



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2010-0016381  
(43) 공개일자 2010년02월12일

(51) Int. Cl.  
     **B22D 11/06** (2006.01) **B22D 11/10** (2006.01)  
     **C22C 21/00** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2009-7023407  
 (22) 출원일자 2008년04월11일  
     심사청구일자 없음  
 (85) 번역문제출일자 2009년11월10일  
 (86) 국제출원번호 PCT/US2008/060050  
 (87) 국제공개번호 WO 2008/128055  
     국제공개일자 2008년10월23일  
 (30) 우선권주장  
     11/734,113 2007년04월11일 미국(US)

(71) 출원인  
     **알코아 인코포레이티드**  
     미합중국 펜실바니아주 15212-5858 피츠버그시 이  
     사벨라 스트리트 201 알코아 코포레이트 센터  
 (72) 발명자  
     **투스 데이빗 에이 주니어**  
     미국 네바다주 89436 스파크스 샌 디에고 코트  
     4941  
     **와트-메이어 개빈 에프**  
     미국 캘리포니아주 94549 라파예트 포린 레인 20  
     (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
     **김창세, 장성구**

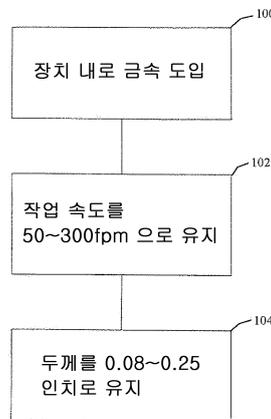
전체 청구항 수 : 총 9 항

**(54) 비혼합성 금속의 스트립 주조**

**(57) 요약**

비혼합성 액체로부터 알루미늄 합금을 스트립 주조하는 방법으로서, 매우 균일한 구조의 미세 제 2 상 입자 (401)를 갖는 얇은 스트립(50)을 생산하는 방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시예는 분당 약 50피트 내지 약 300피트(fpm)의 주조 속도 및 약 0.08인치 내지 약 0.25인치 범위의 스트립 두께를 포함하여, 주조 공정에서 형성되는 응고 전방에 앞서 액체 내에 비혼합성 액체 상 핵형성의 액적을 발생시킨다. 비혼합성 상의 액적은 2차 수지상 가지(SDA) 사이의 공간으로 금속 이동 동결 전방에 의해 끌려 들어간다.

**대표도** - 도1



(72) 발명자

**딤몬스 데이빗 더블유**

미국 네바다주 89523 레노 리버 프론트 드라이브  
266

**우날 알리**

미국 펜실베이니아주 15632 엑스포트 매너테일 드라  
이브 2208

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

비혼합성 금속(immiscible metal)의 합금을 주조하는 방법에 있어서,  
 적어도 하나의 비혼합성 상(immiscible phase)을 포함하는 용융 금속 혼합물을 주조 장치에 제공하는 단계, 및  
 약 50fpm 내지 약 300fpm 범위의 속도로 상기 용융 금속 혼합물을 전진시켜, 상기 주조 장치 내에 생성되는 응고 전방(solidification front)보다 앞에 비혼합성 액체상(immiscible liquid phase)의 미세 액적을 핵생성시킴으로써, 2차 수지상 가지(secondary dendrite arms) 사이에 상기 미세 액적을 퇴적시키고 상기 적어도 하나의 비혼합성 상의 균일 분포를 생성하는 단계를 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 약 0.08인치 내지 약 0.25인치의 범위로 주조 장치의 닙(nip)을 설정하는 단계를 더 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,  
 상기 용융 금속 혼합물을 전진시키는 상기 단계는 약 50fpm 내지 약 300fpm 범위의 속도로 상기 용융 금속 혼합물을 전진시키는 단계를 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,  
 상기 용융 금속 혼합물은 Sn, Pb, Bi 및 Cd 중 적어도 하나를 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,  
 상기 용융 금속 혼합물은 알루미늄 합금을 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 6

제 1 항에 있어서,  
 상기 용융 금속 혼합물은 적어도 0.1% Sn을 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 7

제 1 항에 있어서,  
 상기 용융 금속 혼합물은 적어도 0.1% Pb를 포함하는  
 비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,  
상기 용융 금속 혼합물은 적어도 0.1% Bi를 포함하는  
비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,  
상기 용융 금속 혼합물은 적어도 0.1% Cd를 포함하는  
비혼합성 금속의 합금 주조 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명의 일 실시예는 금속의 주조에 관한 것으로, 특히 비혼합성 금속을 스트립 주조하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] Sn, Pb, Bi 및 Cd를 함유하는 알루미늄계 합금이 내연 기관에서 볼 수 있는 베어링에 통상적으로 사용된다. 이들 합금의 베어링 기능은 합금 요소의 연성의 제 2 상 입자(soft second phase particle)에 의해 실행되며, 이들 제 2 상 입자는 윤활 실패의 경우에 용해되어 합금 내의 알루미늄과 베어링에 의해 보호되는 강철 사이의 접촉을 방지한다.

[0003] 종래 기술에 있어서, 이러한 합금 내의 연성의 제 2 상은 응고 동안 분리되고, 종종 비 균일 분포의 형태로 나타난다. 여러 경우에 있어서, 제 2 상은 연속적인 층으로서 그레인 경계에 형성되거나, 더욱 무거운 성분(Sn, Pb, Bi, Cd)은 중력 편석(gravity segregation)으로 인해 바닥에 가라앉는다. 전형적으로, 연성 상을 재분포시키기 위해 캐스트 시트의 냉간 압연 후에 열처리가 요구된다. 예를 들어, Al-Sn 합금의 경우에, 이는 662°F (350°C)에서 어니얼링 처리에 의해 실행되며, 이 동안 연성 상이 용해되고 비연결성 입자의 요구되는 균일한 분포로 응고된다. 최종 처리 단계에서, 엔진 내의 베어링으로서의 사용을 위해, 스트립이 강철 배면 상에 결합된다.

[0004] 알루미늄계 베어링 합금의 쌍률 주조는 종래의 잉곳 주조(ingot casting)에 비해 제 2 상 입자의 보다 우수한 분포를 생성한다. 그러나, 쌍률 주조의 결점은 이러한 방법이 느리고, 생산성이 낮으며, 완전히 바람직하지는 않은(비-균일의) 연성 상(들)의 분포를 생성한다는 점이다. 적합한 결과는 또한 분말 야금 공정을 사용하여 얻어지지만, 이러한 방법은 고가이다. 따라서, 고 생산성을 가지면서 알루미늄 매트릭스 내의 연성 상의 미세 입자의 균일한 분포를 생성하는 방법에 대한 필요성이 대두된다.

**발명의 상세한 설명**

[0005] 본 발명은 비혼합성 액체(immiscible liquid)로부터 알루미늄 합금을 스트립 주조하는 방법으로서, 미세 제 2 상 입자의 고도로 균일한 구조를 갖는 얇은 스트립을 생산하는 방법에 관한 것이다. 본 발명의 결과는 합금을 고속으로 얇은 스트립으로 주조하는 공지된 주조 공정을 사용함으로써 달성된다. 본 발명의 일 실시예의 방법에 있어서, 주조 속도는 분당 약 50피트 내지 약 300피트(fpm)이며, 스트립의 두께는 약 0.08인치 내지 약 0.25 인치의 범위이다. 이러한 조건하에서, 바람직한 결과는 비혼합성 액체 상의 액적이 주조 공정에서 형성되는 응고 전방(solidification front) 이전에 액체 내에서 응집될 때 달성된다. 비혼합성 상의 액적은 급속 이동 동결 전방에 의해 2차 수지상 가지(Secondary Dendrite Arms; SDA) 사이의 공간으로 끌려 들어간다.

[0006] 급속 응고 조건하에서, SDA가 작기 때문에(2 내지 10 $\mu$ m의 범위), 비혼합성 상의 액적은 캐스트 스트립 내에서 균일하게 분포되고, 매우 미세하다.

**실시예**

[0012] 첨부 도면 및 하기의 상세한 설명에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명한다. 그러나, 주조 공정에 일반적으로 정통한 자라면 본 명세서에 도시되고 설명된 구조 및 방법의 신규한 특성을 특정 세부내용의 변형을 통해

다른 것에 적용하는 것이 가능할 것으로 생각된다. 따라서, 도면 및 상세한 설명은 본 발명의 범위를 제한하는 것으로 취급되지 않아야 하며, 도리어 광범위하고 일반적인 실시형태로서 이해되어야 한다. 어떠한 수치 범위를 언급하는 경우, 그러한 범위는 기술된 범위의 최소값과 최대값 사이의 각각의 및 모든 정수 및/또는 분수를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

- [0013] 마지막으로, 이하의 설명을 위해, 용어 “상측(upper)”, “하측(lower)”, “우측 “, “ 좌측 “, “ 수직 “, “ 수평 “, “ 상부(top)”, “하부(bottom)” 및 그로부터의 파생어는 도면에 있어서의 방향을 나타내도록 본 발명에 적용될 것이다.
- [0014] 용어 “알루미늄 합금”은 적어도 50중량%의 기술된 성분 및 적어도 하나의 개질제 성분(modifier element)을 함유하는 합금을 의미하는 것이다. 적합한 알루미늄 합금은 미국 알루미늄 협회의 합금을 포함한다.
- [0015] 본 발명의 방법은 도 1의 흐름도에 개략적으로 도시된다. 이에 도시된 바와 같이, 단계(100)에서, 알루미늄 및 적어도 하나의 비혼합성 상을 포함하는 용융 금속이 적합한 주조 장치 내로 도입된다. 단계(102)에서, 주조 장치는 50fpm 내지 300fpm보다 큰 주조 속도로 작동된다. 단계(104)에서, 캐스트 스트립의 두께는 0.08인치 내지 0.25인치 또는 그보다 작게 유지된다.
- [0016] 본 발명의 방법은 예를 들어, 둘 다 본원에 참고로 포함되는 미국 특허 제5,515,908호 및 제6,672,368호에 개시되는 것과 같은 주조 방법과 사용하기에 적합하다. 이들 방법은 고속으로 얇은 스트립을 생산하여 결과적으로 폭 캐스트의 인치당 600lb/hr 내지 2000lb/hr의 범위의 생산성을 얻는다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 적용될 수 있는 장치의 일 예가 도 2, 도 3 및 도 4에 도시된다. 본 명세서에 설명된 장치는 공유 미국 특허 제5,515,908호에 개시되는 것에 따른 것이며, 본 발명의 방법의 결과를 달성하기 위해 사용될 수 있는 장치의 단지 일 예로서 제시된다.
- [0018] 이제 상기 공정은 도 2에 도시된 장치에 대하여 설명될 것이지만, 이는 도 3 및 도 4에 도시된 장비에도 적용 가능하다. 도 2에 도시된 바와 같이, 장치는 한 쌍의 상측 폴리(14, 16) 및 한 쌍의 대응하는 하측 폴리(18, 20)에 의해 지지되는 주조 몰드로서 작용하는 한 쌍의 순환 벨트(10, 12)를 포함한다. 각각의 폴리는 각각 도 2의 축(21, 22, 24, 26)을 중심으로 회전하도록 장착된다. 폴리는 적합한 내열형(heat resistant type)이며, 상측 폴리(14, 16) 중 하나 또는 둘다는 적합한 모터 수단(도시되지 않음)에 의해 구동된다. 동일한 내용이 하측 폴리(18, 20)에 대해서도 적용된다. 벨트(10, 12) 각각은 순환 벨트이며, 저 반발성을 갖거나 주조될 금속과 비-반발성인 금속으로 형성될 수 있다. 무수히 많은 적합한 금속 합금이 당업자에게 공지된 바와 같이 적용될 수 있다. 우수한 결과는 강철 및 구리 합금 벨트를 사용하여 달성되었다. 알루미늄과 같은 다른 금속성 벨트 역시 사용될 수 있다. 본 발명의 본 실시예에서, 주조 몰드는 주조 벨트(10, 12)로서 실시된다는 것을 주목해야 한다. 그러나, 주조 몰드는 예를 들어, 단일 몰드, 하나 이상의 롤 또는 일련의 블록을 포함할 수 있다.
- [0019] 폴리(14, 16, 18, 20)는 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 그 사이에 몰딩 간극(G1)을 두고 하나 위에 다른 하나가 위치된다. 간극(G1)은 주조될 금속 스트립(50)의 요구되는 두께(T1)에 대응하도록 치수 설정된다. 따라서, 주조될 금속 스트립(50)의 두께(T1)는 주조 벨트(10, 12)에 직교하는 폴리(14, 18)의 축을 통해 지나는 선을 따라, 폴리(14, 18)를 감아 도는 벨트(10, 12) 사이의 넓(n)의 치수에 의해 결정된다. 주조될 용융 금속은 턴디시(tundish)와 같은 금속 공급 수단(28)을 통해 몰딩 구역에 공급된다. 턴디시(28)의 내부는 주조될 상품의 폭에 그 폭이 대응하며, 최대로 주조 벨트(10, 12)의 최협부의 폭에 이르는 폭을 가질 수 있다. 턴디시(28)는 금속 공급 전달 주조 팁(30)을 포함하여, 벨트(10, 12) 사이의 몰딩 구역으로 용융 금속의 수평방향 스트림을 전달한다.
- [0020] 따라서, 도 4에 도시된 것과 같은 팁(30)은 상기 팁(30)에 바로 인접한 벨트(10, 12)와 함께, 용융 금속의 수평방향 스트림이 유동해 들어가는 주조 또는 몰딩 구역(46)을 형성한다. 따라서, 상기 팁으로부터 실질적으로 수평방향으로 유동하는 용융 금속(M)의 스트림은 각각의 벨트(10, 12)의 곡률 사이에서 폴리(14, 18)의 넓까지 몰딩 구역(46)을 충전한다. 응고가 개시되고, 실질적으로 캐스트 스트립(50)이 폴리(14, 18)의 넓(n)에 도달하는 지점까지 응고된다. 용융 금속의 수평방향 유동 스트림을 상기 유동 스트림이 폴리(14, 18)를 중심으로 지나는 벨트(10, 12)의 만곡 섹션과 접촉하는 몰딩 구역(46)까지 공급하는 것은 캐스트 스트립(50)의 상단 및 하단면의 품질을 개선할뿐만 아니라, 뒤틀림을 제한하여 용융 금속(M)과 각각의 벨트(10, 12) 사이에서의 우수한 열 접촉을 유지하게 한다.
- [0021] 도 2 및 도 3에 도시된 주조 장치는 벨트(10, 12) 사이에 몰딩 간극(G1)을 두고 주조될 용융 금속(M)과 접촉하는 순환 벨트(10, 12)의 부분과 대향하여 위치되는 한 쌍의 냉각 수단(32, 34)을 포함한다. 따라서, 냉각 수단

(32, 34)은 벨트(10, 12)가 각각 폴리(16, 20)를 감아 돌고 난 후 및 이들이 용융 금속(M)과 접촉하기 이전에 상기 벨트(10, 12)를 냉각하도록 제공된다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 냉각기(32, 34)는 각각 벨트(10, 12)의 복귀 주행 상에 도시된 것과 같이 위치된다. 냉각 수단(32, 34)은 벨트를 그 두께를 통해 냉각하기 위해, 벨트(10, 12)의 내측 및/또는 외측 상에 직접 냉각 유체를 분무하도록 위치된 유체 냉각 팁과 같은 종래의 냉각 수단일 수 있다.

[0022] 따라서, 용융 금속(M)은 턴디시로부터 주조 팁(30)을 통해, 벨트(10, 12)가 캐스트 스트립(50)으로부터 벨트(10, 12)로의 열 전달에 의해 가열되는 벨트(10, 12) 사이에 형성되는 주조 또는 몰딩 구역(46)으로 수평방향으로 유동한다. 캐스트 금속 스트립(50)은 이들 각각이 폴리(16, 20)의 중심선을 지나 회전될 때까지, 주조 벨트(10, 12) 사이에 유지되어 이에 의해 전달된다. 따라서, 복귀 루프에 있어서, 냉각 수단(32, 34)은 각각 벨트(10, 12)를 냉각하고, 이들로부터 몰딩 구역(46) 내의 벨트(10, 12)로 전달된 실질적인 모든 열을 제거한다. 턴디시로부터 주조 팁(30)을 통해 용융 금속(M)을 공급하는 것이 도 4에 더욱 상세하게 도시된다. 도면에 도시된 바와 같이, 주조 팁(30)은 그 사이에 중앙 개구(44)가 형성되는 상측 벽(40) 및 하측 벽(42)으로 형성되며, 개구의 폭은 벨트(10, 12)의 폭 위로 실질적으로 연장될 수 있다.

[0023] 주조 팁(30)의 벽(40, 42)의 말단부는 각각 주조 벨트(10, 12)의 표면(S)에 실질적으로 근접하며, 벨트(10, 12)와 함께 주조 공동 또는 몰딩 구역(46)을 형성하고, 용융 금속(M)이 중앙 개구(44)를 통해 상기 주조 공동 또는 몰딩 구역 내로 유동한다. 주조 공동(46) 내의 용융 금속(M)이 벨트(10, 12) 사이로 유동함에 따라, 용융 금속은 그 열을 벨트(10, 12)로 전달하고, 이와 동시에 용융 금속(M)을 냉각하여 주조 벨트(10, 12) 사이에 유지된 고체 스트립(50)을 형성한다. 충분한 후퇴(setback)[진입 폴리(14, 18)의 최근접으로 정의된 넓(n)과 용융 금속(M)의 제 1 접점(47) 사이의 거리로 규정됨]는 넓(n) 이전에 실질적으로 완전한 응고를 허용하도록 제공된다.

[0024] 도 2 내지 도 4에 도시된 장치를 사용하여 본 발명의 방법에 의해 도출되는 결과를 얻기 위해, 액체 상태에서 비혼합성 상을 포함하는 용융된 알루미늄계 합금이 도 3의 턴디시(28)를 거쳐 주조 팁(30)을 통해 벨트(10, 12) 사이에 형성된 주조 또는 몰딩 구역(46)으로 도입된다. 바람직하게는, 폴리(14, 18)를 감아 도는 벨트(10, 12) 사이의 넓(n)의 치수는 약 0.08인치 내지 약 0.25인치의 범위이어야 하며, 약 50fpm 내지 약 300fpm 범위의 주조 속도이어야 한다. 이러한 조건하에서, 비혼합성 액체 상의 액적은 응고 전방 이전에 응집되고, SDA 공간 사이의 공간으로 급속 이동 동결 전방에 의해 빨려들어간다. 따라서, 결과적인 캐스트 스트립은 비혼합성 상의 액적의 균일한 분포를 함유한다.

[0025] 본 발명의 일 실시예의 용융 벨트 혼합물은 적어도 0.1% Sn을 포함할 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예의 용융 벨트 혼합물은 적어도 0.1% Pb를 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 일 실시예의 용융 벨트 혼합물은 적어도 0.1% Bi를 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 일 실시예의 용융 벨트 혼합물은 적어도 0.1% Cd를 포함할 수 있다.

[0029] 이제, 도 5로 가서, 본 발명에 따라 생산되는 Al-6Sn 스트립(400)의 섹션에 대한 현미경 사진이 도시된다. 스트립은 밝으며, 3 $\mu$ m 이하인 미세 Sn 입자(401)의 고도의 균일한 분포를 보인다. 이러한 결과는 잉곳으로부터 제조되는 재료 또는 전형적으로 40 $\mu$ m 내지 400 $\mu$ m 크기인 롤 주조에 의해 생성되는 입자보다 수배 작다. 또한, 본 발명에 의해 생산되는 스트립은 연성 상의 재-분포를 위한 열처리를 필요로 하지 않으며, 예를 들어 베어링에서의 사용을 위해 요구되는 윤활 특성을 제공하기에 이상적이다. 만약 이와 같이 요구된다면, 스트립은 예를 들어, 압연과 같은 추가적인 제조에 종속되지 않고, 에즈-캐스트(as-cast)에 사용될 수 있다.

[0030] 비록, 본 개시내용이 그 특정 실시예를 참조하여 상세하게 설명되었지만, 다양한 변경 및 변형이 본 실시예의 사상 및 범주를 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 개시내용의 변형 및 변경예들이 첨부된 청구범위 및 그 등가물의 범주 내에 들어 간다면, 본 개시내용은 본 명세서의 변형 및 변경예들을 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

[0007] 도 1은 본 발명의 방법을 나타내는 흐름도,

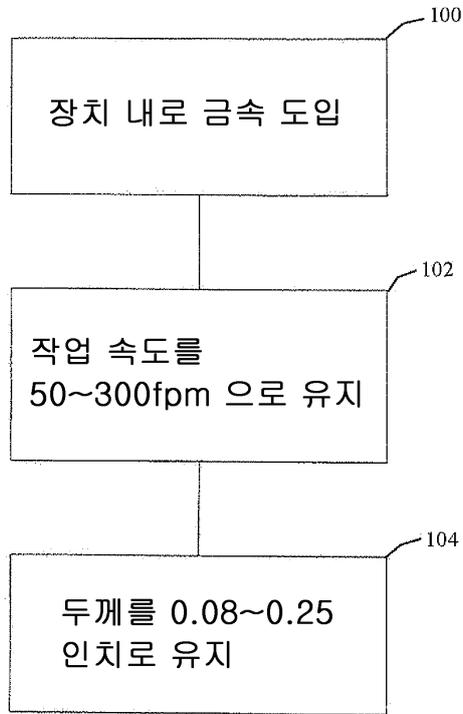
[0008] 도 2는 본 발명의 방법을 실행할 수 있는 장치의 일 예를 나타내는 개략도,

[0009] 도 3은 본 발명에 따라 작동될 수 있는 장치를 상세하게 도시하는 사시도,

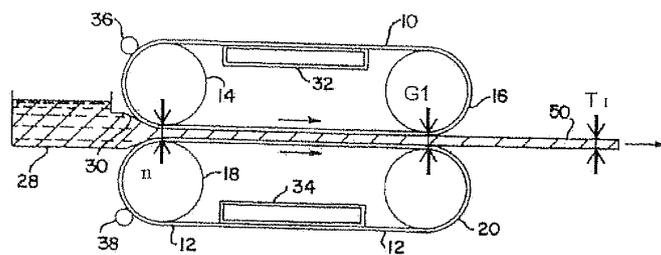
- [0010] 도 4는 도 2 및 도 3에 도시된 장치로의 용융 금속의 진입을 나타내는 단면도,
- [0011] 도 5는 본 발명에 따라 생산된 스트립의 횡단면의 현미경 사진.

도면

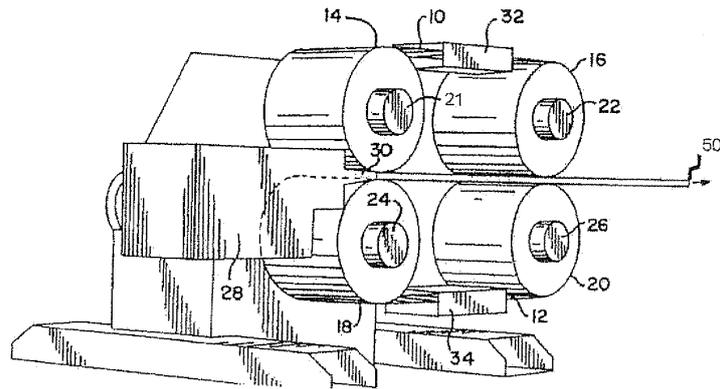
도면1



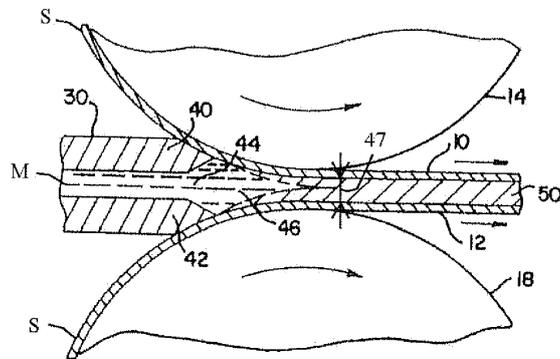
도면2



도면3



도면4



도면5

