

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 157462 B



(21) Patentansøgning nr.: 5639/85
(22) Indleveringsdag: 05 dec 1985
(41) Alm. tilgængelig: 07 jun 1986
(44) Fremlagt: 08 jan 1990
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 06 dec 1984 US 678937

(51) Int.Cl.⁵ F 02 K 9/18
F 02 K 9/95

(71) Ansøger: *Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Buehrle AG; Birchstrasse 155; Postfach 888; CH- 8050 Zuerich, CH
(72) Opfinder: Alfred J. *Koorey; US

(74) Fuldmægtig: Th. Ostenfeld Patentbureau A/S

(54) Drivmiddelkonfiguration for raketmotorer med fast drivmiddel

(56) Fremdragne publikationer

EP off.g. skrift nr. 59142
DE freml. skrift nr. 1149284
US pat. nr. 3107487, 3951072, 4015427, 4068591

for hovedladningen (12) til en værdi, som frembringer en bestemt og meget ønskværdig reduktion af den samlede massestrømhastighed, hvilket fordelagtigt sker nær enden af affyringsmekanismen
Figur 2.

(57) Sammendrag:

5639-85

En drivmiddelkonfiguration har et i almindelighed cylindrisk hylster (14) indeholdende en i almindelighed cylindrisk hovedladning (12) med en central hulhed (16) og en flerhed af indvendige riffelkanter (24) udformet i hovedladningen (12) omkring den centrale hulhed (16).

På det tidspunkt, hvor et luftbåret fartøj affyres, er det ønskeligt, at raketmotorer hurtigt accelererer missilet fra affyringsrampen, og at virkningerne af raketudstødningen på affyringsmidlerne minimeres. Dette opnås gennem brug af et tændrørsaggregat (20) fastspændt i den centrale hulhed (16), som har midler til at frembringe forbrændingen. På tidspunktet, hvor tændrørsenheden (20) aktiveres, rettes varme gasarter langs rifler (24) udformet i hovedladningens (12) indre for at bevirke antændelse heraf, idet brændeoverfladearealet af tændrørsladningen (64) har et forudfastlagt forhold til brændeoverfladearealet af den riflede hoveddrivmiddeladning (64), således at tændrørsladningen (64) er fuldstændig opbrugt på det tidspunkt, hvor riflerne (24) af hoveddrivladningen (12) er opbrugt. På denne måde reduceres det totale brændeareal

DK 157462 B

fortsættes

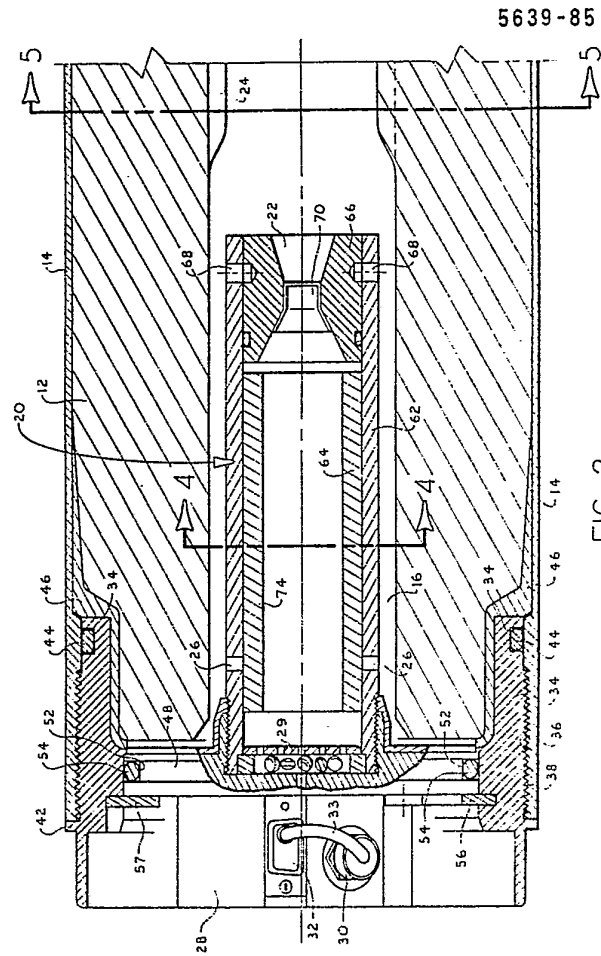


FIG. 2

Den foreliggende opfindelse angår en drivmiddelkonfiguration for en raketmotor med fast drivmiddel af den i den indledende del af krav 1 angivne art.

En drivmiddeludformning af den samme generelle art kendes fra vest-
5 tysk fremlæggeskrift 1 149 284, hvori tændenheden er arrangeret i aksial forlængelse af hovedladningens centrale hulhed, således at varme gasser, som udgår fra en dyse i tændenheden, rettes koaksialt med hovedladningens centrale hulhed til antændelse af hovedladningen på den centrale hulheds samlede overfladeareal.

10 På det tidspunkt, hvor et luftaffyret fartøj affyres, er det ønskeligt, at raketmotoren hurtigt accelererer missilet fra affyringsrampen eller affyringsstativet, så der opnås en god separation. Det er også ønskeligt, eftersom missilet bevæger sig frem fra det affyrende luftfartøj, at den mængde raketudstødning omfattende faste partikler, som ind-
15 tages af luftfartøjets motor, gøres mindst mulig.

På noget lignende måde er det vedrørende skulderaffyrede våben, ønskeligt, at tryk og partikelstofvirkninger på soldaten minimeres, og ved affyring af hylsteraffyrede overflade til luft eller overflade til overflademissiler er det yderst vigtigt at forebygge udfældning af uønsket
20 materiale på optiske vinduer og laservinduer.

Endvidere er det ved affyringen af visse raketdrevne missiler ønskeligt at have en indledningsvis høj massestrøm fra raketmotoren fulgt af en meget mindre massestrøm, som derpå følges af en gradvist stigende massestrøm indtil det tidspunkt, hvor et højdepunkt nås, lige før motoren brænder ud. Den nævnte indledningsvis høje massestrøm er klart ønskelig for at give missilet tilstrækkelig kraft til at frigøre det fra
25 affyringsapparatet. Tidligere forsøg på at opnå den ønskede indledningsvis høje massestrøm har imidlertid ofte bevirket dannelsen af store røgfaner, som var helt uforenelige med den pålidelige detektering af missilet ved det styreudstyr, som var monteret på affyringsrampen, hvilket repræsenterer et yderligere problem i tilgift til de ovenfor nævnte faktorer.

Den sædvanlige fremgangsmåde for at opnå stor startkraft har været at anvende en kostbar motorudformning, som anvendte to forskellige driv-
35 middelblandinger for at frembringe den ønskede kraftkarakteristik. Disse tidligere forsøg har imidlertid ikke kun overskredet udgiftsrammerne, men har også skabt en usædvanlig stor mængde partikelstof, som virkede til at nedsætte præstationerne af affyringsluftfartøjets motor eller at

bringe velbefindendet af den soldat, som affyrer missilet fra skulderen, i fare.

Hvis princippet med en separat udslyngningsmotor anvendes i forbindelse med en hylsteraffyret opbygning, eksisterer der endvidere problemet med at opfange udslyngningsmotoren, med den ledsagende opfangningschokbelastning på affyringsrampen, eller udslyngningsmotoren må tillades at ledsage missilet ud af hylsteret, hvorved der frembringes en betydelig mængde materiale omkring affyringsrampen, når missilmotoren antændes.

10 Europæisk patentskrift nr. 0 059 142 viser en blok af drivmiddel, hvori hovedladningen har to forskelligt formede centrale hulhedssektioner, en første for accelerationsfasen og en anden for flyvehastighedsfasen, idet den første sektion udviser seks grene adskilt ved indvendige rifler, hvor fire af grenene er mindre end de to sidste, så der anvendes
15 høj indledende kraft.

Med opfindelsen som angivet i krav 1 afhjælpes de nævnte ulemper. Den løser problemet med at udforme en drivmiddelkonfiguration for en raketmotor, som tjener til at tilvejebringe den ønskede kraftkarakteristik, såvel som at minimere problemerne for affyringsluftfartøjet, soldaten eller affyringshylsteret.

Opfindelsen repræsenterer en udformning, som på gunstig måde kombinerer en tændrørsenhed for en motor med høj massestrømråde med en hoveddrivladningsudformning med høj massestrøm, hvorved der frembringes det indledningsvis høje niveau af total impuls, som kræves for at accelerere
25 et vist missil til en hastighed på 36,6 m/sek. (120 fod/sek.) over en hylsterlængde på under 2,1 m (7 fod).

I henhold til udformningen ifølge opfindelsen fører brugen af en tændrørsenhed med høj massestrømhastighed kombineret med den samtidige forbrænding af hovedmotorens riflede ladning til frembringelse af en meget høj indledningsvis kraft. Efter riflerne i tændrørsenheden og hovedladningen er brændt ud, fortsætter hovedladningen med at brænde, men ved et lavere kraftniveau, idet dette niveau gradvist stiger ind til tidspunktet for udbrænding.

Det er meget væsentligt, at dette opnås gennem anvendelse af det
35 samme drivmiddel i såvel tændrørsenheden som hovedladningen.

Meget nær på tidspunktet for missilets udgang fra affyringsindretningen er tændrørets drivmiddel helt opbrugt og ligeså rillerne i hovedladningen, hvad der bevirker den ønskede sækning af kraftniveauet.

Raketmotoren brænder derpå normalt på en progressiv måde for at frembringe den ønskede missilhastighed ved udbrændingen. Alt det nævnte i-gangsættes meget fordelagtigt ved et enkelt elektrisk signal fra affyringsstyreudrustningen og udføres inden i en fælles trykbeholder, (dvs. 5 der kræves ikke nogen særskilt udslyngningsmotor).

Det er en fordel ved opfindelsen, at et tændrør med høj massestrøm-hastighed på effektiv måde kombineres med en modificeret udformning af hovedladningen til at frembringe en høj massestrøm i det korte tidsrum, hvorunder missilet frigører sig fra affyringsindretningen.

10 Det er en yderligere fordel ved opfindelsen, at der tilvejebringes en ønsket høj massestrøm-lav massestrøm-høj massestrømkarakteristik for udvirkning af affyringen af et raketdrevet missil.

Det er en yderligere fordel ved opfindelsen, at der opnås den høje indledningsvise massestrøm, som er nødvendig for, at raketmissilet kan 15 frigøre sig fra affyringsindretningen uden at bevirke dannelsen af en stor røgfane eller dannelsen af uønsket partikelstof, som ville hindre affyringsudstyrets eller personellens operationer.

Det er en yderligere fordel ved opfindelsen at tilvejebringe en raketmotorudformning, som undgår de omkostninger, som følger med brugen af 20 to eller flere forskellige drivmiddelblandinger eller andre kostbare fremgangsmåder.

Det er en yderligere fordel, at der ifølge opfindelsen tilvejebringes et tændrør, som tjener den funktion at antænde hovedladningen på kommando og frembringer yderligere massestrømshastighed til at hjælpe til 25 missilets udslyngningsproces.

I det følgende beskrives opfindelsen i detaljer under henvisning til en på tegningen vist udførelsesform, idet

figur 1 er et tværsnitsbillede af en foretrukken drivmiddelkonfiguration for en raket med fast brændstof eller lignende, idet figuren vi- 30 ser monteringen af en tændrørsenhed i hovedladningens centrale hulrum,

figur 2 viser et billede i almindelighed som figur 1, men i større målestok og visende vigtige detaljer af den centralt monterede tændrørsenhed,

figur 3 viser et endebillede af motorenheden fra figur 2 ved den 35 ende, som vender bort fra dysen,

figur 4 viser et tværsnitsbillede af tændrøret langs linien 4-4 i figur 2,

figur 5 viser et tværsnitsbillede af hovedladningen langs linien 5-

5 i figur 2,

figur 6a er et billede af en typisk riffelkant i tænderet, idet den måde, hele tænderørsladningen forbruges, er angivet i forhold til tiden,

5 figur 6b viser et billede af en typisk riffelkant af hovedladningen, som viser den måde, hvorpå hovedladningsrillerne forbruges i løbet af forbrændingen af tændladningen i samme tidsmålestok,

figur 7 er en grafisk fremstilling af kraften som funktion af tiden, idet grafen viser den indledningsvis store kraft, som straks følges af et skarpt fald, og

figur 8 er en grafisk afbildning i almindelighed på samme måde som figur 7, men mere detaljeret visende massestrømmen fra tænderet og fra motorladningen under de første flere millisekunder af forbrændingen.

Figur 1 viser visse indvendige dele af en raketmotorfremdrivningsindretning 10 i henhold til opfindelsen omfattende den vigtigste del af det faste drivmiddel 12, også betegnet som hovedladningen, som er i almindelighed udformet som en cylinder indeholdt i et motorhylster 14 af den art, som anvendes i et missil. Hovedladningen 12 er anbragt symmetrisk om raketmotorens langsgående centerlinie 18 og indeholder en central boring eller et kammer 16.

Starten på forbrændingen af hovedladningen 12 på tidspunktet, hvor missilet affyres, begynder i drivmidlets centrale hulrum 16, idet den strøm af varme gasser, som resulterer ved brændingsprocessen, forløber mod højre set i figur 1 langs centerlinien 18 og ud gennem dysen 19. Som resultat bevæger missilet sig til venstre set i figur 1. Forbrændingen af hovedladningen 12 startes på det ønskede tidspunkt ved brug af tænderet eller tænderørsenheden 20 anbragt i den centrale hulhed 16 langs centerlinien 18.

Figur 2 viser væsentlige detaljer af tænderørsenheden 20, som anvendes i forbindelse med opfindelsen. Kort efter tidspunktet, hvor tænderet 20 antændes, trænger varme gasser ud fra den centrale åbning 22 på tænderets 20 bagside, hvilket antænder riflerne 24 i hovedladningens 12 centrale del. Der udgår også varme gasser fra et antal af porte eller åbninger 26 anbragt i et mønster omkring tænderets 20 forreste ende, dvs. den ende af tænderet 20, som vender bort fra den centrale port 22. Disse porte 26 er fortrinsvis fordelt over omkredsen med en diameter på omtrent 3 mm (1/8"), idet de varme gasarter fra disse porte 26 antænder det faste drivmiddel ved hulhedens 16 lukkede ende. Den indvendige op-

bygning af tændrørsenheden 20 skal snart beskrives mere detaljeret.

Som det skal forklares i det følgende, omfatter kernen i opfindelsen det forhold, at drivmiddeludformningen i tændrøret 20 og drivmiddeludformningen i hovedladningen 12 er omhyggeligt afpasset, så de frembringer den stærke massestrømhastighed (totale impuls), der kræves til at udslynge missilet fra affyringsindretningen.

Efter affyringen er tændrørsdrivmidlet med denne udformning totalt opbrugt, og riflerne er forsvundet fra hovedladningen 12, hvilket efterlader blot en i almindelighed cylindrisk hovedladningskonfiguration, som har en ønskværdig brændekararakteristik, til at levere drivkraft for missilet.

Tændrørsenheden 20 er direkte båret af sikrings- og armeringsenheden 28, som er i almindelighed cirkulær og monteret på motorhylsteret 14 ved forenden af hovedladningen 12. Sikrings- og armeringsindretningen 28 er indrettet til at forebygge utilsigtet antændelse af tændrøret; men virker til at aktivere tændrøret på det ønskede tidspunkt. En initiator 30, som er indskruet i en nedre del af sikrings- og armeringsindretningen 28, og en elektrisk forbindelse 32, som er forbundet dertil gennem elektriske ledninger 33 muliggør affyring af tændrøret ved et elektrisk signal, som fremføres fra et sted i afstand derfra; bemærk også detaljerne i figur 3.

Sikrings- og armeringsindretningen 28 er en sædvanlig på linie, ikke på linie barriereindretning, som tjener til at forhindre utilsigtet antændelse af motoren. Da den ikke i sig selv er nogen del af opfindelsen, er den ikke illustreret her. En sikrings- og armeringsindretning fremstillet af ethvert af adskillige kendte firmaer kunne anvendes i forbindelse med opfindelsen.

På det tidspunkt, hvor motoren ønskes sat i funktion, overføres et elektrisk armeringssignal til en spole, hvad der får dens indvendige mekanisme til at dreje sig omtrent 45°. En spoleakselforlængelse drejes ved spolebevægelsen. Et hul i akslen er normalt ikke på linie med en stift, men efter akslen er drejet ved spolens virkning, ligger hullet på linie med stift.

Når en elektrisk "fyr"-ordre modtages af initiatoren 30, presser forbrændingssgasser fra initiatoren stiftet ind i hullet i akslen, hvorved der frigøres et hul i sikrings- og armeringshuset, hvilket sidstnævnte hul fører til kraftladningen i hulrummet i tændrørshuset. Der anvendes fortrinsvis BKNO_3 -kugler, idet forbrændingen af sådanne kugler

forårsager en stærk flamme, der går ud gennem en perforeret stålplade 29 og ind i tænderørets hovedrum, hvilket naturligvis omgående antænder tænderørsdrivmidlet.

Affyringsordren kan udføres fra 0 til 10 sekunder, efter at spolen
5 er aktiveret til at frigøre hullet i huset for sikrings- og armeringsindretningen.

Ifølge en foretrukken udførelsesform af opfindelsen anvendes en gevindskåret monteringsring 34 til bæring af sikrings- og armeringsindretningen 28, og tænderørsenheden 20 anvendes sammen med ringen 34, der ses
10 i figur 2, og også er kendt som en adapterring. Ringen 34 er forsynet med udvendige gevindganger 36, som sidder tætsluttende i indvendige gevindganger 38 anbragt omkring det indre af enden af motorhylsteret 14. Der er tilvejebragt en omkransende kant 42 nær forkanten af adapterringen 24, og denne kant er ført op til at flugte med den forreste flange
15 af motorhylsteret 14, medens ringen installeres. Uønsket lækage gennem gevindet forebygges ved tilvejebringelsen af et omkransende spor nær bagkanten af adapterringen 34, i hvilket spor der er anbragt en O-ring 44. Adapterringen 34 kan være fremstillet af aluminium eller lignende med henblik på lethed, og dens funktionsdygtighed under motorforbrændingen sikres gennem brugen af en termisk isolator 46, der tjener som beskyttende element. Elementet 46 er af i almindelighed toroidisk udformning og er lavet af gummi, som er udformet til at modstå høj temperatur, såsom 3060°C (6000° R) over den krævede brændetid, som normalt er under
20 5 sekunder.

25 Sikrings- og armeringsindretningen 28 er forsynet med en cirkulær monteringsflange 48, som sidder tætsluttende i adapterringens 34 indvendige boring. Monteringsflangen 48 er forsynet med en cirkulær udvendig not 52, hvori der er anbragt en O-ring 54. Den sidstnævnte O-ring forhindrer gas med højt tryk og høj temperatur fra at strømme fremad fra
30 den centrale hulhed 16. Uønsket bevægelse af flangen 48 væk fra den viste stilling forhindres ved brugen af en fjederring 56, som sidder i en passende not i adapterringens 34 indvendige boring. Der anvendes fortrinsvis en ringfastholderkile, som forhindrer fjederringen 56 i at gå løs. Kilen 57 er tydeligst vist i figur 3.

35 De konstruktive detaljer af monteringsindretningen for tænderørsenheden 20 på centerlinien for den centrale hulhed 16 er alene anført som baggrundsinformation, idet der ikke skal gøres krav på nogen opfindelse i monteringsarrangementet som sådan.

Stadig under henvisning til figur 2 ses, at der er illustreret visse yderligere detaljer i tænderørsenheden 20. Tænderøret tjener den vigtige funktion, at antænde hovedladningen 12 på kommando og frembringe yderligere massestrømhastighed til at udføre missilets udslyngningsproces. Tænderørets centrale cylindriske ydre hylster 62 er fortrinsvis lavet af højtemperaturmodstandsdygtigt materiale, såsom glasphenol, idet dette materiale ikke beskadiges væsentligt ved den højtemperaturforbrænding, som sker inden i tænderøret, såvel som omkring dets omkreds.

Indvendig i tænderørshylsteret 62 findes et tænderørsdrivmiddel 64, som meget bemærkelsesværdigt er det samme drivmiddel som hovedladningen 12, der anvendes i motorhylsteret 14. Udformningen af drivmidlet 64 skal kort forklares i forbindelse med figur 4. Omend opfindelsen ikke er begrænset til noget bestemt drivmiddel, skal der fortrinsvis anvendes et dobbeltbaseret drivmiddel med svag røgudvikling modificeret ved blanding, idet dette drivmiddel leverer et højt energiindhold per vægtenhed, den ønskede høje brændehastighed og frembringer minimal mængde af røg og røgpartikler. Som det er bekendt, generer partiklerne laseroperationer, idet de absorberer laserenergi og har en uheldig virkning på signalstøjforholdet ved detektormodtagerne.

Det er vigtigt at bemærke, at der anvendes samme drivmiddel i tænderøret 20 og i hovedladningen 12, hvad der mindsker udviklingsomkostninger og fremstillingsomkostningerne og fremmer den samlede pålidelighed.

Fastgjort i bagenden af det i almindelighed cylindriske ydre tænderørshylster 62 som vist i figur 2 findes dyseelementet 66, hvis centrale åbning 22 er udformet til at frembringe en vis vinkel af gasser udsendt fra tænderøret for således at fremme antændelsen af riflerne 24 i hovedladningen 12. Dysen er fortrinsvis lavet af silicaphenolmateriale og fastholdt i bagenden af tænderøret ved brug af cement samt et antal radialt anbragte stifter 68. I tænderørsdysen er der anbragt en plasticprop 70, som tjener til at forøge trykstigningsraten i tænderøret. Dette får tænderørsdrivmidlet 64 til at antændes hurtigere og brænde hurtigere, hvad der frembringer den høje massestrømhastighed, som kræves fra tænderøret for, at missilet skal gå rigtigt fri af affyringsrampen. Proppen 70 blæses først ud på det tidspunkt, hvor trykket i tænderørsenhedens 20 indre er opbygget til en ønsket høj værdi.

Det er meget vigtigt, at den indvendige del af drivmidlet 64 i tænderøret 20 som vist i figur 4 er forsynet med en flerhed af rifler 74 fordelt rundt omkring centerlinien for tænderøret 20. Disse rifler giver

en ønskelig forøgelse af den overflade, hvorover intens forbrænding kan foregå på det tidspunkt, hvor missilet affyres. På lignende måde og som vist i figur 5 er der i den centrale del af hovedladningen 12 frembragt rifler 24, som det blev nævnt i tilknytning til figur 2. Som resultat af
 5 tilstedeværelsen af riflerne 24 forøges brændearealet meget ønskværdigt under den relativt korte tænderørsforbrænding.

I figur 6a vises i noget større målestok en typisk riffelkant af den type, som anvendes i tænderøret 20, idet figuren viser riffelkantens fremadskridende forbrænding. Det er vigtigt at bemærke, at hele den il-
 10 lustrerede del af tænderøret 20 er opbrugt på det tidspunkt, hvor riffel- delen af hovedladningen 12 er brændt væk. På lignende måde vises i figur 6 i samme tidsskala den fremadskridende forbrænding af en typisk riffel- kant 24 i hovedladningen 12, hvortil det skal bemærkes, at der efter det
 15 tidspunkt, hvor tænderørsdrivmidlet 64 og riffelkanterne 24 i hovedlad- ningen er brændt væk, stadig resterer en betydelig del af hovedladnin- gens 12 drivmiddel.

Figur 7 viser en grafisk illustration af massestrømhastighed som funktion af tiden, idet grafen klart viser den indledningsvis store kraft, som efter afbrænding af tænderøret 20 følges af et brat fald til
 20 et niveau, som repræsenterer den kraft, der frembringes af hovedladnin- gens 12 forbrænding, efter at riffelkanterne 24 er brændt væk. Det brat- te fald sker sædvanligvis omtrent 0,10 til 0,12 sek. efter antændelsen.

Figur 8 viser mere detaljeret sammenhængen mellem forbrændingstiden for riffelkanterne 24 i hovedladningen 12 og tænderøret 20. Som det for-
 25 stås fra et studium af denne figur, er hele tænderøret 20 forbrugt på det tidspunkt, hvor riffelkanterne 24 i hovedladningen 12 er brændt væk, i- det disse begivenheder foregår på det tidspunkt, hvor missilet forlader affyringsrøret.

En bedre forståelse af figur 8 og visse yderligere vigtige aspekter
 30 ved opfindelsen vil fremkomme ved den følgende forklaring.

Opfindelsen udnytter den klassiske motorindvendige, ballistiske re- aktion på en pludselig ændring i drivmiddelbrændeoverfladeareal-karakte- ristik, der matematisk beskrives som følger:

Ved brug af standardmassebalanceligningen:

35

$$\dot{\omega} = A_{bpr} = \frac{P_c A_t g}{C^*}$$

hvor

ω = massestrømhastighed i kg/sek. (lb/sek.)

A_b = brændeoverfladeareal i cm^2 (tom.²)

5 p = massefylde af drivmiddel i kg/cm^3 (pund/tom³)

r = drivmiddelbrænde-hastighedsudtrykket ($=aP_c^n$),

hvor a er en konstant

P_c er tryk i N/cm^2 (psi)

n er brænde-hastighedshældningen

10 P_c = arbejdskammertrykket i N/cm^2 (psi)

A_t = dyseåbningens areal i cm^2 (tom.²)

g = tyngdeaccelerationskonstanten $9,81 \text{ m}/\text{sek}^2$ ($32,147 \text{ ft}/\text{sek}^2$)

C^* = den karakteristiske hastighed i m/sek . (ft/sek)

15 Ved at dividere initialbetingelserne for massestrøm (umiddelbart før tænderets og hovedladningens riffelkanter 24, 74 er brændt ud, suffiks 1) med slutbetingelserne for massestrøm (umiddelbart efter udbrænding af tænderet og hovedladningen, suffiks 2),

$$20 \quad \dot{\omega}_1 = A_{b1} p r = \frac{P_{c1} A_{t1} g}{C^*}$$

$$25 \quad \dot{\omega}_2 = A_{b2} p r = \frac{P_{c2} A_{t2} g}{C^*}$$

Forholdet mellem arbejdskammertryk og drivmiddelbrændeoverfladeareal er således fundet. Forkortning og indsættelse fører til:

$$35 \quad \frac{A_{b1} P_{c1}^n}{A_{b2} P_{c2}^n} = \frac{P_{c1} A_{t1}}{P_{c2} A_{t2}}$$

Under antagelse af, at erosionen af dyseåbningen er ubetydelig un-

der den meget korte periode på 100 millisekunder, og med omflytning af faktorerne opnås følgende:

$$\begin{array}{c} 5 \\ 10 \end{array} \left[\begin{array}{c} A_{b1} \\ \hline A_{t1} \\ \hline \\ A_{b2} \\ \hline A_{t1} \end{array} \right] = \left(\begin{array}{c} P_{c1} \\ \hline P_{c2} \end{array} \right)^{1-n} : \left[\begin{array}{c} A_{b1} \\ \hline A_{t1} \\ \hline \\ A_{b2} \\ \hline A_{t1} \end{array} \right] \frac{1}{1-n} = \frac{P_{c1}}{P_{c2}}$$

15

Den geometriske designudformning af opfindelsen kan beskrives som følger:

I. Geometri af hovedladningens indvendige boring:

20

Længde af hovedladningen	81,74 cm	(32,18")
Længde af riffelkanterne i hovedladningen	63,00 cm	(24,805")
Diameter af ladningens boring, middelværdi	6,15 cm	(2,422")
Højde af rifler	0,62 cm	(0,244")
25 Middelværdi af rifler - forrest	0,24 cm	(0,095")
- bagest	0,30 cm	(0,119")

A. Brændeoverfladearealet (A_b) for hovedladningen på antændelsestidspunktet for motoren findes til (før T_0 i figur 6b):

30

A_b af centeråbningen = omkreds x længde - (middelværdi af rifler x længde af rifler x antal af rifler)

35

= $[(\pi \times 2,422) 32,18] - (0,107 \times 24,805 \times 18)$
 = $197,09 \text{ cm}^2$ (1271,55 cm²)
 A_b for rifler = (middelværdi af rifler + 2 x højde) x længde x antal af rifler
 = $[(0,107 + (2 \times 0,244))] \times 24,805 \times 18$

$$= 265,66''^2 (1713,93 \text{ cm}^2)$$

$$\begin{aligned} A_{b \text{ total}} &= A_{b \text{ c}} + A_{b \text{ rifler}} = 197,09 + 265,66 = \underline{462,75''^2} \\ &= (2985,48 \text{ cm}^2) \end{aligned}$$

B. Brændeoverflade for hovedladningen umiddelbart før riflerne er brændt væk ($T_0 + T_1$ i figur 6b):

$$\begin{aligned} R_1 &= \text{indledningsvis } R \text{ ved motorantændelsen (1,211") plus halvdelen af} \\ 10 \quad &\text{den oprindelige riffelkanttykkelse (0,107") lig med} \\ &= 1,211 + 0,054 = 1,265'' (3,213 \text{ cm}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} l_1 &= \text{oprindelig højde af riffelkanterne ved motorantændelsen (0,244")} \\ &\quad \text{minus halvdelen af den oprindelige riffeltykkelse (0,107")} \\ 15 \quad &= 0,244 - 0,054 = 0,19'' (0,483 \text{ cm}) \end{aligned}$$

Under løsning med hensyn til hovedladningens brændeoverfladeareal opnås følgende:

$$\begin{aligned} &A_{b \text{ for centeråbning:}} \\ 20 \quad A_{b \text{ c}} &= \pi D_1 \times \text{længde} \\ &= \pi(2 \times 1,265) \quad (32,18) \\ &= 255,77''^2 \end{aligned}$$

25 $A_{b \text{ for riffelkanter:}}$

$$\begin{aligned} A_{b \text{ r}} &= 2 \times l \times \text{længde} \times \text{antal rifler} \\ &= 2 \times 0,19 \times 24,805 \times 18 \\ &= 169,67''^2 \end{aligned}$$

30

$$\begin{aligned} A_{b \text{ total}} &= A_{b \text{ c}} + A_{b \text{ r}} = 255,77 + 169,67 = \underline{425,44''^2} \\ &= (2744,77 \text{ cm}^2) \end{aligned}$$

35 C. Brændeoverfladeareal for hovedladningen umiddelbart efter riffelafbrændingen findes til ($T_0 + T_2$ i figur 6b):

Indvendig boringsdiameter = oprindelig diameter + vækbrænding

$$\begin{aligned}
 & \text{af } 0,0535'' \text{ på radius} \\
 & = 2,422 + (2 \times \frac{0,107}{2}) \\
 & = 2,529''
 \end{aligned}$$

5

$$\begin{aligned}
 \text{hvorfor } A_b & = \text{circ.} \times \text{ladningslængde} \\
 & = [\pi \times 2,529] \times 32,18 \\
 & = \underline{255,67''^2} \\
 & = (1649,48 \text{ cm}^2)
 \end{aligned}$$

10

II. Konfiguration af tænderørets riffelladning:

Længde af tænderørsladningen	10,554 cm	(4,155")
Diameter (udvendig)	3,970 cm	(1,563")
15 (indvendig)	3,678 cm	(1,448")
Højde af rifler	0,508 cm	(0,200")
Tykkelse af riffelkanter (middelværdi)	0,330 cm	(0,130")

20 A. Brændeoverfladearealet for tænderørsladningen umiddelbart før motorantændelsen findes til (før T_0 i figur 6a):

$$\begin{aligned}
 A_b & = [\pi D \times L] - [20(0,130) \times L] + [(21 + 0,130) \times 20 \times L] \\
 & \quad [\pi(1,448) (4,155)] - [20(0,130) (4,155)] + [(2 \times 0,20 + 1,30) \times \\
 & \quad 20 \times 4,155] \\
 25 & = 18,90 - 10,80 + 44,04 \\
 & = \underline{52,143''^2} \quad (132,44 \text{ cm}^2)
 \end{aligned}$$

30 B. Brændeoverfladearealet for tænderørsladningen umiddelbart før tænderørsladningen er brændt væk findes til ($T_0 + T_1$ i figur 6a):

$$\begin{aligned}
 A_b & = [\pi D \times L] + [21 \times 20 \times L] \\
 & = [\pi(1,563) (4,155)] + [2(0,142) (20) (4,155)] \\
 & = 20,40 + 23,60 \\
 & = \underline{44,0''^2} \quad (111,76 \text{ cm}^2)
 \end{aligned}$$

35

C. Brændeoverfladeareal for tænderørsladningen umiddelbart efter vækbrændingen af tænderørsladningen er $0,0''^2$ ($T_0 + T_2$ i figur 6a).

Idet der vendes tilbage til det udviklede matematiske udtryk, som definerer forholdet mellem ligevægtsarbejdstryk og brændeoverfladeareal og under indsætning af brændeoverfladearealerne for de geometriske tilstande umiddelbart før, henholdsvis umiddelbart efter tændrørets og hovedladningens rifler er brændt væk (A_b) opnås følgende:

$$A_{b1} = A_{b \text{ hovedladning}} + A_{b \text{ tændrør}} = (425,44) + (44,0) = 469,44''^2 \quad (3028,64 \text{ cm}^2)$$

$$A_{b2} = A_{b \text{ hovedladning}} + A_{b \text{ tændrør}} = (255,67) + (0) = 255,67''^2 \quad (1649,48 \text{ cm}^2)$$

$$A_{t2} = A_{t1} = 1,507''^2 \quad (9,723 \text{ cm}^2) \quad (\text{ved design})$$

n (drivmiddelbrænde-hastighedsekspONENTEN) = 0,33
hvorfor:

$$\left[\frac{\frac{469,44}{1,507}}{\frac{255,67}{1,507}} \right] \frac{1}{1-0,33} = \frac{P_{c1}}{P_{c2}} = 2,477$$

$$P_{c2} = 0,404 P_{c1}$$

Dette viser, at kammerets arbejdsstryk umiddelbart efter udbrænding af tændrøret og hovedladningens rifler er 40,4% af kammerets arbejdsstryk, umiddelbart før tændrøret og hovedladningens rifler er brændt ud.

Massestrømhastigheden (w) er i det væsentlige proportional med kammerets arbejdsstryk, og motorens kraft står i forhold til arbejdsstrykket

i kammeret ved udtrykket

$$\text{Kraft} = P_c A_t C_f$$

- 5 Det ses således, at der er opnået den ønskede betydelige reduktion af raketmotorens kraft ved udgangen fra hylsteret (omtrent 100-140 millisek. efter motorantændelsen) gennem den yderst fordelagtige, hurtige reduktion af drivmiddelbrændeoverfladearealet ifølge opfindelsen som illustreret ved sammenligning mellem punktet "A" og punktet "B" i figur 8.

PATENTKRAV

1. Drivmiddelkonfiguration for raketmotor med fast drivmiddel omfattende et i almindelighed cylindrisk hylster (14), der indeholder en i
5 det væsentlige cylindrisk hovedladning (12) med en central hulhed (16)
og en flerhed af indvendige rifflinger (24) udformet i hovedladningen
(12) omkring den centrale hulhed (16) og en tændrørsenhed (20) indehol-
dende en tændladning (64) og en central hulhed samt midler til at frem-
kalde forbrænding, så varme gasser kan strømme derfra, når tændenheden
10 er aktiveret, og til hovedladningen (12) til at fremkalde forbrænding af
denne, **KENDETEGNET** ved, **AT** tændrørsenheden (20) er arrangeret i den cen-
trale hulhed (16), således at i det mindste en del af en sådan strøm af
varme gasser rettes ind mod riffelkanterne (24), som er udformet i det
indre (16) af hovedladningen (12), idet brændeoverfladearealet af tænd-
15 rørsladningen (64) har et forudfastlagt forhold til brændeoverfladearea-
let af den riflede del af hoveddrivladningen (12), således at tændrørs-
ladningen (64) vil være helt opbrugt på det tidspunkt, hvor riffelkan-
terne (24) af hoveddrivmiddelladningen (12) er forbrugt, hvorved det
samlede brændeareal for hovedladningen (12) reduceres til en værdi, som
20 frembringer en bestemt og meget ønskelig reduktion af den samlede motor-
massestrømhastighed nær enden af affyringsmekanismen.

2. Drivmiddelkonfiguration ifølge krav 1, **KENDETEGNET** ved, **AT** det
drivmiddel, som anvendes i hovedladningen (12) er det samme som det, der
25 anvendes i tændrørsladningen (64).

3. Drivmiddelkonfiguration ifølge krav 1, **KENDETEGNET** ved, **AT**
tændrørsenheden (20) har en flerhed af udgangsporte (22, 26) i sig, gen-
nem hvilke der strømmer varme gasarter, når forbrændingen er igangsat.
30

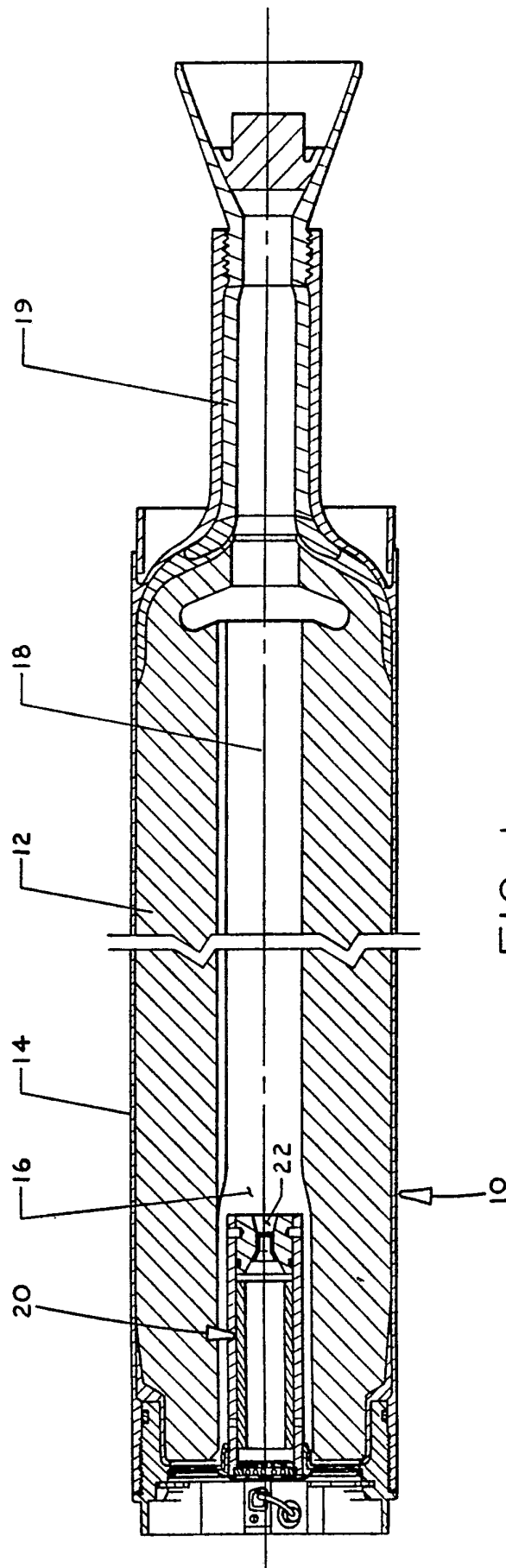
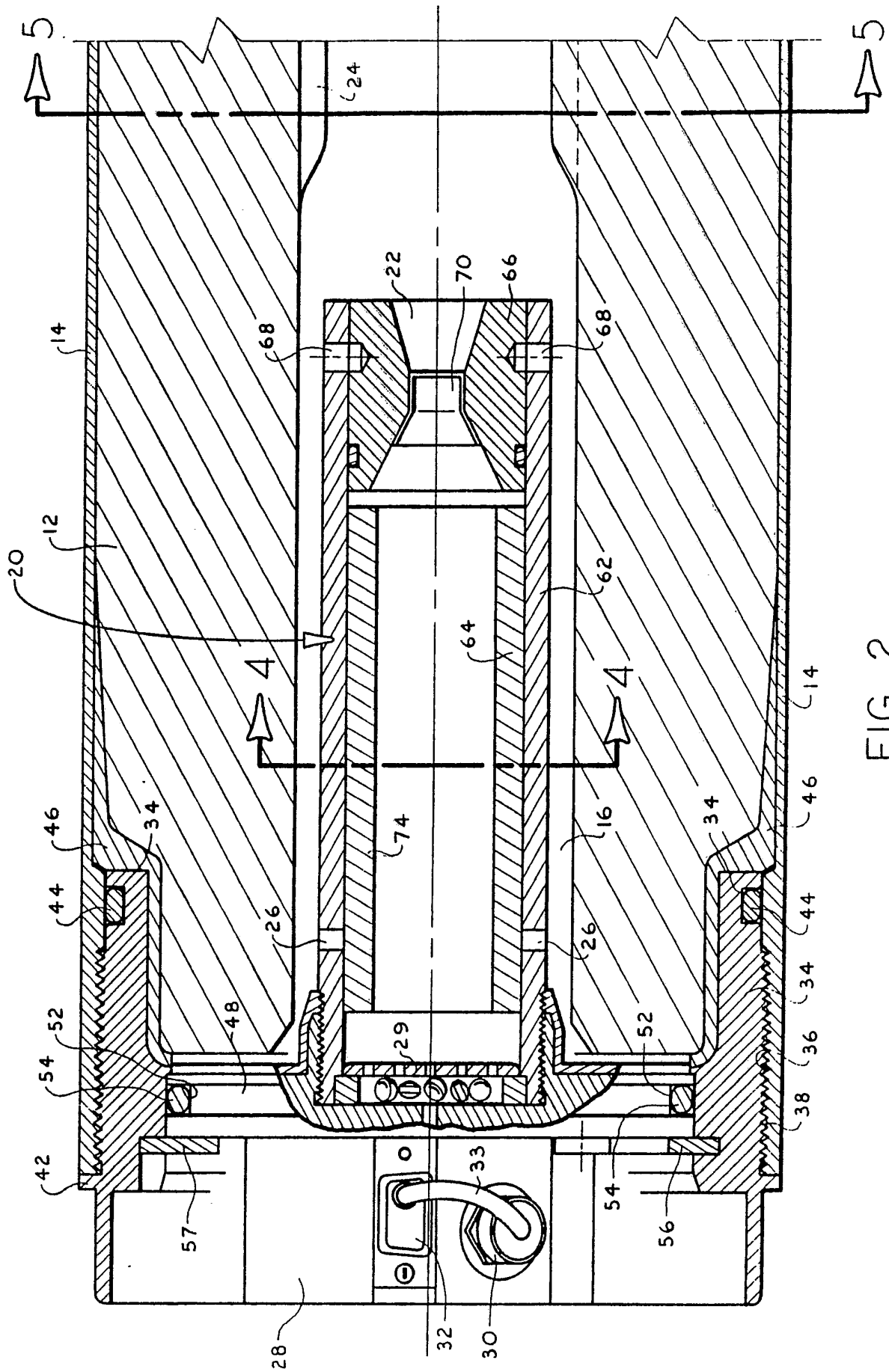


FIG. 1



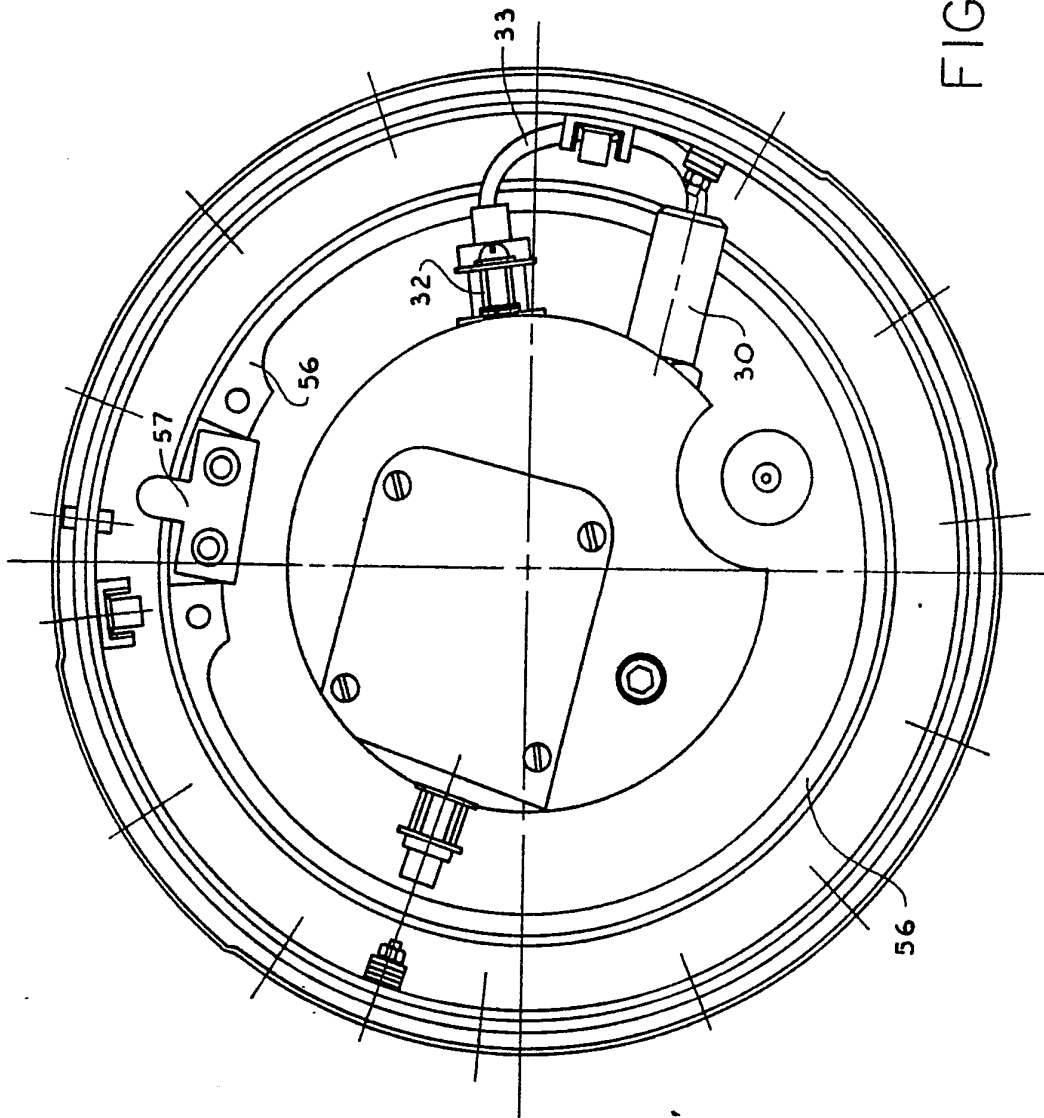


FIG. 3

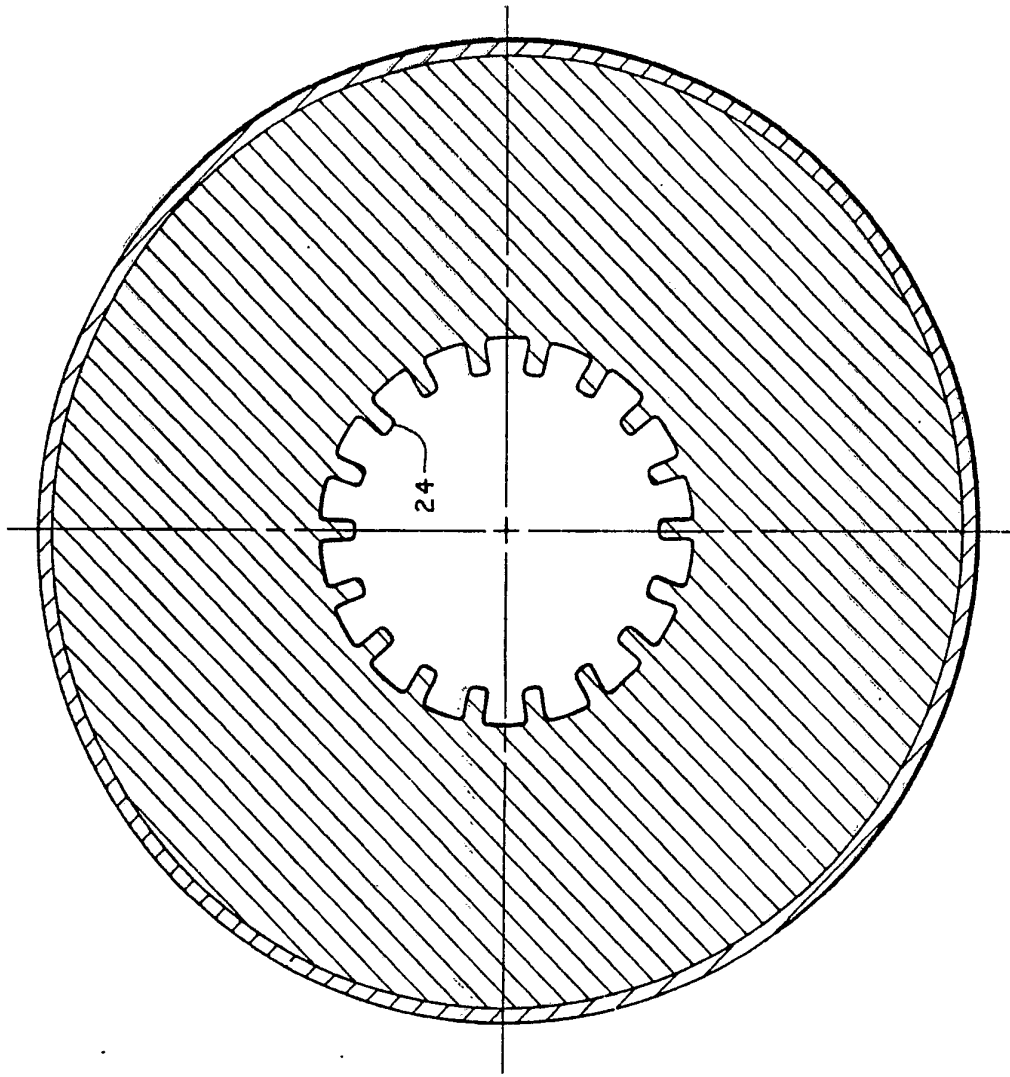


FIG. 5

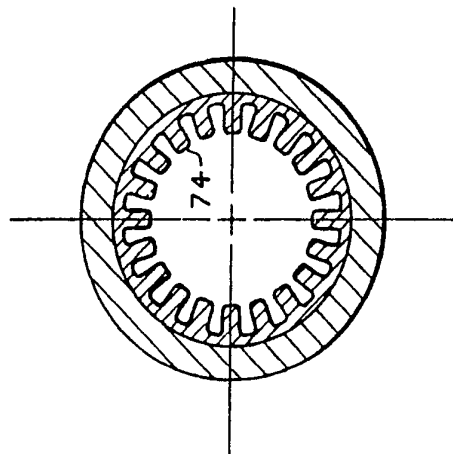


FIG. 4

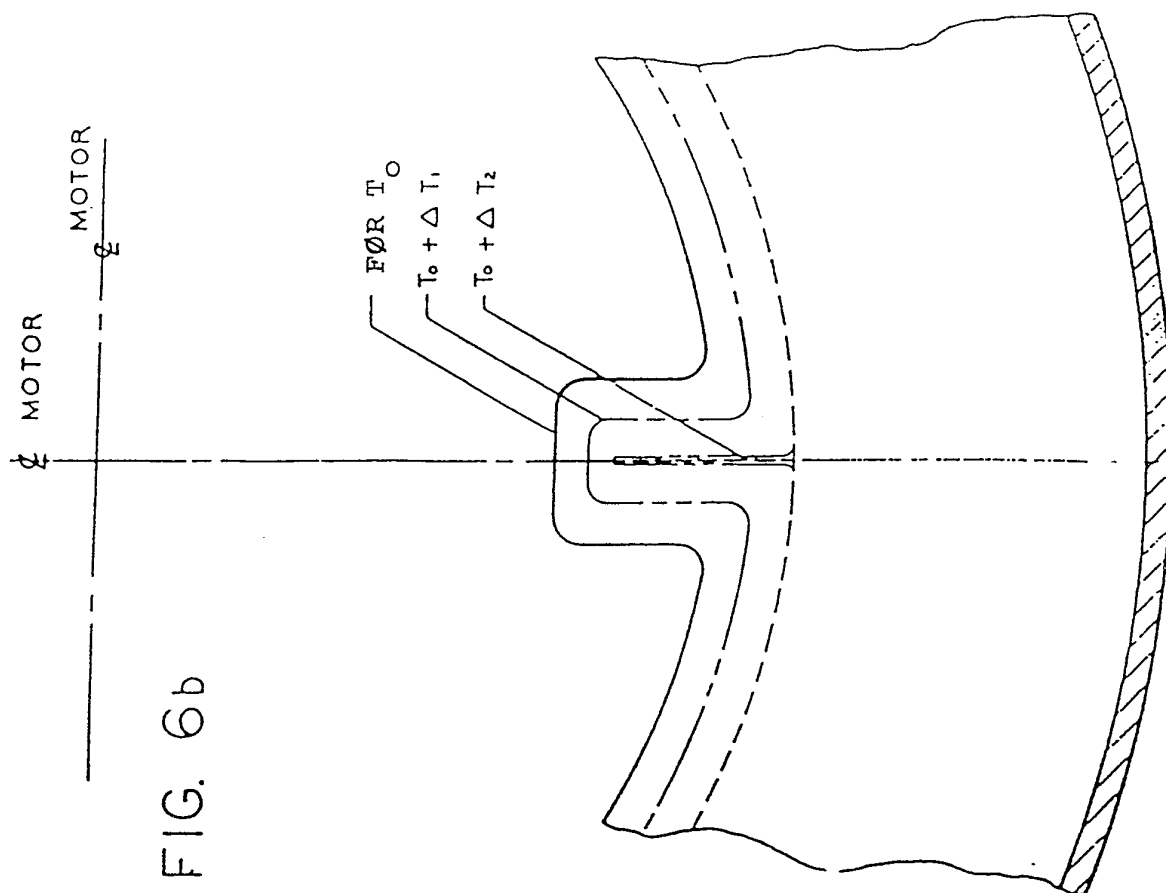


FIG. 6b

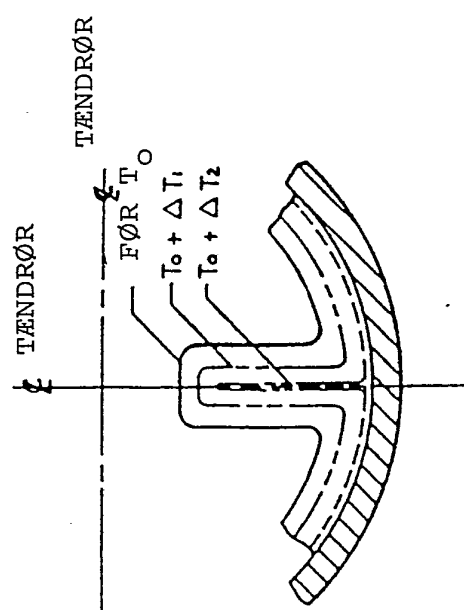


FIG. 6a

MOTORENS BALLISTISKE YDELSE

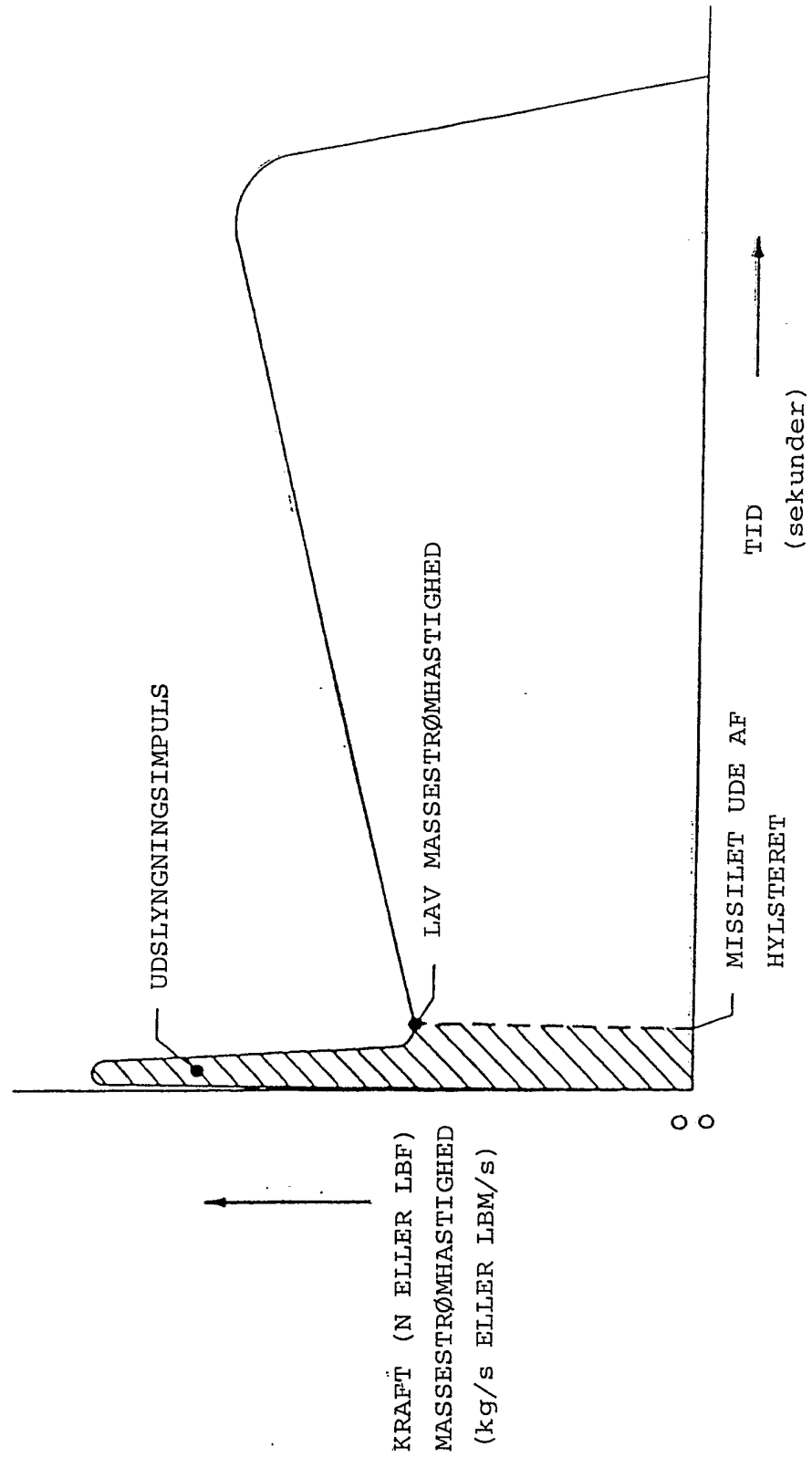


FIG. 7

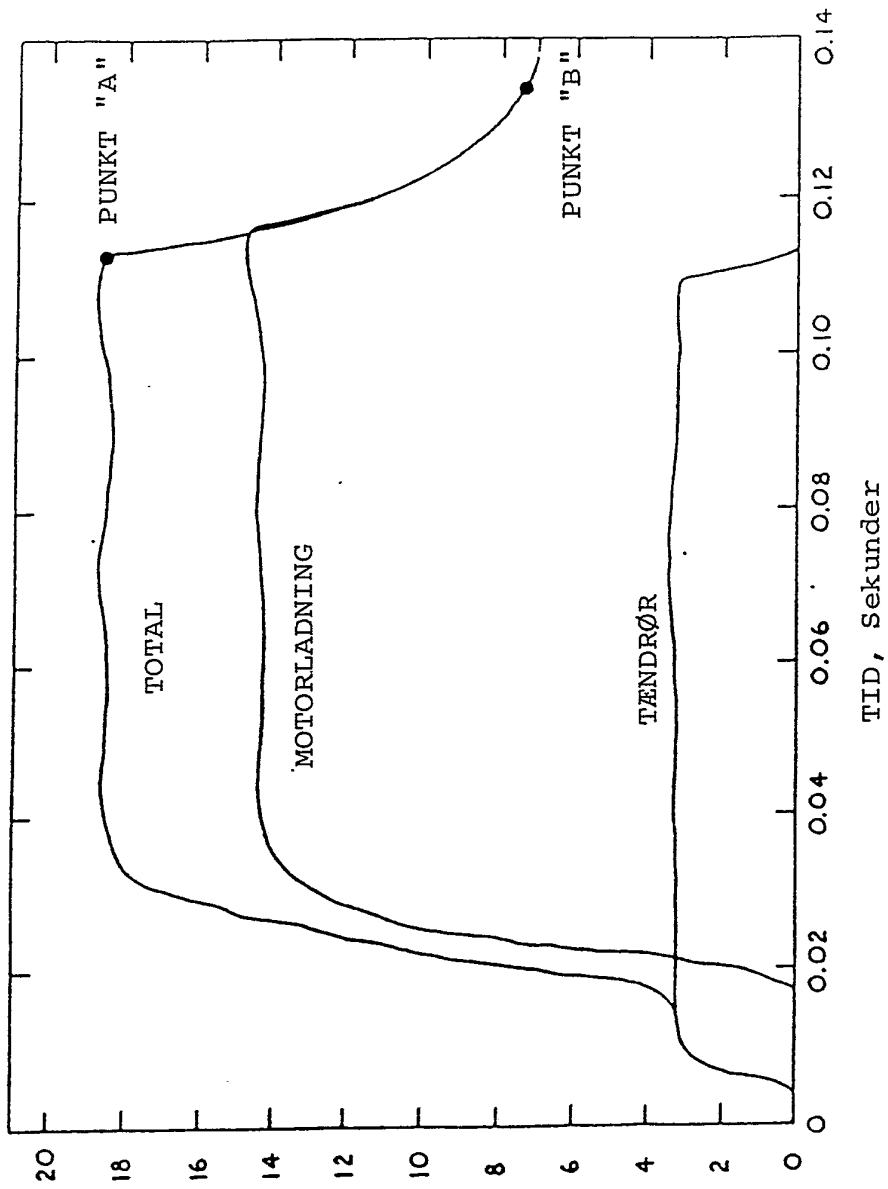


FIG. 8