

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 등록실용신안공보(Y1)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
B22D 11/043

(45) 공고일자 2002년01월16일
(11) 등록번호 20 - 0260645
(24) 등록일자 2001년12월31일

(21) 출원번호 20 - 2001 - 0026058
(22) 출원일자 2001년08월28일

(73) 실용신안권자 포항종합제철 주식회사
경북 포항시 남구 괴동 1번지

(72) 고안자 강성린
경상북도포항시남구동춘동5번지포항제철소내
고재운
경상북도포항시남구동춘동5번지포항제철소내

(74) 대리인 손원
전준향
김성태

심사관 : 김병남

기술평가청구 : 없음

(54) 연주주편의 표면결함 및 파단감소를 위한 만곡형 몰드

요약

본 고안은 연속주조설비의 몰드에 관한 것으로서, 보다 상세히는 진동을 부여하면서 강의 연속주조시 부적절한 몰드의 배열(Alignment)에 의해 용강이 몰드(mold)을 통과하면서 1차 응고된 슬라브 응고층에 압력이 가해짐으로써 발생하는 슬라브 응고층의 표면흠 및 슬라브 파단(break - out)사고를 감소시킬 수 있도록 개선된 연주주편의 표면결함 및 파단(Break - out) 감소를 위한 만곡형 몰드에 관한 것이다.

본 고안은, 연속주조설비에 갖춰진 몰드에 있어서, 몰드의 하단 내측 모서리에는 만곡부를 형성하여 몰드의 진동시, 몰드의 하단 내측 모서리로 부터 슬라브 응고셀에 가해지는 스트레인을 최소화하도록 구성됨을 특징으로 하는 연주주편의 표면결함 및 파단(Break - out) 감소를 위한 만곡형 몰드를 제공한다.

본 고안에 의하면, 몰드~벤더롤 간의 정렬도(Alignment)가 정밀하지 않을 경우에도 몰드의 상하진동시 몰드 하단 모서리로 부터 응고셀에 불필요한 국부적 응력과 스트레인이 작용하지 않게 함으로써 슬라브 표면흠의 발생 및 표층하크랙을 감소시키고, 슬라브 파단(break - out)등 조업사고를 현저히 감소시키는 효과를 얻는 것이다.

대표도

도 1

색인어

연속주조설비, 몰드, 슬라브 응고셀, 슬라브 표면흙, 슬라브 파단

명세서

도면의 간단한 설명

제 1도는 본 고안에 따른 만곡형 몰드를 채용한 연속주조설비에서의 초기응고셀의 형성과정을 나타내는 모식도;

제 2도는 본 고안에 따른 만곡형 몰드를 상세히 도시한 사시도;

제 3도는 본 고안에 따른 만곡형 몰드의 효과를 나타내는 각종 그래프도;

제 4도는 일반적인 연속주조설비에서 몰드내의 초기 응고셀의 형성 과정을 도시한 모식도;

제 5도는 종래의 기술에 따른 몰드를 적용할 경우, 몰드진동시의 응고셀 영향을 도시한 설명도;

제 6도는 연주주편에 걸리는 표면 스트레인(surface strain)을 도시한 그래프도이다.

< 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

5..... 제 1경사면 7..... 제 2경사면

10.... 만곡부 100... 몰드

110... 용강 112... 침지 노즐

120... 몰드 130... 슬라브 응고셀

132... 몰드 플렉스

고안의 상세한 설명

고안의 목적

고안이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 고안은 연속주조설비의 몰드에 관한 것으로서, 보다 상세히는 진동을 부여하면서 강의 연속주조시 부적절한 몰드의 배열(Alignment)에 의해 용강이 몰드(mold)을 통과하면서 1차 응고된 슬라브 응고층에 압력이 가해짐으로써 발생하는 슬라브 응고층의 표면흙 및 슬라브 파단(break - out)사고를 감소시킬 수 있도록 개선된 연주주편의 표면결함 및 파단 감소를 위한 만곡형 몰드에 관한 것이다.

일반적으로, 연속주조 공정에서 초기 응고셀의 형성과정은, 제4도에 도시된 바와같이, 턴디쉬(100)에 담겨진 용강(110)이 침지노즐(112)을 통해 몰드(120)로 유입되고, 내부의 냉각수관(미도시)에 의해서 수냉되어 있는 몰드(120)내에서 용강(110) 응고가 개시되어 응고셀(130)을 형성하고 하부측으로 인출됨으로써 중간제품인 슬라브 주편이 얻어진다.

이때, 연속주조중인 몰드(120)내의 용강(110)위에는 몰드 플럭스(132)가 투입되어 미용융층, 반응용층, 용융슬래그층을 형성하면서 이 용융슬래그가 상하로 진동하는 몰드(120)와 응고셀(130)사이의 틈사이로 유입되어 얇은 막(슬래그 필름)(미도시)을 형성하며, 이 슬래그 필름은 연속주조설비의 몰드(120) 아래방향으로 인발되는 주편과 함께 따라 내려 가면서 몰드(120)와 응고셀(130)간의 윤활작용을 함으로써 주조작업이 이루어 진다.

이와 같은 연속주조설비는 통상 연주기 상부측에 몰드(mold)가 위치되며, 상기 몰드(mold)(120)는 그 재질이 동판인 관계로 마모가 쉽게 이루어져 300~1000 회(heat) 주조후에는 교환을 하며(월 1회 이상), 몰드(120) 하부측의 벤더롤(bender roll)(123)도 그 롤의 마모시마다 자주 교체를 해주고 있는 실정이다.

한편, 몰드(120)의 교체시 마다 설비의 정렬도(Alignment)를 매우 정밀하게 조정해주는데, 특히 몰드~벤더(bender)간의 정렬도(Alignment)가 정밀하지 않을 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 응고셀(130)의 표면에 불균일한 스트레인(strain)을 발생시키고, 이로 인해 연주주편(140)의 표면크랙, 표층하크랙 등의 결함을 유발시키며, 심한 경우에는 응고셀(130)이 찢어지는 슬라브 파단(break - out)사고가 발생 하기도 한다. 통상적으로, 몰드~벤더간의 정렬도는 연주기별로 약간의 차이가 있지만 대략 $1.0 \pm 0.3\text{mm}$ 로 기준이 설정되어 있다.

그러나, 주조되는 용강의 온도가 높고 철정압이 큰 관계로 상기 정렬도는 조업여건에 따라 수시로 미세하게 변하며, 심할 경우 수 mm를 초과하는 경우도 있다.

한편, 상기 슬라브 응고셀(130)은 몰드(120)내에서는 몰드(120)를 이루는 동판의 냉각 및 지지로 인해 원래의 제 형상(목적하는 제품의 두께 및 폭)을 유지하면서 주조가 진행되지만, 몰드(120) 동판을 빠져나온 직후는 측면지지롤(미도시) 및 가이드 롤(150)의 지지를 받게 되어 동판과 측면 지지롤 사이, 그리고 롤과 롤사이에서는 철정압의 작용으로 벌징(bulging)(160)이 발생하게 된다.

제5도에서는 몰드동판 직하에서의 벌징발생 모식도를 나타내었다. 더구나, 몰드동판의 직하부는 응고셀(130)이 아직 충분히 형성되지 않은 단계이기 때문에 응고셀(130) 두께가 20mm 이하로 얇고, 특히 이러한 벌징(160) 현상이 있는 관계로 몰드(120)의 진동시에는 몰드(120)의 하단 모서리와 이를 지나가는 응고셀(130) 간에 불필요한 스트레인(strain)이 작용하는 문제점이 발생한다.

이를 보다 상세히 설명하면, 몰드(120)의 상,하진동(Oscillation)은 몰드플럭스(132)의 유입을 위해서 필수적으로 대략 $\pm 8\text{mm}$ 의 진폭으로 수행하게 되며, 그 주요 역할은 다음과 같다. 첫째로는, 몰드(120)의 주기적인 상하 운동, 둘째로는 몰드 플럭스(132)의 유입 촉진, 세째로는 몰드(120)와 주편간의 고착 방지, 네째로는 진동 마크(Oscillation Mark) 형성에 따른 크랙 발생, 진동 마크와 후크(Hook)의 형성으로 기포 포집에 의한 표층하 결함 발생등이다.

따라서, 만일 몰드~벤더롤 간의 정렬도(Alignment)가 정밀하지 않을 경우는, 제5도의 b)에서 보는 바와 같이, 몰드(120)의 상,하진동시 몰드(120)의 하부 모서리로 부터 응고셀(130)에 불필요한 국부적 응력이 작용하게 되어 표면흠의 발생 및 표층하크랙을 유발시키며, 심한 경우에는 응고셀(130)이 찢어지는 슬라브 파단(break - out)사고가 발생하는 문제점이 종종 있었다.

고안이 이루고자 하는 기술적 과제

본 고안은 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것으로, 몰드~벤더간의 정렬도(Alignment)가 정밀하지 않을 경우에도 몰드의 상하진동시 몰드 하단 모서리로 부터 응고셀에 불필요한 국부적 응력이 작용하지 않게 함으로써 슬라브 표면흠의 발생 및 표층하크랙을 감소시키고, 슬라브 파단(break - out)등 조업사고를 감소시키는 연주주편의 표면결함 및 파단(Break - out) 감소를 위한 만곡형 몰드를 제공하는데 그 목적이 있다.

고안의 구성 및 작용

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 고안은, 연속주조설비에 갖춰진 몰드에 있어서, 몰드의 하단 내측 모서리에는 만곡부를 형성하여 몰드의 진동시, 몰드의 하단 내측 모서리로 부터 슬라브 응고셀에 가해지는 스트레인을 최소화하도록 구성됨을 특징으로 하는 연주주편의 표면결합 및 파단(Break - out) 감소를 위한 만곡형 몰드를 마련함에 의한다.

이하, 본 고안을 도면에 따라서 보다 상세히 설명한다.

본 고안에 따른 연주주편의 표면결합 및 파단(Break - out) 감소를 위한 만곡형 몰드(1)는 몰드동판의 형상을 제1도와 같이 하단모서리에 경사(slope)를 주어 몰드(1)의 진동시, 동판의 하단 모서부와 슬라브 응고셀(130)간의 부적절한 과잉의 스트레인(strain)이 원천적으로 작용하지 않도록 한 것이다.

즉, 본 고안에 사용된 몰드(1)는 그 하단모서리부를 종래의 직각형에서 만곡형으로 일정부분 경사를 주어 가공하여 몰드(1)의 진동시 응고셀(130)에 직접적인 접촉이 되지 않도록 하며, 접촉이 되더라도 가해지는 하중과 스트레인(strain)을 최소화할 수 있도록 된 것에 있다.

본 고안의 몰드(1)는 그 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 경사면(5)을 갖는 만곡부(10)를 형성한 것(타입 A)이고, 다른 하나는 몰드(1)의 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 제 1경사면(5)과, 그 상부측으로 연이어서 곡률반경 20mm의 제 2경사면(7)을 형성한 것(타입 B)일 수 있다.

본 고안의 몰드(1)에서 경사를 주어 가공하는 범위는 동판 하단모서리에서 10mm정도로서, 통상 몰드(1) 동판의 길이인 800~1000mm의 1.25%~1%에 불과해 몰드(1)에 공급되는 냉각수량 또는 주조조건의 변화가 없이도 종래와 유사한 응고셀(130) 두께를 확보할 수 있다.

이하, 본 고안의 작용효과를 실험예를 통하여 보다 구체적으로 살펴보기로 한다.

(실험예)

제 2도에는 본 고안에 적용된 두종류의 몰드(1) 단면이 도시되어 있다.

즉, 몰드(1)의 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 만곡부(10)를 형성한 것(타입 A)과, 몰드(1)의 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 제 1경사면(5)과, 그 상부측으로 연이어서 곡률반경 20mm의 제 2경사면(7)을 갖는 만곡부(10)를 형성한 것(타입 B)에 대하여 일련의 실험이 개시되었다.

상기와 같이 본 고안에 따라서 몰드(1) 동판의 하단부에 만곡부(10)의 경사를 주어 가공한 두가지 형태의 몰드(1)를 실제 주조작업에 적용한 결과를 제3도에 나타내었고, 본 고안은 도 3a)에 도시된 바와 같이, 종래의 동판에 비해 슬라브 응고셀(130)에 가해지는 스트레인(strain)이 현저히 감소함을 알 수 있었다.

상기 도 3a)의 스트레인(strain)을 계산한 과정을 설명하면 아래와 같다. 포항제철 기술연구소의 선강연구그룹에 의뢰하여 유한요소법(FEM)을 이용하여 절곡 스트레인(Bending strain)을 측정하였고, 그 방법은 유한요소법에서 롤 직경(Diameter)를 변경시키면서 스트레인(strain)을 측정한 결과이다. 즉 계산 조건은, 만곡곡률이 점(Point) 일때의 종래의 직각동판과, 만곡곡률이 5mm 일때(5mm 타입 A), 만곡곡률이 20mm 일때 (5mm+20mm 만곡형 타입 B)의 조건을 초기조건으로 상정하여 실험을 실시하였다.

종래의 점(Point) 접촉은 스트레인(strain)이 수학적으로 계산이 안될 정도로(무한대) 클 수가 있다. 즉 바늘로 어떤 부위를 누르면 그 부분의 스트레인(strain)은 수학적으로 무한대가 된다. 그리고, 선접촉의 경우도 노치효과(Notch Effect)로 굳이 계산을 안해도 무척 큰값이 얻어지며 수학적으로 무한대이다.

그러나 만곡을 주면 스트레인(strain)은 현저히 감소하고, 그 만곡곡률이 작을수록 스트레인(스트레인)은 비례적으로 증가한다. 즉, 곡률직경(Diameter) 125mm를 계산(250mm 주조두께) 하면 벌징 스트레인(strain)은 0.20%, 곡률직경(Diameter) 1mm를 계산(250mm 주조두께) 하면 벌징 스트레인(strain)은 25.0%, 그보다 곡률 직경이 더 작아지면(Point 접촉) 벌징 스트레인(strain)은 무한대인 것이다.

또한, 본 고안에 따라서 만곡부(10)를 형성하여 가공한 경우는, 도 3b)에 도시된 바와 같이 표층하크랙이 현저히 감소하고 슬라브 파단 발생이 없었다. 특히 타입2와 같이 2단 만곡형으로 경사를 주어 만곡부(10)를 형성할 경우, 그 효과가 더욱 양호함을 확인하였다.

상기에서 표층하 크랙 발생율은 2개의 스트랜드(Strand)를 가진 연주기에서 동일한 래들의 용강을 주조하면서 동일한 화학성분, 주조속도, 주조온도, 1차냉각, 2차냉각등 주조조건을 부여한 상태에서 1개 스트랜드에서는 종래 타입의 동판 몰드(1)를, 다른 스트랜드에서는 본 고안에 따라서 만곡부(10)를 형성한 타입의 동판 몰드(1)를 적용하면서 주조된 슬라브를 6개월간에 걸쳐 1200 회(Heats)의 슬라브에 대해 S - Print법을 통해 표층하에서 발생된 크랙의 정도를 비교한 결과이다.

본 고안에 따른 몰드(1)는 슬라브(Slab), 블룸(Bloom)뿐만 아니라, 빌렛(Billet) 주조용 연주몰드(1)에 모두 적용이 가능한 것임은 물론이다.

또한, 도 3c)에 도시된 바와 같이, 본 고안에 의하면 슬라브 파단이 단 1건도 없었다.

본 고안의 만곡형 몰드(1)에서 상기와 같이 곡률반경 5mm의 만곡부(10)를 형성한 것(타입 A)과, 몰드(1)의 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 제 1경사면(5)과, 그 상부측으로 연이어서 곡률반경 20mm의 제 2경사면(7)을 갖는 만곡부(10)를 형성한 것(타입 B)의 수치 한정이유는 제6도에서 나타낸 바와 같다. 즉 만곡부(10)의 곡률을 5mm 이하의 만곡을 줄 경우에는 응고 셀(130)에 걸리는 표면 스트레인(strain)이 약5% 이상이기 때문에 응고셀(130) 크랙을 유발할 가능성이 많고, 20mm 이상의 만곡을 줄 경우에는 스트레인(strain)이 1.25%정도로서 연주주편의 표면에서 통상 걸리는 표면 스트레인(strain)(약 1~1.2%) 범위내에 있기 때문에 본 고안의 효과가 작아진다.

고안의 효과

상기에서와 같이 본 고안에 의하면, 몰드~벤더롤 간의 정렬도(Alignment)가 정밀하지 않을 경우에도 몰드(1)의 상하 진동시 몰드(1) 하단 모서리로 부터 응고셀(130)에 불필요한 국부적 응력과 스트레인이 작용하지 않게 함으로써 슬라브 표면흠의 발생 및 표층하크랙을 감소시키고, 슬라브 파단(break - out)등 조업사고를 현저히 감소시키는 효과를 얻는 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

연속주조설비에 갖추진 몰드에 있어서,

하단 내측 모서리에는 만곡부(10)를 형성하여 몰드(1)의 진동시, 몰드(1)의 하단 내측 모서리로 부터 슬라브 응고셀(130)에 가해지는 스트레인을 최소화하도록 구성됨을 특징으로 하는 연주주편의 표면결함 및 파단 감소를 위한 만곡형 몰드.

청구항 2.

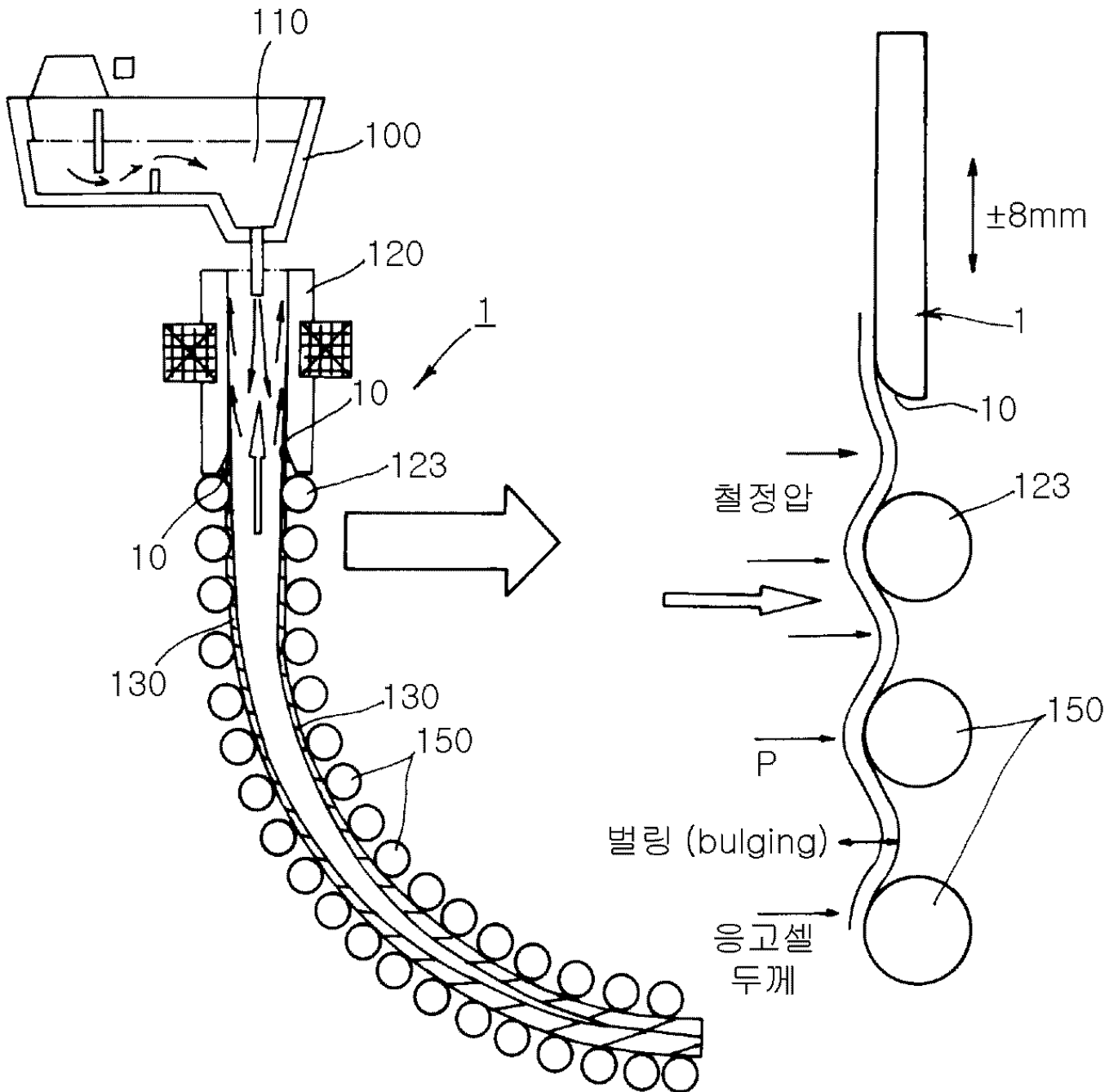
제 1항에 있어서, 상기 만곡부(10)는 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 경사면(5)을 갖는 것임을 특징으로 하는 연주 주변의 표면결함 및 파단 감소를 위한 만곡형 몰드.

청구항 3.

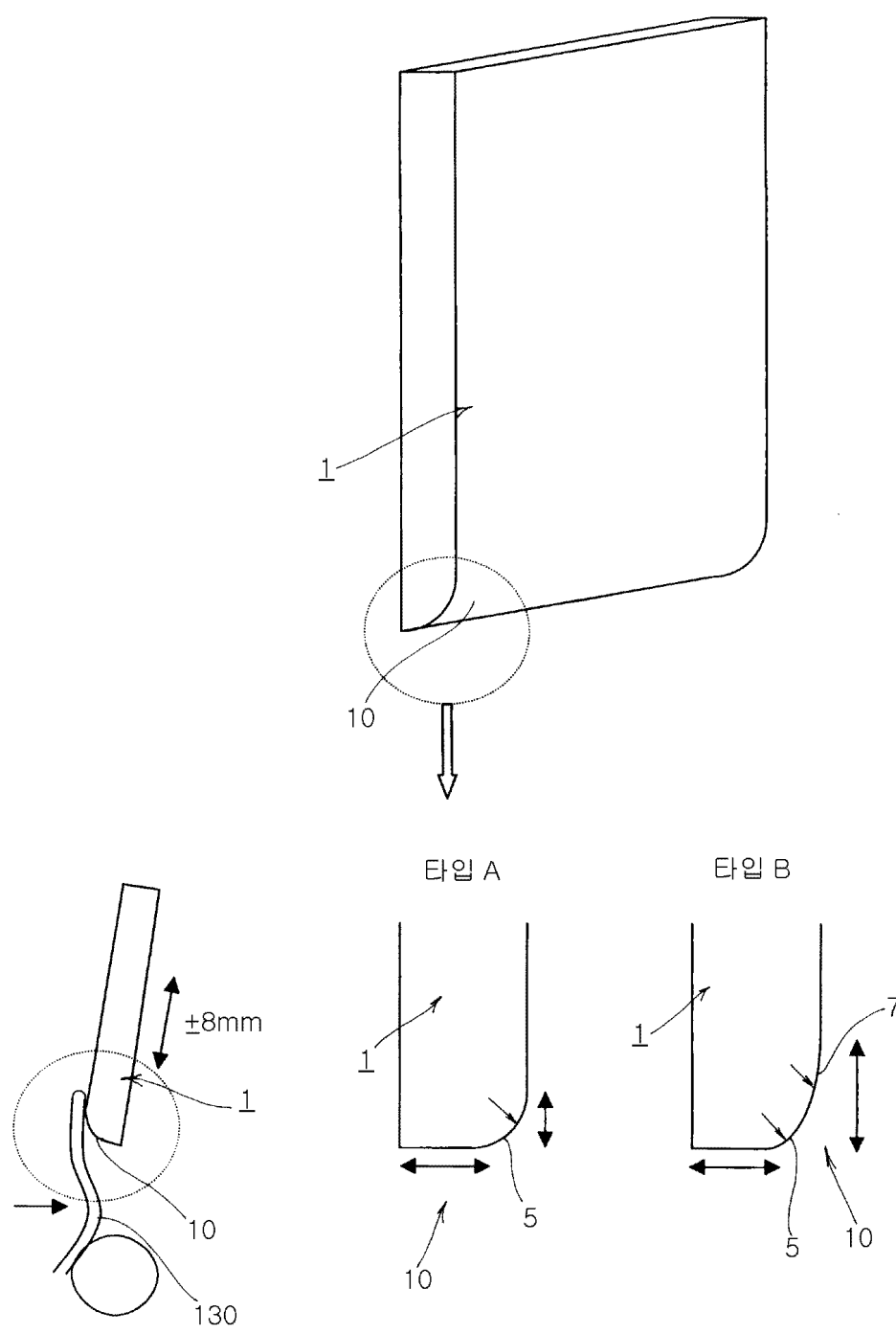
제 1항에 있어서, 상기 만곡부(10)는 하단 모서리에 곡률반경 5mm의 제 1경사면(5)과, 그 상부측으로 연이어서 곡률반경 20mm의 제 2경사면(7)을 형성한 것임을 특징으로 하는 연주 주변의 표면결함 및 파단 감소를 위한 만곡형 몰드.

도면

도면 1

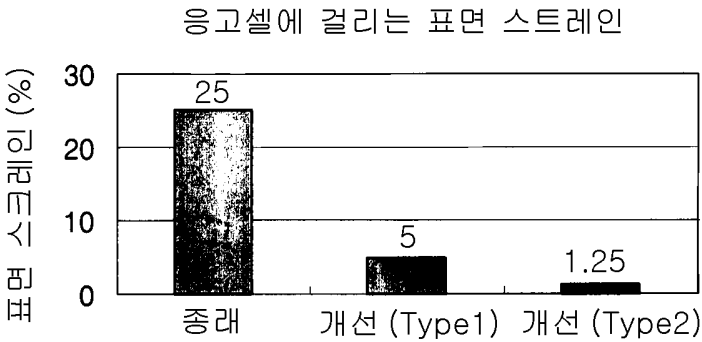


도면 2

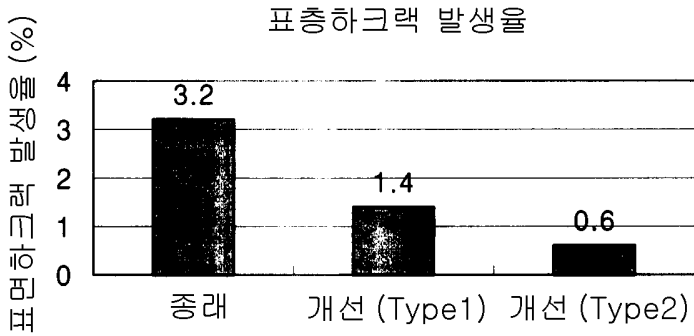


도면 3

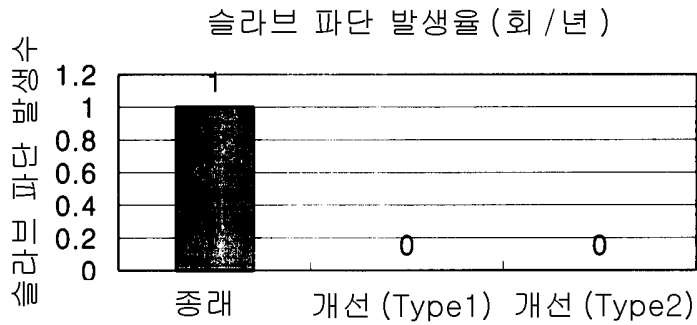
(a)



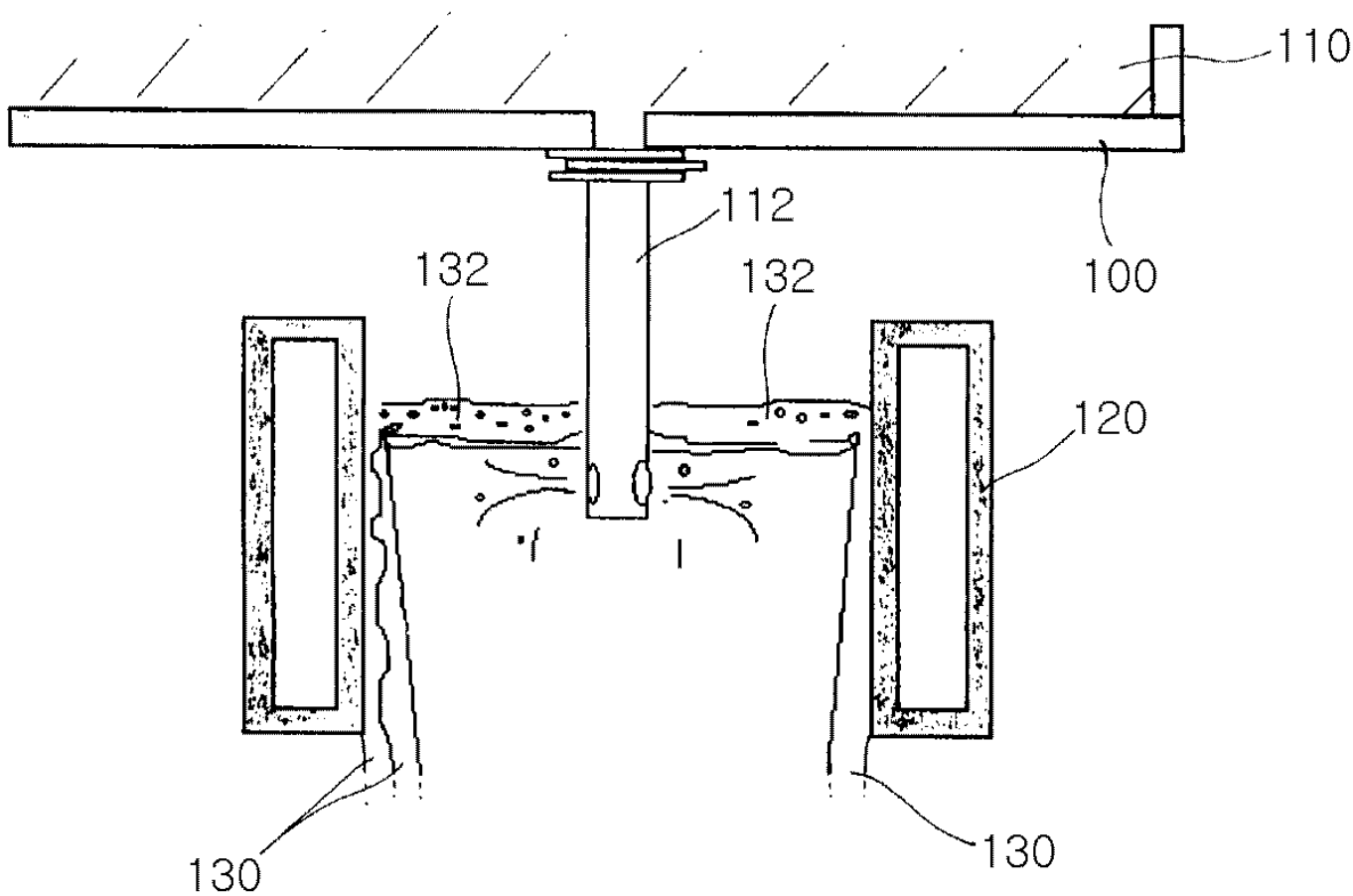
(b)



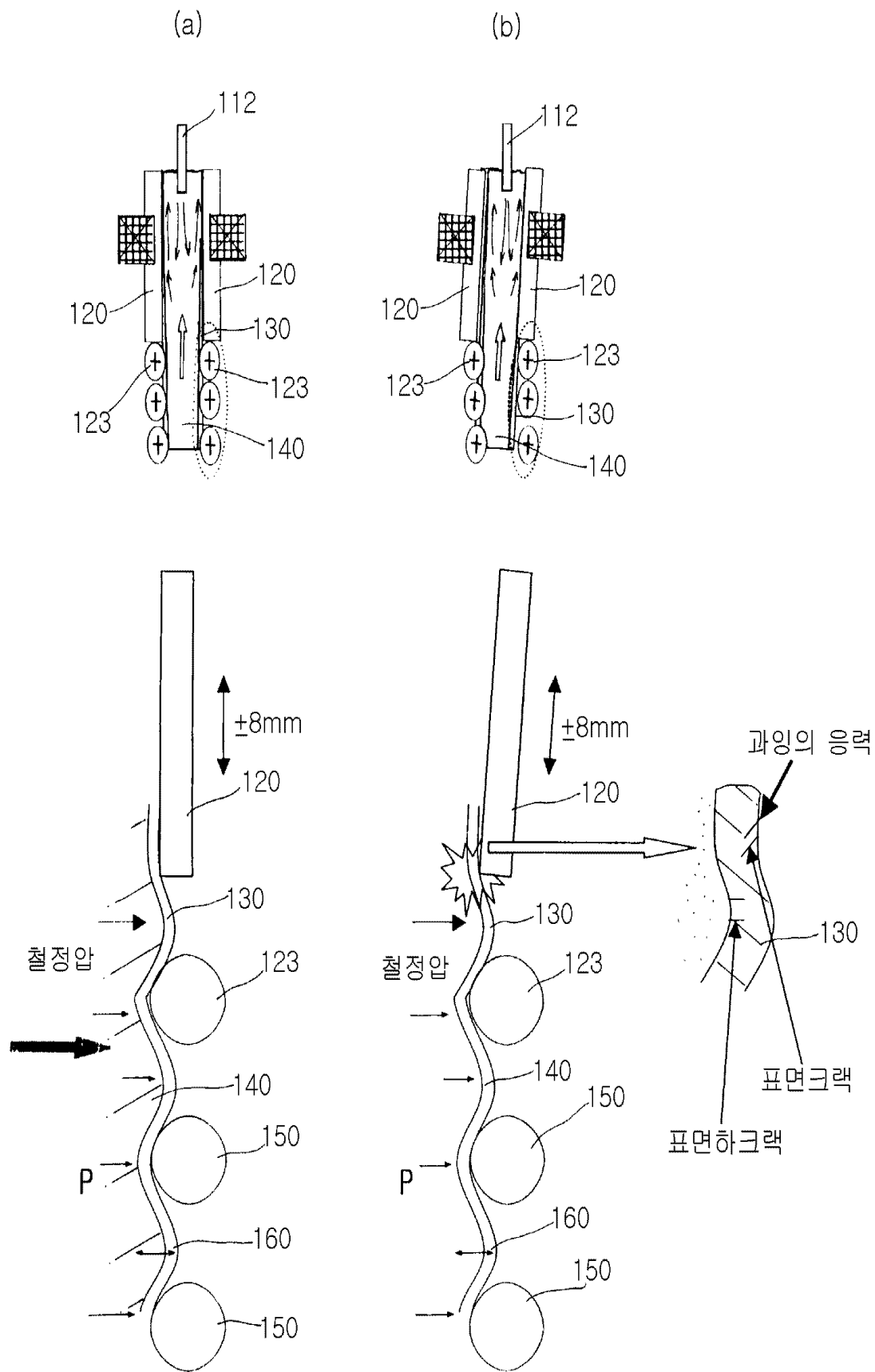
(c)



도면 4



도면 5



도면 6

응고셀에 걸리는 표면 스트레인

