



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0116718
(43) 공개일자 2012년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 1/22 (2006.01) G01N 1/28 (2006.01)
G01N 27/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0034337
(22) 출원일자 2011년04월13일
심사청구일자 2011년04월13일

(71) 출원인
한밭대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
한국표준과학연구원
대전 유성구 도룡동 1
(72) 발명자
이효진
충청남도 천안시 동남구 청수로 98, LG아파트 11
4동 1402호 (청수동)
전중환
대전광역시 유성구 은구비남로 13, SK HUB 아파트
1304호 (지족동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김중관, 권오식, 박창희

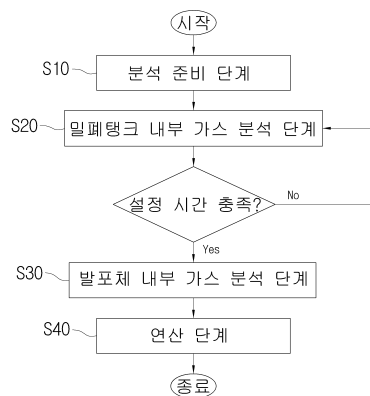
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 발포체 시료 가스 분석 방법

(57) 요약

본 발명은 발포체 시료 가스 분석 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 본 발명은 단일 밀폐탱크 내부에서 하나의 발포체 시료를 이용하여 장기적 특성을 연속 실험할 수 있으며, 최초 발포체 시료 내부 분압 변화를 계산할 수 있어 분석 신뢰도를 향상할 수 있으며, 분석 효율을 획기적으로 높일 수 있는 발포체 시료 가스 분석 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

이진복

대전광역시 유성구 어은로 57, 105동 904호 (어은동, 한빛아파트)

김진석

대전광역시 유성구 엑스포로339번길 320, 싸이언스빌 8동 401호 (원촌동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 TIC 04-05-42

부처명 지식경제부

연구사업명 지역혁신센터

연구과제명 미세셀가스 내의 가스분석기법 개발 및 발포폴리머 단열재 응용기술 적용연구

주관기관 한밭대학교

연구기간 2010.09.01 ~ 2011.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

밀폐탱크(10) 내부에 발포체 시료(F) 시료를 위치하고, 대기압과 같은 압력의 표준 가스를 주입하는 분석 준비 단계(S10);

밀폐탱크(10) 내부의 가스를 채취하고, 분석장치(20)를 이용하여 가스분압을 분석하되, 복수회 수행되는 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20);

발포체 시료(F) 시료를 분쇄하여 내부 가스 시료를 포집하고, 분석장치(20)를 이용하여 가스분압 분석하는 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30); 및

최종 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 최종 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압 및 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)에서 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 확인하고, 이전 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압을 확인하며, 아래 [수학식 1]을 이용하여 이전 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20) 수행 시, 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 계산하는 분석 단계(S40); 를 포함하는 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법.

[수학식 1]

$$P^{n-1} = P^n + P^{n'} \quad (n=2 \text{ 이상의 정수})$$

(P^n : 현재 발포체 시료 내부 분압)

P^{n-1} : 이전 발포체 시료 내부 분압

$P^{n'}$: 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압)

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은

상기 표준 가스는 질소(N_2) 및 산소(O_2) 가스가 동일한 비를 갖는 가스인 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은

상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)의 1회 수행 후, 재수행 이전에 밀폐탱크(10) 내부가 대기압 상태와 동일하도록 상기 분석 준비 단계(S10)에서 주입된 표준 가스가 주입되는 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 이산화탄소 가스(CO_2), 발포 가스, 질소 가스(N_2), 및 산소 가스(O_2),에 대한 분압이 아래 수학식 2에 의해 개별적으로 측정 및 계산되는 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F)

시료 가스 분석 방법.

[수학식 2]

$$\begin{array}{rclcl}
 P^{n-1}_{CO_2} & = & P^n_{CO_2} & + & P^{n'}_{CO_2} \\
 P^{n-1}_g & = & P^n_g & + & P^{n'}_g \\
 P^{n-1}_{N_2} & = & P^n_{N_2} & - & P^{n'}_{N_2} \\
 P^{n-1}_{O_2} & = & P^n_{O_2} & - & P^{n'}_{O_2} \quad (n \text{은 } 2 \text{ 이상의 정수})
 \end{array}$$

$$\left(\begin{array}{ll}
 P^n_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_g & \text{발포 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{CO_2} & \text{이산화 탄소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_g & \text{발포 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{N_2} & \text{질소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{O_2} & \text{산소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n'}_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_g & \text{발포 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압}
 \end{array} \right)$$

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 분석 준비 단계(S10)에서,

상기 발포체 시료(F)는 밀폐탱크(10) 내부에 위치한 정밀저울(13)(Weight balance) 상측에 위치되는 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 선택되는 어느 한 항에 있어서,

상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은

상기 연산 단계(S40)에서 분석된 가스 분압을 고려하여 발포체 시료(F) 시료의 열전도도를 계산하는 열전도도 계산 단계(S50);가 더 수행되는 것을 특징으로 하는 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 발포체 시료 가스 분석 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게 본 발명은 단일 밀폐탱크 내부에서 하나의 발포체 시료를 이용하여 장기적 특성을 연속 실험할 수 있으며, 최초 발포체 시료 내부 분압 변화를 계산할 수 있어 분석 신뢰도를 향상할 수 있으며, 분석 효율을 획기적으로 높일 수 있는 발포체 시료 가스 분석 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 발포체(Foam)는 내부에 가스가 포함되어거나 진공상태로 유지되는 셀이 복수 형성된 형태를 의미하는 것으로서, 산업 전반에 걸쳐 다양한 재질이 이용되어 형성된다.

[0003] 상기 발포체는 발포체 형성 재료와 발포 가스의 반응을 이용하여 내부에 셀을 형성하는데, 내부 셀의 크기, 내부 셀에 포함된 가스의 종류 및 양에 따라 그 특성에 큰 변화가 있으므로, 발포체 내부의 가스를 포집하여 정량 및 정성을 분석하는 것은 매우 중요하다.

[0004] 종래의 발포체 내부의 가스 시료를 포집하는 방법으로서, 13년 전 Svantrom과 Ramnas에 의해 밀폐된 모듈에서 발포체를 칼날로 절단하여 실린더로 가스를 채취한 뒤 분석하는 방법이 제안된 바 있다.

[0005] 그러나 상기의 방법은 특정 부분을 절삭하여 절삭된 셀 내부의 가스를 포집하도록 하고 있으나, 동일한 형태를 갖는 복수개의 발포체 시료 절삭 부분이 동일하다 하더라도 상기 발포체 내부의 셀 불규칙성에 의해 채취되는 가스의 양에 차이가 발생되며, 절삭 횟수를 증가한다 하더라도 상기 발포체가 가지고 있는 반발탄성(resilience)에 의하여 100% 발포체를 파괴하는 것은 불가능함에 따라 발포체 내부의 셀 가스를 완벽하게 포집하는 것에는 어려움이 있다.

[0006] 즉, 상기 방법에 의해 포집된 가스는 같은 발포체 시료로서 반복적인 실험을 했을 때에도 결과 값의 오차가 발생되어 실험의 신뢰성을 낮추게 된다.

[0007] 이 때, 하나의 시료를 이용하여 가스를 분석하는데 일반적으로 2~3시간 이상이 소요되므로, 실험 신뢰도를 높이기 위해 반복적인 실험이 수행될 경우 실험에 소요되는 시간이 매우 증가되며, 전체 실험 효율이 저하될 수밖에 없는 문제점이 있다.

[0008] 또한, 실험을 위해 샘플이 채취된 발포체 나머지 부분은 절단면 부분으로부터 확산이 가속화되어, 한번 채취된 발포체 시료는 폐기된다.

[0009] 따라서, 동일 발포체 시료의 장기적 특성을 파악하기 위해서는 6개월 이상 일정 기간 동안 복수회의 실험을 수행하게 되는데, 실험 신뢰도를 높이기 위해서는 실험 횟수에 대응되는 일정 개수의 발포체를 준비하고, 실험마다 하나씩 발포체로부터 시료를 채취해야하므로 필요한 발포체의 양이 매우 많다.

[0010] 또한, 다양한 변수를 고려하여 실험의 횟수를 늘릴 경우에, 시료채취용 발포체를 저장하기 위한 장소가 필요하며, 실험에 소요되는 비용도 매우 높아질 수밖에 없는 문제점이 있다.

[0011] 한편, 발포체 중 단열재로 널리 이용되고 있는 우레탄 폼의 경우를 살펴보면, 상기 우레탄 폼은 시간이 지남에 따라 열전도도가 증가되어 단열 성능이 저하되는 데, 이는 내부 셀 가스 내에 존재하는 발포 가스 및 잔류 가스(산소, 질소, 이산화탄소 등)에 의해 결정된다.

[0012] 더욱 상세하게, 상기 우레탄 폼은 발포체 셀 내부의 이산화탄소를 포함하는 가스는 형성 초기에 급격히 확산되어 우레탄 폼 외부로 유출되고, 장기적으로 대기 중에 노출되는 경우에는 공기 중의 질소, 및 산소와 같은 가스

가 폼 내부로 확산되어 폼 내부의 단열 성능을 감소하게 된다.

[0013] 따라서 발포체 내부의 가스 시료를 채취하여 분석하는 것은 우레탄 폼의 성능을 결정하는 주요 요소로서, 특히, 단열재가 건축재로 이용되는 경우에 시간이 경과하여 단열 성능이 저하되는 것은 1차적으로 적절한 단열을 수행하지 못함에 따른 에너지의 낭비가 초래되며, 2차적으로 이를 교체하기 위해서는 내벽을 허물고 재시공하는 등 교체 공정의 어려움으로 인해 높은 비용과 오랜 시간이 소요되어 추가적인 에너지의 낭비를 초래하게 되는 문제점이 있다.

[0014] 더욱이 단열은 건물의 에너지 소비 절감을 위한 가장 기본적인 방법으로서, 최근 에너지 사용량 및 원유가 상승에 따른 환경과 에너지에 대한 관심이 증가됨에 따라 건축, 냉동장치, 및 자동차 등의 산업 전반에 걸쳐 효율적으로 에너지를 관리하기 위한 필요성이 대두되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 단일 밀폐탱크 내부에서 하나의 발포체 시료를 이용하여 장기적 특성을 연속 실험할 수 있으며, 최초 발포체 시료 내부 분압 변화를 계산할 수 있어 분석 신뢰도를 향상할 수 있으며, 분석 효율을 획기적으로 높일 수 있는 발포체 시료 분석 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 밀폐탱크(10) 내부에 발포체 시료(F) 시료를 위치하고, 대기압과 같은 압력의 표준 가스를 주입하는 분석 준비 단계(S10); 밀폐탱크(10) 내부의 가스를 채취하고, 분석장치(20)를 이용하여 가스분압을 분석하되, 복수회 수행되는 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20); 발포체 시료(F) 시료를 분쇄하여 내부 가스 시료를 포집하고, 분석장치(20)를 이용하여 가스분압 분석하는 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30); 및 최종 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 최종 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압 및 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)에서 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 확인하고, 이전 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압을 확인하며, 아래 [수학식 1]을 이용하여 이전 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20) 수행 시, 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 계산하는 분석 단계(S40); 를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] [수학식 1]

$$P^{n-1} = P^n + P^{n'} \quad (n=2 \text{ 이상의 정수})$$

(P^n : 현재 발포체 시료 내부 분압
 P^{n-1} : 이전 발포체 시료 내부 분압
 $P^{n'}$: 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압)

[0018]

[0019] 이 때, 상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 상기 표준 가스는 질소(N_2) 및 산소(O_2) 가스가 동일한 비를 갖는 가스인 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 상기 밀폐탱크내부 가스 분석 단계(S20)의 1회 수행 후, 재수행 이전에 밀폐탱크(10) 내부가 대기압 상태와 동일하도록 상기 분석 준비 단계(S10)에서 주입된 표준 가스가 주입되는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또, 상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 이산화탄소 가스(CO_2), 발포 가스, 질소 가스(N_2), 및 산소 가스(O_2),에 대한 분압이 아래 수학식 2에 의해 개별적으로 측정 및 계산되는 것을 특징으로 한다.

[0022] [수학식 2]

$$\begin{array}{rclcl}
 P^{n-1}_{CO_2} & = & P^n_{CO_2} & + & P^{n'}_{CO_2} \\
 P^{n-1}_g & = & P^n_g & + & P^{n'}_g \\
 P^{n-1}_{N_2} & = & P^n_{N_2} & - & P^{n'}_{N_2} \\
 P^{n-1}_{O_2} & = & P^n_{O_2} & - & P^{n'}_{O_2} \quad (n \text{은 } 2 \text{ 이상의 정수})
 \end{array}$$

$$\left(\begin{array}{ll}
 P^n_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_g & \text{발포 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{CO_2} & \text{이산화 탄소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_g & \text{발포 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{N_2} & \text{질소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{O_2} & \text{산소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n'}_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_g & \text{발포 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압}
 \end{array} \right)$$

[0023]

[0024] 아울러, 상기 분석 준비 단계(S10)에서, 상기 발포체 시료(F)는 밀폐탱크(10) 내부에 위치한 정밀저울(13)(Weight balance) 상측에 위치되는 것을 특징으로 한다.

[0025] 또한, 상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 상기 연산 단계(S40)에서 분석된 가스 분압을 고려하여 발포체 시료(F) 시료의 열전도도를 계산하는 열전도도 계산 단계(S50);가 더 수행되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 이에 따라, 본 발명의 발포체 시료 분석 방법은 단일 밀폐탱크 내부에서 하나의 발포체 시료를 이용하여 장기적 특성을 연속 실험할 수 있으며, 최초 발포체 시료의 내부 분압 변화를 시간에 따라 계산할 수 있어 분석 신뢰도를 향상할 수 있으며, 분석 효율을 획기적으로 높일 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법의 개략도.
 도 2는 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법에 이용되는 밀폐탱크를 나타낸 도면.
 도 3 내지 도 6은 이산화탄소 가스, 발포 가스, 질소 가스, 및 산소 가스의 연산 단계(S40)를 설명한 도면.
 도 7은 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법에 따른 결과를 이용한 압력 변화 그래프.
 도 8은 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법의 다른 개략도.
 도 9는 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법에 따른 결과를 이용한 열전도도 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 이하, 상술한 바와 같은 특징을 가지는 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 분석 방법을 첨부된 도면을 참조로 상세히 설명한다.
- [0029] 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 도 1에 도시한 바와 같이, 분석 준비 단계(S10); 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20); 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30); 및 연산 단계(S40)를 포함한다.
- [0030] 상기 분석 준비 단계(S10)는 이후 실험을 위하여 준비하는 단계로서, 밀폐탱크(10) 내부에 발포체 시료(F)를 위치하고, 내부 대기 상태를 조절하는 단계이다.
- [0031] 상기 밀폐탱크(10)는 발포체 시료(F) 시료가 내장될 수 있도록 내부에 일정공간이 형성되며, 일측이 개폐 가능하도록 형성되는 것이 바람직하며, 장기간 실험에도 밀폐성능을 유지할 수 있도록 형성된다.
- [0032] 이 때, 상기 밀폐탱크(10)는 발포체 시료(F) 시료의 중량 변화를 감지하고, 실험 신뢰도를 높일 수 있도록 정밀저울(13)이 구비되며, 상기 발포체 시료(F) 시료가 상기 정밀저울(13)의 상측에 위치되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0033] 또한, 상기 밀폐탱크(10)는 내부 압력을 감지할 수 있는 압력계(14)가 형성되며, 내부 가스를 배출하거나, 외부에서 표준 가스를 주입하기 위한 가스유출입부(11)가 형성된다.
- [0034] 도 2에 도시한 밀폐탱크(10)는 상기 가스유출입부(11)가 하나 형성되고, 밸브(12)가 형성된 예를 도시하였으나, 필요에 따라 내부 가스를 배출하여 밀폐탱크(10) 내부 가스 분석의 시료로서 이용되는 부분과, 외부에서 표준 가스를 주입하기 위한 부분이 개별적으로 구비될 수도 있다.
- [0035] 즉, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 도 2에 도시한 형태 외에도 더욱 다양하게 형성될 수 있다.
- [0036] 상기 분석 준비 단계(S10)는 발포체 시료(F) 시료를 위치한 후, 내부 공간을 정화한 후, 최종적으로 대기압과 같은 압력의 표준 가스를 주입한다.
- [0037] 상기 표준 가스는 질소 가스 및 산소 가스로 이루어지며, 일정 비율을 갖는다.
- [0038] 상기 표준 가스는 단일 실험에 동일한 비율을 갖는 상태로 주입된다.
- [0039] 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)는 반복적으로 밀폐탱크(10) 내부의 가스를 채취하고, 분석장치(20)를 이용하여 가스분압 분석을 수행하는 단계이다.
- [0040] 이 때, 상기 분석장치(20)는 정밀가스질량분석기(precision gas mass spectrometer; Gas/MS)가 이용될 수 있다.
- [0041] 상기 발포체 시료(F) 시료는 시간이 지남에 따라 내부의 이산화탄소 가스 및 발포 가스가 외부로 확산되어 배출되고, 공기 중의 가스가 내부로 유입된다.
- [0042] 이 때, 실험에 이용되는 발포체 시료(F) 시료는 밀폐탱크(10) 내부에서 외부 공기가 표준 가스로 제어되므로, 밀폐된 상태로 일정 시간이 지나면 상기 밀폐탱크(10) 내부의 가스는 잔존하는 표준 가스(질소 가스 및 산소 가스)와 상기 발포체 시료(F) 시료로부터 배출된 이산화탄소 가스 및 발포 가스가 존재하게 된다.
- [0043] 더욱 상세하게, 시간이 지날수록 상기 밀폐탱크(10) 내부의 가스 상태를 살펴보면, 상기 표준 가스의 양은 줄어

들며, 상기 이산화탄소 가스 및 발포 가스의 양은 증가된다.

[0044] 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)는 반복적으로 수행되며, 이 후, 연산 단계(S40)의 계산 인자로서 이용되며, 그 상세한 설명은 다시 후술한다.

[0045] 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 반복적으로 발포체 시료(F) 시료를 절단하고 분쇄하는 공정 없이 동일한 시료를 밀폐탱크(10) 내부에 구비하고, 밀폐탱크(10) 내부의 가스를 분석함으로써 신뢰도를 높임과 동시에 분석 효율을 획기적으로 높일 수 있다.

[0046] 또한, 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)는 1회 수행 후, 재수행 이전에 밀폐탱크(10) 내부가 대기압 상태와 동일하도록 상기 분석 준비 단계(S10)에서 주입된 표준 가스가 주입된다.

[0047] 더욱 상세하게, 상기 표준 가스는 질소 gas와 산소 gas가 일정 비율로 혼합된 가스를 의미하며, 밀폐탱크(10) 내부 가스 분석 후, 밀폐탱크(10) 내부는 상기 표준 가스가 주입된다.

[0048] 상기 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)는 분석을 완료하는 시점에서 수행되는 것으로서, 최종 밀폐탱크(10) 내부 가스를 분석 한 후, 발포체 시료(F) 내부 가스가 분석되는 단계이다.

[0049] 즉, 상기 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)는 발포체 시료(F) 시료 자체를 분쇄하여 발포체 시료(F) 시료 내부에 포함되어 있는 가스를 분석하는 것으로서, 지난 2008년 12월 15일에 출원된 제10-2008-0127179호, 발포체 시료(F) 내부의 가스 시료 포집 장치 및 이를 이용한 분석 방법이 이용될 수 있다.

[0050] 상기 "발포체 시료(F) 내부의 가스 시료 포집 장치 및 이를 이용한 분석 방법"은 본 출원인과 동일 출원인으로서, 발포체 시료(F)를 분쇄함으로써 발포체 시료(F) 내부의 가스 시료를 효과적으로 포집할 수 있다.

[0051] 상기 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)를 통해 최종 발포체 시료(F) 내부 가스 분압이 측정되며, 이는 이후 연산 단계(S40)의 계산 인자로 이용된다.

[0052] 상기 연산 단계(S40)는 최종 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 최종 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압 및 발포체 시료(F) 내부 가스 분석 단계(S30)에서 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 확인하고, 이전 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20)에서 밀폐탱크(10) 내부 변화 분압을 확인하며, 아래 [수학식 1]을 이용하여 이전 상기 밀폐탱크 내부 가스 분석 단계(S20) 수행 시, 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 계산하는 단계이다.

[0053] [수학식 1]

$$P^{n-1} = P^n + P^{n'} \quad (n=2 \text{ 이상의 정수})$$

(P^n : 현재 발포체 시료 내부 분압)

P^{n-1} : 이전 발포체 시료 내부 분압

$P^{n'}$: 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압)

[0054]

[0055] 이 때, 상기 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 시간이 지남에 따라 열전도도에 영향을 미치는 개별 가스의 분압이 변화되므로, 이산화탄소 가스(CO_2), 발포 가스, 질소 가스(N_2), 및 산소 가스(O_2),에 대한 분압이 아래 수학식 2에 의해 개별적으로 측정 및 계산되는 것이 바람직하다.

[0056] [수학식 2]

$$\begin{array}{rclcl}
 P^{n-1}_{CO_2} & = & P^n_{CO_2} & + & P^{n'}_{CO_2} \\
 P^{n-1}_g & = & P^n_g & + & P^{n'}_g \\
 P^{n-1}_{N_2} & = & P^n_{N_2} & - & P^{n'}_{N_2} \\
 P^{n-1}_{O_2} & = & P^n_{O_2} & - & P^{n'}_{O_2} \quad (n \text{은 } 2 \text{ 이상의 정수})
 \end{array}$$

$$\left(\begin{array}{ll}
 P^n_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_g & \text{발포 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^n_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{CO_2} & \text{이산화 탄소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_g & \text{발포 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{N_2} & \text{질소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n-1}_{O_2} & \text{산소 가스의 이전 발포체 시료 내부 분압} \\
 P^{n'}_{CO_2} & \text{이산화탄소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_g & \text{발포 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{N_2} & \text{질소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압} \\
 P^{n'}_{O_2} & \text{산소 가스의 현재 밀폐탱크 내부 변화 분압}
 \end{array} \right)$$

[0057]

[0058] 즉, 상기 수학식 2는 상기 수학식 1에 개별 가스의 증가 또는 감소량을 고려한 수학식이다.

[0059] 상기 수학식 1 및 수학식 2에 대해서 설명하면, 아래 수학식 3과 같이, 발포체 시료(F) 시료 내부 분압은 이전 발포체 시료(F) 시료 내부 분압에서 시일이 지난 현재 상태의 밀폐가스 내부 변화 분압을 반영한 것으로 표현할 수 있다.

[0060] [수학식 3]

$$\begin{array}{c}
 \boxed{\text{현재 발포체 시료 내부 분압 (P}^n\text{)}} \\
 \downarrow \\
 \begin{array}{c}
 P^n_{CO_2} \\
 P^n_g \\
 P^n_{N_2} \\
 P^n_{O_2}
 \end{array}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \boxed{\text{이전 발포체 시료 내부 분압 (P}^{n-1}\text{)}} \\
 \downarrow \\
 \begin{array}{c}
 P^{n-1}_{CO_2} \\
 P^{n-1}_g \\
 P^{n-1}_{N_2} \\
 P^{n-1}_{O_2}
 \end{array}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{c}
 \boxed{\text{밀폐탱크 내부 변화 분압 (P}^{n'}\text{)}} \\
 \downarrow \\
 \begin{array}{c}
 P^{n'}_{CO_2} \\
 P^{n'}_g \\
 P^{n'}_{N_2} \\
 P^{n'}_{O_2}
 \end{array}
 \end{array}$$

[0061]

[0062] 이 때, 상기 이산화탄소 가스 및 발포 가스는 발포체 시료(F) 시료에서 빠져나오는 인자이므로 "-"로 계산되며, 상기 질소 가스 및 산소 가스는 발포체 시료(F) 시료 내부로 유입되는 인자이므로 "+"로 계산된다.

[0063] 위 수학식 3을 항정리한 것이 수학식 1 및 수학식 2이다.

[0064] 더욱 상세하게, 개별 이산화탄소 가스, 발포 가스, 질소 가스, 산소 가스의 각 실험 수행 시기 별 발포체 시료(F) 시료 내부 분압은 도 3 내지 도 6에 도시한 바와 같이, 동일 연산 과정에 의해 계산된다.

[0065] 도 3에 도시한 이산화탄소 가스 인자의 계산을 구체적으로 살펴보면, 최종 발포체 시료(F) 시료 내부 분압 및 밀폐가스 내부 분압을 이용하여 바로 전 단계의 발포체 시료(F) 시료 내부 분압이 계산되며, 전 단계의 밀폐가스 내부 분압은 이미 측정된 상태이므로 이를 이용하여 그 전 단계의 발포체 시료(F) 시료 내부 분압이 계산된다.

[0066] 위와 같은 과정을 반복하면, 최초의 발포체 시료(F) 시료 내부 분압이 계산됨으로써 발포체 시료(F) 시료 내부의 이산화탄소 가스 분압이 최초를 포함하여 중간 실험 각 단계, 및 최종 단계까지 필요한 시간대 별로 계산된다.

[0067] 즉, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 이산화탄소 가스, 발포 가스, 질소 가스, 및 산소 가스의 분압 변화를 전 실험 과정별로 정확히 유추할 수 있는 장점이 있다.

[0068] 이 때, 상기 발포 가스는 발포체를 형성하기 위해 이용되는 가스로서, R-141b 또는 사이클로펜탄일 수 있다.

[0069] 도 7은 상기 연산 단계(S40)를 통해 계산된 전체 발포체 시료(F) 가스 시료의 시간 변화에 따른 내부 분압을 나타내었다.

[0070] 한편, 도 8에 도시한 바와 같이, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 상기 연산 단계(S40) 이후에, 열전도도 계산 단계(S50)가 더 수행될 수 있다.

[0071] 상기 열전도도 계산 단계(S50)는 상기 연산 단계(S40)에서 분석된 가스 분압을 고려하여 발포체 시료(F) 시료의 열전도도를 계산하는 단계이다.

[0072] 상기 발포체 시료(F) 시료의 열전도도는 단열체의 단열 특성을 결정짓는 주요 인자이므로, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 위와 같은 방법에 의해 계산된 이산화탄소 가스, 발포 가스, 질소 가스, 및 산소 가스 분압 정보를 이용하여 발포체 시료(F) 시료의 단열 특성을 신뢰성 있게 예측할 수 있는 장점이 있다.

[0073] 도 9는 상기 열전도도 계산 단계(S50)를 통해 계산된 전체 발포체 시료(F) 가스 시료의 시간 변화에 따른 열전도도를 나타내었다.

[0074] 상기 열전도도 계산 단계(S50)의 일 예로서, 가스 분압을 이상기체 상태 방정식에 적용하여 몰수로 환산하고,

이를 이용하여 열전도도를 계산할 수 있다.

[0075] 이 방법은 발포체 시료 내부의 혼합 가스에 의한 열전도도 λ_g 가 각 가스의 분율(Fraction)과 열전도도에 영향을 받으므로, 아래에 표시한 가스분율에 따른 Wassiljewa를 수정한 [수학식 4] 내지 [수학식 6]에 의하여 계산된다.

[0076] [수학식 4]

$$\lambda_g = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \lambda_i}{\sum_{j=1}^n n_j A_{ij}}$$

[0077]

[0078] [수학식 5]

$$A_{ij} = \frac{[1 + \alpha_{ij}^{0.5} (M_i/M_j)^{0.25}]^2}{[8 \cdot (1 + M_i/M_j)]^{0.5}}$$

[0079]

[0080] [수학식 6]

$$\alpha_{ij} = \frac{\mu_i M_j}{\mu_j M_i}$$

[0081]

[0082] 이 때, 상기 [수학식 4]에서 n_i 는 가스 i 의 몰분율을 나타내며, λ_i 는 가스 i 의 열전도도이다. 또한 A_{ij} 는 [수학식 5]와 같이 정의된다.

[0083] 상기 [수학식 4]에서 몰분율 n_i 계산은 실험에서 얻은 분압 즉 $n_i = \frac{P_i V_i}{RT}$ (이상기체상태방정식)에 의하여 얻어지며, [수학식 4]에 대입하여 발포품 내의 가스 열전도도 λ_g 를 계산한다.

[0084] 여기서 M_i (kg/kmol)은 가스 i 의 몰 분자량이다. 또한 [수학식 5]에서 α_{ij} 는 [수학식 6]과 같이 정의된다.

[0085] 상기 [수학식 6]에서, μ_i (Pa?s)는 가스성분 i 의 점성계수를 나타낸다.

[0086] 결과적으로 셀로 구성된 단열 폼 구조의 열전달은 셀의 구성물질인 우레탄의 고체물질과 셀 내부의 가스에 의한 전도 및 복사에 의하여 지배적인 영향을 받게 된다.

[0087] 한편 가스를 통한 열전도는 셀 내의 가스 종류 및 농도가 확산현상에 의하여 지속적으로 변화를 하게 되므로 이에 대한 유효 열전도도는 다음 [수학식 7]과 같이 표현할 수 있다.

[0088] [수학식 7]

$$\lambda_{eff}(t) = \lambda_r + \lambda_s + \lambda_g(t)$$

[0089]

[0090] 위 [수학식 7]에서 셀 내에서 복사에 의한 열전도도는 Rosseland 식인 [수학식 8]과 같다.

[0091] [수학식 8]

$$\lambda_r = \frac{16\sigma T^3}{3K}$$

[0092]

[0093] 여기서 소멸계수(Extinction Coefficient) K 는 [수학식 9]에 의하여 주어진다.

[0094] [수학식 9]

$$K = 4.1 \cdot \frac{\sqrt{\frac{f_s \cdot \rho_f}{\rho_s}}}{d} + \left[\frac{(1-f_s) \cdot \rho_f}{\rho_s} \right] \cdot K_w$$

[0095]

[0096] [수학식 9]에서 $K_w = 60000 \text{ m}^{-1}$ 이며, f_s 는 셀의 스트럿(Struts)의 부피에 대한 분율로 아래 [수학식 10]과 같이 정의되며 대략 0.8정도이다.

[0097] [수학식 10]

$$f_s = \frac{V_{struts}}{V_{struts} + V_{wall}}$$

[0098]

[0099] 또한, 위 [수학식 7]에서 우레탄 폴리머를 통한 열전도도인 λ_s 는 다음 [수학식 11]과 같이 정의된다.

[0100] [수학식 11]

$$\lambda_s = \left(\frac{2}{3} - \frac{f_s}{3} \right) \cdot (1-\phi) \cdot \lambda_{pur}$$

[0101]

[0102] 상술한 바와 같이, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 단일 시료를 밀폐탱크(10) 내부에 구비하고, 밀폐탱크(10) 내부의 변화 분압 및 최종 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 확인하여, 최초를 포함하는 각 실험 단계에서의 발포체 시료(F) 시료 내부 분압을 계산할 수 있어 실험 신뢰도를 향상할 수 있는 장점이 있다.

[0103] 또한, 본 발명의 발포체 시료(F) 시료 가스 분석 방법은 단일 시료를 이용하며, 별도의 시료 채취 등의 작업 공정이 필요치 않으므로 전체 실험 진행 효율을 획기적으로 높일 수 있는 장점이 있다.

[0104]

[0105] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

[0106] S10 ~ S50 : 본 발명에 따른 발포체 시료 가스 분석 방법의 각 단계

10 : 밀폐탱크

11 : 가스유출입부

12 : 밸브

13 : 정밀저울

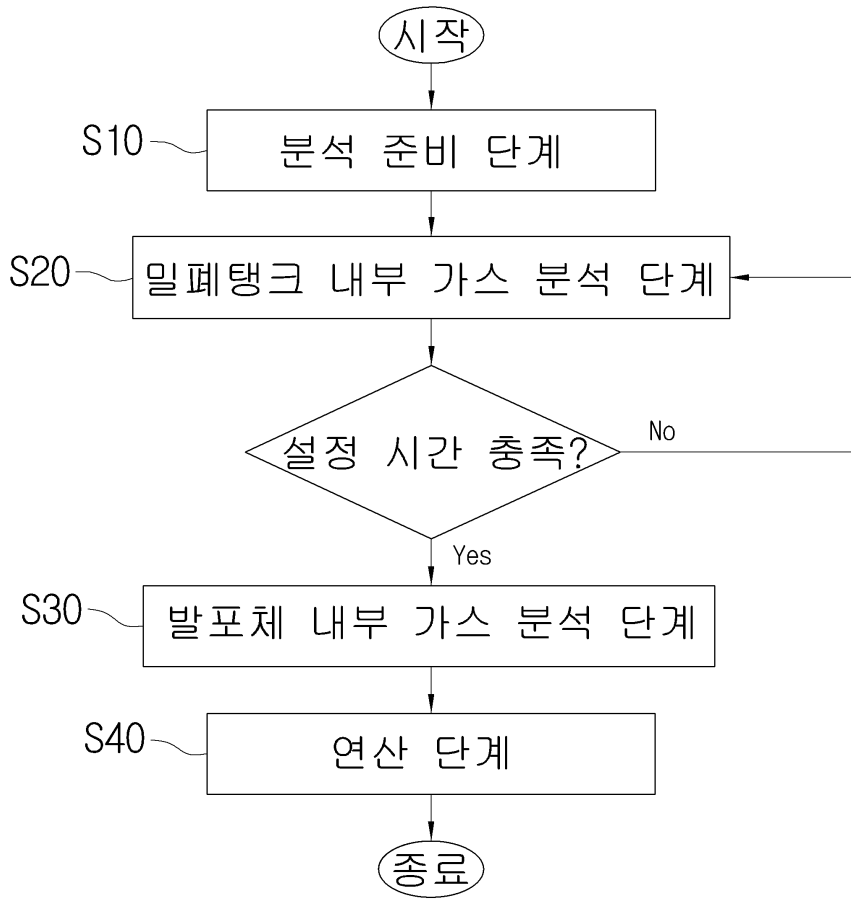
14 : 압력계

20 : 분석장치

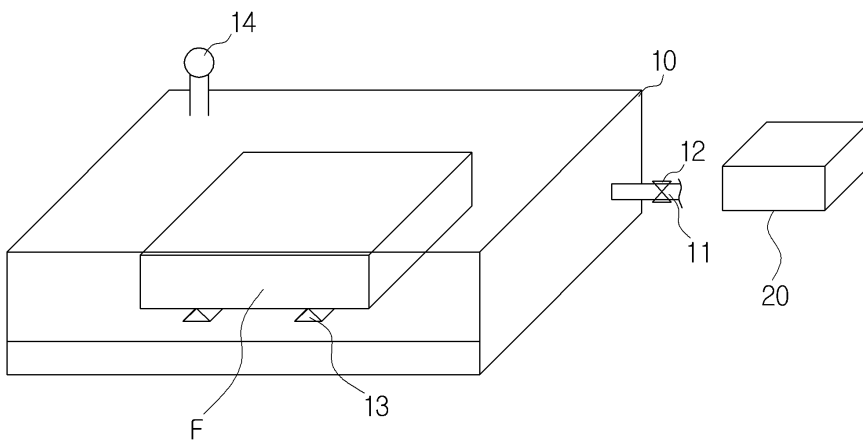
F : 발포체 시료

도면

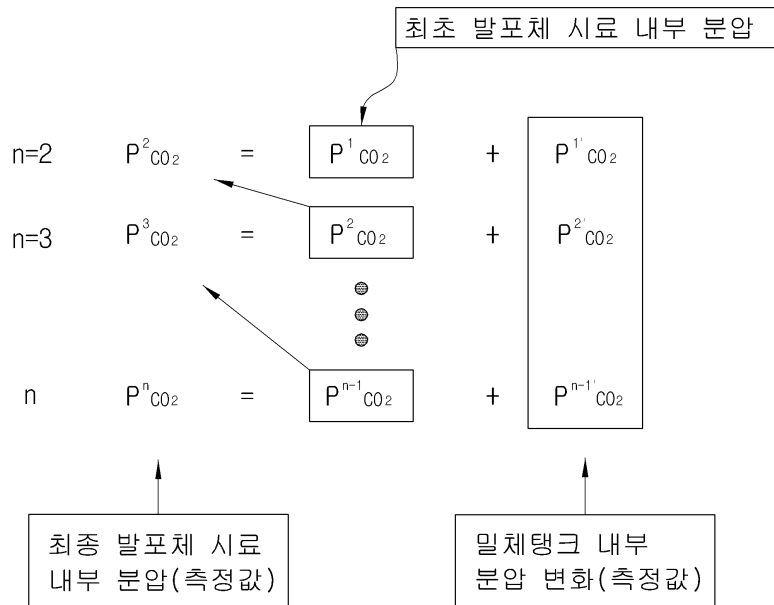
도면1



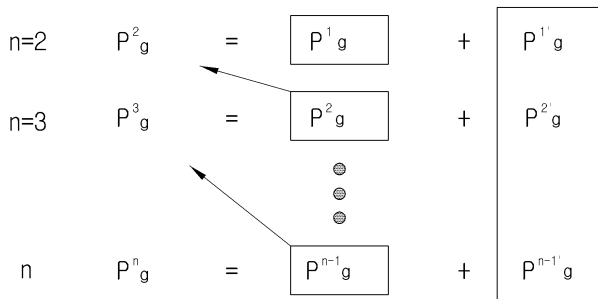
도면2



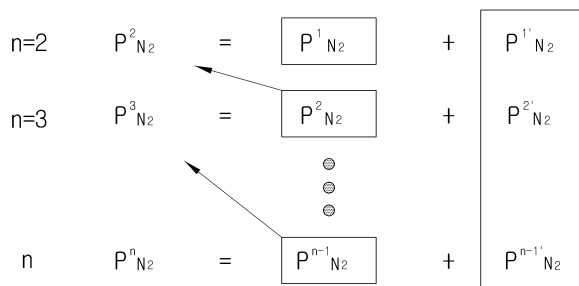
도면3



도면4



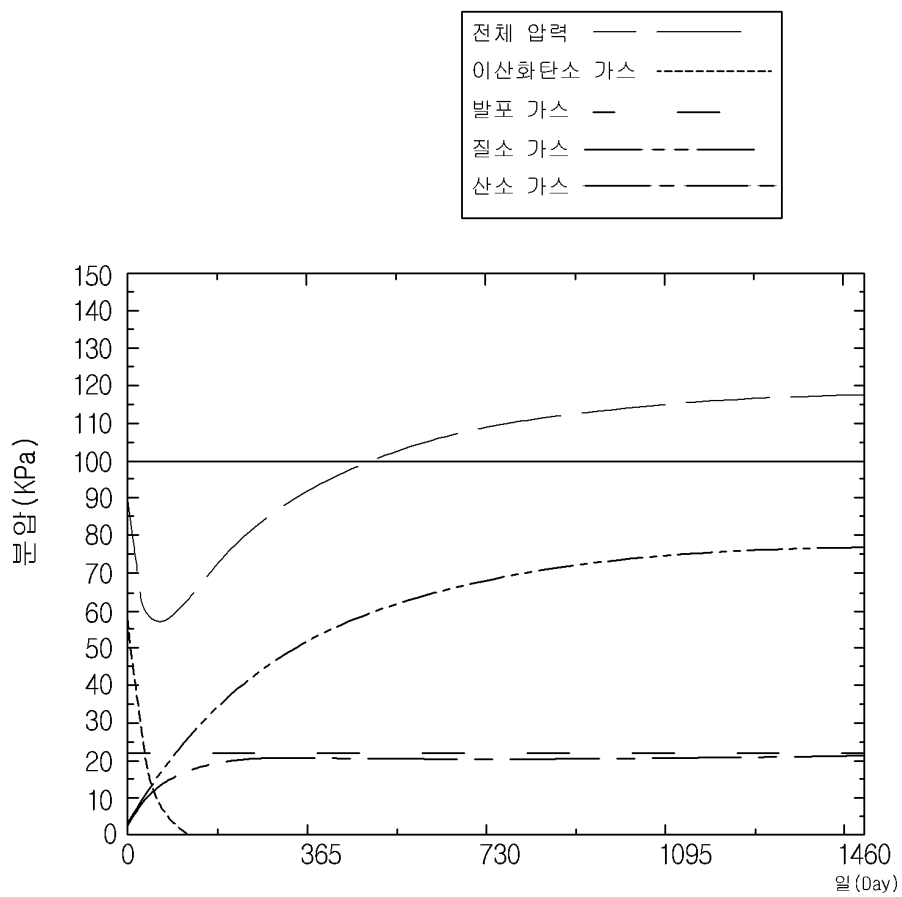
도면5



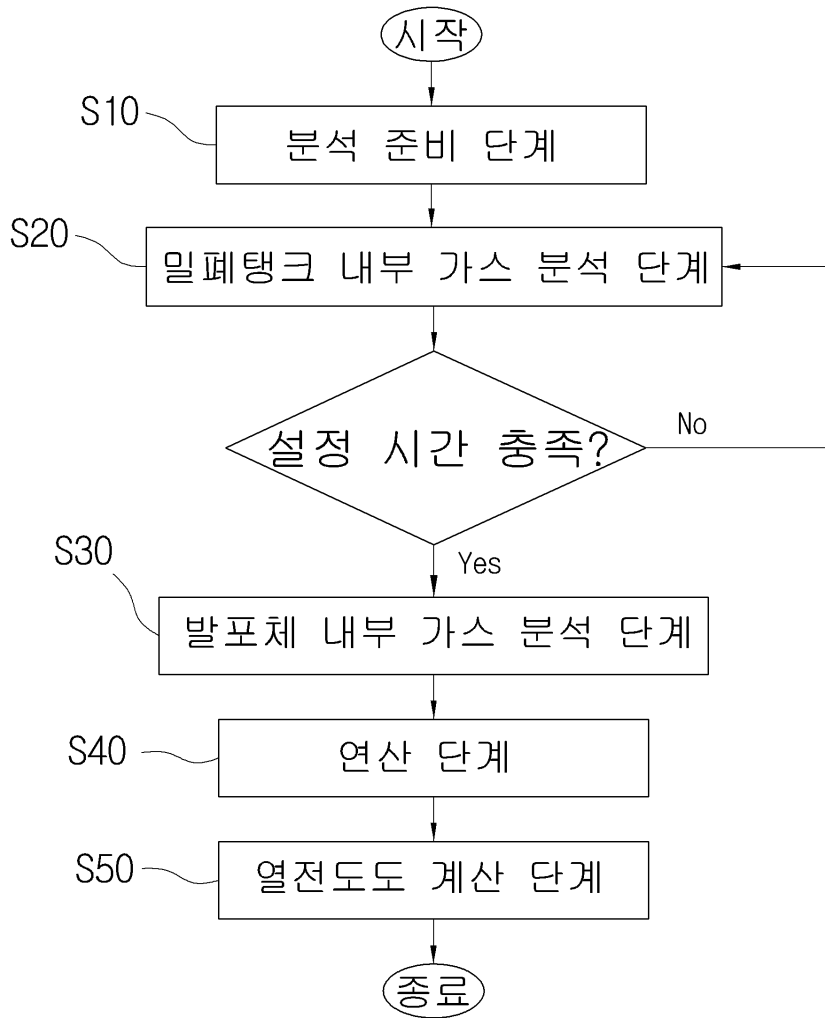
도면6

$$\begin{array}{rclcl}
 n=2 & P^2_{0_2} & = & \boxed{P^1_{0_2}} & + & \boxed{P^{1'}_{0_2}} \\
 n=3 & P^3_{0_2} & = & \boxed{P^2_{0_2}} & + & \boxed{P^{2'}_{0_2}} \\
 & & & \odot & & \\
 & & & \odot & & \\
 & & & \odot & & \\
 n & P^n_{0_2} & = & \boxed{P^{n-1}_{0_2}} & + & \boxed{P^{n-1'}_{0_2}}
 \end{array}$$

도면7



도면8



도면9

