(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0062645
(43) 공개일자 2015년06월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B21D 37/01 (2006.01) *B21J 13/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0147507
(22) 출원일자 2013년11월29일
심사청구일자 2013년11월29일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
안동규
광주 서구 풍암순환로 112, 303동 102호 (풍암동, 중흥3차아파트)
박나라
광주 북구 송해로4번길 23, (삼각동)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 3 항

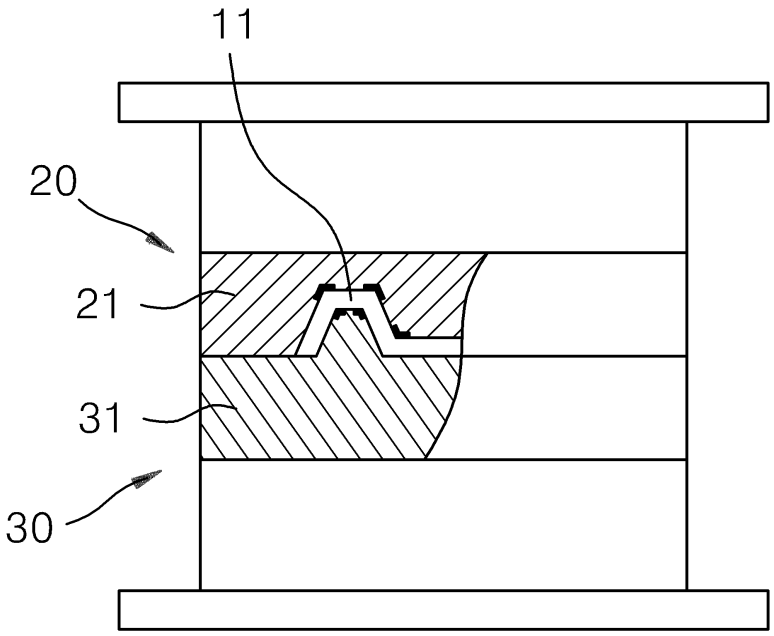
(54) 발명의 명칭 **열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형**

(57) 요 약

본 발명은 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형에 관한 것으로서, 상호 결합되어 캐비티를 형성하는 상부금형 및 하부금형과, 상부금형과 하부금형 중 응력이 집중되거나 마찰응력이 집중되는 부위에 형성된 초경합금층과, 초경합금층과 금형본체 사이에 마련되며, 초경합금층 및 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 크

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



랙이 발생되는 것을 방지할 수 있도록 금형본체의 재질인 제1금속과 초경합금층의 재질인 제2금속이 포함된 합금으로 이루어진 열응력 제어층을 구비한다.

본 발명에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형은 금형본체와 초경합금층 사이에 열응력 제어층이 마련되되, 상기 열응력 제어층은 금형본체의 소재 및 초경합금층의 소재를 믹싱하여 제조하므로 초경합금층의 압축응력증가와, 초경합금층과 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 표면부 열균열을 감소시켜 금형의 수명을 증가시킬 수 있는 장점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NRF-2012R1A1A4A01013986
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 일반연구자지원사업(지역대학우수과학자지원사업)
연구과제명 선택적 이종재료의 3차원 다층 적층을 통한 열간성형 및 다이케스팅 금형 수명향상 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 조선대학교 산학협력단
연구기간 2012.05.01 ~ 2015.04.30

명 세 서

청구범위

청구항 1

상호 결합되어 캐비티를 형성하는 상부금형 및 하부금형과;

상기 상부금형과 하부금형 중 응력이 집중되거나 마찰응력이 집중되는 부위에 형성된 초경합금층과;

상기 초경합금층과 금형본체 사이에 마련되며, 상기 초경합금층 및 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 크랙이 발생되는 것을 방지할 수 있도록 상기 금형본체의 재질인 제1금속과 상기 초경합금층의 재질인 제2금속이 포함된 합금으로 이루어진 열응력 제어층;을 구비하는 것을 특징으로 하는 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1금속은 열간 금형 공구강인 것을 특징으로 하는 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제2금속은 스텔라이트(stellite) 인 것을 특징으로 하는 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 금형본체와, 금형본체의 표면에 코팅된 초경합금층 사이에 열응력 제어층이 마련되되, 상기 열응력 제어층은 금형본체의 소재 및 초경합금층의 소재를 믹싱하여 제조하므로 초경합금층의 압축응력증가와, 초경합금층과 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 표면부 열균열을 감소시켜 금형의 수명을 증가시킬 수 있는 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 상온성형이 어려운 금속, 열간성형고온 성형성이 좋지 않은 초내열합금 소재를 성형하는 단조, 용융된 용융금속(용탕)을 대기압 이상의 압력으로 금형에 압입하고 응고종료까지 가압하여 주조하기 위해서는 금형이 이용된다.

[0003] 이러한 금형은 상대적으로 높은 온도로 가열된 소재를 사용하거나 상온 또는 냉각(냉각단조 경우)된 소재를 성형하게 되므로 특정부위인 단면적인 작은 돌추부 및 경계부 등은 고온 열연화 현상으로 인하여 집중적으로 마모가 발생되며 열응력에 의한 크랙이 발생된다. 이는 금형의 고온 열연화 현상 및 열충격 피로현상 등으로 인하여 수명이 단축되는 문제점이 있다.

[0004] 상술한 점을 감안하여 강도가 상대적으로 높은 재질을 이용하여 금형을 제작하는 경우, 금형의 내구력 및 연성이 좋지 않아 외력에 의해 파손되는 문제점이 있으며, 금형의 제작원가가 상대적으로 높아지게 된다.

[0005] 대한민국 공개특허 제 10-2008-0058903호에는 상부금형과 하부금형중 하나는 몰드 베이스부재와, 상기 몰드 베이스부재에 형성된 열전도 매개층과, 상기 열전도 매개층에 형성되며 상기 캐비티를 이루는 성형층과, 상기 성형층과 열전도 매개층 사이에 형성되어 성형층과 열전도 매개층의 열팽창량 차이에 의해 크랙이 발생되는 것을

방지하는 완충층을 구비한다.

[0006] 상술한 바와 같이 구성된 종래의 금형은 성형 시 열전달효율을 향상시켜 크랙의 발생을 방지하고 있으나 고열에 의해 금형의 모서리부 또는 성형 특성상 하중을 많이 받는 부분이 손상되는 문제점을 근본적으로 해결할 수 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 열응력에 의해 금형본체에 크랙이 발생되는 것을 근본적으로 방지하여 금형의 수명을 연장할 수 있는 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형을 제공하는 데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형은 상호 결합되어 캐비티를 형성하는 상부금형 및 하부금형과, 상기 상부금형과 하부금형 중 응력이 집중되거나 마찰응력이 집중되는 부위에 형성된 초경합금층과, 상기 초경합금층과 금형본체 사이에 마련되며, 상기 초경합금층 및 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 크랙이 발생되는 것을 방지할 수 있도록 상기 금형본체의 재질인 제1금속과 상기 초경합금층의 재질인 제2금속이 포함된 합금으로 이루어진 열응력 제어층을 구비한다.

[0009] 상기 제1금속은 열간 금형 공구강으로 구성된다.

[0010] 상기 제2금속은 스텔라이트(stellite) 인 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0011] 본 발명에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형은 금형본체와 초경합금층 사이에 열응력 제어층이 마련되되, 상기 열응력 제어층은 금형본체의 소재 및 초경합금층의 소재를 믹싱하여 제조하므로 초경합금층의 압축응력증가와, 초경합금층과 금형본체의 열팽창 계수의 차이에 의한 표면부 열균열을 감소시켜 금형의 수명을 증가시킬 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 본 발명에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형의 측면도이고,

도 2는 본 발명에 따른 상부금형 또는 하부금형에 초경합금층 및 열응력 제어층이 형성된 것을 나타내 보인 단면도이고,

도 3은 금형의 두께방향을 기준으로 초경합금층의 표면에 대한 이격거리에 따른 비교예 및 실시예 제1 내지 제6의 유효 응력분포에 대한 그래프이고,

도 4는 금형의 두께방향을 기준으로 초경합금층의 표면에 대한 이격거리에 따른 비교예 및 실시예 제1 내지 제6의 주변형 분포에 대한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형을 더욱 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[0014] 도 1 내지 도 2에는 본 발명에 따른 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형이 도시되어 있다.

[0015] 도면을 참조하면, 열응력 제어층을 가지는 고내마모성 열간성형 금형은 상호 결합되어 적어도 하나의 성형공간(11)을 형성하는 상부금형(20), 하부금형(30)과, 상기 상부금형(20) 및 하부금형(30)의 상하부에 각각 설치되는 상하부지지판(21,22)과, 이들의 형합 및 형분리 시 가이드하는 가이드핀(미도시)들을 구비한다.

[0016] 이때, 상부금형(20) 및 하부금형(30)은 공구강을 사용하며, 더욱 바람직하게는 STD 61인 열간 금형 공구강을 사용하여 제작된다.

[0017] 상기와 같이 구성된 상부금형(20) 및 하부금형(30) 중 적어도 일측의 성형부위에는 성형응력 및 열응력이 집중

되거나 마찰응력이 집중되는 부위에 초경합금층(41)이 형성되고, 초경합금층(41)과 금형본체(21,31) 사이에는 열응력 제어층(42)이 마련되어 있다. 열응력이 집중되는 특정부위는 금형본체(21,31)의 상면으로부터 단면적이 작으면서 돌출된 부위, 성형면의 경계부 등 열응력과 마찰응력이 집중되는 부위이다. 이러한 부위는 제조되는 금형의 마모 마찰특성을 분석하여 상대적으로 마모가 집중적으로 이루어지는 부위를 선정할 수 있다.

[0018] 초경합금층(41)은 금형본체(21,31)보다 상대적으로 강도가 높은 재질인 스텔라이트(stellite)로 이루어진다. 상기 스텔라이트는 C 2~4 중량%, Cr 15~33%, W 10~17중량%, Co 40~50%, Fe 5 중량%의 합금으로 이루어진다. 한편, 초경합금층(41)은 이에 한정되지 않고, 금형본체(21,31)의 열팽창계수보다 낮은 열팽창 계수를 가지는 재질을 사용할 수 있다.

[0019] 상기 열응력 제어층(42)은 초경합금층(41)과 금형본체(21,31)의 사이에 설치되어 이들의 열팽창 계수의 차이에 의해 서멀 크래킹(thermal cracking)이 발생되는 것을 방지하기 위한 것으로, 상기 금형본체(21,31)와 동일한 재질인 제1금속과 상기 초경합금층(41)과 동일한 재질인 제2금속이 포함된 합금으로 이루어진다. 즉, 열응력 제어층(42)은 제1금속인 열간 금형공구강과 스텔라이트의 합금으로 이루어지는 것이 바람직하다.

[0020] 상술한 바와 같이 구성된 열응력 제어층(42)은 금형본체(21,31)의 일측에 YAG레이저 또는 CO_2 레이저에 의한 레이저빔을 금형본체(21,31)의 표면에 조사하여 순간적으로 생성되는 용융 풀안으로 열응력 제어층(42) 이루는 금속분말을 공급 및 제어함으로써 이차원단면을 하고 이를 적층하여 3차원의 형상을 얻는 직접식 금속 쾌속 툴링공정(Direct Metal Rapid Tooling Process)을 이용하여 성형한다.

[0021] 직접식 금속 쾌속 툴링공정은 분말상태의 금속재료에 레이저/이온빔 등 고밀도 에너지원을 조사하여 용융/냉각시켜 한 층의 형상을 생성하고, 이 과정을 반복하여 3차원의 금속제품을 제작하는 방법이다.

[0022] 상기 직접식 금속 쾌속 툴링 공정 중 DMT 공정(Laser-assisted Direct Metal Tooling Process, DMT ; 인스텍사), DMD 공정(Direct Metal Deposition Process, DMD, POM 사) 등의 동축 노즐 분사형 직접식 금속 쾌속 툴일 공정은 금속 표면에 레이저 빔을 조사하여 금속 표면에 용융풀을 생성시키고, 상기 용융풀에 금속분말을 분사시켜 분말을 함께 용융시키는 레이저 클레딩 방식으로 한 층의 비드를 생성하고, 상기 비드를 계속적으로 적층해 나가는 방식이다.

[0023] 한편, 상부금형(20) 또는 하부금형(30)은 표면에 열응력 제어층(42)의 형성이 완료되면 이의 상면에 초경합금층(41)을 형성한다. 초경합금층(41)은 스텔라이트로 형성된다.

[0024] 이하에서는, 열응력 제어층(42)이 금형에 미치는 영향을 확인하기 위해 공구강으로 이루어진 금형의 응력집중부위에 임의의 초경합금층(41) 및 열응력 제어층(42)을 형성하여 실험하였다. 실험은 금형본체(21,31)에 다양한 합금 비율과 두께를 갖는 초경합금층(41) 및 열응력 제어층(42)이 형성된 모델들(실시예1~6)과 초경합금층(41)만 형성된 모델(비교예)을 비교하여 열응력 제어층(42)이 금형본체(21,31)에 미치는 영향을 설명한다. 실시예들의 구성은 다음과 같다. 이때, 초경합금층(41)은 스텔라이트 재질로 형성되고, 금형본체(21,31)는 열간 금형공구강(STD 61)로 형성된다.

[0025] 비교예는 금형본체(21,31)의 표면에 스텔라이트로 이루어진 초경합금층(41)이 2㎜의 두께를 갖도록 형성되어 있다. 실시예1은 초경합금층(41)의 두께는 1㎜이고, 열응력 제어층(42)은 1㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 25중량%와 스텔라이트 75중량%로 이루어진다. 실시예2는 초경합금층(41)의 두께는 0.5㎜이고, 열응력 제어층(42)은 1.5㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 50중량%와 스텔라이트 50중량%로 이루어진다. 실시예3은 초경합금층(41)의 두께는 1㎜이고, 열응력 제어층(42)은 1㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 50중량%와 스텔라이트 50중량%로 이루어진다. 실시예4는 초경합금층(41)의 두께는 1.5㎜이고, 열응력 제어층(42)은 0.5㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 50중량%와 스텔라이트 50중량%로 이루어진다. 실시예5는 초경합금층(41)의 두께는 1㎜이고, 열응력 제어층(42)은 1㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 75중량%와 스텔라이트 25중량%로 이루어진다. 실시예6은 초경합금층(41)의 두께는 0.5㎜이고, 열응력 제어층(42)은 상하방향으로 적층된 제1 내지 제3합금층을 구비한다. 금형본체(21,31)의 표면에 형성된 상기 제1합금층은 0.5㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 75중량%와 스텔라이트 25중량%로 이루어지고, 제1합금층의 상측에 형성된 제2합금층은 0.5㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 50중량%와 스텔라이트 50중량%로 이루어지고, 제2합금층과 초경합금층(41) 사이에 형성된 제3합금층은 0.5㎜의 두께를 갖고, 열간금형공구강 25중량%와 스텔라이트 50중량%로 이루어진다.

[0026] 도 3에는 금형의 두께방향을 기준으로 초경합금층(41)의 표면에 대한 이격거리에 따른 유효 응력분포에 대한 그래프이고, 도 4에는 금형의 두께방향을 기준으로 초경합금층(41)의 표면에 대한 이격거리에 따른 주변형 분포에

대한 그래프이다.

[0027] 도 3을 참조하면, 실시예1 내지 6의 경우, 실시예1을 제외한 실시예들은 초경합금층(41)과 열응력 제어층(42) 사이 및 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서 유효 응력값이 비교적 급격히 감소하였으나, 그 감소폭이 크기 않으며, 열응력 제어층(42) 내에서는 비교적 완만하게 유효 응력값이 감소하였다. 특히, 실시예 6의 경우 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 사이에 유효 응력 감소 폭이 실시예 1 내지 5보다 작은 것을 알 수 있고, 열응력 제어층(42)에 의해 금형의 두께 방향에 대한 이격거리에 따른 유효 응력값이 비교적 작은 폭으로 단계적으로 감소되는 것을 볼 수 있다.

[0028] 그리고, 실시예1을 제외한 실시예들의 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서의 유효 응력값의 감소폭이 비교예의 초경합금층(41)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서의 유효 응력값의 감소폭보다 작음을 알 수 있다.

[0029] 또한, 도 4를 참조하면, 초경합금층(41)과 열응력 제어층(42) 사이 및 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서 변형값이 비교적 급격히 감소하였으나, 그 감소폭이 크기 않으며, 열응력 제어층(42) 내에서는 비교적 완만하게 주변형값이 감소하였다. 특히, 실시예 6의 경우 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 사이에 주변형 값의 감소 폭이 실시예 1 내지 5보다 작은 것을 알 수 있다. 상기 언급된 바와 같이 열응력 제어층(42)에 의해 금형의 두께 방향을 따른 주 변형값이 비교적 작은 폭으로 단계적으로 감소되는 것을 볼 수 있다.

[0030] 그리고, 실시예들의 열응력 제어층(42)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서의 주 변형값의 감소폭이 비교예의 초경합금층(41)과 금형본체(21,31) 표면 사이에서의 유효 응력값의 감소폭보다 작음을 알 수 있다.

[0031] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0032] 따라서 본 발명의 진정한 보호 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0033] 20; 상부금형

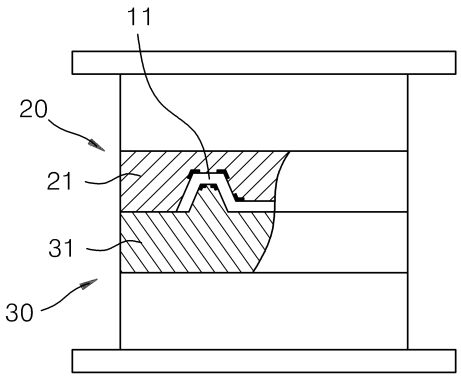
30; 하부금형

41; 초경합금층

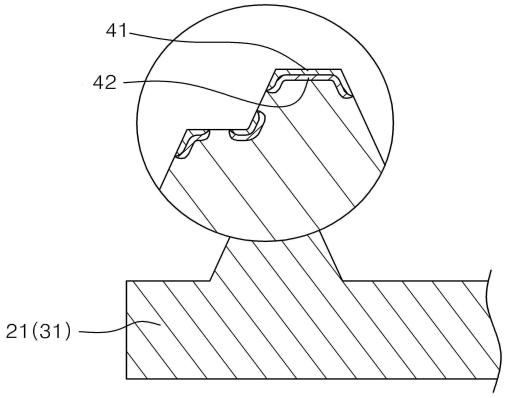
42; 열응력 제어층

도면

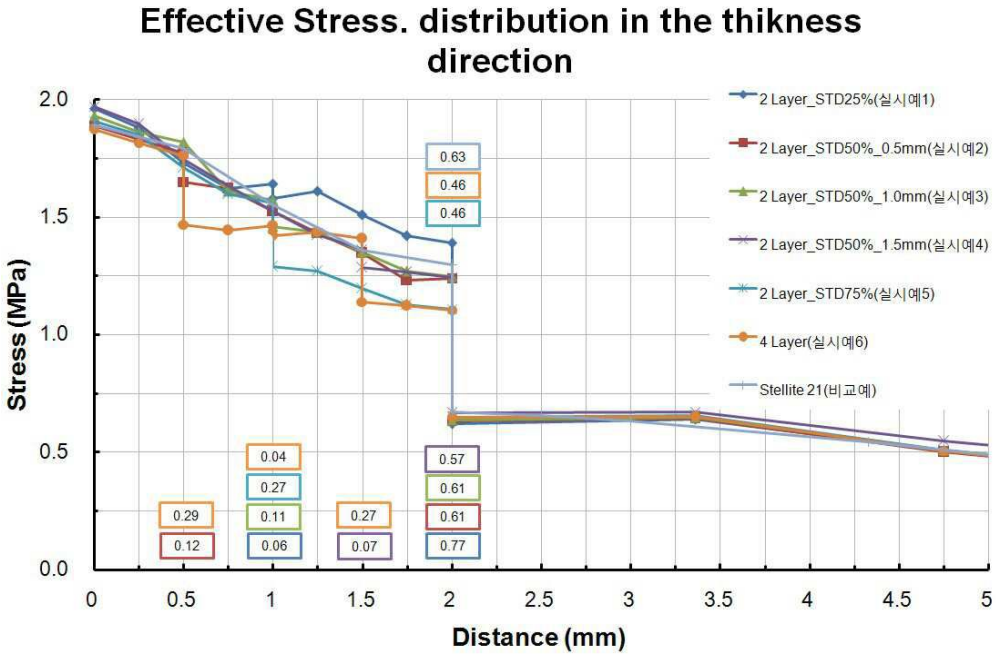
도면1



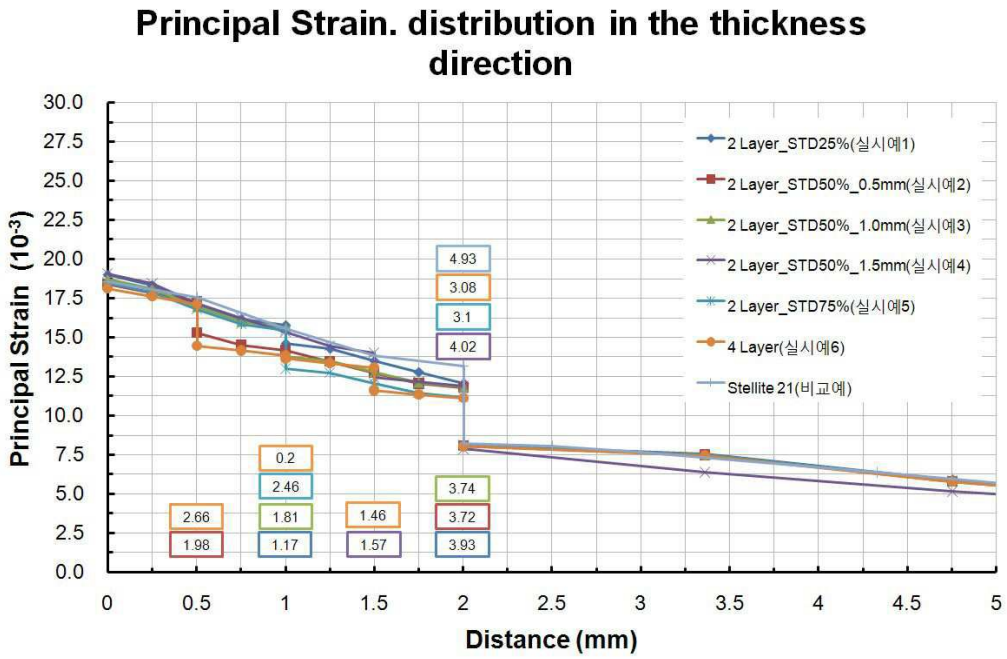
도면2


41
42
21(31)

도면3


Effective Stress. distribution in the thikness direction
Stress (MPa)
Distance (mm)
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
2 Layer_STD25%(실시예1)
2 Layer_STD50%_0.5mm(실시예2)
2 Layer_STD50%_1.0mm(실시예3)
2 Layer_STD50%_1.5mm(실시예4)
2 Layer_STD75%(실시예5)
4 Layer(실시예6)
Stellite 21(비교예)
0.63
0.46
0.46
0.04
0.27
0.11
0.06
0.57
0.61
0.61
0.77
0.29
0.12
0.27
0.07

도면4


Principal Strain. distribution in the thickness direction
Principal Strain (10-3)
Distance (mm)
2 Layer_STD25%(실시예1)
2 Layer_STD50%_0.5mm(실시예2)
2 Layer_STD50%_1.0mm(실시예3)
2 Layer_STD50%_1.5mm(실시예4)
2 Layer_STD75%(실시예5)
4 Layer(실시예6)
Stellite 21(비교예)
4.93
3.08
3.1
4.02
0.2
2.46
1.81
1.17
2.66
1.98
1.46
1.57
3.74
3.72
3.93