(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년01월25일
(11) 등록번호 10-2356082
(24) 등록일자 2022년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B24B 55/02 (2006.01) *B23Q 11/10* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B24B 55/02 (2013.01)
B23Q 11/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0024883(분할)
(22) 출원일자 2018년02월28일
심사청구일자 2021년03월02일
(65) 공개번호 10-2018-0026431
(43) 공개일자 2018년03월12일
(62) 원출원 특허 10-2016-0094458
원출원일자 2016년07월25일
심사청구일자 2017년12월07일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004033962 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 12 항

(73) 특허권자
시오 컴퍼니 리미티드
일본 도쿄 하치오지시 니부카타마치 705-1
(72) 발명자
코마자와 마스히코
일본 도쿄도 192-0152 하치오지시 미야마쵸 1236 시오 컴퍼니 리미티드 내
오키 마사루
일본 도쿄도 192-0152 하치오지시 미야마쵸 1236 시오 컴퍼니 리미티드 내
(74) 대리인
오병석, 함수옥

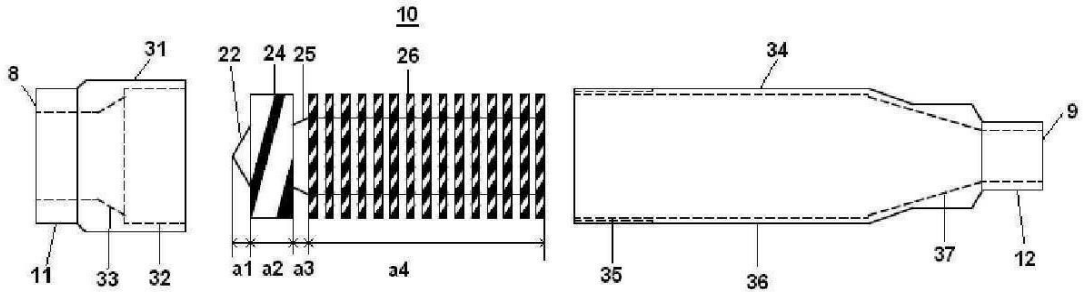
심사관 : 최정섭

(54) 발명의 명칭 **유체 공급관**

(57) 요 약

본 발명의 일 국면에 의한 유체 공급관은, 내부 구조체 및 내부 구조체를 수납하기 위한 관 본체를 포함한다. 관 본체는, 원형의 단면을 갖고, 유입구와 유출구를 포함한다. 내부 구조체는, 관 본체에 내부 구조체가 수납된 때에, 관 본체의 유입구 측에 위치되고, 유입구를 통해 유입되는 유체를 관 중심으로부터 반경 방향으로 확산시키는 제1 부분, 제1 부분보다 하류 측에 위치하고, 제1 부분에 의해 확산된 유체에 회오리류를 일으키도록 복수의 나선형으로 형성된 날개를 갖는 제2 부분, 및 제2 부분보다 하류 측에 위치하고, 외주면에 복수의 돌출부를 갖는 제3 부분을 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
B23Q 11/1076 (2013.01)
B23B 2231/24 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌
JP2001137249 A*
KR1019950703410 A
US05639029 A
US20050051642 A1
JP2003126667 A
JP2013252613 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명 세 서

청구범위

청구항 1

관 본체에 수납되어 유체에 유동 특성을 부여하는 내부 구조체로서,

내부 구조체는, 일체화된 하나의 부품 상에 제1 부분, 제2 부분, 및 제3 부분이 형성되고,

제1 부분은 유입되는 유체를 일체화된 하나의 부품의 반경 방향으로 확산시키고,

제2 부분은 제1 부분보다 하류 측에, 제1 부분과 제3 부분 사이에 위치하며, 제1 부분에 의해 확산된 유체에 회오리류를 발생시키고,

제3 부분에는 제2 부분으로부터 회오리류가 된 유체가 주어지고, 제3 부분은 유체가 흐르는 외주면에 복수의 돌출부를 갖고, 복수의 돌출부 사이의 유로의 단면적이 상류의 유로의 단면적보다 작아서 복수의 돌출부 사이의 유로를 흐르는 유체의 정압력을 낮아지게 함으로써 캐비테이션 현상을 유발하여 미세 기포를 발생시키며,

제2 부분의 축 방향에 있어서의 제1 부분의 길이가, 제2 부분의 축 방향에 있어서의 제2 부분의 길이보다 짧은,

내부 구조체.

청구항 2

제1항에 있어서,

제1 부분은 원뿔형으로 형성되어 있는 내부 구조체의 일단부인, 내부 구조체.

청구항 3

제1항에 있어서,

제1 부분은 돔 형으로 형성되어 있는 내부 구조체의 일단부인, 내부 구조체.

청구항 4

제1항에 있어서,

제2 부분은 세 개의 날개를 포함하고, 각 날개의 끝이 축부분의 원주 방향으로 서로 120도씩 떨어져있는, 내부 구조체.

청구항 5

제1항에 있어서,

제3 부분은 원형의 단면을 갖는 축부분과 그 외주면에 복수의 돌출부를 포함하는, 내부 구조체.

청구항 6

제5항에 있어서,

복수의 돌출부는 그물 형태로 형성되어 있는, 내부 구조체.

청구항 7

제1항에 있어서,

내부 구조체는, 제3 부분보다 하류 측에 유체를 흐름의 중심을 향하여 유도하는 제4 부분을 더 포함하고, 제1 부분, 제2 부분, 제3 부분과 함께 제4 부분은, 일체화된 하나의 부품 상에 형성되어 있는, 내부 구조체.

청구항 8

제7항에 있어서,

제4 부분은 돔 형으로 형성되어 있는 내부 구조체의 일단부인, 내부 구조체.

청구항 9

제7항에 있어서,

제4 부분은 원뿔형으로 형성되어 있는 내부 구조체의 일단부인, 내부 구조체.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 내부 구조체가 수납된 관 본체에 냉각액을 유입시키고, 소정의 유동 특성을 부여해서 공구나 피가공물에 토출시켜 냉각시키는 공작 기계.

청구항 11

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 내부 구조체가 수납된 관 본체에 소정 온도의 물을 유입시키고, 소정의 유동 특성을 부여하여 토출시켜서 세정 효과를 향상시키는 샤워 노즐.

청구항 12

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항의 내부 구조체가 수납된 관 본체에 복수의 서로 다른 특성의 유체를 유입시키고, 소정의 유동 특성을 부여하여 이 복수의 유체를 혼합시켜 토출시키는 유체 혼합 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 유체를 공급하는 장치의 유체 공급관에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 그 내부를 흐르는 유체에 소정의 유동 특성을 부여하는 유체 공급관에 관한 것이다. 예를 들어, 본 발명의 유체 공급관은 연삭 기계, 드릴링 머신, 절삭 기계 등의 각종 공작 기계의 절삭액 공급 장치에 적용될 수 있다.

배 경 기 술

[0003] 종래, 연삭 기계나 드릴링 머신과 같은 공작 기계에 의하여 금속 등으로 이루어진 피가공물을 원하는 형상으로 가공할 때에, 피가공물과 칼날의 접촉 부분에 가공액(예컨대, 냉각액)을 공급함으로써 가공 중 발생하는 열을 식히거나, 피가공물의 잘린 부스러기(칩(chip)이라고도 함)를 가공 지점으로부터 제거한다. 피가공물과 칼날의 접촉 부분에서 높은 압력과 마찰 저항으로 인하여 발생하는 절삭열은 칼날 끝을 마모시키거나 강도를 떨어뜨려, 칼날 등 공구의 수명을 감소시킨다. 또한, 피가공물의 잘린 부스러기가 충분히 제거되지 않으면 가공 중에 칼날 끝에 달라붙어 가공 정밀도를 떨어뜨리기도 한다.

[0004] 절삭액이라고도 불리는 가공액은 공구와 피가공물 사이의 마찰 저항을 감소시키고 절삭열을 제거하며, 피가공물의 표면으로부터 잘린 부스러기를 제거하는 세척 작용도 행한다. 이를 위해 냉각액은 마찰 계수가 작고, 끓는 점이 높으며, 칼날과 피가공물의 접촉부에 잘 침투할 수 있어야 한다.

[0005] 예를 들면, 일본 특허출원공개 평11-254281호에는, 작용 요소(칼날)와 피가공물과의 접촉부에 가공액을 강제적으로 침입시키기 위해 가스(예컨대, 공기)를 분출하는 가스 분출 수단을 가공 장치에 설치하는 기술이 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 일본 특허출원공개 평11-254281호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 특허문헌 1에 개시된 것과 같은 종래 기술에 의하면, 공작 기계에 가공액을 분사하는 수단에 더하여 가스를 고속 및 고압으로 분출하는 수단을 추가로 설치해야 하기 때문에 비용이 증가하고 장치가 대형화되는 문제도 있다. 또한, 연삭 장치에서는 고속으로 회전하는 연삭 숫돌의 외주면을 따라서 함께 회전하는 공기로 인해 숫돌과 피가공물의 접촉부에 가공액이 충분히 도달하지 못하는 문제가 있는데, 연삭 숫돌의 회전 방향과 같은 방향으로 공기를 분사하는 것만으로는 가공액을 충분히 침투시키기 어렵기 때문에 가공열을 충분히 냉각시키기 어렵다는 문제가 여전히 존재한다.

[0009] 본 발명은 이와 같은 종래 기술의 문제점에 착안하여 개발된 것이다. 본 발명의 목적은, 그 내부를 흐르는 유체에 소정의 유동 특성을 부여하여, 유체의 윤활성, 침투성 및 냉각 효과를 향상시킬 수 있는 유체 공급관을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 구성은 다음과 같다. 본 발명의 유체 공급관은, 내부 구조체 및 내부 구조체를 수납하기 위한 관 본체를 포함한다. 관 본체는, 원형의 단면을 갖고, 유입구와 유출구를 포함한다. 내부 구조체는, 관 본체에 내부 구조체가 수납된 때에, 관 본체의 유입구 측에 위치되고, 유입구를 통해 유입되는 유체를 관 중심으로부터 반경 방향으로 확산시키는 제1 부분, 제1 부분보다 하류 측에 위치하고, 제1 부분에 의해 확산된 유체에 회오리류를 일으키도록 복수의 나선형으로 형성된 날개를 갖는 제2 부분, 및 제

2 부분보다 하류 측에 위치하고, 외주면에 복수의 돌출부를 갖는 제3 부분을 포함한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 유체 공급관을 공작 기계 등의 유체 공급부에 설치하면, 유체 공급관 내에서 발생한 다수의 마이크로 버블이 공구와 피가공물에 충돌하면서 소멸하는 과정에서 발생하는 진동 및 충격에 의해 종래에 비해 세정 효과가 향상된다. 이는 절삭날 등 공구의 수명을 연장시키고 공구의 교체로 소모되는 비용을 절감할 수 있다. 또한, 본 발명의 유체 공급관에 의해 부여되는 유동 특성은, 유체의 침투성을 향상시켜 냉각 효과를 증대시키고, 윤활성을 향상시켜, 가공 정밀도를 향상시킬 수 있다.

[0014] 뿐만 아니라, 본 발명의 다수의 실시 형태에서는, 내부 구조체가 일체화된 하나의 부품으로서 제조된다. 그러므로, 내부 구조체를 관 본체와 조립하는 공정이 단순해 진다.

[0015] 본 발명의 유체 공급관은, 연삭 장치, 절삭 장치, 드릴링 장치 등 다양한 공작 기계에 있어서의 냉각액 공급부에 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 두 가지 이상의 유체(액체와 액체, 액체와 기체, 또는 기체와 기체)를 혼합하는 장치에도 효과적으로 이용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0017] 이하의 상세한 설명을 이하의 도면과 함께 고려하면, 본원에 대한 보다 깊은 이해를 얻을 수 있다. 이 도면들은 예시에 지나지 않고, 본 발명의 범위를 한정하는 것은 아니다.

도 1은 본 발명이 적용된 유체 공급부를 포함하는 연삭 장치를 도시한다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 3은 본 발명의 제1 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 의한 유체 공급관의 내부 구조체의 3차원 사시도이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 의한 유체 공급관의 내부 구조체의 마름모꼴 돌출부를 형성하는 방법을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 의한 유체 공급관의 내부 구조체의 3차원 사시도이다.

도 9는 본 발명의 제3 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 10은 본 발명의 제3 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

도 11은 본 발명의 제4 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 12는 본 발명의 제4 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

도 13은 본 발명의 제5 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 14는 본 발명의 제5 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

도 15는 본 발명의 제6 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 분해도이다.

도 16은 본 발명의 제6 실시예에 의한 유체 공급관의 측면 투시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 명세서에 있어서는, 주로 본 발명을 연삭 장치 등의 공작 기계에 적용한 실시예에 대해서 설명하지만, 본 발명의 적용 분야는 이것으로 한정되지 않는다. 본 발명은 유체를 공급하는 다양한 애플리케이션에 적용가능하고, 예를 들면, 가정용 샤워기 노즐이나 유체 혼합 장치에도 적용 가능하다.

[0019] 이하, 본 발명의 실시 형태에 대해서, 도면을 참조하면서 상세히 설명한다.

[0020] 도 1은 본 발명이 적용된 유체 공급부를 포함하는 연삭 장치의 일 실시 형태를 도시한다. 도시된 바와 같이, 연삭 장치 1은 연삭날(숫돌) 2, 피가공물 3을 평면상에서 이동시키는 테이블(도시는 생략), 피가공물이나 연삭

날을 상하로 이동시키는 컬럼(도시는 생략) 등을 포함하는 연삭부 4와, 유체(즉, 냉각액)를 연삭날이나 피가공물에 공급하는 유체 공급부 5를 포함한다. 연삭날 2는, 도시가 생략된 구동원에 의해, 도 1의 평면에서 시계방향으로 회전 구동되고, 연삭 개소 G에서의 연삭날 2의 외주면과 피가공물 3의 마찰에 의하여 피가공물 3의 표면이 연삭된다. 또한, 도시는 생략하지만 유체 공급부 5는 냉각액(예를 들어, 물)을 저장하는 탱크와, 상기 냉각액을 탱크로부터 유출시키는 펌프를 포함한다.

[0021] 유체 공급부 5는, 펌프에 의해 탱크에 저장된 유체가 유입되는 배관 6과, 유체에 소정의 유동 특성을 부여하는 내부 구조체를 갖는 유체 공급관 10과, 연삭 개소 G에 가까이 배치된 토출구를 갖는 노즐 7을 포함한다. 유체 공급관 10과 배관 6은, 예를 들어, 유체 공급관 10의 유입구 8측의 접속 부재인 너트 11의 암나사와 배관 6의 단부의 외주면에, 예를 들어, 나사가공에 의해 형성된 수나사(도시는 생략)가 결합함으로써 연결된다. 유체 공급관 10과 노즐 7은, 예를 들어, 유체 공급관 10의 유출구 9측의 접속 부재인 너트 12의 암나사와 노즐 7의 단부의 외주면에, 예를 들어, 나사가공에 의해 형성된 수나사(도시는 생략)가 결합함으로써 연결된다. 배관 6으로부터 유체 공급관 10으로 유입되는 유체는 유체 공급관 10을 통과하면서 그 내부 구조체에 의해 소정의 유동 특성을 갖게 되고, 유체 공급관 10의 유출구 9를 거쳐 노즐 7을 통해 연삭 개소 G를 향해 토출된다. 본 발명의 다수의 실시 형태에 의하면, 유체 공급관 10을 통과한 유체는 마이크로 버블을 포함한다. 이하, 유체 공급관 10의 내부 구조체의 다양한 실시 형태에 대해서 도면을 참조하여 설명한다.

[0022] (제1 실시 형태)

[0023] 도 2는 본 발명의 제1 실시 형태에 의한 유체 공급관 10의 측면 분해도이고, 도 3은 유체 공급관 10의 측면 투시도이고, 도 4는 유체 공급관 10의 내부 구조체 20의 3차원 사시도이다. 도 2 및 도 3에서, 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다. 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이, 유체 공급관 10은 내부 구조체 20 및 관 본체 30을 포함한다.

[0024] 관 본체 30은 유입측 부재 31과, 유출측 부재 34에 의해 구성된다. 유입측 부재 31과 유출측 부재 34는 원통형의 속이 비어있는 관의 형태를 갖는다. 유입측 부재 31은 일단부에 소정의 직경의 유입구 8을 갖고, 타단부 측에는 유출측 부재 34와의 접속을 위해 내주면을 나사가공함으로써 형성된 암나사 32를 포함한다. 도 1과 관련하여 설명한 바와 같이, 유입구 8측에는 너트 11이 일체로 형성된다. 도 2에 도시된 바와 같이, 유입측 부재 31은 양 단부의 내경, 즉, 유입구 8의 내경과 암나사 32의 내경이 서로 다르고, 유입구 8의 내경이 암나사 32의 내경보다 작다. 유입구 8과 암나사 32 사이에는 테이퍼부 33이 형성되어 있다. 본 실시 형태에서는 너트 11이 유입측 부재 31의 일부로서 형성되지만, 본 발명은 이러한 구성으로 한정되지 않는다. 즉, 너트 11을 유입측 부재 31와는 별개의 부품으로 제조하고, 유입측 부재 31의 단부에 결합하는 구성도 가능하다.

[0025] 유출측 부재 34는 일단부에 소정의 직경의 유출구 9를 갖고, 타단부 측에는 유입측 부재 31과의 접속을 위해 외주면을 나사가공함으로써 형성된 수나사 35를 포함한다. 유출측 부재 34의 수나사 35의 외주면의 직경은 유입측 부재 31의 암나사 32의 내경과 동일하다. 도 1과 관련하여 설명한 바와 같이, 유출구 9측에는 너트 12가 일체로 형성된다. 너트 12와 수나사 35의 사이에는 통형부 36 및 테이퍼부 37이 형성된다. 유출측 부재 34는 양 단부의 내경, 즉, 유출구 9의 내경과 수나사 35의 내경이 서로 다르고, 유출구 8의 내경이 수나사 35의 내경보다 작다. 본 실시 형태에서는 너트 12가 유출측 부재 34의 일부로서 형성되지만, 본 발명은 이러한 구성으로 한정되지 않는다. 즉, 너트 12를 유출측 부재 34와는 별개의 부품으로 제조하고, 유출측 부재 34의 단부에 결합하는 구성도 가능하다. 유입측 부재 31의 내주면의 암나사 32와 유출측 부재 34의 외주면의 수나사 35의 나사 결합에 의해 유입측 부재 31과 유출측 부재 34가 연결됨으로써 관 본체 30이 형성된다.

[0026] 한편, 관 본체 30의 상기 구성은 일 실시 형태에 불과하고, 본 발명은 상기 구성으로 한정되지 않는다. 예를 들어, 유입측 부재 31과 유출측 부재 34의 연결은 상기한 나사 결합으로 한정되지 않고, 당업자에게 알려진 기계 부품의 결합 방법은 어느 것이든 적용가능하다. 또한, 유입측 부재 31과 유출측 부재 34의 형태는 도 2 및 도 3의 형태로 한정되지 않고, 설계자가 임의로 선택하거나 유체 공급관 10의 용도에 따라서 변경가능하다. 유입측 부재 31와 유출측 부재 34는 스틸과 같은 금속, 플라스틱 등으로 이루어질 수 있다.

[0027] 도 3을 함께 참조하면, 유체 공급관 10은, 내부 구조체 20을 유출측 부재 34에 수납한 후, 유출측 부재 34의 외주면의 수나사 35와 유입측 부재 31의 내주면의 암나사 32를 결합시킴으로써 구성된다. 내부 구조체 20은, 예컨대, 스틸과 같은 금속으로 이루어진 원기둥 부재를 가공하거나 플라스틱을 성형하는 등의 방법으로 형성될 수 있다. 도 2 및 도 4를 참조하면, 내부 구조체 20은, 유체 확산부 22와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26을 포함한다.

[0028] 본 실시 형태에서 유체 확산부 22는 원기둥 부재의 일단부를 원뿔의 형태로 가공(예컨대, 스피닝)함으로써 형성될 수 있다. 유체 확산부 22는 유입구 8를 거쳐 유입측 부재 31로 유입되는 유체를 관의 중심부로부터 외측으로, 즉, 반경 방향으로 확산시킨다.

[0029] 회오리 발생부 24은 상기 원기둥 부재의 일부를 가공하여 형성된 것으로, 도 4에 도시된 것처럼, 단면이 원형인 축부분과, 3개의 나선형으로 형성된 날개로 이루어진다. 도 2를 참조하면, 본 실시 형태에 있어서, 회오리 발생부 24의 길이 a2는 유체 확산부 22의 길이 a1보다는 길고, 버블 발생부 26의 길이 a4보다는 짧다. 또한, 유체 확산부 22의 단면적이 최대인 부분의 반경은 회오리 발생부 24의 반경(회오리 발생부 24의 축부분의 중심으로부터 날개 끝까지의 거리)보다 작은 것이 바람직하다. 회오리 발생부 24의 각각의 날개는, 그 끝이 축부의 원주 방향으로 120도씩 떨어져있고, 축부의 일단으로부터 타단까지 외주면에 소정 간격을 두고 반시계 방향으로 나선형으로 형성되어 있다. 본 실시 형태에서는 날개의 개수를 3개로 하였지만, 본 발명은 이러한 실시 형태로 한정되지 않는다. 또한, 회오리 발생부 24의 날개의 형태는, 유체 확산부 22를 지나면서 확산되어 회오리 발생부 24로 진입한 유체가 각 날개의 사이를 통과하는 동안 회오리류를 일으킬 수 있는 형태라면 특정한 제한이 없다. 한편, 본 실시 형태에서는, 회오리 발생부 24는, 내부 구조체 20을 관 본체 30에 수납했을 때, 관 본체 30의 유출측 부재 34의 내주면에 근접하는 정도의 외경을 갖는다.

[0030] 버블 발생부 26은, 원기둥 부재의 하류 부분, 즉, 유체 확산부 22와 회오리 발생부 24를 형성한 후의 나머지 부분을 가공하여 형성한다. 도 2 및 도 4에 도시된 것처럼, 버블 발생부 26의 원형 단면을 갖는 축부분의 외주면에 다수의 마름모꼴의 돌출부가 그물(網) 형태로 형성되어 있다. 각각의 마름모꼴 돌출부는, 축부분의 외주면으로부터 외측을 향해 돌출되도록, 예를 들어, 원기둥 부재를 연삭가공함으로써 형성될 수 있다. 보다 구체적으로, 각각의 마름모꼴 돌출부의 형성 방법은, 예를 들어, 도 5에 도시된 것처럼, 원기둥 부재의 길이 방향에 대하여 90° 의 방향으로 일정 간격을 갖는 복수의 라인 51과, 상기 길이 방향에 대하여 소정의 각도(예를 들면, 60°)를 갖는 일정 간격의 라인 52를 교차시켜, 라인 51과 라인 51의 사이를 한번씩 건너뛰어 연삭하는 동시에, 기울어진 라인 52와 라인 52의 사이를 한번씩 건너뛰어 연삭한다. 이렇게 해서, 축부분의 외주면으로부터 돌출되는 마름모꼴의 복수의 돌출부가 상하(원주 방향), 좌우(축부분의 길이 방향)로 하나씩 건너뛰어서 규칙적으로 형성된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 버블 발생부 26은, 내부 구조체 20을 관 본체 30에 수납했을 때, 관 본체 30의 유출측 부재 34의 내주면에 근접하는 정도의 외경을 갖는다.

[0031] 본 실시 형태에서는, 도 2에 도시된 것처럼, 회오리 발생부 24의 축부분의 직경이 버블 발생부 26의 축부분의 직경보다 작다. 이 때문에, 회오리 발생부 24와 버블 발생부 26 사이에는 테이퍼부 25(길이: a3)가 존재한다. 그러나, 본 발명은 이러한 형태로 한정되는 것은 아니다. 다시 말해, 회오리 발생부 24와 버블 발생부 26의 직경은 서로 다르지 않아도 좋다.

[0032] 이하, 유체가 유체 공급관 10을 통과하는 동안의 유동에 대해서 설명한다. 임펠러가 우회전 또는 좌회전하는 전동 펌프에 의해 배관 6(도 1 참조)을 거쳐서 유입구 8을 통해 유입된 유체는, 유입측 부재 31의 테이퍼부 33의 공간을 지나 유체 확산부 22에 부딪히고 유체 공급관 10의 중심으로부터 외측을 향해(즉, 반경 방향으로) 확산된다. 확산된 유체는 회오리 발생부 24의 반시계 방향으로 나선형으로 형성된 3개의 날개 사이를 통과해 간다. 유체 확산부 22는 배관 6을 통해 유입된 유체가 효과적으로 회오리 발생부 24로 진입하도록 유체를 유도하는 작용을 행한다. 유체는 회오리 발생부 24의 각 날개에 의해 강렬한 회오리류가 되어서 테이퍼부 25를 지나 버블 발생부 26으로 보내진다.

[0033] 그리고, 유체는 버블 발생부 26의 축부분의 외주면에 규칙적으로 형성된 복수의 마름모꼴 돌출부 사이를 지나가게 된다. 이들 복수의 마름모꼴 돌출부는 복수의 좁은 유로를 형성한다. 유체가 복수의 마름모꼴 돌출부에 의해 형성된 복수의 좁은 유로를 통과함으로써, 다수의 미소한 소용돌이를 발생시키는 플립플롭 현상(유체가 흐르는 방향이 주기적으로 번갈아 방향을 변환해서 흐르는 현상)이 발생한다. 이러한 플립플롭 현상에 의해서, 유체 공급관 10 내에서 버블 발생부 26의 복수의 돌출부 사이를 지나는 유체는 규칙적으로 좌우로 방향을 변환하면서 흘러가고, 그 결과, 유체의 혼합 및 확산을 유발시킨다. 버블 발생부 26의 이러한 구조는 다른 성질을 가진 두 가지 이상의 유체를 혼합하고자 하는 경우에도 유용하다.

[0034] 또한, 내부 구조체 20은 유체가 단면적이 큰 상류(회오리 발생부 24)로부터 단면적이 작은 하류(버블 발생부 26의 복수의 마름모꼴 돌출부들 사이에 형성된 유로)로 흐르도록 하는 구조를 갖는다. 이러한 구조는 이하에 설명하는 바와 같이 유체의 정압력(static pressure)을 변화시킨다. 유체에 외부 에너지가 가해지지 않는 상태에서의 압력, 속도, 및 위치 에너지의 관계는 다음과 같은 베르누이 방정식으로 주어진다.

[0035] $$p+\frac{\rho v^2}{2}+gh\rho=k$$

[0036] 여기서, p는 유선 내 한 점에서의 압력, ρ는 유체의 밀도, υ는 그 점에서의 유동 속도, g는 중력 가속도, h는 기준면에 대한 그 점의 높이, k는 상수이다. 상기 방정식으로 표현되는 베르누이 정리는 에너지 보존 법칙을 유체에 적용한 것으로서, 흐르는 유체에 대해서 유선 상에서 모든 형태의 에너지의 합은 언제나 일정하다는 점을 설명한다. 베르누이 정리에 의하면, 단면적이 큰 상류에서는 유체의 속도가 느리고 정압은 높다. 반면 단면적이 작은 하류에서는 유체의 속도가 빨라지고 정압은 낮아진다.

[0037] 유체가 액체인 경우, 낮아진 정압이 액체의 포화증기압에 도달하면 액체는 기화를 시작한다. 이와 같이 거의 동일한 온도에서 정압이 극히 짧은 시간에 포화 증기압보다 낮아져서(물의 경우, 3000~4000Pa) 액체가 급격히 기화되는 현상을 캐비테이션(cavitation)이라고 한다. 본 발명의 유체 공급관 10의 내부 구조는 이러한 캐비테이션 현상을 유발한다. 캐비테이션 현상에 의해 액체 중에 존재하는 100마이크론 이하의 미소한 기포핵을 핵으로 하여 액체가 비등하거나 용존 기체의 유리(遊離)에 의해서 작은 기포가 다수 발생한다. 즉, 유체가 버블 발생부 26을 지나면서 다수의 마이크로 버블이 발생된다.

[0038] 물의 경우, 하나의 물분자가 다른 네 개의 물분자와 수소 결합을 형성할 수 있고, 이 수소 결합 네트워크를 파괴하는 것은 쉽지 않다. 그 때문에, 물은 수소 결합을 형성하지 않는 다른 액체에 비해서 끓는 점과 녹는 점이 상당히 높고, 점도가 크다. 물의 끓는 점이 높은 성질은 우수한 냉각 효과를 나타내므로, 연삭 등을 행하는 가공 장치의 냉각수로서 많이 사용되지만 물 분자의 크기가 커서 가공 지점으로의 침투성이나 윤활성은 좋지 않다는 문제가 있다. 이 때문에 종래에는 물이 아닌 특수한 윤활유(즉, 절삭유)를 단독으로 또는 물과 혼합하여 사용하는 경우도 많다. 그런데, 본 발명의 공급관을 이용하면, 상기한 캐비테이션 현상에 의해 물의 기화가 일어나고, 그 결과 물의 수소 결합 네트워크가 파괴되어 점도가 낮아진다. 또한, 기화로 인해 발생하는 마이크로 버블은 침투성과 윤활성을 향상시킨다. 침투성의 향상은 결과적으로 냉각 효율을 증가시킨다. 따라서, 본 발명에 의하면, 특수한 윤활유를 사용하지 않고 물만을 이용하여도 가공 품질, 즉, 공작 기계의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0039] 버블 발생부 26을 통과한 유체는 유출측 부재 34의 테이퍼부 37로 진입한다. 테이퍼부 37는 버블 발생부 26에 비해서 유로의 단면이 훨씬 크기 때문에 여기서 플립플롭 현상은 거의 사라진다. 유체는 테이퍼부 37을 지나 유출구 9를 통해 유출되고, 노즐 7을 통해 연삭 개소 G를 향하여 토출된다. 유체가 노즐 7을 통해 토출될 때 버블 발생부 26에서 발생한 다수의 마이크로 버블이 대기압에 노출되고 연삭날 2와 피가공물 3에 충돌하면서 버블이 깨지거나 폭발해서 소멸한다. 이렇게 버블이 소멸하는 과정에서 발생하는 진동 및 충격은 연삭 개소 G에서 발생하는 슬러지나 칩을 효과적으로 제거한다. 다시 말해, 마이크로 버블이 소멸하면서 연삭 개소 G 주위의 세정 효과가 향상된다.

[0040] 본 발명의 유체 공급관 10을 공작 기계 등의 유체 공급부에 설치하는 것에 의해, 연삭날과 피가공물에서 발생하는 열을 종래에 비해 더욱 효과적으로 냉각시킬 수 있고, 침투성과 윤활성이 향상되어, 가공 정밀도를 향상시킬 수 있다. 또한, 피가공물의 잘려나간 조각들을 가공 지점으로부터 효과적으로 제거함으로써, 절삭날 등 공구의 수명을 연장시키고 공구의 교체로 소모되는 비용을 절감할 수 있다.

[0041] 뿐만 아니라, 본 실시 형태에서는, 하나의 부재를 가공하여 내부 구조체 20의 유체 확산부 22와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26을 형성하므로, 내부 구조체 20이 일체화된 하나의 부품으로서 제조된다. 그러므로, 내부 구조체를 유출측 부재 34 내부에 넣은 후 유출측 부재 34의 수나사 35와 유입측 부재 31의 암나사 32를 끼워서 결합하는 간단한 공정만으로 유체 공급관 10을 제조할 수 있다.

[0042] 본 발명의 유체 공급관은, 연삭 장치, 절삭 장치, 드릴링 장치 등 다양한 공작 기계에 있어서의 가공액 공급부에 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 두 가지 이상의 유체(액체와 액체, 액체와 기체, 또는 기체와 기체)를 혼합하는 장치에도 효과적으로 이용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 유체 공급관을 연소 엔진에 적용하면, 연료와 공기가 충분히 혼합됨으로써 연소 효율이 향상될 수 있다. 또한, 본 발명의 유체 공급관을 세정 장치에 적용하면, 통상의 세정 장치에 비해서 세정 효과를 더욱 향상시킬 수 있다.

[0043] (제2 실시 형태)

[0044] 다음으로, 도 6 내지 도 8을 참조하여 본 발명의 제2 실시 형태에 의한 유체 공급관 100에 대해서 설명한다. 제1 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 제1 실시 형태와 차이가 있는 부분에 대해서만 상세

히 설명한다. 제1 실시 형태의 구성요소와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 도 6은 제2 실시 형태에 의한 유체 공급관 100의 측면 분해도이고, 도 7은 상기 유체 공급관 100의 측면 투시도이고, 도 8는 유체 공급관 100의 내부 구조체 200의 3차원 사시도이다. 도 6 및 도 7에 도시된 바와 같이, 유체 공급관 100은 내부 구조체 200 및 관 본체 30을 포함한다. 제2 실시 형태의 관 본체 30은 제1 실시 형태의 것과 동일하므로, 그 설명을 생략한다. 도 6 및 도 7에서 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다.

[0045] 제2 실시 형태의 내부 구조체 200은, 예컨대, 금속으로 이루어진 원기둥 형태의 부재를 가공하여 형성되고, 상류측으로부터 하류측을 향하여 유체 확산부 22와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26과, 돔 형태의 유도(誘導)부 202를 포함한다. 제1 실시 형태와 관련하여 설명한 바와 같이, 유체 확산부 22는 원기둥 부재의 일단부를 원뿔형으로 가공하여 형성된다.

[0046] 제1 실시 형태의 내부 구조체 20은, 버블 발생부 26을 형성하기 위해 원기둥 부재의 하류 부분의 표면을 가공할 뿐, 말단 부분은 특별히 가공하지 않는다. 이에 대하여, 제2 실시 형태의 내부 구조체 200은 원기둥 부재의 하류측 끝부분을 돔 형태로 가공하여 유도부 202를 형성한다.

[0047] 도 7에 도시된 바와 같이, 유체 공급관 100은, 내부 구조체 200을 유출측 부재 34에 수납한 후, 유출측 부재 34의 외주면의 수나사 35와 유입측 부재 31의 내주면의 암나사 32를 결합시킴으로써 구성된다. 이와 같이 조립된 유체 공급관 100 내에서의 유체의 유동에 대해서 설명한다. 배관 6(도 1 참조)을 통해서 유입구 8를 통해 유입된 유체는, 유입측 부재 31의 테이퍼부 33의 공간을 지나 유체 확산부 22에 부딪히고 유체 공급관 100의 중심으로부터 외측을 향해(즉, 반경 방향으로) 확산된다. 확산된 유체는 회오리 발생부 24의 나선형으로 형성된 3개의 날개 사이를 통과해 가면서, 강렬한 회오리류가 되어서 버블 발생부 26으로 보내진다. 다음으로, 유체는 버블 발생부 26의 축부분의 외주면에 규칙적으로 형성된 복수의 마름모꼴 돌출부에 의해 형성된 복수의 좁은 유로를 통과하고, 플립플롭 현상과 캐비테이션 현상에 의해 다수의 미소한 소용돌이와 마이크로 버블이 발생한다.

[0048] 다음으로 유체는 버블 발생부 26를 지나 내부 구조체 200의 단부를 향해 흐르는데, 유체가 버블 발생부 26의 표면에 형성된 복수의 좁은 유로로부터 유출측 부재 34의 테이퍼부 37로 흐르게 되면 유로가 급격히 넓어짐으로 인하여 버블 발생부 26에 의한 플립플롭 현상은 거의 사라지고 코안다(Coanda) 효과가 발생한다. 코안다 효과는, 유체를 곡면 주위로 흘리면 유체와 곡면 사이의 압력 저하에 의해 유체가 곡면에 빨아당겨짐으로 인하여 유체가 곡면을 따라서 흐르는 현상을 말한다. 이러한 코안다 효과로 인하여 유체는 유도부 202의 표면을 따라 흐르도록 유도된다. 돔 형태의 유도부 202에 의해 중심을 향해서 유도된 유체는 테이퍼부 37을 지나서 유출구 9를 통해 유출된다. 유체 공급관 100으로부터 토출되는 유체는, 내부 구조체 200의 유도부 202에 의해 증폭된 코안다 효과에 의해 절삭날이나 피가공물의 표면에 잘 감겨 붙게 되고, 이는 유체에 의한 냉각 효과를 증가시킨다.

[0049] (제3 실시 형태)

[0050] 다음으로, 도 9 내지 도 10을 참조하여 본 발명의 제3 실시 형태에 의한 유체 공급관 110에 대해서 설명한다. 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 이들과 차이가 있는 부분에 대해서만 상세히 설명한다. 제1 실시 형태 및 제2 실시 형태의 구성요소와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 도 9는 제3 실시 형태에 의한 유체 공급관 110의 측면 분해도이고, 도 10은 상기 유체 공급관 110의 측면 투시도이다. 도시된 바와 같이, 유체 공급관 110은 내부 구조체 210 및 관 본체 30을 포함한다. 제3 실시 형태의 관 본체 30은 제1 실시 형태의 것과 동일하므로, 그 설명을 생략한다. 도 9 및 도 10에서 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다.

[0051] 제3 실시 형태의 내부 구조체 210은, 예컨대, 금속으로 이루어진 원기둥 형태의 부재를 가공하여 형성되고, 상류측으로부터 하류측을 향하여 유체 확산부 22와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26과, 원뿔 형태의 유도부 212를 포함한다. 제1 실시 형태와 관련하여 설명한 바와 같이, 유체 확산부 22는 원기둥 부재의 일단부를 원뿔형으로 가공하여 형성된다.

[0052] 제1 실시 형태의 내부 구조체 20은 말단부에 유도부를 갖지 않고, 제2 실시 형태의 내부 구조체 200은 원기둥 부재의 하류측 끝부분을 돔 형태로 가공하여 유도부 202를 형성한다. 이와 달리, 제3 실시 형태의 내부 구조체 210은, 도 9 및 도 10에 도시된 것처럼, 유도부 212를 형성하기 위해 원기둥 부재의 하류측 끝부분을 원뿔 형태로 가공한다.

[0053] 도 10에 도시된 바와 같이, 유체 공급관 110은, 내부 구조체 210을 유출측 부재 34에 수납한 후, 유출측 부재 34의 외주면의 수나사 35와 유입측 부재 31의 내주면의 암나사 32를 결합시킴으로써 구성된다. 이와 같이 조립

된 유체 공급관 110 내에서의 유체의 유동에 대해서 설명한다. 배관 6(도 1 참조)을 통해서 유입구 8로부터 유입된 유체는, 유입측 부재 31의 테이퍼부 33의 공간을 지나 유체 확산부 22에 부딪히고 외측을 향해 확산된다. 확산된 유체는 회오리 발생부 24의 나선형으로 형성된 3개의 날개 사이를 통과해 가면서, 강렬한 회오리류가 되어서 버블 발생부 26으로 보내진다. 다음으로, 유체는 버블 발생부 26의 축부분의 외주면에 규칙적으로 형성된 복수의 마름모꼴 돌출부에 의해 형성된 복수의 좁은 유로를 통과하고, 플립플롭 현상과 캐비테이션 형상에 의해 다수의 미소한 소용돌이(渦)와 마이크로 버블이 발생한다.

[0054] 다음으로 유체는 버블 발생부 26를 지나 내부 구조체 210의 단부를 향해 흐르는데, 코안다(Coanda) 효과로 인하여 유체는 유도부 212의 표면을 따라 흐르게 된다. 유도부 212에 의해 중심을 향해 유도된 유체는 테이퍼부 37을 지나서 유출구 9를 통해 유출된다. 제2 실시 형태와 관련하여 설명한 바와 같이, 유체 공급관 110으로부터 토출된 유체는, 내부 구조체 210의 유도부 212에 의해 증폭된 코안다 효과에 의해 절삭날이나 피가공물의 표면에 잘 감겨 붙음으로써, 냉각 효과를 증가시킨다.

[0055] (제4 실시 형태)

[0056] 다음으로, 도 11 및 도 12을 참조하여 본 발명의 제4 실시 형태에 의한 유체 공급관 120에 대해서 설명한다. 제1 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 제1 실시 형태와 차이가 있는 부분에 대해서만 상세히 설명한다. 제1 실시 형태의 구성요소와 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 도 11은 제4 실시 형태에 의한 유체 공급관 120의 측면 분해도이고, 도 12는 상기 유체 공급관 120의 측면 투시도이다. 도시된 바와 같이, 유체 공급관 120은 내부 구조체 220 및 관 본체 30을 포함한다. 제4 실시 형태의 관 본체 30은 제1 실시 형태의 것과 동일하므로, 그 설명을 생략한다. 도 11 및 도 12에서 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다.

[0057] 제4 실시 형태의 내부 구조체 220은, 예컨대, 금속으로 이루어진 원기둥 부재를 가공하여 형성되고, 상류측으로부터 하류측을 향하여 유체 확산부 222와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26을 포함한다. 제1 실시 형태의 내부 구조체 20은 전단부에 원뿔 형태의 유체 확산부 22가 형성되어 있는 것에 비하여, 제4 실시 형태의 내부 구조체 220은 전단부에 돔 형태의 유체 확산부 222가 형성되어 있다. 유체 확산부 222는 원기둥 부재의 전단부를 돔 형태로 가공하여 형성된다. 회오리 발생부 24는 단면이 원형인 축부분과 3개의 나선형으로 형성된 날개로 이루어진다. 버블 발생부 26은, 원형 단면을 갖는 축부분의 외주면에 그물(網) 형태로 형성된 다수의 마름모꼴의 돌출부를 포함한다.

[0058] 유체 확산부 222는 유입구 8를 거쳐 유입측 부재 31을 통과해 유입되는 유체를 중심부로부터 외측으로 확산시킨다. 유체가 돔 형태의 확산부 222를 향해 흐르면, 코안다 효과에 의해 확산부 222의 표면을 따라 유동하기 때문에 유체의 운동 에너지의 손실을 최소화하면서 유체를 외측으로 확산시킬 수 있다. 이러한 구조의 유체 공급관 120은 통상의 기술에 비해 냉각액의 냉각 기능 및 세정 효과를 향상시킨다.

[0059] (제5 실시 형태)

[0060] 다음으로, 도 13 및 도 14를 참조하여 본 발명의 제5 실시 형태에 의한 유체 공급관 130에 대해서 설명한다. 제5 실시 형태의 유체 공급관 130에 있어서, 제1 실시 형태 및 제4 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 도 13은 제5 실시 형태에 의한 유체 공급관 130의 측면 분해도이고, 도 14는 상기 유체 공급관 130의 측면 투시도이다. 도시된 바와 같이, 유체 공급관 130은 내부 구조체 230 및 관 본체 30을 포함한다. 제5 실시 형태의 관 본체 30은 제1 실시 형태의 것과 동일하므로, 그 설명을 생략한다. 도 13 및 도 14에서 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다.

[0061] 제5 실시 형태의 내부 구조체 230은, 예컨대, 금속으로 이루어진 원기둥 부재를 가공하여 형성되고, 상류측으로부터 하류측을 향하여 돔 형태의 유체 확산부 222와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26과, 돔 형태의 유도부 232를 포함한다.

[0062] 도 13 및 도 14를 참조하면, 유입구 8을 통해 유체 공급관 130으로 유입된 유체는 돔 형태의 확산부 222를 향해 흐르고, 코안다 효과에 의해 확산부 222의 표면을 따라 유동하고 중심부로부터 외측을 향하여 확산된다. 이러한 돔 형태는 유체의 운동 에너지의 손실을 최소화하면서 유체를 외측으로 확산시킬 수 있다. 다음으로, 회오리 발생부 24와 버블 발생부 26을 지난 유체는 돔 형태의 유도부 232의 표면을 따라 흐르게 된다. 돔 형태의 유도부 232에 의해 중심을 향해서 유도된 유체는 테이퍼부 37을 지나서 유출구 9를 통해 유출된다. 이러한 구조의 유체 공급관 130은 통상의 기술에 비해 냉각액의 냉각 기능 및 세정 효과를 향상시킨다.

[0063] (제6 실시 형태)

[0064] 다음으로, 도 15 및 도 16을 참조하여 본 발명의 제6 실시 형태에 의한 유체 공급관 140에 대해서 설명한다. 제6 실시 형태의 유체 공급관 140에 있어서, 제1 실시 형태 및 제4 실시 형태와 동일한 구성에 대해서는 설명을 생략하고, 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용한다. 도 15는 제6 실시 형태에 의한 유체 공급관 140의 측면 분해도이고, 도 16은 상기 유체 공급관 140의 측면 투시도이다. 도시된 바와 같이, 유체 공급관 140은 내부 구조체 240 및 관 본체 30을 포함한다. 제6 실시 형태의 관 본체 30은 제1 실시 형태의 것과 동일하므로, 그 설명을 생략한다. 도 15 및 도 16에서 유체는 유입구 8로부터 유출구 9 측으로 흐른다.

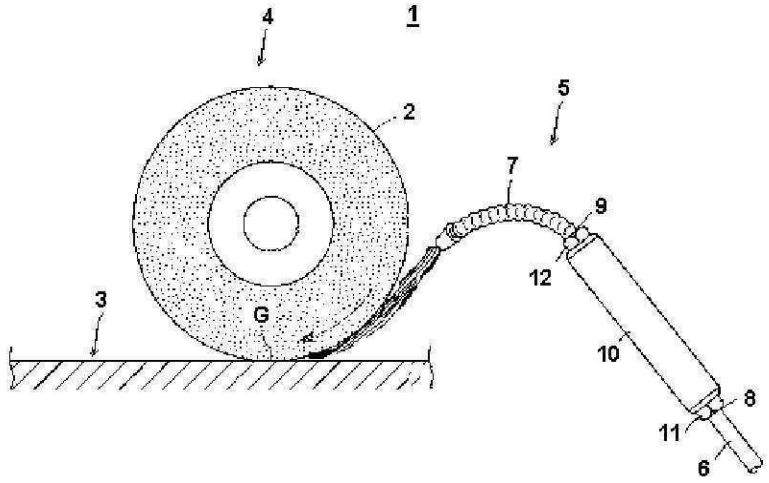
[0065] 제6 실시 형태의 내부 구조체 240은, 예컨대, 금속으로 이루어진 원기둥 부재를 가공하여 형성되고, 상류측으로부터 하류측을 향하여 돔 형태의 유체 확산부 222와, 회오리 발생부 24와, 버블 발생부 26과, 원뿔 형태의 유도부 242를 포함한다.

[0066] 도 15 및 도 16을 참조하면, 유입구 8을 통해 유체 공급관 130으로 유입된 유체는 돔 형태의 확산부 222를 향해 흐르고, 코안다 효과에 의해 확산부 222의 표면을 따라 유동하고 중심부로부터 외측을 향하여 확산된다. 이러한 돔 형태는 유체의 운동 에너지의 손실을 최소화하면서 유체를 외측으로 확산시킬 수 있다. 다음으로, 회오리 발생부 24와 버블 발생부 26을 지난 유체는 원뿔 형태의 유도부 242의 표면을 따라 흐르게 된다. 원뿔 형태의 유도부 242에 의해 중심을 향해서 유도된 유체는 테이퍼부 37을 지나서 유출구 9를 통해 유출된다. 이러한 구조의 유체 공급관 140은 통상의 기술에 비해 냉각액의 냉각 기능 및 세정 효과를 향상시킨다.

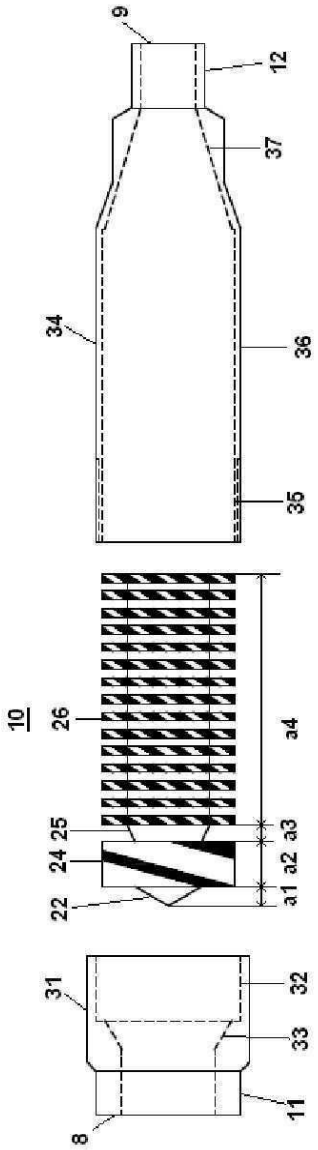
[0067] 이상, 본 발명을 실시 형태를 이용하여 설명하였지만, 본 발명은 이러한 실시 형태로 한정되는 것이 아니다. 본 발명이 속하는 기술 분야에 있어서의 통상의 지식을 가진 자는, 상기의 설명 및 관련 도면으로부터 본 발명의 다양한 변형 및 다른 실시 형태를 도출할 수 있다. 본 명세서에서는, 복수의 특정 용어가 사용되고 있지만, 이것들은 일반적인 의미로서 단지 설명의 목적을 위하여 사용된 것뿐이며, 발명을 제한할 목적에서 사용된 것이 아니다. 첨부의 특허청구의 범위 및 그 균등물에 의해 정의되는 일반적인 발명의 개념 및 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형이 가능하다.

도면

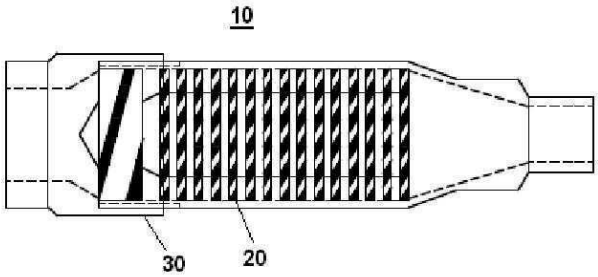
도면1



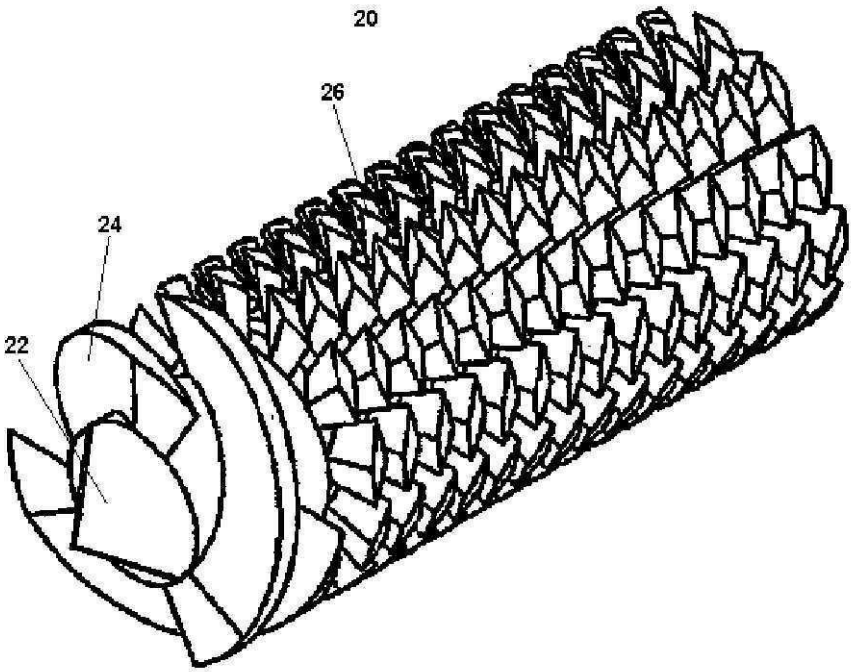
도면2



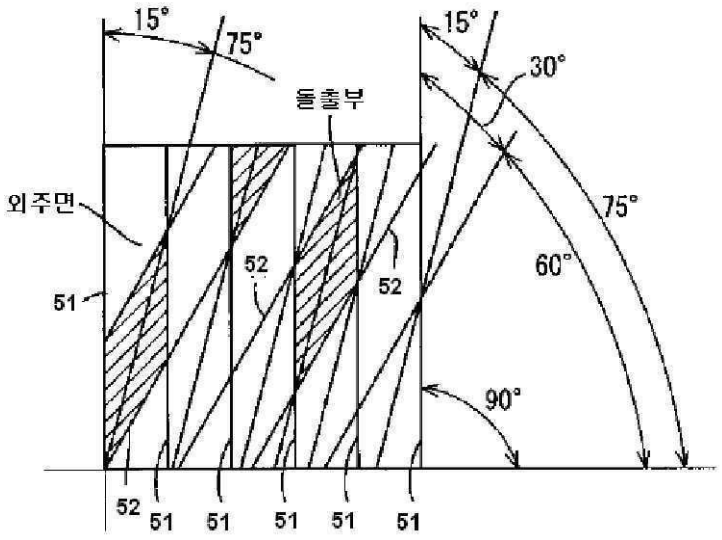
도면3



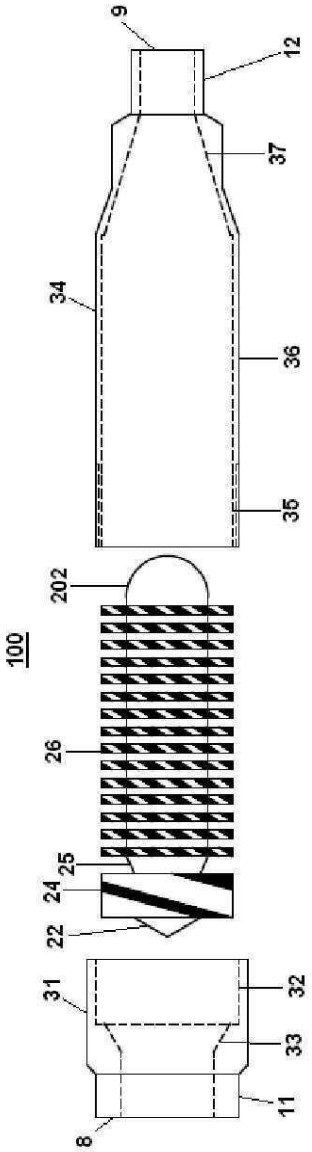
도면4



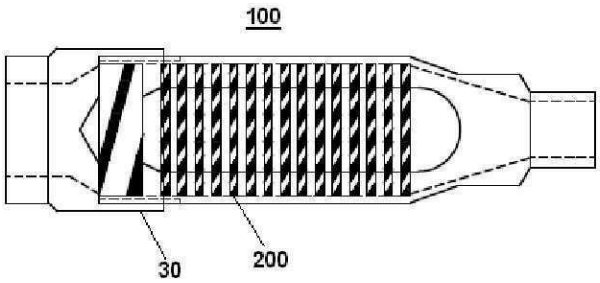
도면5



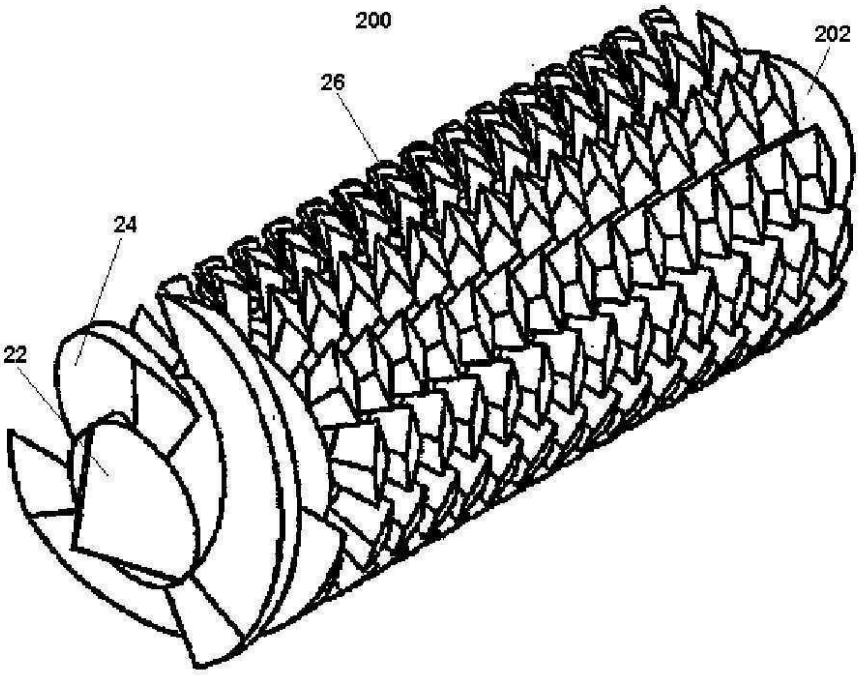
도면6



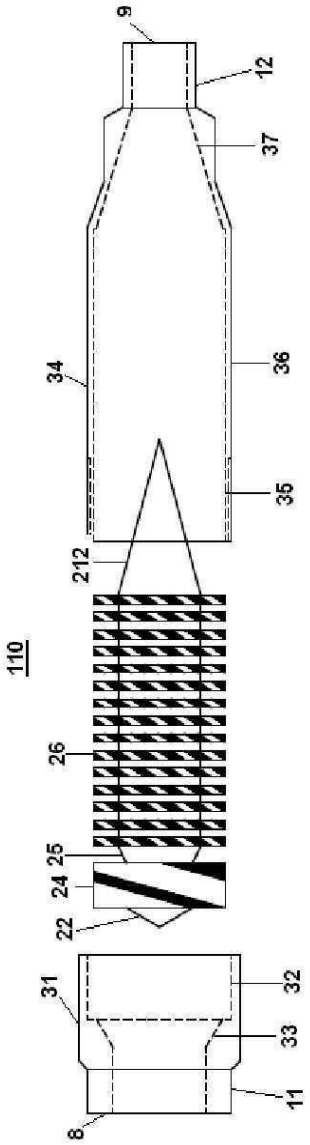
도면7



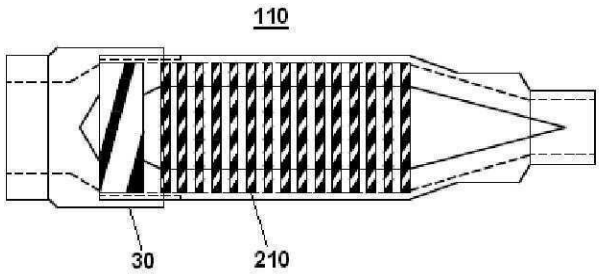
도면8



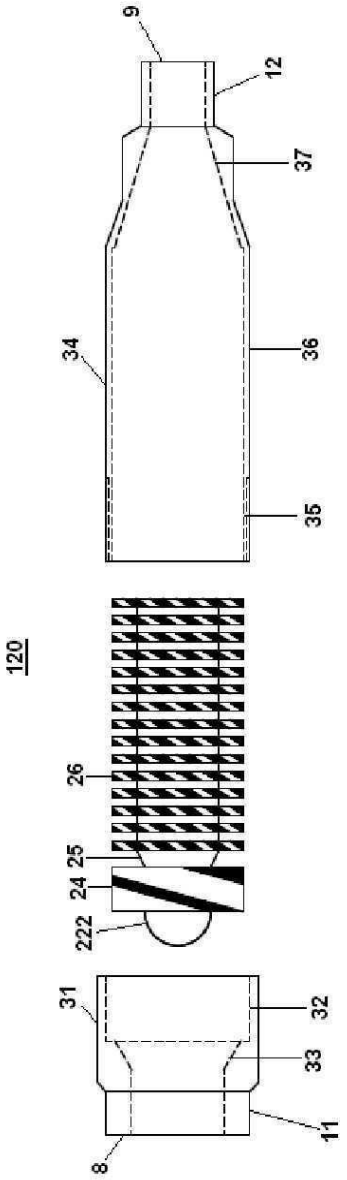
도면9



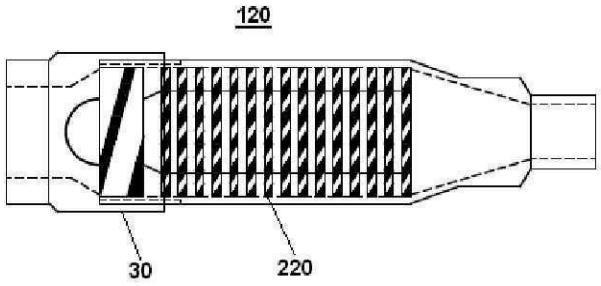
도면10



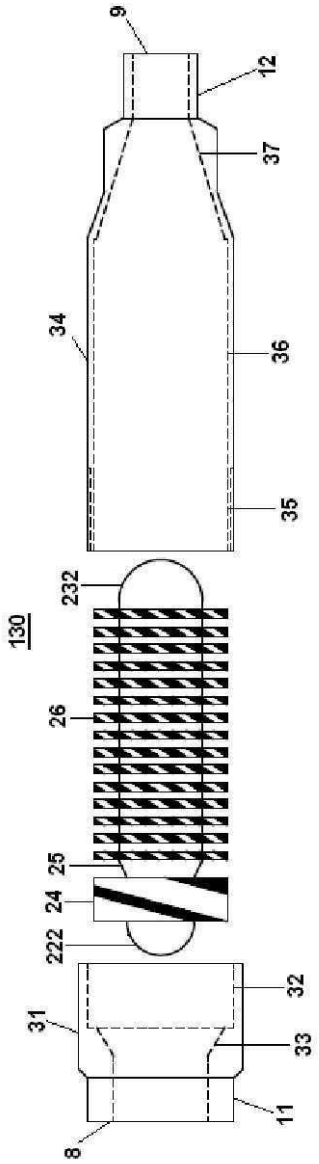
도면11



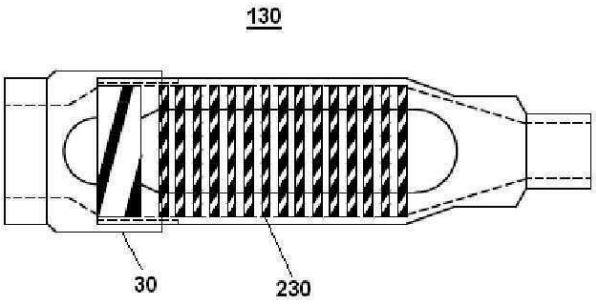
도면12



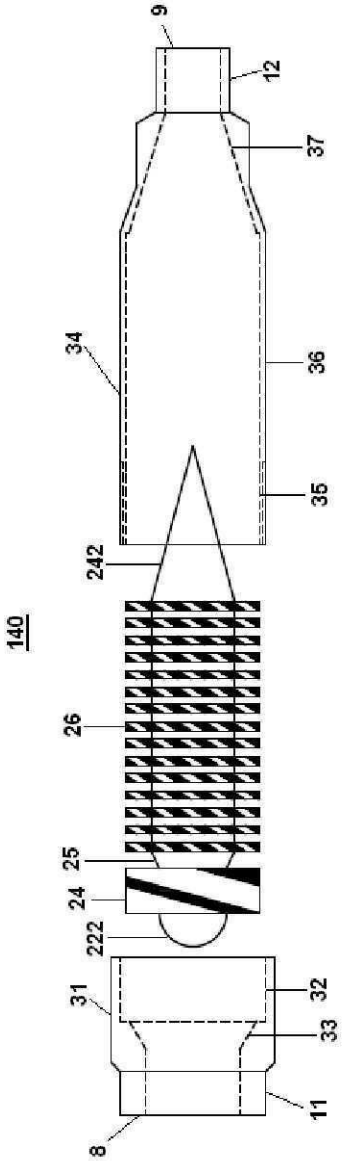
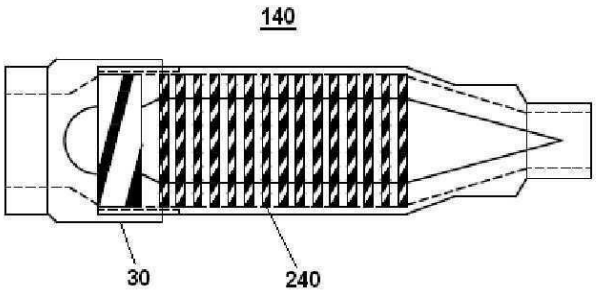
도면13



도면14



도면15



도면16