

특허청구의 범위

청구항 1

코너부에 넥킹이 발생하는 것을 방지할 수 있도록 스테인리스 강관의 플랜지부를 온도구배가 형성되도록 저온영역 및 고온영역으로 구분하여 가열하되, 상기 저온영역을 코너부로 가공하며,

상기 스테인리스 강관은 스테인리스 304강이고,

상기 고온영역의 온도는 150~200℃, 상기 저온영역의 온도는 100~125℃의 범위에서 조절하되, 편치의 스트로크 속도는 1m/s이내이며, 상기 고온영역의 온도와 상기 저온영역의 온도차이는 50~80℃인 것을 특징으로 하는 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역은 상기 스테인리스 강관의 플랜지부를 사이에 두고 설치되는 다이 또는 블랭크 홀더로부터 공급되는 열량을 달리함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 다이 또는 블랭크 홀더에 복수 개의 히터를 삽입하되, 그 간격을 달리함으로써 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성하는 것을 특징으로 하는 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 다이 또는 블랭크 홀더에 복수 개의 히터를 삽입하되, 상기 히터 사이에 단열재를 설치하여 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성하는 것을 특징으로 하는 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서

상기 블랭크 홀더에 복수 개의 히터를 삽입하되, 상기 블랭크 홀더를 단차지게 형성하여 상기 스테인리스 강관의 접촉여부에 따라 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성하는 것을 특징으로 하는 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

명세서

기술분야

본 발명은 파단방지를 위한 스테인리스 강관의 딥드로잉 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 성형량이 많은 코너부에 발생하는 넥킹(necking)을 방지하여 성형성이 향상된 스테인리스 강관의 딥드로잉 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 다량생산과 경제적 수단으로 현재 각광을 받고 있는 소성가공법은 그 필요성과 중요성이 인식됨에 따라 이 분야의 연구가 활발히 진행되고 있으며, 그 중에서도 박판금속의 성형에 대해서는 많은 연구가 진행되고 있다.
- [0003] 박판프레스 성형에 있어서의 딥 드로잉(deep drawing) 가공은 통산 상온에서 실시하나, 변형중의 가공경화 특성으로 인한 중간 풀림 열처리 등 허용 응력 범위 내에서의 안정된 소성변형을 하여야 함으로 인해 여러 공정을 필요로 한다.
- [0004] 최근 기술의 발달과 함께 수요가 다양해 짐에 따라 제품의 형상도 복잡하게 되고, 다품종 소량생산에 대응하기 위해 성형성을 향상, 공정의 단축과 품질의 향상 및 후가공의 용이화 등을 실현하는 고부가가치 가공기술이 요구되고 있다.
- [0005] 이러한 문제점을 해결하기 위해 종래의 딥드로잉 기술은 대부분 가열하여 금속소재의 성형성을 높이는 방법을 활용하고 있다.
- [0006] 특히 스테인리스강 중 오스테나이트계 강은 프레스 가공에 따라 상변태를 동반하는 강으로 프레스 가공에 따라 상변태를 동반하는 강으로 온간 성형에 적용이 용이한 강종이다. 일반적으로 냉간가공에 따라 유기되는 마르텐사이트는 가공경화도를 높이기 때문에 딥드로잉 가공성에는 나쁜 영향을 주는 것으로 알려져 있다.
- [0007] 이 경우 다이 및 블랭크 홀더 등을 소재의 온도를 올리게 되면 프레스 하중을 낮추게 되어 딥드로잉 가공성이 개선된다. 즉, 드로잉 가공 중의 금속판의 변형은 플랜지부에서 집중되고 이 부분은 차후에 성형에 의해 컵의 측벽이 되는 데 이 부분은 거의 변형이 일어나지 않는다. 결국 성형성을 높이기 위해서는 측벽부의 파단응력이 플랜지부의 드로잉 저항보다 커야 한다.
- [0008] 온간성형 금형을 설계하여 자동차 연료탱크 등과 같은 복잡형상을 부품을 프레스 가공 시 가공성의 개선효과를 기대할 수 있지만, 보다 더 성형량이 많은 코너 부위에서는 여전히 파단이 발생할 수 있는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0009] 본 발명은 이러한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 스테인리스 강의 딥 드로잉 성형 시에 발생할 수 있는 펀치 코너부의 넥킹에 의한 파단발생을 방지하는 금속판재의 딥드로잉 성형방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 위 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 스테인리스 강판의 딥드로잉 성형방법은 코너부에 넥킹이 발생하는 것을 방지할 수 있도록 스테인리스 강판의 플랜지부를 온도구배가 형성되도록 저온영역 및 고온영역으로 구분하여 가열하되, 상기 저온영역을 코너부로 가공하는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역은 상기 스테인리스 강판의 플랜지부를 사이에 두고 설치되는 다이 또는 블랭크 홀더로부터 공급되는 열량을 달리함으로써 형성될 수 있다.
- [0012] 상기 다이 또는 블랭크 홀더에 복수 개의 히터를 삽입하되, 그 간격을 달리함으로써 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성할 수 있다.
- [0013] 상기 다이 또는 블랭크 홀더에 복수 개의 히터를 삽입하되, 상기 히터 사이에 단열재를 설치하여 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성할 수 있다.
- [0014] 상기 블랭크 홀더에 복수개의 히터를 삽입하되, 상기 블랭크 홀더를 단차지게 형성하여 상기 스테인리스 강판의 접촉여부에 따라 상기 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성할 수 있다.
- [0015] 상기 스테인리스 강판은 스테인리스 304강일 수 있다.
- [0016] 상기 고온영역의 온도는 150~200℃, 상기 저온영역의 온도는 100~125℃의 범위에서 조절하되, 펀치의 스트로크 속도는 1m/s 이며, 상기 고온영역의 온도와 상기 저온영역의 온도차이는 50~80℃일 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명에 의한 스테인리스강의 딥드로잉 성형방법에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0018] 첫째, 스테인리스강의 코너부의 넥킹을 방지함으로써 파단발생을 줄일 수 있으며 이에 따라 한계 드로잉비 증가로 인하여 성형 한계가 개선될 수 있다.
- [0019] 둘째, 자동차 연료탱크등과 같이 복잡한 형상의 제품 성형이 가능하며 성형성의 향상으로 공정수 단축을 할 수 있다.
- [0020] 셋째, 딥드로잉 성형시 소재에는 비교적 균일한 두께와 강도를 갖는 제품을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시시에 따른 스테인리스 강관의 딥드로잉 금형의 개략도이다.
- 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 홀더의 사시도이다.
- 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 홀더의 단면도이다.
- 도4는 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 홀더의 표면온도를 나타낸 그래프이다.
- 도5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 블랭크 홀더의 단면도이다.
- 도6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 블랭크 홀더의 단면도이다.
- 도7은 본 발명의 일 실시예에 따른 스테인리스 304강의 온도에 따른 응력-변형률(stress-strain) 그래프이다.
- 도8은 본 발명의 일 실시예에 따른 원형컵 딥드로잉 성형시 블랭크 홀더의 온도구배를 나타낸 도면이다.
- 도9는 본 발명의 일 실시예에 따른 원형컵 딥드로잉 성형시 블랭크 홀더의 온도구배를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 여기서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0023] 다르게 정의하지는 않았지만, 여기에 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 보통 사용되는 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0024] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 의한 금속 관재의 딥드로잉 성형방법에 대하여 설명하기로 한다.
- [0025] 도1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스테인리스 강관의 딥드로잉 성형방법에 사용되는 금형의 개략도이다. 딥드로잉 성형을 하기 위해 스테인리스 강관(P)를 다이(10)와 블랭크 홀더(30) 사이에 위치시킨다. 펀치(20)에 의한 가압에 의해 스테인리스 강관(P)을 다이(10) 내부에 형성된 공간으로 유입시켜 성형하게 된다. 이때 다이(10)와 블랭크 홀더(30) 사이의 스테인리스 강관(P)의 플랜지부는 원주방향으로 압축응력을 받고 반경 방향으로는 인장응력을 받으면서 드로잉된다.
- [0026] 이러한 딥드로잉 성형에서는 펀치(20)에 접하는 부분에서의 인장 성형 효과 보다는 플랜지 부위에서의 유입효과로 인해 측벽의 대부분이 성형된다. 따라서 스테인리스강 관재의 코너부(40)에 변형이 집중되어 넥킹이 발생될 수 있으며, 이로 인해 최종 제품에 파단이 발생될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 실시예에서는 스테인리스 강관(P)의 코너부(40)에 넥킹에 의한 파단이 발생하는 것을 방지하기 위해 스테인리스 강관의 플랜지부를 저온영역 및 고온영역으로 구분하여 가열하되, 상기 저온영역을 코너부(40)로 하여 가공한다.
- [0028] 스테인리스 강관(P)의 플랜지부의 가열시에 저온영역은 강도가 고온영역에 비하여 강도가 높아지게 되고 이를 통해 넥킹이 고온영역으로 분산되어 파단발생을 방지할 수 있다.

- [0029] 이 때, 코너부에 해당하는 저온영역과 고온영역은 스테인리스강 관재를 사이에 두고 설치되는 다이 또는 블랭크 홀더로부터 공급되는 열량을 달리함으로써 형성될 수 있다.
- [0030] 또한, 스테인리스 강관의 플랜지부에 공급되는 열량을 달리하기 위해서 다이 또는 블랭크 홀더에 복수개의 가열 히터를 삽입하고 그 간격을 달리함으로써 스테인리스 강관의 플랜지부의 고온영역 및 저온영역을 형성시킬 수 있다.
- [0031] 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 홀더의 개략도이다. 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 블랭크 홀더의 단면도이다. 도2 및 도3에 도시된 바와 같이, 블랭크 홀더(30)의 내부에는 5개의 히터(31)가 구비될 수 있으며, 스테인리스 강관(P)의 코너부(40)에 해당하는 플랜지부의 저온영역과 맞닿는 블랭크 홀더면의 하부에 삽입되는 히터(31)의 간격보다 플랜지부의 고온영역과 맞닿는 블랭크 홀더면의 하부에 삽입되는 히터(31)의 삽입간격을 좁게 형성함으로써 블랭크 홀더(30)로부터 스테인리스 강관(P)에 전달하는 열량을 조절할 수 있다.
- [0032] 상기 히터(31)는 각각 별도의 온도조절장치에 연결되어 스테인리스 강관과 맞닿는 블랭크 홀더(30)의 면의 온도가 조절될 수 있다.
- [0033] 또한, 블랭크 홀더(30)의 두께 및 히터(31)의 위치는 블랭크 홀더 소재의 열전달 계수에 따라 결정될 수 있다.
- [0034] 도4는 본 발명에 실시예에 따른 블랭크 홀더의 히터의 가열시 블랭크 홀더의 위치별로 표면 온도는 나타낸 것이다. 블랭크 홀더의 금형상의 위치에 따라 스테인리스 강관의 코너부에 접하는 부분을 기준으로 하여 각 부분의 온도가 점진적으로 상승하게 되어 온도구배를 형성하는 것을 확인할 수 있다.
- [0035] 세가지 설정 온도에 따라 금형 표면의 온도가 상승함을 확인하였으며 5개의 열선 중 1~2개가 미 작동시를 감안하여도 온도가 설정온도와 큰 차이를 보이지 않음을 확인하였다.
- [0036] 도5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 블랭크 홀더의 개략도이다. 도5에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에서 블랭크 홀더(30)는 내부에 5개의 히터(31)가 구비될 수 있으며 히터 사이에 단열재(32)가 구비될 수 있다. 단열재(32)는 1개 이상이 구비될 수 있으며 단열재(32)의 위치 및 히터(31)의 가열온도를 조절하여 스테인리스 강관의 플랜지부의 저온영역 및 고온영역을 온도구배를 조절할 수 있다.
- [0037] 도5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 블랭크 홀더의 개략도이다. 도5에 도시된 바와 같은 본 발명의 또 다른 실시예에서 블랭크 홀더(30)는 내부에 일정한 간격으로 5개의 히터(31)가 구비될 수 있으며, 스테인리스 강관의 플랜지부의 저온영역과 이에 맞닿은 면이 서로 이격되고, 스테인리스 강관의 플랜지부의 고온영역과 맞닿은 면이 접촉되도록 블랭크 홀더(30)에 단차가 형성될 수 있다. 이에 따라 블랭크 홀더에 전달되는 열량의 차이로 인하여 성형되는 금속관재의 플랜지부에 온도구배가 형성될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에서 스테인리스 강은 준안정 오스테나이트계 스테인리스 강으로서 304강으로 중량%로 Cr:17.0~19.0%, Cr:7.8~9.0%, Ni:7.8~9.0%, N:0.02~0.06%, C:0.02~0.06%를 포함하는 것일 수 있다. 이러한 스테인리스 강은 상온에서 준안정한 상태의 특성으로 소성가공 부여시 상 안정성의 변화로 가공유기 마르텐사이트를 생성하는 특성을 갖는다. 따라서 드로잉 성형시 성형량에 따라 가공유기 마르텐사이트의 생성이 급격히 활성화되어 소재가 강화된다. 따라서 금형 비드 주위에 걸리는 소재의 변형 저항성은 급격하게 상승된다. 금형 비드에 걸리는 소재의 변형 저항성을 줄이기 위해서는 소재의 가공경화 민감도를 떨어뜨리는 것이 필요하며, 준안정한 오스테나이트계 스테인리스 강에서 소재의 가공경화 민감도를 떨어뜨리는 것이 필요하다. 준안정한 오스테나이트계 스테인리스 강에서 상 안정성은 온도가 올라갈수록 증가하며 이에 따라 소재 변형시 가공유기 마르텐사이트 상의 생성은 저해된다.
- [0039] 도7은 스테인리스 304강의 온도에 따른 응력-변형률(stress-strain) 그래프이다. 도7에 도시된 바와 같이 스테인리스 304강의 인장 특성은 온도의 영향을 받는다. 특히 상온과 100℃에서의 응력-변형률(stress-strain) 곡선을 보면 온도가 증가함에 따라 강도는 저하되고 변형률은 다소 증가함을 알 수 있다. 그러나 200℃ 이상의 고온에서는 강도 감소 정도는 미미한 반면에 변형률은 크게 감소함을 알 수 있다. 이로서 스테인리스 304강의 소성 변형 물성이 온도의 영향을 받으며, 가공에 유리한 온도 조건이 존재한다는 것을 알 수 있다.
- [0040] 본 발명의 실시예에서, 상기 스테인리스 304 강을 이용하여 딥드로잉 성형하는 경우 스테인리스 강관의 플랜지부의 고온영역의 온도는 150~200℃, 스테인리스 강관의 플랜지부의 저온영역의 온도는 100~125℃의 범위에서 조절되 펀치의 스트로크 속도는 1m/s이내이며, 상기 고온영역의 온도와 상기 저온영역의 온도차이는 50~80℃일 수 있다.
- [0041] 상기 스테인리스 강관의 플랜지부의 고온영역의 온도가 150℃ 보다 낮은 경우에는 변형저항 감소에 의한 드로잉

성 향상이 미미하게 되고, 200℃ 보다 높은 경우 온도 증가에 따른 강도(stress) 저하가 미미한 반면에 변형률(strain)이 감소하게 되어 가공성 향상 효과가 크지 않게 된다.

[0042] 또한, 상기 스테인리스 강관의 플랜지부의 저온영역의 온도는 고온영역과의 온도구배가 생기도록 설정된 것이며, 그 온도가 100℃ 보다 작은 경우에는 변형저항 감소에 의한 드로잉성 향상이 미미하게 되고, 125℃ 보다 큰 경우에는 넥킹이 주변부로 분산되는 효과가 작을 수 있게 된다.

[0043] 따라서, 상기 고온영역의 온도에 대한 상기 저온영역의 온도차이가 50~80℃의 경우에 상기 스테인리스 강관의 딥드로잉성 개선과 함께 변형을 분산시켜 소재의 두께 감소를 최소화 시킬 수 있다.

[0044] 한편, 상기 편치의 스트로크의 속도는 파단을 방지할 수 있도록 1m/s이내인 것이 바람직하다.

[0045] 도8 및 도9는 본 발명의 일 실시예에 따른 원형컵 딥드로잉 성형시 블랭크 홀더 부의 온도 구배를 나타낸 도면이다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에서 성형에 유리한 온도영역 내에서 금형과 소재간의 온도분포의 최적 조건을 도출하기 위해 원형컵을 이용하여 유한요소 해석을 실시하였다. 도8 및 도9에 도시된 바와 같이, 블랭크 홀더의 온도 구배에 따른 딥드로잉성을 검토하고 어떠한 온도 구배를 갖는 경우 딥드로잉성을 최대화 하면서 두께 감소를 최소화 할 수 있는 지 검토하였다.

[0047] 블랭크 홀더의 온도 구배에 따라 성형 후 최대 두께감소가 작을수록 딥드로잉 성형에서 스테인리스 강의 플랜지부의 가열효과가 극대화된 것을 의미하며 해석결과를 하기 표1에 나타내었다.

표 1

[0048]

NO	LDR	저온영역(Ti)(℃)	고온영역(To)(℃)	성형여부	최소두께(mm)
1	2.3	25	150	파단	-
2		50	150	0	0.426
3		75	150	0	0.451
4		100	150	0	0.47
5		150	150	0	0.475
6		25	200	0	0.379
7		50	200	0	0.465
8		75	200	0	0.471
9		100	200	0	0.475
10		150	200	0	0.475
11		200	200	0	0.474
12	2.35	25	150	파단	-
13		50	150	파단	-
14		75	150	0	0.417
15		100	150	0	0.449
16		150	150	파단	0.456
17		25	200	파단	
18		75	200	0	
19		100	200	0	
20		125	200	0	
21		150	200	파단	
22		200	200	파단	

[0049] 표1에 나타난 바와 같이, 한계드로잉비(LDR) 값이 2.3인 경우 (블랭크의 직경 115mm)일 때 고온영역의 블랭크 홀더의 온도가 150~200℃ 영역일 때 저온영역의 블랭크 홀더의 온도가 100℃ 이상이면 두께 감소가 최소화되어 성형성이 개선되는 것을 확인하였다.

[0050] 또한, LDR값이 2.35인 경우 고온영역의 블랭크 홀더의 온도가 150℃인 경우 저온영역의 블랭크 홀더의 온도가 75~100℃일 때, 고온영역의 블랭크 홀더의 온도가 200℃인 경우 저온영역의 블랭크 홀더의 온도가 75~125℃일 때 성형성이 개선되는 것을 확인하였다.

[0051] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있

다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0052]

그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변경된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

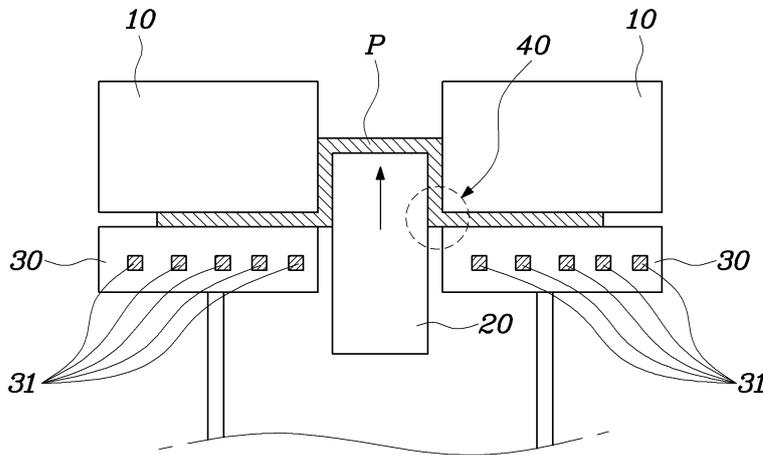
부호의 설명

[0053]

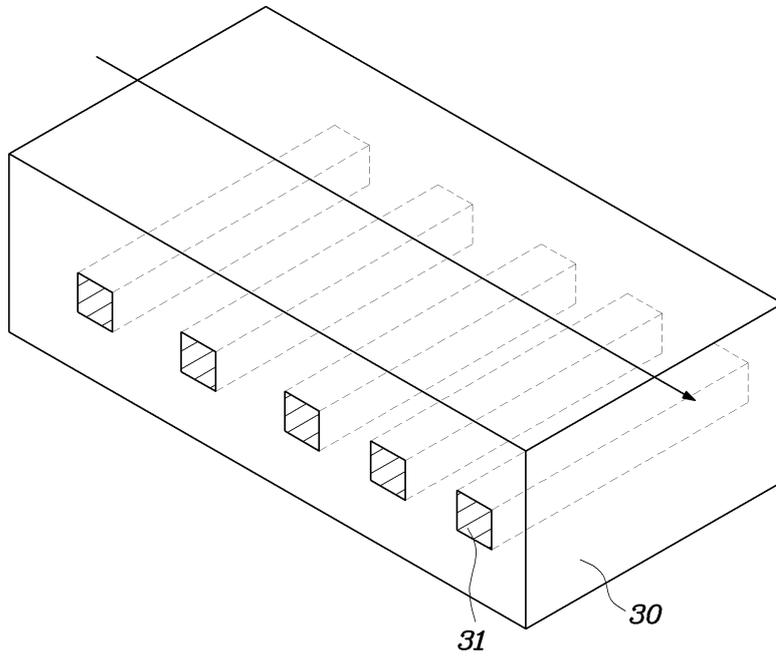
- P: 스테인리스 강판 10: 다이
- 20: 펀치 30: 블랭크 홀더
- 31: 히터 40: 코너부

도면

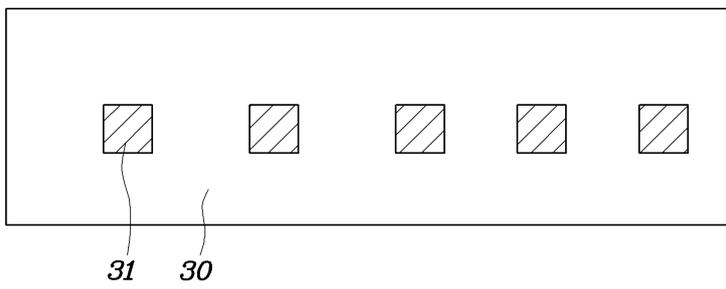
도면1



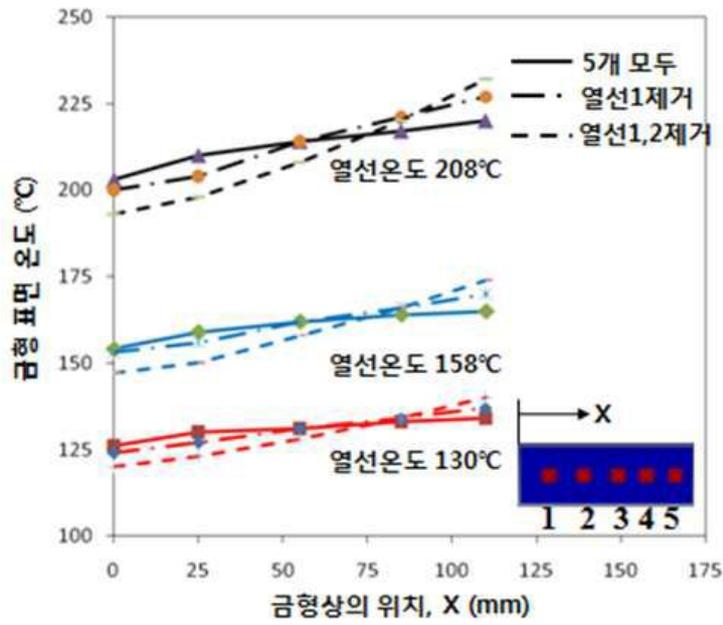
도면2



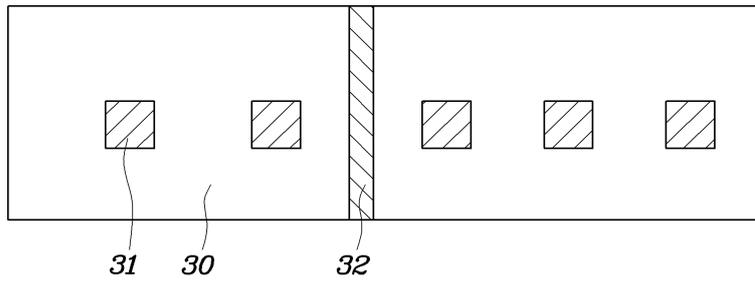
도면3



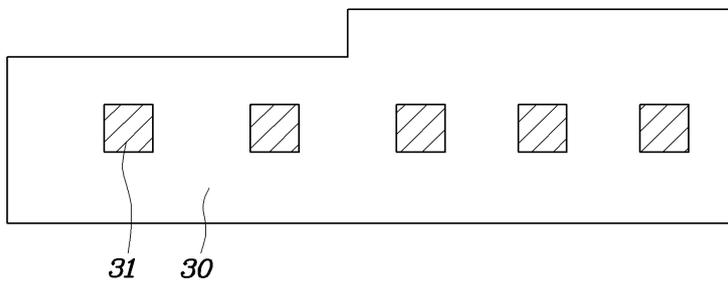
도면4



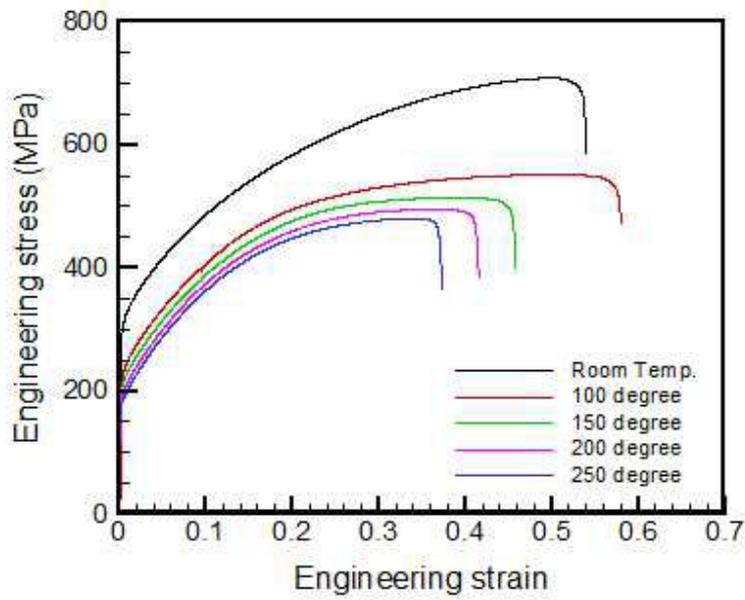
도면5



도면6

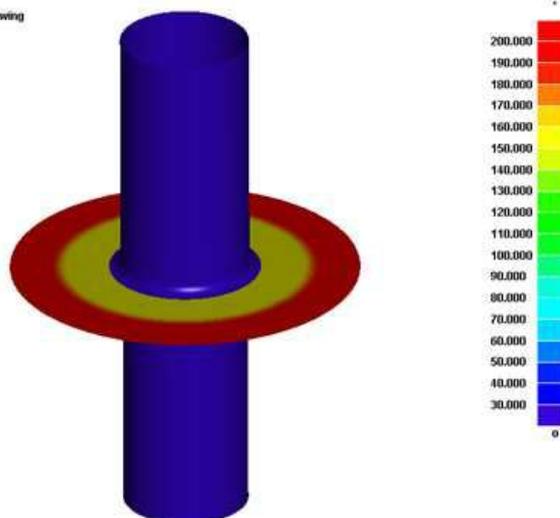


도면7



도면8

Warm Forming of Cylindrical Cup Drawing
 STEP 2 TIME: 0.001000
 COMPONENT: Temperature



도면9

