

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

2013-860

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

A61N 5/06

(2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

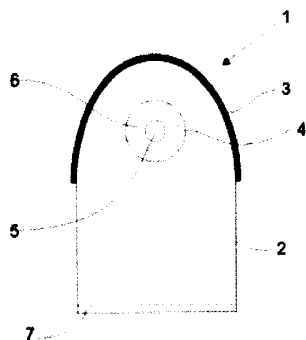
(22) Přihlášeno: **07.11.2013**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **11.06.2014**
(Věstník č. 24/2014)

(71) Přihlašovatel:
Medical Technologies CZ, a.s., Praha, CZ

(72) Původce:
Ing. Lukáš Čarek, Zruč nad Sázavou, CZ

(54) Název přihlášky vynálezu:
Soustava širokospektrálního pulzního světla

(57) Anotace:
Soustava širokospektrálního pulsního světla pro použití v dermatologii zahrnující optickou přenosovou soustavu (1) skládající se ze světelného zdroje (5) uloženého uvnitř vlnovodu (2). Mezi světelným zdrojem (5) a vlnovodem (2) je chladicí médium (6), které dosahuje obdobných optických vlastností jako vlnovod (2) a které chladí zároveň světelný zdroj (5) i vlnovod (2).



TISK

SOUSTAVA ŠIROKOSPEKTRÁLNÍHO PULSNÍHO SVĚTLA

PV 2045-860

Oblast techniky

Technické řešení se týká konstrukce optické přenosové soustavy širokospektrálního pulsního světla s využitím zejména pro lékařské účely v dermatologii.

Dosavadní stav techniky

V současné době existují na trhu přístroje ke generování pulsního širokospektrálního světla, které umožňují lékařům a případně kosmetickým salonům ošetřovat různé druhy dermatologických problémů. Zejména se jedná o využití elektromagnetického záření o vlnových délkách viditelného světla až blízkého infračerveného světla, při hustotě dopadající světelné energie v řádu $1 \cdot 10^2 \text{ J/cm}^2$.

V přístrojích pro využití širokospektrálního pulsního světla vzniká elektromagnetické záření pomocí výbojky. Za výbojku se dle stavu techniky umísťuje odrazivá plocha, která usměrňuje elektromagnetické záření z výbojky a k dalšímu přenosu bývá použito vlnovodů nebo optických vláken. Rozsah elektromagnetického spektra je dále upraven filtry, které propouštějí jen požadované vlnové délky.

Kromě elektromagnetického záření vzniká kolem výbojky značné množství tepelné energie. Použití nechlazených odrazivých ploch má za následek tepelné zatížení výbojek a zkrácení jejich životnosti. Současně dochází k postupnému znečišťování odrazných ploch, čímž se snižuje jejich účinnost. Následně je nutné chladit pokožku pacienta nebo celý vlnovod například peltierovým článkem. V případě přímého chlazení výbojky a odrazných ploch se používá vzduchu nebo chladicí kapaliny, která výše zmíněné nedostatky eliminuje.

EP0724894 popisuje přístroj pro terapeutické použití, kde elektromagnetické pulsní světlo je odraženo od odrazné parabolické stěny. Světlo dále přechází do vlnovodu a filtračními vrstvami k pokožce pacienta.

WO2005/099369 popisuje přístroj pro terapeutické použití, kde elektromagnetické pulsní světlo je odraženo od odrazné parabolické stěny, která není chlazená. Dále je světlo fokusováno optickými čočkami a přenášeno skrz vlnovody, přičemž samotné optické čočky mohou být uloženy v kapalině o jiné optické hustotě za účelem fokusování paprsku. Kapalina má současně sloužit k chlazení pokožky pacienta. Popisované řešení neřeší přechody elektromagnetického záření mezi opticky různě hustými materiály například mezi výbojkou a čočkami a dále čočkami a vlnovodem v přenosové soustavě, taktéž neřeší chlazení výbojky.

US7722600 popisuje přístroj pro terapeutické použití s využitím antireflexní vrstvy mezi filtrem a vlnovodem, čímž se částečně sníží odrazivost pro některé vlnové délky. Popisované optická soustava však zahrnuje další místa s opticky různými prostředími, například mezi chladicím systémem a filtrem.

US8105322B2 popisuje přenosovou soustavu terapeutického elektromagnetického záření k pokožce pacienta, která se skládá ze zdroje záření, reflektoru a tepelně vodivého materiálu mezi reflektorem a zdrojem záření. Řešení však nepopisuje ani nenavrhuje opticky jednotné materiály a způsob chlazení pro udržení konstantní teploty, tak aby byla jeho optická hustota stejná jako ve zbytku optické soustavy, ani kontrolu optických vlastností tepelně vodivého materiálu.

Nevýhodou všech těchto řešení je, že elektromagnetické záření prochází několika prostředními s různou optickou hustotou. Pokud tedy světelné paprsky dopadají na rozhraní pod menším než mezním úhlem, část elektromagnetického záření se odráží a část láme. Tím dochází ke snížení celkové přenesené energie k pokožce pacienta.

Žádné ze známých řešení nepopisuje opticky jednotnou přenosovou soustavu pro použití širokospektrálního pulsního světla v estetice a dermatologii.

Podstata technického řešení

Uvedený problém zvýšení přenosové účinnosti řeší optická soustava pro přenos širokospektrálního pulsního světla, která navrhuje sjednocení optické hustoty materiálů přenášejících elektromagnetické záření. Soustava vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla zahrnuje zdroj řízení, který je tvořen elektrickým obvodem pro řízené pulsní vybíjení kondenzátorů a který je napojen na centrální řídicí jednotku. Optická přenosová soustava zahrnuje světelný zdroj umístěný uvnitř vyříznutého otvoru vlnovodu. Světelný zdroj je tvořený výbojkou, uloženou v obalovém materiálu. Prostor mezi zdrojem a vlnovodem je vyplněn chladicím médiem. Chladicím médiem je imersní kapalina o vysokém indexu lomu. Celkový rozdíl indexů lomu v optické přenosové soustavě se tedy liší maximálně v řádech setin, čímž je dosaženo optického sjednocení optické přenosové soustavy. Výhodou navrhovaného řešení je eliminování odrazivosti na rozhraní jednotlivých prostředí a zvýšení přenosové účinnosti.

Světelný zdroj je umístěn v otvoru vlnovodu, který má tvar krychle nebo kvádry a na jedné straně je zakřiven do oblouku, přičemž otvor je vyvtořen při pomyslném středu zakřivení vlnovodu. Na vnější stranu zakřivení vlnovodu je napařena odrazivá vrstva, která slouží k odrazu elektromagnetického záření do požadovaného směru, tak aby na opačném konci vlnovodu přešlo přes napařený filtr do pokožky pacienta s minimálními světelnými ztrátami. Přechod světelného záření mezi optickou přenosovou soustavou a pokožkou pacienta může být doplněn například gelem.

Dále výhodné provedení zahrnuje sensor indexu lomu kapaliny. Sensor indexu lomu zajišťuje dlouhodobou přesnost systému, neboť u imersních kapalin dochází v průběhu času ke změně indexu lomu.

Technického řešení navíc umožňuje chlazení pouze jedním zdrojem, neboť chladicí médium je schopné současně chladit jak světelný zdroj, tak i vlnovod, který je v kontaktu s pokožkou pacienta. Výhodné provedení zahrnuje snímač teploty v jednom z kontaktních členů, který je upevněn k optické přenosové soustavě. Teplota chladicího média je tedy kontrolována přímo při výstupu z optické přenosové soustavy, aby mohla být následně vhodně upravena v chladicím okruhu.

V dalším výhodném provedení je chladicí médium optické přenosové soustavy tvořeno imersní kapalinou, vyznačující se vysokým indexem lomu, který se pro požadované vlnové délky viditelného a blízkého infračerveného záření neliší od indexu lomu křemenného krystalu o více než 5 setin.

Alternativní provedení soustavy vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla předpokládá válcový tvar vlnovodu jehož jedna strana má tvar vrchlíku. Na této straně je napařena odrazná vrstva. Světelný zdroj o prstencovitém tvaru je dle navrhovaného řešení umístěn ve vyříznutém otvoru vlnovodu. Výhodou tohoto řešení je zvýšení přenesené energie mezi zdrojem světla a pokožkou

pacienta, z důvodu efektivnější odrazivosti elektromagnetického záření vycházejícího ze zdroje ve všech směrech.

Přehled obrázků na vypracování

Na obrázku č. 1 je znázorněn příčný řez optické přenosové soustavy.

Na obrázku č. 2 je horní pohled na horizontální průřez optické přenosové soustavy.

Na obrázku č. 3 je znázorněn příčný řez alternativního řešení optické přenosové soustavy.

Na obrázku č. 4 je znázorněn chladicí okruh.

Příklad provedení technického řešení (včetně průmyslové využitelnosti)

Na obrázku č. 1 je znázorněna optická přenosová soustava 1 v příčném řezu. Optická přenosová soustava 1 je tvořena vlnovodem 2, který je na jednom konci zakřiven do kruhového oblouku. Obdobně je možné i jiné zakřivení například parabolické. Vlnovod 2 je tvořen z opticky vhodného materiálu pro přenos viditelného a blízkého infračerveného záření, použitým materiálem je křemenný krystal, obdobně však lze využít například korund, safír, atd. Index lomu křemenného krystalu pro vlnové délky 500 nm je 1,55.

Na vnější zakřivenou stranu vlnovodu 2, který má tvar krychle nebo kvádrů a na jedné straně je zakřiven do oblouku, je napařena nebo jiným způsobem připevněna odrazná vrstva 3. Odrazná vrstva 3 je vytvořena z pokoveného povrchu s vysokou odrazivostí jako je leštěný hliník, různé slitiny hliníku nebo zlacené povrchy. Na opačném konci vlnovodu 3 mohou být zkosené nebo zaoblené okraje, tak aby světelný přechod mezi ozařovanou a okolní částí pokožky pacienta byl plynulý.

Ve vlnovodu 2 je dále vyříznut otvor 4, a to při pomyslném středu zakřivení vlnovodu 2. Ve vyříznutém otvoru 4 je umístěna výbojka (světelný zdroj) 5. Výbojka 5 je xenonová nebo kryptonová výbojka umístěná ve vhodném obalovém materiálu. Vhodným obalovým materiálem může být například borosilikátové sklo označované zkratkou BK7. Index lomu BK7 pro vlnové délky 500 nm je 1,52. Křemenné sklo může být dle současných známých řešení doplněno také jinými aditivami například oxidy titanu, oxidy céru a dalšími pro dosažení požadovaných hodnot indexu lomu a pro dosažení optimálního průchodu určitého světelného spektra.

Mezi výbojkou 5 a vlnovodem 2 ve vyříznutém otvoru 4 proudí chladicí médium 6. Chladicí médium 6 je imersní kapalina o vysokém indexu lomu a vysoké transmitanci. Výhodou technického řešení je také, že chladicí médium 6 proudí v uzavřeném systému vlnovodu 2, čímž se eliminuje únik kapaliny mezi další součásti soustavy obalující optickou přenosovou soustavu 1. Příklad vhodné imersní kapaliny je znám pod obchodním názvem IF175 (vyráběn společností E. I. du Pont de Nemours and Company). IF175 se vyznačuje mnohem vyšším indexem lomu než má například voda, alkohol nebo jiné známé používané kapaliny. Index lomu IF175 pro vlnové délky 500 nm je 1,50. Obdobně lze použít i jiné imerzní kapaliny o vysokém indexu lomu a nízké absorpci: například IF169, IF173, n-decane, n-hexane, dekalín (decahydronaphthalene), cyclo-decane or cyclo-hexane a další, tak aby celá optická přenosová soustava vykazovala shodný index lomu a současně vysokou transmitanci. Na vlnovod 2 je v koncové části napařen filtr 7, který umožňuje odstranit nežádoucí vlnové délky.

Optická přenosová soustava je spojena s elektrickým obvodem pro řízené pulsní vybíjení kondenzátorů. Elektrický obvod je napojen na centrální řídicí jednotku a ovládá výbojku 5 pomocí spojitě modulované vlny o obdélníkovém průběhu. Elektrický obvod pro řízené pulsní vybíjení kondenzátorů dále zahrnuje Simmerův zdroj, jenž prodlužuje životnost celé výbojky. Spojitá modulovaná vlna se vyznačuje špičkovým proudem v jednotkách ampér a Simmerovým proudem v rozmezí 50 až 500 miliampér. U známých řešení se používá střída 50 % při délce pulsu v řádu jednotek milisekund.

Na obrázku č. 2 je horní pohled na horizontální průřez optické přenosové soustavy 1. Na obrázku č. 2 je dále zachycen první kontaktní člen 8. První kontaktní člen 8 je k optické přenosové soustavě 1 připevněn těsněním např. těsnicím o-kroužkem, utahovací svorkou nebo jiným způsobem. První kontaktní člen 8 zahrnuje napojení optické přenosové soustavy 1 ke zdroji elektrické energie pro výbojku 5 a k přívodu chladicí kapaliny. Na opačné straně optické přenosové soustavy 1 je umístěn druhý kontaktní člen 9, který taktéž zajišťuje těsnění např. těsnicím o-kroužkem, utahovací svorkou nebo jiným způsobem. Druhý kontaktní člen 9 zahrnuje odvod chladicí kapaliny a sensor teploty 10. Sensor teploty 10 snímá teplotu chladicího média 6 po průchodu vlnovodem 2. Informace ze sensoru teploty 10 je následně vyhodnocena buď v centrální řídicí jednotce, nebo v řídicí jednotce chladicího zařízení, které následně upraví teplotu chladicího média 6. Obdobně by druhý kontaktní člen 9 mohl zahrnovat přívod elektrické energie pro zapojení druhé výbojky.

Na obrázku č. 4 je znázorněn chladicí okruh 11 v tomto případě kapalinový, který zajišťuje chlazení optické přenosové soustavy 16. Chladicí okruh 11 zahrnuje zásobní nádrž 12 na chladicí médium 6, čerpadlo 13, chladič 14, snímací zařízení 15 a následně je spojen s optickou přenosovou soustavou 16. Chladicí okruh 11 je řízen centrální řídicí jednotkou přístroje. Centrální řídicí jednotka vyhodnocuje informace ze snímacího zařízení 15 a sensoru teploty 10. Obdobně by chladicí okruh 11 mohl mít svoji vlastní řídicí jednotku, která by komunikovala v rámci komunikačního modelu master/slave s nadřazenou centrální řídicí jednotkou přístroje.

Pro zajištění dlouhodobé přesnosti systému, je součástí chladicího okruhu snímací zařízení 15 se senzorem, který kontroluje správný index lomu chladicího média. V případě, že sensor naměří data, která centrální řídicí jednotka vyhodnotí jako odlišná od referenčních hodnot (udané výrobcem kapaliny) například o 5, 10 nebo 15 % je vydán signál do uživatelského komunikačního rozhraní. Uživatelské komunikační rozhraní může být například displej, světlená kontrolka nebo zvukový signál. Uživatel se tím dozví, že je nutné vyměnit chladicí médium.

Snímací zařízení 15 dále může obsahovat senzor průtoku chladicího média 6.

Pro zajištění dlouhodobé životnosti a bezpečnosti systému je součástí centrální řídicí jednotky čítač pulsů, tento čítač ukládá informace do paměťové jednotky. V případě, že se blíží konec životnosti světelného zdroje, vydá centrální řídicí jednotka signál do uživatelského komunikačního rozhraní, kterým může být například displej, světlená kontrolka nebo zvukový signál. Uživatel se tím dozví, že je nutné vyměnit světelný zdroj. V případě překročení určitého limitu, centrální řídicí jednotka zakáže vysílání pulsů do světelného zdroje.

Jiné výhodné provedení optické přenosové soustavy je uvedeno na obrázku č. 3. Optická přenosová soustava 21 se skládá z vlnovodu 22, který má tvar kuželu a na jedné straně je ukončen vrchlíkem. Výška vrchlíku se rovná poloměru koule ze které vrchlík vznikl. Vlnovod 22 je ze stejného materiálu a

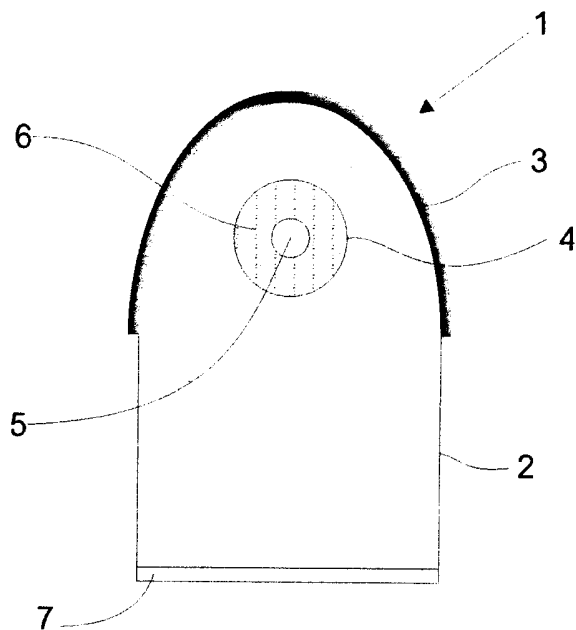
vykazuje stejné vlastnosti jak bylo popsáno výše. Na vnější zakřivenou stranu vlnovodu 22 je napařena nebo jiným způsobem připevněna odrazná vrstva 23. Odrazná vrstva 23 vykazuje stejné parametry jak byly popsány výše. V oblasti středu poloměru vláce je vyříznut otvor vedoucí ze středu vrchlíku do vzdálenosti výšky vrchlíku. V otvoru 24 je umístěna výbojka (světelný zdroj) 25 prstencovitého tvaru o stejných parametrech jak bylo popsáno v předešlé části. Mezi výbojkou 25 a vlnovodem 22 ve vyříznutém otvoru 24 proudí chladicí médium 26. Cladicí médium 26 je tvořeno imersní kapalinou a vykazuje stejných vlastnosti jak bylo posáno výše. Na vlnovod 22 je v koncové části napařen filtr 27, které umožňuje odstranit nežádoucí vlnové délky Toto výhodné provedení zahrnuje pouze jeden kontaktní člen 28, který zajišťuje těsnění např. těsnicím o-kroužkem, utahovací svorkou nebo jiným způsobem. Kontaktní člen 28 zahrnuje zdroj elektrické energie pro výbojku, přívod i odvod chladicí kapaliny a sensor teploty 29.

TISK

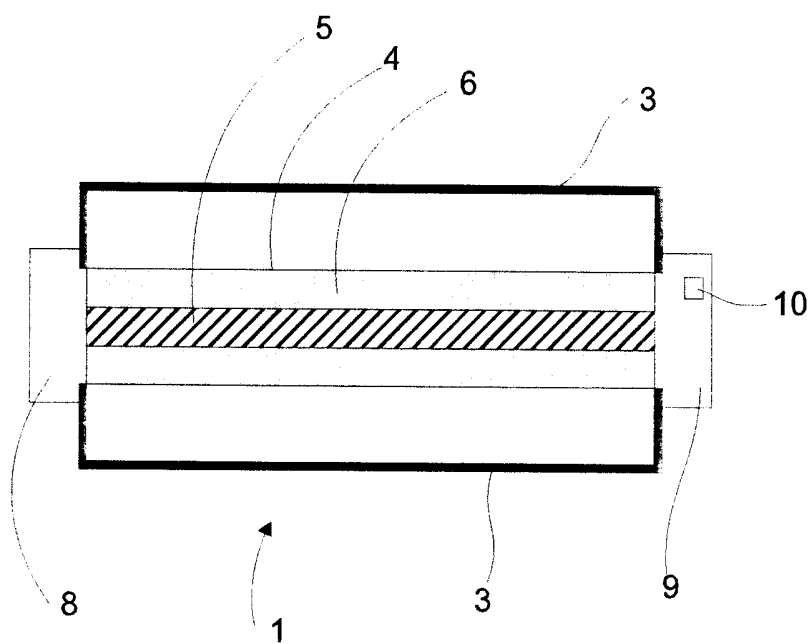
PV 2012-860

Patentové nároky

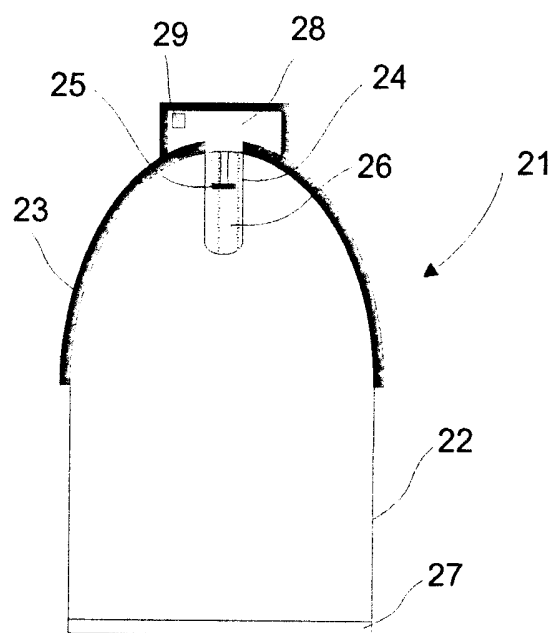
1. Soustava vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla zahrnující zdroj řízení ke generování a řízení pulsů elektrické energie pro světelný zdroj, **vyznačující se tím**, že světelný zdroj (5, 25) je uložen ve vlnovodu (2, 22) a kolem světelného zdroje se nachází prostor pro kapalně chladicí médium (6, 26), index lomu chladicího média (6, 26) a vlnovodu (2, 22) se neliší o více než 0,05, přičemž index lomu chladicího média (6, 26) je kontrolován senzorem indexu lomu a teplota chladicího média (6, 26) je kontrolována senzorem teploty umístěným v jednom z kontaktních členů a **dále tím**, že jeden konec vlnovodu je zakřiven do oblouku nebo paraboly a na jeho vnější straně je napařena odrazná vrstva (3, 23) a na opačném konci vlnovodu je filtr (7, 27) umožňující odstranit nežádoucí vlnové délky elektromagnetického záření.
2. Soustava vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vlnovod (22) s odraznou vrstvou (23) má tvar vrchlíku a světelný zdroj (25) prstencovitého tvaru.
3. Soustava vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla podle kteréhokoliv z nároků 1 až 2, **vyznačující se tím**, že chladicí médium (6, 26) je imersní kapalina s indexem lomu vyšším než 1,5 pro vlnové délky 500 nm, světelný zdroj (5, 25) je xenonová nebo kryptonová výbojka v obalovém materiálu z borosilikátového skla a vlnovod (2, 22) je tvořen křemenným krystalem.
4. Soustava vysokovýkonového širokospektrálního zdroje světla podle kteréhokoliv z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že pokud sensor indexu lomu naměří odlišnou hodnotu od hodnoty referenční o alespoň 5 % je vydán signál do uživatelského komunikačního rozhraní.



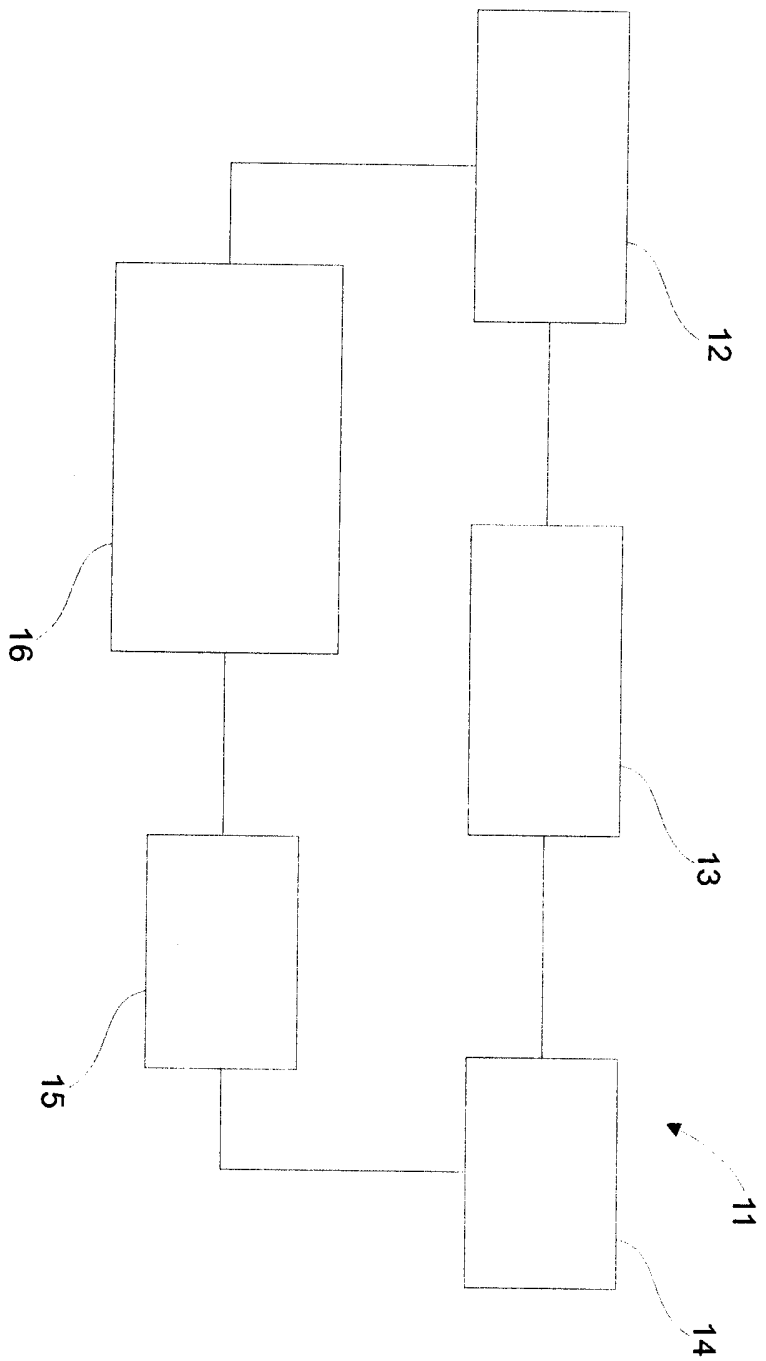
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obf. 4