

A61L 9/20 (2006.01)  
A61L 9/16 (2006.01)  
A61L 9/00 (2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2020-589  
(22) Přihlášeno: 02.11.2020  
(40) Zveřejněno: 11.05.2022  
(Věstník č. 19/2022)  
(47) Uděleno: 27.04.2023  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 07.06.2023  
(Věstník č. 23/2023)

(56) Relevantní dokumenty:  
CZ 293271 B6; WO 2005030372.

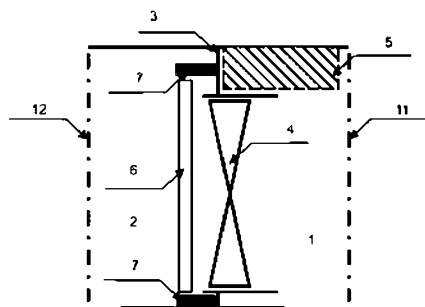
(73) Majitel patentu:  
Ing. Peter Stuchlík, CSc., Brno, Starý Lískovec, CZ  
(72) Původce:  
Ing. Peter Stuchlík, CSc., Brno, Starý Lískovec, CZ  
(74) Zástupce:  
HARBER IP s.r.o., Dukelských hrdinů 567/52,  
170 00 Praha 7, Holešovice

(54) Název vynálezu:

**Sterilizátor**

(57) Anotace:

Předkládané řešení poskytuje sterilizátor pro sterilizaci vzduchu, který obsahuje komoru (1) pro vstup vzduchu a komoru (2) pro sterilizaci vzduchu, přičemž tyto komory jsou od sebe oddělené přepážkou (3) neprostupnou pro UV záření, a přičemž v přepážce (3) je umístěn tlačný ventilátor (4), přičemž v komoře (2) pro sterilizaci vzduchu je umístěna alespoň jedna UV výbojka (6), přičemž stěny této komory (2) jsou ve vzdálenosti 15 až 50 mm od povrchu UV výbojky (6); a přičemž v komoře (2) pro vstup vzduchu nebo v samostatné komoře jsou umístěny elektronické a elektrické součástky; a přičemž sterilizátor je dále opatřen lamelovou vstupní mřížkou (11) a lamelovou výstupní mřížkou (12).



## Sterilizátor

### Oblast techniky

5

Předkládaný vynález se týká sterilizátoru pro kombinovanou sterilizaci UV zářením a ozonem.

### Dosavadní stav techniky

10

V současné době existuje mnoho typů zařízení pro sterilizaci vzduchu a povrchů pomocí UV záření, nebo pomocí ozonu, nebo tyto způsoby sterilizace kombinující.

15

Běžně se v UV sterilizátorech používají UV výbojky (rtuťové nebo nízkotlaké) s převládající vlnovou délkou záření v oblasti 250 až 370 nm. Tyto výbojky volně vyzařují do prostoru, takže při setkání UV záření s mikroorganizmem a při překročení absorbované sterilizační dávky záření dojde k úhynu mikroorganismu. Sterilizační dávka absorbovaného vysokoenergetického záření je v evropských podmínkách stanovena na 25 kGy, tj. 25 J/kg/s.

20

Pro absorpci UV záření v čistém vzduchu platí, že ve vzdálenosti 25 mm od zdroje má 50% intenzitu. V čisté vodě je 50 % intenzity dosaženo při hloubce průniku 25  $\mu$ m. Intenzita záření kvadraticky klesá se vzdáleností, a ve vzdálenosti 1 m od zdroje je již jen 1600x menší než přímo u zdroje záření.

25

UV záření sterilizuje pouze ty povrchy či oblasti, které mu jsou přístupné. Ty povrchy či oblasti sterilizovaného média, kam UV záření nedopadá (je odstíněno), sterilizovány být nemohou.

30

Dalším problémem jsou materiály, které jsou vystavené působení UV záření. A to jak konstrukční materiály sterilizátorů, tak především okolní materiály, na které UV záření dopadá. Většina polymerních materiálů, i další materiály, působením UV záření degradují. Například pro degradaci většiny polymerů, jako jsou PVC, akryláty, pryskyřice a další, postačuje absorbovaná dávka záření 8 až 12 kGy, tedy dvoj- až trojnásobně nižší absorbovaná dávka záření, než je zapotřebí pro sterilizaci.

35

UV záření navíc poškozuje lidský zrak, přičemž kratší vlnové délky způsobují větší poškození.

40

Při vlnových délkách záření kolem 250 nm a menších dochází v přítomnosti vzduchu k tvorbě ozonu  $O_3$ . Ozon je velmi reaktivní a nestabilní molekula, která oxidačně degraduje organické molekuly, včetně například nukleových kyselin, čímž mikroorganismy zabíjí. Živostnost ozonu je v minutách, než zreaguje nebo rekombinuje. Pro účinnou sterilizaci je tedy zapotřebí dosáhnout vysoké koncentrace  $O_3$  po dostatečně dlouhou dobu.

45

Ozon je však toxický, proto pro něj existují předepsané hygienické limity. Z výše uvedených důvodů se sice sterilizátory vzduchu na bázi ozonu používají, ale jedná se o rozměrově velká zařízení, nesmějí se používat v přítomnosti lidí, a je zapotřebí po jejich použití prostor vyvětrat od ozonu.

50

Většina současných sterilizátorů čistí vzduch v okolí UV výbojky, bez nuceného oběhu vzduchu. Jiné sterilizátory, v nichž je UV výbojka uzavřena v pouzdře, využívají nucený pohyb vzduchu, kdy je vzduch ventilátorem proháněn kolem výbojky podélným směrem (laminární proudění). Avšak v takovém případě, kvůli vzdálenostem od zdroje a laminárnímu proudění, je i při nuceném pohybu vzduchu zapotřebí, aby UV výbojky byly silné tak, aby se dosáhlo dostatečné jistoty sterilizace.

55

Podstata vynálezu

Předmětem předkládaného vynálezu je sterilizátor pro sterilizaci vzduchu, obsahující komoru pro vstup vzduchu a komoru pro sterilizaci vzduchu, přičemž tyto komory jsou od sebe oddělené  
 5 přepážkou neprostupnou pro UV záření, a přičemž v přepážce je umístěn tlačný ventilátor. V komoře pro vstup vzduchu nebo v samostatné komoře jsou umístěny elektronické a elektrické komponenty (například zdroje, tlumivky a startéry pro výbojky nebo jejich předřadníky, řadič, procesor, elektrické vedení, čidla, procesory senzorů, vypínač celého zařízení, případně prepínač, který spíná ventilátor zvlášť a následně spíná UV výbojky, měřič teploty a elektronika měřiče  
 10 koncentrace O<sub>3</sub>, časovač atd.). V komoře pro sterilizaci vzduchu je umístěna alespoň jedna UV výbojka, přičemž stěny této komory jsou ve vzdálenosti 15 až 50 mm od povrchu UV výbojky.

Ve výhodném provedení jsou v komoře pro sterilizaci vzduchu umístěny alespoň dvě UV výbojky, s výhodou vzájemně rovnoběžně. Vzdálenost mezi povrchy výbojek je v rozmezí 25 až 70 mm.

15 Vzdálenosti jsou uváděny jako nejkratší vzdálenosti mezi danými součástmi.

S výhodou mají UV výbojky vlnovou délku UV záření 100 až 280 nm. Výhodněji mají UV výbojky vlnovou délku kolem 250 a méně nm. Jedná se o tzv. germicidní výbojky, které navíc způsobují  
 20 tvorbu ozónu v procházejícím vzduchu. Germicidní výbojky jsou obvykle charakterizovány převažující vlnovou délkou. Převažující vlnová délka v současnosti komerčně dostupných germicidních výbojek je kolem 250 nm.

V jednom výhodném provedení jsou UV výbojky umístěny v podstatě v jedné linii, rovnoběžně  
 25 s rovinou rotoru tlačného ventilátoru.

Ventilátorem je tlačný ventilátor, s výhodou takový, který na výstupu vzduchu ze zařízení zajistí rychlost proudění vzduchu o rychlosti 0,45 m/s  $\pm 20$  %. Tato rychlost odpovídá zákonným  
 30 požadavkům na rychlost proudění v prostorách správné výrobní praxe (SVP/GMP) a v laminárních boxech.

S výhodou jsou rozměry a tvar komory pro sterilizaci vzduchu takové, aby se při rychlosti proudění vzduchu dosahované tlačným ventilátorem na jeho výstupu dosáhlo překročení kritického Reynoldsova čísla čili dosáhne se turbulentního proudění. Až v komoře pro sterilizaci vzduchu se  
 35 Reynoldsovo číslo dostává pod kritickou hodnotu. Dále k turbulentnímu proudění přispívají UV výbojky (trubice) umístěné v komoře pro sterilizaci vzduchu, kde vytvářejí další turbulentní aerodynamické proudění. Postupy stanovení a výpočtu Reynoldsova čísla jsou známé, způsoby stanovení kritického Reynoldsova čísla pro jednotlivé geometrie a tekutiny jsou rovněž známé.

40 Zařízení je opatřeno vstupními a výstupními mřížkami vzduchu, které jsou lamelové. Lamelové mřížky jsou vhodné pro zabránění úniku UV záření do okolí sterilizátoru, ale nebrání výstupu vzduchu. Lamely mohou být pevně nastavené nebo stavitelné, v případě stavitelnosti však rozsah jejich pohybu musí být omezen tak, aby nedovolily únik UV záření mimo zařízení, a zároveň nezabraňovaly průtoku vzduchu, přičemž s výhodou mezera mezi sousedícími paralelními  
 45 lamelami je minimálně 4 mm. Vstupní mřížka vzduchu je určena pro vstup vzduchu do zařízení; výstupní mřížka vzduchu je určena pro výstup vzduchu z komory pro sterilizaci vzduchu.

Ve výhodném provedení, je-li délka lamel L a vzdálenost mezi sousedícími lamelami V, pak jsou lamely nastavené nebo nastavitelné v úhlu  $\alpha$  sklonu lamel od svislého směru splňujícím  
 50 podmínku  $\cos(\alpha) \geq V/L$ .

S výhodou jsou lamely výstupní mřížky orientovány tak, aby vycházející vzduch směřoval dolů, zatímco u vstupní mřížky jsou lamely orientovány tak, aby se vzduch nasával shora. Tím se zvyšuje účinnost procesu a současně se snižuje nasávání mechanických nečistot.

55

Vstupní mřížka může být s výhodou opatřena filtrem pro odstranění mechanických nečistot ze vstupujícího (nasávaného) vzduchu.

Povrchy vnitřních stěn komory pro sterilizaci vzduchu, případně i vnitřních stěn komory pro vstup vzduchu, jsou s výhodou vytvořeny z materiálu vybraného ze skupiny zahrnující nekorodující kovy (např. hliník, nerezová ocel, pozinkovaná ocel, chromovaná ocel, kadmiovaná ocel, či niklovaná ocel) a polymery (např. PVC, ABS) opatřené povrchovou úpravou. Vhodnou povrchovou úpravou polymerů se rozumí taková úprava, která má vysokou odrazivost elektromagnetických záření a současně není jimi degradována. Toho se dá dosáhnout pokovením (chromem, niklem, stříbrem, rhodiem apod.), nebo ochranným nátěrem s obsahem alespoň 5 % hmotn. kovu, který má vlastnosti výše uvedeného pokovení. Nejčastěji se jedná o hliník. Případně lze opatřit povrchy vnitřních stěn komory pro sterilizaci vzduchu reflexní povrchovou vrstvou stříbrné barvy. Tyto materiály nedegradují účinkem UV záření a nekorodují účinkem ozónu, a UV záření jimi neprochází.

S výhodou zařízení podle vynálezu dále obsahuje měřič koncentrace  $O_3$ .

Předkládaný vynález, díky kombinaci sterilizace účinkem UV záření a účinkem ozónu s definovaným prostorem pro sterilizovaný vzduch, a s nuceným turbulentním prouděním vzduchu, a díky vlastnostem prostoru pro sterilizovaný vzduch, významně zvyšuje účinnost procesu sterilizace vzduchu. To vede k možnostem zmenšení velikosti a hmotnosti zařízení, a k možnosti výroby přenosných zařízení s dostatečným výkonem. Díky odstínění UV záření lze zařízení provozovat i v přítomnosti osob, a nedochází k degradačnímu poškození materiálů v okolí (zejména plastů).

#### Objasnění výkresů

Obr. 1 znázorňuje schematický náčrt příkladu zařízení podle předkládaného vynálezu v bokorysu.

Obr. 2 znázorňuje schematický náčrt příkladu zařízení podle předkládaného vynálezu v nárysu, při pohledu ze strany komory pro sterilizaci vzduchu.

#### Příklady uskutečnění technického řešení

##### Příklad 1

Sterilizátor pro sterilizaci vzduchu, znázorněný na obr. 1 a 2, obsahuje komoru 1 pro vstup vzduchu a komoru 2 pro sterilizaci vzduchu, přičemž tyto komory jsou od sebe oddělené přepážkou 3 neprostupnou pro UV záření, a přičemž v přepážce je umístěn tlačný ventilátor 4 o průměru 150 mm. V komoře 1 pro vstup vzduchu je umístěna elektronika 5 (zdroje, tlumivky a startéry pro výbojky nebo jejich předřadníky, řadič, procesor, elektrické vedení, čidla, procesory senzorů, vypínač celého zařízení, případně přepínač, který spíná ventilátor zvlášť a následně spíná UV výbojky, měřič teploty a elektronika měřiče koncentrace  $O_3$ , časovač atd.). V komoře 2 pro sterilizaci vzduchu jsou umístěny tři UV výbojky obsahující výbojky 6 a patice 7, přičemž stěny této komory jsou ve vzdálenosti 15 až 50 mm od povrchu UV výbojek. Výbojky 6 a patice 7 jsou uspořádány v jedné linii, rovnoběžně s rovinou rotoru tlačného ventilátoru 4.

Zařízení je dále opatřeno vstupními mřížkami 11 a výstupními mřížkami 12 pro vzduch, které jsou lamelové. Lamely mohou být pevně nastavené nebo stavitelné, v případě stavitelnosti však rozsah jejich pohybu musí být omezen tak, aby nedovolily únik UV záření mimo zařízení, a zároveň nezabraňovaly průtoku vzduchu.

Zařízení může být dále opatřeno dalšími neznázorněnými prvky, jako je měřič koncentrace ozónu, samostatné spínače pro ventilátor a UV výbojky atd.

Zařízení a jeho přepážka 3 pro ventilátor 4 jsou vyrobeny z hliníkového plechu, který je směrem dovnitř bez povrchové úpravy a z vnějšku může být opatřen estetickou úpravou jako je barevný elox nebo barevný nátěr. Ze stejného materiálu a ve stejné povrchové úpravě jsou vstupní mřížky 11 a výstupní mřížky 12.

Germicidní výbojky 6 mají převažující vlnovou délkou 250 nm, a jsou umístěné kolmo na směr proudění vzduchu. Jednotlivé výbojky mají po 6 W příkonu a délku 200 mm. Výbojky 6 jsou upevněny tak, že mají mezi svými stěnami vzdálenost 50 mm. Vzdálenost mezi stěnami krajních výbojek 6 a stěnou zařízení činí 25 mm. Tj. vnitřní rozměr zařízení činí zhruba 198 x 240 mm. Vzduch vycházející z ventilátoru 4, při jeho průměru 150 mm, pokrývá všechny tři výbojky.

## Příklad 2

Zařízení má stejné základní konstrukční znaky, jak je popsáno v příkladu 1 a znázorněno na obr. 1 a 2, pouze místo tří UV výbojek je použita pouze jedna UV výbojka. Stěny zařízení jsou vyrobeny z pěnového polyvinylchloridu (PVC), který je směrem dovnitř opatřen reflexní povrchovou nedegradující úpravou ve stříbrné barvě. Z vnější strany je bez povrchové úpravy, protože mu estetický vzhled dává samotný použitý materiál. Případně je z vnějšku opatřen estetickou úpravou jako je barevný nátěr, nebo fólie.

Přepážka 3 pro ventilátor je z téhož materiálu, přičemž směrem do komory 2 pro sterilizaci vzduchu zařízení je opatřena stejnou reflexní nedegradující povrchovou úpravou ve stříbrné barvě. V přepážce 3 je instalován ventilátor 4 o průměru 125 mm.

Vstupní 11 a výstupní lamelové mřížky 12 jsou vylišovány z akrylonitril butadien styrenu (ABS) a mají na svých vnitřních stranách stejnou reflexní nedegradující povrchovou úpravu ve stříbrné barvě. Vstupní mřížka 11 je dále opatřena filtrovací sítkou na zachycení větších mechanických nečistot.

V horní části vstupního prostoru zařízení je instalováno elektrické a elektronické vybavení 5 tak, že na něj nedopadá UV záření procházející mezi lopatkami ventilátoru 4.

Ve výstupní části zařízení je k přepážce šikmo uchycena germicidní výbojka s výbojkou 6 o příkonu 8 W o převažující vlnové délce 250 nm a s patičkami 7. Ta je umístěna tak, že z bočních stran je každý opačný její konec ve vzdálenosti 25 mm od vnitřní stěny zařízení.

## PATENTOVÉ NÁROKY

1. Sterilizátor pro sterilizaci vzduchu, **vyznačující se tím**, že obsahuje komoru (1) pro vstup vzduchu a komoru (2) pro sterilizaci vzduchu, přičemž tyto komory jsou od sebe oddělené  
5 přepážkou (3) neprostupnou pro UV záření, a přičemž v přepážce (3) je umístěn tlačný ventilátor (4), přičemž v komoře (2) pro sterilizaci vzduchu je umístěna alespoň jedna UV výbojka (6), přičemž stěny této komory (2) jsou ve vzdálenosti 15 až 50 mm od povrchu UV výbojky (6); a přičemž v komoře (1) pro vstup vzduchu nebo v samostatné komoře jsou umístěny elektronické a elektrické součástky vybrané ze skupiny zahrnující zdroje, tlumivky a startéry pro zářivky nebo  
10 jejich předřadníky, radiče, procesor, elektrické vedení, čidla, procesory senzorů, vypínač celého zařízení, případně přepínač, který spíná ventilátor zvlášť a následně spíná UV výbojky, měřič teploty, elektronika měřiče koncentrace O<sub>3</sub>, a časovač; a přičemž sterilizátor je dále opatřen lamelovou vstupní mřížkou (11) a lamelovou výstupní mřížkou (12).

2. Sterilizátor podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že v komoře (2) pro sterilizaci vzduchu jsou  
15 umístěny alespoň dvě UV výbojky (6), přičemž vzdálenost mezi povrchy sousedících výbojek je v rozmezí 25 až 70 mm.

3. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že UV výbojky mají vlnovou délku UV záření v rozmezí 100 až 280 nm.

4. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že tlačný  
20 ventilátor (4) je konfigurovaný pro zajištění rychlosti proudění vzduchu o rychlosti 0,45 m/s  $\pm$  20 % na výstupu vzduchu.

5. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že rozměry a tvar komory (2) pro sterilizaci vzduchu jsou konfigurovány pro překročení kritického Reynoldsova čísla při rychlosti proudění vzduchu dosahované tlačným ventilátorem na výstupu tlačného ventilátoru.

6. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že lamely mřížek  
25 (11, 12) jsou nastavené v úhlu, zabránujícím úniku UV záření do okolí sterilizátoru, ale nebránícím vstupu a výstupu vzduchu.

7. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že lamely mřížek  
30 (11, 12) jsou stavitelné, přičemž rozsah jejich pohybu je omezen pro zabránění úniku UV záření do okolí sterilizátoru, a umožnění vstupu v každé stavitelné poloze.

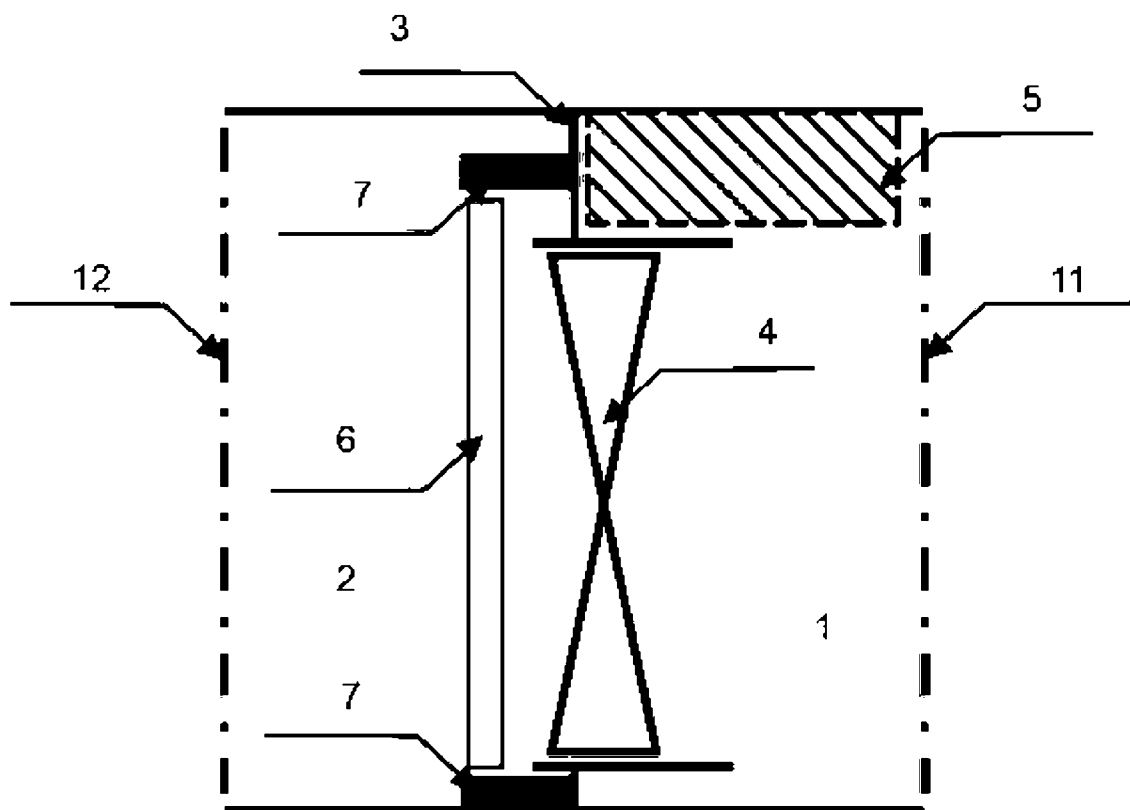
8. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že lamely výstupní mřížky (12) jsou orientovány pro směřování vycházejícího vzduchu směroval dolů, zatímco lamely vstupní mřížky (11) jsou orientovány pro nasávání vzduchu shora.

9. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že vstupní mřížka  
35 (11) je opatřena filtrem pro odstranění mechanických nečistot ze vstupujícího vzduchu.

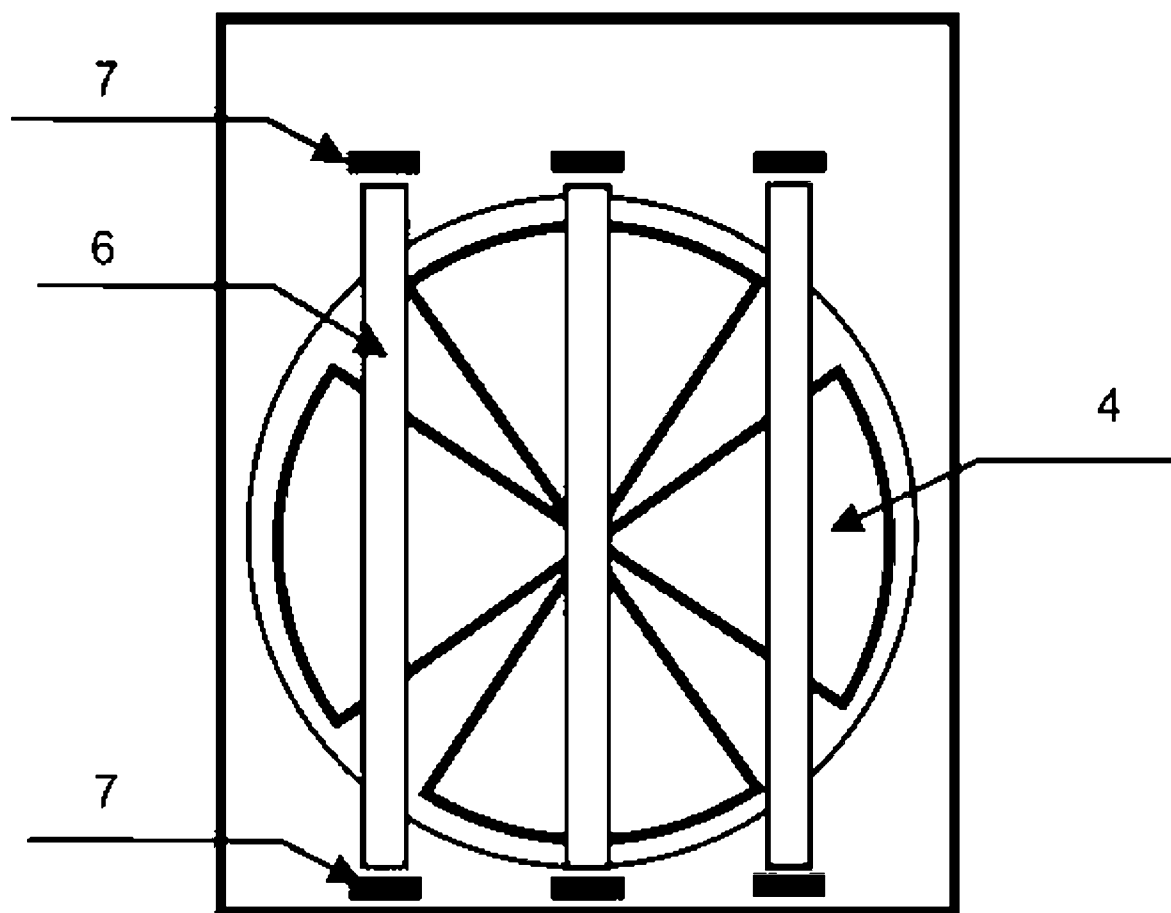
10. Sterilizátor podle kteréhokoliv z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že povrchy vnitřních stěn komory (2) pro sterilizaci vzduchu a povrchy lamel výstupní mřížky (12), případně i vnitřních stěn komory (1) pro vstup vzduchu a povrchy lamel vstupní mřížky (11), jsou vytvořeny z materiálu vybraného ze skupiny zahrnující nekorodující kovy vybrané ze skupiny hliník, nerezová  
40 ocel, pozinkovaná ocel, chromovaná ocel, kadmiovaná ocel, a niklovaná ocel, nebo polymery PVC či ABS s povrchovou úpravou pokovením kovem vybraným ze skupiny chrom, nikl, stříbro, rhodium nebo nátěrem s obsahem alespoň 5 % hmotn. kovu vybraného ze skupiny chrom, nikl, stříbro, rhodium nebo reflexní povrchovou vrstvou stříbrné barvy.

Seznam vztahových značek:

- 1 – komora pro vstup vzduchu
- 2 – komora pro sterilizaci vzduchu
- 3 – přepážka
- 4 – tlačný ventilátor
- 5 – elektronika
- 6 – výbojka
- 7 – patice
- 11 – vstupní mřížka
- 12 – výstupní mřížka



Obr. 1



Obr. 2