



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **170708**

(13) B

(51) Int Cl⁵ H 01 S 3/125

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	861093	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	24.07.85, PCT/US85/01409
(22) Inng. dag	20.03.86	(85) Videreføringdag	20.03.86
(24) Løpedag	24.07.85	(30) Prioritet	02.08.84, US, 637097
(41) Alm. tilgj.	20.03.86		
(44) Utlegningsdato	10.08.92		

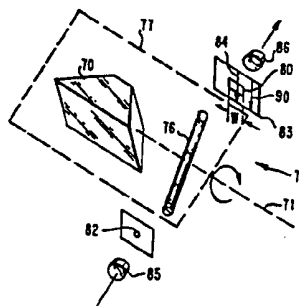
(71) Patentsøker	Hughes Aircraft Company, 7200 Hughes Terrace, Los Angeles CA 90045-0066, US
(72) Oppfinner	Donald R. Dewhirst, Torrance, CA, US Robert L. III Duvall, Torrance, CA, US
(74) Fullmektig	Jens F.C. Langfeldt, Bryhns Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Anordning for styring av resonatorforsterkningen hos en pulslaseranordning

(56) **Anførte publikasjoner** FR patent nr 1537891, US patent nr 3434073, 3548253, 3609588.

(57) **Sammendrag**

En CO₂ TEA-laser som anvender en intra-hulroms roterende prisme Q-bryter (70) for vinkelmessig å omveksle resonatorforsterkningen ved periodisk å bevirke resonatorspeilene (54, 56) til å være innrettet. En opto-elektronisk tidsstyringsanordning (79), som omfatter en glass-stav (76) med gradert indeks som roterer med Q-bryterprismet, genererer en puls til å initiere laserutladningen på det riktige tidspunkt før speilene er innrettet slik at laserutgangspulsen opptrer når toppforsterkning oppnås. Q-bryterens rotasjonshastighet velges slik at tidsintervallet i hvilket speilene er innrettet ikke er langt nok til å understøtte halepartiet av den pulsen som er typisk for den forsterkningsomvekslede CO₂ TEA-laseren.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører en anordning for styring av resonatorforsterkningen hos en pulslaseranordning, omfattende en omhylning som inneholder et aktivt medium deri og resonatorspeil som er optisk innrettet med omhylningens langsgående akse, idet resonatorens optiske akse i nevnte laseranordning reflekteres av en roterende prisme Q-svitsj som er innskutt mellom nevnte resonatorspeil, middel for å rotere nevnte prisme Q-svitsj, hvorved resonatorspeilene i nevnte laser vinkelmessig innrettes periodisk av det roterende prismet, og en optisk bildedanningsanordning som innbefatter en fotodetektor, en lyskilde og en optisk føringsvei koplet til nevnte roterende middel for optisk å kople lys fra lyskilden til fotodetektoren for derved å generere en tidsbestemt elektrisk puls for energisering av det laseraktive medium, idet tidsstyringen av nevnte elektriske puls er slik at der bevirkes innrettingen av nevnte svitsj til å opptre når nevnte aktive medium har oppnådd topp forsterkning.

CO₂-laseren har lenge vært tilgjengelig og kan utformes til å frembringe en kontinuerlig eller pulset laserstråle. Den er i stand til å gi høy gjennomsnittseffektutmatning samtidig som den opprettholder den høye grad av spektralrenhet og rommessig koherens, som er kjennetegnende ved laveffekts atomære gasslasere. En elektrisk utladning er det mest vanlige eksiteringsmidlet. Operasjonsvirkningsgrad og utgangseffekt blir i stor grad økt ved tilføyelse av nitrogen og helium til fyllgassen. Helium hjelper til med depopulering av terminallasernivået og nitrogen eksiterer kulldioksidmolekyler ved kollisjonsmessig energioverføring. For å lette utladningen, opereres den CW (kontinuerlig-bølge) eksiterte CO₂-laseren ved lavt trykk, av størrelsesorden 100 Torr.

P.g.a. den lange levetiden for vibrasjonsnivåene, er det mulig å lagre energi i utladningsmediet ved blokkering av laserstrålens vei innenfor resonatoren, hvorved laseroscilla-

sjon hindres. Hvis blokken plutselig fjernes, vil så utmatningen fra laseren skje i form av en skarp puls med størrelsesorden to til tre større enn den gjennomsnittlige kontinuerlige bølgeeffekten som oppnås fra denne laser. Operasjonsmodusen kalles Q-svitsjing. Ved en typisk kjent anordning hvor gassen eksiteres ved CW-utladning, skjer Q-svitsjing ved å erstatte et av laserhulromsspeilene med et roterende speil. Laserpulsene ved 10,6 mikron frembringes hver gang det roterende speilet innrettes med det motstående stasjonære speilet.

En mer virksom fremgangsmåte for å frembringe pulser med høy toppeffekt fra CO₂ TEA-lasere er bruken av en pulset høyspenningsutladning i et gassmedium ved langt høyere trykk. Slik det er kjent, er en CO₂ TEA (tverreksitert atmosfærisk) laser en type av CO₂-laser hvor eksitering av det aktive medium er på tvers av laserstråleaksen og, p.g.a. en kortere sammenbruddslengde, kan operere i et gasstrykkområde som er høyere enn det for langsgående eksiterte gasslasere, hvorved oppnås en høyere effektutmatning pr. enhets volum p.g.a. den større tettheten av laseroperasjonmolekyler. I denne laser er gasstrykket nær en atmosfære og utladningen er meget hurtig og på tvers av stråleaksen. Ved å operere på høyere trykk, økes tettheten av eksiterte CO₂-molekyler, og derved proporsjonalt økende toppeffektutmatning. Vanskeligheten med å skape utladningen i gassen med høyere trykk kompenseres av den reduserte banelengden for den tverrgående utladning. Høy toppeffekt for CO₂ TEA-lasere oppnås ikke ved hjelp av en Q-svitsj, men skyldes den hurtige utladning som bevirker forsterkningen til å bygges opp hurtigere enn laserpulsene. Denne fremgangsmåte kalles "forsterkningssvitsjing".

Den hurtige utladningsmetoden er uønsket for mange laseranvendelser p.g.a. at tilstrekkelig nitrogeneksitering blir tilbake etter initiallaserpulsene til å opprettholde laseroscillasjon på et effektnivå av 1/10 til 1/4 av toppen. Utgangsenergien etter hovedpulsene refereres til som "halen"

og inneholder typisk mer enn halvparten av energien og varer inntil flere mikrosekunder. Ved laseravstandssøker-anvendelser, blir halen tilbakespredt inn i mottakeren, hvorved mottakeren "blindes" under de få mikrosekunder som halen eksisterer, hvilken blinding er uakseptabel.

Halen kan elimineres ved tilføyelsen av en Q-svitsj, hvor Q-svitsjen innkople under hovedpulsene og så utkoples for å hindre halen. Q-svitsjen kan også øke topputgangseffekten ved å forsinke svitsjens åpning slik at laserpulsene opptrer nær toppforsterkning. For den forsterkningskoplete laser, kan pulsen opptre godt før toppforsterkning, hvorved haleenergien økes.

Ettersom CO₂ TEA-lasere har en eksitert tilstandslevetid av kun noen få mikrosekunder, vil en tidsstyringsnøyaktighet av noen få hundre nanosekunder kreves for tidsforsinkelsen mellom gassutladningen og Q-svitsjåpningen. Hittil var kun den elektro-optiske Q-svitsjen i stand til å gi denne grad av tidsstyringsnøyaktighet. Imidlertid har den elektro-optiske Q-svitsjen alvorlige ulemper når den anvendes med CO₂ TEA-lasere p.g.a. dens kostnad, kompliserte skjærhet og dens mottakelighet for laserskade.

Det som er ønskelig er en anordning hvor Q-svitsjen kan anvendes med CO₂ TEA-lasere uten de tidligere nevnte ulemper ved den elektro-optiske Q-svitsjen, idet tidsstyringsnøyaktighet som kreves for laseroperasjon fortsatt tilveiebringes.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer en anordning av den innledningsvis nevnte type og som kjennetegnes ved at lyskilden er en punktluskilde og den optiske føringsveien omfatter en glasstav med gradert indeks eller et par linser for dannelse av et bilde av lyskilden som bevirkes til å sveipe over fotodetektoren ved rotasjon av nevnte prismer Q-

svitsj, hvorved frembringes nevnte tidsbestemte elektriske puls.

5 Ifølge ytterligere utførelser av anordningen er nevnte optiske føringsvei er dannet av en fiberoptikkstav som har gradert indeks og er koblet til nevnte roterende middel.

10 Lyskilden er et lite hull som er opplyst bakfra eller en lysemitterende diode med liten apertur, og at bildet dannes på en slisse som er plassert foran fotodetektoren. Det lille hullets og slissens steder og lengden av nevnte optiske fiberstav som har gradert indeks, velges slik at staven danner et oppreist reelt bilde av det lille hullet på planet for slissen. En ende av den fiberoptiske staven som har
15 gradert indeks er kuttet i en vinkel slik at det lille hullets bilde går inn på fotodioden kun en gang for hver omdreining av nevnte prisme Q-svitsj. Utmatningen fra nevnte fotodiode er differensiert forut for energisering av nevnte laseraktive medium.

20 Nevnte Q-svitsj prisme er anbragt på en ende av resonatoren og utformet slik at nevnte resonatorspeil kan anbringes hosliggende hverandre på den motsatte enden, hvorved tilveiebringes innrettingsstabilitet av laser-resonatoren.

25 Laseren kan omfatte en CO₂ TEA laser og Q-svitsjens rotasjonshastighet er valgt til å eliminere utløperen.

30 For en bedre forståelse av oppfinnelsen samt ytterligere trekk og formål ved denne henvises det til den etterfølgende beskrivelse som skal leses i forbindelse med de vedlagte tegninger, hvor:

35 Fig. 1 er et forenklet tverrsnittriss av tidligere kjent kontinuerlig bølge CO₂-laser modifisert til å anvende en roterende reflektor som en Q-svitsj til å frembringe et tog av pulsede laserutmatninger,

Fig. 2 er et forenklet tverrsnittriss av en tidligere kjent CO₂ TEA-laser modifisert til å anvende en elektrooptisk Q-svitsj,

5 Fig. 3 er et delvis tverrsnittriss av en CO₂ TEA-laser som anvender en roterende prisme Q-svitsj ifølge den foreliggende oppfinnelses lære,

10 Fig. 4 er et forenklet skjematisk riss over komponentene som omfatter den opto-elektroniske tidsstyringsanordningen ifølge den foreliggende oppfinnelse,

15 Fig. 5 er et tidsdiagram som illustrerer triggingspulstidspunkt til å initiere laseroperasjon i CO₂ TEA-laseren vist i fig. 3 og den resulterende laserpulsutmatning, og

20 Fig. 6a og 6b er gjengivelser av fotografier av CO₂ TEA-laserens tidsbestemte pulsform henholdsvis forsterkningssvitsjet (Fig. 6a) og Q-svitsjet (Fig. 6b), hvor begge skalaer er 200 nanosekunder pr. deling horisontalt og 60 KW pr. deling vertikalt.

25 De samme henvisningstallene identifiserer identiske komponenter i hver av figurene.

30 For formål å forstå bakgrunnen for den foreliggende oppfinnelse vil en diskusjon av noen av den kjente teknikks CO₂ laserløsninger være nyttig.

35 Fig. 1 viser en tidligere kjent kontinuerlig-bølge høyeffekts-kulldioksydlaser 8 modifisert til å operere i Q-svitsjingsmodus ved hjelp av et roterende speil. Fordelene med å operere en laser av CO₂-typen i Q-svitsjingsmodus er blitt beskrevet ovenfor med henvisning til den bakgrunnsmessige del i denne beskrivelse. Essensielt tilveiebringer

Q-svitsjing laserutgangspulser som har en langt høyere toppeffekt enn den som tilveiebringes ved å operere en CO₂-laser i den kontinuerlige bølgemodus. Som vist i fig. 1, oppnås Q-svitsjing ved å erstatte et av laserresonatorspeilene med et roterende speil 10. I den forenklete, viste versjon omfatter laseren 8 i tillegg et Brewster-vindu 12, Pyrexrør 13, et kjølemiddel (vanligvis vann) som befinner seg i en innhylning 16 som har innløps og utløpsporter, henholdsvis 18 og 20, gassinnløpsporter, henholdsvis 22 og 24, en fleksibel belg 25 og et utgangsspeil 27. En potensialkilde 28 er koplet mellom elektroder 29 og 30 i serie med en motstand 32. En forutblandet gass, typisk omfattende CO₂, N₂ og He, innføres i røret 13 gjennom innløpsport 22. Speilet 27 er dielektrisk belagt og sender laserstråling 29 med 10,6 mikron.

Under drift bevirkes speilet 10 til å rotere slik at optisk innretting av speilene 10 og 27 opptre periodisk. Kontinuerlige tog av laserpulser med høy toppeffekt er nyttige for bestemte kuttings- og maskineringsoperasjoner, optiske kommunikasjoner og optisk radar.

Fig. 2 illustrerer en CO₂ TEA laser 40 som elektrisk eksitering med hurtig utladning. For enkelhets skyld er innløps- og utløpsportene for gasskjølemiddel og avkjølingsanordningene (om noen) ikke blitt illustrert. Laseren 40 kan anvende vannavkjøling og/eller sirkulere gassen gjennom en varmeveksler for høy pulsrepetisjonsfrekvens (PRF) drift. Lasergassblandingen innføres til Pyrex-røret 42 ved eller nær en atmosfæres trykk. Laseren 40 understøtter parallelle plateelektroder 44 og 46 og har keramiske kondensatorer 48 og 50 montert ved hver ende. En pre-ioniseringstriggertråd 52 forløper mellom kondensatorene 48 og 50. Et fullstendig reflekterende speil 54 og et delvis reflekterende speil 56 er anbragt hosliggende endene av laseren 40 til å danne det optiske resonatorhulrommet. Laserutmatningen 58 på 10,6 mikron sendes ut av utgangsspeil 56.

Under drift energiserer en triggergenerator 62 høyspenning-
pulser i en pulsator 64, hvis utmatning tilføres metalle-
lektrode 44. En høyspenningpuls frembragt av pulsatoren 64
5 ioniserer gassen innenfor røret eller omslutningen 42 som
bevirker en glødeutladning til å opptre, idet glødeut-
ladningen bevirker det aktive mediet (CO₂ molekyler i dette
tilfellet) til å bli eksitert til en populasjonsinver-
sjonstilstand til å muliggjøre laseroperasjon. Triggerege-
neratoren 62 aktiverer også en høyspenningpulsgenerator 67
10 til å tilføre en høyspenningpuls til en optisk lukkeranord-
ning 68 etter en tidsforsinkelse tilveiebragt av en tidsfor-
sinkelseanordning 66. Den optiske lukkeranordningen 68 er
den elektro-optiske Q-svitsjen beskrevet ovenfor og er
15 virksom til å hindre transmisjon av laserlyset innenfor
laserresonatoren, dannet av speilene 54 og 56, med mindre den
er innkoplet. Lukkeren 68 omfatter typisk et CdTe elektro-
optisk krystall med polarisatorer 69 ved hver ende. Lukkeren
68 sender laserlys på 10,6 mikron når en høyspenningpuls fra
20 høyspenningpulsgeneratoren 67 tilføres denne, idet slik
høyspenning typisk er en puls av fast tidsvarighet.
Tidsforsinkelsen 66 forutbestemmes, og velges til å åpne
lukkeren 68 til å frembringe laserpuls på et tidspunkt når
forsterkningsmediet er nær maksimum forsterkning, for derved
25 å frembringe den maksimale topputgangseffekt. Tidsvarigheten
av høyspenningpuls som tilføres lukkeren 68 velges til å
lukke lukkeren 68 like etter hovedpuls, hvorved hindres
lavintensitetshalen som normalt vil følge. Selv om nøyaktig
tidsstyring kan tilveiebringes ved kombinasjonen av for-
30 sinkelseelement 66 og lukker 68, anvendes denne kombinasjon
sjelden for CO₂ TEA-lasere p.g.a. kostnaden, kompleksiteten,
skjørheten og mottakeligheten for laserskade hos den elektro-
optiske lukkeren 68 og polarisatoren 69.

35 Fig. 3 illustrerer CO₂ TEA-laseren vist i fig. 2 ogmodifisert
ifølge den foreliggende oppfinnelse lære. Det skal
imidlertid forstås at, selv om den foreliggende oppfinnelse

er rettet på CO₂ TEA-lasere, kan oppfinnelsen anvendes med andre typer av lasere som Q-svitsjes ved hjelp av et roterende prisme hvor den nøyaktige tidsstyring av forsterkningsmediets eksitering med det roterende prismet kreves. Et intra-hulroms Q-svitsjprisme 70 er dreibart om en akse 71 ved hjelp av en motor 72.

Det roterende prismet 70 svitsjer vinkelmessig resonatorforsterkningen ved periodisk å sveipe gjennom innretning med speilene 54 og 56. For hver kombinasjon av laserdriftstilstander (resonatorlengde, forsterkning, utmatning, kopligng etc.), er der en optimal prismetrotasjonshastighet. Denne er den vinkelmessige hastighet ved et "godt" innretningstidsintervall på størrelsesorden av pulsoppbygningstiden hvor en enkelt utgangspuls frembringes. Hvis for hurtig, har laserpulsene utilstrekkelig tid til å bygge opp, hvilket reduserer pulsutgangseffekten. Hvis ikke hurtig nok, frembringes flere utgangspulser.

Lys som er generert i resonatorhulrommet dannet mellom speilene 54 og 56 reflekteres av de skråstilte overflater 73 og 74 hos prismet 70 på en måte slik at prismet 70 folder resonatoren til en "U"-konfigurasjon. I den foretrukne utførelsesform tillater den foldete resonatoren at speilene 54 og 56 plasseres nær hverandre for innretningsstabilitet. Eksempelvis kan speilene 54 og 56, selv om de er vist som separate komponenter, kombineres til et enkelt speil dannet innenfor et stivt rammeelement, idet en del av speilet har et delvis transmitterende belegg, og det andre delen av speilet har et totalt reflekterende belegg. Hvis således rammen som inneholder det enkelte speil utsettes for termiske eller mekaniske påkjenninger, overføres den samme endring i innretning til begge speildelene for effektivt å utligne eventuelle påkjennings-bevirket feilinnretning av laserresonatoren. Prismegeometrien velges til å gjøre resonatorinnretningen upåvirket av små vinkelmessige forskyvninger av prismet om dets ikke-roterende akser. Hvis eksempelvis

prismet 70 forskyves til den del som er vist ved de stiplede linjer, er den relative vinkelmessige innretting mellom innfallende og reflekterte stråler uendret. Ettersom resonatorspeilene 54 og 56 sveipes gjennom innretting med hverandre om prismets rotasjonsakse, blir resonatorinnrettingen ikke påvirket av små vinkelmessige vippinger av speilene 54 og 56 hvis de beveges som et enkelt speil relativt prismet.

Fig. 4 viser en opto-elektronisk tidsstyringsanordning 79 konstruert ifølge den foreliggende oppfinnelse lære. En betydelig forskjell eksisterer mellom elektro-optiske og roterende prisme Q-svitsjer i hvilke, for prismebryteren, en laserpuls kun kan opptre ved tidspunkter hvor prismet er innrettet med resonatorspeilene. Tidsstyringsanordningen 79 genererer et preinnrettingssignal til å trigge utladningen ved det riktige tidspunktet før prismeinnetting. Den nødvendige ledetid for en CO₂ TEA-laser er typisk ca. 4 mikrosekunder med 10% maksimal variasjon (gjentagbarhet av pulsinitieringstid) for å redusere skudd-til-skudd variansen av utgangseffekten. Forut for den foreliggende oppfinnelse var en roterende prisme Q-svitsj ikke i stand til å kunne anvendes i CO₂ TEA-lasere p.g.a. problemet med gassutladningstidsstyring.

Tidsstyringsanordningen 79 omfatter en glass-stav 76 med gradert indeks, en slisse 80 i dens tilhørende plan 83, et lite hull 82, en LED-kilde 85 og en fotodetektor 86. Staven 76 med gradert indeks (slik som en SELFOC-fiberoptisk stav fremstilt av Nippon Sheet Glass Company, Ltd., Tokyo, Japan) har en radiell brytningsindeks som er parabolisk ved at brytningsindeksen for kjernen er størst på den optiske akse og kontinuerlig avtar mot dens periferi. Som sådan har staven 76 kjennetegnene for en vanlig sfærisk linse. De optiske bildedanningsegenskaper bestemmes av stavlengden og kildens objektsted.

Slissen 80 og det lille hullet 82 plasseres på passende like avstander fra, og på en linje gjennom rotasjonsaksen 71. Separasjonen mellom det lille hullet og slissen og lengden for staven med gradert indeks velges slik at staven danner et opprett reelt bilde av det lille hullet på plan 83 av slissen 80. Det er nødvendig å danne et opprett i stedet for et invertert bilde, fordi et invertert bilde av det lille hullet 82 ville være, p.g.a. den optikk som er involvert, stasjonært på slisseplanet 83 når staven 76 roteres gjennom innretting med det lille hullet 82. Et opprett bilde blir på den annen side sveipt over slissen 80 i retningen av pilen 84 når staven 76 roteres gjennom innretting. Det bør bemerkes at et par linser (for å gi et opprett bilde), konfigurert til å danne en optisk overføring, kan anvendes til å oppnå den samme funksjon som staven 76. Imidlertid er staven 76 med gradert indeks den foretrukne teknikk p.g.a. dens mindre størrelse. Den bakre overflaten av det lille hullet 82 blir kontinuerlig belyst av LED-lyskilden 85 og det belyste hullbildet detekteres av PIN-fotodiode 86 på den bakre overflaten av slissen 80. Lengden av staven 76 og stedet for det lille hullet bestemmer typen av bilde, dvs. opprett eller invertert, dannet ved slissen 80. Bredden W av slissen 80 er fortrinnsvis av størrelsesorden lik bildebredden, idet lengden av slissen ikke er kritisk for operasjonen ifølge den foreliggende oppfinnelse. Det bør bemerkes at en LED med lite emitterende areal kan anvendes, hvorved elimineres behovet for det lille hullet 80 ettersom det lille hullet kun anvendes til å definere bildestørrelsen. Et lite bilde ønskes for god tidsstyringsnøyaktighet. Ettersom det er ønskelig kun å generere en puls pr. rotasjon av staven 76, blir ende for ende tvetydigheten av staven eliminert ved å kutte en stavende i en svak vinkel slik at det lille hullbildet ikke sveiper over PIN-fotodioden 86 for feilaktig stavorientering som vist ved pilen 90.

Under drift, når det lille hullbildet krysser slissen 80 for riktig stavorientering, genereres en puls av fotodioden 86

som bevirker en logisk nivåpuls til å bli koplet til terminal 88 (fig. 3). Når laseren klargjøres av et logisk signal på 89, energiserer den logiske puls på terminal 88 høyspenningspulsatoren 64, som bevirker gassutladningen til å dannes i CO₂ TEA-laseren 40 som beskrevet ovenfor og vist i fig. 2 for den elektro-optiske Q-svitsjen.

Det relative vinkelmessige forhold mellom kombinasjonen av det lille hullet/slissen, staven med gradert indeks, resonatorspeilene og prismet etablerer ledevinkelen som, sammen med prismets rotasjonshastighet, bestemmer triggerpulsledetiden. Ledevinkelen justeres til å trigge gassutladningen 4 mikrosekunder før prismeinnrettingen med resonatorspeilene. Ledevinkelen er så liten (typisk ca. 0,2°) at vinkelen må etableres ved justering av orienteringen av det lille hullet/slissen, hvor laserutmatningen gjøres størst mens laserens avfyres med en passende PRF. Det kan også være nyttig å justere vinkelen noe større enn det som behøves, og å tilføye en variabel i den elektroniske kretsen etter fotodiodeutgangstriggersignalet. Tidsstyringssekvensen er vist i fig. 5, hvor 90 er fotodiodetriggersignalet, 91 er den variable forsinkelse og 92 høyspenningspulsatorens utgangspuls. Laserutgangspulser som oppstår fra tidlig-til-sen puls tidsstyring er vist i fig. 5 som pulser 96, 98, 100 (optimal tidsstyring), 102 og 104. Utgangseffekten ble bestemt eksperimentelt til å være redusert med 1/2 for 1-1/2 mikrosekunders tidlig eller sen pulstidsstyring.

Pulsstyringsvariasjon eller "dirring" (jitter) er en viktig parameter i den foreliggende oppfinnelse og relaterer til skudd-til-skudd tidsvariasjon mellom fotodetektortriggerpuls 92 og optimal laserpulsutgangstid 100. De tre største kildene for pulsdirring hos tidsstyringsanordningen 79 er variasjoner hos fotodiodestrømpulsamplituden, prismerotasjonshastigheten og tidsforsinkelsene innenfor selve pulsatoren. Bidraget til pulsdirring hos hver av disse kan reduseres til under 100 nanosekunder ved å styre prismets

rotasjonshastighet til innenfor 2%, riktig utformning av pulsatorelektronikken og pulsdifferensiering av fotodiodens utgangsstrømpuls. Med disse styringer, kan skudd-til-skuddtids dirringen (jitter) kunne holdes til ca. 150 nanosekunders RMS, som er godt innenfor kravene til en CO₂ TEA-laser Q-svitsj.

En CO₂ TEA-laser som omfatter prinsippene for den foreliggende oppfinnelse er blitt konstruert. Konstruksjonsverdiene som velges for tidsstyringsanordningen 79 er en stavlengde lik 3 cm, en lite hull/slisseparasjon lik ca. 5 cm og lite hull/slissebredde av 100 mikrometer. Den optimale prismetrotasjonshastighet for den konstruerte anordning ble bestemt til å være ca. 7500 omdreininger pr. minutt.

Ytelsen for den anordning som ble konstruert for testing var utmerket. Hovedpulsenergien og effekten ble øket og halen fullstendig eliminert. Med prismet holdt stasjonært og innrettet med speilene 54 og 56, blir laseren forsterknings-svitsjet og pulsformen er den typiske hovedpuls fulgt av en hale med noen få mikrosekunders varighet. Når Q-svitsjet, er utmatningen en enkelt puls med 70 nanosekunders puls-bredde. Utgangsenergien for Q-svitsjlaseren (prismet roterende med 7500 omdreininger pr. minutt) var 23 millijoule sammenlignet med 38 millijoule for den forsterkningssvitsjede utførelsesform i hvilken halvparten av energien er i halen. Toppeffekten for 40 skudd hadde et gjennomsnitt på 320 kilowatt (20% høyere enn for den forsterkningssvitsjede laser) med et standardavvik lik 25%. De høye og lave pulser var 400 og 220 kilowatt. Pulstidsstyringsdirringen var ca. 350 nanosekunder RMS som ikke ble oppnådd med noen av pulsdirringsstyremetodene anmerket ovenfor. Oscilloskopfotografier av de forsterkningssvitsjede og Q-svitsjede utgangspulser er vist i fig. 6.

Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer således en CO₂ TEA-laser hvor toppeffekten hos laserutgangspulsen økes og

med nitrogenhalen, normalt knyttet til elektriske hurtigut-
ladnings-eksiteringsteknikker, eliminert. Den opto-elek-
troniske tidsstyringsmetode anvendt i forbindelse med den
roterende prisme Q-svitsjen unngår komplisertheten, skjørhe-
ten og mottakeligheten for laserskade hos elektro-optisk Q-
svitsjer.

Selv om oppfinnelsen er blitt beskrevet med henvisning til
dens foretrukne utførelsesformer, vil det forstås av fagfolk
at forskjellige endringer kan foretas, og ekvivalenter kan
erstatte elementer derav uten å avvike fra oppfinnelses sanne
ide og omfang. I tillegg kan mange modifikasjoner foretas
for å tilpasse en spesiell situasjon eller et materiale til
oppfinnelsens lære uten å avvike fra dens vesentlige lære.

P a t e n t k r a v

1.

Anordning for styring av resonatorforsterkningen hos en pulslaseranordning (40), omfattende en omhylning som inneholder et aktivt medium deri og resonatorspeil (54, 56) som er optisk innrettet med omhylningens langsgående akse, idet resonatorens optiske akse i nevnte laseranordning (40) reflekteres av en roterende prisme Q-svitsj (70) som er innskutt mellom nevnte resonatorspeil, middel (72) for å rotere nevnte prisme Q-svitsj (70), hvorved resonatorspeilene (54, 56) i nevnte laser (40) vinkelmessig innrettes periodisk av det roterende prismet (70), og en optisk bildedanningsanordning (79) som innbefatter en fotodetektor (86), en lyskilde (82, 85) og en optisk føringsvei (76) koplet til nevnte roterende middel (72) for optisk å kople lys fra lyskilden (82, 85) til fotodetektoren (86) for derved å generere en tidsbestemt elektrisk puls for energisering av det laseraktive medium, idet tidsstyringen av nevnte elektriske puls er slik at der bevirkes innrettingen av nevnte svitsj (70) til å opptre når nevnte aktive medium har oppnådd topp forsterkning, k a r a k t e r i s e r t v e d at lyskilden (82, 85) er en punktlyskilde og den optiske føringsveien (76) omfatter en glasstav med gradert indeks eller et par linser for dannelse av et bilde av lyskilden (82, 85) som bevirkes til å sveipe over fotodetektoren (86) ved rotasjon av nevnte prisme Q-svitsj (70), hvorved frembringes nevnte tidsbestemte elektriske puls.

2.

Apparat som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d nevnte optiske føringsvei er dannet av en fiberoptikkstav (76) som har gradert indeks og er koblet til nevnte roterende middel (72).

3.

Apparat som angitt i krav 2, karakterisert ved at lyskilden (82, 85) er et lite hull (82) som er opplyst bakfra eller en lysemitterende diode (LED) (85) med liten apertur, og at bildet dannes på en slisse (80) som er plassert foran fotodetektoren (86).

4.

Anordning som angitt i krav 3, karakterisert ved at det lille hullets (82) og slissens steder og lengden av nevnte optiske fiberstav (76) som har gradert indeks, velges slik at staven danner et oppreist reelt bilde av det lille hullet (82) på planet (83) for slissen (80).

5.

Apparat som angitt i krav 4, karakterisert ved at en ende av den fiberoptiske staven (76) som har gradert indeks er kuttet i en vinkel slik at det lille hullets bilde går inn på fotodioden (86) kun en gang for hver omdreining av nevnte prisme Q-svitsj (70).

6.

Apparat som angitt i krav 5, karakterisert ved at utmatningen fra nevnte fotodiode (86) er differensiert forut for energisering av nevnte laseraktive medium.

7.

Apparat som angitt i krav 1, karakterisert ved at nevnte Q-svitsj prisme (70) er anbragt på en ende av resonatoren og utformet slik at nevnte resonatorspeil (54, 56) kan anbringes hosliggende hverandre på den motsatte enden, hvorved tilveiebringes innrettingsstabilitet av laserresonatoren.

8.

Apparat som angitt i et hvilket som helst av de foregående
krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at laseren omfatter
5 en CO₂ TEA laser (40) og Q-svitsjens rotasjonshastighet er
valgt til å eliminere utløperen.

10

15

20

25

30

35

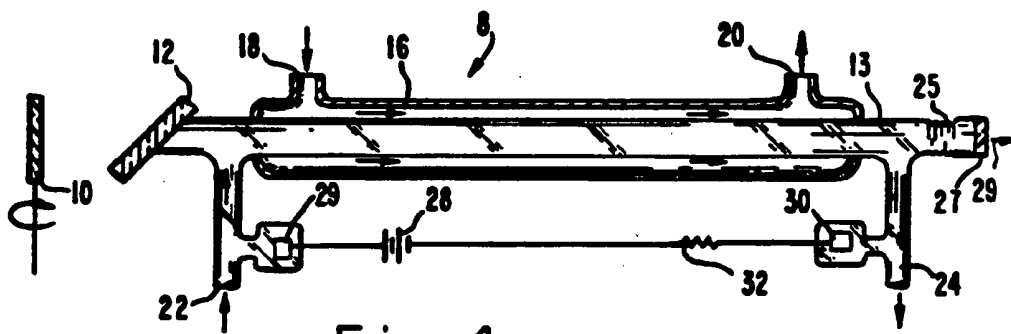


Fig. 1.
(KJENT
TEKNIKK)

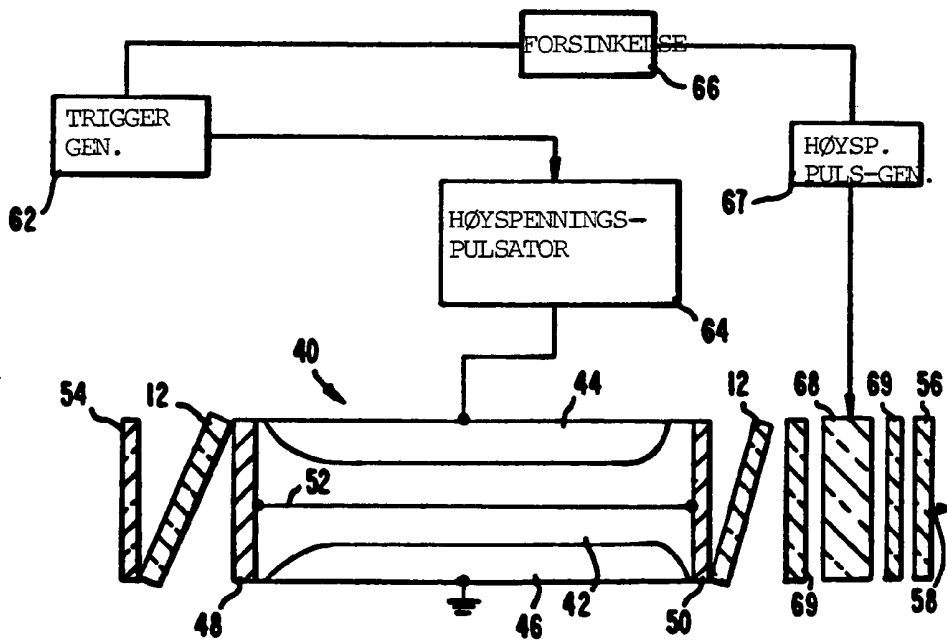


Fig. 2.
(KJENT
TEKNIKK)

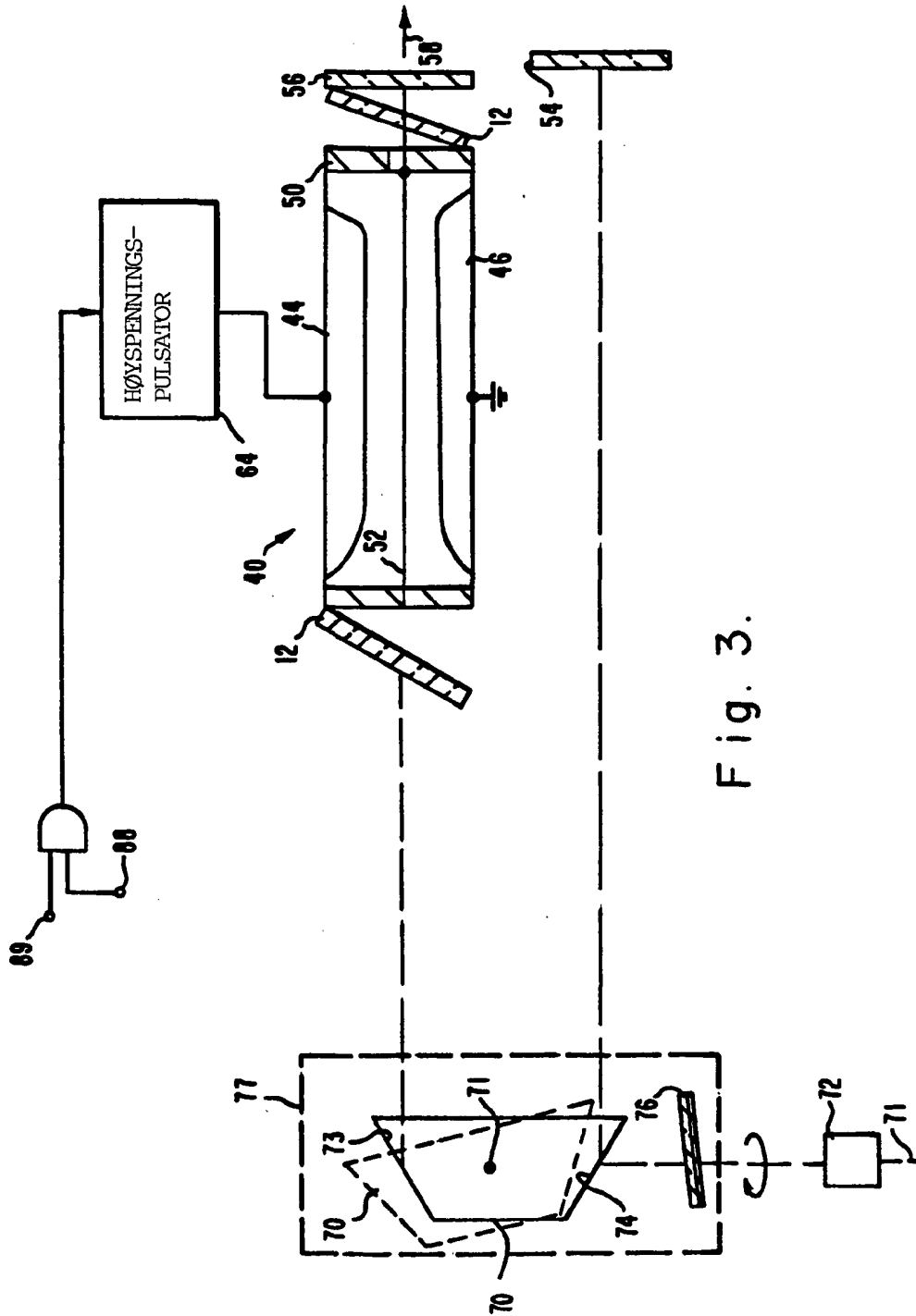


Fig. 3.

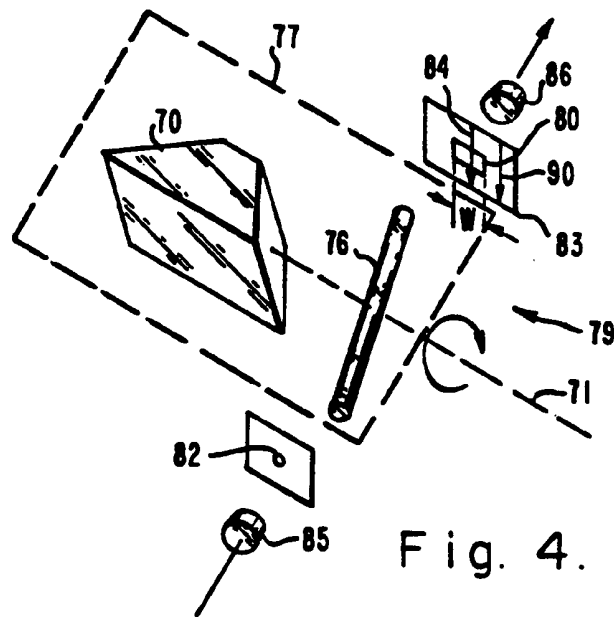


Fig. 4.

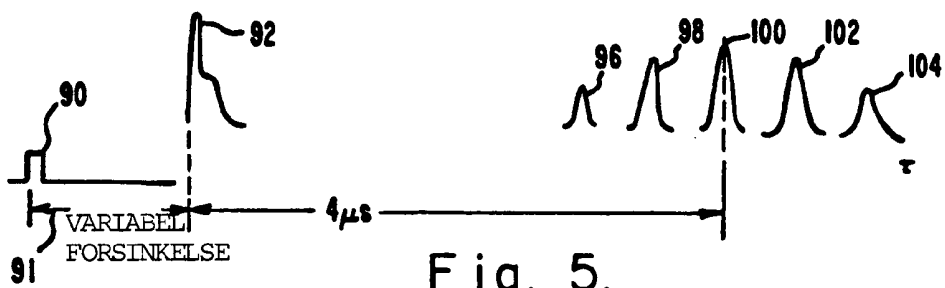


Fig. 5.

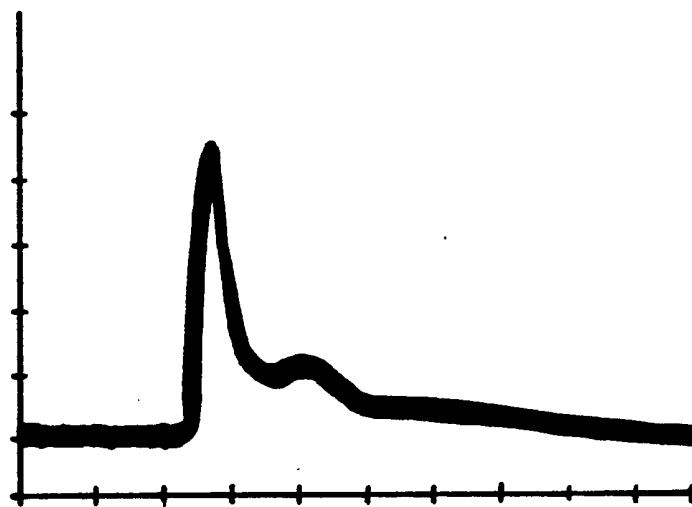


Fig. 6a.

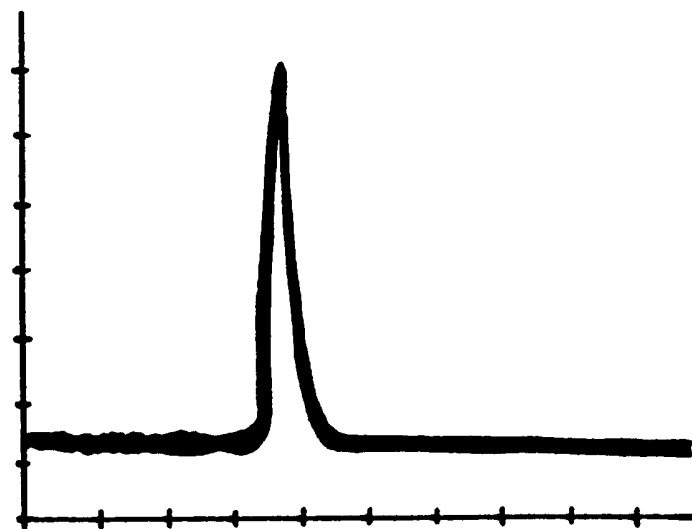


Fig. 6b.