

NORGE



STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

Utlegningskrift nr. 119929

Int. Cl. B 23 k 15/00 Kl. 49h-15/00

Patentsøknad nr. 155.651 Inngitt 20.XI 1964

Løpedag -

Søknaden alment tilgjengelig fra 1.VII 1968

Søknaden utlagt og utlegningskrift utgitt 27.VII 1970

Prioritet begjært fra: 28.XI-63 Tyskland,
nr. Z 10.502

United Aircraft Corporation, (a Corporation of Delaware),
400 Main Street, East Hartford, Conn., USA.

Oppfinnere: Fritz Schleich, Uhlandstrasse 13,
Unterkochen/Württemberg og Hans Ziegler,
Steigerplatz 3, Aalen/Württemberg, Tyskland.

Fullmektig: Ingeniør Tor Ivarson.

Frengangsmåte ved sveising og lodding ved hjelp av en
stråle av ladete partikler.

Det er tidligere kjent å sveise eller lodde arbeidsstykker av forskjellig materiale ved hjelp av en stråle av ladete partikler. Ved denne frengangsmåte forkusinnstilles partikkelstrålen på arbeidsstykkene, som skal tilsluttes, og arbeidsstykkene bringes til å bevege seg i forhold til strålen i sveiseretningen. -

Hvis det benyttes en elektronstråle hvis styrke bare er tilstrekkelig for direkte smelting av et overflatesjikt, frembringes det en sveisesøm hvis tversnitt ikke skiller seg vesentlig ut fra tversnittet av sveisesømmer som kan oppnås ved hjelp av de mere konvensjonelle metoder, f.eks. gjennom vanlig buesveising. En slik elektronstrålesveising lider altså av alle de ulemper som fins ved kjente sveisemetoder. Den eneste fordel består i at det er mulig å forbinde materialer, som er meget følsomme for forurensninger, ettersom sveisingen eller loddingen utføres i vakuum. -

Kfr. kl. 21h-30/02

119929

En markant fordel er oppnådd ved den sveise-metode som går under benevnelsen "dybdesveising". Ved denne spesielle form for sveising fokusinnstilles en ladet partikkelstråle på de arbeidsstykker, som skal tilsluttes, og strålens styrke eller effektthet innstilles slik at strålen trenger meget dypt inn i arbeidsstykkene og smelter materialet over hele sin inntrengningsdybde, praktisk talt samtidig. Ved denne fremgangsmåte kan det oppnås meget store inntrengningsdybder, og det er f.eks. uten vanskelighet mulig å butt-sveise stålplater med en tykkelse av 40 mm. De sveisesømmer som frembringes på denne måte utmerker seg ved at deres forhold mellom dybde og bredde er meget stort. Det kan oppnås sveiser, hvis forhold mellom dybde og bredde er 20:1 og t.o.m. enda større. Den dannede sveisesøm er derfor meget smal. Den har normalt et tversnitt som er omtrent V-formet. -

Man tror at strålen av ladete partikler ved dybdesveising trenger inn i arbeidsstykket under dannelsen av en uvanlig smal kanal fylt med damp av materialet og derved opphetes og smelter arbeidsstykket inntil veggene i denne kanal. Når strålen av ladete partikler beveger seg videre, flyter det flytende materiale sammen og danner en perfekt sveis. Det væskeformete materiale kjøles meget raskt og går tilbake til sin faste tilstand. -

På grunn av den meget hurtige kjøling av materialet foreligger det fare for dannelsen av hulheter. Tross den lille materialmengde som smeltes, forefinnes det alltid en virkning at de to arbeidsstykker, som skal sammenføyas med hverandre, under materialets avkjøling trekker seg noe sammen i sveisesømmens retning, slik at en del av den flytende masse strømmer ut ved over- og undersiden av arbeidsstykket. Dette danner den ønskete øvre og undre vulst i sveisesømmen. Den sammentrekking av arbeidsstykkene, som står i forbindelse med dannelsen av denne vulst, er imidlertid høyst uønsket. Det kan innses at det ved denne metode p.g.a. den raske avkjøling av det smeltete materiale til-dannes en ikke ønskelig kornstruktur. -

Forsøk har vist at det kan oppnås enda smalere sveisesøm når strålen av ladete partikler påføres intermitterent. Under pulssvarigheten når strålen i dette tilfelle den nødvendige effektthet for dyp inntrengning. Når materialet ved denne metode er smeltet bare i en ganske kort tid, bevirker dette at man får en meget smal sveisesøm. Denne sveisesøm har imidlertid den ulempe at den ikke har noen øvre og undre vulst, men i stedet frembringes det et spor på begge sider av materialet. Sporet på den øvre side av materialet dannes p.g.a. fordampning av materiale, og sporet på undersiden forårsakes prinsipielt gjennom overflatespenningseffekten. I dette tilfelle smeltes bare en sådan liten materialmengde at en sammentrekking av arbeidsstykkene i sveisesømmens retning praktisk talt ikke finner sted. Porositeten og hulhets-

-dannelsen innen sveisesømmen liksom stundom en ufordelaktig innflytelse av kornstrukturen inntreffer imidlertid også i dette tilfelle. -

Nårværende oppfinnelse angår en fremgangsmåte for forbindelse av i det minste et første par arbeidsstykker gjennom sveising eller lodding ved hjelp av en intens stråle av ladete partikler, hvor arbeidsstykkene er anbragt i anlegg mot hverandre i flukt med strålen. Denne nye fremgangsmåte eliminerer alle ulemper ved de kjente elektronstrålesveisemetoder og gir dessuten et antall ytterligere, vesentlige fordeler. -

I henhold til oppfinnelsen øker man først strålens effekttetthet over en første tidsperiode til et terskelnivå som er tilstrekkelig til å fremme fordampning av materialet og således tillate nedtrengning av strålen i dette, hvorefter man opprettholder stråleeffekttettheten over terskelnivået i en andre tidsperiode som varer mindre enn den første, hvilket resulterer i smeltning av materialet i hele strålens nedtrengningsdybde under denne andre tidsperiode, hvorefter man minsker effekttettheten, idet den nødvendige tid for minskning av effekttettheten fra terskelnivået til dens sluttnivå i det minste er like lang som den første tidsperiode, hvorved smeltesonen avkjøles og resulterer i en størknet sone fri for hulrom. Følgelig oppnås det for hver puls i en meget kort tid en effekttetthet, som er tilstrekkelig for å fordampe materialet. Under denne tid trenger strålen av ladete partikler, d.v.s. det oppnås en dybde-sveis. Ettersom den her tilgjengelige tid er meget kort, smeltes bare en meget liten materialmengde langs inntrengningssonen for partikkelstrålen, og det frembringes en meget smal sveisesone. Under falltiden av hver puls synker den tilførte effekt langsomt, og materialet avkjøles langsomt. P.g.a. denne regulerte, langsomme avkjøling av materialet, frembringes sveisesømmer som er praktisk talt frie for hulheter. -

Ved sveising av tynnere arbeidsstykker og i alle tilfelle der det er av betydning å unngå spor langs sveisesømmen, kan pulsene fortrinnsvis ha en sådan form at hver puls også har en stigetid, som er lang i sammenlikning med pulsvarigheten. I denne stigetid inntreffer det en gradvis opphetning av materialet, spesielt i overflaten. Dybdesveisingen skjer først når pulsen når sin maksimale amplitude. Forsøk har vist at den ødeleggende fordampning av materialet på overflaten av de arbeidsstykker som skal forbindes, kan unngås i stor utstrekning gjennom nevnte lange stigetid for pulsene. Dette forhindrer også dannelse av et spor, d.v.s. det fås en sveisesøm som normalt er lukket på arbeidsstykkets overflate. -

Anvendelsen av pulser med lang stigetid og lang falltid anbefales spesielt til punktsveising. Ved bruk av pulser

119929

med sådan form oppnås det punktsveiser, som praktisk talt ikke oppviser noen inntrykninger ved sveisepunktene over- og undersider. -

Pulsene av strålen av ladete partikler har hensiktsmessig en slik form at den effekttetthet, som er tilstrekkelig for fordampning av materialet, i alle tilfelle bare oppnås i et tidsintervall, som er fra 0,01 til 0,1 av pulsvarigheten, idet falltiden i alle fall er minst like lang eller lengre enn stigetiden. Herved er den totale varighet av hver puls under 10^{-2} sek. -

Ved sveising av stålplater med en tykkelse på 3 mm, anvendes det f.eks. pulser, der stigetiden er 100 μ sek., falltiden 200 μ sek. og den tid, under hvilken den fulle effekt oppnås, ca. 10 μ sek. Pulsarbeidsfaktoren, d.v.s. forholdet mellom pulsvarighet og pulsmellomrom, kan være 1:100. Med en akselerasjonsspenning på 100 kV når strømmen under disse betingelser under de nevnte 10 μ sek. en toppstrøm på ca. 7 mA. Herved ble det oppnådd en sveisesøm med parallelle vegger, praktisk talt uten hulheter, og med en bredde på ca. 0,3 mm. -

Ved den nye fremgangsmåte tilføres partikkelstrålen som en pulsrekkefølge. Pulsarbeidsfaktoren, d.v.s. forholdet mellom pulsvarighet og pulsmellomrom, er i dette tilfelle avhengig av tykkelsen på materialet samt av selve materialet. Generelt vil dette verdiforhold ligge omtrent mellom 1:10 og 1:100. Det er i denne sammenheng fordelaktig at man under sveising av tykkere materiale utnytter en mindre pulsfaktor enn ved sveising av tynnere materiale, ettersom det under sveising av tykkere materiale fordres en høyere gjennomsnittlig sveiseeffekt enn under sveising av tynnere materiale. -

P.g.a. den lange falltid av pulsene, reguleres kjølingen av det smeltete materiale som ovenfor angitt. For i en sveisesøm å oppnå en kornstørrelse, som er best skikket for det særskilte materiale, er det fordelaktig at falltiden av pulsene er slik at fallkanten først går flatt og senere bratt. På denne måte oppnås at kjølingen innen det kritiske område skjer langsomt, d.v.s. at det kan dannes en struktur med ønsket kornstørrelse. Det er imidlertid mulig å gi fallkanten enhver annen ønsket form. -

Den nye sveisemetode har i forhold til den dybdesveisemetode som arbeider med en kontinuerlig stråle, den ytterligere fordel at det med samme gjennomsnittlige strålestrøm kan oppnås en inntrengningsdybde som er ca. to til tre ganger så stor. Dette beror på det faktum at det under gjennomsnittspulsområdet kan velges en høy pulsamplitude, og ikke desto mindre blir gjennomsnittsverdien av pulsstrømmen ikke høy p.g.a. den for øvrig flate form på pulsene og de store pulsmellomrom. -

Det er også mulig og i mange tilfelle for-

-delaktig å kombinere den nye sveisemetode med allerede kjente stråle-styreorganer, f.eks. for å føre strålen av ladete partikler langs eller tvers over sveisesømmen, eller å utføre en sirkulær bevegelse av partikkelstrålen. -

Oppfinnelsen vil i det følgende bli nærmere forklart i tilslutning til tegningene. -

Fig. 1 viser et kjent apparat, ved hjelp av hvilket den nye fremgangsmåte kan utføres;

Fig. 2 - 7 viser ulike former av pulsene av strålen av ladete partikler;

Fig. 8 er et snitt gjennom et arbeidsstykke, bestående av tre deler, som sammenføyas gjennom sveising, der den ene sveis er utført i henhold til den kjente dybdesveisemetode og den andre i overensstemmelse med foreliggende oppfinnelse. -

Den i fig. 1 viste apparatur innbefatter en katode 1, en styresylinder 2 og en jordnet anode 3 innen stråleproduseringssystemet. Under anoden 3 fins et avbøyningssystem 4, som tjener til innstilling av elektronstrålen 6. Anordningen 5 frembringer avbøyningsstrømmer for systemet 4. -

Under avbøyningssystemet 4 er anordnet en membran 7, som kan beveges ved hjelp av knotter 8 og 9 i tegningsplanet og vertikalt på tegningsplanet. En elektromagnetisk linse 10, hvis strømmatningsanordning er betegnet med 11, tjener til fokusinnstilling av elektronstrålen 6. I strålens retning er det under denne linse 10 anordnet et ytterligere avbøyningssystem 12, som tjener til å avbøye elektronstrålen 6 i forhold til arbeidsstykket, som skal bearbeides. Tallet 13 betegner generatoren for strømmatning av avbøyningssystemet 12. -

Et system for optisk betraktning av arbeidsstykkene, som skal bearbeides, er anordnet mellom membranen 7 og den elektromagnetiske fokusinnstillingslinse 10. Dette system innbefatter et stereomikroskop 14, hvis objektivlinse er skilt fra mikroskop-bæreorganet og anordnet ved 15. Ved hjelp av knotten 16 kan linsen 15 føres i vertikallretningen, slik at observasjonsanordningen kan innstilles eksakt på det bearbeidete arbeidsstykke. For å muliggjøre en observasjon av arbeidsstykket også for den aktuelle elektronstrålefunksjonen, er det anbragt en anordning 17 for belysning av arbeidsstykket. Anordningen 17 avgir et parallelt lys, som avbøyes over to prismer og fokusinnstilles ved hjelp av objektivlinsen 15 mot overflaten av det arbeidsstykke som skal bearbeides. -

I arbeidskammeret 18 er arbeidsstykket, som består av delene 19 og 20, plassert på et tverrbord 21, som kan settes

119929

i bevegelse ved hjelp av ratt 22 og 23 i tegningsplanet og vinkelrett på dette. I stedet for rattene er det mulig å bruke elektromotorer, som tildeler tverrbordet 21 bevegelse. -

Henvisningstallet 24 betegner en anordning for produsering av en variabel høyspenning av størrelsesorden 150 kV. Denne anordning er over en kabel forbundet med en annen anordning 25, som innbefatter en enhet 26 for produsering av den variable opphetningsstrøm for katoden, en enhet 27 for produsering av den variable forspenning til styresylindren samt en enhet 28 for produsering av styrepulser..

Enheten 28 for produsering av styrepulser innbefatter en pulsgenerator likesom ulike tidsregulerings-elementer, f. eks. induktanser og kapasitanser. Ved hjelp av disse tidsregulerings-elementer formes den puls som produseres av pulsgeneratoren, på en ønsket kjent måte. -

Ved hjelp av avbøyningssystemet 12 i fig.1 kan elektronstrålen 6 bibringes bevegelse, avhengig av de foreliggende sveiseproblemer, i forhold til arbeidsstykket som føres i sveiseretningen ved en bevegelse av tverrbordet 21. Det er således f.eks. mulig å føre elektronstrålen 6 periodisk i retningen for sveisesømmen eller på tvers av denne. Under visse omstendigheter er det fordelaktig å føre elektronstrålen på sirkulær måte på arbeidsstykket. -

I fig. 2-7 er vist ulike former av elektronstrålepulser som eksempler. -

Fig. 2 viser formen på en elektronstrålepuls som funksjon av tiden. Denne puls har en lineær, relativt bratt stige-kant 30 og en lineær og flat fallkant 32. Mellom kantene 30 og 32 ligger det område 31 der elektronstrålen har tilstrekkelig effekttetthet for for-dampning av materialet. Området 31 har i det viste eksempel bare en lengde som omtrentlig svarer til 0,09 av pulsvarigheten. Fallkanten 32 er omtrent fire ganger så lang som stige-kanten 30. -

Fig. 3 viser formen på en annen elektronstrålepuls, der stige-kanten 33 og fallkanten 34 også forløper lineært. Fallkanten 34 er her to ganger så lang som stige-kanten 33. Området 35, innen hvilket pulsen når sin fullstendige amplitude, har en tidslengde, som er ca. 0,03 av pulsvarigheten. Stige-kanten 33 kan eksempelvis strekke seg over en tid av 100 μ sek., området 35 over en tid av 10 μ sek. og fall-tiden 34 er omtrent 200 μ sek. Hvis man ved pulser av denne form f.eks. skal sveise en stålplate med 3 mm tykkelse til en annen lik plate, velger man en pulsarbeidsfaktor på ca. 1:10, d.v.s. den særskilte varighet av en puls-pause blir ca. 3 m sek. ved det angitte eksempel. -

Ved pulsformen ifølge fig. 4 går stige-kanten 36 direkte over i det område der pulsen når sin fulle amplitude. Stige-

-kanten 36 har konveks form, mens fallkanten 37 er flat og lineær. -

Ved den elektronstrålepuls som vises i fig. 5 går stigekanten lineært, mens fallkanten 39 har konveks form. Stigekanten er betegnet med 38, mens T angir kantlinjen, ovenfor hvilken effekttettheten i strålen er tilstrekkelig for fordampning av materialet. Som det tydelig fremgår oppnås denne verdi i det viste eksempel bare i en tid som er meget kort i sammenlikning med pulsvarigheten. -

Forholdet ved de pulsformer som er vist i fig. 6 og 7, er nokså like de foregående. Elektronstrålepulsen i fig. 6 har en stigekant 40 som går konkavt, mens fallkanten 41 forløper konvekst. Den i fig. 7 viste pulsform har en konkavt og nesten eksponensielt forløpende stigekant 42, en langsomt fallende del 51, over hvilken det oppnås den effekttetthet i strålen som behöves for frembringelse av en dybdesveis; likesom en konkav og nesten eksponensielt gående fallkant 43.

De eksempler på elektronstrålepulser som er vist i fig. 2-7, er ikke uttømmende. Det kan således i stedet anvendes andre former, som kan nå en effekttetthet tilstrekkelig for fordampningen av materialet bare i en tid som er kort i relasjon til pulsvarigheten, og som likeledes i relasjon til pulsvarigheten har lange stige- og falltider.

I mange tilfelle er det ikke nødvendig å vie stigekanten særskilt oppmerksomhet. I disse tilfelle er det mulig å anvende pulser, hvis stigekant f.eks. er meget bratt, så som tilfellet er ved firkantpulser. Det er imidlertid i alle fall viktig at pulsene har en lang falltid.-

Fig. 8 viser et arbeidsstykke bestående av tre deler 44,45,46. Delene 44 og 45 er sammensveiset ved hjelp av en elektronstråle av den kontinuerlig virkende type. Elektronstrålen er styrt på en slik måte at det er dannet en karakteristisk dybdesveis 47. Tversnittet av sveisesømmen er omtrent V-formet, og sveisesømmen har en øvre vulst 48 og en undre vulst 49. Disse to vulster 48,49 er dannet ved at arbeidsstykkene 44,45 har trukket seg litt sammen under kjølingen av det væskeformige materiale i sveisesømmen. -

Delene 45 og 46 er sammensveiset ved hjelp av fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen. Som vist er det dannet en sveisesøm som også i forhold til sveisesømmen 47 er meget liten og videre strekker sveisesømmen 50 seg mellom nesten parallelle vegger. Den har videre ingen øvre eller undre vulster. Dessuten fins det ingen inntrykninger på arbeidsstykkenes over- og undersider. Sveisesømmen er avsluttet nesten i flukt med de øvre og nedre flater av arbeidsstykkene. Da sveisesømmen 50 er ytterst smal og dessuten strekker seg mellom parallelle vegger, utöves det praktisk talt ikke lenger noen spennings- eller trekk-virkning under

119929

sveisingen. P.g.a. den regulerte kjøling av materialet som er væskeformig i sveisesonen under den lange falltid for pulsene, er sveisesømmen praktisk talt fri for hulheter. Videre kan kornstrukturen i sveisesømmen 50 påvirkes på ønsket måte gjennom et motsvarende valg av formen for pulsens fallkant. -

P a t e n t k r a v

1. Fremgangsmåte for forbindelse av i det minste et første par arbeidsstykker gjennom sveising eller lodding ved hjelp av en intens stråle av ladete partikler, hvor arbeidsstykkene er anbragt i anlegg mot hverandre i flukt med strålen, k a r a k t e r i s e r t v e d at man først øker strålens effekttetthet over en første tidsperiode til et terskelnivå som er tilstrekkelig til å fremme fordampning av materialet og således tillate nedtrengning av strålen i dette, hvoretter man opprettholder stråleeffekttettheten over terskelnivået i en andre tidsperiode som varer mindre enn den første, hvilket resulterer i smelting av materialet i hele strålens nedtrengningsdybde under denne andre tidsperiode, og at man deretter minsker effekttettheten, idet den nødvendige tid for minskning av effekttettheten fra terskelnivået til dens sluttnivå i det minste er like lang som den første tidsperiode, hvorved smeltesonen avkjøles og resulterer i en storknet sone fri for hulrom. -

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at strålen frembringes intermittent, slik at begynnelses- og slutt-effekttetthetsnivåene følgelig er lik null. -

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at forholdet mellom pulsvarighet og pulsmellomrom ligger mellom 1:10 og 1:100. -

4. Fremgangsmåte ifølge krav 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at den totale varighet av hver puls ikke overstiger 10^{-2} sek. -

Anførte publikasjoner:

Tysk utl. skrift nr. 1.084.398
U.S. patent nr. 3.033.974

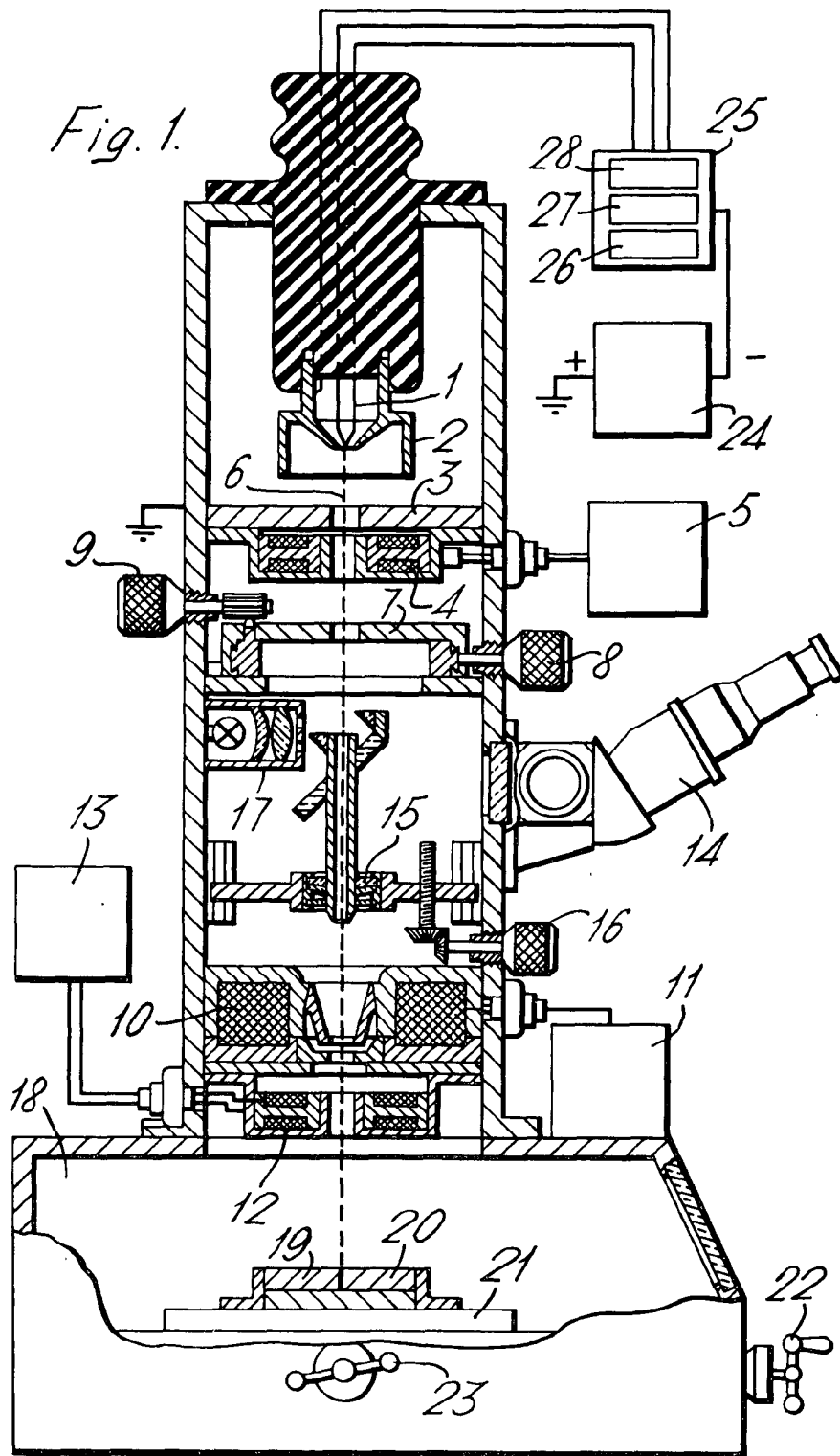


Fig. 2.

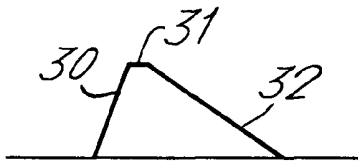


Fig. 3.

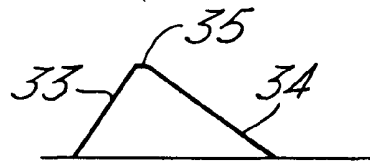


Fig. 4.



Fig. 5.

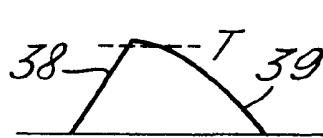


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.

