

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **01.05.2001**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **04.05.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **2000/564841**

(33) Země priority: **US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **18.06.2003**  
(Věstník č. 6/2003)

(86) PCT číslo: **PCT/US01/14015**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/083026**

(21) Číslo dokumentu:

**2002 - 3624**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>:

**A 61 N 1/18**

(71) Přihlašovatel:

**OPTOBIONICS CORPORATION, Wheaton, IL, US;**

(72) Původce:

**Chow Alan Y., Wheaton, IL, US;**

**Chow Vincent Y., Hanover Park, IL, US;**

(74) Zástupce:

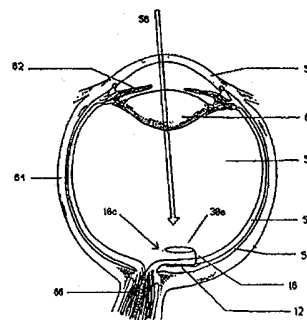
**Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;**

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Umělé sítnicové zařízení se stimulačními a  
zemnicími zpětnými elektrodami umístěnými na  
opačných stranách neurosítě a způsob  
přípevnění**

(57) Anotace:

Umělé sítnicové zařízení (10) implantované do subretinálního prostoru oka osob s určitými typy retinální slepoty indukuje umělé vidění elektrickou stimulací zbývajících živých buněk sítnice. Umělé sítnicové zařízení (10) obsahuje stimulační elektrodovou jednotku (12), přednostně umístěnou do subretinálního prostoru a ocasový přesah (30), kryjící zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku (16), která může být umístěna do sklivcové dutiny. Stimulační elektrodová jednotka obsahuje řadu elektrodových podjednotek (22). Každá elektrodová podjednotka (22) obsahuje jednu nebo více elektricky připojených mikrofotodiod (23a) například do série, aby se poskytlo zvýšené napětí a proud mikroelektrodě. Stimulační elektrodová jednotka a zemnicí zpětná elektrodová jednotka (16) jsou přednostně umístěny na opačných stranách neurosítě, aby bylo umožněno účinné a vysoké rozlišení transretinální elektrické stimulace neuroretinálních buněk.



**Umělé sítnicové zařízení se stimulačními a zemnicími zpětnými elektrodami umístěnými na opačných stranách neurosítnice a způsob připevnění**

#### Oblast techniky

Předkládaný vynález se obecně týká lékařských zařízení. Konkrétněji se předkládaný vynález týká umělého sítnicového zařízení a způsobu účinnější elektrické stimulace neuroretinálních buněk s vyšším rozlišením u částečně poškozených sítnic za účelem umělého vidění. Vynález poskytuje zlepšenou účinnost a rozlišení zařízení za použití tranšretinální stimulace elektrickým proudem poskytnutým stimulační a zemnicí zpětnou elektrodou, které jsou umístěny na opačných stranách neurosítnice.

#### Dosavadní stav techniky

Celá řada nemocí sítnice způsobuje ztrátu vidění neboli slepotu destrukcí vaskulárních vrstev oka, které zahrnují choroidní a choriokapilární vrstvu, a vnější retinální vrstvy zahrnující Bruchovu membránu a retinální sítnicový epitel. Ztráta těchto vrstev je často doprovázena degenerací vnější části neurosítnice, typicky fotoreceptorové vrstvy. Degenerace mohou být ušetřeny různé části zbývající neurosítnice tvořené zevní nukleární, zevní plexiformní, vnitřní nukleární, vnitřní plexiformní, ganglionové a nervově vláknité vrstvy.

Známa předchozí úsilí vytvořit vidění elektrickou stimulací sítnice používala polí stimulačních elektrod s jejich zemnicí zpětnou elektrodou nebo elektrody umístěné buďto úplně na epi-retinální nebo sub-retinální straně neurosítnice. Umístění stimulační a zemnicí zpětné elektrody dohromady tímto způsobem vedlo k neúčinné stimulaci neurosítnice, protože elektrické pole nebylo přes neurosítnici hnáno přímo. Rozlišení bylo také

špatné kvůli difúznímu rozptýlení elektrického pole každé elektrody.

#### Popis vynálezu

Zařízení fungující jako umělá sítnice, které je předmětem tohoto vynálezu, je přednostně tvořeno dvěmi základními jednotkami, stimulační elektrodovou jednotkou a zemnicí zpětnou jednotkou. V jedné formě vynálezu jsou obě jednotky fyzikálně a elektricky spojitě, nebo fyzikálně a elektricky spojené izolovaným vodičem podobným ocasu, který v některých formách podporuje, umísťuje a řadí dvě jednotky na opačných stranách neurosítnice vůči sobě. Stimulační elektroda je například silikonový disk mající průměr 3 mm a tloušťku 25 mikronů a je složena z oddělených stimulačních mikroelektrodových podjednotek. Stimulační elektrodová jednotka má přednostně zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku přesahující z jedné hrany a obsahující silikonový ocas s izolovaným vodičem vedoucím k zemnicí zpětné elektrodě na svém konci. Stimulační mikroelektrodové podjednotky stimulačních elektrodových jednotek dopravují proud generovaný jednou nebo více mikrofotodiodami připojenými například do série a vyrobené v podjednotce. Přednostní počet mikrofotodiod na podjednotku je jedna.

V dalších formách vynálezu je každá mikroelektrodová podjednotka přednostně vyrobena na uzlu silikonové sítě ve tvaru disku, kde podjednotky jsou odděleny otevřenými oblastmi sítě. Otevřené oblasti sítě umožňují výživu a oxygenaci z vnější retinální cirkulace, odkud difundují do neurosítnice.

V přednostní formě vynálezu na zadní straně stimulační elektrodové jednotky, tj. na straně opačné ke straně, na kterou dopadá světlo, je zkonstruován izolovaný běžný vodič, a je uspořádán, aby elektricky uzemňoval mikroelektrodové

podjednotky. Běžný zemnicí vodič přednostně pokračuje podél délky zemnicí zpětné elektrodové jednotky a končí v exponované zemnicí zpětné elektrodě na nebo blízko konci zemnicí zpětné elektrodové jednotky, a je umístěn ve sklivcové dutině. Exponovaný konec zemnicí elektrodové jednotky ve sklivcové dutině umožňuje elektrickému poli generovanému mikroelektrodovými podjednotkami v subretinálním prostoru, aby transretinálně stimuloval neurosítnici.

V druhé formě vynálezu je další konec s uloženým vodičem a elektrodovým koncem připojen ke konci zemnicí elektrody zemnicí elektrodové jednotky, aby zemnicí elektroda přesáhla dále do sklivcové dutiny.

V třetí formě vynálezu je vodič zemnicí elektrodové jednotky elektricky připojen k další předpětové fotodiodě nebo fotodiodám, aby se zvýšilo napětí a proud generovaný zařízením. V tomto druhém případě je zemnicí elektroda zařízení přednostně umístěna na další předpětovou fotodiodu nebo fotodiody umístěné do sklivcové dutiny.

Ve čtvrté formě jsou předpětové fotodioda nebo fotodiody umístěny v čočkovém kapsulárním vaku oka po chirurgickém odstranění jádra čočky a kortikálního materiálu

#### Příklady provedení vynálezu

##### Stručný popis obrázků

Další rysy a výhody vynálezu budou zřejmé osobám znalým oboru s ohledem na detailní popis a vyobrazení, v kterých:

Obr. 1A je nákres přednostní formy ukazující stimulační elektrodovou jednotku a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku.

Obr. 1B je boční pohled na Obr. 1A ukazující stimulační elektrodovou jednotku a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku.

Obr. 2A je náčrt ocasového přesahu přednostních forem, které se fyzikálně a elektricky spřažují k zemnicí zpětné elektrodě dále do sklivcové dutiny oka.

Obr. 2B je průřez ocasového přesahu přednostních forem.

Obr. 3 je perspektivní pohled ukazující ocasový přesah z Obr. 2A a 2B připevněný k zemnicí zpětné elektrodové jednotce z Obr. 1A a 1B.

Obr. 4 je perspektivní pohled na další formu ukazující stimulační elektrodovou jednotku vyrobenou jako cirkulární silikonové tkanivo a stimulační elektrodové podjednotky vyrobené v křížících se uzlech sítě.

Obr. 5 je průřezovým pohledem na Obr. 1A a 1B na oko se stimulační elektrodovou jednotkou v subretinálním prostoru a zemnicí zpětnou elektrodou zemnicí zpětné elektrodové jednotky umístěné ve sklivcové dutině.

Obr. 6 je průřezovým pohledem na zařízení z Obr. 5 s připevněným ocasovým přesahem z Obr. 2A a 2B.

Obr. 7 je průřezovým pohledem na další formu vynálezu ukazující zařízení z Obr. 1A a 1B s elektrodovou stimulační jednotkou implantovanou v subretinálním prostoru a kličkou zemnicí zpětné elektrody zemnicí zpětné elektrodové jednotky umístěné ve sklivcové dutině.

Obr. 8 je průřezovým pohledem na další přednostní formu vynálezu ukazující zařízení z Obr. 1A a 1B se stimulační

elektrodovou jednotkou implantovanou v subretinálním prostoru a ocasovým přesahem elektricky připojeným k předpětové fotodiodě umístěné v obalu čočky oka, kde předpětová fotodioda obsahuje přesahující část zemnicí zpětné elektrody a poskytuje další napětí a/nebo proud elektrodové stimulační jednotce v subretinálním prostoru.

Obr. 9 je průřezovým pohledem na další formu vynálezu ukazující zařízení z Obr. 1A a 1B se stimulační elektrodovou jednotkou implantovanou v subretinálním prostoru a ocasovým přesahem elektricky připojeným k předpětové fotodiodě umístěné před duhovkou v přední komoře oka, kde předpětová fotodioda obsahující přesahující část zemnicí zpětné elektrody a předpětovou fotodiodu poskytující další napětí a/nebo proud elektrodové stimulační jednotce v subretinálním prostoru.

#### Detailní popis přednostních forem vynálezu

S odkazem na vyobrazení, jak je uvedeno na Obr. 1A a 1B, má přednostní forma sítnicového zařízení 10 stimulační elektrodovou jednotku 12 a zahnutou zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku 16 konfigurované pro implantaci do oka, takže sítnicové zařízení může být umístěno zcela v oku a může stimulovat opačné nebo významně opačné strany neurosítnice. Dvě složky 12 a 16 jsou přednostně fyzikálně zpracovány na jednom tenkém silikovém čipovém substrátu 11, ale mohou být vyrobeny odděleně a poté spojeny dohromady. Stimulační elektrodová jednotka 12 obsahuje řadu stimulačních elektrodových podjednotek 22, kde každá je tvořena jedním nebo více elektrickými zdroji, jako jsou například fotodetektor nebo fotodetektory. V přednostní formě mohou být fotodetektory začleněny jako mikrofotodiody 23a elektricky připojené například do série.

Stimulační elektrody 23b kontaktují alespoň jednu z individuálních buněk, skupin buněk, částí buněk a nervových vláken neurosítnice. Zemnicí zpětná elektroda 14 je přednostně umístěna na, nebo blízko konci zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16. Stimulační elektroda 23b a zemnicí zpětná elektroda 14 jsou umístěny na opačných koncích neurosítnice, nebo pokud neurosítnice částečně chybí nebo je poškozena, poté na opačných koncích zbývajících neurosítnice. V přednostní formě vynálezu je stimulační elektroda 23b umístěna v subretinálním prostoru neurosítnice a zemnicí zpětná elektroda 14 je umístěna na epiretinální straně neurosítnice. V další formě vynálezu jsou umístění opačná se zemnicí zpětnou elektrodou 14 umístěnou v subretinálním prostoru neurosítnice a stimulační elektrodou 23b umístěnou na epiretinální straně neurosítnice.

Jak je také uvedeno na Obr. 1A a 1B, zahrnují exemplární složky přednostní formy sítnicového zařízení 10 tenký silikonový substrát 11, stimulační elektrodovou jednotku 12, stimulační elektrodové podjednotky 22, mikrofotodiody 23a elektricky připojené například do série se stimulačními elektrodovými podjednotkami 22 a stimulační elektrodou z iridia/iridium oxidu 23b stimulačních elektrodových podjednotek 22. Mikrofotodiody 23a nebo další elektrický zdroj přednostně poskytuje stimulaci neurosítnicových stran subretinální a sklivové dutiny oka. Alternativně může elektrický zdroj poskytnout stimulaci z vnějšku oka v odpovědi na dopadající světlo. Elektrický zdroj může například vysílat signály proporcionálně k vnímanému dopadajícímu světlu cestou pevného zapojení do subretinálního prostoru a sklivkové dutiny oka. V další formě vynálezu může elektrický zdroj přenášet signál do oka bezdrátovým způsobem za použití například rádiové frekvence (RF) k vysílání signálů k cílce umístěné v oku, která komunikuje se stimulačními a zemnicími elektrodami. Pro poskytnutí elektrické energie do oka

v odpovědi na dopadající světlo mohou být také použity další známé mechanismy.

Také zahrnuta v zemnicí zpětné elektrodové jednotce 16 je silikonová stresová vrstva 17, která má přednostně tvar zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16 v obecně zahnutém tvaru, aby nasměrovala zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku 16 do sklivcové dutiny. Ačkoli zahnutí směřuje zemnicí elektrodovou jednotku 16 do sklivcové dutiny, mohou být použity i jiné tvary, jako je například úhlová zemnicí elektroda, k provedení stejné funkce, ale může být mnohem obtížnější takovou elektrodu vyrobit. Zemnicí zpětná elektroda 14 je přednostně vyráběna z iridia/iridium oxidu a obsahuje titanovou adhezni vrstvu 14a a P+ nádržku 14b umístěnou pod titanovou adhezni vrstvou 14a k umožnění elektrického kontaktu s legovaným silikonovým substrátem 11. Sítnicové zařízení 10 také přednostně obsahuje silikon dioxidovou vrstvu 15, která izoluje stimulační elektrodovou jednotku 12 a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotku 16.

Jak je uvedeno na Obr. 1A a 1B, obsahuje stimulační elektrodová jednotka 12 celou řadu stimulačních elektrodových podjednotek 22 majících jednu nebo více mikrofotodiod 23a elektricky připojených například do série v každé elektrodové podjednotce 22. Přednostní počet mikrofotodiod 23a je jedna jednotka na mikroelektrodovou podjednotku 22. Vrstvy mikrofotodiod jsou například od povrchu dopadajícího světla, iridium/iridium oxidová elektroda 23b, titanová adhezni vrstva 23c, N+ nádržka 23d, vnitřní vrstva 23e a silikonový substrát 11. Osoby znalé oboru ocení, že mohou být použita i jiná uspořádání, kde mikroelektrodové podjednotky jsou podjednotky schopné generovat elektrický proud.

Jak je uvedeno na Obr. 1A a 1B, obsahuje zemnicí zpětná elektrodová jednotka 16 přednostně umísťovací otvor 24, který umožňuje, aby sítnicové zařízení 10 bylo umístěno během chirurgie s nástroji. Zemnicí zpětná elektrodová jednotka 16 zahrnuje v další formě vynálezu zářezy 26, které umožňují zajistit dosedání pro připevnění, které mají odpovídající výklenky, které pasují do zářezu 26, jak je popsáno detailněji níže.

Jak je uvedeno na Obr. 2A a 2B, je uveden ocasový přesah 30 pro připevnění k zemnicí zpětné elektrodové jednotce 16 (uvedené na Obr. 1A a 1B) k přesáhnutí elektrického ukončení zemnicí zpětné elektrody 14 (uvedené na Obr. 1A a 1B) například dále do sklivcové dutiny. Další přesah zemnicí elektrody do sklivcové dutiny může být vyžadován ke snížení nežádoucího vychýlení elektrického pole, které se pohybuje směrem od stimulační k zemnicí elektrodě. Takové vychýlené elektrické pole je méně účinné pro stimulaci neurosítnice ve srovnání s elektrickým polem, které je uspořádáno ve směru kolmém k neurosítnicovému povrchu.

Obr. 2A je nákresem a Obr. 2B je bočním pohledem na ocasový přesah 30. Připevnění ocasového přesahu 30 je zkonstruováno z biokompatibilního materiálu 31, jako je například Parylene nebo podobný biokompatibilní materiál a je přednostně vyroben z ohnutím. Připevnění ocasového přesahu 30 také obsahuje usazený vodič 34 izolovaný okolním materiálem 31 ukončeným v ocasovém přesahu zemnicí zpětné elektrody 32 na konci nebo v jeho blízkosti ocasového přesahu 30, přednostně, přednostně tak, aby byla elektroda umístěna ve sklivcové dutině co nejdál. Vodič 34 připevnění ocasového přesahu 30 je navržen, aby byl v elektrickém kontaktu se zemnicí zpětnou elektrodovou jednotkou 14, je-li připevnění ocasového přesahu 30 připevněno k zemnicí zpětné elektrodové jednotce 14 (uvedeno na Obr. 1A a

1B). Zemnicí elektroda 32 s ocasovým přesahem je přednostně zkonstruována z iridia/iridium oxidu nebo jiného vhodného elektrodového materiálu.

Také s odkazem na Obr. 1A a 1B má připevnění ocasového přesahu 30 kapsu 36, která lícuje se zemnicí elektrodovou jednotkou 16, aby byl zajištěn elektrický kontakt se zemnicí zpětnou elektrodou 14. Uvnitř kapsy 36 jsou výklenky 38, které zapadají do zářezů 26 zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16. Výklenky 38 jsou přednostně zkonstruovány z biokompatibilního materiálu, jako je například Parylene, nebo podobný biokompatibilní materiál. Připevnění ocasového přesahu 30 obsahuje výřez 40, který umožňuje, aby byl umístovací otvor 24 zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16 přístupný nástroji (neuvedeno).

Obr. 3 je perspektivním pohledem ukazujícím ocasový přesah 30 (uveden na Obr. 2A a 2B) elektricky připevněný k zemnicí zpětné elektrodové jednotce 16 sítnicového zařízení 10. Vodič 34 ocasového přesahu 30 kontaktuje zemnicí zpětnou elektrodu 14 zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16. Ocasový přesah 30 je přednostně ohnut, aby umístil svou zemnicí zpětné elektrodu 32 do sklivcové dutiny oka. Osoby znalé oboru ocení, že mohou být použity i jiné tvary ocasového přesahu, pokud tvar umožní umístění zemnicí zpětné elektrody do sklivcové dutiny oka. Uvedena je také stimulační elektrodová jednotka 12.

Obr. 4 je perspektivním pohledem na další formu sítnicového zařízení 10 uvedeného na Obr. 1A a 1B. Shodné složky jsou označeny za použití stejného číslování s písmenem. Alternativní forma sítnicového zařízení 10a je podobná přednostní formě sítnicového zařízení 10 uvedeného na Obr. 1A a 1B, s výjimkou, že stimulační elektrodová jednotka 12a je vyrobena jako tkanivo ve tvaru disku 17 k umožnění toku živin

mezi choroideou a neurosítnicí, a stimulační elektrodové podjednotky 22a jsou vyrobeny jako křížící se uzly tkaniva 17. Tkanivo je přednostně vyrobeno ze silikonu a může být perforováno. Alternativní forma sítnicového zařízení 10a je tedy podobná přednostní formě sítnicového zařízení 10 s přidáním otvorů pro živiny 13.

Obr. 4A je zvětšený náčrtek a Obr. 4B je řezem částí III-III z Obr. 4A alternativní formy sítnicového zařízení 10a uvedeného na Obr. 4. Stimulační elektrodové podjednotky 22a stimulační elektrodové jednotky 12a uvedené na Obr. 4 jsou každá tvořena prvními, druhými a třetími mikrofotodiodami 24, 25, 26 elektricky zapojenými například do série ve stimulační elektrodové podjednotce 22a, aby se zvýšilo vystupující napětí každé stimulační elektrodové podjednotky 22a. Stimulační elektrodové podjednotky 22a jsou v kontaktu se společným zemnicím vodičem 28d prostřednictvím kontaktní podložky 28c.

Společný zemnicí vodič 28d a kontaktní podložka 28c jsou izolovány během výroby například depozicí silikonu dioxidu 29. Pro účely jasnosti jsou přednostně označeny pouze vrstvy jedné z mikroelektrod zapojených elektricky do série; jedná se o N<sup>+</sup> vrstvu 24a, N typ silikonový substrát 24b, vnitřní vrstvu 24c a P<sup>+</sup> vrstvu 27b, 28b jsou přednostně deponovány přes izolační vrstvy silikonu dioxidu 27a, 28a, aby elektricky zapojily přilehlé mikrofotodiody 24, 25, 26. Izolační vrstva silikonu 27c kryje vodič 27b. Stimulační elektroda 27 každé stimulační elektrodové podjednotky 22a je přednostně vyrobena z iridia/iridium oxidu deponovaného přes titanovou adhezni vrstvu. Osoby znalé oboru ocení, že mohou být použity další elektrodové materiály, například ušlechtilé kovy, jako například platina a tantal. Společný zemnicí vodič 28d stimulačních elektrodových podjednotek 22a je elektricky ukončen například na, nebo v blízkosti zemnicí zpětné

elektrody 14a zemnicí zpětné elektrodové jednotky 16a, jak je uvedeno na Obr. 4.

Obr. 5 je průřezovým pohledem ukazujícím přednostní formu sítnicového zařízení 10 z Obr. 1A a 1B implantovaného do oka 6 se stimulační elektrodovou jednotkou 12 umístěnou do subretinálního prostoru mezi neurosítnicí 50 a retinálním pigmentovým epitelem 52, a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotkou 16 ve sklivcové dutině 54. Světelné obrazy 56 vstupují do oka 6 přes rohovku 58 a čočku 60 a jsou zaostřeny do stimulační elektrodové jednotky 12. Zformátované elektrické stimuly jsou poté generovány mikrofotodiodami elektrodových podjednotek 22 (Obr. 1A), které stimulují nad nimi ležící neurosítnici 50 ve formátu obrazu. Pro referenční účely jsou uvedeny další struktury oka 6, kterými jsou duhovka 62, skléra 64 a optické vlákno 66.

Obr. 6 uvádí průřezový pohled na alternativní formu sítnicového zařízení 10b zahrnujícího přednostní formu sítnicového zařízení 10, jak je popsáno na Obr. 1A a 1B, a další rysy. Alternativní forma sítnicového zařízení 10b zahrnuje stimulační elektrodovou jednotku 12 umístěnou v subretinálním prostoru mezi neurosítnicí 50 a retinálním pigmentovým epitelem 52 a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotkou 16 ve sklivcové dutině 54 s připojeným ocasovým přesahem 30 z Obr. 2A a 2B. Účelem ocasového přesahu 30 je elektricky přesáhnout přes umístění zemnicí zpětné elektrody dále do sklivcové dutiny 54, aby se zabránilo odchylení transretinálního elektrického pole mezi stimulační elektrodovou jednotkou 12 a zemnicí zpětnou elektrodovou jednotkou 16, jak se přenáší elektrické pole přes neurosítnici 50. Nevychýlené elektrické pole, které je kolmé k povrchu neurosítnice obrácené ke sklivci účinně stimuluje zbývající neuroretinální buňky. Pro referenční účely jsou dalšími prvky

a strukturami oka, které jsou uvedeny, rohovka 58, duhovka 62, čočka 60, skléra 64, optický nerv 66 a dopadající světelné obrazy 56.

Obr. 7 ukazuje průřez další formy sítnicového zařízení 10c zahrnující přednostní formu sítnicového zařízení 10, jak je popsáno v Obr. 1A a 1B, a další rysy. Stimulační elektrodová jednotka 12 je umístěna v subretinálním prostoru mezi neurosítnicí 50 a retinálním pigmentovým epitelem 52, a zemnicí zpětná elektrodová jednotka 16 je umístěna ve sklivcové dutině 54 zahrnující ocasový přesah 30a, který má obecně stočenou zemnicí elektrodu. Ačkoli stimulační elektrodová jednotka 12 je přednostně umístěna v subretinálním prostoru se zemnicí zpětnou elektrodovou jednotkou 16 umístěnou ve sklivcové dutině, může být v dalších formách vynálezu umístění stimulační elektrodové jednotky 12 a zemnicí elektrodové jednotky 16 obrácené.

Účel smyčkové elektrody ocasového přesahu 30a je elektricky přesáhnout rovnoměrným způsobem za umístění zemnicí zpětné elektrody dále do sklivcové dutiny 54. Rovnoměrně uložená zemnicí elektroda ve sklivcové dutině relativně k síti subretinální stimulační elektrody pomáhá udržet transretinální stimulační elektrické pole v kolmém směru relativně k neuroretinálnímu povrchu. Takové uspořádání elektrického pole relativně k neuroretinálnímu povrchu účinně stimuluje neurosítnici ve srovnání s například transretinálním elektrickým polem, které je vychýleno k neuroretinálnímu povrchu. Pro referenční účely jsou dalšími prvky a strukturami oka, které jsou uvedeny, rohovka 58, duhovka 62, čočka 60, skléra 64, optický nerv 66 a dopadající světelné obrazy 56.

Obr. 8 uvádí průřez ještě další formy sítnicového zařízení 10d zahrnujícího přednostní formu sítnicového zařízení 10, jak je

popsáno na Obr. 1A a 1B, obsahující připevněný ocasový přesah 30b. Ocasový přesah je elektricky připojen k alespoň jedné předpětové fotodiodě 30c umístěné v obalu čočky 60b oka 6, kde přepětová fotodioda 30c přesahuje zemnicí zpětnou elektrodu 32b. Předpětová fotodioda 30c poskytuje další napětí a/nebo proud elektrodové stimulační jednotce 12 v subretinálním prostoru. Ke stimulaci závažněji poškozených sítnic může být vyžadováno ve srovnání s méně poškozenými sítnicemi další napětí a výsledný proud. Předpětová fotodioda může být také sérií fotodiod 30c elektricky připojených společně do série nebo paralelní konfigurace, jak je známo v oboru, aby poskytla zvýšené napětí a/nebo proud. Pro referenční účely jsou dalšími prvky a strukturami oka, které jsou uvedeny, rohovka 58, duhovka 62, čočka 60, skléra 64, neurosítnice 50, retinální pigmentový epitel 52, optický nerv 66 a dopadající světelné obrazy 56.

Obr. 9 uvádí průřez ještě další formy sítnicového zařízení 10e zahrnujícího přednostní formu sítnicového zařízení 10, jak je popsáno na Obr. 1A a 1B, a připevněný ocasový přesah 30d, který je elektricky připojen k alespoň jedné předpětové fotodiodě 30e přednostně umístěné před duhovkou 62 oka 6. Umístění alespoň jedné předpětové fotodiody v tomto umístění umožňuje všem předpětovým fotodiodám být exponovány světlu, ve srovnání s předpětovou fotodiodou umístěnou za duhovkou. Předpětová fotodioda 30e přesahuje zemnicí zpětnou elektrodu 32c a předpětová fotodioda nebo fotodiody 30e poskytují další napětí a/nebo proud elektrodové stimulační jednotce 12 v subretinálním prostoru. Předpětová fotodioda nebo fotodiody 30e jsou elektricky připojené společně do série nebo paralelní konfigurace, aby poskytly zvýšené napětí a/nebo proud, jak je známo v oboru. Pro referenční účely jsou dalšími prvky a strukturami oka, které jsou uvedeny, rohovka 58, duhovka 62,

čočka 60, skléra 64, neurosítnice 50, retinální pigmentový epitel 52, optický nerv 66 a dopadající světelné obrazy 56.

Mělo by být rozuměno, že změny a modifikace forem vynálezu popsaných výše budou zřejmé osobám znalým oboru a jsou očekávány. Je proto zamýšleno, že předcházející detailní popis je spíše ilustrační než omezující, a že bude rozuměno, že jsou to následující patentové nároky zahrnující všechny ekvivalenty, které jsou zamýšleny k definici ducha a rozsahu tohoto vynálezu.

Seznam vztahových značek6 oko10 sítnicové zařízení10a sítnicové zařízení10b sítnicové zařízení10c sítnicové zařízení10d sítnicové zařízení10e sítnicové zařízení11 substrát12 stimulační elektrodová jednotka12a stimulační elektrodová jednotka13 otvor14 zemnicí zpětná elektroda14a zemnicí zpětná elektroda14a vrstva14b nádržka15 vrstva16 zemnicí zpětná elektrodová jednotka16a zemnicí zpětná elektrodová jednotka17 vrstva17 tkanivo22 elektrodová podjednotka23 vrstva23a mikrofotodioda23b stimulační elektroda23d nádržka23e vrstva24 otvor26 zářez24 mikrofotodioda24a vrstva24b substrát24c vrstva25 mikrofotodioda

26 mikrofotodioda  
27 stimulační elektroda  
27a vrstva  
27b vodič  
27c vrstva  
28a vrstva  
28c vrstva  
28c kontaktní podložka  
28d společný zemnicí vodič  
29 depozice silikon dioxidu  
30 ocasový přesah  
30a ocasový přesah  
30d ocasový přesah  
30c fotodioda  
30e fotodioda  
31 materiál  
32 zemnicí zpětná elektroda  
32b zemnicí zpětná elektroda  
34 vodič  
36 kapsa  
38 výklenek  
40 výřez  
50 neurosítnice  
52 retinální pigmentový epitel  
54 sklivcové dutině  
56 světelný obraz  
58 rohovka  
60 čočka  
60b čočka  
62 duhovka  
64 skléra  
66 optické vlákno

# PATENTOVÉ NÁROKY

1. Umělé sítnicové zařízení k elektrické stimulaci neurosítnice oka k tvorbě umělého vidění, kde umělé sítnicové zařízení obsahuje:

elektrický zdroj;

alespoň jednu stimulační elektrodu připojenou k elektrickému zdroji; a

alespoň jednu zemnicí zpětnou elektrodu připojenou k elektrickému zdroji, kde stimulační elektroda a zemnicí zpětná elektroda jsou konfigurovány k umístění v oku na opačných stranách neurosítnice.

2. Zařízení podle patentového nároku 1, kde elektrickým zdrojem je fotodetektor.

3. Zařízení podle patentového nároku 1, kde fotodetektorem je mikrofotodiodové pole.

4. Zařízení podle patentového nároku 1, kde stimulační elektroda je umístěna v subretinálním prostoru neurosítnice.

5. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna na epiretinální straně neurosítnice.

6. Zařízení podle patentového nároku 1, kde alespoň jedna stimulační elektroda obsahuje celou řadu stimulačních elektrod konfigurovaných do pole.

7. Zařízení podle patentového nároku 6, kde pole stimulačních elektrod je vyrobeno z tkaniva.

8. Zařízení podle patentového nároku 7, kde tkanivo obsahuje celou řadu perforací.

9. Zařízení podle patentového nároku 7, kde tkanivo zahrnuje silikon.

10. Zařízení podle patentového nároku 7, kde tkanivo zahrnuje biokompatibilní materiál, který je možno uspořádat do tkaniva.

11. Zařízení podle patentového nároku 1, kde alespoň jedna zemnicí zpětná elektroda je vyrobena z tkaniva.

12. Zařízení podle patentového nároku 11, kde tkanivo zahrnuje silikon.

13. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna do sklivcové dutiny oka.

14. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna v obalu čočky oka.

15. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna v přední komoře oka.

16. Zařízení podle patentového nároku 6, kde elektrický zdroj zahrnuje alespoň jeden fotodetektor a fotogalvanické zařízení, a alespoň jedna stimulační elektroda stimulačního elektrodového pole získává napětí a proud z alespoň jednoho odpovídajícího fotodetektoru a fotogalvanických zařízení elektrického zdroje.

17. Zařízení podle patentového nároku 16, kde fotodetektor a fotogalvanické zařízení jsou umístěny proximálně vůči sobě v blízkosti stimulační elektrody.

18. Zařízení podle patentového nároku 17, kde fotodetektor, fotogalvanické zařízení a stimulační elektrody jsou umístěny na epiretinální nebo subretinální straně neurosítěnice, takže obrazy zaostřené do oka vytvářejí oblast stimulace fotodetektoru a fotogalvanického zařízení, která napodobuje zaostřené obrazy.

19. Zařízení podle patentového nároku 16, kde alespoň jedna předpětová fotodioda je elektricky připojena k poli stimulační elektrody, aby poskytla alespoň další napětí nebo proud poli stimulační elektrody.

20. Zařízení podle patentového nároku 19, kde alespoň jedna předpětová fotodioda je umístěna v alespoň sklivcové dutině za obalem čočky, v obalu čočky, za čočkou, nebo před čočkou oka.

21. Zařízení podle patentového nároku 20, kde další napětí a proud jsou poskytnuty stimulačním elektrodám elektrickým připojením alespoň jedné předpětové fotodiody k alespoň jednomu fotodetektoru nebo fotogalvanickému zařízení.

22. Zařízení podle patentového nároku 16, kde pole alespoň jednoho fotodetektoru nebo fotogalvanického zařízení je umístěno v subretinálním prostoru neurosítěnice.

23. Zařízení podle patentového nároku 1, kde stimulační elektroda je v kontaktu s alespoň jednou z individuálních buněk, skupin buněk, částí buněk a nervových vláken neurosítěnice.

24. Zařízení podle patentového nároku 1, kde stimulační elektrody jsou umístěny, ale nedotýkají se epiretinální strany neurosítěnice.

25. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna mezi choriokapilaris a retinální pigmentový epitel.
26. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna mezi skléru a choroideu.
27. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna na povrchu skléry vně oka.
28. Zařízení podle patentového nároku 1, kde alespoň jedna ze stimulační a zemnicí zpětné elektrody je umístěna na epiretinální straně neurosítnice a je podporována a umístěna rigidním přesahem zařízení umístěným na druhé straně neurosítnice.
29. Zařízení podle patentového nároku 28, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna mezi choriokapilaris a retinální pigmentový epitel.
30. Zařízení podle patentového nároku 28, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna mezi skléru a choroideu.
31. Zařízení podle patentového nároku 28, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna na povrchu skléry vně oka.
32. Zařízení podle patentového nároku 28, kde stimulační elektrody jsou v kontaktu s epiretinální stranou neurosítnice.
33. Zařízení podle patentového nároku 32, kde stimulační elektroda je umístěna mezi choriokapilaris a retinální pigmentový epitel.

34. Zařízení podle patentového nároku 32, kde stimulační elektroda je umístěna mezi skléru a choroideu.

35. Zařízení podle patentového nároku 32, kde stimulační elektroda je umístěna na povrchu skléry vně oka.

36. Zařízení podle patentového nároku 1, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna na straně subretinálního prostoru neurosítě.

37. Způsob tvorby umělého vidění za použití umělého sítnicového zařízení, kde umělé sítnicové zařízení obsahuje elektrický zdroj a stimulační elektrodu a zemnicí zpětnou elektrodu připojenou k elektrickému zdroji, ke stimulaci neurosítě oka za vzniku umělého vidění, kde způsob zahrnuje:

implantaci stimulačního elektrodového zařízení na první stranu neurosítě; a

implantaci zemnicí zpětné elektrody na stranu opačnou první straně neurosítě.

38. Způsob podle patentového nároku 37, kde stimulační elektroda je umístěna v subretinálním prostoru neurosítě.

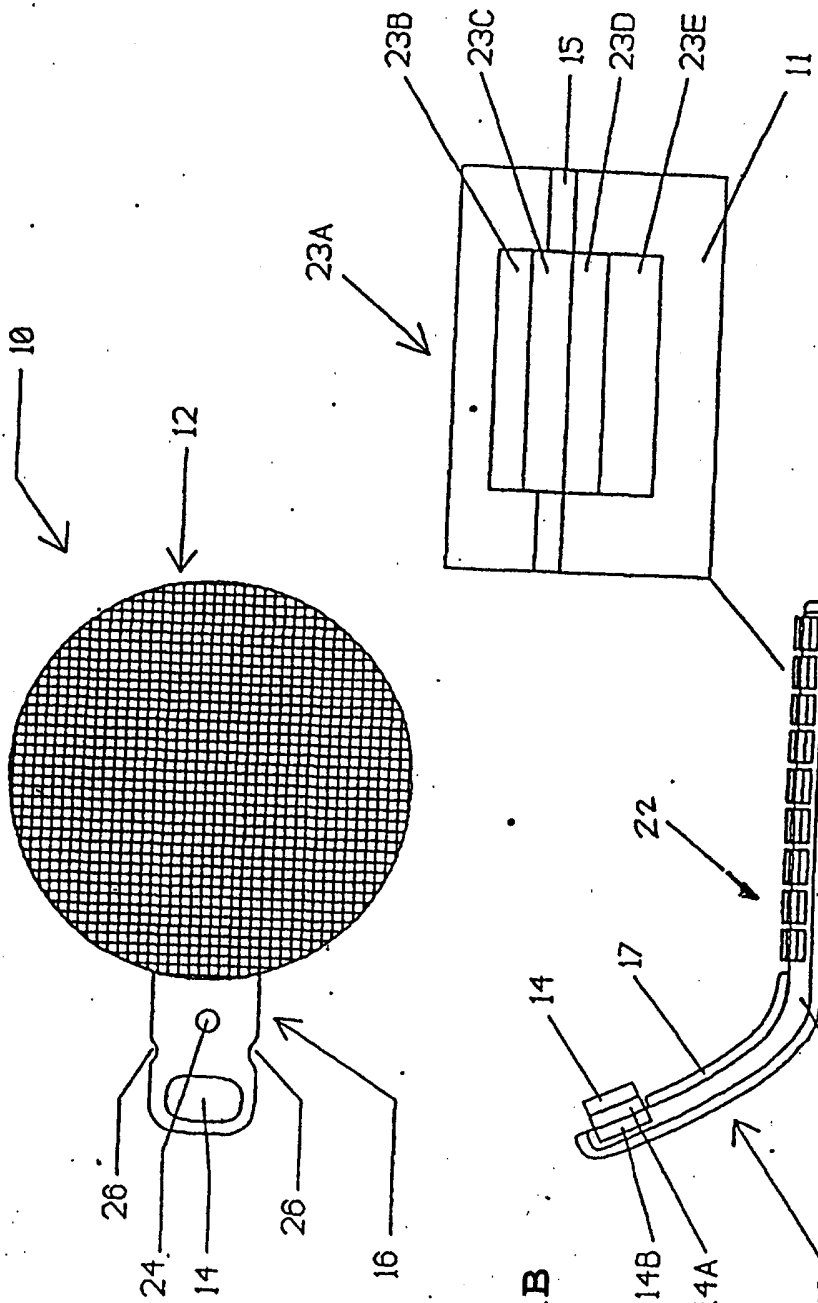
39. Způsob podle patentového nároku 37, kde zemnicí zpětná elektroda je umístěna na epiretinální straně neurosítě.

40. Způsob podle patentového nároku 37, kde alespoň jedna stimulační elektroda obsahuje celou řadu stimulačních elektrod konfigurovaných do pole.

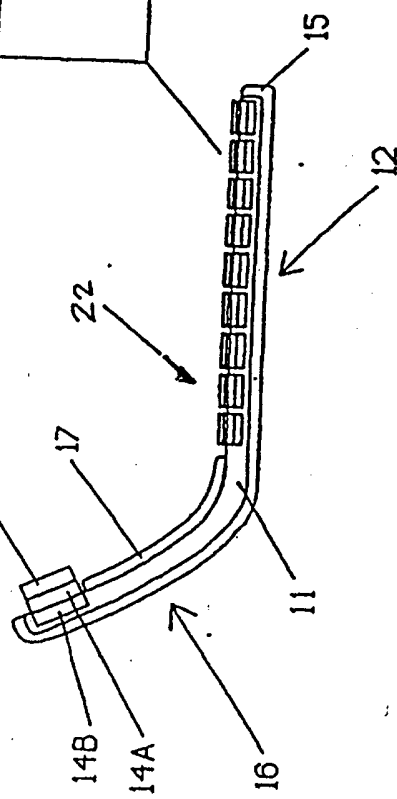
41. Způsob podle patentového nároku 37, kde stimulační elektroda je umístěna na epiretinální straně neurosítě a

zemnicí zpětná elektroda je umístěna v subretinálním prostoru neurosítnice.

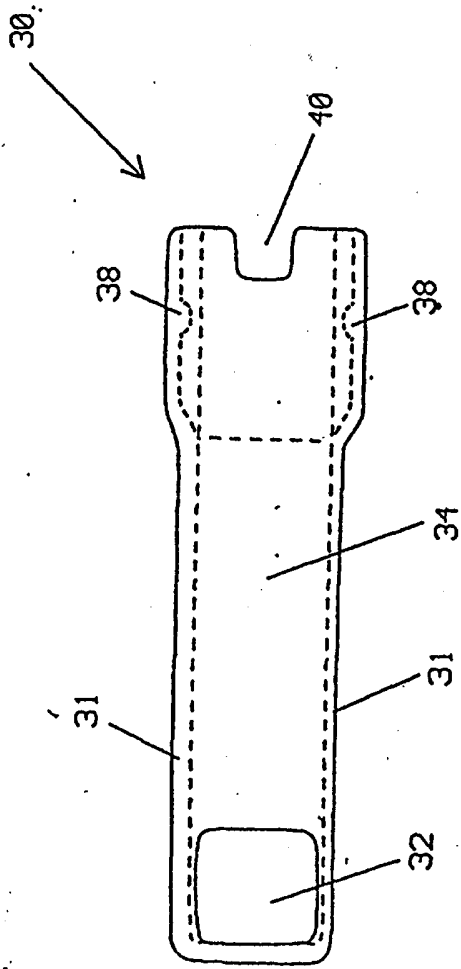
Obr. 1A



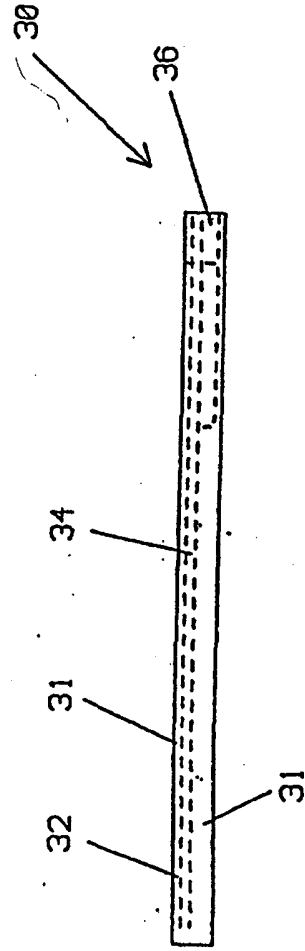
Obr. 1B



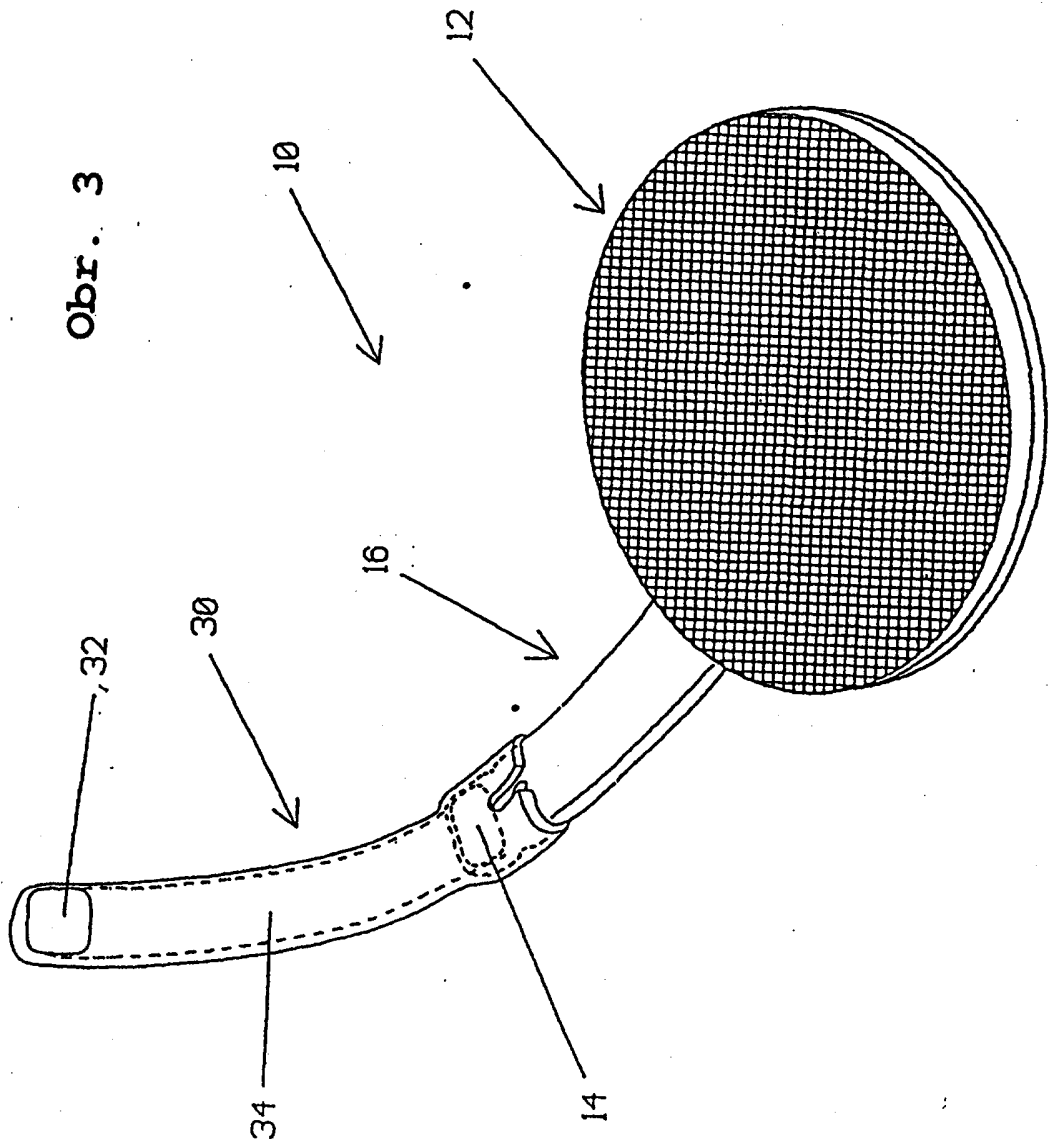
Obr. 2A



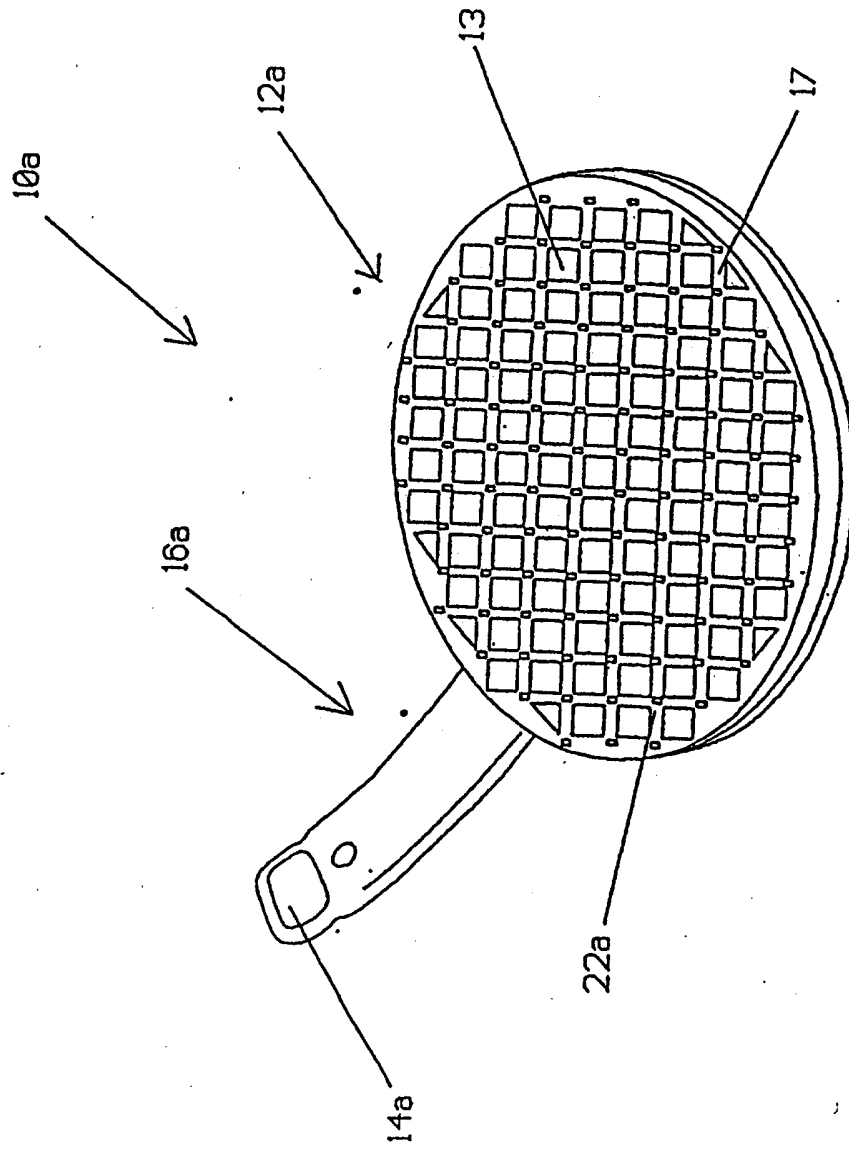
Obr. 2B



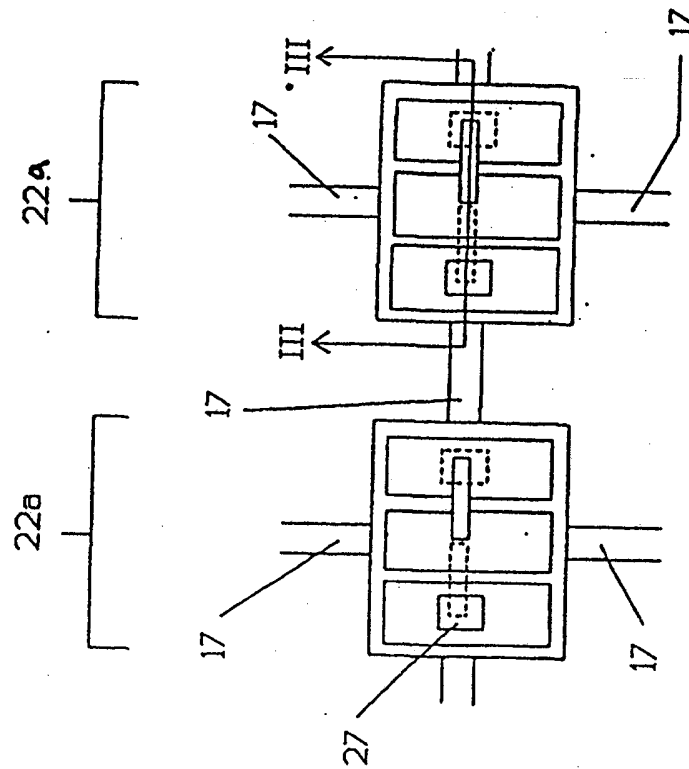
Obr. 3



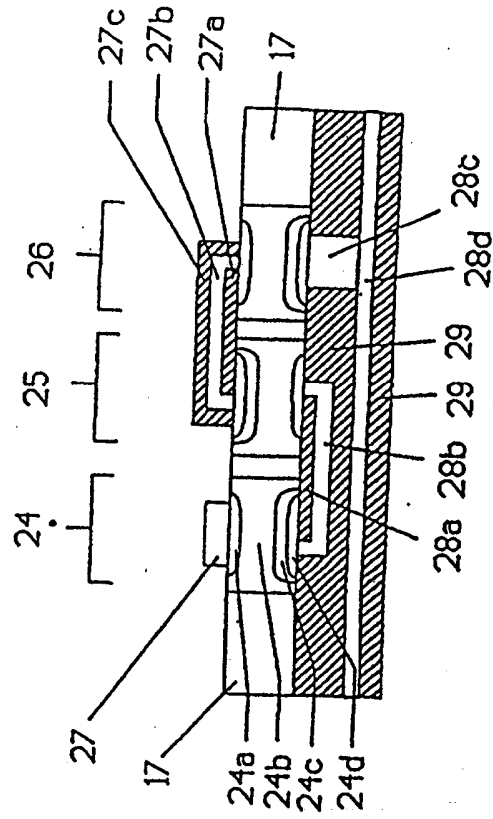
Obr. 4



Obr. 4 A

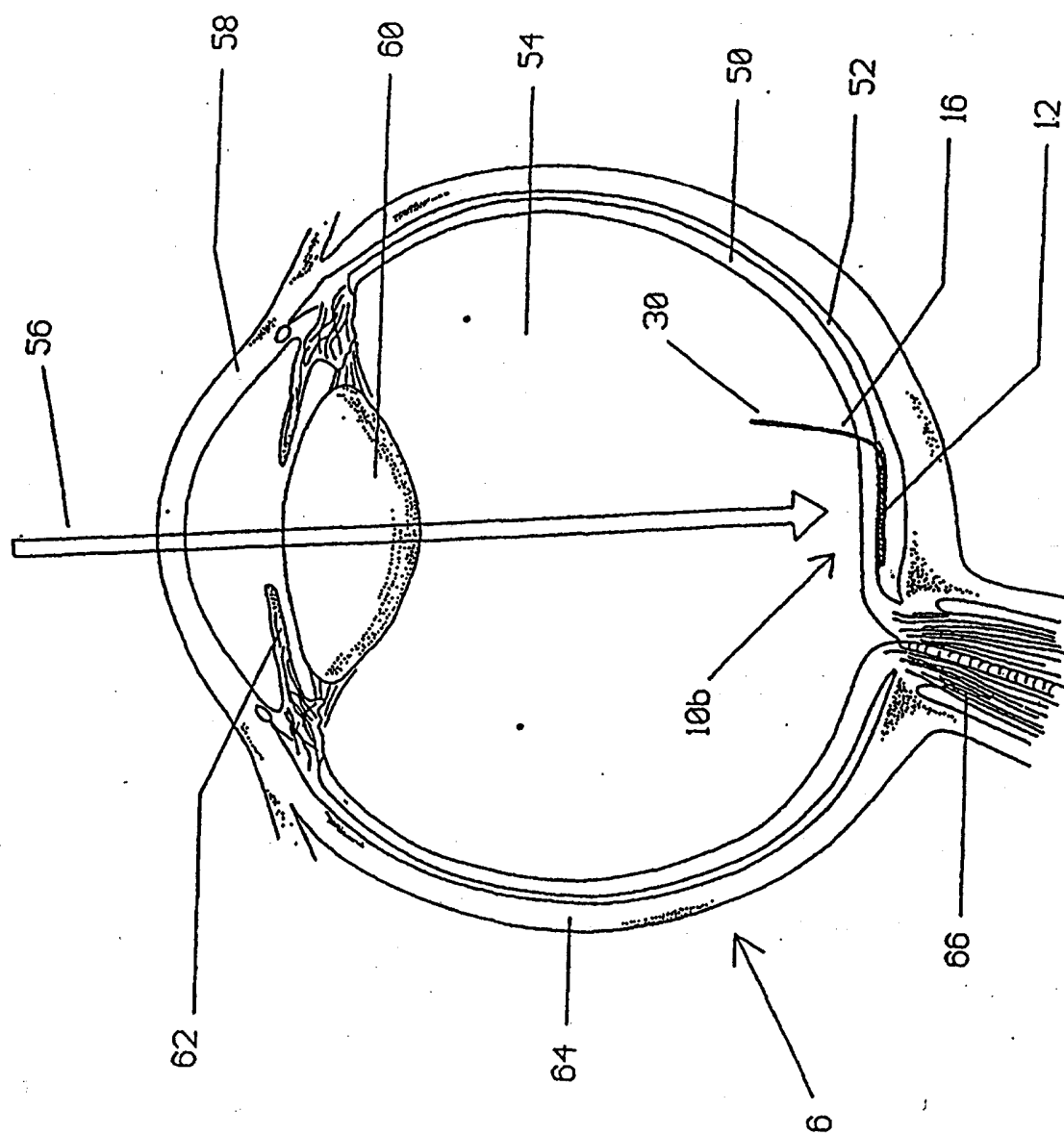


Obr. 4 B

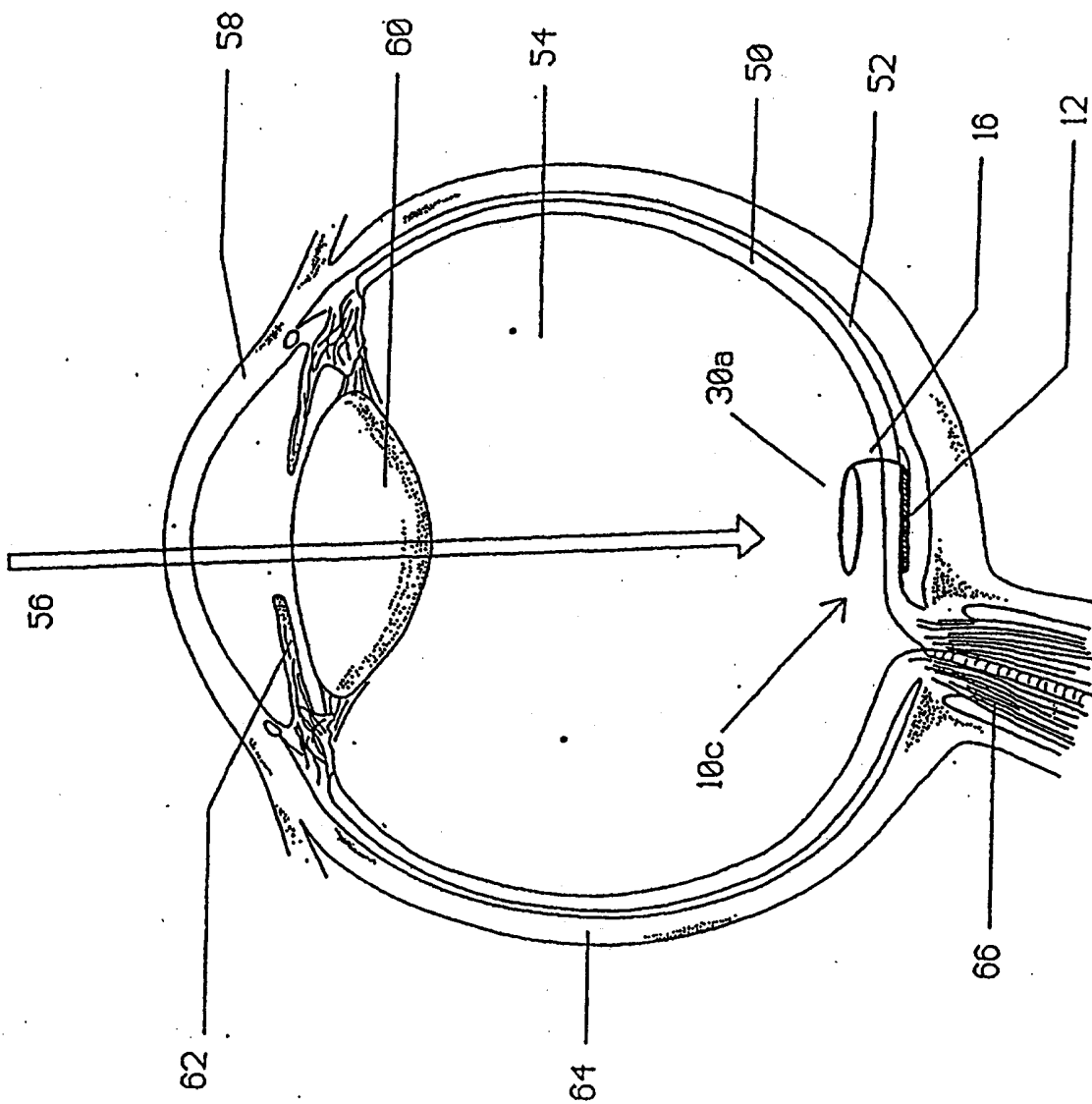




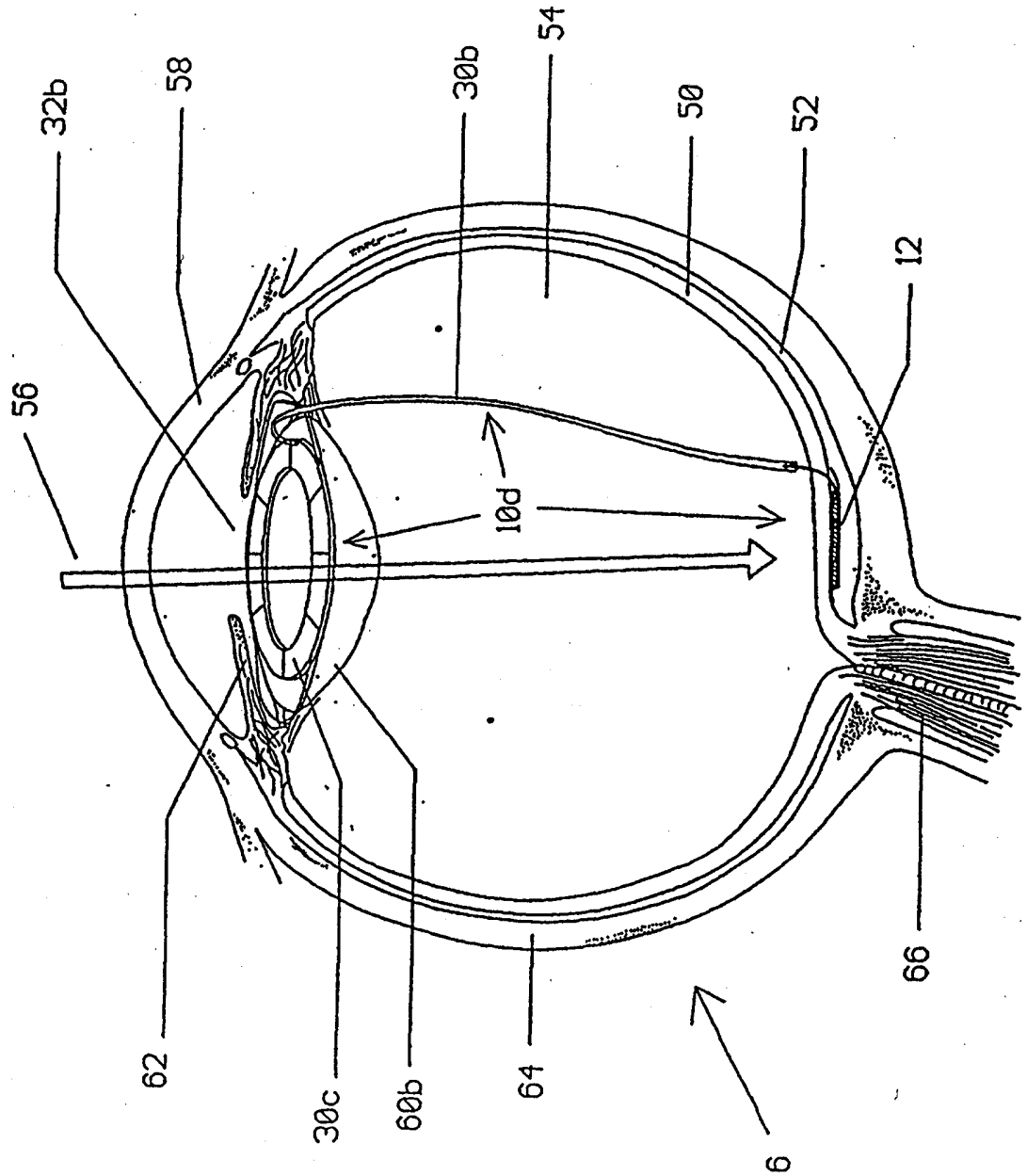
Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9

