



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월09일
 (11) 등록번호 10-1875703
 (24) 등록일자 2018년07월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 67/00 (2017.01) *B29B 9/06* (2006.01)
B33Y 70/00 (2015.01) *B29K 505/00* (2006.01)
 (52) CPC특허분류
B29C 64/165 (2017.08)
B29B 9/06 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2016-0075786
 (22) 출원일자 2016년06월17일
 심사청구일자 2016년06월17일
 (65) 공개번호 10-2017-0142390
 (43) 공개일자 2017년12월28일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020150098142 A*
 JP5751388 B1*
 KR1020150025865 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이이알앤씨 주식회사
 울산광역시 중구 종가로 55, 306호(유곡동)
 (72) 발명자
이강우
 부산광역시 해운대구 센텀중앙로 145, 104동 380
 5호 (재송동, 더샵센텀파크1차)
문동현
 부산광역시 기장군 정관면 구연방곡로 10, 603동
 701호 (정관 센트럴파크)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인 태웅

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 이상호

(54) 발명의 명칭 **3D 프린터용 필라멘트 조성물**

(57) 요약

본 발명은 고분자 수지 및 용점이 300℃ 이하인 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물에 관한 것으로, 용점이 낮아 압출이 가능하여 필라멘트 형태로 가공하기 용이한 3D 프린터용 필라멘트를 제공할 수 있으며, 이를 이용하여 금속의 질감을 나타낼 뿐만 아니라 고용점, 고강도 및 전도성 등의 금속 성질을 갖는 물체를 3D 프린팅할 수 있다.

- (52) CPC특허분류
B33Y 70/00 (2013.01)
B29K 2505/00 (2013.01)

박수민

부산광역시 사하구 다대낙조1길 12, 102동 1501호
(다대동, 대우아파트)

- (72) 발명자
석민광
부산광역시 기장군 정관면 정관3로 51, 204동 901호 (정관롯데캐슬2차)

이주호
울산광역시 중구 평동2길 50, B동 203호 (유곡동, 새운아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	R0004041
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	폴뿌리기업육성사업
연구과제명	중화학공업 유래 유무기 산업부산물 제품화 사업
기 여 율	1/1
주관기관	한국생산기술연구원
연구기간	2015.07.01 ~ 2018.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

고분자 수지;

용점이 300℃ 이하인 금속 또는 금속의 합금 분말; 및

Polyethyleneimine, Carboxymethylated polyethyleneimine, Polyurethane, Poly(acrylic acid), Poly(vinyl alcohol) 또는 Poly(iminoacetic acid)를 포함하는 첨가제;를 포함하고,

상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 Pb, Sn, Bi, Ga 및 In로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하며,

상기 고분자 수지 100 중량부에 대하여 상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 20 내지 50 중량부로 포함되고, 상기 첨가제는 3 내지 10 중량부로 포함되는 3D 프린터용 필라멘트 조성물.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 또는 금속의 합금 분말의 입자 직경(D50)은 1 내지 60 μm 인 3D 프린터용 필라멘트 조성물.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 고분자 수지는 ABS(Acrylonitrile Poly-Butadiene Styrene), PLA(Poly-Lactic Acid), PET(Poly Ethylene Terephthalate), HIPS(High Impact Polystyrene), PVA(Poly-Vinyl Alcohol), HDPE(High Density Polyethylene), PC(Polycarbonate) 및 Nylon으로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상의 고분자 수지를 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 고분자 수지는 40~120℃에서 2시간 이상 건조하여 함유율 1% 이하인 것을 특징으로 하는 3D프린터용 필라멘트 조성물.

청구항 8

고분자 수지;

용점이 300℃ 이하인 금속 또는 금속의 합금 분말; 및

Polyethyleneimine, Carboxymethylated polyethyleneimine, Polyurethane, Poly(acrylic acid), Poly(vinyl alcohol) 또는 Poly(iminoacetic acid)를 포함하는 첨가제;를 포함하는 3D 프린터용 필라멘트로서,

상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 Pb, Sn, Bi, Ga 및 In로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하고,

상기 고분자 수지 100 중량부에 대하여 상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 20 내지 50 중량부로 포함되고, 상기 첨가제는 3 내지 10 중량부로 포함되며,

상기 3D 프린터용 필라멘트의 직경은 1.50 내지 3.0mm 이며, 상기 3D 프린터용 필라멘트를 이용하여 3D 프린팅된 물체(object)의 용점(melting point)은 200 내지 350℃인 3D프린터용 필라멘트.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3D 프린터용 필라멘트 조성물에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 고분자 수지를 기반으로 하고 금속 분말을 포함하는 3D 프린터용 금속 필라멘트 조성물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 3차원(3-Dimension, 3D) 프린터는 분말형을 비롯한 특수한 소재의 잉크를 순차적으로 분사하여 미세한 두께로 층층이 쌓아 올리면서 입체적인 형상물을 제작하는 장비이다. 3D 프린팅은 다양한 분야에서 사용이 확산되어 가고 있다. 특히 신체의 일부를 대체할 수 있는 의료용 인체모형이 크게 주목 받고 있으며, 다수의 부품으로 구성된 자동차용 분야 외에도 완구, 주방용품 같은 가정용 물품까지 다양한 모형을 만들기 위한 용도로 사용되고 있다.

[0003] 현재 3D 프린팅에 가장 많이 쓰이는 소재는 빛을 받으면 굳는 광경화성 고분자 물질인 포토폴리머(photopolymer)이다. 이는 전체 시장의 56%를 차지할 정도로 널리 이용되고 있으며 경화 속도가 매우 빠르고 간단한 제품을 성형할 수 있는 것이 장점이나 재활용이 어렵고 가격이 비싼 것이 단점이다. 그 다음으로 인기 있는 소재는 녹고 굳는 것이 자유로운 고체 형태의 열가소성 플라스틱으로 시장의 40%를 점유하며 추후 금속 분말도 점차 성장세를 높여갈 것으로 예상된다. 이중 열가소성 플라스틱 소재의 형태는 필라멘트(filament), 입자 또는 분말가루 형태를 가질 수 있다. 필라멘트형(filament type)의 3D 프린팅은 속도 면에서 타 유형보다 빨라서 생산성이 높아 확산 속도가 빠르다.

[0004] 3D 프린팅에 사용되는 필라멘트 소재로는 ABS(Acrylonitile Poly-Butadiene Styrene), PLA(Poly-Lactic Acid), PET(Poly Ethylene Terephthalate), HIPS(High Impact Polystyrene), PVA(Poly-Vinyl Alcohol), HDPE(High Density Polyethylene), PC(Polycarbonate), WOOD, NYLON 등이 쓰인다.

[0005] 이와 같은 3D 프린터는 조형 방식에 따라 고체 기반의 압출적층인 FDM(fused deposition modeling), 파우더 기반의 SLS(Selective laser sintering), 3DP(Powder bed and inkjet head printing), EBM(Electron beam melting), 광경화성 액체 기반의 SLA(Stereolithography), DLP(Digital light processing), Polyjet(Photopolymer jetting), 라미네이트 방식의 LOM(Laminated object manufacturing)으로 크게 나뉘며, 이들 프린터를 이용하여 응용분야를 확장하기 위해서 프린팅에 사용되는 필라멘트, 파우더, 액체수지 등의 소재가 매우 중요한 역할을 한다.

[0006] 상기 소재를 사용한 3D 프린터용 필라멘트는 플라스틱 소재로서 용점이 낮고 강도가 낮으며, 프린팅된 물체가 전도성을 띄지 않으므로, 대상 물체가 고용점 및 고강도가 요구되고 어느 정도의 금속 성질이 요구되는 경우에 3D 프린터를 사용하여 제조하기에 부적합한 문제점이 있다.

[0007] 한편, 기존의 금속 필라멘트의 경우 금속을 필라멘트 형태로 가공하기가 어렵고, 용점이 높아 직접 압출되게 하기 어려운 문제가 있어 플라스틱 수지에 금속 분말이 20% 이내로 포함되어 금속 색상 및 광택으로 금속의 질감을 나타내는데 그칠 뿐 이를 이용하여 프린팅된 3D 물체가 실제로 고용점, 고강도 및 전도성 등의 금속의 성질을 갖는 것은 아니며, 기존의 3D 금속 프린팅이 가능한 온도는 190 내지 240℃로서 고용점을 갖는 금속을 사용하는 것에 국한되었고, 냉각 과정에 의해 프로세스에 많은 시간이 소요되는 문제점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0008] (특허문헌 0001) 1. 한국등록특허 제10-0982042호 (2010.09.07)
- (특허문헌 0002) 2. 한국공개특허 제10-2007-0051777호 (2007.05.18.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공함으로써, 이를 사용하여 고융점, 고강도 및 전도성 등의 금속 성질을 갖는 물체를 프린팅 가능하고, 3D 금속 프린팅 프로세스에 있어서 시간을 단축할 수 있는 소재의 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공하는 것이다.
- [0010] 그러나 본 발명의 목적들은 상기에 언급된 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명은 고분자 수지 및 용점이 300℃ 이하인 금속 및 금속의 합금 분말;을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0012] 또한 상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 Pb, Sn, Bi, Zn, Cu, Ga, In, Ag, Te, Hg, Tl, Sb, Se 및 Po 로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0013] 또한 상기 금속 또는 금속의 합금 분말의 입자 직경(D50)은 1 내지 60 μm인 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0014] 또한 상기 금속 또는 금속의 합금 분말은 상기 고분자 수지 100 중량부 대비 20 내지 50 중량부로 포함되는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0015] 또한 상기 고분자 수지는 ABS(Acrylonitile Poly-Butadiene Styrene), PLA(Poly-Lactic Acid), PET(Poly Ethylene Terephthalate), HIPS(High Impact Polystyrene), PVA(Poly-Vinyl Alcohol), HDPE(High Density Polyethylene), PC(Polycarbonate) 및 Nylon으로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상의 고분자 수지를 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0016] 또한 상기 3D 프린터용 필라멘트 조성물은 첨가제를 더 포함하며, 상기 첨가제는 고분자 금속 착물(polymer metal complex)을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0017] 또한 상기 고분자 수지는 40~120℃에서 2시간 이상 건조하여 함수율 1% 이하인 것을 특징으로 하는 3D프린터용 필라멘트 조성물을 제공한다.
- [0018] 또한 본 발명은 고분자 수지 및 용점이 300℃ 이하인 금속 및 금속의 합금 분말;을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트로서, 상기 3D 프린터용 필라멘트의 직경은 1.50 내지 3.0mm 이며, 상기 3D 프린터용 필라멘트를 이용하여 3D 프린팅된 물체(object)의 용점(melting point)은 200 내지 350℃인 3D프린터용 필라멘트를 제공한다.

발명의 효과

- [0019] 본 발명은 용점이 낮아 압출이 가능하여 필라멘트 형태로 가공하기 용이한 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 제공할 수 있다.
- [0020] 또한 본 발명은 금속의 질감을 나타낼 뿐만 아니라 고융점, 고강도 및 전도성 등의 금속 성질을 갖는 물체를 3D 프린팅 가능한 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함하는 3D 프린터용 필라멘트를 제공할 수 있다.
- [0021] 또한 본 발명은 3D 프린팅 시 낮은 온도에서 프린팅이 가능하여 냉각 시간을 단축시킴으로써 3D 프린팅 시간을

단축시킬 수 있는 3D 프린터용 필라멘트를 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하에 본 발명을 상세하게 설명하기에 앞서, 본 명세서에 사용된 용어는 특정의 실시예를 기술하기 위한 것일 뿐 첨부하는 특허청구의 범위에 의해서만 한정되는 본 발명의 범위를 한정하려는 것은 아님을 이해하여야 한다. 본 명세서에 사용되는 모든 기술용어 및 과학용어는 다른 언급이 없는 한은 기술적으로 통상의 기술을 가진 자에게 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다.
- [0023] 본 명세서 및 청구범위의 전반에 걸쳐, 다른 언급이 없는 한 포함(comprise, comprises, comprising)이라는 용어는 언급된 물건, 단계 또는 일군의 물건, 및 단계를 포함하는 것을 의미하고, 임의의 어떤 다른 물건, 단계 또는 일군의 물건 또는 일군의 단계를 배제하는 의미로 사용된 것은 아니다.
- [0024] 한편, 본 발명의 여러 가지 실시예들은 명확한 반대의 지적이 없는 한 그 외의 어떤 다른 실시예들과 결합될 수 있다. 특히 바람직하거나 유리하다고 지시하는 어떤 특징도 바람직하거나 유리하다고 지시한 그 외의 어떤 특징 및 특징들과 결합될 수 있다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예 및 이에 따른 효과를 설명하기로 한다.
- [0025] 본 발명의 일실시예에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물은 고분자 수지 및 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함한다. 고분자 수지는 본 발명에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물에 포함되어 필라멘트 형태의 압출 성형이 원활하게 이루어지도록 하고, 형성된 필라멘트를 이용한 3D 프린팅 시 압출 가공이 원활하게 이루어지도록 한다. 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말은 본 발명에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물에 포함되어 낮은 온도에서도 필라멘트 형태의 압출 성형이 가능하도록 하고 형성된 필라멘트를 이용하여 3D 프린팅이 가능하며, 3D 프린팅된 물체가 금속의 질감뿐만 아니라 고융점, 고강도 및 전도성 등의 금속의 성질을 갖도록 한다.
- [0026] 고분자 수지는 ABS(Acrylonitile Poly-Butadiene Styrene), PLA(Poly-Lactic Acid), PET(Poly Ethylene Terephthalate), HIPS(High Impact Polystyrene), PVA(Poly-Vinyl Alcohol), HDPE(High Density Polyethylene), PC(Polycarbonate) 및 Nylon으로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상의 고분자 수지를 포함한다. 바람직하게는 120 내지 250℃의 저온 압출이 가능한 PLA를 필수적으로 포함하는 것이 좋다. 또는 PLA 및 150 내지 250℃의 저온 압출이 가능하고 인장강도가 높은 PVA를 필수적으로 포함하는 것이 좋다.
- [0027] 또한 고분자 수지는 40 내지 120℃에서 2시간 이상 건조하여 함수율 1% 이하인 것을 사용한다. 고분자 수지의 함수율이 1%를 초과하는 경우 제조되는 필라멘트에 수분이 함유된 기포가 생성되어 불량률을 증가시킬 수 있으며, 바람직하게는 0.4% 이하인 고분자 수지를 사용하는 것이 좋다.
- [0028] 고분자 수지로서 PLA 및 PVA를 혼합하여 포함하는 경우 PLA 100 중량부에 대하여 PVA를 10 내지 60 중량부로 포함하는 것이 압출 온도 및 강도 측면에서 바람직하다.
- [0029] 금속 또는 금속의 합금 분말은 고분자 수지 100 중량부에 대하여 20 내지 50 중량부로 포함된다. 20 중량부 미만으로 포함되는 경우 조성물을 이용하여 형성된 필라멘트로 3D 프린팅된 물체의 금속 성질이 나타나지 않는 문제점이 있으며, 50 중량부를 초과하여 포함되는 경우 공기 중에 노출 시 산화(oxidation)가 발생하고, 필라멘트 형태의 압출 성형이 어려운 문제점이 있다.
- [0030] 금속 또는 금속의 합금 분말은 저융점인 것을 사용한다. 더욱 구체적으로 금속 또는 금속의 합금 분말을 이루는 금속의 융점은 300℃ 이하인 것을 사용한다.
- [0031] 저융점의 금속 또는 금속의 합금 분말로서 Pb, Sn, Bi, Zn, Cu, Ga, In, Ag, Te, Hg, Tl, Sb, Se 및 Po 로 구성되는 군에서 선택되는 어느 1종 이상 금속 또는 금속의 합금 분말을 포함한다. 2종 이상 금속의 합금 입자로 된 합금 분말을 포함하는 경우 압출 온도를 현저하게 낮출 수 있다.
- [0032] 바람직하게는 Ga, Bi, In, Sn, Zn, Cu 및 Ag로 구성되는 군에서 선택되는 어느 3종 이상 금속의 합금 분말을 포함하는 것이 좋고, 더욱 바람직하게는 Ga, Bi, Sn, In 및 Zn으로 구성되는 군에서 선택되는 어느 3종 이상 금속의 합금 분말을 포함하는 것이 좋다.
- [0033] 금속 또는 금속의 합금 분말의 입자 크기는 마이크로 크기의 분말을 사용한다. 더욱 구체적으로 금속 또는 금속의 합금 분말의 입자 직경(D50)은 1 내지 60 μm인 분말을 사용한다. 금속 또는 합금 입자의 크기가 작아질수록 표면 원자의 불완전성이 커지면서 벌크 형태 금속 또는 합금의 융점보다 낮은 온도에서도 원자 간 결합을 끊고

자유로워질 수 있기 때문에 압출 온도를 현저하게 낮출 수 있다. 또한 마이크로 크기의 분말로써 3D 프린터용 필라멘트 조성물에 포함되어 고분자 수지와와의 우수한 혼합성을 갖는다.

[0034] 본 발명에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물은 고분자 수지 및 금속 또는 금속의 합금 분말의 혼합성을 향상시키는 첨가제를 더 포함한다. 더욱 구체적으로 첨가제로서 고분자 금속 착물(polymer metal complex)을 포함하여 고분자 수지와 합금 분말의 혼합성을 향상시킨다.

[0035] 제1 첨가제는 고분자 수지 100 중량부에 대하여 3 내지 10 중량부로 포함된다. 3 중량부 미만으로 포함되는 경우 고분자 수지와 금속 또는 금속의 합금 분말의 혼합성 향상 효과가 미미하며, 10 중량부를 초과하여 포함되는 경우 압출 시 가공성이 저하되고 이를 포함하는 필라멘트를 이용한 3D 프린팅 시 냉각 속도가 저하되는 문제가 있다.

[0036] 본 발명의 일실시예에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 이용하여 형성된 필라멘트를 이용한 3D 프린팅 시 낮은 온도에서 프린팅이 가능하여 냉각 시간을 단축시킴으로써 3D 프린팅 시간을 단축시킬 수 있다.

[0037] 본 발명의 일실시예에 따른 조성물을 이용하여 형성된 3D 프린터용 필라멘트는 직경이 1.50 내지 3.0mm, 바람직하게는 1.75 내지 2.0mm일 수 있다. 상기 필라멘트의 직경이 1.50mm 미만이면 필라멘트를 밀어 내는 인쇄 헤드의 제작이 어렵고 프린팅 속도도 너무 늦을 수 있고, 3.0mm를 초과하면 고화속도가 늦고 프린팅선이 굵어져 제품의 정밀도가 떨어진다.

[0038] 본 발명의 일실시예에 따른 3D 프린터용 필라멘트 조성물을 이용하여 형성된 필라멘트를 이용한 3D 프린팅된 물체(object)의 용점(melting point)은 200 내지 350℃이다.

[0039] **실시예 - 조성물**

[0040] 40~120℃의 건조 및 제습 시설에서 2시간 이상 건조하여 함유율 0.4% 이하인 고분자 수지, 금속 또는 합금 분말 및 첨가제를 하기 표 1의 조성으로 균질하게 혼합하여 3D프린터용 필라멘트 조성물을 제조하였다.

표 1

[0041]

	고분자 수지	금속 또는 합금 분말	첨가제
실시예 1	PLA	Pb(50 μm)	Polyethyleneimine
	100g	40g	5g
실시예 2	PLA	Sn(40 μm)	Carboxymethylated polyethyleneimine
	100g	50g	8g
실시예 3	ABS	Pb-Sn(60 μm)	Polyurethane
	100g	30g	10g
실시예 4	PET	Bi-Ga(60 μm)	Poly(acrylic acid)
	100g	30g	3g
실시예 5	PLA+PVA	Pb(10 μm)	Poly(vinyl alcohol)
	70g+30g	50g	3g
실시예 6	PLA+PVA	Sn(5 μm)	Poly(iminoacetic acid)
	90g+10g	10g	5g
실시예 7	PLA	Bi-In-Sn(40 μm)	-
	100g	20g	-

[0042] **실시예 - 필라멘트**

[0043] 상기 실시예에 따라 제조된 3D프린터용 필라멘트 조성물을 사용하여 스크류 직경 300mm, 스크류 길이 815mm 이상의 단축압출기(Single Screw Extruder)로 압출하여 길이 1.21m 및 1.00m의 냉각수조 1, 2로 충분히 냉각하고 권취하여 직경 1.50 내지 3.0mm의 필라멘트를 제조하였다.

[0044] **실험예**

[0045] (1) 용융 온도 측정

[0046] 상기 실시예에 따라 제조된 필라멘트의 용점을 시차주사 열량계(DSC)를 이용하여 측정하였으며, ASTM D-3418에 의해 분당 10℃로 승온하여 Tm을 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

- [0047] (2) 쇼어 경도 측정
- [0048] 상기 실시예에 따라 제조된 필라멘트의 쇼어 경도(Shore hardness)를 ISO868에 따라 측정하였다. Shore A 90 이상 측정 결과를 하기 표 2에 나타내었다.
- [0049] (3) 용융 속도 및 고화 속도 측정
- [0050] 필라멘트 조성물의 용융지수(Melting Index, MI)(210℃, 2.16kg)가 20g/10분 이상을 A, 10g/10분 이상을 B, 5g/10분 이상을 C, 1g/10분 이상을 D, 1g/10분 미만을 E로 표시하였다. MI((210℃, 2.16kg)가 낮을수록 용융이 늦어 인쇄 속도가 늦어지거나 불가능해진다.
- [0051] 필라멘트 조성물의 용융지수(MI)를 ASTM D-1238에 의해 측정하였다. 제품행의 MI((210℃, 2.16kg)가 1g/10분 이하를 A, 1.1~2를 B, 2.1~3을 C, 3.1~5를 D, 5.1 이상을 E로 표시하였다. 즉 MI(210℃, 2.16kg)가 높을수록 210℃에서 고화가 늦다는 것을 나타낸다.
- [0052] (4) 필라멘트 직경 측정
- [0053] 3D 프린터를 활용하여 출력물로 프린팅하기 위하여 필요한 필라멘트 직경을 직경측정장치를 이용하여 측정하였다. 측정 결과를 하기 표 2에 나타내었다.

표 2

[0054]

	용융온도 (℃)	쇼어 경도	용융속도/고화속 도	필라멘트 직경(mm)
실시예 1	280	91	A/A	1.75
실시예 2	220	93	A/A	1.50
실시예 3	200	97	A/A	2.0
실시예 4	198	90	A/A	3.0
실시예 5	265	93	A/B	1.75
실시예 6	210	90	A/A	2.5
실시예 7	250	89	B/B	3.0

[0055] 전술한 각 실시예에서 예시된 특징, 구조, 효과 등은 실시예들이 속하는 분야의 통상의 지식을 가지는 자에 의하여 다른 실시예들에 대해서도 조합 또는 변형되어 실시 가능하다. 따라서 이러한 조합과 변형에 관계된 내용들은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.