



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0069080
(43) 공개일자 2024년05월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61C 5/50 (2017.01) A61C 5/62 (2017.01)

(52) CPC특허분류

A61C 5/50 (2017.02)

A61C 5/62 (2017.02)

(21) 출원번호 10-2022-0150215

(22) 출원일자 2022년11월11일

심사청구일자 2022년11월11일

(71) 출원인

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

서울대학교치과병원

서울특별시 종로구 대학로 101 (연건동)

(72) 발명자

서지환

서울특별시 관악구 쑥고개로21길 5, 506호(봉천동)

김호영

서울특별시 관악구 관악로 1, 122E동 403호(봉천동, 서울대학교수 아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

모아특허법인

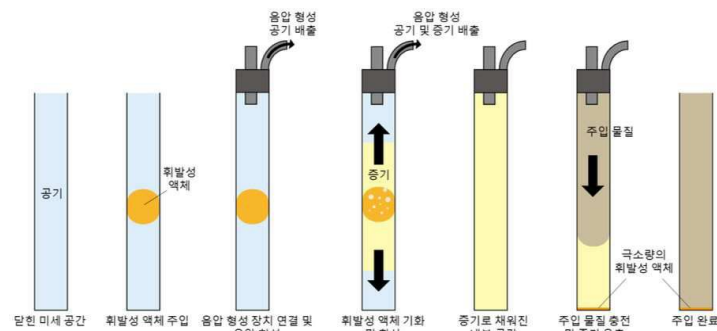
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 액체 충전 방법 및 이러한 방법의 실행을 위한 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 끝이 막힌 좁은 관으로의 액체 충전 방법은, 상기 관 내부로 액체 상태의 휘발성 물질을 주입하는 단계와; 상기 관을 밀폐하고 진공 형성 장치를 연결하는 단계와; 상기 진공 형성 장치를 작동하여 상기 관 내부 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이하가 되도록 음압을 형성함으로써 상기 액체 상태의 휘발성 물질을 기화시키는 단계와; 압력을 가하여 주입 액체를 충전하는 단계를 포함한다. 상기 액체 상태의 휘발성 물질의 기화 단계에서는 상기 진공 형성 장치에 의해 가해지는 음압에 의하여 상기 관 내부에 존재하던 공기가 관 외부로 배출된다. 상기 주입 액체의 충전 단계에서는 충전에 의해 상기 관 내에 가해지는 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이상에 이르면 상기 기체 상태의 휘발성 물질의 응축이 발생하여 상기 휘발성 물질의 부피가 감소되고, 상기 기체 상태의 휘발성 물질이 차지하고 있던 상기 관 내 공간에 상기 주입 액체의 충전이 이루어진다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김원정

서울특별시 은평구 연서로48길 12, 506동 401호(진관동, 은평뉴타운 제각말)

손원준

서울특별시 서초구 동광로 89-5, 101동 404호(방배동, 방배3차이편한세상)

명세서

청구범위

청구항 1

끝이 막힌 좁은 관으로의 액체 충전 방법이고,
 상기 관 내부로 액체 상태의 휘발성 물질을 주입하는 단계와,
 상기 관을 밀폐하고 진공 형성 장치를 연결하는 단계와,
 상기 진공 형성 장치를 작동하여 상기 관 내부 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이하가 되도록 음압을 형성함으로써 상기 액체 상태의 휘발성 물질을 기화시키는 단계와,
 압력을 가하여 주입 액체를 충전하는 단계를 포함하고,
 상기 액체 상태의 휘발성 물질의 기화 단계에서는 상기 진공 형성 장치에 의해 형성된 음압에 의하여 상기 관 내부에 존재하던 공기가 관 외부로 배출되고,
 상기 주입 액체의 충전 단계에서는 충전에 의해 상기 관 내에 가해지는 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이상에 이르면 상기 기체 상태의 휘발성 물질의 응축이 발생하여 상기 휘발성 물질의 부피가 감소되고, 상기 기체 상태의 휘발성 물질이 차지하고 있던 상기 관 내 공간에 상기 주입 액체의 충전이 이루어지는,
 액체 충전 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 휘발성 물질은 아세톤인 액체 충전 방법.

청구항 3

근관 충전 방법이고,
 근관 내부로 액체 상태의 휘발성 물질을 주입하는 단계와,
 근관 상단을 밀폐하고 진공 형성 장치를 연결하는 단계와,
 상기 진공 형성 장치를 작동하여 근관 내부 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이하가 되도록 음압을 형성함으로써 상기 액체 상태의 휘발성 물질을 기화시키는 단계와,
 압력을 가하여 충전재를 충전하는 단계를 포함하고,
 상기 액체 상태의 휘발성 물질의 기화 단계에서는 상기 진공 형성 장치에 의해 형성된 음압에 의하여 상기 관 내부에 존재하던 공기가 관 외부로 배출되고,
 상기 충전재의 충전 단계에서는 충전에 의해 상기 관 내에 가해지는 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이상에 이르면 상기 기체 상태의 휘발성 물질의 응축이 발생하여 상기 휘발성 물질의 부피가 감소되고, 상기 기체 상태의 휘발성 물질이 차지하고 있던 상기 관 내 공간에 상기 충전재의 충전이 이루어지는,
 근관 충전 방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 휘발성 물질은 아세톤인 근관 충전 방법.

청구항 5

제1항에 따른 방법을 실행하기 위한 액체 충전 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 휘발성 물질은 아세톤인 액체 충전 장치.

청구항 7

제3항에 따른 방법을 실행하기 위한 근관 충전 장치.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 휘발성 물질은 아세톤인 근관 충전 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액체 충전 방법, 보다 구체적으로는 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 액체를 주입하여 채우는 방법 및 이러한 방법의 실행을 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간(dead end channel or space)에 액체를 주입하여 채우는 기술은 다양한 산업 분야에서 활용되고 있다. 그런데, 액체를 채워야 할 공간을 미리 점유하고 있는 공기를 제거하거나 외부로 배출시키지 못하면 주입 액체를 충분히 채울 수 없다. 내부에 갇힌 공기를 압축하더라도 압축된 공기의 부피만큼은 주입 액체가 충전하지 못하는 문제가 있다. 게다가, 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 갇힌 공기는 넓은 공간의 경우와 달리 주입 액체의 충전 과정에서 외부로 배출되기가 더 어렵다. 좁은 관에서는 주입 액체의 표면 장력에 의한 영향이 강해져 갇힌 공기가 액체를 뚫고 외부로 배출되기가 어렵기 때문이다(도 1 참조).

[0003] 본 발명자(들)이 파악하기로, 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 액체를 주입하여 채우기 위해, 종래기술에서는 다음 두 가지 방법이 시도되었다. 첫째는 막힌 공간에 공기 배출을 위한 출구를 만들어 주입 재료의 손실을 감안하고 주입하는 방법이다. 이러한 방법은 재료의 손실이 발생할 뿐만 아니라 충전 대상 공간의 출구를 인위적으로 형성할 수 없는 환경에는 적용이 불가능하다. 둘째는 충전 대상 공간에 높은 수준의 진공을 형성하는 것이다. 그런데, 내부의 공기를 충분히 제거할 수 있을 정도로 낮은 압력을 형성하는 것은 비용 및 난이도 측면에서 비효율적이다. 또한, 현실적으로 적용 가능한 진공을 적용하는 경우 내부의 공기가 충분히 제거되지 않는다. 예를 들어, 내부 압력을 0.1 기압 수준으로 낮추더라도 약 10%의 공기가 여전히 공간을 점유하고 있기 때문에, 이 공기가 차지하는 공간은 주입 액체로 채울 수 없다(공기를 이상 기체로 가정하면 $PV=nRT$ 의 공식이 적용 가능한데, 온도와 부피가 동일한 경우 질량은 압력에 비례함). 고도의 진공을 형성하는 방식이 충전은 주입 액체의 증기압이 극단적으로 낮거나 목표 충전물이 낮은 제한된 상황에서만 적용 가능하다. 주입 액체의 증기압이 상대적으로 높은 경우, 고도의 진공의 진공이 형성된 채널 내 압력이 주입 액체의 증기압보다 낮기 때문에, 주입 액체의 기화가 유발된다. 이 문제, 즉 주입 액체의 기화가 유발되는 문제를 해결하기 위하여 진공의 수준을 주입 액체의 증기압 이상으로 제한하게 되면, 충전물이 낮아지는 한계가 있다. 따라서 고도의 진공을 형성하는 방식의 충전은 주입 액체의 증기압이 극단적으로 낮거나 목표 충전물이 낮은 제한적 상황에서만 유효하다.

[0004] 이와 같이, 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간을 완전히 채울 수 있는 기술의 필요성은 관련 기술분야에 상존함에도 불구하고, 본 발명에 이르기까지 효과적인 해결책이 등장하지 않았다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 액체를 주입하여 채움에 있어서 종래기술 대비 현저히 높은 충전 비율을 달성하는 방법 또는 이러한 방법의 실행을 위한 장치를 제공하는 것이다.

[0006] 또한, 본 발명의 목적은 종래기술 대비 현저히 높은 충전 비율을 달성하면서도 동시에 종래기술 대비 현저히 간단한 설비 및 감소된 비용을 사용하는 방법 또는 이러한 방법의 실행을 위한 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은 액체 충전 방법 및 이러한 방법의 실행을 위한 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 끝

이 막힌 좁은 관으로의 액체 충전 방법은, 상기 관 내부로 액체 상태의 휘발성 물질을 주입하는 단계와; 상기 관을 밀폐하고 진공 형성 장치를 연결하는 단계와; 상기 진공 형성 장치를 작동하여 상기 관 내부 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이하가 되도록 음압을 형성함으로써 상기 액체 상태의 휘발성 물질을 기화시키는 단계와; 압력을 가하여 주입 액체를 충전하는 단계를 포함한다.

[0008] 상기 액체 상태의 휘발성 물질의 기화 단계에서는 상기 진공 형성 장치에 의해 가해지는 음압에 의하여 상기 관 내부에 존재하던 공기가 관 외부로 배출된다. 상기 주입 액체의 충전 단계에서는 충전에 의해 상기 관 내에 가해지는 압력이 상기 휘발성 물질의 증기압 이상에 이르면 상기 기체 상태의 휘발성 물질의 응축이 발생하여 상기 휘발성 물질의 부피가 감소되고, 상기 기체 상태의 휘발성 물질이 차지하고 있던 상기 관 내 공간에 상기 주입 액체의 충전이 이루어진다.

[0009] 또한, 본 발명의 범주는 상술한 액체 충전 방법을 실행하기 위한 액체 충전 장치를 포괄한다.

[0010] 이외에도 추가적인 구성이 본 발명에 따른 액체 충전 방법 및 이러한 방법의 실행을 위한 장치에 더 포함될 수 있다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따르면, 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 액체를 주입하여 채움에 있어서 종래기술 대비 현저히 높은 충전 비율을 달성하는 방법 또는 이러한 방법의 실행을 위한 장치가 제공될 수 있다.

[0012] 또한, 본 발명에 따르면, 종래기술 대비 현저히 높은 충전 비율을 달성하면서도 동시에 종래기술 대비 현저히 간단한 설비 및 감소된 비용을 사용하는 방법 또는 이러한 방법의 실행을 위한 장치가 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간에 갇힌 공기의 존재가 주입 액체의 충전 과정에서 외부로 배출되기 어려운 이유를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 충전 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 여러 물질의 상온에서의 증기압을 기재한 표이다.

도 4는 아세톤 기화 실험 결과를 도시하는 도면이다.

도 5는 아세톤의 기화 상태에서 충전 물질의 주입 실험 결과를 도시하는 도면이다.

도 6은 치아를 본떠 만든 석고 모형을 사용한 충전 실험 결과를 도시하는 도면이다.

도 7은 실제 발치 치아를 사용한 충전 실험 결과를 도시하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이러한 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 명세서에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 일 실시예로부터 다른 실시예로 변경되어 구현될 수 있다. 또한, 각각의 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치도 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 행하여지는 것이 아니며, 본 발명의 범위는 특허청구범위의 청구항들이 청구하는 범위 및 그와 균등한 모든 범위를 포괄하는 것으로 받아들여져야 한다.

[0015] 이하에서는, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 여러 바람직한 실시예에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

본 발명의 기본 원리

[0018] 본 발명에서는 충전 대상 공간 내부의 공기를 효율적으로 제거하기 위한 방법으로 휘발성 액체의 끓음에 의한 기화 및 압축에 의한 응축 현상을 활용한다. 일반적으로 기체는 액체 대비 동일 중량에서 약 1000배의 부피를

차지한다. 충전 대상 공간을 공기가 아닌 휘발성 액체의 증기로 채우고, 주입 액체를 충전한다. 동시에, 휘발성 액체의 증기를 압축시키면서 응축시켜 액체 상태로의 상변화를 유도하면 부피가 급격히 줄어들어 높은 충전율의 확보가 가능하다.

[0020] 본 발명에 따른 액체 충전 방법에 대한 설명

[0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 충전 방법을 설명하기 위한 도면이다. 이하에서는 도 2를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 충전 방법에 대하여 설명한다.

[0022] 제1 단계로 충전 대상 공간에 휘발성 액체를 주입한다.

[0023] 제2 단계로 공간을 밀폐하고 진공 형성 장치를 연결한다.

[0024] 제3 단계로 휘발성 액체의 상온(또는 해당 환경의 온도)에서의 증기압 이하의 압력이 형성되도록 진공을 형성한다. 증기압 이하로만 압력이 떨어지면 되기에 높은 수준의 음압 형성 장치는 불필요하다.

[0025] 제4 단계로 음압 형성 중 공간을 채우고 있던 공기의 일부는 외부로 배출된다. 이에 따라 감소한 압력으로 인해 휘발성 액체에는 끓음에 의한 기화가 발생한다. 진공 형성 장치의 작동에 의하여 내부의 공기와 증기(휘발성 액체의 기화에 의해 발생한 증기)의 일부는 지속적으로 외부로 배출된다.

[0026] 제5 단계로 음압 형성 중 휘발성 액체가 모두 기화하면 충전 대상 공간을 점유하던 공기는 대부분 외부로 배출되고 공간의 대부분은 휘발성 액체의 증기로 채워진다.

[0027] 제6 단계로 주입 액체를 충전한다. 주입 액체의 충전에 따라 휘발성 액체의 증기가 압축되고 내부 공간의 압력이 상승한다.

[0028] 제7 단계로 압력 상승에 따라 휘발성 액체의 증기압을 넘어서면 응축이 시작되며 증기 상태의 부피 대비 1/1000 수준의 부피의 액체로 상변화가 발생한다.

[0029] 제8 단계로 휘발성 액체가 모두 응축하여 충전이 완료되면 전체 공간의 약 0.1% 수준만 휘발성 액체로 채워지고 나머지 공간은 모두 주입 액체로 충전된다.

[0030] 이하에서는 상술한 본 발명의 일 실시예에 따른 액체 충전 방법의 이론적 배경을 구체적으로 설명한다.

[0031] 먼저, 본 발명에서 휘발성 액체를 활용하는 이유에 대하여 설명한다. 액체 상태의 물질이 끓어 기화하기 위해서는 특정 온도에서 주변 환경의 압력이 물질의 고유 물성인 증기압 이하로 떨어지거나 특정 압력에서 주변 환경의 온도가 물질의 고유 물성인 끓는점 이상으로 상승해야 한다. 액체가 기화하여 기체 상태가 되면 일반적으로 부피가 약 1000배로 증가한다. 반대로, 기체가 액화 하여 액체 상태가 되면 부피가 1/1000 수준으로 감소한다. 따라서, 충전 대상 공간을 채우고 있는 기체를 압축하여 응축시키면 부피가 급격히 줄어 빈 공간 없이 충전할 수 있다.

[0032] 상온 및 상압 근처에서 쉽게 기화 및 액화 할 수 있는 휘발성 액체를 사용하는 것이 유리하다. 휘발성 액체는 상대적으로 증기압이 낮아 상온에서 압력을 조금만 낮추어도 기화가 가능하여 적용 대상 공간 내부에서 쉽게 증기로 만들 수 있다. 도 3은 여러 물질의 상온에서의 증기압을 기재한 표이다(참고로 1기압은 약 100kPa임).

[0033] 다음으로, 내부 공기 제거 원리에 대하여 설명한다. 휘발성 액체를 충전 대상 공간에 주입하고 음압을 형성하여 기화한 후 내부 공간을 휘발성 액체의 증기로 채울 수 있다. 기존에 공간을 채우고 있던 공기 중 대부분은 초기 음압 형성 중 외부로 배출되며 그 후에도 남아 있는 공기들은 휘발성 액체의 기화로 발생한 증기 일부와 함께 지속적으로 배출될 수 있다. 이때 휘발성 액체의 증기와 공기 간의 확산은 빠르게 발생하기 때문에 내부 공간은 빠른 시간 안에 휘발성 액체의 증기로 가득 채워질 수 있다. 특히, 음압을 형성하여 압력이 낮게 형성된 경우 기체 간의 확산은 더욱 빠르게 진행된다.

[0034] 예를 들어, 1기압에서 일반적인 gas - gas diffusion coefficients D_{1atm} 는 다음과 같다.

$$[0035] D_{1atm} \sim 10^{-6} - 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$$

[0036] 휘발성 액체의 기화를 위해 음압을 형성하여 0.1기압 수준의 압력이 형성된 환경에서는 이상기체의 경우 diffusion coefficients $D_{0.1atm}$ 가 10배 증가한다.

- [0037] $D_{0.1atm} \sim 10^{-5} - 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$
- [0038] 채우는 공간의 깊이를 $L \sim 10 \text{ mm}$ 수준이라고 하면, 증기의 확산에 소요되는 시간 t 는 수 초 이내이다.
- [0039] $t \sim L^2/D_{0.1atm} \sim 10^0 - 10^1 \text{ s}$
- [0040] 다음으로, 적정 음압 수준에 대하여 설명한다. 정량적으로는 내부 공간의 목표 압력(P)은 다음의 조건을 만족해야 한다. $P_{\text{휘발성 액체}}$ 는 휘발성 액체의 주변 온도에서의 증기압이다.
- [0041] $P < P_{\text{휘발성 액체}}$
- [0042] 이 때 주입 액체의 증기압 특성, 휘발성 액체와 주입 액체 간의 반응성, 휘발성 액체와 목표 충전 공간의 적합성 및 목표 충전 공간에 대한 음압 형성의 용이성 등에 따라 휘발성 액체의 종류(및 증기압)와 내부 공간의 목표 압력을 유동적으로 결정할 수 있다. 예를 들어, 아세톤을 휘발성 액체로 사용한다면 내부 공간의 압력을 0.3 기압 미만으로 낮추어 아세톤의 끓음과 기화가 가능하다.
- [0044] **휘발성 액체로서 아세톤을 사용한 실험 수행**
- [0045] 본 발명자(들)는 상술한 본 발명에 따른 방법의 한쪽 끝이 막힌 좁은 관 또는 공간으로의 액체 충전 성능을 검증하기 위하여 실험을 수행하였다. 본 실험에서는 아세톤이 휘발성 액체로 채택되었다. 아세톤은 25°C 에서 30 kPa의 증기압을 갖는다. 36°C 에서의 증기압은 48 kPa이다.
- [0046] 본 발명자(들)는 총 3가지 환경에 대하여 충전 실험을 실시하였다. 첫번째 실험에서는 아세톤 기화 과정 및 충전 과정을 외부에서 관찰 가능하도록 투명한 아크릴로 만든 모형을 사용하였다. 두번째 실험에서는 치아를 본떠 만든 석고 모형을 사용하였다. 세번째 실험에서는 실제 발치 치아를 사용하였다.
- [0047] 위 3가지 실험에서 모두 아크릴 관 또는 치아 석고 모형 내 근관 또는 실제 발치 치아의 근관에 액체 상태의 아세톤을 주입하였다. 그 이후, 음압 형성을 통해 아세톤의 기화를 유도하여 끝이 막힌 좁은 관 내부를 아세톤 증기로 채웠다. 그 이후, 충전재 주입을 실시하였고, 충전재 주입 중 높아지는 압력으로 기화된 아세톤의 액체 상태로의 상변화를 유도하면서 충전을 완료하였다.
- [0048] 첫번째 아크릴 모형을 사용한 실험은 크게 2단계로 실시하였다. 첫번째 단계는 아세톤의 기화 실험이고, 두번째 단계는 아세톤 기화 상태에서 충전 물질을 주입하는 실험이다.
- [0049] 아세톤 기화 실험에 있어서, 본 발명자(들)는 $35 - 45^\circ \text{C}$ 의 물에 중탕 중에 음압을 형성하였다. 음압 수준을 0 - 90 kPa 사이에서 점진적으로 상승시켰고, 음압 상승 중에 액체 상태 아세톤의 직접 흡입을 방지하였다. 도 4는 아세톤 기화 실험 결과를 도시하는 도면이다. 도 4의 좌측 사진은 액체 상태의 아세톤 40 μL 를 끝이 막힌 좁은 관 내부에 주입한 상태에서 음압을 걸어준 후 2초가 경과한 상태이다. 작은 방울 상태로 아세톤의 기화가 개시되는 모습을 확인 가능하다. 도 4의 가운데 사진은 음압을 걸어준 후 5초가 경과한 상태이다. 기화된 아세톤이 보다 넓은 공간을 차지한 모습을 확인 가능하다. 도 5의 우측 사진은 음압을 걸어준 후 10초가 경과한 상태이다. 기화된 아세톤이 끝이 막힌 좁은 관 전체를 점유한 모습을 확인 가능하다. 본 실험으로써 음압 형성에 의하여 아세톤의 기화가 가능하다는 점, 음압 형성에 의해 관 내에 존재하던 공기를 거의 완전하게 외부로 배출하고 기화된 아세톤이 공간 전체를 점유하도록 할 수 있다는 점, 40 μL 의 아세톤 기화 및 공간 완전 점유에 약 10초가 소요된다는 점이 확인되었다. 본 실험에서 40 μL 의 아세톤이 사용되었고 이 정도 양의 아세톤의 기화에 대략 10초 정도의 시간이 소요된다는 점이 밝혀졌지만, 이러한 실험 결과는 본 발명의 범주를 제한하는 것으로 이해되어서는 아니된다. 충전하고자 하는 공간의 크기에 따라 사용되는 액체 상태의 아세톤의 양은 변경 가능하고, 충전 공간이 놓인 환경에 따라 액체 상태의 아세톤의 기화에 소요되는 시간도 달라질 수 있다. 또한, 본 실험에 사용된 중탕 중의 음압 형성 방식 외에 그 어떠한 음압 형성 방식도 적용 가능하다. 아세톤 이외의 다른 종류의 휘발성 액체가 사용될 수 있음은 물론이다.
- [0050] 아세톤의 기화 상태에서 충전 물질의 주입 실험 결과는 도 5에 도시된다. 도 5의 좌측 사진은 아세톤의 완전히 기화되어 끝이 막힌 좁은 관을 완전히 점유한 상태에서 충전 물질의 주입하기 전 상태이다. 도 5의 가운데 사진은 동일 상태에서 충전 물질이 주입되는 과정 중간 상태이다. 도 5의 가운데 사진을 보면, 우유 색의 충전 물질이 주입되어 관의 상단 2/3 이상을 점유하고 관의 하부에는 아직 충전 물질이 도달 전인 상태를 확인 가능

하다. 도 5의 우측 사진은 충전 물질이 끝이 막힌 좁은 관의 하단부까지 거의 완전히 도달하여 충전이 완료된 상태이다. 이론적으로는 관의 최하단부에는 충전 물질이 아닌 액체 상태로 상변화 된 아세톤이 존재하지만, 액체 상태의 아세톤이 점유하는 공간의 비율은 전체 관 공간 대비 1/1000에 불과하여 육안으로는 충전 물질이 관 전체를 완전히 점유한 것으로 확인된다.

[0051] 도 6은 치아를 분쇄 만든 석고 모형을 사용한 충전 실험 결과를 도시하는 도면이다. 본 발명자(들)는 치아 석고 모형을 사용한 충전 실험에 있어서 두 개의 대조군을 사용하였다. 첫째는 음압을 형성하되, 액체 상태의 아세톤을 주입하지 않고 따라서 아세톤의 기화도 일으키지 않은 조건이며, 도 6의 좌측에 해당한다. 둘째는 액체 상태의 아세톤을 주입한 후 동일 음압을 걸어주어 아세톤을 기화시킨 상태에서 충전 물질을 주입한 조건이며, 도 6의 우측에 해당한다. 2개의 대조군 모두에서 충전 압력은 150 kPa로 하였다. 도 6을 보면, 첫번째 대조군에서는 치아 석고 모형 내에 형성한 갈수록 좁아지는 형태의 관이 절반 정도밖에 충전되지 않음을 확인할 수 있다. 반면, 두번째 대조군, 즉 아세톤의 주입 및 기화 상태에서 충전 물질을 주입한 쪽에서 동일한 형태의 관이 완전히 충전됨을 확인할 수 있다. 도 6에서 사진 하단의 붉은색 직선은 관의 끝이 완전히 밀폐된 상태라는 점을 표시하기 위한 것이다.

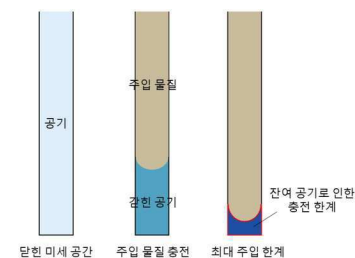
[0052] 도 7은 실제 발치 치아를 사용한 충전 실험 결과를 도시하는 도면이다. 본 발명자(들)는 본 실험에 있어서 총 3개의 대조군을 사용하였다. 첫째는 음압을 걸지 않고 아세톤의 주입 및 기화를 적용하지 않은 조건이며, 도 7의 좌측에 해당한다. 둘째는 음압을 걸되 아세톤의 주입 및 기화를 적용하지 않은 조건이며, 도 7의 가운데에 해당한다. 셋째는 아세톤을 주입하고 둘째 대조군과 동일한 음압을 걸어 기화시킨 상태에서 충전 물질을 주입한 조건이며, 도 7의 우측에 해당한다. 3개의 대조군 모두에서 충전 압력은 150 kPa로 하였다. 도 7을 보면, 본 발명에 따른 충전 방법을 적용한 대조군의 압도적으로 우수한 충전 성능을 확인 가능하다.

[0054] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항과 한정된 실시예 및 도면에 의하여 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위하여 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변경을 꾀할 수 있다.

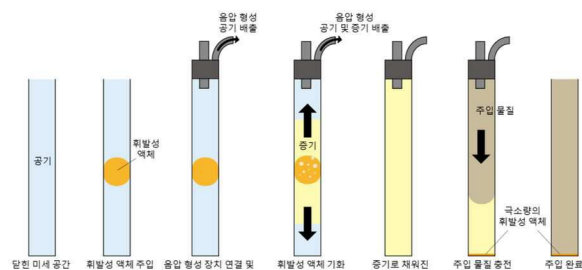
[0055] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 또는 이로부터 등가적으로 변경된 모든 범위는 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

도면1



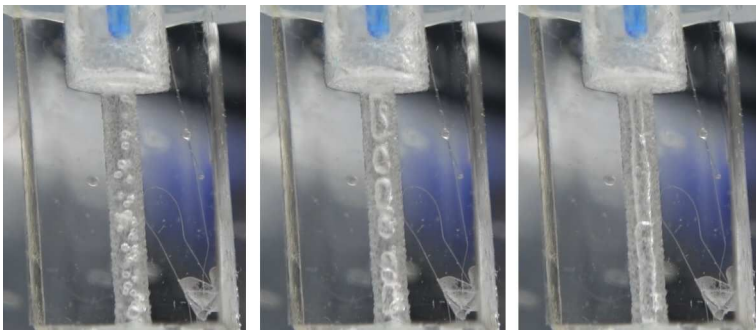
도면2



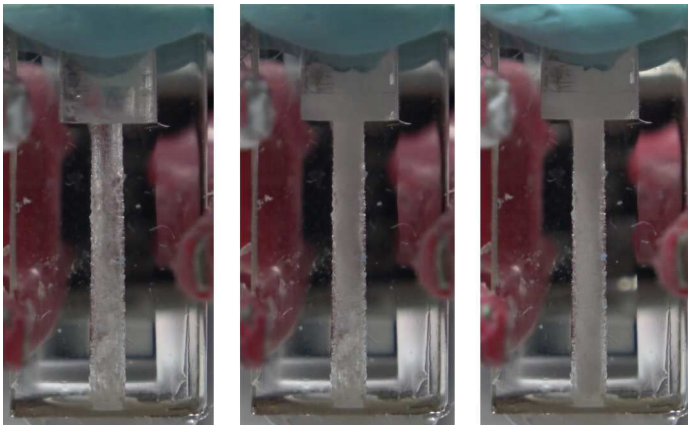
도면3

물 질	증기압 (kPa, at 25 °C)
Methylene chloride, dichloromethane	58
Pentane	58
Butyric acid n	48
Carbon disulphide	48
Allyl chloride	40
Acetone	30
Methyl acetate	28.8
Bromine	28
Chloroform	26
Hexane	17.6
Methyl alcohol, methanol	16.9
Carbon tetrachloride	15.3
Benzene	14
Ethyl acetate	14
Ethyl alcohol	12.4
water	2.4

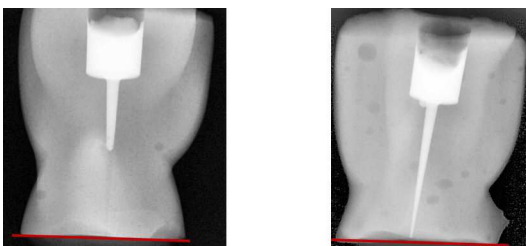
도면4



도면5



도면6



도면7

