



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0128830
(43) 공개일자 2010년12월08일

(51) Int. Cl.

C09K 5/08 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0047464

(22) 출원일자 2009년05월29일

심사청구일자 2009년05월29일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

강용태

서울특별시 서초구 서초4동 서초래미안아파트 10 4동 905호

정정열

경기도 수원시 영통구 영통동 1018-7번지 102호

조창환

경기도 수원시 영통구 영통동 1027-27번지 101호

(74) 대리인

강태훈, 나선균, 방영석

전체 청구항 수 : 총 9 항

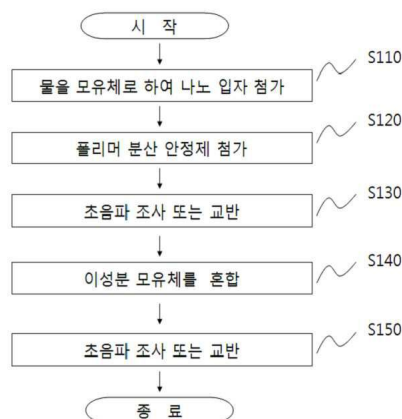
(54) 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 물을 모유체로 하여 나노 입자를 첨가하는 단계, 상기 나노 입자가 첨가된 유체에 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 외부가 상기 폴리머 분산 안정제로 둘러싸인 상기 나노 입자가 존재하는 나노 유체를 제조하는 단계, 상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계 및 상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법을 제공한다.

또한, 물을 모유체로 하여 에멀전 형성에 사용되는 유체를 첨가하는 단계, 상기 유체를 분산시켜 나노 에멀전을 형성하는 단계, 상기 나노 에멀전에 폴리머 분산 안정제를 첨가한 나노 유체를 제조하는 단계, 상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계 및 상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법을 제공한다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

물을 모유체로 하여 나노 입자를 첨가하는 단계;

상기 나노 입자가 첨가된 유체에 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 외부가 상기 폴리머 분산 안정제로 둘러싸인 상기 나노 입자가 존재하는 나노 유체를 제조하는 단계;

상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계; 및

상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 2

물을 모유체로 하여 나노 입자, 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 상기 폴리머 분산 안정제로 둘러싸인 상기 나노 입자가 존재하는 나노 유체를 제조하는 단계;

상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계; 및

상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 나노 유체에 계면 활성제를 추가하는 단계를 더 포함하며,

상기 계면활성제의 농도는 0.01 vol% 내지 10.0 vol%인 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 이성분 모유체는 리튬브로마이드(LiBr) 수용액이며, 상기 이성분 모유체의 농도는 0 초과 60 wt% 이내인 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 5

물을 모유체로 하여 에멀전 형성에 사용되는 유체를 첨가하는 단계;

상기 유체를 분산시켜 나노 에멀전을 형성하는 단계;

상기 나노 에멀전에 폴리머 분산 안정제를 첨가한 나노 유체를 제조하는 단계;

상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계; 및

상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 6

물을 모유체로 하여 에멀전 형성에 사용되는 유체 및 폴리머 분산 안정제를 첨가하는 단계;

상기 유체를 분산시켜 나노 에멀전이 형성된 나노 유체를 제조하는 단계;

상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계; 및

상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 7

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 나노 유체에는 상기 폴리머 분산 안정제에 둘러싸인 에멀전 액적이 존재하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 8

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 나노 유체에 계면 활성제를 추가하는 단계를 더 포함하며,

상기 계면활성제의 농도는 0.01 vol% 내지 10.0 vol%인 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

청구항 9

제 5 항 또는 제 6 항에 있어서,

상기 이성분 모유체는 리튬브로마이드(LiBr) 수용액이며, 상기 이성분 모유체의 농도는 0 초과 60 wt% 이내인 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법에 관한 것으로, 상세하게는 흡수식 냉동 시스템의 흡수기의 작동 유체로 사용되는 나노 입자가 첨가된 이성분 유체 또는 나노 입자가 분산된 에멀전이 형성된 이성분 나노 유체를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기존의 작동유체가 갖고 있는 낮은 열전도율을 개선하기 위한 방법으로 열전도도가 높은 고체 입자를 혼합하는 방법이 제안되어 연구되어 왔다. 그러나 마이크로(μm), 밀리(mm) 크기의 고체 입자들은 쉽게 가라앉아 실용적으로 사용이 불가능하였다. 최근 나노(nm) 크기의 입자 제조가 가능해지면서 브라운 운동을 이용하여 나노 입자를 작동유체에 안정되게 부유시키는 기술이 개발되었다. 이렇게 제조된 나노유체는 오랜 시간동안 안정적으로 분산되며 작동유체보다 높은 열전도도 특성을 보여주었다. 이후 나노유체는 많은 연구자들에 의하여 이론적, 실험적으로 연구되어왔다.

[0003] 그러나 흡수식 시스템에 적용하기 위한 이성분 나노유체의 경우, 작동유체로 사용되는 리튬브로마이드 용액($\text{H}_2\text{O}/\text{LiBr}$)은 강전해질 용액으로써 나노입자가 쉽게 응집, 침전되는 문제가 발생하여 입자의 분산안정성이 중요한 인자로 대두 되었다. 강전해질 용액에는 나노입자 표면의 전기이중층의 두께가 얇아짐으로써 입자들이 쉽게 응집되어 침전하게 되는 문제점이 있다. 이러한 나노 유체를 이용한 열전도도 향상 연구는 현재 많은 연구가 진행되고 있으나, 이성분 유체를 모유체로 하는 이성분 나노에멀전의 열전도도 향상에 대한 연구는 전무한 상태이다.

[0004] 나노 에멀전의 모유체에 이온이 많이 함유된 경우에는 에멀전을 형성하는 유체의 표면전위 및 표면장력을 감소시켜 나노 에멀전이 형성되기 어려우며, 형성된 나노 에멀전도 시간이 지남에 따라 서로 결합하여 에멀전 상태가 깨어지고 모유체와 분리되게 된다.

[0005] 이러한 나노 유체 및 나노 에멀전을 흡수식 냉동 시스템의 흡수액으로 사용하는 경우에, 앞서 살펴본 바와 같이 나노 유체 내에 부유되는 나노 입자 및 나노 에멀전은 시간이 지남에 따라 서로 응집 또는 결합하여 모유체와 분리되므로 흡수액으로 사용하기 부적당한 상태가 된다는 문제점이 있다.

[0006] 또한, 일반적으로 흡수식 냉동 시스템의 흡수액으로 사용되고 있는 리튬브로마이드 수용액은 강전해질로서, 이러한 강전해질 수용액에 직접 나노 입자를 분산하거나 나노 에멀전을 형성할 경우 나노 유체 및 나노 에멀전의 형성 자체가 어렵다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 우수한 분산 안정성 및 물질 전달 특성을 나타내고, 흡수기 내지 흡수식 냉동 시스템의 사이즈 자체를 줄일 수 있으며, 장기간 사용에도 안정성을 가지는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0008] 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일실시예에 따른 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법으로서, 물을 모유체로 하여 나노 입자를 첨가하는 단계, 상기 나노 입자가 첨가된 유체에 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 외부가 상기 폴리머 분산 안정제로 둘러싸인 상기 나노 입자가 존재하는 나노 유체를 제조하는 단계, 상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계 및 상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조 방법을 제공한다.

[0009] 또한 본 발명의 다른 실시예에 따른 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법으로서, 물을 모유체로 하여 에멀전 형성에 사용되는 유체를 첨가하는 단계, 상기 유체를 분산시켜 나노 에멀전을 형성하는 단계, 상기 나노 에멀전에 폴리머 분산 안정제를 첨가한 나노 유체를 제조하는 단계, 상기 나노 유체에 초음파 조사 처리 또는 교반 처리를 수행하는 단계 및 상기 처리가 수행된 유체에 이성분 모유체를 혼합하는 단계를 포함하는 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법을 제공한다.

효과

[0010] 본 발명에 따르면 우수한 분산 안정성 및 물질 전달 특성을 나타내는 흡수식 냉동 시스템의 나노 유체 흡수액을 제조할 수 있다. 본 발명에 따르면 모유체가 리튬브로마이드와 같은 강전해질 용액인 경우에도 우수한 분산 안정성을 가지는 나노 유체 흡수액의 제조가 가능하다.

[0011] 또한, 본 발명에 따라 제조된 흡수액을 냉동 시스템의 흡수기의 작동 유체로 사용하는 경우에 물질 전달이 촉진되게 되고, 그 결과 흡수기 내지 흡수식 냉동 시스템 자체의 사이즈를 줄일 수 있다. 이 밖에 나노 입자 및 나노 에멀전의 응집 등을 방지하여 장시간 사용에 있어 안정적인 나노 유체 흡수액을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 발명에 따른 이성분 나노 유체 흡수액의 제조방법에 관하여 상술하기로 한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노 유체 흡수액의 제조방법을 나타내는 도면이다.

[0014] 도 1에 의하면, 먼저 물을 모유체로 나노 입자를 첨가한다(S110). 첨가되는 나노 입자로서는, 금속(Fe, Cu 등), 반도체(Si, Ge 등), 비금속 (폴리스티렌, 폴리비닐 등), 금속산화물(Al_2O_3 , CuO 등), 반도체산화물 및 반도체질화물 (SiO_2 , Si_3N_4 등)로 이루어진 나노 입자 및 나노튜브가 쓰일 수 있다.

[0015] 이 때, 나노 입자의 농도를 0.001 에서 4.0 wt% 사이로 한다. 나노 입자의 농도가 0.001 wt% 미만인 경우에는 나노 유체 내에 포함되는 나노 입자의 수가 너무 적어서 물질 전달 등의 면에서 개선효과가 미미하며, 4.0 wt%를 초과하는 경우에는 나노 입자가 결함, 응집되어 입자가 안정적으로 분산되지 않기 때문이다.

[0016] 그 다음에 arabic gum, polyvinyl alcohol (PVA), polyethyleneimine (PEI), polyvinylpyrrolidone (PVP) 등 수용성 폴리머로 이루어진 폴리머 분산 안정제를 첨가한다(S120). 이 때 첨가되는 폴리머 분산 안정제의 농도는 나노 입자의 질량을 기준으로 50 wt%에서 200 wt%로 한다. 폴리머 분산 안정제의 농도가 너무 작거나 많으면 오히려 나노 입자의 분산 안정도를 떨어뜨리기 때문이다.

[0017] 첨가된 폴리머 분산 안정제는 나노 입자를 둘러싸게 되고, 그 결과 리튬브로마이드 등과 같은 이성분 유체에 존재하는 이온과 나노 입자의 직접적인 접촉이 방지된다.

[0018] 이를 통하여 이성분 나노 유체의 분산 안정성이 유지되게 되는데, 이점에서 종래의 리튬브로마이드와 같은 강전해질 이성분 유체에 직접 나노 입자를 첨가하는 방식과 차별화된다. 이에 관하여는 후술하는 도 3의 설명에서 상술하기로 한다.

[0019] 물을 모유체로 하여 나노 입자를 부유시킬 경우 분산 안정성을 확보하기 위하여 물의 부피를 기준으로 0.01 vol% 내지 10.0 vol%의 계면활성제를 더 첨가할 수 있다(S110). 0.01 vol%이하를 넣을 경우 오히려 분산 안정성을 떨어뜨릴 수 있으며, 많은 양을 넣는다고 해서 분산 안정성이 더 확보되는 것은 아니다.

[0020] 다음으로, 초음파 조사 또는 교반기에 의한 교반을 통하여 나노 입자, 폴리머 분산 안정제 등이 잘 분산되도록

록 한다(S130). 상술한 과정은 시계열적으로 진행되거나 동시에 진행될 수 있는데, 물 모유체에 나노 입자, 폴리머 분산 안정제, 계면활성제(필요한 경우)를 함께 혼합한 후 초음파 조사 또는 교반기에 의한 교반을 통하여 나노 유체를 제조할 수 있다.

- [0021] 여기서 초음파 처리를 함에 있어, 1 W 내지 200 kW의 에너지를 가하도록 주파수 1 kHz 내지 200 MHz로 1 분 이상 초음파 처리를 수행한다. 또한, 여기에서 교반처리는 마그네틱 등을 이용한 일체의 교반 처리를 일컫는다.
- [0022] 그 후 상술한 유체에 이성분 모유체를 혼합한다(S140). 본 발명의 일실시예에서는 이성분 모유체로 흡수액으로 널리 이용되는 리튬브로마이드 수용액을 사용하였으며, 이러한 리튬브로마이드 수용액에 있어 H₂O/LiBr의 농도는 0 초과 60wt% 이하의 범위로 하며, 60wt%의 H₂O/LiBr용액과 증류수를 혼합하여 제조한다. 상기 용액의 농도가 0 초과 60wt% 이하, 바람직하게는 20 에서 55wt%의 범위에서 물질 전달 특성이 더욱 향상될 수 있다. 60wt% 이상의 농도를 가지게 되면, 리튬브로마이드 결정이 생기게 되므로 그 이상의 농도는 사용하지 않는다.
- [0023] 필요한 경우에 초음파를 조사하거나, 교반기를 통해 교반함으로써 그 분산도를 향상시켜 최종적인 이성분 나노 유체를 제조할 수 있다(S150).
- [0024] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노 유체 흡수액의 제조방법을 나타내는 도면이다.
- [0025] 도 2에 의하면, 먼저 물을 모유체로 하여 에멀전 형성에 사용될 유체를 첨가한다(S111). 이 때 첨가되는 오일은 바람직하게는 순도 80% 이상의 파라핀계 오일, 데칸계 오일 또는 도데칸계 오일 등 수용액에 에멀전을 만들 수 있는 모든 오일이 이에 해당한다. 첨가되는 오일의 농도는 모유체의 부피를 기준으로 0.001 vol%에서 50 vol%로 하며, 이는 이러한 범위를 벗어나면 나노 에멀전에 의한 물질 전달 및 열전달 효과를 얻기 어렵기 때문이다.
- [0026] 물 모유체에 오일을 분산하고 초음파 법, 상변이 온도법, 액체 크리스탈 법 등을 이용하여 나노 에멀전을 형성한다(S112).
- [0027] 나노 에멀전을 형성한 후, 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 나노 에멀전 액적을 폴리머로 싸게 된다(S121). 여기에서도 계면 활성제와 폴리머 분산 안정제를 함께 넣을 수도 있으며, 계면 활성제 없이 폴리머 분산 안정제만 넣을 수 있다.
- [0028] 폴리머 분산 안정제 및 계면 활성제의 조성, 농도 등에 관하여는 앞서 도 1에서 설명한 본 발명의 일실시예에 관한 내용에 상술되어 있는 바, 여기에서는 그 기재 생략하기로 한다.
- [0029] 첨가된 폴리머 분산 안정제는 나노 에멀전 액적을 둘러싸게 되고, 그 결과 리튬브로마이드 등과 같은 이성분 유체에 존재하는 이온과 나노 입자의 직접적인 접촉이 방지된다.
- [0030] 이를 통하여 이성분 나노 유체의 분산 안정성이 유지되게 되는데, 이점에서 종래의 리튬브로마이드와 같은 강전해질 이성분 유체에 직접 나노 입자를 첨가하는 방식과 차별화된다. 이에 관하여는 후술하는 도 3의 설명에서 상술하기로 한다.
- [0031] 한가지 덧붙이자면, 에멀전은 모유체와 첨가된 유체의 표면력에 의해 안정적으로 형성되는데 강전해질의 모유체에서는 이 표면력이 급격히 감소하여 에멀전이 안정적으로 유지될 수 없다. 그러므로 본 발명의 다른 실시예에서는 먼저 나노 에멀전을 형성하고, 폴리머 분산 안정제로 나노 에멀전을 감싼 후 이를 리튬브로마이드와 같은 강전해질 이성분 유체와 혼합시키는 방법을 채용하였다.
- [0032] 다음으로는, 초음파 조사 또는 교반기에 의한 교반을 통하여 나노 액적, 폴리머 분산 안정제 등이 잘 분산되도록 한다(S131). 상술한 과정은 시계열적으로 진행되거나 동시에 진행될 수 있는데, 물 모유체에 에멀전 형성에 사용되는 유체를 첨가하고, 폴리머 분산 안정제, 계면 활성제(필요한 경우)를 함께 혼합한 후 초음파 조사 또는 교반기에 의한 교반을 통하여 나노 유체를 제조할 수 있다. 이러한 초음파 조사 및 교반기에 관하여는 앞서 도 1에서 설명한 본 발명의 일실시예에 관한 내용에 상술되어 있는 바, 여기에서는 그 기재 생략하기로 한다.
- [0033] 그 다음에 상술한 나노 유체에 이성분 모유체를 혼합한다(S141). 본 발명의 다른 실시예에서는 이성분 모유체로 리튬브로마이드 수용액을 사용하였으며, 이러한 리튬브로마이드 수용액에 있어서 H₂O/LiBr의 농도는 0 초과 60wt% 이하의 범위로 하며, 60wt%의 H₂O/LiBr용액과 증류수를 혼합하여 제조한다. 상기 용액의 농도가 0 초과 60wt% 이하, 바람직하게는 20 내지 40wt%의 범위에서 물질 전달 특성이 더욱 향상될 수 있다. 리튬브로마이드 용액의 농도에 관하여는 앞서 살펴본 바 있으므로, 여기에서는 그 기재 생략하기로 한다.
- [0034] 필요한 경우에 초음파를 조사하거나, 교반기를 통해 교반함으로써 그 분산도를 향상시켜 최종적인 이성분 나노

유체를 제조할 수 있다(S151).

- [0035] 도 3은 이성분 나노 유체 내 폴리머 분산 안정제로 감싸진 나노 입자 또는 나노 액적을 나타내는 개략적인 개념도이다.
- [0036] 여기서 폴리머 분산 안정제(100)는 나노 단위의 크기를 갖는 나노 파티클(본 발명의 실시예에서는 나노 입자 또는 나노 액적)(P)의 표면에 붙어 강전해질 용액 등에 존재하는 이온과 파티클(P)이 직접적으로 접촉하는 것을 방지하는 역할을 한다. 이것이 본 발명에서의 핵심적인 내용이다.
- [0037] 도 3에서 도시된 바와 같이 나노 파티클(P) 및 나노 파티클(P) 표면에 붙어진 폴리머 분산 안정제(100)의 결합체는 다른 결합체와 일정한 거리를 유지하면서 서로 반발하게 되며, 그 결과 이성분 나노 유체의 분산 안정성이 증대되고 물질 전달이 촉진되게 된다.
- [0038] 나노 파티클(P)이 용액 중에 안정적으로 분산되는 원리는 입자의 표면전위의 영향으로 나노 파티클(P)간의 거리가 좁아질 경우, 상호간의 반발력에 의해서 나노 파티클(P)이 서로 붙지 못하는 것이다.
- [0039] 그러나, 강전해질 용액에 나노 파티클(P)이 직접적으로 분산될 경우, 전기 이중층의 두께가 얇아져 입자 간의 거리가 가까게 된다. 이 경우 입자들이 반데르발스 힘에 의하여 쉽게 결합, 응집하여 침전하게 된다. 이 때 폴리머 분산 안정제를 사용하면, 반데르발스 힘의 작용범위를 벗어나게 되어 입자들이 안정적으로 분산될 수 있다.
- [0040] 본 발명에서는 폴리머 분산 안정제(100)를 나노 파티클(P)에 붙임으로써 강 전해질에서의 반데르발스 힘을 줄일 수 있어 나노 파티클(P)을 안정적으로 분산시킬 수 있다.
- [0041] 또한, 이성분 나노 에멀전의 경우, 강전해질 용액에서는 첨가된 액적 간의 거리가 가까워지고 두 유체의 표면장력이 작아짐으로써 액적이 장시간 안정적으로 부유하기 어렵다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 폴리머 분산 안정제를 첨가하여 이를 액적의 표면에 붙이게 된다. 이렇게 부착된 폴리머 분산 안정제는 액적과 이성분 모유체와 직접적인 접촉을 막아 안정적인 액적을 유지시켜주는 역할을 수행한다.
- [0042] 도 4는 이성분 나노유체의 열전도도 측정에 사용되는 장치를 나타내는 개략적인 도면이다.
- [0043] 이성분 나노유체의 열전도도 측정을 위하여 이성분 나노유체의 열전도도 측정에 일반적으로 이용되는 Carslaw & Jaeger식을 기반으로 하는 비정상 열선법(Transient hot wire method)이 사용되었다.
- [0044] 비정상 열선법은 열선의 저항과 온도와의 관계를 바탕으로 시간에 따른 열선의 온도상승을 이용하여 열전도도를 측정하는 방법으로, 유체 내에서 일어나는 자연대류의 영향을 무시할 수 있을 뿐만 아니라 실험장치의 구성에 따라 정밀한 측정이 가능하며 쉽고 빠른 측정이 가능하다는 장점이 있다.
- [0045] 본 장치를 이용하여 이성분 나노유체의 열전도도 증가율, 폴리머 분산 안정제에 의한 열전도도 증가 정도 등을 정량적으로 측정할 수 있다.
- [0046] 도 5a 및 도 5b는 이성분 유체에 알루미늄(A1203) 나노 입자를 첨가한 이성분 나노 유체의 열전도도 증가율을 나타내는 도면으로서, 도 5a는 폴리머 분산 안정제를 첨가하지 않은 경우의 이성분 나노 유체의 열전도도 증가율을 도시한 도면이며, 도 5b는 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 분산 안정제를 첨가한 경우의 이성분 나노 유체의 열전도도 증가율을 도시한 도면이다.
- [0047] 도 5a 및 도 5b에 있어서, 측정한 시간에 따른 이성분 나노 유체의 열전도도 촉진비(k/ko)가 도시되어 있으며, 각 측정시간에 있어서 측정된 이성분 나노 유체의 열전도도 증가율의 오차 범위가 상하방향 화살표로 도시되고 있다. 여기에서 ko 는 나노입자가 첨가되지 않은 이성분 모유체인 리튬브로마이드 수용액의 열전도도를 의미하며, k 는 나노입자가 첨가된 이성분 나노 유체의 열전도도를 뜻한다.
- [0048] 도 5a 및 도 5b 모두 이성분 유체에 알루미늄이 첨가된 경우, 첨가되지 않은 경우에 비해 유체의 열전도도가 증가됨을 나타내고 있다. 또한 알루미늄을 0.01vol% 첨가한 경우에 비해 0.05vol% 첨가한 경우, 열전도도가 더 크게 증가한 것을 알 수 있다.
- [0049] 또한, 도 5a의 이성분 나노 유체의 열전도도 각 측정시간에 있어서 증가율 오차 범위가 도 5b의 이성분 나노 유체의 열전도도 증가율 오차 범위보다 큰 것을 알 수 있다.
- [0050] 이는 본 발명에서 실시예에 제안하는 폴리머 분산 안정제(100)의 첨가를 통하여, 이성분 나노 유체의 열전도도가 매우 안정적인 증가율을 가지는 것을 보여준다.

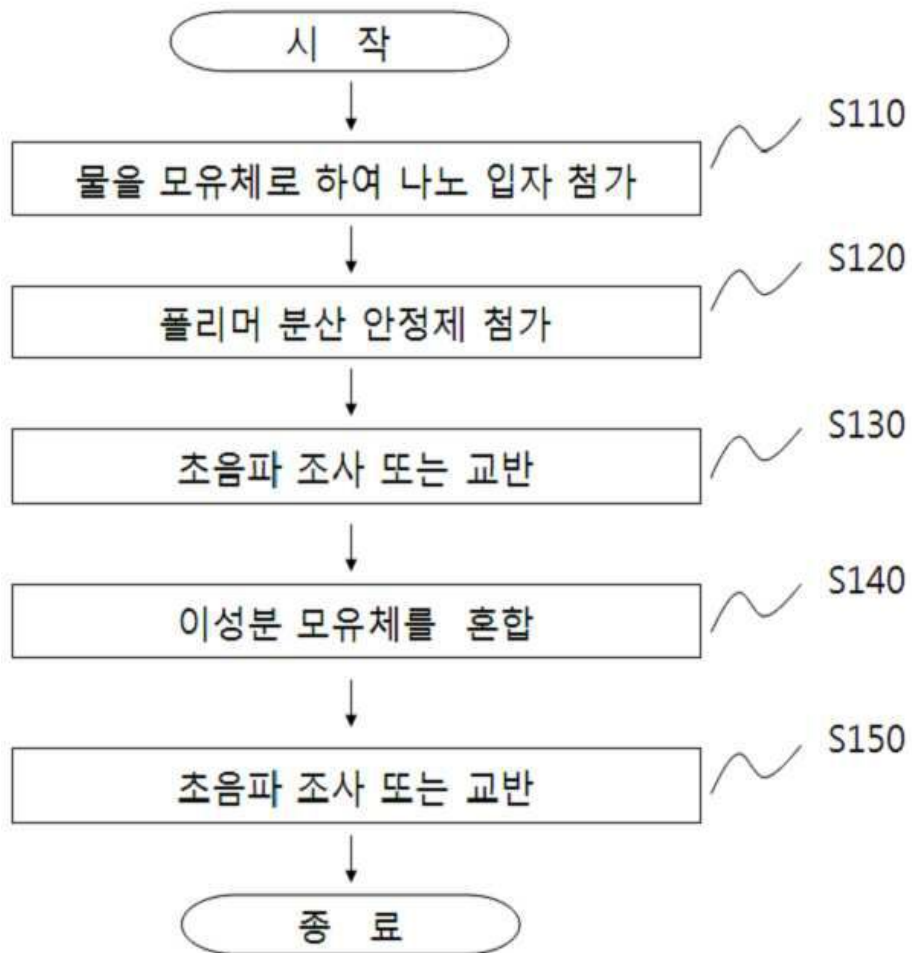
- [0051] 도 6은 0.05 vol%의 알루미늄 입자를 50 wt%의 리튬프로마이드에 수용액에 첨가한 이성분 나노 유체가 담긴 용기를 도시한 도면이다.
- [0052] 도 6의 (a), (b), (c) 모두에 있어서, 왼쪽에 위치한 용기는 폴리머 분산 안정제(100)를 첨가하지 않은 이성분 나노 유체를 나타내며, 오른쪽에 위치한 용기는 본 발명의 실시예에 따른 폴리머 분산 안정제(100)를 첨가한 이성분 나노 유체를 나타내고 있다.
- [0053] 여기에서 (a)는 이성분 나노 유체를 제조한 시점, (b)는 이성분 나노 유체를 제조한지 1일이 경과한 시점, (c)는 이성분 나노 유체를 제조한지 3일이 경과한 시점에서의 이성분 나노 유체를 도시하고 있다.
- [0054] 도 6에서 확인할 수 있는 바와 같이, 폴리머 분산 안정제(100)를 넣지 않은 이성분 나노 유체의 경우 1일만 경과해도 나노 입자들이 거의 대부분 침전하였으나, 본 발명의 실시예에서 제안하는 방법으로 만든 것들은 시간이 지나도 상대적으로 안정된 분산성을 지니고 있다. 이를 통하여 본 발명의 우수성을 확인할 수 있다.
- [0055] 도 7은 리튬프로마이드 용액을 모유체로 하는 이성분 나노 에멀전의 입도와 열전도도를 나타내는 도면이다.
- [0056] 리튬프로마이드 용액(H₂O/LiBr)의 농도를 10~50 wt%로 변화시키고, 데칸계(n-decane) 오일의 농도를 0.5 vol%로 고정하였다. 측정된 열전도도는 각 조건의 모유체와의 열전도비(k/ko)로 나타내었다. 여기에서 ko는 에멀전에 첨가되지 않은 이성분 모유체인 리튬프로마이드 용액의 열전도도를 의미한다.
- [0057] 입도의 측정에는 전기영동 광산란법을 이용한 오즈카 전자의 제타 전위 입경측정 시스템 ELS-Z(Otsuka, Japan)를 사용하였으며 이성분 나노 에멀전의 제조 직후에 측정하였다. 열전도도의 측정에는 시간에 따른 열선의 온도 상승을 이용한 비정상 열선법을 이용하였다. 이러한 비정상 열선법에 대하여는 앞서 기술한 바 있으므로, 여기에서는 이에 관한 기술을 생략하기로 한다.
- [0058] 도 7에 의하면 모든 리튬프로마이드 용액의 농도에서 이성분 나노 에멀전의 열전도도가 이성분 모유체의 열전도도에 대하여 증가했음을 확인할 수 있다.
- [0059] 이상의 본 발명은 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 형태로 변형, 응용 가능하다. 따라서 상기 실시예와 도면은 발명의 내용을 상세히 설명하기 위한 목적일 뿐, 발명의 기술적 사상의 범위를 한정하고자 하는 것이 아니므로, 본 발명의 권리범위는 후술하는 청구범위뿐만이 아니라 그와 균등한 범위를 포함하여 판단되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0060] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 나노 유체 흡수액의 제조방법을 나타내는 도면이다.
- [0061] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 나노 유체 흡수액의 제조방법을 나타내는 도면이다.
- [0062] 도 3은 이성분 나노 유체 내 폴리머 분산 안정제로 감싸진 나노 입자 또는 나노 에멀전을 나타내는 개략적인 개념도이다.
- [0063] 도 4는 이성분 나노유체의 열전도도 측정에 사용되는 장치를 나타내는 개략적인 도면이다.
- [0064] 도 5a 및 도 5b는 이성분 유체에 알루미늄(Al2O₃) 나노 입자를 첨가한 이성분 나노 유체의 열전도도 촉진비를 나타내는 도면이다.
- [0065] 도 6은 0.05 vol%의 알루미늄 입자를 50 wt%의 리튬프로마이드에 수용액에 첨가한 이성분 나노 유체가 담긴 용기를 도시한 도면이다.
- [0066] 도 7은 리튬프로마이드 용액을 모유체로 하는 이성분 나노 에멀전의 입도와 열전도도를 나타내는 도면이다.

도면

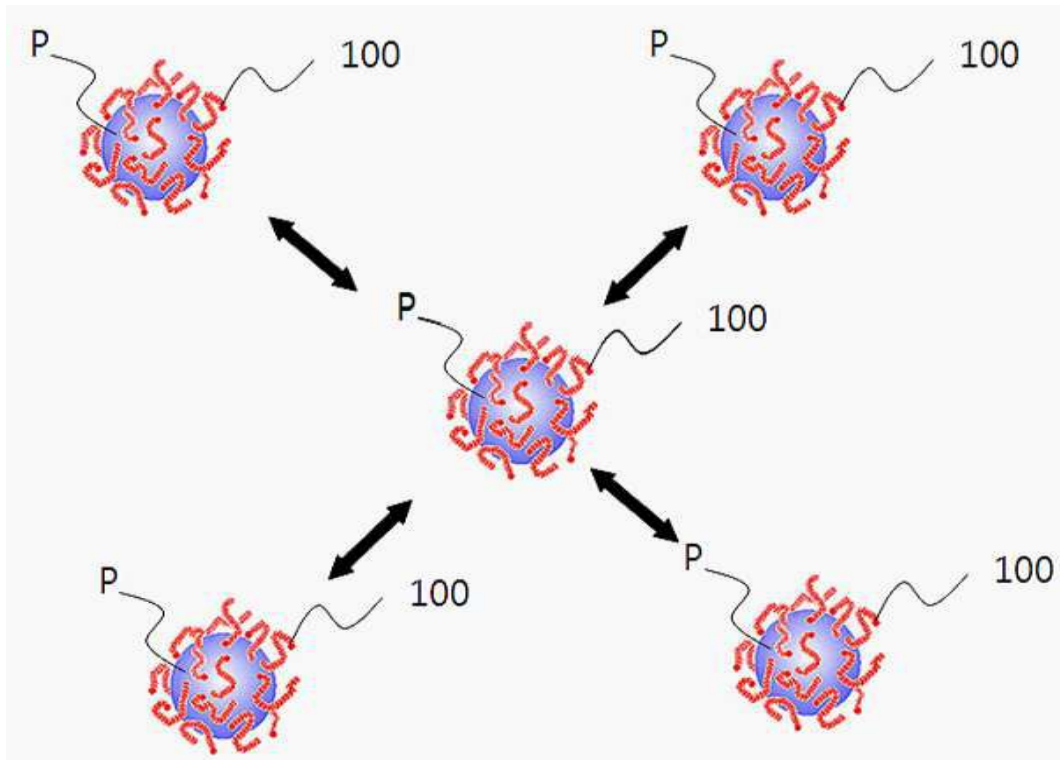
도면1



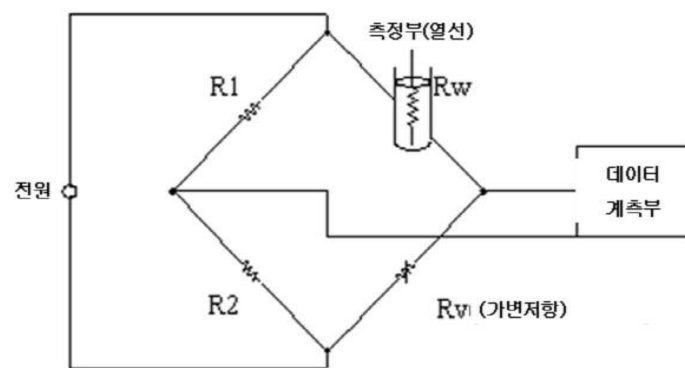
도면2



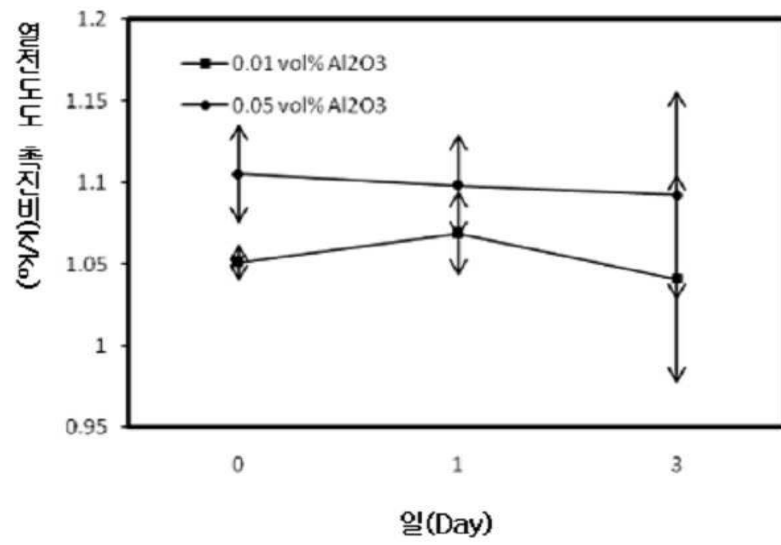
도면3



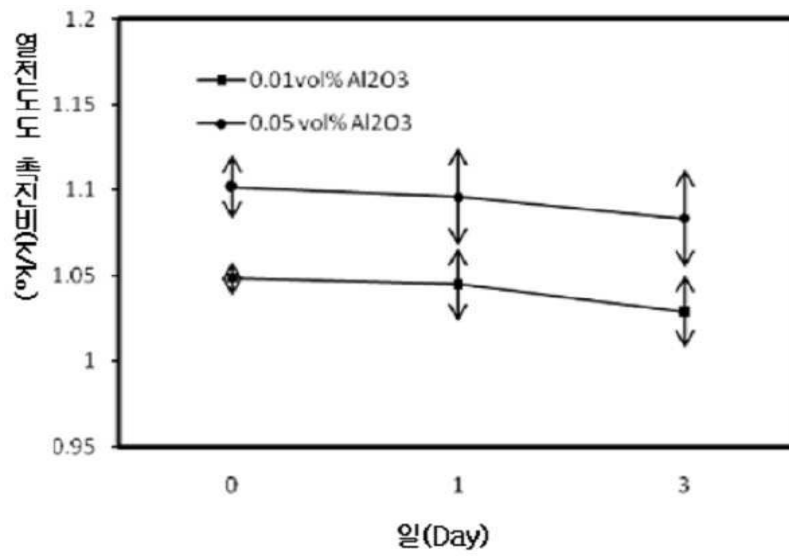
도면4



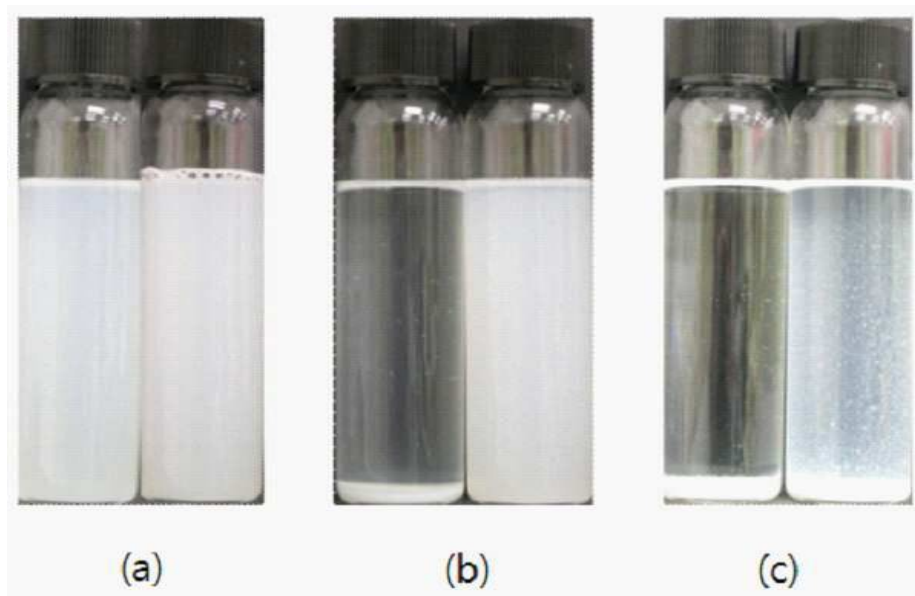
도면5a



도면5b



도면6



도면7

