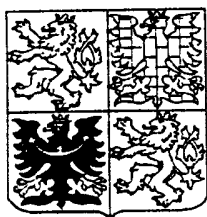


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 2086-93

(13) A3

5(51)

G 02 C 7/06

(22) 06.10.93

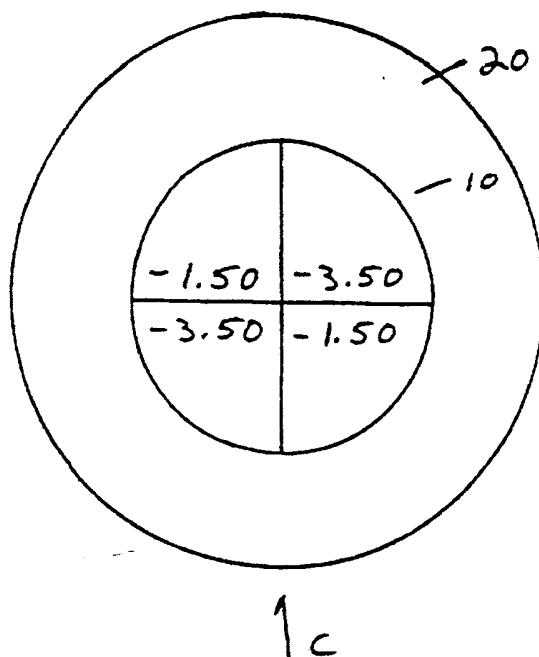
(32) 07.10.92

(31) 92/957922

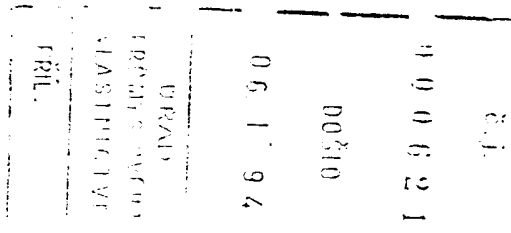
(33) US

(40) 17.08.94

- (71) Johnson Johnson Vision Products, Inc., Jacksonville, Florida, US;
- (72) Roffman Jeffrey H., Jacksonville, Florida, US;
Crowe Carl G., Jacksonville, Florida, US;
Guillon Michel, London, GB;
Armitage Brian S., Jacksonville, Florida, US;
Poling Timothy R., Jacksonville, Florida, US;
- (54) Kontaktní čočka s několika ohnisky a způsob její výroby
- (57) Kontaktní čočka s několika ohnisky má první optickou mohutnost na části optické oblasti (10) své zadní plochy, druhou optickou mohutnost na další části optické oblasti (10) své zadní plochy a třetí optickou mohutnost na celé optické oblasti (10) své přední plochy. První optická mohutnost, v kombinaci se třetí optickou mohutností, tvoří základní korekční optickou mohutnost pro vidění na dálku, zatímco druhá optická mohutnost, pozitivnější než je první optická mohutnost, tvoří v kombinaci se třetí optickou mohutností rozdílovou korekční optickou mohutnost pro vytvoření vhodné ohniskové vzdálenosti pro vidění na blízko, podle individuálních požadavků na bifokální vidění. Tento typ bifokální kontaktní čočky se snadno vyrobí lisováním, při němž konvexní plocha formy obsahuje inverzní tvar první a druhé optické mohutnosti, zvolených pro zadní plochu kontaktní čočky, a konkávní plocha formy obsahuje inverzní tvar třetí optické mohutnosti, zvolené pro přední plochu kontaktní čočky.



MP-1634-93-Če



Kontaktní čočka s několika ohnisky a způsob její výroby

Oblast techniky

Vynález se týká kontaktní čočky s několika ohnisky neboli s více než jednou optickou mohutností, určené pro zaostřování světla dopadajícího na sítnici oka, v kombinaci s dalekozrakou čočkou v lidském oku. Vynález se dále týká způsobu výroby této kontaktní čočky.

Dosavadní stav techniky

Je dobře známo, že s přibývajícím věkem ztrácí oko schopnost akomodace, to jest ohýbání své čočky pro zaostřování předmětů, které jsou relativně blízko k pozorovateli. Tento stav se označuje jako dalekozrakost a dalekozrací lidé se v minulosti spoléhali na brýle nebo jiné čočky, které mají několik různých oblastí nebo částí s různou optickou mohutností neboli lámavostí, které jejich uživatel mohl zrakem vyhledat, aby našel vhodnou optickou mohutnost pro předmět nebo předměty, které chtěl vidět ostře.

U brýlí tento způsob zahrnuje přesunutí zraku z obvykle horní části pro daleké vidění do dolní části pro blízké vidění. U kontaktních čoček však toto pojetí nebylo úspěšné. Kontaktní čočka, působící ve spojení s čočkou v oku, vytváří obraz na sítnici oka vždy zaostřováním světla dopadajícího na každou část rohovky z různých úhlů, a to na každou část sítnice, čímž se na sítnici vytvoří obraz. To je dokázáno skutečností, že když se zřítelnice zúží v důsledku jasnějšího světla, obraz na sítnici se nesmrtí, avšak pro vytvoření celého obrazu na sítnici je využito pouze menší části světla procházejícího čočkou.

Je známo, že za určitých okolností může mozek rozlišit oddělené různé obrazy přijmutím zaostřeného obrazu a odmítnutím nezaostřeného obrazu.

Jedním příkladem tohoto typu čočky použité pro korekci dalekozrakosti provedením současného vidění na blízko i na dálku jsou čočky, popsané v patentu US 4 923 296, uděleného Ericksonovi. Zde je popsán systém čoček, sestávající z páru kontaktních čoček, z nichž čočka pro jedno oko má horní část pro blízké vidění a dolní část pro daleké vidění, zatímco čočka pro druhé oko má horní část pro daleké vidění a dolní část pro blízké vidění. Obě tyto čočky mají vytvářet alespoň částečně jasné obrazy v obou očích a potlačením rozmazaných obrazů mozkem je umožněno vyniknutí a vnímání ostrých obrazů. Tento systém ovšem vyžaduje zatížení obvodovým hranolem nebo závažím pro zajištění správné orientace čočky na oku pro dosažení výše uvedeného účinku.

Patent US 4 890 913, udělený de Carlemu, popisuje bifokální kontaktní čočku, sestávající z několika prstencových oblastí, které mají různou optickou mohutnost. I když se zde uvádí, že oblasti vidění mohou být rozloženy mezi zadní a přední plochou, není zde popsána čočka, jejíž přední a zadní plocha působí společně pro vytvoření rozdílu v optické mohutnosti pro korekci blízkého a dalekého vidění.

Další pokus o provedení bifokální kontaktní čočky je popsán v patentu US 4 704 016, uděleném de Carlemu. Čočka je konstruována buď s použitím různých materiálů, které mají různé indexy lomu pro dosažení různé optické mohutnosti, nebo vytvořením různých oblastí vidění, provedených pouze na zadní ploše čočky. Rovněž zde není popsána čočka, jejíž přední a zadní plocha spolupracují pro vytvoření rozdílu v optických mohutnostech, odpovídajících ohniskovým vzdálenostem pro blízké a daleké vidění.

Znamé čočky, používající oblasti pro lom světla s různými ohniskovými vzdálenostmi, jsou obvykle pouze teoreticky navržené a nevyrábějí se. Skutečnost, že tyto čočky dosud nebyly vyrobeny, je způsobena neproveditelností jejich výroby. Výroba kontaktních čoček se tradičně provádí odstředivým litím nebo přesným soustružením. Těmito způsoby se vyrábějí radiálně symetrické čočky, u nichž je extrémně obtížné provést nekruhové plochy, které mají různé ohniskové vzdálenosti, protože obrábění jiných zakřivení na čočce je nemožné, pokud nejsou kruhová.

Jeden známý pokus se týkal provedení způsobu kompenzace dalekozrakosti bez složité výroby čoček, který je znám jako "monovidění". Při použití systému monovidění má pacient na jednom oku jednu kontaktní čočku pro daleké vidění a na druhém oku druhou kontaktní čočku pro blízké vidění. Ačkoli bylo zjištěno, že pomocí monovidění může pacient přijatelně rozlišovat jak vzdálené, tak u blízké předměty, neexistuje v podstatě v tomto případě binokulární vidění.

Z tohoto důvodu, ačkoliv jednoduché systémy, jako je monovidění, jsou snáze pochopitelné, je prvotním teoretickým úkolem vytvoření složitějších kontaktních čoček s několika ohnisky.

Další pojetí výroby kontaktních čoček s několika ohnisky pro korekci vidění se týká použití optik s různým ohýbáním světla. Jedním z nedostatků tohoto pojetí, stejně jako už u popsanych typů čoček s několika ohnisky, používajících radiálně symetrické, koncentrické oblasti pro blízké a daleké vidění, je určitá vada při blízkém vidění, zejména při nízkém osvětlení. V provedení s různými optickými mohutnostmi je pro blízké vidění využito pouze asi 40 % světla dopadajícího na čočku, přičemž dalších 40 % je využito pro daleké vidění. Zbývajících 20 % není využito ani pro blízké ani pro daleké

vidění, a představuje ztrátu vysokého řádu, způsobenou ohybem a rozptylem. To představuje nejlepší teoretický případ a po vyrobení takové čočky je k dispozici vzhledem k výrobním nepřesnostem dokonce ještě méně světla. Obtížnost výroby všeobecně představuje další nedostatek těchto čoček ohýbajících světlo, protože plochy, způsobující ohyb, musí být vyrobeny s tolerancemi rovnajícími se řádově vlnové délce světla.

Mnohem praktičtější pojetí vytvoření kontaktní čočky s několika ohnisky je popsáno v ještě nevyřízené přihlášce vynálezu č.728 903, podané 10. 7. 1991, kde je popsána a znázorněna neorientovaná lámavá čočka s několika ohnisky, vytvořená z několika segmentů, které mají alespoň dvě různé optické mohutnosti, pro účinné zaostřování světla na sítnici oka při blízkém a dalekém vidění. První optickou mohutnost má první sada segmentů, určená pro daleké vidění, zatímco druhá sada segmentů má druhou optickou mohutnost pro blízké vidění. Segmenty jsou s výhodou uspořádány tak, že poměry ploch každé optické mohutnosti budou stále konstantní, i když dojde ke změně průměru zřítelnice. Toho je dosaženo provedením hranic mezi segmenty čočky, které začínají ve středu čočky a pokračují k vnějšímu okraji optické oblasti, a to buď jako úsečka nebo jako zakřivená dráha.

Způsob výroby čočky s několika ohnisky se provádí tak, že se provedou formy povrchových ploch čočky pro různé optické mohutnosti tak, že tyto povrchové plochy se rozdělí na segmenty od středu formy k obvodovému okraji, takže segmenty mají podobnou velikost a jsou zaměnitelné. Čočka s několika ohnisky může být potom sestavena z těchto segmentů pro první a druhou stranu čočky.

Vylepšená kontaktní čočka s několika ohnisky, sestavená ze segmentů, je popsána v ještě nevyřízené patentové přihlášce

č. 7/827 199, podané 28. 1. 1992. V této přihlášce vynálezu je popsána a znázorněna kontaktní čočka s několika ohnisky, která má středovou zónu, a u níž jeden ze segmentů, které mají různé ohniskové vzdálenosti, tvoří tuto středovou zónu čočky. Hranice mezi segmenty je určena obloukovou dráhou, například polokružnicí, jejíž oba konce leží v místě obvodového spojení segmentů pro blízké a pro daleké vidění. Tento návrh má výhodu v odstranění hranic mezi segmenty ze středové optické osy včetně středového uzlového bodu, na rozdíl od výše popsaných čoček.

I když čočky vyrobené podle výše popsaných přihlášek vynálezu jsou funkční a popsané způsoby jejich výroby představují praktické provedení kontaktních čoček litím, je nutno zlepšit dvě hlediska.

Prvním hlediskem je pohodlí uživatele. Pro pohodlné používání kontaktních čoček je rozhodující vysoký stupeň hladkosti povrchu plochy, která je v kontaktu s rohovkou oka a s očním víčkem. I když čočky vyrobené podle výše uvedených přihlášek vynálezu předpokládají, že optické plochy budou provedeny na přední ploše nebo straně kontaktní čočky, aby se zamezilo dráždění rohovky, může docházet u čočky, která má na přední straně dvě různé optické plochy, k tomu, že její přední strana dráždí oční víčko, nebo způsobí posunutí čočky v důsledku rozdílu výšky obou optických ploch, mezi nimiž je vytvořen určitý stupeň, tvořící překážku.

Způsob výroby čoček, popsáný v uvedených přihláškách vynálezu, vyžaduje dále pečlivé sestavení kusů formy s různými optickými mohutnostmi pro výrobu čočky. I když se jedná o možný způsob výroby, je zapotřebí vyloučit požadavek pečlivého sestavení zakřivených optických segmentů, použitých pro vytvoření formy pokaždé, když se provádí jiná kombinace pro vidění do dálky a na blízko.

Úkolem vynálezu proto je vytvořit kontaktní čočku s několika ohnisky, která bude mít výhody výše uvedených čoček, popsaných v přihláškách vynálezu, a současně u ní budou minimalizovány škodlivé účinky spojené s přechodovým stupněm mezi dvěma optickými plochami.

Dalším úkolem vynálezu je minimalizovat takzvané přesvětlení, doprovázející optickou čočku s několika ohnisky neboli s několika optickými mohutnostmi, způsobené optickou nespojitostí v rozhraní mezi optickými segmenty.

A konečně je úkolem vynálezu vytvořit způsob výroby kontaktní čočky s několika ohnisky, sestávající ze segmentů, který nebude vyžadovat pečlivé rozdělení a spojení ploch s různou optickou mohutností pro vytvoření formy pro různé kombinace bifokálních optických kontaktních čoček pokaždé, když je potřeba vyrobit novou kombinaci čočky.

Podstata vynálezu

Tento úkol splňuje kontaktní čočka s několika ohnisky, pro zaostřování světla dopadajícího na sítnici oka v kombinaci s čočkou v dalekozrakém lidském oku, která má první optickou mohutnost na první části optické oblasti zadní plochy, druhou optickou mohutnost na druhé části optické oblasti na přední ploše (to jest ploše, která se dotýká rohovky oka), a třetí optickou mohutnost na celé optické oblasti přední plochy čočky, podle vynálezu, jehož podstatou je, že první optická mohutnost na první zadní části v kombinaci s třetí optickou mohutností na přední ploše tvoří základní optickou mohutnost pro korekci vidění do dálky a druhá optická mohutnost na druhé zadní části je optickou mohutností pozitivnější, než je první optická mohutnost, a v kombinaci s třetí optickou mohutností na přední ploše tvoří optickou mohutnost pro korekci vidění na blízko vytvořením vhodné ohniskové vzdálenosti, pro

individuální potřebu bifokálního vidění.

Tento typ bifokální kontaktní čočky může být snadno vyroben tvářením. Pro zadní plochu čočky se zvolí konvexní část formy, která má inverzní tvar k první a druhé optické mohutnosti. Pro přední plochu čočky se zvolí konkávní část formy, která má inverzní tvar k třetí optické mohutnosti, takže tato třetí optická mohutnost spolu s první optickou mohutností vytvoří požadovanou základní mohutnost pro korekci vidění na dálku, a s druhou optickou mohutností vytvoří požadovanou mohutnost pro korekci vidění na blízko. Požadované optické mohutnosti se potom předají čočce tím, že mezi oběma částmi formy se kontaktní čočka vylisuje.

Tato čočka, která má první a druhou optickou mohutnost na části zadní plochy optické oblasti, a třetí optickou mohutnost na přední ploše optické oblasti, má několik významných zlepšení oproti zmíněné neorientované kontaktní čočce s několika ohnisky.

Její výhoda spočívá v tom, že má vytvořen stupeň mezi různými optickými plochami na zadní straně, která dosedá na oko, přičemž nespojitá část mezi jednotlivými segmenty je vyplněna slzní tekutinou, tvořící konzistentní přechod mezi oběma segmenty a snižující problém přesvětlení ohybem, který obvykle nastává u čočky, která má přechod mezi optickými oblastmi.

Další výhodou kontaktní čočky podle vynálezu je, že stupeň mezi oběma segmenty není v kontaktu s vnitřní stranou očního víčka. Proto relativní pohyb mezi čočkou a lidskou tkání, nepohodlí jejího nošení a její vychýlení není větší, než je tomu u běžné kontaktní čočky s jedinou optickou mohutností.

Třetí výhodou řešení podle vynálezu je to, že způsob výroby kontaktní čočky je velmi zjednodušen. Na rozdíl od potřeby vytvoření formy pro kontaktní čočku použitím segmentů s různými optickými mohutnostmi, které je nutno pečlivě sestavit pro dodání jak optické mohutnosti pro vidění na dálku, tak optické mohutnosti pro vidění na blízko jediné ploše, stačí udržování oddělených částí formy a potom jejich složení podle příslušného předpisu pro bifokální vidění. To znamená, že na zadní části formy se vytvoří rozdíl optických mohutností, a tato zadní část formy může být zkombinována s mnoha snadněji vyrobitelnými předními částmi formy pro dosažení velkého množství konečných parametrů čočky.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále blíže objasněn na příkladech provedení podle přiložených výkresů, na nichž

obr. 1a, 1b, 1c znázorňují v půdoryse postupně optickou oblast zadní části formy, přední plochu formy a výslednou kontaktní čočku podle vynálezu,

obr. 2a, 2b, 2c v půdoryse postupně stejné plochy jako na obr. 1, avšak s jiným geometrickým uspořádáním a

obr. 3a, 3b, 3c v půdoryse opět postupně stejné plochy jako na obr. 1, avšak s ještě jiným geometrickým uspořádáním.

Příklady provedení vynálezu

Řešení podle vynálezu zachovává základní výhody provedení popsaných v uvedených podaných přihláškách vynálezu tím, že kontaktní čočka podle vynálezu nevyžaduje žádné závaží, zátěž nebo hranol pro svoji, zejména radiální, orientaci. Dalším aspektem řešení podle vynálezu je, že plochy oblastí

s ohniskovými vzdálenostmi pro vidění na blízko a na dálku mohou být stejné a nezávislé na velikosti zřítelnice. Tato nezávislost na velikosti zřítelnice může být uskutečněna, když poměr mezi plochami pro vidění na blízko a na dálku zůstane stejný pro jakoukoli kružnici v čočce, koncentrickou s čočkou.

Na obr. 1a, 1b a 1c jsou v půdoryse znázorněny postupně za sebou část formy pro zadní zakřivení kontaktní čočky, část formy pro přední zakřivení kontaktní čočky, a výsledná kontaktní čočka, a to v nejjednodušším provedení podle vynálezu. Toto provedení sestává z klínovitých, střídavě za sebou uspořádaných částí pro vidění na blízko a na dálku optické oblasti 10 kontaktní čočky podle vynálezu. Tato optická oblast 10 je obklopena čočkovitou částí 20. Je samozřejmé, že v případě potřeby může optická oblast 10 kontaktní čočky zasahovat až k obvodu čočky.

Neorientovaná kontaktní čočka s několika ohnisky, znázorněná na obr. 1c, představuje výsledek sestavení jedné plochy kontaktní čočky, a to plochy tvaru dodaného formou pro zadní plochu kontaktní čočky, znázorněnou na obr. 1a, která má střídavě uspořádané segmenty, a to s první a druhou optickou mohutností, zkombinované se třetí optickou mohutností přední plochy kontaktní čočky, a to plochy tvaru dodaného formou pro přední plochu kontaktní čočky, znázorněnou na obr. 1b, a lámavosti převážné části materiálu kontaktní čočky.

Například pacient s běžným předpisem pro bifokální vidění, kde se požaduje mínus 3,50 dioptrií pro vidění na dálku a přídavek plus 2,00 dioptrií pro vidění na blízko (výsledkem čehož je korekční mohutnost pro vidění na blízko mínus 1,50 dioptrií) by dříve požadoval volbu přední plochy formy, která má části s optickou mohutností mínus 3,50 dioptrií a mínus 1,50 dioptrií. Tyto části formy by se potom musely pečlivě sestavit, aby vznikla výše požadovaná

kombinace.

U řešení podle vynálezu by však bylo pouze zapotřebí použít obvyklou jedinou část formy pro přední plochu kontaktní čočky pro vidění na dálku pro korekci vidění na dálku s hodnotou mínus 3,50 dioptrií, a potom zvolit jedinou část formy pro zadní plochu, rozčleněnou na segmenty, z nichž některé mají druhou optickou mohutnost, způsobující rozdíl plus 2,00 dioptrií ve srovnání s obvyklou první optickou mohutností zadní plochy.

Přesněji řečeno, výše popsaná kontaktní čočka by měla na první části optické oblasti zadní konkávní plochy první optickou mohutnost -47,620 dioptrií. Tato optická mohutnost by byla výsledkem velikosti poloměru zadní plochy 8,400 mm na této první části, a byla by stejná jako optická mohutnost, použitá u čoček s jedinou ohniskovou vzdáleností, které vytvářejí korekci -3,50 dioptrií. Druhá část zadní plochy by měla poloměr o velikosti 8,768 mm a tvořila by optickou mohutnost -45,620 dioptrií.

Přední plocha kontaktní čočky by měla v optické oblasti konvexní plochu s poloměrem 9,086 mm, tvořící třetí optickou mohutnost o velikosti 44,022 dioptrií napříč celé optické oblasti. Toto zakřivení a optická mohutnost by opět byly stejné, jako zakřivení a optická mohutnost čočky s jedinou ohniskovou vzdáleností a skutečnou optickou mohutností o velikosti -3,50 dioptrií.

Kontaktní čočka podle uvedeného příkladu, provedená z etafilconu A, a která má index lomu 1,4, by měla tloušťku zvýšenou o 0,070 mm, což by zvýšilo vzhledem k účinku tloušťky čočky celkovou optickou mohutnost kombinovaných ploch čočky o 0,098 dioptrií.

Skutečným výsledkem je kontaktní čočka s optickou mohutností zadní vrcholové části, rovnající se součtu optických mohutností první (zadní) plochy, třetí (přední) plochy a zvýšení optické mohutnosti vzhledem k účinku tloušťky čočky, to jest $-47,620 + 44,022 + 0,098 = -3,500$ dioptrií pro vidění na dálku, což je obvyklé pro kontaktní čočku s jedinou ohniskovou vzdáleností. Optická mohutnost druhé (zadní) plochy je však zvýšena o $+2,00$ dioptrie oproti optické mohutnosti první (zadní) plochy, a v kombinaci s optickými mohutnostmi třetí (přední) plochy a tloušťky čočky vznikne výsledná optická mohutnost zadní vrcholové části jejich součtem, to jest $-45,620 + 44,022 + 0,098 = -1,500$ dioptrií.

Jakmile je pro základní přední optickou mohutnost provedena forma zadní plochy s příslušnými plochami, která může být jakákoli, zejména s "přídavkem" pro vidění na blízko, je zcela odstraněna potřeba pečlivého sestavení kusů formy a flexibilitnost sestavení jakékoli korekční optické mohutnosti na přední ploše pro vidění na dálku s vhodným "přídavkem" neboli rozdílnou optickou mohutností na zadní ploše formy pro plochu optické oblasti čočky umožňuje zjednodušenou výrobu jakékoli požadované kombinace pro vidění na dálku i na blízko.

Odborníkovi je známo, že v zásadě podobné opatření, podobné však pouze hrubě přibližně provedení segmentovaných čoček, jaké je zde popsáno, a známé jako "monovidění", kde pacient má na jednom oku kontaktní čočku pro vidění na dálku a na druhém oku kontaktní čočku pro vidění na blízko, umožní pacientovi přijatelně rozlišit předměty jak na dálku, tak na blízko, avšak v podstatě bez binokulárního vidění.

Když má uživatel na každém oku kontaktní čočku podle vynálezu s ohniskovými vzdálenostmi jak pro vidění na dálku, tak i pro vidění na blízko, nejenže může přijatelně vidět jak na dálku, tak na blízko, nýbrž rovněž dosáhne velkého stupně

stereoskopického vidění s binokulárním viděním.

Znamé pokusy o provedení neorientované kontaktní čočky s několika ohnisky vyloučily potřebu zatížení kontaktní čočky tím, že tato kontaktní čočka měla koncentrické části pro vidění na dálku a na blízko. I když kontaktní čočky tohoto typu mohou být vyrobeny řešením podle vynálezu, jsou provedení popsaná v této přihlášce vynálezu výhodnými provedeními, protože udržují konstantní nebo téměř konstantní poměr ploch pro vidění na blízko a na dálku. Jak je znázorněno na obr. 1 a 2, na rozdíl od známých provedení kontaktních čoček zachovávají si tyto segmenty stejný poměr ploch pro vidění na blízko i na dálku, protože poměr ploch v kružnici koncentrické s čočkou je nezávislý na velikosti této kružnice, podobně jako je tomu u zřítelnice oka, která se rozšiřuje a smršťuje s množstvím světla, dopadajícího na oko.

Tímto způsobem má kontaktní čočka podle vynálezu výhodu v tom, že poměr ploch částí pro vidění na dálku a pro vidění na blízko může být buď konstantní i při změně poloměru nebo může být řízenou funkcí velikosti zřítelnice.

Jedna nebo více optických ploch mohou být provedeny jako nekulové neboli asférické, přičemž výhoda spočívá v tom, že asférické tvary umožňují provedení se stejnou minimální tloušťkou okraje a s hladkým spojením mezi optickou oblastí 10 a čočkovitou oblastí 20. To není možné u sférických neboli kulových částí. Ačkoli je možné provést čočku podle vynálezu se sférickými částmi, které by vyhovovaly optickým požadavkům, minimalizuje použití asférických ploch zejména na zadní ploše výšku stupně mezi plochami s různými optickými mohutnostmi, a tudíž i dráždění oka.

Vhodné provedení optických asférických ploch pro umělé čočky je uvedeno v patentu US 5 050 981.

Pro zmenšení výšky stupně mezi segmenty pro vidění na blízko a na dálku, a to jak pro asférické, tak i pro sférické provedení, je možno použít i jinou techniku provedení. Jak vyplývá z obr. 2, je možno mezi jednotlivými segmenty pro vidění na dálku a na blízko pro zmenšení výšky stupně mezi nimi použít zakřivených hranic, zejména ve středních částech.

Použití zakřiveného rozhraní mezi jednotlivými segmenty sníží výšku stupně vytvořením průběhu, který je uspořádán v určitém úhlu ke gradientu mezi dvěma výškami segmentů. V praxi se táhne oblouk od jednoho konce, který je buď přímo nebo téměř u středu čočky, k druhému konci na okraji optické oblasti 10. Obvykle má obloukový segment takový tvar, že jeho poloměr je delší než tětiva oblouku, například v poměru dvě ku jedné poloměru oblouku k jeho tětivě.

Oblouky tvořící hranice mohou mít tvar znázorněný na obr. 2, se symetrickým rozložením.

Zakřivené hranice mezi segmenty čočky s několika ohnisky snižují výšku stupně mezi těmito segmenty svým průběhem upraveným v určitém úhlu ke gradientu tvořenému dvěma různými výškami materiálu čočky a nesledují průběh tohoto gradientu mezi dvěma výškami čočkových segmentů.

Kontaktní čočky se složitými zakřiveními a plochami mohou být vyráběny technologií tváření neboli lisování, která umožňuje přesnou výrobu kontaktních čoček s vysokou kvalitou a opakovatelností. Jakmile je vyrobena forma, může být opakovaně vyráběn jakýkoliv typ čočky bez ohledu na její složitost s jen velmi málo zvýšenými náklady pro celou škálu tvarů.

Kontaktní čočka znázorněného typu se proto s výhodou vyrábí lisováním. Všeobecně je výhodné lisování popsané v patentech US 4 495 313 a 4 889 664. Při tomto lisování se

forma, která má být vyrobena, neprovede na ploše, která bude přímo tvarovat čočku, avšak nejprve se provede operace obrábění na kovové ploše, která se potom použije pro vytvoření plastové formy ze styrénu, teprve která se použije jako forma pro lisování kontaktní čočky. Výraz "forma", používaný v popisu, znamená jakoukoli známou formu používanou pro výrobu kontaktní čočky, to znamená nikoli pouze samotné plochy, použité pro vyrobení čočky, avšak i plochy použité pro vytvoření formy, kterou se nakonec čočka vyrobí.

Kovové formy, které mají segmentované plochy s několika ohnisky, se vytvoří volbou vhodných optických mohutností z běžných sférických a asférických forem. Ve výše uvedeném příkladu by to byly plochy, odpovídající optické mohutnosti -3,50 dioptrií pro přední plochu, přičemž zadní plocha má rozdílovou optickou mohutnost odpovídající hodnotě +2,00 dioptrií.

Zadní plocha formy se vytvoří ze zadního kusu formy, v němž se provede plocha, která má jednu optickou mohutnost, a zakřivená plocha, která má rozdílovou optickou mohutnost o +1,50 dioptrie. Tyto plochy formy se potom rozříznou na segmenty, které jsou podobné a zaměnitelné. S výhodou se provedou řezy, odpovídající průměrům plochy čočky, a to středem čočky. Tyto kovové formy jsou vyřiznuty přesně elektrodynamickým obráběcím zařízením, které provede rozříznutí s velmi malou ztrátou materiálu a velmi přesným lícováním vyleštěním stěn řezu.

Různé formy rozdělené tímto způsobem mohou být opět složeny dohromady pro vytvoření požadovaného zakřivení zadní zakřivené plochy a připojeny k sobě pro vytvoření plochy, která se potom použije pro vytvoření zadní zakřivené části formy, která spolu se základní přední částí s optickou mohutností pro vidění na dálku vytvoří konečně kontaktní

čočku. Protože segmentované zadní zakřivené plochy mohou být použity nezávisle s jakoukoli přední částí formy, může se sada těchto segmentů podle požadavku připojit k sobě navzájem a nemusí být potom opět rozdělována pro pozdější opětovné použití.

Ačkoliv je výhodou tohoto řešení podle vynálezu to, že nezávisle na průměru zřítelnice může být udržován stejný poměr ploch jak pro vidění na blízko, tak pro vidění na dálku, je možno vyrobit i čočku podle vynálezu, která má proměnný poměr ploch pro vidění na blízko a pro vidění na dálku. To je někdy výhodné, protože vidění na blízko je zvláště obtížné při nízkém osvětlení.

Podle dalšího provedení vynálezu může být poměr plochy pro vidění na blízko vůči ploše pro vidění na dálku funkcí průměru zřítelnice. Jestliže je například průměr zřítelnice malý, potom se může velikost plochy pro vidění na blízko rovnat velikosti plochy pro vidění na dálku. Jestliže se však průměr zřítelnice zvětší, jako je tomu například při nízkém osvětlení, může se poměr velikosti plochy pro vidění na blízko vůči velikosti plochy pro vidění na dálku zvětšit změnou poměru velikostí těchto ploch u obvodu optické oblasti 10. Je snadné přizpůsobit podle potřeby nejen poměr velikostí ploch pro vidění na blízko a pro vidění na dálku, ale i místo přechodu z jedné plochy do druhé. Jakékoli uspořádání je snadno vyrobitelné tvářením, jestliže je první forma provedena tak, jak je popsáno výše.

Na obr. 3 je znázorněno provedení kontaktní čočky, u něhož hranice mezi segmenty pro vidění na blízko a segmenty pro vidění na dálku jsou tvořeny polokruhovými dráhami, které mají oba své konce na spojovacím obvodu segmentů pro vidění na blízko a na dálku. Navíc probíhají hranice tvořené polokruhovými dráhami mimo centrální zónu optické oblasti 10

čočky.

Toto provedení má výhodu v tom, že v oblasti středové optické osy neprobíhají hranice mezi segmenty, včetně středové uzlového bodu, který je jinak u předcházejících provedení.

Podle specifického příkladu je vytvořena kontaktní čočka, kde je zvolen optický segment pro vidění na dálku s výhodou takový, který má středovou zónu optické oblasti 10. Polokruhová hranice mezi segmenty pro vidění na blízko a segmenty pro vidění na dálku má průměr 5,165 milimetrů a střed na obvodu středové zóny optické oblasti 10. Kontaktní čočka má obvykle průměr 14 milimetrů a minimální vzdálenost mezi hranicemi segmentů, bráno přes středovou osu, činí 1,5 milimetru.

Podle dalšího provedení umožňuje použití hyperbolického zakřivení dráhy udržování volné centrální zóny čočky bez hranic a může být upraveno pro zachování stejné velikosti ploch jak pro vidění na blízko, tak pro vidění na dálku.

U kontaktní čočky, která má tyto zvláštní rozměry, je rovnice popisující hyperbolickou dráhu následující:

$$y = \frac{x^2}{r_S + \sqrt{r_S^2 - (k+1)x^2}}$$

kde: $r_S = 0,4535$ a

$k = -1,25$

Ačkoliv výše uvedená rovnice definuje parabolu, výsledná křivka může být specifikována jako jakákoli kuželosečka, včetně elipsy, hyperboly a paraboly, v závislosti na hodnotě k .

Odchylka neboli minimální vzdálenost od středové osy čočky k hranici mezi segmenty pro vidění na blízko a na dálku je 0,75 milimetru. U tohoto provedení je však hyperbolický oblouk veden tak, že nepatrná odchylka plochy pro vidění na blízko v centrální zóně čočky je vyrovnána zvětšením optické plochy pro vidění na blízko na obvodu.

U provedení, znázorněného na obr. 3, je možno zkonstruovat zadní plochu formy nejen rozřezáním celé zadní plochy formy, nýbrž rovněž obrobením optické oblasti 10 této plochy formy. Je zřejmé, že jestliže optická plocha není obrobena jako jeden kus, může být čočka vyrobena výše popsaným způsobem, při němž formy, které mají příslušné optické mohutnosti, se přesně rozřežou podél příslušných zakřivených drah elektrodynamickými obráběcími zařízeními a potom se vyleští. Řezy, provedené do vnějšího obvodu neoptické části formy, nemusí mít žádný vliv, pokud jsou náležitě upraveny tak, aby po sestavení vytvořily hladkou plochu.

Výše uvedený popis je uveden pouze jako příkladný, přičemž v rámci vynálezu je možno provádět různé úpravy, aniž by se vybočilo z jeho rozsahu, daného patentovými nároky.

1. Kontaktní čočka s několika ohnisky, pro zaostřování světla dopadajícího na sítnici oka v kombinaci s čočkou v dalekozrakém lidském oku, která má první optickou mohutnost na první části optické oblasti zadní plochy, druhou optickou mohutnost na druhé části optické oblasti na přední ploše, a třetí optickou mohutnost na optické oblasti přední plochy, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první optická mohutnost na první zadní části v kombinaci s třetí optickou mohutností na přední ploše tvoří základní optickou mohutnost pro korekci vidění do dálky a druhá optická mohutnost na druhé zadní části je optickou mohutností pozitivnější, než je první optická mohutnost, a v kombinaci s třetí optickou mohutností na přední ploše tvoří optickou mohutnost pro korekci vidění na blízko.

2. Kontaktní čočka podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že hranice mezi první částí zadní plochy a druhou částí zadní plochy má tvar polokruhové dráhy.

3. Kontaktní čočka podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že hranice mezi první částí zadní plochy a druhou částí zadní plochy má tvar dráhy tvořené kuželosečkou.

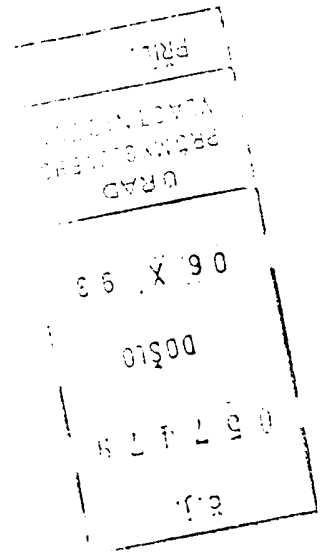
4. Způsob výroby kontaktní čočky s několika ohnisky, která má přední plochu a zadní plochu, které vždy obsahují optickou oblast, v y z n a č u j í c í s e t í m, že sestává z kroků udělení první optické mohutnosti první části optické oblasti zadní plochy čočky, udělení druhé optické mohutnosti druhé části optické oblasti zadní plochy čočky a

udělení třetí optické mohutnosti optické oblasti přední plochy čočky.

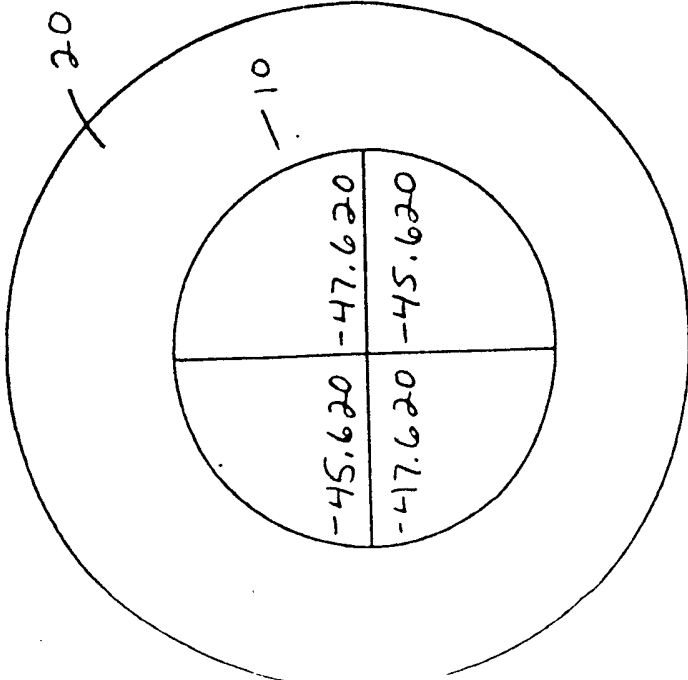
5. Způsob podle nároku 4, v y z n a č u j í c í s e t í m, že první, druhá a třetí optická mohutnost jsou udělovány vytvořením konvexní plochy formy, obsahující inverzní tvar první a druhé optické mohutnosti na optické oblasti konvexní části formy, vytvořením konkávní plochy formy, obsahující inverzní tvar třetí optické mohutnosti na části optické oblasti konkávní části formy, a lisováním kontaktní čočky mezi konkávní a konvexní částí formy.

6. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že při udělování první optické mohutnosti a druhé optické mohutnosti první části zadní plochy a druhé části zadní plochy se mezi nimi vytvoří polokruhová dráha jako hranice.

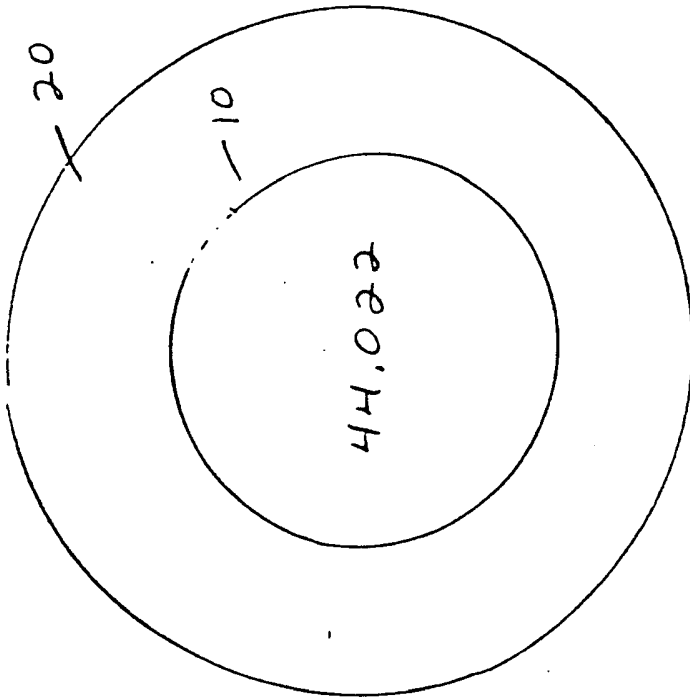
7. Způsob podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že při udělování první optické mohutnosti a druhé optické mohutnosti první části zadní plochy a druhé části zadní plochy se mezi nimi vytvoří dráha tvaru kuželosečky jako hranice.



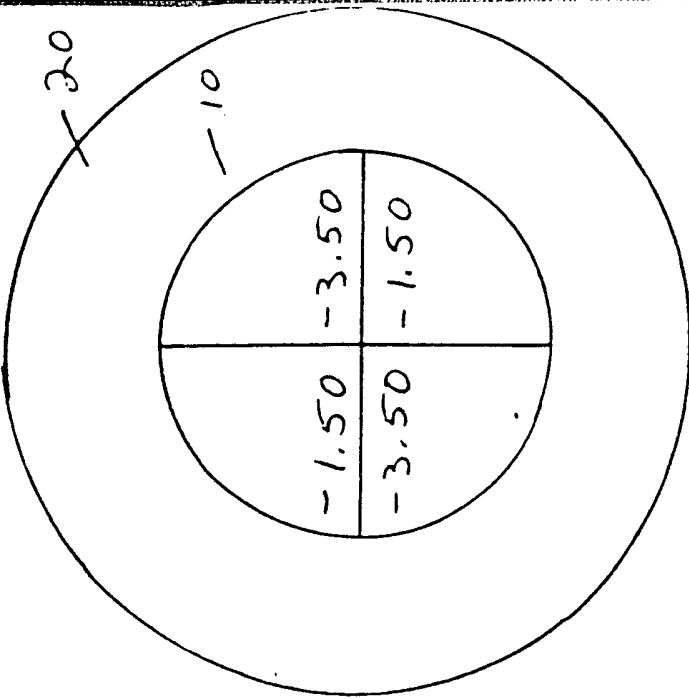
Obr. 1



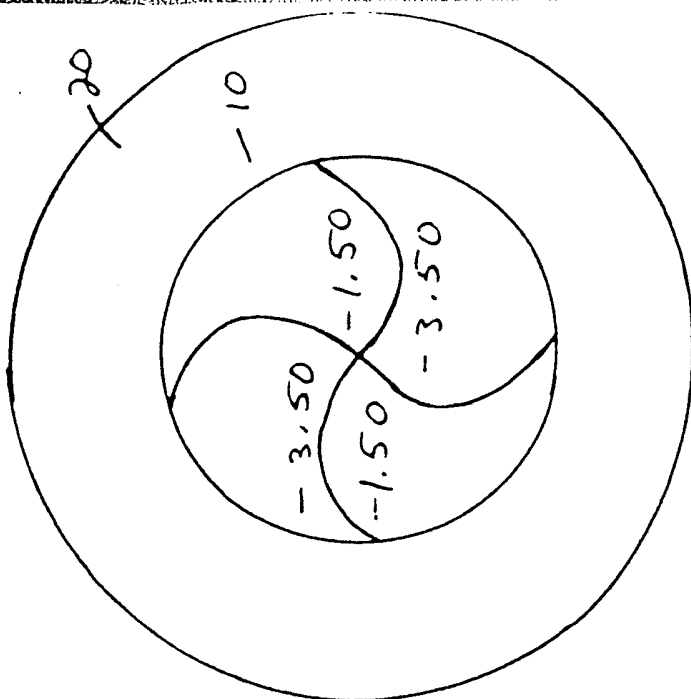
| a



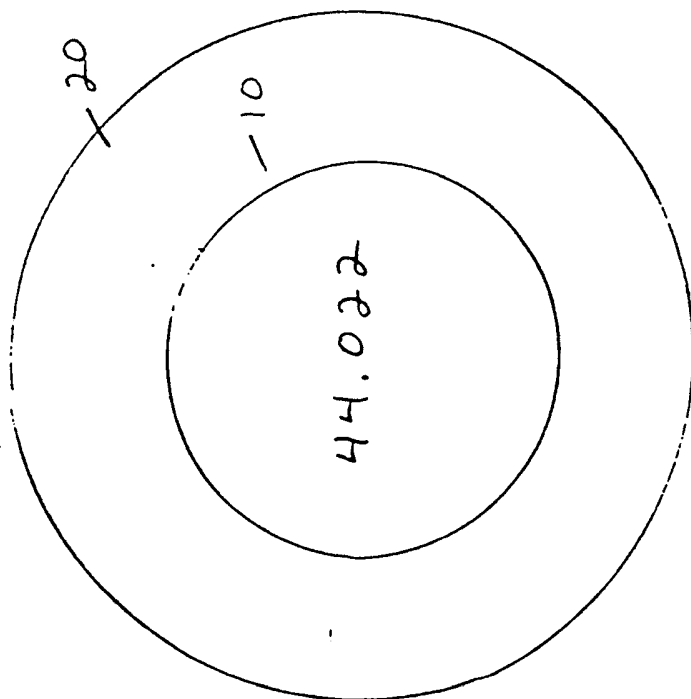
| b



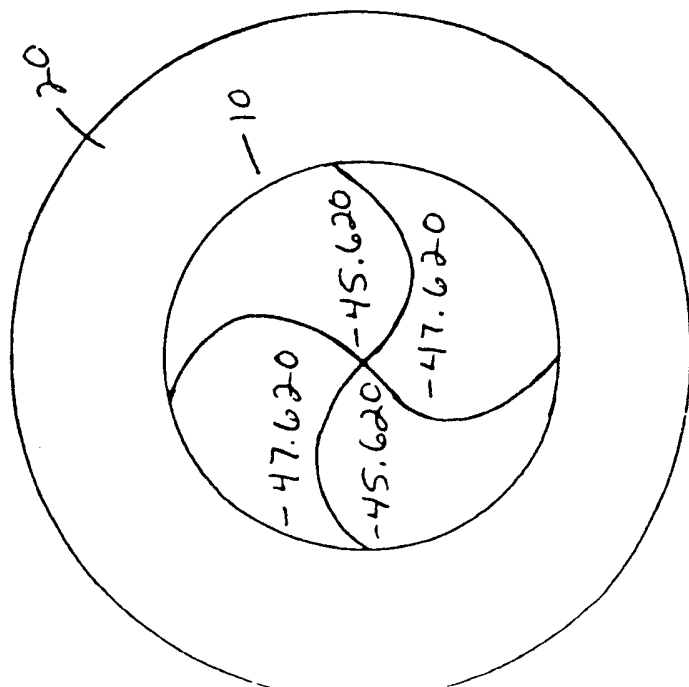
| c



2c



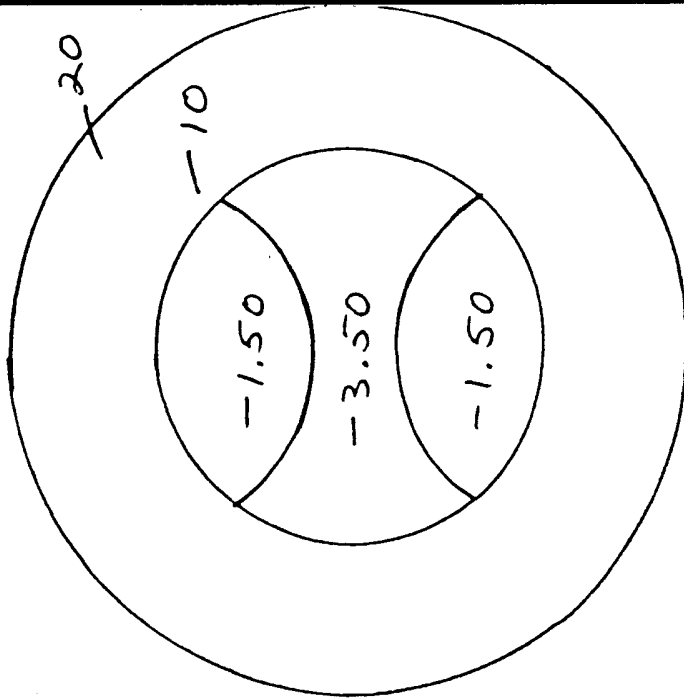
2b



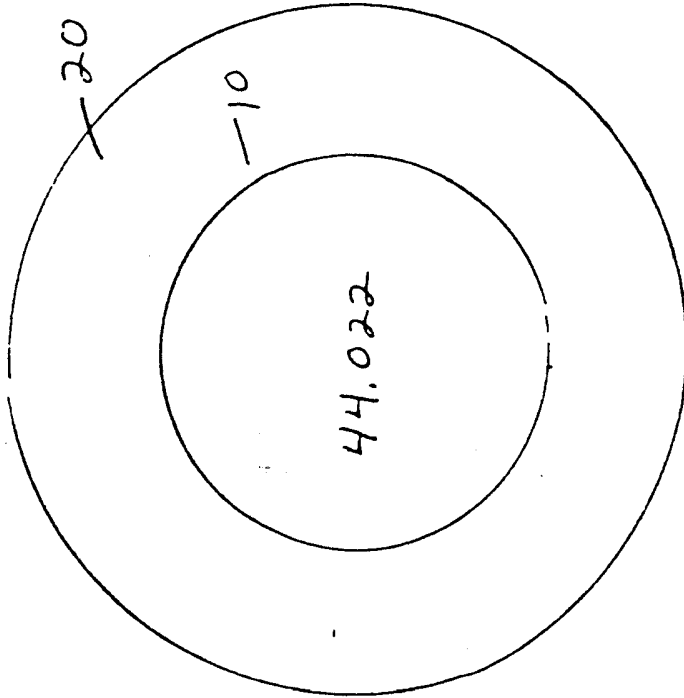
2a

0 5 7 4 7 9	0 6 X 9 3	0 5 7 4 7 9
0 5 7 4 7 9	0 6 X 9 3	0 5 7 4 7 9
0 5 7 4 7 9	0 6 X 9 3	0 5 7 4 7 9
0 5 7 4 7 9	0 6 X 9 3	0 5 7 4 7 9

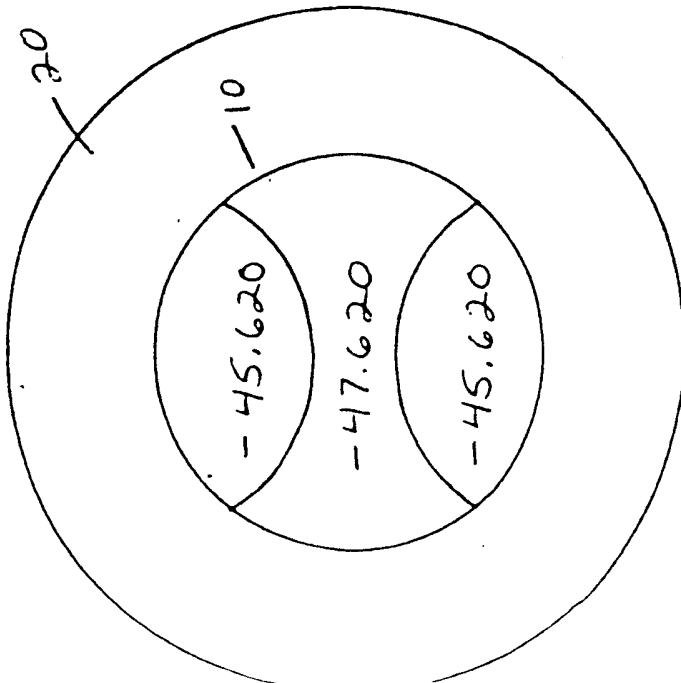
Obr. 2



3c



3b



3a

PRIN.	06 X 93
PROBATION	00510
GRAD	057479
DATE	8.1.

Obr. 3