(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0078789
(43) 공개일자 2019년07월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21D 37/16 (2006.01) *F25B 41/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B21D 37/16 (2013.01)
F25B 41/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0180464
(22) 출원일자 2017년12월27일
심사청구일자 2017년12월27일

(71) 출원인
주식회사 엠에스 오토텍
경상북도 경주시 내남면 포석로 16-9
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
명신산업(주)
경상북도 경주시 공단로69번길 50 (황성동)
(72) 발명자
이현우
경기도 수원시 장안구 천천로22번길 34, 517동 1506호 (정자동, 백설마을 삼환 나우빌 아파트)
엄원익
경기도 수원시 장안구 천천로22번길 34, 511동 1701호 (정자동, 백설마을 삼환 나우빌 아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 정안

전체 청구항 수 : 총 8 항

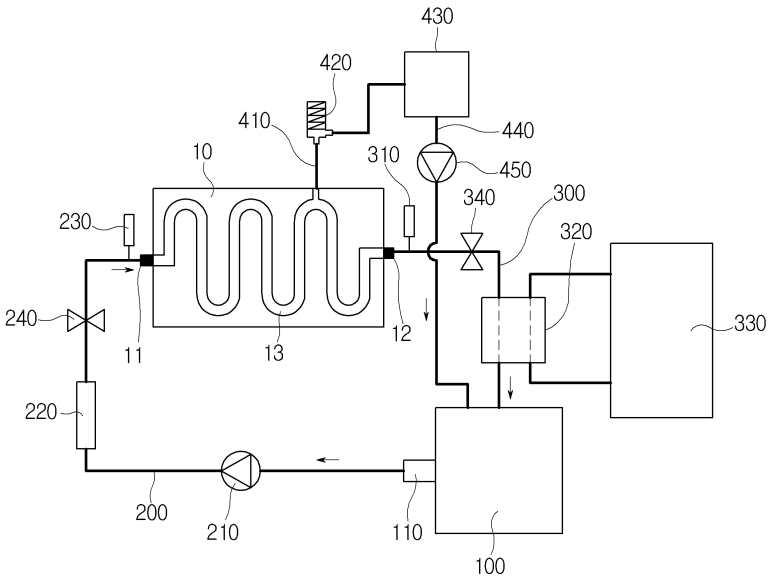
(54) 발명의 명칭 **금형 냉각장치**

(57) 요 약

본 발명은 냉매의 잠열을 이용하여 금형을 보다 균일하고 효과적으로 냉각시킬 수 있는 금형 냉각장치에 관한 것으로서, 액상의 냉매가 저장된 저장탱크; 가열된 소재를 스탬핑하는 금형의 냉각유로 유입부와 상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 공급라인; 상기 냉매 공급라인에 배치되고, 냉매가 상기 금형 측으로 유동하도록 일정 압력으

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



로 냉매를 순환시키는 펌프; 상기 금형의 냉각유로를 통과한 냉매를 상기 저장탱크로 배출하도록 상기 금형의 냉각유로 배출부와 상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 배출라인; 및 상기 냉각유로와 연결되고, 상기 냉각유로를 통과하는 냉매가 증발하여 상기 냉각유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되어 상기 냉각유로의 압력을 낮추는 압력조절부;를 포함한다. 이러한 구성으로, 냉매유로에서 발생하는 순간적인 압력상승을 신속하게 해소할 수 있어 냉매유로를 유동하는 냉매의 질량유량 저하를 방지하여 금형을 균일하게 냉각할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

(72) 발명자

윤성호

서울특별시 동대문구 약령시로3길 14, 302호 (제기동, 안암골 벽산빌라)

권준호

서울특별시 성북구 한천로101길 69 (장위동)

송강섭

경기도 부천시 부일로 544, 3층 (소사동)

김용찬

서울특별시 강북구 솔샘로 174, 111동 802호 (미아동, SK북한산시티아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R0004474
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	경제협력권산업육성사업
연구과제명	생산성 30% 향상을 위한 고주파 유도가열 이용 차세대 하이브리드 핫스탬핑 라인 개발
기 여 율	1/1
주관기관	주식회사 엠에스 오토텍
연구기간	2017.05.01 ~ 2018.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

액상의 냉매가 저장된 저장탱크;

가열된 소재를 스탬핑하는 금형의 냉각유로 유입부와 상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 공급라인;

상기 냉매 공급라인에 배치되고, 냉매가 상기 금형 측으로 유동하도록 일정 압력으로 냉매를 순환시키는 펌프;

상기 금형의 냉각유로를 통과한 냉매를 상기 저장탱크로 배출하도록 상기 금형의 냉각유로 배출부와 상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 배출라인; 및

상기 냉각유로와 연결되고, 상기 냉각유로를 통과하는 냉매가 증발하여 상기 냉각유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되어 상기 냉각유로의 압력을 낮추는 압력조절부;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 압력조절부는,

상기 냉각유로와 연결된 압력조절 배관;

상기 압력조절 배관이 연결되고, 상기 압력조절 배관을 통해 배출되는 냉매가 저장되는 압력조절 탱크; 및

상기 압력조절 배관에 배치되어 유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되는 압력조절 밸브;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 압력조절부는,

상기 압력조절 탱크와 상기 저장탱크 간을 연결하는 압력조절 탱크 배출라인; 및

상기 압력조절 탱크 배출라인에 배치되고, 상기 압력조절 탱크 내부의 압력이 상기 냉매 공급라인의 압력보다 낮은 상태를 유지하도록 상기 압력조절 탱크에 저장된 냉매를 상기 저장탱크로 배출시키는 압력조절 펌프;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 4

제1항에 있어서

상기 저장탱크에 마련되고, 상기 냉매 공급라인에 공급되는 냉매의 유량을 조절하는 유량 조절부;

상기 냉매 공급라인에서 상기 펌프와 상기 금형 사이에 배치되고, 액상의 냉매를 증발온도까지 가열하는 가열부;

상기 냉매 공급라인에 구비되고, 상기 금형의 냉각유로에 유입되는 냉매의 온도를 측정하는 유입냉매 온도센서;

상기 냉매 배출라인에 구비되고, 상기 금형의 냉각유로에서 배출되는 냉매의 온도를 측정하는 배출냉매 온도센

서; 및

상기 유입냉매 온도센서와 상기 배출냉매 온도센서로부터 온도 데이터를 수신하여, 상기 냉각유로에 유입되는 냉매를 증발온도의 97~99.5%까지 가열하도록 상기 가열부를 제어하고, 상기 냉각유로에서 배출되는 냉매의 온도가 증발온도보다 높으면 냉매의 공급유량을 증가시켜 배출되는 냉매의 온도가 증발온도를 유지하도록 상기 유량 조절부를 제어하는 제어부;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 냉매 배출라인에 배치되고, 상기 저장탱크로 배출되는 냉매가 액체가 되도록 냉매와 열교환하는 열교환기;

를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 열교환기에 유입되는 냉매의 온도가 증발온도이면 상기 열교환기가 동작하도록 제어하고, 증발온도보다 낮으면 상기 열교환기가 동작하지 않도록 제어하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 소재의 크기, 상기 소재의 성형 후 목표 온도, 그리고 공정 시간에 대응하여 설정된 최소 공급유량과 같거나 더 많은 유량이 상기 냉매 공급라인에 공급되도록 상기 유량 조절부를 제어하는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 최소 공급유량은,

아래의 수식으로 설정되는 것을 특징으로 하는 금형 냉각장치.

$$\dot{m}_{min} = \frac{A \cdot D \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{1}{h_{fg}}$$

여기서, $\dot{m}_{min}$은 최소 공급유량[kg/s], A는 소재의 면적[m^2], D는 소재의 두께[m], ρ는 소재의 밀도[kg/m^3], C_p는 소재의 비열[kJ/kg℃], ΔT는 소재의 최초 온도와 최종 온도의 차이[℃], t_1은 소재의 스탬핑 공정 시간[s], t_2는 소재 교체 시간[s], 그리고 h_{fg}는 냉매의 잠열엔탈피[kJ/kg]이다.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금형 냉각장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 냉매의 잠열을 이용하여 금형을 보다 균일하고 효과적으로 냉각시킬 수 있는 금형 냉각장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 자동차에 사용되는 소재는 차량의 경량화를 통한 환경규제 대응을 위해 고강도 강판 소재가 적용되고 있으며, 점차적으로 고강도 강판 소재가 적용된 부품 비율이 증가하고 있다.

[0004] 그런데, 이러한 고강도 강판 소재는 낮은 상온 성형성 및 성형 후 치수 변형 등이 발생하고 있으며, 이에 따라 고강도 강판 소재의 적용 비율을 확대하는데 제한되고 있다.

[0005] 고강도 강판 소재의 제조시 핫스탬핑(hot stamping) 성형을 통해 부품을 제조하고 있다.

[0006] 핫스탬핑 성형공정은 블랭크 등이 성형된 강판 소재를 전체적으로 Ac3 (약 850℃~950℃) 수준으로 가열한다. 그리고, 가열된 강판 소재는 수초 이내로 스탬핑 공간으로 이송되어 금형에서 성형된 후 금형 내로 투입된 냉각수와 열교환하여 바로 냉각되는 공정이다.

[0007] 이러한 핫스탬핑 성형공정은 강판 소재를 고온에서 성형하고, 밀폐된 금형 내에서 급냉함으로써 종래에 비해 성형성 및 치수 정확도를 향상시킬 수 있고, 이와 같은 공정에서 제조된 성형품은 통상적인 냉연 고강도 제품보다 더 높은 1,500MPa 이상의 인장강도를 확보할 수 있다.

[0009] 하지만, 종래의 핫스탬핑 장치는 금형의 내부에 형성된 냉각유로에 냉각수인 물을 투입하여 냉각하고 있다. 즉, 종래의 핫스탬핑 장치는 물의 현열을 이용하여 냉각시키게 되므로, 물이 금형의 내부를 통과하면서 지속적으로 온도가 상승하게 된다. 따라서, 금형의 냉각유로 유입부에 유입된 물의 온도가 가장 낮으므로 금형에서 냉각유로 유입부에 인접한 부분에서는 냉각효율이 높은 반면 냉각유로 배출부 측으로 갈수록 물의 온도가 상승하게 되므로 냉각유로 배출부에 인접한 부분에서는 냉각효율이 많이 낮아지게 된다. 이로 인하여, 금형 내부에서 전체적으로 냉각 불균일이 발생하게 되고, 최종적으로 제품의 품질을 저하시키는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0011] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-1620735호(2016.05.04)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 금형을 냉각시키는 매체로 냉매를 사용하고 냉매의 잠열을 이용하여 금형을 보다 균일하고 효과적으로 냉각시킬 수 있는 금형 냉각장치를 제공하는 데에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0014] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 금형 냉각장치는, 액상의 냉매가 저장된 저장탱크; 가열된 소재를 스탬핑하는 금형의 냉각유로 유입부와 상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 공급라인; 상기 냉매 공급라인에 배치되고, 냉매가 상기 금형 측으로 유동하도록 일정 압력으로 냉매를 순환시키는 펌프; 상기 금형의 냉각유로를 통과한 냉매를 상기 저장탱크로 배출하도록 상기 금형의 냉각유로 배출부와

상기 저장탱크 간을 연결하는 냉매 배출라인; 및 상기 냉각유로와 연결되고, 상기 냉각유로를 통과하는 냉매가 증발하여 상기 냉각유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되어 상기 냉각유로의 압력을 낮추는 압력조절부;를 포함한다.

[0015] 보다 구체적으로, 상기 압력조절부는, 상기 냉각유로와 연결된 압력조절 배관; 상기 압력조절 배관이 연결되고, 상기 압력조절 배관을 통해 배출되는 냉매가 저장되는 압력조절 탱크; 및 상기 압력조절 배관에 배치되어 유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되는 압력조절 밸브;를 포함할 수 있다.

[0016] 그리고, 상기 압력조절부는, 상기 압력조절 탱크와 상기 저장탱크 간을 연결하는 압력조절 탱크 배출라인; 및 상기 압력조절 탱크 배출라인에 배치되고, 상기 압력조절 탱크 내부의 압력이 상기 냉매 공급라인의 압력보다 낮은 상태를 유지하도록 상기 압력조절 탱크에 저장된 냉매를 상기 저장탱크로 배출시키는 압력조절 펌프;를 더 포함할 수도 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치는, 상기 저장탱크에 마련되고, 상기 냉매 공급라인에 공급되는 냉매의 유량을 조절하는 유량 조절부; 상기 냉매 공급라인에서 상기 펌프와 상기 금형 사이에 배치되고, 액상의 냉매를 증발온도까지 가열하는 가열부; 상기 냉매 공급라인에 구비되고, 상기 금형의 냉각유로에 유입되는 냉매의 온도를 측정하는 유입냉매 온도센서; 상기 냉매 배출라인에 구비되고, 상기 금형의 냉각유로에서 배출되는 냉매의 온도를 측정하는 배출냉매 온도센서; 및 상기 유입냉매 온도센서와 상기 배출냉매 온도센서로부터 온도 데이터를 수신하여, 상기 냉각유로에 유입되는 냉매를 증발온도의 97~99.5%까지 가열하도록 상기 가열부를 제어하고, 상기 냉각유로에서 배출되는 냉매의 온도가 증발온도보다 높으면 냉매의 공급유량을 증가시켜 배출되는 냉매의 온도가 증발온도를 유지하도록 상기 유량 조절부를 제어하는 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 냉매 배출라인에 배치되고, 상기 저장탱크로 배출되는 냉매가 액체가 되도록 냉매와 열교환하는 열교환기;를 더 포함할 수도 있다.

[0020] 상기 제어부는, 상기 열교환기에 유입되는 냉매의 온도가 증발온도이면 상기 열교환기가 동작하도록 제어하고, 증발온도보다 낮으면 상기 열교환기가 동작하지 않도록 제어하도록 마련될 수도 있다.

[0022] 나아가, 상기 제어부는, 상기 소재의 크기, 상기 소재의 성형 후 목표 온도, 그리고 공정 시간에 대응하여 설정된 최소 공급유량과 같거나 더 많은 유량이 상기 냉매 공급라인에 공급되도록 상기 유량 조절부를 제어하도록 마련될 수도 있다.

[0023] 그리고, 상기 최소 공급유량은, 아래의 수식으로 설정될 수 있다.

[0024] $$\dot{m}_{min} = \frac{A \cdot D \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{1}{h_{fg}}$$

[0025] 여기서, $\dot{m}_{min}$은 최소 공급유량[kg/s], A는 소재의 면적[m^2], D는 소재의 두께[m], ρ는 소재의 밀도[kg/m^3], C_p는 소재의 비열[kJ/kg℃], ΔT는 소재의 최초 온도와 최종 온도의 차이[℃], t_1은 소재의 스탬핑 공정 시간[s], t_2는 소재 교체 시간[s], 그리고 h_{fg}는 냉매의 잠열엔탈피[kJ/kg]이다.

발명의 효과

[0027] 본 발명에 의한 금형 냉각장치에 따르면, 냉매의 잠열을 이용하여 금형을 냉각시킴으로써 금형의 냉각유로 내에서의 냉매의 온도를 동일하게 유지할 수 있어 금형을 균일하게 냉각할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0028] 그리고, 본 발명에 의하면, 잠열 엔탈피가 큰 냉매를 이용함으로써 적은 유량으로 금형을 효과적으로 냉각할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

[0029] 또한, 본 발명에 의하면, 냉각유로에 압력조절부를 구비하여 냉각유로에서 냉매가 증발함에 따라 냉각유로에서 발생하는 순간적인 압력 증가를 신속하게 해소하여 냉각유로를 유동하는 냉매의 질량유량 저하를 방지할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치를 개략적으로 도시해 보인 도면,

도 2는 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치를 개략적으로 도시해 보인 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0032] 본 발명의 특징들에 대한 이해를 돕기 위하여, 이하 본 발명의 실시예와 관련된 금형 냉각장치에 대하여 보다 상세하게 설명하기로 한다.

[0033] 이하 설명되는 실시예의 이해를 돕기 위하여 첨부된 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[0035] 이하에서는 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 구체적인 실시예에 대하여 설명한다.

[0037] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치를 개략적으로 도시해 보인 도면 및 블록도이다.

[0039] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치는 가열된 소재를 스탬핑하여 성형하는 핫스탬핑용 금형(10)을 냉각하도록 마련된다. 즉, 핫스탬핑은 고온으로 가열된 소재를 금형(10)에 안착시킨 후 스탬핑하여 소재를 변형시킨다. 이때, 금형 냉각장치가 금형(10)을 냉각시키게 되고, 금형(10)이 냉각됨에 따라 소재도 함께 냉각된다. 일 예로, 900℃로 가열된 소재를 금형에 안착하여 스탬핑한 후 빼낼 때 소재의 온도는 200℃가 된다. 즉, 스탬핑 공정에서 성형되면서 900℃에서 200℃로 냉각된다.

[0040] 종래에는 이러한 냉각을 위하여 냉각수로 물을 사용하였지만, 본 발명의 실시예에 의한 금형 냉각장치는 냉각수로 물을 사용하지 않고 냉매를 사용하여 금형을 냉각한다.

[0041] 즉, 냉매를 가열하여 액체와 기체 상태가 함께 존재하는 2상 상태로 만든 후 상기 금형(10)의 내부에 형성된 냉각유로(13)에 공급하여 냉매의 잠열을 이용하여 상기 금형(10)을 냉각한다. 이를 위하여, 냉매는 낮은 온도에서도 쉽게 증발될 수 있는 물질이 사용되는 것이 바람직하다. 예를 들어, 냉매는 R-134a, R-245fa, R-1234yf, R-1233zd 등 공지의 다양한 냉매 중 어느 하나로 마련될 수 있다.

[0042] 종래 물을 사용하여 금형을 냉각하는 경우, 금형의 냉각유로(13)를 통과하여 40℃의 물이 50℃로 가열되면 현열 엔탈피 차는 42kJ/kg 정도가 된다. 이와 비교하여, 40℃에서 냉매인 R-134a의 잠열 엔탈피 차는 163kJ/kg이고, R-245fa의 잠열 엔탈피 차는 181kJ/kg, 그리고 R-1234yf의 잠열 엔탈피 차는 132kJ/kg 정도가 된다. 즉, 물과 비교하였을 때 냉매에 잠열 엔탈피 차가 3배 이상으로 크게 차이가 나므로, 이러한 냉매를 사용하는 경우 냉각 시 사용되는 냉매의 유량을 줄일 수 있어 전체적인 시스템의 에너지 소모를 절감할 수 있다.

[0044] 상기 금형 냉각장치는 액상의 냉매가 저장된 저장탱크(100)와, 가열된 소재를 스탬핑하는 금형(10)의 냉각유로 유입부(11)와 상기 저장탱크(100) 간을 연결하는 냉매 공급라인(200)과, 상기 냉매 공급라인(200)에 배치되고 냉매가 상기 금형(10) 측으로 유동하도록 일정 압력으로 냉매를 순환시키는 펌프(210)와, 상기 금형(10)의 냉각유로(13)를 통과한 냉매를 상기 저장탱크(100)로 배출하도록 상기 금형(10)의 냉각유로 배출부(12)와 상기 저장탱크(100) 간을 연결하는 냉매 배출라인(300), 그리고 상기 냉각유로(13)와 연결되고 상기 냉각유로(13)를 통과하는 냉매가 증발하여 상기 냉각유로(13) 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되어 상기 냉각유로(13)의 압력을 낮추는 압력조절부를 포함한다.

[0045] 상기 냉각유로(13)를 통과하는 냉매는 가열된 금형(10)으로부터 열을 전달받아 증발하게 되고, 이때 부피가 팽창하여 상기 냉각유로(13)의 내부의 압력이 상승하게 되어 상기 냉각유로 유입부(11)와 상기 냉각유로 배출부

(12)로 냉매를 밀어내게 된다. 이로 인하여, 상기 냉각유로 유입부(11)에서 유입되는 냉매는 순간적으로 유동 방향이 바뀌게 되면서 질량유량이 감소하게 되어 냉각성능을 저하시킬 수 있다. 또한, 상기 냉각유로 유입부(11)와 상기 냉매 공급라인(200)의 연결부위에 과도한 압력이 인가되어 냉매의 누수가 발생할 수도 있다.

[0046] 이에 본 발명에서는, 상기 냉각유로(13)에 압력조절부를 구비하여 상기 냉각유로(13) 내부의 압력이 일정 이상이 되면 유로가 개방되어 상기 냉각유로(13) 내부의 압력을 낮추도록 구성되어 질량유량의 감소를 방지할 수 있다.

[0047] 보다 구체적으로, 상기 압력조절부는 상기 냉각유로(13)와 연결된 압력조절 배관(410)과, 상기 압력조절 배관(410)이 연결되고 상기 압력조절 배관(410)을 통해 배출되는 냉매가 저장되는 압력조절 탱크(430)와, 상기 압력조절 배관(410)에 배치되어 유로 내부의 압력이 일정 이상이 되면 개방되는 압력조절 밸브(420)와, 상기 압력조절 탱크(430)와 상기 저장탱크(100) 간을 연결하는 압력조절 탱크 배출라인(440), 그리고 상기 압력조절 탱크 배출라인(440)에 배치되어 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 냉매를 상기 저장탱크(100)로 배출시키는 압력조절 펌프(450)를 포함한다.

[0048] 여기서, 상기 압력조절 밸브(420)는 상기 냉각유로(13)에서 상기 압력조절 탱크(430)로만 냉매가 유동하도록 마련되고, 설정 압력 이상이 되면 별도의 구동장치 없이 자동으로 개방되도록 마련되는 것이 바람직하다.

[0049] 그리고, 상기 압력조절 펌프(450)는 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 압력이 상기 냉매 공급라인(200)의 압력보다 낮은 상태를 유지하도록 상기 압력조절 탱크(430)에 저장된 냉매를 상기 저장탱크(100)로 배출시키도록 동작한다.

[0050] 즉, 상기 압력조절 밸브(420)가 개방되어 상기 냉각유로(13)와 상기 압력조절 탱크(430) 간이 연통되면 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 압력이 낮아야 상기 냉각유로(13)의 냉매가 상기 압력조절 탱크(430)로 유동하게 되므로, 상기 압력조절 탱크(430)의 내부는 항시 상기 냉매 공급라인(200)의 압력보다 낮은 상태를 유지하여야 한다.

[0051] 이러한 제어를 위하여, 상기 압력조절 탱크(430)에 압력센서(431)를 구비하고, 이하에서 설명되는 제어부(500)에서 상기 압력센서(431)로부터 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 압력 데이터를 수신하고, 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 압력이 일정 이상 상승하게 되면 상기 제어부(500)가 상기 압력조절 펌프(450)를 구동시켜 상기 압력조절 탱크(430) 내부의 압력을 일정 이하로 낮출 수 있다.

[0052] 일 예로, 상기 냉각유로 유입부(11)로 유입되는 냉매가 6bar의 압력으로 유입되면, 상기 압력조절 밸브(420)는 상기 냉각유로(13) 내부의 압력이 6.5bar 이상이 되면 개방되도록 마련될 수 있다. 이때, 상기 압력조절 탱크(430)의 내부는 0~2bar의 압력으로 유지되는 것이 바람직하다.

[0053] 따라서, 상기 냉각유로(13)를 유동하는 냉매가 증발하여 상기 냉각유로(13) 내부의 압력이 6.5bar 이상이 되면 상기 압력조절 밸브(420)는 자동으로 개방되어, 상기 냉각유로(13)를 유동하는 냉매의 일부가 상기 압력조절 탱크(430)로 배출되어 상기 냉각유로(13) 내부의 압력 낮출 수 있다. 그리고, 상기 냉각유로(13) 내부의 압력이 6.5bar 미만으로 낮아지면 상기 압력조절 밸브(420)는 자동으로 닫히게 된다.

[0055] 이러한 구성을 통하여, 금형의 냉각유로를 통과하는 냉매가 증발하여 냉각유로 내부의 압력이 순간적으로 상승하면 압력조절 밸브가 개방되어 냉각유로를 통과하는 냉매의 일부를 압력조절 탱크로 배출하여 신속하게 냉각유로 내부의 압력을 낮출 수 있다. 따라서, 냉각유로 내부의 압력 상승에 의해 발생할 수 있는 질량유량 저하를 방지할 수 있고, 냉각유로 유입부와 냉매 공급라인의 연결부위에서 발생할 수 있는 냉매 누수를 방지할 수 있다.

[0057] 그리고, 상기 금형 냉각장치는 상기 저장탱크(100)에 마련되고 상기 냉매 공급라인(200)에 공급되는 냉매의 유량을 조절하는 유량 조절부(110)와, 상기 냉매 공급라인(200)에서 상기 펌프(210)와 상기 금형(10) 사이에 배치되고 액상의 냉매를 증발온도까지 가열하는 가열부(220)와, 상기 냉매 공급라인(200)에 구비되고 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 유입되는 냉매의 온도를 측정하는 유입냉매 온도센서(230)와, 상기 냉매 배출라인(300)에 구비되고 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에서 배출되는 냉매의 온도를 측정하는 배출냉매 온도센서(310), 그리고 상기 유입냉매 온도센서(230)와 상기 배출냉매 온도센서(310)로부터 온도 데이터를 수신하고 측정된 온도에 대

응하여 상기 가열부(220)와 상기 유량 조절부(110)를 제어하는 제어부(500)를 더 포함한다.

[0059] 이러한 구성으로, 상기 저장탱크(100)에 저장되어 있는 액상의 냉매를 상기 유량 조절부(110)가 유량을 조절하여 상기 냉매 공급라인(200)으로 공급하면 상기 펌프(210)가 동작하여 일정 압력으로 냉매를 상기 금형(10) 측으로 공급한다. 그리고, 냉매가 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 유입되기 전에 상기 가열부(220)가 냉매를 증발온도까지 가열하여 액체와 기체 상태가 함께 존재하는 2상 상태 또는 2상 상태가 되기 직전까지 가열한다.

[0060] 즉, 상기 금형(10)의 냉각유로(13)를 통과하는 냉매는 증발구간이므로 상기 금형(10)으로부터 열을 전달 받아도 냉매의 온도는 더이상 증가하지 않게 되고 잠열을 이용하여 상기 금형(10)을 냉각시키게 된다. 여기서, 증발구간은 액체상태에서 기체상태로 상변이되는 구간으로 액상의 냉매가 증발온도에 도달하면 증발하기 시작하게 되고, 액상의 냉매가 모두 기상이 될 때까지 열에너지를 흡수하여 엔탈피는 증가되지만 온도는 변하지 않는 구간이다.

[0061] 따라서, 상기 금형(10)의 냉각유로(13)를 통과하는 냉매는 일정한 온도를 유지한 상태로 통과하게 되므로 금형(10)의 내부의 위치에 관계없이 균일하게 냉각시킬 수 있어 냉각 불균일의 문제를 방지할 수 있다.

[0063] 그리고, 상기 금형(10)의 냉각유로(13)를 통과한 냉매는 상기 냉매 배출라인(300)을 통하여 상기 저장탱크(100)로 배출되어 저장된다. 여기서, 상기 냉매 배출라인(300)에 열교환기(320)가 더 구비되어 냉매를 완전한 액체 상태로 응축시켜 상기 저장탱크(100)로 저장되도록 할 수 있다.

[0064] 즉, 상기 열교환기(320)는 상기 냉매 배출라인(300)에 배치되고, 상기 저장탱크(100)로 배출되는 냉매가 액체가 되도록 냉매와 열교환한다. 이를 위하여, 상기 열교환기(320)에는 냉매와 열교환하는 냉각수가 냉각칠러(330)를 통하여 공급될 수 있다.

[0066] 상기 제어부(500)는 냉매의 잠열을 이용하여 상기 금형(10)을 냉각할 수 있도록 상기 가열부(220), 상기 유량 조절부(110), 그리고 상기 열교환기(320)를 제어한다.

[0067] 보다 구체적으로, 상기 제어부(500)는 상기 유입냉매 온도센서(230)로부터 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 유입되는 냉매의 온도 데이터를 수신하고, 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 유입되는 냉매의 온도가 증발온도의 97~99.5% 범위 내를 만족하도록 상기 가열부(220)를 제어한다. 즉, 증발온도 직전까지 가열한 후 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 냉매가 유입되도록 제어한다. 여기서, 도면에 도시하지는 않았지만, 보다 정밀한 온도 제어를 위하여 상기 가열부(220)의 초입부에 온도센서를 더 구비하여 상기 가열부(220)에 진입하는 냉매의 온도를 측정할 수도 있다.

[0068] 냉매를 증발온도까지 가열하게 되면 증발온도에서는 더 가열하여도 온도가 변하지 않고 엔탈피만 증가하게 되고, 엔탈피가 증가된 상태로 냉매가 유입되면 증발구간 내에서 흡수할 수 있는 열량이 감소하게 된다.

[0069] 예를 들어, 냉매를 증발온도에서 더 가열한 상태로 상기 금형(10)에 공급하게 되면 상기 금형(10)의 냉각유로(13)를 통과하면서 많은 열량에너지를 전달받아 냉매가 과열증기 상태로 배출될 수 있다. 냉매가 과열증기 상태로 배열되면 이를 액상의 냉매로 냉각시키기 위하여 많은 에너지가 소모된다. 또한, 상기 가열부(220)에서 냉매를 가열하는 데에도 많은 에너지가 소모 되었으므로, 불필요하게 이중으로 많은 에너지를 소모하게 된다.

[0070] 따라서, 증발온도까지 가열하게 되면 증발구간 내에서 어떤 엔탈피 값을 가지는지 측정하기 어렵기 때문에 증발온도 직전 온도까지 가열한 후 냉매를 공급하여 배출되는 냉매도 증발온도로 배출되도록 제어하여 최소한의 에너지 소모로 효과적으로 금형(10)을 냉각할 수 있다.

[0072] 그리고, 상기 제어부(500)는 상기 금형(10)의 냉각유로(13)에 배출되는 냉매의 온도가 증발온도보다 높으면 냉매의 공급유량을 증가시키도록 상기 유량 조절부(110)를 제어한다. 즉, 배출되는 냉매의 온도가 증발온도보다 높은 과열증기 상태로 배출되면 냉각 단계에서 냉매의 잠열 엔탈피보다 높은 열에너지 교환이 발생하는 것이므로 냉매의 유량을 증가시켜 배출되는 냉매의 온도가 증발온도를 유지하도록 제어한다.

[0073] 여기서, 냉매의 공급유량은 사용될 냉매가 선정되면, 상기 금형(10)에서 성형될 소재의 크기, 상기 소재의 성형

후 목표 온도, 그리고 공정 시간에 대응하여 설정된 최소 공급유량과 같거나 더 많은 유량으로 선정될 수 있다. 즉, 냉매와 소재에 대응하여 산출된 최소 공급유량만큼은 냉매가 공급되어야 소재를 목표 온도까지 냉각시킬 수 있다.

[0074] 보다 구체적으로, 상기 최소 공급유량은 아래의 수식으로 설정될 수 있다.

[0075]
$$\dot{m}_{min} = \frac{A \cdot D \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T}{(t_1 + t_2)} \cdot \frac{1}{h_{fg}}$$

[0076] 여기서, $\dot{m}_{min}$은 최소 공급유량[kg/s], A는 소재의 면적[m^2], D는 소재의 두께[m], ρ는 소재의 밀도[kg/m^3], C_p는 소재의 비열[kJ/kg℃], ΔT는 소재의 최초 온도와 최종 온도의 차이[℃], t_1은 소재의 스탬핑 공정 시간[s], t_2는 소재 교체 시간[s], 그리고 h_{fg}는 냉매의 잠열엔탈피[kJ/kg]이다.

[0077] 따라서, 상기 제어부(500)는 사용되는 냉매 또는 소재의 크기가 변경되면 상기 수식을 통하여 최소 공급유량을 산정하고, 최소한 계산된 최소 공급유량 이상으로 냉매가 공급되도록 상기 유량 조절부(110)를 제어한다.

[0079] 또한, 상기 제어부(500)는 상기 열교환기(320)에 유입되는 냉매의 온도가 증발온도이면 상기 열교환기(320)가 동작하도록 제어하고, 증발온도보다 낮으면 상기 열교환기(320)가 동작하지 않도록 제어할 수 있다. 이를 위하여, 도면에 도시하지는 않았지만, 상기 열교환기(320)에 냉매의 온도를 측정하는 온도센서가 더 구비될 수 있다.

[0080] 즉, 상기 금형(10)을 냉각하고 배출된 냉매는 적어도 가열온도 이상이지만 상기 냉매 배출라인(300)을 통과하면서 냉각될 수 있으므로, 에너지 소모를 최소화하기 위하여 상기 열교환기(320)에 유입될 시 냉매의 온도가 증발온도보다 낮으면 냉매가 액상이므로 상기 열교환기(320)를 동작시키기 않고 냉매를 상기 저장탱크(100)로 공급하여 저장한다.

[0082] 나아가, 상기 냉매 공급라인(200)과 상기 냉매 배출라인(300)에는 유로를 개폐하는 밸브(240, 340)가 각각 구비될 수 있다. 이는 금형(10)이 교체되는 경우 상기 냉매 공급라인(200)과 상기 냉매 배출라인(300) 내부에 잔존하는 냉매의 소모를 최소화하기 위함이다. 즉, 상기 금형(10)을 교체하는 경우, 상기 밸브(240, 340)를 닫아 상기 냉매 공급라인(200)과 상기 냉매 배출라인(300)을 폐쇄한 후 상기 금형(10)에서 상기 냉매 공급라인(200)과 상기 냉매 배출라인(300)을 분리시켜 상기 냉매 공급라인(200)과 상기 냉매 배출라인(300)에 잔존하는 냉매가 외부로 배출되어 버려지는 것을 방지할 수 있다.

[0084] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형 가능함은 물론이다.

부호의 설명

[0086] 10 : 금형 11 : 냉각유로 유입부

12 : 냉각유로 배출부 13 : 냉각유로

100 : 저장탱크 110 : 유량 조절부

200 : 냉매 공급라인 210 : 펌프

220 : 가열부 230 : 유입냉매 온도센서

240, 340 : 밸브 300 : 냉매 배출라인

310 : 배출냉매 온도센서 320 : 열교환기

330 : 냉각칠러　　410 : 압력조절 배관

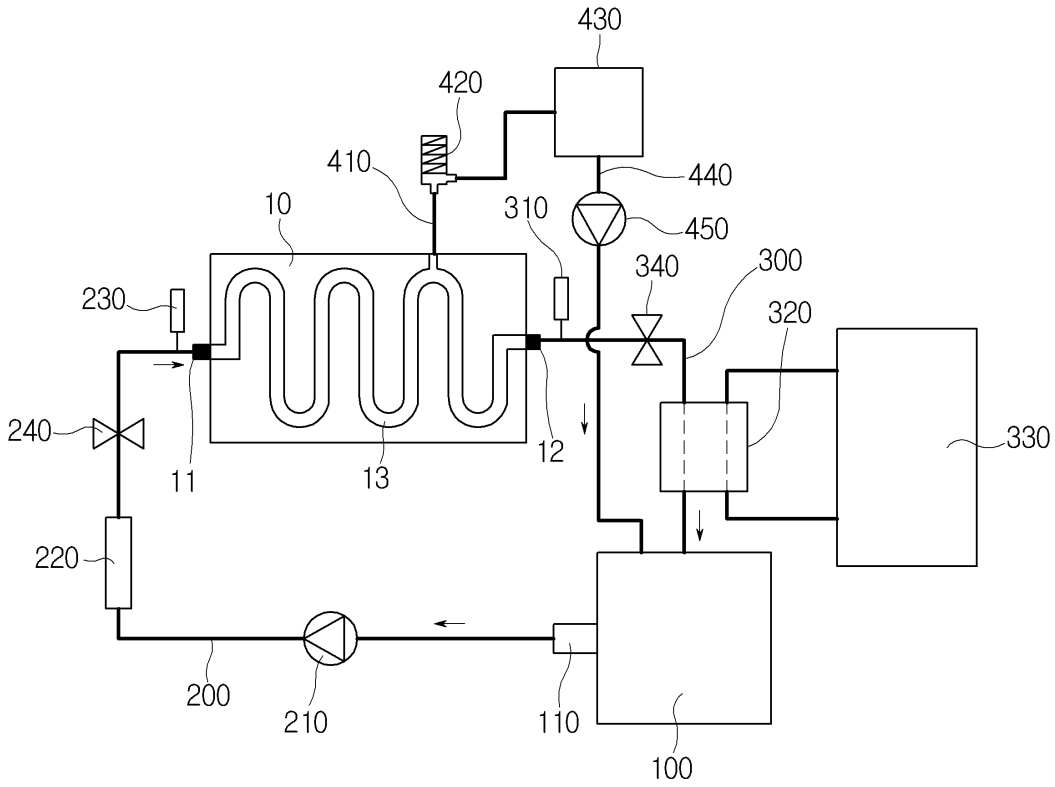
420 : 압력조절 밸브　　430 : 압력조절 탱크

431 : 압력센서　　440 : 압력조절 탱크 배출라인

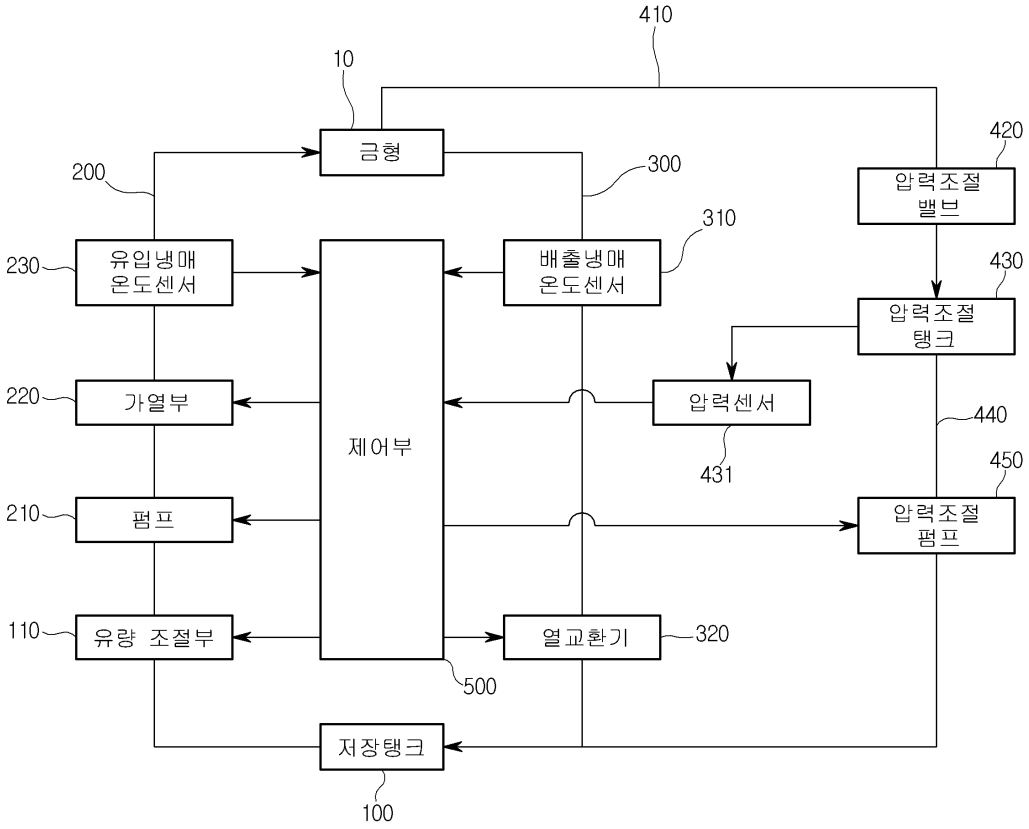
450 : 압력조절 펌프　　500 : 제어부

도면

도면1



도면2


410
10
금형
420
200
300
압력조절
밸브
310
230
유입냉매
온도센서
배출냉매
온도센서
430
압력조절
탱크
220
가열부
압력센서
440
제어부
431
450
210
펌프
압력조절
펌프
110
유량 조절부
열교환기
320
500
저장탱크
100