(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
G21C 7/10

(45) 공고일자 1993년10월07일
(11) 공고번호 특1993-0009571

| | | | |
|---|---|---|---|
| (21) 출원번호 | 특1985-0005377 | (65) 공개번호 | 특1986-0001439 |
| (22) 출원일자 | 1985년07월26일 | (43) 공개일자 | 1986년02월26일 |

(30) 우선권주장 634, 729 1984년07월26일 미국(US)

(71) 출원인 웨스팅하우스 일렉트릭 코오포레이숀 더블류. 에이. 코우트
미합중국 펜실베이니아주 15222, 피츠버어그시, 게이트웨이센타, 웨스팅하우스 빌딩

(72) 발명자 존 프란시스 윌슨
미합중국 펜실베이니아주, 머리스빌, 메도우 게이트 드라이브 3560
사무엘 세르니
미합중국 펜실베이니아주, 피츠버어그시, 킹스데일 로우드 101
로버트 켄네드 쉐르젠
미합중국 펜실베이니아주, 몬로빌, 펜 리어 드라이브 126

(74) 대리인 손은진

*심사관 : 권태복 (책자공보 제3426호)*

**(54) 원자로용 제어봉**

*요약*

내용 없음.

*대표도*

*도1*

*명세서*

[발명의 명칭]

원자로용 제어봉

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 일부가 파단되며 수직 원근법으로 도시한 연료 집합체의 정면도.

제 2 도는 연료 집합체의 제어봉을 지지하는 스파이더 조립체의 확대 평면도.

제 3 도는 제 2 도의 선 3-3을 취한 스파이더 조립체의 단면도.

제 4 도는 본 발명을 실시하는 단부 플러그를 포함하여 일 제어봉 단부의 제 3 도의 선 4-4를 한 확대 부분도.

제 4a 도 내지 제 4c 도는 제 4 도에서 각각 선 4a-4a, 4b-4b 및 4c-4c를 취한 단면도.

제 5 도는 일 가이드 딤블의 상단부와 그 내부에서 이동 가능하며 취출 위치로 이동된 제어봉 하단부의 확대 부분 단면도.

제 6 도 내지 제 8 도는 본 발명의 부가적인 실시예를 도시하는 제 4 도와 유사한 확대 단면도.

제 6a 도 내지 제 6c 도, 제 7a 도 내지 제 7b 도 및 제 8a 도 내지 제 8c 도는 각각 제 6 도 내지 제 8 도에서 대응하는 부분을 따라 취한 단면도.

* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

10 : 연료 집합체 12 : 상부 노심 지지판

14 : 스파이더 조립체 18 : 가이드 딤블

30 : 제어봉 58,72,88,98 : 단부 플러그

66,80,90,110 : 선단 70,84,96,108 : 말단 단부

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 일반적으로는 원자력 발전소에 관한 것이며, 보다 상세하게는 그에 사용되는 봉 및 가이드 딤블 설비에 관한 것이다.

통상의 원자력 발전소에서 원자로심은 각각이 다수의 신장 연료 요소 즉 연료봉을 포함하는 다수의 신장 연료 집합체로 이루어진다. 액체 냉각수가 유용한 작업을 위하여 노심내에서 발생된 열을 추출하도록 노심을 통해 상방향으로 압송된다. 노심의 열출력은 $B_4C$와 같은 중성자 흡수 물질을 포함하는 제어봉의 이동 또는 미합중국 특허 제 4,432,934호에서 명세된 것과 같은 물 변위봉의 이동으로 조절된다. 가압수형 원자로에서, 각각의 연료 집합체는 통상적으로 원통형 제어봉 즉 물 변위봉이 축방향으로 이동되는 다수의 중공 원통형 가이드 관 즉, 딤블을 포함한다. 냉각수의 얼마는 중심자 흡수에 관련된 핵 연환에서 열을 발생하는 봉을 냉각 시키기 위하여 각 가이드 딤블의 하단부로 전환된다.

원자로 작동중에, 대개의 제어봉은 원자로상으로 부터 하단부 플러그의 선단을 해당 가이드 딤블의 상단부에 위치 시킬 만큼 원자로심으로 부터 취출된다. 이러한 취출 위치에 있는 동안, 제어봉은 가이드 딤블을 통하여 하단부 플러그를 지탱하는 제어봉 부를 지나 유동 하는 냉각수에 의해 야기된 상단한 진동을 겪는다. 제어봉의 진동은 하단부 플러그의 선단이 가이드 딤블의 내벽 표면과 진동 접촉 하도록 하며, 이 결과 마모 및 가이드 딤블의 관통과 연료 집합체의 상당한 약화를 초래하게 된다.

이러한 문제점을 완화하기 위한 시도가 미합중국 특허 제 4,292,132호 및 제 4,311,560호와 같은 데에서 시도되었으며, 양자는 제어봉이 진동 접촉하는 것을 방지함으로써 딤블 벽 상에서의 마모를 완화하는 것을 목적으로 한다.

이리하여, 미합중국 특허 제 4,292,132호는 제어봉의 하단부상에 스프링 기구를 부가 함으로써 가이드 딤블 벽에 균일한 탄성 간섭 접촉을 하여 봉 선단이 그와 충돌하는 것을 방지하도록 한다. 미합중국 특허 제 4,311,560호에 따라서, 제어봉은 가이드 딤블벽에 제어봉 선단을 구동하는 어떤 힘에 반작용하는 힘을 발생하도록 채택된 유압 베어링을 하부선단에 구비한다.

상기 문제점에 대한 보다 간편하고 보다 비용이 덜 드는 오작동 증명 해결책을 마련하는 것이 본 발명의 주요한 목적이다.

따라서, 본 발명은 그 내부에 배치된 제어봉부를 따라 유동하는 냉각수를 갖도록 채택된 가이드 딤블에서의 축방향 이동에 대하여 제어봉을 지지하기 위한 기구를 구비하며, 사용중에 가이드 딤블내에 위치하는 단부에서 단부 플러그를 갖는 원자로에서 사용할 수 있는 제어봉에 있어서, 상기 단부 플러그가 상기 냉각수가 유동할시에 상기 가이드 딤블의 내벽에 단부 플러그를 확고하게 유지하기에 충분한 축방향 힘을 부여 하도록 비 대칭 배열을 하는 원추형 선단을 갖는 것을 특징으로 한다.

이리하여, 특별히 부가된 기구에 의하여 가이드 딤블과 제어봉과의 진동 접촉을 방지 하도록 하는 종래 기술과는 달리, 본 발명은 단순히 제어봉 단부 플러그의 형태를 변경함으로써 동일한 소정의 결과를 성취하도록 한다. 이러한 개념은 냉각수 유동에 의한 진동의 원인중의 하나가 중앙축 즉 제어봉의 종축에 대칭인 통상의 단부 플러그 선단 주위에서 야기되는 와류로 인한 것이라는 것을 인지하는 것으로 부터 유래된다. 단부 플러그 선단을 비대칭으로 함으로써, 제어봉의 와류로 인하여 진동하는 경향이 최소화되며 가이드 딤블벽에 봉을 확고하게 유지 시키는데 필요한 축방향 힘을 감소시킬 수 있다.

와류를 감소 시키는 단부 플러그의 비대칭 배열은 또한 단부 플러그 선단 주위의 냉각수 유동 속도를 비대칭이 되도록 함으로써 상기 축방향 힘을 발생 시키며, 축방향 힘의 크기는 냉각수 유동 속도 및 단부 플러그 선단의 특정 형태에 대한 함수이다.

이하, 본 발명의 양호한 실시예가 첨부 도면에 관련하여 명세될 것이다.

하기 설명에서, 동일 도면 번호는 도면을 통하여 동일 또는 대응 부분을 나타내며, "전방", "후방", "좌측", "우측", "상방", "하방" 등과 같은 용어는 편의상 사용되는 것이며 제한적인 용어로서 해석되는 것은 아니다.

제 1 도를 설명하면, 연료 집합체(10), 연료집합체(10)의 상부를 가로질러 신장하여 배치된 상부 노심 지지판(12)와 상부 노심 지지판(12)상에 배치된 스파이더 조립체(14)의 전체 조합이 도시된다.

연료 집합체(10)은 원자로(도시안됨)의 노심 영역에서 하부 노심 지지판(도시안됨) 상에 집합체를 지지하기 위한 하단부 구조물 즉 하부 노즐(16)과, 하부 노즐(16)으로 부터 상방으로 신장하는 다수의 가이드관 즉 딤블(18)과, 가이드 덤블(18)을 따라 축방향으로 배치된 다수의 횡방향 그리드(20)과, 그리드(20)에 의해 지지되며 횡방향으로 간격을 이루며 배치된 조직적인 배열의 신장연료봉(22)와, 연료 집합체 중앙의 측정기구관(24)와, 가이드 딤블(18)의 상단부에 고착된 상단부 구조물 즉 상부노즐(26)으로 이루어진다.

상부 노심 지지판(12)는 노심의 연료 집합체(10)의 전체를 가로질러 신장한다. 상부 노심 지지판(12)는 냉각수가 유동할 수 있도록 다수의 유동통로(28)를 구비하며, 각각의 가이드 딤블(18)은 제어봉(30)이 삽입될 수 있도록 축방향으로 이와같은 유동통로(28)을 하나씩 갖는다.

상단부에서, 제어봉(30)은 축방향 이동에 대하여 봉을 지지하는 스파이더 조립체(14)에 연결되며, 가이드 딤블(18)내에서 통상의 구동기구(도시안됨)에 의해 구동된다.

제 2 도 및 제 3 도에 도시한 바와 같이, 스파이더 조립체(14)는 중앙 허브(32)와, 허브(32)로 부터 반지름 방향으로 외부로 신장하는 다수의 베인(34)와, 제어봉(30)이 연결되는 베인(34)상의 다수의 핑거(36)와로 이루어진다. 허브(32)는 당 기술에 공지된 바와 같이 제어봉(30)과 함께 스파이더 조립체(14)를 상승 및 하강 하도록 작동 시킬 수 있는 구동기구(도시안됨)에 연결되기 위하여 그 상단부에서 내부 나사부(40)을 갖는 관의 형태를 한다. 관상 허브(32)는 압축 상태로 유지되는 코일 스

프링(42)와, 유동통로(28) 및 가이드 딤블(18)과 제어봉(30)과의 적절한 정렬을 보증 하도록 노심 지지판(12)의 상부에 형성된 얕은 공동(도시안됨)에 설치되는 니풀(44)와로 이루어지는 통상의 부하 흡수개구를 덮어 씌운다. 부하 흡수 기구의 주 목적은 제어봉(30)의 가이드 딤블(18) 내로의 삽입으로 스파이더 조립체(14)가 노심 지지판(12)의 상부에 접함에 따라서 노심 지지판(12) 및 연료 집합체(10)의 충격 부하를 방지하는 것이다.

각각의 제어봉(30)은 스파이더 조립체(14)의 일핑거(36)으로 부터 지지되며, 각 핑거(36)은 해당 제어봉(30)의 상단부(48)을 나사 수용 하도록 내부 나사 형성되며 드릴 가공된 하단부(46)을 갖는다. 각각의 제어봉(30)은 피복체(50) 및 피복체의 하단부에 고착된 단부 플러그(52)를 갖는다. 몇몇 제어봉 설계에서, 봉은 통상적으로 피복체(50)내에 적재된 펠릿 형태로의 중성자 흡수 물질을 포함한다. 기타 제어봉 설계로서, 상술된 미합중국 특허 제 4,432,934호에서 명세된 바와 같이 얼마의 중성자 감속 냉각수를 변위 시킴으로써 원자로의 반응도를 제어 하도록 물 변위봉을 채용한다.

상술한 바와 같이, 원자로의 출력 레벨은 제어봉(30)을 가이드 딤블로 삽입 및 취출 함으로써 조절된다. 제어봉은 원자로 운전정지 중에는 완전히 삽입되며 원자로가 완전 출력으로 작동중일 때에는 몇몇이 취출된다. 본원에서 "취출"이란 가이드 딤블(18)로 부터 완전히 취출하는 것이 아니라 예를 들면 제 5 도에 도시한 바와 같이 15㎝정도의 짧은 간격만큼 신장하는 것을 의미한다.

제어봉(30)이 가이드 딤블(18)내로 완전히 삽입되어 원자로심(도시안됨)내에 삽입되면 열이 발생하게 된다. 그러므로, 펠릿이 응용되는 것을 방자하기 위하여 제어봉을 냉각 시키기 위한 설비가 마련된다. 통상적으로 이러한 목적을 위하여 가이드 딤블의 하부는 연료 집합체(10)의 하부를 통해 유입된 냉각수의 일부가 가이드 딤블(18)을 통해 유동되어 제어봉(30)을 냉각 시킬 수 있도록 하는 개구부(도시안됨)가 구비된다. 제어봉(30)이 취출 위치에 있을때, 딤블(18)을 통하여 취출 제어봉의 단부를 통과한 냉각수의 상방향 유동은 제어봉의 하단부가 진동하도록 하여 상술한 바와 같은 마모 문제를 야기 한다.

제 4 도 및 제 6 도 내지 제 8 도에서는, 이러한 단부 플러그를 향해 유동하는 냉각수를 비대칭 속도로 유동시켜 단부 플러그에 축 방향의 안정력(F)를 부과 시키도록 하는 형태의 하부 단부 플러그를 각 제어봉에 구비시킴으로써 이러한 문제를 극복 하고자 하는 방안이 도시되며, 안정력(F)는 제 5 도에 도시한 바와 같은 딤블(18)의 내벽(58)에 제어봉(30)의 하단부를 압착 및 편심시켜 봉(30)이 진동하는 것을 방지 하도록 한다.

단부 플러그의 선단 주위에 비대칭의 냉각수 유동 속도를 부여 하도록 갖가지 비대칭 단부 플러그 설계가 사용될 수 있다. 이리하여, 제 4 도 내지 제 4c 도에 도시한 바와 같이, 통상의 원추형 또는 테이퍼 형상의 외부 표면(60)을 갖는 통상의 단부 플러그(52)는 축방향으로 대칭인 표면(60)의 일측에서 기계 가공된 평면(62)를 구비함으로써 본 발명의 목적에 부합할 수 있다.

평면(62)가 대체되는 표면부의 윤곽이 제 4 도에서 쇄선으로 도시되며, 평면(62)가 단부 플러그(52)의 원통형 몸체(64)에서 부터 선단(66)의 하방으로 신장하여 단부 플러그(52)의 중앙축(68)을 가로질러 축(68)의 반대측에 발단 단부(70)을 형성 하도록 하는 것이 도시된다. 제 4a 도 내지 제 4c 도는 단부 플러그 안정 배열의 보다 완전한 3차원 구성을 알 수 있도록 단부 플러그(52)의 비교 단면도를 도시한다. 제 3 도 및 제 5 도의 단부 플러그(52)는 제 4 도의 안정 배열을 갖는다.

제 6 도는 한쌍의 평면(74, 76)이 테이퍼진 외부 표면(78)의 양측에서 형성되어 있는 단부 플러그(72)의 제 2 의 비대칭 설계가 도시된다. 또한, 플러그(72)의 하부 선단(80)의 본래 윤곽이 쇄선으로 도시된다. 좌측의 평면(74)의 종축(82)를 가로 지르는 제 4 도의 평면(62)와 대체로 동일하다. 우측의 평면(76)은 평면(74)보다 단부 플러그의 원통형 몸체(86)상에서 보다 높은 위치에서 시작하여 평면(74)가 이루는 것보다 축(82)와 보다 얕은 각을 이룬다.

제 7 도는 플러그 선단의 본래의 대칭형 테이퍼(쇄선으로 도시)가 보다 가파르고 보다 뾰족한 원추형 배열을 하며 축(94)의 일측에 오프세트되는 말단 단부(96)을 형성하도록 단부 플러그(88)의 중앙축(94)와 교차하여 경사를 이루는 축(92)를 갖는 선단(90)을 이루도록 기계가공 같은 것에 의하여 플러그 선단의 본래의 대칭형 테이퍼가 감소되어 있는 단부 플러그(88)의 제 3 의 비대칭 설계를 도시한다.

제 8 도는 플러그의 테이퍼진 외부 표면(102)의 일측에 형성된 요면(100)을 갖는 단부 플러그(98)의 제 4 비대칭 설계를 도시한다. 요면(100)은 원통형 몸체(104)에서 부터 단부 플러그(98)의 중앙축(106)을 가로질러 축(106)의 반대측에서 선단(100)에 하부 말단 단부(108)을 형성한다.

제 4 도 및 제 6 도 내지 제 8 도에 도시된 모든 비대칭 선단에 공통되는 특징은 말단 단부(70, 84, 96, 108)이 모두 각 단부 플러그(52, 72, 88, 98)의 중앙축(68, 82, 94, 106)의 일측에 오프세트 된다는 점이다. 이러한 것은 선단 단부가 상기 중앙축으로 부터 오프 세트되는 방향으로 작용하는 축방향 힘을 각각의 단부 플러그에 부과하는 비대칭의 냉각수 유동 속도를 보증한다. 또한, 각각의 비대칭 단부 플러그 형태는 대칭 단부 플러그 설계에 의한 와류로 인해 야기되는 유동으로는 인한 진동의 가능성을 감소 시킨다. 이리하여 본원에 도시된 비대칭 단부 플러그 안정 배열이 제작 견지에서 다른 것보다 우월하면서도, 유리한 방식으로 유용한 기능을 수행한다.

## *(57) 청구의 범위*

### 청구항 1

그 내부에 배치된 제어봉부를 따라 냉각수가 유용 하도록 채택된 가이드 딤블 내에서의 축방향 이동에 대하여 제어봉을 지지하기 위한 기구를 구비하며, 사용중에 가이드 딤블내에 배치되는 단부에서 단부 플러그를 갖는 원자로용 제어봉에 있어서, 상기 단부 플러그(52, 72, 88, 98)이 상기 냉각수가 유동할시에 상기 가이드 딤블의 내벽에 단부 플러그를 확고하게 유지 하기에 충분한 축방향 힘을 단부 플러그에 부과 하도록 비대칭 배열을 하는 대체로 원추형의 선단(66, 80, 90, 110)을 갖는 것을

특징으로 하는 원자로용 제어봉.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서, 선단의 말단 단부(70, 84, 96, 108)이 냉각수가 유동할 시에 상기 단부 플러그에 대하여 비대칭의 냉각수 유동 속도를 야기 하도록 단부 플러그의 중앙축으로 부터 축방향으로 오프세트 되는 것을 특징으로 하는 원자로용 제어봉.

**청구항 3**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 단부 플러그(94)의 선단(90)이 단부 플러그의 종방향 중앙축(94)와 교차하여 경사를 이루는 대칭축(92)를 갖는 것을 특징으로 하는 원자로용 제어봉.

**청구항 4**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 단부 플러그(52)의 선단(66)이 그 외부 표면에서 선단의 말단 단부(70)으로 부터 단부 플러그의 중앙축(68)의 일측으로 걸쳐 있는 위치로 부터 상기 중앙축과 교차하여 상기 중앙축의 반대측에 위치한 상기 말단 단부(70)으로 신장하는 평면(62)를 구비하는 것을 특징으로 하는 원자로용 제어봉.

**청구항 5**

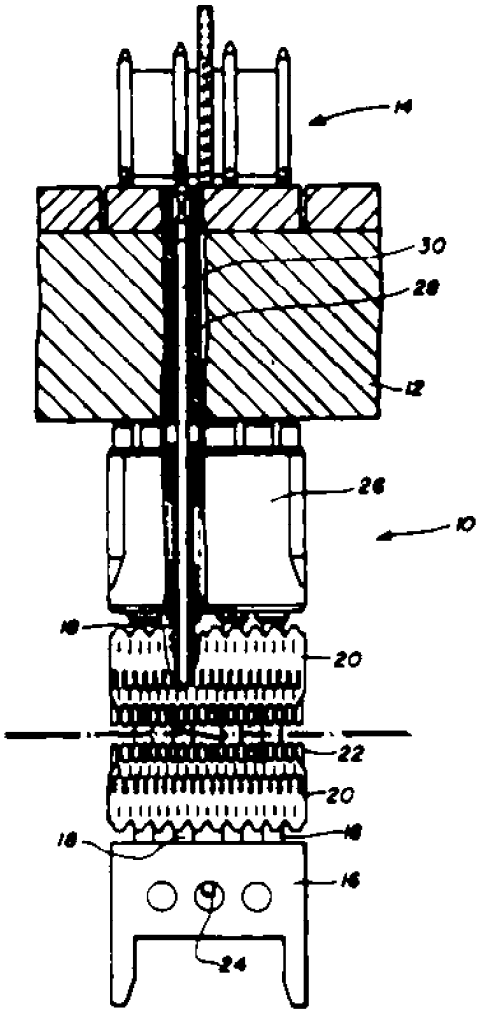
제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 단부 플러그(72)의 선단(80)이 그 양측에 형성된 두개의 평면(74, 76)을 가지며, 상기 일평면(74)는 단부 플러그의 중앙축(82)와 교차하면서 상기 중앙축의 반대측에서 선단의 말단단부(84)에서 다른 일평면(70)과 만나는 것을 특징으로 하는 원자로용 제어봉.

**청구항 6**

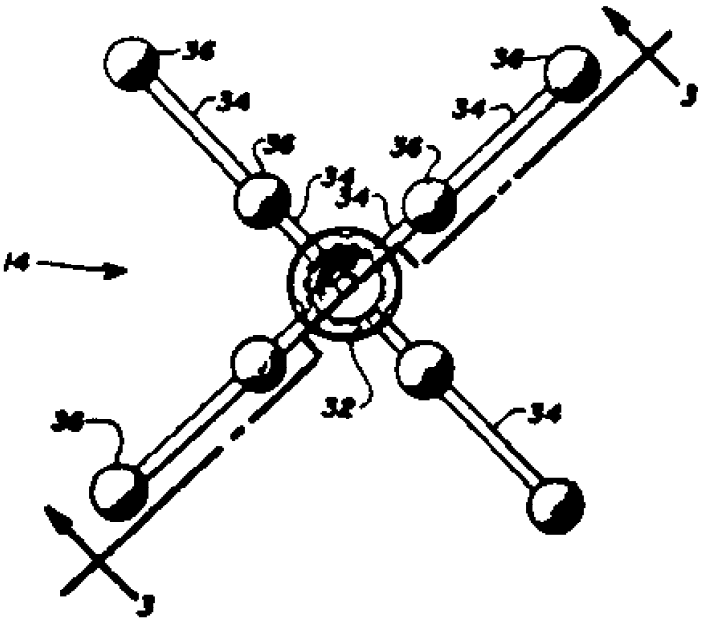
제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 단부 플러그(98)의 선단(110)이 선단의 말단 단부(108)로 부터 단부 플러그의 중앙축(106)의 일측으로 걸쳐 있는 위치로 부터 상기 중앙축과 교차하면서 상기 중앙축의 반대측에 위치한 상기 말단 단부(108)로 신장하는 요면(100)을 갖는 것을 특징으로 하는 원자로용 제어봉.

*도면*

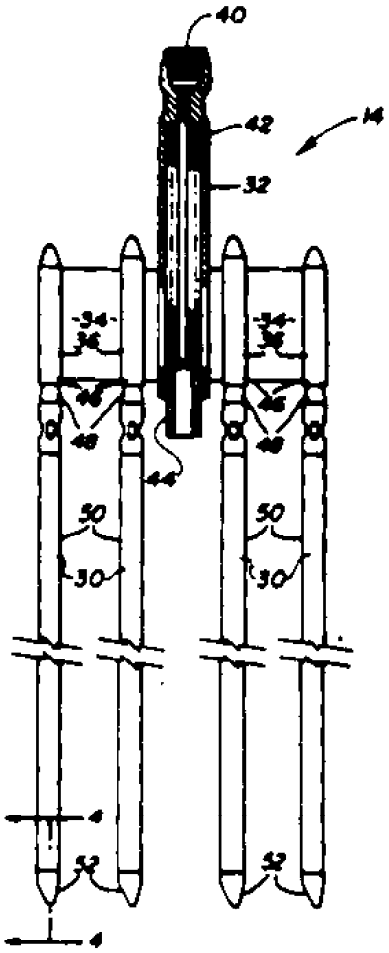
도면1


14
30
28
12
26
10
18
20
22
20
18
18
16
24

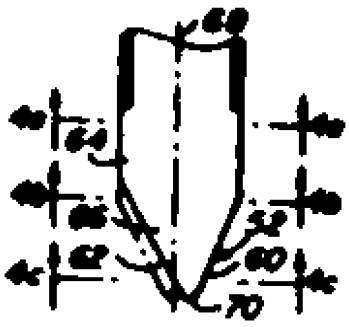
도면2


36
34
36
34
36
34
36
34
3
14
32
36
34
3

도면3




도면4




도면4a



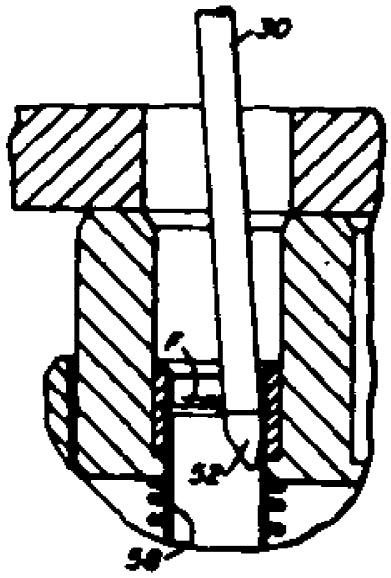
도면4b



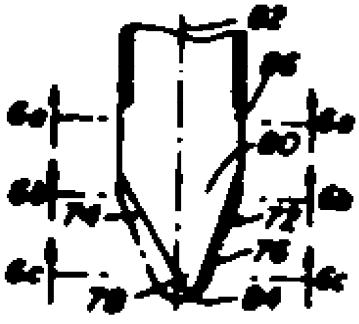
도면4c



도면5



도면6



도면6a



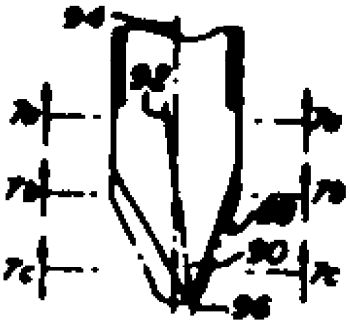
도면6b




도면6c




도면7




도면7a



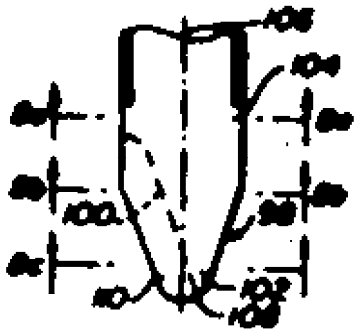

도면7b




도면7c



도면8



도면8a



도면8b



도면8c

