



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년08월16일
(11) 등록번호 10-0976112
(24) 등록일자 2010년08월10일

(51) Int. Cl.
F04C 2/16 (2006.01) *F04C 18/16* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-7007874
 (22) 출원일자(국제출원일자) 2007년09월03일
 심사청구일자 2008년04월01일
 (85) 번역문제출일자 2008년04월01일
 (65) 공개번호 10-2008-0046220
 (43) 공개일자 2008년05월26일
 (86) 국제출원번호 PCT/JP2007/067125
 (87) 국제공개번호 WO 2008/029759
 국제공개일자 2008년03월13일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2006-00240042 2006년09월05일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP평성08277790 A
 JP소화57046083 A
 전체 청구항 수 : 총 3 항

(73) 특허권자
 가부시킴가이샤 도요다 지도솟키
 일본 아이찌켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반치
 (72) 발명자
 이자와 유야
 일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반치 가
 부시킴가이샤도요다 지도솟키 나이
 야마모토 신야
 일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반치 가
 부시킴가이샤도요다 지도솟키 나이
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인코리아나

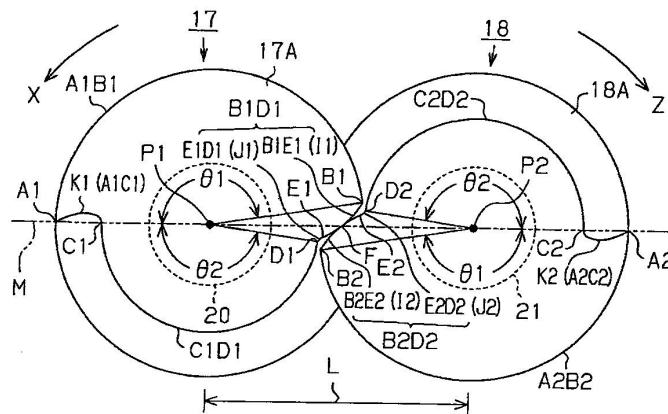
심사관 : 백진욱

(54) 스크루 펌프 및 스크루 로터

(57) 요약

제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 축 수직 단면은 톱니 선단 원호 (A1B1), 톱니 바닥 원호 (C1D1), 제 1 곡선 (A1C1) 및 제 2 곡선 (B1D1) 을 포함한다. 제 1 곡선 (A1C1) 은 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 단 (A1) 을, 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 2 단 (C1) 에 연결하는 제 1 트로코이드 곡선이다. 제 2 곡선 (B1D1) 은 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 2 단 (B1) 을, 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 1 단 (D1) 에 연결한다. 제 2 곡선 (B1D1) 은 제 1 교점 (E1) 에 있어서 서로 연속되는 인벌루트 곡선 (B1E1) 과 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 으로 이루어지는 복합 곡선이다. 따라서, 스크루 펌프 (11) 는 유체 누출의 억제에 우수하다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이나가키 마사히로

일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반치 가
부시키가이샤도요다 지도췏키 나이

요시카와 마코토

일본 아이치켄 가리야시 도요다쵸 2쵸메 1반치 가
부시키가이샤도요다 지도췏키 나이

특허청구의 범위

청구항 1

하우징과,

상기 하우징에 수용되는 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터를 포함하고, 상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터는 서로 맞물리는 방향으로 회전하고, 상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터가 회전함으로써, 유체가 상기 하우징 내에 흡입되고, 그리고 상기 하우징 외로 토출되는 스크루 펌프로서,

상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터 각각의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 원호부, 제 2 원호부, 제 1 곡선부 및 제 2 곡선부를 포함하고, 상기 제 1 원호부와 상기 제 2 원호부는 각각 제 1 단과 제 2 단을 갖고, 상기 제 2 원호부의 곡률 반경은 상기 제 1 원호부의 곡률 반경보다 작으며, 상기 제 1 곡선부는 상기 제 1 원호부의 제 1 단을 상기 제 2 원호부의 제 1 단에 연결하고, 상기 제 2 곡선부는 상기 제 1 원호부의 제 2 단을 상기 제 2 원호부의 제 2 단에 연결하며,

상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 곡선부는 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이고,

상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함하고, 상기 인벌루트 곡선은 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 연속되고, 상기 제 2 트로코이드 곡선은 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성되며,

상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 곡선부는 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이고,

상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함하고, 상기 인벌루트 곡선은 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 연속되고, 상기 제 2 트로코이드 곡선은 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 스크루 펌프.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 스크루 로터의 회전 축선을 제 1 축선이라고 칭하고, 상기 제 2 스크루 로터의 회전 축선을 제 2 축선이라고 칭하며,

상기 제 1 축선을 중심으로 하는 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 각도와,

상기 제 1 축선을 중심으로 하는 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 2 원호부의 각도와,

상기 제 2 축선을 중심으로 하는 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 각도와,

상기 제 2 축선을 중심으로 하는 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 2 원호부의 각도는 모두 동등한 것을 특징으로 하는 스크루 펌프.

청구항 3

스크루 펌프에 있어서의 스크루 로터로서, 상기 스크루 로터는 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터 중 어느 하나이고, 상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터는 상기 스크루 펌프의 하우징에 수용되며, 상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터는 서로 맞물리는 방향으로 회전함으로써, 유체를 상기 하우징 내에 흡입하고, 그리고 상기 하우징 외로 토출하며,

상기 제 1 스크루 로터와 상기 제 2 스크루 로터 각각의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 원호부, 제 2 원호부, 제 1 곡선부 및 제 2 곡선부를 포함하고, 상기 제 1 원호부와 상기 제 2 원호부는 각각 제 1 단과 제 2 단을 갖고, 상기 제 2 원호부의 곡률 반경은 상기 제 1 원호부의 곡률 반경보다 작으며, 상기 제 1 곡선부는 상기 제 1 원호부의 제 1 단을 상기 제 2 원호부의 제 1 단에 연결하고, 상기 제 2 곡선부는 상기 제 1 원호부의 제 2 단을 상기 제 2 원호부의 제 2 단에 연결하며,

상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 곡선부는 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이고,

상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함하고, 상기 인벌루트 곡선은 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 연속되고, 상기 제 2 트로코이드 곡선은 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성되며,

상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 곡선부는 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이고,

상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함하고, 상기 인벌루트 곡선은 상기 제 2 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 연속되고, 상기 제 2 트로코이드 곡선은 상기 제 1 스크루 로터의 상기 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성되는 것을 특징으로 하는 스크루 펌프에 있어서의 스크루 로터.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 한 쌍의 스크루 로터의 회전에 의해, 유체를 하우징 내에 흡입하고, 그리고 하우징 외로 토출하는 스크루 펌프에 관한 것이다. 또한 본 발명은 스크루 펌프에 있어서의 스크루 로터에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 특허 문헌 1 이 개시하는 스크루 펌프는 서로 맞물리는 한 쌍의 스크루 로터를 갖는다. 이들 스크루 로터가 회전함으로써, 스크루 펌프는 유체를 이송한다.

[0003] 도 11 에 나타내는 바와 같이, 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 톱니형의 축 수직 단면은 제 2 종래 스크루 로터 (90B) 의 톱니형의 축 수직 단면과 같은 형상 같은 사이즈이다. 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 회전 축선에 수직인 가상 평면 상에 있어서의, 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 톱니형의 형상이다. 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 톱니형의 축 수직 단면은 톱니 선단 원호 (Q1R1), 톱니 바닥 원호 (S1T1), 제 1 곡선 (S1Q1) 및 제 2 곡선 (T1R1) 을 포함한다. 제 1 곡선 (S1Q1) 은 톱니 바닥 원호 (S1T1) 의 제 1 단 (S1) 을, 톱니 선단 원호 (Q1R1) 의 제 1 단 (Q1) 에 연결한다. 제 2 곡선 (T1R1) 은 톱니 바닥 원호 (S1T1) 의 제 2 단 (T1) 을, 톱니 선단 원호 (Q1R1) 의 제 2 단 (R1) 에 연결한다.

[0004] 제 2 종래 스크루 로터 (90B) 의 톱니형의 축 수직 단면은 톱니 선단 원호 (Q2R2), 톱니 바닥 원호 (S2T2), 제 1 곡선 (S2Q2) 및 제 2 곡선 (T2R2) 을 포함한다. 제 1 곡선 (S2Q2) 은 톱니 바닥 원호 (S2T2) 의 제 1 단 (S2) 을, 톱니 선단 원호 (Q2R2) 의 제 1 단 (Q2) 에 연결한다. 제 2 곡선 (T2R2) 은 톱니 바닥 원호 (S2T2) 의 제 2 단 (T2) 을, 톱니 선단 원호 (Q2R2) 의 제 2 단 (R2) 에 연결한다.

[0005] 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 제 1 곡선 (S1Q1) 은 트로코이드 곡선 (U1S1) 과 접속부 (Q1U1) 를 포함한다. 트로코이드 곡선 (U1S1) 은 제 2 종래 스크루 로터 (90B) 가 제 1 종래 스크루 로터 (90A) 의 둘레를 전동 (轉動) 한 경우의, 톱니 선단 원호 (Q2R2) 의 제 1 단 (Q2) 의 궤적에 의해 생성 (創生) 된다. 접속부 (Q1U1) 는 트로코이드 곡선 (U1S1) 의 일단 (U1) 을, 톱니 선단 원호 (Q1R1) 의 제 1 단 (Q1) 에 연결하는 직선이다. 제 2 곡선 (T1R1) 은 외측 원호 (R1W1), 인벌루트 곡선 (W1Y1) 및 내측 원호 (Y1T1) 를 포함한다. 인벌루트 곡선 (W1Y1) 은 외측 원호 (R1W1) 와 내측 원호 (Y1T1) 사이에 위치한다. 외측 원호 (R1W1) 는 톱니 선단 원호 (Q1R1) 에 연결되고, 내측 원호 (Y1T1) 는 톱니 바닥 원호 (S1T1) 에 연결된다.

[0006] 마찬가지로, 제 2 종래 스크루 로터 (90B) 의 제 1 곡선 (S2Q2) 은 트로코이드 곡선 (U2S2) 과, 직선인 접속부 (Q2U2) 를 포함한다. 제 2 곡선 (T2R2) 은 외측 원호 (R2W2), 인벌루트 곡선 (W2Y2) 및 내측 원호 (Y2T2) 를 포함한다.

[0007] 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B) 는 스크루 펌프의 하우징과는 비접촉이다. 또한, 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B) 끼리도 서로 비접촉이기 때문에, 잠재적으로 유체 누출 (가스 누출) 의 문제가 있다. 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B) 의 톱니형은 유체 누출을 억제하는 목적으로 생각된 것인데, 유체 누출의 추가적인 억제가 바람직하다.

[0008] 특허 문헌 1 : 일본 공개특허공보 2005-351238호

발명의 상세한 설명

[0009] 발명의 개시

[0010] 발명이 해결하고자 하는 과제

[0011] 본 발명의 목적은 유체 누출의 억제가 우수한 스크루 펌프 및 스크루 로터를 제공하는 것에 있다.

[0012] 본 발명의 일 관점에 따르면, 하우징과, 하우징에 수용되는 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터를 구비하는 스크루 펌프가 제공된다. 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터는 서로 맞물리는 방향으로 회전한다. 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터가 회전함으로써, 유체가 하우징 내에 흡입되고, 그리고 하우징 외로 토출된다. 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터 각각의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 원호부, 제 2 원호부, 제 1 곡선부 및 제 2 곡선부를 포함한다. 제 1 원호부와 제 2 원호부는 각각 제 1 단과 제 2 단을 갖는다. 제 2 원호부의 곡률 반경은 제 1 원호부의 곡률 반경보다 작다. 제 1 곡선부는 제 1 원호부의 제 1 단을 제 2 원호부의 제 1 단에 연결한다. 제 2 곡선부는 제 1 원호부의 제 2 단을 제 2 원호부의 제 2 단에 연결한다. 제 1 스크루 로터의 제 1 곡선부는 제 2 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이다. 제 1 스크루 로터의 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함한다. 인벌루트 곡선은 제 1 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 2 단에 연속된다. 제 2 트로코이드 곡선은 제 2 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성된다. 제 2 스크루 로터의 제 1 곡선부는 제 1 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 1 단에 의해 생성되는 제 1 트로코이드 곡선이다. 제 2 스크루 로터의 제 2 곡선부는 서로 연속되는 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 포함한다. 인벌루트 곡선은 제 2 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 2 단에 연속된다. 제 2 트로코이드 곡선은 제 1 스크루 로터의 제 1 원호부의 제 2 단에 의해 생성된다.

[0013] 제 1 스크루 로터의 회전 축선을, 제 1 축선이라고 칭할 수 있다. 제 2 스크루 로터의 회전 축선을, 제 2 축선이라고 칭할 수 있다. 제 1 축선을 중심으로 하는 제 1 스크루 로터의 제 1 원호부의 각도와, 제 1 축선을 중심으로 하는 제 1 스크루 로터의 제 2 원호부의 각도와, 제 2 축선을 중심으로 하는 제 2 스크루 로터의 제 1 원호부의 각도와, 제 2 축선을 중심으로 하는 제 2 스크루 로터의 제 2 원호부의 각도는 모두 동일하게 설정할 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 일 관점에 따르면, 스크루 펌프에 있어서의 스크루 로터가 제공될 수 있다. 스크루 로터는 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터 중 어느 일방이다.

[0015] 「제 1 스크루 로터의 톱니형의 축 수직 단면」이란, 제 1 스크루 로터의 회전 축선에 수직인 가상 평면 상에 있어서의, 제 1 스크루 로터의 톱니형의 단면 형상이다. 「제 2 스크루 로터의 톱니형의 축 수직 단면」이란, 제 2 스크루 로터의 회전 축선에 수직인 가상 평면 상에 있어서의, 제 2 스크루 로터의 톱니형의 단면 형상이다. 본 발명의 톱니형은 톱니 선단면의 축 방향 치수 (회전 축선을 따른 치수) 를 증대시킨다. 톱니 선단면은 제 1 원호부에 의해 형성되는 원주면이고, 톱니 바닥면은 제 2 원호부에 의해 형성되는 원주면이다. 톱니 선단면의 축 방향 치수가 증대됨으로써, 하우징과 톱니 선단면 사이로부터의 유체 누출이 감소된다.

실시예

[0027] 발명을 실시하기 위한 최선의 형태

[0028] 도 1 ~ 도 9 는 본 발명을 구체화한 제 1 실시형태를 나타낸다.

[0029] 도 1 은 제 1 실시형태에 관련된 스크루 펌프 (11) 를 나타낸다. 스크루 펌프 (11) 는 유체로서의 가스를 이송한다. 도 1 에 나타내는 바와 같이, 스크루 펌프 (11) 의 하우징은 로터 하우징 (12), 프런트 하우징 (13) 및 리어 하우징 (14) 을 포함한다. 통 형상의 로터 하우징 (12) 의 전단 (前端) (도 1 의 좌방) 에, 덮개 형상의 프런트 하우징 (13) 이 접합된다. 로터 하우징 (12) 의 후단 (도 1 의 우방) 에, 판 형상의 리어 하우징 (14) 이 접합된다. 리어 하우징 (14) 은 단차 (段差) 형상의 장착 구멍 (14a) 을 갖는다. 장착 구멍 (14a) 에는 베어링체 (15) 가 삽입 통과되고, 베어링체 (15) 는 리어 하우징 (14) 에 볼트 체결되어 있다. 베어링체 (15) 는 전방으로 평행하게 연장되는 제 1 통부 (160) 와 제 2 통부 (161) 를 갖는다. 제 1 및 제 2 통부 (160, 161) 는 각각 로터 하우징 (12) 내에 위치한다.

- [0030] 제 1 통부 (160) 는 제 1 지지 구멍 (190) 을 갖고, 제 2 통부 (161) 는 제 2 지지 구멍 (191) 을 갖는다. 제 1 지지 구멍 (190) 과 제 2 지지 구멍 (191) 은 각각 베어링체 (15) 를 관통한다. 제 1 지지 구멍 (190) 에는 구동 샤프트 (20) 가 삽입되고, 제 2 지지 구멍 (191) 에는 종동 샤프트 (21) 가 삽입된다. 한 쌍의 제 1 롤 베어링 (240) 은 구동 샤프트 (20) 를 베어링체 (15) 에 대하여 회전할 수 있도록 지지한다. 한 쌍의 제 2 롤 베어링 (241) 은 종동 샤프트 (21) 를 베어링체 (15) 에 대하여 회전할 수 있도록 지지한다. 제 1 통부 (160) 의 중심 축선은 구동 샤프트 (20) 의 회전 축선인 제 1 축선 (171) 에 일치한다. 제 2 통부 (161) 의 중심 축선은 종동 샤프트 (21) 의 회전 축선인 제 2 축선 (181) 에 일치한다. 구동 샤프트 (20) 및 종동 샤프트 (21) 각각의 전단 (도 1 의 좌방) 은 제 1 및 제 2 지지 구멍 (190, 191) 으로부터 돌출되어 있다.
- [0031] 로터 하우징 (12) 내에는 제 1 스크루 로터 (17) 와 제 2 스크루 로터 (18) 가 배치되어 있다. 제 1 스크루 로터 (17) 의 전단 (도 1 의 좌방) 은 연결판 (23) 을 개재하여, 구동 샤프트 (20) 의 전단에 볼트 고정되어 있다. 제 2 스크루 로터 (18) 의 전단은 다른 연결판 (23) 을 개재하여, 종동 샤프트 (21) 의 전단에 볼트 고정되어 있다. 즉, 제 1 스크루 로터 (17) 는 구동 샤프트 (20) 와 일체 회전한다. 제 2 스크루 로터 (18) 는 종동 샤프트 (21) 와 일체 회전한다. 제 1 스크루 로터 (17) 는 제 1 회전 방향 (X) 으로 회전되고, 제 2 스크루 로터 (18) 는 제 2 회전 방향 (Z) 으로 회전된다. 제 1 회전 방향 (X) 과 제 2 회전 방향 (Z) 은 서로 역방향이다. 도 2 에 있어서 제 1 회전 방향 (X) 은 반시계 회전 방향이고, 제 2 회전 방향 (Z) 은 시계 회전 방향이다.
- [0032] 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 는 각각 유체 이송체로서의 나사 톱니바퀴이다. 즉, 제 1 스크루 로터 (17) 에는 구동 톱니 (17A) 가 형성되고, 제 2 스크루 로터 (18) 에는 종동 톱니 (18A) 가 형성되어 있다. 제 1 스크루 로터 (17) 는 구동 톱니 (17A) 사이에 존재하는 구동 나사 홈 (17a) 을 갖고, 제 2 스크루 로터 (18) 는 종동 톱니 (18A) 사이에 존재하는 종동 나사 홈 (18a) 을 갖는다. 제 1 스크루 로터 (17) 의 축 방향이란, 제 1 스크루 로터 (17) 의 회전 축선인 제 1 축선 (171) 의 방향이고, 제 2 스크루 로터 (18) 의 축 방향이란, 제 2 스크루 로터 (18) 의 회전 축선인 제 2 축선 (181) 의 방향이다.
- [0033] 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 는 구동 톱니 (17A) 가 종동 나사 홈 (18a) 에 들어가도록, 또한 종동 톱니 (18A) 가 구동 나사 홈 (17a) 에 들어가도록 하여 로터 하우징 (12) 내에 수납되어 있다. 즉, 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 는 양자 사이에 밀폐 공간을 만들도록 구성되어 있다. 제 1 및 제 2 스크루 로터 (17, 18) 각각과, 로터 하우징 (12) 의 내주면 (121) 사이에는 8 자 형상의 펌프실 (10) 이 구획 형성된다.
- [0034] 구동 톱니 (17A) 의 두께는 제 1 스크루 로터 (17) 의 전단 (도 1 의 좌방) 에서 후단 (도 1 의 우방) 을 향하여 점차 감소되고, 후단 부근에서는 일정값이다. 마찬가지로, 종동 톱니 (18A) 의 두께도, 제 2 스크루 로터 (18) 의 전단 (도 1 의 좌방) 에서 후단 (도 1 의 우방) 을 향하여 점차 감소되고, 후단 부근에서는 일정값이다. 즉, 구동 톱니 (17A) 의 간격, 즉, 구동 나사 홈 (17a) 의 폭은 제 1 스크루 로터 (17) 의 전단에서 후단을 향하여 점차 감소되고, 후단 부근에서는 일정값이다. 마찬가지로, 종동 톱니 (18A) 의 간격, 즉, 종동 나사 홈 (18a) 의 폭도, 제 2 스크루 로터 (18) 의 전단에서 후단을 향하여 점차 감소되고, 후단 부근에서는 일정값이다.
- [0035] 리어 하우징 (14) 의 후단에는 바닥이 있는 통 형상의 기어 하우징 (22) 이 조립 고정되어 있다. 기어 하우징 (22) 내에는 구동 샤프트 (20) 및 종동 샤프트 (21) 의 후단 (도 1 에서는 우측단) (20a, 21a) 이 각각 돌출되어 있다. 후단 (20a, 21a) 에는 한 쌍의 타이밍 기어 (25) 가 서로 맞물린 상태에서 고정되어 있다. 기어 하우징 (22) 에는 구동원인 전동 모터 (26) 가 장착되어 있다. 전동 모터 (26) 의 출력 샤프트 (26a) 는 축 커플링 (27) 을 개재하여 구동 샤프트 (20) 의 후단 (20a) 에 연결되어 있다.
- [0036] 프런트 하우징 (13) 의 중앙부에는 흡입구 (28) 가 형성되어 있다. 로터 하우징 (12) 의 후단에는 토출구 (29) 가 형성되어 있다. 흡입구 (28) 와 토출구 (29) 는 각각 펌프실 (10) 에 연통된다.
- [0037] 전동 모터 (26) 가 구동하면, 출력 샤프트 (26a) 및 축 커플링 (27) 을 개재하여, 구동 샤프트 (20) 가 회전된다. 그 결과, 한 쌍의 타이밍 기어 (25) 의 맞물림 연결을 통해, 종동 샤프트 (21) 는 구동 샤프트 (20) 와는 상이한 방향으로 회전한다. 즉, 제 1 스크루 로터 (17) 와 제 2 스크루 로터 (18) 도 회전한다. 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 의 회전에 의해, 흡입구 (28) 로부터 펌프실 (10) 에 가스가 흡입된다. 펌프실 (10) 의 가스는 토출구 (29) 로 이송되고, 토출구 (29) 로부터 펌프실 (10) 외부로 토출된

다.

- [0038] 다음으로, 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 의 톱니형을, 상세하게 설명한다.
- [0039] 도 3 은 제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 축 수직 단면과, 제 2 스크루 로터 (18) 의 톱니형의 축 수직 단면을 나타낸다. 제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 스크루 로터 (17) 의 축 방향에 수직인 가상 평면 상에 있어서의, 제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 단면 형상을 나타낸다. 제 2 스크루 로터 (18) 의 톱니형의 축 수직 단면은 제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 축 수직 단면과 같은 형상 같은 사이즈이다.
- [0040] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 1 축선 (171) 과 제 2 축선 (181) 사이의 거리인 L 은 구동 샤프트 (20) 와 종동 샤프트 (21) 의 피치간 거리 (L) 를 나타낸다. 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 1 축선 (171) 상의 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 축선 (181) 상의 제 2 중심점 (P2) 사이의 거리는 피치간 거리 (L) 이다.
- [0041] 제 1 스크루 로터 (17) 의 톱니형의 축 수직 단면은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1), 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1), 구동 제 1 곡선 (A1C1) 및 구동 제 2 곡선 (B1D1) 을 포함한다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 는 제 1 중심점 (P1) 을 중심으로 하여 제 1 단 (A1) 에서부터 제 2 단 (B1) 에 이르는 제 1 원호부이다. 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 는 제 1 중심점 (P1) 을 중심으로 하여 제 1 단 (C1) 에서부터 제 2 단 (D1) 에 이르는 제 2 원호부이다. 구동 제 1 곡선 (A1C1) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 단 (A1) 을, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 1 단 (C1) 에 연결하는 제 1 곡선부이다. 구동 제 2 곡선 (B1D1) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 2 단 (B1) 을, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 2 단 (D1) 에 연결하는 제 2 곡선부이다.
- [0042] 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 와 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 는 제 1 중심점 (P1) 을 사이에 둔다. 제 1 중심점 (P1) 에 대하여, 제 1 단 (A1) 과 제 1 단 (C1) 은 동일한 측 (도 2(a) 에 있어서 좌측) 에 존재하고, 제 2 단 (B1) 과 제 2 단 (D1) 은 반대측 (도 2(a) 에 있어서 우측) 에 존재한다. 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 곡률 반경 (R2) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 곡률 반경 (R1) 보다 작다.
- [0043] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 2 스크루 로터 (18) 의 톱니형의 축 수직 단면은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2), 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2), 종동 제 1 곡선 (A2C2) 및 종동 제 2 곡선 (B2D2) 을 포함한다. 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 는 제 2 중심점 (P2) 을 중심으로 하여 제 1 단 (A2) 에서부터 제 2 단 (B2) 에 이르는 제 1 원호부이다. 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 는 제 2 중심점 (P2) 을 중심으로 하여 제 1 단 (C2) 에서부터 제 2 단 (D2) 에 이르는 제 2 원호부이다. 종동 제 1 곡선 (A2C2) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 1 단 (A2) 을, 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 제 1 단 (C2) 에 연결하는 제 1 곡선부이다. 종동 제 2 곡선 (B2D2) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 2 단 (B2) 을, 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 제 2 단 (D2) 에 연결하는 제 2 곡선부이다.
- [0044] 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 와 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 는 제 2 중심점 (P2) 을 사이에 둔다. 제 2 중심점 (P2) 에 대하여, 제 1 단 (A2) 과 제 1 단 (C2) 은 동일한 측 (도 2(a) 에 있어서 우측) 에 존재하고, 제 2 단 (B2) 과 제 2 단 (D2) 은 반대측 (도 2(a) 에 있어서 좌측) 에 존재한다. 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 곡률 반경 (R2) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 곡률 반경 (R1) 보다 작다.
- [0045] 도 3 은 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 중심점 (P2) 을 통과하는 가상 직선 (M) 을 나타낸다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 단 (A1) 과 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 1 단 (A2) 은 가상 직선 (M) 상에 위치하고 있다. 구동 제 1 곡선 (A1C1) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 1 단 (A2) 의 궤적에 의해 생성되는 트로코이드 곡선 (구동 제 1 트로코이드 곡선) 이다. 종동 제 1 곡선 (A2C2) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 단 (A1) 의 궤적에 의해 생성되는 트로코이드 곡선 (종동 제 1 트로코이드 곡선) 이다.
- [0046] 구동 제 2 곡선 (B1D1) 은 제 1 교점 (E1) 에 있어서 서로 연속되는 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 과 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 으로 이루어지는 복합 곡선이다. 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 2 단 (B1) 에 연속된다. 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 은 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 2 단 (D1) 에 연속된다.
- [0047] 마찬가지로, 종동 제 2 곡선 (B2D2) 은 제 2 교점 (E2) 에 있어서 서로 연속되는 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 과 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 으로 이루어지는 복합 곡선이다. 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 2 단 (B2) 에 연속된다. 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 은 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 제 2 단 (D2) 에 연속된다.

- [0048] 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 은 도 4 에 나타내는 제 1 기초원 (Co1) 에 의해 형성된다. 제 1 기초원 (Co1) 은 제 1 중심점 (P1) 을 중심점으로 한다. 제 1 기초원 (Co1) 의 반경인 인벌루트 반경 (Ro) 은 피치간 거리 (L) 의 절반인 피치 반경 $r = L/2$ 보다 짧다 ($R_o < r$). 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 은 도 4 에 나타내는 제 2 기초원 (Co2) 에 의해 형성된다. 제 2 기초원 (Co2) 은 제 2 중심점 (P2) 을 중심점으로 하여 인벌루트 반경 (Ro) 을 갖는다.
- [0049] 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 2 단 (B2) 의 궤적에 의해 생성된다. 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 2 단 (B1) 의 궤적에 의해 생성된다.
- [0050] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 제 1 중심점 (P1) 둘레의 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 각도와, 제 2 중심점 (P2) 둘레의 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 각도를, 각각 제 1 각도 (θ_1) 라고 칭한다. 제 1 중심점 (P1) 둘레의 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 각도와, 제 2 중심점 (P2) 둘레의 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 각도를, 각각 제 2 각도 (θ_2) 라고 칭한다. 본 실시형태에서는 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 각도 (θ_1) 는 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 1 각도 (θ_1) 와 동등하다. 또한, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 2 각도 (θ_2) 는 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 제 2 각도 (θ_2) 와 동등하다. 본 실시형태에 있어서, 제 1 각도 (θ_1) 와 제 2 각도 (θ_2) 는 각각 180 도 미만이고 ($\theta_1 < 180^\circ$, $\theta_2 < 180^\circ$), 제 1 각도 (θ_1) 는 제 2 각도 (θ_2) 와 동등하게 설정되어 있다 ($\theta_1 = \theta_2$).
- [0051] 도 2(c) 에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 는 구동 톱니 (17A) 의 톱니 선단면인 구동 톱니 선단면 (172) 과, 구동 나사 홈 (17a) 의 톱니 바닥면인 구동 톱니 바닥면 (173) 을 갖는다. 구동 톱니 선단면 (172) 의 축 수직 단면은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 이고, 구동 톱니 바닥면 (173) 의 축 수직 단면은 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 이다. 구동 톱니 선단면 (172) 과 구동 톱니 바닥면 (173) 은 각각, 제 1 축선 (171) 을 따라 연장되는 나선 형상의 원주면이다.
- [0052] 마찬가지로, 제 2 스크루 로터 (18) 는 종동 톱니 (18A) 의 톱니 선단면인 종동 톱니 선단면 (182) 과, 종동 나사 홈 (18a) 의 톱니 바닥면인 종동 톱니 바닥면 (183) 을 갖는다. 종동 톱니 선단면 (182) 의 축 수직 단면은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 이고, 종동 톱니 바닥면 (183) 의 축 수직 단면은 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 이다. 종동 톱니 선단면 (182) 과 종동 톱니 바닥면 (183) 은 각각, 제 2 축선 (181) 을 따라 연장되는 나선 형상의 원주면이다.
- [0053] 제 1 스크루 로터 (17) 의 제 1 각도 (θ_1) 가 제 2 각도 (θ_2) 와 동등한 경우, 구동 톱니 선단면 (172) 의 축 방향 치수는 구동 톱니 바닥면 (173) 의 축 방향 치수와 거의 동등하다. 제 2 스크루 로터 (18) 의 제 1 각도 (θ_1) 가 제 2 각도 (θ_2) 와 동등한 경우, 종동 톱니 선단면 (182) 의 축 방향 치수는 종동 톱니 바닥면 (183) 의 축 방향 치수와 거의 동등하다. 구동 톱니 선단면 (172) 의 축 방향 치수는 제 1 축선 (171) 을 따른 치수이고, 종동 톱니 선단면 (182) 의 축 방향 치수는 제 2 축선 (181) 을 따른 치수이다.
- [0054] 도 2(c) 에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 는 구동 톱니 (17A) 의 측면으로서의 구동 톱니 측면 (174) 을 갖고, 제 2 스크루 로터 (18) 는 종동 톱니 (18A) 의 측면으로서의 종동 톱니 측면 (184) 을 갖는다. 구동 톱니 측면 (174) 은 종동 톱니 측면 (184) 에 대향한다. 구동 톱니 측면 (174) 의 축 수직 단면은 구동 제 2 곡선 (B1D1) 이고, 종동 톱니 측면 (184) 의 축 수직 단면은 종동 제 2 곡선 (B2D2) 이다. 구동 톱니 측면 (174) 은 구동 톱니 선단면 (172) 을 구동 톱니 바닥면 (173) 에 연결하는 곡면이고, 종동 톱니 측면 (184) 은 종동 톱니 선단면 (182) 을 종동 톱니 바닥면 (183) 에 연결하는 곡면이다. 제 1 스크루 로터 (17) 와 제 2 스크루 로터 (18) 는 서로 비접촉인 상태에서 회전하는데, 구동 톱니 측면 (174) 과 종동 톱니 측면 (184) 사이에는 양자 사이의 클리어런스가 제로에 가까워짐으로써, 외관상 선 형상의 시일부가 발생한다.
- [0055] 도 2(c) 에 나타내는 바와 같이, 구동 톱니 선단면 (172) 과 구동 톱니 측면 (174) 사이의 각도는 구동 톱니 선단 각도 (α) 를 나타낸다. 종동 톱니 선단면 (182) 과 종동 톱니 측면 (184) 사이의 각도는 종동 톱니 선단 각도 (β) 를 나타낸다. 로터 하우징 (12) 의 내주면 (121) 과 구동 톱니 측면 (174) 사이의 각도는 제 1 클리어런스 각도 (γ) 를 나타낸다. 로터 하우징 (12) 의 내주면 (121) 과 종동 톱니 측면 (184) 사이의 각도는 제 2 클리어런스 각도 (δ) 를 나타낸다. 구동 톱니 선단 각도 (α) 는 둔각 (90° 보다 크고, 180° 미만인 각도) 이고, 제 1 클리어런스 각도 (γ) 는 예각 (90° 미만의 각도) 이다. 종동 톱니 선단 각도 (β) 는 둔각이고, 제 2 클리어런스 각도 (δ) 는 예각이다. 본 실시형태에 있어서, 구동 톱니 선단 각도 (α) 는 종동 톱니 선단 각도 (β) 와 동등하고 ($\alpha = \beta$), 제 1 클리어런스 각도 (γ) 는 제 2 클리어런스 각

도 (δ) 와 동등하다 ($\gamma = \delta$).

- [0056] 다음으로, 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18) 의 톱니형 각각의, 축 수직 단면의 제조 순서를 설명한다.
- [0057] 먼저, 도 4 에 나타내는 바와 같이, 제 1 중심점 (P1), 제 2 중심점 (P2) 및 피치간 거리 (L) 를 결정한다. 제 1 중심점 (P1) 을 중심으로 하여 피치 반경 (r) 을 갖는 원을, 제 1 피치원 (C31) 이라고 칭한다. 제 2 중심점 (P2) 을 중심으로 하여 피치 반경 (r) 을 갖는 원을, 제 2 피치원 (C32) 이라고 칭한다. 피치 반경 $r = L/2$ 이다. 즉, 제 1 피치원 (C31) 과 제 2 피치원 (C32) 은 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 중심점 (P2) 사이의 한가운데의 위치인 접점 (F) 에서 서로 접한다.
- [0058] 또한, 제 1 중심점 (P1) 을 중심으로 하여, 피치 반경 (r) 보다 큰 반경인 외반경 (R1) 을 갖는 제 1 외원 (C11) 과, 피치 반경 (r) 보다 작은 반경인 내반경 (R2) 을 갖는 제 1 내원 (C21) 을 결정한다 ($R2 < r < R1$). 마찬가지로, 제 2 중심점 (P2) 을 중심으로 하여, 외반경 (R1) 을 갖는 제 2 외원 (C12) 과 내반경 (R2) 을 갖는 제 2 내원 (C22) 을 결정한다. 피치간 거리 (L) 는 외반경 (R1) 과 내반경 (R2) 의 합이다 ($L = R1 + R2 = 2r$).
- [0059] 다음으로, 도 5 에 나타내는 바와 같이, 제 1 기초원 (Co1) 과 제 2 기초원 (Co2) 을 결정한다. 인벌루트 반경 (Ro) 의 값을, 피치 반경 (r) 미만으로 설정한다 ($Ro < r$). 제 1 기초원 (Co1) 을 사용하여, 접점 (F) 을 통과하도록 구동 창생 인벌루트 곡선 (I1) 을 결정한다. 구동 창생 인벌루트 곡선 (I1) 과 제 1 외원 (C11) 의 교점은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 2 단 (B1) 이다. 마찬가지로, 제 2 기초원 (Co2) 을 사용하여, 접점 (F) 을 통과하도록, 종동 창생 인벌루트 곡선 (I2) 을 결정한다. 종동 창생 인벌루트 곡선 (I2) 과 제 2 외원 (C12) 의 교점은 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 2 단 (B2) 이다.
- [0060] 다음으로, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 와 제 2 스크루 로터 (18) 가 회전한 경우의, 제 2 단 (B2) 의 궤적에 의해, 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 이 결정된다. 환언하면, 제 2 피치원 (C32) 이 제 1 피치원 (C31) 에 접하면서, 제 2 스크루 로터 (18) 가 제 1 스크루 로터 (17) 의 둘레를 전동함으로써, 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 은 창생된다. 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 과 제 1 내원 (C21) 의 교점은 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1) 의 제 2 단 (D1) 이다. 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 과 구동 창생 인벌루트 곡선 (I1) 의 교점은 제 1 교점 (E1) 이다. 제 1 교점 (E1) 에 있어서, 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 은 구동 창생 인벌루트 곡선 (I1) 에 연결된다. 제 2 단 (B1) 과 제 1 교점 (E1) 사이의 구동 창생 인벌루트 곡선 (I1) 의 부분은 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 을 구성한다. 제 1 교점 (E1) 과 제 2 단 (D1) 사이의 구동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J1) 의 부분은 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 을 구성한다. 제 1 교점 (E1) 에 있어서, 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 의 접선은 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 의 접선에 일치한다. 즉, 제 1 교점 (E1) 은 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 과 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 의 이음매이다.
- [0061] 마찬가지로, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 와 제 2 스크루 로터 (18) 가 회전한 경우의, 제 2 단 (B1) 의 궤적에 의해, 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 이 결정된다. 환언하면, 제 1 피치원 (C31) 이 제 2 피치원 (C32) 에 접하면서, 제 1 스크루 로터 (17) 가 제 2 스크루 로터 (18) 의 둘레를 전동함으로써, 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 은 창생된다. 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 과 제 2 내원 (C22) 의 교점은 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 제 2 단 (D2) 이다. 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 과 종동 창생 인벌루트 곡선 (I2) 의 교점은 제 2 교점 (E2) 이다. 제 2 교점 (E2) 에 있어서, 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 은 종동 창생 인벌루트 곡선 (I2) 에 연결된다. 제 2 단 (B2) 과 제 2 교점 (E2) 사이의 종동 창생 인벌루트 곡선 (I2) 의 부분은 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 을 구성한다. 제 2 교점 (E2) 과 제 2 단 (D2) 사이의 종동 제 2 창생 트로코이드 곡선 (J2) 의 부분은 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 을 구성한다. 제 2 교점 (E2) 에 있어서, 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 의 접선은 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 의 접선에 일치한다. 즉, 제 2 교점 (E2) 은 종동 인벌루트 곡선 (B2E2) 과 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 의 이음매이다.
- [0062] 다음으로, 도 7 에 나타내는 바와 같이, 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 중심점 (P2) 을 통과하는 가상 직선 (M) 을 결정한다. 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 중심점 (P2) 사이 이외에 있어서의, 가상 직선 (M) 과 제 1 외원 (C11) 의 교점이, 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 제 1 단 (A1) 이다. 마찬가지로, 제 1 중심점 (P1) 과 제 2 중심점 (P2) 사이 이외에 있어서의, 가상 직선 (M) 과 제 2 외원 (C12) 의 교점이, 종동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 제 1 단 (A2) 이다.

- [0063] 도 7에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)가 회전한 경우의, 제 2 스크루 로터 (18)의 제 1 단 (A2)의 궤적에 의해, 구동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K1)이 결정된다. 환언하면, 제 2 피치원 (C32)이 제 1 피치원 (C31)에 접한 상태에서, 제 2 스크루 로터 (18)가 제 1 스크루 로터 (17)의 돌레를 전동함으로써, 구동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K1)은 창생된다. 구동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K1)은 제 1 스크루 로터 (17)의 제 1 단 (A1)을 통과한다. 구동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K1)과 제 1 내원 (C21)의 교점은 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)의 제 1 단 (C1)이다. 제 1 단 (A1)과 제 1 단 (C1)사이의 구동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K1)의 부분은 구동 제 1 곡선 (A1C1)을 구성한다.
- [0064] 마찬가지로, 도 7에 나타내는 바와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)가 회전한 경우의, 제 1 스크루 로터 (17)의 제 1 단 (A1)의 궤적에 의해, 중동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K2)이 결정된다. 환언하면, 제 1 피치원 (C31)이 제 2 피치원 (C32)에 접한 상태에서, 제 1 스크루 로터 (17)가 제 2 스크루 로터 (18)의 돌레를 전동함으로써, 중동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K2)은 창생된다. 중동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K2)은 제 2 스크루 로터 (18)의 제 1 단 (A2)을 통과한다. 중동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K2)과 제 2 내원 (C22)의 교점은 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2)의 제 1 단 (C2)이다. 제 1 단 (A2)과 제 1 단 (C2)사이의 중동 제 1 창생 트로코이드 곡선 (K2)의 부분은 중동 제 1 곡선 (A2C2)을 구성한다.
- [0065] 제 1 단 (A1)과 제 2 단 (B1)사이의 제 1 외원 (C11)의 부분은 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)를 구성한다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)와 구동 제 1 곡선 (A1C1)사이의 각도가 예각이 되도록, 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)는 결정된다. 제 1 단 (C1)과 제 2 단 (D1)사이의 제 1 내원 (C21)의 부분은 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)를 구성한다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)와 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)가 제 1 중심점 (P1)을 사이에 두도록, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)는 결정된다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)의 곡률 반경은 외반경 (R1)이고, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)의 곡률 반경은 내반경 (R2)이다.
- [0066] 마찬가지로, 제 1 단 (A2)과 제 2 단 (B2)사이의 제 2 외원 (C12)의 부분은 중동 톱니 선단 원호 (A2B2)를 구성한다. 중동 톱니 선단 원호 (A2B2)와 중동 제 1 곡선 (A2C2)사이의 각도가 예각이 되도록, 중동 톱니 선단 원호 (A2B2)는 결정된다. 제 1 단 (C2)과 제 2 단 (D2)사이의 제 2 내원 (C22)의 부분은 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2)를 구성한다. 중동 톱니 선단 원호 (A2B2)와 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2)가 제 2 중심점 (P2)을 사이에 두도록, 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2)는 결정된다.
- [0067] 이와 같이 하여, 제 1 스크루 로터 (17)와 제 2 스크루 로터 (18)각각의 톱니형의 축 수직 단면의 제조 순서는 완료된다.
- [0068] 스크루 펌프 (11)에 있어서, 제 1 스크루 로터 (17)가 제 1 회전 방향 (X)으로 회전하고, 또한, 제 2 스크루 로터 (18)가 제 2 회전 방향 (Z)으로 회전해 가면, 도 8(a)에 나타내는 바와 같이, 제 2 스크루 로터 (18)의 제 1 단 (A2)은 구동 제 1 곡선 (A1C1)을 따라 이동해 간다. 그 후, 제 1 스크루 로터 (17)의 제 1 단 (A1)은 중동 제 1 곡선 (A2C2)을 따라 이동해 간다.
- [0069] 제 1 스크루 로터 (17)와 제 2 스크루 로터 (18)가 회전해 가면, 제 1 스크루 로터 (17)의 제 2 단 (B1)은 중동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2)을 따라 이동해 간다. 그 후, 구동 인벌루트 곡선 (B1E1)은 중동 인벌루트 곡선 (B2E2)에 맞물린다. 그 후, 도 8(b)에 나타내는 바와 같이, 제 2 스크루 로터 (18)의 제 2 단 (B2)은 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1)을 따라 이동해 간다.
- [0070] 도 9(a), 도 9(b) 및 도 9(c)는 각각 본 발명의 제 1 스크루 로터 (17)와 제 2 스크루 로터 (18)의 톱니형의, 제 1, 제 2 및 제 3 실시예를 나타낸다. 도 9(d), 도 9(e) 및 도 9(f)는 각각 도 11에 나타내는 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B)의 톱니형의, 제 1, 제 2 및 제 3 비교예를 나타낸다. 도 9(a) ~ 도 9(f) 모두, 피치 반경 (r) = 40mm, 외반경 (R1) = 55.5mm, 내반경 (R2) = 24.5mm로 설정되어 있다.
- [0071] 도 9(a), 도 9(d)는 인벌루트 반경 (Ro)이 내반경 (R2)보다 작은 경우로 (Ro < R2), Ro = 16.75mm이다. 도 9(b), 도 9(e)는 인벌루트 반경 (Ro)이 내반경 (R2)과 동등한 경우로 (Ro = R2), Ro = 24.5mm이다. 도 9(c), 도 9(f)는 인벌루트 반경 (Ro)이 내반경 (R2)보다 크고, 또한, 피치 반경 (r)보다 작은 경우로 (R2 < Ro < r), Ro = 32.25mm이다.
- [0072] Ro = 16.75mm인 도 9(a)의 제 1 실시예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 130.67^\circ$ 이다. Ro = 16.75mm인 도 9(d)의 제 1 비교예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 126.9^\circ$ 이다. Ro = 24.5mm인 도 9(b)의 제 2 실시예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 149.43^\circ$ 이다. Ro = 24.5mm인 도 9(e)의 제 2 비교예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 143.85^\circ$ 이다.

- [0073] $R_o = 32.25\text{mm}$ 인 도 9(c)의 제 3 실시예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 160^\circ$ 이다. $R_o = 32.25\text{mm}$ 인 도 9(f)의 제 3 비교예에서는 $\theta_1 = \theta_2 = 152.68^\circ$ 이다.
- [0074] 도 9(a)의 제 1 실시예를, 도 9(d)의 제 1 비교예와 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 인벌루트 반경 (R_o) 이 내반경 (R_2) 보다 작은 경우 ($R_o < R_2$), 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)의 θ_1 , θ_2 는 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B)의 θ_1 , θ_2 보다 크다.
- [0075] 도 9(b)의 제 2 실시예를, 도 9(e)의 제 2 비교예와 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 인벌루트 반경 (R_o) 이 내반경 (R_2) 과 동등한 경우 ($R_o = R_2$), 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)의 θ_1 , θ_2 는 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B)의 θ_1 , θ_2 보다 크다.
- [0076] 도 9(c)의 제 3 실시예를, 도 9(f)의 제 3 비교예와 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 인벌루트 반경 (R_o) 이 내반경 (R_2) 보다 크고, 또한 피치 반경 (r) 보다 작은 경우 ($R_2 < R_o < r$), 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)의 θ_1 , θ_2 는 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B)의 θ_1 , θ_2 보다 크다.
- [0077] 즉, 인벌루트 반경 (R_o) 이 피치 반경 (r) 보다 작은 경우 ($R_o < r$), 제 1 스크루 로터 (17) 및 제 2 스크루 로터 (18)의 θ_1 , θ_2 는 제 1 및 제 2 종래 스크루 로터 (90A, 90B)의 θ_1 , θ_2 보다 크다. 인벌루트 반경 (R_o) 이 피치 반경 (r) 이상인 경우 ($r \leq R_o$), 구동 인벌루트 곡선 (B1E1)은 종동 인벌루트 곡선 (B2E2)에는 맞물리지 않는다.
- [0078] 제 1 실시형태는 이하의 이점을 갖는다.
- [0079] (1) 구동 제 2 곡선 (B1D1)은 구동 인벌루트 곡선 (B1E1)과 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1)으로 이루어지는 복합 곡선이다. 종동 제 2 곡선 (B2D2)은 종동 인벌루트 곡선 (B2E2)과 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2)으로 이루어지는 복합 곡선이다. 이것에 대하여, 도 11에 나타내는 종래의 구동 제 2 곡선 (T1R1)은 외측 원호 (R1W1), 인벌루트 곡선 (W1Y1) 및 내측 원호 (Y1T1)로 이루어지는 복합 곡선이다. 따라서, 본 실시형태는 종래보다 구동 제 2 곡선 (B1D1)의 길이와 종동 제 2 곡선 (B2D2)의 길이를 짧게 할 수 있다. 그 결과, 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)의 둘레 방향 치수, 즉, 제 1 각도 (θ_1)와, 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)의 둘레 방향 치수, 즉, 제 2 각도 (θ_2)를 각각 증대시킬 수 있다. 또한, 종동 톱니 선단 원호 (A2B2)의 둘레 방향 치수, 즉, 제 1 각도 (θ_1)와, 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2)의 둘레 방향 치수, 즉, 제 2 각도 (θ_2)를 각각 증대시킬 수 있다.
- [0080] 구동 톱니 선단 원호 (A1B1)의 둘레 방향 치수가 증대되면, 구동 톱니 선단면 (172)의 축 방향 치수가 증대된다. 그 결과, 구동 톱니 선단면 (172)과 로터 하우징 (12)의 내주면 (121)사이의 시일 길이가 증대된다. 따라서, 이웃하는 펌프실 (10)끼리 사이의 유체 누출을 효과적으로 억제할 수 있다. 또한, 종동 톱니 선단 원호 (A2B2)의 둘레 방향 치수가 증대되면, 종동 톱니 선단면 (182)의 축 방향 치수가 증대된다. 그 결과, 종동 톱니 선단면 (182)과 로터 하우징 (12)의 내주면 (121)사이의 시일 길이가 증대된다. 따라서, 이웃하는 펌프실 (10)끼리 사이의 유체 누출을 효과적으로 억제할 수 있다.
- [0081] (2) 구동 톱니 바닥 원호 (C1D1)의 둘레 방향 치수가 증대되면, 구동 톱니 바닥면 (173)의 축 방향 치수가 증대된다. 따라서, 구동 나사 홈 (17a)의 가공성을 향상시킬 수 있다. 또한, 종동 톱니 바닥 원호 (C2D2)의 둘레 방향 치수가 증대되면, 종동 톱니 바닥면 (183)의 축 방향 치수가 증대된다. 따라서, 종동 나사 홈 (18a)의 가공성을 향상시킬 수 있다.
- [0082] (3) 제 1 스크루 로터 (17)의 구동 톱니 측면 (174)은 제 2 스크루 로터 (18)의 종동 톱니 측면 (184)에 대향한다. 구동 톱니 측면 (174)과 구동 톱니 선단면 (172)사이의 각도가 구동 톱니 선단 각도 (α)이고, 종동 톱니 측면 (184)과 종동 톱니 선단면 (182)사이의 각도가 종동 톱니 선단 각도 (β)이다. 제 1 스크루 로터 (17)의 구동 톱니 측면 (174)은 종동 인벌루트 곡선 (B2E2)과 종동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2)으로 이루어지는 복합 곡선인 종동 제 2 곡선 (B2D2)에 의해 생성된다. 이에 대하여, 도 11의 제 1 종래 스크루 로터 (90A)의 구동 톱니 측면은 외측 원호 (R2W2), 인벌루트 곡선 (W2Y2) 및 내측 원호 (Y2T2)로 이루어지는 복합 곡선인 제 2 곡선 (T2R2)에 의해 생성된다. 따라서, 본 실시형태는 구동 톱니 선단 각도 (α)를 종래보다 작게 할 수 있다. 즉, 본 실시형태는 제 1 클리어런스 각도 (γ)를 종래보다 크게 할 수 있다. 즉, 제 1 클리어런스 각도 (γ)를 종래보다 둔한 각도로 할 수 있다. 따라서, 스크루 펌프 (11)가 이송하는 유체 (가스)에 함유되는 반응 생성물 등의 이물질이, 로터 하우징 (12)의 내주면 (121)과 구동 톱니 선단면 (172)사이에 들어가는 것을, 본 실시형태는 억제할 수 있다.

- [0083] 마찬가지로, 제 2 스크루 로터 (18) 의 중동 톱니 측면 (184) 은 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 과 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 으로 이루어지는 복합 곡선인 구동 제 2 곡선 (B1D1) 에 의해 생성된다. 이에 대하여, 도 11 의 제 2 종래 스크루 로터 (90B) 의 중동 톱니 측면은 외측 원호 (R1W1), 인벌루트 곡선 (W1Y1) 및 내측 원호 (Y1T1) 로 이루어지는 복합 곡선인 제 2 곡선 (T1R1) 에 의해 생성된다. 따라서, 본 실시형태는 중동 톱니 선단 각도 (β) 를 종래보다 작게 할 수 있고, 제 2 클리어런스 각도 (δ) 를 종래보다 크게 할 수 있다. 즉, 제 2 클리어런스 각도 (δ) 를 종래보다 둔한 각도로 할 수 있다. 따라서, 이송 유체 중의 이물질이, 로터 하우징 (12) 의 내주면 (121) 과 중동 톱니 선단면 (182) 사이에 들어가는 것을, 본 실시형태는 억제할 수 있다.
- [0084] (4) 중동 인벌루트 곡선 (B2E2) 과 중동 제 2 트로코이드 곡선 (E2D2) 으로 이루어지는 복합 곡선인 중동 제 2 곡선 (B2D2) 이 구동 톱니 측면 (174) 을 생성하고, 또한, 구동 인벌루트 곡선 (B1E1) 과 구동 제 2 트로코이드 곡선 (E1D1) 으로 이루어지는 복합 곡선인 구동 제 2 곡선 (B1D1) 이 중동 톱니 측면 (184) 을 생성한다. 그 결과, 구동 톱니 측면 (174) 과 중동 톱니 측면 (184) 사이에 발생하는 선 형상의 시일부의 클리어런스를, 구동 톱니 바닥면 (173) 부근과 중동 톱니 바닥면 (183) 부근에서 넓게 할 수 있다. 이렇게 함으로써, 스크루 펌프 (11) 에 있어서의 이물질의 끼임을 더욱 억제할 수 있다.
- [0085] 예를 들어, 도 11 의 인벌루트 곡선 (W1Y1) 은 톱니 선단 원호 (Q1R1) 에 직접 연결되지 못하고, 외측 원호 (R1W1) 를 개재하여 톱니 선단 원호 (Q1R1) 에 연결되어 있었다. 따라서, 종래에서는 이물질이, 톱니 바닥면 부근의 클리어런스에서부터 톱니 선단면과 톱니 바닥면 사이의 시일부를 향하여 모이기 쉬워, 이물질의 끼임이 발생하기 쉬웠다. 본 실시형태는 이와 같은 문제를 해결할 수 있다.
- [0086] 상기 실시형태는 이하와 같이 변경해도 된다.
- [0087] 구동 톱니 (17A) 의 두께 (축 방향 치수) 는 제 1 스크루 로터 (17) 의 전단에서 후단을 향하여 감소되는 것에 한정되지 않고, 제 1 스크루 로터 (17) 의 전단에서 후단에 걸쳐 일정해도 된다. 마찬가지로, 중동 톱니 (18A) 의 두께도, 제 2 스크루 로터 (18) 의 선단에서 후단에 걸쳐 일정해도 된다.
- [0088] 제 1 스크루 로터 (17) 의 구동 톱니 (17A) 와, 제 2 스크루 로터 (18) 의 중동 톱니 (18A) 는 각각 1 줄인 것에 한정되지 않고, 2 줄로 해도 된다.
- [0089] 제 1 및 제 2 각도 (θ_1 , θ_2) 를 임의로 변경해도 된다. 예를 들어, 도 10(a) 에 나타내는 제 2 실시형태와 같이, 제 1 스크루 로터 (17) 의 제 1 각도 (θ_1) 를 제 2 각도 (θ_2) 보다 크게 해도 된다. 제 1 각도 (θ_1) 를 180° 보다 크게 하고, 제 2 각도 (θ_2) 를 180° 보다 작게 설정해도 된다. 구동 톱니 선단 원호 (A1B1) 의 둘레 방향 치수는 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 둘레 방향 치수보다 크다. 제 2 스크루 로터 (18) 의 제 1 각도 (θ_1) 는 제 2 각도 (θ_2) 보다 작게 설정된다. 즉, 중동 톱니 선단 원호 (A2B2) 의 둘레 방향 치수는 중동 톱니 바닥 원호 (C2D2) 의 둘레 방향 치수보다 작게 설정된다. 이 경우, 도 10(b) 에 나타내는 바와 같이, 구동 톱니 (17A) 의 축 방향 치수는 중동 톱니 (18A) 의 축 방향 치수보다 크다. 구동 나사 홈 (17a) 의 폭 (축 방향 치수) 은 중동 나사 홈 (18a) 의 폭보다 작다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1 은 본 발명을 구체화한 제 1 실시형태에 관련된 스크루 펌프를 나타내는 평단면도이다.
- [0017] 도 2(a) 는 도 1 의 A-A 선 단면도이다. 도 2(b) 는 도 2(a) 상태에서 제 1 스크루 로터 및 제 2 스크루 로터를 각각 180° 회전시킨 상태를 나타내는 단면도이다. 도 2(c) 는 도 1 의 부분 확대도이다.
- [0018] 도 3 은 도 2(a) 에 나타내는 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터 각각의 축 수직 단면도이다.
- [0019] 도 4 는 도 3 의 제 1 스크루 로터와 제 2 스크루 로터에 관한, 외원, 내원, 피치원 및 중심점의 모식도이다.
- [0020] 도 5 는 인벌루트 곡선을 나타내는 도 4 의 확대도이다.
- [0021] 도 6 은 인벌루트 곡선과 제 2 트로코이드 곡선을 나타내는 도 5 의 확대도이다.
- [0022] 도 7 은 제 1 트로코이드 곡선을 나타내는 모식도이다.
- [0023] 도 8(a) 는 제 1 곡선부끼리가 맞물린 상태의 모식도, 도 8(b) 는 제 2 곡선부끼리가 맞물린 상태의

확대도이다.

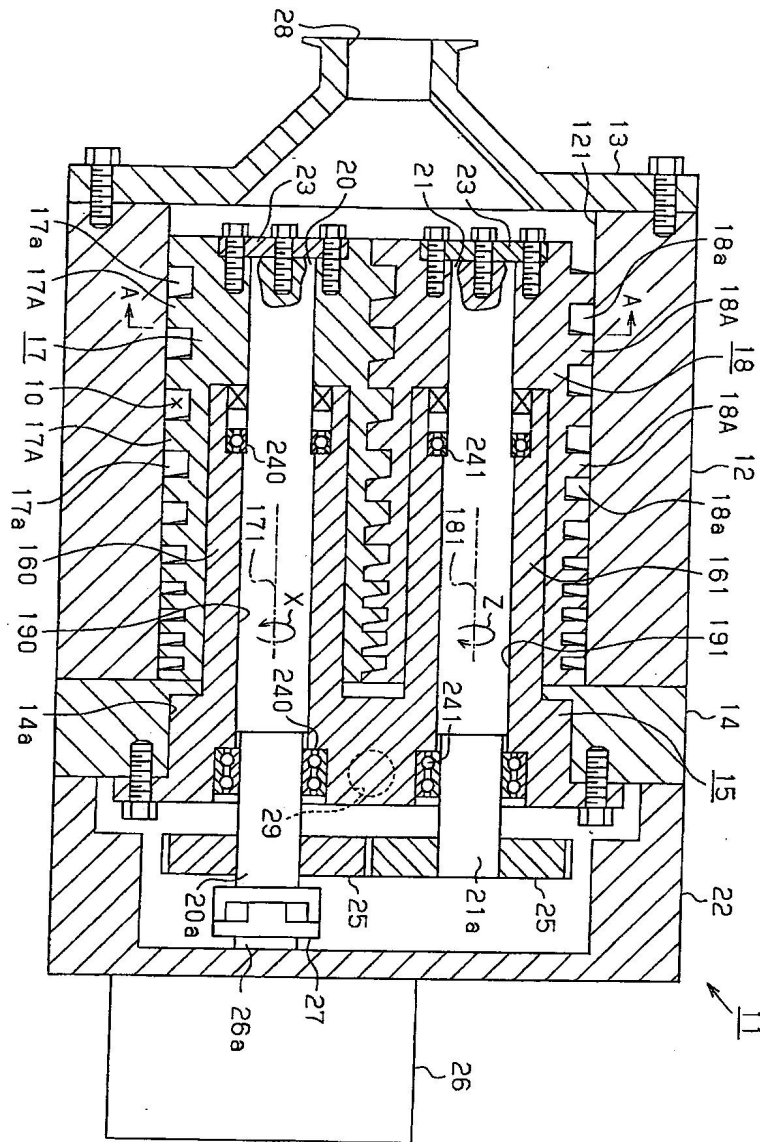
[0024] 도 9(a), 9(b), 9(c) 는 제 1 스크루 로터 및 제 2 스크루 로터의 톱니형의 실시예를 나타내는 축 수직 단면도이다. 도 9(d), 9(e), 9(f) 는 제 1 종래 스크루 로터 및 제 2 종래 스크루 로터의 톱니형의 비교예를 나타내는 축 수직 단면도이다.

[0025] 도 10(a) 는 본 발명의 제 2 실시형태의 제 1 스크루 로터 및 제 2 스크루 로터의 톱니형을 나타내는 축 수직 단면도이다. 도 10(b) 는 도 10(a) 의 부분 평단면도이다.

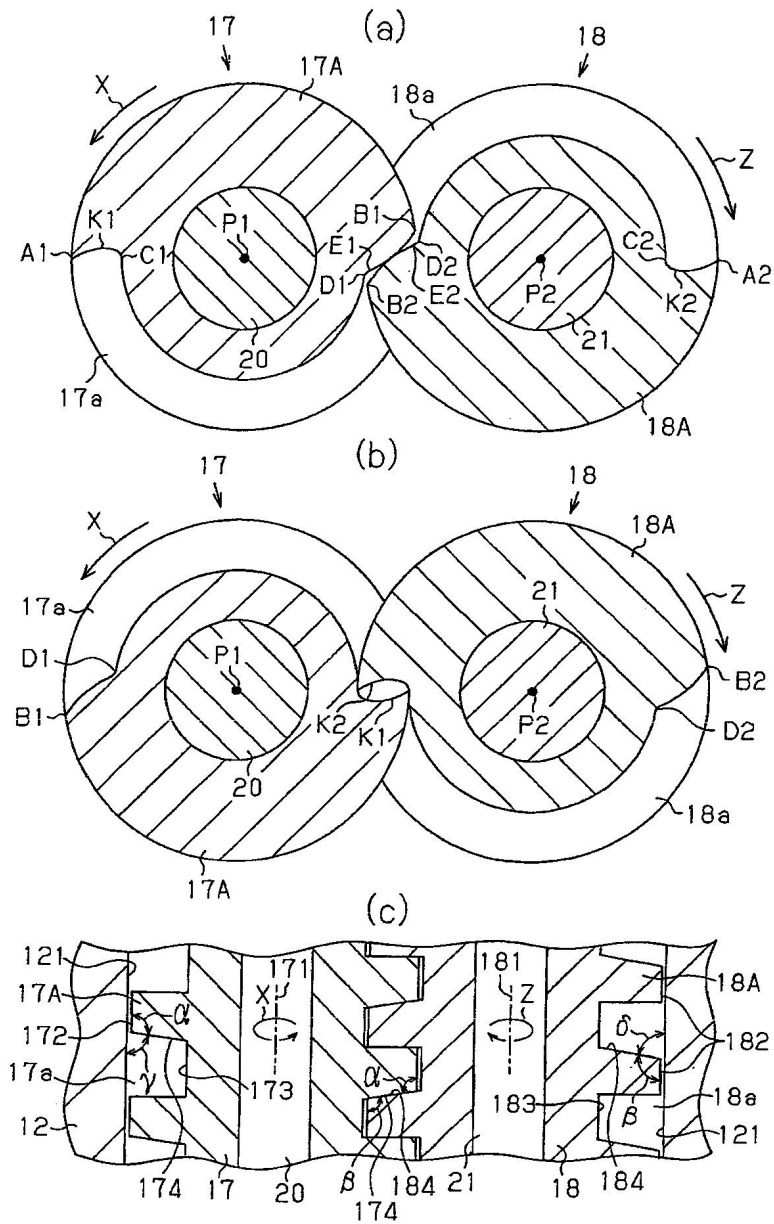
[0026] 도 11 은 종래의 한 쌍의 스크루 로터를 나타내는 축 수직 단면도이다.

도면

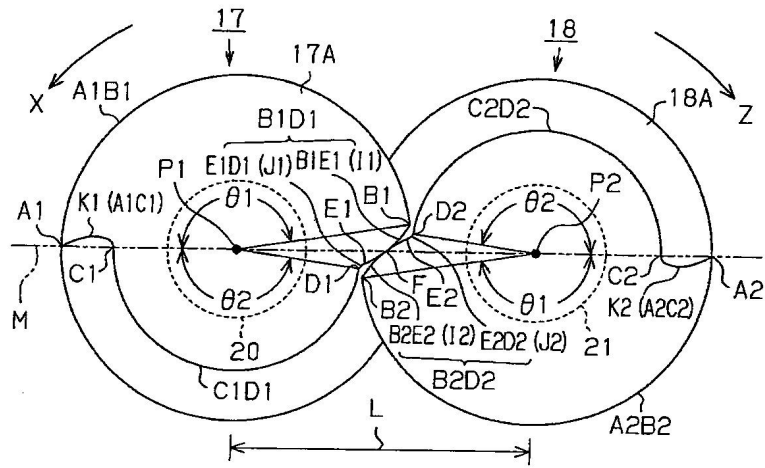
도면1



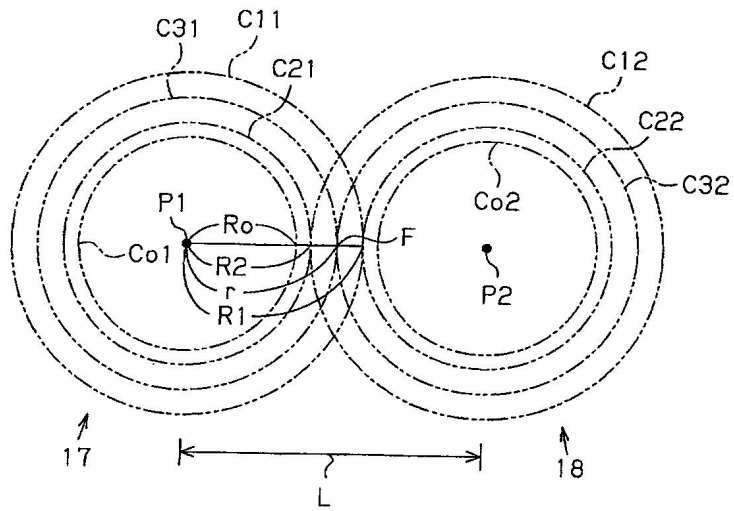
도면2



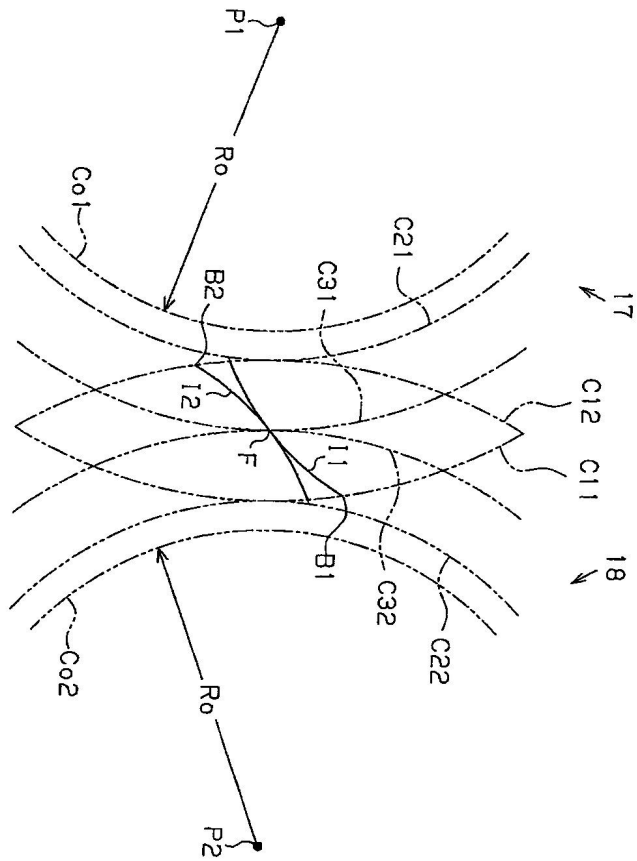
도면3



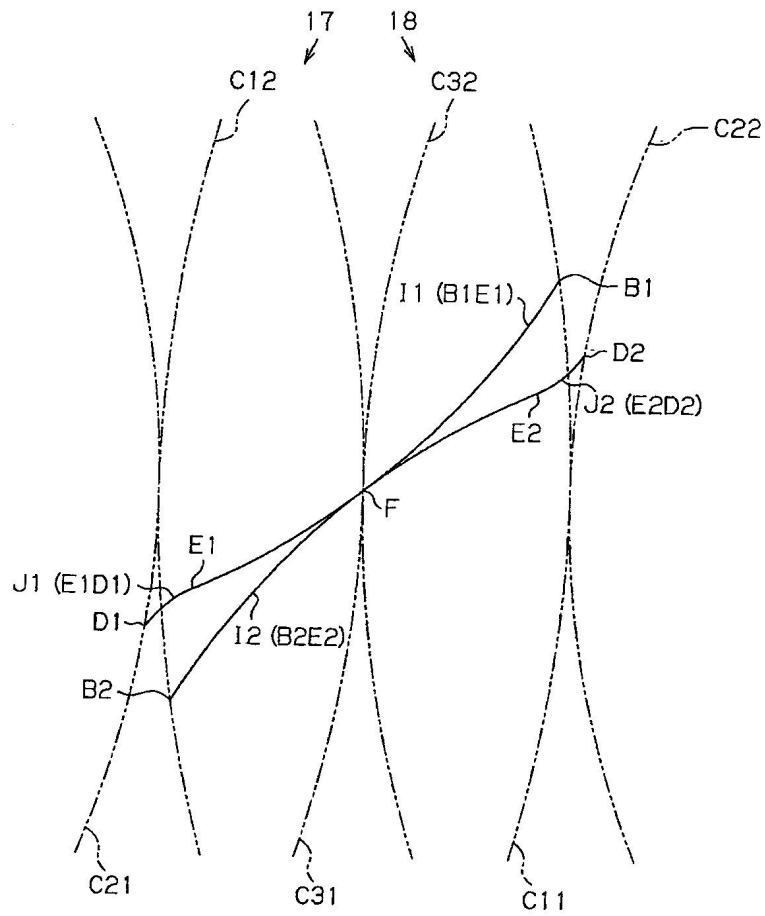
도면4



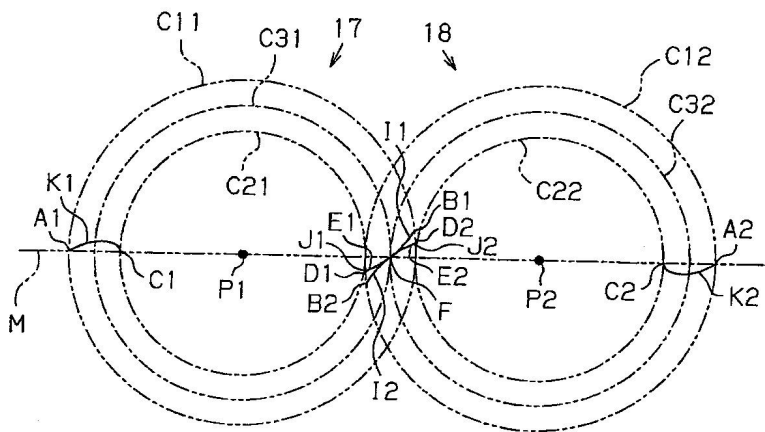
도면5



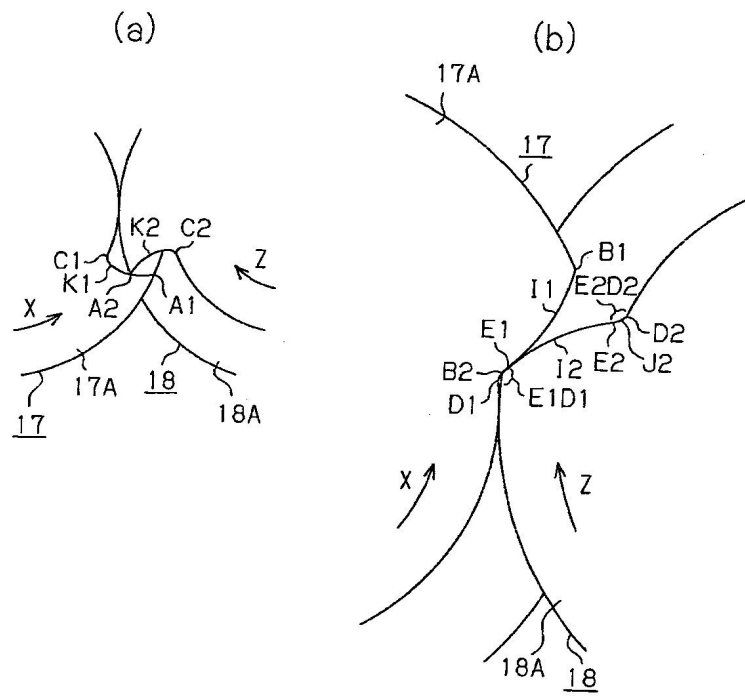
도면6



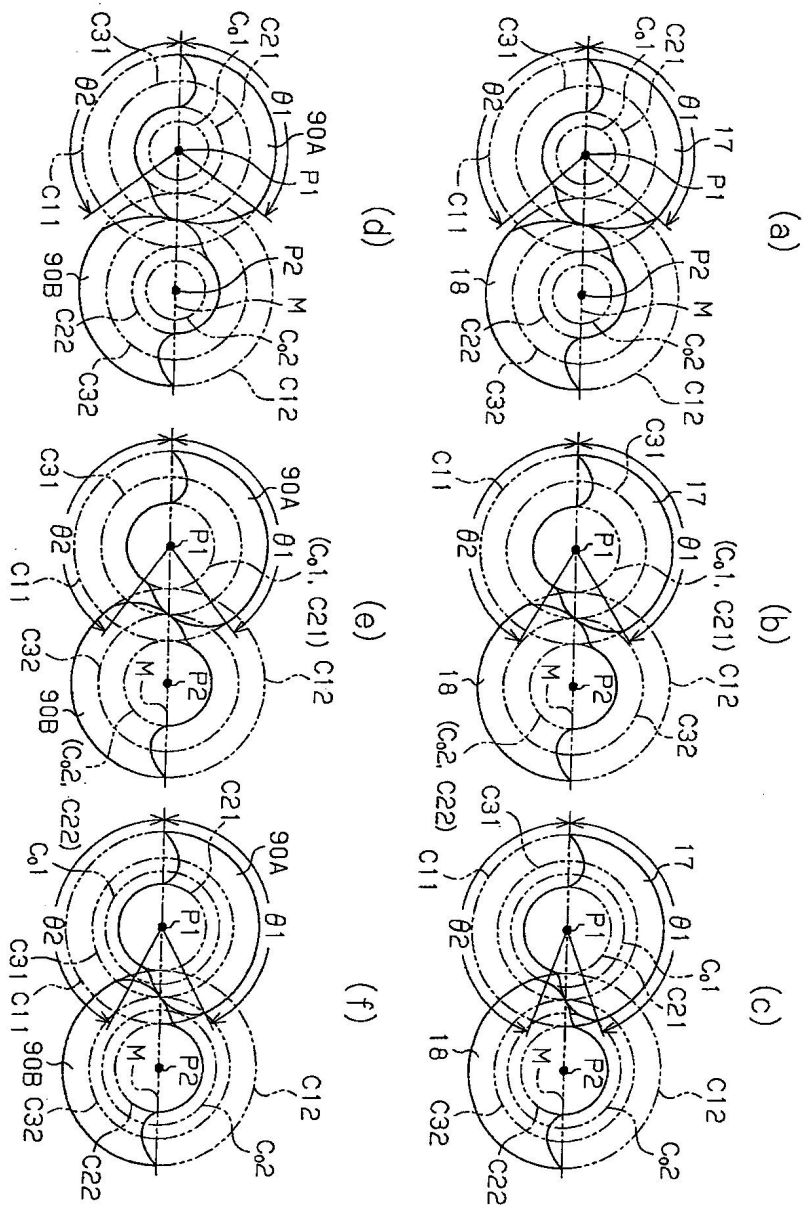
도면7



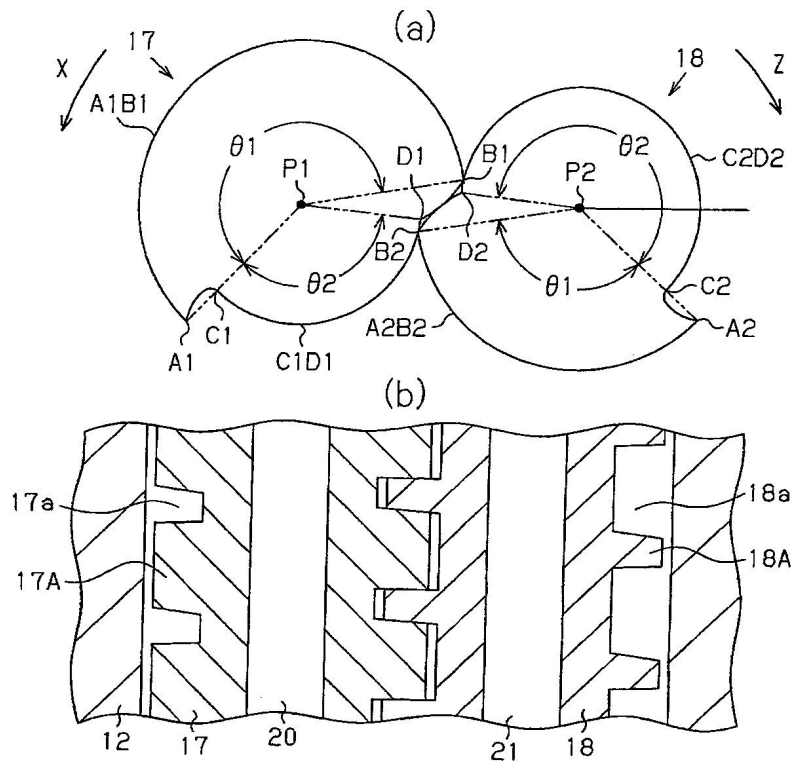
도면8



도면9



도면10



도면11

