(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2010 년 7 월 1 일 (01.07.2010)

PCT

(10) 국제공개번호
WO 2010/074438 A2

(51) 국제특허분류:
B21C 3/02 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2009/007399

(22) 국제출원일: 2009 년 12 월 10 일 (10.12.2009)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2008-0134872 2008 년 12 월 26 일 (26.12.2008) KR

(71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): **주식회사 포스코 (POSCO)** [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 괴동동 1 번지, 790-300 Kyungsangbook-do (KR).

(72) 발명자; 겸
(75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): **이기호 (RHEE, Ki-Ho)** [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 괴동동 1 번지 주식회사 포스코내, 790-300 Kyungsangbook-do (KR). **손일헌 (SON, Il-Heon)** [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 괴동동 1 번지 주식회사 포스코내, 790-300 Kyungsangbook-do (KR). **황중기 (HWANG, Joong-Ki)** [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 괴동동 1 번지 주식회사 포스코내, 790-300 Kyungsangbook-do (KR). **이덕락 (LEE, Duk-Lak)** [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 괴동동 1 번지 주식회사 포스코내, 790-300 Kyungsangbook-do (KR).

(74) 대리인: **특허법인 씨엔에스·로고스 (C&S LOGOS PATENT AND LAW OFFICE)**; 서울특별시 서초구 서초동 1451-34 서초평화빌딩 13 층, 137-070 Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

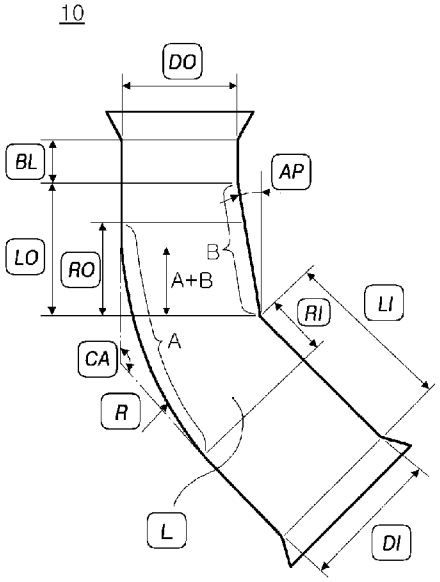
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[다음 쪽 계속]

(54) **Title**: DIES FOR SHEAR DRAWING

(54) **발명의 명칭** : 전단 신선용 다이스

[Fig. 2]



(57) **Abstract**: The present invention is aimed at providing dies for shear drawing, which are capable of continuous drawing and shear deformation at the same time. The invention relates to the dies for shear drawing which comprises a material processing channel where materials are sheared and drawn while passing therethrough, wherein the processing channel comprises an inlet path located in the front and an outlet path located in the rear in consideration of the moving direction of the materials: the inlet and outlet paths are connected to each other for the axes of both paths to cross each other at a certain angle; and the processing channel includes a cross-section decreasing area where the cross-section of the outlet path decreases more than the cross-section of the inlet path to allow the materials to be discharged from the exit of the outlet path filled with the materials. The invention enables continuous shear drawing, wherein the dies are easily filled with the materials during shear drawing, thereby obtaining a constant aspect ratio of the cross-section of the materials over the whole length thereof after shear drawing.

(57) **요약서**: 본 발명은 연속적인 신선과 동시에 전단 변형이 가능한 전단 신선용 다이스를 제공하기 위한 것이다. 본 발명은 소재가 통과하면서 전단 신선 가공되는 소재 가공통로를 포함하는 전단 신선용 다이스로서, 상기 가공통로는 소재가 이동하는 방향으로 보아 전방에 위치되는 입측통로 및 후방에 위치되는 출측통로로 이루어지고, 상기 입측통로와 출측통로는 이들 통로의 중심축이 각을 갖고 교차되도록 결합되고, 그리고 상기 가공통로는 소재가 적어도 출측통로의 출구 부분에서 채워져 추출되도록 출측통로의 출측단면적을 입측통로의 입측단면적보다 감소시키는 단면 감소 구간을 포함하는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스를 제공한다. 본 발명에 의하면 연속적인 전단변형이 가능하며, 전단 신선 가공시 다이스에 소재의 채워짐이 우수하여 전단 신선 가공 후 소재 단면의 장단축비 (Aspect ratio)가 소재의 전 길이에 걸쳐 거의 일정한 치수를 얻을 수 있다.

WO 2010/074438 A2

공개:

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 전단 신선용 다이스

기술분야

[1] 본 발명은 선재, 형재, 각재 등의 소재를 이용하여 신선하는데 사용되는 전단 신선(Shear Drawing)용 다이스에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 연속적으로 신선하여 금속조직 내의 결정립을 초미세화하고, 기계적 성질을 개선하며, 구상화 열처리를 실시하는 탄소강인 경우 열처리 온도 하향 및 시간 단축을 가능하게 하는 연속적인 신선과 동시에 전단변형이 가능한 새로운 전단 신선(Shear Drawing)용 다이스에 관한 것이다.

배경기술

[2] 본 발명은 강소성가공(Severe plastic deformation) 기술의 일종인 ECAE(Equal Channel Angular Extrusion, 등통로각압출법, 참고자료 [1] 및 [2])에 속하는 기술분야이고 다시 세분하면 ECAD(Equal Channel Angular Drawing, 등통로각인발법, 참고자료 [3])에 관한 것이다.

[3]

[4] ECAE는 동일 단면적의 2개의 통로(입구 및 출구)를 임의 각도로 교차된 금형으로 금속소재를 압출시켜 상기 금속소재에 전단변형으로 인한 강소성을 부여하는 공정으로 결정립 미세화, 구상화 단축 및 기계적 특성이 개선된다(참고자료 [4]). 그러나 ECAE는 우수한 강소성가공 기술임에도 불구하고, 압출하는 방식이기 때문에 연속적인 공정이 가능하지 않아 상용화에 문제가 있다.

[5]

[6] 이후에 ECAE와 유사한 특성을 갖는 소재를 얻고 강소성 변형을 부여하면서 연속공정이 가능한 ECAD가 소개되었다. ECAD는 ECAE와 마찬가지로 동일한 두 개의 동일 단면적의 통로가 교차하는 장치를 사용하지만 가공소재를 ECAE처럼 압출하는 대신 인발하는 방식으로 강소성 변형을 부여하면서 연속공정이 가능한 가공 기술로 소개되었다. 그러나, 인발가공시 소재가 가공장치의 금형 통로에 균일하게 채워지지 않아, 즉 소재 채워짐이 열위 하여, 가공 후 소재의 단면적이 길이 방향에 걸쳐 불균일하게 분포하고, 소재 인발시 네킹(necking)이 발생하는 문제점이 있다(참고자료 [5]).

[7]

[8] 상기 기술 외에 강소성가공 기술을 적용하면서 연속 공정이 가능한 다양한 장치 및 방법이 소개되었지만(참고자료 [6]), 적용 소재가 주로 판재(sheet)이고, 소재를 등통로각에 통과 시키기 위한 구체적인 방법을 제시하지 못하고, 가공 후 판재 표면 품질 및 단면의 균일성에 대해서 제시하지 못한다.

[9]

[10] 참고자료

[11] [1] 미국 등록특허 No. 5,400,633.

[12] [2] 미국 등록특허 No. 5,513,512.

[13] [3] U. Chakkingal, A.B. Suriadi, and P.F. Thomson,

[14] "Microstructure Development during Equal Channel Angular Drawing of Al at Room Temperature", Scripta Materialia, Vol. 39, No.6, 1998, pp.677-684.

[15] [4] 한국 공개특허공보 2002-0093403호.

[16] [5] J. Alkorta, M. Rombouts, J.D. Messemaeker, L. Froyen, J.G. Sevillano, "On the Impossibility of Multi-Pass Equal Channel Angular Drawing", Scripta Materalia Vol. 47, 2002, pp.13-18.

[17] [6] 박종우, 임차용, "가공에 의한 고강도 나노벌크소재 제조기술", 재료마당 제16권 제5호, 2003년 10월 pp.10~29.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[18] 본 발명은 연속적인 신선과 동시에 전단 변형이 가능한 전단 신선용 다이스를 제안하고자 하는 것이다.

과제 해결 수단

[19] 본 발명은 소재가 통과하면서 전단 신선 가공되는 소재 가공통로를 포함하는 전단 신선용 다이스로서,

[20] 상기 가공통로는 소재가 이동하는 방향으로 보아 전방에 위치되는 입측통로 및 후방에 위치되는 출측통로로 이루어지고,

[21] 상기 입측통로와 출측통로는 이들 통로의 중심축이 각을 갖고 교차되도록 결합되고, 그리고

[22] 상기 가공통로는 소재가 적어도 출측통로의 출구 부분에서 채워져 추출되도록 출측통로의 출측단면적을 입측통로의 입측단면적보다 감소시키는 단면 감소 구간을 포함하는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스에 관한 것이다.

발명의 효과

[23] 본 발명에 의하면 연속적인 전단변형이 가능하며, 전단 신선 가공시 다이스에 소재의 채워짐이 우수하여 전단 신선 가공 후 소재 단면의 장단축비(Aspect ratio)가 소재의 전 길이에 걸쳐 거의 일정한 치수를 얻을 수 있다. 이로 인해 소재의 결정립을 초미세화하고, 기계적 성질을 개선할 수 있으며, 구상화 열처리를 실시하는 탄소강의 경우에 열처리 온도 하향 및 시간 단축을 가능하게 하는 효과를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[24] 도 1은 기존의 신선공정(a)과 본 발명의 전단 신선 공정(b)를 나타낸 개략도이다.

[25] 도 2는 본 발명의 전단 신선용 다이스의 단면을 나타낸 단면도이다.

[26] 도 3은 본 발명의 실험 평가용 다이스 제작 도면을 나타낸 것이다.

[27] 도 4는 종래의 ECAD(a)와 본 발명의 전단 신선(b)의 유한요소해석 프로그램을 이용한 시뮬레이션 결과를 나타낸 것이다.

[28] 도 5는 종래의 ECAD(a)와 본 발명의 전단 신선(b)의 금형 제작 결과를 나타낸 사진이다.

[29] 도 6은 실험예 2, 5 및 19의 전단 신선용 다이스의 설계 조건을 나타낸 도면이다.

[30] 도 7은 종래 신선만 하는 경우와 실험예 2, 5 및 19의 단면 유효변형율을 나타내는 그래프이다.

[31] 도 8은 본 발명의 전단 신선한 경우(a)와 종래 신선한 경우(b)의 구상화한 소재의 미세조직을 관찰한 사진이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[32] 이하 본 발명에 대하여 상세히 설명한다.

[33] 본 발명자들은 기존 강소성가공 기술에서 가장 큰 어려움으로 인식되었던 연속 공정 적용 문제를 해결하기 위해서 기존 신선 공정을 기반으로 전단변형과 신선이 동시에 이루어지는 전단 신선용 다이스를 제안하게 되었다.

[34]

[35] 본 발명은 도 1(b)에서 나타나 있는 바와 같이, 기존 신선 다이스[도 1(a)]처럼 감면이 이루어지면서 소재가 신선 변형되는 것이지만, 종래의 신선공정과 차이점은 본 발명의 특징으로 종래기술인 ECAE과 유사하게 다이스 가공통로 즉, 입측통로와 출측통로가 있으며, 상기 입측통로와 출측통로는 이들 중심축이 일정한 각을 갖고 교차되도록 결합되어 있어 이들 통로를 통과하는 가공소재는 전단변형을 받게 된다는 것이다.

[36]

[37] 본 발명에서는 상기 입측통로와 출측통로의 중심축이 이루는 각을 교차각으로 정의하고, 이와 같이 신선과 동시에 전단변형을 부여하는 기술을 전단 신선(Shear Drawing) 기술이라고 정의한다.

[38]

[39] 본 발명에서는 상기 교차각을 120° ~ 160°로 하는 것이 바람직하다.

[40] 전단 변형을 통한 소재의 기계적 향상을 위해서는 상기 교차각은 160°를 초과하지 않는 것이 바람직하다.

[41] 상기 교차각의 크기가 작을수록 전단 변형량은 증가하고 이에 따라 결정립의 미세화는 향상되나 가공 통로의 소재 채워짐이 감소하여 가공 후 균일한 단면적의 소재를 얻기 어려우므로 120°를 하한으로 하는 것이 바람직하다.

[42] 보다 바람직한 교차각은 125°~ 140°이다.

[43]

[44] 또한, 상기 가공통로는 소재가 이동하는 방향으로 보아 전방에 위치되는 입측통로 및 후방에 위치되는 출측통로로 이루어지고, 그리고 가공통로내에서

소재 채워짐의 열위를 방지하기 위하여 소재가 적어도 출측통로의 출구 부분에서 채워져 추출되도록 출측통로의 출측단면적을 입측통로의 입측단면적보다 감소시키는 단면 감소 구간을 포함하여야 한다. 상기 단면적은 소재의 이동 방향에 수직한 단면을 의미하며, 그 단면의 형태는 원형뿐만 아니라, 타원, 다각형 등 다양한 형태를 가질 수 있다.

[45]

[46] 상기 단면 감소 구간에 의해 감소되는 가공통로의 출측통로의 출구측의 감면율(RA)[((AI-AO)/AI)*100]이 10~60%이 되도록 가공통로를 형성하는 것이 바람직하다. 상기 AO는 가공통로의 출측단면적을, AI는 가공통로의 입측단면적을 각각 나타낸다.

[47] 상기 감면율(RA)이 10% 이상인 경우에 소재의 네킹(necking)을 방지하는데 효과적이며, 감면율이 증가할수록 가공통로의 소재 채워짐이 좋아져 가공 후 소재가 균일한 단면적을 가질 수 있다. 그러나 감면율이 60%를 초과하게 되면 인발 하중의 증가로 인하여 소재가 가공 중 파단이 일어날 수 있는 문제가 있다.

[48]

[49] 또한, 상기 단면 감소 구간은 상기 가공통로의 일측에 형성되는 제 1 단면 감소 구간과 타측에 형성되는 제 2 단면 감소 구간을 포함하는 것이 바람직하다.

[50]

[51] 또한, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간은 소재의 이동방향에 수직한 방향으로 보아, 서로 겹쳐지는 겹침 구간을 포함하는 것이 바람직하고, 이 겹침구간에서는 상기 가공통로의 단면감소가 가공통로의 양측에서 이루어진다.

[52]

[53] 또한, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간 중의 어느 하나의 단면 감소 구간은 1개 이상인 것이 바람직하다.

[54]

[55] 또한, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간 중의 어느 하나의 단면 감소 구간은 1개 이상인 것으로 이루어지고, 그리고 다른 하나의 단면 감소 구간은 일정한 곡률반경(R)을 갖고 만곡되어 있는 것이 바람직하다.

[56]

[57] 또한, 상기 1개 이상인 하나의 단면 감소 구간은 상기 입측통로 및 출측통로 중의 어느 한쪽 또는 양쪽 모두에 형성되어 있고, 그리고 만곡되어 있는 다른 하나의 단면 감소 구간은 상기 입측통로 및 출측통로에 걸쳐 형성되어 있는 것이 바람직하다.

[58]

[59] 상기 1개 이상인 단면 감소 구간은 소재의 이동방향으로 보아 후방부의 통로단면적이 전방부의 통로단면적보다 작도록 경사져 있는 것이 바람직하다.

[60] 상기 단면 감소 구간의 경사각은 5~15°가 되도록 하는 것이 바람직하다.

[61]

[62] 이하, 본 발명의 전단 신선용 다이스를 도면을 통해 상세히 설명한다.

[63] 도 2는 본 발명의 전단 신선용 다이스 일례의 단면을 나타낸 것이다. 이하 도 2를 참조하여 본 발명의 전단 신선용 다이스에 대하여 상세히 설명한다. 그러나 이에 한정하는 것은 아니다.

[64]

[65] 도 2에서와 같이 가공통로(L)의 크기를 직경으로 나타낼 수 있는 경우에는 입측단면을 입측직경(DI)으로, 출측단면을 출측직경(DO)으로 각각 나타낼 수 있다.

[66]

[67] 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 전단 신선용 다이스(10)는 가공통로(L)를 포함하며, 이 가공통로(L)는 소재가 이동하는 방향으로 보아 전방에 위치하는 입측통로(LI)와 후방에 위치하는 출측통로(LO)를 포함한다.

[68] 상기 입측통로(LI)와 출측통로(LO)는 각각의 중심축이 일정한 교차각(CA)을 이루도록 결합되어 있다.

[69] 본 발명의 전단 신선용 다이스의 가공통로(L)는 소재가 적어도 출측통로(LO)의 출구 부분에서 채워져 추출되도록 출측통로(LO)의 출측직경(DO)을 입측통로(LI)의 입측직경(DI)보다 감소시키는 직경감소구간(A) 및 (B)을 포함한다.

[70] 상기 직경감소구간(A) 및 (B)는 가공통로(L)의 일측에 형성되는 제 1 직경 감소 구간(A) 과 타측에 형성되는 제 2 직경 감소 구간(B)를 포함한다.

[71] 상기 제 2 직경 감소 구간(B)은 도 2에는 하나만이 도시되어 있지만, 본 발명은 이에 대하여 한정되는 것은 아니며, 2개 이상이 형성될 수 있다. 또한, 도 2에는 상기 제 2 직경 감소 구간(B)이 출측통로(LO)에만 형성되어 있지만, 본 발명은 이에 한정되는 것은 아니며, 입측통로(LI) 및 출측통로(DI)의 어느 한쪽 또는 양쪽 모두에 형성될 수 있다.

[72] 상기 상기 제 1 직경 감소 구간(A)과 제 2 직경 감소 구간(B)은 소재의 이동방향에 수직한 방향으로 보아, 서로 겹쳐지는 겹침 구간(A+B)을 포함하고 있고, 이 겹침구간(A+B)에서는 상기 가공통로(L)의 직경감소가 가공통로(L)의 양측에서 이루어진다.

[73] 상기 제 2 직경 감소 구간(B)은 소재의 이동방향으로 보아 후방부의 통로직경이 전방부의 통로직경보다 작도록 일정한 각도(AP)로 경사져 있다.

[74] 상기 직경 감소 구간의 경사각(AP)은 5~15°이 되도록 하는 것이 바람직하다.

[75] 상기 제1직경 감소 구간(A)은 상기 입측통로 및 출측통로에 걸쳐 일정한 곡률반경(R)을 갖고 만곡되어 있다.

[76]

[77] 상기 도 2 에서 미설명 부호 RI는 만곡되는 부분이 시작되는 입측통로의 길이이며, RO는 상기 만곡되는 부분의 출측통로 길이를 나타낸 것이다.

[78] 또한 BL은 본 발명의 출측통로에 연결된 베어링(bearing) 길이를 나타낸 것으로서, 상기 베어링은 소재가 전단 신선 변형 후 최종 직경을 결정하는 구간으로 치수정밀도를 향상하기 위한 것이다.

[79]

[80] 본 발명에 적용되는 소재는 구상화 열처리가 필요한 탄소강뿐만 아니라, Al, Mg, Cu 등과 같은 비철금속에도 적용이 가능하며, 본 발명의 전단 신선방법을 적용할 경우에 일반 신선 공정보다 유효변형량이 크게는 2배까지 증가하여 기계적 성질을 개선할 수 있다.

발명의 실시를 위한 형태

[81] 이하 본 발명의 실시예에 대하여 상세히 설명한다. 다만, 하기 실시예로 본 발명을 한정하는 것은 아니다.

[82] (실시예 1)

[83] 본 발명의 전단 신선용 다이스형상과 동일 통로 직경을 갖는 ECAD 다이스 형상을 준비하여 소재 채워짐 정도를 비교하기 위해 유한요소해석 프로그램 및 다이스를 제작하여 실험을 진행하였다.

[84]

[85] 도 3은 본 발명의 전단 신선용 다이스를 제작하기 위한 금형 몰드 및 체결 장치를 나타낸 것이다. 유한요소해석 시뮬레이션 및 실물 장치제작 실험에 사용된 소재는 일반 저탄소강(C 0.1중량%)으로 초기 직경은 10mm이고 길이는 500mm로 하였다.

[86]

[87] 동일 통로 직경을 갖는 기존 ECAD 다이스와 도 3의 본 발명의 전단 신선용 다이스를 이용하여 유한요소해석을 실시하고, 소재 채워짐을 비교한 결과를 도 4에 나타내었다.

[88] 도 4에서 (a)는 기존 ECAD 다이스에 의한 것을, 그리고 (b)는 본 발명의 전단 신선용 다이스에 의한 것을 나타낸다.

[89] 도 4의 (a)에 나타난 바와 같이, ECAD 다이스를 이용하여 인발한 소재는 소재가 통로에 채워지지 않고 인발되는 현상을 보여주고 있다.

[90] 반면에, 도 4의 (b)에 나타난 바와 같이, 본 발명인 전단 신선용 다이스를 이용하여 출구측 통로 직경 감면율 60%, 교차각 125°, 진입경사각 10°를 부여한 경우에는 소재 채워짐을 향상시킬 수 있음을 알 수 있다.

[91]

[92] 또한 도 5는 실제 제작한 다이스를 이용하여 상기 소재를 이용 인발한 결과를 보여주고 있다.

[93] 도 5에 나타난 바와 같이, 본 발명의 전단 신선용 다이스(b)가 기존 ECAD 다이스(a)보다 소재 채워짐이 잘 되는 것을 알 수 있다.

[94]

[95] 상기와 같이 본 발명의 설계인자를 부여함에 따라 소재 채워짐이 향상되고, 또한, 가공 조건과 가공 소재에 맞는 적정 설계인자 값을 부여 할 수 있음을 알 수 있다.

[96]

[97] (실시예 2)

[98] 상기 실시예 1과 같이 소재 채워짐이 가장 우수한 다이스를 설계하기 위해서설계인자값 적정화 실험을 실시하였다.

[99]

[100] 도 2에 나타난 설계도면을 바탕으로 본 실시예에서의 설계인자를 정의하면 다음과 같다. LI: 입측통로 길이, LO: 출측통로 길이, R: 만곡되는 부분의 곡률 반경, RI: R이 도입되는 입측통로 길이, RO: R이 끝나는 출측통로 길이, AP: 진입경사 각도, BL: 베어링(bearing) 길이, CA: 교차각, DI: 입측 직경, DO: 출측 직경을 각각 나타낸다.

[101]

[102] 동시에 최대 유효변형률을 갖는 설계인자 조건을 구하고자 하였다. 상기 실시예 1과 같이 유한요소해석 프로그램을 사용하였으며 시뮬레이션 조건은 다음과 같다. 입측 소재 직경 10.0mm, 출측 소재 직경 8.5mm(감면율 28%), 교차각 135°, 인발속도 100mm/min, 마찰계수 0.13을 사용하였고 시험소재는 중탄소(C 0.45중량%)를 사용하였다.

[103] 우선, 압축시험을 수행하여 유동응력 선도를 해석 후 유효변형률 1.1 이상의 대변형률하에서 유효응력을 구하여 최종 유한요소해석을 실시하였다.

[104]

[105] 하기 표 1와 같이 일정 범위의 설계인자 값을 부여하였다.

[106] 유한요소해석을 통해 각각의 설계인자 값에 따른 가공 후 최종 소재 단면의 장/단축 평균 직경, 즉 소재 채워짐을 구하였다.

[107] 최대 소재 채워짐을 보이는 설계인자 값을 구하기 위해, 각각의 조건에 의해 계산된 최종 소재 지름이 출측통로의 직경인 8.5mm에 가까운 실험에 2, 5 및 19를 선택하였고, 선택된 상기 3개의 조건에 의해 설계한 전단 신선용 다이스 도면을 도 6에 나타내었다.

[108] 표 1

구분	설계 인자						가공 후소재 직경	비고
	RI	AP	R	LO	RO	BL		
실험예1	3.0	9.65	27.09	10.0	6.5	3.0	8.16	
실험예2	4.0	9.65	26.43	10.0	6.5	3.0	8.42	선택
실험예3	5.0	8.00	27.10	10.0	6.5	3.0	8.29	
실험예4	5.0	9.00	26.46	10.0	6.5	3.0	8.39	
실험예5	5.0	9.65	26.06	10.0	6.5	3.0	8.42	선택
실험예6	6.0	9.65	25.91	10.0	6.5	3.0	8.41	
실험예7	7.5	9.65	25.95	10.0	6.5	3.0	8.40	
실험예8	7.5	9.65	27.00	10.0	6.5	3.0	8.40	
실험예9	7.5	9.65	30.00	10.0	6.5	3.0	8.19	
실험예10	7.5	9.65	30.00	10.0	6.5	5.0	8.17	
실험예11	7.5	9.65	30.00	10.0	6.5	7.0	8.16	
실험예12	5.0	9.50	31.00	8.0	8.0	3.0	7.93	
실험예13	5.0	9.50	22.41	9.0	5.0	3.0	8.36	
실험예14	5.0	9.50	24.93	9.0	6.0	3.0	8.30	
실험예15	5.0	9.50	27.61	9.0	7.0	3.0	8.15	
실험예16	5.0	9.50	30.45	9.0	8.0	3.0	8.03	
실험예17	5.0	9.50	33.45	9.0	9.0	3.0	7.97	
실험예18	5.0	9.50	22.00	10.0	5.0	3.0	8.40	
실험예19	5.0	9.50	24.46	10.0	6.0	3.0	8.43	선택
실험예20	5.0	9.50	27.08	10.0	7.0	3.0	8.37	
실험예21	5.0	9.50	29.84	10.0	8.0	3.0	8.17	
실험예22	5.0	9.50	32.76	10.0	9.0	3.0	8.00	
실험예23	5.0	9.50	35.84	10.0	10.0	3.0	7.93	

[109] 도 7은 선택된 3개의 금형을 이용하여 가공 후 소재 단면에서 직경 위치에 따라 유효변형률을 보여주는 그래프로서, 일반 신선공정을 거친 소재의 유효변형률을 함께 나타내고 있다.

[110] 여기서 전단신선을 거친 소재가 동일 감면율을 준 종래재보다 유효변형률이

1.2~2.2배 우수한 것을 알 수 있다.

[111] 특히, 선택된 3개 조건 중에서 실험예 19의 조건이 소재 채워짐과 동시에 유효변형률이 우수함을 알 수 있다.

[112]

[113] 상기 실시예 2에 나타난 바와 같이, 교차각 및 감면율에 따라 적정 설계인자 값을 부여하는 것이 중요하다. 소재 채워짐이 향상됨에 따라 최종 소재의 기계적 성질이 개선되며 특히 유효변형률이 증가하여 결정립 미세화 및 구상화를 촉진시킬 수 있다.

[114]

[115] (실시예 3)

[116] 상기 실시예 2에서 최적화된 금형을 제작하여 여러 소재를 전단 신선 변형하였다. 인발 조건은 상기 실시예 2와 동일하였고 가공 소재는 구상화열처리를 실시하는 중탄소강(C 0.45중량%)을 사용하였다.

[117]

[118] 구상화 열처리란 주로 냉간압조 공정을 거치는 소재에 부여하는 공정으로 소재를 연화시켜서 냉간압조를 용이하게 하는 열처리 공정이다. 즉 경조직을 갖는 층상 형태의 세멘타이트를 구형화하는 공정이다.

[119]

[120] 강종 또는 열처리 설비에 따라 열처리 조건이 달라지지만 일반적으로 구상화 열처리은 소재를 A_1 이상 온도를 거쳐 A_1 직하 온도에서 일정 시간 유지 후 단계적으로 로에서 냉각을 시킨다. 전체 공정은 약 20~40시간이란 장시간이 소요된다.

[121] 열처리시 탄소의 확산으로 층상 구조의 세멘타이트의 일부는 미세하게 분절되고 일부는 모재에 재고용되어 동시에 미세하게 분절된 세멘타이트의 구상화가 일어난다.

[122]

[123] 따라서 층상 구조의 세멘타이트가 가공에 의해 변형이 되면 세멘타이트 끝 부위가 주위에 비하여 에너지적으로 불안정하여 구상화가 촉진된다. 이것은 신선공정을 거친 소재가 구상화가 촉진되는 현상과 유사하다.

[124]

[125] 도 8은 상기 소재를 이용하여 동일 감면율로 본 발명인 전단 신선(a)과 일반 신선(b)을 실시하여 열처리를 700℃에서 1시간을 하여 미세조직을 비교한 사진이다.

[126] 본 발명인 전단 신선을 거친 소재가 구상화가 더 잘 진행된 것을 알 수 있고 이로 인해 구상화 열처리 시간을 대폭 단축시킬 수 있음을 알 수 있다. 실험실의 로와 실제 공정의 로의 크기를 감안하더라도 실제 공정의 구상화 열처리 시간을 반 이상 단축 할 수 있다.

[127]

[128] 따라서 본 발명인 전단 신선 공정은 일반 신선 공정에 사용되는 다이스를 대체하여 동일 감면율을 부여시 구상화 촉진 효과를 얻을 수 있다. 또한 Al, Mg, Cu 등과 같은 비철금속에도 전단신선을 적용하여 상기 실시예 2의 결과를 토대로 일반 신선 공정 보다 유효변형량이 크게는 2배까지 증가하여 기계적 성질을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

청구범위

[청구항 1] 소재가 통과하면서 전단 신선 가공되는 소재 가공통로를 포함하는 전단 신선용 다이스로서,
상기 가공통로는 소재가 이동하는 방향으로 보아 전방에 위치되는 입측통로 및 후방에 위치되는 출측통로로 이루어지고,
상기 입측통로와 출측통로는 이들 통로의 중심축이 각을 갖고 교차되도록 결합되고, 그리고
상기 가공통로는 소재가 적어도 출측통로의 출구 부분에서 채워져 추출되도록 출측통로의 출측단면적을 입측통로의 입측단면적보다 감소시키는 단면 감소 구간을 포함하는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 2] 제 1 항에 있어서, 상기 입측통로와 출측통로의 중심축이 이루는 교차각은 120° ~ 160°인 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 3] 제 2 항에 있어서, 상기 단면 감소 구간에 의해 감소되는 가공통로의 출측통로의 출구측의
감면율(RA)[((AI-AO)/AI)*100]이 10~60%인 것을 특징으로 하는 전단 신선 다이스.

[청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 단면 감소 구간은 상기 가공통로의 일측에 형성되는 제 1 단면 감소 구간과 타측에 형성되는 제 2 단면 감소 구간을 포함하는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 5] 제 4 항에 있어서, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간은, 소재의 이동방향에 수직한 방향으로 보아, 서로 겹쳐지는 겹침 구간을 포함하고, 이 겹침구간에서는 상기 가공통로의 단면감소가 가공통로의 양측에서 이루어지는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 6] 제 4 항 또는 제 5 항에 있어서, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간 중의 어느 하나의 단면 감소 구간은 1개 이상인 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 7] 제 1 항 내지 제 3 항 중의 어느 한 항에 있어서, 단면 감소 구간이 만곡되어 있는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 8] 제 4 항 또는 제 5 항에 있어서, 상기 제 1 단면 감소 구간과 제 2 단면 감소 구간 중의 어느 하나의 단면 감소 구간은 1개 이상이고, 그리고 다른 하나의 단면 감소 구간은 만곡되어 있는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

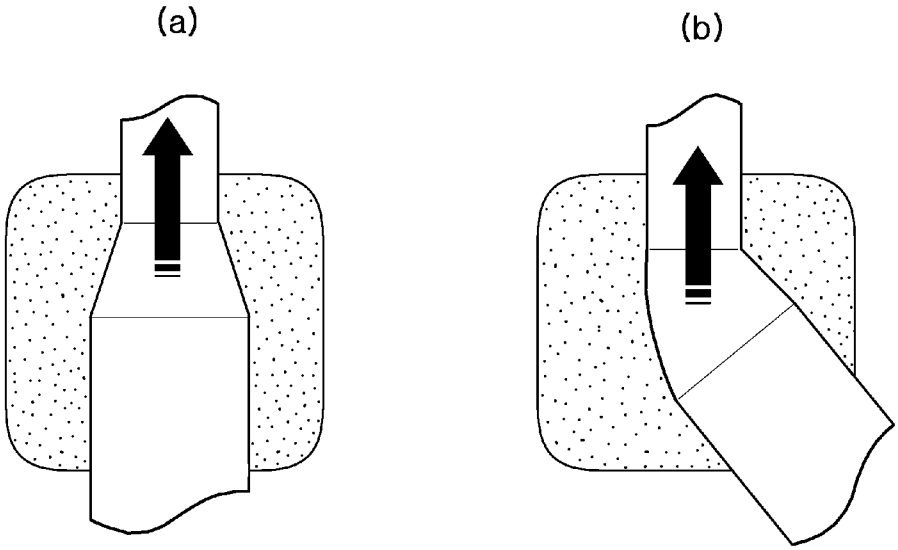
[청구항 9] 제 8 항에서, 상기 1개 이상인 하나의 단면 감소 구간은 상기 입측통로 및 출측통로 중의 어느 한쪽 또는 양쪽 모두에 형성되어

있고, 그리고 만곡되어 있는 다른 하나의 단면 감소 구간은 상기 입측통로 및 출측통로에 걸쳐 형성되어 있는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

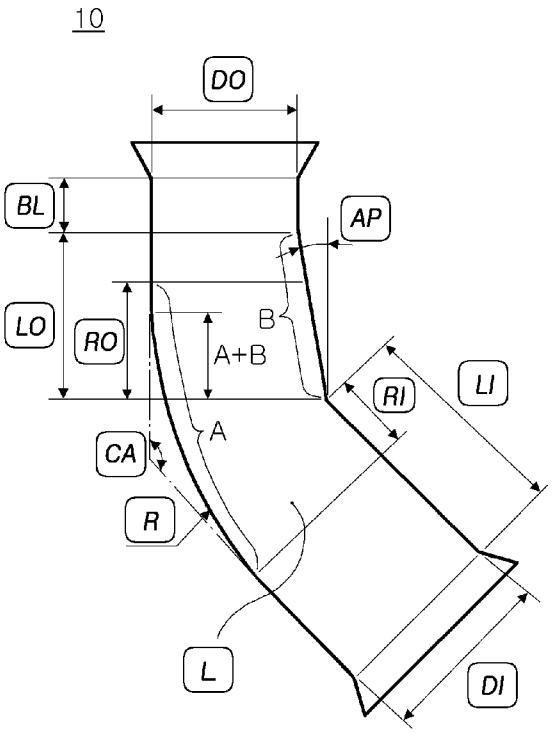
[청구항 10] 제 9 항에 있어서, 상기 1개 이상인 단면 감소 구간은 소재의 이동방향으로 보아 후방부의 통로단면적이 전방부의 통로단면적보다 작도록 경사져 있는 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

[청구항 11] 제 10 항에 있어서, 상기 1개 이상인 단면 감소 구간의 경사각이 5~15°인 것을 특징으로 하는 전단 신선용 다이스.

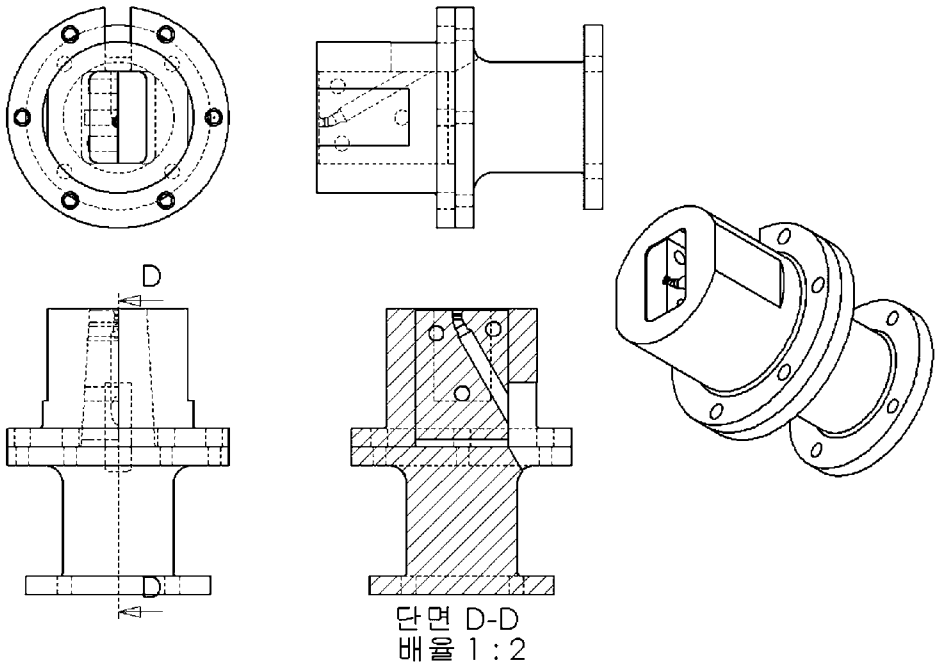
[Fig. 1]



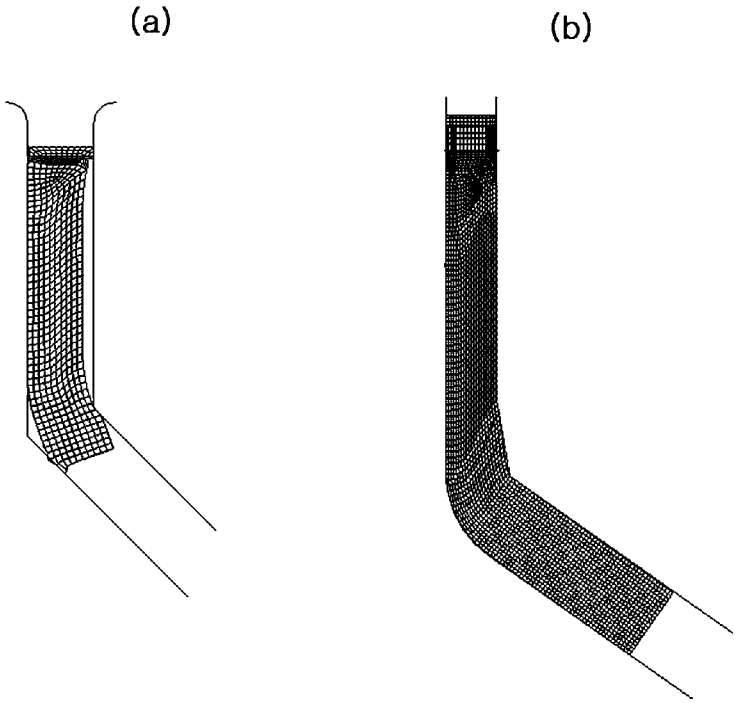
[Fig. 2]



[Fig. 3]

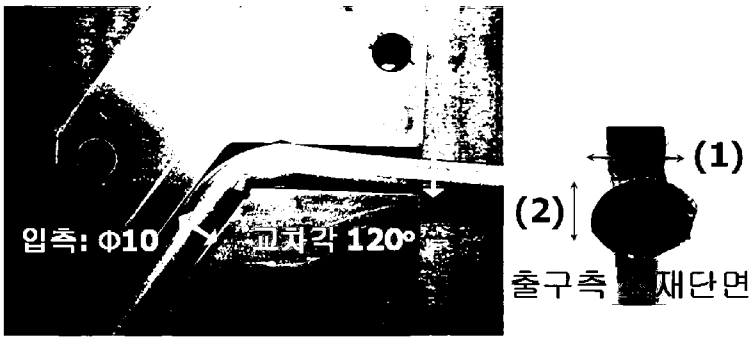


[Fig. 4]



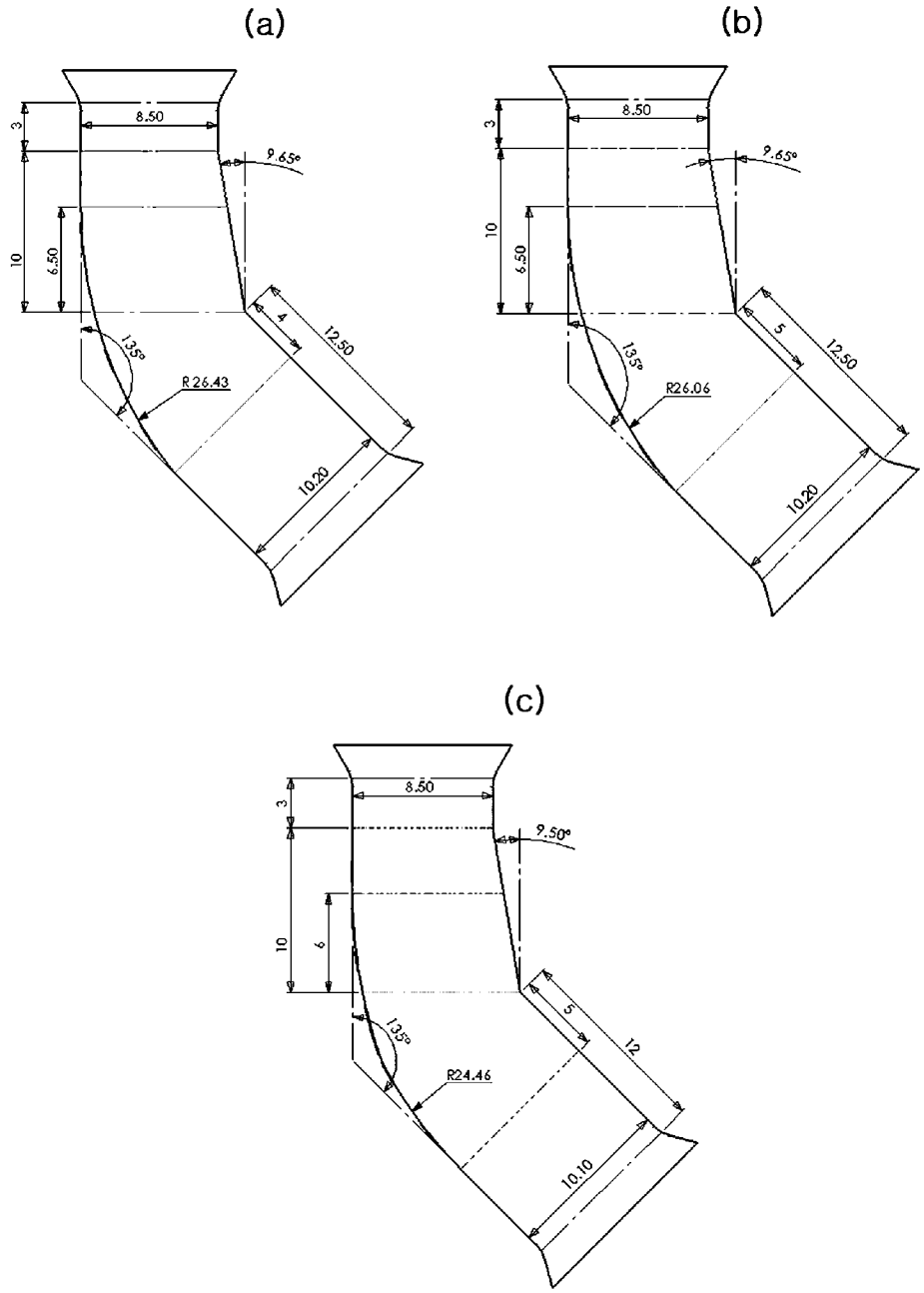
[Fig. 5]

(a)

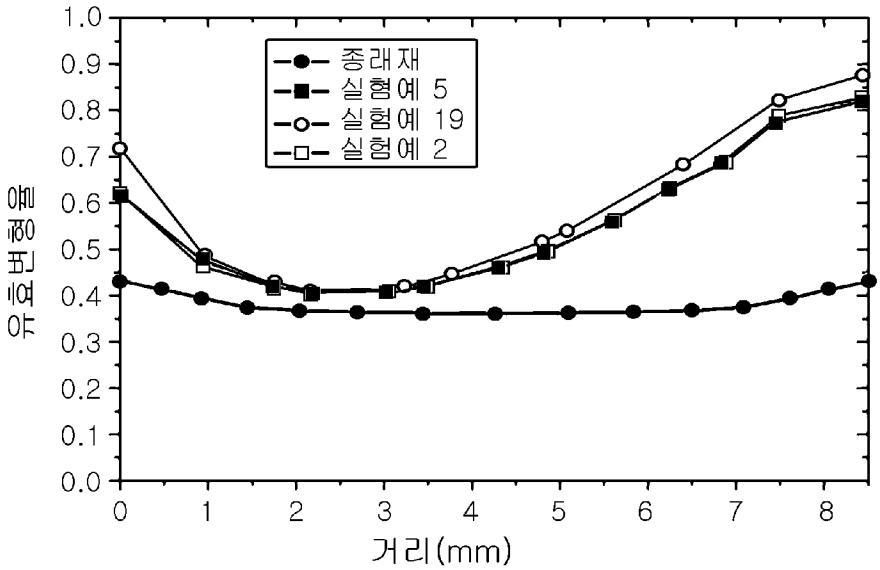


(b)

[Fig. 6]

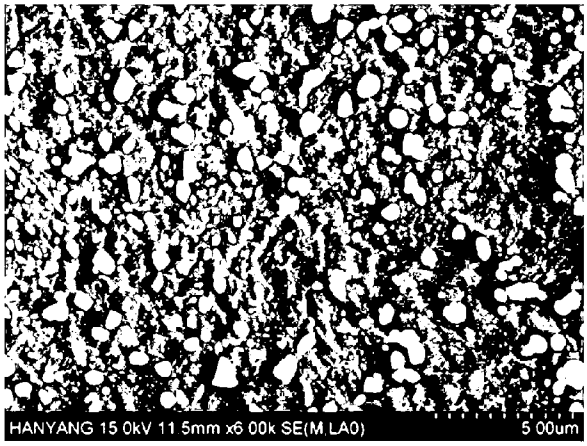

(a)
8.50
3
9.65°
10
6.50
4
12.50
135°
R26.43
10.20
(b)
8.50
3
9.65°
10
6.50
5
12.50
135°
R26.06
10.20
(c)
8.50
3
9.50°
10
6
5
12
135°
R24.46
10.10

[Fig. 7]


종래재
실험예 5
실험예 19
실험예 2
유효변형률
거리(mm)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0
1
2
3
4
5
6
7
8

[Fig. 8]

(a)


HANYANG 15 0kV 11 5mm x6 00k SE(M,LA0)
5 00um

(b)

HANYANG 15 0kV 15 7mm x6 00k SE(M)
5 00um