



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0074154  
(43) 공개일자 2010년07월01일

(51) Int. Cl.

B24C 1/08 (2006.01) B24C 5/04 (2006.01)  
B24C 5/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7006258

(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년08월21일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2010년03월22일

(86) 국제출원번호 PCT/AU2008/001228

(87) 국제공개번호 WO 2009/023929

국제공개일자 2009년02월26일

(30) 우선권주장

2007904498 2007년08월21일 오스트레일리아(AU)  
(뒷면에 계속)

(71) 출원인

어브래시브 커팅 테크놀로지 엘티디

아일랜드, 더블린, 얼스포트 테라스, 얼스포트 센터, 어썸 코스 빌딩

(72) 발명자

리우스직, 다넉

호주, 웨스턴 오스트레일리아주 6155, 캐닝 베일, 아이다 로드 17-19

리우스직, 아담

호주, 웨스턴 오스트레일리아주 6155, 캐닝 베일, 아이다 로드 17-19

리우스직, 조슈아, 아담

호주, 웨스턴 오스트레일리아주 6155, 캐닝 베일, 아이다 로드 17-19

(74) 대리인

청운특허법인

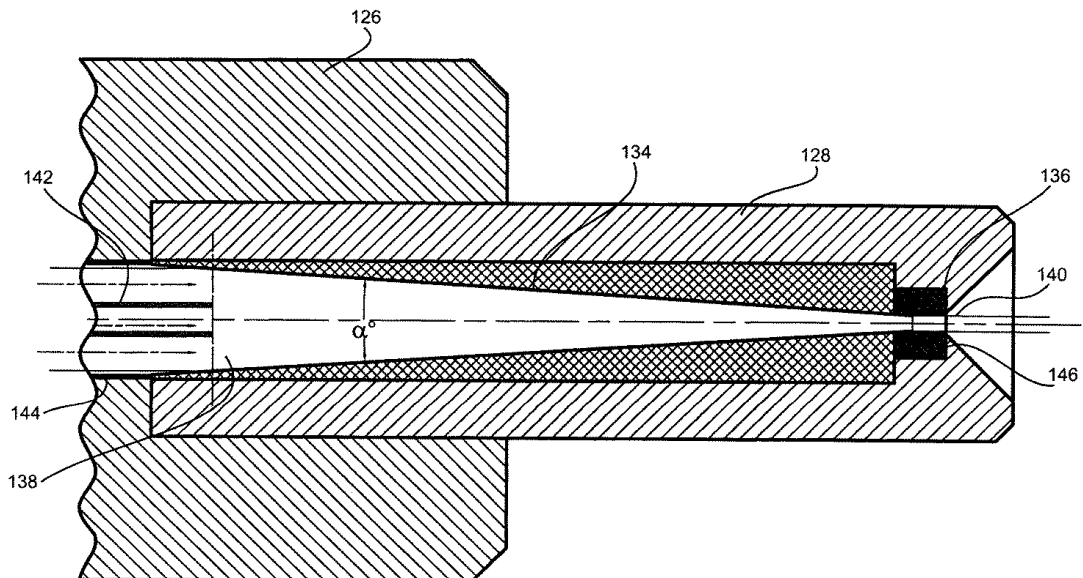
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 액체/연마제 제트 커팅 장치용 커팅 헤드 및 커팅 노즐

(57) 요약

고압 커팅 장치용 노즐이 개시된다. 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하며, 양 유체는 압력 하에 노즐에 제공된다. 노즐은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 입구영역을 갖는 결합실을 갖추며, 입구영역의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 결정된다. 입구영역의 압력은 슬러리 스트림의 압력을 조절하도록 슬러리 스트림의 압력에 영향을 미친다.

대표도



(30) 우선권주장

2007904499 2007년08월21일 오스트레일리아(AU)

2007904500 2007년08월21일 오스트레일리아(AU)

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

고압 커팅 장치용 커팅 틀에 있어서,

상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 커팅 틀은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 입구영역을 갖춘 결합실을 포함하며, 상기 입구영역의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 결정되고, 상기 입구영역의 압력은 슬러리 스트림의 압력을 조절하도록 상기 슬러리 스트림의 압력에 영향을 미치는 것을 특징으로 하는 커팅 틀.

### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

커팅 틀은 결합실로의 슬러리의 흐름을 선택적으로 허용 또는 방지할 수 있는 슬러리 밸브 및 결합실로의 액체의 흐름을 선택적으로 허용 또는 방지할수 있는 유체 밸브를 포함하는 것을 특징으로 하는 커팅 틀.

### 청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

결합실에 대한 슬러리 스트림의 위치가 조절가능한 것을 특징으로 하는 커팅 틀.

### 청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

슬러리 스트림 및 액체 스트림은 노즐로 들어가도록 배열되며, 상기 노즐은 가늘고 길며, 상기 슬러리 스트림 및 액체 스트림은 상기 가늘고 긴 방향으로 지향하는 것을 특징으로 하는 커팅 틀.

### 청구항 5

청구항 4에 있어서,

노즐은 중심축을 가지며, 슬러리 스트림은 그 중심축을 따라 방향지워지고, 액체 스트림은 그 슬러리 스트림에 대해 환으로 제공되는 것을 특징으로 하는 커팅 틀.

### 청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항의 커팅 틀에 사용되는 것을 특징으로 하는 노즐.

### 청구항 7

고압 커팅 장치용 노즐에 있어서,

상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 노즐은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 입구영역을 갖춘 결합실을 포함하며, 상기 입구영역의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 결정되고, 상기 입구영역의 압력은 슬러리 스트림의 압력을 조절하도록 상기 슬러리 스트림의 압력에 영향을 미치는 것을 특징으로 하는 노즐.

### 청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 노즐은 가늘고 길며, 슬러리 스트림 및 액체 스트림은 그 가늘고 긴 방향으로 지향되는 것을 특징으로 하는 노즐.

### 청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 노즐은 중심축을 가지며, 슬러리 스트림은 그 중심축을 따라 방향지워지고, 액체 스트림은 그 슬러리 스트림에 대해 환으로 제공되는 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 10

청구항 7 내지 청구항 9 중 어느 한 항에 있어서,

상기 노즐은 입구영역보다 직경이 작은 출구를 갖는 가속 노즐인 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 출구는 노즐 입구 상의 슬러리 스트림의 직경보다 직경이 작은 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 12

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 노즐은 외부 말단에 일정한 직경의 포커싱부, 및 입구영역과 그 포커싱부 사이에 직경이 감소하는 원뿔형 가속부를 갖춘 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 13

청구항 12에 있어서,

원뿔각은  $27^\circ$  이하인 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 14

청구항 13에 있어서,

원뿔각은  $13.5^\circ$  인 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 15

청구항 12 내지 청구항 14 중 어느 한 항에 있어서,

노즐의 포커싱부는 5:1보다 큰 직경 비율의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 16

청구항 15에 있어서,

노즐의 포커싱부는 10:1보다 큰 직경 비율의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 17

청구항 12 내지 청구항 16 중 어느 한 항에 있어서,

노즐의 포커싱부는 30:1 이하의 직경 비율의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 18

청구항 12 내지 청구항 17 중 어느 한 항에 있어서,

노즐은 제1파트를 형성하는 결합실 및 제2파트에 속하는 포커싱부로 이루어진 2개-파트 노즐인 것을 특징으로 하는 노즐.

#### 청구항 19

청구항 18에 있어서,

제2파트는 포커싱 노즐이며, 결합실보다 크거나 같은 원뿔각을 갖는 가속부를 포함하는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 청구항 20

청구항 19에 있어서,

포커싱부는 최소 직경의 가속부와 같거나 약간 작은 직경을 갖는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 청구항 21

청구항 19 또는 청구항 20에 있어서,

포커싱 노즐의 가속부는 다이아몬드와 같은 내연마제로 구성되는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 청구항 22

청구항 19 내지 청구항 21 중 어느 한 항에 있어서,

포커싱 노즐은 45°의 원뿔각을 갖는 출구 챔퍼(exit chamfer)를 포함하는 출구를 갖는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 청구항 23

액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 고압 커팅 장치용 포커싱 노즐에 있어서,

상기 포커싱 노즐은 외부 말단에 일정한 직경의 포커싱부, 및 입구영역과 포커싱부 사이에 직경이 감소하는 원뿔형 가속부를 갖춘 것을 특징으로 하는 포커싱 노즐.

## 청구항 24

청구항 23에 있어서,

가속부의 원뿔각은 13.5°인 것을 특징으로 하는 포커싱 노즐.

## 청구항 25

고압 커팅 장치용 노즐에 있어서,

상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 상기 노즐은 결합실 및 포커싱부를 포함하며, 상기 결합실은 제1재료로 형성되고, 상기 포커싱부는 제2재료로 형성되는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 청구항 26

청구항 25에 있어서,

포커싱부는 제2재료로 형성된 포커싱 노즐의 일부이고, 상기 포커싱 노즐은 결합실에 인접한 가속영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 노즐.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 발명은 혼입된 연마입자를 포함하는 액체의 제트에 의한 커팅(예컨대 금속들)에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 커팅의 목적을 위한 혼입된 연마입자를 함유한 고속 워터 제트의 사용은 1980년 이래로 공지되어 왔다. 공지된 커팅 워터 제트 시스템은 2개의 카테고리, 즉 연마제 워터 제트(AWJ; Abrasive Water Jet) 시스템 및 연마제 서스펜션 제트(ASJ; Abrasive Suspension Jet) 시스템 중 어느 하나에 속한다.

[0003] AWJ 시스템은 통상 노즐에 초고압(150 내지 600 MPa의 정도)으로 워터를 제공한다. 통상의 AWJ 노즐(10)이 도 1에 도시되어 있다. AWJ 노즐(10)은 혼합실(14) 내로 인도하는 작은 구멍(12; 0.2 내지 0.4 mm 직경)을 포함한다. 그에 따라, 워터가 고속으로 혼합실(14)로 흐른다.

- [0004] 통상 가넷(garnet)과 같은 작은 알갱이의 연마제는 보통 호퍼(16; hopper)를 통한 중력 인가에 의해 혼합실에 제공된다. 높은 워터 속도(18)가 벤투리 효과(venturi effect)를 생성하고, 그 연마제가 워터 제트로 끌어 당겨진다.
- [0005] 다음에 그 워터 제트는 포커싱 튜브(20)로 알려진 튜빙(tubing)의 길이를 따라 흐른다. 포커싱 튜브를 통한 워터 및 연마제의 통과는 워터 흐름의 방향으로 연마입자를 가속화시키는 작용을 한다. 다음에 그 포커스된 워터 제트(22)는 포커싱 튜브의 출구(24)를 통해 빠져 나간다. 워터 제트(22), 좀더 정확하게는 가속화된 연마입자가 금속과 같은 커팅제로 사용될 수 있다.
- [0006] 작은 구멍(12)과 포커싱 튜브(20)의 출구(24)간 노즐(10)에서의 에너지 손실이 높아질 수 있다. 연마제의 가속화, 및 벤투리에 의해 혼입된 에어의 가속화의 필요성 때문에 워터의 운동 에너지가 손실된다. 포커싱 튜브 벽에 대한 연마입자 '바운스(bounce)'로서 상당한 마찰 손실이 포커싱 튜브(20)에서 발생한다. 이것은 열 생성으로 인한 에너지 손실을 야기한다. 그 외에, 이러한 현상은 또한 포커싱 튜브의 저하를 야기하여 통상 약 40시간 동작 후 교체해야 한다.
- [0007] 따라서, 공지의 AWJ 시스템은 매우 비효율적이다.
- [0008] ASJ 시스템은 2개의 유체 스트림, 즉 액체(통상 워터) 스트림 및 슬러리 스트림(slurry stream)을 결합한다. 그 슬러리는 연마입자의 부유물(suspension)을 포함한다. 양 액체 스트림은 약 50 내지 100 MPa의 압력 하에 놓이고, 단일의 스트림을 형성하기 위해 결합된다. 그 결합된 스트림은 혼입된 연마입자로 워터 제트를 생성하기 위해 통상 1.0 내지 2.0 mm 직경 정도의 구멍을 통해 강제로 끌어내진다.
- [0009] ASJ 시스템은 2개의 가압된 스트림을 결합함에 있어 에너지 손실을 야기하지 않아 AWJ 시스템과 같은 동일한 비효율성을 제공하지는 않는다. 그럼에도 불구하고, 공지의 ASJ 시스템은 상업적 가치에 한계가 있다. 이것은 부분적으로 ASJ 시스템이 AWJ 시스템보다 상당히 낮은 압력 및 제트 속도에서 동작하기 때문에 몇몇 재료를 커팅하는 능력에 한계가 있기 때문이다.
- [0010] ASJ 시스템은 또한 가압된 연마제 슬러리의 존재로 인해, 그리고 그 흐름 특성을 제어하기 위한 효과적인 수단의 부족으로 인해 동작에 있어 상당한 어려움을 겪고 있다. 그 흐름의 연마제 슬러리의 펌핑, 전송 및 컨트롤을 위해 수반되는 시스템의 일부가 극히 높은 마모율을 갖는다는 것이다. 압력 상승에 따라 이들 마모율이 증가하여 ASJ 시스템이 만족스럽게 동작할 수 있는 압력을 제한한다.
- [0011] 일어날 수 있는 보다 심각한 문제는 가압된 연마제 흐름을 시작 및 정지시킴에 있어서 본래부터 비현실적인 어려움들을 갖고 있다는 것이다. 예컨대, 머시닝(machining)에 사용된 경우, 커팅 워터 제트는 요구에 따라 빈번하게 시작 및 정지할 수 있어야만 한다. ASJ 시스템에 있어서, 이것은 가압된 연마제 흐름에 대한 밸브의 폐쇄를 필요로 할 것이다. 그와 같은 방식에 이용된 밸브의 마모율은 극히 높다. 밸브를 폐쇄하는 동안 횡단영역의 흐름이 0으로 감소하는 것으로 평가될 것이다. 이러한 흐름 영역의 감소는 밸브의 폐쇄 동안 대응하는 흐름 속도의 증가를 야기하고, 따라서 그 밸브의 국소적인 마모를 증가시킨다.
- [0012] 통상 산업상의 CNC 환경에서, 커팅 장치는 극히 빈번하게 시작 및 정지를 필요로 할 수 있다. 이는 가압된 연마제 흐름에 대한 밸브의 빈번한 개방 및 폐쇄로 이어지며, 밸브의 빠른 마모 및 저하를 불러온다. 결과적으로, CNC 머시닝을 위한 ASJ 시스템의 사용은 본래부터 비현실적인 것을 알 수 있다.
- [0013] ASJ 시스템은 오일 및 가스 설비 및 해저 커팅과 같은 현지 환경에서 사용되고 있으며, 그 커팅의 조건이 계속해서 커지고 있다. ASJ 시스템은 산업상 CNC 머시닝에 상업적으로는 사용되고 있지 않다.
- [0014] 도 2a 및 2b는 공지의 ASJ 시스템의 개략도를 나타낸다. 도 2a에 나타난 바와 같이, 기본적인 싱글 스트림 시스템(30)에 있어서, 고압 워터 펌프(32)는 플로팅 피스톤(34; floating piston)을 추진시킨다. 그 플로팅 피스톤(34)은 연마제 슬러리(36)를 압축하여 커팅 노즐(38)로 펌프한다.
- [0015] 단일의 듀얼-스트림 시스템(40)이 도 2b에 나타나 있다. 펌프로부터의 워터가 2개의 스트림으로 분할되며, 그 중 하나의 스트림이 상기 싱글 스트림 시스템(30)과 유사한 방식으로 플로팅 피스톤(34)에 의해 연마제 슬러리(36)를 압축하여 펌프하는데 사용된다. 또 다른 스트림으로 제공된 워터 스트림(35)은 가압된 슬러리 스트림(37)과 커팅 노즐(38) 앞의 접합점(junction)에서 결합된다.
- [0016] 상기와 같이 이들 시스템 모두에 문제가 있으며, 결과적으로 매우 높은 밸브 마모율을 야기한다. 또 다른 문제점으로는 튜브 및 노즐의 극단적인 마모로 인한 일정치 않은 커팅률을 포함한다.

- [0017] 대안적인 장치가 Krasnoff에 의한 미국특허 제4,707,952호에서 제안되고 있다. Krasnoff 시스템(50)의 개략적인 구성이 도 3a에 나타나 있다. 그 Krasnoff 시스템은 상기 듀얼-스트림 시스템(40)과 유사하며, 차이점은 워터 스트림(35)과 슬러리 스트림(37)의 혼합이 커팅 노즐(38) 내의 혼합실(52)에서 일어난다는 것이다.
- [0018] 혼합실(52)의 보다 상세한 도면이 도 3b에 나타나 있다. 커팅 노즐(38)은 2단 가속을 제공한다. 우선적으로, 워터 스트림(35) 및 슬러리 스트림(37)은 혼합실(52) 내로 이끄는 독립된 노즐들을 통해 가속된다. 다음에, 그 결합된 워터 및 연마제 스트림은 최종 출구(54)를 통해 가속된다.
- [0019] 상기 Krasnoff 시스템은 다른 ASJ 시스템보다 상당히 낮은 약 16 MPa의 압력으로 동작하도록 구성된다. 그와 같은 슬러리 스트림(37)의 임팩트에 따라 여전히 밸브를 손상시키기는 하지만, 보다 높은 압력 시스템보다는 감소된 밸브 마모율을 나타낸다. 물론, Krasnoff 시스템의 파워 출력이 다른 ASJ 시스템보다 낮기 때문에 상업적인 적용이 낮다는 것은 당연한 결과이다. 출원인은 Krasnoff 시스템이 상업적으로 적용되리라고는 전혀 생각하고 있지 않다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0020] 본 발명은 상기한 점을 감안하여 이루어진 것으로, 적어도 부분적으로 상술한 AWJ 및 ASJ 시스템의 몇가지 단점들을 극복하는 혼합된 연마입자로 고압 워터 제트를 생성하기 위한 시스템을 제공하는 것을 그 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0021] 본질적으로, 본 발명은 AWJ 및 ASJ 시스템의 많은 장점들을 포함하면서도 그 각각의 시스템이 갖고 있는 몇가지 단점들을 감소시키는 방법을 제안한다.
- [0022] 고압 커팅 장치용 커팅 툴이 제공된 본 발명의 제1특징에 있어서, 상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 커팅 툴은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 입구영역을 갖춘 결합실을 포함하며, 상기 입구영역의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 결정되고, 상기 입구영역의 압력은 슬러리 스트림의 압력을 조절하도록 상기 슬러리 스트림의 압력에 영향을 미친다.
- [0023] 바람직하게, 슬러리 스트림 및 액체 스트림은 노즐로 들어가도록 배열되며, 그 노즐은 가늘고 길며, 슬러리 스트림 및 액체 스트림은 그 가늘고 긴 방향으로 지향한다. 이것은 특히 변경되는 슬러리의 방향 변경과 연관된 에너지 손실을 감소시킨다.
- [0024] 커팅 툴은 노즐이 지지되는 하우징을 포함한다. 그 하우징은 결합된 스트림을 위한 출구를 포함한다. 그 출구는 45°의 원뿔각을 갖는 출구 챔퍼를 갖춘다.
- [0025] 바람직하게, 커팅 툴은 노즐로의 슬러리의 흐름을 선택적으로 허용 또는 방지할 수 있는 슬러리 밸브 및 노즐로의 액체의 흐름을 선택적으로 허용 또는 방지할 수 있는 액체 밸브를 포함한다.
- [0026] 바람직하게, 결합실에 대한 슬러리 스트림의 위치가 조절될 수 있다.
- [0027] 고압 커팅 장치용 노즐이 제공된 본 발명의 제2특징에 있어서, 상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 액체에 부유된 연마입자를 포함하고, 노즐은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 입구영역을 갖춘 결합실을 포함하며, 상기 입구영역의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 결정되고, 상기 입구영역의 압력은 슬러리 스트림의 압력을 조절하도록 상기 슬러리 스트림의 압력에 영향을 미친다.
- [0028] 바람직하게, 상기 노즐은 가늘고 길며, 슬러리 스트림 및 액체 스트림은 그 가늘고 긴 방향으로 지향한다.
- [0029] 바람직한 구성에 있어서, 노즐은 중심축을 가지며, 슬러리 스트림은 그 중심축을 따라 방향지워지고, 액체 스트림은 그 슬러리 스트림에 대해 환(annulus)으로 제공된다. 그와 같은 구성은 슬러리 스트림을 액체 스트림의 압력에 노출시키는 유효한 수단을 제공하며, 또한 노즐 측면에 대한 마모 성향을 감소시킨다.
- [0030] 바람직하게, 노즐은 입구영역보다 직경이 작은 출구를 갖는 가속 노즐이다. 이것은 스트림 내의 압력이 고속 출력 스트림으로 변환될 수 있게 한다.



- [0031] 그 효과는 노즐 입구 상의 슬러리 스트림의 직경보다 직경이 작은 출구를 형성함으로써 더 향상된다.
- [0032] 바람직하게, 그 노즐은 외부 말단에 일정한 직경의 포커싱부, 및 입구영역과 그 포커싱부 사이에 직경이 감소하는 원뿔형 가속부를 갖춘다. 이것은 출력 스트림이 원하는 속도 및 방향 모두를 달성할 수 있게 한다.
- [0033] 가속부의 원뿔각은  $27^\circ$  를 초과하지 않는다. 바람직하게, 그 원뿔각은 약  $13.5^\circ$  가 된다. 이것은 유효한 가속 및 유지되는 비-난류 흐름(non-turbulent flow)간 양호한 균형을 제공한다.
- [0034] 바람직하게, 노즐의 포커싱부는 5:1, 바람직하게는 약 10:1보다 큰 직경 비율의 길이를 갖는다. 또한, 그 길이는 직경 비율이 약 30:1인 길이가 바람직하다.
- [0035] 바람직하게, 노즐은 제1파트(part)를 형성하는 결합실 및 제2파트에 속하는 포커싱부로 이루어진 2개-파트 노즐이다.
- [0036] 바람직하게, 제2부분은 포커싱 노즐이며, 결합실보다 크거나 같은 원뿔각을 갖는 가속부를 포함한다. 제2부분은 포커싱부보다 단단한 재료로 형성된 가속부를 갖는 혼합 노즐이다.
- [0037] 포커싱부는 난류의 도입을 방지하도록 최소 직경의 가속영역과 같거나 약간 작은 직경을 갖는다.
- [0038] 바람직하게, 포커싱 노즐의 가속부는 다이아몬드와 같은 내연마제로 구성된다.
- [0039] 포커싱 노즐은 약  $45^\circ$  의 원뿔각을 갖는 출구 챔퍼(exit chamfer)를 포함하는 출구를 갖는다. 그와 같은 각은 출구에서의 흐름 분리를 보장하기에 충분하다.
- [0040] 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 수용하도록 배열된 고압 커팅 장치용 포커싱 노즐이 제공된 본 발명의 제3특징에 있어서, 상기 포커싱 노즐은 외부 말단에 일정한 직경의 포커싱부, 및 입구영역과 포커싱부 사이에 직경이 감소하는 원뿔형 가속부를 갖춘다.
- [0041] 바람직하게, 그 원뿔각은  $27^\circ$  를 초과하지 않으며, 약  $13.5^\circ$  가 된다.
- [0042] 바람직하게, 노즐의 포커싱부는 5:1, 심지어 10:1보다 큰 직경 비율의 길이를 갖는다.
- [0043] 바람직하게, 포커싱 노즐은 다이아몬드로 이루어진다.
- [0044] 고압 커팅 장치용 노즐이 제공된 본 발명의 제4특징에 있어서, 상기 고압 커팅 장치는 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 노즐은 결합실 및 포커싱부를 포함하며, 상기 결합실은 제1재료로 형성되고, 상기 포커싱부는 제2재료로 형성된다.
- [0045] 바람직하게, 포커싱부는 제2재료로 형성된 포커싱 노즐의 일부이고, 그 포커싱 노즐은 결합실에 인접한 가속영역을 포함한다.
- [0046] 바람직한 실시예에 있어서, 커팅 툴 및 노즐은 액체 스트림 및 슬러리 스트림을 포함하는 고압 커팅 장치와 연하여 사용되며, 슬러리는 유체에 부유된 연마입자를 포함하고, 에너지가 제1에너지 수단에 의해 액체 스트림에 인가됨과 더불어 제2에너지 수단에 의해 슬러리 스트림에 인가되며, 각각의 제1 및 제2에너지 수단이 선택적으로 동작가능하고, 상기 액체 스트림과 슬러리 스트림이 커팅 툴에서 결합되며, 상기 인가된 에너지의 적어도 일부는 결합된 액체 및 연마제 스트림을 고속으로 생성하기 위해 커팅 툴에서 운동 에너지로 변환된다. 각각의 분리된 에너지 수단의 사용은 시스템에서 스트림 흐름을 컨트롤할 수 있게 한다.
- [0047] 제1에너지 수단에 의해 인가된 에너지는 바람직하게 액체 스트림을 가압하는 펌프, 보다 바람직하게는 일정한 압력 펌프에 의해 인가된다. 유사하게, 제2에너지 수단에 의해 인가된 에너지는 바람직하게 펌프, 보다 바람직하게는 일정한 흐름 펌프에 의해 인가된다. 이러한 구성은 결합된 스트림의 속도 및 볼륨(volume) 비율이 일정한 압력 펌프의 압력의 컨트롤에 의해 조정될 수 있게 하는 반면, 연마제의 흐름 비율이 일정한 흐름 펌프의 흐름 비율을 컨트롤함으로써 독립적으로 설정될 수 있게 한다. 따라서, 시스템 파워의 조절, 또는 유체:연마제 비율이 용이하게 달성될 수 있다. 다른 대체 구성에 있어서는, 싱글 펌프가 제1 및 제2에너지 수단 모두에 에너지를 인가할 수 있다.
- [0048] 바람직한 실시예에 있어서, 일정한 흐름 펌프는 차례로 슬러리 스트림을 가압하는 피스톤에 에너지를 인가하여 동작시킨다. 이러한 실시예에 있어서, 일정한 흐름 펌프에서 피스톤으로의 액체의 흐름 및 그에 따른 에너지의 흐름이 즉시 방지될 수 있도록 밸브가 일정한 흐름 펌프와 피스톤 사이에 제공된다. 간편하게, 이러한 밸브는 또한 피스톤으로부터의 유체의 역 흐름을 방지하는 작용을 할 것이다. 이러한 방식에서는, 액체 스트림



의 일정한 압력을 유지하면서도 슬러리 스트림의 압력 및 흐름을 변경시킬 수 있다. 상기 밸브는, 예컨대 펌프의 저장소로 유체를 리턴함으로써, 피스톤으로부터 멀리 일정한 유체 흐름을 전환하는 동작이 간편하다.

[0049] 바람직한 형태에 있어서, 컷팅 툴은 슬러리 스트림의 압력이 근본적으로 액체 스트림의 압력에 의해 좌우되는 방식으로 그 스트림들을 결합할 수 있게 한다. 컷팅 툴은 에너지가 인가될 경우, 액체 스트림이 거의 일정한 압력으로 제공됨과 더불어 슬러리 스트림이 거의 일정한 비율로 제공되는 결합실을 포함한다. 따라서, 그 결합실의 입구영역에서의 압력은 액체 스트림의 압력에 의해 설정된다. 결합실에 슬러리 스트림의 입구지점은 그러한 압력에 노출되어 있으며, 따라서 슬러리 스트림의 압력이 결합실 입구지점에서의 압력보다 약간 높지 않는 한 슬러리 스트림이 결합실로 들어가는 것이 방지된다. 일정한 볼륨 펌프의 동작은 슬러리 스트림이 이 지점에 도달할 때까지 슬러리 스트림의 압력을 형성한다. 이 때 일정한 흐름 비율 및 요구된 압력으로 슬러리가 결합실 내에 제공되는 제1평형조건이 달성된다. 이들 조건하에서, 일정한 볼륨 펌프가 효과적으로 일정한 변위량 전달 펌프로 동작한다.

[0050] 제2에너지 수단이 예컨대 바람직한 실시예에서 펌프와 피스톤간 밸브의 폐쇄에 의해 슬러리 스트림에 에너지를 인가하는 것을 멈추면, 결합실에서의 액체 스트림의 압력은 계속해서 슬러리 스트림에 영향을 미친다. 슬러리 스트림으로부터의 슬러리는 슬러리 스트림의 압력이 약간 결합실의 압력 이하로 떨어질 때까지 결합실로 계속해서 도입된다. 이 지점에서, 슬러리의 흐름이 멈추지만 슬러리 스트림의 압력이 유지된다.

[0051] 제2에너지 수단으로부터 에너지 인가를 멈추는 것은 플로팅 상태와 정지 상태간 슬러리의 작은 압력차로 인해 슬러리의 거의 순간 멈춤을 야기하는 것을 평가될 것이다. 유사하게, 제2에너지 수단이 동작하면, 결합실 내에 요구된 슬러리의 흐름이 거의 순간적으로 달성된다.

### 발명의 효과

[0052] 상기와 같이 이루어진 본 발명에 의하면, 적어도 부분적으로 상술한 AWJ 및 ASJ 시스템의 몇가지 단점들을 극복하는 혼입된 연마입자로 고압 워터 제트를 생성하기 위한 시스템을 제공할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0053] 본 발명의 고압 컷팅 장치의 바람직한 실시예를 기술하는 수반되는 도면들을 참조하여 본 발명을 좀더 상세히 기술한다. 다른 실시예들이 가능하며, 따라서 수반되는 도면들의 독자성이 본 발명의 선행하는 설명의 원칙을 변경하는 것으로 이해되지 않는다.

도 1은 종래의 AWJ 시스템의 컷팅 툴의 개략 횡단면도이다.

도 2a는 종래의 싱글 유체 ASJ 시스템의 개략도이다.

도 2b는 종래의 듀얼 유체 ASJ 시스템의 개략도이다.

도 3a는 유체가 컷팅 노즐 내로 주입되는 종래의 듀얼 유체 ASJ 시스템의 개략도이다.

도 3b는 도 3a의 종래 컷팅 노즐의 횡단면도이다.

도 4는 본 발명의 고압 컷팅 장치의 개략도이다.

도 5는 도 4의 컷팅 장치 내로부터의 컷팅 툴이다.

도 6은 노즐을 포함하는 도 5의 컷팅 툴의 일부의 횡단면도이다.

도 7은 도 5의 컷팅 툴 내의 포커싱 노즐의 횡단면도이다.

도 8은 도 5의 컷팅 툴 내에서 사용하기 위한 포커싱 노즐의 다른 실시예의 횡단면도이다.

도 9는 도 4의 컷팅 장치 내에서 사용하기 위한 컷팅 툴의 다른 실시예이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0054] 도 4는 고압 컷팅 시스템(100)의 개략 구성을 나타낸다. 컷팅 시스템(100)은 2개의 입력 라인인 유체 또는 워터 흐름 스트림(112) 및 슬러리 흐름 스트림(114)이 부착된 컷팅 툴(110)을 갖춘다. 각각의 워터 흐름 스트림(112; 또는 워터 스트림) 및 슬러리 흐름 스트림(114; 또는 슬러리 스트림)이 압력 하에 컷팅 툴(110)에 제공된다.

- [0055] 일정한 압력 펌프(116)인 제1에너지 수단에 의해 워터 흐름 스트림(112)에 압력이 인가된다. 이 실시예에 있어서, 일정한 압력 펌프(116)는 증감형 펌프이다. 상기 일정한 압력 펌프(116)는 워터 흐름 스트림(112)의 압력이 일정한 원하는 압력으로 유지되는 것을 보장한다. 그 원하는 압력은 일정한 압력 펌프(116)의 컨트롤에 의해 변경된다. 통상 이용가능한 압력 범위는 150 MPa 내지 600 MPa가 된다. 통상 동작에 있어서, 약 300 MPa의 워터 압력은 유용한 결과를 제공한다.
- [0056] 제2에너지 수단에 의해 슬러리 흐름 스트림(114)에 압력이 인가된다. 제2에너지 수단은 일정한 흐름 워터 펌프(120; 또는 일정한 흐름 펌프)에 의해 동작되는 플로팅 피스톤(118)을 포함한다. 이 실시예에 있어서, 일정한 흐름 워터 펌프(120)는 다중 펌프이다. 플로팅 피스톤(118)은 고밀도 및 낮은 흐름 비율로 슬러리 흐름 스트림(114)을 따라 워터의 연마입자의 부유물을 푸쉬한다. 슬러리 흐름 스트림(114)의 흐름 비율은 일정한 흐름 워터 펌프(120)에 의해 펌프되는 워터 흐름(122) 비율에 의해 좌우된다. 원하는 슬러리의 흐름 비율은 일정한 흐름 펌프(120)의 컨트롤에 의해 변경된다. 통상 슬러리의 흐름 비율은 분당 약 1리터이다.
- [0057] 제2에너지 수단은 일정한 흐름 펌프(120)와 플로팅 피스톤(118)간 워터 흐름(122)을 따라 위치한 밸브(124)를 포함한다. 밸브(124)의 폐쇄는 플로팅 피스톤(118)으로부터 멀리 워터 흐름(122)을 재방향지워 일정한 흐름 펌프(120)로 역행시킨다. 따라서, 밸브(124)의 폐쇄는 슬러리 흐름 스트림(114)에 대한 압력의 인가를 즉시 정지한다. 또한, 밸브(124)는 플로팅 피스톤(118)에서 일정한 흐름 펌프(120)로의 워터의 역흐름을 방지하고, 따라서 플로팅 피스톤(118)을 유압식으로 잠금으로써 슬러리 흐름 스트림(114)으로부터의 슬러리의 역흐름을 방지한다.
- [0058] 커팅 툴(110)은 외부 말단으로부터 확장하는 거의 원통형 노즐(128)을 갖춘 거의 원통형 몸체부(126)를 포함한다. 몸체부(126)의 내부 말단은 2개의 인젝터인 축형 슬러리 인젝터(130) 및 환형 워터 인젝터(132)에 연결된다. 상기 인젝터들은 워터 스트림 및 슬러리 스트림 모두가 축방향으로 몸체부(126)로 들어가도록 배열되며, 상기 워터 스트림은 슬러리 스트림 주위에 환형으로 위치된다. 워터 인젝터(132)는 몸체부(126)로 들어가기 전에 워터 흐름으로부터 난류를 거의 제거하기 위한 흐름 스트레이터너(flow straightener)를 포함한다. 도면의 실시예에 있어서, 워터 흐름이 방사방향으로 워터 인젝터(132)로 들어간 후 축방향으로 재방향지워진다. 다수의 작은 튜브를 포함하는 흐름 스트레이터너는 이러한 방향에 의해 생성된 난류를 제거하는데 도움을 준다.
- [0059] 커팅 툴(110)은 슬러리 인젝터(130)의 상부에 위치한 슬러리 밸브(131) 및 워터 인젝터(132)의 상부에 위치한 워터 밸브(133)를 포함한다. 슬러리 밸브(131) 및 워터 밸브(133)는 각각 독립적으로 동작가능하고, 흐름을 허용 또는 방지하도록 개방 또는 폐쇄될 수 있다.
- [0060] 슬러리 밸브(131)와 슬러리 인젝터(130)간의 축방향 연결부(135)는 가변가능한 길이를 갖는다.
- [0061] 노즐(128)이 도 6에 가장 잘 나타나 있다. 그 노즐은 결합실(134) 및 포커싱 영역(136)을 포함한다. 결합실은 입구영역(138)을 포함한다. 결합실(134)은 또한 약 13.5°의 원뿔각을 갖는 원뿔형 가속실이다.
- [0062] 포커싱 영역(136)은 노즐 출구(140)에 바로 인접한 노즐의 일정한 직경 부분이다. 그 포커싱 영역은 적어도 5:1, 바람직하게는 10:1 이상의 직경 비율의 길이를 갖는다.
- [0063] 입구영역(138)은 거의 일정한 직경의 축방향 입구 튜브(142)를 통해 슬러리 흐름을 수용하도록 배열된다. 입구영역은 또한 입구 튜브(142)에 대해 축방향으로 정렬된 환(144)을 통해 워터를 수용하도록 배열된다. 상기 환(144)은 입구 튜브(142)의 직경에 3배 내지 4배의 외부 직경을 갖는다. 상기 환(144)은 연속으로 결합실(134)의 내벽과 결합됨으로써 워터 흐름에 난류의 도입에 대한 성향을 감소시킨다.
- [0064] 입구 튜브(142)의 위치, 및 그에 따른 입구영역(138)이 가변될 수 있다. 그 위치는 축방향 연결부(135)의 조절에 의해 변경될 수 있다. 입구영역(138)의 축방향 위치결정은 입구영역(138)으로 들어가기 전에 원하는 속도로 환(144)을 통해 흐르는 워터가 가속될 수 있게 한다. 이것은 워터 및 슬러리 흐름의 측정을 가능하게 하여, 오퍼레이터가 마모 또는 파위의 손실을 조절할 수 있게 한다.
- [0065] 도면의 실시예에 있어서, 포커싱 영역(136)은 결합실(134)에 축방향으로 연결된 각각의 포커싱 노즐(146) 내에 형성된다. 도 7에 나타낸 바와 같이, 포커싱 노즐(146)은 포커싱 영역(136) 바로 앞에 가속영역(148)을 포함한다. 가속영역(148)은 결합실(134)보다 크거나 같은 원뿔각을 갖는다. 가속영역(148)은 결합실(134)의 출구의 직경과 거의 동일한 입구의 직경을 갖는다. 난류 도입에 대한 성향을 감소시키기 위해 가속영역(148)의 입구 직경이 결합실(134)의 외부 직경보다 크지 않은 것이 바람직하다.
- [0066] 포커싱 노즐(146)은 결합실(134)보다 단단한 내연마재로 형성된다. 그와 같이, 노즐(128)의 각 부분은, 유체/

연마제 스트림이 결합실에서 예컨대 250 m/sec의 최초 속도로 가속된 후, 가속영역(148)에서 최종 속도로 가속 되도록 디자인된다. 상기 각각의 속도는 두 부분에서 사용된 내연마제에 따라 디자인 및 선택될 수 있다.

- [0067] 다른 실시예에 있어서, 도 8에 나타난 바와 같이, 포커싱 노즐(146)은 특히 다이아몬드와 같은 단단한 내연마제로 형성된 가속영역(148) 및 세라믹과 같은 또 다른 적절한 재료로 형성된 포커싱 영역(136)을 포함하는 혼합 노즐이다. 이 실시예에 있어서, 포커싱 영역(136)의 직경은 가속영역(148)의 최소(출구) 직경과 같거나 약간 작도록 디자인된다.
- [0068] 상기 양 실시예에 있어서, 노즐(128)은 요구된 워터/슬러리 혼합의 속도가 통상 600 m/sec까지 도달할 수 있게 하는 충분한 길이이다. 도면의 실시예에 있어서, 이것은 슬러리 입구 튜브(142)의 직경보다 포커싱 영역(136)의 직경이 작은 것을 필요로 한다는 것을 알 수 있을 것이다.
- [0069] 노즐은 출구(140)에 챔퍼형 출구(150; chamfered exit)를 포함한다. 그 챔퍼(chamfer)의 원뿔각은 그 챔퍼형 출구(150)에서 흐름의 분리를 보장하기에 충분하다. 도면의 실시예에 있어서, 이 각은 45° 이다.
- [0070] 또 다른 실시예에 있어서, 도 9에 나타낸 바와 같이, 포커싱 노즐(146)은 외부 홀더(152) 내에 포함된다. 이 실시예에서의 챔퍼형 출구(150)는 외부 홀더(152) 내에 형성된다.
- [0071] 사용에 있어서, 워터는 일정한 압력 펌프(116)에 의해 요구된 압력(300 MPa와 같은)으로 압축된다. 워터는 커팅 툴(110)에 대한 이러한 압력 하에서 환형 워터 인젝터(126)를 통해 펌프된 다음, 환(144) 내로 펌프된다. 워터는 이 환으로부터 입구영역(138)으로 들어가고, 워터가 펌프되는 압력에 가까운 입구영역(138)의 압력을 형성한다.
- [0072] 플로팅 피스톤(118)에 의해 에너지화된 슬러리는 슬러리 인젝터(130)를 통해 커팅 툴(110)을 따라 입구 튜브(142)로 펌프된다.
- [0073] 이것은 입구 튜브(142)의 압력이 입구영역(138)의 압력을 초과하면 그 슬러리는 입구영역(138)으로만 진행된다는 것으로 평가될 것이다. 슬러리가 흐름 때, 플로팅 피스톤(118; 일정한 흐름 펌프(120)에 의해 동작된)의 동작은 결합실(134)의 입구영역(138)으로 들어가도록 압력이 충분히 높아질 때까지 슬러리 흐름 스트림의 압력을 증가시키는 작용을 한다. 이것은 그 압력이 워터 흐름에 의해 입구영역(138)에서 생성된 압력보다 약간 높다는 것으로 평가될 것이다. 이 압력(보통 약 300 MPa)이 슬러리 흐름 스트림에서 형성되면, 일정한 흐름 펌프(120)의 동작은 일정한 비율 및 압력으로 결합실(134)에 슬러리가 계속해서 제공되게 할 것이다.
- [0074] 워터 및 슬러리는 결합실(134)을 따라 빠르게 진행되어 혼합될 것이다. 환형 워터 흐름은 적어도 노즐(128)의 내부에서 슬러리의 연마작용으로부터 결합실(134)의 벽을 크게 보호할 것이다.
- [0075] 그 흐름이 포커싱 노즐(146)로 가속됨에 따라, 그 워터 및 슬러리가 잘 혼합될 것이다. 따라서, 적어도 포커싱 노즐(146)의 일부는 다이아몬드와 같은 내연마제로 구성될 필요가 있다.
- [0076] 그 흐름은 많은 금속 및 다른 재료들을 커팅하는데 적절한 극히 빠른 속도로 출구(140)를 통해 포커싱 노즐(146)을 빠져 나갈 것이다.
- [0077] 커팅이 정지되면, 밸브(124)는 즉시 플로팅 피스톤(118)의 동작을 정지시키도록 작동된다. 이것은 밸브(124)가 워터에 대해서만 동작하고, 연마제에 대해서는 동작하지 않으므로, 극단적인 마모가 발생하지 않는다는 것으로 평가될 것이다.
- [0078] 플로팅 피스톤(118)의 정지는 슬러리 흐름 스트림(114)에 부가되는 에너지를 정지하게 한다. 이것은 슬러리 흐름 스트림(114) 및 입구 튜브(142)에서의 압력을 저하시킨다.
- [0079] 입구 튜브(142)의 압력이 입구영역(138)의 워터 압력 이하로 약간 저하되지 마자, 그 워터 압력은 입구영역(138)으로의 슬러리의 흐름을 방지할 것이다. 이는 실질적으로 밸브(124)의 순간적인 동작이 일어난다는 것으로 평가될 수 있을 것이다. 그 출력 제트는 워터/슬러리 제트에서 오직 워터 제트만이 되도록 변경할 수 있다.
- [0080] 이러한 점에서, 슬러리 흐름 스트림(114)은 고압 하에서 0의 속도 조건들을 유지할 것이다. 이들 조건에서, 슬러리 밸브(131)의 지나친 마모 없이 슬러리 밸브(131)를 폐쇄시킬 수 있다.
- [0081] 일단 슬러리 밸브(131)가 폐쇄되면, 워터 밸브(133)는 워터의 흐름을 정지하도록 폐쇄될 수 있다. 이러한 시퀀스(sequence)의 밸브 폐쇄가 신속하게 컨트롤될 수 있으며, 따라서 커팅 헤드(110)에서의 커팅을 시작 및 정

지시하기 위한 간편한 수단을 제공할 수 있다.

[0082] 커팅이 재개되면, 밸브 컨트롤 시퀀스가 역으로 수행되는데, 우선 워터 밸브(133)가 개방된 후, 다음에 슬러리 밸브(131)가 개방된다. 이후 밸브(124)의 개방은 결합실(134)로의 슬러리 흐름의 순간적인 회복을 야기할 것이다.

[0083] 노즐은 출구(140)에 챔퍼형 출구(150; chamfered exit)를 포함한다. 그 챔퍼(chamfer)의 원뿔각은 그 챔퍼형 출구(150)에서 흐름의 분리를 보장하기에 충분하다. 도면의 실시예에 있어서, 이 각은 45° 이다.

[0084] 또 다른 실시예에 있어서, 도 9에 나타내 바와 같이, 포커싱 노즐(146)은 외부 홀더(152) 내에 포함된다. 이 실시예에서의 챔퍼형 출구(150)는 외부 홀더(152) 내에 형성된다.

[0085] 본 발명의 범위 내에서 본 발명을 변형 및 변경할 수 있다는 것은 당업자들에게는 자명하다.

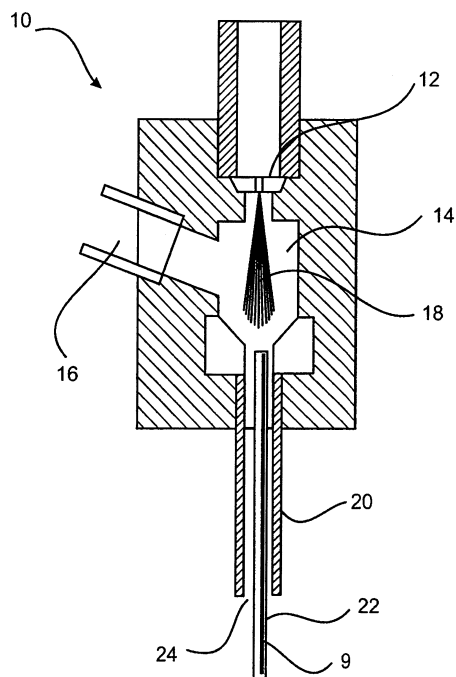
## 부호의 설명

[0086]

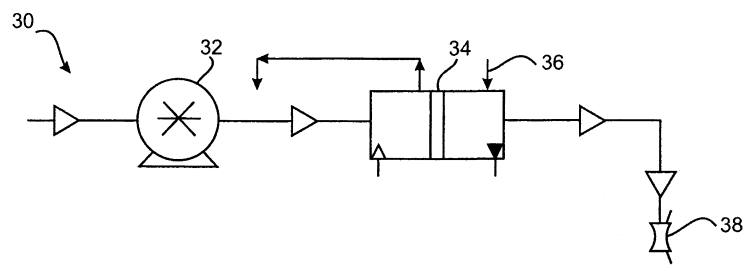
100 : 커팅 시스템,	110 : 커팅 툴,
112 : 유체 또는 워터 흐름 스트림,	114 : 슬러리 흐름 스트림,
116 : 일정한 압력 펌프,	118 : 플로팅 피스톤,
120 : 일정한 흐름 워터 펌프,	124 : 밸브,
128 : 원통형 노즐,	130 : 축형 슬러리 인젝터,
132 : 환형 워터 인젝터,	136 : 포커싱 영역,
138 : 입구영역,	140 : 노즐 출구.

## 도면

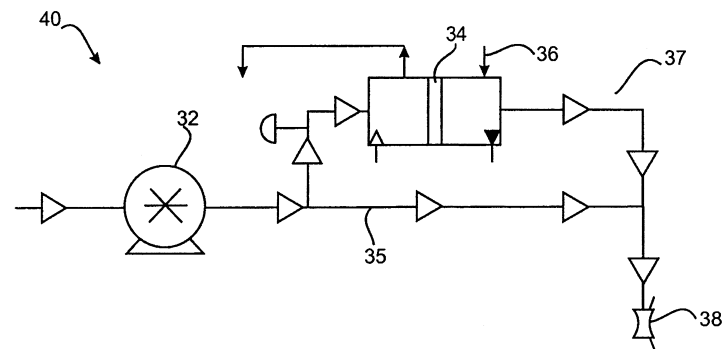
### 도면1



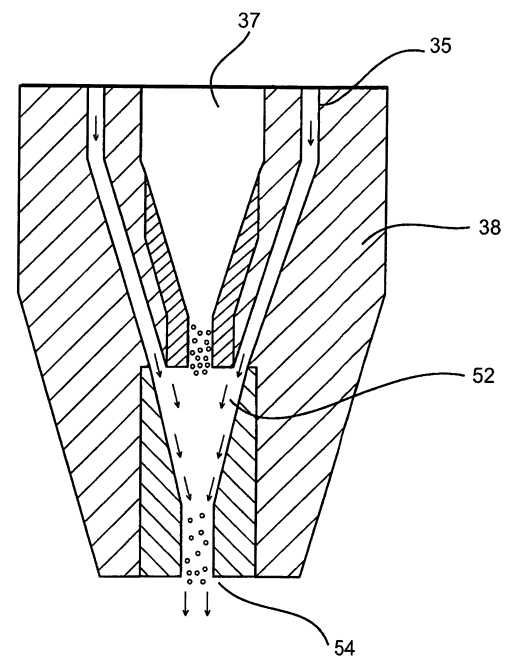
도면2a



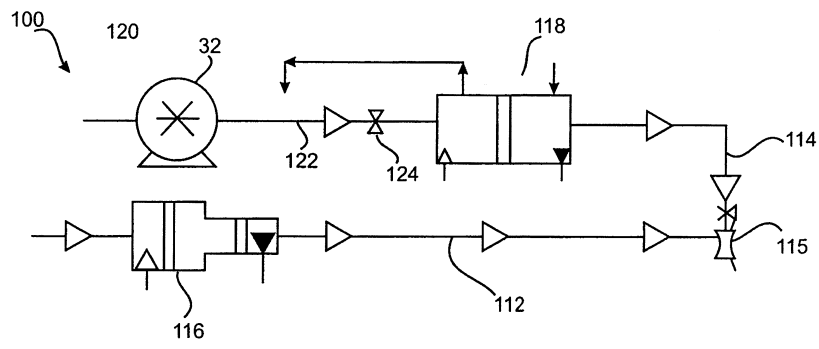
도면2b



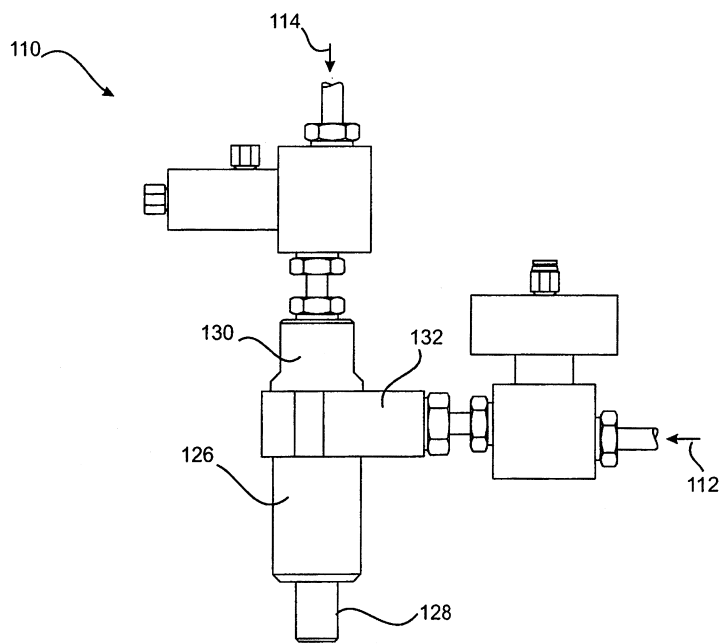
도면3b



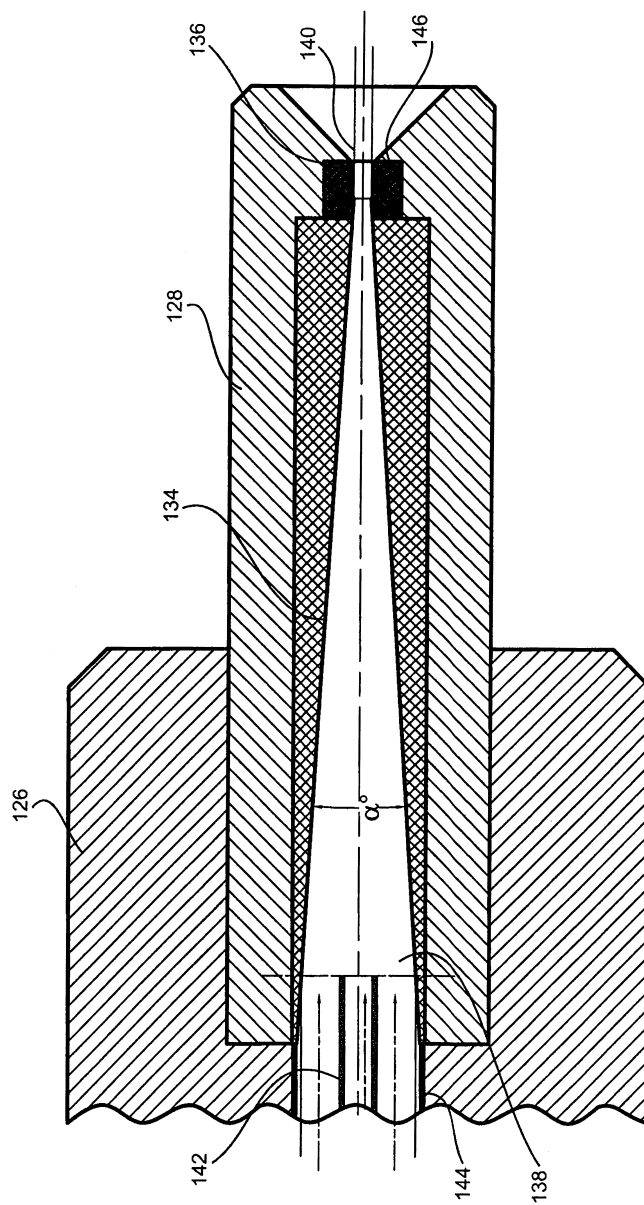
도면4



도면5

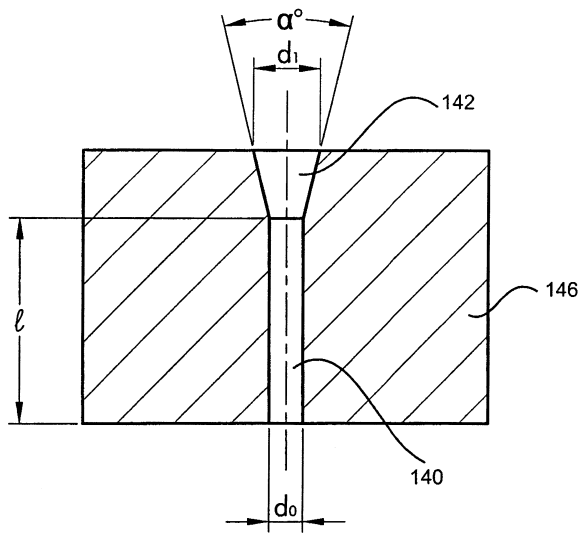


도면6

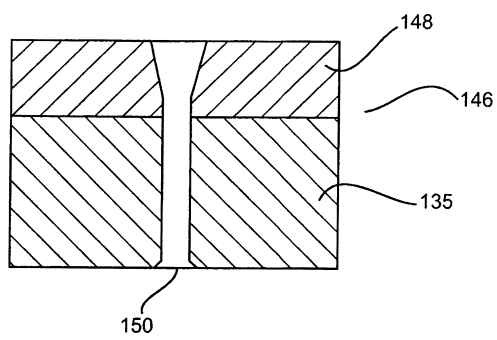




도면7



도면8



도면9

