140 : 맥동관
 - 150 : 고온부
 - 160 : 위상조절부
 - 170 : 기체저장부
 - 180 : 열교환부
 - 181 : 몸체부
 - 182 : 제1핀 어레이
 - 183 : 제2핀 어레이

도면

도면1



도면2



도면3

