

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. ⁷
B22D 29/00

(11) 공개번호 특2002 - 0003372
(43) 공개일자 2002년01월12일

(21) 출원번호 10 - 2001 - 7010976
(22) 출원일자 2001년08월27일
 번역문 제출일자 2001년08월27일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2000/09303
(86) 국제출원출원일자 2000년12월27일

(87) 국제공개번호 WO 2001/47655
(87) 국제공개일자 2001년07월05일

(81) 지정국 국내특허 : 대한민국, 미국,
 EP 유럽특허: 독일, 스페인, 프랑스, 영국, 이탈리아,

(30) 우선권주장 JP - P - 1999 - 0037
 1096
 JP - P - 1999 - 0037
 1097
 JP - P - 1999 - 0037 1999년12월27일 일본(JP)
 1098 1999년12월27일 일본(JP)
 JP - P - 2000 - 0039 1999년12월27일 일본(JP)
 3328 2000년12월25일 일본(JP)

(71) 출원인 마츠다 가부시기가이샤
 제임스 이. 미러
 일본국 히로시마켄 아키군 후쥬초 신치 3반 1고

(72) 발명자 노무라세이지
 일본735 - 0028히로시마켄아키군후쥬초신치3반1고마츠다가부시기가이샤내
 겐도도시유키
 일본735 - 0028히로시마켄아키군후쥬초신치3반1고마츠다가부시기가이샤내

(74) 대리인 김창세

심사청구 : 없음

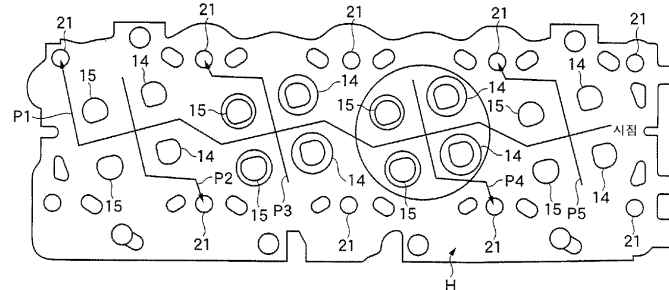
(54) 표면 처리 방법 및 그 처리 부재

요약

하나의 기통에 대하여 서로 대향하는 배기 포트(15) 및 흡기 포트(14) 쌍 사이를 지나도록 실린더 헤드(H)의 길이 방

향의 한쪽 단부로부터 다른쪽 단부를 향해 연속 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 1 경로(P1)와, 이 제 1 경로(P1)의 처리후, 이 제 1 경로(P1)의 종점에 인접하는 기통으로부터 서로 대향하는 한 쌍의 배기 포트(15)와 한 쌍의 흡기 포트(14) 사이를 순차적으로 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 2 경로(P2 내지 P5)를 거쳐, 실린더 헤드(H)의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 예컨대 알루미늄 합금 주물의 표면 처리 방법 및 그 처리 부재에 관한 것이다.

배경기술

최근, 자동차 디젤 엔진의 고 출력화에 따라 연소실 내의 최고 압축 압력도 120kgf/cm^2 정도에서 150kgf/cm^2 정도로 높아져 연소실을 구성하는 실린더 헤드 등의 알루미늄 합금 주물에 대한 열 부하가 높아지고 있고, 열 피로나 열 응력에 대한 내열성을 높이기 위해서 국부적으로(예컨대, 이웃하는 포트 사이(밸브 사이부)에) 재용융 처리를 실시하고 있다(도 30 참조). 또한, 종래와 비교하여 요구되는 재용융 깊이도 커지고 있다.

도 34는 종래의 디젤 엔진용 실린더 헤드의 제조 공정을 설명하는 흐름도이다. 도 35는 도 34의 제조 공정에 있어서의 재용융 처리의 개요를 설명하는 도면이다.

도 34에 도시하는 바와 같이 단계 T1에서는 중간체로서의 실린더 헤드를 주조한다. 단계 T2에서는 주형으로부터 인출하여 탕구를 삭제한다. 단계 T3에서는 주물에 모래 꺼내기를 주목적으로 한 T6 열 처리를 실시한다. 단계 T4에서는 재용융 처리전 가공을 실시한다. 단계 T5에서는 주물을 예열한다. 단계 T6에서는 주물의 밸브 사이부에 재용융 처리를 실시한다. 단계 T7에서는 주물에 다시 T6 열 처리를 실시한다. 단계 T8에서는 마무리 가공을 실시한다.

재용융 처리는 도 35에 도시하는 바와 같이 모래를 꺼낸 주물을 예열하여 피표면 처리 영역에 전극을 근접시키고, 전극과 피표면 처리 부재 사이에 TIG나 플라즈마 아크를 발생시키면서 이동시켜 피처리 조직을 소정 깊이로 용융시켜 다시 응고시킴으로써 금속 조직을 미세화하는 동시에, 주조 결함의 감소를 도모하여 신도를 증가시키는 효과가 있다. 또한, 재용융 처리후에 다시 T6 열 처리를 실시함으로써 재용융 처리에 의한 잔류 응력을 개방한다. 재용융 처리에서는 재용고시의 냉각 속도를 증대시킴으로써 금속 조직을 미세화하고 있다.

다른 표면 처리 방법으로서, 일본국 특허 공개 제 1995-88645 호 공보에는, 밸브 사이부에 모재보다 고상선이 높은 Al-Cu계 합금을 덧댐 용접(built-up welding)함으로써 고강도층을 형성하여, 모재와의 접합성을 개선함과 동시에, 열 피로성의 향상을 도모하는 구조가 개시되어 있다.

또한, 표면 처리 기술과는 다른 기술 분야이지만, 일본국 특허 제 2712838 호 공보에는 2개의 부재의 접합면에 프로브를 회전시키면서 삽입 및 병진시켜, 접합면 근방의 금속 조직을 마찰열에 의해 가소화시켜 결합하는 용접 기술이 개시되어 있다.

또한, 일본국 특허 공개 제 1990 - 183316 호 공보 및 특허 공개 제 2000 - 15426 호에는, 실린더 헤드의 실린더 블럭에 대한 접합면 등의 주물의 표면 처리에 있어서, 선단의 솔더부에 돌출부를 구비한 회전 공구를 회전시키면서 압입하고, 열에 의해 비용융 상태로 교반하는 표면 처리 방법이 개시되어 있다.

그러나, 상기 재용융 처리에서는 밸브 사이부의 열 용량이 작기 때문에, 실린더 헤드로의 열 부하 증가에 대응하기 위해서 처리 깊이를 증가시키고자 입열량을 증가시켜도, 과용융에 의한 상부 붕괴가 발생되어 처리가능한 깊이에 제약이 있다. 또한, 입열량을 증가시키면 처리부의 응고 시간이 길어져 조직의 미세화 효과가 저하함과 동시에 핀홀 결함도 증가하기 때문에, 처리 깊이 증가에 의한 효과가 상쇄되어 목적하는 내열성 향상 효과를 얻기 어렵다.

또한, 입열량을 증가시키면 재용융 처리시의 열 응력에 의한 부재의 붕괴가 발생하기 쉽게 되기 때문에, 부재의 예열이 필요하게 된다. 그 밖에, 마그네슘을 함유하는 모재에서는 용융시에 마그네슘이 증발, 감소하여 재용융 처리후의 T6 열 처리에서 강도 향상대가 작아지므로, 소망하는 기계적 특성을 얻을 수 없게 될 우려가 있다.

품질면에서는, 입열량의 편차나 자기력에 의한 위치 변동 등에 의해 처리 깊이의 편차가 큰 것, 처리부의 핀홀 결함은 모재의 가스 함유량이나 주조(鑄造) 면적률에 의해 영향을 받는 것 등으로부터 품질 안정성을 확보하는 것이 과제로 되고 있다.

생산성 면에서는, 처리부를 용융시키기 때문에 용융 부분의 산화를 방지하기 위한 실드 가스가 필요한 것 외에, 표면 산화물이나 불순물로부터 발생하는 가스에 의한 결함을 방지하기 위해서 처리전에 주조 막을 제거하는 공정이 추가되고 있다. 또한, 처리부에 발생하는 높은 인장 잔류 응력을 해방시키기 위해서 후 열 처리가 필요한 것 등 때문에 비용 절감이 과제로 되고 있다.

또한, 상기 공보에 기재된 덧땀 용접은 생산성 면에서는 덧땀 부재의 공급 방법이, 품질면에서는 핀홀 결함의 억제나 모재 희석률의 안정성 확보가 과제이다. 또한, 모재를 용융시키는 것에 기인하는 과제는 재용융 처리와 마찬가지로 갖고 있다.

한편, 상기 일본국 특허 공개 제 1998 - 183316 호 공보 및 특허 공개 제 2000 - 15426 호에 기재된 기술에서는 소재의 변형을 방지하면서 넓은 영역을 작은 돌출부로 처리하기 위해서는 처리 경로 등을 적절히 설정할 필요가 있다.

본 발명은 상기 과제를 감안하여 성립된 것으로, 그 목적은 소재의 변형에 의한 미충전 결함을 방지하면서 처리 영역을 깊게 할 수 있는 표면 처리 방법 및 그 처리 부재를 제공하는 것이다.

발명의 개시

상술한 과제를 해결하고 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 표면 처리 방법은 오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법이고, 상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 역방향이 되도록 표면 처리를 실시한다.

또한, 본 발명의 표면 처리 방법은 오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법이고, 상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향이 되도록 표면 처리를 실시한다.

또한, 본 발명의 표면 처리 방법은 개구 가공이 실시되는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법이고, 상기 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 회전 공구를 이용하여, 상기 회전 공구에 의한 표면 처리 경로의 종점이 상기 개구 가공을 실시하는 위치가 되도록 표면 처리를 실시한다.

또한, 바람직하게는, 복수의 상기 오목부를 갖고, 상기 회전 공구에 의해 상기 오목부 사이를 개질함과 동시에, 상기 개질 영역이 중첩되도록 상기 표면 처리 경로를 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 표면 처리 경로의 시점을 통과하도록 상기 표면 처리 경로의 중점을 설정한다.

또한, 바람직하게는, 상기 주물은 복수의 기통에 대응하여 한 쌍의 흡기 포트 및 한 쌍의 배기 포트를 갖는 실린더 헤드이고, 상기 한 쌍의 배기 포트와 한 쌍의 흡기 포트 사이를 지나도록 상기 실린더 헤드의 길이 방향에 대하여 연속 처리한 후, 그 위치에 인접한 기통으로부터 상기 배기 포트와 흡기 포트 쌍의 사이를 지나도록 표면 처리를 실시한다.

또한, 본 발명의 표면 처리 부재는 오목부를 갖고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한 처리 부재이고, 상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 역 방향이 되도록 표면 처리가 실시되고 있다.

또한, 본 발명의 표면 처리 부재는 오목부를 갖고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한 처리 부재이고, 상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향이 되도록 표면 처리가 실시되고 있다.

또한, 본 발명의 표면 처리 부재는 개구 가공이 실시되고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 처리 부재이고, 상기 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 회전 공구를 이용하여, 상기 회전 공구에 의한 표면 처리 경로의 중점이 상기 개구 가공을 실시하는 위치가 되도록 표면 처리가 실시되고 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 실시형태의 표면 처리 방법을 실시하기 위한 마찰 교반 장치의 개략도이다.

도 2는 도 1의 핀 형상 공구 부근의 확대도이다.

도 3은 핀 형상 공구의 상세도이다.

도 4는 구면형의 선단 핀 형상을 도시하는 도면이다.

도 5는 원통형의 선단 핀 형상을 도시하는 도면이다.

도 6은 나사골형의 선단 핀 형상을 도시하는 도면이다.

도 7은 본 실시형태의 알루미늄 합금의 성분 비율을 도시하는 도면이다.

도 8A는 선단 핀 길이에 따른 처리 깊이를 도시하는 도면이다.

도 8B는 선단 핀 길이(PL)를 도시하는 도면이다.

도 8C는 최대 처리 깊이(D_{max})를 도시하는 도면이다.

도 9는 핀 형상 공구의 회전수 및 송출 속도에 따른 처리 깊이를 도시하는 도면이다.

도 10은 미충전 결함의 예를 나타내는 도면이다.

도 11은 핀 형상 공구의 여유부를 도시하는 도면이다.

도 12는 본 실시형태의 디젤 엔진용 실린더 헤드의 제조 공정을 설명하는 흐름도이다.

도 13은 밸브 사이부의 표면 처리 순서를 설명하는 도면이다.

도 14는 밸브 사이부의 표면 처리 순서를 설명하는 도면이다.

도 15는 밸브 사이부의 표면 처리 순서를 설명하는 도면이다.

도 16은 밸브 사이부의 표면 처리 순서를 설명하는 도면이다.

도 17은 밸브 사이부의 표면 처리 순서를 설명하는 도면이다.

도 18A는 재용융 처리에 의한 밸브 사이부의 처리 방향을 도시하는 도면이다.

도 18B는 도 18A의 처리 방향에 의한 처리 깊이를 나타내는 단면도이다.

도 19A는 본 실시형태의 마찰 교반 처리에 의한 밸브 사이부 및 처리 방향을 도시하는 도면이다.

도 19B는 도 19A의 처리 방향에 의한 처리 깊이를 핀 형상 공구의 이동 궤적에 대하여 직각 방향에서 본 단면도이다.

도 20은 본 실시형태의 마찰 교반 처리에 의한 밸브 사이부의 처리 깊이를 핀 형상 공구의 이동 궤적에 평행한 방향에서 본 단면도이다.

도 21A는 본 실시형태의 표면 처리가 실시된 금속 조직 및 소재의 단면도이다.

도 21B는 도 21A의 금속 조직 및 소재를 개별적으로 나타내는 단면도이다.

도 22A는 본 실시형태의 표면 처리가 실시된 금속 조직을 나타내는 단면도이다.

도 22B는 재용융 처리가 실시된 금속 조직을 나타내는 단면도이다.

도 23은 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리의 특징을 설명하는 도면으로, 회전공구의 진행 방향 및 소재의 처리 영역 단면을 도시하는 도면이다.

도 24는 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리에 있어서의 제 1 처리 패턴에 의한 소재의 처리 영역 단면을 도시하는 도면이다.

도 25는 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리에 있어서의 제 2 처리 패턴에 의한 소재의 처리 영역 단면을 도시하는 도면이다.

도 26은 포트 단부를 처리하는 경우의 불량한 예를 설명하는 도면이다.

도 27은 포트 단부를 처리하는 경우의 양호한 예를 설명하는 도면이다.

도 28은 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리를 이용한 직렬 다기통의 디젤 엔진의 실린더 헤드의 표면 처리로서, 하나의 처리 경로예를 나타내는 도면이다.

도 29는 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리를 이용한 직렬 다기통의 디젤 엔진의 실린더 헤드의 표면 처리로서, 다른 처리 경로예를 나타내는 도면이다.

도 30은 종래의 재용융 처리를 이용한 직렬 다기통의 디젤 엔진의 실린더 헤드의 표면 처리예를 나타내는 도면이다.

도 31은 교반에 의한 표면 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우와 실시하지 않은 경우의 경도를 비교하여 도시하는 도면이다.

도 32는 T6 열 처리만, 교반에 의한 표면 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우, 재용융 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우의 인장 강도와 신도 특성을 비교하여 도시하는 도면이다.

도 33은 열 처리의 차이에 따라 변화되는 초기 경도와 열 피로 수명과의 관계를 도시하는 도면이다.

도 34는 종래의 디젤 엔진용 실린더 헤드의 제조 공정을 설명하는 흐름도이다.

도 35는 재용융 처리의 개요를 설명하는 도면이다.

발명의 상세한 설명

이하에, 본 발명의 실시형태에 대하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 실시형태의 표면 처리 방법을 실시하기 위한 마찰 교반 장치의 개략도이다. 도 2는 도 1의 회전 공구 부근의 확대도이다. 도 3은 회전 공구의 상세도이다. 도 4는 구면형의 돌출부 형상을 갖는 회전 공구를 도시하는 도면이다. 도 5는 원통형의 돌출부 형상을 갖는 회전 공구를 도시하는 도면이다. 도 6은 나사골형의 돌출부 형상을 갖는 회전 공구를 도시하는 도면이다.

본 실시형태의 마찰 교반에 의한 표면 처리는, 표면 처리 부재의 일례로서 알루미늄 합금 주물을 대상으로 하고 있고, 특히 자동차의 실린더 헤드에 형성되는 이웃하는 포트 사이(밸브 사이부)나 피스톤, 브레이크 디스크 등의 표면 개질 처리에 이용되고, 알루미늄 합금 주물의 표면 개질 영역을 마찰열에 의해 용융시킴이 없이 교반시킴으로써, 금속 조직의 미세화나 공정(共晶) 실리콘(Si) 입자의 균일 분산화, 주조 결함의 감소를 도모하여, 열 피로(저 사이클 피로) 수명이나 신도, 내충격성 등의 재료 특성에 있어서 종래의 재용융 처리 이상의 것을 얻을 수 있다.

여기서, 용융시키지 않고 교반하는 상태란, 모재에 함유되는 각 성분 또는 공정 화합물 중에서 가장 융점이 낮은 것보다도 더 낮은 온도 하에서 마찰열에 의해 금속을 연화시켜 교반하는 것을 의미한다.

도 1 내지 도 3에 도시하는 바와 같이, 마찰 교반 장치(1)는 구 형상의 비소모형 돌출부(2)가 그 선단의 솔더부(3)에 고정 또는 장착된 원통 형상의 회전 공구(4)와, 이 회전 공구(4)를 회전시키고 돌출부(2)를 회전 구동시키면서, 표면 처리 부재의 표면 개질 영역에 대하여 가압하면서 상대적으로 이동시키는 공구 구동 수단(5)을 구비한다.

공구 구동 수단(5)으로는 모터 등에 의해 회전 공구(4)가 회전가능하고, 또한 송출 나사 기구나 로봇 아암 등에 의해 회전 공구(4)를 상하 좌우 모든 방향으로 이동가능한 장치로서, 회전 공구(4)의 회전수, 송출 속도 및 가압력을 제어할 수 있는 것이 이용된다. 다른 형태에서는 회전 공구(4)를 회전가능하게 축으로 지지함과 동시에, 표면 처리 부재를 상대적으로 상하 좌우 모든 방향으로 이동시킬 수도 있다.

돌출부(2)와 회전 공구(4)의 솔더부(3)는, 알루미늄 합금보다도 경도가 높은 철강재로 이루어지고, 돌출부(2)의 형상이 소정 반경의 구면으로 형성되어 있다. 회전 공구(4)는 솔더부(3)에 돌출부(2)가 형성된 제 1 원통 축(6), 이 제 1 원통 축(6)의 상단부에 연결된 보다 큰 직경의 제 2 원통 축(7), 및 이 제 2 원통 축(7)의 상단부에 연결된 제 1 원통 축(6)보다 큰 직경으로 제 2 원통 축(7)보다 작은 직경의 제 3 원통 축(8)으로 구성되어 있다. 제 3 원통축(8)은 공구 구동 수단(5)에 장착된다.

돌출부(2)의 형상은 구면형(도 4) 이외에, 원통형(도 5), 나사골형(도 6) 등이 있지만, 특히 핀 외주에 나사 홈이 형성된 나사골형이 교반 능력이 높으므로 바람직하다.

본 실시형태에서는 도 7에 도시하는 바와 같이, 표면 처리 부재로서 JIS에서 규격화된 알루미늄 합금인 AC4D를 일례로서 이용하지만, 알루미늄 합금의 마그네슘(Mg) 함유율로서 0.2 내지 1.5중량%, 실리콘(Si) 함유율로서 1 내지 24 중량%, 바람직하게는 4 내지 13중량%의 범위로 조성 비율을 변경할 수 있다. 그 밖에 AC4B, AC2B, 피스톤에 이용하는 AC8A 등도 이용할 수 있다. 실리콘 함유율의 상한을 24%로 설정하는 이유는, 그 이상 실리콘을 증가시키더라도 재료 특성이나 주조성이 포화됨과 동시에 교반성이 악화되기 때문이다.

마그네슘을 함유하는 알루미늄 합금 주물은 열 처리에 의해 $Mg < \text{SUB} > 2 < / \text{SUB} > Si$ 를 석출시켜 강도가 높아진다. 그런데, 재용융 처리와 같이 용융시켜 금속 조직을 미세화시키는 경우에는, 저융점(650°C)의 마그네슘이 증발하여 함유량이 저하하는 일이 있다. 그리고, 마그네슘 함유량이 저하하면 열 처리를 실시하더라도 경도나 강도가 저하하여 소망하는 재료 특성이 얻어지지 않게 된다.

한편, 마찰 교반에 의한 표면 처리에서는, 금속 조직을 용융시키지 않으므로 마그네슘이 증발하는 일도 없기 때문에, 알루미늄 합금 주물은 열 처리에 의해 $Mg < \text{SUB} > 2 < / \text{SUB} > Si$ 를 석출시켜서 강도가 높아지는 것이다.

알루미늄 합금에 실리콘을 첨가함으로써, 주조성(용탕의 유동성, 인발 특성, 내열간분할성)은 향상하지만, 공정 실리콘이 일종의 결함으로서 작용하여 기계적 특성(신도)이 저하한다.

공정 실리콘은 딱딱하고 무르며 균열 발생의 기점이나 전파 경로가 되기 때문에 신도가 저하한다. 또한, 밸브 사이부와 같이 반복하여 열 응력을 받는 부위에서는 그 피로 수명이 저하한다. 그리고, 금속 조직에서는 덴드라이트를 따라 공정 실리콘이 연결된 형태를 나타내고 있지만, 공정 실리콘을 미세화하여 균일하게 분산시킴으로써 응력 집중에 의한 균열의 발생과, 발생한 균열의 전파를 억제하는 것이 가능해진다.

도 8A는 돌출부 길이에 따른 처리 깊이를 도시하는 도면이고, 도 8B는 돌출부 길이(PL)를 도시하는 도면이며, 도 8C는 최대 처리 깊이($D_{\max}$)를 도시하는 도면이다. 도 9는 회전 공구의 회전 수 및 송출 속도에 따른 처리 깊이를 도시하는 도면이다.

본 실시형태에서는 돌출부 길이(PL)를 요구 깊이의 80 내지 90%로 설정한다. 요구 깊이는 돌출부 길이의 1.1 내지 1.2배가 되고, (0) 내지 10mm 정도까지 설정 가능하다. 또한, 도 8A에 도시하는 바와 같이 최대 처리 깊이($D_{\max}$)는 돌출부 길이(PL)에 비례(돌출부 길이의 1.1 내지 1.2배)하여 커지고, 최대 처리 폭도 돌출부 직경에 비례하여 커진다. 또한, 도 9에 도시하는 바와 같이 최대 처리 깊이($D_{\max}$)는 돌출부 길이(PL)로 결정되고, 회전수나 송출 속도에 의한 영향은 적다고 말할 수 있다. 또한, 도 9에 예시하는 재용융 처리에 의한 최대 처리 깊이와 비교하여 편차는 작게 되어 신뢰성을 높일 수 있다.

본 실시형태와 같이 연소실 내의 최고 압축 압력이 150kgf/cm² 정도로 높은 실린더 헤드의 밸브 사이부를 표면 처리하는 경우에는, 생산성을 고려하여 회전 공구의 회전수를 1200 내지 2400rpm, 송출 속도를 30 내지 150mm/min, 최대 처리 깊이($D_{\max}$)를 마무리 가공 후에 4mm 이상(가공 설정값 1mm 이하)으로 설정하는 것이 바람직하다.

도 10은 미충전 결함의 예를 나타내는 도면이다. 도 11은 회전 공구의 경사 각도를 도시하는 도면이다.

또한, 상기 처리 조건에 있어서 회전 공구가 처리 표면에 대하여 수직(회전공구의 경사각 θ 가 0°)이면, 도 10에 나타내는 회전 공구의 각(角)부 근방에 발생하는 미충전 결함의 방지가 어렵다. 또한, 경사각 θ 가 5°보다 커지면 회전 공구(4)의 솔더부(3)의 에지에서 처리 표면에 깊은 홈이 형성되어 거친 부분이 많이 생성되기 때문에 외관이 나빠지는 동시에, 마무리 가공시에 설정값이 커져 바람직하지 못하다. 그래서, 도 11에 도시하는 바와 같이 회전 공구(4)를 표면 처리 영역 면에 대해 송출 방향과는 반대 방향으로 경사각 θ 를 $0^\circ < \theta \leq 5^\circ$ 의 범위로 기울인 상태로 이동시킴으로써, 미충전 결함을 억제하고 처리 깊이나 송출 속도를 보다 높여 생산성을 향상시킬 수 있다.

[실린더 헤드의 제조 방법]

다음으로, 본 실시형태에 의한 디젤 엔진용 실린더 헤드의 제조 공정에 대하여 설명한다.

도 12는 본 실시형태의 디젤 엔진용 실린더 헤드의 제조 공정을 설명하는 흐름도이다.

도 12에 도시하는 바와 같이 단계 S1에서는 중간체로서의 실린더 헤드를 알루미늄 합금으로 주조한다. 단계 S2에서는 주물을 주조 틀로부터 인출하여 탕구를 삭제한다. 단계 S3에서는 주조 틀로부터 인출한 주물에 모래 꺼내기를 주목적으로 한 T6열 처리를 실시한다. 단계 S4에서는 주물의 밸브 사이부에 마찰 교반에 의해 표면 처리를 실시한다. 단계 S5에서는 주물에 다시 T6 열 처리를 실시하여 경도나 강도를 증가시킨다. 단계 S6에서는 마무리 가공을 실시한다.

이상과 같이, 마찰 교반에 의한 표면 처리를 함으로써 도 34의 단계 T4의 재용융 처리전 가공, 단계 T5의 주물 예열, 재 T6 열 처리가 불필요해지기 때문에, 종래와 비교하여 제조 공정을 간략화하여 제조 비용의 삭감을 도모할 수 있다.

[마찰교반에 의한 표면 처리]

다음으로, 도 12의 마찰 교반 처리에 대하여 설명한다.

< 제 1 실시형태의 표면 처리 >

도 13 내지 도 17은 제 1 실시형태로서 밸브 사이부의 마찰 교반 처리 순서를 설명하는 도면이다.

마찰 교반 처리의 전 공정으로서, 도 13에 도시하는 바와 같이 실린더 헤드(H)를 주조할 때에, 이웃하는 흡기 포트(14) 및 배기 포트(15)의 중심을 잇는 선(L1)을 따른 밸브 사이부(10)의 각 포트의 연장 부분에 여유부(11)와 주조 인출 구멍(12)을 갖는 중간체를 형성한다. 주조 인출 구멍(12)은 주조 후에 드릴 등으로 가공할 수도 있고, 돌출부(2)의 직경 및 길이와 대략 동일한 치수로 형성된다.

다음으로, 도 14에 도시하는 바와 같이 돌출부(2)를 회전 구동시키면서 주조 인출 구멍(12)에 삽입하여 위치를 결정함과 동시에, 회전 공구(4)의 솔더부(3)를 밸브 사이부(10)의 표면에 가압하여 처리 깊이를 정한다.

이어서, 도 15에 도시하는 바와 같이 이웃하는 포트의 중심을 잇는 선(L1)을 돌출부(2)의 이동 궤적으로 하고, 공구 구동 수단(5)에 의해서 돌출부(2)를 한쪽 여유부(11)의 주조 인출 구멍(12)을 시점으로 하여 다른쪽 여유부(11)로 이동 궤적을 따라 마찰에 의해 교반하면서 이동시킨다. 이 때, 밸브 사이부 표면에는 회전 공구(4)의 솔더부(3)의 가압에 의해 선(L1)을 따라 원호 형상의 홈(16)이 형성된다.

또한, 도 16에 도시하는 바와 같이 돌출부(2)를 다른쪽 여유부(11)까지 이동시킨 후, 밸브 사이부(11)로부터 이간시킨다. 이 때, 다른쪽 여유부(11)에는 돌출부(2)의 종점으로서 종단 구멍(13)이 형성된다.

최후로, 도 17에 도시하는 바와 같이 여유부(11)를 삭제하여 흡기 포트(14) 및 배기 포트(15)를 마무리 가공한다.

도 18A는 재용융 처리에 의한 밸브 사이부의 처리 방향을 도시하는 도면이고, 도 18B는 도 18A의 처리 방향에 의한 처리 깊이를 나타내는 단면도이다. 도 19A는 본 실시형태의 마찰 교반 처리에 의한 밸브 사이부 및 처리 방향을 도시하는 도면이고, 도 19B는 도 19A의 처리 방향에 의한 처리 깊이를 회전 공구의 이동 궤적에 대하여 직각 방향에서 본 단면도이다. 도 20은 본 실시형태의 마찰 교반 처리에 의한 밸브 사이부의 처리 깊이를 돌출부의 이동 궤적에 평행한 방향에서 본 단면도이다.

상기 표면 처리에 있어서, 이웃하는 흡기 포트(14)와 배기 포트(15)의 중심을 잇는 선(L1)을 돌출부(2)의 이동 궤적

으로 하여 밸브 사이부(10)를 최단 거리로 횡단시킴으로써, 도 19A, 도 19B 및 도 20에 도시하는 바와 같이 밸브 사이부(10)의 분할 발생 방향으로 처리되기 때문에, 도 18A 및 도 18B와 같이 밸브 사이부(10)의 분할 발생 방향에 대하여 직각으로 처리하는 재용융 처리와 비교하여 밸브 사이부(10)의 처리 깊이를 용이하게 증가시킬 수 있다. 또한, 돌출부(2)의 이동 궤적은 이웃하는 포트의 중심을 잇는 선 뿐만 아니라, 다른 분할이 발생하기 쉬운 영역에 설정하는 것도 가능하다.

도 21A는 본 실시형태의 표면 처리가 실시된 금속 조직 및 모재의 단면도이고, 도 21B는 도 21A의 금속 조직 및 모재를 개별적으로 나타내는 단면도이다. 도 22A는 본 실시형태의 표면 처리가 실시된 금속 조직을 나타내는 단면도이고, 도 22B는 재용융 처리가 실시된 금속 조직을 나타내는 단면도이다.

도 21A 및 도 21B에 도시하는 바와 같이 마찰 교반에 의한 표면 처리를 실시함으로써 미세한 공정 실리콘이 균일하게 분산되어, 구멍 결함이 없는 금속 조직을 형성할 수 있다. 또한, 도 22A 및 도 22B에 도시하는 바와 같이 재용융 처리와 같은 정도의 미세한 금속 조직을 형성할 수 있다.

< 제 2 실시형태의 표면 처리 >

도 23에 도시하는 바와 같이 돌출부 형상이 좌나사형으로 우회전되는 회전 공구에 의한 처리 영역 단면은, 상기 공구의 돌출부를 중심으로 소재가 내부에 가압 밀착되도록 교반되고, 상기 공구의 회전 방향에 대하여, 소재의 유동이 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향인 부분은 소성 유동이 얇은 위치가 되는, 처리 깊이가 얇아 면적이 좁은 영역(R1)이 되고, 역 방향인 부분은 소성 유동이 깊은 위치가 되는, 처리 깊이가 깊어 면적이 넓은 영역(R2)이 된다. 이 영역(R1)과 영역(R2)의 차이는 회전 공구와 소재의 상대 속도가, 공구의 회전과 같은 방향에서는 빠르기 때문에 빠르고 좁게 교반되고, 역 방향에서는 상대 속도가 늦기 때문에 느리고 넓게 교반되기 때문이라고 생각된다.

또한, 회전 공구의 돌출부 형상은 나사골형에 한정되지 않고, 구면형(도 4)이나 원통형(도 5)도 적용가능하다.

제 2 실시형태의 마찰 교반 처리에서는 이 특성을 이용하여 도 24에 나타내는 소성 유동이 얇은 영역(R2)을 중첩시켜 처리 깊이를 대략 균일해지도록 복수의 처리 경로(예컨대, 왕복 경로)를 설정하는 제 1 처리 패턴과, 반대로 도 25에 나타내는 소성 유동이 깊은 영역(R1)을 중첩시켜 처리 깊이를 억제하여 소재의 유출을 억제하는 제 2 처리 패턴을 나누어 이용하는 것이다. 이것에 의해, 넓은 영역을 작은 돌출부를 갖는 회전 공구에 의해 처리할 수 있는 동시에, 제 1 처리 패턴에서는 도 26에 도시하는 바와 같이 실린더 헤드의 표면 처리에 있어서 포트 단부에 될 수 있는 한 접근시켜 처리할 때에, 포트 단부의 얇은 측에 좁은 영역(R1)이 오도록 처리하면, 도 27에 나타난 바와 같은 포트 단부의 변형을 피할 수 있다. 또한, 제 1 및 제 2 처리 패턴에서는 최대 처리 깊이가 대략 같은 높이가 되도록 중첩시켜, 회전 공구의 솔더부의 소재에 대한 압입량이 결정된다.

한편, 돌출부를 갖는 회전 공구를 이용한 표면 처리의 결점은 처리 경로의 종점에 돌출부의 종단 구멍이 남아 버리는 상황에 있다. 또한, 처리 시점에 있어서도 결함이 발생하기 쉽고, 이것을 해결하기 위해서, 시점을 통과하도록 처리 경로를 설정한다. 또한, 실린더 헤드 등의 볼트 개구 가공이 후공정에서 실시되는 주물의 표면을 처리하는 경우에는, 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 돌출부를 이용하여, 처리 경로의 종점을 개구 가공을 실시하는 위치에 설정한다. 이것에 의해, 제품에 종단 구멍이 남지 않도록 할 수 있다.

다음으로, 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리를 이용한 직렬 다기통의 디젤 엔진의 실린더 헤드의 표면 처리에 대하여 설명한다.

도 28에 도시하는 바와 같이 실린더 헤드(H)는 복수의 기통에 대응하여 한 쌍의 흡기 포트(14), 한쌍의 배기 포트(15), 및 도시하지 않은 실린더 블럭에 체결하기 위해서 복수의 장력 볼트 구멍(21)을 갖는다. 여기서, 흡기 포트는 흡기량을 얻기 위해서 가능한 한 크게 하고자 하는 요구가 있기 때문에, 이웃하는 흡기 포트 사이는 좁게 되고 얇게 된다. 제 2 실시형태의 마찰 교반 처리는 이러한 부위의 처리에 특히 유효하다.

그리고, 하나의 처리 경로예로서, 도 28에 도시하는 바와 같이 하나의 기통에 대하여 서로 대향하는 배기 포트(15) 및 흡기 포트(14) 쌍의 사이를 지나도록 실린더 헤드(H)의 길이 방향의 한쪽 단부로부터 다른쪽 단부를 향해 연속 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 1 경로(P1)와, 이 제 1 경로(P1)의 처리후, 이 제 1 경로(P1)의 종점에 인접하는 기통으로부터 서로 대향하는 한 쌍의 배기 포트(15)와 한 쌍의 흡기 포트(14)의 사이를 순차적으로 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 2 경로(P2 내지 P5)를 지나서, 실린더 헤드(H)의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한다.

또한, 상기 제 1 처리 패턴에 관한 다른 처리 경로예로서, 도 29에 도시하는 바와 같이 1개의 기통에 대하여 서로 대향하는 배기 포트(15) 및 흡기 포트(14) 쌍의 사이를 지나도록 실린더 헤드(H)의 길이 방향의 한쪽 단부로부터 다른쪽 단부를 향하여 연속 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 1 왕로 경로(Q1)와, 이 제 1 왕로 경로(Q1)와는 반대 방향으로 병렬로 배기 포트(15) 및 흡기 포트(14) 쌍의 사이를 지나도록 실린더 헤드(H)의 길이 방향의 다른쪽 단부로부터 한쪽 단부를 향해 연속 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 1 귀로 경로(Q2)와, 이 제 1 귀로 경로(Q2)의 처리후, 이 제 1 귀로 경로(Q2)의 종점에 인접하는 기통으로부터 서로 대향하는 한 쌍의 배기 포트(15)와 한 쌍의 흡기 포트(14) 사이를 왕복하고 귀로에 있어서 왕로의 시점(Qs)을 통과하도록 순차적으로 처리하여 장력 볼트 구멍(21)을 종점으로 하는 제 2 왕복 경로(Q3 내지 Q6)를 지나서, 실린더 헤드(H)의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한다.

이와 같이, 실린더 헤드(H)에 대하여 처리 경로를 설정함으로써 넓은 영역을 필요한 부위만 처리할 수 있기 때문에, 잔류 응력을 감소시킬 수 있고 처리 시간도 단축할 수 있다. 한편, 도 30에 도시하는 바와 같이 포트(14, 15) 사이를 8자 형상으로 재용융 처리하는 경우에는, 포트(14, 15) 사이의 대략 전 영역을 처리할 필요가 있다.

또한, 처리 시간을 단축할 수 있음으로써 소재의 변형을 억제할 수 있다. 한편, 상기 8자 형상으로 재용융 처리하는 경우에는 처리 경로는 짧게 되지만, 포트 근방을 통과하기 때문에 소재의 변형이 일어나기 쉽다.

또한, 왕복 경로에서는 왕로 경로와 귀로 경로 소재의 온도 분포가 다르기 때문에, 소재가 변형되기 어려운 이점이 있다. 상기 8자 형상으로 처리하는 경우에는, 처리 영역이 중복되는 부분의 소재 저장량이 감소하여 소재의 변형이 일어나기 쉽다.

상기 실린더 헤드의 표면 처리에서는 회전 공구의 경사각 θ 를 0° , 회전수를 600 내지 1000rpm, 송출 속도를 300 내지 500mm/min, 돌출부 길이를 5.8mm, 돌출부 직경을 7 ± 1 mm, 솔더부 직경을 15 ± 1 mm로 하고, 처리 깊이가 6 내지 6.5mm, 제 1 경로의 처리 폭이 7.5 내지 8mm, 제 2 경로의 처리 폭이 15mm가 되도록 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 돌출부 직경과 솔더부 직경은 $2 \leq \text{솔더부}/\text{돌출부} < 4$ 로서 각 치수를 설정한다. 또한, 솔더부 소재의 처리 표면에 대한 압입량은 1mm 이하로 설정한다.

[표면 처리후의 열 처리]

도 31은 교반에 의한 표면 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우와 실시하지 않은 경우의 경도를 비교하여 도시하는 도면이다. 도 32는 T6 열 처리만, 교반에 의한 표면 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우, 및 재용융 처리후에 T6 열 처리를 실시한 경우의 기계적 특성을 비교하여 도시하는 도면이다. 도 33은 열 처리의 차이에 따라 변화되는 초기 경도와 열 피로 수명과의 관계를 도시하는 도면이다.

상기 마찰 교반에 의한 표면 처리에 더하여, 마무리 가공 전에 열 처리를 실시하면, 열 처리를 실시하지 않은 경우와 비교하여, 도 31에 도시하는 바와 같이 표면 처리 조직 및 그 하층의 소재의 경도(Hv)를 함께 증대시킬 수 있다. 또한, 도 32에 도시하는 바와 같이 T6 처리만 실시한 것, 재용융 처리후에 T6 열 처리를 실시한 것, 및 마찰 교반 처리만 실시한 것의 각 기계적 특성에 비해 우수한 인장 강도 및 신도 특성을 얻을 수 있다.

또한, 도 33으로부터 알 수 있듯이, 열 처리를 실시하지 않은 쪽이 초기 경도가 낮고 신도 특성이 높기 때문에, 열 피로 수명이 높아져 열 충격에 대한 강도가 커진다. 따라서, 큰 열 피로 강도가 요구되는 부위에는 마찰 교반 처리만을 실시한 신도 특성이 높은 상태로 사용하는 것이 유효하다.

이에 대하여, 열 피로와 기계적인 고 사이클 피로가 중첩되는 부위에는, 신도 뿐만 아니라 강도도 필요하게 되므로 높은 강도와 신도를 양립시키기 위해서, 마찰 교반 처리와 T6 열 처리를 실시하는 것이 유효하다. 또한, 열의 영향으로 처리 조직 근방이 연화되어 강도가 저하하는 경우에도, T6 열 처리는 강도를 회복하는 데 유효하다.

열 처리의 일례로서, JIS 규격의 T6 열 처리(용체화 처리와 시효 처리)가 유효하다. 용체화 처리는 용체화 온도(535°C)($\pm 5^\circ\text{C}$)로 4시간 유지한 후에 끓는 물로 담금질한다. 시효 처리는 시효 온도 180°C($\pm 5^\circ\text{C}$)로 6시간 유지한 후에 공기 냉각한다.

산업상 이용 가능성

이상 설명한 바와 같이, 오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질할 때에, 오목부의 가장 근접한 영역에서의 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 역 방향이 되도록 표면 처리를 실시함으로써, 소재의 변형에 의한 미충전 결함을 방지하면서 처리 영역을 넓게 할 수 있다.

또한, 바람직하게는 오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질할 때에, 오목부의 가장 근접하는 영역에서의 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향이 되도록 표면 처리를 실시함으로써, 비용융 처리 때문에 오목부 둘레부의 솔더부 봉괴를 방지하면서 처리 영역을 넓게 할 수 있다.

또한, 바람직하게는 개구 가공이 실시되는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질할 때에, 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 회전 공구를 이용하여, 회전 공구에 의한 표면 처리 경로의 종점이 개구 가공을 실시하는 위치가 되도록 표면 처리를 실시함으로써, 제품에 종단 구멍을 남기지 않고 마무리할 수 있다.

또한, 바람직하게는 복수의 오목부를 갖고, 회전 공구에 의해 오목부 사이를 개질함과 동시에, 상기 개질 영역이 중첩하도록 표면 처리 경로를 설정함으로써, 소재의 변형에 의한 미충전 결함을 방지하면서 처리 영역을 넓고 깊게 할 수 있다.

또한, 바람직하게는 표면 처리 경로의 시점을 통과하도록 상기 표면 처리 경로의 종점을 설정함으로써, 제품에 종단 구멍을 남기지 않고 마무리할 수 있다.

또한, 바람직하게는 주물은 복수의 기통에 대응하여 한 쌍의 흡기 포트 및 한 쌍의 배기 포트를 갖는 실린더 헤드이고, 한 쌍의 배기 포트와 한 쌍의 흡기 포트의 사이를 지나도록 실린더 헤드의 길이 방향에 대하여 연속 처리한 후, 그 위치에 인접하는 기통으로부터 상기 배기 포트와 흡기 포트 쌍 사이를 지나도록 표면 처리를 실시함으로써, 실린더 헤드의 포트 단부의 변형에 의한 미충전 결함을 방지하면서 처리 영역을 넓고 깊게 할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법으로서,

상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 역 방향이 되도록 표면 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 2.

오목부를 갖는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법으로서,

상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향이 되도록 표면 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 3.

개구 가공이 실시되는 주물의 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 표면 처리 방법으로서,

상기 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 회전 공구를 이용하여, 상기 회전 공구에 의한 표면 처리 경로의 종점이 상기 개구 가공을 실시하는 위치가 되도록 표면 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 상기 오목부를 갖고, 상기 회전 공구에 의해 상기 오목부 사이를 개질함과 동시에, 상기 개질 영역이 중첩되도록 상기 표면 처리 경로를 설정하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 5.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 표면 처리 경로의 시점을 통과하도록 상기 표면 처리 경로의 종점을 설정하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 6.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 주물은 복수의 기통에 대응하여 한 쌍의 흡기 포트 및 한 쌍의 배기 포트를 갖는 실린더 헤드이고,

상기 한 쌍의 배기 포트와 한 쌍의 흡기 포트 사이를 지나도록 상기 실린더 헤드의 길이 방향에 대하여 연속 처리한 후, 그 위치에 인접하는 기통으로부터 상기 배기 포트와 흡기 포트 쌍의 사이를 지나도록 표면 처리를 실시하는 것을 특징으로 하는 표면 처리 방법.

청구항 7.

오목부를 갖고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한 처리 부재로서,

상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 역 방향이 되도록 표면 처리가 실시된 것을 특징으로 하는 처리 부재.

청구항 8.

오목부를 갖고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질한 처리 부재로서,

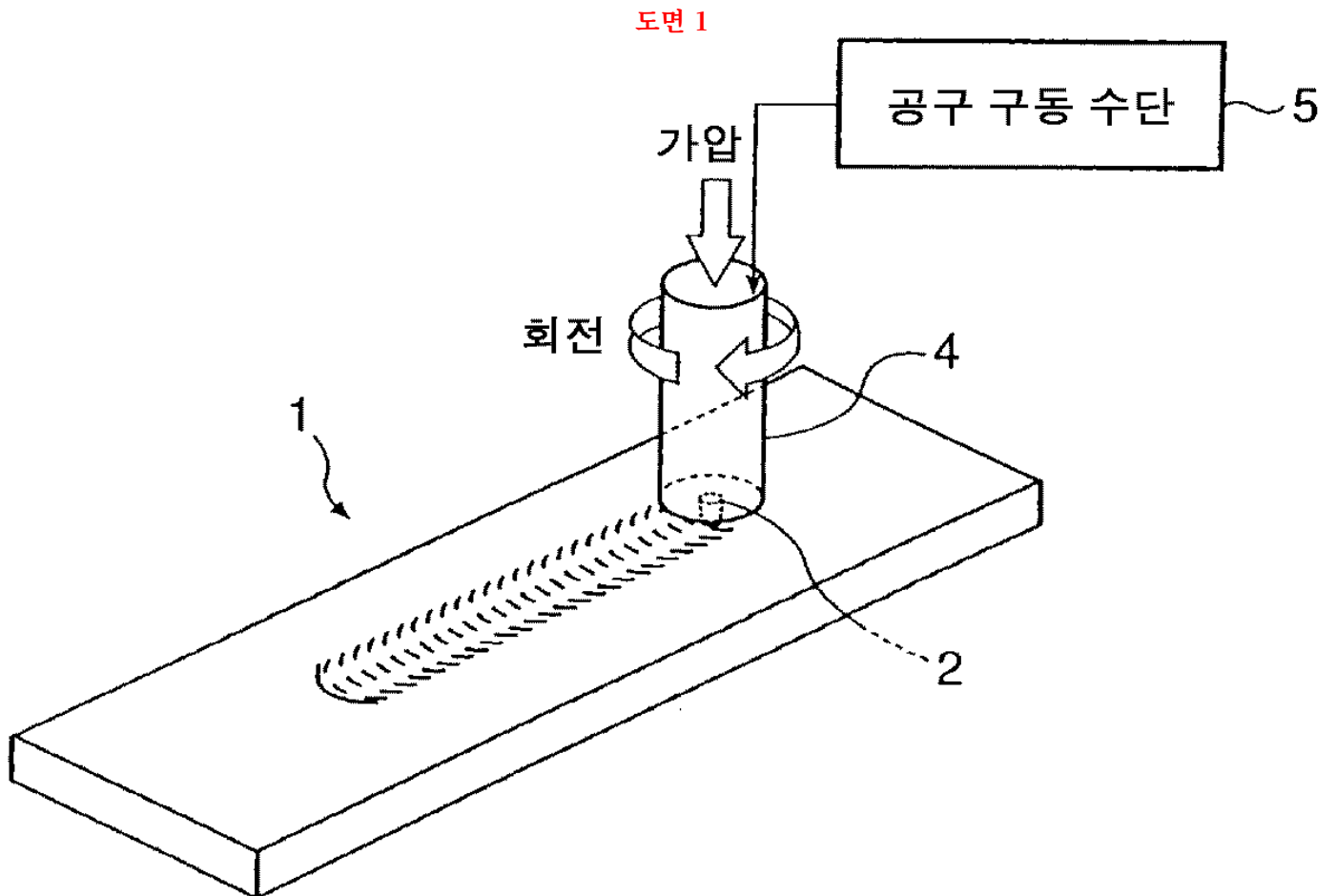
상기 오목부의 가장 근접한 영역에서의 상기 회전 공구의 표면 처리 경로가, 상기 오목부와 회전 공구 사이의 소재의 유동이 상기 회전 공구의 진행 방향에 대하여 같은 방향이 되도록 표면 처리가 실시된 것을 특징으로 하는 처리 부재.

청구항 9.

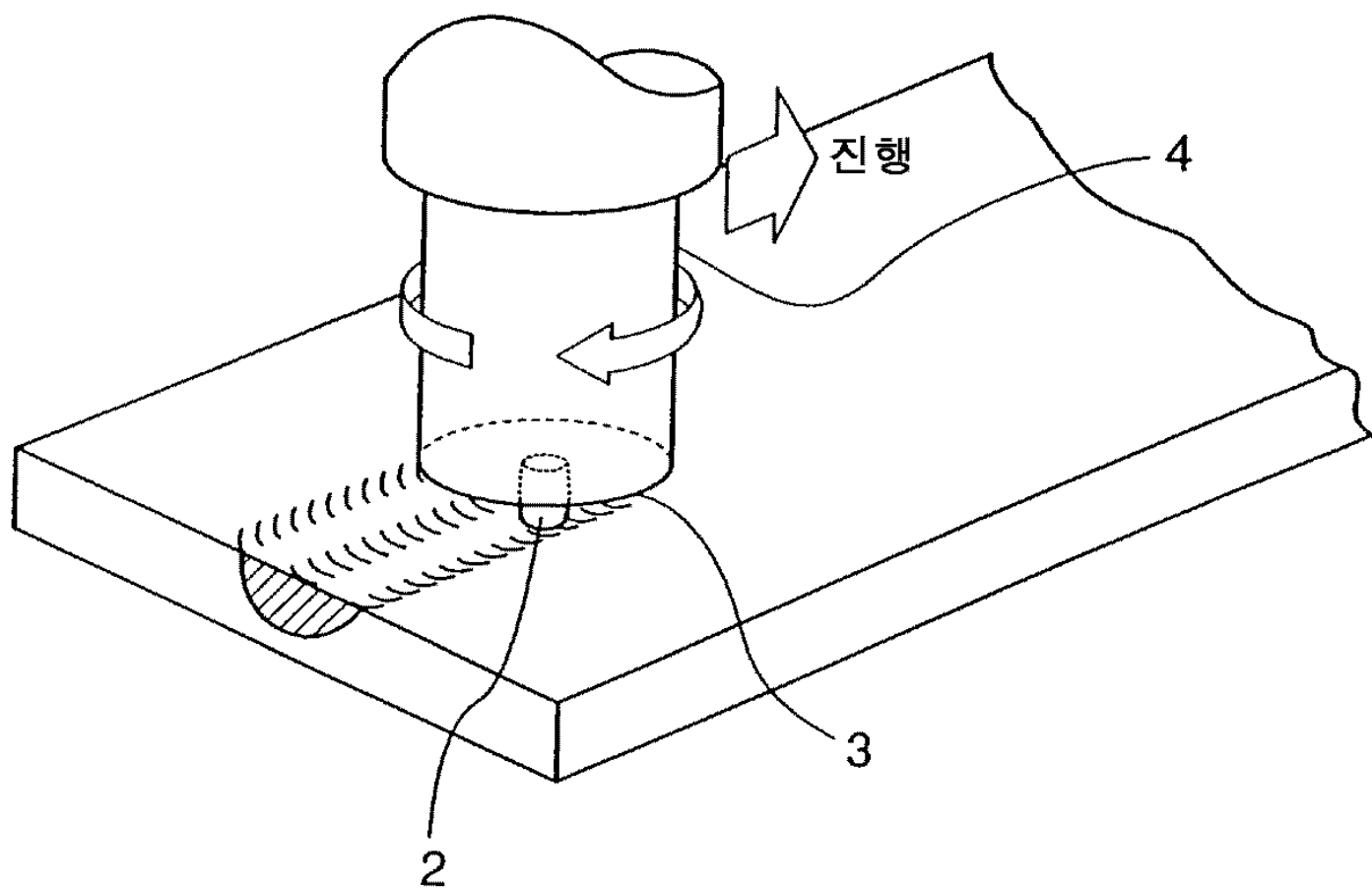
개구 가공이 실시되고, 그 표면을 회전 공구의 열에 의해 용융시킴이 없이 교반하여 개질하는 처리 부재로서,

상기 개구 가공에 있어서의 구멍 직경보다 작은 직경의 회전 공구를 이용하여, 상기 회전 공구에 의한 표면 처리 경로의 종점이 개구 가공을 실시하는 위치가 되도록 표면 처리가 실시된 것을 특징으로 하는 처리 부재.

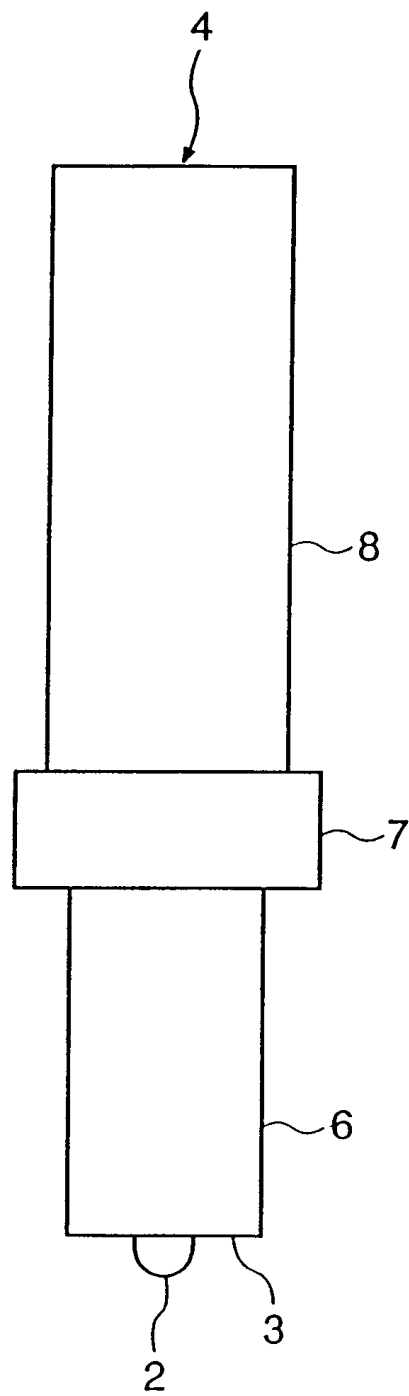
도면



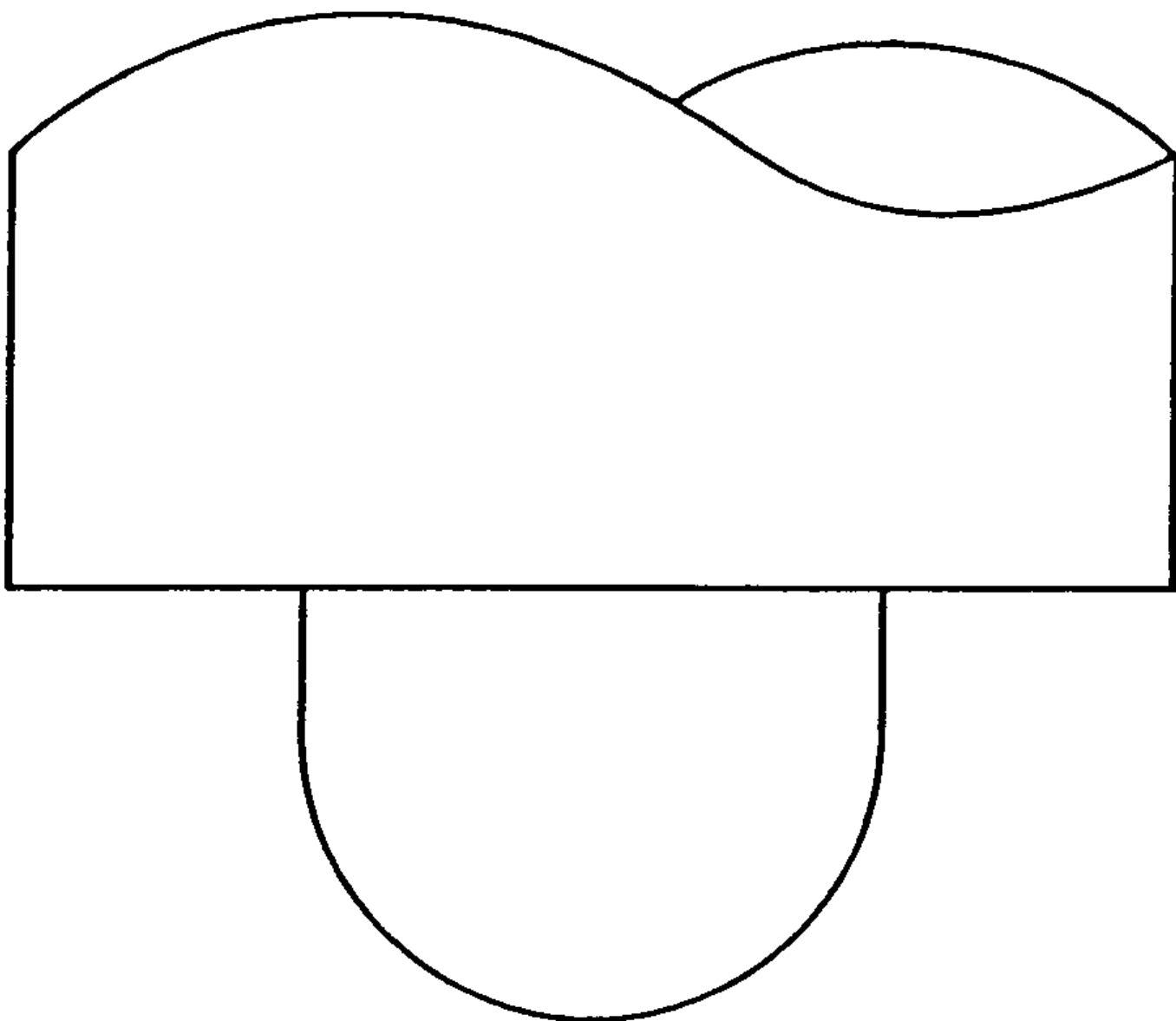
도면 2



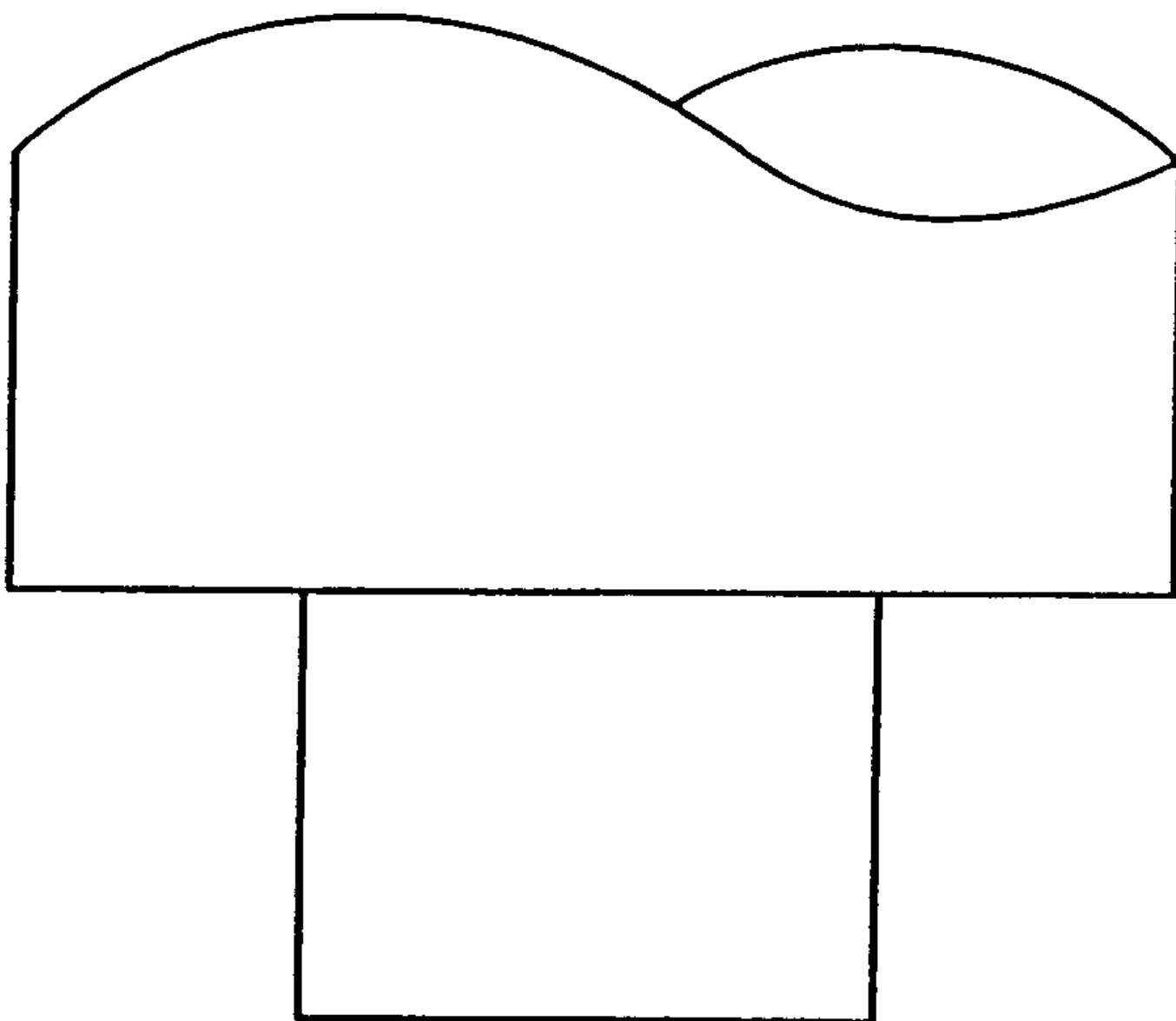
도면 3



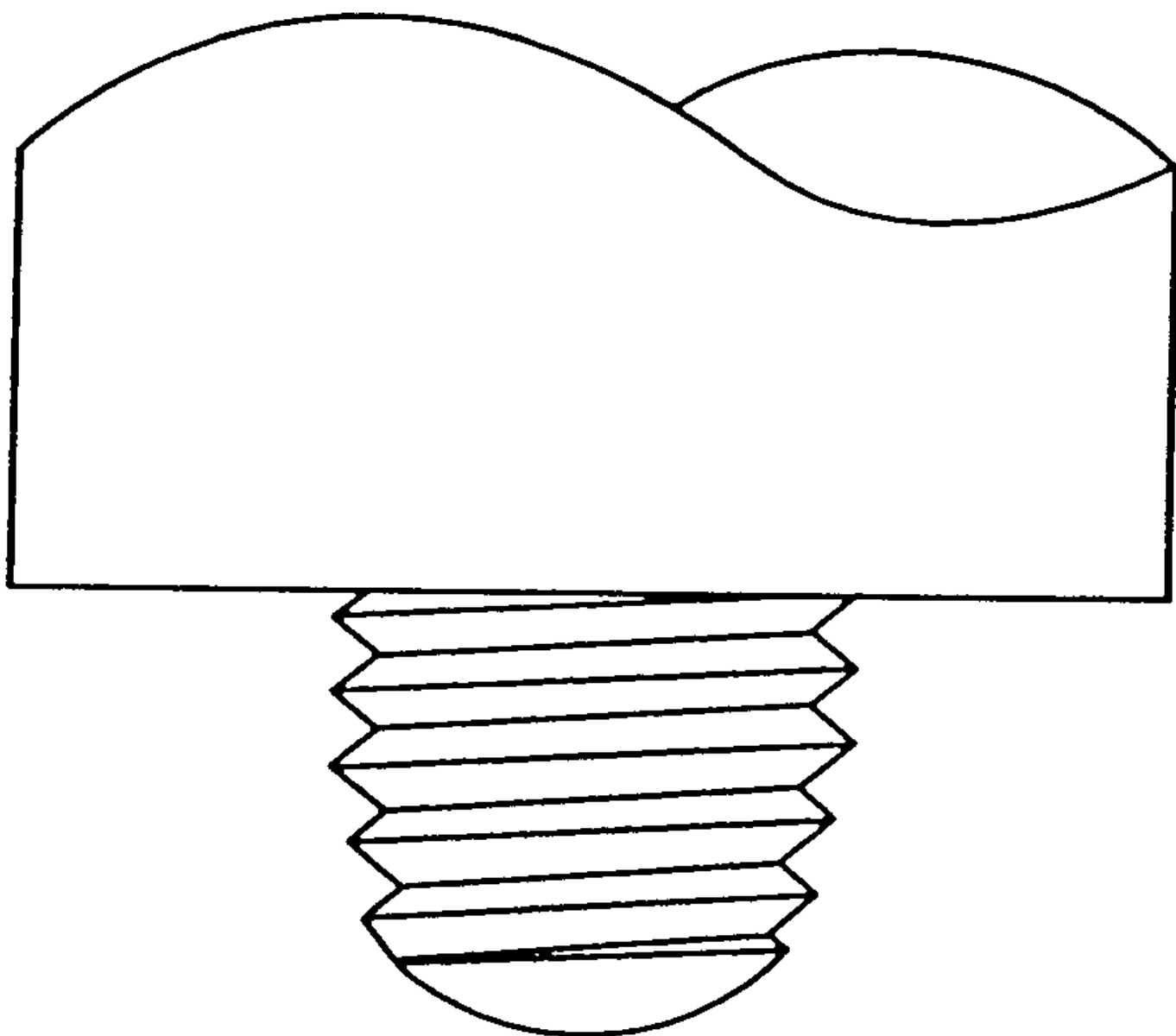
도면 4



도면 5



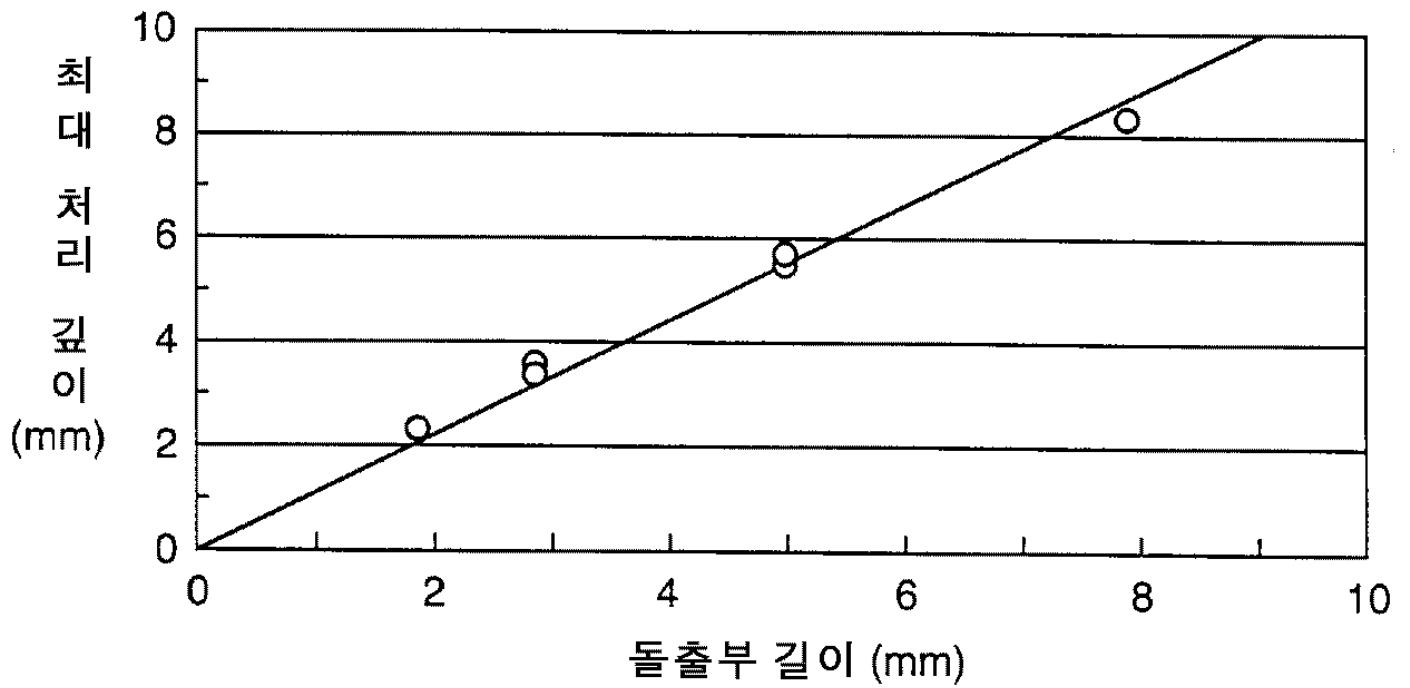
도면 6



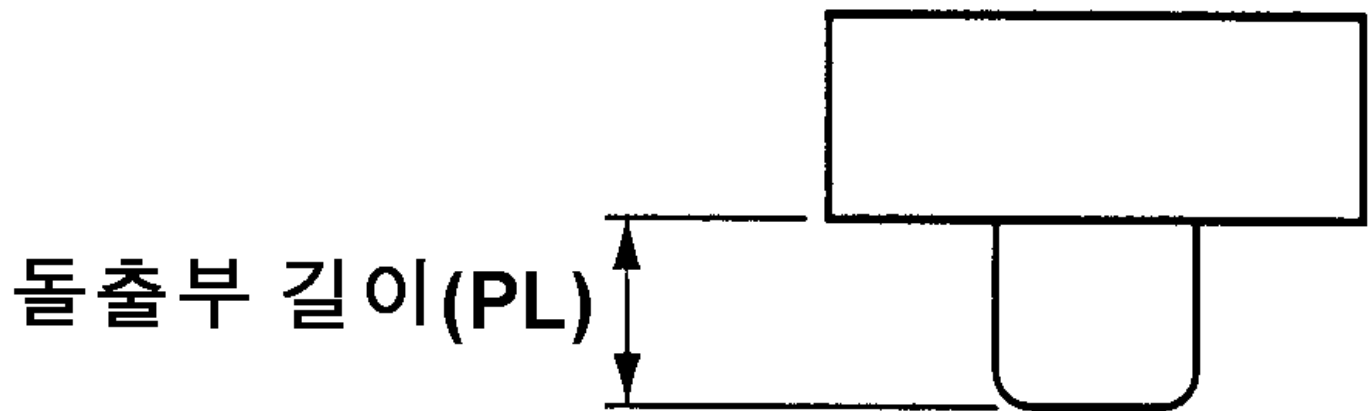
도면 7

기호			
	Cu	Si	Mg
AC4D	1.0~1.5	4.5~5.5	0.4~0.6

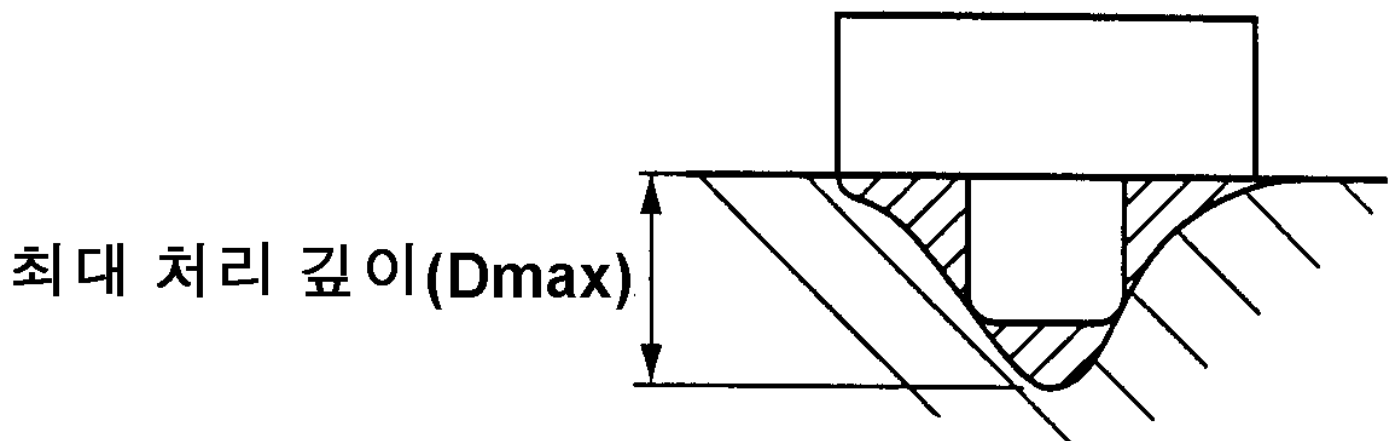
도면 8A



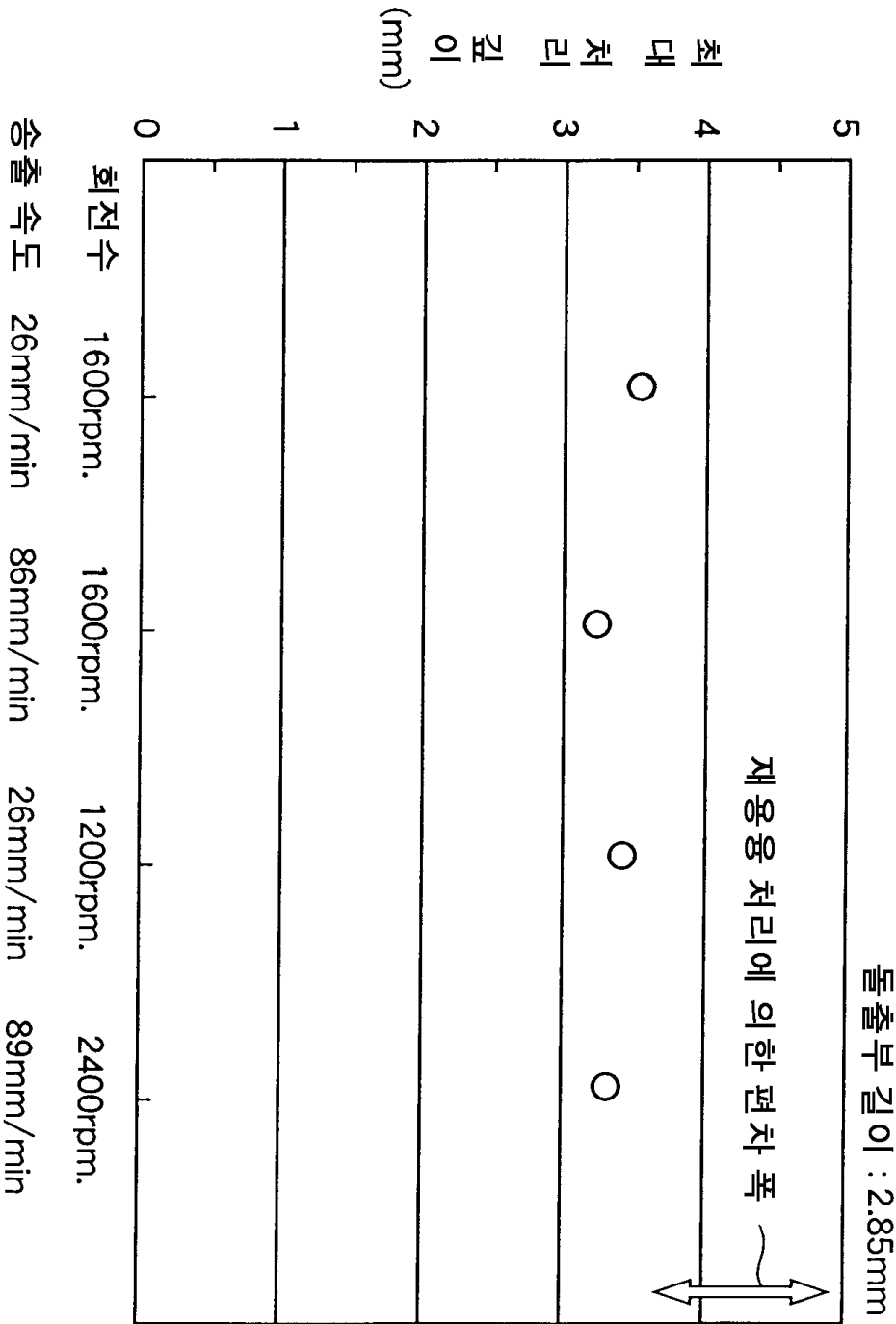
도면 8B



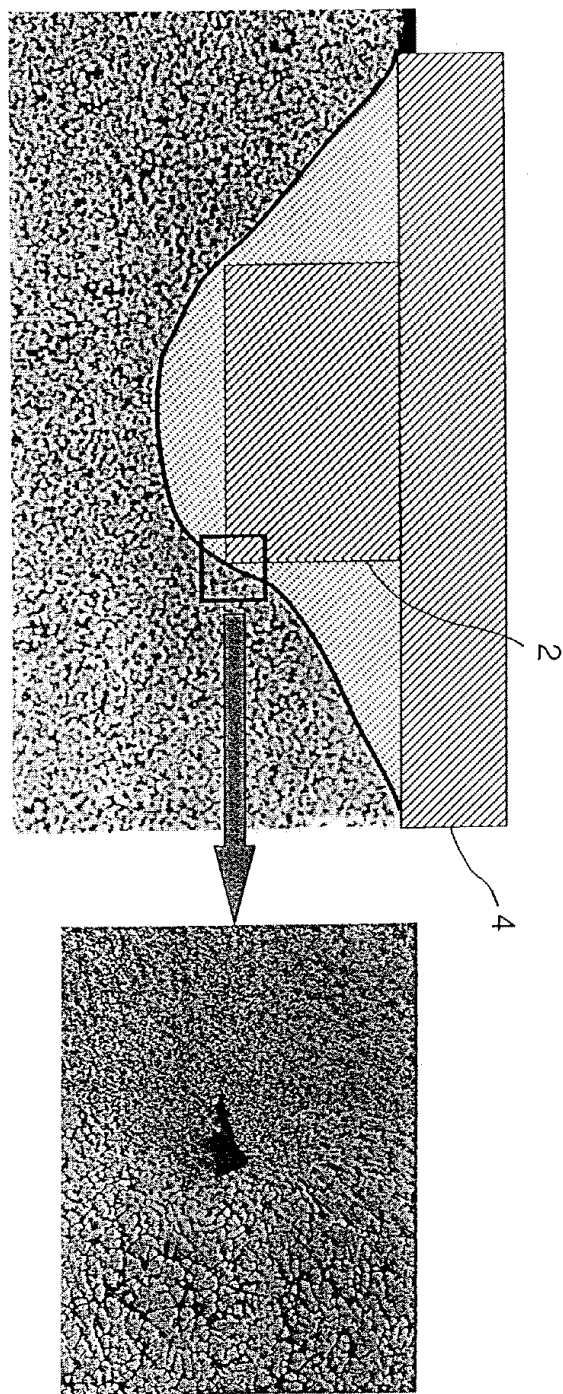
도면 8C



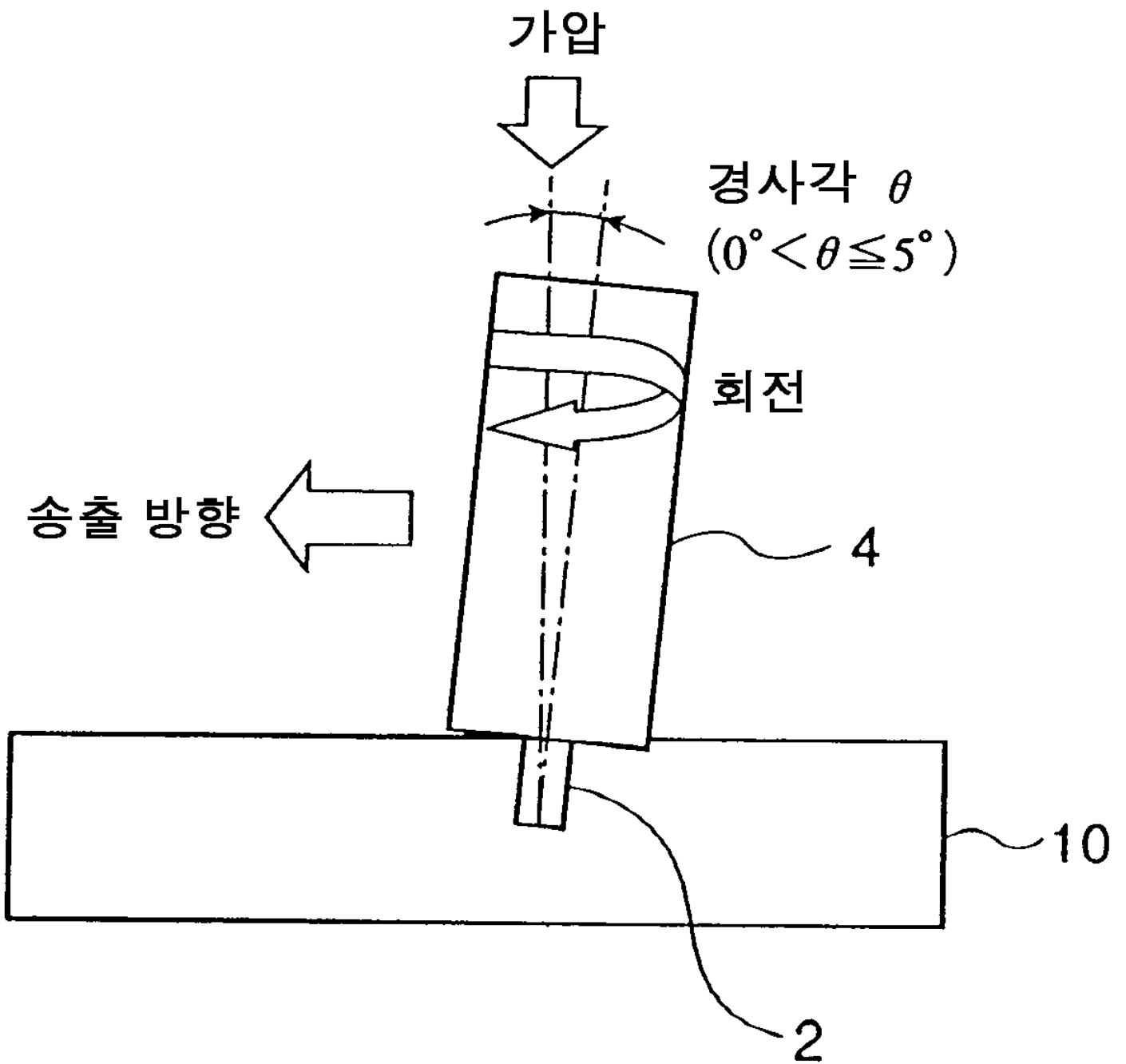
도면 9



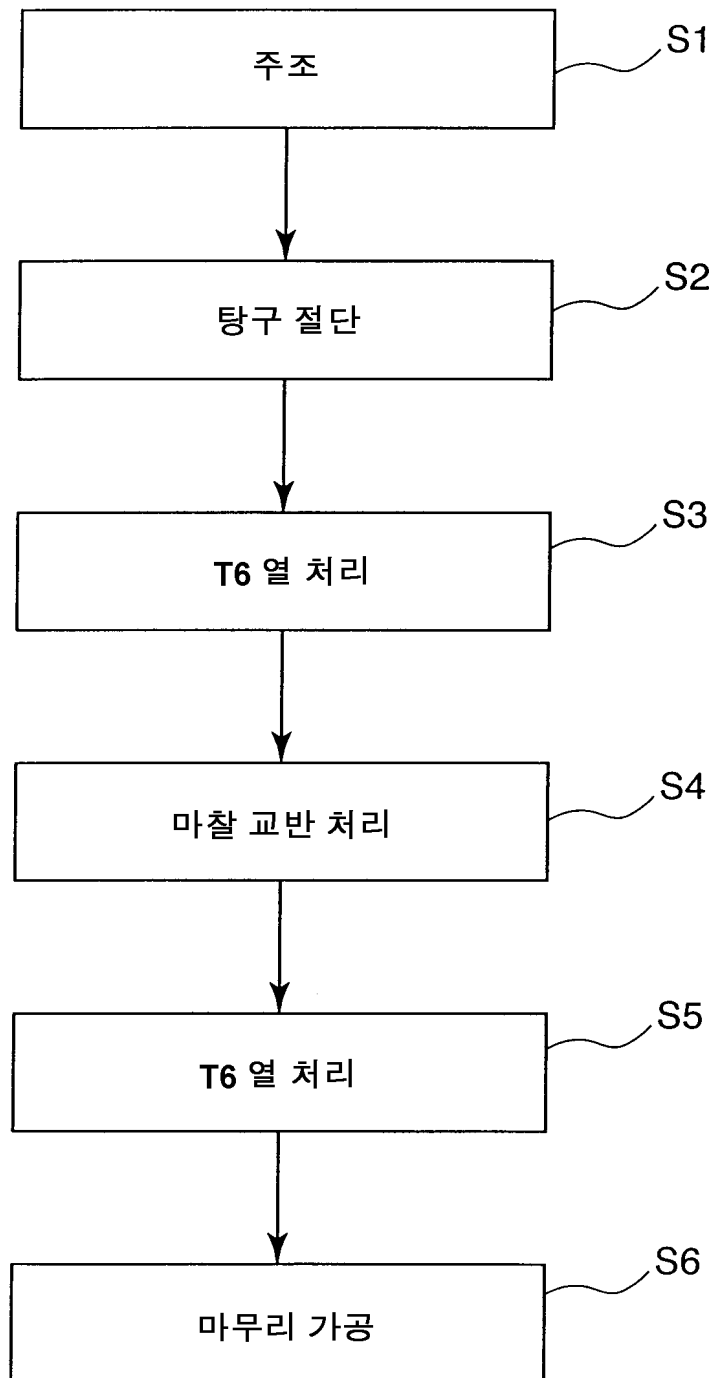
도면 10



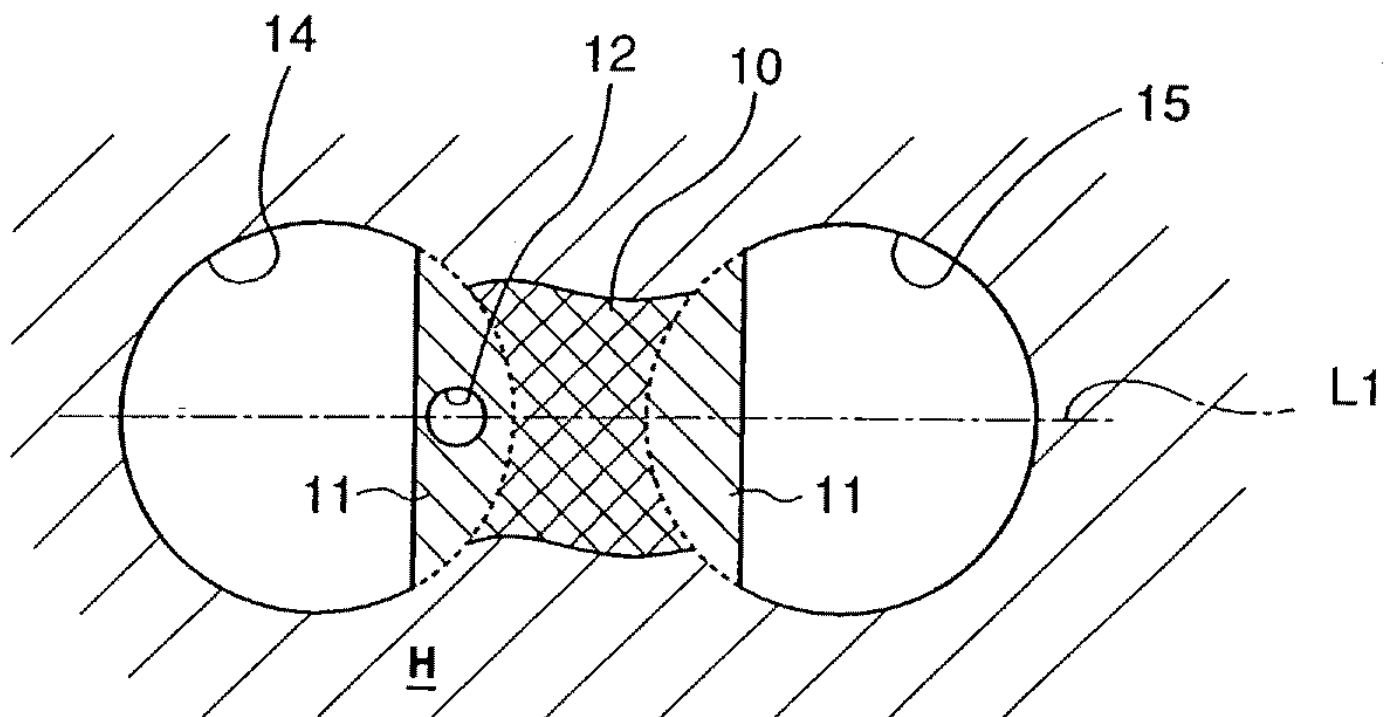
도면 11



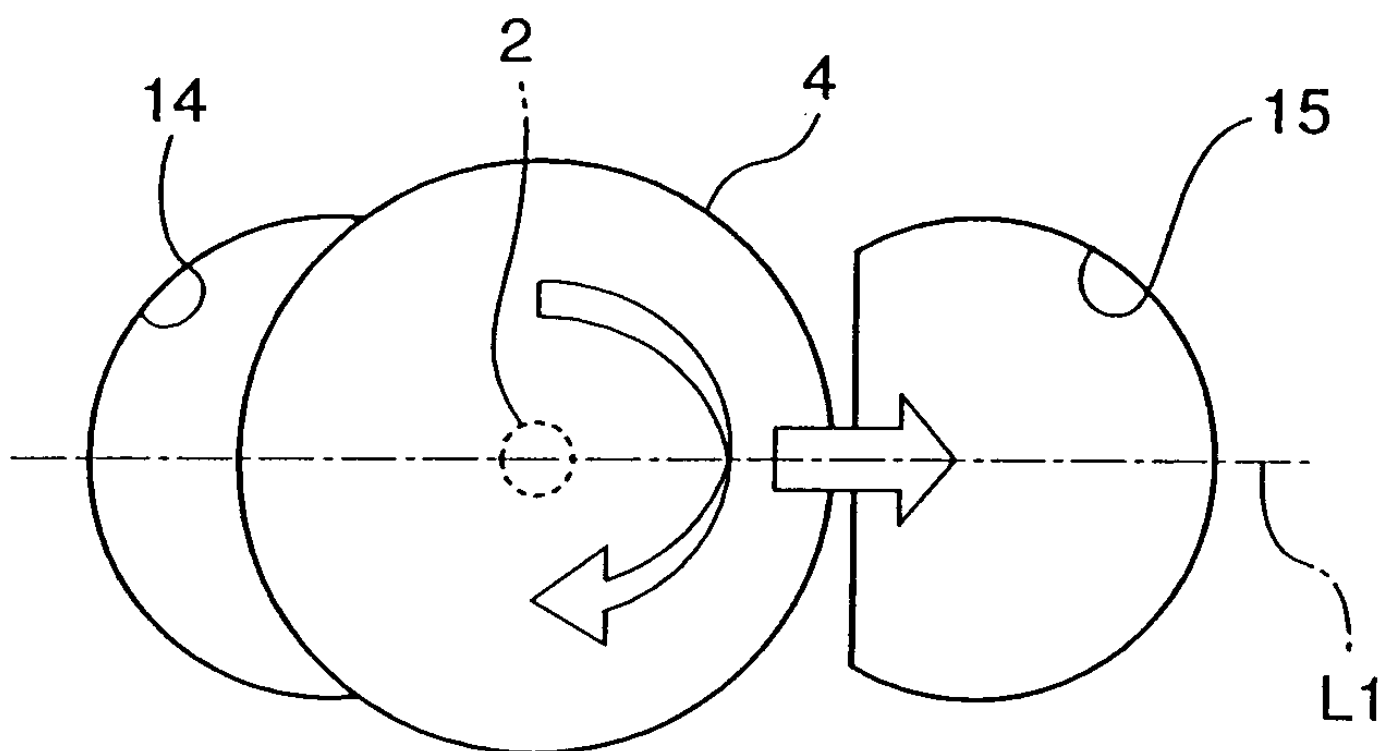
도면 12



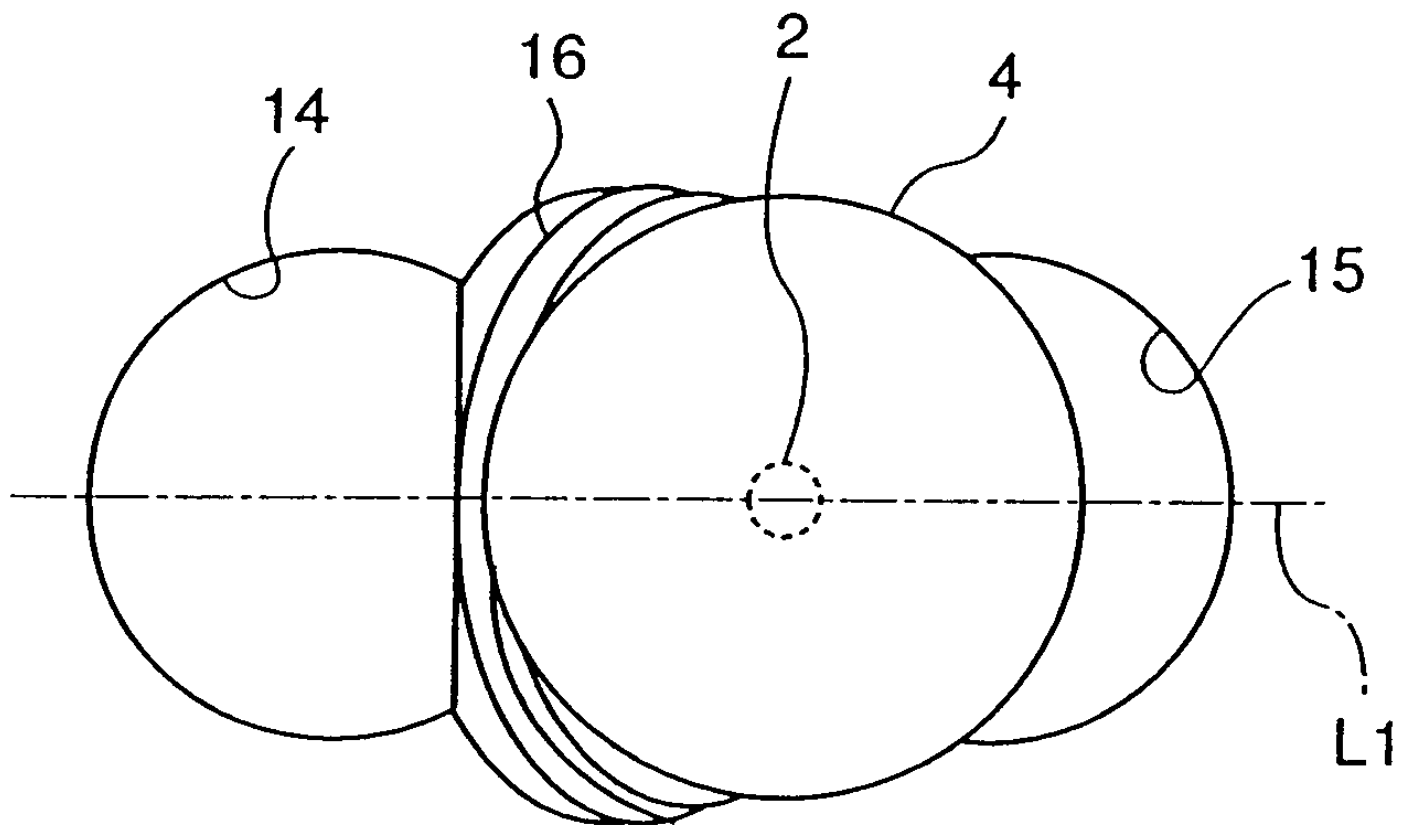
도면 13



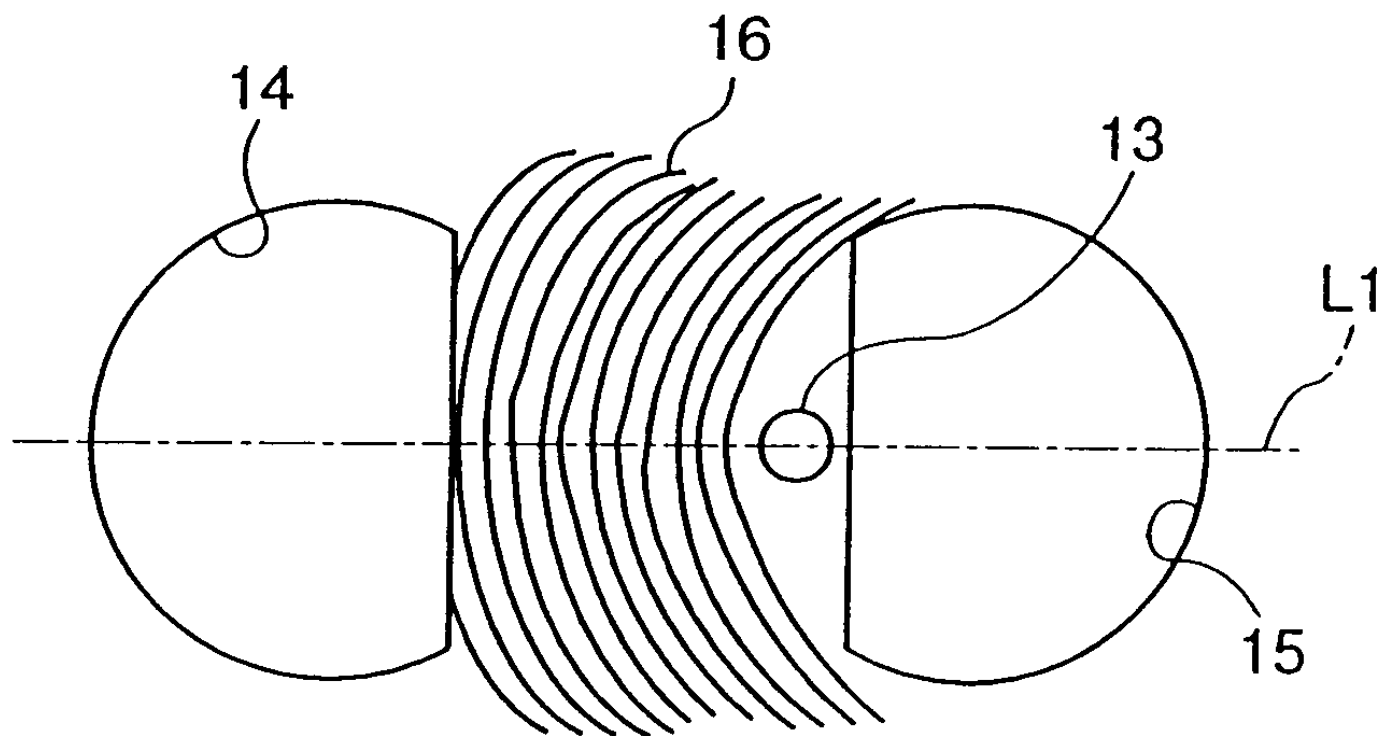
도면 14



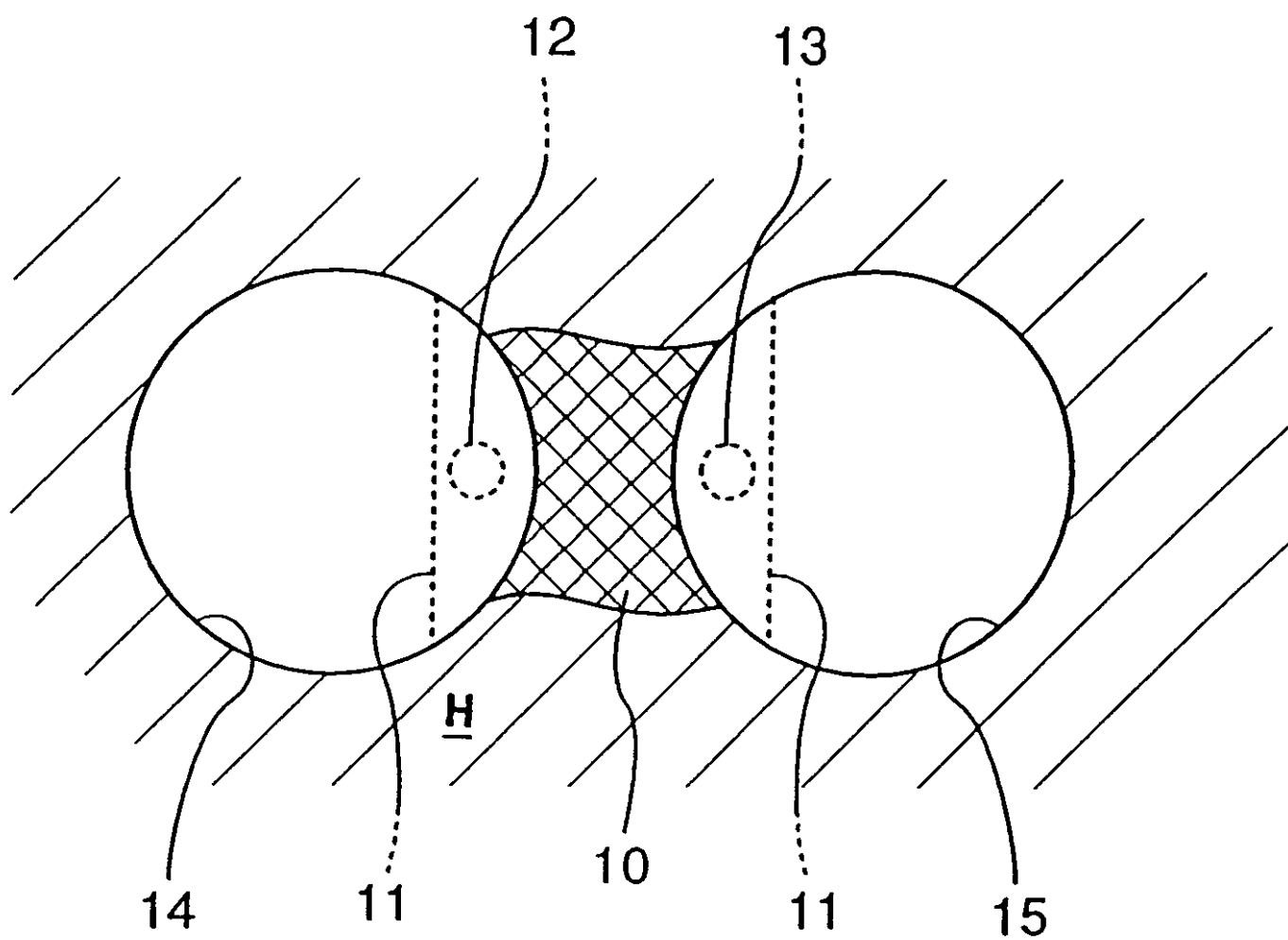
도면 15



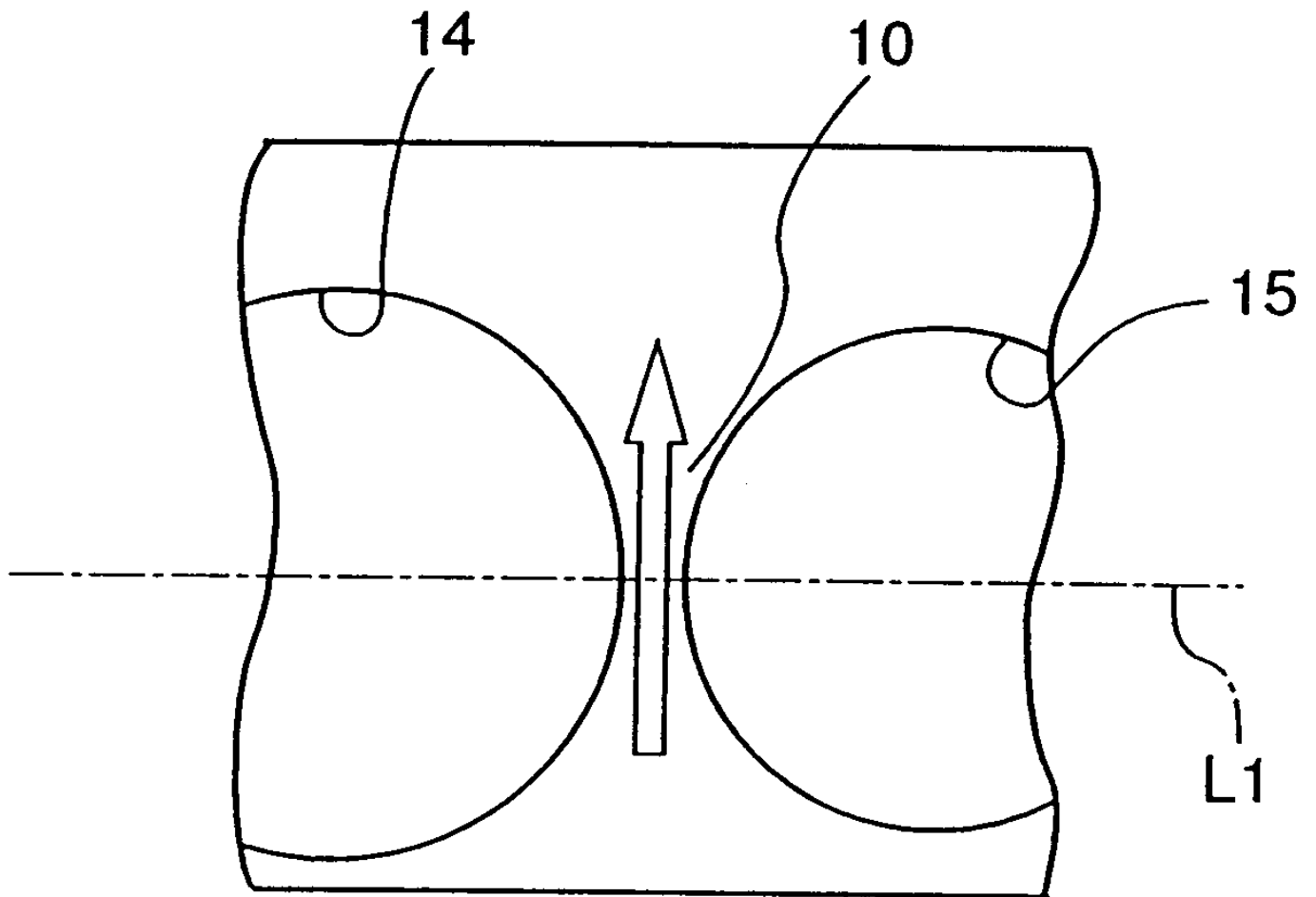
도면 16



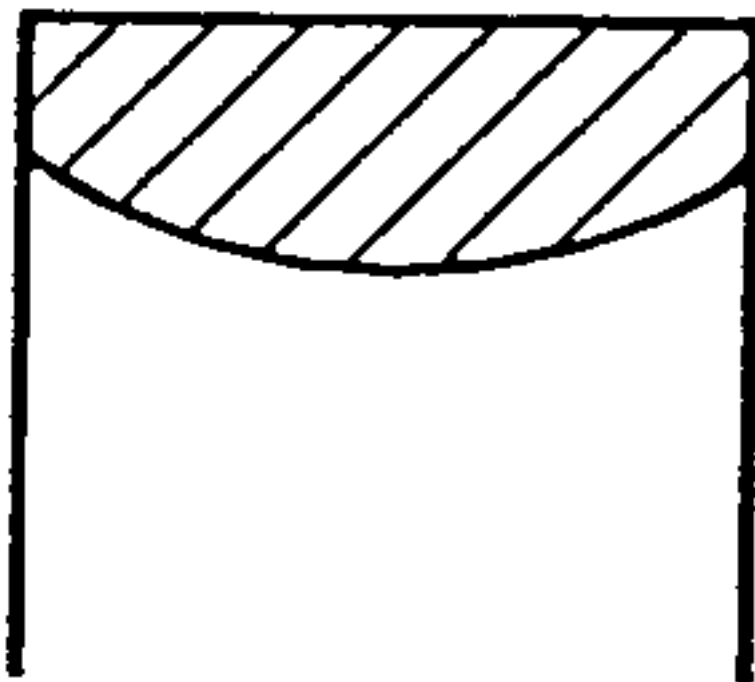
도면 17



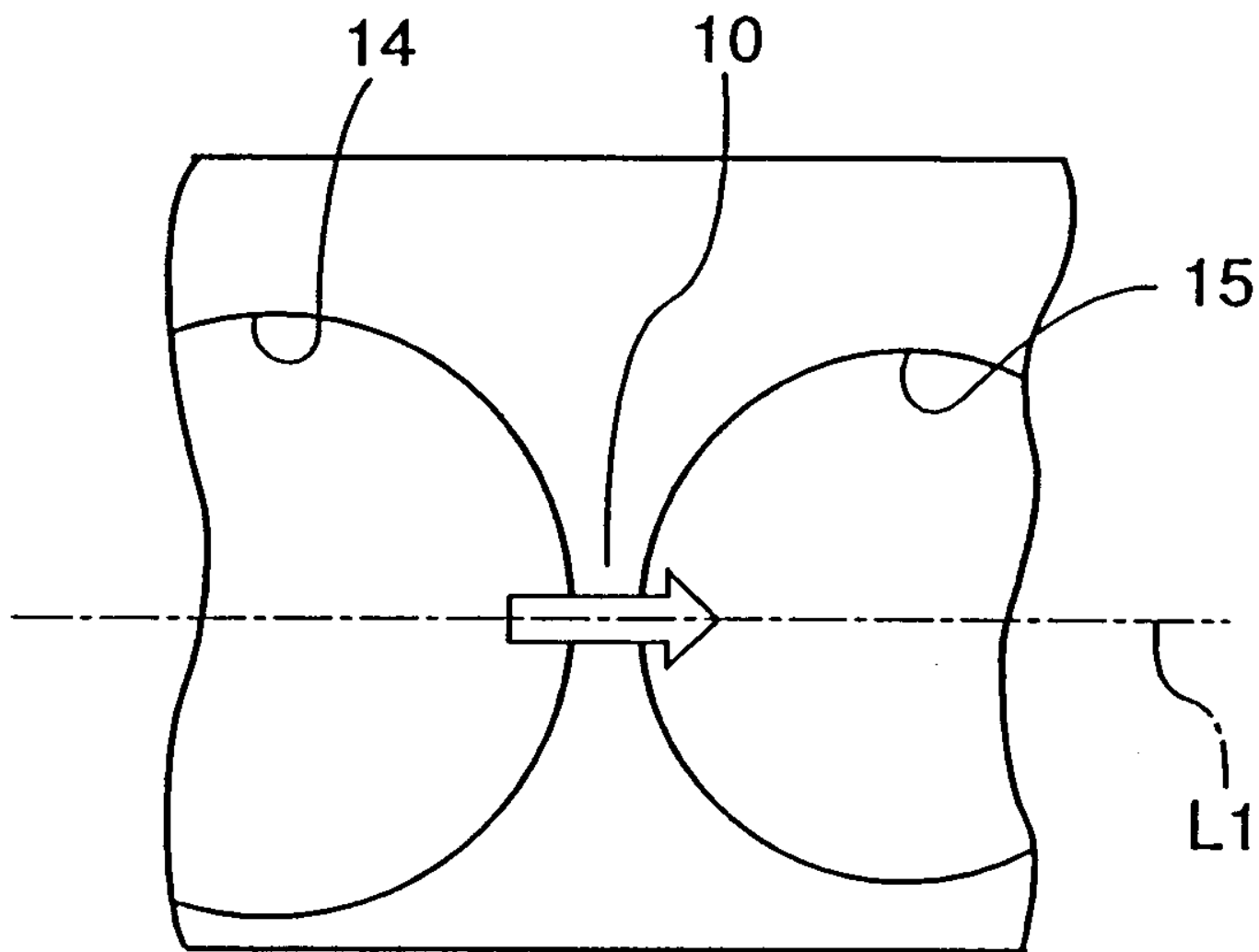
도면 18A



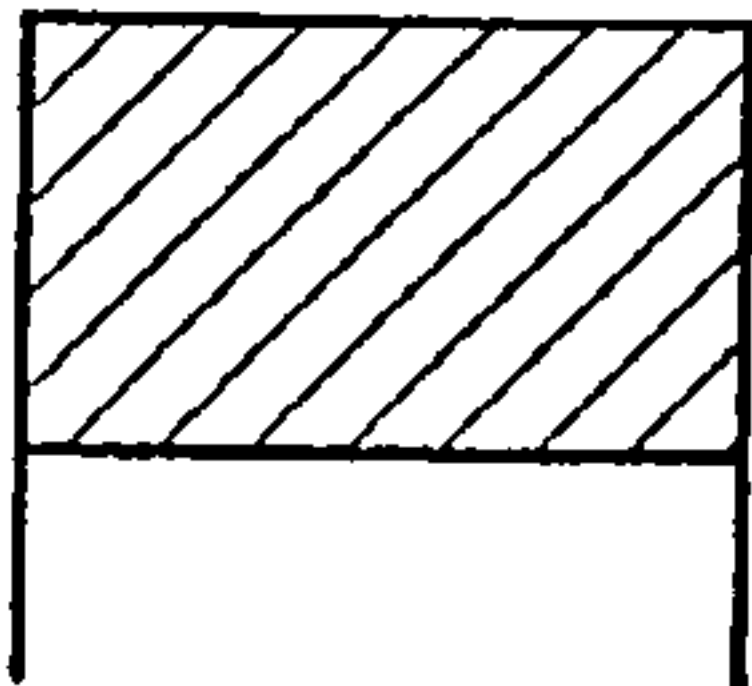
도면 18B



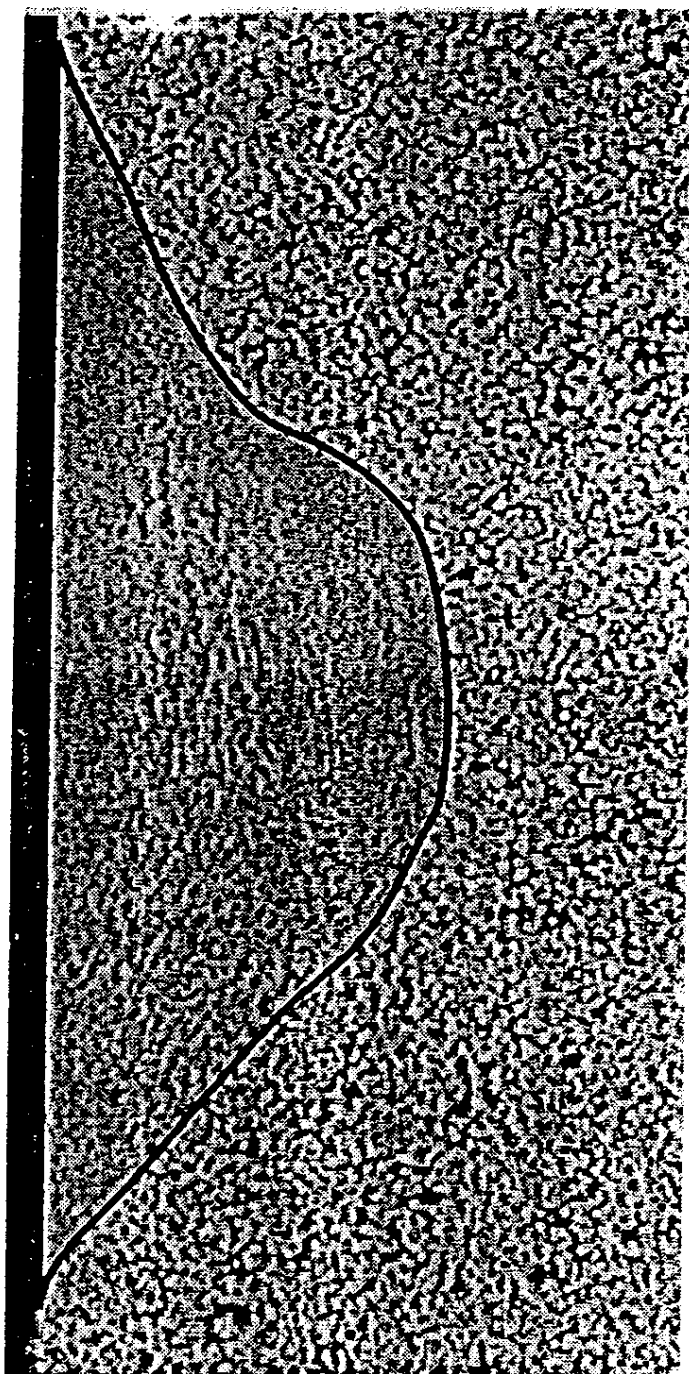
도면 19A



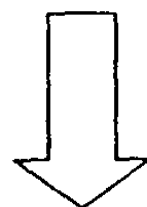
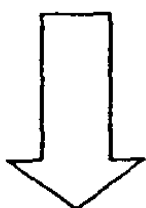
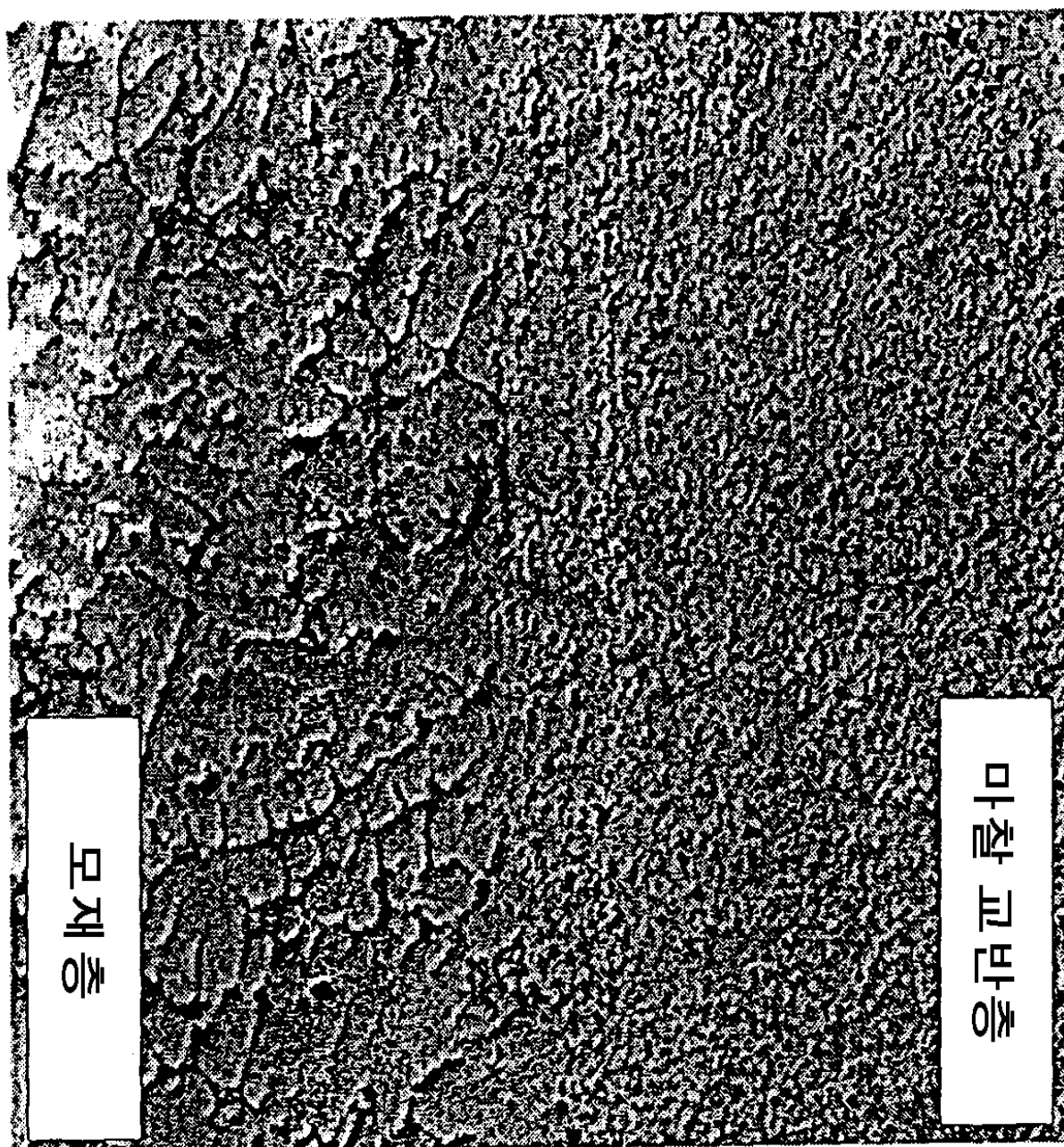
도면 19B



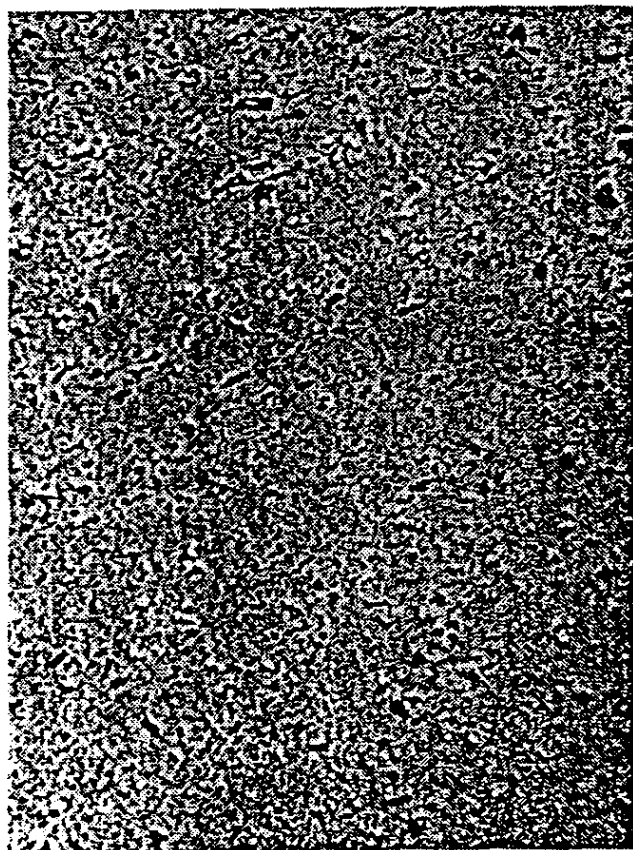
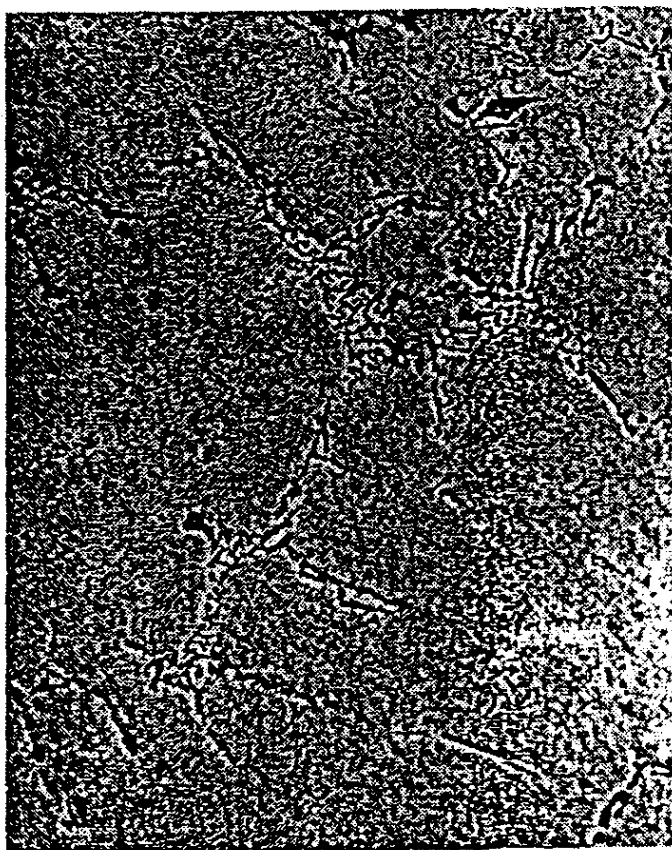
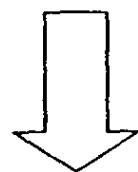
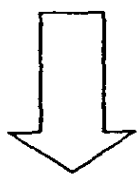
도면 20



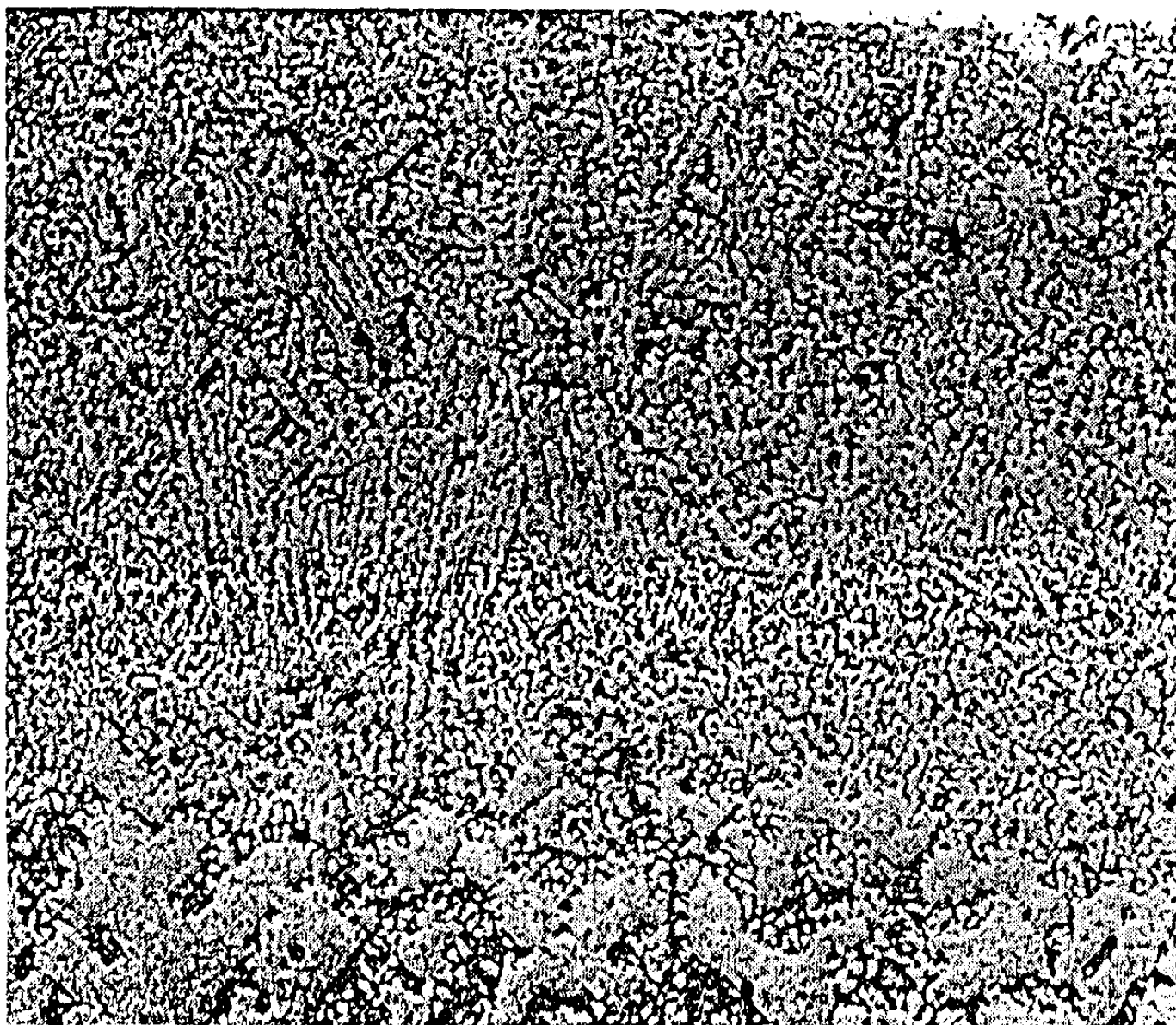
도면 21A



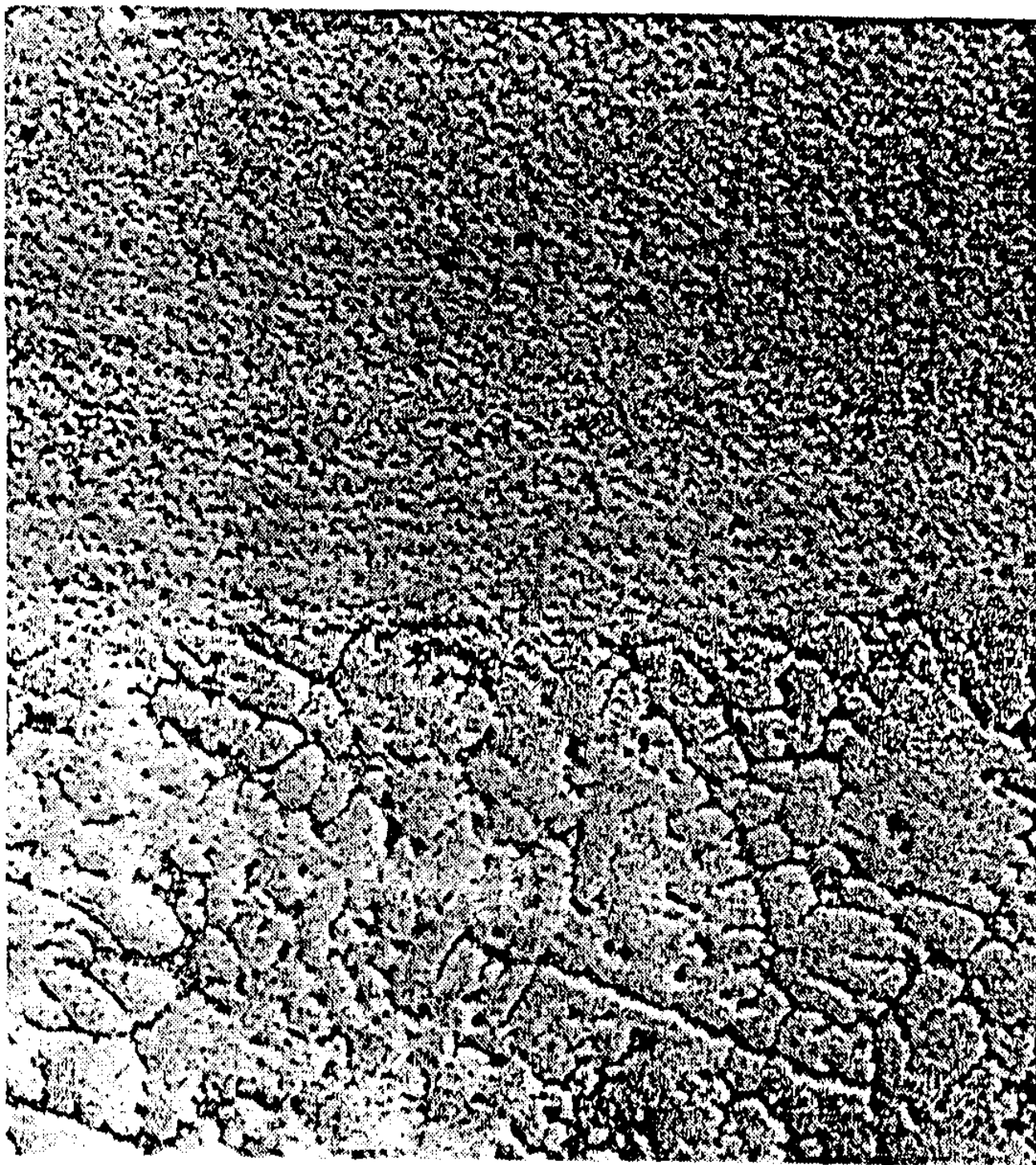
도면 21B



도면 22A

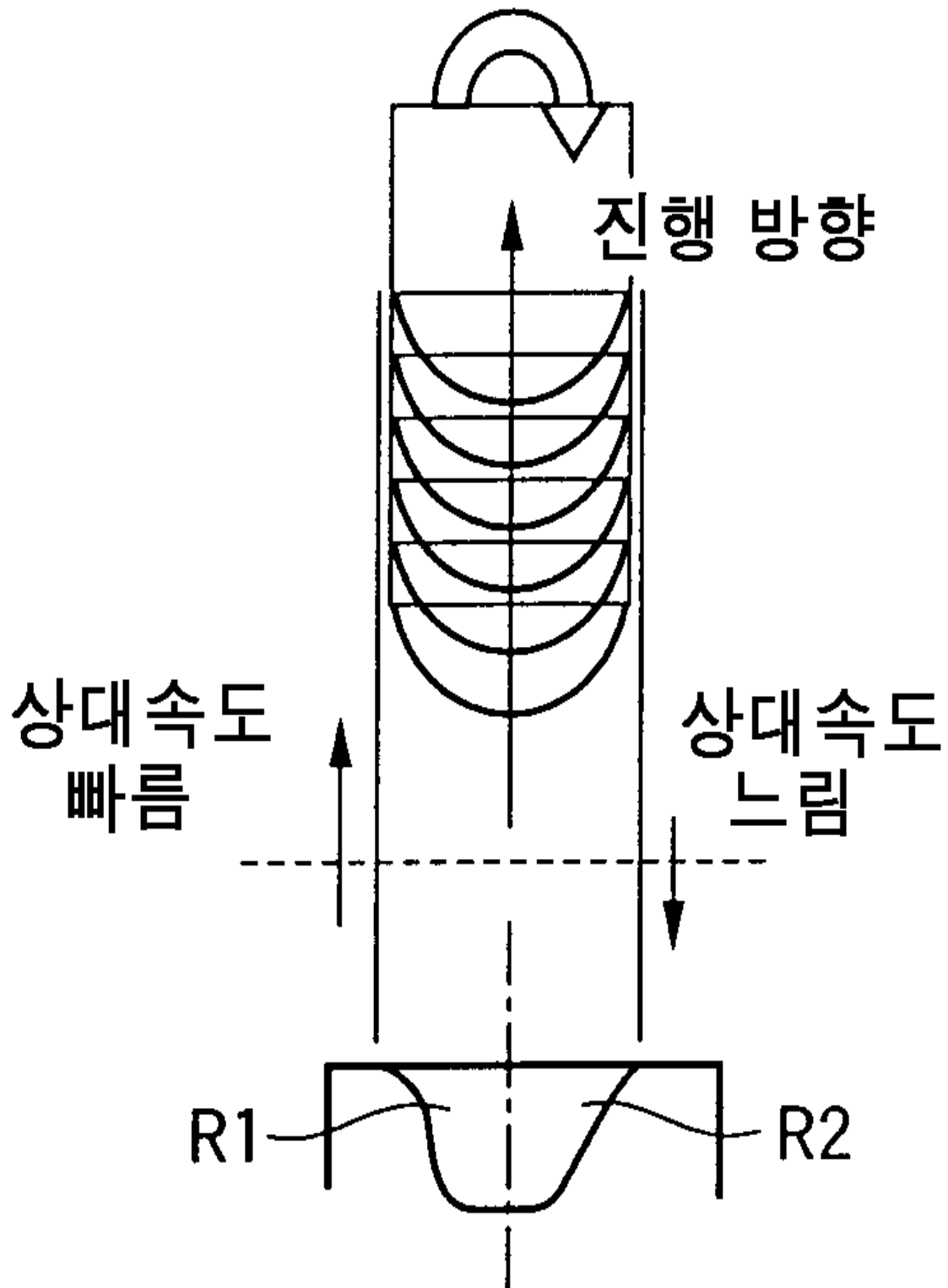


도면 22B

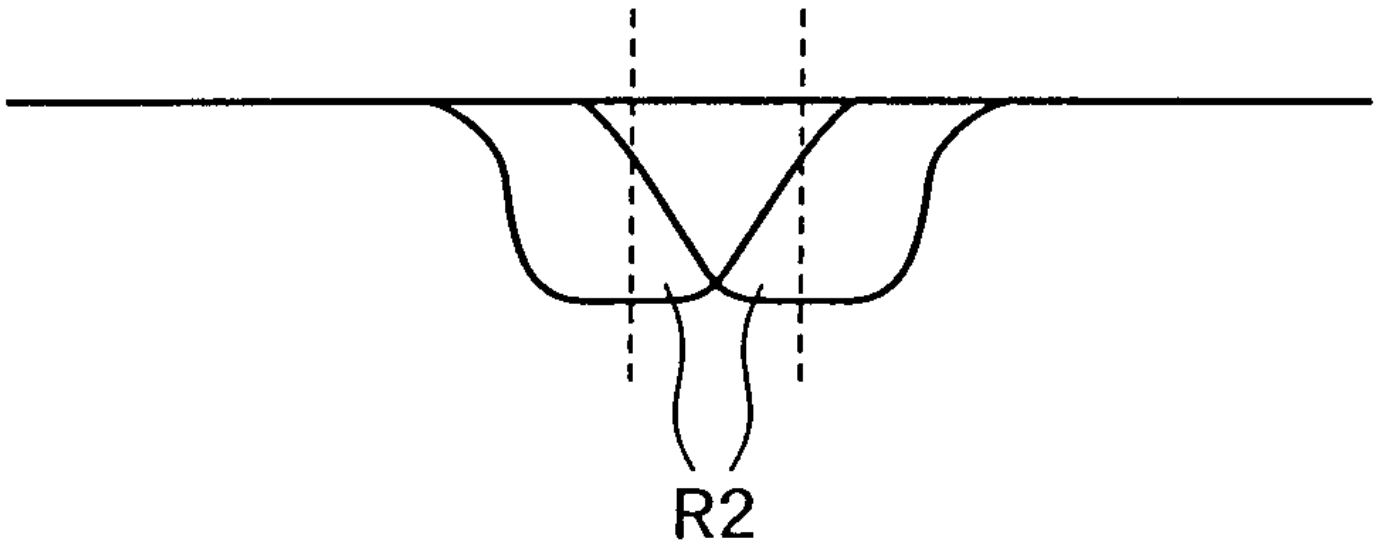


도면 23

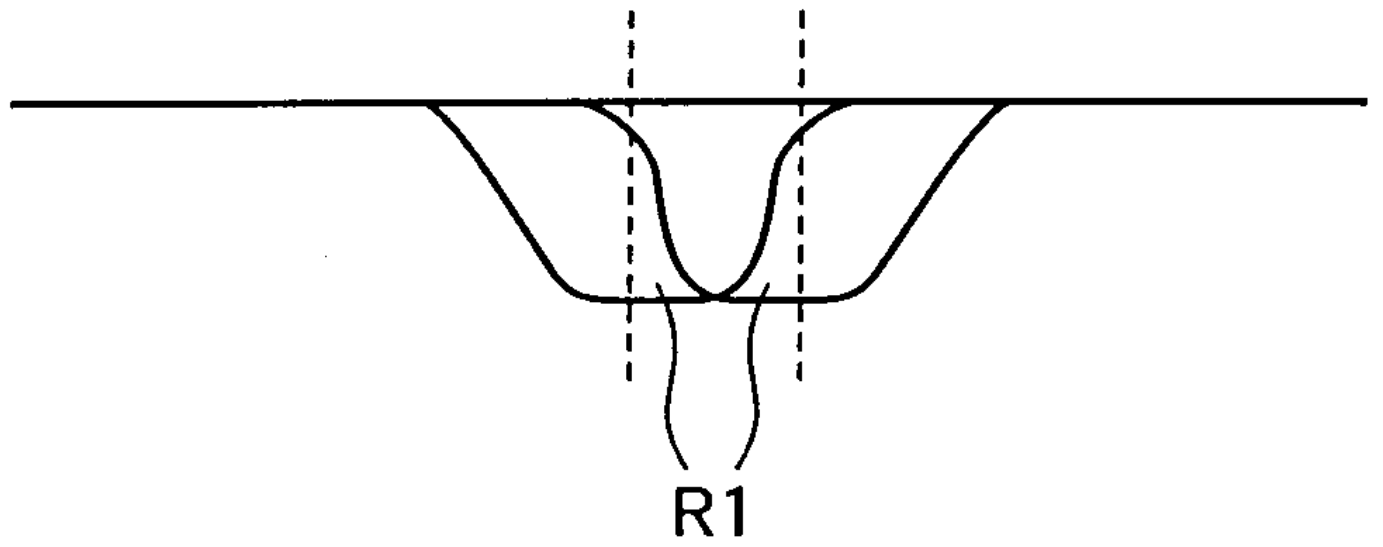
좌나사 우회전



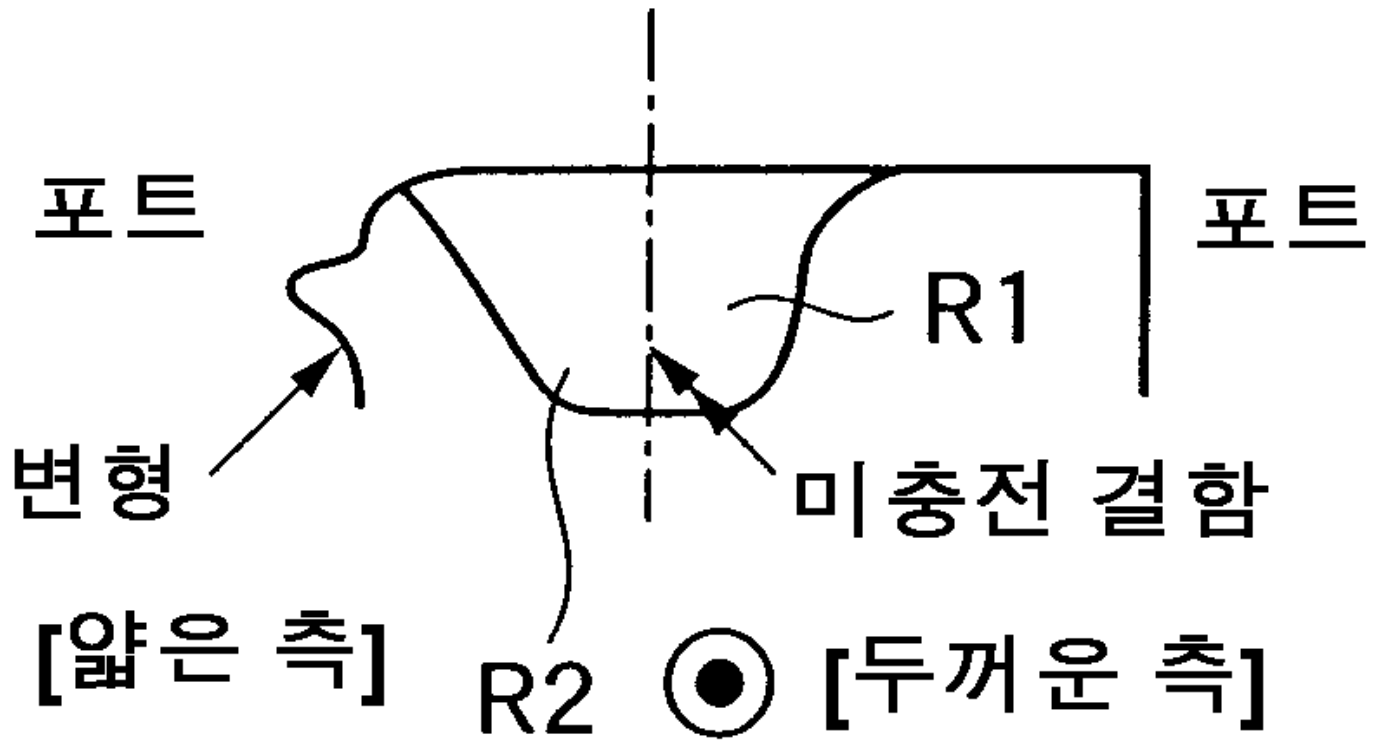
도면 24



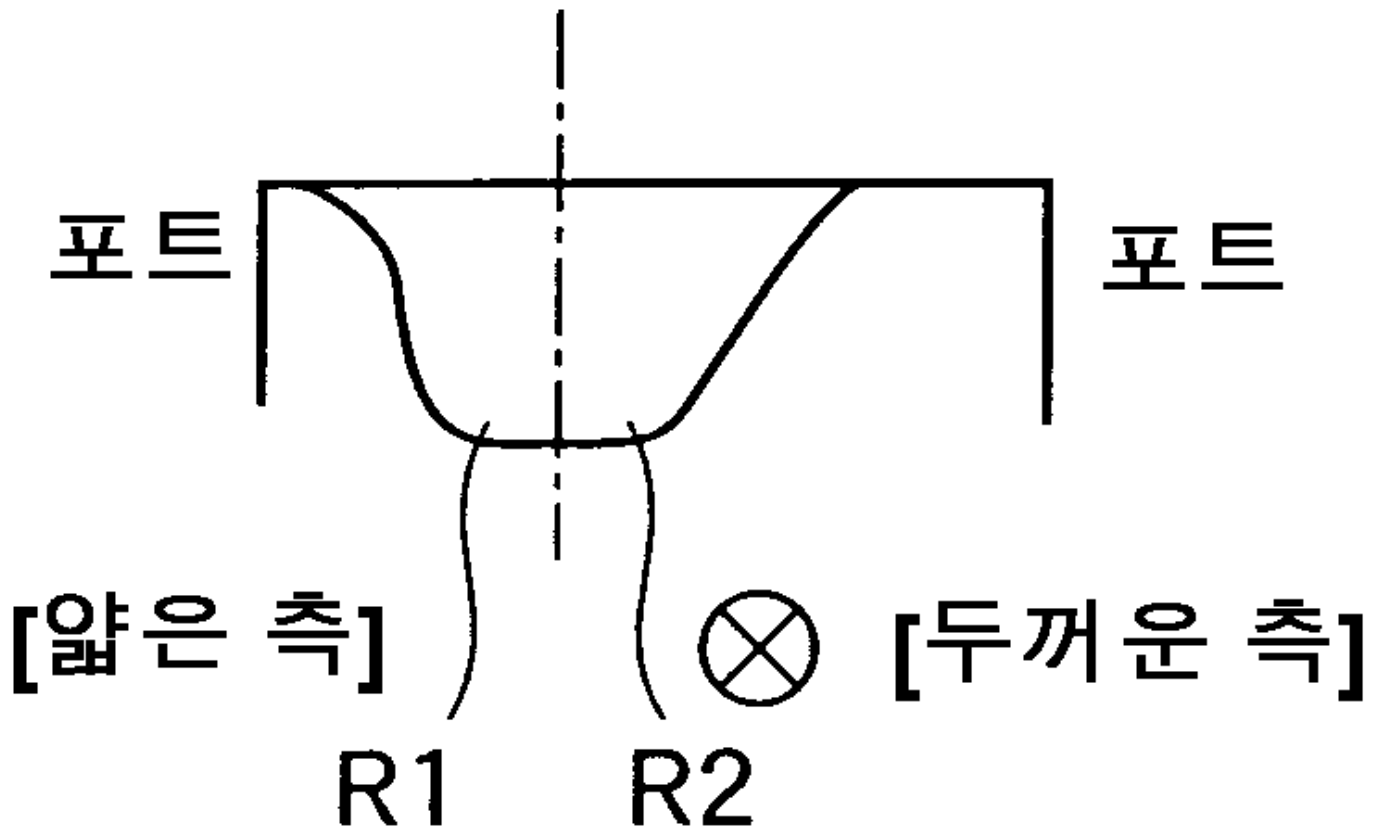
도면 25



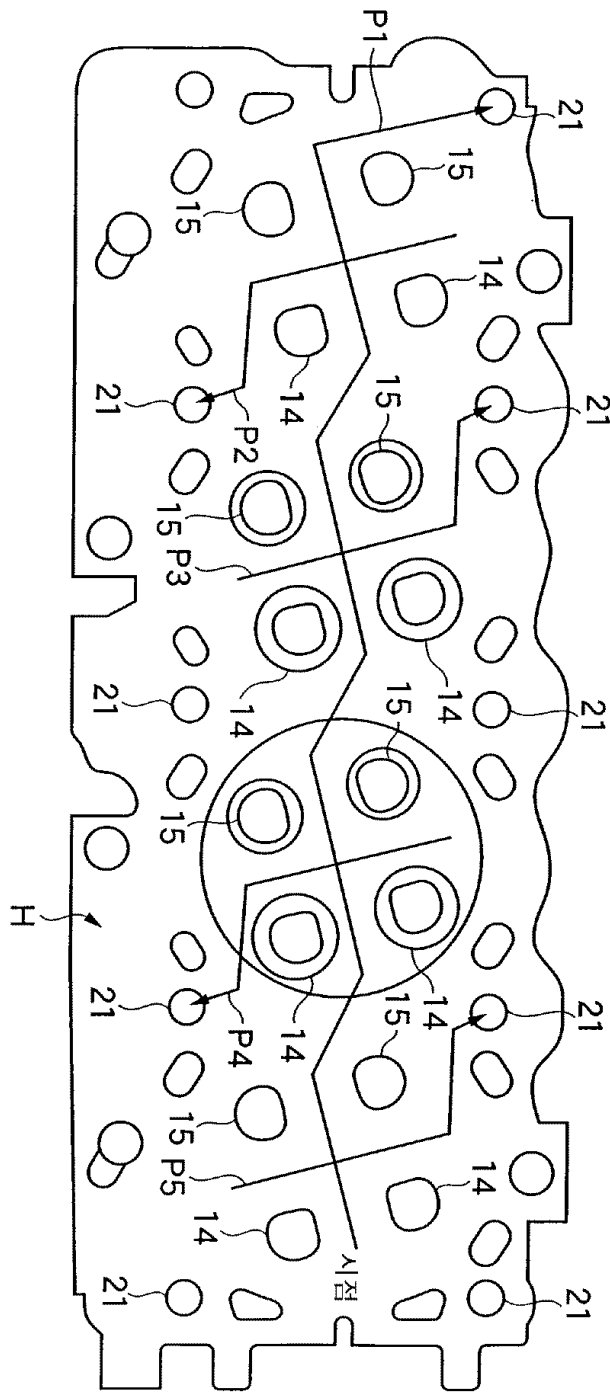
도면 26



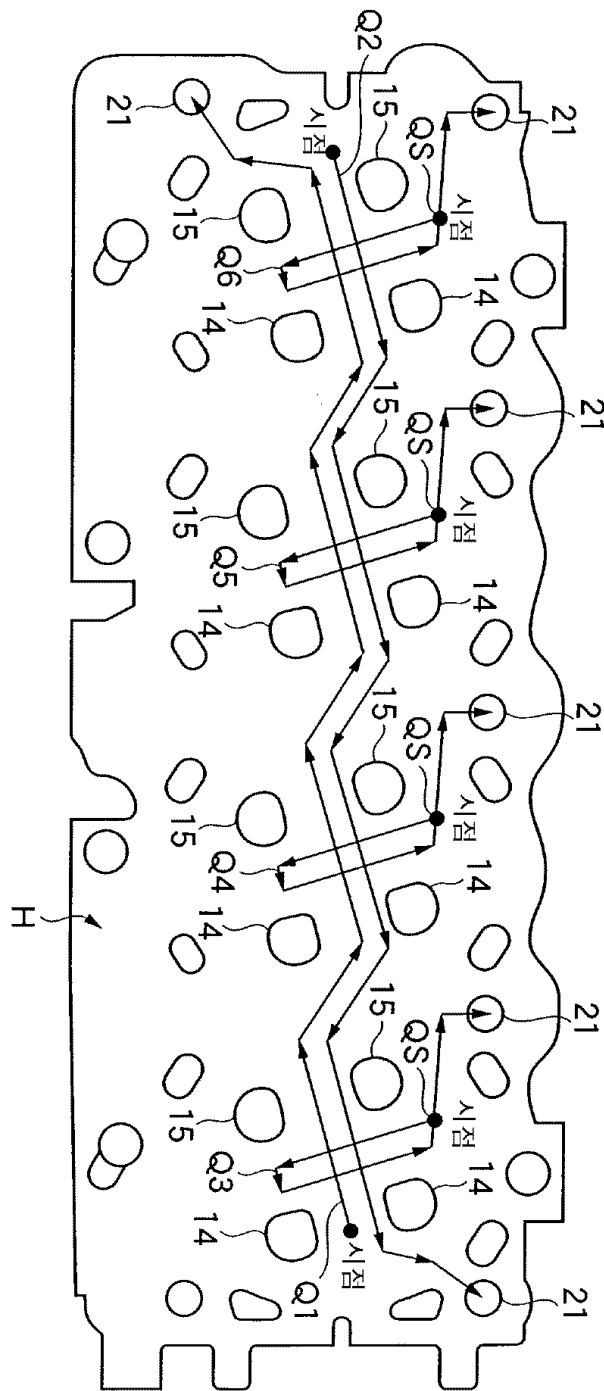
도면 27



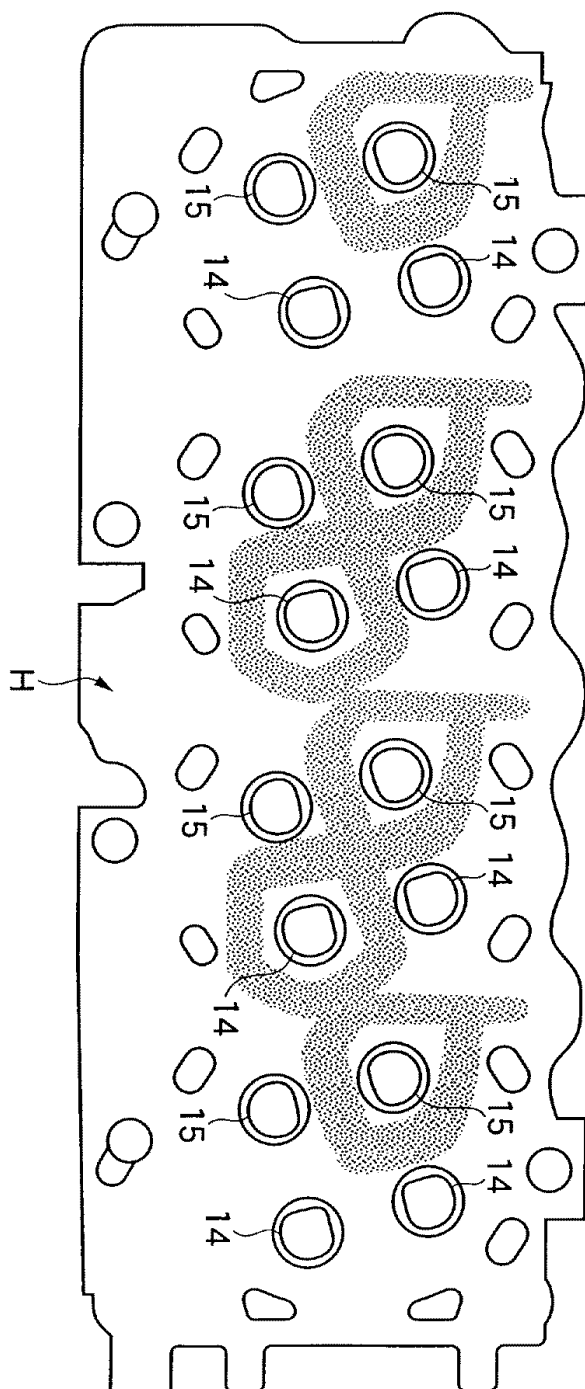
도면 28



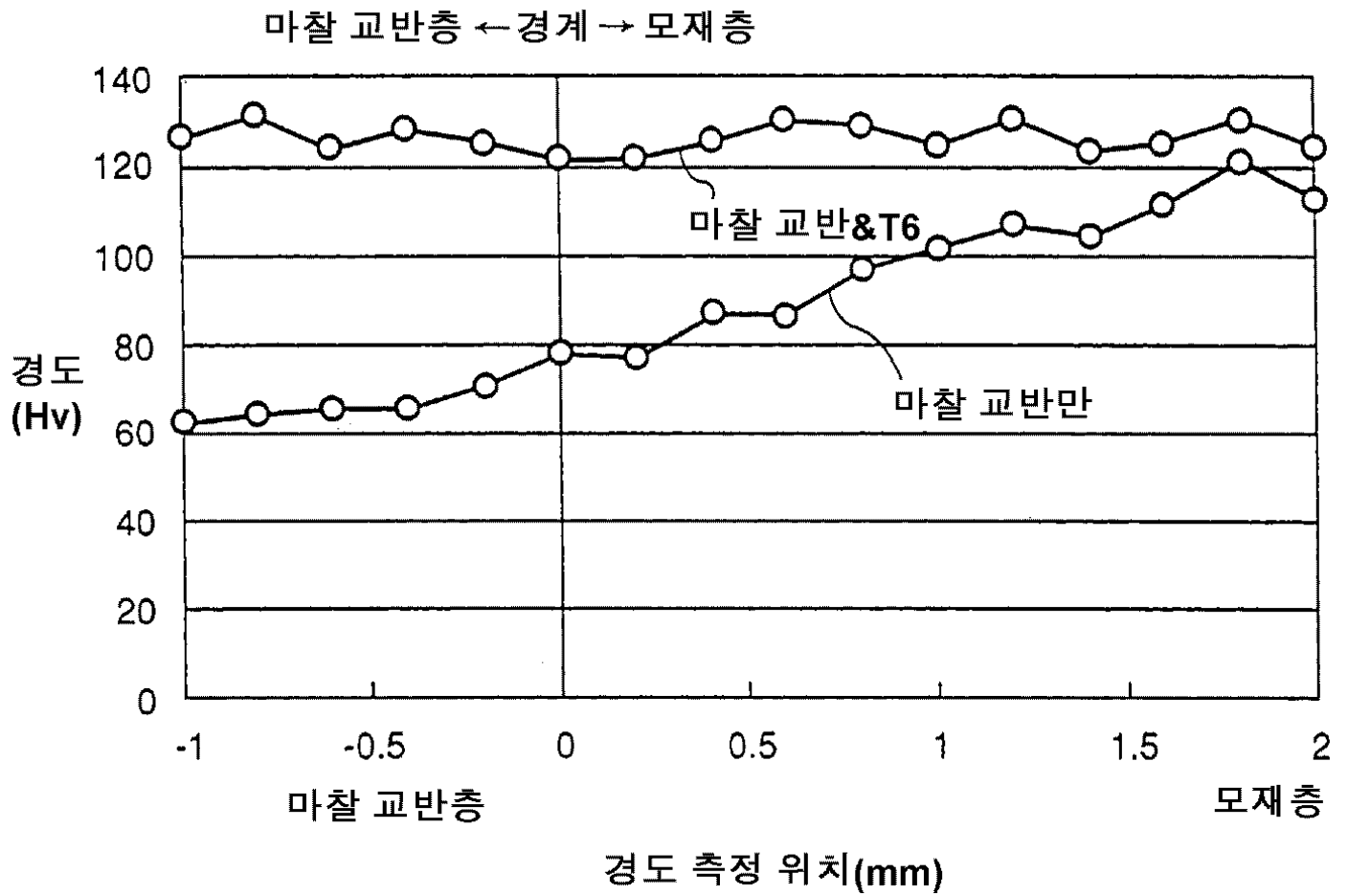
도면 29



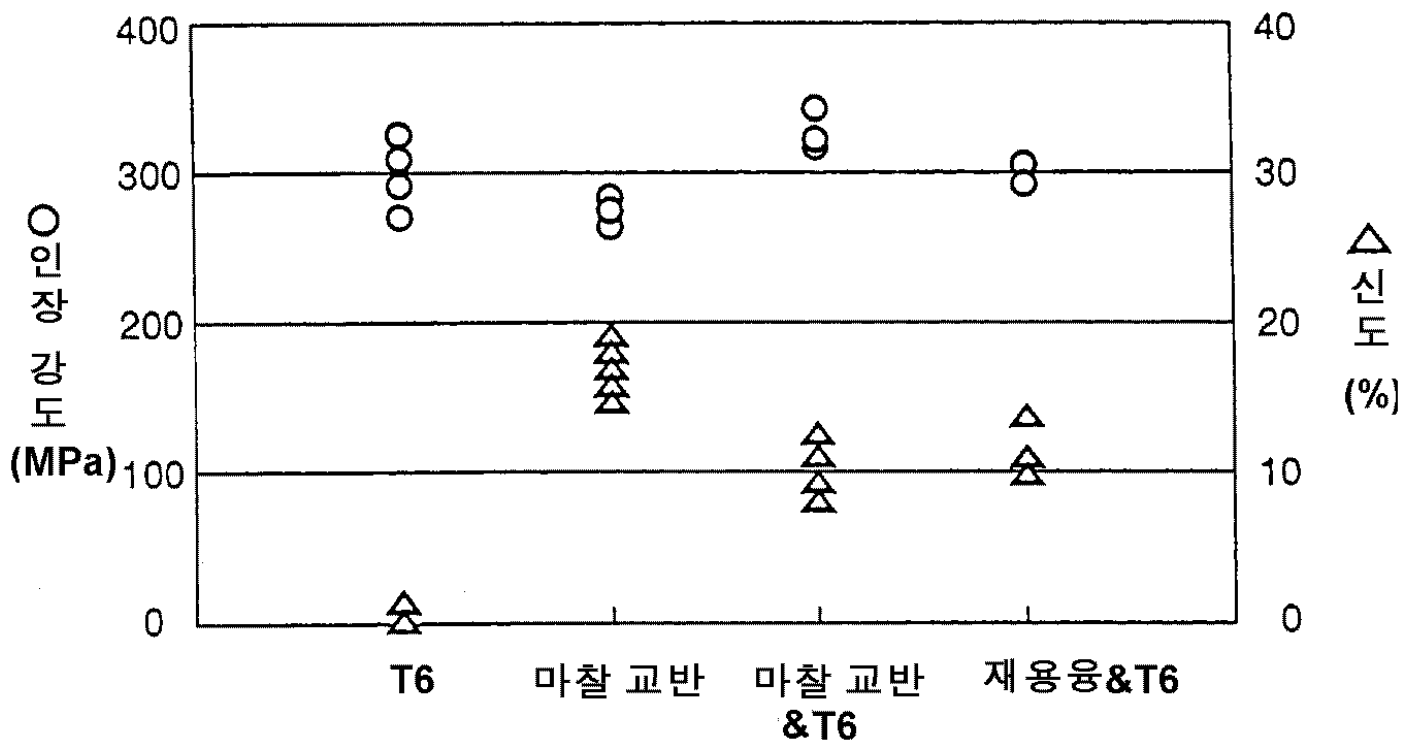
도면 30



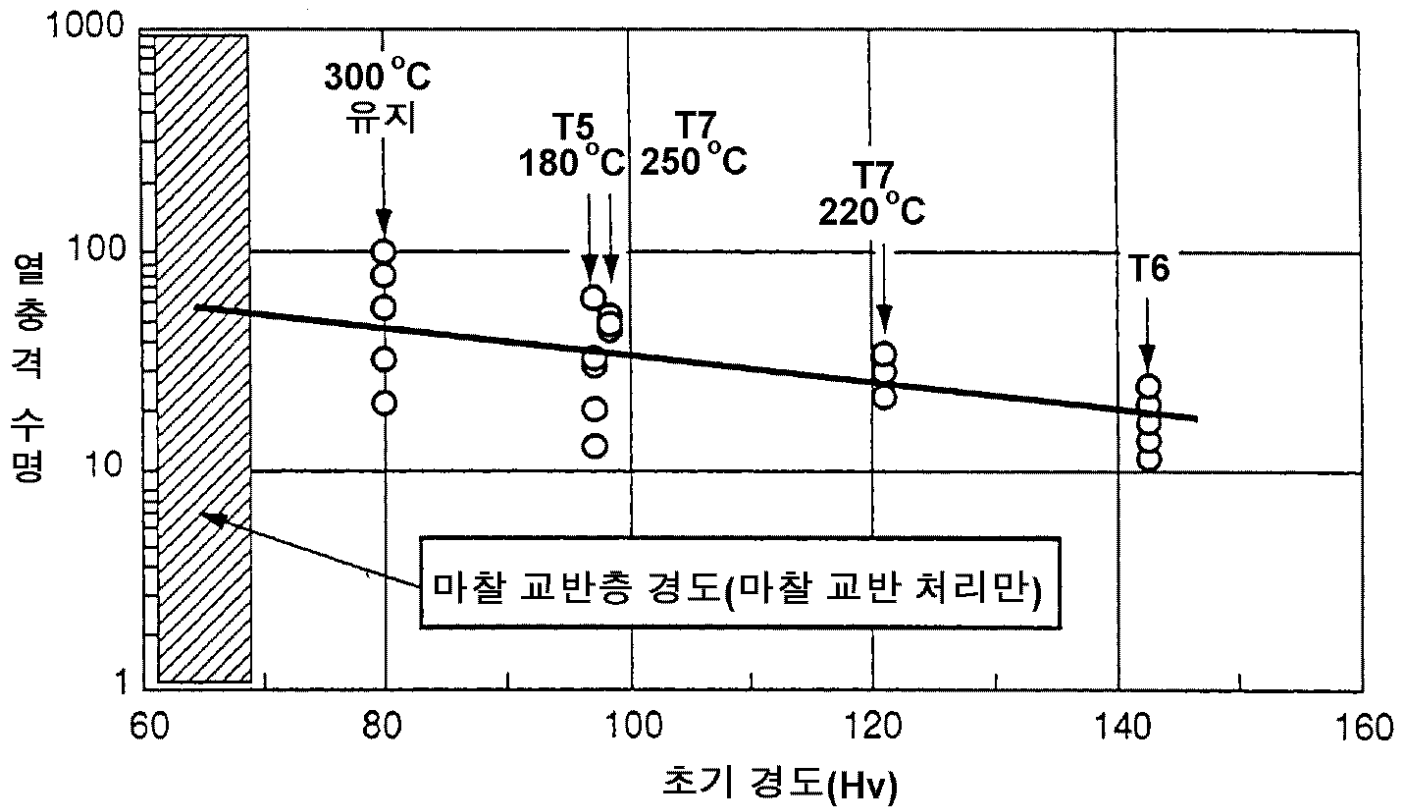
도면 31



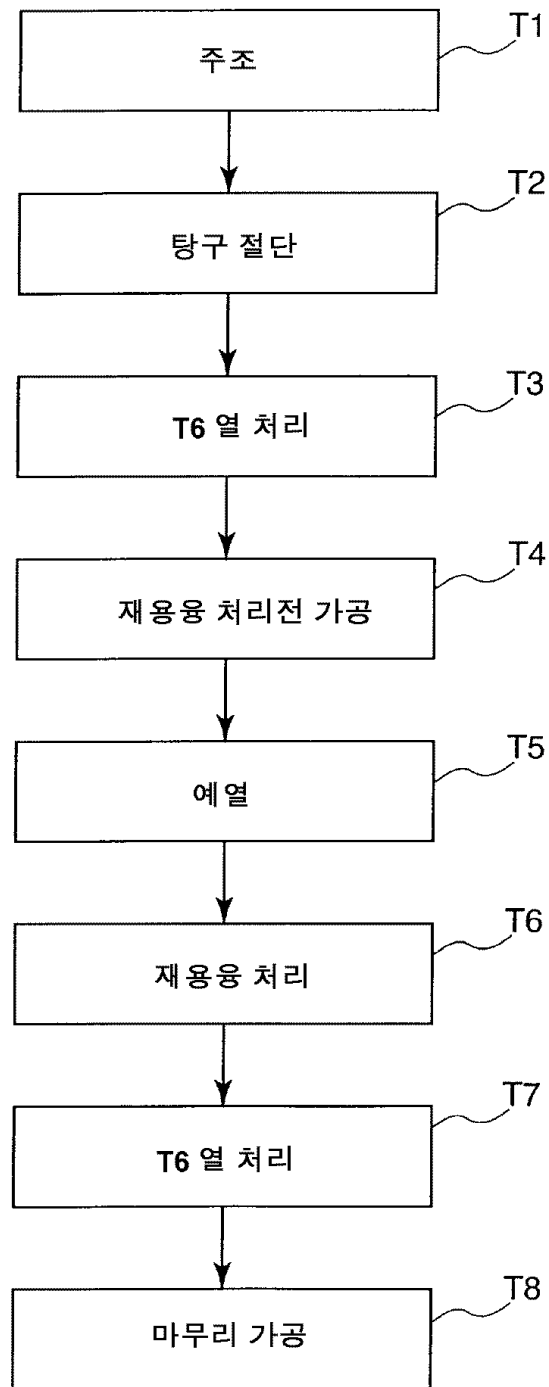
도면 32



도면 33



도면 34



도면 35

