

19



Octrooiraad
Nederland

11 Publikatienummer: **9101379**

12 **A TERINZAGELEGGING**

21 Aanvraagnummer: **9101379**

51 Int.Cl.⁵:
C25F 3/00, B23H 1/00

22 Indieningsdatum: **13.08.91**

43 Ter inzage gelegd:
01.03.93 I.E. 93/05

71 Aanvrager(s):
**SKF Industrial Trading and Development
Company B.V. te Nieuwegein**

72 Uitvinder(s):
**Bo Olov Jacobson te Zeist. Eustathios
Ioannides te Zeist. Frank Peter Wardle te
Bodegraven**

74 Gemachtigde:
**Drs. A. Kupecz c.s.
Octroobureau Los en Stigter B.V.
Postbus 20052
1000 HB Amsterdam**

54 **Werkwijze en inrichting voor het elektro-chemisch bewerken, bijvoorbeeld polijsten, van een oppervlak van een voorwerp**

57 Een werkwijze voor het elektro-chemisch polijsten van de loopvlakken van lagerringen omvat het verschaffen van een elektrode met een aan het loopvlak aangepast tegenoppervlak, het toevoeren van een elektrolyt in een spleet die wordt gevormd tussen het loopvlak en het tegenoppervlak van de elektrode, en het opwekken van een elektrische stroom die loopt van de elektrode via het elektrolyt naar het te polijsten loopvlak van de lagerring, teneinde een elektrolyse teweeg te brengen voor het verwijderen van materiaal van het te polijsten loopvlak van de lagerring. Volgens de uitvinding worden de elektrode en de lagerring ten opzichte van elkaar geroteerd teneinde langs elkaar te worden bewogen in een richting evenwijdig aan het te polijsten oppervlak van de lagerring. De elektrode heeft in het geval van een loopvlak van een kogellager een cirkelvormige doorsnede loodrecht op de bewegingsrichting en dekt slechts een gedeelte van de omtrek van het loopvlak. De uitvinding omvat ook een inrichting voor het uitvoeren van deze werkwijze.

NL A 9101379

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Werkwijze en inrichting voor het elektro-chemisch bewerken, bijvoorbeeld polijsten, van een oppervlak van een voorwerp.

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een werkwijze voor het elektro-chemisch bewerken, bijvoorbeeld polijsten, van een oppervlak van een voorwerp, voorzien van de stappen van:

- 5 - het verschaffen van een elektrode met een aan het oppervlak van het voorwerp aangepast tegenoppervlak;
- het toevoeren van een elektrolyt in een spleet die wordt gevormd tussen het oppervlak van het voorwerp en het tegenoppervlak van de elektrode;
- 10 - het opwekken van een elektrische stroom die loopt van de elektrode via het elektrolyt naar het te bewerken oppervlak van het voorwerp teneinde een elektrolyse teweeg te brengen voor het verwijderen van materiaal van het te bewerken oppervlak van het voorwerp.

15 Bij een uit de praktijk bekende werkwijze is de vorm van het tegenoppervlak van de elektrode even groot als dat van het te bewerken oppervlak van het voorwerp, zodat bij het vlak bij het te bewerken oppervlak brengen van de elektrode het tegenoppervlak van de elektrode als het ware wordt gekopieerd
20 op het te bewerken oppervlak. Omdat bij het elektrolytische proces een sterke gasbelvorming wordt veroorzaakt, wordt telkens slechts een zeer korte stroompuls gegeven, waarna de elektrode van het voorwerp weg wordt bewogen teneinde de gasbellen de gelegenheid te geven om te ontsnappen. Dit proces
25 wordt een aantal malen herhaald.

Deze bekende werkwijze heeft het nadeel, dat de werkingssnelheid niet al te hoog is, omdat telkens slechts een zeer korte stroompuls kan worden gegeven. Voorts is een zeer grote stroombron noodzakelijk, omdat voor het verkrijgen van
30 een nauwkeurige bewerking een grote stroomdichtheid tussen de elektrode en het te bewerken oppervlak van het voorwerp nodig is, die over het gehele te bewerken oppervlak gelijktijdig moet worden bereikt.

9 1 0 1 3 7 9

De onderhavige uitvinding beoogt een werkwijze van de in de aanhef genoemde soort te verschaffen, waarbij de beschreven nadelen op doeltreffende wijze zijn opgeheven.

Hiertoe wordt de werkwijze volgens de uitvinding 5 daardoor gekenmerkt, dat de elektrode en het voorwerp cyclisch langs elkaar worden bewogen in een richting evenwijdig aan het te bewerken oppervlak van het voorwerp en dat het tegenoppervlak van de elektrode in een richting loodrecht op de bewegingsrichting althans ongeveer complementair is met het opper- 10 vlak van het voorwerp, terwijl tegenover elk gedeelte van het oppervlak van het voorwerp slechts gedurende een gedeelte van de cyclustijd enig gedeelte van de elektrode aanwezig is.

Door deze maatregelen wordt bij de cyclische beweging tussen de elektrode en het voorwerp het te bewerken oppervlak 15 telkens automatisch vrij gegeven voor het laten ontsnappen en afvoeren van gasbellen en van het te bewerken oppervlak verwijderd materiaal. Voorts behoeft het tegenoppervlak van de elektrode in de genoemde bewegingsrichting niet zo nauwkeurig te zijn, omdat de beweging van de oppervlakken langs elkaar 20 deze onnauwkeurigheden elimineert. Uiteraard dient de beweging wel zeer nauwkeurig te worden uitgevoerd.

Voorts biedt de onderhavige uitvinding de mogelijkheid om de lengte van het tegenoppervlak van de elektrode in de genoemde bewegingsrichting kleiner te maken dan de lengte van het oppervlak van het voorwerp in dezelfde richting, waardoor telkens slechts over een deel van het te bewerken oppervlak van het voorwerp elektrische stroom wordt doorgegeven en derhalve voor het bereiken van een hoge stroomdichtheid toch geen grote stroombron nodig is. Ook is daarbij een hoge bewerkingssnel- 25 heid te halen omdat de stroom constant kan worden gehouden of in ieder geval langere stroompulsen kunnen worden gegeven dan bij de bekende werkwijze. Uiteraard is de werkwijze volgens de uitvinding niet voor alle te bewerken oppervlakken te gebruiken, doch slechts die waarbij het te bewerken oppervlak en het 35 tegenoppervlak van de elektrode langs elkaar kunnen worden bewogen.

9 1 0 1 3 7 9

Een gunstige toepassing van de werkwijze volgens de uitvinding is het bewerken van cirkelsymmetrische ringvormige oppervlakken, waarbij de elektrode en het voorwerp om een as ten opzichte van elkaar worden gedraaid en een elektrode wordt
 5 gebruikt waarvan het tegenoppervlak zich slechts over een gedeelte van het ringvormige oppervlak van het voorwerp uitstrekt. Een voorbeeld hiervan is het polijsten van het radiale loopvlak van een lagerring van een wentellager, zoals een kogellager. In deze toepassing heeft de werkwijze als voordeel,
 10 dat een zeer kleine oppervlakteruwheid kan worden bereikt, de toppen van de oppervlakteruwheden meer afgerond worden, geen restspanningen ten gevolge van het polijsten in of onder het gepolijste oppervlak worden veroorzaakt en dat geen veranderingen plaats vinden in de microstructuur onder het oppervlak
 15 ten gevolge van het polijsten. Dit resulteert in een nauwkeurig lager met een lange levensduur.

Bij de werkwijze volgens de uitvinding is het gunstig, indien de elektrode en het voorwerp in afhankelijkheid van de afgenomen hoeveelheid materiaal aan het oppervlak van
 20 van het voorwerp naar elkaar toe worden verplaatst.

Door deze maatregel kan tijdens het bewerken van het oppervlak van het voorwerp de afstand tussen het tegenoppervlak van de elektrode en het te bewerken oppervlak van het voorwerp op een zo gunstig mogelijke waarde worden gehouden.

25 De uitvinding omvat voorts een inrichting voor het elektro-chemisch bewerken van een oppervlak van een voorwerp met de in het voorgaande beschreven werkwijze, voorzien van:

- een elektrode met een aan het oppervlak van het voorwerp aangepast tegenoppervlak;
- 30 - middelen voor het toevoeren van een elektrolyt in een spleet die wordt gevormd tussen het oppervlak van het voorwerp en het tegenoppervlak van de elektrode;
- middelen voor het opwekken van een stroom die loopt van de elektrode via het elektrolyt naar het oppervlak van het
 35 voorwerp teneinde een elektrolyse teweeg te brengen ter plaatse van de spleet voor het verwijderen van materiaal van het oppervlak van het voorwerp;

9 1 0 1 3 7 9

die is gekenmerkt door

- middelen voor het cyclisch langs elkaar bewegen van de elektrode en het voorwerp in een richting evenwijdig aan op het te bewerken oppervlak van het voorwerp, terwijl het tegen-
- 5 oppervlak van de elektrode in een doorsnede loodrecht op de bewegingsrichting althans ongeveer complementair is met het oppervlak van het voorwerp.

De uitvinding zal hierna worden toegelicht aan de hand van de tekening, die een uitvoeringsvoorbeeld van de uit-
10 vinding zeer schematisch weergeeft.

Fig. 1 is een zijaanzicht van een inrichting voor het elektro-chemisch polijsten van lagerringen volgens de uitvinding.

Fig. 2 is een op grotere schaal weergegeven verticale
15 doorsnede van een gedeelte van de inrichting volgens fig. 1.

Fig. 1 toont een inrichting die in het bijzonder is bedoeld voor het polijsten van de loopvlakken van lagerringen van kogellagers. Deze inrichting omvat een frame 1 voor het ondersteunen van de verschillende onderdelen van de inrich-
20 ting, die in de fig. 1 en/of 2 zijn weergegeven.

Het hart van de inrichting is gevormd in een vloeistofhouder 2 die is vervaardigd van elektrisch isolerend materiaal zoals glas of plexiglas en die aan de bovenzijde is afgedicht door een deksel 3. Tijdens gebruik is de vloeistofhou-
25 der gevuld met een elektrolyt, zoals een natriumnitratoplossing, dat door een niet-weergegeven toevoer en afvoer van de vloeistofhouder 2 voortdurend wordt toegevoerd en afgevoerd en bij voorkeur wordt gecirculeerd door een circulatiesysteem met reinigings- en filtreermiddelen. Op de bodem van de vloeistof-
30 houder 2 is een kleminrichting 4 gemonteerd voor het nauwkeurig in de vloeistofhouder 2 positioneren van in dit geval een buitenste lagerring 5 van een kogellager. De kleminrichting 4 is bedienbaar met behulp van een bedieningsorgaan 6. De vloeistofhouder 2 met de kleminrichting 4 is aangebracht op een
35 positioneertafel 7 met een op het frame 1 gemonteerde, onderste Y-slede 8 en een daarop geplaatste, bovenste X-slede 9, waarop de vloeistofhouder 2 is vastgezet. Met behulp van deze

9101379

positioneertafel 7 kan de vloeistofhouder 2 met de kleminrichting 4 in een horizontaal vlak worden gepositioneerd, tijdens welke bewegingen het deksel 3 stationair blijft, zodat de vloeistofhouder 2 en het deksel 3 niet vast op elkaar zijn
5 geklemd, doch de vloeistofhouder 2 van onderen af met behulp van een afdichting 10 verplaatsbaar tegen de onderzijde van het deksel 3 is afgedicht. De kleminrichting 4 kan verder in verticale richting verstelbaar zijn.

Het deksel 3 is met behulp van een elektrisch isolerende pakking 11 onder een steun 12 bevestigd, die op zijn
10 beurt aan het frame 1 is opgehangen. In de steun 12 is onder tussenplaatsing van een zeer nauwkeurige lagerinrichting 13 en elektrisch isolerende elementen 14 een gereedschapsspil 15 draaibaar ondersteund. De gereedschapsspil 15 is draaiend aan-
15 drijfbaar met behulp van een aan het frame 1 bevestigde elektromotor 16, die met behulp van een riem- of kettingoverbrenging 17 de draaiing van zijn as overbrengt op de gereedschapsspil 15. Tussen de gereedschapsspil 15 en het deksel 3 van de vloeistofhouder 2 is een vloeistofafdichting 18 aangebracht.

20 Aan het onderste uiteinde van de gereedschapsspil 15 is een gereedschapshouder 19 gemonteerd, die een als metalen kogel of schijf van een kogel uitgevoerde elektrode 20 draagt. De elektrode 20 is bedoeld voor het langs elektro-chemische weg polijsten van het inwendige loopvlak 5' van de lagerring
25 5. Hiertoe bezit de elektrode 20 een als tegenoppervlak dienende verticale doorsnede, die nauwkeurig is aangepast aan het gewenste loopvlak 5' van de lagerring 5. De gereedschapshouder 19 is bij voorkeur in radiale richting ten opzichte van de gereedschapsspil 15 verstelbaar, teneinde de afstand tot de
30 lagerring 5 te verstellen, ook tijdens het draaien van de gereedschapsspil 15.

De elektrode kan onder spanning worden gezet met behulp van op een stroombron aangesloten sleepcontacten 21 voor het doorleiden van een stroom naar de gereedschapsspil 15 en
35 de elektrode 20.

De werking van de in het voorgaande beschreven en in de tekening weergegeven uitvoeringsvoorbeeld van de inrichting

9 1 0 1 3 7 9

voor het elektro-chemisch polijsten is als volgt.

Allereerst wordt een te bewerken lagerring 5 in de kleminrichting 4 ingespannen en wordt de elektrode 20 in de lagerring 5 gebracht. Vervolgens worden de sleden 8 en 9 van 5 de positioneertafel 7 zodanig ingesteld, dat de gereedschapsspil 15 en de lagerring 5 nauwkeurig concentrisch ten opzichte van elkaar zijn opgesteld. Ook de hoogte van de elektrode 20 ten opzichte van de lagerring 5 wordt ingesteld, bijvoorbeeld met behulp van de kleminrichting 4. Vervolgens wordt 10 elektrolyt door de vloeistofhouder 2 gepompt, wordt de gereedschapsspil 15 in draaiing gebracht en wordt met behulp van de sloopcontacten 21 een gelijkspanning op de elektrode 20 gebracht.

Daar de lagerring 5 is geaard, zal een stroom gaan lopen van 15 de elektrode 20 via het elektrolyt naar de lagerring 5. In de spleet tussen het buitenste radiale oppervlak van de elektrode 20 en het tegenover liggende gedeelte van het loopvlak 5' van de lagerring vindt dan een elektrolytische reactie plaats, zodat bij de verplaatsing van de elektrode 20 langs het loop- 20 vlak 5' geringe hoeveelheden materiaal van het gehele loopvlak 5' van de lagerring worden afgenomen. Voor het bereiken van een hoge polijstsnelheid en een hoge polijstkwaliteit is het gunstig dat een grote stroomdichtheid tussen de elektrode 20 en de lagerring 5 aanwezig is. Door het zeer geringe werkzame 25 oppervlak van de elektrode 20 kan dit worden bereikt met een relatief kleine stroom, waardoor slechts een kleine stroombron noodzakelijk is. Doordat de elektrode 20 langs het loopvlak 5' van de lagerring 5 beweegt en slechts een zeer korte spleet hiertussen aanwezig is, kunnen de tijdens de elektrolytische 30 reactie ontstane gasbellen en losse materiaaldeeltjes zeer gemakkelijk ontsnappen en worden afgevoerd, zonder dat de stroom behoeft te worden uitgeschakeld en de elektrode moet worden teruggetrokken. De stroom kan dan ook constant blijven, al kan ook met een pulserende stroom worden gewerkt. Tijdens 35 het elektrolytische proces vindt slechts materiaalafname aan de lagerring 5 en geen materiaalafname aan de elektrode 20 plaats, zodat de elektrode een zeer lange levensduur en een

blijvend nauwkeurig oppervlak heeft. De grootte van de ontsta-
ne gasbellen kan worden gereduceerd door het onder druk zetten
van het elektrolyt in de vloeistofhouder 2.

In het geval dat een binnenring van een kogellager of
5 andersoortig wentellager moet worden gepolijst, wordt bij
voorkeur de elektrode 20 door de kleminrichting 4 stationair
gemonteerd en wordt de binnenring aan de gereedschapsspil 15
bevestigd. Op deze wijze kan dan het radiaal uitwendige loop-
vlak van de binnenring langs de stationaire elektrode worden
10 bewogen. In dat geval dient uiteraard de spanning andersom te
worden gelegd en de stroom van de stationaire elektrode naar
de bewegende binnenring te worden gericht.

De gereedschapsspil 15 kan afhankelijk van de toe-
passing met een paar tot een paar duizend toeren per minuut
15 worden gedraaid. Van het te polijsten oppervlak kan in princi-
pe materiaal met een dikte tot 100 μm worden verwijderd. Het
is gunstig om tussen het loopvlak van de lagering 5 en het
tegenoppervlak van de elektrode een constante spleet van bij-
voorbeeld 0,3 mm te handhaven. Teneinde dit te kunnen berei-
20 ken, kan de elektrode tijdens het polijsten in radiale rich-
ting ten opzichte van de gereedschapsspil met behulp van de
gereedschapshouder 19 en een daarmede in verbinding staande
bedieningsinrichting buitenwaarts naar het loopvlak 5' van de
lagerring 5 worden verplaatst, in afhankelijkheid van de afge-
25 nomen hoeveelheid materiaal van het loopvlak daarvan. Hierdoor
kunnen tijdens de gehele polijstbewerking de meest optimale
omstandigheden worden gehandhaafd.

De uitvinding is niet beperkt tot het in het voor-
gaande beschreven en in de tekening weergegeven uitvoerings-
30 voorbeeld, dat op verschillende manieren binnen het kader van
de uitvinding kan worden gevarieerd. Zo zouden de werkwijze en
inrichting volgens de uitvinding ook kunnen worden gebruikt
voor het bewerken van radiale oppervlakken van andere voorwer-
pen, of bijvoorbeeld axiale oppervlakken daarvan. Verder is
35 het niet noodzakelijk dat de elektrode en het te bewerken
voorwerp een draaibeweging ten opzichte van elkaar uitvoeren;
een oscillerende rechtlijnige of andersoortige beweging is in

principe ook mogelijk. Verder kan in plaats van of in aanvulling op het elektrolytbad in de vloeistofhouder 2 een spuitmondstuk elektrolyt in de spleet tussen het te bewerken oppervlak en het tegenoppervlak van de elektrode worden toegevoerd.

5 Daarbij is het gunstig indien het spuitmondstuk in de elektrode is geïntegreerd, omdat dan de hoogste stroomsnelheden van het elektrolyt bereikbaar zijn.

CONCLUSIES

1. Werkwijze voor het elektro-chemisch bewerken, bijvoorbeeld polijsten, van een oppervlak van een voorwerp, voorzien van de stappen van:

- het verschaffen van een elektrode met een aan het oppervlak van het voorwerp aangepast tegenoppervlak;
- het toevoeren van een elektrolyt in een spleet die wordt gevormd tussen het oppervlak van het voorwerp en het tegenoppervlak van de elektrode;
- het opwekken van een elektrische stroom die loopt van de elektrode via het elektrolyt naar het te bewerken oppervlak van het voorwerp teneinde een elektrolyse teweeg te brengen voor het verwijderen van materiaal van het te bewerken oppervlak van het voorwerp, met het kenmerk, dat de elektrode en het voorwerp cyclisch langs elkaar worden bewogen in een richting evenwijdig aan het te bewerken oppervlak van het voorwerp en dat het tegenoppervlak van de elektrode in een richting loodrecht op de bewegingsrichting althans ongeveer complementair is met het oppervlak van het voorwerp, terwijl tegenover elk gedeelte van het oppervlak van het voorwerp slechts gedurende een gedeelte van de cyclustijd enig gedeelte van de elektrode aanwezig is.

2. Werkwijze volgens conclusie 1 voor het bewerken van cirkelsymmetrische ringvormige oppervlakken, waarbij de elektrode en het voorwerp om een as ten opzichte van elkaar worden gedraaid en een elektrode wordt gebruikt waarvan het tegenoppervlak zich slechts over een gedeelte van het ringvormige oppervlak van het voorwerp uitstrekt.

3. Werkwijze volgens conclusie 1 of 2, waarbij de elektrode en het voorwerp in afhankelijkheid van de afgenomen hoeveelheid materiaal aan het oppervlak van het oppervlak van het voorwerp naar elkaar toe worden verplaatst.

4. Werkwijze volgens een der voorgaande conclusies voor het polijsten van het radiale loopvlak van een lagerring van een wentellager.

5. Inrichting voor het elektro-chemisch bewerken van

9 1 0 1 3 7 9

een oppervlak (5') van een voorwerp (5) met de werkwijze volgens een der voorgaande conclusies, voorzien van:

- een elektrode (20) met een aan het oppervlak (5) van het voorwerp (5) aangepast tegenoppervlak;
 - 5 - middelen (2, 3) voor het toevoeren van een elektrolyt in een spleet die wordt gevormd tussen het oppervlak (5') van het voorwerp (5) en het tegenoppervlak van de elektrode (20);
 - middelen (21) voor het opwekken van een stroom die loopt van de elektrode (20) via het elektrolyt naar het oppervlak (5')
 - 10 van het voorwerp (5) teneinde een elektrolyse teweeg te brengen ter plaatse van de spleet voor het verwijderen van materiaal van het oppervlak (5') van het voorwerp (5);
- gekenmerkt door middelen
- middelen (15, 16, 17) voor het cyclisch langs elkaar bewegen
 - 15 van de elektrode (20) en het voorwerp (5) in een richting evenwijdig aan het te bewerken oppervlak (5) van het voorwerp (5), terwijl het tegenoppervlak van de elektrode in een doorsnede loodrecht op de bewegingsrichting althans ongeveer
 - 20 complementair is met het oppervlak (5') van het voorwerp (5).

6. Inrichting volgens conclusie 5, waarbij de lengte van het tegenoppervlak van de elektrode (20) in de genoemde bewegingsrichting kleiner is dan de lengte van het oppervlak (5') van het voorwerp (5) in dezelfde richting.

- 25 7. Inrichting volgens conclusie 5 of 6, waarbij de elektrode (20) en het voorwerp (5) zodanig zijn bevestigd aan een bijbehorende houder (19, 4) dat zij met behulp van een aandrijving tijdens de cyclische beweging naar elkaar toe beweegbaar zijn.

- 30 8. Inrichting volgens een der conclusies 5-7, voor het bewerken van een ringvormig oppervlak (5') van een voorwerp (5), voorzien van een door een motor (16) draaibare spil (15) voor het vasthouden van de elektrode (20) of het voorwerp (5) en een klemrichting 4 voor het vasthouden van het voor-
- 35 werp (5) of de elektrode (20).

9. Inrichting volgens conclusie 8 voor het polijsten van een radiaal loopvlak (5') van een kogellager (5), waarbij

9 1 0 1 3 7 9

de elektrode (20) uit een metalen kogel is vervaardigd.

1/2

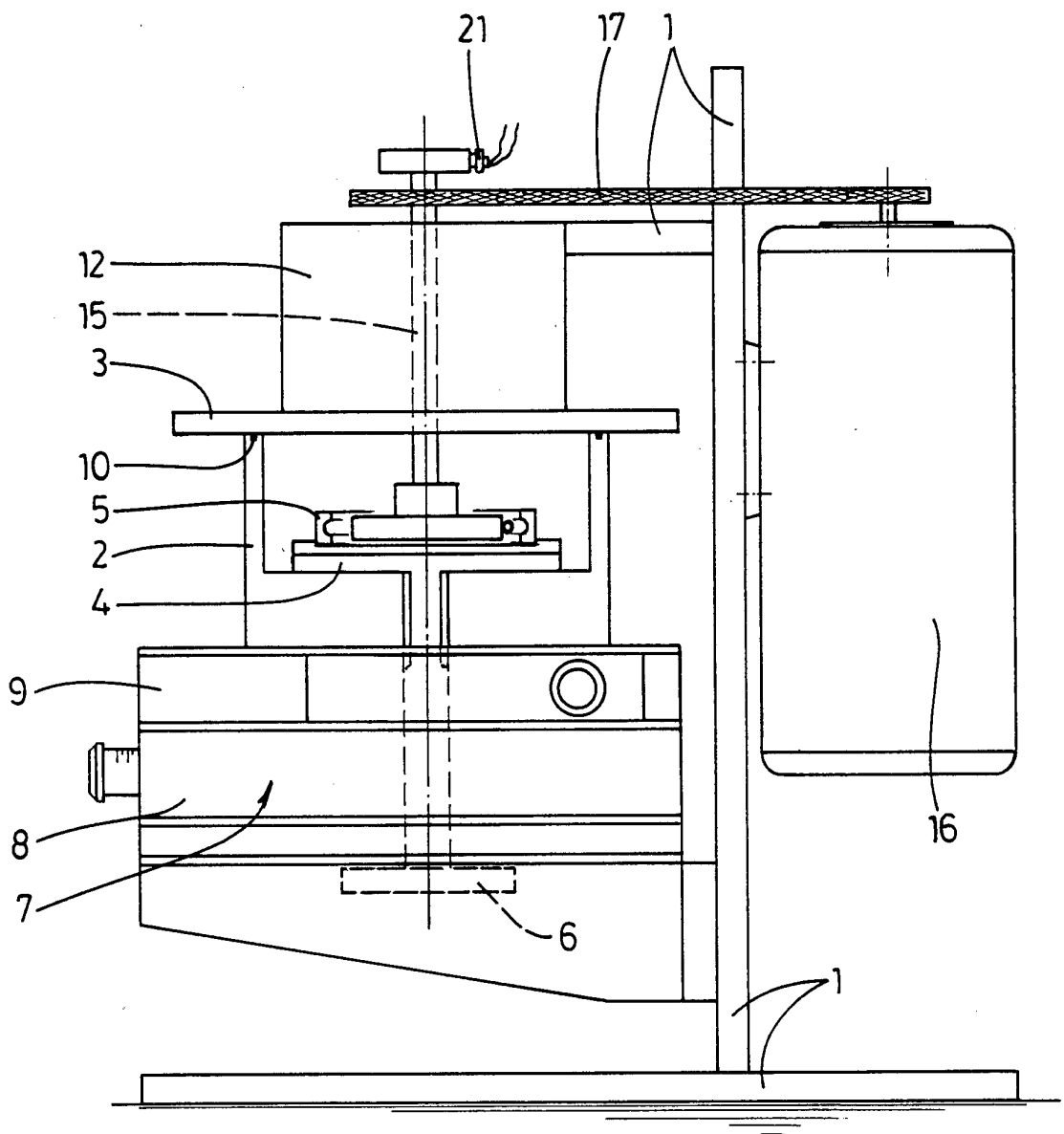


fig.1

9 10 1379

2/2

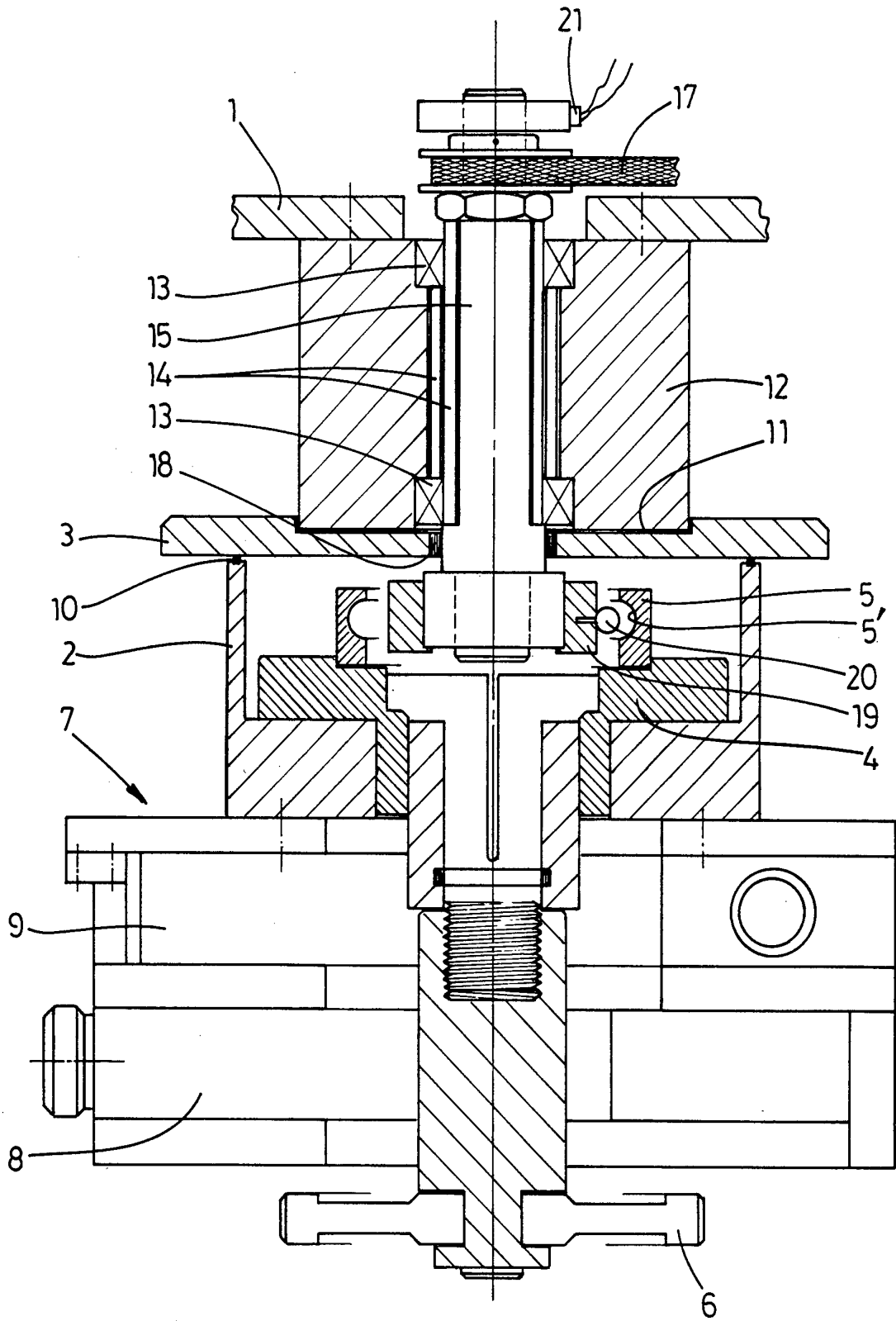


fig.2

9 10 13 7 9