



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 3973/85

(51) Int.Cl.⁵ B 23 K 10/00

(22) Indleveringsdag: 30 aug 1985

B 23 K 9/06

(41) Alm. tilgængelig: 01 mar 1986

(44) Fremlagt: 15 apr 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 31 aug 1984 SE 8404352

(71) Ansøger: *Esab AB; Box 8004; S-402 77 Goeteborg, SE

(72) Opfinder: Mats *Marklinder; SE

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Lehmann & Ree

(54) Fremgangsmåde til at lette tænding af pilotlysbue og hovedlysbue i en plasmaskærebrænder.

(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

med $0,3\phi_{\max}$, hvor $\phi_{\max}$ er den maksimale plasmagasstrøm, hvorved pilotlysbuen tændes af tændimpulsen til tidspunktet $0,3T$ og ved gasstrømmen $0,3\phi_{\max}$. Jævnspændingskildens strøm-spændingskarakteristik og seriemodstanden (R) i forhold til den maksimale gasstrøm $\phi_{\max}$ vælges således, at pilotlysbuen slukker til tidspunktet T , og at pilotlysbuen under dennes brændetid $T-0,3T$ smelter overfladelaget på arbejdsstykket, så at en hovedlysbue etableres.

3973-85

3973-85

Ved en fremgangsmåde til at lette start af pilotlysbue og hovedlysbue i plasmaskærebrændere i vanskeligt ioniserede plasmagasser ved skæring af arbejdsstykker belagt med elektrisk isolerende overfladelag, uden at elektrisk kontakt mellem dyse og arbejdsstykke etableres, er en jævnspændingskilde sluttet dels til plasmaskærebrænderens elektrode (E), dels i serie med en modstand (R) til brænderens dyse (D), og et tændorgan, som via en transformator (T) frembringer en tændimpuls mellem elektrode og dyse. Plasmagas tilføres gaskanalen mellem elektrode og dyse. Den for ionisering af plasmagassen nødvendige impulsenergi af tændimpulsen, dvs. produktet af tilstrækkeligt høj impulsiveffekt og tilstrækkeligt lang impulsvarighed, holdes konstant. Tændimpulsen gives en varighed og en sådan polaritet i forhold til jævnspændingskildens, at pilotlysbuen etableres uden medvirken af starthjælpkreds. En tændimpuls frembringes til en tidspunkt i hovedsagen lig med $0,3T$, hvor T er gassystemets tidskonstant. Tidskonstanten T vælges under hensyn til areal i tilledning og dysekanal samt gasstrømningsvolumen mellem ventilanordning og dyse, så at gasstrømmen til tidspunktet $0,3T$ er i hovedsagen lig

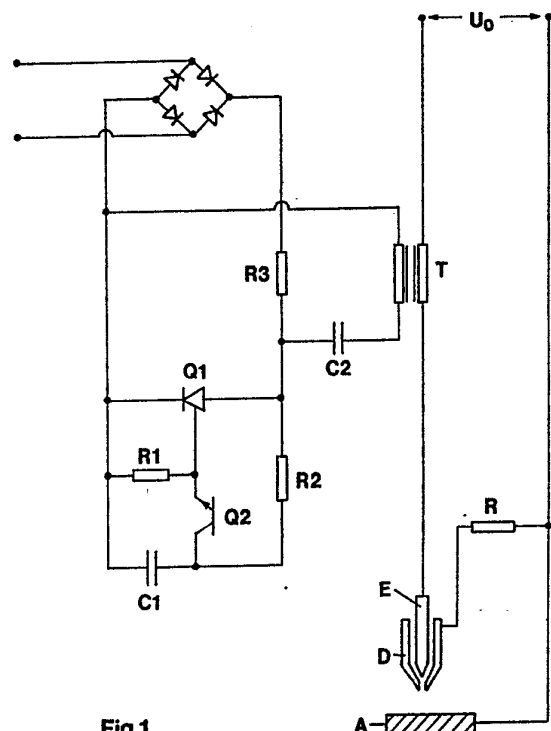


Fig.1

Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til at lette start af pilotlysbue og hovedlysbue i en plasmaskærebrænder i vanskeligt ioniserede plasmagasser ved skæring af arbejdsstykker belagt med elektrisk isolerende overfladelag, uden at elektrisk kontakt mellem dyse og arbejdsstykke etableres, hvor der anvendes en jævnspændingskilde sluttet dels til plasmaskærebrænderens elektrode, dels i serie med en modstand til brænderens dyse, og et tændorgan, som via en transformator frembringer en tændimpuls mellem elektrode og dyse, og hvor plasmagas tilføres gaskanalen mellem elektrode og dyse.

Ved skæring i metaller, som er overtrukket med et elektrisk isolerende overfladelag, som f.eks. lak, plast, rust, er det meget vanskeligere at etablere en lysbue. Et startsystem, som indebærer en elektrisk kontakt mellem dyse og arbejdsstykke, er da nødvendigt for at muliggøre, at hovedlysbuen dannes. Det er oftest desuden nødvendigt, at en plet af metalfladen først slibes ren, inden en tilfredsstillende elektrisk kontakt mellem dyse og arbejdsstykke kan opnås. Tænelige gasser for plasmabuer i denne forbindelse kan være gasser, som består af molekyler med mere end et atom. Et sådant eksempel er nitrogen som plasmagas. Når en sådan gas dissocieres, forøges energiindholdet i gassen, hvilket igen giver en forøget varmeledningsevne af gassen og et højere varmeindhold i plasmabuen. Dette medfører en større varmeoverføring til arbejdsstykket. En ulempe ved sådanne gasser er dog, at de er vanskelige at ionisere. For at kunne ionisere gassen, dvs. fjerne en elektron fra et molekyle af gassen, kræves der en højere tilført energi end for gasser med etatomige molekyler, hvilket medfører, at tændspændingen for pilotlysbuen bliver omtrent to gange større.

For at kunne anvende en gas, som består af fleratomige molekyler, som f.eks. nitrogen, har man forsøgt at anvende argon som plasmagas for at danne pilotlysbuen. Efter at pilotbuen er etableret, skifter man over til nitrogengas som plasmagas for at danne hovedlysbuen. Der opstår derved en ventetid, inden nitrogengassen når plasmagaskanalen i brænderen. Hvis den dannede hovedlysbue derefter af en eller anden grund forsvinder, skal man altså først afvente, at argongassen tilføres dysekanalen, så at en pilotbue kan etableres, hvorefter ny nitrogengas skal tilføres for at danne hovedbuen. Dette er en omstændelig og tidsrøvende fremgangsmåde for operatøren.

Formålet med den foreliggende opfindelse er i en plasmaskærebrænder at muliggøre anvendelse af en plasmagas, som består af fleratomige molekyler, og som kan anvendes til dannelse af såvel pilot-som hovedlysbuen. Plasmabuens tænding er som bekendt afhængig af tændimpulsen, jævnspændingskilden, gasstrømhastigheden og afstanden elektrode-dyse. Den sidstnævnte er fastlagt i brænderens konstruktion, hvorfor det gælder om at søge at finde en for tænding egnet plasmagasstrøm og en egnet strøm-spændingskarakteristik for jævnspændingskilden. Desuden skal tændimpulsen gives en sådan impulsenergi og polaritet, at en tænding af pilotlysbuen kan ske.

Den foreliggende fremgangsmåde muliggør, at disse krav kan opfyldes. Fremgangsmåden er i hovedsagen ejendommelig ved,

at den for ionisering af plasmagassen nødvendige impulsenergi af tændimpulsen, dvs. produktet af tilstrækkeligt høj impulseffekt og tilstrækkeligt lang impulsvarighed, holdes konstant,

at tændimpulsen gives en varighed og en sådan polaritet i forhold til jævnspændingskildens, at pilotlysbuen etableres uden medvirkning af starthjælpekreds,

at en tændimpuls frembringes efter en tidsforsinkelse i hovedsagen lig med $0,3T$, hvor T er gassystemets tidskonstant, i forhold til et tidspunkt 0, som er det tidspunkt, til hvilket ventilanordningen for plasmagassen aktiveres,

at tidskonstanten T vælges under hensyn til areal i tilledning og dysekanal samt gasstrømningsvolumen mellem ventilanordning og dyse, så at gasstrømmen til tidspunktet $0,3T$ i forhold til det nævnte tidspunkt 0 er i hovedsagen lig med $0,3\Phi_{\max}$, hvor $\Phi_{\max}$ er den maksimale plasmagasstrøm, og hvor pilotlysbuen tændes af tændimpulsen til tidspunktet $0,3T$ og strømmen $0,3\Phi_{\max}$, og

at jævnspændingskildens strøm-spændingskarakteristik og serie-modstanden R i forhold til den maksimale gasstrøm $\Phi_{\max}$ vælges således, at pilotlysbuen slukker til tidspunktet T , hvor pilotlysbuen under dennes brændetid $T-0,3T$ smelter overfladelaget på arbejdsstykket, så at en hovedlysbue etableres.

En udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at kredsen, som tændorganet føder, gøres belastningsafhængig, dvs. den gøres afhængig af strømmen gennem impuls-transformatorens sekundærvikling, hvorved det muliggøres, at tændorganet er indkoblet også ved tændt lysbue, og at elektroden holdes på en temperatur, som er gunstig for ionisering af plasmagassen også

ved maksimal gasstrøm, hvorhos der ved bortfald af lysbue fås en momentan gentænding af pilotlysbuen ved hjælp af en tændimpuls fra tændorganet.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning
5 til tegningen, hvor

fig. 1 viser skærestrømkredsen med tilsluttet tændorgan,
fig. 2-7 forskellige forhold under pilotlysbuens tænding og
brændetid og
fig. 8 og 9 pilotlysbuen i skærebrænderen.

10 I fig. 1 er vist en skærebrænder, som omfatter en elektrode E og en plasmagasdyse D med en gaskanal anbragt mellem dyse og elektrode. Elektroden er sluttet til den ene pol på en jævnspændingskilde med spændingen U_0 , og dysen er via en modstand R sluttet til den anden pol. Til den sidstnævnte pol er også sluttet arbejds-
15 stykket A. I forbindelsen mellem elektroden og jævnspændingskilden er indkoblet en impulstransformator T, til hvilken tændorganet er sluttet. Dette omfatter en tyristor Q1, hvis anode via en modstand R3 er sluttet til en ensretterbro L. Tyristorens katode er sluttet til ensretterbroens modsatte pol. Over tyristoren Q1 er i serie
20 tilsluttet en kondensator C1 og en modstand R2. Mellem forbindelsespunktet mellem disse elementer og tyristorens styreelektrode er indkoblet et triggerelement Q2 af DIAC-typen. Mellem styreelektroden og tyristorens katode er indkoblet en modstand R1, og mellem transformatoren T og tyristorens anode er indkoblet en kondensator C2.

25 Virkemåden for dette tændorgan er følgende. Jævnstrømmen fra ensretterbroen L oplader kondensatoren C2 via transformatoren T's primærvikling. Samtidig oplades kondensatoren C1 via modstanden R2. Strømmen vokser op eksponentielt, og ved en bestemt værdi af strømmen til C1 bliver transistoren Q2 ledende, hvorved tyristoren Q1 får
30 en styreimpuls, så at den bliver ledende. Kondensatoren C2 og transformatoren bliver herved kortsluttet, hvorved kondensatoren C2 udlades. En impuls udsendes derved via transformatoren T til skærestrømkredsen. Ved udladningen af C2 bliver spændingen over tyristoren Q1 nul, hvorved tyristoren påny bliver ikkeledende. Herefter
35 starter forløbet igen. Komponenterne i koblingen er dimensioneret således, at tændorganet afgiver en impuls hver 33 ms, og impulsen har en varighed af $1-2\mu s$. Denne impuls transformeres som nævnt over skærestrømkredsen for at ionisere plasmagassen i dysekanalen. Tændorganet er over transformatoren T galvanisk adskilt fra

skærestrømkredsen, hvilket er af betydning ud fra et sikkerhedssynspunkt.

Skæreudrustningen sluttet gennem et koblingsorgan til netspændingen til tidspunktet $t=0$. Kontaktfunktionen S af koblingsorganet er vist i fig. 2. Netspændingen tilføres udrustningens hovedtransformator, hvorefter spændingen ensrettes til spændingen U_0 . Efter en vis indkoblingstid for relæer og magnetventil indkobles plasma-
 5 gasstilførslen og tændorganet. Plasmagasstrømmens Φ tilvækst er vist i fig. 3. Gasstrømmen vokser op til sin maxværdi $\Phi_{\max}$ i løbet af tiden T . Tidskonstanten T i gassystemet er bestemt af arealet i
 10 tilledning og i dysekanalen for plasmagassen samt af gasstrømvolumenet mellem magnetventil og dyse. Størrelsesordenen for tidskonstanten er 1-2 sek.

I fig. 4 er vist en tændimpuls med amplituden $\hat{u}$ fra tændorganet. Impulsens amplitude og varighed er sådanne, at den kan ionisere
 15 gassen ved en plasmagasstrøm i hovedsagen lig med $0,3\Phi_{\max}$, hvor $\Phi_{\max}$ som nævnt er den maksimale gasstrøm. Som eksempel på max-plasmagasstrøm kan nævnes 20 l/min. Gasstrømmen opnår værdien $0,3\Phi_{\max}$ i hovedsagen til tidspunktet $0,3T$, hvor T altså er gassystemets tidskonstant. Som et eksempel på tændimpulsen med for ioni-
 20 sering tilstrækkelig impulsenergi, dvs. produktet af impulseffekt og varighed, kan nævnes en amplitude af størrelsesordenen 2 kV og en varighed af størrelsesordenen $1 \mu s$. Tændimpulsen gives desuden en varighed og en polaritet, som samvirker med jævnspændingskildens
 25 polaritet, hvilket bevirker, at pilotlysbuen etableres uden hjælp af en særskilt startkreds under initialforløbet. Som regel anvendes under dette forløb en starthjælpekreds indeholdende en kondensator for at opretholde pilotlysbuen. Jævnspændingskilden har eksempelvis en spænding, som er større end 200 V.

Tændimpulsen $\hat{u}$ tænder således pilotlysbuen i hovedsagen til
 30 tidspunktet $0,3T$ og ved plasmagasstrømmen $0,3\Phi_{\max}$. Herved fås en pilotbuestrøm som vist i fig. 5. Ved dannelsen af lysbuen får strømmen i umiddelbart en høj værdi. Strømmen falder dog hurtigt til en værdi, som er omtrent halvdelen af den tidligere. Under pilotbue-
 35 buens brændetid falder strømmen noget for ved maksimal plasmagasstrøm til tidspunktet T , når lysbuen slukker, at gå ned til nul. Pilotbuespændingen er vist i fig. 6. (Før lysbueens tænding er buespændingen lig med U_0). Til tidspunktet $0,3T$ får buespændingen på grund af tændimpulsen en høj værdi, men som ved pilotbueens etablering

hurtigt falder. Når gasstrømmen og strømmen aftager, fås en forøgelse af spændingen, indtil buen slukker til tidspunktet T, når spændingen antager værdien U_0 .

I fig. 7 er vist strøm-spændingskarakteristikken for jævnspændingskilden med indlagte kurver for forskellig størrelse af plasma-gasstrømmen Φ . I fig. 8 og 9 er vist elektroden E og den omgivende dyse D. Mellem disse er anbragt plasmagaskanalen K. Pilotbuen etableres som nævnt ved ionisation af plasmagas ved hjælp af tændimpuls og jævnspændingskilde omtrent til tidspunktet $0,3T$ og ved en ufuldstændig gasstrøm ved i hovedsagen $0,3\Phi_{\max}$. Dette svarer til punkt 11 i fig. 7. Pilotbuen PB dannes da inden i dysen mellem elektroden E og en plet på dysen D's inderside som vist i fig. 8. Ved voksende gasstrøm vil pilotlys-buen vandre ned mod dysemundingen og ud gennem denne på grund af den strømning af gas og gasplasma, som finder sted, efter at pilotbuen er tændt. Efterhånden fås en pilotlys-bue PB som vist i fig. 9 mellem elektrodens spids og en plet på ydersiden af plasmadysen. En del af lysbuen vil da befinde sig udenfor dysemundingen. Lysbuen kan derved opnå en udstrækning d udenfor mundingen. Når lysbuen vandrer på denne måde ved voksende gasstrøm, bliver buelængden større, hvorved buestrømmen aftager. Ved voksende gasstrøm og aftagende strøm fås en højere buespænding, som det fremgår af fig. 7. Ved tilstrækkeligt stor gasstrøm, i dette tilfælde $\Phi_{\max}$, kan pilotlys-buen ikke brænde længere, eftersom jævnspændingskildens spænding ikke er i stand til at opretholde lysbuen ved den buestrækning, som svarer til gasstrømmen $\Phi_{\max}$. Dette indtræffer ved punktet 22 i fig. 7.

Pilotbuen brænder altså i et bestemt tidsinterval $0,3T - T_1$, hvilket giver en beskyttelse mod overbelastning og en formindsket slitage på elektrode og dyse. Under den største del af denne tid vil lysbuen befinde sig udenfor dysemundingen. Buestrækningen d udenfor dysemundingen kan derved være op til ca. 5 mm. Når brænderen føres mod arbejdsstykket, smelter denne pilotlys-bue overfladelaget på arbejdsstykket, så at der dannes en ren metalplet. Mellem elektroden og denne plet etableres så hovedlys-buen. Hvis hovedlys-buen af en eller anden grund skulle slukkes, fås en momentan gentænding af pilotbue og hovedbue. Dette muliggøres ved, at elektroden holdes på en temperatur, som er gunstig for ionisering af plasmagassen også ved maksimal gasstrøm. Ved bortfald af lysbue fås ved hjælp af en tændimpuls fra tændorganet denne momentane gentænding. Tændimpulsen

sendes omgående fra tændorganet, når impedansen i buestrækningen ændres ved slukning af buen og dermed strømmen gennem impulstransformatorens sekundærvikling.

Ved den beskrevne fremgangsmåde er det således muligt at tænde
5 en pilotbue i vanskeligt ioniserede gasser uden anvendelse af
starthjælpekreds, og uden at elektrisk kontakt behøver at etableres
med arbejdsstykket. Når arbejdsstykket er belagt med et elektrisk
isolerende lag, kan hovedlysbuen etableres, uden at arbejdsstykket
10 først skal bearbejdes mekanisk. Som eksempel på vanskeligt ionise-
rede gasser kan nævnes N_2 , luft, O_2 og gassen AH_{35} , som består af
argon og hydrogen. For at etablere en lysbue i disse plasmagasser
anvendes en jævnspændingskilde med en spænding større end 200 V, en
maksimal plasmagasstrøm på 15 l/min. og en tidskonstant på 1,5 sek.
i gassystemet. Tændimpulsens amplitude i kV og varighed i μs er for
15 gasserne

	N_2	2,0	henholdsvis	1,0
	Luft	2,5	"	0,8
	O_2	2,5	"	0,8
20	AH_{35}	2,0	"	1,0

25

30

35

P a t e n t k r a v.

1. Fremgangsmåde til at lette start af pilotlysbue og hovedlysbue i en plasmaskærebrænder i vanskeligt ioniserede plasmagasser ved skæring af arbejdsstykker belagt med elektrisk isolerende overfladelag, uden at elektrisk kontakt mellem dyse og arbejdsstykke etableres, hvor der anvendes en jævnspændingskilde sluttet dels til plasmaskærebrænderens elektrode (E), dels i serie med en modstand (R) til brænderens dyse (D), og et tændorgan, som via en transformator (T) frembringer en tændimpuls mellem elektrode og dyse, og hvor plasmagas via en ventilanordning tilføres gaskanalen mellem elektroden og dysen, k e n d e t e g n e t ved,

at den for ionisering af plasmagassen nødvendige impulsenergi af tændimpulsen, dvs. produktet af tilstrækkeligt høj impulseffekt og tilstrækkeligt lang impulsvarighed, holdes konstant,

at tændimpulsen gives en varighed og en sådan polaritet i forhold til jævnspændingskildens, at pilotlysbuen etableres uden medvirkning af starthjælpekreds,

at en tændimpuls frembringes efter en tidsforsinkelse i hovedsagen lig med $0,3T$, hvor T er gassystemets tidskonstant, i forhold til et tidspunkt 0, som er det tidspunkt, til hvilket ventilanordningen for plasmagassen aktiveres,

at tidskonstanten T vælges under hensyn til arealet i tilledning og dysekanal samt gasstrømningsvolumen mellem ventilanordning og dyse, så at gasstrømmen til tidspunktet $0,3T$ i forhold til det nævnte tidspunkt 0 er i hovedsagen lig med $0,3\Phi_{\max}$, hvor $\Phi_{\max}$ er den maksimale plasmagasstrøm, og hvor pilotlysbuen tændes af tændimpulsen til tidspunktet $0,3T$ og gasstrømmen $0,3\Phi_{\max}$, og

at jævnspændingskildens strøm-spændingskarakteristik og serie-modstanden (R) i forhold til den maksimale gasstrøm $\Phi_{\max}$ vælges således, at pilotlysbuen slukker til tidspunktet T , hvorhos pilotlysbuen under dennes brændetid $T-0,3T$ smelter overfladelaget på arbejdsstykket, så at en hovedlysbue etableres.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at kredsen, som tændorganet føder, gøres belastningsafhængig, dvs. den gøres afhængig af strømmen gennem impulstransformatorens (T) sekundærvikling, hvorved det muliggøres, at tændorganet er indkoblet også ved tændt lysbue.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at

elektroden holdes på en temperatur, som er gunstig for ionisering af plasmagassen også ved maksimal gasstrøm, hvor der ved bortfald af lysbue fås en momentan gentænding af pilotlysbuen ved hjælp af en tændimpuls fra tændorganet.

5 4. Fremgangsmåde ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at tændimpulsen har en amplitude i intervallet 2-3 kV og en varighed af 0,5-1,5 μ s,

 at tidskonstanten i gassystemet ligger i intervallet 1-2 sek,
 at den maksimale gasstrøm ligger i intervallet 10-20 l/min, og
10 at jævnspændingskilden har en spænding større end 200 V.

15

20

25

30

35

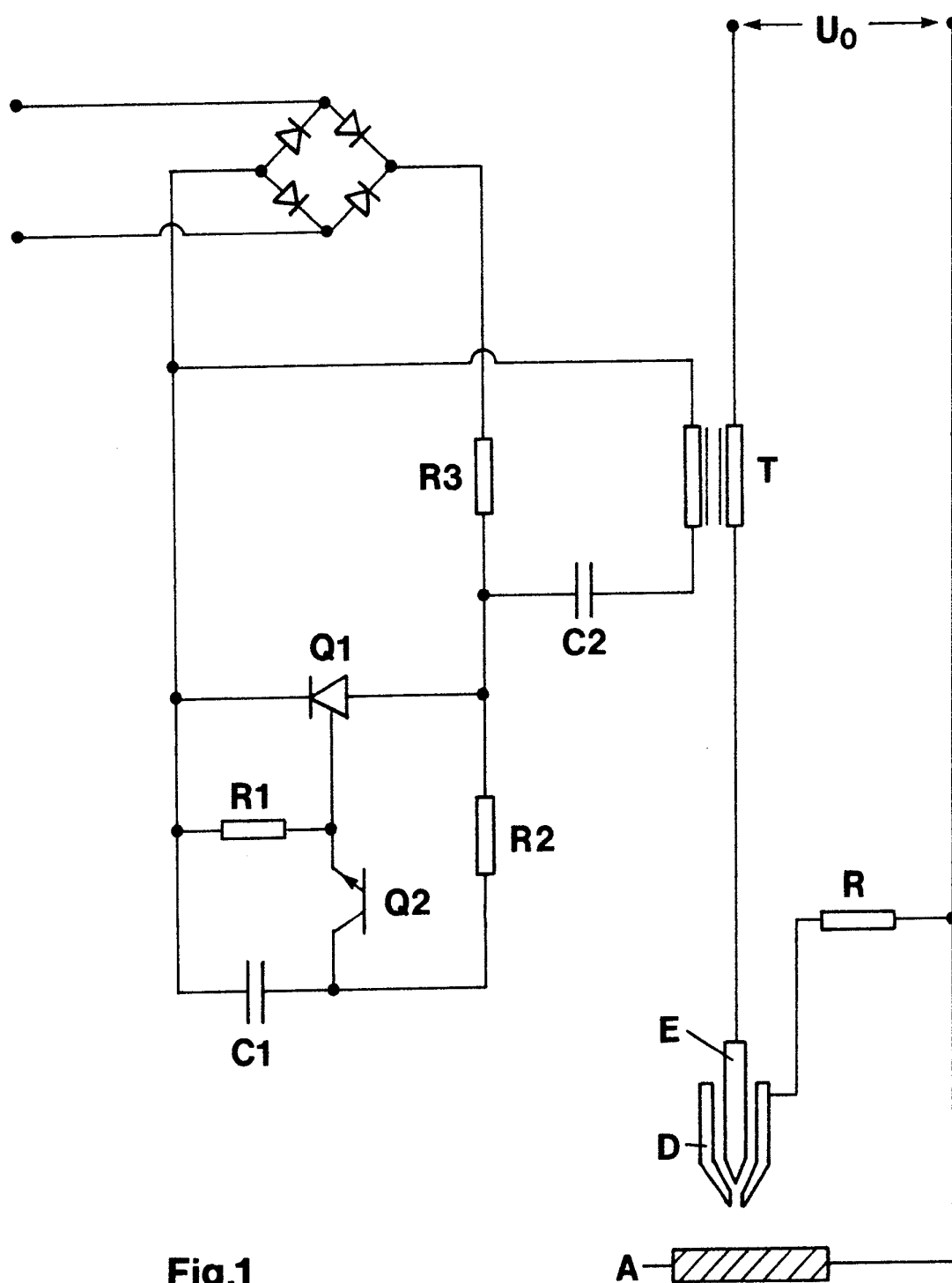


Fig.1

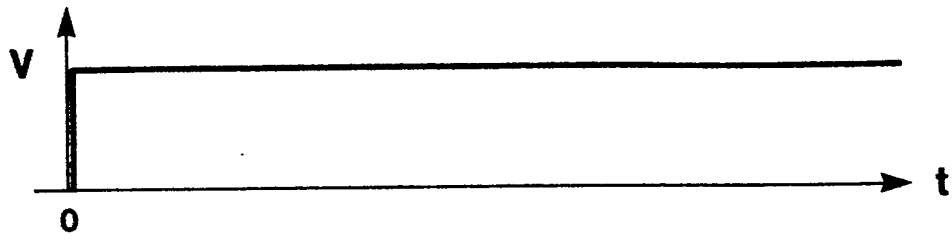


Fig. 2

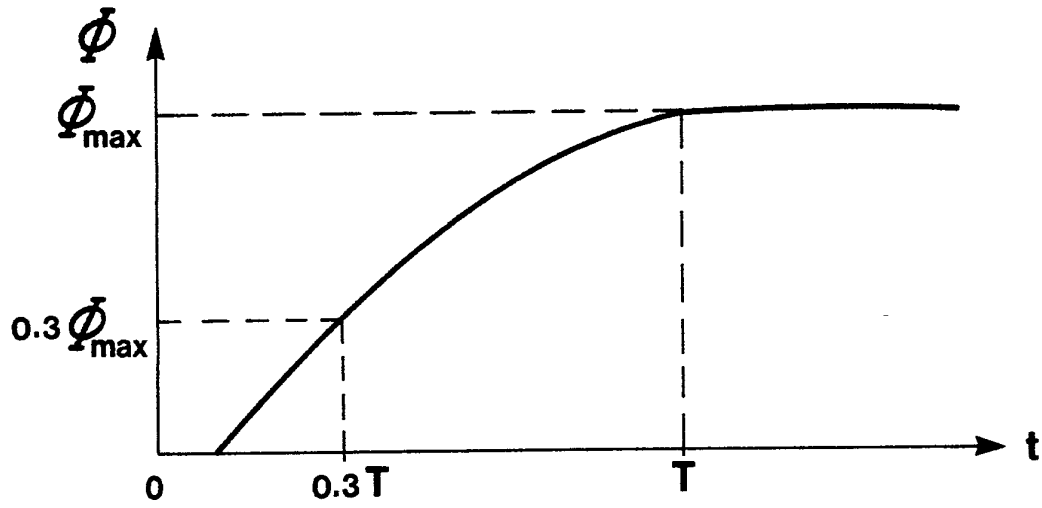


Fig. 3

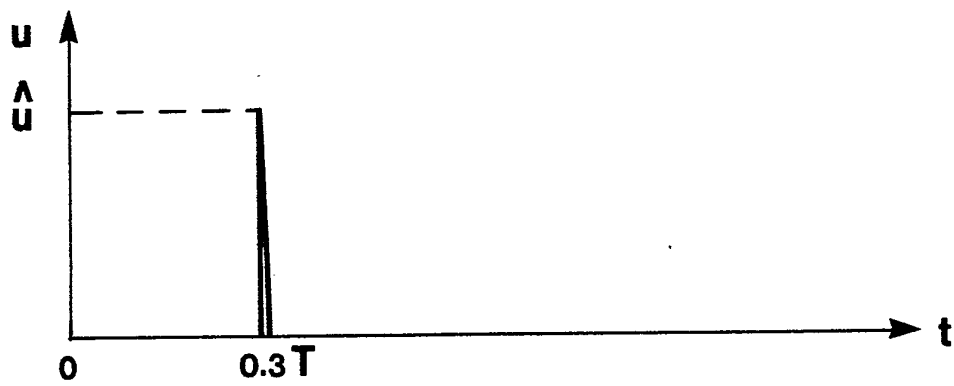


Fig. 4

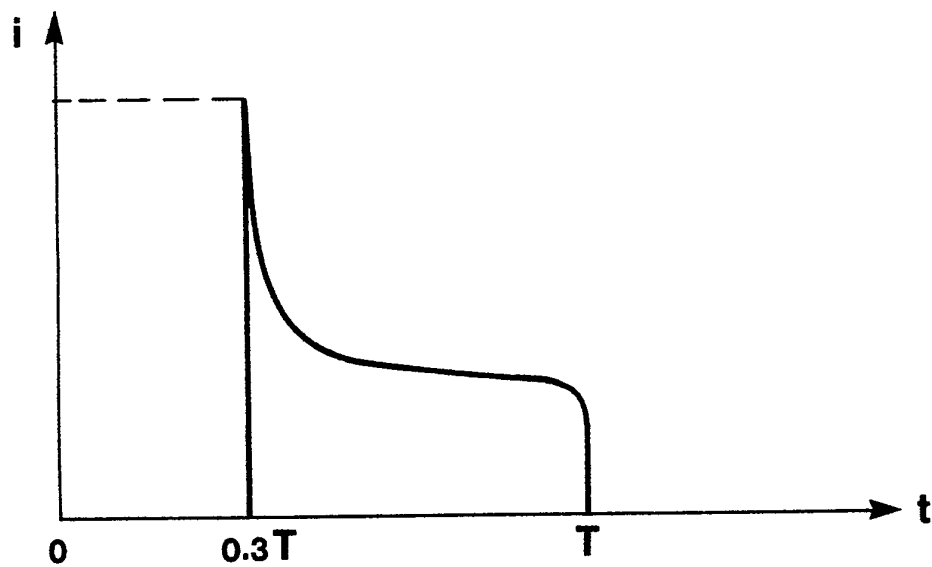
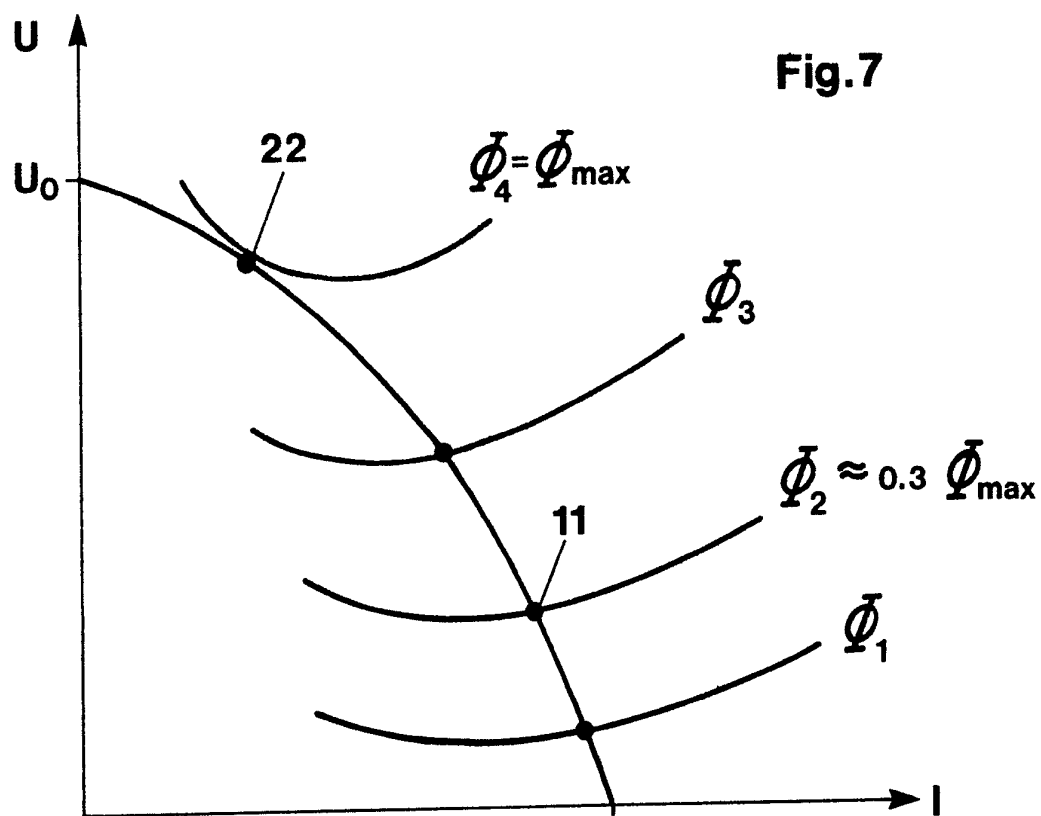
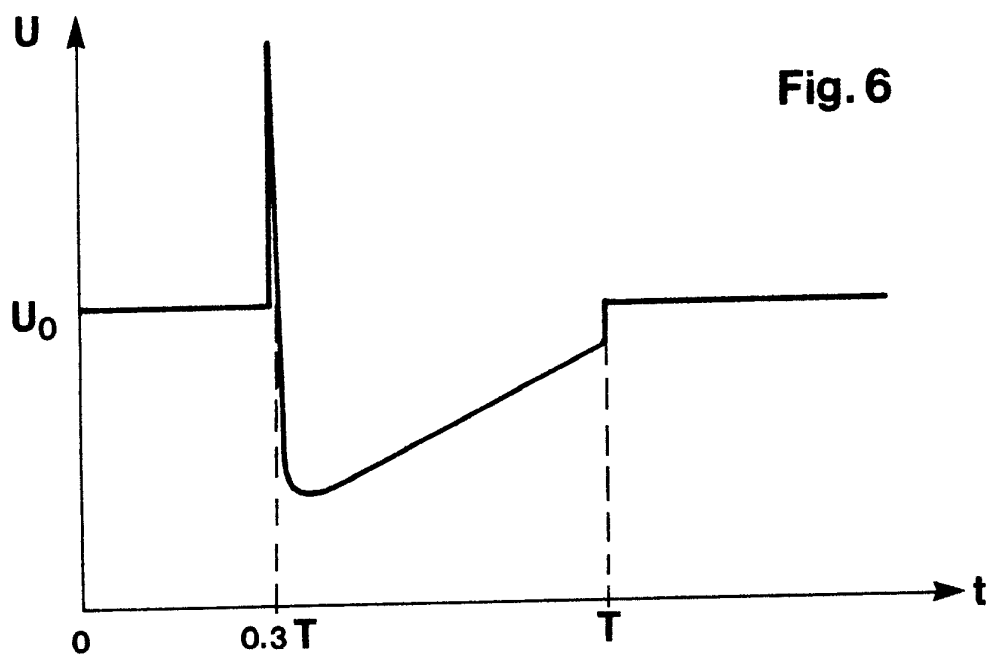


Fig. 5



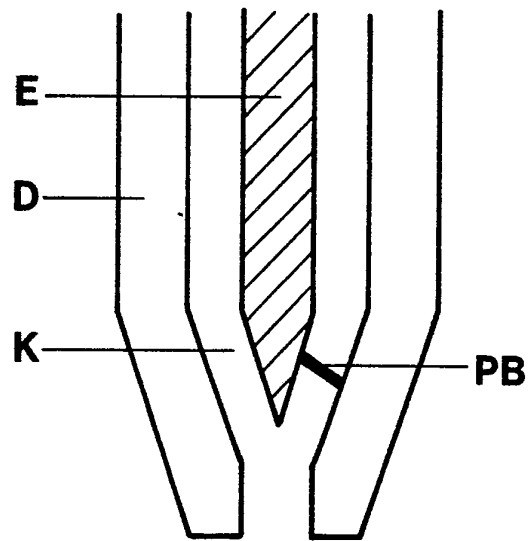


Fig.8

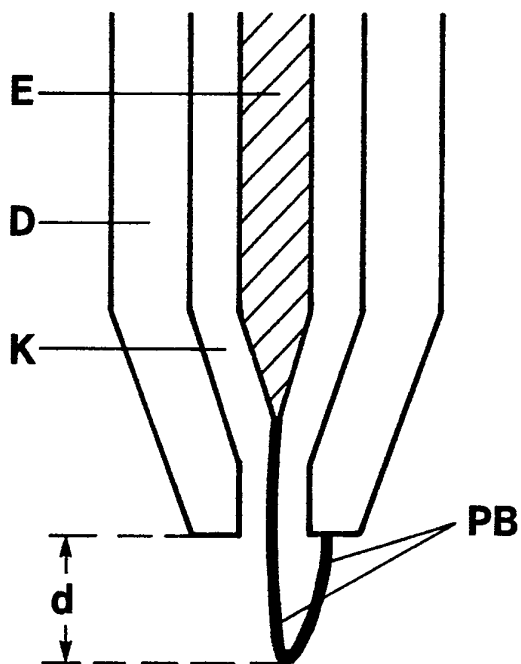


Fig.9