



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년08월23일
(11) 등록번호 10-1299548
(24) 등록일자 2013년08월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F04B 49/06 (2006.01) *F04B 35/04* (2006.01)
F04B 49/12 (2006.01) *F04B 49/20* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0057052
 (22) 출원일자 2011년06월13일
 심사청구일자 2011년06월13일
 (65) 공개번호 10-2012-0137899
 (43) 공개일자 2012년12월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020060005385 A*
 KR1020090078634 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
엘지전자 주식회사
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
 (72) 발명자
유재유
 서울특별시 구로구 디지털로26길 72, LG전자 DA연
 구소 (구로동)
김규남
 서울특별시 구로구 디지털로26길 72, LG전자 DA연
 구소 (구로동)
 (74) 대리인
박장원

전체 청구항 수 : 총 21 항

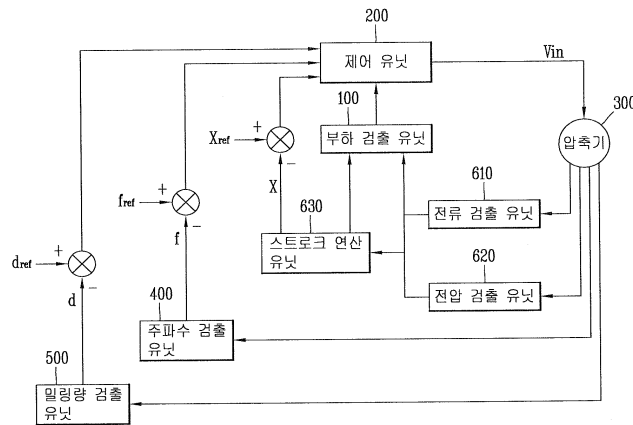
심사관 : 박헌영

(54) 발명의 명칭 **압축기 제어 장치 및 제어 방법**

(57) 요약

본 발명의 실시 예들은 필요 냉력에 따라 주파수 또는 밀림량 제어를 수행하여 냉력을 확대한다. 또 본 발명의 실시 예들은 필요 냉력에 따라 복수의 운전 모드를 구비하고 운전 모드에 따라 스트로크 제어, 주파수 제어, 또는 밀림량 제어를 수행함으로써 별도의 추가 구성없이 냉력을 확대하여 압축기를 운전한다. 본 발명의 실시 예들은 부하를 검출하고 부하 변동에 따른 냉력을 근거로 주파수를 증가시키거나 또는 피스톤의 위치를 변경하거나 또는 주파수 및 피스톤의 위치 변경을 동시에 수행한다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출하는 부하 검출 유닛; 및

상기 부하 변동에 따른 필요 냉력을 근거로 압축기 운전 모드를 결정하고, 상기 압축기 운전 모드에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경하는 제어 유닛;을 포함하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 압축기 모터의 운전 주파수를 검출하는 주파수 검출 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 4

제1 항 또는 제3 항에 있어서,

상기 피스톤의 초기 위치와 상기 피스톤의 스트로크를 이용하여 상기 초기 위치로부터 상기 피스톤의 중심 위치가 이동한 밀립량을 검출하는 밀립량 검출 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서, 상기 부하 검출 유닛은,

상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전류와, 상기 피스톤의 스트로크 사이의 위상차를 검출하는 위상차 검출 유닛;인 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서, 상기 부하 검출 유닛은,

상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 댐핑 상수를 연산하는 가스댐핑상수 연산 유닛;인 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 7

제5 항에 있어서, 상기 부하 검출 유닛은,

상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 스프링 상수를 연산하는 가스스프링상수 연산 유닛;인 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 8

제5 항 내지 제7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 모터 전류를 검출하는 전류 검출 유닛;

상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 유닛; 및

상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 부하에 따라 필요한 상기 냉력의 범위를 설정하고, 상기 설정된 냉력의 범위에 따라 상기 압축기 운전 모드를 설정하여 저장하는 저장 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 10

압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 유닛;

상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 유닛;

상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 유닛;

상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전류와, 상기 스트로크 사이의 위상차를 검출하는 위상차 검출 유닛; 및 필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경하는 제어 유닛;을 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 댐핑 상수를 연산하는 가스댐핑상수 연산 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 스프링 상수를 연산하는 가스스프링상수 연산 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 13

제10 항 내지 제12 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 유닛은,

상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 상사점을 검출하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 초기 위치와 상기 스트로크를 이용하여 상기 초기 위치로부터 상기 피스톤의 중심 위치가 이동한 밀립량을 검출하는 밀립량 검출 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 압축기 모터의 운전 주파수를 검출하는 주파수 검출 유닛;을 더 포함하는 압축기 제어 장치.

청구항 16

제10 항 내지 제12 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 유닛은,

상기 필요 냉력의 범위에 따라 하나 이상의 압축기 운전 모드를 설정하고, 상기 압축기 운전 모드를 근거로 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 장치.

청구항 17

압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 단계;

상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 단계;

상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 단계; 및

상기 연산된 스트로크와 스트로크 지령치를 근거로 압축기를 운전하는 압축기 운전 단계;를 포함하고,

상기 압축기 운전 단계는,

필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수 또는 상기 피스톤의 밀림량을 변경하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 방법.

청구항 18

제17 항에 있어서,

상기 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출하는 부하 검출 단계;를 더 포함하는 압축기 제어 방법.

청구항 19

제17 항 또는 제18 항에 있어서,

상기 필요 냉력과 하나 이상의 기준 냉력을 근거로 하나 이상의 압축기 운전 모드를 설정하는 단계;를 더 포함하는 압축기 제어 방법.

청구항 20

제17 항 또는 제18 항에 있어서, 상기 압축기 운전 단계는,

상기 필요 냉력이 제1 기준 냉력 이상이면, 최대 스트로크로 상기 압축기를 운전하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 방법.

청구항 21

제20 항에 있어서, 상기 압축기 운전 단계는,

상기 필요 냉력이 상기 제1 기준 냉력보다 큰 제2 기준 냉력 이상이면, 상기 운전 주파수를 증가하거나 상기 밀림량을 증가하여 상기 압축기를 운전하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 방법.

청구항 22

제21 항에 있어서, 상기 압축기 운전 단계는,

상기 필요 냉력이 상기 제2 기준 냉력보다 큰 제3 기준 냉력 이상이면, 상기 운전 주파수를 증가하고, 상기 밀림량을 증가하여 상기 압축기를 운전하는 것을 특징으로 하는 압축기 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 필요 냉력에 따라 제어 방식을 달리하여 압축기를 운전하는 압축기 제어 장치 및 제어 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로 압축기는 기계적 에너지를 압축성 유체의 압축에너지로 변환시키는 장치로서 냉동 시스템, 예를 들어 냉장고나 공기조화기 등,의 일부분으로 사용된다.

[0003] 상기 압축기는 크게, 피스톤(Piston)과 실린더(Cylinder) 사이에 작동가스가 흡입 또는 토출되는 압축공간이 형성되도록 하여 피스톤이 실린더 내부에서 직선 왕복 운동하면서 냉매를 압축시키는 왕복동식 압축기(Reciprocating Compressor)와, 편심 회전되는 롤러(Roller)와 실린더 사이에 작동가스가 흡입 또는 토출되는 압축공간이 형성되도록 하여 롤러가 실린더 내벽을 따라 편심 회전되면서 냉매를 압축시키는 회전식 압축기(Rotary Compressor)와, 선회 스크롤(Orbiting Scroll)과 고정 스크롤(Fixed Scroll) 사이에 작동가스가 흡입

또는 토출되는 압축공간이 형성되도록 하여 신회 스크롤이 고정 스크롤을 따라 회전되면서 냉매를 압축시키는 스크롤식 압축기(Scroll Compressor)로 구분된다.

- [0004] 상기 왕복동식 압축기는 내부 피스톤을 실린더의 내부에서 선형으로 왕복 운동시킴으로써 냉매 가스를 흡입, 압축 및 토출한다. 상기 왕복동식 압축기는 피스톤을 구동하는 방식에 따라 크게 레시프로(Recipro) 방식과 리니어(Linear) 방식으로 구분된다.
- [0005] 상기 레시프로 방식은 회전하는 모터(Motor)에 크랭크샤프트(Crankshaft)를 결합하고, 상기 크랭크샤프트에 피스톤을 결합하여 모터의 회전 운동을 직선 왕복운동으로 변환하는 방식이다. 반면, 상기 리니어 방식은 직선 운동하는 모터의 가동자에 피스톤을 연결하여 모터의 직선 운동으로 피스톤을 왕복운동시키는 방식이다.
- [0006] 이러한 왕복동식 압축기는 구동력을 발생하는 전동 유닛과, 전동 유닛으로부터 구동력을 전달받아 유체를 압축하는 압축 유닛으로 구성된다. 상기 전동 유닛으로는 일반적으로 모터를 많이 사용하며, 상기 리니어 방식의 경우에는 리니어 모터를 이용한다.
- [0007] 상기 리니어 모터는 모터 자체가 직선형의 구동력을 직접 발생시키므로 기계적인 변환 장치가 필요하지 않고, 구조가 복잡하지 않다. 또한, 상기 리니어 모터는 에너지 변환으로 인한 손실을 줄일 수 있고, 마찰 및 마모가 발생하는 연결 부위가 없어서 소음을 크게 줄일 수 있는 특징을 가지고 있다. 또한, 상기 리니어 방식의 왕복동식 압축기, 이하 리니어 압축기(Linear Compressor)라 한다,를 냉장고나 공기조화기에 이용할 경우에는 리니어 압축기에 인가되는 스트로크 전압을 변경하여 줌에 따라 압축 비(Compression Ratio)를 변경할 수 있어 냉력(Freezing Capacity) 가변 제어에도 사용할 수 있는 장점이 있다.
- [0008] 한편, 상기 왕복동식 압축기, 특히 리니어 압축기,는 피스톤이 실린더 안에서 기구적으로 구속되어 있지 않은 상태에서 왕복 운동을 하게 되기 때문에 갑자기 전압이 과도하게 걸리는 경우에 피스톤이 실린더 벽에 부딪히거나, 부하가 커서 피스톤이 전진하지 못하여 압축이 제대로 이루어지지 않을 수 있다. 따라서, 부하의 변동이나 전압의 변동에 대하여 피스톤의 운동을 제어하기 위한 제어 장치가 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명의 실시 예들은 필요 냉력에 따라 주파수 또는 밀림량 제어를 수행하여 냉력을 확대하는 압축기 제어 장치 및 제어 방법을 제공한다.
- [0010] 본 발명의 실시 예들은 센서리스 제어 방식으로 압축기를 운전함에 있어서 냉력 확대가 필요한 경우에 주파수 제어 또는 밀림량 제어를 수행하거나 주파수 및 밀림량 제어를 수행하여 냉력을 확대하는 압축기 제어 장치 및 제어 방법을 제공한다.
- [0011] 본 발명의 실시 예들은 부하를 검출하고 부하 변동에 따른 냉력을 근거로 주파수를 증가시키거나 또는 피스톤의 위치를 변경하거나 또는 주파수 및 피스톤의 위치 변경을 동시에 수행하는 압축기 제어 장치 및 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 일 실시 예에 따른 압축기 제어 장치는, 부하 변동에 따른 필요 냉력을 근거로 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경한다.
- [0013] 일 실시 예에 따른 압축기 제어 장치는, 상기 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출하는 부하 검출 유닛과, 상기 부하에 따라 압축기 운전 모드를 결정하고, 상기 압축기 운전 모드에 따라 상기 운전 주파수 또는 상기 피스톤의 중심 위치 또는 상기 운전 주파수 및 상기 피스톤의 중심 위치를 변경하는 제어 유닛을 포함하여 구성된다.
- [0014] 다른 실시 예에 따른 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 유닛과, 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 유닛과, 상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 유닛과, 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전류와, 상기 피스톤의 스트로크 사이의 위상차를 검출하는 위상차 검출 유닛과, 필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치

를 동시에 변경하는 제어 유닛을 포함하여 구성된다.

- [0015] 상기 실시 예들에 따른 압축기 제어 장치는, 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 검출하는 주파수 검출 유닛을 더 포함할 수 있다. 또, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 피스톤의 초기 위치와 상기 스트로크를 이용하여 상기 초기 위치로부터 상기 피스톤의 중심 위치가 이동한 밀림량을 검출하는 밀림량 검출 유닛을 더 포함할 수 있다.
- [0016] 일 실시 예에 따른 압축기 제어 방법은, 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 단계와, 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 단계와, 상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 단계와, 상기 연산된 스트로크와 스트로크 지령치를 근거로 압축기를 운전하는 압축기 운전 단계를 포함하여 구성된다. 여기서, 상기 압축기 운전 단계는, 필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수 또는 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 밀림량을 변경한다.
- [0017] 다른 실시 예에 따른 압축기 제어 방법은, 상기 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출하는 부하 검출 단계를 더 포함하여 구성된다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명의 실시 예들은 필요 냉력에 따라 주파수 또는 밀림량 제어를 수행하여 냉력을 확대할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시 예들은 필요 냉력에 따라 복수의 운전 모드를 구비하고 운전 모드에 따라 스트로크 제어, 주파수 제어, 또는 밀림량 제어를 수행함으로써 별도의 추가 구성없이 냉력을 확대하여 압축기를 운전할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시 예들은 부하를 검출하고 부하 변동에 따른 냉력을 근거로 주파수를 증가시키거나 또는 피스톤의 위치를 변경하거나 또는 주파수 및 피스톤의 위치 변경을 동시에 수행할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시 예들은 운전 모드를 변경함으로써 높은 운전 효율을 구간에서는 고효율로 압축기를 운전하는 반면, 큰 냉력을 필요로 하는 구간에서는 이에 따라 압축기를 운전할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1 및 도 2는 일 실시 예에 따른 압축기 제어 장치의 구성을 개략적으로 보인 도;
- 도 3 및 도 4는 다른 실시 예에 따른 압축기 제어 장치의 구성을 개략적으로 보인 도;
- 도 5는 본 발명의 실시 예들에 있어서 냉력에 따른 운전 효율을 설명하기 위한 그래프;
- 도 6은 본 발명의 실시 예들에 따른 복수의 운전 모드를 설명하기 위한 도;
- 도 7은 본 발명의 실시 예들에 따른 밀림량 제어를 설명하기 위한 도;
- 도 8은 일 실시 예에 따른 압축기 제어 방법을 개략적으로 보인 흐름도;
- 도 9는 다른 실시 예에 따른 압축기 제어 방법을 개략적으로 보인 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명의 실시 예들은 압축기 모터의 스트로크, 전압 또는 주파수를 제어하는 압축기 제어 장치에 관한 것이다.
- [0024] 먼저, 본 발명의 실시 예들에 따른 압축기 제어 장치가 적용될 왕복동식 압축기, 특히 리니어 압축기의 구성을 간단히 설명한다. 다만, 하기 리니어 압축기의 구성은 필요에 따라, 그 구성요소 중 일부가 변경 또는 삭제되거나, 다른 구성 요소가 추가될 수 있다.
- [0025] 리니어 압축기는 밀폐용기 일측에 냉매가 유입 및 유출되는 유입관 및 유출관이 설치되고, 밀폐용기 내측에 실린더가 고정된다. 실린더 내부의 압축공간으로 흡입된 냉매를 압축하기 위하여 실린더 내부에 피스톤이 왕복 직선 운동이 가능하게 설치된다. 또, 피스톤의 운동방향에 스프링들이 설치되어 탄성력에 의해 지지된다. 피스톤은 또한 직선왕복 구동력을 발생시키는 리니어 모터와 연결되고, 상기 리니어 모터는 압축용량이 변경되도록 피스톤의 스트로크를 제어한다. 상기 압축공간에 접하고 있는 피스톤의 일단에 흡입밸브가 설치되고, 압축공간과 접하고 있는 실린더의 일단에 토출밸브 어셈블리가 설치된다. 여기서, 흡입밸브 및 토출밸브 어셈블리는 각각 자동적으로 조절되어 압축공간의 내부의 압력에 따라 개폐된다. 밀폐용기는 상, 하부 셸이 서로 결합되어 내부가 밀폐되고, 그 일측에는 냉매가 유입되는 유입관 및 냉매가 유출되는 유출관이 설치된다. 실린더 내측에 피스

톤이 왕복 직선 가능하게 운동방향으로 탄성 지지되고, 실린더 외측에 리니어 모터가 프레임에 의해 서로 조립되어 조립체를 구성한다. 이러한 조립체는 지지스프링에 의해 밀폐용기의 내측 바닥면에 탄성 지지된다. 밀폐용기의 내부 바닥면에는 소정의 오일이 존재한다. 상기 조립체의 하단에는 오일을 펌핑하는 오일공급장치가 설치되고, 조립체의 하측 프레임 내부에는 오일을 상기 피스톤과 실린더 사이로 공급하는 오일공급관이 형성된다. 상기 오일공급장치는 피스톤의 왕복 직선 운동에 따라 발생하는 진동에 의해 작동되어 오일을 펌핑한다. 이러한 오일은 오일공급관을 따라 피스톤과 실린더 사이의 간극으로 공급되어 냉각 및 윤활 작용을 한다.

[0026] 실린더는 피스톤이 왕복 직선 운동하도록 중공 현상으로 형성되고, 일측에 압축 공간이 형성되며, 유입관 내측에 일단이 근접하게 위치되어 유입관과 동일한 직선 상에 설치된다. 물론 상기 실린더는 유입관과 근접한 일단 내부에 상기 피스톤이 왕복 직선 운동 가능하게 설치되고, 유입관과 반대방향 측의 일단에 토출밸브 어셈블리가 설치된다. 상기 토출밸브 어셈블리는 상기 실린더의 소정의 토출공간을 형성하는 토출커버와, 실린더의 압축공간 측 일단을 개폐하는 토출밸브와, 토출커버와 토출밸브 사이에 축방향으로 탄성력을 부여하는 일종의 코일 스프링인 밸브 스프링으로 구성된다. 이때, 상기 실린더의 일단 내둘레에 오링을 구비하여 토출밸브가 실린더 일단을 밀착한다. 상기 토출커버의 일측과 유출관 사이에는 굴곡지게 형성된 루프 파이프가 연결 설치된다. 상기 루프 파이프는 압축된 냉매가 외부로 토출될 수 있도록 안내하고, 상기 실린더, 피스톤, 리니어 모터의 상호 작용에 의한 진동이 상기 밀폐용기 전체로 전달되는 것을 완충시켜 준다. 상기 피스톤에는 냉매유로가 형성되어 유입관으로부터 유입된 냉매가 유동되도록 한다. 상기 유입관과 근접한 일단이 연결부재에 의해 리니어 모터가 직접 연결되도록 설치되고, 상기 유입관과 반대방향 측 일단에 흡입밸브가 설치되며, 피스톤의 운동방향으로 각종 스프링에 의해 탄성 지지되도록 설치된다. 이때, 상기 흡입밸브는 박판 형상으로 중앙부분이 상기 피스톤의 냉매유로를 개폐하도록 중앙 부분이 일부 절개되어 형성되고, 일측이 상기 피스톤의 일단에 스크류에 의해 고정된다.

[0027] 상기 피스톤이 상기 실린더 내부에서 왕복 직선 운동함에 따라 압축공간의 압력이 토출압력보다 더 낮은 소정의 흡입압력 이하가 되면, 흡입밸브가 개방되어 냉매가 압축공간으로 흡입되고, 압축공간의 압력이 소정의 흡입압력 이상이 되면, 흡입밸브가 닫힌 상태에서 압축공간의 냉매가 압축된다.

[0028] 리니어 모터는 복수개의 라미네이션(Lamination)이 원주방향으로 적층되도록 구성되어 프레임에 의해 실린더 외측에 고정되도록 설치되는 이너 스테이터(Inner Stator)와, 코일이 감겨지도록 구성된 코일 권선체 주변에 복수개의 라미네이션이 원주방향으로 적층되도록 구성되어 프레임에 의해 실린더 외측에 이너 스테이터와 소정의 간극을 두고 설치되는 아우터 스테이터(Outer Stator)와, 이너 스테이터와 아우터 스테이터 사이의 간극에 위치되어 상기 피스톤과 연결부재에 의해 연결되도록 설치되는 영구자석으로 구성된다. 여기서, 상기 코일 권선체는 상기 이너 스테이터의 외측에 고정될 수 있다. 리니어 모터에서 상기 코일 권선체에 전류가 인가됨에 따라 전자기력이 발생되고, 발생된 전자기력과 영구자석의 상호작용에 의해 영구자석이 왕복 직선 운동하게 되며, 영구자석과 연결된 피스톤이 실린더 내부에서 왕복 직선 운동하게 된다.

[0029] 도 1 및 도 2를 참조하면, 일 실시 예에 따른 압축기 제어 장치는, 부하 변동에 따른 필요 냉력을 근거로 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경한다.

[0030] 도 1을 참조하면, 일 실시 예에 따른 압축기 제어 장치는, 부하 검출 유닛(100)과 제어 유닛(200)을 포함하여 구성된다. 부하 검출 유닛(100)은 상기 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출한다. 제어 유닛(200)은 상기 부하에 따라 압축기 운전 모드를 결정한다. 또 제어 유닛은 상기 압축기 운전 모드에 따라 상기 운전 주파수 또는 상기 피스톤의 중심 위치 또는 상기 운전 주파수 및 상기 피스톤의 중심 위치를 변경한다.

[0031] 도 2를 참조하면, 상기 압축기 제어 장치는, 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 유닛(610)과, 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 유닛(620)을 더 포함하여 구성된다.

[0032] 전류 검출 유닛(610)은 압축기의 부하, 또는 냉동 시스템의 부하,에 따라 압축기에 인가되는 구동 전류를 검출한다. 상기 전류 검출 유닛은 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출한다. 전압 검출 유닛(620)은 압축기에 인가되는 구동 전압을 검출한다. 상기 전압 검출 유닛은 압축기의 부하에 따라 압축기 모터의 양단 간에 인가되는 모터 전압을 검출한다.

[0033] 상기 압축기 제어 장치는, 상기 압축기 모터 전류와 상기 압축기 모터 전압을 이용하여 압축기의 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 유닛(630)을 더 포함하여 구성된다. 상기 모터 전압, 모터 전류 및 스트로크와의 관계는 하기와 같다. 스트로크 연산 유닛(630)은 각각 전압 검출 유닛(620)을 통해 검출된 모터 전압과, 전류 검출 유

닛(610)을 통해 검출된 모터 전류를 근거로 하기의 식을 이용해 스트로크를 연산할 수 있다.

수학식 1

[0034]
$$x = \frac{1}{\alpha} \int (V_m - Ri - L \frac{di}{dt}) dt$$

[0035] 여기서, x는 스트로크, a는 모터 상수, V_m은 모터 전압, R은 저항, L은 인덕턴스, i는 모터 전류를 의미한다.

[0036] 제어 유닛(200)은 스트로크 지령치(xref)를 입력받고, 스트로크 연산 유닛(630)이 연산한 스트로크 추정치(x)와 스트로크 지령치를 비교한다. 제어 유닛은 스트로크 추정치와 스트로크 지령치를 비교하고, 비교 결과에 따라 제어 신호를 발생한다. 여기서, 상기 제어 신호는 일반적으로 인버터의 스위칭 소자들, 또는 트라이악에 대한 PWM(Pulse Width Modulation, 펄스폭변조) 전압 듀티를 제어하는 PWM 신호이다.

[0037] 도 2를 참조하면, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 검출하는 주파수 검출 유닛(400)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제어 유닛(200)은 주파수 지령치(fref)와 검출된 운전 주파수(f)를 이용하여 압축기에 대해 주파수 제어를 수행한다. 또, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 피스톤의 초기 위치와 상기 스트로크를 이용하여 상기 초기 위치로부터 상기 피스톤의 중심 위치가 이동한 밀립량을 검출하는 밀립량 검출 유닛(500)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제어 유닛(200)은 밀립량 지령치(dref)와 검출된 밀립량을 이용하여 밀립량 제어를 수행한다. 여기서, 상기 밀립량은 피스톤의 초기 위치로부터 중심 위치가 이동한 변위를 나타낸다. 상기 밀립량은 (스트로크/2)에서 피스톤의 초기 위치를 뺀 값으로 검출될 수 있다. 도 7에 도시한 바와 같이, 부하가 증가할수록 밀립량도 증가한다.

[0038] 부하 검출 유닛(100)은 압축기 부하, 즉 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출한다. 압축기 부하의 크기는 일 예로 모터 전류와 스트로크 추정치의 위상차, 모터 전압과 스트로크 추정치의 위상차를 이용하여 검출될 수 있다. 또, 압축기 부하의 크기는 가스 스프링 상수(K_g)를 사용하여 검출할 수 있다. 압축기 부하의 크기는 또 다른 예로 가스 댐핑 상수(C_g)를 사용하여 검출할 수 있다.

[0039] 도 3을 참조하면, 다른 실시 예에 따른 압축기 제어 장치는, 전류 검출 유닛(610)과, 전압 검출 유닛(620)과, 스트로크 연산 유닛(630)과, 위상차 검출 유닛(110)과, 제어 유닛(200)을 포함하여 구성된다.

[0040] 전류 검출 유닛(610)은 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하고, 전압 검출 유닛(620)은 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출한다. 스트로크 연산 유닛(630)은 상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 스트로크를 연산한다. 스트로크는 상기 수학식 1을 통해 연산, 검출될 수 있다. 위상차 검출 유닛(110)은 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전류와, 상기 피스톤의 스트로크 사이의 위상차를 검출한다.

[0041] 제어 유닛(200)은 필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 변경하거나, 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 중심 위치를 변경하거나, 또는 상기 운전 주파수와 상기 피스톤의 중심 위치를 동시에 변경한다. 제어 유닛(200)은 필요 냉력을 직접 입력받거나, 위상차 검출 유닛(110)이 검출한 위상차를 근거로 필요 냉력을 산출할 수 있다. 또, 하기와 같이 제어 유닛(200)은 가스 스프링 상수나 가스 댐핑 상수를 근거로 필요 냉력을 산출할 수 있다.

[0042] 도 4를 참조하면, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 스프링 상수를 연산하는 가스스프링상수 연산 유닛(120)을 더 포함할 수 있다. 또 다른 예로, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 모터 전류와, 상기 스트로크와, 상기 위상차를 근거로 가스 댐핑 상수를 연산하는 가스댐핑상수 연산 유닛(미도시)을 더 포함할 수 있다.

[0043] 압축기 내의 피스톤은 압축기 모터에 의해 왕복 직선 운동하더라도 운동방향으로 탄성 지지될 수 있도록 각종 스프링이 설치된다. 구체적으로 기계 스프링(Mechanical Spring)의 일종인 코일 스프링이 피스톤의 운동방향으로 밀폐용기 및 실린더에 탄성 지지되도록 설치된다. 또, 압축공간으로 흡입된 냉매 역시 가스 스프링(Gas Spring)으로 작용하게 된다. 이때, 코일 스프링은 일정한 기계 스프링 상수(Mechanical Spring Constant; K_m)를 가지고, 가스 스프링은 부하에 따라 가변되는 가스 스프링 상수(Gas Spring Constant; K_g)를 가진다. 기계 스프링 상수(K_m) 및 가스 스프링 상수(K_g)를 고려하여 압축기의 고유주파수(f_n)가 결정된다. 상기 고유주파수(f_n)과 기계 및 가스 스프링 상수(K_m, K_g) 간의 관계는 하기와 같다.

수학식 2

[0044]

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_m + K_g}{M}}$$

[0045] 여기서, 상기 f_n 은 피스톤의 고유주파수, K_m 은 기계 스프링 상수, K_g 는 가스 스프링 상수이며, M 은 피스톤의 질량이다.

[0046] 가스 스프링 상수는 모터 전류와 스트로크 추정치를 근거로 하기 수학식과 같이 연산될 수 있다.

수학식 3

[0047]

$$K_g = \alpha \left| \frac{I(j\omega)}{X(j\omega)} \right| \cos(\theta_{i,x}) + M\omega^2 - K_m$$

[0048] 여기서, 상기 α 는 모터 상수, ω 는 운전주파수, K_m 은 기계 스프링 상수, K_g 는 가스 스프링 상수이며, M 은 피스톤의 질량, $|I(j\omega)|$ 는 한주기 전류 피크값, $|X(j\omega)|$ 는 한주기 스트로크 피크값을 나타낸다.

[0049] 압축기 부하의 크기는 또 다른 예로 가스 댐핑 상수(C_g)를 사용하여 검출할 수 있다. 가스 댐핑 상수(C_g)는 스트로크 추정치와 모터 전류(전압)의 위상차를 이용하여 하기 수학식과 같이 연산될 수 있다.

수학식 4

[0050]

$$C_g = \frac{\alpha}{\omega} \left| \frac{I(j\omega)}{X(j\omega)} \right| \sin(\theta_{i,x})$$

[0051] 여기서, 상기 α 는 모터 상수, ω 는 운전주파수, C_g 는 가스 댐핑 상수이며, $|I(j\omega)|$ 는 한주기 전류 피크값, $|X(j\omega)|$ 는 한주기 스트로크 피크값을 나타낸다.

[0052] 도 4를 참조하면, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 압축기 모터의 운전 주파수를 검출하는 주파수 검출 유닛(400)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제어 유닛(200)은 주파수 지령치(f_{ref})와 검출된 운전 주파수(f)를 이용하여 압축기에 대해 주파수 제어를 수행한다. 또, 상기 압축기 제어 장치는, 상기 피스톤의 초기 위치와 상기 스트로크를 이용하여 상기 초기 위치로부터 상기 피스톤의 중심 위치가 이동한 밀립량을 검출하는 밀립량 검출 유닛(500)을 더 포함할 수 있다. 이 경우, 제어 유닛(200)은 밀립량 지령치(d_{ref})와 검출된 밀립량을 이용하여 밀립량 제어를 수행한다. 여기서, 상기 밀립량은 피스톤의 초기 위치로부터 중심 위치가 이동한 변위를 나타낸다. 상기 밀립량은 (스트로크/2)에서 피스톤의 초기 위치를 뺀 값으로 검출될 수 있다. 도 7에 도시한 바와 같이, 부하가 증가할수록 밀립량도 증가한다.

[0053] 이하에서는 도 5 및 도 6을 참조하여 실시 예들에 따른 압축기 제어 장치의 동작을 설명한다. 도 5는 냉력에 따른 효율을 나타낸 그래프이고, 도 6은 압축기 운전 모드에 따른 스트로크 변화를 보인 도이다.

[0054] 먼저, 도 6을 참조하면, 상기 압축기 운전 모드는 필요 냉력에 따라 4가지의 운전 모드로 구분될 수 있다. 운전 모드 1에서 운전 모드 4로 갈수록 필요 냉력이 증가한다. 상기 압축기 운전 모드들은 저장 유닛(210)에 미리 저장될 수 있다. 제어 유닛(200)은 필요 냉력에 따라 압축기 운전 모드들 중 하나의 운전 모드를 선택하여 압축기를 운전할 수 있다. 일 예로, 제어 유닛(200)은 하나 이상의 기준 냉력을 미리 설정하고, 필요 냉력과 상기 하나 이상의 기준 냉력을 비교하여 압축기 운전 모드들 중 하나의 운전 모드를 선택한다.

[0055] 필요 냉력이 제1 기준 냉력보다 작으면, 제어 유닛(200)은 운전 모드 1과 같이 일정한 스트로크(스트로크=소)로 압축기를 운전한다. 이 경우, 스트로크 지령치는 작아진다. 필요 냉력이 제1 기준 냉력 이상이면, 제어 유닛

(200)은 최대 스트로크(full stroke)로 압축기를 운전한다. 이 경우, 도 6에 도시한 바와 같이, 제어 유닛(200)은 운전 모드 2로 압축기를 운전한다. 예를 들어, 제어 유닛(200)은 모터 전류와 스트로크 추정치의 위상차를 이용하여 상사점을 검출하고, 상사점에서의 피스톤의 위치를 고려한 최대 스트로크로 압축기를 운전한다. 도 5에 도시한 바와 같이, 냉력이 60 내지 100%일 때에는 스트로크만을 제어하여 효율을 유지하는 것이 좋다.

[0056] 제어 유닛(200)은 필요 냉력이 상기 제1 기준 냉력보다 큰 제2 기준 냉력 이상이면, 상기 운전 주파수를 증가하거나 상기 밀립량을 증가하여 상기 압축기를 운전한다. 예를 들어, 냉력이 110% 필요한 경우이다. 이 경우, 도 6에 도시한 바와 같이, 제어 유닛(200)은 운전 모드 3으로 압축기를 운전한다. 일 예로, 제어 유닛(200)은 운전 주파수를 검출하고, 검출한 운전 주파수가 증가하도록 주파수 지령치를 증가시킨다. 예를 들어, 현재 공진 주파수로 압축기가 운전되고 있는 경우에, 제어 유닛은 공진 주파수 이상으로 운전 주파수를 증가시킨다. 즉, 60Hz로 압축기가 운전되는 경우에 61 내지 65Hz로 운전 주파수를 증가시킨다.

[0057] 다른 예로, 제어 유닛(200)은 도 7에 도시한 바와 같이, 밀립량을 증가시킴으로써 압축기 용량이 증대되도록 한다. 예를 들어, 제어 유닛(200)은 피스톤의 충돌 없이 원하는 냉력(용량)을 갖도록 직류 전압 또는 직류 전류를 인가하여 밀립량을 증가시킨다.

[0058] 제어 유닛(200)은 필요 냉력이 상기 제2 기준 냉력보다 큰 제3 기준 냉력 이상이면, 상기 운전 주파수를 증가하고, 상기 밀립량을 증가하여 상기 압축기를 운전한다. 예를 들어, 냉력이 120% 필요한 경우이다. 즉, 제어 유닛(200)은 운전 주파수를 증가시키고 동시에 직류 전압을 증가시켜 밀립량을 증가시킨다. 이 경우, 도 6에 도시한 바와 같이, 제어 유닛(200)은 운전 모드 4로 압축기를 운전한다.

[0059] 도 8을 참조하면, 일 실시 예에 따른 압축기 제어 방법은, 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하는 전류 검출 단계(S110)와, 상기 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출하는 전압 검출 단계(S120)와, 상기 모터 전류와 상기 모터 전압을 이용하여 상기 스트로크를 연산하는 스트로크 연산 단계(S130)와, 상기 연산된 스트로크와 스트로크 지령치를 근거로 압축기를 운전하는 압축기 운전 단계를 포함하여 구성된다. 여기서, 상기 압축기 운전 단계는, 필요 냉력에 따라 상기 압축기 모터의 운전 주파수 또는 상기 압축기 모터 내에 구비된 피스톤의 밀립량을 변경한다.

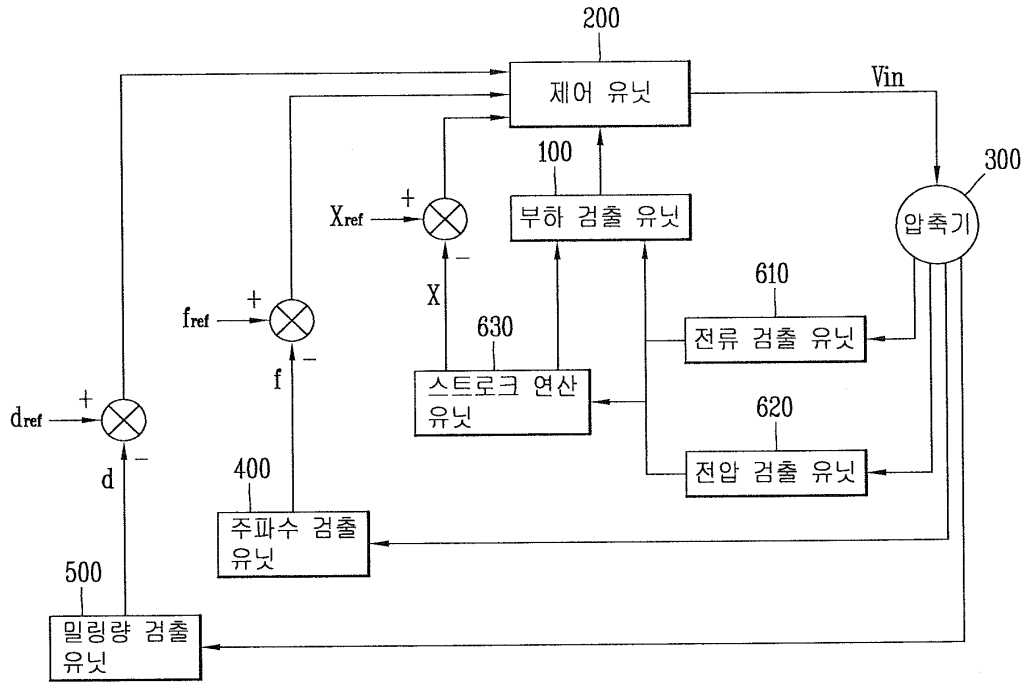
[0060] 도 9를 참조하면, 다른 실시 예에 따른 압축기 제어 방법은, 전류 검출 단계(S210)와, 전압 검출 단계(S220)와, 스트로크 연산 단계(S230)와, 압축기 운전 단계를 포함하여 구성된다. 또, 상기 압축기 제어 방법은, 상기 압축기 모터에 걸리는 부하의 크기를 검출하는 부하 검출 단계(S240)를 더 포함하여 구성된다. 압축기 부하의 크기는 일 예로 모터 전류와 스트로크 추정치의 위상차, 모터 전압과 스트로크 추정치의 위상차를 이용하여 검출될 수 있다. 또, 압축기 부하의 크기는 가스 스프링 상수(K_g)를 사용하여 검출할 수 있다. 압축기 부하의 크기는 또 다른 예로 가스 댐핑 상수(C_g)를 사용하여 검출할 수 있다. 또, 상기 압축기 제어 방법은 하나 이상의 압축기 운전 모드를 미리 설정한다(S10).

[0061] 압축기 제어 장치는 압축기 모터에 인가되는 모터 전류를 검출하고(S110, S210), 압축기 모터에 인가되는 모터 전압을 검출한다(S120, S220). 또, 압축기 제어 장치는 모터 전류와 모터 전압을 이용하여 스트로크를 연산한다(S130, S230). 스트로크는 상기 수학식 1을 통해 연산, 검출될 수 있다.

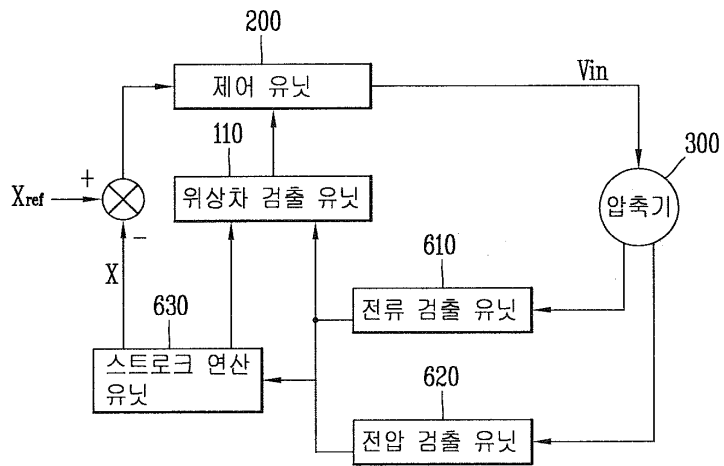
[0062] 도 5는 냉력에 따른 효율을 나타낸 그래프이고, 도 6은 압축기 운전 모드에 따른 스트로크 변화를 보인 도이다. 먼저, 도 6을 참조하면, 압축기 제어 장치는 필요 냉력에 따라 하나 이상의 압축기 운전 모드 (예를 들어, 운전 모드 1 내지 4)를 설정한다(S10). 운전 모드 1에서 운전 모드 4로 갈수록 필요 냉력이 증가한다. 압축기 제어 장치는, 도 8에 도시한 바와 같이, 하나 이상의 기준 냉력을 미리 설정하고, 필요 냉력과 상기 하나 이상의 기준 냉력을 비교하여 압축기를 운전할 수 있다. 또, 상기 압축기 제어 장치는, 도 9에 도시한 바와 같이, 필요 냉력에 따라 압축기 운전 모드들 중 하나의 운전 모드를 선택하여 압축기를 운전할 수 있다.

[0063] 압축기 제어 장치는 필요 냉력이 제1 기준 냉력보다 작으면, 운전 모드 1과 같이 일정한 스트로크(스트로크=소)로 압축기를 운전한다(S141, S251). 이 경우, 스트로크 지령치는 작아진다. 압축기 제어 장치는 필요 냉력이 제1 기준 냉력 이상이면, 최대 스트로크(full stroke)로 상기 압축기를 운전한다(S151). 이 경우, 도 6에 도시한 바와 같이, 압축기 제어 장치는 운전 모드 2로 압축기를 운전한다(S261). 예를 들어, 상기 압축기 제어 장치는 모터 전류와 스트로크 추정치의 위상차를 이용하여 상사점을 검출하고, 상사점에서의 피스톤의 위치를 고려한 최대 스트로크로 압축기를 운전한다. 도 5에 도시한 바와 같이, 냉력이 60 내지 100%일 때에는 스트로크만을 제어하여 효율을 유지하는 것이 좋다.

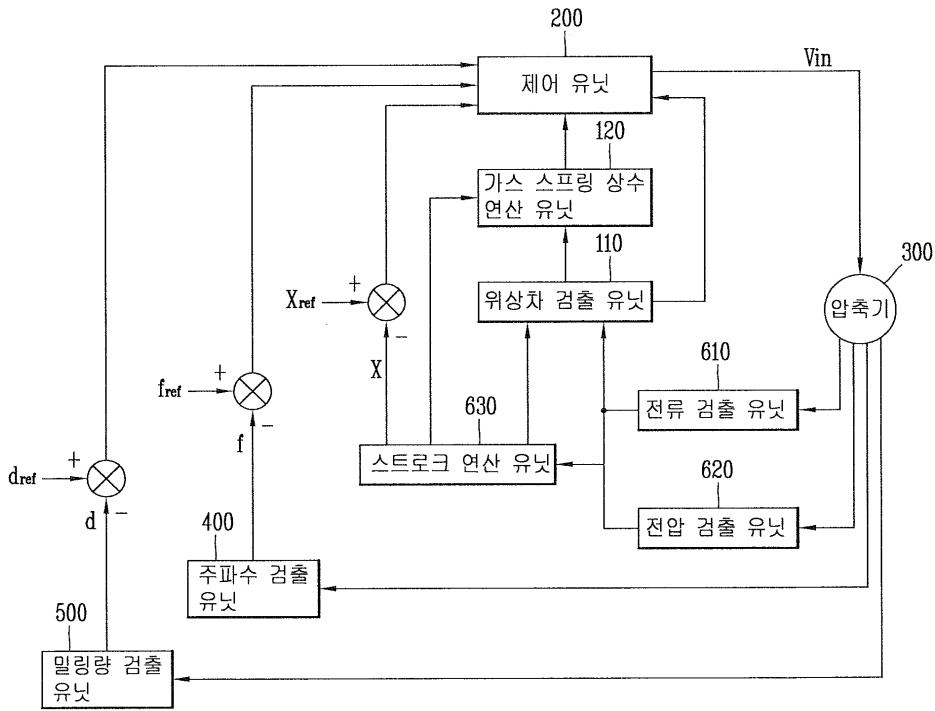
도면2



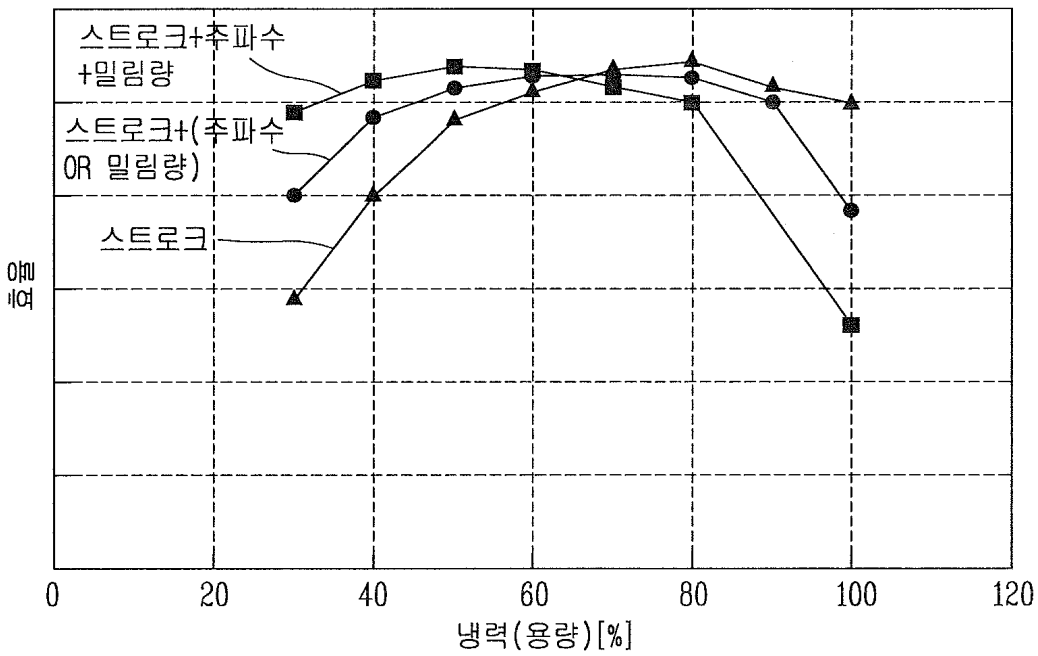
도면3



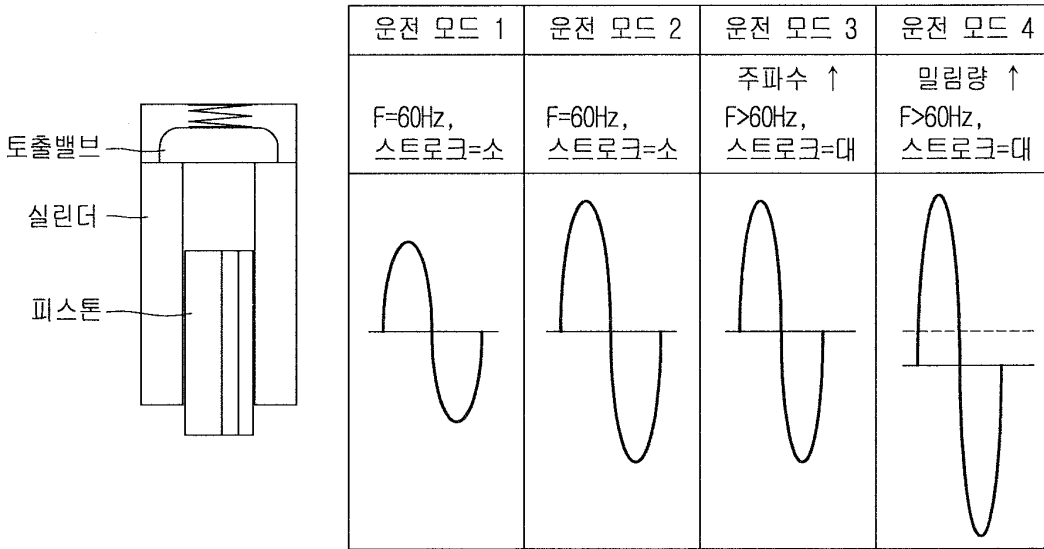
도면4



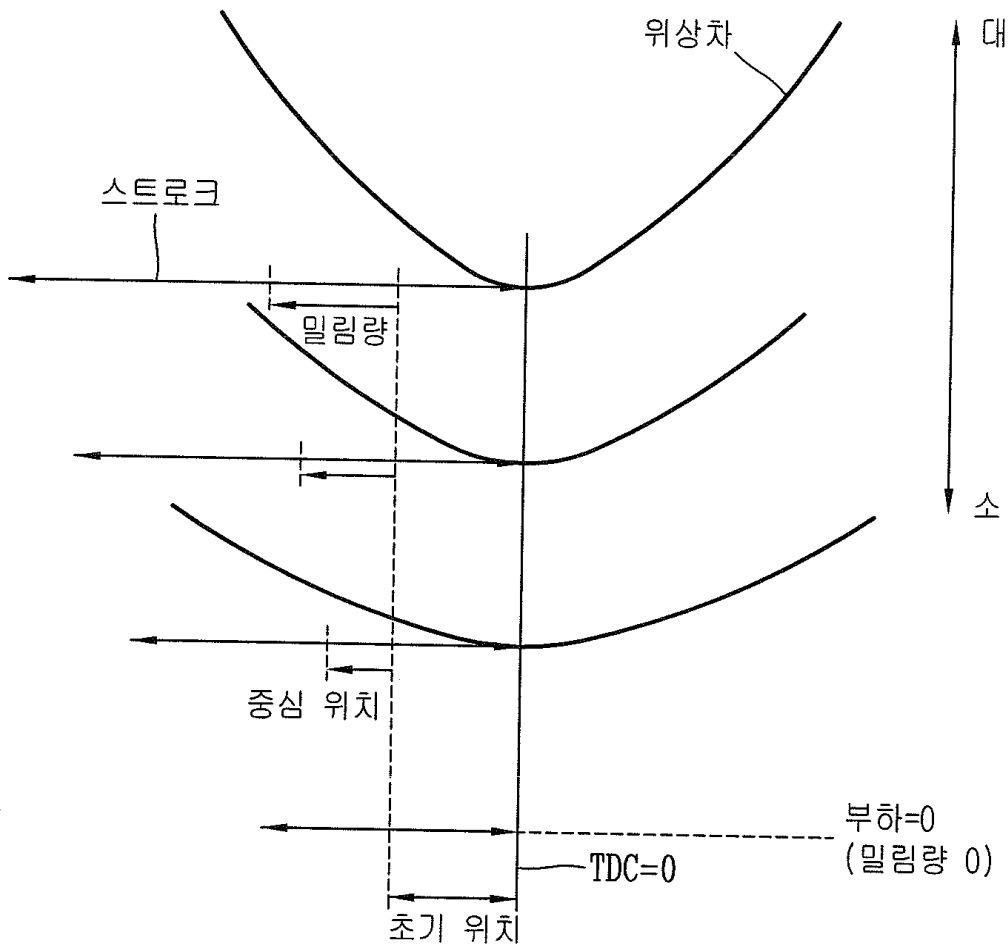
도면5



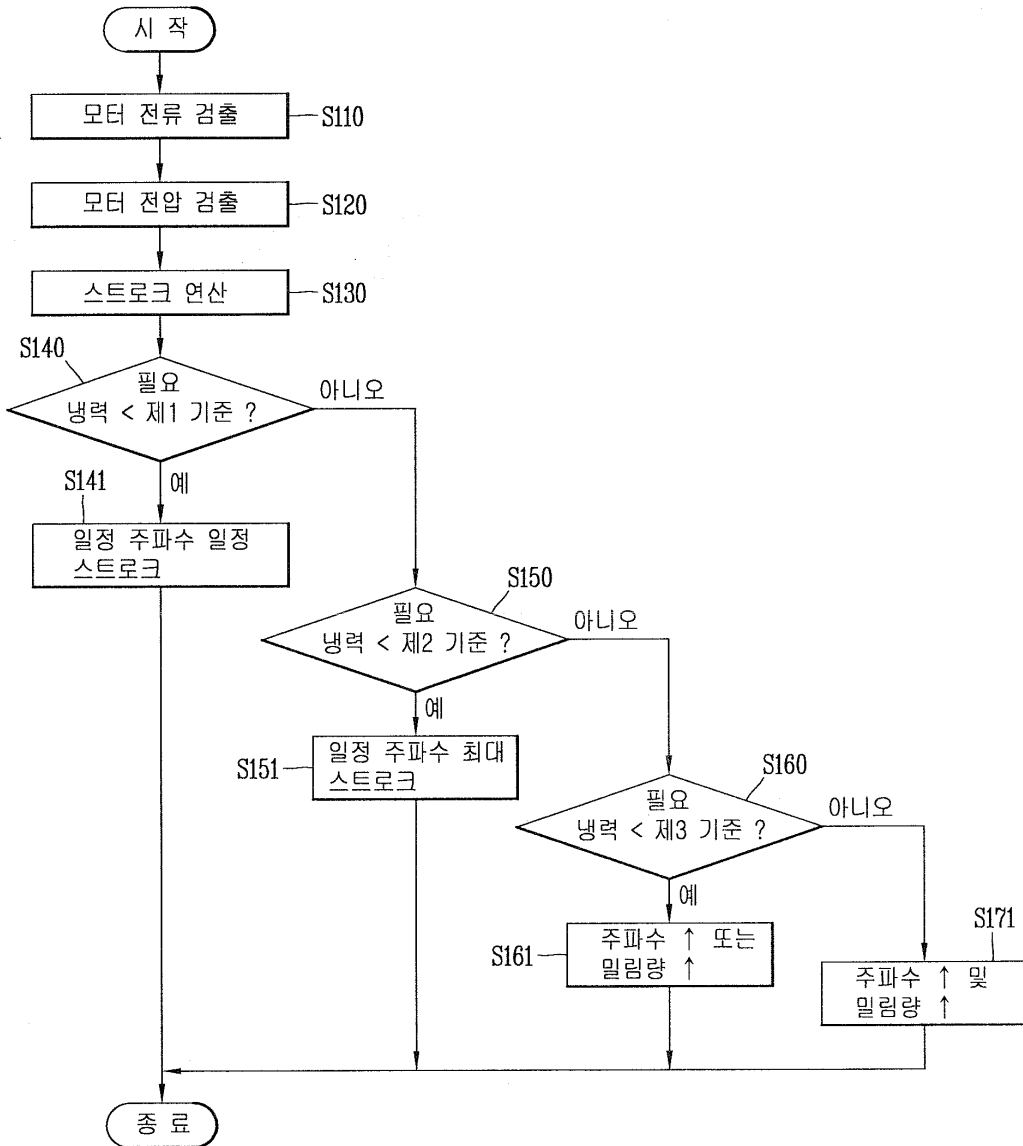
도면6



도면7



도면8



도면9

