



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년01월07일
(11) 등록번호 10-1006614
(24) 등록일자 2010년12월30일

(51) Int. Cl.
C08F 20/56 (2006.01) C12P 13/02 (2006.01)
C08F 2/44 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2004-7014901
(22) 출원일자(국제출원일자) 2003년03월17일
심사청구일자 2008년02월22일
(85) 번역문제출일자 2004년09월21일
(65) 공개번호 10-2004-0097199
(43) 공개일자 2004년11월17일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2003/003138
(87) 국제공개번호 WO 2003/080680
국제공개일자 2003년10월02일
(30) 우선권주장
JP-P-2002-00081512 2002년03월22일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP10316714 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
다이아니트릭스 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 시바 1초메 6반 10고
(72) 발명자
무라오, 고조
일본 230-0053 가나가와켄 요코하마시 츠루미구
다이고꾸쵸 10방 1고다이아니트릭스 가부시키키가
이샤 기쥬쥬 켄꾸쇼 내
세야, 마사아끼
일본 230-0053 가나가와켄 요코하마시 츠루미구
다이고꾸쵸 10방 1고미쯔비시 레이온 가부시키키가
이샤 가세이힌 가이하쥬 켄꾸쇼 내
(74) 대리인
주성민, 위혜숙

전체 청구항 수 : 총 1 항

심사관 : 변종진

(54) 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액

(57) 요약

본 발명은 고품질 폴리아크릴아미드의 원료로서 유용한 아크릴아미드 수용액에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 폴리아크릴아미드의 원료로서, 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, 및 니트릴 히드라타아제 활성을 갖는 생체 촉매에 의해 제조되는 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액을 사용한다.

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

배양한 니트릴 히드라타아제 효소를 발현하는 로도코커스속 세균인 로도코커스·로도크로우스를 사용하여 제조한 당류 함유액을 첨가하여 얻어지며, 당류를 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 1.0 내지 50 mg 포함하고, 40 내지 60 질량%의 아크릴아미드를 함유하는 아크릴아미드 수용액을 원료로 하여 폴리아크릴아미드 수용액을 제조하는 것을 특징으로 하는, 폴리아크릴아미드 수용액의 제조 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 고품질 폴리아크릴아미드의 원료로서 유용한 아크릴아미드 수용액에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 아크릴아미드계 중합체는 고분자 응집제, 제지용 약제, 토양 개량제, 석유 회수용 약제, 굴삭 니수(泥水)용 중점제, 고분자 흡수체 등의 많은 분야에서 사용되고 있다. 이러한 용도에 사용하기 위해서는 매우 고분자량이고, 중합체를 물에 용해한 경우에 수불용물이 적은 특성 등이 요구된다.

[0003] 이러한 고분자량의 용해성이 양호한 아크릴아미드계 중합체를 얻는 방법으로 서, 비정상적인 고분자량의 중합체의 생성을 방지하는 연쇄 이동제나, 건조시의 가교를 방지하는 효과를 갖는 물질을 사용하는 방법 등 여러가지가 제안되어 있지만, 아크릴아미드의 품질에 의한 점도 크다고 여겨진다. 예를 들면, 아크릴아미드의 제조에 있어서 아크롤레인이나 옥사졸 등의 불순물을 제거하는 방법이 일본 특허 공개 (평)8-157439호 공보나 일본 특허 공개 (평)10-7638호 공보 등, 여러가지가 제안되어 있는 것으로부터도 그 점을 엿볼 수 있다.

[0004] 그러나 지금까지 아크릴아미드 중합체 물성에 당류가 미치는 영향을 검토한 예는 보고되어 있지 않다.

[0005] 아크릴아미드의 제조 방법은 종래 아크릴로니트릴로부터 환원 상태의 구리를 촉매로 하여 제조되어 왔지만, 최근 구리 촉매 대신에 미생물 효소를 사용하는 방법이 개발되어 실용화되고 있다. 미생물 효소를 사용하는 방법은 그 반응 조건이 온화하고 부생성물도 거의 없어 매우 간단한 공정을 수행할 수 있으므로 공업적 제법으로서 매우 유효하다.

[0006] 또한, 불순물이 적기 때문인지 미생물 효소를 사용하여 제조한 아크릴아미드는 매우 고분자량이고, 불용성 불순물이 없는 고품질 폴리아크릴아미드를 제조할 수 있다고 하는(일본 특허 공개 (평)9-118704호 공보) 이점 때문에 요즈음에는 아크릴아미드 제조가 주공정이 되었다.

발명의 상세한 설명

[0007] 아크릴아미드는 유해물로 지정되어 있는 독성이 높은 물질이다. 일반적으로는 고농도의 아크릴아미드 수용액을 사용하는 쪽이 보다 고분자량의 중합체가 형성되고, 고점도의 폴리아크릴아미드 수용액이 얻어진다. 요즈음에는 환경 문제, 에너지 문제와의 관심 때문에 각종 산업에서 사용되는 폴리아크릴아미드를 제조하기 위해 사용되는 아크릴아미드의 사용량을 저감하는 것이 바람직하고, 저농도의 아크릴아미드로부터 높은 점도를 갖는 폴리아크릴아미드를 제조하는 것의 요구가 높아지고 있다. 즉, 본 발명의 과제는 저농도의 아크릴아미드 용액으로부터 보다 고점도를 나타내는 폴리아크릴아미드를 제조할 수 있는 아크릴아미드 용액, 및 이러한 아크릴아미드 용액으로부터 제조되는 폴리아크릴아미드를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명자들은 상기 과제를 해결하기 위해 예의 검토한 결과, 당류가 포함되는 아크릴아미드 수용액을 원료로 하여 폴리아크릴아미드를 제조하면 당을 포함하지 않는 등농도의 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 폴리아크릴아미드에 비하여 보다 고점도의 폴리아크릴아미드 수용액을 얻을 수 있다는 것을 발견하여, 본 발명을 완성하기에 이르렀다. 놀랍게도 당의 농도가 불과 100 mg/L 이하에서, 심지어는 50 mg/L 이하에서도 극적으로 점도 향상 효과가 얻어지는 것을 발견하였다.

[0009] 즉, 본 발명은 (1) 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (2) 당류를 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 0.1 내지 100 mg 포함하는 아크릴아미드 수용액, (3) 당류를 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 1.0 내지 50 mg 포함하는 아크릴아미드 수용액, (4) 당류를 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 3.0 내지 19 mg 포함하는 아크릴아미드 수용액, (5) 상기 1 내지 4항 중 어느 한 항에 있어서, 배양한 생물체를 사용하여 제조한 당류 함유액을 첨가한 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (6) 상기 5항에 있어서, 생물체가 니트릴 히드라타아제 효소를 발현하는 것인 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (7) 상기 6항에 있어서, 니트릴 히드라타아제 효소를 발현하는 것이 미생물인 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (8) 상기 7항에 있어서, 미생물이 로도코커스(*Rhodococcus*)속 세균인 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (9) 상기 8항에 있어서, 로도코커스속 세균이 로도코커스·로도코로우스(*Rhodococcus rhodochrous*)인 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (10) 상기 1 내지 9항 중 어느 한 항에 있어서, 니트릴 히드라타아제 활성을 갖는 생체 촉매에 의해 제조된 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액, (11) 상기 1 내지 10항 중 어느 한 항에 기재된 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액으로서, 이 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 폴리아크릴아미드 용액의 점도가, 상기 아크릴아미드 수용액과 등농도가 되도록 아크릴아미드만을 물에 용해시킨 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 중합체의 점도보다 높은 당류를 포함하는

아크릴아미드 중합체, (12) 상기 1 내지 11항 중 어느 한 항에 기재된 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 폴리아크릴아미드 중합체, (13) 니트릴 히드라타아제 활성을 갖고 당류를 함유하는 생체 촉매를 사용하여 아크릴아미드를 생산하는 것을 포함하는, 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액의 제조 방법에 관한 것이다.

[0010] 이하, 본 발명을 상세히 설명한다.

[0011] 본 발명에서 말하는 아크릴아미드 수용액이란 아크릴아미드를 40 내지 60 질량%, 바람직하게는 50 질량% 함유하는 수용액이다. 이 아크릴아미드 수용액에 과황산 암모늄 등의 중합 개시제를 첨가함으로써 아크릴아미드가 중합하여 폴리아크릴아미드 수용액이 된다.

[0012] 본 발명에서 말하는 당류란 페놀 황산법으로 검출할 수 있는 당류이고, 황산에 의해 푸르푸랄 및 푸르푸랄 유도체를 생성하는 단당, 다당, 및 그의 혼합물이고, 다당에는 당단백질이나 당지질 등 당복합체도 포함된다. 당류는 효소 등의 생체 촉매 등을 사용하는 방법 또는 화학 합성법에 의해 제조된 것일 수도 있고, 또한 생물체에 의해 생산된 것일 수도, 생물 재료로부터 분리한 것일 수도 있다.

[0013] 본 발명에서 "생물체를 사용하여 제조한 당류 함유액"이란 생물체가 생산한 당류를 함유하는 액체를 말한다. 생물체를 사용하여 제조한 당류 함유액으로서, 예를 들면 배양한 미생물 등의 생물체의 현탁액의 원심 상청액 그 자체, 또는 이 원심 상청액에서 정제 조작 등에 의해 제조한 것을 들 수 있다. 생물체로부터 제조한 당류 함유액을 아크릴아미드 수용액에 첨가함으로써 본 발명의 당류 함유액을 포함하는 아크릴아미드 수용액을 얻을 수 있다. 이 경우, 생물체에 의해 생산된 당류의 농도가 낮을 때는 적절하게 당류를 첨가하여 아크릴아미드 수용액 중의 당류의 농도를 조정할 수 있다.

[0014] 본 명세서 중에 기재된 생물체란 단리된 동물, 식물, 미생물 등, 모든 생물을 포함하고, 또한 동물 또는 식물로부터 단리된 세포, 및 동물 또는 식물로부터 유래되는 수립된 세포주, 단리된 미생물, 및 이들의 세포 소기관을 포함한다. 또한, 이들 생물체는 자연계에 존재하는 것 그 자체일 수도 있고, 인위적으로 유전자 공학적인 변형을 가한 것일 수도 있다.

[0015] 본 발명에서 말하는 당류의 농도는 페놀 황산법으로 측정되는 글루코오스 환산값으로 나타내고 있다. 페놀 황산법에 대해서는, 예를 들면 닛본 세이가가꾸카이 편 "기초 생화학 실험법" 제5 권 118 페이지에 상세한 측정법이 기재되어 있다. 즉, 글루코오스를 사용하여 글루코오스 농도와 흡광도에 의해 검량선을 작성하고, 그 검량선에 기초하여 구해진 값이다. 또한, 본 명세서 중에서 말하는 페놀 황산법은 상술한 닛본 세이가가꾸카이 편 "기초 생화학 실험법" 제5 권 118 페이지에 따라 실시한 것이고, 그것을 이하에 상세하게 나타낸다.

[0016] ① 특급 페놀과 증류수를 사용하여 5 질량%의 페놀 수용액을 제조한다. ② 직경 16.5 mm의 시험관에 시료 용액 1 ml를 채취하고, 그것에 ①의 용액 1 ml를 첨가하여 잘 혼화한다. ③ 이것에 특급 농황산 5 ml를 빠르게 첨가하여, 10 분간 혼화하면서 진탕한다. ④ 실온에 20 분간 방치 후, 490 nm의 흡광도를 측정한다. 이 흡광도의 값과 글루코오스를 사용하여 작성한 검량선을 사용하여, 시료 용액 중의 당류의 글루코오스 환산 농도를 산출한다.

[0017] 본 발명에 있어서, 아크릴아미드 수용액중의 당 농도의 하한치는 아크릴아미드 수용액 중 0.1 mg/L 이상이 바람직하고, 1 mg/L 이상이 보다 바람직하며, 3 mg/L 이상이 특히 바람직하다. 또한 상한치는 100 mg/L 이하가 바람직하고, 50 mg/L 이하가 보다 바람직하며, 19 mg/L 이하가 특히 바람직하다. 해당 농도는 충분히 점도 향상 효과를 발휘시킨다는 면에서는 높은 쪽이 바람직하다. 그러나, 당을 다량으로 함유시키면 아크릴아미드 수용액 및 그것으로부터 제조되는 아크릴아미드 중합체가 착색될 경우가 있기 때문에, 특히 착색을 꺼려하는 용도로서는 품질면에서 극도로 너무 높지 않은 쪽이 바람직하다.

[0018] 본 발명의 니트릴 히드라타아제 활성을 갖는 생체 촉매에는 천연 또는 인위적으로 니트릴 히드라타아제 효소 활성을 함유하는 생물체 및 그의 처리물, 및 니트릴 히드라타아제 효소 자신이 포함된다. 이 경우, 생물체는 미생물인 것이 바람직하다. 니트릴 히드라타아제 효소를 발현할 수 있는 미생물로서는, 예를 들면 바실러스(*Bacillus*)속, 박테리듐(*Bacteridium*)속, 마이크로코커스(*Micrococcus*)속 및 브레비박테리움(*Brevibacterium*)속, 코리네박테리움(*Corynebacterium*)속 및 노카르디아(*Nocardia*)속, 슈도모나스(*Pseudomonas*)속, 로도코커스(*Rhodococcus*)속 및 마이크로박테리움(*Microbacterium*)속, 로도코커스 로도크로우스(*Rhodococcus rhodochrous*)속의 균주 등의 미생물을 들 수 있다.

[0019] 또한, 최근 천연 또는 인위적으로 개량한 니트릴 히드라타아제 유전자를 인위적으로 조립하여 발현시킨 생물체, 또는 이들로부터 단리한 니트릴 히드라타아제 효소(정제한 것일 수도, 조 정제한 것일 수도 있음)도 역시 본 발

명에 사용할 수 있다.

- [0020] 생물체 및 그의 처리물에는 필요에 따라 세정이나 약제 처리한 생물체 그 자체 및 이들의 파쇄물과 이들을 포괄법, 가교법, 담체 결합법 등으로 고정화한 것 등을 들 수 있다.
- [0021] 본 명세서 중에서의 "생체 촉매" 는 상술한 미생물 등의 생물체 그 자체, 또는 이 생물체 또는 그의 처리물을 포함하는 현탁액도 포함한다.
- [0022] 니트릴 히드라타아제 활성을 갖는 생체 촉매를 사용함으로써 환원 상태의 구리를 촉매로서 사용할 필요가 없고, 그의 반응 조건이 온화하고 부생성물도 거의 없으며, 매우 간단한 공정으로 공업적 규모로 아크릴아미드를 제조할 수 있다.
- [0023] 본 발명의 "당류를 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 0.1 내지 100 mg 포함하는 아크릴아미드 수용액" 은 이하와 같이 하여 제조할 수 있다.
- [0024] 아크릴아미드 500 g을 증류수를 사용하여 1ℓ 에 용해하고, 페놀 황산법으로 글루코오스 환산 당류 농도가 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 0.1 내지 100 mg이 되도록 당류의 수용액을 첨가함으로써 상기 아크릴아미드 수용액을 얻을 수 있다. 이 때, 용해하는 아크릴아미드의 양은 400 내지 600 g의 범위에서 바뀌 최종적으로 얻어지는 수용액의 아크릴아미드 함량을 40 내지 60 중량%로 할 수도 있다. 또한, 여기서 첨가되는 당류는 정제된 것이어도, 미정제의 것이어도 좋다. 사용하는 아크릴아미드는 시판되는 것이어도 좋고, 아크릴로니트릴로부터 생체 촉매를 사용하여 제조한 아크릴아미드 수용액을 정제하거나 또는 정제하지 않고 아크릴아미드 농도가 40 내지 60 중량%가 되도록 제조한 것이어도 좋다.
- [0025] 또한, 상기 당류를 포함하는 아크릴아미드 수용액을 생체 촉매를 사용하여 아크릴로니트릴로부터 제조하는 경우에는, 생체 촉매 중의 당류의 농도를 측정하고, 그 농도가 반응 종료 후의 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 0.1 내지 100 mg이 되도록 생체 촉매를 첨가하여, 아크릴로니트릴을 생체 촉매에 접촉시켜 반응시킬 수도 있다. 여기서, 생체 촉매 중의 당류란 미생물 등의 생체 촉매 그 자체를 현탁시킨 액체 또는 담체 등으로 고정화한 생체 촉매를 침지하고 있는 액체 중의 당류를 말한다. 보다 구체적으로는 원료인 아크릴로니트릴과 물, 및 당류를 포함한 생체 촉매를 0 내지 90 ℃, 바람직하게는 5 내지 50 ℃로 반응조내에서 접촉시킴으로써 얻을 수 있다. 필요에 따라 중합 방지 작용을 갖는 약제나 촉매의 안정성 향상에 기여하는 약제 등을 반응액 또는 생체 촉매 현탁액에 첨가할 수도 있다. 반응 양식으로는 고정층, 이동층, 유동층, 교반조 등의 어느 것이어도 좋고, 또한 회 분 반응 또는 연속 반응이어도 좋다. 또한, 반응조에 페놀 황산법으로 글루코오스 환산 당류 농도가 반응 종료 후의 아크릴아미드 수용액 1ℓ 당 0.1 내지 100 mg이 되도록 당류 수용액을 첨가하고, 생체 촉매와 아크릴로니트릴을 이 반응조내에서 반응시킬 수도 있다.
- [0026] 이렇게 하여 얻어진 아크릴아미드 수용액은 그 용도에 따라 정제 공정을 거칠 수도 있다. 정제 방법으로는 필터에 의한 여과(일본 특허 공고 (평)05-49273호 공보)나 기포에 의한 정제(일본 특허 출원 (평)11-254151호 공보) 등을 들 수 있다.
- [0027] 이와 같이 하여 얻어진 아크릴아미드 수용액을 원료로 하여, 공지의 아크릴아미드 중합법과 마찬가지로의 방법에 의해 폴리아크릴아미드 수용액을 얻을 수 있다. 이와 같이 하여 본 발명의 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 폴리아크릴아미드 수용액은 아크릴아미드 농도가 동일 당류를 포함하지 않는 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어진 폴리아크릴아미드 수용액에 비하여 점도가 상승한다. 이 폴리아크릴아미드 수용액은 아크릴아미드계 중합체로서 고분자 응집제, 제지용 약제, 토양 개량제, 석유 회수용 약제, 굴삭 니수용 증점제, 고분자 흡수체 등에 사용할 수 있다. 따라서, 본 발명의 아크릴아미드 수용액으로부터 얻어지는 폴리아크릴아미드 중합체도 본 발명의 범위에 포함된다.
- [0028] 얻어진 폴리아크릴아미드 수용액의 물성 평가는, 예를 들면 점도계를 이용하여 중합체의 점도를 측정하여 행할 수 있다. 구체적으로는 B형 점도계를 이용하여 공지된 방법으로 측정함으로써 평가할 수 있다.
- [0029] 본 명세서에서는 본원의 우선권의 기초인 일본 특허 출원 2002-081512호의 명세서 및(또는) 도면에 기재된 내용을 포함한다.

실시예

- [0030] 본 발명을 이하의 실시예에 의해 구체적으로 설명하지만, 본 발명이 이들 실시예로 한정되는 것은 아니다.
- [0031] 실시예 1, 비교예 1에 시판되는 아크릴아미드 수용액으로부터 제조한 폴리아크릴아미드의 경우를, 실시예 2, 비

교예 2에 아크릴로니트릴로부터 당류를 포함하는 생체 촉매를 사용하여 제조한 아크릴아미드로부터 제조한 폴리 아크릴아미드의 경우를 기재하였다.

[0032] <실시예 1>

[0033] (당류 함유액의 제조)

[0034] 로도코커스·로도크로우스(*Rhodococcus rhodochrous*) J1(수탁 번호 FERM BP-1478이고, 1987년 9월 18일부(원기 탁)로 통상 산업성 공업 기술원 생명 공학 공업 기술 연구소(현재는 독립행정법인 산업기술종합연구소, 특허생 물기탁센터, 일본 이바라끼켄 쓰꾸바시 히가시 1쵸메 1반지 1주오 다이6)에 기탁되어 있음)을 글루코오스 2 %, 요소 1 %, 펩톤 0.5 %, 효모 엑기스 0.3 %, 염화코발트 0.05 %(모두 질량%)를 포함하는 배지(pH 7.0)에 의해 30 ℃에서 호기적으로 배양하였다. 이것을 폴리술폰성의 공경 0.1 μ m의 막 필터(구라레사 제조)를 이용하여 배 양액의 5 배량의 50 mM 인산 완충액(pH 7.0)으로 연속적으로 세정한 후, 균 농도를 건조 균체 중량으로 10 %가 될 때까지 농축하여 균체 현탁액을 얻었다.

[0035] 이것을 50 ml의 원심 튜브에 취하고, 원심 분리기에 의해 15,000 \times g에서 30 분 원심하여 그 원심 상청액을 당 류 함유액으로 하였다.

[0036] (당류 함유액 중의 당 농도 측정)

[0037] 얻어진 당류 함유액 중의 당 농도를 페놀 황산법으로 이하와 같이 측정하였다.

[0038] ① 특급 페놀과 증류수를 사용하여 5 질량%의 페놀 수용액을 제조하였다. ② 직경 16.5 mm의 시험관에 1000 배 로 희석한 용액 1 ml를 채취하고, 여기에 ①의 용액 1 ml를 첨가하여 잘 혼화하였다. ③ 이것에 특급 농황산 5 ml를 신속히 첨가하고, 10 분간 혼화하면서 진탕한 후, 실온에 20 분간 방치 후 490 nm의 흡광도를 측정하였다. 한편 동일한 조작을 2, 10, 50, 100 mg/L로 조정한 글루코오스 수용액을 사용하여 검량선을 작성하고, 그 검량 선으로부터 당류 함유액 중의 당 농도를 산출했더니 15000 mg/L가 되었다. 이 당류 함유액 중의 당류는 이론에 구속되는 것은 아니지만, 균체에 의해 생산된 다당류라고 추측된다.

[0039] (당류 함유 아크릴아미드 수용액의 제조)

[0040] 50 질량% 아크릴아미드 수용액(미쯔비시 레이온사 제조)을 1ℓ씩 4개 준비하고, 그 각각에 제조한 당 함유액 0.07 ml, 0.2 ml, 3 ml, 4 ml를 첨가하여 당류 함유 아크릴아미드 수용액을 제조하여 각각 실시예 1-1, 1-2, 1-3, 1-4로 하였다.

[0041] (폴리아크릴아미드 수용액의 제조)

[0042] 얻어진 당류 함유 아크릴아미드 수용액을 아크릴아미드의 농도가 15 질량% 가 되도록 증류수를 사용하여 희석하 고, pH 6.1로 조정한 후 플라스크를 30 ℃의 수조에서 교반하면서 보존하였다. 기상부를 질소 치환하면서 과황 산 암모늄, 아황산수소나트륨이 각각 180 mg/L가 되도록 첨가하여 중합을 개시함과 동시에, 수조의 온도를 80 ℃로 하였다. 약 1 시간 후 25 ℃까지 냉각하였다.

[0043] (폴리아크릴아미드 수용액의 물성 평가)

[0044] 얻어진 수용액의 점도를 B형 점도계로 측정하였다(No.4 로터, 6 rpm, 25 ℃). 그 결과를 하기 표 1에 나타낸다. 또한, 육안으로 색조를 관찰하여 완전히 무색인 것을 ◎, 아주 약간 황색을 띠는 것을 ○, 약간 황 색을 띠는 것을 △, 황색이 확인되는 것을 ×라고 하였다.

[0045] <비교예 1>

[0046] 당류 함유액을 첨가하지 않은 50 질량% 아크릴아미드 수용액(미쯔비시 레이온사 제조)을 사용하여, 실시예 1과 마찬가지로 폴리아크릴아미드 수용액을 제조하여 얻어진 폴리아크릴아미드 수용액의 평가를 실시하였다. 결과 를 표 1에 나타낸다.

표 1

	당 함유량	중합체 수용액의 점도	색조
실시에 1-1	1mg/L	130000mPa·s	◎
실시에 1-2	3mg/L	150000mPa·s	◎
실시에 1-3	45mg/L	200000mPa·s	○
실시에 1-4	60mg/L	220000mPa·s	△
비교예 1	0	60000mPa·s	◎

<실시에 2>

(미생물 효소에 의한 아크릴로니트릴로부터 아크릴아미드의 반응)

내용적 5ℓ의 자켓이 부착된 분리형 플라스크에 0.2 g/L의 아크릴산 나트륨 수용액을 3130 g 넣고, 이것에 실시예 1 (당류 함유액의 제조)에서 얻어진 균체 현탁액 10 g(당류를 약 10000 mg/L 포함함)을 첨가하였다. 이것을 pH 7.0, 온도 20 ℃로 제어하면서 날개 길이 120 mm, 날개 폭 20 mm의 평판 교반 날개 2매로 80 rpm에서 교반하였다. 아크릴로니트릴 농도가 항상 2 질량%가 되도록 아크릴로니트릴(미쯔비시 레이온사 제조)을 연속적으로 공급하고, 아크릴아미드의 농도가 47 %가 된 시점에서 아크릴로니트릴의 공급을 정지하고, 그 후 아크릴로니트릴이 0.005 % 이하가 될 때까지 반응을 계속하였다. 이 액으로부터 공경 0.1 μm의 폴리에틸렌제 중공사막(미쯔비시 레이온제 스테라포어-H)으로 균체를 분리하여 아크릴아미드 농도 50 질량%의 반응액 5 kg을 얻었다.

(50 질량% 아크릴아미드 중 당 농도의 측정)

실시에 1 (당류 함유액 중 당 농도의 측정)과 마찬가지로, 얻어진 50 질량% 아크릴아미드 수용액의 당 농도를 측정하였다. 단, 글루코오스 농도로의 환산시에는 기지량의 글루코오스를 시판되는 아크릴아미드 분말(와코 준야쿠사 제조)로 제조한 50 질량% 아크릴아미드 수용액에 용해시킨 것을 사용하였다. 그 결과, 당 농도는 19 mg/L였다.

(폴리아크릴아미드 수용액의 물성 평가)

얻어진 아크릴아미드 수용액을 사용하여 실시예 1과 마찬가지로 폴리아크릴아미드 수용액을 제조하고 그의 물성을 측정하였다.

그 결과, 용액 점도는 190000 mPa·s였다.

본 명세서에서 인용한 모든 간행물, 특허 및 특허 출원을 그대로 참고로 하여 본 명세서에 기재한 것으로 한다.

산업상 이용 가능성

본 발명에 의해 물성이 우수한 고성능 폴리아크릴아미드의 원료가 될 수 있는 고품질 아크릴아미드 수용액, 및 저농도인 고성능 폴리아크릴아미드 용액을 제공할 수 있다.