

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **29.11.2004**  
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **12.07.2006**  
(Věstník č. 7/2006)

(21) Číslo dokumentu:

**2004-1153**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**A61B 1/07** (2006.01)

**A61B 5/00** (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní,  
Praha, CZ

(72) Původce:

Bezouška Vladislav Ing., Praha, CZ  
Volf Jaromír Doc. Ing. DrSc., Praha, CZ  
Petrtyl Miroslav Prof. Ing. DrSc., Praha, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Hana Dušková, patentový zástupce, Travná 1285,  
Praha 14, 19800

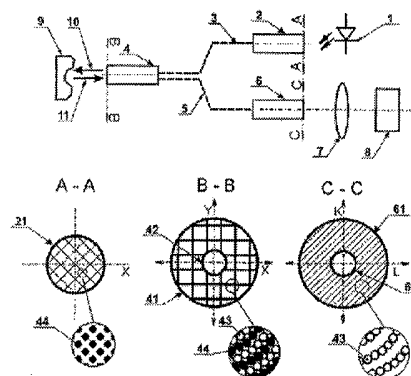
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Zařízení pro sledování stavu a změn materiálu,  
zejména kosti**

(57) Anotace:

Zařízení pro sledování stavu a změn materiálu, zejména kosti, sestává ze světelného zdroje (1), snímací digitální CCD kamery (8) s optickou soustavou (7) a z optické hlavičky tvořené zaváděcím konektorem (4) se dvěma světlovody, jedním pro osvětlování zkoumané části materiálu a druhým pro odvádění odraženého obrazu od této zkoumané části materiálu ke vzdálené digitální CCD kameře (8) s optickou soustavou (7). Světelným zdrojem (1) je infračervená dioda regulovaná na konstantní intenzitu záření v celém průřezu, digitální CCD kamera (8) je kamera s vysokým rozlišením a optická soustava (7) je tvořena makro-obektivem s vysokým rozlišením. Zaváděcí konektor (4), vstupní konektor (2) a výstupní konektor (6) optické hlavičky jsou tvořeny tenkostěnnými trubičkami a mají kruhový průřez, který je v zaváděcím konektoru (4) vyplněn natěsno splenými osvětlovacími a odváděcími optickými vlákny (44, 43), jejichž osa je rovnoběžná s podélnou osou zaváděcího konektoru (4) a která jsou uspořádána tak, že se vrstvy osvětlovacích optických vláken (44) a odváděcích optických vláken (43) střídají v soustředných kružnicích. Osvětlovací optická vlákna (44) vstupují do zaváděcího konektoru (4) jako první svazek (3) ze vstupního konektoru (2), kde jsou uspořádána svými osami rovnoběžně s podélnou osou vstupního konektoru (2) a jsou zde pevně slepena. Odváděcí optická vlákna (43), kde pozice  $P_i$  i-tého odváděcího optického vlákna (43) v zaváděcím konektoru (4) je určena kartézskými souřadnicemi  $P_i(x,y)$ , vystupují ze zaváděcího konektoru (4) jako druhý svazek (5) do výstupního konektoru (6), kde jsou natěsno spojena a

uspořádána do vrstev jako soustředné kružnice. Pozice  $S_i$  i-tého odváděcího optického vlákna (43) ve výstupním konektoru (6) je určena kartézskými souřadnicemi  $S_i(l,k)$ , kde pro pozici každého odváděcího optického vlákna (43) ve výstupním konektoru (6) platí, že  $S_i(l,k) = P_i(-x,y)$ . Osvětlovací i odváděcí optická vlákna (44, 43) jsou jednovodová vlákna ve formě orientovaného Y svazku a jejich čela jsou zabroušena.



## Zařízení pro sledování stavu a změn materiálu, zejména kosti

### Oblast techniky

Předkládané řešení se týká zařízení pro sledování stavu a změn materiálu, zejména kosti, a jeho modifikace pro použití společně například s proporcionálním snímačem napětí v kosti.

### Dosavadní stav techniky

V mnoha oblastech je velmi důležité průběžně sledovat stav různých materiálů, jejich změny a tyto pak následně vyhodnocovat. Například s rozvojem medicíny je stále více potřeba získávat informace, které umožňují stále lepší diagnostiku, využití nových poznatků při léčbě a sledování její účinnosti. Dále je třeba získávat informace přímo z průběhu léčby, a tím zajišťovat i její optimalizaci.

Navrhovanému zařízení je podle principu snímání podobná endoskopie. Lze rozlišit dvě základní konstrukční uspořádání endoskopů. U prvního uspořádání je mikrokamera tvořená CCD snímačem a mikroobjektivem umístěna na zaváděcím konci endoskopu. Osvětlení je zajišťováno světlovodem. Nevýhodou tohoto řešení je větší průměr zaváděcího konce. U druhého uspořádání je zaváděcí konec tvořen dvěma oddělenými světlovody, uspořádanými většinou do dvou samostatných svazků kruhového průměru, kde jeden zajišťuje osvětlení, druhý odvádí obraz ke vzdálenému CCD prvku. Průměry endoskopů se pohybují od 6mm používaných v pulmologii a chirurgii přes 3,5mm<sup>u</sup> otolaringoskopii po 1,2mm u moderních endoskopů. Nevýhodou je velikost a nemožnost dlouhodobého setrvání endoskopu ve sledované tkáni.

Výrobou endoskopů se zabývá např. firma Schöolly. Pevné endoskopy sestávají z pevné zaváděcí trubice a nosného těla, v němž je zabudován objektiv okuláru.

Zaváděcí konec trubice obsahuje optickou soustavu hranolů, zrcadel a čoček, které určují úhel a šíří směru pohledu. Optický signál je dále veden dutinou trubice přes soustavu tyčových čoček na okulár. Osvětlení scény je provedeno optickými vlákny, rozmístěnými po obvodu zaváděcí trubice. Pro flexibilní zaváděcí konce jsou použity místo pevné zaváděcí trubice svazky optických vláken. Osvětlení je obdobně zprostředkováno obvodovými vlákny. „I“ orientované svazky optických vláken Quartz se používají k propojení endoskopu s kamerou. Svazek Quartz nabízí firma Schölly v konfiguraci s optickými vlákny o průměru 2-3  $\mu\text{m}$  a průměrem svazku od 0,15 do 1mm nebo s vlákny o průměru 7-8  $\mu\text{m}$  a průměrem svazku od 0,4 do 2,5mm. Konce svazků jsou opatřeny čočkou. Schölly vyrábí také „Y“ svazky. Ty jsou však neorientované a slouží pouze k rozvodu světla od zdroje ke dvěma endoskopům. Podobně firma Keyence vyrábí pro průmyslové aplikace také neorientované „Y“ svazky. Společný konec „Y“ svazku Keyence je uspořádán do oblastí vymezených dvěma soustřednými kruhy, kde svazky jsou neorientované a nelze tedy přesně určit pozorované detaily, nebo jako dvě oddělené kruhové oblasti.

Z nabídky firmy Schölly vyniká svými rozměry systém MINIFLEX. Průměr zaváděcího konce se pohybuje od 0,5 do 1,4mm. Použitý svazek optických vláken Quartz má rozlišení 3000-10000 pixlů, dle průměru svazku. Pro pozorování blízkých předmětů jsou však nevýhodou čočky s velkými ohniskovými vzdálenostmi na konci zaváděcího konce.

#### Podstata vynálezu

Výše uvedené nevýhody odstraňuje zařízení pro sledování stavu materiálu, zejména kosti, sestávající ze světelného zdroje, snímací digitální CCD kamery s optickou soustavou a z optické hlavice tvořené zaváděcím konektorem se dvěma světlovody, jedním pro osvětlování zkoumané části materiálu a druhým pro odvádění odraženého obrazu od této zkoumané části materiálu ke vzdálené digitální CCD kameře s optickou soustavou. Optická vlákna světlovodů jsou ve formě Y svazku, jehož jedna

větev je uložena ve vstupním konektoru a druhá ve výstupním konektoru. Podstatou nového řešení je, že světelným zdrojem je infračervená dioda regulovaná na konstantní intenzitu záření v celém průřezu. V případě aplikace při sledování změn kortikalis, je emisní spektrum infračervené diody v rozmezí 830 až 840 nm, optimálně pak 835 nm. Digitální CCD kamera je kamera s vysokým rozlišením a optická soustava je tvořena makro-objektivem s vysokým rozlišením. Zaváděcí konektor, vstupní konektor a výstupní konektor optické hlavice jsou tvořeny tenkostěnnými trubičkami a mají kruhový průřez. Tento průřez je v zaváděcím konektoru vyplněn na těсно slepenými osvětlovacími a odváděcími optickými vlákny, jejichž osa je rovnoběžná s podélnou osou zaváděcího konektoru. Tato vlákna jsou uspořádána tak, že se vrstvy osvětlovacích optických vláken a odváděcích optických vláken střídají v soustředných kružnicích. Osvětlovací optická vlákna vstupují do zaváděcího konektoru jako první svazek ze vstupního konektoru, kde jsou uspořádána svými osami rovnoběžně s podélnou osou vstupního konektoru a jsou zde pevně slepena. Odváděcí optická vlákna, kde pozice  $P_i$   $i$ -tého odváděcího optického vlákna v zaváděcím konektoru je určena kartézskými souřadnicemi  $P_i(x,y)$ , vystupují ze zaváděcího konektoru jako druhý svazek do výstupního konektoru, kde jsou na těсно spojena a uspořádána do vrstev jako soustředné kružnice. Pozice  $S_i$   $i$ -tého odváděcího optického vlákna ve výstupním konektoru je určena kartézskými souřadnicemi  $S_i(l,k)$  a pro pozici každého odváděcího optického vlákna ve výstupním konektoru platí, že  $S_i(l,k) = P_i(-x,y)$ . Osvětlovací i odváděcí optická vlákna jsou jednovidová skleněná vlákna ve formě orientovaného Y svazku a jejich čela jsou zabroušena.

Zařízení lze modifikovat tak, že zaváděcí konektor je tvořen první dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček, kde osvětlovací a odváděcí optická vlákna jsou umístěna ve vzniklém mezikruží a středový otvor je uzpůsoben k uložení různých snímacích či měřicích prvků. V tomto případě je zároveň i výstupní konektor, spojený s kamerou, tvořen druhou dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček o stejných průměrech jako mají tenkostěnné trubičky zaváděcího konektoru a odváděcí vlákna jsou umístěna ve vzniklém mezikruží.

Uvedené řešení vychází z řešení firmy Keyence, avšak zařízení používá orientovaný „Y“ svazek optických vláken, tj. pozice každého vlákna v průřezu je přesně definována a osvětlovací vlákna jsou rozmístěna po celém průřezu zaváděcího konce v soustředných kruzích. Zdroj světla je rozmístěn rovnoměrně po průřezu snímače, v soustředných kružnicích, což umožňuje lepší a rovnoměrnější osvětlení blízkých předmětů. Výhodou je, že není nutno používat žádnou složitou optiku, neboť osvětlení je po celé ploše snímaného průřezu rovnoměrné a nezávisí na vzdálenosti snímané předlohy. Zařízení tedy umožňuje snímat velmi blízké předměty bez zvětšení zaváděcího konce o další optické prvky.

Podstatnou modifikací je uspořádání zařízení do tvaru mezikruží, které umožňuje do středu integrovat různé snímače či měřicí prvky, například tenzometrický snímač tlaku a snímat jeho okolí.

#### Přehled obrázků na výkresech

Vynález a jeho účinky jsou blíže vysvětleny v popisu příkladu jeho provedení podle přiloženého výkresu, kde obr. 1 znázorňuje schematicky předkládané zařízení, na obr.2, 3 a 4 jsou postupně příčné řezy vstupním, zaváděcím a výstupním konektorem, a to pro modifikaci, kdy je zařízení uzpůsobeno pro uložení snímače či měřicího prvku do otvoru v zaváděcím konektoru. Na obr.5 je příklad proporcionálního snímače napětí, který lze společně se zařízením pro sledování stavu a změn materiálu použít, zejména při aplikaci v lékařství.

#### Příklad provedení vynálezu

Příklad zařízení pro sledování stavu a změn materiálu je schematicky znázorněn na obr. 1 a příčné řezy vstupního konektoru 2, zaváděcího konektoru 4 a výstupního konektoru 6 jsou na následujících obr.2 až 4. V těchto řezech je znázorněn příklad, kdy

je optická hlavice uzpůsobena pro vložení snímacího nebo měřicího prvku. Světelný zdroj 1 je regulovaný na konstantní intenzitu záření v celém průřezu a je tvořen infračervenou diodou, která pro konkrétní použití při sledování stavu a změn kostí, tedy kortikalis, má emisní spektrum v rozmezí 830 až 840 nm, optimálně pak 835 nm, aby prosvítila tekoucí i sraženou krev. Pro použití zařízení v jiných aplikacích může mít i jinou vlnovou délku. Sousose se světelným zdrojem 1 je umístěn vstupní konektor 2, který je tvořen tenkostěnnou trubičkou 21. Dutinu trubičky 21 vyplňují osvětlovací optická vlákna 44, která jsou navzájem na těсно slepená k sobě. Osa každého osvětlovacího optického vlákna 44 je rovnoběžná s podélnou osou vstupního konektoru 2. Čela osvětlovacích optických vláken 44 jsou zabroušena. Osvětlovací optická vlákna 44 vystupují ze vstupního konektoru 2 jako první svazek 3 jednovidových skleněných optických vláken jehož jádro má v daném příkladě průměr 105  $\mu\text{m}$  a s opláštěním 110  $\mu\text{m}$ . Tento první svazek 3 vstupuje do zaváděcího konektoru 4, který je v uvedeném případě tvořen první dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček 41 a 42. Mezikruží ohraničené prstenci první dvojice trubiček 41 a 42 je vyplněno na těсно slepenými osvětlovacími optickými vlákny 44 a dále rovněž na těсно slepenými odváděcími optickými vlákny 43, a to tak, že vrstvy odváděcích optických vláken 43 a osvětlovacích optických vláken 44 se střídají v soustředných kružnicích, které vyplňují prostor mezi první dvojicí trubiček 41 a 42, viz řez B-B na obr.3. Osa každého osvětlovacího a odváděcího optického vlákna 44 a 43 je rovnoběžná s podélnou osou zaváděcího konektoru 4. Vnitřní část vnitřní trubičky 41 této dvojice slouží k uložení dalšího snímacího či měřicího prvku, v našem případě proporcionálního snímače tlaku, což je výhodné například při sledování stavu kosti a současném snímání napětí v této kosti, kdy lze vlastně jedním zařízením najednou provádět různá zjišťování. Pokud zařízení nebude použito pro vložení dalšího snímacího či měřicího prvku, bude zaváděcí konektor 4 tvořen pouze jednou vnější trubičkou 42 a osvětlovací i odváděcí optická vlákna 44 a 43 budou vyplňovat celý její příčný průřez. Odváděcí optická vlákna 43 vystupují ze zaváděcího konektoru 4 do výstupního konektoru 6 jako druhý svazek 5 jednovidových optických vláken jehož jádro má v daném příkladě průměr 105  $\mu\text{m}$  a s opláštěním 110  $\mu\text{m}$ . Pozice  $P_i$ , i-tého odváděcího optického vlákna 43, je v řezu B-B určena kartézskými souřadnicemi  $P_i(x,y)$ . Čela osvětlovacích i odváděcích optických

vláken 44 a 43 jsou zabroušena. Výstupní konektor 6 je tvořen v daném příkladě, kdy se předpokládá uložení proporcionálního snímače tlaku do dutiny vnitřní trubičky 41 zaváděcího konektoru 4, druhou dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček 61 a 62. Mezikruží ohraničené prstenci druhé dvojice trubiček 61 a 62 je vyplněno na těсно slepenými odváděcími optickými vlákny 43, uspořádanými do vrstev jako soustředné kružnice. Pozice  $S_i$ ,  $i$ -tého odváděcího optického vlákna 43 ve výstupním konektoru 6 v kartézských souřadnicích, je dána v řezu C-C, obr.4, jako  $S_i(l,k)$ , přičemž musí pro pozici každého odváděcího optického vlákna 43 platit, že  $S_i(l,k) = P_i(-X,Y)$ . Osa každého odváděcího optického vlákna 43 je rovnoběžná s podélnou osou výstupního konektoru 6. Rovněž tak zde, pokud nebude uzpůsoben zaváděcí konektor 4 pro vložení dalšího snímacího či měřicího prvku, bude výstupní konektor 6 tvořen pouze jednou vnější trubičkou 62 a odváděcí optická vlákna 43 budou vyplňovat celý její příčný průřez. Čela odváděcích optických vláken 43 jsou opět zabroušena. Souose proti výstupnímu konektoru 6 je umístěna optická soustava 7, která je tvořena makro-objektivem s vysokým rozlišením. Digitální kamera 8 je černobílá s vysokým rozlišením.

Světelný zdroj 1 emituje světelné záření v infračervené oblasti spektra, které je soustředěno na vstupní konektor 2. Na příčném průřezu konektoru 2 jsou rozmístěna osvětlovací optická vlákna 44, viz řez A-A na obr.2, která vycházejí ze vstupního konektoru 2 jako první svazek 3. Optická vlákna v prvním svazku 3 vedou záření na zaváděcí konektor 4. Dopadající záření 10 je ze zaváděcího konektoru 4 emitováno do prostoru směrem ke snímané předloze 9, například ke kosti. Na příčném průřezu zaváděcího konektoru 4 jsou rozložena osvětlovací a odváděcí optická vlákna 44 a 43 dle řezu B-B na obr.3. Na předloze 9 se část dopadajícího záření 10 odráží a vzniká odražené záření 11. Intenzita odraženého záření 11 závisí na geometrii a povrchu předlohy 9. Odražené záření 11 je zachytáváno odváděcími optickými vlákny 43, umístěnými v zaváděcím konektoru 4. Ze zaváděcího konektoru 4 je odražené záření 11 vedeno druhým svazkem 5 odváděcích optických vláken 43 do výstupního konektoru 6. Na příčném průřezu výstupního konektoru 6 jsou rozložena odváděcí optická vlákna 43 druhého svazku 5 dle řezu C-C na obr.4. Z výstupního konektoru 6 je odražené záření 11 emitováno přes optickou soustavu 7 na digitální CCD kameru 8. Digitální CCD

kamera 8 převádí prostorové rozložení intenzity odraženého záření 11 na digitální obraz.

Na obr.5 je schematicky uveden příklad proporcionálního snímače napětí, který lze umístit do otvoru vnitřní trubičky 42 první dvojice trubiček zaváděcího konektoru 4. Tento proporcionální snímač napětí lze použít i samostatně a je předmětem samostatné přihlášky.

Proporcionální snímač napětí je tvořen tenkostěnnou kovovou trubičkou 13 z materiálu, který je dlouhodobě snášen živým organismem. Uvnitř trubičky 13 jsou umístěny dva tenzometry 14, zapojené zde do půlmůstku. Může být použit i jen jeden tenzometr zapojený do čtvrtmůstku. Tenzometry 14 jsou pevně spojené s vnitřní stěnou trubičky 13. Dále je zde umístěn teploměr 12, s výhodou odporový teploměr, který umožňuje přesnou teplotní kompenzaci použitých tenzometrů 14, popřípadě jen jednoho použitého tenzometru 14. Jako výhodné se jeví použití polovodičových tenzometrů, které vykazují dostatečnou citlivost při namáhání. Namáhání kosti jak v tahu, tak v tlaku se promítá jako deformace trubičky 13. Tato deformace je pak snímána tenzometry 14 a vyhodnocena tenzometrickým můstkem.

Snímač napětí je pak umístěn uprostřed optické hlavice, s tím, že aktivní částí vyčnívá vně této hlavice. Snímač je pevně umístěn ve vyvrtaném otvoru v kosti a společně s optickou hlavicí fixován vůči kosti nebo sledovanému materiálu. Ta je tvořena optickými vlákny, uspořádanými v soustředných kružnicích, z nich část slouží k osvětlení snímaného místa a část k vedení odraženého světla do CCD kamery, která vyhodnocuje sejmutý obraz. K osvětlení je použit speciální zdroj s danou vlnovou délkou, která proniká i sraženou krví. Optická hlavice i snímač napětí mohou být použity též odděleně.

#### Průmyslová využitelnost

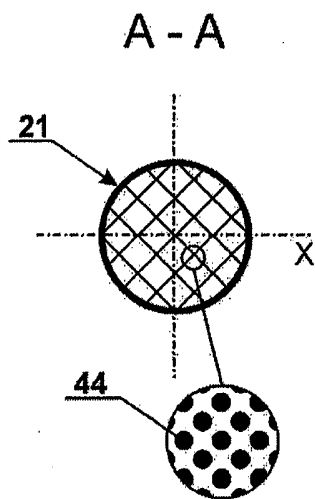
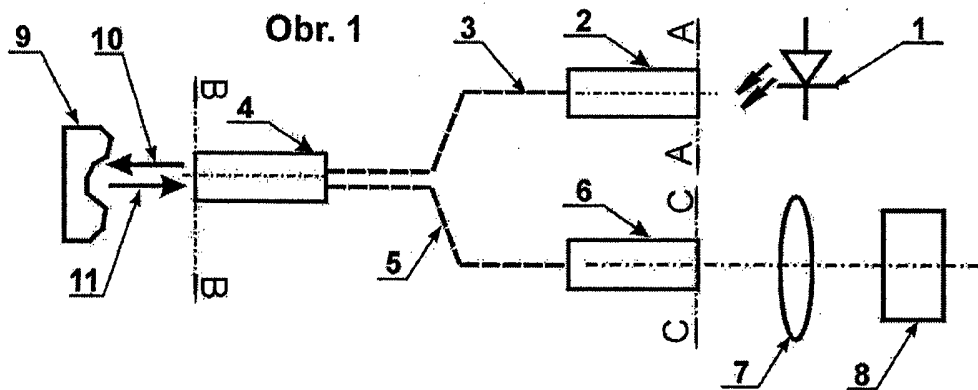
Zařízení pro sledování stavu a změn materiálu podle uvedeného řešení je využitelný zejména v oblasti lékařské ortopedie, rehabilitace, osteologie, traumatologie, a biomechaniky pro studium napětí v kostech v poúrazových a pooperačních stavech nebo jiných deformacích a poškození kosti, případně její celistvosti způsobené jinými příčinami. Při jeho doplnění snímačem napětí umožňuje zároveň měřit a dlouhodobě sledovat napětí v kostech a současně průběh jejího hojení a remodelace. Využitelnost je dále při sledování napjatosti v kostech „in vivo“ během patologických procesů jako jsou na příklad procesy osteoporotické, osteopetrotické atp., případně i z jiných důvodů. Zařízení je však využitelné i v jiných oblastech, například při sledování nerovnoměrnosti povrchu různých materiálů.

## PATENTOVÉ NÁROKY

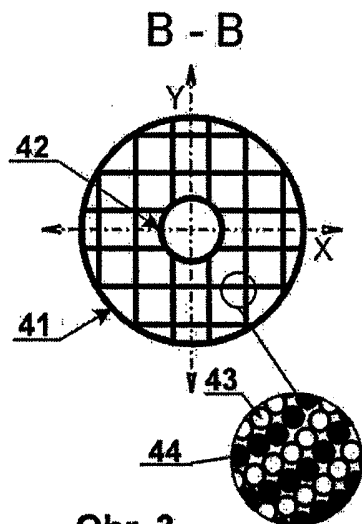
1. Zařízení pro sledování stavu a změn materiálu, zejména kosti, sestávající ze světelného zdroje (1), snímací digitální CCD kamery (8) s optickou soustavou (7) a z optické hlavice tvořené zaváděcím konektorem (4) se dvěma světlovody, jedním pro osvětlování zkoumané části materiálu a druhým pro odvádění odraženého obrazu od této zkoumané části materiálu ke vzdálené digitální CCD kameře (8) s optickou soustavou (7), kde optická vlákna světlovodů jsou ve formě Y svazku, jehož jedna větev je uložena ve vstupním konektoru (2) a druhá ve výstupním konektoru (6), **vyznačující se tím, že** světelným zdrojem (1) je infračervená dioda regulovaná na konstantní intenzitu záření v celém průřezu, digitální CCD kamera (8) je kamera s vysokým rozlišením, optická soustava (7) je tvořena makro-objektivem s vysokým rozlišením a dále zaváděcí konektor (4), vstupní konektor (2) a výstupní konektor (6) optické hlavice jsou tvořeny tenkostěnnými trubičkami a mají kruhový průřez, který je v zaváděcím konektoru (4) vyplněn na těsno slepenými osvětlovacími a odváděcími optickými vlákny (44, 43), jejichž osa je rovnoběžná s podélnou osou zaváděcího konektoru (4) a která jsou uspořádána tak, že se vrstvy osvětlovacích optických vláken (44) a odváděcích optických vláken (43) střídají v soustředných kružnicích, osvětlovací optická vlákna (44) vstupují do zaváděcího konektoru (4) jako první svazek (3) ze vstupního konektoru (2), kde jsou uspořádána svými osami rovnoběžně s podélnou osou vstupního konektoru (2) a jsou zde pevně slepena a odváděcí optická vlákna (43), kde pozice  $P_i$  i-tého odváděcího optického vlákna (43) v zaváděcím konektoru (4) je určena kartézskými souřadnicemi  $P_i(x,y)$ , vystupují ze zaváděcího konektoru (4) jako druhý svazek (5) do výstupního konektoru (6), kde jsou na těsno spojena a uspořádána do vrstev jako soustředné kružnice, kde pozice  $S_i$  i-tého odváděcího optického vlákna (43) ve výstupním konektoru (6) je určena kartézskými souřadnicemi  $S_i(l,k)$ , kde pro pozici každého odváděcího optického vlákna (43) ve výstupním konektoru (6) platí, že  $S_i(l,k) = P_i(-x,y)$ , přičemž osvětlovací i odváděcí optická vlákna (44, 43) jsou jednovídrová vlákna ve formě orientovaného Y svazku a jejich čela jsou zabroušena.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím, že v případě aplikace při sledování změn kortikalis, je emisní spektrum infračervené diody v rozmezí 830 až 840 nm.**
3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím, že emisní spektrum infračervené diody je 835 nm.**
4. Zařízení podle nároku 1 a kteréhokoli z nároků 2 nebo 3, **vyznačující se tím, že** zaváděcí konektor (4) je tvořen první dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček (41,42), kde osvětlovací a odváděcí optická vlákna (44, 43) jsou umístěna ve vzniklém mezikruží a středový otvor je uzpůsoben k uložení snímacích či měřicích prvků a zároveň i výstupní konektor (6) spojený s kamerou (8) je tvořen druhou dvojicí koaxiálně umístěných tenkostěnných trubiček (61,62) o stejných průměrech jako mají tenkostěnné trubičky (41,42) zaváděcího konektoru (4) a odváděcí vlákna (43) jsou umístěna ve vzniklém mezikruží.

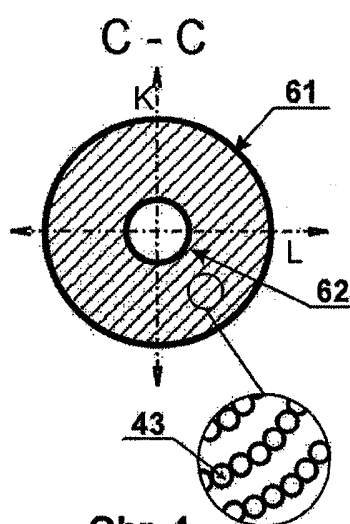
1/2



Obr. 2

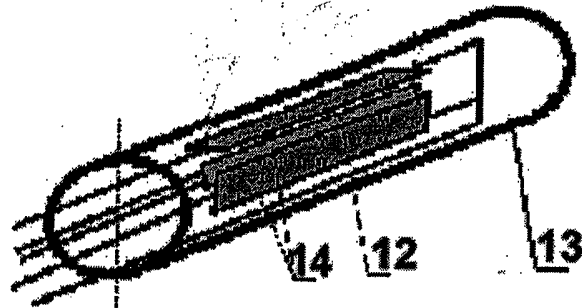


Obr. 3



Obr. 4

2/2



**Obr. 5**