(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0144228
(43) 공개일자 2016년12월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 31/22 (2006.01) *G01N 21/78* (2006.01)
C02F 101/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01N 31/22 (2013.01)
G01N 21/78 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0080772
(22) 출원일자 2015년06월08일
심사청구일자 2015년06월08일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이택승
대전광역시 유성구 배울2로 78, 611동 2001호 (관평동,대덕테크노밸리6단지아파트)
조아라
충청북도 청주시 흥덕구 운천로14번길 48
(74) 대리인
김홍균

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **금속 이온 검출용 프로브 물질이 도입된 알지네이트 젤 비드의 제조방법 및 그 제조방법으로 제조된 알지네이트 젤 비드**

(57) 요 약

본 발명은 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 화학적으로 도입된 알지네이트와 이를 사용한 알지네이트 젤 비드 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

보다 상세하게는, 상기 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입된 알지네이트와 소듐 알지네이트를 혼합한 후, 칼슘 수용액에 적하하여 알지네이트 젤 비드를 제조함으로써, 특정 금속 이온 제거 및 검출이 동시에 수행될 수 있는 알지네이트 젤 비드에 관한 것이다.

본 발명에 따른 금속 이온의 검출이 가능한 프로브인 아조 염료가 화학적으로 도입된 알지네이트 젤 비드는 알지네이트 내에 카복실레이트 그룹에서의 이온교환을 통한 특정 원소의 제거와 알지네이트에 도입된 아조 염료와 특정 원소 간 배위 결합을 통한 검출을 동시에 수행할 수 있는 물질로 사용 가능하다.

(52) CPC특허분류
C02F 2101/006 (2013.01)

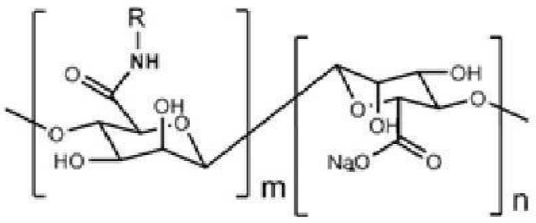
명 세 서

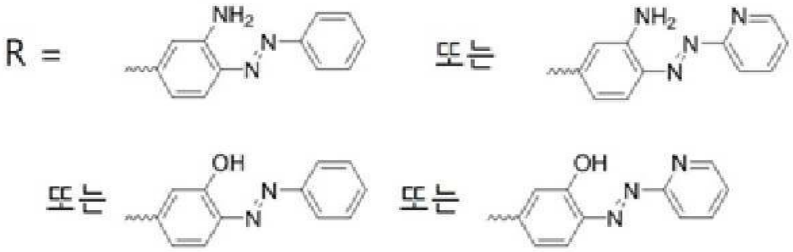
청구범위

청구항 1

하기 화학식 1로 표시되고, 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입되는 것을 특징으로 하는 알지네이트.

[화학식 1]





(상기 화학식 1에서, m, n의 값은 반복 단위의 조성을 몰분율로 나타낸 것으로서, m은 0.01내지 0.3의 유리수이고, n은 1-m의 유리수이다.)

청구항 2

제 1항의 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입된 알지네이트를 소듐 알지네이트와 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및

상기 혼합물을 칼슘 수용액에 적하하는 단계; 를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드의 제조방법.

청구항 3

제 2항의 제조방법으로 제조된 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드.

청구항 4

제 3항에 있어서, 상기 알지네이트 젤 비드는 50 내지 300 ㎛ 크기의 구형인 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드.

청구항 5

제 3항에 있어서, 상기 알지네이트 젤 비드는 프로브 물질인 아조 염료에 의하여 금속 이온 검출이 가능함과 동시에 금속 이온의 제거가 이루어지는 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 화학적으로 도입된 알지네이트에 관한 것이다.

[0002] 또한, 본 발명은 상기 금속 이온 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입된 알지네이트를 포함하는 알

지네이트 젤 비드의 제조방법 및 그 제조방법으로 제조된 알지네이트 젤 비드에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 일반적으로, 원자력 발전소에서 발생된 폐수는 방사성 동위 원소, 계면 활성제, 현탁 물질, 용해성 물질 등을 포함하고 있다. 이러한 폐수는 적절한 방법을 통해 방사성 동위 원소의 양을 방류 가능한 적정 농도로 낮출 필요가 있다.

[0004] 한편, 이러한 폐수에 포함되어 있는 방사성 동위 원소인 ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{60}Co의 제거는 중요한 환경문제로 떠오르고 있다. ^{90}Sr, ^{137}Cs은 사용후 핵연료의 주 핵분열 생성물이기 때문에 이 원소들을 검출함으로써 방사능 오염 구역을 알 수 있다. ^{60}Co은 핵연료에 의한 생성물은 아니지만, 원자로의 스테인리스강에 불순물로 존재한다. ^{90}Sr, ^{137}Cs, ^{60}Co은 원자로 내에서 많은 양이 생성되기 때문에 방사성 동위원소 핵실험이나 원자력 발전소 사고 시 배출되면 다른 방사성 원소보다도 환경에 더 많은 영향을 준다. 따라서 방사성 동위 원소를 제거하기 위한 연구가 이루어지고 있다 [비특허문헌 1], [비특허문헌 2].

[0005] 방사성 동위 원소들을 제거하기 위한 기술에는 침전, 추출, 이온 교환, 흡착 공정이 포함되어 있다. 방사성 동위 원소가 포함된 폐수는 여과와 증발기 또는 이온 교환 수지를 이용하여 방사성 물질을 제거한 후에 방류한다. 이처럼 이온 교환 기술은 폐수로부터 방사성 동위원소를 분리 및 제거하는 공정에 기본적으로 적용된다 [비특허문헌 3]-[비특허문헌 7].

[0006] 이온 교환을 통한 금속 이온의 분리 및 제거를 위한 물질로 갈조류에서 추출한 소듐 알지네이트가 있다. 소듐 알지네이트는 알긴산의 소듐 염 형태이고, 만루논산과 글루쿠론산을 반복 단위로 갖는 생체고분자이다. 그리고 알지네이트 용액에 칼슘 이온 등의 2가 양이온을 넣으면 알지네이트에 존재하는 카복실기와 가교반응을 일으켜 젤을 형성한다 [비특허문헌 8]-[비특허문헌 11].

[0007] 아조 염료는 특정 금속 이온과 배위결합을 형성하면 색 변화를 일으키는 것으로 알려져 있다. 아조 염료내 질소 원자는 발색단의 역할을 할 뿐만 아니라, 아조 염료가 금속이온과 배위 결합을 형성할 때 전자 주개 역할을 한다. 그러므로 아조 염료와 특정 금속 이온과 배위 결합을 형성하면, 가시광선 영역에서 아조 염료의 흡수 파장이 쉽게 이동한다. 따라서, 금속 이온에 따라 색상이 변화하는 성질을 이용하여 아조 염료를 간단한 금속 이온 검출 프로브 물질로 사용할 수 있다 [비특허문헌 12]-[비특허문헌 14].

[0008] 한편, 아조 염료의 색 변화를 통하여 특정 원소의 제거 및 검출을 할 수 있는 정량 분석에 적용하기 위한 척도로 색 좌표를 사용할 수 있다. 특정 원소에 의한 아조 염료의 색 변화를 인지하는 이미지 소프트웨어에서 색 좌표의 구성요소인 R (적색), G (녹색), B (청색) 값은 쉽게 계산된다. 계산된 색 좌표 (RGB)의 변화를 통하여 시료를 통한 특정 원소의 검출을 정량적으로 판별할 수 있다 [비특허문헌 15].

선행기술문헌

비특허문헌

[0009] (비특허문헌 0001) [비특허문헌 1] Selective uptake of cesium by ammonium molybdophosphate (AMP)-calcium alginate composites, H. Mimura, M. Saito, K. Akiba, and Y. Onodera, J. Nucl. Sci. Technol., 38, 872-878, 2001.

(비특허문헌 0002) [비특허문헌 2] Adsorption of cesium, strontium, and cobalt ions on magnetite and a magnetitesilica composite, A. D. Ebner, J. A. Ritter, and J. D. Navratil, Ind. Eng. Chem. Res., 40, 1615-1623, 2001.

(비특허문헌 0003) [비특허문헌 3] An assessment of inorganic ion-exchange materials for the removal of strontium from simulated hanford tank wastes, P. Sylvester, E. A. Behrens, G. M. Graziano, A. Clearfield, Sep. Sci. Technol., 34, 1981-1992, 1999.

(비특허문헌 0004) [비특허문헌 4] Cesium removal from high-pH, high-salt wastewater using crystalline silicotitanate sorbent, J. F. Walker, P. A. Taylor, D. D. Lee, Sep. Sci. Technol., 34, 1167-1181, 1999.

(비특허문헌 0005) [비특허문헌 5] Ion exchange of caesium and strontium on a titanosilicate analogue of the mineral pharmacosiderite, A. Dyer, M. Pillinger, S. Amin, J. Mater. Chem., 9, 2481-2487, 1999.

(비특허문헌 0006) [비특허문헌 6] Preparations of PAN-based adsorbers for separation of cesium and cobalt from radioactive wastes, A. Nilchi, H. Atashi, A. H. Javid, and R. Saberi, Appl. Radiat. Isot., 65, 482-487, 2007.

(비특허문헌 0007) [비특허문헌 7] Adsorption of cesium on a composite inorganic exchanger zirconium phosphate - ammonium molybdophosphate, G. S. Murthy, M. V. Sivaiah, S. S. Kumar, V. N. Reddy, R. M. Krishna, and S. Lakshminarayana, J. Radioanal. Nucl. Chem., 260, 109-114, 2004.

(비특허문헌 0008) [비특허문헌 8] Rhodaminealginate conjugate as self indicating gel beads for efficient detection and scavenging of Hg2+ and Cr3+ in aqueous media, S. Saha, M. U. Chhatbar, P. Mahato, L. Praveen, A. K. Siddhanta, and A. Das, Chem. Commun., 48, 1659-1661, 2012.

(비특허문헌 0009) [비특허문헌 9] In situ sodium alginate-hyaluronic acid hydrogel coating method for clinical applications, Y. Liu, L. J. Duan, M. J. Kim, J. H. Kim, and D. J. Chung, Macromol. Res., 22, 240-247, 2014.

(비특허문헌 0010) [비특허문헌 10] Multiphasic sensory alginate particle having polydiacetylene liposome for selective and more sensitive multitargeting detection, J. S. Lee and J. S. Kim, Chem. Mater., 24, 2817-2822, 2012.

(비특허문헌 0011) [비특허문헌 11] Sprayable powder of hyaluronate embedded in mildly cross-linked alginate as a post-surgical tissue adhesion barrier, S. H. Oh, S. Y. Na, K. S. Song, and J. H. Lee, Macromol. Res., 21, 1263-1269, 2013.

(비특허문헌 0012) [비특허문헌 12] Chromogenic Azo-Coupled Calix[4]arenes, J. S. Kim, O. J. Shon, J. K. Lee, S. H. Lee, J. Y. Kim, K. M. Park, and S. S. Lee, J. Org. Chem., 67, 1372-1375, 2002.

(비특허문헌 0013) [비특허문헌 13] Calix[4]arenes bearing two distal azophenol moieties: highly selective chromogenic ionophores for the recognition of Ca2+ ion, N. Y. Kim, and S. K. Chang, J. Org. Chem., 63, 2362-2364, 1998.

(비특허문헌 0014) [비특허문헌 14] Colorimetric detection of transition metal ions with azopyridine-based probing molecule in aqueous solution and in PMMA film, D. Kim, A. Jo, B. -K. Seo, K. -W. Lee, W. H. Park, and T. S. Lee, Fiber. Polym., 14, 1993-1998, 2013.

(비특허문헌 0015) [비특허문헌 15] Poly(methyl methacrylate)-supported polydiacetylene films: unique chromatic transitions and molecular sensing, K. P. Kootery, H. Jiang, S. Kolusheva, T. P. Vinod, M. Ritenberg, L. Zeiri, R. Volinsky, D. Malferrari, P. Galletti, E. Tagliavini, and R. Jelinek, ACS Appl. Mater. Interfaces, 6, 8613-8620, 2014.

발명의 내용

해결하려는 과제

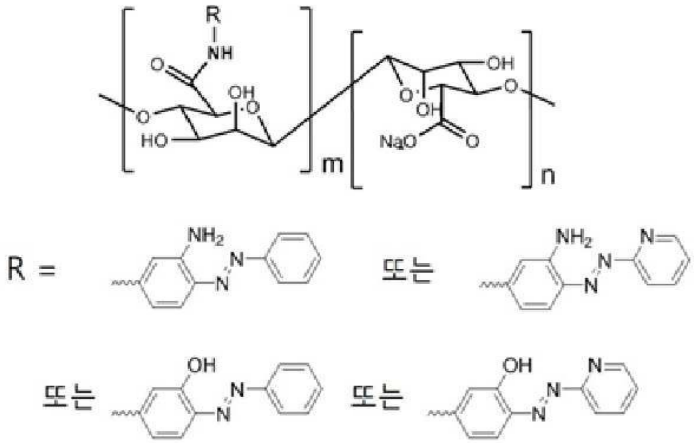
[0010] 이에 본 발명은 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료를 화학적으로 도입한 알지네이트 및 이를 포함하는 알지네이트 젤 비드의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명은 수용액 상태에 존재하는 금속 이온의 제거 및 검출을 동시에 수행할 수 있는 알지네이트 젤 비드를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명은, 하기 화학식 1로 표시되고, 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입되는 것을 특징으로 하는 알지네이트를 제공한다.

[0013] [화학식 1]



[0014]

[0015] (상기 화학식 1에서, m, n의 값은 반복 단위의 조성을 몰분율로 나타낸 것으로서, m은 0.01내지 0.3의 유리수이고, n은 1-m의 유리수이다.)

[0016] 또한, 본 발명은 제 1항의 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질인 아조 염료가 도입된 알지네이트를 소듐 알지네이트와 혼합하여 혼합물을 제조하는 단계; 및

[0017] 상기 혼합물을 칼슘 수용액에 적하하는 단계; 를 포함하여 제조되는 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드의 제조방법 및 이에 따라 제조된 알지네이트 젤 비드를 제공한다.

[0018] 이에 더해, 50 내지 300 ㎛ 크기의 구형인 알지네이트 젤 비드 및 프로브 물질인 아조 염료에 의하여 금속 이온 검출이 가능함과 동시에 금속 이온의 제거가 이루어지는 것을 특징으로 하는 알지네이트 젤 비드를 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따른 알지네이트 젤 비드는 특정 금속 이온과 배위 결합할 수 있는 아조 염료가 도입되어 있으므로 특정 금속 이온의 정량적 검출, 방사성 동위원소 분석 등에 널리 사용될 수 있다.

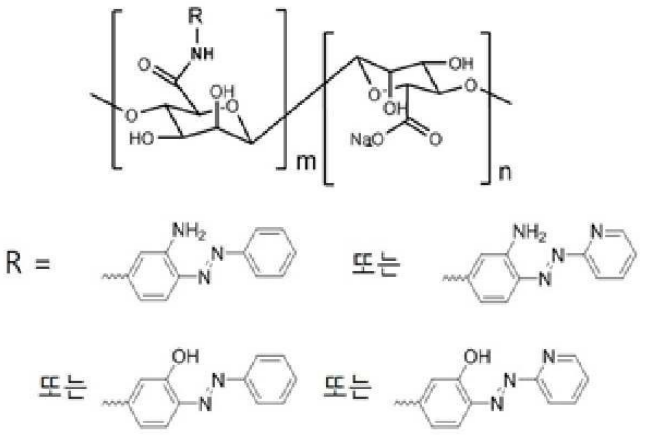
[0020] 또한, 본 발명에 따른 알지네이트 젤 비드는 알지네이트 특유의 금속 이온 교환특성에 의하여 금속 이온 제거제의 성능에 부합되는 물성을 가지고 있어 금속 이온에 대한 흡착 제거제에 적용될 수 있다.

[0021] 따라서, 본 발명에 따른 알지네이트 젤 비드는 특정 금속 이온을 정량적으로 검출할 수 있을 뿐 아니라, 금속이온의 제거까지 동시에 수행할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0024] [화학식 1]



[0025]

[0027] 본 발명은 상기 화학식 1로 표시되는 금속 이온 검출이 가능한 아조 염료가 도입된 알지네이트를 제공한다.

[0028] 상기 화학식 1로 표시되는 금속 이온 검출이 가능한 아조 염료가 도입된 알지네이트는 소듐 알지네이트 측쇄에 아조 염료를 갖는 것을 특징으로 한다.

[0029] 상기 화학식 1로 표시되는 금속 이온 검출이 가능한 아조 염료가 도입된 알지네이트와 소듐 알지네이트를 혼합한 후, 칼슘 수용액에 적하하여 알지네이트 젤 비드를 제조한다.

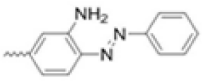
[0030] 또한, 상기 알지네이트 젤 비드는 50 내지 300 ㎛의 크기의 구형을 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0031] 본 발명에 따른 상기 알지네이트 젤 비드의 제조 방법은 특별히 한정되지 않으나, 소듐 알지네이트와 상기 화학식 1의 금속 이온 검출이 가능한 아조 염료가 도입된 알지네이트의 비율을 조절하여 다양한 조성비를 갖는 젤 비드를 제조할 수 있다.

[0032] 이하, 제조예 및 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명한다. 그러나 제조예 및 실시예에서 기술된 알지네이트 및 아조 염료의 반응 비율이 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 이해되어서는 아니 된다.

[0034] **[제조예 1] 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질이 도입된 알지네이트의 제조**

[0035] **화학식 1, R=**

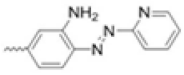


[0036] 소듐 알지네이트 0.1 g를 증류수 20 mL에 녹였다. 상기 용액에 N-(3-다이메틸아미노프로필)-N'-에틸카보다이이미드하이드로클로라이드(29.1 mg)와 N-하이드록시숙신이미드(34.9 mg)를 첨가하고 상온에서 1시간 동안 교반하였다. 그리고 증류수 70 mL에 베이직 오렌지 2(125.6 mg)를 녹인 후에 상기 용액에 첨가하였다. 상온에서 16시간 동안 교반 후 상기 용액을 아이소프로필 알코올(800 mL)에 천천히 떨어뜨렸다. 상기 용액을 여과하여 얻어진 고체는 아이소프로필 알코올에서 2번 세척하였다. 그리고 여과하여 건조한 후에 주황색 고체를 얻었다.

[0037] FT-IR (cm^{-1}) : 3425(O-H), 2920 (sp^3C-H), 1730 (N-H), 1612 (C=O), 1296 (C-N), 1095 (C-O).

[0038] **[제조예 2] 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질이 도입된 알지네이트의 제조**

[0039] **화학식 1, R=**

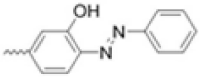


[0040] 소듐 알지네이트 0.1 g를 증류수 20 mL에 녹였다. 상기 용액에 N-(3-다이메틸아미노프로필)-N'-에틸카보다이이미드하이드로클로라이드(29.1 mg)와 N-하이드록시숙신이미드(34.9 mg)를 첨가하고 상온에서 1시간 동안 교반하였다. 그리고 증류수 70 mL에 5-아미노-2-(2-피리딜아조)아닐린(126.2 mg)을 녹인 후에 상기 용액에 첨가하였다. 상온에서 16시간 동안 교반 후 상기 용액을 아이소프로필 알코올(800 mL)에 천천히 떨어뜨렸다. 상기 용액을 여과하여 얻어진 고체는 아이소프로필 알코올에서 2번 세척하였다. 그리고 여과하여 건조한 후에 적색 고체를 얻었다.

[0041] FT-IR (cm^{-1}) : 3314(O-H, N-H), 2850 (sp^3C-H), 1725 (N-H), 1614 (C=O), 1180 (C-N), 1051 (C-O).

[0043] **[제조예 3] 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질이 도입된 알지네이트의 제조**

[0045] **화학식 1, R=**

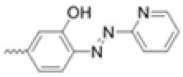


[0046] 소듐 알지네이트 0.1 g를 증류수 20 mL에 녹였다. 상기 용액에 N-(3-다이메틸아미노프로필)-N'-에틸카보다이이

미드하이드로클로라이드(29.1 mg)와 N-하이드록시숙신이미드(34.9 mg)를 첨가하고 상온에서 1시간 동안 교반하였다. 그리고 증류수 70 mL에 5-아미노-2-(2-페닐아조)페놀(126.1 mg)을 녹인 후에 상기 용액에 첨가하였다. 상온에서 16시간 동안 교반 후 상기 용액을 아이소프로필 알코올(800 mL)에 천천히 떨어뜨렸다. 상기 용액을 여과하여 얻어진 고체는 아이소프로필 알코올에서 2번 세척하였다. 그리고 여과하여 건조한 후에 황색 고체를 얻었다.

[0047] FT-IR (cm^{-1}) : 3225(O-H), 2820 (sp^3C-H), 1728 (N-H), 1609 (C=O), 1369 (C-N), 1195 (C-O).

[0049] **[제조예 4] 금속 이온의 검출이 가능한 프로브 물질이 도입된 알지네이트의 제조**

[0050] **화학식 1, R=** 

[0051] 소듐 알지네이트 0.1 g를 증류수 20 mL에 녹였다. 상기 용액에 N-(3-다이메틸아미노프로필)-N'-에틸카보다이이미드하이드로클로라이드(29.1 mg)와 N-하이드록시숙신이미드(34.9 mg)를 첨가하고 상온에서 1시간 동안 교반하였다. 그리고 증류수 70 mL에 5-아미노-2-(2-피리딜아조)페놀(126.8 mg)을 녹인 후에 상기 용액에 첨가하였다. 상온에서 16시간 동안 교반 후 상기 용액을 아이소프로필 알코올(800 mL)에 천천히 떨어뜨렸다. 상기 용액을 여과하여 얻어진 고체는 아이소프로필 알코올에서 2번 세척하였다. 그리고 여과하여 건조한 후에 주황색 고체를 얻었다.

[0052] FT-IR (cm^{-1}) : 3405(O-H), 2910 (sp^3C-H), 1728 (N-H), 1620 (C=O), 1276 (C-N), 1131 (C-O).

[0054] **[실시예 1] 금속 이온 검출 프로브 물질이 도입된 알지네이트 젤 비드의 제조**

[0055] 제조예 1에 의하여 제조된 금속 이온 검출 프로브 물질이 도입된 알지네이트 15 mg과 소듐 알지네이트 85 mg을 증류수 10 mL에 녹였다. 상기 용액 0.25 mL를 주사기에 넣고 3wt% 염화칼슘 수용액 5 mL가 담겨있는 원심 분리 튜브에 고정시켰다. 그리고 원심 분리기를 10분 동안 600 rpm으로 작동시켰다. 원심 분리 튜브를 각각 2, 4, 8개를 합쳐 비드 5 mg, 10 mg, 20 mg을 만들었고, 만들어진 비드는 증류수 25 mL에서 2번 세척하였다.

[0057] **[평가예 1] 제조된 금속 이온 검출 프로브 물질이 도입된 알지네이트 젤 비드를 통한 금속 이온 제거 평가**

[0058] 실시예 1에서 제조한 알지네이트 젤 비드를 사용하여 금속 이온 흡착성질을 평가하기 위하여, 코발트 이온 수용액과 스트론튬 이온 수용액의 농도를 10, 50, 100 ppb으로 각각 설정하였다. 10, 50, 100 ppb 금속 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 분산시켜 코발트, 스트론튬 이온의 제거량을 유도 결합 플라즈마 질량분석기(ICP-MS)를 사용하여 측정하여, 금속 이온의 제거량을 토대로 분배 계수 (K_d)를 계산하였다. 분배 계수 (K_d, mg/mL)는 평형의 조건에서 용액으로 부터 이온을 제거하기 위한 이온 교환 성능이며, 다음 식을 통해 계산하였다. $K_d = \frac{(C_0 - C)}{C}\frac{V}{W}$ (식. 1), C_0는 처음 금속 이온의 농도이고, C는 2시간 후 금속 이온의 농도이다. V는 금속 이온 수용액의 부피 (mL)이고, W는 비드의 무게 (g)이다.

[0059] 실시예 1에서 제조한 알지네이트 젤 비드 5, 10, 20 mg을 이용하여 금속 이온 농도에 따른 금속 이온의 제거 성능을 평가하였다. 10, 50, 100 ppb 코발트 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 분산시킨 다음, 2시간 후의 상층액 5 mL를 취하여 금속 이온의 농도를 유도 결합 플라즈마 질량분석기를 이용하여 측정하였다.

[0060] 10, 50, 100 ppb 스트론튬 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 분산시킨 다음, 2시간 후의 수용액 5 mL를 얻어 제거량을 유도 결합 플라즈마 질량분석기를 이용하여 측정하였다. 그리고 금속 이온의 제거량을 토대로 분배 계수 (K_d)를 계산하였다.

[0061] 그 결과 실시예 1에 의하여 제조된 금속 이온 검출 프로브 물질이 도입된 알지네이트 젤 비드 5 mg을 사용한 코발트 이온 제거 평가에서 각각 10, 50, 100 ppb일 때, 2.14×10^3, 1.25×10^3, 1.85×10^3 mg/mL의 가장 큰 분배 계수 (K_d) 값을 나타냈다. 또한, 실시예 1에서 제조한 알지네이트 젤 비드 5 mg을 사용한 스트론튬 이온 제

거 평가에서 각각 10, 50, 100 ppb일 때, 2.81×10^{3}, 1.76×10^{3}, 2.83×10^{4} mg/mL의 가장 큰 분배 계수 (K_d) 값을 나타냈다. 실시예 1에서 제조한 알지네이트 젤 비드 5, 10, 20 mg을 사용한 금속 이온 제거 평가에서 계산된 분배 계수 결과를 하기 표 1에 정리하였다.

표 1

코발트 이온 (ppb)	분배 계수 (K_d, mL/g)		
	비드 5 mg	비드 10 mg	비드 20 mg
10	2.14×10^{3}	3.41×10^{2}	1.09×10^{2}
50	1.25×10^{3}	4.76×10^{2}	1.18×10^{2}
100	1.85×10^{3}	1.89×10^{3}	1.96×10^{3}

스트론튬 이온 (ppb)	분배 계수 (K_d, mL/g)		
	비드 5 mg	비드 10 mg	비드 20 mg
10	2.81×10^{3}	7.47×10^{2}	8.69×10^{2}
50	1.76×10^{3}	9.63×10^{2}	1.29×10^{3}
100	2.83×10^{4}	3.91×10^{3}	2.43×10^{3}

[0063]

[0064] 이상의 결과로, 상기 알지네이트 젤 비드는 적은 양을 사용하여도 코발트, 스트론튬 이온을 효과적으로 제거할 수 있음을 확인하였다.

[0066] **[평가예 2] 제조된 금속 이온 검출 프로브 물질이 도입된 알지네이트 젤 비드를 통한 금속 이온 검출 평가**

[0067] 실시예 1에 의하여 제조된 알지네이트 젤 비드의 코발트 이온 흡착에 의한 감지 평가하기 위하여, 10, 50, 100 ppb 코발트 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 각각 분산시켜 코발트 이온 흡착에 따른 젤 비드의 색 변화를 비드의 RGB 값을 측정하여 확인하였다. 젤 비드의 RGB 값은 젤 비드의 현미경 사진을 어도비 포토샵 CS5.1 프로그램을 이용하여 확인하였다.

[0068] 10, 50, 100 ppb 코발트 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 분산시킨 다음 흔들어 주었다. 그리고 2시간 후에 알지네이트 젤 비드만 꺼내어 현미경으로 이미지를 얻었고, 이 이미지를 사용하여 젤 비드의 RGB 값을 구하였다. 알지네이트 젤 비드가 코발트 이온에 노출되면 노란색에서 주황색으로 변화하였으며, 코발트 이온의 농도가 증가할수록 젤 비드의 RGB 값은 증가하였다.

[0069] 10, 50, 100 ppb 스트론튬 이온 수용액 25 mL에 상기 알지네이트 젤 비드를 분산시킨 다음 흔들어 주었다. 그리고 2시간 후에 알지네이트 젤 비드만 꺼내어 현미경으로 이미지를 얻었고, 이 이미지를 사용하여 젤 비드의 RGB 값을 구하였다. 알지네이트 젤 비드가 스트론튬 이온에 노출되면 노란색에서 주황색으로 변화하였다. 스트론튬 이온의 농도가 증가할수록 젤 비드의 RGB 값은 증가하였다.

[0070] 실시예 1에 의하여 제조된 알지네이트 비드를 통한 코발트 이온과 스트론튬 이온 농도에 따른 RGB 값의 결과를 하기 표 2에 정리하여 표시하였다.

표 2

[0072]

비드	코발트 이온 (ppb)	R	G	B
5mg	0	157.8	144.2	74.9
	10	165.7	155	90.8
	50	172.5	160.3	97.2
	100	174.6	162.2	100.4
10mg	10	173.4	159.5	95.9
	50	179	167.3	101.1
	100	176.9	163.2	97.4
20mg	10	166.5	151.1	86.2
	50	169.5	156.9	90.3
	100	169.2	153	88.9

비드	스트론튬 이온 (ppb)	R	G	B
5mg	0	157.8	144.2	74.9
	10	169.9	150.8	86.3
	50	166.8	148.1	83
	100	170.6	151.7	86.4
10mg	10	170.5	151.2	84.5
	50	170.7	150.5	86.2
	100	173.3	154	87.1
20mg	10	169.5	147.5	77.6
	50	171.1	150.5	79.9
	100	172.6	154.1	82.7