



⑪ Publikationsnummer: **9202128**

⑫ A TERINZAGELEGGING

(51) Int.Cl.⁵:
B23K 9/235

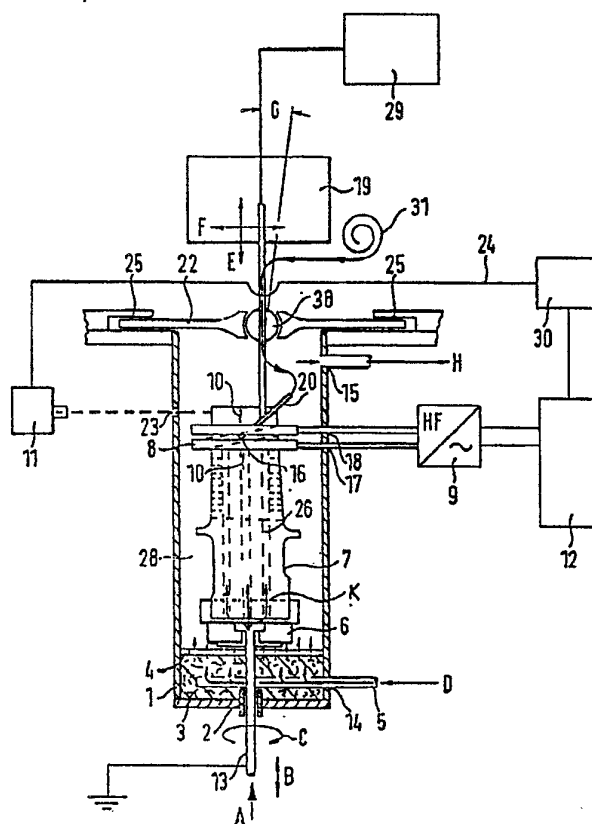
71 Aanvrager(s):
MTU Maintenance GmbH te Langenhagen,
Bondsrepubliek Duitsland

72) Uitvinder(s):
Dr. Konrad Joecks te Lehrte, Bondsrepubliek
Duitsland. Wolf Birner te Winsen,
Bondsrepubliek Duitsland

74 Gemachtigde:
Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 97
2587 BN 's-Gravenhage

54 Werkwijze en inrichting voor het lassen van werkstukken uit superlegeringen

57 Werkwijze en inrichting voor het opbrengen of voor het tot stand brengen van een verbindingslassen van werkstukken uit superlegeringen door middel van vlambooglassen onder beschermgas met een vlamboog tussen een laselektrode en een werkstuk, dat wordt voorverwarmd door een inductiespoel en op welks oppervlak of in een las-stootvoeg door middel van vlambooglassen qua soort gelijk materiaal opgebracht of ingebracht wordt, in het bijzonder geschikt voor reparaties aan uitscheidings-geharde superlegeringen, zoals die worden toegepast bij drijfwerkschoepen.



NL A 9202128

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 lassen van werkstukken uit superlegeringen.

Beschrijving

De uitvinding betreft een werkwijze en inrichting voor het bekledingslassen of oplassen op of verbindingslassen van werkstukken uit superlegeringen door middel van vlambooglassen onder beschermgas met een vlamboog tussen een laselectrode en een werkstuk, dat door
5 een aanvullende energiebron wordt voorverwarmd.

Een dergelijke werkwijze is bekend uit het Duitse octrooischrift 2 831 702. Bij die bekende werkwijze geschiedt de voorverwarming met een aanvullende energiebron, welke wordt gevormd door een plasma-vlamboog van een niet afsmeltende elektrode. De voor de voorverwarming zorgende plasma-vlamboog van de niet afsmeltende elektrode laat
10 men daarbij althans ten dele schuin indringen in een vlamboog van een afsmeltende elektrode.

Die werkwijze heeft het nadeel, niet toegepast te kunnen worden voor uitscheidingsverharde superlegeringen, aangezien het werkzame
15 bereik van de aanvullende energiebron in de vorm van een plasmavlamboog uiterst begrensd en thermisch niet nauwkeurig regelbaar is.

Een werkwijze voor het lassen, smelten of verhitten van een werkstuk door middel van lichtenergie is bekend uit de publicatie DE 2 257 739. In gewijzigde vorm wordt die werkwijze toegepast voor het,
20 onder beschermgas voorverwarmen van superlegeringen. De variant bestaat dan hierin, dat bij de gewijzigde werkwijze de lichtenergie niet, zoals volgens de publicatie DE 2 257 739 op het te verwarmen object wordt gebundeld, doch dat het werkstuk over een groot oppervlak wordt verwarmd door parallel-stralingsinrichtingen. Het lassen geschiedt bij de aldus
25 toegepaste werkwijze niet door middel van lichtenergie doch door vlambooglassen onder beschermgas.

Een nadeel van die aldus toegepaste werkwijze is, dat met de wat betreft de door constructieve overwegingen en de verwarmingscapaciteit beperkte parallelle stralen het gehele werkstuk op de voor-

9202128

verwarmingstemperatuur wordt verwarmd en dit aanzienlijke voorverwarmingstijden van meer dan 5 minuten vergt. Tegelijkertijd wordt, op nadelige wijze, de beschermgashouder gedeeltelijk mede verhit. Tenslotte is de lichtbron op grond van de grote benodigde vermogensdichtheid een

5 hoge kostenfactor, aangezien de levensduur van de lichtstralingsinrichting bij het vereiste, hoge vermogen sterk begrensd is. Voorts wordt bij die werkwijze niet slechts het te lassen werkstuk-bereik, doch tevens het beschermgas convectief door de bestraalde beschermgashouder, welke het werkstuk opneemt, mede verhit, zodat bij toepassing van deze voor-

10 verwarmings- en laswerkwijze de medewerkers blootstaan aan een aanzienlijke warmtebelasting. Tevens gaat die werkwijze gepaard met een hoog energieverbruik. Verder zijn ook koelinrichtingen in bijzonder kritische bereiken van de beschermgashouder noodzakelijk.

Uit het Amerikaanse octrooischrift 4 141 127 is een

15 werkwijze voor het repareren van turbineschoepen door middel van het door oplassen opbrengen van superlegeringen bekend. Bij die werkwijze laat men de lasspanningen achteraf geleidend afnemen door een temperproces bij 1200°C gedurende 1 uur. Een nadeel van die werkwijze is, dat een dergelijke reparatie met daarachter noodzakelijk temperproces niet voor alle

20 uitscheidings-geharde superlegeringen toelaatbaar is, en het risico van scheurvorming bij het passeren door het temperatuurbereik van het zogenaamde ductiliteitgat bij γ' -vormers alsmede het risico van het krom gaan trekken van het werkstuk bij het lassen en bij het temperen niet is uitgesloten.

25 Doel van de uitvinding is nu een werkwijze van de in de aanhef bedoelde soort en een inrichting te verschaffen, waarmee energie wordt bespaard, waarmee de voorverwarmingstijd wordt bekort en waardoor de thermische belasting van de beschermgashouder en de medewerkers wordt gereduceerd alsmede een nauwkeurige besturing en regeling van de voorver-

30 warmingstemperatuur een van scheurvorming en kromtrekkingen vrije opbreng- of verbindingslasbewerking van superlegeringen gewaarborgd is zonder negatieve invloeden op het basismateriaal met name ook niet tijdens de aansluitende warmtebehandelingen.

Dit overeenkomstig de uitvinding aan de orde gestelde

35 probleem wordt volgens de uitvinding opgelost, doordat eerst het werkstuk, d.w.z. het bouwelement op een voorverwarmingstemperatuur in het

thermische invloedsbereik van de lasplaats door middel van een inductieve verwarming als aanvullende energiebron wordt opgewarmd en in aansluiting daarop op het oppervlak van het werkstuk of in de lasvoeg qua soort gelijk materiaal door middel van een vlamboogglasbewerking opgebracht of
5 ingebracht wordt.

Deze werkwijze biedt het voordeel, dat door de inductieve verwarming van het bereik waar gelast moet worden tot op een temperatuur, welke overeenkomt met een voor het betrokken materiaal van het werkstuk bekende spanningsvrije gloeitemperatuur, nauwkeurig wordt voor-
10 verwarmd. Daarmee gaat een continue geleidelijke spanningsvermindering tot op een voor de scheurvorming niet-kritische restwaarde van de zogenaamde residente eigen lasspanningen gepaard.

Inductieve verwarmingsinrichtingen en inductieve verwarmingstechnieken zijn opzich bekend en worden bij de kristalkweek, bij
15 de vervaardiging van smelten van hoge temperatuur of bij het onder vacuüm of onder beschermgas solderen met hoge temperatuur-soldeer toegepast. De voordelen daarvan bij het vlambooglassen onder beschermgas lagen voor een deskundige op het onderhavige lasgebied tot dusverre niet voor de hand, aangezien de smeltzone bij inductieve verwarming steeds begrensd is
20 tot het inwendige van een spoel. Een laszone zou, volgens die gedachtegang voor een effectieve voorverwarming van het werkstuk in het inwendige van een inductor moeten worden aangebracht, hetgeen voor een deskundige op het onderhavige lasgebied een negatieve beïnvloeding van de vlamboog zou betekenen alsmede een onvoldoende werkruimte voor het op de benodig-
25 de wijze manipuleren van en hanteren met de electrode.

Wanneer smeltinductieovens uitsluitend voor het verwarmen van bouwelementen worden toegepast, omgeeft de daarvoor toe te passen, gewoonlijk op een keramische of een kwartsglasbuis gewikkelde inductiespoel het te verwarmen bouwelement volledig, hetgeen onverenigbaar is
30 met gelijkzijdige lasmanipulaties aan dat bouwelement.

Een positief effect van de inductieve voorverwarming voor het lassen van superlegeringen bestaat hierin, dat de voorverwarmingstemperatuur reeds binnen enkele seconden wordt bereikt en daardoor kritische temperatuurbereiken onder de voorverwarmingstemperatuur
35 snel worden gepasseerd. De continue, geleidelijke spanningsvermindering bij het lassen met inductieve voorverwarming verhindert daarenboven kri-

tieke spanningscumulatie- en interferentieverschijnselen als gevolg van structuurveranderingen (fijne c'-uitscheidingen), welke bij uitscheidingshardende superlegeringen bij het passeren van middentemperaturen onder de voorverwarmingstemperatuur volume-krimpspanningen bij een gelijktijdig verbrossen (ductiliteitsgat) en daardoor scheurvorming veroorzaken.

Voor c'-uitscheidende superlegeringen ligt de voorverwarmingstemperatuur bij 900 - 1100°C. De inductiespoelwindingen worden door water gekoeld en zijn, op voordeel biedende wijze, niet onderhevig aan slijtage.

Bij een voorkeursuitvoeringsvorm van de uitgevonden werkwijze wordt de voorverwarmingstemperatuur door middel van een regelaar, welke werkzaam is verbonden met een pyrometer en een hoogfrequentie-generator, constant gehouden. Dit biedt het voordeel, dat allereerst binnen enkele seconden, door middel van inductieve verwarming, de voorverwarmingstemperatuur wordt bereikt en vervolgens bij het langer durende lassen gelijkmatig gehandhaafd blijft. Daartoe wordt de pyrometermeetplek op de, van het lasbereik af gekeerde zijde van het werkstuk gejusteerd en wordt voor de inductieve verwarming gewerkt met een inductiefrequentie, welke ligt tussen 150 kHz en 500 kHz.

Een voorkeursinrichting voor het uitvoeren van de uitgevonden werkwijze bevat een beschermgashouder voor het opnemen van het werkstuk. Die houder is uitgerust met één doorgang voor de toevoerbuis van het beschermgas en met ten minste één, een draaibeweging toelatende doorgang voor het manipuleren van het werkstuk. Dat werkstuk wordt, in het bereik waar de lasbewerking moet plaatsvinden in het inwendige van de beschermgashouder omsloten door een gekoelde inductiespoel, welke werkzaam is verbonden met een hoogfrequentie-generator 12 via daarvoor geschikte doorgangen in de beschermgashouder, waarbij ter controle van de voorverwarmingstemperatuur een pyrometer buiten de beschermgashouder is aangebracht.

Deze inrichting biedt het voordeel, dat het werkstuk in het hoogfrequente veld van één of een aantal inductiespoelwindingen kan worden gedraaid, teneinde de optimale positie van het werkstuk en de plaats waar gelast moet worden ten opzichte van de inductiespoel, van de pyrometer en ten opzichte van de laselectrode met lasbrander en las-

9202128

draad in te stellen. Een verder voordeel bestaat hierin, dat het werk-
stuk onder gelijktijdige inwerking van de inductieve verwarming en de
vlamboog voor het lassen bewerkt kan worden. De inrichting waarborgt bo-
vendien een ten opzichte van een voorverwarming door lampen verminderde
5 verhitte van de beschermgashouder en het beschermgas.

Een voorkeursuitvoeringsvorm volgens de uitvinding be-
staat hierin, dat de pyrometer dóór een optisch venster in de bescherm-
gashouder op een meetplek wordt gericht, welke zich bevindt op een zij-
de van het werkstuk, welke van de plaats waar gelast moet worden af ge-
10 keerd is. Deze opstelling biedt het voordeel, dat de lasttemperatuur en
de voorverwarmingstemperatuur niet via het werkstuk worden gekoppeld en
foutieve metingen van de voorverwarmingstemperatuur tijdens het laspro-
ces worden vermeden.

Overeenkomstig een verdere de voorkeur verdienende
15 nadere uitwerking van de inrichting is de een draaiende beweging toela-
tende doorgang van de beschermgashouder uitgevoerd als een draaiende
hefbeweging toelatende doorgang, zodat op voordeel biedende wijze een
groter manipulatiebereik ontstaat en de inrichting voor de meest uiteen-
lopende werkstukafmetingen kan worden toegepast. Voorts is bij voorkeur
20 ten minste één buiten de beschermgashouder aangebrachte manipulator voor
het op de juiste wijze geleid doen bewegen van de laselectrode bij het
vlambooglassen in het inwendige van de beschermgashouder aanwezig, waar-
door het lassen in een naar alle zijden gesloten beschermgashouder moge-
lijk wordt. Daartoe is die beschermgashouder voorzien van optische ven-
25 sters voor het controleren, het regelen en besturen van het voorverwar-
mings- en lasproces.

Onder verwijzing naar de enkele figuur van de tekening
waarin een uitvoeringsvoorbeeld van de uitgevonden inrichting schematisch
is weergegeven, zal de uitvinding thans nog nader worden toegelicht.

30 Afgebeeld is een voorkeursinrichting voor het uitvoe-
ren van de uitgevonden werkwijze. Die inrichting bevat een beschermgas-
houder 1 voor het opnemen van het werkstuk 7. De houder is van buisdoor-
gangen 14 en 15 voor de toevoer en afvoer van beschermgas in de pijlrich-
tingen D en H en van ten minste één, draaihefbewegingen toelatende door-
gang 2 voor het manipuleren van het werkstuk 7 in de bewegingsrichtingen
35 B en C voorzien, respectievelijk daarmee uitgerust. Het werkstuk 7 wordt

9202128

in het bereik van de plaats 16 waar gelast moet worden in het inwendige van de beschermgashouder 1 omsloten door een gekoelde inductiespoel 8 met bijvoorbeeld een tweetal windingen, welke met een hoogfrequent-generator 12 via hoogfrequent-doorgangen 17 en 18 in de beschermgashouder 1 in werkzame verbinding verkeert. Een micromanipulator 19 voor het manipuleren van de laseselectrode bij het vlambooglassen in het inwendige van de beschermgashouder 1 is buiten de beschermgashouder 1 opgesteld en kan de laseselectrode 20 met de lasbrander en de lasdraad 31 in de pijlrichtingen E en F verplaatsen alsmede om een as in de richting G kantelen. De overbrenging van de beweging geschiedt bijvoorbeeld via een elektrisch geïsoleerd bolscharnier 38, dat in een verplaatsbare glazen plaat uit kwarts als kijk- en bewakingsvenster 22 opgenomen is. Voorts is de beschermgashouder 1 uitgerust met een extra optisch kijkvenster 23 ter bewaking en regeling van het voorverwarmingsproces door middel van een pyrometer 11. Die pyrometer 11 meet de voorverwarmingstemperatuur van het werkstuk 7 aan een van de vlamboog af gekeerde plaats van het werkstuk 7 om foutieve metingen van de voorverwarmingstemperatuur uit te sluiten.

De pyrometer staat via elektrische leidingen 24 in verbinding met een regelaar 30 en met de hoogfrequent-generator 12, welke via het hoogfrequentie-aanpassend orgaan 9 energie toevoert aan de met water gekoelde inductiespoel 8, welke bijvoorbeeld wordt gevormd door een tweetal windingen. De met water gekoelde inductiespoel 8 bestaat bij dit uitvoeringsvoorbeeld uit een, in isolatiemateriaal ingegoten, koperen buis. Dat isolatiemateriaal is temperatuur- en oxydatiebestendig en dient het elektrisch overslaan en kortsluitingen tussen inductiespoel 8 en laseselectrode 20 of een WIG-lasbrander te vermijden. Om de veiligheid te verhogen worden de hoogfrequent-generator 12 en de lasstroombron 29 qua potentiaal gescheiden opgesteld.

Na het inschakelen van het hoogfrequente veld bereikt het werkstuk 7 binnen minder dan 12 seconden in het bereik van de plaats 16 waar gelast moet worden een voorverwarmingstemperatuur tussen 900 en 1100°C. In het bereik van de scheur 10, welke tot een las-stootverbinding werd uitgeslepen, kan nu een lasbewerking met behulp van de, door de manipulator 19 in de gewenste standen te brengen elektrode plaatsvinden waarbij tegelijkertijd de lasdraad 31 in het centrum daarvan wordt

geleid. Om de gehele scheur 10 te lassen kan hetzij het werkstuk 7 via de draai-hefdoorgang 2 of de laselectrode 20 via het bolscharnier 20 met de schuifzitting 25 optimaal gepositioneerd en bijgesteld respectievelijk nageregeld worden.

- 5 Het werkstuk 7 is daartoe bevestigd op een werkstuk-opneeminrichting 6, welke via een buis 13 in pijlrichting B geheven of neergelaten en in de pijlrichting C gedraaid kan worden waaraan beschermgas in pijlrichting A kan worden toegevoerd. Wanneer het werkstuk 7 een hol bouwelement is of, zoals bij dit voorbeeld, een met koelkanalen 26
10 uitgeruste drijfwerkschoep, kunnen de holtes of koelkanalen 26 van de werkstuk-opneeminrichting 6 uit met beschermgas in pijlrichting K worden gevuld.

- Via de gastoevoerleiding 7 wordt, in pijlrichting D, aan een net van buisleidingen aan de bodem van de beschermgashouder 1
15 beschermgas toegevoerd. Dit net van buisleidingen wordt bijvoorbeeld omgeven door staalwol 3, om een gelijkmatige verdeling van het beschermgas aan de bodem van de beschermgashouder 1 te bereiken. Het beschermgas stroomt daarna dóór de geperforeerde bodemplaat 4 tot in de werkruimte 28 van de beschermgashouder 1 en omspoelt tijdens de gehele werkwijze
20 gelijkmatig de buitenoppervlakken van het werkstuk 7.

C O N C L U S I E S

=====

1. Werkwijze voor het opbrengen of voor het tot stand brengen van het verbindingslassen van werkstukken uit superlegeringen door middel van vlambooglassen onder beschermgas met een vlamboog tussen een laselectrode en een werkstuk, dat door een aanvullende energiebron wordt voorverwarmd, met het kenmerk, dat eerst het werkstuk (7) op een voorverwarmingstemperatuur in het thermische invloedbereik van de plaats (16) waar gelast moet worden door middel van een inductieve verwarming als aanvullende energiebron wordt opgewarmd, en in aansluiting daarop op het oppervlak van het werkstuk (7) of in de lasstootverbinding qua soort gelijk materiaal door middel van vlambooglassen opgebracht of ingebracht wordt.

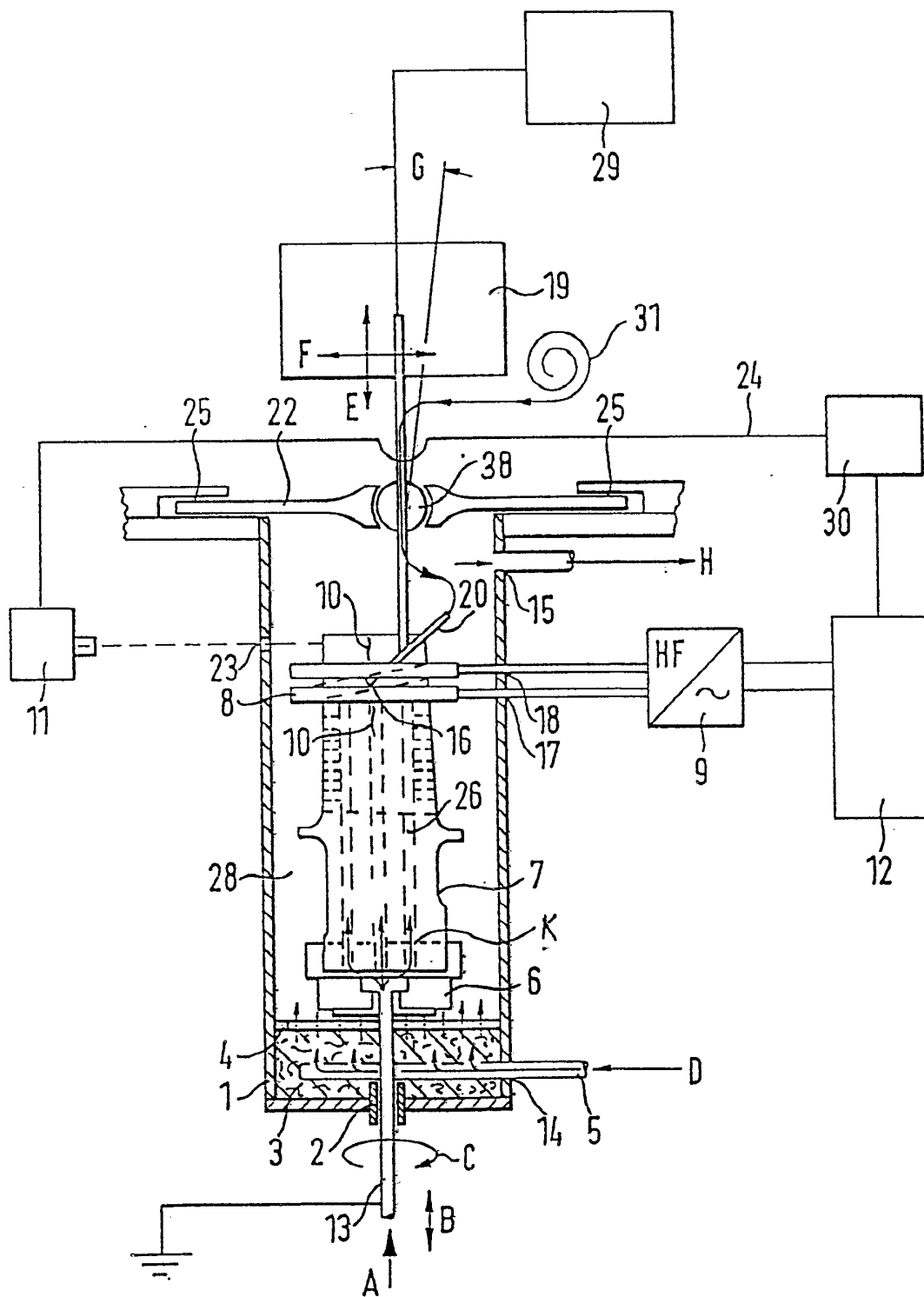
2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de voorverwarmingstemperatuur door middel van een regelaar (30), welke met een pyrometer (11) en een hoogfrequent-generator (12) in werksame verbinding verkeert, constant wordt gehouden.

3. Inrichting voor het uitvoeren van de werkwijze volgens conclusie 1 of 2, met een beschermgashouder (1) voor het opnemen van het werkstuk (7) en met een doorgang (14) voor een buis voor de toevoer van beschermgas, met ten minste één draaibeweging toelatende doorgang voor het manipuleren van het werkstuk (7), met het kenmerk, dat het werkstuk (7) in het bereik van het lassen (16) in het inwendige van de beschermgashouder (7) door een gekoelde inductiespoel (8) in het lasbereik wordt omsloten, welke inductiespoel met een hoogfrequent-generator (12) via hoogfrequent-doorgangen (17 en 18) in de beschermgashouder (1) in werksame verbinding is, waarbij, ter controle en bewaking van de voorverwarmingstemperatuur een pyrometer buiten de beschermgashouder is opgesteld.

4. Inrichting volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat de pyrometer (11) via een optisch venster (23) in de beschermgashouder (1) is gericht op een meetplek, welke zich aan de zijde van het werkstuk (7) bevindt, welke afgekeerd is van de plaats (16), waar het lassen moet plaatsvinden.

5. Inrichting volgens conclusie 3 of 4, met het kenmerk, dat de draai-doorgang als draai-hefdoorgang (2) is gevormd en dat ten minste één, buiten de beschermgashouder (1) opgestelde manipulator (19) is opgesteld voor het bij het vlambooglassen in het inwendige van de
- 5 beschermgashouder (1) op een gewenste wijze bewegen en geleiden van de laselectrode, en de beschermgashouder (1) is voorzien van optische vensters (22 en 23) ter bewaking, regeling en besturing van het voorverwarmings- en lasproces.

9202128



9202128