



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월13일

(11) 등록번호 10-1559878

(24) 등록일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01M 13/00 (2006.01) F16K 11/00 (2006.01)

F16K 31/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0107629

(22) 출원일자 2014년08월19일

심사청구일자 2014년08월19일

(56) 선행기술조사문헌

JP07134080 A*

서자호, 최규정, 남용윤, 이근호, 굴삭기용 독립 미터링 밸브가 에너지 절약에 미치는 영향 연구, 대한기계학회 춘추학술대회, 2013년 5월, 제67-68쪽.*

JP09208148 A

JP20110388894 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

한국기계연구원

대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)

(72) 발명자

남용윤

대전 유성구 관평1로 12, 701동 201호 (관평동, 대덕테크노밸리7단지아파트)

송진섭

대전광역시 유성구 배울2로 3 대덕테크노밸리8단지아파트 807동 301호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

김동진

전체 청구항 수 : 총 12 항

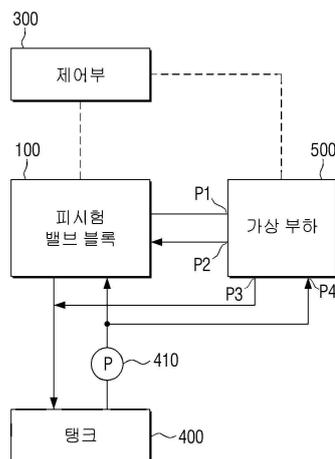
심사관 : 오군규

(54) 발명의 명칭 **밸브 시험용 가상 부하 및 이를 이용한 밸브 블록 시험 방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 밸브 블록 시험용 가상 부하에 있어서, 피시험 밸브 블록으로부터 유체가 유입되는 제1 입력포트; 상기 피시험 밸브 블록으로 유체를 배출하는 제1 배출포트; 유체 탱크로 유체를 배출하는 제2 배출포트; 및 상기 제1 입력포트, 제1 배출포트, 및 제2 배출포트 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브;를 포함하고, 상기 제1 입력포트를 통해 상기 가상 부하로 유입된 유체를 상기 제1 배출포트와 제2 배출포트로 나누어 배출할 수 있는 밸브 블록 시험용 가상 부하가 제공된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이근호

대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트
411-702

한정우

대전 유성구 엑스포로 448, 306동 1004호 (전민동,
엑스포아파트)

박영준

대전 유성구 배울2로 42, 514동 1101호 (관평동,
신동아파밀리에)

서자호

대전광역시 유성구 노은서로76번길 75-10 (노은동)
202호

김진균

대전 서구 청사로 281, 221동 502호 (둔산동, 샘머
리아파트2단지)

이영수

대전광역시 동구 계족로140번길 129(용운동)

김홍섭

대전광역시 유성구 관평1로 12 706동 302호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	NK180F
부처명	미래창조과학부
연구관리전문기관	산업기술연구회
연구사업명	주요사업
연구과제명	극한 환경 시스템 하중 해석 및 평가 기술 개발 (3/3)
기 여 율	1/1
주관기관	기계연구원
연구기간	2014.01.01 ~ 2014.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

밸브 블록 시험용 가상 부하에 있어서,

피시험 밸브 블록에 연결되어 유체를 입력받거나 배출하는 제1 포트(P1);

피시험 밸브 블록에 연결되어 유체를 입력받거나 배출하는 제2 포트(P2);

유체 탱크에 연결되어 유체를 배출하는 제3 포트(P3);

유체 탱크에 연결되어 유체를 입력받는 제4 포트(P4); 및

상기 제1 내지 제4 포트 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브;를 포함하고,

상기 복수개의 유량제어밸브는,

상기 제1 포트와 제2 포트 사이의 제1 경로상에 개재된 제1 유량제어밸브(51);

상기 제1 포트와 제3 포트 사이에 개재된 제2 유량제어밸브(52);

상기 제1 포트와 제2 포트 사이의 제2 경로상에 개재된 제3 유량제어밸브(53); 및

상기 제4 포트와 제1 포트 사이에 개재된 제4 유량제어밸브(54);를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 가상 부하는,

상기 제1 포트를 통해 상기 가상 부하로 유입된 유체를 상기 제2 포트와 제3 포트로 나누어 배출할 수 있고,

상기 제2 포트와 제4 포트를 통해 상기 가상 부하로 유입된 유체를 상기 제1 포트로 배출할 수 있는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제 7 항에 있어서, 상기 가상 부하는 가상 실린더 부하이므로,

상기 제1 포트(P1)는 실린더 내의 피스톤측에 연결된 유체 입출력포트에 대응하고, 상기 제2 포트(P2)는 실린더 내의 피스톤 로드측에 연결된 유체 입출력포트에 대응하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

유체 탱크에 연결되어 유체를 입력받는 제5 포트(P5);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 상기 복수개의 유량제어밸브는,

상기 제5 포트와 제2 포트 사이에 개재된 제5 유량제어밸브(55);를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제5 포트(P5)를 통해 입력받은 유체를 상기 제2 포트(P2)를 통해 상기 피시험 밸브 블록으로 배출하고, 상기 1 포트(P1)를 통해 상기 피시험 밸브 블록으로부터 유체를 입력받아 상기 제3 포트(P3)를 통해 배출할 수 있는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험용 가상 부하.

청구항 15

제7항, 제8항, 및 제11항 중 어느 한 항의 밸브 블록 시험용 가상 부하(550)를 사용하여 피시험 밸브 블록(100)을 시험하는 방법에 있어서,

상기 가상 부하(550)의 동작 모드를 선택하는 단계;

선택된 상기 동작 모드에 따라, 상기 피시험 밸브 블록(100)의 적어도 하나의 밸브 및 상기 가상 부하(550)의 상기 복수개의 유량제어밸브의 개폐를 설정하는 단계; 및

선택된 상기 동작 모드에 따라, 상기 피시험 밸브 블록(100)과 상기 가상 부하(550) 중 적어도 하나에 유압을 인가하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 가상 부하(550)는 가상 실린더 부하이므로,

상기 동작 모드는 실린더의 피스톤측에 유압을 인가하는 모드("하강 모드") 및 실린더의 피스톤 로드측에 유압을 인가하는 모드("상승 모드") 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서, 상기 유압을 인가하는 단계는,

상기 선택된 동작 모드가 하강 모드인 경우, 상기 피시험 밸브 블록(100)에만 유체를 공급하고,

상기 선택된 동작 모드가 상승 모드인 경우, 상기 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(550)에 각각 유체를 공급

하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

청구항 18

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항의 밸브 블록 시험용 가상 부하(550)를 사용하여 피시험 밸브 블록(100)을 시험하는 방법에 있어서,

상기 밸브 블록 시험용 가상 부하(550)의 동작 모드를 선택하는 단계;

선택된 상기 동작 모드에 따라, 상기 피시험 밸브 블록(100)의 적어도 하나의 밸브 및 상기 가상 부하의 상기 복수개의 유량제어밸브의 개폐를 설정하는 단계; 및

선택된 상기 동작 모드에 따라, 상기 피시험 밸브 블록(100)과 상기 가상 부하(550) 중 적어도 하나에 유압을 인가하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 가상 부하(550)는 가상 실린더 부하이고,

상기 동작 모드는 실린더의 피스톤측에 유압을 인가하는 모드("하강 모드"), 실린더의 피스톤 로드측에 유압을 인가하는 모드("상승 모드"), 및 실린더의 피스톤에 인가된 부하의 자중에 의해 하강하는 모드("회생 모드") 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 유압을 인가하는 단계는,

상기 선택된 동작 모드가 하강 모드인 경우, 상기 피시험 밸브 블록(100)에만 유체를 공급하고,

상기 선택된 동작 모드가 상승 모드인 경우, 상기 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(550)에 각각 유체를 공급하고,

상기 선택된 동작 모드가 회생 모드인 경우, 상기 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(550)에 각각 유체를 공급하는 것을 특징으로 하는 밸브 블록 시험 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 밸브 블록의 시험에 사용되는 부하(load)에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 밸브 블록 시험에 사용할 수 있는 가상 부하(virtual load) 및 이를 이용한 밸브 블록 시험 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 오늘날 굴삭기와 같은 중장비의 동작에 유압 실린더가 대부분 사용되며 유압 실린더는 전자비례밸브와 같은 전자적으로 제어되는 밸브에 의해 실린더 동작이 제어된다. 이러한 제어 밸브는 대개 복수개의 밸브로 이루어진 한 단위의 밸브 블록으로 구성되며, 제조된 밸브 블록이 제대로 제어되고 동작하는지 시험하기 위해 테스트를 거치기도 한다.

[0003] 이와 관련하여 도1은 종래의 밸브 블록 시험 장치를 나타낸다. 도면을 참조하면, 시험 대상이 되는 피시험 밸브 블록(100)은 제어부(300)에 의해 전기적으로 연결되고, 부하(200) 및 유체 탱크(400)에 유압라인으로 연결된다. 부하(200)는 예컨대 실린더가 될 수 있고, 유체 탱크(400)는 펌프(410)를 통해 피시험 밸브(100)에 유체를 공급한다. 이러한 구성에서, 제어부(300)가 피시험 밸브 블록(100)의 밸브들을 개폐 제어하여 부하(200)를 동작시키면서 피시험 밸브 블록(100)이 정상적으로 동작하는지를 테스트한다.

[0004] 도2는 도1에 따른 피시험 밸브 블록과 부하의 구체적 일 예를 나타낸다. 도1과 도2를 참조하면, 시험 대상인 피시험 밸브 블록(100)은 도2에서 5개의 밸브(11,12,13,14,15)로 구성된다. 도2에서 부하(200)는 실린더 부하이다. 실린더 부하(200)는 복동 실린더(double acting cylinder)로서, 피스톤(21)과 피스톤 로드(22)로 이루어진 피스톤 어셈블리(20)가 실린더 내에서 (도면상에서) 상하로 왕복운동할 수 있다. 즉 피스톤측 공간에 연결된 제1 포트(P1)로 유체를 공급하여 피스톤 어셈블리(20)를 하강시키거나 피스톤 로드측 공간에 연결된 제2

포트(P2)로 유체를 공급하여 피스톤 어셈블리(20)를 상승시킬 수 있다.

[0005] 이와 같이 종래에 밸브 블록을 시험하기 위해 실제 실린더를 밸브 블록에 연결하여 시험하는 방법이 있으나, 실린더 크기가 크고 제어 및 관리가 용이하지 않기 때문에 시험 장치를 구현하는 것이 쉽지 않다는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 피시험 밸브 블록을 시험하기 위해 실제의 부하를 대체하는 가상 부하를 제공함으로써 피시험 밸브 블록의 시험을 용이하게 수행할 수 있도록 하는 가상부하 및 이를 이용한 시험 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 밸브 블록 시험용 가상 부하에 있어서, 피시험 밸브 블록으로부터 유체가 유입되는 제1 입력포트; 상기 피시험 밸브 블록으로 유체를 배출하는 제1 배출포트; 유체 탱크로 유체를 배출하는 제2 배출포트; 및 상기 제1 입력포트, 제1 배출포트, 및 제2 배출포트 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브;를 포함하고, 상기 제1 입력포트를 통해 상기 가상 부하로 유입된 유체를 상기 제1 배출포트와 제2 배출포트로 나누어 배출할 수 있는 밸브 블록 시험용 가상 부하가 제공된다.

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 밸브 블록 시험용 가상 부하에 있어서, 피시험 밸브 블록으로부터 유체가 유입되는 제1 입력포트; 유체 탱크로부터 유체가 유입되는 제2 입력포트; 상기 피시험 밸브 블록으로 유체를 배출하는 제1 배출포트; 및 상기 제1 입력포트, 제2 입력포트, 및 제1 배출포트 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브;를 포함하고, 상기 제1 입력포트와 제2 입력포트를 통해 상기 가상 부하로 유입된 유체를 상기 제1 배출포트로 배출할 수 있는 밸브 블록 시험용 가상 부하가 제공된다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 밸브 블록 시험용 가상 부하에 있어서, 피시험 밸브 블록에 연결되어 유체를 입력받거나 배출하는 제1 포트(P1); 피시험 밸브 블록에 연결되어 유체를 입력받거나 배출하는 제2 포트(P2); 유체 탱크에 연결되어 유체를 배출하는 제3 포트(P3); 유체 탱크에 연결되어 유체를 입력받는 제4 포트(P4); 및 상기 제1 내지 제4 포트 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브;를 포함하는 밸브 블록 시험용 가상 부하가 제공된다.

[0010] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상술한 밸브 블록 시험용 가상 부하를 사용하여 밸브 블록을 시험하는 방법에 있어서, 상기 가상 부하의 동작 모드를 선택하는 단계; 선택된 상기 동작 모드에 따라, 피시험 밸브 블록의 밸브들 및 상기 가상 부하의 밸브들의 개폐를 설정하는 단계; 및 선택된 상기 동작 모드에 따라, 상기 피시험 밸브 블록과 상기 가상 부하 중 적어도 하나에 유압을 인가하는 단계;를 포함하는 밸브 블록 시험 방법이 제공된다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 피시험 밸브 블록의 시험시 실제 부하를 동작 모드를 그대로 재현할 수 있는 가상 부하를 제공할 수 있다.

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 실제 부하를 대체할 수 있는 가상 부하를 제공함으로써 피시험 밸브 블록의 시험을 정확하면서도 용이하게 수행할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도1은 종래의 밸브 블록 시험 장치를 설명하기 위한 도면,
- 도2는 도1에 따른 피시험 밸브 블록과 부하의 예시적 구성을 나타내는 도면,
- 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 블록 시험 장치를 나타내는 도면,
- 도4는 밸브 블록 시험시 실린더 부하의 하강 모드 동작을 설명하기 위한 도면,
- 도5는 본 발명의 일 실시예에 따른 하강모드용 가상 부하를 설명하기 위한 도면,

- 도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 하강모드용 가상 부하를 설명하기 위한 도면,
- 도7은 밸브 블록 시험시 실린더 부하의 상승 모드 동작을 설명하기 위한 도면,
- 도8은 본 발명의 일 실시예에 따른 상승모드용 가상 부하를 설명하기 위한 도면,
- 도9는 밸브 블록 시험시 실린더 부하의 회생 모드 동작을 설명하기 위한 도면,
- 도10은 본 발명의 일 실시예에 따른 회생모드용 가상 부하를 설명하기 위한 도면,
- 도11은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 블록 시험용 가상 부하의 예시적 구성을 나타내는 도면,
- 도12는 실린더의 하강 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하의 밸브 개폐 상태를 나타내는 도면,
- 도13은 실린더의 상승 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하의 밸브 개폐 상태를 나타내는 도면,
- 도14는 실린더의 회생 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하의 밸브 개폐 상태를 나타내는 도면,
- 도15는 일 실시예에 따른 밸브 블록 시험용 가상 부하를 사용하여 밸브 블록을 시험하는 예시적 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0015] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소의 "위"(또는 "아래", "오른쪽", 또는 "왼쪽")에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소의 위(또는 아래, 오른쪽, 또는 왼쪽)에 직접 위치될 수 있거나 또는 그들 사이에 제3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한, 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0016] 또한 본 명세서에서 구성요소간의 위치 관계를 설명하기 위해 사용되는 '상부(위)', '하부(아래)', '좌측', '우측', '전면', '후면' 등의 표현은 절대적 기준으로서의 방향이나 위치를 의미하지 않으며, 각 도면을 참조하여 본 발명을 설명할 때 해당 도면을 기준으로 설명의 편의를 위해 사용되는 상대적 표현이다.
- [0017] 본 명세서에서 제1, 제2 등의 용어가 구성요소들을 기술하기 위해서 사용된 경우, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0018] 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다(comprise)' 및/또는 '포함하는(comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0019] 이하, 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명하도록 한다. 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는 데 있어 혼돈을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0020] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 밸브 블록 시험 장치를 나타내는 도면이다.
- [0021] 도면을 참조하면, 밸브 블록 시험 장치는 피시험 밸브 블록(100), 제어부(300), 유체 탱크(400), 및 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 부하(500)를 포함할 수 있다.
- [0022] 피시험 밸브 블록(100)은 시험 대상인 밸브 블록으로서, 예컨대 도2에 도시한 복수개의 밸브(11 내지 15)로 이루어진 밸브 블록일 수 있다.

- [0023] 가상 부하(500)는 종래의 실제 부하(200)를 대체하는 부하로서, 본 발명의 일 실시예에서 가상 부하(500)는 전자적으로 개폐를 제어할 수 있는 복수개의 비례제어밸브를 포함한다. 도시한 실시예에서 가상 부하(500)는 가상의 실린더 부하라고 가정한다. 즉 도2에 도시한 실제 실린더 부하(200)를 대체하여, 피시험 밸브 블록(100)의 관점에서 실제 실린더 부하(200)와 동일하게 작동하는 부하이다.
- [0024] 제어부(300)는 피시험 밸브 블록(100)의 밸브들을 각각 제어하도록 연결되고 또한 가상 부하(500)를 구성하는 밸브들도 제어하도록 가상 부하(500)와도 연결된다.
- [0025] 유체 탱크(400)는 유체 피시험 밸브 블록(100) 및 가상 부하(500)에 공급할 유체(오일 또는 물 등의 유체)를 저장하며, 하나 이상의 펌프(410)를 이용하여 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(500)에 유체를 공급할 수 있다.
- [0026] 바람직할 실시예에서, 가상 부하(500)는 피시험 밸브 블록(100)과 연결되는 두 개의 포트(P1, P2)를 포함한다. 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(500)는 포트(P1, P2)를 통과하는 연결유로에 의해 연결되어 유체가 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(500) 사이를 이동할 수 있다. 이 때 가상 부하(500)는 제어부(300)의 제어에 의해, 두 개의 포트(P1, P2)에서의 유체의 압력 및 이에 따른 유량이 도1 또는 도2의 포트(P1, P2)에서의 유압 및 유량과 동일하도록 제어된다. 그러므로 피시험 밸브 블록(100)의 입장에서, 가상 부하(500)와 연결되는 연결유로에서의 감지 유압과 유량이 실제 부하(200)일 때의 연결유로의 유압 및 유량과 동일하게 인식되므로 가상 부하(500)가 실제 부하(200)인 것처럼 간주될 수 있다.
- [0027] 한편 도1 또는 도2의 종래 구성과 비교할 때 도3의 실시예에서 가상 부하(500)와 유체 탱크(400)는 포트(P3, P4)를 통과하는 연결유로에 의해 연결되어 유체가 가상부하(500)와 탱크(400) 사이를 이동할 수 있다. 이것은 피시험 밸브 블록(100)과 가상 부하(500) 사이의 포트(P1, P2)에서의 유량과 유압을 실제 부하(200)의 연결시와 동일하게 맞추기 위해 가상 부하(500) 내의 유체 중 일부를 유체 탱크(400)로 추가로 더 배출하거나 탱크(400)로부터 유체를 추가로 더 공급받기 위해서이다. 이 가상부하(500)와 탱크(400) 사이의 포트(P3, P4)와 연결유로는 실시 형태에 따라 개수가 달라질 수 있다. 예를 들어, 이하의 도면을 참조하여 후술하겠지만, 실린더가 하강하는 하강 동작의 구현시, 가상 부하(500)에서 탱크(400)로 유체를 배출하기 위해 1개의 연결유로가 필요하고 탱크(400)에서 가상 부하(500)로 유체를 공급하는 연결유로는 필요하지 않을 수 있고, 실린더가 상승하는 상승 동작 구현시, 가상 부하(500)에서 탱크(400)로 유체를 배출하는 연결유로는 필요하지 않고 탱크(400)에서 가상 부하(500)로 유체를 공급하는 연결유로가 필요할 수 있다.
- [0028] 이하에서 도4 내지 도10을 참조하여 실제 실린더 부하(200)의 각 동작 모드에 대응하여 이를 동일하게 구현할 수 있는 예시적인 가상 부하 구성을 설명하기로 한다.
- [0029] 도4는 종래의 실린더 부하(200)의 하강 동작시 피시험 밸브 블록을 시험하는 경우를 나타내며, 도5 및 도6은 이 하강 동작 모드시 본 발명에 따른 가상 부하의 예시적 실시예를 나타낸다.
- [0030] 우선 도4를 참조하면 시험 대상인 피시험 밸브 블록은 도2에서와 동일한 피시험 밸브 블록이고 실제의 실린더 부하(200)에 연결되어 있다고 가정한다. 즉 제1 내지 제5 밸브(11, 12, 13, 14, 15)로 이루어진 피시험 밸브 블록이 두 개의 연결유로에 의해 실린더 부하(200)의 포트(P1, P2)에 연결되어 있다.
- [0031] 실린더 부하(200)는 피스톤(21)과 피스톤 로드(22)로 이루어진 피스톤 어셈블리(20)가 실린더 내에 장착되어 (도면상에서) 상하로 왕복운동할 수 있다. 이러한 구성에서 피스톤 어셈블리(20)가 하강 동작을 하기 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록 중 빗금으로 표시한 두 개의 밸브(11, 14)를 개방하고 나머지 밸브(12, 13, 15)를 폐쇄하도록 제어한다. (이하의 도면에서 빗금으로 표시한 밸브는 개방되었음을 의미한다.) 이에 따라 도4의 유압 라인에서 굵은 선으로 표시한 것처럼 펌프(410)에 의해 피시험 밸브 블록에 유입된 유체가 제1 밸브(11)를 통과하여 포트(P1)을 통해 실린더 부하(200)의 피스톤측 공간으로 주입되고 이 주입된 유체의 유압에 의해 피스톤 어셈블리(20)가 아래로 하강 동작을 한다. 이 때 피스톤 로드측 공간에 채워져 있던 유체는 포트(P2)를 통해 피시험 밸브 블록으로 다시 유입되었다가 제4 밸브(14)를 통과하여 배출되어 유체 탱크(400)로 되돌아간다.
- [0032] 이 때 실린더 부하(200)의 피스톤측 공간은 피스톤 로드측 공간에 비해 피스톤 로드(22)의 체적만큼 부피가 크다. 따라서 예를 들어 포트(P1)를 통해 실린더 부하(200)의 피스톤측 공간으로 예컨대 100만㎤의 유량이 주입되었다고 하면, 피스톤 로드측 공간에서 포트(P2)를 통해 빠져나가는 유량은 예컨대 80이 된다.
- [0033] 즉 피시험 밸브 블록의 관점에서 볼 때 유체 탱크(400)에서 유입된 유량 중 포트(P1)를 통해 100만㎤의 유량이 실린더 부하(200)로 주입됨과 동시에 포트(P2)를 통해 80만㎤의 유량이 실린더 부하(200)에서 배출되어 피시험 밸브 블록으로 다시 공급된 후 유체 탱크(400)로 되돌아가게 된다.

- [0034] 도5는 위와 같은 하강 동작 모드시 적용가능한 일 실시예에 따른 가상 부하(510)를 도시하였다. 도시한 일 실시예에서 가상 부하(510)는 도4의 실제 실린더 부하(200)를 대체하는 가상 실린더 부하이다.
- [0035] 도면을 참조하면, 가상 부하(510)는 피시힘 밸브 블록과 연결되는 제1 및 제2 포트(P1, P2) 및 유체 탱크(400)와 연결되는 하나의 포트(P3)를 포함한다. 실린더 하강 동작 모드에서, 제1 포트(P1)는 피시힘 밸브 블록으로부터 가상 부하(510)로 유체가 유입되는 입력포트로서 기능하고 제2 포트(P2)는 가상 부하(510)로부터 피시힘 밸브 블록으로 유체를 배출하는 배출포트로서 기능한다. 또한 제3 포트(P3)는 가상 부하(510)로부터 유체 탱크(400)로 유체를 배출하는 배출포트로서 기능한다.
- [0036] 일 실시예에서 가상 부하(510)는 상술한 제1 내지 제3 포트(P1,P2,P3) 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브를 포함한다. 도5의 실시예에서 가상 부하(510)는 제1 유량제어밸브(V1)(51)와 제2 유량제어밸브(V2)(52)를 포함하며, 제1 유량제어밸브(51)는 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이에 위치하고 제2 유량제어밸브(52)는 제1 포트(P1)와 제3 포트(P3) 사이에 위치한다.
- [0037] 또한 도면에 도시하지 않았지만 제어부(300)는 피시힘 밸브 블록의 모든 밸브들(11,12,13,14,15)과 가상 부하(510)의 모든 밸브들(51,52)의 각각의 개폐량을 제어할 수 있도록 제어라인이 이들 밸브들의 각각과 연결되어 있다. 또한 펌프(410)는 유체 탱크(400) 또는 도시하지 않은 다른 유체 탱크로부터 유체를 공급받아 피시힘 밸브 블록 및/또는 가상 부하(510)로 유체를 공급하도록 구성된다.
- [0038] 이러한 구성에서, 도5에 도시한 것처럼 실린더 하강 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시힘 밸브 블록을 제어하여 제1 밸브(11)와 제4 밸브(14)만 개방하고 나머지 밸브(12,13,15)를 폐쇄하고, 이 상태에서 가상 부하(510)의 제1 유량제어밸브(51)와 제2 유량제어밸브(52)의 개폐량을 제어한다. 이에 따라 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(510)로 유입된 유체가 제2 포트(P2)와 제3 포트(P3)로 나누어 배출될 수 있다.
- [0039] 즉 도5의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼 펌프(410)에 의해 피시힘 밸브 블록에 유입된 유체가 제1 밸브(11)를 통과하여 가상 부하(510)의 제1 포트(P1)로 주입되고, 이 주입된 유체 중 일부는 가상 부하(510)의 제1 유량제어밸브(51)를 통과하여 제2 포트(P2)로 배출된 후 피시힘 밸브 블록의 제4 밸브(14)를 거쳐 유체 탱크(400)로 귀환하고, 나머지 유체는 가상 부하(510)의 제2 유량제어밸브(52)를 통과하여 유체 탱크(400)로 귀환한다. 따라서 제1 및 제2 유량제어밸브(51,52)를 적절히 제어함으로써, 예컨대 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(510)로 유입되는 유량을 100이라고 하면, 그 중 80만큼의 유량을 제1 유량제어밸브(51)와 제4 밸브(14)를 통해 유체 탱크(400)로 귀환시키고 나머지 20만큼의 유량을 제2 유량제어밸브(52)를 통해 유체 탱크(400)로 귀환하도록 제어할 수 있다.
- [0040] 즉 도4의 동작과 비교할 때, 피시힘 밸브 블록의 관점에서 도5의 제1 포트(P1)는 도4의 실제 부하(200)의 피스톤측에 연결된 포트(P1)에 대응하고 도5의 제2 포트(P2)는 도4의 실제 부하(200)의 피스톤 로드측에 연결된 포트(P2)에 대응하며, 이러한 구성에서 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(510)로 주입하는 유량과 제2 포트(P2)를 통해 가상 부하(510)로부터 배출되는 유량을 도4의 실제 부하(200)와 동일하게 맞출 수 있으므로, 가상 부하(510)는 피시힘 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.
- [0041] 한편 도5의 실시예에서 제3 포트(P3)는 가상 부하(510)와 유체 탱크(400) 사이를 연결하는 포트이므로 피시힘 밸브 블록이 가상 부하(510)를 보는 관점에는 영향을 미치지 않음을 이해할 것이다.
- [0042] 도6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 하강모드용 가상 부하를 설명하기 위한 도면으로, 실린더의 하강 동작 모드시 적용가능한 대안적 실시예에 따른 가상 부하(520)를 도시하였다. 도5의 가상 부하(510)와 비교할 때 도6의 실시예에 따른 가상 부하(520)는 제2 유량제어밸브(52)와 위치만 상이하며 나머지 구성은 모두 동일하다.
- [0043] 가상 부하(520)는 피시힘 밸브 블록과 연결되는 제1 및 제2 포트(P1, P2) 및 유체 탱크(400)와 연결되는 하나의 포트(P3)를 포함하며, 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이에 위치하는 제1 유량제어밸브(51) 및 제2 포트(P2)와 제3 포트(P3) 사이에 위치하는 제2 유량제어밸브(52)를 포함한다. 이에 따라 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(520)로 유입된 유체는 제2 유량제어밸브(52)의 개폐량 제어에 의해 제2 포트(P2)와 제3 포트(P3)로 나누어 배출될 수 있다.
- [0044] 따라서 제1 및 제2 유량제어밸브(51,52)를 적절히 제어함으로써, 예컨대 제1 포트(P1)를 통해 100만큼의 유량이 가상 부하(520)로 유입된다고 하면, 그 중 20만큼의 유량에 제2 유량제어밸브(52)를 통해 유체 탱크(400)로 귀환하고 나머지 80만큼의 유량이 제4 밸브(14)를 통과한 후 유체 탱크(400)로 귀환될 수 있다.
- [0045] 즉 도6의 대안적 실시예에서도 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(520)로 주입되는 유량과 제2 포트(P2)를 통해 가

상 부하(520)로부터 피시험 밸브 블록으로 유입되는 유량을 도4의 실제 부하(200)와 동일하게 맞출 수 있으므로 가상 부하(520)에 의해 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있게 된다.

- [0046] 상술한 도5 및 도6의 실시예에서 알 수 있듯이 피시험 밸브 블록의 관점에서 볼 때 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있는 가상 부하(510,520)는 여러 가지 실시예가 존재할 수 있다. 즉 가상 부하(510,520)의 포트(P1, P2) 사이에 개재되는 유압 라인과 밸브 배열의 변경을 통해 다양한 가상 부하를 구현할 수 있으며 본 발명은 어느 특정 구현예에 제한되지 않음을 이해할 것이다.
- [0047] 도7은 종래의 실린더 부하(200)의 상승 동작시 피시험 밸브 블록을 시험하는 경우를 나타내며, 도8은 이 상승 동작 모드시 본 발명에 따른 가상 부하의 예시적 실시예를 나타낸다.
- [0048] 도7에서 시험 대상인 피시험 밸브 블록은 도2에서와 동일한 피시험 밸브 블록이고 실제의 실린더 부하(200)에 연결되어 있다고 가정한다. 즉 제1 내지 제5 밸브(11, 12, 13, 14, 15)로 이루어진 피시험 밸브 블록이 두 개의 연결유로에 의해 실린더 부하(200)의 포트(P1,P2)에 연결되어 있다.
- [0049] 이러한 구성에서 피스톤 어셈블리(20)가 상승 동작을 하기 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록 중 두 개의 밸브(12,13)를 개방하고 나머지 밸브(11,14,15)를 폐쇄하도록 제어한다. 이에 따라 도7의 유압라인에서 굵은 선으로 표시한 것처럼 펌프(410)에 의해 피시험 밸브 블록에 유입된 유체가 제3 밸브(13)를 통과하여 포트(P2)를 통해 실린더 부하(200)의 피스톤 로드측 공간으로 주입되고 이 주입된 유체의 유압에 의해 피스톤 어셈블리(20)가 위로 상승하게 된다. 이 때 피스톤측 공간에 채워져 있던 유체는 포트(P1)를 통해 피시험 밸브 블록으로 유입되었다가 제2 밸브(12)를 통과하여 유체 탱크(400)로 배출된다.
- [0050] 이 때 실린더 부하(200)의 피스톤측 공간이 피스톤 로드측 공간에 비해 피스톤 로드(22)의 체적만큼 부피가 크므로, 예를 들어 포트(P2)를 통해 실린더 부하(200)의 피스톤 로드측 공간으로 주입되는 유량이 예컨대 80이라고 하면, 피스톤측 공간에서 포트(P1)를 통해 빠져나가는 유량은 예컨대 100이 된다.
- [0051] 즉 피시험 밸브 블록의 관점에서 볼 때 유체 탱크(400)에서 유입된 유량 중 포트(P2)를 통해 80만큼의 유량이 실린더 부하(200)로 주입됨과 동시에 포트(P1)를 통해 100만큼의 유량이 실린더 부하(200)에서 배출되어 피시험 밸브 블록으로 다시 공급된 후 유체 탱크(400)로 되돌아가게 된다.
- [0052] 도8은 위와 같은 상승 동작 모드시 적용가능한 일 실시예에 따른 가상 부하(530)를 도시하였다. 도시한 일 실시예에서 가상 부하(530)는 도7의 실제 실린더 부하(200)를 대체하는 가상 실린더 부하이다.
- [0053] 도면을 참조하면, 가상 부하(530)는 피시험 밸브 블록과 연결되는 제1 및 제2 포트(P1, P2) 및 유체 탱크(400)와 연결되는 제4 포트(P4)를 포함한다. 실린더 상승 동작 모드에서, 제2 포트(P2)는 피시험 밸브 블록으로부터 가상 부하(530)로 유체가 유입되는 입력포트로서 기능하고 제1 포트(P1)는 가상 부하(530)로부터 피시험 밸브 블록으로 유체를 배출하는 배출포트로서 기능한다. 또한 제4 포트(P4)는 펌프(410)에 의해 유체 탱크(400)로부터 가상 부하(530)로 유체가 유입되는 입력포트로서 기능한다.
- [0054] 일 실시예에서 가상 부하(530)는 상술한 포트(P1,P2,P4) 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브를 포함한다. 도8의 실시예에서 가상 부하(530)는 제3 유량제어밸브(V3)(53)와 제4 유량제어밸브(V4)(54)를 포함하며, 제3 유량제어밸브(53)는 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이에 위치하고 제4 유량제어밸브(54)는 제4 포트(P4)와 제1 포트(P1) 사이에 위치한다.
- [0055] 또한 도면에 도시하지 않았지만 제어부(300)는 피시험 밸브 블록의 모든 밸브들(11,12,13,14,15)과 가상 부하(530)의 모든 밸브들(53,54)의 각각의 개폐량을 제어할 수 있도록 제어라인이 이들 밸브들의 각각과 연결되어 있다. 또한 펌프(410)는 유체 탱크(400) 또는 도시하지 않은 다른 유체 탱크로부터 유체를 공급받아 피시험 밸브 블록 및/또는 가상 부하(530)로 유체를 공급한다.
- [0056] 이러한 구성에서, 실린더 상승 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록을 제어하여 제2 밸브(12)와 제3 밸브(13)만 개방하고 나머지 밸브(11,14,15)를 폐쇄하고, 이 상태에서 가상 부하(530)의 제3 유량제어밸브(53)와 제4 유량제어밸브(54)의 개폐량을 제어한다.
- [0057] 이에 따라 제2 포트(P2)와 제4 포트(P4)를 통해 가상 부하(530)로 유입된 유체가 제1 포트(P1)를 통해 배출될 수 있다. 즉 도8의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼 펌프(410)에 의해 공급되는 유체 중 일부는 피시험 밸브 블록의 제3 밸브(13)를 통과하여 가상 부하(530)의 제2 포트(P2)로 주입되고 나머지 유체는 가상 부하(530)의 제4 포트(P4)를 통해 가상 부하(530)로 직접 주입된다. 제2 포트(P2)와 제4 포트(P4)를 통해 가상 부하(530)로 주입된 유체는 가상 부하(530)의 제3 유량제어밸브(53)와 제4 유량제어밸브(54)를 통과한 뒤 제2 포트(P2)를 통

해 피시험 밸브 블록으로 배출되고 그 후 피시험 밸브 블록의 제2 밸브(12)를 통과하여 유체 탱크(400)로 귀환한다.

[0058] 따라서 제3 및 제4 유량제어밸브(53,54)를 적절히 개폐하여 예컨대 제2 포트(P2)를 통해 가상 부하(530)로 유입되는 유량을 80으로 제어하고 제4 포트(P4)를 통해 가상 부하로 유입되는 유량을 20으로 제어함으로써 100만큼의 유량이 제1 포트(P1)를 통해 유체 탱크(400)로 귀환하게 할 수 있다.

[0059] 도7의 실제 실린더 부하(200)가 연결되어 있는 구성과 비교할 때, 피시험 밸브 블록의 관점에서 도8의 제1 포트(P1)는 도7의 실제 부하(200)의 피스톤측에 연결된 포트(P1)에 대응하고 도8의 제2 포트(P2)는 도7의 실제 부하(200)의 피스톤 로드측에 연결된 포트(P2)에 대응하며, 이러한 구성에서 피시험 밸브 블록이 제2 포트(P2)를 통해 가상 부하(530)로 주입하는 유량과 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(530)로부터 유입받는 유량을 도7의 실제 부하(200)의 경우와 동일하게 맞출 수 있으므로, 가상 부하(530)는 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.

[0060] 한편 도8의 실시예에서 제4 포트(P4)는 가상 부하(530)와 유체 탱크(400) 사이를 연결하는 포트이므로 피시험 밸브 블록이 가상 부하(530)를 보는 관점에는 영향을 미치지 않음을 이해할 것이다.

[0061] 도9는 종래의 실린더 부하(200)의 회생 동작시 피시험 밸브 블록을 시험하는 경우를 나타내며, 도10은 이 회생 모드 동작시 본 발명에 따른 가상 부하의 예시적 실시예를 나타낸다.

[0062] 우선 도9에서 시험 대상인 피시험 밸브 블록은 도2에서와 동일한 피시험 밸브 블록이고 실제의 실린더 부하(200)에 연결되어 있다고 가정한다. 제1 내지 제5 밸브(11, 12, 13, 14, 15)로 이루어진 피시험 밸브 블록이 두 개의 연결유로에 의해 실린더 부하(200)의 포트(P1,P2)에 연결되어 있다.

[0063] 이러한 구성에서 제어부(300)의 제어에 의해 피시험 밸브 블록의 제1 밸브(11) 및 제5 밸브(15)만 개방하고 나머지 밸브(12,13,14)를 모두 폐쇄하면 실린더 부하(200)는 예컨대 부하(200)의 피스톤 로드(22)의 자체 하중 또는 피스톤 로드측에 연결된 매스(mass)의 하중에 의해 피스톤 어셈블리(20)가 자연적으로 하강하게 된다. 이에 따라 도9의 유압라인에서 굵은 선으로 표시한 것처럼 피스톤 로드측 공간에 채워져 있던 유체가 제2 포트(P2)를 통해 배출되어 피시험 밸브 블록의 제5 밸브(15)와 제1 포트(P1)를 차례로 통과하여 피스톤측 공간으로 유입되는 회생 모드 동작을 한다. 즉 회생 모드는 피시험 밸브 블록의 관점에서 볼 때 포트(P2)를 통해 실린더 부하(200)로부터 피시험 밸브 블록으로 유입된 유체가 포트(P1)를 통해 실린더 부하(200)로 다시 유입되는 동작이다. 이 때 펌프(410) 및 제1 밸브(11)를 통해 유체 탱크(400)에서 유체를 포트(P1)측으로 추가로 공급하는 이유는, 피스톤 로드측 공간에 채워진 유체가 피스톤측 공간에 채워진 유체에 비해 피스톤 로드(22)의 부피만큼 유체가 부족하기 때문이다.

[0064] 도10은 위와 같은 회생 동작 모드시 적용가능한 일 실시예에 따른 가상 부하(540)를 도시하였다. 도시한 일 실시예에서 가상 부하(540)는 도9의 실제 실린더 부하(200)를 대체하는 가상 실린더 부하이다.

[0065] 도면을 참조하면, 가상 부하(540)는 피시험 밸브 블록과 연결되는 제1 및 제2 포트(P1, P2) 및 유체 탱크(400)와 연결되는 제3 및 제5 포트(P3,P5)를 포함한다. 실린더 회생 동작 모드에서, 제1 포트(P1)는 피시험 밸브 블록 및 유체 탱크(400)로부터 가상 부하(540)로 유체가 유입되는 입력포트로서 기능하고 제2 포트(P2)는 가상 부하(540)에서 피시험 밸브 블록으로 유체를 배출하는 배출포트로서 기능한다. 그리고 제3 포트(P3)는 가상 부하(540)에서 유체 탱크(400)로 유체를 배출하는 배출포트로서 기능하고 제5 포트(P5)는 펌프(410)에 의해 유체 탱크(400)로부터 가상 부하(540)로 유체가 유입되는 입력포트로서 기능한다.

[0066] 일 실시예에서 가상 부하(540)는 상술한 포트(P1,P2,P3,P5) 사이에 개재된 복수개의 유량제어밸브를 포함하며, 도10의 예시적 일 실시예에서 가상 부하(540)는 제5 유량제어밸브(V5)(55)와 제6 유량제어밸브(V6)(56)를 포함한다. 제5 유량제어밸브(55)는 제2 포트(P2)와 제5 포트(P5) 사이에 위치하고 제6 유량제어밸브(56)는 제1 포트(P1)와 제3 포트(P3) 사이에 위치한다.

[0067] 또한 도면에 도시하지 않았지만 제어부(300)는 피시험 밸브 블록의 모든 밸브들(11,12,13,14,15)과 가상 부하(540)의 모든 밸브들(55,56)의 각각의 개폐량을 제어할 수 있도록 제어라인이 이들 밸브들의 각각과 연결되어 있고, 펌프(410)는 유체 탱크(400) 또는 도시하지 않은 다른 유체 탱크로부터 유체를 공급받아 피시험 밸브 블록 및/또는 가상 부하(540)로 유체를 공급하도록 구성된다.

[0068] 이러한 구성에서, 실린더 회생 동작 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록을 제어하여 제1 밸브(11)와 제5 밸브(15)를 개방하고 나머지 밸브(12,13,14)를 폐쇄하고, 이 상태에서 가상 부하(540)의 제5 유

량제어밸브(55)와 제6 유량제어밸브(56)의 개폐량을 제어한다.

- [0069] 이에 따라 도10의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼 제5 포트(P5)를 통해 유체 탱크에서 가상 부하(540)로 유입된 유체가 제2 포트(P2)를 통해 배출되어 피시험 밸브 블록으로 유입되고, 유체가 피시험 밸브 블록 내의 제5 밸브(15)를 통과하여 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(540)로 다시 유입된다. 또한 도9의 피스톤 로드(22)의 부피만큼의 유체가 제1 밸브(11) 및 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(540)로 추가로 유입된다. 이렇게 유입된 유체는 제3 포트(P3)를 통해 유체 탱크로 귀환한다.
- [0070] 즉 도10의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼 펌프(410)에 의해 공급되는 유체중 일부는 피시험 밸브 블록의 제1 밸브(11)를 통과하여 가상 부하(540)의 제1 포트(P1)로 주입되고 나머지 유체는 가상 부하(540)의 제5 포트(P5)에 직접 주입된다.
- [0071] 도9의 실제 실린더 부하(200)가 연결되어 있는 구성과 비교할 때, 피시험 밸브 블록의 관점에서 도10의 제1 포트(P1)는 도9의 실제 부하(200)의 피스톤측에 연결된 포트(P1)에 대응하고 도10의 제2 포트(P2)는 도9의 실제 부하(200)의 피스톤 로드측에 연결된 포트(P2)에 대응하며, 이러한 구성에서 제2 포트(P2)를 통해 피시험 밸브 블록으로 빠져나온 유체가 피시험 밸브 블록의 제5 밸브(15)를 통과하여 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(540)로 다시 유입되므로 가상 부하(540)는 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.
- [0072] 한편 도10의 실시예에서 제3 포트(P3)와 제5 포트(P5)는 가상 부하(540)와 유체 탱크(400) 사이를 연결하는 포트이므로 피시험 밸브 블록이 가상 부하(540)를 보는 관점에는 영향을 미치지 않음을 이해할 것이다.
- [0073] 이제 도11 내지 도15를 참조하여 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 가상 부하(550)를 설명하기로 한다. 이하에서 설명하는 가상 부하(550)는 도2의 실제 실린더 부하(200)에 대응하는 가상 실린더 부하이므로 실린더의 모든 동작 모드, 즉 상승, 하강, 및 회생 모드에서 적용 가능하다.
- [0074] 도11은 바람직한 일 실시예에 따른 밸브 블록 시험용 가상 부하의 예시적 구성을 나타낸다. 도11을 참조하면, 피시험 밸브 블록은 도2의 피시험 밸브 블록과 유사하게 제1 내지 제5 밸브(11, 12, 13, 14, 15)를 포함하며, 각각의 밸브(11~15)는 제어부(300)에 연결되어 밸브의 개폐가 제어될 수 있다.
- [0075] 밸브 블록 시험용 가상 부하(550)는 제1 내지 제5 포트(P1~P5) 및 이들 포트(P1~P5) 사이를 연결하는 유압라인 상에 개재된 복수개의 유량제어밸브를 포함한다.
- [0076] 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2)는 각각 피시험 밸브 블록에 연결되어 유체를 입력받거나 배출할 수 있다. 제3 포트(P3)는 유체 탱크(400)에 연결되어 유체를 유체 탱크로 배출할 수 있고, 제4 포트(P4)와 제5 포트(P5)는 펌프(410)를 통해 유체 탱크와 연결되어 유체 탱크로부터 유체를 입력받을 수 있다. 즉 가상 부하(550)는 제1 및 제2 포트(P1,P2)에 의해 피시험 밸브 블록과 연결되고 제3 내지 제5 포트(P3~P5)에 의해 유체 탱크와 연결된다.
- [0077] 가상 부하(550) 내에서 포트(P1~P5) 내부를 연결하는 유압라인 상에 개재되는 복수개의 유량제어밸브의 개수와 연결구조는 실시 형태에 따라 다양하게 구현될 수 있다. 도11에 도시한 예시적 실시예에서 상기 복수개의 유량제어밸브는 제1 내지 제5 유량제어밸브(51~55)를 포함한다.
- [0078] 제1 유량제어밸브(51)는 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이의 제1 경로상에 개재되고, 제2 유량제어밸브(52)는 제1 포트(P1)와 제3 포트(P3) 사이에 개재된다. 제3 유량제어밸브(53)는 제1 포트(P1)와 제2 포트(P2) 사이의 또 다른 경로(제2 경로) 상에 개재되고, 제4 유량제어밸브(54)는 제4 포트(P4)와 제1 포트(P1) 사이에 개재되고, 제5 유량제어밸브(55)는 제5 포트(P5)와 제2 포트(P2) 사이에 개재된다.
- [0079] 도면에 도시하지 않았지만 피시험 밸브 블록의 모든 밸브들(11,12,13,14,15)과 가상 부하(550)의 모든 밸브들(51,52,53,54,55)은 제어부(300)에 의해 각각의 개폐량이 제어될 수 있고, 펌프(410)는 유체 탱크(400) 또는 도시하지 않은 다른 유체 탱크로부터 유체를 공급받아 피시험 밸브 블록 및/또는 가상 부하(550)로 유체를 공급하도록 구성된다.
- [0080] 도2의 실제 실린더 부하(200)와 비교할 때, 상술한 도11의 가상 부하(550)의 제1 포트(P1)는 실린더의 피스톤측에 연결된 유체 입출력포트(도2의 P1)에 대응하고 제2 포트(P2)는 실린더의 피스톤 로드측에 연결된 유체 입출력포트(도2의 P2)에 대응함을 이해할 것이다.
- [0081] 도12는 실린더의 하강 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하(550)의 밸브 개폐 상태를 나타낸다.

- [0082] 실린더 하강 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록을 제어하여 제1 밸브(11)와 제4 밸브(14)만 개방하고 나머지 밸브(12,13,15)를 폐쇄하고, 또한 가상 부하(550)의 제1 및 제2 유량제어밸브(51,52)만 개방량을 제어하고 제3 내지 제5 유량제어밸브(53~55)는 폐쇄한다.
- [0083] 이에 따라 도12의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼, 펌프(410)에 의해 피시험 밸브 블록에 유입된 유체가 제1 밸브(11)를 통과하여 가상 부하(550)의 제1 포트(P1)로 주입되고, 이 주입된 유체 중 일부는 가상 부하(550)의 제1 유량제어밸브(51)를 통과하여 제2 포트(P2)로 배출된 후 피시험 밸브 블록의 제4 밸브(14)를 거쳐 유체 탱크(400)로 귀환하고 나머지 유체는 가상 부하(550)의 제2 유량제어밸브(52)와 제3 포트(P3)를 통과하여 유체 탱크(400)로 귀환한다.
- [0084] 이 때 제1 및 제2 유량제어밸브(51,52)의 제어를 통해 피시험 밸브 블록에서 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(550)로 주입하는 유량과 제2 포트(P2)를 통해 가상 부하(550)로부터 유입받는 유량을 도4의 실제 부하(200)와 동일하게 맞출 수 있으므로, 가상 부하(550)는 실린더 하강 모드 동작시 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.
- [0085] 도13은 실린더의 상승 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하(550)의 밸브 개폐 상태를 나타낸다.
- [0086] 실린더 상승 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록을 제어하여 제2 밸브(12)와 제3 밸브(13)만 개방하고 나머지 밸브(11,14,15)를 폐쇄하고, 또한 가상 부하(550)의 제3 및 제4 유량제어밸브(53,54)만 개방량을 제어하고 제1, 제2, 및 제5 유량제어밸브(51,52,55)는 폐쇄한다.
- [0087] 이에 따라 도13의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼, 펌프(410)에 의해 피시험 밸브 블록에 유입된 유체 중 일부가 제3 밸브(13)를 통과하여 가상 부하(550)의 제2 포트(P2)로 주입되고 나머지 유체는 가상 부하(550)의 제4 포트(P4)로 직접 주입되고, 이 주입된 유체가 합쳐져서 제1 포트(P1)로 배출된 후 피시험 밸브 블록의 제2 밸브(12)를 거쳐 유체 탱크(400)로 귀환한다.
- [0088] 이 때 제3 및 제4 유량제어밸브(53,54)의 제어를 통해 피시험 밸브 블록에서 제2 포트(P2)를 통해 가상 부하(550)로 주입하는 유량과 제1 포트(P1)를 통해 가상 부하(550)로부터 유입받는 유량을 도7의 실제 부하(200)와 동일하게 맞출 수 있으므로, 가상 부하(550)는 실린더 상승 모드 동작시 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.
- [0089] 도14는 실린더의 회생 모드 동작시 시험을 위해 피시험 밸브 블록 및 가상 부하(550)의 밸브 개폐 상태를 나타낸다.
- [0090] 실린더 회생 모드에서의 시험을 위해 제어부(300)는 피시험 밸브 블록을 제어하여 제1 밸브(11)와 제5 밸브(15)를 개방하고 나머지 밸브(12,13,14)를 폐쇄하고, 또한 가상 부하(550)의 제2 및 제5 유량제어밸브(52,55)만 개방량을 제어하고 제1, 제3, 및 제4 유량제어밸브(51,53,54)는 폐쇄한다.
- [0091] 이에 따라 도14의 굵은 유압라인으로 표시한 것처럼, 펌프(410)에 의해 공급된 유체의 일부는 피시험 밸브 블록의 제1 밸브(11)를 통과한 뒤 가상 부하(550)의 제1 포트(P1)로 유입되고 나머지 유체는 제5 포트(P5)를 통해 가상 부하(550)로 직접 유입된다. 제5 포트(P5)를 통해 유입된 유체는 제2 포트(P2)로 빠져 나와 피시험 밸브 블록으로 유입되어 제5 밸브(15)를 통과하여 가상 부하(550)의 제1 포트(P1)로 다시 유입되었다가 제2 유량제어밸브(52)와 제3 포트(P3)를 거쳐 유체 탱크(400)로 귀환하게 된다.
- [0092] 이 때 제2 및 제5 유량제어밸브(52,55)의 제어를 통해 가상 부하(550)의 제2 포트(P2)에서 나오는 유량과 가상 부하(550)의 제1 포트(P1)로 유입되는 유량을 도9의 실제 부하(200)와 동일하게 맞출 수 있으므로, 가상 부하(550)는 실린더 회생 모드 동작시 피시험 밸브 블록에 실제 부하(200)가 연결되어 있는 것처럼 재현할 수 있다.
- [0093] 도15는 일 실시예에 따라 도11의 가상 부하(550)를 이용하여 피시험 밸브 블록을 시험하는 예시적 방법을 나타낸다.
- [0094] 도15를 참조하면, 우선 단계(S110)에서 제어부(300)에 실린더 동작 모드가 입력된다. 실린더 동작 모드는 예컨대 실린더의 피스톤측에 유압을 인가하는 모드("하강 모드"), 실린더의 피스톤 로드측에 유압을 인가하는 모드("상승 모드"), 실린더의 피스톤에 인가된 부하의 자중에 의해 하강하는 모드("회생 모드") 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [0095] 이 때 용어 '상승' 및 '하강'은 실린더를 도2에서와 같이 수직으로 배치하였을 때 피스톤 어셈블리(20)의 동작

방향을 기준으로 명명한 것이다. 그러나 실시 형태에 따라 실린더를 수평으로 배치할 수도 있으므로 본 발명의 기술적 사상이 이러한 '상승', '하강'의 용어에 의해 제한되지 않음을 당업자는 이해할 것이다.

[0096] 단계(S110)에서 선택된 동작 모드에 따라, 단계(S140, S160, 또는 S180)에서 제어부(300)는 피시험 밸브 블록의 밸브들(11~15) 및 가상 부하(550)의 밸브들(51~55)의 개폐를 설정한다. 예를 들어 하강 모드가 선택된 경우, 제어부(300)는 피시험 밸브 블록의 제1 밸브(11)와 제4 밸브(14)만 개방하고 나머지 밸브(12, 13, 15)를 폐쇄하고 가상 부하(550)의 제1 및 제2 유량제어밸브(51, 52)만 개방량을 제어하고 제3 내지 제5 유량제어밸브(53~55)는 폐쇄할 수 있다. 또한 만일 상승 모드가 선택된 경우, 제어부(300)는 피시험 밸브 블록의 제2 밸브(12)와 제3 밸브(13)만 개방하고 나머지 밸브(11, 14, 15)를 폐쇄하고 가상 부하(550)의 제3 및 제4 유량제어밸브(53, 54)만 개방량을 제어하고 제1, 제2, 및 제5 유량제어밸브(51, 52, 55)는 폐쇄할 수 있다.

[0097] 이와 같이 단계(S140, S160, 또는 S180)에서 피시험 밸브 및 가상 부하(550)의 밸브들의 개폐 제어가 수행된 후 단계(S150, S170, 또는 S190)에서, 선택된 동작 모드에 따라 피시험 밸브 블록과 가상 부하(550) 중 적어도 하나에 유체를 공급하여 피시험 밸브 블록을 시험한다.

[0098] 이 단계(S150, S170, 또는 S190)에서, 예컨대 선택된 동작 모드가 하강 모드인 경우, 도12에 도시한 것처럼 유체 탱크(400)에서 공급된 유체는 피시험 밸브 블록으로 공급되고, 예컨대 선택된 동작 모드가 상승 모드인 경우 도13에서와 같이 유체 탱크(400)에서 공급된 유체는 피시험 밸브 블록과 가상 부하에 각각 공급되고, 또한 만일 선택된 동작 모드가 희생 모드인 경우에도 도14에서와 같이 유체 탱크(400)에서 공급되는 유체가 피시험 밸브 블록과 가상 부하(550)에 각각 공급되며, 이 상태에서 피시험 밸브 블록을 시험할 수 있다.

[0099] 이상 도면을 참조하여 설명한 본 발명의 예시적인 가상 부하(500, 510, 520, 530, 540, 550)는 임의의 종류의 밸브를 시험하는데 사용될 수 있다. 예컨대 피시험 밸브 블록을 구성하는 밸브(11~15)는 전자비례밸브, 포켓(poppet) 밸브 등이 될 수 있으나 이에 한정되지 않는다. 그리고 가상 부하(500, 510, 520, 530, 540, 550)를 구성하는 복수개의 밸브들(51, 52, 53, 54, 55)도 제어부(300)에 의해 개폐 및 개방량이 제어될 수 있으면 임의의 종류의 밸브로 구현되어도 무방하다.

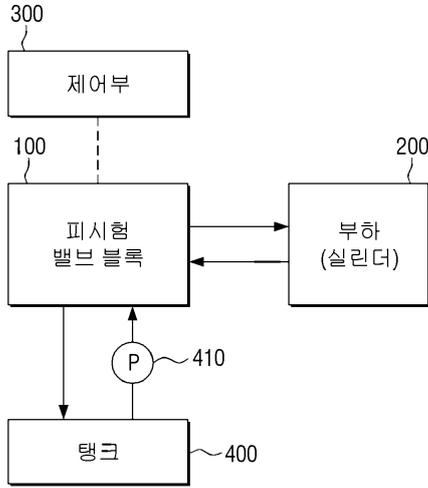
[0100] 이와 같이 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상술한 명세서의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

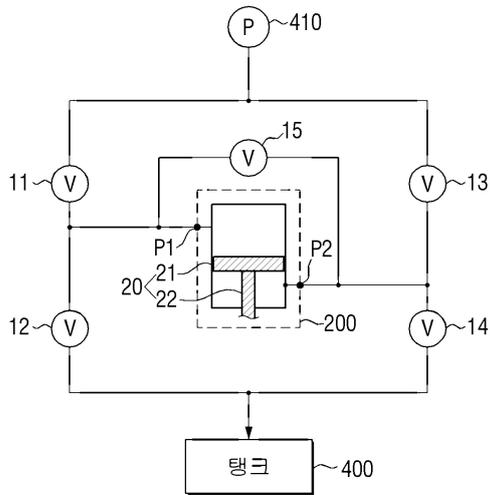
- [0101] 11, 12, 13, 14, 15: 피시험 밸브 블록의 밸브
- 20: 피스톤 어셈블리
- 51, 52, 53, 54, 55: 가상 부하의 유량제어밸브
- 100: 피시험 밸브 블록
- 200: 부하
- 300: 제어부
- 400: 유체 탱크
- 500, 510, 520, 530, 540, 550: 가상 부하

도면

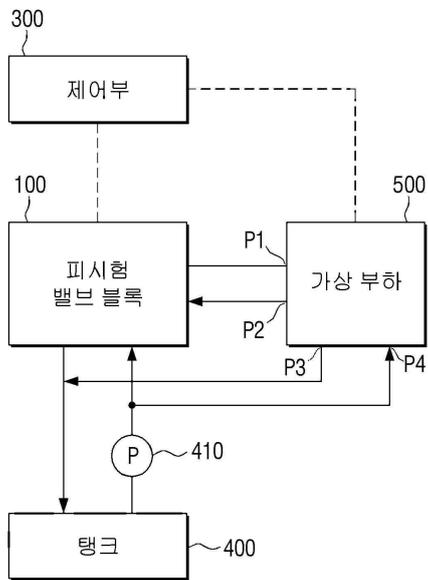
도면1



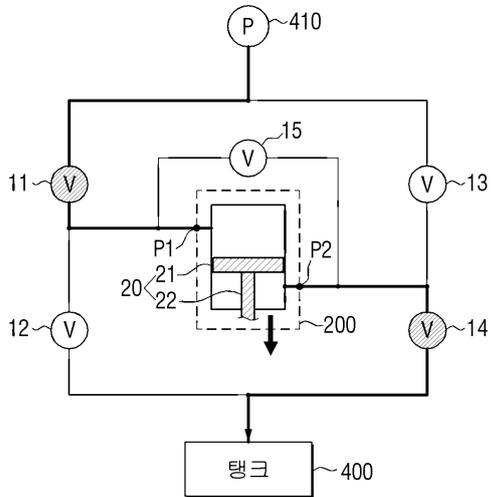
도면2



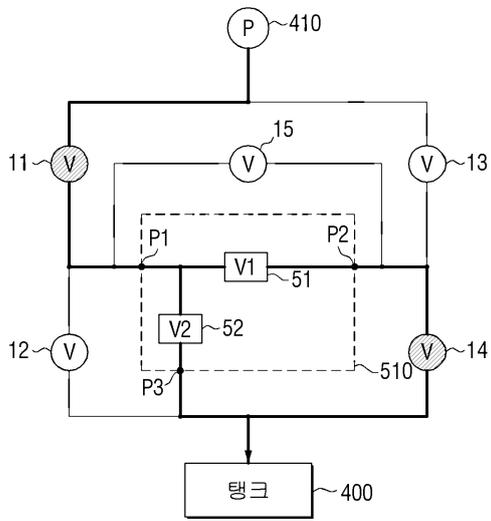
도면3



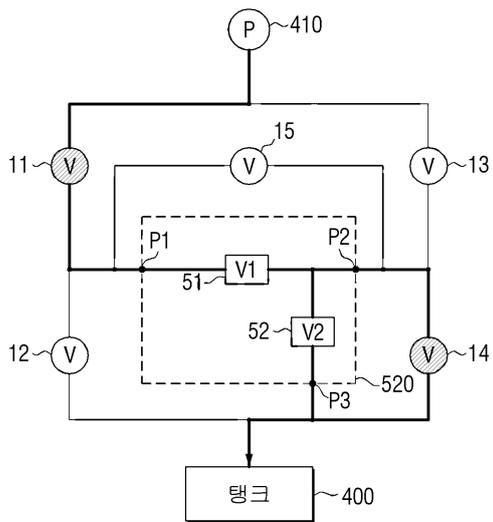
도면4



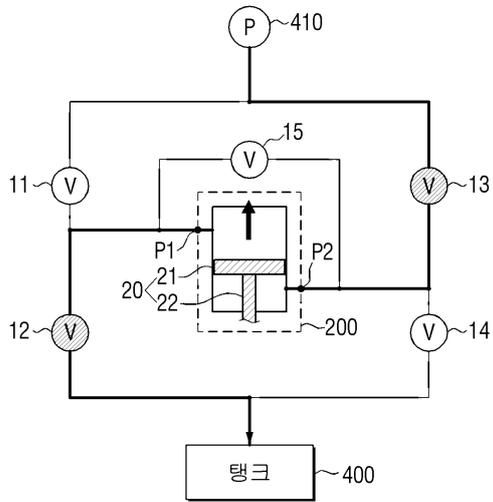
도면5



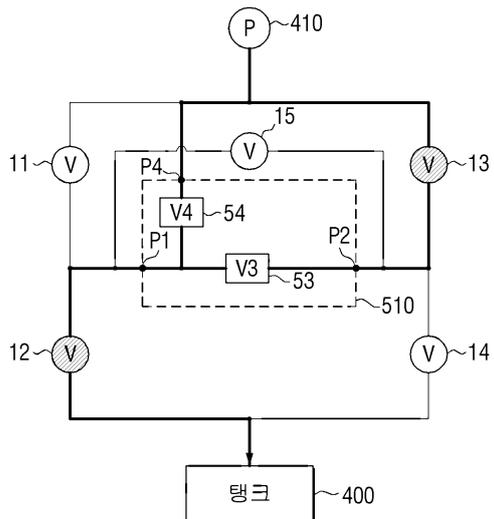
도면6



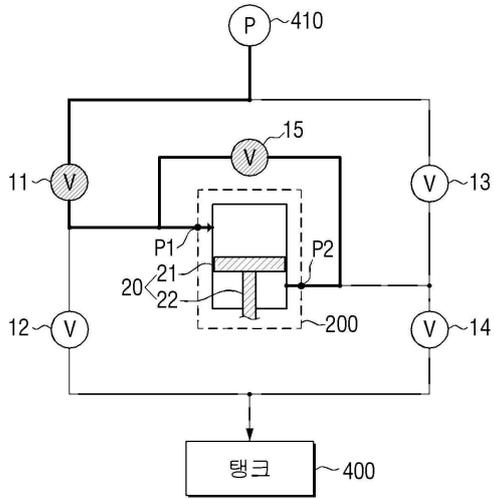
도면7



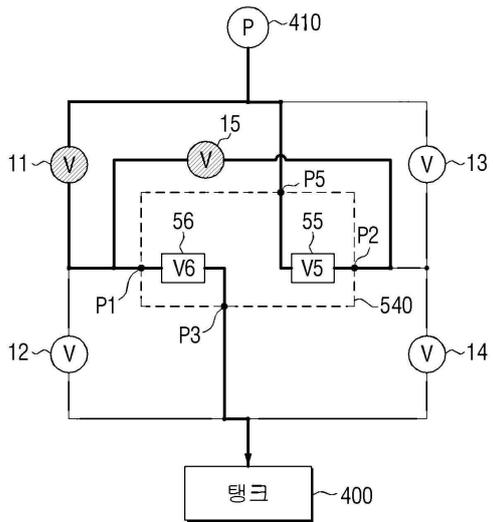
도면8



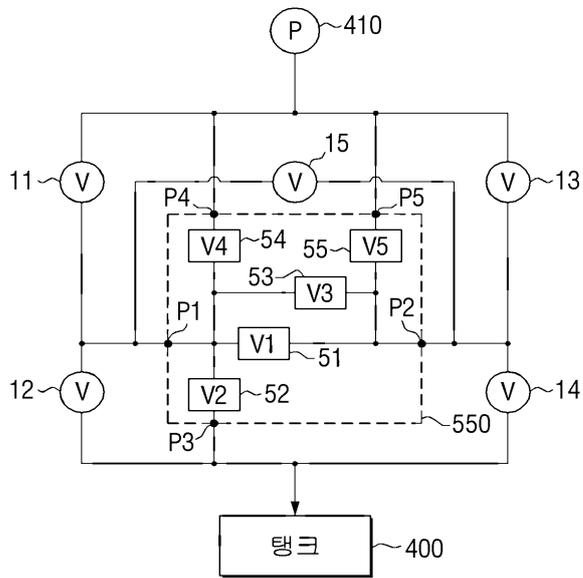
도면9



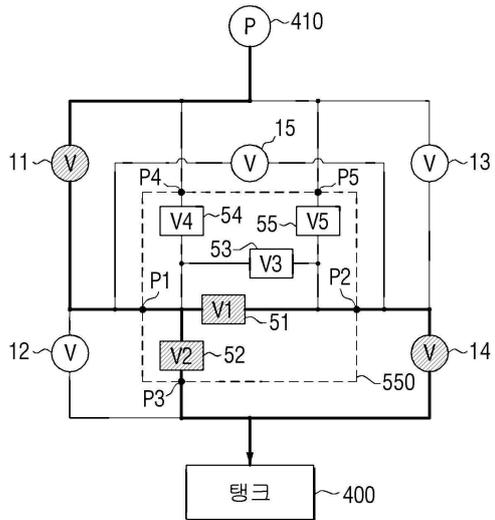
도면10



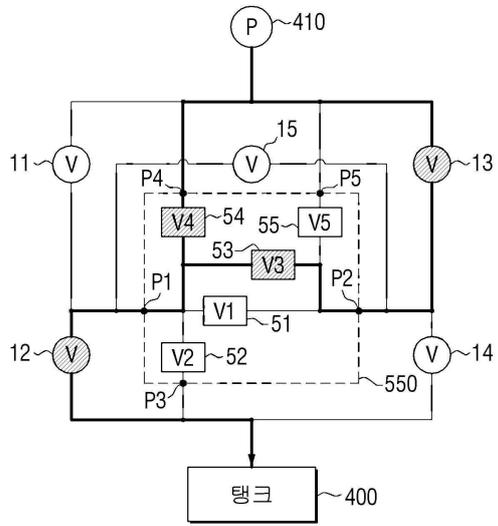
도면11



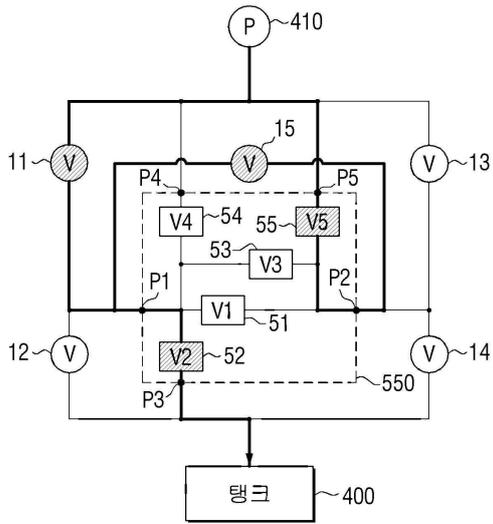
도면12



도면13



도면14



도면15

