



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **179629**

(13) B

(51) Int Cl⁶ G 02 C 7/04, 7/06, G 02 B 1/00

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	890376	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	17.05.88, PCT/US88/01651
(22) Inng. dag	30.01.89	(85) Videreføringsdag	30.01.89
(24) Løpedag	17.05.88	(30) Prioritet	01.06.87, US, 56050
(41) Alm. tilgj.	30.03.89		
(44) Utlegningsdato	05.08.96		

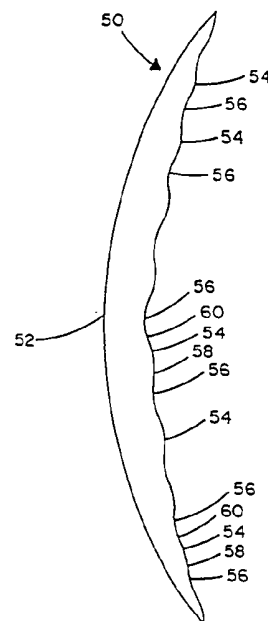
(71) Søker	Valdemar Portney, 7 Alassio, Irvine, CA 92720, US
(72) Oppfinner	Søkeren
(74) Fullmektig	J.K. Thorsens Patentbureau AS, 0134 OSLO

(54) **Benevnelse** **Multifokale øyenlinser**

(56) **Anførte publikasjoner** EP A3 169599, EP A3 109753, GB A 2139375, US 4338005, US 4162122, US 4073579, US 3431327

(57) **Sammendrag**

En øyenlinse (50) har flere soner med vekslende synskorreksjonsytelse og med en kontinuerlig varierende sådan ytelse innenfor hver sone, såvel som ved overgang fra en sone til en annen. Det er med andre ord anordnet flere konsentriske soner (i det minste to) hvor variasjonen fra langsynskorreksjon til nærsynskorreksjon er kontinuerlig, nemlig fokalytelse (60) for nærkorreksjon til fokalytelse (58) for fjernkorreksjon, og derpå tilbake til nærkorreksjon samt atter tilbake til fjernkorreksjon eller vice versa. Denne forandring er kontinuerlig (fortløpende) uten plutselige korreksjonsforandringer, eller "kanter". Ved den første utførelseversjon er kontinuerlig vekslende ytelsevariasjon oppnådd ved kontinuerlig foranderlig krumning av linsens bakside, således at lysstrålenes innfallsvinkel mot øyet forandres. Ved den annen utførelseversjon oppnås kontinuerlig vekslende ytelsevariasjon ved å opprette ikke ensartede overflateegenskaper hvor materialets brytningsindeks varierer kontinuerlig i linsens radialretning (utover fra den optiske akse).



Foreliggende oppfinnelse angår øyenlinser, f.eks. intraokulare linser (IOL), kontaktlinser og cornea-implanteringer samt pålagte linser, og den gjelder videre problemet med å frembringe øyenlinser som med hell kan sørge for bifokal og annen multifokal korreksjon.

I det tilfelle briller eller øyeglass anvendes vil øyenes bevegelse i forhold til linsene velge de forskjellige fokuseringsgrader for nært og fjernt synsområde. Når det anvendes øyenlinser må imidlertid annet utstyr være anordnet for sådant valg. I det minste tre typer linseutførelser, først og fremst for kontaktlinser, er blitt foreslått som mulige midler for å tilfredsstille dette behov. Innenfor hver av disse typer av kontaktlinseutførelser er det likevel oppstått problemer, først og fremst på grunn av a) behovet for å sentrere linsen på øyet, og b) virkningene av normale forandringer av øyets pupillstørrelse.

En form av multifokal øyenlinseutførelse er angitt i US-patentskrift 4.593.981, som viser en bifokal kontaktlinse utført for å korrigere for nærsyn i linsens midtparti, samt for langsyn i det periferiske område av linsen. Med denne linsetype er sentrering på øyet av avgjørende betydning for tilfredsstillende virkning, og korrekt omfang av de optiske soner er også viktig. Hvis ikke alle disse fordringer er tilfredsstillende, kan en linse av denne type frembringe diplopi eller frynsevirkning.

En annen form multifokal øyenlinseutførelse er vist i US-patentskrift 4.580.882, som angir en multifokal kontaktlinse med optisk ytelse som kontinuerlig varierer fra et minimum i det optiske midtpunkt til et maksimum ved ytterkanten av den optiske sone. Vanligvis er denne progressive (asfæriske, fokusvarierte) linsetype utført med en sentralt anbragt liten sone med konstant krumning, hvorfra asfæriske kurver vokser ut mot omkretsen langs alle meridianer. Sentralområdet tjener som korreksjonsytelse for fjernkorreksjon, mens de periferiske kurver i varierende grad frembringer ytterligere plussytelse

for nærpunktet. Kurvene kan være anbragt på forsiden, og i dette tilfelle vil de øke i konveksitet, eller eventuelt på baksiden, hvor de da avtar i konkavitet (utflatning). Hvis flaten med progressiv krumning er anbragt på forsiden av linsen, vil tåresjiktet påvirke linsens virkning. I det tilfelle den progressive krumning er plassert på baksiden av linsen, vil dette da påvirke en kontaktlinses tilpasningsegenskaper. I begge tilfeller vil avbildningen bli "underkorrigert", hvilket er mer naturlig for menneskelig syn. Denne linse med "progressiv" korreksjonsytelse har den fordel at opprivning eller diplopia ikke opptrer hvis linsen er svakt usentrert. Pupillstørrelsen vil imidlertid påvirke synet ved denne linse, slik det også er tilfellet ved de linser som er omtalt i avsnittet ovenfor.

En tredje form multifokal øyenlinseutførelse er vist i US-patentskrifter 4.549.794 og 4.573.775, som angir bifokale kontaktlinser av segmentert type, hvilket vil si linser hvor et segment med avvikende brytningsegenskaper er innleiret på et valgt sted i linselegemet. Disse segmenter er posisjonsinnstilt langs vertikalaksene. Linser av denne type har ikke symmetri omkring sitt midtpunkt og de krever en viss form av ballast for å sikre at den ønskede orientering opprettholdes. Avvik fra korrekt orientering vil påvirke avbildningens kvalitet.

Et forsøk på å løse sentraliserings- og orienteringsproblemene i en bifokal linse er angitt i US-patentskrift 4.162.122, som angir en soneoppdelt bifokal kontaktlinse hvor ringformede konsentriske soner avvekslende har nær og fjern synsyttelse. Dette er oppnådd ved å opprette en fremre linseflate med egenskaper av samme art som en Fresnel-linse, bortsett fra at skarpe sonekanter er unngått. Denne linsestruktur har imidlertid ulemper på grunn av den mangeartede brytning som frembringes av de abrupte krumningsforandringer på linsens overflate fra en sone til en annen, samt også på grunn av usikkerheten med hensyn til tåresjiktets fordeling på kontaktlinsens forside.

Utførelser av lignende art som beskrevet ovenfor foreslås også for intraokulære linser, f.eks. i US-patent 4.636.211 og europeisk patentsøknad 0.140.063. Begge disse skrifter beskriver flere soner med innbyrdes avvikende krumning for nærsyn og langsyn. Kontinuitet av overflatens krumning er også viktig for en intraokular linse, fordi den har en effektiv optisk sone med bare 3 mm diameter for dagsyn. Avbrudd av denne forholdsvis lille optiske sone kan redusere avbildningskvaliteten. Utover dette har sådanne linser alle de problemer som er beskrevet for kontaktlinser.

Tidligere utviklede multifokale øyenlinser har således i alminnelighet hatt en tendens til å danne ustabile optiske systemer på grunn av tilfeldige forandringer i linsens posisjon i forhold til øyets pupill, samt også på grunn av forandringer i pupillens størrelse som i vesentlig grad påvirker avbildningsprosessen.

Det er derfor et formål for oppfinnelsen å frembringe multifokale øyenlinser hvor disse ulemper er overvunnet eller unngått.

Oppfinnelsen gjelder således en multifokal øyenlinse innrettet for implantering i et øye eller for å bæres på overflaten av et øye, idet linsen har et første synskorreksjonsområde med en første korreksjonsytelse, et første, ringformet område med tiltagende korreksjonsytelse omkring det første synskorreksjonsområde, samt et annet, ringformet synskorreksjonsområde omkring nevnte første ringformede område som har tiltagende korreksjonsytelse, samt utført med en annen korreksjonsytelse som er forskjellig fra nevnte første korreksjonsytelse, idet det første ringformede område har tiltagende korreksjonsytelse som ligger mellom de respektive korreksjonsytelser for henholdsvis første og annet synskorreksjonsområde.

På denne bakgrunn av prinsipielt kjent teknikk fra GB-patentskrift 2.139.375 og EP patentskrift 169.599 har så den multifokale øyenlinse i henhold til oppfinnelsen som særtrekk

at øyenlinsen videre omfatter et annet ringformet område med tiltagende korreksjonsytelse omkring det annet synskorreksjonsområde, samt med tiltagende synskorreksjonsytelse som ligger mellom nevnte første og annen synskorreksjonsytelse.

Den foreliggende oppfinnelse er således rettet på en forbedret multifokal øyenlinse hvor korreksjonsytelsen varierer over et område fra en første synskorreksjonsverdi til en annen synskorreksjonsverdi samt derpå tilbake i retning mot den første verdi til en mellomliggende korreksjonsverdi, idet i det minste en del av korreksjonen innenfor området er kontinuerlig og ensrettet. Foreliggende oppfinnelse kombinerer således a) en rekke soner med vekslende korreksjonsytelse med b) en kontinuerlig varierende korreksjonsytelse innenfor hver sone, såvel som ved overgangen fra en sone til en annen. Det er med andre ord anordnet flere konsentriske soner hvor variasjonen fra nærsynskorreksjon til langsynskorreksjon er kontinuerlig, nemlig fra nærkorreksjon av fokuseringsgraden til langsynskorreksjon av fokuseringsgraden, samt derpå tilbake til nærkorreksjon og atter tilbake til langsynskorreksjon eller vice versa. Denne forandring er kontinuerlig (progressiv), uten noen plutselige korreksjonsforandringer eller "kanter". Konstruksjonen kan også være slik at den radiale bredde av sonen for overgangen fra langsyn til nærsyn er større enn den radiale bredde av overgangssonen fra nærsyn til langsyn, for derved å frembringe "underkorrigert" ytelse av linsen i sin helhet.

Det foreligger to versjoner av oppfinnelsen. I den første versjon frembringes da kontinuerlig, vekslende korreksjonsytelsevariasjon ved kontinuerlig forandret krumning av linsens bakside, således at derved lysstrålenes innfallsvinkel mot øyet forandres.

I den annen versjon av foreliggende oppfinnelse oppnås kontinuerlig, vekslende korreksjonsytelsevariasjon ved å opprette uensartede overflateegenskaper ved utnyttelse av materiale med brytningsindeks som varierer kontinuerlig i

linsens radialretning (utover fra den optiske akse). Denne teknikk har en lignende virkning som den som oppnås ved avvik fra overflatens kuleform (asfærisering), idet det utnyttes kontinuerlig krumningsvariasjon, slik som beskrevet ovenfor. Sådanne brytningsvariasjoner langs overflaten kan opprettes enten på den konvekse forside eller på den konkave bakside av linsen. Denne variasjon av brytningsindeks kan oppnås ved ioneimplanteringsteknikk. En sådan løsning er særlig egnet for en cornea-implantering (cornea-innlegg) eller en cornea-påføring (den første er en implantering inne i cornea, mens den sistnevnte anbringes mellom epitelsjiktet i cornea og corneas forside.

Oppfinnelsen vil nå bli nærmere beskrevet under henvisning til de vedføyde tegninger, hvorpå:

- Fig. 1-3 er skisser som viser de tre omtalte løsninger i henhold til tidligere kjent teknikk.
- Fig. 4 viser et forstørret snitt gjennom en kontaktlinse med en flersonet, kontinuerlig varierende bakside, hvor de overdrevne dimensjoner av linseflatens variasjoner anskueliggjør de grunnleggende prinsipper for foreliggende oppfinnelse.
- Fig. 5 er en skisse sett i retning av baksiden av linsen i fig. 4, og som anskueliggjør den konsentriske anordning av toppe og daler på linsens overflate.
- Fig. 6a og 6b viser ytterligere forstørret og i nærbilde små partier av den bakre linseflate i fig. 4, for derved å kunne forklare fokuseringsvirkningene ved lysstråler fra nærliggende og fjerntliggende steder.
- Fig. 7 viser et snitt gjennom en kontaktlinse, hvor forsiden av linsen med konveks krumning har en varierende brytningsindeksgradient for linsematerialet i radial retning, for derved å oppnå samme resultat som linsen i fig. 4, 6A og 6B, men under utnyttelse av brytningsindeksvariasjoner istedet for krumningsvariasjoner på linseoverflaten.
- Fig. 8a, 8b og 8c viser tverrsnitt av henholdsvis en cornea-implanteringslinse, en påleggslinse på cornea og en

intraokular linse, som hver kan ha sin forside eller bakside utformet på lignende måte som forsiden av den kontaktlinse som er vist i fig. 4.

Fig. 1 viser en tidligere kjent utførelse for løsning av problemet ved utforming av bifokale kontaktlinser. En kontaktlinse 22, som er vist i snitt, har et sentralt parti 24 utformet for å fokusere lys fra nærliggende objekter på øyets retina 26, slik som vist ved de indre linjer 25 som representerer lysstråler. Kontaktlinsen 22 har et periferisk parti 28 som er utformet for å fokusere lys fra fjerntliggende gjenstander på retina 26, slik som vist ved de ytre linjer 29 som angir lysstråler.

Den bifokale linse i fig. 1 kan bare fokusere gjenstander som befinner seg i visse spesielle avstander (fjernt og nær) og adskilt. Den vil således åpenbart medføre problemer ved enhver forskyvning fra sentral stilling av linsen på øyet, samt på grunn av forandringer av øyets pupillstørrelse.

Fig. 2 viser et annet forsøk i henhold til kjent teknikk for å løse problemet med utforming av kontaktlinser med varierende fokus. En linse 30 er vist i snitt og med sitt midtpunkt ved 32 og sin omkrets ved 34. På grunn av linsens kontinuerlige varierende krumning fra sitt midtpunkt til sin omkrets, har den en kontinuerlig varierende fokuseringsevne fra betraktning av fjerntliggende gjenstander med sitt midtområde til betraktning av nærliggende gjenstander med sin omkrets, innenfor et område av f.eks. to dioptere, slik som anskueliggjort ved linjene 36 som representerer retinafokuserete lysstråler. Den sentrale lysstråle ved 32 kommer fra den mest fjerntliggende gjenstand som betraktes, og de fokuserte stråler 36 skrives seg i tiltagende grad fra mer nærliggende gjenstander, etterhvert som deres kontaktpunkter med linsen forskyves nærmere linsens omkrets.

Denne kontinuerlige variasjon i linsens ytelse har fordeler fremfor det viste arrangement i fig. 1, ut i fra det synspunkt

at den vil være lettere å akseptere av retina og hjernen. Den er også mindre følsom for sentreringsproblemer, idet opprivning eller dobbelt avbildning ikke er blitt rapportert for denne linsetype selv om den har vært svakt usentrert. Den påvirkes imidlertid negativt av variasjoner i pupillens størrelse, samt av store sentreringsavvik, og også denne linsetype har en tendens til å gi tilpasningsproblemer mellom linsens bakside og cornea.

Fig. 3 viser en tredje løsning i henhold til kjent teknikk og som er prinsipielt av samme art som ved bifokale briller. En kontaktlinse 40 omfatter et innleiret segment 42 av et materiale med avvikende brytningsindeks i forhold til resten av linsen. Segmentet 42 anvendes for å opprette nærsynskorreksjon, slik som vist ved strålene 43. Resten av strålene 45, som kommer fra mer fjerntliggende gjenstander, fokuseres på retina på grunn av den gradvise tykkelseforandring av linselegemet 46.

Linsen i fig. 3 har ikke sentralsymmetri og krever bruk av ballast for å opprettholde den ønskede orientering. Avvik fra korrekt orientering påvirker avbildningskvaliteten.

For å nedsette de problemer som skrives seg fra sentreringsbehovet, pupillens størrelsevariasjon og tilpasningsfordringene (progressiv type) til et minimum, utnyttes i henhold til foreliggende oppfinnelse, slik som vist i fig. 4, flere soner eller områder som hver omfatter minst to påfølgende linseytelseforandringer mellom nærkorreksjon og fjernkorreksjon. I en kontaktlinse med tre soner og av den type som er vist i fig. 4, vil således den progressive variasjon i linsen i fig. 2 bli gjentatt seks ganger, nemlig tre ganger som en variasjon fra lavere til høyere ytelse, og tre ganger som en variasjon fra høyere til lavere ytelse. Linsen er utført med en liten sentralt plassert sone M med konstant krumning for å gi linseytelse for en midlere korreksjon. Ut i fra denne forandres krumningen til fjernkorreksjon (ved 54), derpå til nærkorreksjon (ved 56), etter passasje gjennom den midlere

korreksjon ved 58. Denne vekslings fortsettes og danner flere soner. Det anses som ønskelig men ikke nødvendig å ha en langsommere variasjon fra fjern- til nærkorreksjon, og en hurtigere variasjon fra nær- til fjernkorreksjon, med det formål å frembringe en viss "underkorreksjon", slik som det er alminnelig i de fleste synsinstrumenter.

Fig. 4 viser en kontaktlinse 50 hvis ytre konvekse overflate 52 har en jevnt krummet form, og hvis innside har en bølgende overflate 60, 54, 58, 56, som er vist overdrevet dimensjonert i figuren. Den indre overflate av en kontaktlinse er i høy grad å foretrekke som linseflate med varierende ytelse eller overflatebølger, idet området mellom linsen og øyet vil være fylt med tårer av forut fastlagt varierende dybde. Denne forut fastlagte tåredybde gjør det mulig å kompensere for tårenes brytningsvirkning ved utførelse av linsen. Hvis den bølgende overflate var utformet på utsiden 52 av linsen, vil usikkerheten med hensyn til tåresjiktets tykkelsefordeling kunne hindre optimal avbildning.

Den foreslåtte linse sett fra høyre (baksiden) er vist i fig. 5. De soner som er vist ved stiplede linjer har i virkeligheten en kontinuerlig krumning, idet tallene inne i hver sone representerer sonens dioptrerområde.

Linsen har en begrensning med hensyn til sin bakside, og denne er bestemt ved tilpasningsegenskapene til en gitt cornea. Baksiden av en kontaktlinse (basiskurven) er fra 0,5 til 1,0 dioptr steilere enn cornea-formen, dette tilsvarer omtrent 0,1 til 0,2 mm avstand mellom den indre, eller bakre flate av kontaktlinse og forsiden av cornea. Dette er vanligvis tilfellet når det gjelder kontaktlinser med enkelt fokus. Bølgene på baksiden av linsen 50 i fig. 4 utgjør en avstands-forskjell eller største dybde på mindre enn 20 μm mellom toppene 54 og dalene 56 (slik de ville fremtre hvis fig. 4 ble dreiet 90° mot urviserens retning). Sonene er anbragt innenfor et dimensjonsområde (diameter) av linsen på ca. 5 mm, og innenfor dette område er forskjellene mellom topper og daler

alltid meget mindre enn det tilgjengelige gap mellom linsen og cornea. Dette forenkler i vesentlig grad tilpasningsfordringene, da den vanlige enkeltfokuslinse kan tilpasses først og derpå erstattes med den multifokale linse med tilsvarende basiskurveform.

Toppene 54 og dalene 56, som opptrer ved tangeringspunkter til sirkler med sentrum i midtpunktet av den ytre krumning 52 av linsen, representerer de midlere fokallavstander eller optiske korreksjonsytelser for de kontinuerlig varierende korreksjonsverdier for linsen 50. De høyere og lavere korreksjonsytelser innenfor hvert område av de fire konsentriske områder eller soner N, P, Q, R som er vist i fig. 4, opptrer etterhvert som bølgekurven skriker frem fra en topp 54 til den nærmeste dal 56, samt derpå videre til neste topp 54. En sone anses å omfatte en fullstendig syklus, hvilket vil si fra den midlere ytelse gjennom den høyeste ytelse og derpå tilbake gjennom den midlere ytelse til lav korreksjonsytelse, samt endelig atter tilbake til den midlere ytelse.

Dette er anskueliggjort i de sterkt forstørrede figurer 6A og 6B. Som det vil fremgå av fig. 6B, passerer en første stråle 62 fra en gjenstand i en midlere avstand gjennom en dal 56 på linsens bakside. En annen stråle 68 fra en gjenstand i fjernavstand (lavere korreksjonsytelse) passerer gjennom et parti 58 av bølgekurven som foreligger på det sted hvor kurven fortsetter mot den påfølgende topp 54 på linsens bakside. En tredje stråle fra en gjenstand i midlere avstand passerer gjennom toppen 54. En fjerde stråle 64 fra en nærliggende gjenstand (høyere ytelsekorreksjon) passerer gjennom et parti 60 av bølgekurven der hvor denne kurve fortsetter mot den neste dal 56 på linsens bakside. Samtlige stråler 62, 64, 66 og 68 fokuseres på retina, slik som vist.

Fig. 6A anskueliggjør de prinsipper som utnyttes ved utforming av bølgekurven, idet kurven betraktes som omfattende fortløpende fokalytelser tilsvarende forskjellige enkeltstående linser med krumning som vist ved de stiplede linjer A, B, C og

D. Den krumme linje A er tangent til dalen 56. Den krumme linje B er tangent til toppen 54. Den krumme linje C er tangent til bølgekurven i et punkt midtveis mellom dalen 56 og toppen 54. Videre er den krumme linje D tangent til bølgekurven i et punkt midtveis mellom toppen 54 og den nærmeste påfølgende dal. For fullstendig progressivitet har hvert punkt på bølgekurven et forskjellig krumningssenter fra krumningssentrene for de tilstøtende punkter.

Linsens bølgeflate utformes fortrinnsvis ved hjelp av et datamaskinstyrt bearbeidingsapparat. Datamaskinprogrammet for denne numerisk styrte (CNC) maskin frembringer et stort antall tett inntilliggende punkter (koordinater), som representerer den multifokale overflate for de fastlagte konstruksjonsfordringer (krumning, tilpasningsområde, antall soner, etc.). Datamaskinen for CNC-maskinen utformer da en lineær tilnærmelse mellom disse punkter for derved å danne en overflate med god tilnærmelse til den ideelle overflatekontur. En prøve på sådanne punkter er angitt i den følgende tabell. Ved fremstilling av en kontaktlinse med tre soner, hvor de tre soner er angitt ved kodebetegnelse 13M3, 23M3 og 33M3, er et eksempel på et koordinatsett angitt i tabellen. Den første tallkolonne representerer radius for linseaperturen (avstanden fra linsens midtpunkt). Den tredje kolonne representerer overflatekoordinatene langs den optiske akse. Og den annen kolonne representerer den ovenfor angitte flates avvik fra den sfæriske overflate med fokalytelse midt i området.

13M3

.417	-.0001	.012
.589	-.0006	.0236
.722	-.0013	.035
.833	-.002	.0465
.932	-.0023	.0584
1.021	-.0024	.0705
1.102	-.0022	.0829
1.179	-.0018	.0956
1.25	-.001	.1086
1.318	-.0004	.1215
1.382	0.00	.1343
1.443	.0001	.1457

23M3

1.443	.0001	.1467
1.616	-.0003	.1839
1.687	-.001	.2001
1.742	-.0018	.2127
1.789	-.0025	.2238
1.829	-.0029	.234
1.866	-.003	.2437
1.9	-.0029	.253
1.932	-.0026	.262
1.961	-.0021	.2709
1.989	-.0017	.2793
2.016	-.0015	.2872
2.041	-.0015	.2948

33M3

2.041	-.0015	.2948
2.174	-.0021	.3346
2.229	-.0029	.3517
2.271	-.0038	.3646
2.306	-.0046	.3758
2.337	-.005	.3861
2.366	-.0051	.3957
2.392	-.005	.4049
2.416	-.0048	.4138
2.439	-.0043	.4224
2.46	-.004	.4306
2.48	-.0038	.4383
2.5	-.0038	.4455

Det vil forstås at alternative fremstillingsmetoder er tilgjengelig, slik som laserbortsmeltning eller støpning.

Fig. 7 anskueliggjør en annen utførelse av foreliggende oppfinnelse. I denne figur er den optiske gradient frembragt ved variasjon av brytningsindeks for det materiale som nås av strålene 70. Brytningsvariasjonene frembringes fortrinnsvis på den konvekse forside av linsen 72. Dette er å foretrekke fordi den mest sannsynlige fremstillingsmetode vil utnytte ioneimplanteringsteknikk for å frembringe densitetsvariasjoner på linsens overflate, og det anses å være et sikkerhetstiltak å ha den ioneimplanterte flate på den side av linsen som vender bort fra øyet. Skjønt fig. 7 viser dybdevariasjoner (i det graverte område 74) for å anskueliggjøre oppfinnelsen, kan i praksis brytningsvariasjonene omfatte tetthetsvariasjoner i stedet for dybdevariasjoner, eller begge deler.

Ved fremstilling av linsen 72 i fig. 7 kan ioneimplantering anvendes for å øke brytningsindeksen som en følge av de uregelmessigheter i gitterstrukturen som frembringes ved ikke-substituerte implanterte ioner. Ved implantering av en påsmeltet tykk-film av kvarts med ioner av nitrogen eller andre elementer på linsesubstratet, frembringes f.eks. et sjikt med øket brytningsindeks. På denne måte innstilles brytningsindeksen. Brytningsindeksen er da direkte proporsjonal med ione konsentrasjonene pr. cm^3 . Inntrengningsdybden for de implanterte ioner avhenger av deres masse og energi. Hvis inntrengningsegenskapene og den implanterte ionedose pr. cm^2 er kjent, hvilket kan bestemmes meget nøyaktig ved måling av strålens strømtetthet i systemet samt implanteringstiden, kan man beregne profilen av den implanterte ione konsentrasjon i varierende dybder. Som ved hvilke som helst partikler med ladning kan elektromagnetiske linser og strålesveipere anvendes for å frembringe praktisk talt hvilken som helst variasjon av ione konsentrasjonen på substratet, samt særlig for å utforme linser med fortløpende soner som har de angitte optiske egenskaper i fig. 6A og 6B. Lignende resultater kan oppnås ved å anvende masker med varierende tetthet. Den synskorrigerende virkning vil tilsvare den som frembringes av overflatebølgene på baksiden av den linse som er vist i fig. 4.

Fig. 8A, 8B og 8C viser henholdsvis en innlagt linse i cornea, en linse lagt utenpå cornea, samt en indre okularlinse, som hver er utført i samsvar med oppfinnelsens prinsipper. I den innlagte cornea-linse 80 i fig. 8A, samt i linsen 82 utenpå cornea i fig. 8B, er de viste fortløpende sonevariasjoner oppnådd ved variabel brytningsindeks i linsematerialet 84, slik som beskrevet i forbindelse med fig. 7.

Ved den indre okularlinse 86 i fig. 8C er baksiden 88 vist som en bølgende plate med fortløpende sonevariasjoner som er sammenlignbare med dem som er angitt i fig. 4.

Hver av de tre linseimplanteringer i fig. 8A, 8B eller 8C kunne anvende enten overflatevariasjoner eller brytningsindeksvariasjoner, og kan også utnytte enten linsens forside eller bakside som multifokal overflate.

De implanterte linser i fig. 8A, 8B og 8C er gjenstand for samme problemer som kontaktlinsene, nemlig pupillens størrelsevariasjoner samt desentreringsproblemene. Probleme i forbindelse med pupillstørrelsen er hovedsakelig de samme. Desentreringsproblemene er imidlertid mindre utpreget ved implanterte linser, men er likevel av betydning da operasjonsprosessene ikke sikrer sentrering, og når det gjelder intraokulære linser kan bevegelser etter operasjonen være ganske merkbare.

Av beskrivelsen ovenfor vil det fremgå at det apparat og den fremgangsmåte som er omtalt vil gi vesentlige funksjonsfordeler, som er oppsummert i den innledende del av foreliggende beskrivelse.

PATENTKRAV

1. Multifokal øyenlinse (50) innrettet for implantering i et øye eller for å bæres på overflaten av et øye, idet linsen har et første synskorreksjonsområde (N) med en første korreksjons-

ytelse, et første, ringformet område (P) med tiltagende korreksjonsytelse omkring det første synskorreksjonsområde , samt et annet, ringformet synskorreksjonsområde (Q) omkring nevnte første ringformede område som har tiltagende korreksjonsytelse, samt utført med en annen korreksjonsytelse som er forskjellig fra nevnte første korreksjonsytelse, idet det første ringformede område (P) har tiltagende korreksjonsytelse som ligger mellom de respektive korreksjonsytelser for henholdsvis første (N) og annet (Q) synskorreksjonsområde, k a r a k t e r i s e r t v e d at øyenlinsen (52) videre omfatter et annet ringformet område (R) med tiltagende korreksjonsytelse omkring det annet synskorreksjonsområde (Q), samt med tiltagende synskorreksjonsytelse som ligger mellom nevnte første og annen synskorreksjonsytelse.

2. Linse som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at første synskorreksjonsytelse er en nærsynskorreksjonsytelse.

3. Linse som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at første synskorreksjonsytelse er en langsynskorreksjonsytelse.

4. Linse som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at den ene av nevnte første og annen synskorreksjonsytelse er en nærsynskorreksjonsytelse, mens den annen av nevnte første og annen synskorreksjonsytelse er en langsynskorreksjonsytelse.

5. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at linsen (50) er en kontaktlinse.

6. Linse som angitt i ett av kravene 1 - 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at linsen (50) er en intraokular linse.

7. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, karakterisert ved at den tiltagende synskorreksjonsytelse for nevnte første ringformede korreksjonsområde (P) forløper kontinuerlig mellom første og annen korreksjonsytelse.
8. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, karakterisert ved at linsen (50) har en overflate som avviker fra kuleflateform og som frembringer nevnte tiltagende synskorreksjonsytelser.
9. Linse som angitt i ett av kravene 1 - 7, karakterisert ved at linsen (72, 80, 82, 86) har en varierende brytningsindeks som frembringer nevnte tiltagende synskorreksjonsytelser.
10. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, karakterisert ved at linsen har en sentralsone (M) som gir synskorreksjon, og nevnte første synskorreksjonsområde (N) omgir denne sentralsone.
11. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, karakterisert ved at synskorreksjonsytelsen tiltar i radial retning gjennom hvert av nevnte områder (P, R).
12. Linse som angitt i ett av de forutgående krav, karakterisert ved at den tiltagende synskorreksjonsytelse i det annet ringformede område (R) med tiltagende korreksjonsytelse øker mot nevnte første synskorreksjonsytelse i retning radiallyt utover, og at linsen også omfatter et tredje ringformet område med tiltagende korreksjonsytelse og som omgir det annet ringformede område med tiltagende ytelse, idet nevnte tredje ringformede område med tiltagende korreksjonsytelse omfatter tiltagende korreksjonsytelse som ligger mellom nevnte første og annen synskorreksjonsytelse og som tiltar mot den annen korreksjonsytelseverdi i retning radiallyt utover.

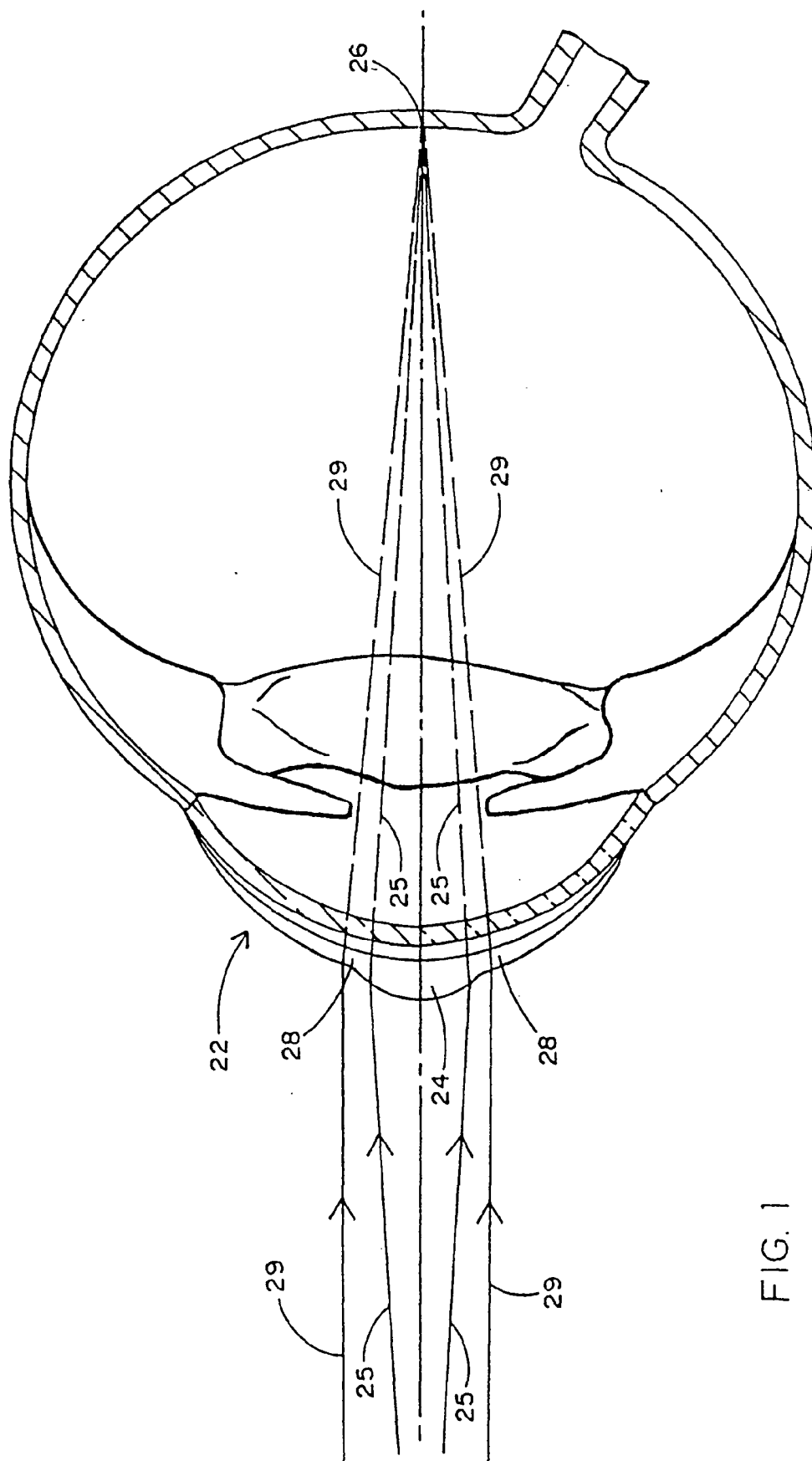


FIG. 1

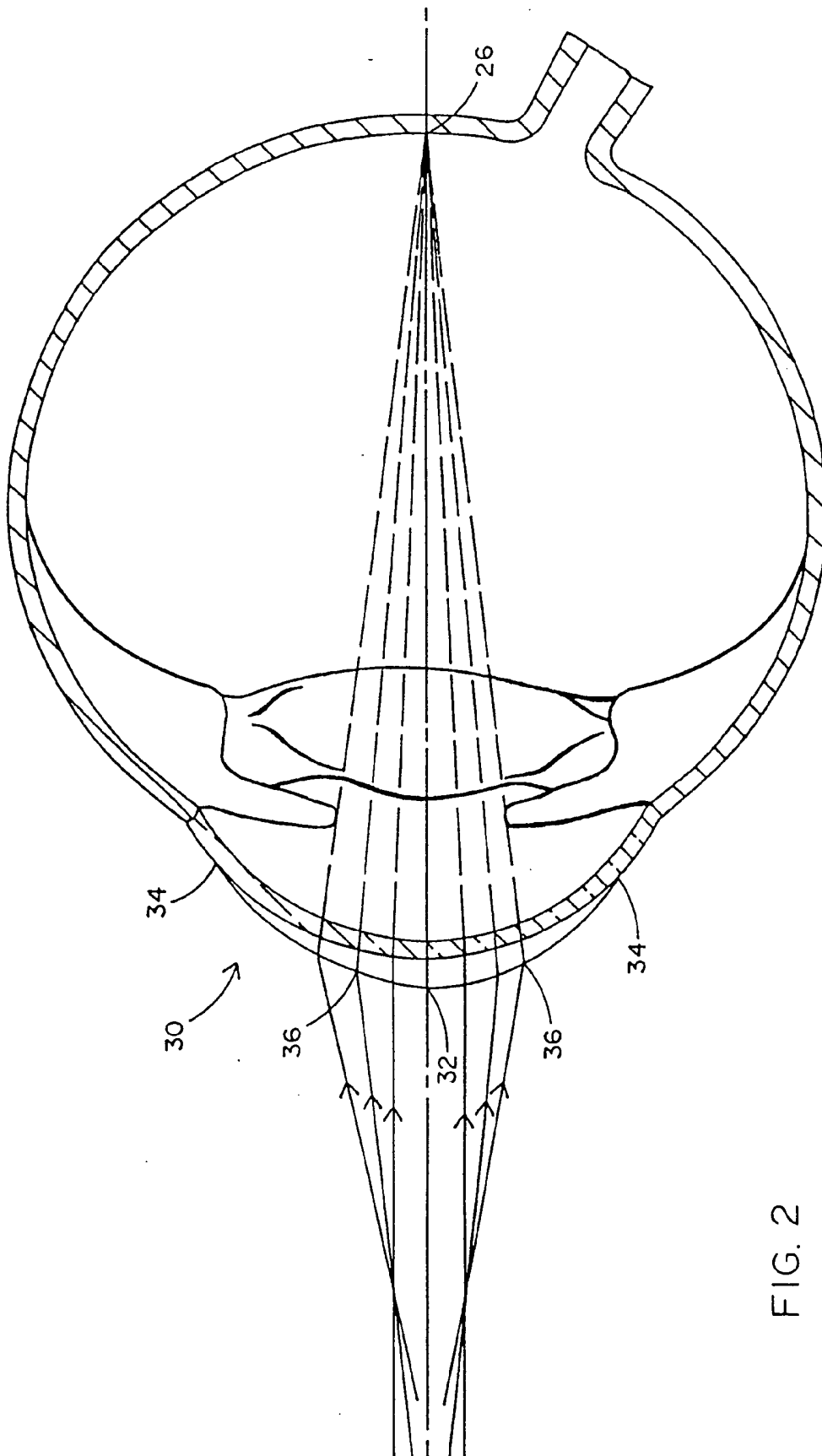


FIG. 2

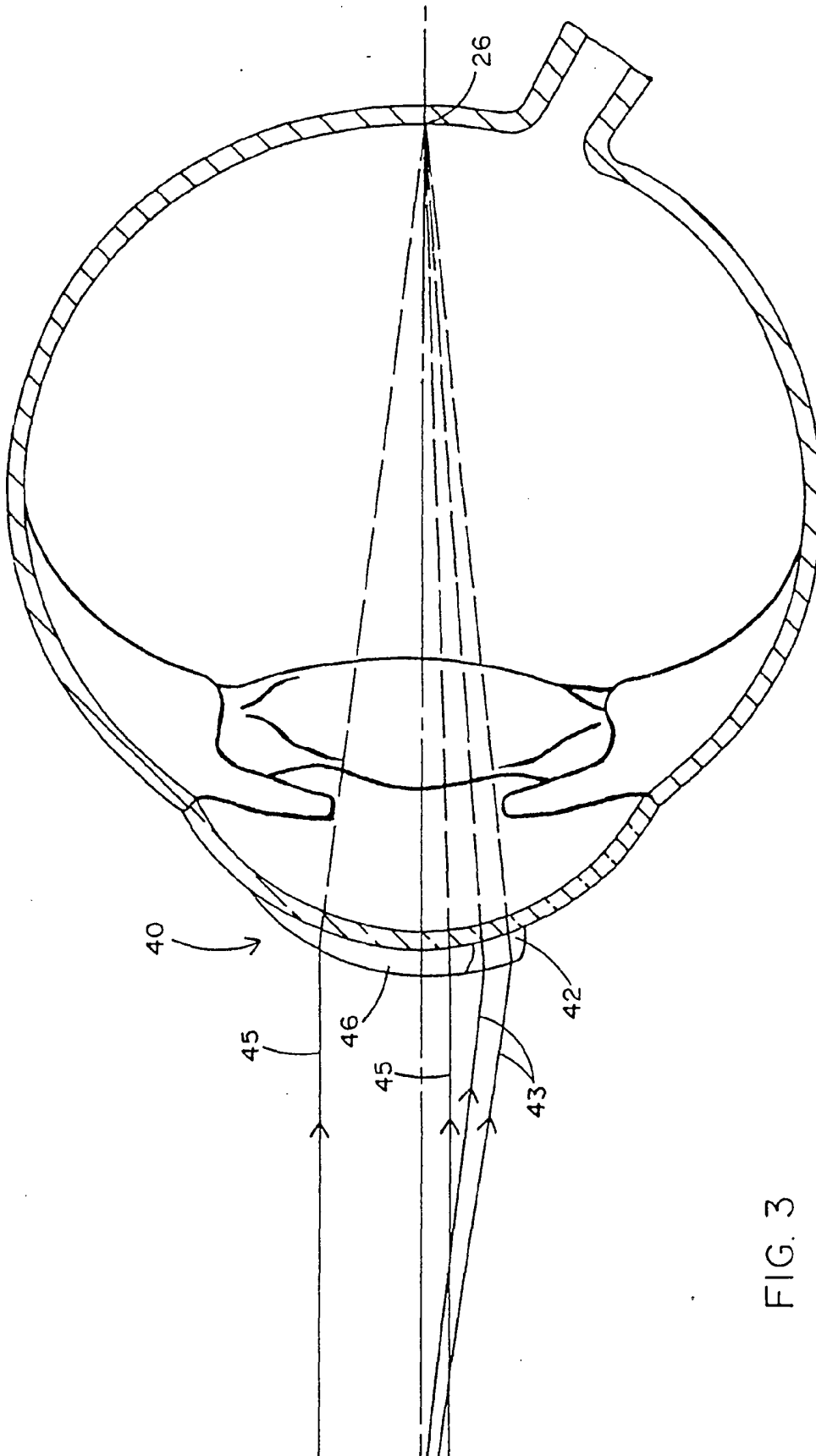


FIG. 3

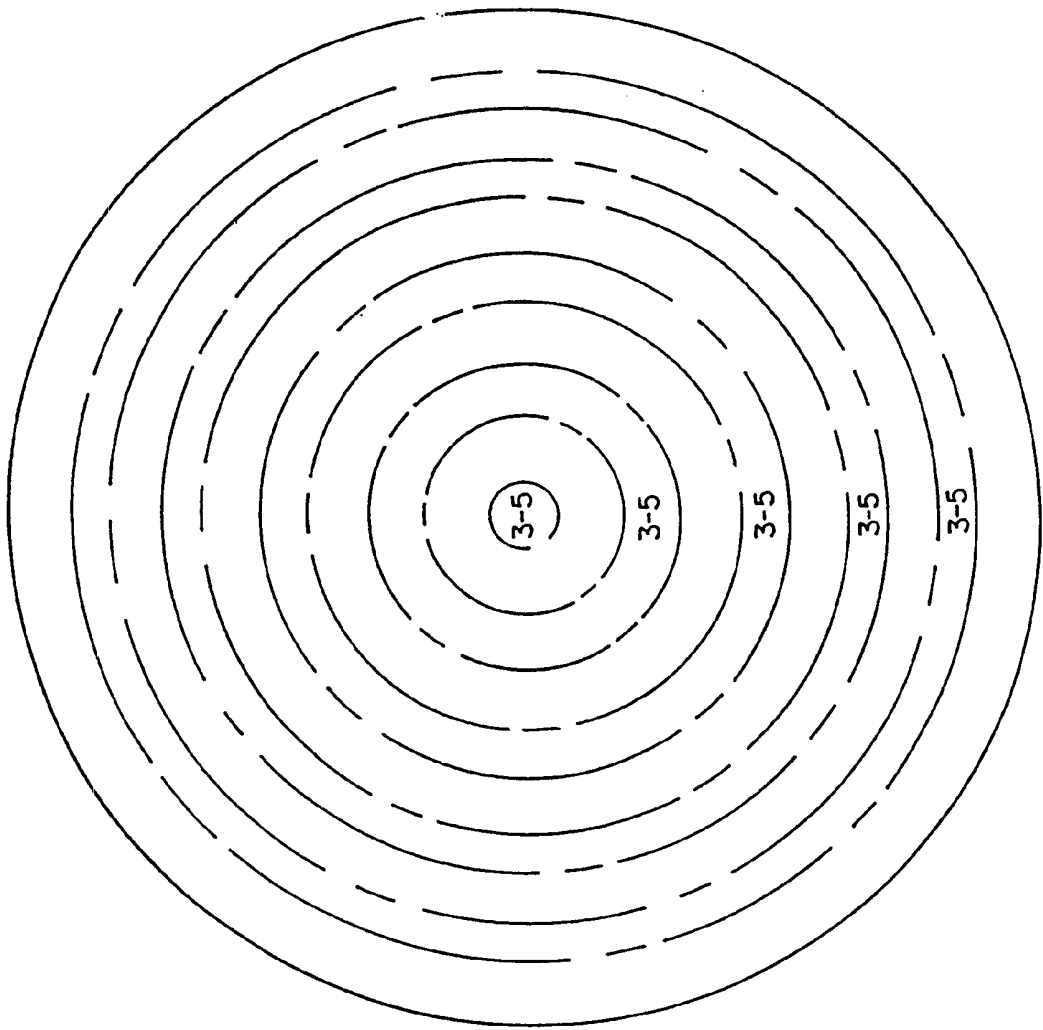


FIG. 5

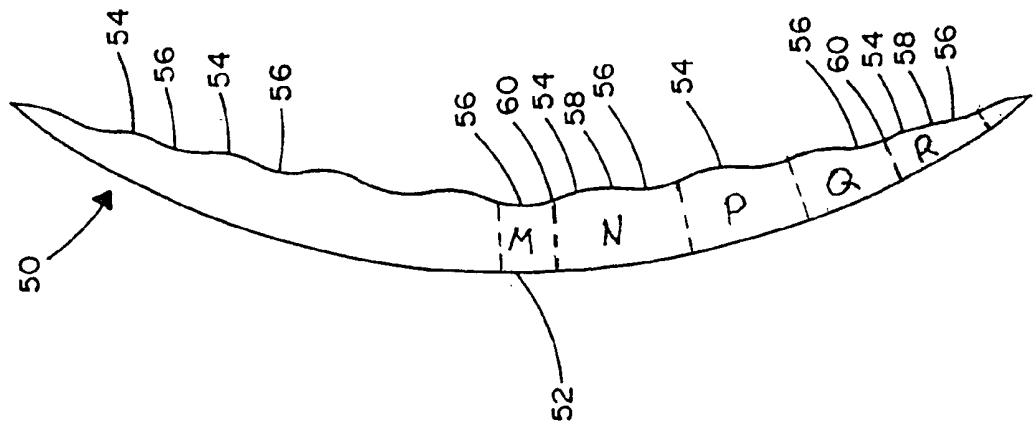


FIG. 4

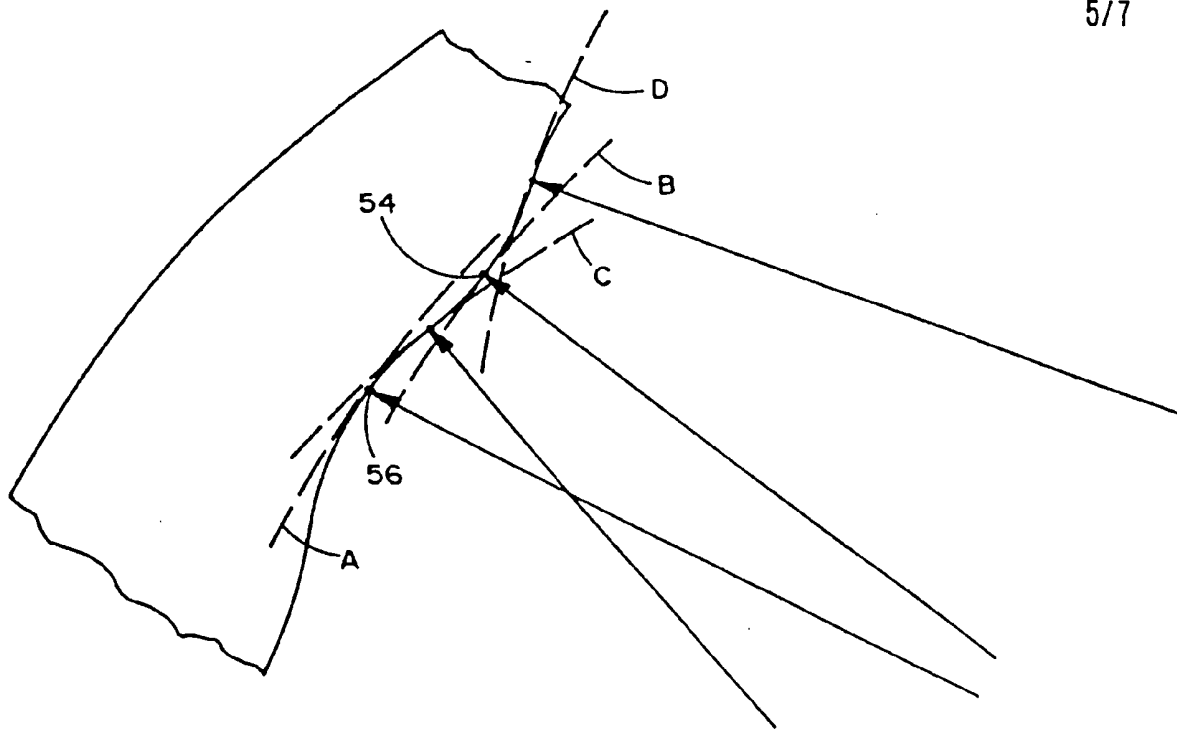


FIG. 6a

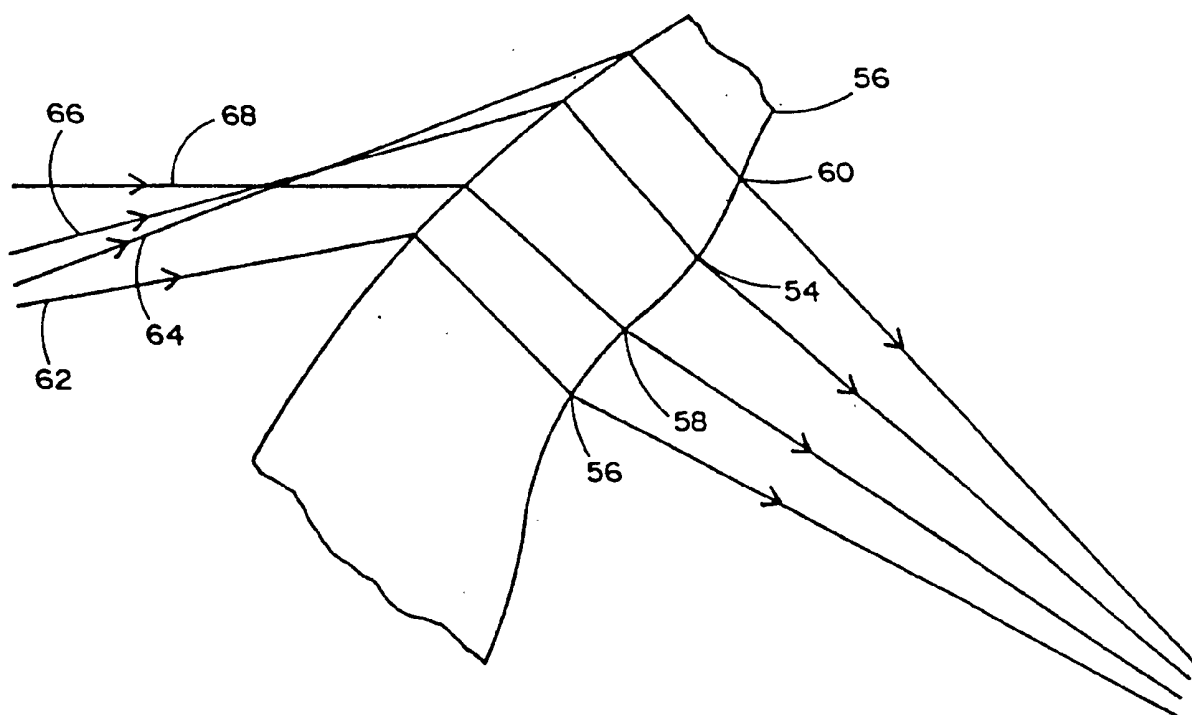


FIG. 6b

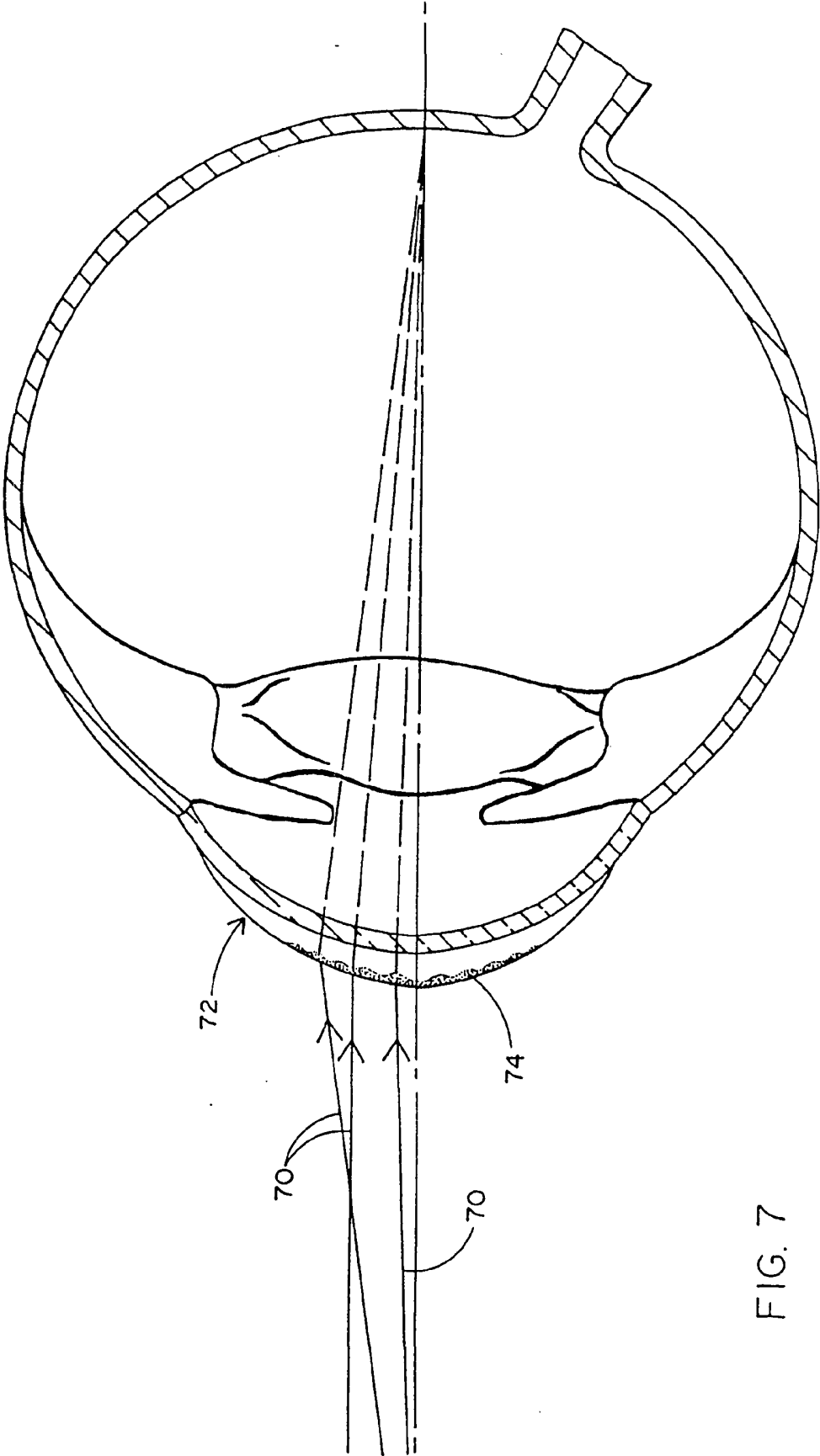


FIG. 7

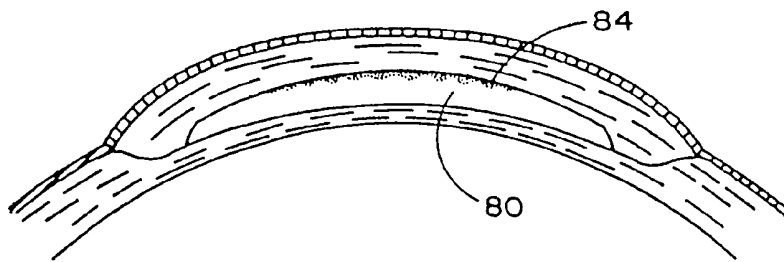


FIG. 8a

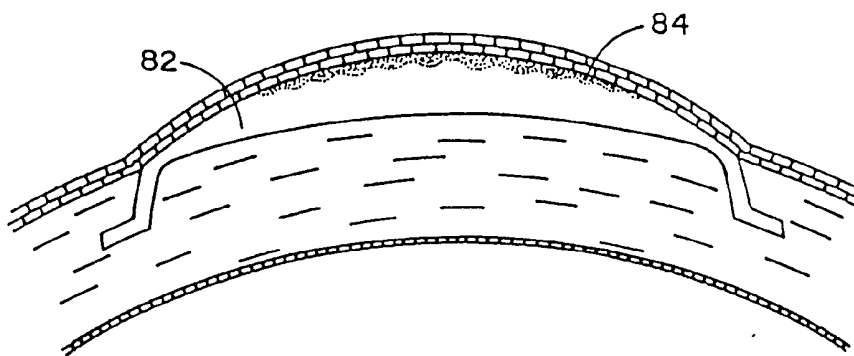


FIG. 8b

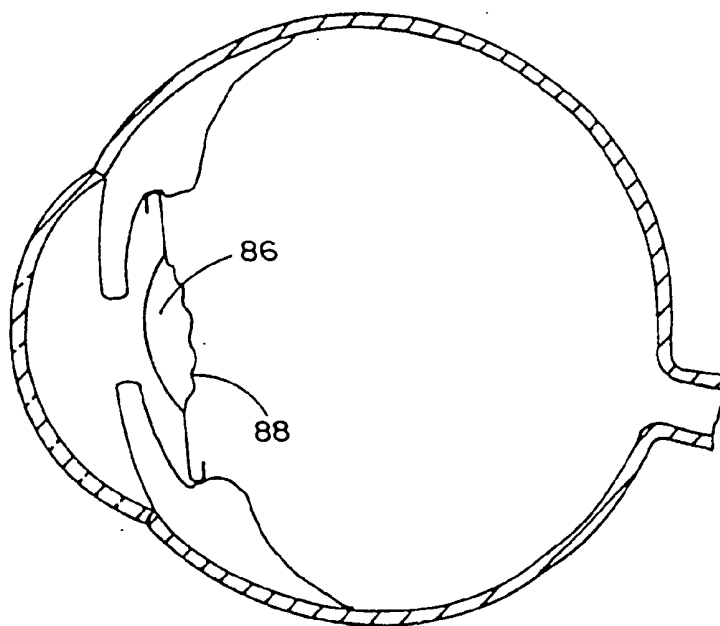


FIG. 8c