



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년06월11일
(11) 등록번호 10-1403053
(24) 등록일자 2014년05월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01H 33/02 (2006.01) H02H 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0149534
(22) 출원일자 2012년12월20일
심사청구일자 2012년12월20일
(56) 선행기술조사문헌
KR100964298 B1*
논문 2006년5월
KR1020070106246 A
논문 2013년2월
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
기술이전 희망 : 기술양도

(73) 특허권자
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 창원대학교 20 (퇴촌동)
(72) 발명자
차정원
경상남도 창원시 성산구 동산로 115, 105동 1404호(상남동, 대동아파트)
박창섭
경상남도 창원시 성산구 창이대로648번길 28-1 (사파동)
(74) 대리인
이형석, 김종선

전체 청구항 수 : 총 3 항

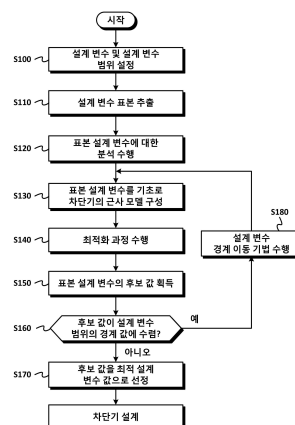
심사관 : 두소영

(54) 발명의 명칭 차단기 설계 방법

(57) 요약

본 발명은 차단기 설계 방법에 관한 것이다. 본 발명의 차단기 설계 방법은, 차단기 설계를 위하여 복수의 설계 변수 및 상기 설계변수마다 설계변수 범위를 지정하는 지정단계; 상기 설계변수들 중 일부의 설계변수를 표본 설계변수로 추출하는 추출단계; 추출된 표본 설계변수를 분석하는 분석단계; 분석된 표본 설계변수를 기초로 하여 상기 차단기의 근사모델을 생성하는 생성단계; 상기 근사모델을 통해 최적화 과정을 수행하는 수행단계; 및 상기 최적화 과정을 통해 최적 설계변수 값을 획득하는 획득단계를 포함한다. 특히 최적화 과정에 따라 획득된 설계변수의 후보 값이 설계변수 범위의 경계값에 수렴하게 되면, 설계변수 범위의 경계값에 수렴하지 않을 때까지 설계변수 경계이동 기법을 적용하여 최적 설계변수 값을 획득하고 있다. 이와 같은 본 발명에 따르면, 차단기를 설계 목적에 가장 충족되는 설계변수를 갖은 상태로 설계할 수 있고, 차단기의 전체 설계시간도 최소화할 수 있는 이점이 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

차단기의 사용목적 조건에 충족되도록 차단기의 형상을 최적화시킬 대상 부분들에 대해 적어도 하나의 설계변수를 선정하는 선정단계;

상기 설계변수가 선정되면 차단기의 성능이 최적으로 이루어지도록 설계변수마다 최대 및 최소 값으로 결정되는 설계변수 범위를 지정하는 지정단계;

LHS(Latin Hypercube Sampling)을 사용하여 상기 설계변수들 중 일부의 설계변수를 표본 설계변수로 추출하는 추출단계;

추출된 표본 설계변수를 전산유체역학 솔버 툴(CFD solver tool)을 사용하여 분석하는 분석단계;

상기 분석된 표본 설계변수를 기초로 하여 상기 차단기의 근사모형을 생성하는 근사모형 생성단계;

상기 근사모형을 통해 각 설계변수들의 설계변수 범위 내에서 상기 차단기의 사용목적에 만족하는 설계변수 값을 찾도록 최적화 과정을 수행하는 최적화 수행단계; 및

상기 최적화 과정을 통해 상기 표본 설계변수마다 설계변수 범위 내에서 적어도 하나의 설계변수의 후보 값을 획득하는 획득단계;

상기 후보 값에 대해 설계변수 경계이동 기법의 적용여부를 판단하는 판단단계;

상기 판단결과, 상기 후보 값이 상기 설계변수 범위의 경계 값에 수렴하면 설계변수 경계이동 기법을 적용하여 설계변수 범위의 경계 값에 수렴하지 않는 후보 값이 도출될 때까지 상기 근사모형 생성 단계 및 상기 최적화 수행단계를 반복 수행하는 반복 수행단계;

상기 반복 수행단계에 따라 상기 경계 값에 수렴하지 않는 후보 값을 최적 설계 변수 값으로 선정하고, 선정된 최적 설계 변수값을 이용하여 차단기를 설계하는 설계단계를 포함하는 차단기 설계방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 근사모형의 생성은 크리킹(kriging) 방법을 사용하는 것임을 특징으로 하는 차단기 설계방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 최적화 과정은 유전자 알고리즘을 사용하여 수행하는 것임을 특징으로 하는 차단기 설계방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 차단기 설계 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 차단기의 사용목적 및 용도 등을 반영할 수 있는 알고리즘을 사용하여 해당 조건을 충족하는 최적 형상을 가지도록 차단기를 설계하는 차단기 설계 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 차단기는 정상 작동 상태에서는 전류를 통전 시키는 도체 역할을 하지만, 전력계통에 고장이 발생했을 경우에는 접점부를 분리시켜 고장전류를 차단하여 계통과 다른 전력 시스템을 보호하는 역할을 하는 보호기기이다.
- [0003] 차단기는 설치 용도에 맞게 다양한 종류가 있으며, 예를 들어 가스 차단기는 차단 및 절연의 매질로서 가스를 사용하는 차단기를 말한다. 이하 본 명세서에서는 가스 차단기를 대상으로 설명할 것이다.
- [0004] 이러한 차단기는 그 차단 성능의 신뢰성을 확보하기 위하여 설계과정에서 다양한 해석기법이 적용되고 있다. 그 중 하나의 예로 전산유체역학(CFD : Computation Fluid Dynamics)을 이용하는 방안이다. 주지된 바와 같이 전산 유체역학은 전기 및 전자 분야에서 설계에 유용한 도구로 사용되는 방법이다.
- [0005] 하지만, 차단기의 설계에 상술한 전산유체역학을 적용하여 설계를 할 경우 많은 설계 시간이 소요된다. 즉 차단기의 형상은 매우 복잡한 구조를 가진다. 이에 따라 차단기의 형상에 따른 설계변수를 전산유체역학을 적용하여 계산을 하더라도 그 계산과정이 복잡하고 최적의 조건을 갖는 설계 변수를 찾는 데 적지 않은 시간이 필요하였던 것이다.
- [0006] 물론 근래에 하드웨어의 급속한 발전에 따라 수치해석분야에서 기존보다 용이한 계산 알고리즘이 제공되며 아울러 계산속도는 빠르게 수행되고 있다.
- [0007] 그럼에도 현장에서의 차단기 설계는 아직까지 설계 시간을 단축하는데 어려움이 있는 것이 사실이다.
- [0008] 결국 상술한 전산유체역학 방법으로는 차단기 매커니즘의 규정된 특성을 만족시키는 최적화된 모든 설계 변수들을 빠르게 찾지 못하였고, 이는 차단기의 전체 설계 시간이 단축되지 못하는 하나의 원인이 되었다.
- [0009] 그렇기 때문에 차단기 설계시에 시간과 노력이 요구되는 문제를 보완하면서 차단기 성능의 정확한 예측과 최적화 설계를 실현할 수 있는 방안이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 본 발명의 목적은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 차단기 설계시에 설계자의 목적에 가장 부합되는 설계 변수를 빠르게 획득하여 최적의 성능을 제공할 수 있는 차단기를 설계할 수 있도록 차단기의 설계 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 차단기 설계를 위하여 복수의 설계변수 및 상기 설계변수마다 설계변수 범위를 지정하는 지정단계; 상기 설계변수들 중 일부의 설계변수를 표본 설계변수로 추출하는 추출단계; 추출된 표본 설계변수를 분석하는 분석단계; 분석된 표본 설계변수를 기초로 하여 상기 차단기의 근사모델을 생성하는 생성단계; 상기 근사모델을 통해 최적화 과정을 수행하는 수행단계; 및 상기 최적화 과정을 통해 최적 설계변수 값을 획득하는 획득단계를 포함하는 차단기 설계방법이 제공된다.
- [0012] 여기서 상기 수행단계 이후에 상기 최적화 과정에 따라 획득되는 설계변수의 후보 값이 상기 설계변수 범위의 경계값에 수렴하면, 상기 설계변수 범위를 조절한 후 상기 설계변수의 후보 값이 상기 설계변수 범위의 경계값에 미수렴될 때까지 상기 근사모델의 생성단계 및 상기 최적화 수행단계를 반복하여 수행하는 단계를 더 포함한다.
- [0013] 그리고 본 실시 예에서는 상기 표본 설계변수의 추출은 LHS(Latin Hypercube Sampling)을 사용하며, 상기 표본 설계변수의 분석단계는 전산유체역학 솔버 툴(CFD solver tool)을 사용하며, 상기 근사모델의 생성은 크리깅(kriging) 방법을 사용하며, 상기 최적화 과정은 유전자 알고리즘을 사용하여 수행하고 있다.

발명의 효과

- [0014] 이와 같은 본 발명의 차단기 설계 방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0015] 먼저, 차단기의 사용목적에 맞게 설계변수 및 설계변수 범위를 차단기의 설계를 위한 기초 데이터로 제공하고 있어 차단기를 설계목적에 맞게 설계할 수 있다.
- [0016] 또한, 최적화 과정을 수행하여 설계변수마다 다수의 후보 값이 획득된 상태에서 설계변수 범위 이동기법을 이용하여 보다 최적의 설계변수를 갖는 차단기의 설계가 가능하다.
- [0017] 이에 따라서, 본 실시 예는 차단기를 설계목적에 가장 충족되는 설계변수를 갖은 상태로 설계할 수 있고, 차단기의 전체 설계시간도 최소화할 수 있는 효과도 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 차단기 설계 방법을 보인 흐름도
- 도 2는 본 발명의 차단기 설계 방법을 설명하기 위해 제시된 차단기의 형상 및 복수의 지점에 설계 변수가 선정된 예를 보인 도면
- 도 3은 도 1의 차단기 설계 방법이 적용되어 도 2의 차단기 형상이 수정된 예를 보인 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하 본 발명에 의한 차단기 설계 방법의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0020] 본 실시 예는 초기 설계 조건이 제공된 상태에서 설계 변수 표본 추출법을 사용하여 설계 변수를 추출한 다음 근사모형을 생성하고, 다시 최적화 알고리즘을 통해 차단기의 최적 형상을 선정하기 위한 최적의 설계 변수를 획득하는 방법을 제안하고 있다.
- [0021] 이와 같은 본 실시 예의 차단기 설계 방법을 도 1 및 도 2를 참조하면서 설명할 것이다.
- [0022] 도 1에는 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 차단기 설계 방법을 보인 흐름도가 도시되어 있고, 도 2에는 본 발명의 차단기 설계 방법을 설명하기 위해 제시된 차단기의 형상 및 그 일부에 설계변수가 선정된 예를 보인 도면이다.
- [0023] 실시 예에서는 설계자가 도 2에 도시된 차단기를 설계하는 것을 가정하기로 한다.
- [0024] 이 경우, 설계자는 차단기(10)가 설치되는 장소, 차단기의 용도, 성능, 비용 등의 사용 목적에 따라 차단기의 형상은 최적화되게 설계해야 할 필요성이 있다.
- [0025] 그렇기 때문에 먼저 설계자는 차단기(10)의 사용목적 조건에 충족되도록 차단기의 형상을 최적화시킬 대상 부분들에 대해 적어도 하나의 설계변수를 선정하고, 그 대상 영역의 설계변수 범위를 선정한다(s100).
- [0026] 예컨대, 차단기(10)는 그 사용목적에 따라 차단기의 가스탱크의 크기(가로*세로), 가스관의 길이, 가스를 저장하는 탱크와의 연결지점이나 가스가 이동하는 이동경로 등과 같은 특정 부분에서의 형상이 결정되어야 한다. 따라서, 도 2와 같이 설계자는 가스관의 최적화된 형상을 제공하도록 V1 ~ V10의 총 10곳에 대한 설계변수를 선정하게 된다. 즉 상기 선정되는 설계변수는 차단기(10)가 그 사용목적에 맞게 형상이 검토되어야 하거나 수정 및 변경되어야 할 부분일 수 있다. 따라서 하나의 차단기(10)에서 선정되어야 할 설계변수의 지점 및 개수는 차단기의 사용목적과 대응되어 설계자에 의해 결정되는 것이다.
- [0027] 상기 설계변수가 선정되면 그 설계변수의 범위를 제공한다. 설계변수의 범위는 설계자의 경험적 지식을 기초로 하면서 차단기의 최적 성능이 향상될 것으로 예상되는 최대 및 최소의 값으로 결정된다. 이때 설계변수의 범위는 축적된 실험 데이터 등의 관련 데이터를 참조하여 가급적 그 범위는 좁게 하는 것이 바람직하다.
- [0028] 다음, 선정된 설계변수 중에서 일부 설계변수만을 추출하는 설계변수 추출과정을 수행한다(s110). 설계변수의 일부를 추출하는 이유는 후속 단계에서 사용되는 전산유체역학 솔버 툴(CFD solver tool)이 주어진 모든 설계변수(즉 V1 ~ V10)들에 대하여 계산을 할 수 없기 때문이다. 이와 같은 설계변수를 추출할 때에는 추출된 표본 설계변수가 차단기(10)의 전체 형상에서 어느 한쪽 방향으로 편중되지 않도록 하는 것이 중요하다. 이를 위해 실시 예에서는 전체 설계변수 중에서 설계변수를 균등하게 추출하는 샘플링 포인트 기법인 '라틴 하이퍼-큐브 샘플링 (LHS : Latin Hypercube Sampling)' 기법이 이용된다.
- [0029] 상기와 같이 차단기의 설계에 필요해 전체 설계변수 중에서 일부분의 설계변수가 표본으로 추출된 다음에는 전산

유체역학 솔버 툴(CFD Solver tool)를 이용하여 표본 설계변수에 대한 분석을 수행한다(s120). 표본 설계변수에 대한 분석은 추출된 설계변수에 의하여 차단기의 기능이 수행될 수 있는지 등에 대한 다양한 관계를 해석하고 분석하는 과정이다.

- [0030] 이렇게 분석된 데이터는 다음에 수행되는 근사모형을 구성하는 데이터로 활용된다. 즉 표본 설계변수에 대한 분석 데이터를 이용하여 차단기의 근사모형을 구성하는 것이다(s130). 이때 근사모형의 구성에 사용되는 기법에는 크리킹(kriging) 방법이 있다. 크리킹 기법은 설계변수가 많고 비선형성이 강한 시스템에서 우수한 예측 성능을 보이는 방법이다.
- [0031] 다음, 근사모형이 구축되면 이를 최적화하는 과정이 수행된다(s130). 최적화 과정은 표본 추출된 각 설계변수들의 설계변수 범위 내에서 상기 차단기(10)의 사용목적을 만족하는 설계변수 값을 찾는 과정이다. 이를 위해 실시 예에서는 최적 값 탐색수단으로 이용하는 유전자 알고리즘(Genetic Algorithm)을 사용한다. 유전자 알고리즘은 최적화 알고리즘의 하나로서, 다양한 가능한 해집합 가운데 가장 적당한 최적의 해를 찾아주는 알고리즘이다. 즉 설계변수 범위 내에서 최적 후보 값의 모집단을 갖고 탐색하는 것이다.
- [0032] 이와 같은 최적화 과정을 통해 상기 표본 설계변수마다 설계변수 범위 내에서 하나 이상의 설계변수 값의 후보 값을 획득한다(s150).
- [0033] 다음, 후보 값에 대해 설계변수 경계이동 기법의 적용 여부를 판단한다(s160). 설계변수 경계이동 기법은, 표본 설계변수들 중에 특정 설계변수의 값이 초기 설정한 설계변수의 경계값인 최대값 또는 최소값에 수렴하는 경향을 보일 때 해당하는 설계변수의 범위를 초기보다 더 넓게 조절하는 방법을 말한다.
- [0034] 이는 차단기(10)의 최적 설계를 위한 설계변수 값이 상기 설계변수 범위를 벗어나서 존재할 수 있기 때문이다. 즉 상술한 바와 같이 차단기(10)의 설계변수 범위는 설계자의 경험적 지식이나 축적된 실험 데이터를 기반으로 선정되었기 때문에 반드시 차단기(10)의 최적 설계를 위한 값이 아닐 수도 있기 때문이다. 또한 설계변수의 개수가 많은 다변량 최적 설계의 경우에는 각 설계변수 간의 상관관계에 대한 정보를 모두 파악할 수 없는 것도 하나의 원인이 된다.
- [0035] 제 160 단계의 상기 설계변수 경계이동 기법의 적용 여부 판단결과, 앞서 설명한 바와 같이 특정 설계변수의 값이 초기 설정한 설계변수의 최대값 또는 최소값에 수렴하는 경향이 나타나면, 설계변수 경계이동 기법을 적용한다(s180). 설계변수 경계이동 기법은 설계변수 값이 설계변수 범위의 경계값에 수렴하지 않을 때까지 반복된다. 즉 추출된 표본 설계변수들에 대해 전산유체역학 솔버 툴(CFD Solver tool)이 이용되는 제 130 단계의 근사모형 구성 및 제 140 단계의 최적화 수행단계를 반복하게 된다.
- [0036] 이와 같은 과정에 따라 설계변수 범위의 경계 값에 수렴하지 않는 후보 값이 도출되면(즉 150 단계), 그 후보 값을 최적 설계변수 값으로 선정한다(s170).
- [0037] 반면 상기 최적화 수행단계에서 설계변수마다 획득된 후보 값이 설계변수 범위 내에 포함되면서 설계변수 범위의 경계값에 수렴하지 않는다면, 상기 설계변수마다 획득된 후보 값을 최적 설계변수 값으로 선정하게 될 것이다.
- [0038] 이후, 설계자는 상기 선정된 최적 설계변수 값을 이용하여 차단기(10)를 설계한다.
- [0039] 도 3은 도 1의 차단기 설계 방법을 통해 도출된 최적 설계변수 값이 적용되어 수정된 차단기의 설계 형상을 보인 도면이다.
- [0040] 예컨대 도 2의 차단기 형상에서 V1의 후보 값이 -10mm이고, V9의 후보 값이 -5mm로 획득되고 이들 후보 값이 최적 설계변수 값으로 선정되었다고 가정한다.
- [0041] 그러면, 차단기(10)는 선정된 최적 설계변수 값으로 수정되어야 한다.
- [0042] 따라서, 설계자는 설계변수 V1의 세로측 길이를 지금보다 10mm를 줄여야 하고, V9의 길이는 5mm 정도 줄여야 한다.
- [0043] 이의 최적 설계변수 값이 반영된 차단기 형상의 예를 도 3에 도시하고 있다. 도 3을 보면 도 2에 비하여 설계변수 V1 및 V9의 길이가 X_1 , X_2 만큼 변경되었음을 알 수 있다.
- [0044] 물론, 다른 설계변수의 값이 변경되었다면 변경된 설계변수 값이 모두 반영되어야 함은 당연하다.
- [0045] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명은 차단기 설계시에 종래 차단기의 설계변수마다 전산유체역학(CFD)를 적용

하여 설계하는 것에 비하여 추출된 표본 설계변수를 기초로 하여 차단기의 사용목적을 충족하는 차단기를 설계 시간을 단축하면서도 설계할 수 있게 됨을 알 수 있다.

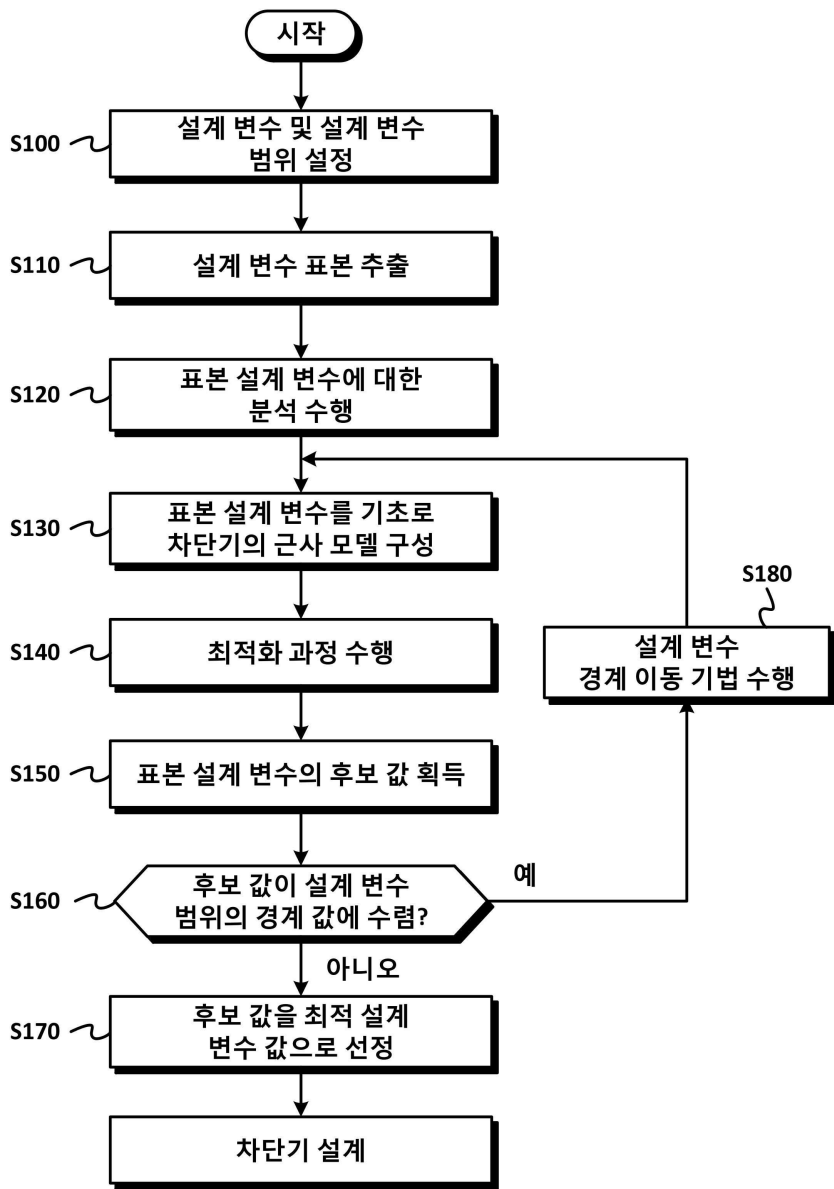
[0046] 이상과 같이 본 발명의 도시된 실시 예를 참고하여 설명하고 있으나, 이는 예시적인 것들에 불과하며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진자라면 본 발명의 요지 및 범위에 벗어나지 않으면서도 다양한 변형, 변경 및 균등한 타 실시 예들이 가능하다는 것을 명백하게 알 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적인 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

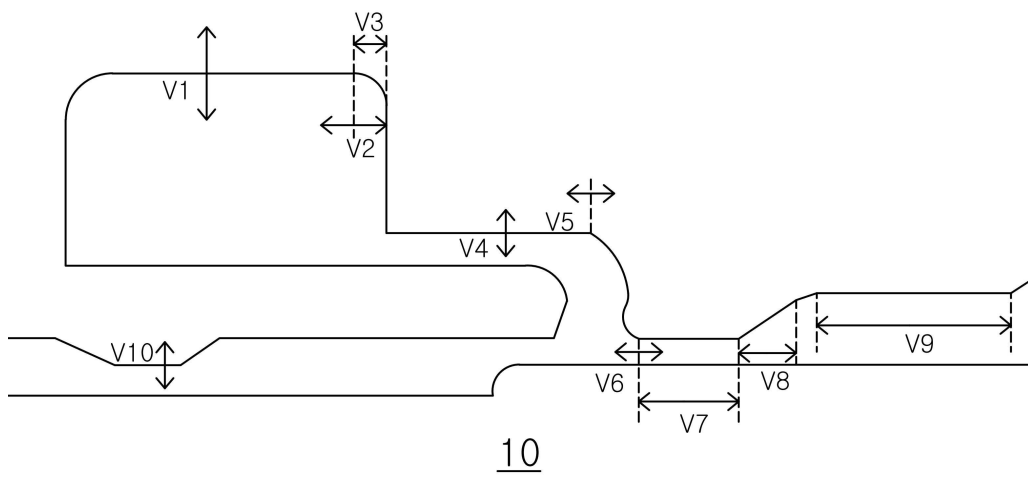
[0047] 10 : 차단기

도면

도면1



도면2



도면3

