

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:

**2017-454**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

**A61B 6/02** (2006.01)  
**H05G 2/00** (2006.01)  
**G01T 1/24** (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA

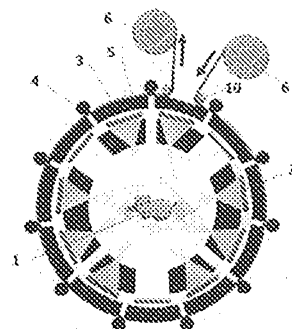


ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **07.08.2017**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **20.02.2019**  
(Věstník č. 8/2019)

- (71) Přihlašovatel:  
Radalytica s.r.o., Olomouc, Holice, CZ
- (72) Původce:  
Ing. Richard Kadeřábek, Lišany, CZ  
Ing. Josef Uher, Ph.D., Rožnov pod Radhoštěm, CZ
- (74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř.  
1847/5, 370 01 České Budějovice, České  
Budějovice 3



- (54) Název přihlášky vynálezu:  
**Kruhová rentgenka a rentgenové zařízení s  
kruhovou rentgenkou**

- (57) Anotace:  
Kruhová rentgenka pro ozařování objektu (1) rentgenovým zářením je tvořena kruhovým tělesem a alespoň dvěma vzájemně o sebe se třejícími prostředky tření tvořícími triboluminiscenční zdroj rentgenového záření. První prostředek tření je tvořen alespoň jedním obvodovým elementem (3) uspořádaným na vnější obvodové straně kruhového tělesa (2) rentgenky a druhý prostředek tření je tvořen alespoň jedním přitlačným elementem (4), který je přitlačen k obvodovému elementu (3), přičemž přitlačný element (4) je uzpůsoben pro smýkání po obvodovém elementu (3) a/nebo alespoň jeden obvodový element (3) je uzpůsoben pro protahování pod přitlačným elementem (4). Rentgenové záření využívá kruhovou rentgenku a zobrazovací detektory (7) ionizujícího záření.

## Kruhová rentgenka a rentgenové zařízení s kruhovou rentgenkou

### Oblast techniky

5

Vynález se týká kruhových rentgenek pro produkci rentgenového záření a rentgenového zařízení s kruhovou rentgenkou pro pořizování rentgenových snímků.

### 10 Dosavadní stav techniky

Rentgenové záření je typem elektromagnetického záření a je produkováno při interakcích energeticky nabitých elektronů. Interakce energeticky nabitých elektronů se mohou volně vyskytovat v přírodě, nebo mohou být iniciovány působením člověka. Zařízení, která člověku  
15 cíleně slouží ke tvorbě rentgenového záření, se obecně nazývají rentgenky.

Zatímco k uvolnění energie ve formě rentgenového záření při interakci energeticky nabitých elektronů dochází podle přírodních pravidel, tak princip, jakým jsou energeticky nabitě elektrony pro interakci v rentgenkách připravovány, se může pro jednotlivé rentgenky lišit.

20

Do skupiny známých rentgenek patří elektricky napájená rentgenka. Tato rentgenka ve svém nejjednodušším uskutečnění zahrnuje dvě elektrody, a to katodu a anodu, které jsou vzduchotěsně uzavřeny ve skleněné baňce za sníženého tlaku. Na elektrody je přivedeno vysoké elektrické napětí, které způsobuje, že z katody emitované elektrony dopadající na anodu jsou elektrickým  
25 polem mezi elektrodami urychlovány tak, aby byly energeticky nabitě. Při dopadu těchto nabitých elektronů na anodu dochází k jejich pronikání materiálem anody, při kterém uvolňují svoji energii ve formě brzděného záření, mezi jehož složky patří rentgenové záření. Anoda je vytvořena jako kovový terč a má zpravidla tvar čtverce, nebo obdélníku.

30 Nevýhody klasických rentgenek spočívají v tom, že rentgenky musejí být připojeny ke zdroji vysokého elektrického napětí. Tím je nasazení těchto rentgenek v situacích „in situ“ značně limitováno. Mezi další nevýhody patří jejich finančně nákladná výroba, a to, že rentgenky jsou citlivé na nešetrné zacházení, kterému se při práci v terénu nedá vždy vyhnout.

35 Jako další patří do skupiny známých rentgenek tzv. triboluminiscenční rentgenky. Tyto rentgenky získávají k vytvoření rentgenového záření energeticky nabitě elektrony pomocí triboluminiscence. Triboluminiscence je fyzikální jev, při kterém se nahromadí elektrický náboj vlivem tření nebo vlivem deformace krystalové mřížky, načež se nahromaděný elektrický náboj vybije v podobě přeskupení energeticky nabitých elektronů. Příkladem triboluminiscenční  
40 rentgenky je např. vynález frikčního zdroje rentgenových paprsků z přihlášky vynálezu US 2013/0336460 A1 (Carlos Camara, Mark G. Valentine). Tento vynález řeší jednu z hlavních nevýhod elektricky napájených rentgenek, a to závislost na zdrojích vysokého elektrického napětí. Rentgenka dle přihlášeného vynálezu je tvořena pohonem roztáčejícím třecí hlavici. Třecí hlavice se tře o třecí pás, čímž dochází k buzení triboluminiscenčního jevu. Třecí hlavice a třecí  
45 pás se nacházejí v prostředí sníženého tlaku.

Společnou nevýhodou výše vypsanych známých rentgenek je to, že při vložení objektu do dráhy rentgenového záření, dochází k ozařování objektu pouze z jedné jeho strany. Pokud je potřeba, aby byl objekt ozařován po celém obvodu, musí se s objektem otáčet vůči staticky umístěné  
50 rentgence, nebo se pohybuje rentgenkou okolo staticky umístěného objektu. Zejména známá metoda CT skenování a následná rekonstrukce trojrozměrného modelu vnitřní struktury objektu vyžaduje velký soubor rentgenových snímků z mnoha odlišných úhlů. Rentgenové snímky pořizuje detektor rentgenového záření, který je uspořádán za objektem vzhledem k pozici rentgenky, a leží v dráze rentgenového záření vycházejícího z objektu. Potřeba pohybování  
55 s párem rentgenka-detektor vyžaduje náročná a drahá mechanická řešení. Zpomaluje se tím doba

měření a navíc, pohybování s objektem nebo s rentgenkou vnáší do souboru rentgenových snímků nepřesnosti, které se musejí kompenzovat anebo vedou ke snížení kvality výsledného trojrozměrného modelu. Je proto žádoucí minimalizovat rotace rentgenky.

- 5 Minimalizování rotací je řešeno např. nasazením skupiny rentgenek, které jsou uspořádány okolo objektu. Příkladem takového řešení je vynález z přihlášky US 2016/0166223 A1 (Guy M. Besson). Ačkoliv se uvedený vynález úspěšně vypořádává s rotacemi rentgenky, nebo objektu, jeho nevýhody spočívají v tom, že jeho konstrukce vyžaduje vhodný nosný rám, je složitá a je především vhodná pro nasazení na statickém pracovišti. Vynález využívající pole rentgenek  
10 potřebuje zdroj vysokého elektrického napětí, který rovněž bude obtížně nepřenosný.

- Jinak se s rotacemi rentgenek, nebo objektu, vypořádává vynález z patentového dokumentu US 4158142 B (Jacob Haimson). Ve vynálezu je rentgenka statická a vyzařuje rentgenové záření, které je pomocí prostředků elektronové optiky vedeno a rozmitáno na všechny strany objektu.  
15 Elektronová optika přesně zaměří rentgenový svazek kamkoliv po celém obvodu ozařovaného objektu, takže jsou rentgenové snímky z tohoto zařízení velice přesné a měření je rychlé. Nevýhody tohoto vynálezu spočívají v tom, že elektronová optika má vysoké pořizovací náklady, konstrukce celého zařízení dle vynálezu je náročná a prezentované zařízení má omezenou hloubku pro vkládání objektů, takže není vhodné pro ozařování podélných objektů. Dále je  
20 nevýhodné, že prezentované zařízení je nepřenosné a je tedy vhodné pro statická pracoviště.

- Ačkoliv jsou požadavky metody CT skenování a rekonstrukce trojrozměrného modelu vnitřní struktury objektu výše uvedenými vynálezy převážně splněny, existují stále nevýhody, které široké nasazení těchto známých vynálezů omezují. Mezi tyto nevýhody patří především vysoké  
25 pořizovací náklady, jejich požadavek na prostor a zdroje energie, neskladnost, a jejich citlivost na šetrné zacházení.

- Úkolem vynálezu je vytvoření kruhové rentgenky pro generování rentgenového záření a rentgenového zařízení s kruhovou rentgenkou pro pořizování rentgenových snímků. Vynález by  
30 díky své konstrukci umožňoval ozařovat objekt ze všech stran objektu, byl by skladný, lehce přenosný, snadno servisovatelný, nevyžadoval by zdroj vysokého napětí a byl by vhodný pro použití v rentgenových zařízeních určených pro nasazení mimo statická pracoviště, zejména v rentgenových zařízeních určených pro práci v terénu. Zařízení podle vynálezu by nevyžadovalo plnou rotaci o 360° a tím by se značně konstrukčně zjednodušilo. Kruhová rentgenka podle  
35 vynálezu by byla odolnější vůči nešetrnému zacházení, než stávající známé rentgenky, a dále by měla nižší pořizovací náklady.

#### Podstata vynálezu

- 40 Vytčený úkol je vyřešen vytvořením kruhové rentgenky podle následujícího vynálezu.

- Kruhová rentgenka sloužící k ozařování objektu rentgenovým zářením, které je produkované triboluminiscenčním jevem, je tvořená kruhovým tělesem a alespoň dvěma vzájemně o sebe se  
45 třejícími prostředky tření, které tvoří triboluminiscenční zdroj rentgenového záření.

- Podstata vynálezu spočívá v tom, že první prostředek tření je tvořen alespoň jedním obvodovým elementem uspořádaným k vnější obvodové straně kruhového tělesa rentgenky. Druhý prostředek tření je tvořen alespoň jedním přítlačným elementem, který je přítlačen k obvodovému elementu,  
50 přičemž přítlačný element je uzpůsoben pro smýkání po obvodovém elementu a/nebo je alespoň jeden obvodový element uzpůsoben pro protahování pod přítlačným elementem. Aby došlo ke generování rentgenového záření, je potřeba zajistit přítomnost triboluminiscenčního jevu, přičemž je možné smýkat přítlačný element po obvodovém elementu, nebo protahovat obvodový element pod přítlačným elementem. Výhodou využití triboluminiscenčního jevu je nezávislost na  
55 vysokém elektrickém napětí, robustnost rentgenky, snadná výměna elementů zprostředkujících

tření. Dále je výhodné, že kruhové těleso tvoří oporu, současně umožňuje, aby zdroj rentgenového záření vyzařoval v rozsahu  $360^\circ$ .

5 Ve výhodném provedení kruhové rentgenky podle vynálezu je kruhové těleso opatřeno alespoň jedním stíněním ionizujícího záření, přičemž je stínění opatřeno alespoň jedním otvorem pro  
nestíněný průchod rentgenového záření. Vzhledem k tomu, že rentgenové záření se šíří od  
triboluminiscenčního zdroje do prostoru všemi směry, tak je potřeba odstínit nežádoucí šíření a  
kolimovat rentgenové záření v podobě žádoucího svazku. S výhodou je žádoucí svazek  
10 rentgenového záření kolimován a zaměřován pomocí kontrolovaně měnitelné pozice otvoru ve  
stínění a řízenou změnou jeho velikosti.

Ve výhodném provedení kruhové rentgenky podle vynálezu je stínění vůči kruhovému tělesu  
pohyblivé. Pokud je stínění pohyblivé vůči kruhovému tělesu, je možné např. otáčením stínění  
měnit stranu dopadu rentgenového záření na objekt, či již drobným posunutím stínění je možné  
15 získat odlišnou sadu ozařovacích směrů, které lze využít např. při pořizování souborů snímků pro  
CT aplikace.

Ve výhodném provedení kruhové rentgenky podle vynálezu je obvodový element tvořen alespoň  
jedním třecím pásem, jehož volné konce jsou upevněny k navíjecím cívkám. Třecí pás umožňuje,  
20 aby přitlačné elementy mohly být statické, přičemž se použitím pásu prodlouží životnost  
obvodového elementu podle celkové délky pásu. Pás je možné snadno vyměnit za nový, přičemž  
vyřešení pohonu navíjecích cívek je konstrukčně snazší, než vyřešení pohonu pro obíhání  
přitlačných elementů po obvodovém elementu, či pro otáčení obvodového elementu pod  
přitlačnými elementy. Použití třecího pásu a mimo kruhové těleso uspořádaných navíjecích  
25 snižuje počet pohyblivých částí v samotné konstrukci rentgenky spojené s kruhovým tělesem,  
čímž je zlepšena odolnost vůči mechanickému poškození. Použitím třecího pásu může být  
triboluminiscenční jev generován při vyšších rychlostech, čímž je zvýšena kvalita rentgenového  
záření např. tak, že nedochází k výkyvům intenzity rentgenového záření.

30 Ve výhodném provedení kruhové rentgenky podle vynálezu je kruhové těleso otevíratelné, nebo  
rozebíratelné na alespoň dvě části. Pokud je možné přerušit kruhové těleso, tak je umožněno  
nasazování kruhové rentgenky na podélné objekty, jako jsou např. potrubní vedení.

Součástí vynálezu je rovněž rentgenové zařízení pro pořizování rentgenových snímků.

35 Rentgenové zařízení pro pořizování rentgenových snímků objektu je sestaveno z kruhové  
rentgenky vytvořené podle výše uvedeného vynálezu, která slouží pro ozařování objektu  
rentgenovým zářením vyvolaným triboluminiscenčním jevem, kde objekt je uspořádaný v oblasti  
pro umístění ozařovaného objektu. Oblast pro umístění ozařovaného objektu se nachází uvnitř  
40 prostoru vymezeným kruhovým tělesem kruhové rentgenky, nebo pod prostorem, či nad  
prostorem, vymezeným kruhovým tělesem. Dále je rentgenové zařízení sestaveno z alespoň  
jednoho detektoru ionizujícího záření.

Podstata vynálezu spočívá v tom, že alespoň jeden detektor ionizujícího záření je plošný  
45 s dopadovou detekční plochou a je uspořádán uvnitř prostoru vymezeným kruhovým tělesem  
kruhové rentgenky, nebo pod/nad prostorem, vymezeným kruhovým tělesem. Detektor je  
v zákrytu za oblastí pro umístění ozařovaného objektu a má dopadovou plochu orientovanou  
proti oblasti pro umístění objektu.

50 Rentgenové zařízení je použitelné pro pořizování rentgenových snímků objektu z libovolné  
pozice v rozsahu  $360^\circ$ . Podmínkou je, aby detektor byl v zákrytu za oblastí pro umístění  
ozařovaného objektu a aby dopadová detekční plocha byla vůči oblasti umístění ozařovaného  
objektu orientována. Rentgenové zařízení umožňuje pořídit rozsáhlý soubor snímků pro  
modelování vnitřní struktury objektu. Rentgenový svazek se šíří ve všech směrech, proto je

možné uspořádat detektor pod, či nad prostor vymezený kruhovým tělesem. Je výhodné, že lze rentgenové zařízení použít i k rentgenové laminografii plošného ozařovaného objektu.

5 Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu jsou nejméně tři detektory uspořádány do lomeného detekčního pole kopírujícího v podstatě kruhový půdorys. Počet detektorů použitých pro zhotovení detekčního pole ovlivňuje míru lomení. Pokud je použit malý počet detektorů, vznikají mezi detektory mezery a dopadové detekční plochy sousedících detektorů svírají výrazný úhel. Výhodou detekčního pole je, že se nemusí s detektory pohybovat, mohou být tedy stacionární, čímž je vyřazena jedna pracovní rotace snižující kvalitu pořízených  
10 snímků.

Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu je alespoň jeden detektor opatřen mřížkou pro odstínění rentgenového záření. Rentgenové záření přicházející z jiných úhlů, než z požadovaného zdroje záření uspořádaného naproti dopadové ploše daného detektoru zkresluje  
15 detekci, snižuje čitelnost snímků a má negativní vliv na rentgenové skenování objektu. Mřížka pohlcuje rentgenové záření dopadající na dopadovou detekční plochu pod ostrým úhlem a tím odbourává falešné signály v pixelech zobrazovacího detektoru.

Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu je alespoň jeden detektor naklápěcí pro úhlové nastavení jeho dopadové detekční plochy. Zejména u detektorů uspořádaných nad, nebo pod, prostorem vymezeným kruhovým tělesem rentgenky je potřeba kompenzovat úhel dopadu rentgenového záření na dopadovou plochu detektoru. Naklopení detektoru je jednoduchým a naprosto funkčním řešením problému.

25 Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu je rentgenové zařízení opatřeno sekundárním stíněním pro odstínění alespoň jedné dopadové plochy detektoru před přímým dopadem rentgenového záření z triboluminiscenčního zdroje. Aby rentgenové zařízení dokázalo pořizovat snímky rozptýleného a fluorescenčního rentgenového záření, je nutné chránit dopadovou plochu detektoru před dopadem přímého rentgenového záření, které by požadovaný  
30 snímek zkreslilo.

Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu je rentgenové zařízení opatřeno alespoň jedním prostředkem pro otáčení kruhovou rentgenkou okolo objektu včetně detektorů, přičemž jsou detektory a kruhová rentgenka vůči sobě nehybné, nebo alespoň jedním  
35 prostředkem pro otáčení objektu v oblasti pro umístění objektu. Pro přesné modelování vnitřní struktury objektu je potřebné pořídit široký soubor snímků, přičemž při konstantním počtu ozařovacích úhlů pootočením objektem, či potočením s kruhovou rentgenkou s detektory, dojde ke změně ozařovacích úhlů, čímž může být požadovaný soubor snímků rozšířen o další snímky.

40 Ve výhodném provedení rentgenového zařízení podle vynálezu je rentgenové zařízení opatřeno alespoň jedním prostředkem pro otáčení kruhovou rentgenkou okolo objektu. Kruh detektorů je statický a kruhová rentgenka se otáčí vůči vzorku a detektorům. Pro přesné modelování vnitřní struktury objektu je potřebné pořídit široký soubor snímků, přičemž při konstantním počtu ozařovacích úhlů pootočením objektem, či potočením s kruhovou rentgenkou, dojde ke změně  
45 ozařovacích úhlů, čímž může být požadovaný soubor snímků rozšířen o další snímky.

Mezi výhody vynálezu patří využití triboluminiscenčního jevu pro ozařování objektu v rozsahu 360°, absence vysokého napětí, kompaktnost vynálezu, konstrukce odolná vůči mechanickému poškození, snadná opravitelnost, snížení rozsahu potřebných pracovních rotací anebo jejich  
50 eliminace, využití při klasickém rentgenovém ozařování, při rentgenové laminografii, při analýze rozptýleného a fluorescenčního rentgenového záření i v kombinaci s transmisí počítačovou tomografií. Vynález je vhodný pro nasazení při práci v terénu, je ideální pro prozařování podélných objektů.

55

Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

- 5    obr. 1      znázorňuje schematické vyobrazení použití vynálezu při rentgenové laminografii,
- obr. 2a    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s jediným přitlačným elementem
- obr. 2b    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s jediným přitlačným elementem
- 10    obr. 3a    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu se třemi přitlačnými elementy a
- obr. 3b    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu se třemi přitlačnými elementy a
- obr. 4      znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s nerovnoměrně vzdálenými přitlačnými
- 15    obr. 5a    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obíhajícími přitlačnými elementy a se
- obr. 5b    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obíhajícími přitlačnými elementy a se
- 20    obr. 6      znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obíhajícími přitlačnými elementy a se
- obr. 7      znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s detektory opatřenými mřížkou pro
- obr. 8a    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s širokými kolimačními otvory stínění a
- 25    obr. 8b    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s širokými kolimačními otvory stínění a
- obr. 9      znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obvodovým elementem tvořeným
- 30    obr. 10a    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obvodovým elementem tvořeným
- obr. 10b    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s obvodovým elementem tvořeným
- 35    obr. 11    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu opatřeného sekundárním stíněním,
- obr. 12    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu s dělenou kruhovou rentgenkou,
- 40    obr. 13    znázorňuje schematické vyobrazení vynálezu se dvěma obvodovými elementy.

Příklad uskutečnění vynálezu

45

Příklad 1

Na obr. 1 je schematicky vyobrazen příklad použití rentgenového zařízení s kruhovou rentgenkou, které lze využít pro rentgenovou laminografii. Plošný ozařovaný objekt 1, např.

50    kompozitní deska, je umístěn pod kruhovou rentgenkou, ze které je na schematickém vyobrazení viditelné pouze kruhové těleso 2. Z kruhové rentgenky je emitován rentgenový svazek dopadající na ozařovaný objekt 1. Pod objektem 1 je vyobrazen zobrazovací detektor 3 ionizujícího záření, na jehož dopadovou plochu dopadá objektem 1 pronikající rentgenový svazek. Zobrazovacím detektorem 3 může být např. model známý pod značkou TimePix.

55

Rentgenový svazek je postupně vyzařován v celém rozsahu  $360^\circ$ , které kruhová rentgenka umožňuje, čímž dojde k prozáření exponované části ozařovaného objektu 1. Výsledek rentgenové laminografie je ze souboru pořízených snímků vyhodnocen pro odborníka známým způsobem, který není nutné pro ilustraci tohoto příkladu uskutečnění vynálezu podrobně rozepisovat.

5

## Příklad 2

Na obr. 2a a na obr. 2b je schematicky vyobrazen příklad uskutečnění rentgenového zařízení s kruhovou rentgenkou s nestíněným rentgenovým svazkem. Pro lepší přehlednost obrázků není vyobrazeno kruhové těleso 2. Obvodový element 3, který je tvořen např. plastem, se opírá o kruhové těleso 2, popřípadě je do kruhového tělesa 2 integrován. Po obvodovém elementu 3 je smýkán jeden přitlačný element 4, který je vyroben např. z wolframu. Jedenáct detektorů 7 tvoří lomené kruhové detekční pole bez mezer, které umožňuje při obíhání přitlačného elementu 4 jedenáct přímých rentgenových snímků za jeden oběh kruhového tělesa 2. Detekční pole je uspořádáno pod prostorem vymezeným kruhovým tělesem 2, jak je vyobrazeno na obr. 2b. Detektory 7 lze vůči rentgenovému svazku naklonit pro zlepšení dopadu rentgenového záření na jejich dopadovou plochu.

V modifikovaném nevyobrazeném Příkladu 2 může být smýkáno po obvodovém elementu 3 více přitlačných elementů 4 současně, čímž je získán za jeden oběh přitlačných elementů 4 soubor snímků o velikosti  $n$  11 snímků, kde  $n$  je substituent skutečného počtu přitlačných elementů 4. Počet přitlačných elementů 4 není možné zvyšovat neomezeně, protože při větším počtu triboluminiscencí zdrojů vyzařujících současně dochází ke zkreslení rentgenových snímků.

25

## Příklad 3

Na obr. 3a a na obr. 3b je schematicky vyobrazen příklad uskutečnění rentgenového zařízení s kruhovou rentgenkou a s kolimovaným rentgenovým svazkem pomocí stínění 5. Pro lepší přehlednost obrázků není vyobrazeno kruhové těleso 2, ale pouze stínění 5. Stínění 5 je tvořeno např. olovem. Na schematickém vyobrazení jsou vyznačeny tři otvory ve stínění 5, které kolimují rentgenové svazky od tří sousedících přitlačných elementů 4. Přitlačné elementy 4 jsou od sebe vzájemně stejnoměrně vzdáleny. Detektory 7 jsou použity obdobně, jako v příkladu 2.

35

Stínění 5 se otáčí současně s obíhajícími přitlačnými elementy 4, aby otvory ve stínění 5 korespondovali s přitlačnými elementy 4. Kolimováním rentgenových svazků je odbouráno zkreslení rentgenových snímků.

40

## Příklad 4

Na obr. 4 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, kde na rozdíl od příkladu 3 je použito více kolimátorů (otvorů ve stínění 5), které se neotáčí společně s přitlačnými elementy 4. Přitlačné elementy 4, a/nebo kolimátory nemusí být vzájemně rovnoměrně vzdáleny. Nestejnou vzájemnou vzdáleností má každý z přitlačných elementů 4 jiný ozařovací úhel vůči ozařovanému objektu 1. Detektory 7 mohou být v detekčním poli rovněž rozmístěny nestejnoměrně, přičemž se mezi detektory 7 nacházejí mezery. Vzájemné rozmístění otvorů ve stínění 5 a detektorů 7 je voleno takovým způsobem, aby se minimalizovalo ovlivnění pořízených snímků sousedními zdroji rentgenového záření.

50

V rentgenovém zařízení vyobrazeném na obr. 4 se může celý systém otáčet v omezeném rozsahu úhlů tak, aby se získaly tomografické projekce z více úhlů.

55

## Příklad 5

Na obr. 5a a na obr. 5b je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka má pohyblivé přitlačné elementy 4 a otočné stínění 5 pro souběžné otáčení kolimačních otvorů ve stínění 5 s přitlačnými elementy 4. Detekční pole je tvořeno jedenácti detektory 7, mezi kterými se nacházejí minimální mezery. Na obr. 5a svazky rentgenového záření prostupují detektory 7, které jsou uspořádány v prostoru vymezeném kruhovým tělesem 2. Detektory 7 jsou křemíkové, a proto je jejich vliv na procházející svazky rentgenového záření minimální.

Pokud je v zájmu ozařování, aby svazky rentgenového záření neprocházely skrz detektory 7, je možné detekční pole rentgenového zařízení uspořádat pod prostor vymezený kruhovým tělesem 2 kruhové rentgenky, jak je vyobrazeno na obr. 5b.

## Příklad 6

Na obr. 6 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka má okolo obvodového elementu 3 uspořádaný velký počet přitlačných elementů 4. Přitlačné elementy 4 se otáčejí okolo obvodového elementu 3. Kruhová rentgenka je opatřena stíněním 5 s jedenácti kolimačními otvory, které jsou statické. Kruhová rentgenka je použita v rentgenovém zařízení opatřeném jedenácti detektory 7 uspořádanými do detekčního pole.

Přitlačné elementy 4 se roztočí, přičemž kdykoliv přitlačný element 4 míjí kolimační otvor stínění 5, tak dojde k záblesku svazku rentgenového záření. Je možné získávat jedenáct snímků současně za jednotku času. Upravit počet kolimačních otvorů v kruhové rentgence a počet detektorů 7 v detekčním poli rentgenového zařízení je pro odborníka rutinním pracovním úkolem. Vyšší počet přitlačných elementů 4 a rychlost jejich oběhu ovlivňují počet snímků za jednotku času.

Pro zvýšení počtu ozařovacích úhlů se musí objekt 1 otáčet, či se musí v rentgenovém zařízení otáčet okolo objektu 1 kruhová rentgenka s detektory 7.

## Příklad 7

Na obr. 7 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka je oproti příkladu 6 opatřena širšími kolimačními otvory ve stínění 5. Rentgenové zařízení využívající tuto kruhovou rentgenku je opatřeno detektory 7, které mají na svých dopadových plochách umístěné mřížky 8 pro odstínění svazků rentgenového záření dopadajících na dopadovou plochu detektorů 7 v nežádoucím dopadovém úhlu. V detekčním poli jsou mezi detektory 7 vytvořeny mezery, které sousedí s kolimačními otvory stínění 5, aby mohl svazek rentgenového záření volně procházet k ozařovanému objektu 1. Detekční pole je uspořádáno v prostoru vymezeném kruhovým tělesem 2.

Pro zvýšení počtu ozařovacích úhlů se musí objekt 1 otáčet, či se musí v rentgenovém zařízení otáčet okolo objektu 1 kruhová rentgenka s detektory 7.

## Příklad 8

Na obr. 8a a na obr.8b je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení odvozeného z rentgenového zařízení příkladu 7. Hlavní odlišnost tohoto uskutečnění vynálezu je v tom, že detekční pole je uspořádáno pod prostorem vymezeným kruhovým tělesem 2.

Vzhledem k tomu, že detektory 7 nestíní svazky rentgenového záření vystupující z otvorů stínění 5, nenachází se mezi detektory 7 mezery.

#### 5 Příklad 9

Na obr. 9 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka má obvodový element 3 tvořený třecím pásem převíjeným pomocí dvou navíjecích cívek 6. Navíjecí cívky 6 mohou být např. uvnitř svého bubnu opatřeny elektromotorovým pohonným. K obvodovému elementu 3 jsou uspořádány napínací kolíky 10 pro napínání třecího pásu 3 před navíjením na navíjecí cívky 6. Třecí pás je z elastického plastového materiálu, a jeho kontaktní povrch, na který jsou přitlačeny přitlačné elementy 4, je opatřen mikročásticemi pro zvýšení součinitele smykového tření.

Na vyobrazeném uskutečnění vynálezu je znázorněn jeden třecí pás společný pro všechny přitlačné elementy 4, avšak je možné pro každý přitlačný element 4 opatřit kruhovou rentgenku vlastním třecím pásem s vlastními navíjecími cívkami 6.

Detekční pole rentgenového zařízení má mezi jednotlivými detektory 7 mezery pro nerušený průchod svazků rentgenového záření.

Pro změnu ozařovacích úhlů při pořizování rentgenových snímků je možné, aby byl ozařovaný objekt 1 otáčen, případně aby se pootočilo zařízení okolo objektu v omezeném rozsahu úhlů.

25

#### Příklad 10

Na obr. 10a a na obr. 10b je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka má obvodový element 3 tvořený třecím pásem převíjeným pomocí dvou navíjecích cívek 6. Rozdíl oproti příkladu 9 je v umístění detektoru 7 mimo rovinu rentgenových zdrojů 2, viz obr 10b. To umožní omezený rotační pohyb rentgenového zdroje pro získání většího rozsahu úhlů projekcí. Třecí pás tvořící obvodový element 3, přitlačné elementy 4 a kolimační otvory ve stínění 5 se pootáčí vůči detektorům 7. Pro změnu ozařovacích úhlů při pořizování rentgenových snímků je také možné, aby byl ozařovaný objekt 1 otáčen.

35

#### Příklad 11

Na obr. 11 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, které je opatřeno sekundárním stíněním 9 pro odstínění přímých svazků rentgenového záření. Sekundární stínění 9 je opatřeno kolimačními otvory umožňujícími průchod rozptýleného rentgenového záření a fluorescenčního rentgenového záření k detektorům 7. Současně je sekundární stínění 9 opatřeno otvory pro průchod přímého svazku rentgenového záření procházejícího skrz ozařovaný objekt 1 k detektoru 7. Díky tomuto uspořádání lze měřit jak v transmisním módu (klasické CT), tak i v módu, kde se zobrazuje pomocí rozptýleného anebo fluorescenčního záření a dírkové komory. Informace z všech tří modalit zobrazení lze kombinovat.

Sekundární stínění 9 je vůči kruhové rentgence stacionární a celé zařízení se vůči objektu 1 otáčí, nebo se otáčí objektem 1 vůči rentgenovému zařízení.

50

#### Příklad 12

Na obr. 12 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka je dělitelná na dvě poloviny podle dělicích hranic 11. Každá polovina kruhové

55

rentgenky je opatřena vlastním obvodovým elementem 3 v podobě třetího pásu navíjeného na navíjecí cívky 6.

## 5 Příklad 13

Na obr. 13 je schematicky vyobrazeno uskutečnění rentgenového zařízení, jehož kruhová rentgenka je opatřena dvěma obvodovými elementy 3 v podobě dvou třetích pásů. Každý z obvodových elementů 3 má vlastní navíjecí cívky 6.

10

Přítlačné elementy 4 tvoří místo napětí ležící u kolimačního otvoru stínění 5, kde se tře protahovaný spodní obvodový element 3 o vrchní obvodový element 3, který tvoří bariéru chránící přítlačný element 4 před opotřebením.

15

Pro všechny výše uvedené příklady platí, že prostředek pro otáčení s objektem 1 může být polohovatelný stolek, případně manipulační rameno, které jsou pro odborníka rutinně řešitelným problémem. Prostředek pro realizaci pohybů v rentgenovém zařízení je např. elektromotor, jehož otáčivý účinek je přenášen pomocí ozubených kol, či pásů na pohyblivé součásti rentgenového zařízení.

20

### Průmyslová využitelnost

25

Kruhová rentgenka a rentgenové zařízení s kruhovou rentgenkou podle vynálezu naleznou uplatnění v oblasti výzkumu a vývoje, v průmyslu, zejména při kontrole kvality, a dále ve zdravotnictví.

## PATENTOVÉ NÁROKY

30

1. Kruhová rentgenka pro ozařování objektu (1) rentgenovým zářením produkovaným triboluminiscenčním jevem tvořená kruhovým tělesem (2) a alespoň dvěma vzájemně o sebe se třejícími prostředky tření tvořícími triboluminiscenční zdroj rentgenového záření, **vyznačující se tím**, že první prostředek tření je tvořen alespoň jedním obvodovým elementem (3) uspořádaným k vnější obvodové straně kruhového tělesa (2) rentgenky a druhý prostředek tření je tvořen alespoň jedním přítlačným elementem (4), který je přítlačen k obvodovému elementu (3), přičemž přítlačný element (4) je uzpůsoben pro smýkání po obvodovém elementu (3) a/nebo alespoň jeden obvodový element (3) je uzpůsoben pro protahování pod přítlačným elementem (4).

35

40

2. Kruhová rentgenka podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kruhové těleso (2) je opatřeno alespoň jedním stíněním (5) ionizujícího záření, přičemž je stínění (5) opatřeno alespoň jedním otvorem pro nestíněný průchod rentgenového záření.

45

3. Kruhová rentgenka podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že je pozice otvoru ve stínění (5) vůči kruhovému tělesu (2) a/nebo velikost otvoru ve stínění (5) kontrolovaně měnitelná.

4. Kruhová rentgenka podle nároku 2 nebo 3, **vyznačující se tím**, že je stínění (5) vůči kruhovému tělesu (2) pohyblivé.
5. Kruhová rentgenka podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že obvodový element (3) je tvořen alespoň jedním třecím pásem, jehož volné konce jsou upevněny k navíjecím cívkám (6).
6. Kruhová rentgenka podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že kruhové těleso (2) je otevíratelné, nebo rozebíratelné na alespoň dvě části.
7. Rentgenové zařízení pro pořizování rentgenových snímků objektu (1) sestávající z kruhové rentgenky podle některého z nároků 1 až 6 pro ozařování objektu (1) rentgenovým zářením uspořádaným v oblasti pro umístění objektu (1), která se nachází uvnitř prostoru vymezeném kruhovým tělesem (2) kruhové rentgenky, nebo pod prostorem, či nad prostorem, vymezeným kruhovým tělesem (2), a z alespoň jednoho detektoru (7) ionizujícího záření, **vyznačující se tím**, že detektor (7) ionizujícího záření je plošný s dopadovou detekční plochou a je uspořádán uvnitř prostoru vymezeném kruhovým tělesem (2) kruhové rentgenky, a/nebo pod prostorem, či nad prostorem, vymezeným kruhovým tělesem (2), přičemž je detektor (7) v zákrytu za oblastí pro umístění ozařovaného objektu (1) a má dopadovou plochou orientovanou proti oblasti pro umístění ozařovaného objektu (1).
8. Rentgenové zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že nejméně tři detektory (7) jsou uspořádány do lomeného detekčního pole kopírující půdorys kruhového tělesa (2).
9. Rentgenové zařízení podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden detektor (7) je opatřen mřížkou (8) pro odstínění nepřímo dopadajícího rentgenového záření.
10. Rentgenové zařízení podle některého z nároků 7 až 9, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden detektor (7) je naklápěcí pro úhlové nastavení jeho dopadové detekční plochy.
11. Rentgenové zařízení podle některého z nároků 7 až 10, **vyznačující se tím**, že je opatřeno sekundárním stíněním (9) pro odstínění alespoň jedné dopadové plochy detektoru (7) před přímým dopadem rentgenového záření z triboluminiscenčního zdroje.
12. Rentgenové zařízení podle některého z nároků 7 až 11, **vyznačující se tím**, že je opatřeno alespoň jedním prostředkem pro otáčení kruhovou rentgenkou a detektorem (7) okolo objektu (1), přičemž je detektor (7) vůči kruhové rentgence nehybný, nebo alespoň

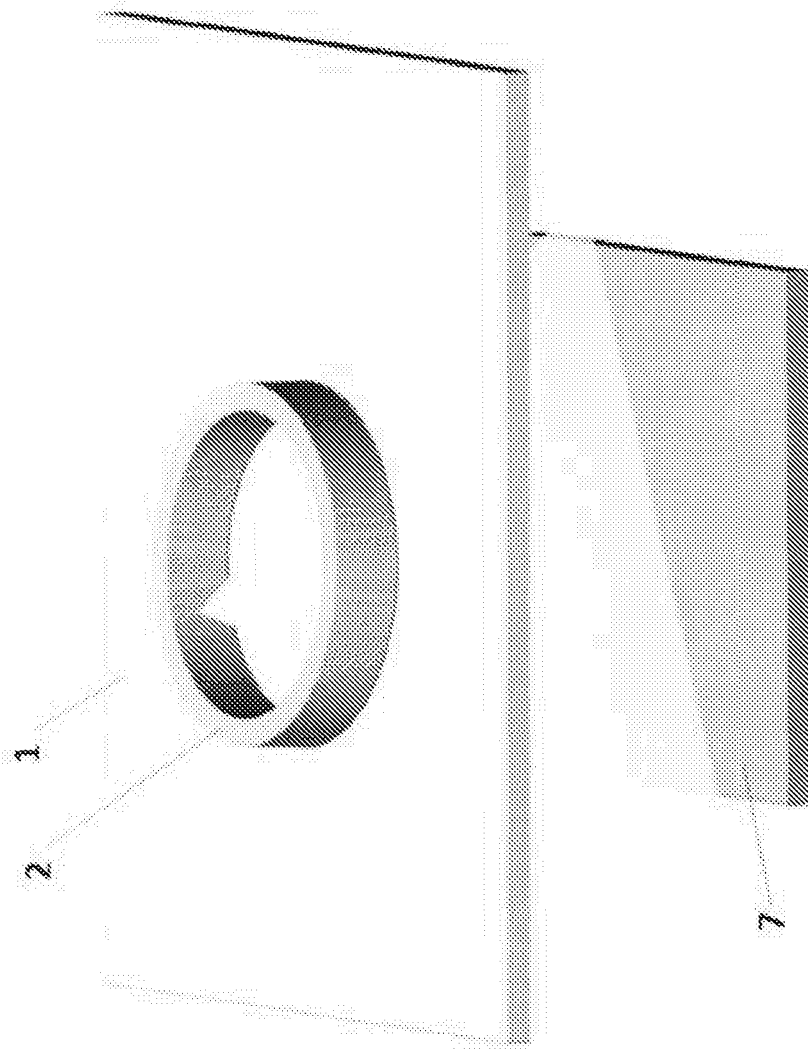
jedním prostředkem pro otáčení objektu (1) v oblasti pro umístění ozařovaného objektu (1).

- 5      **13.** Rentgenové zařízení podle některého z nároků 7 až 11, **vyznačující se tím**, že je opatřeno alespoň jedním prostředkem pro otáčení kruhovou rentgenkou okolo objektu (1), přičemž jsou detektory (7) uspořádány do kruhu a jsou statické, a současně je kruhová rentgenka otočná vůči objektu (1) a detektorům (7).

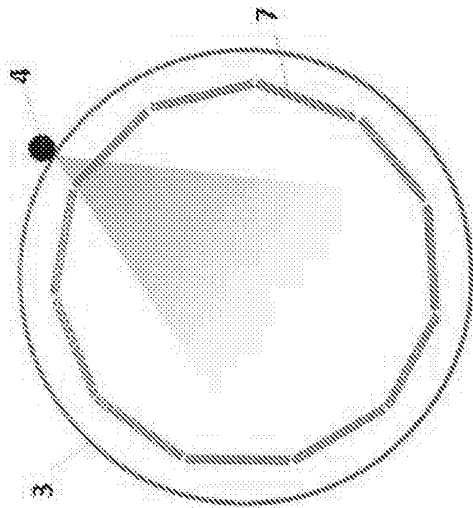
13 výkresů

Seznam vztahových značek:

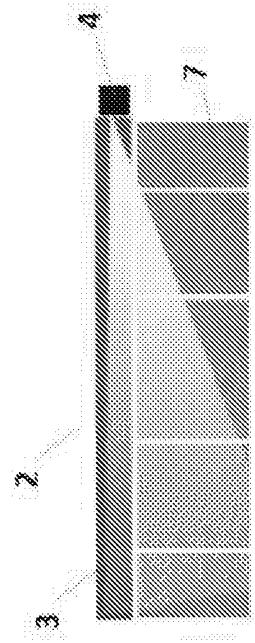
- 1 objekt
- 2 kruhové těleso
- 3 obvodový element
- 4 přítlačný element
- 5 stínění
- 6 navíjecí cívky
- 7 detektor ionizujícího záření
- 8 stínicí mřížka detektoru
- 9 sekundární stínění
- 11 dělicí hranice



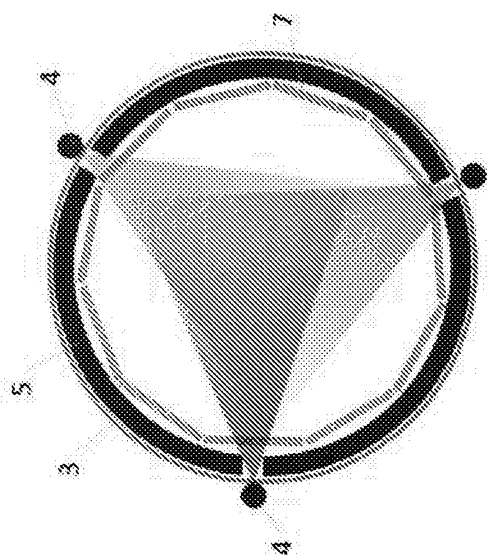
Obr. 1



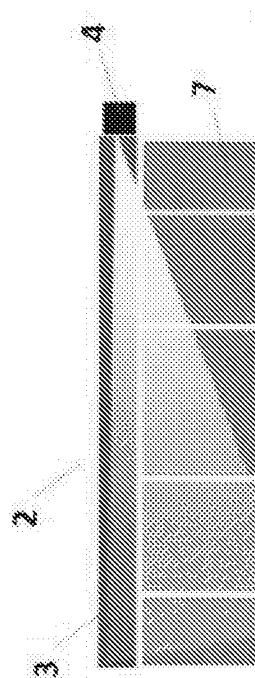
Obr. 2a



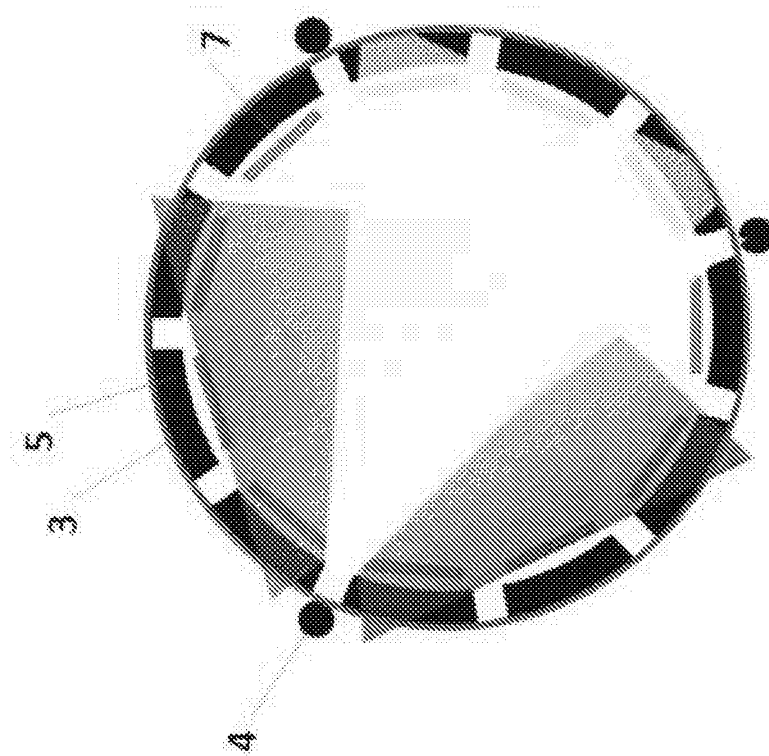
Obr. 2b



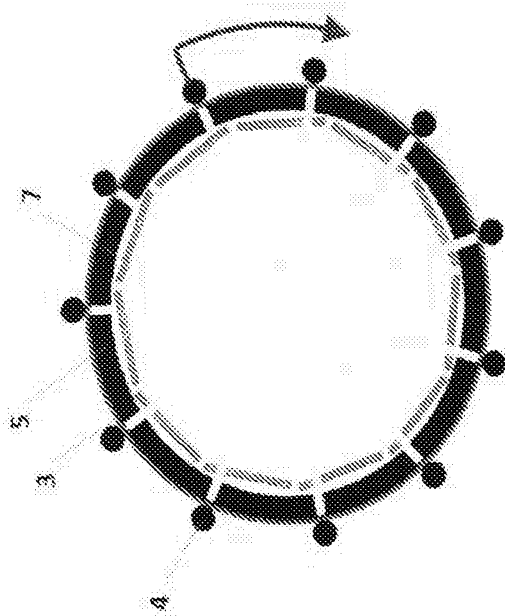
Obr. 3a



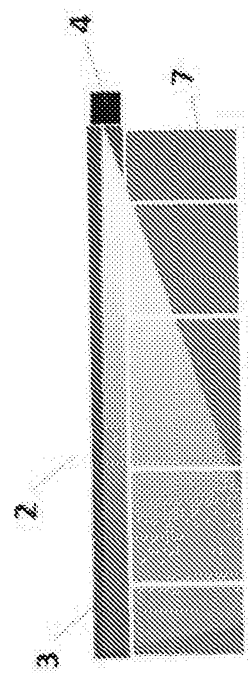
Obr. 3b



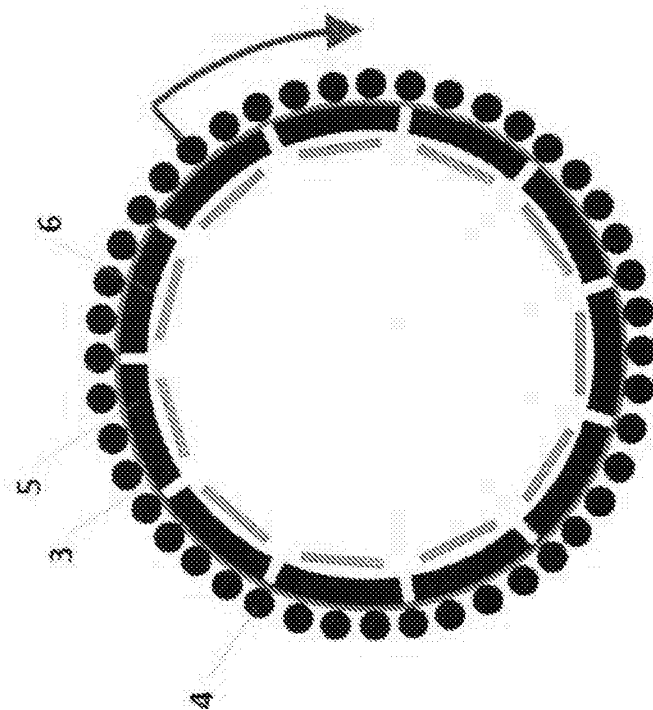
Obr. 4



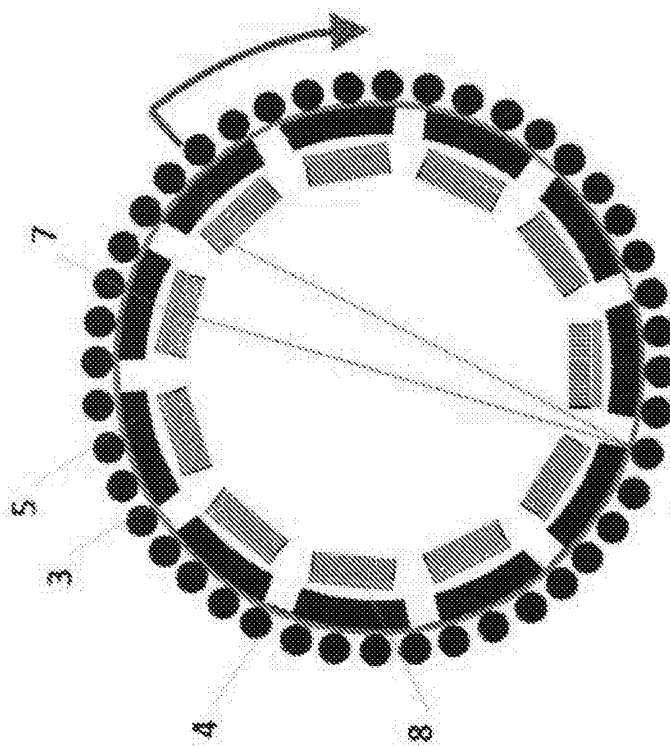
Obr. 5a



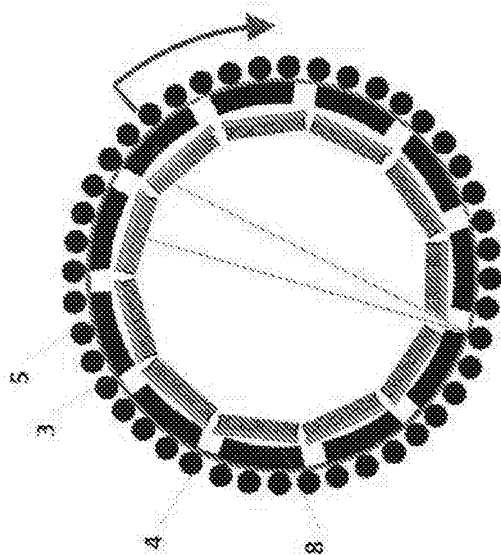
Obr. 5b



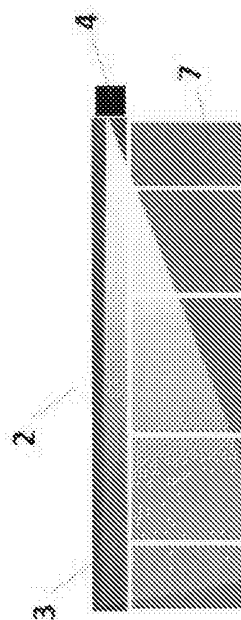
Obr. 6



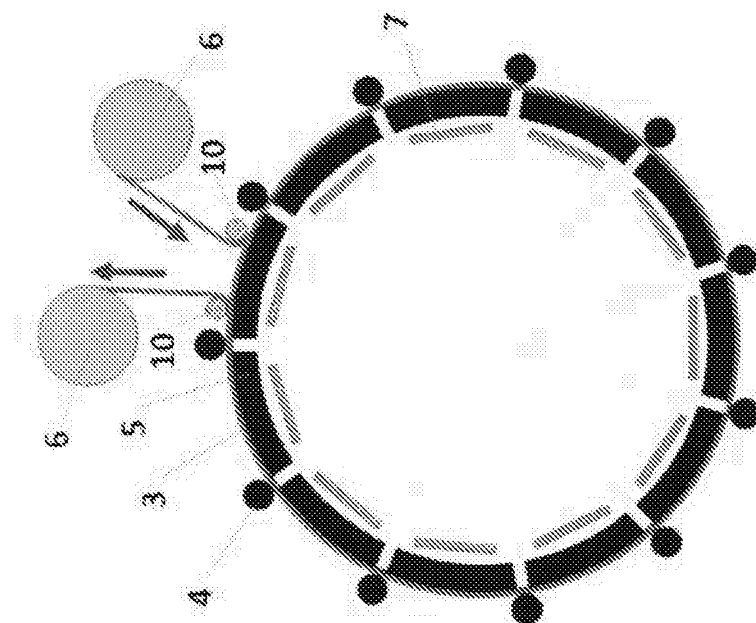
Obr. 7



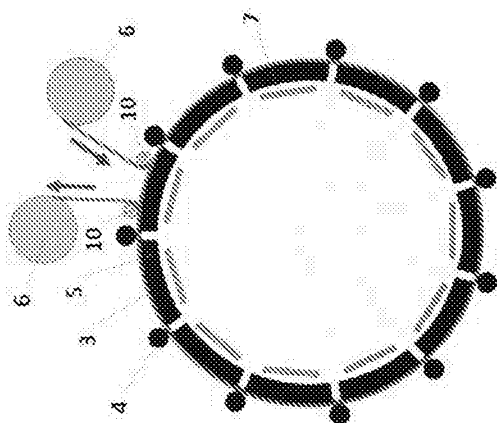
Obr. 8a



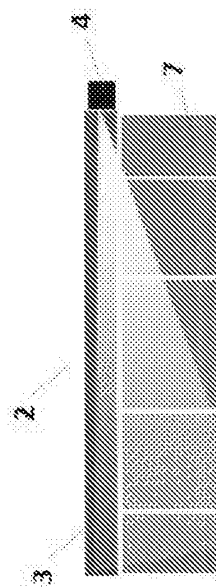
Obr. 8b



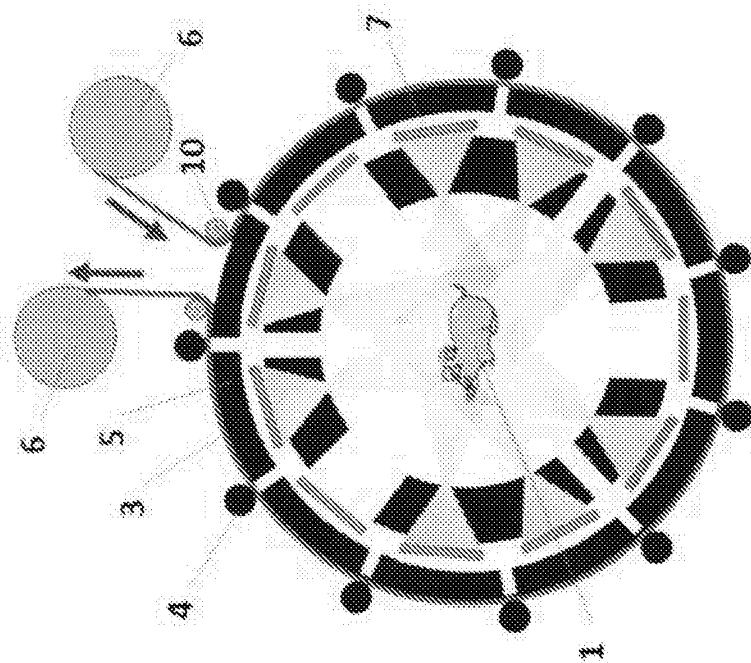
Obr. 9



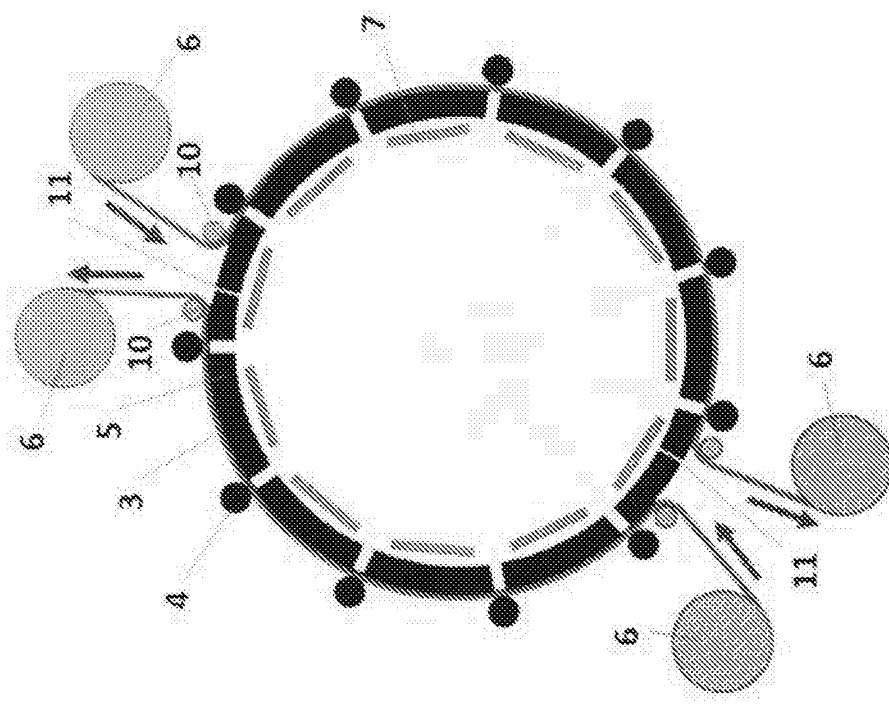
Obr. 10a



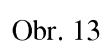
Obr. 10b



Obr. 11



Obr. 12



Obr. 13