

C01B 13/10 (2006.01)
C01B 13/11 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

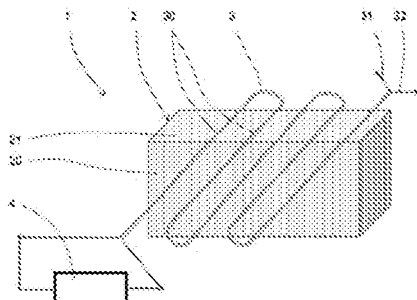
(21) Číslo přihlášky: 2020-649
(22) Přihlášeno: 03.12.2020
(40) Zveřejněno: 25.05.2022
(Věstník č. 21/2022)
(47) Uděleno: 13.04.2022
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: 25.05.2022
(Věstník č. 21/2022)

(56) Relevantní dokumenty:
US 5529760 A; CN 106313717 A; WO 9703015 A2; WO 2013030559 A1; CA 2362557 A1; WO 2018002417 A1; GB 859871 A.

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, Liberec I-
Staré Město, CZ
(72) Původce:
doc. Ing. Pavel Pokorný, Ph.D., Frýdlant, CZ
Ing. Jiří Chvojka, Ph.D., Liberec, Liberec II-Nové
Město, CZ
Ing. Pavel Holec, Frýdlant, CZ
(74) Zástupce:
Dobroslav Musil a partneři s.r.o., Zábrdovická
917/11b, 615 00 Brno, Zábrdovice

(54) Název vynálezu:
Plošný generátor ozonu

(57) Anotace:
Plošný generátor (1) ozonu obsahuje plošnou perforovanou nosnou strukturu (2) z elektricky nevodivého materiálu, ve nebo na které je v alespoň dvou propojených úsecích (30) uložena alespoň jedna dvojice (3) vzájemně rovnoběžných nebo vzájemně zapletených elektrických izolovaných vodičů (31, 32).



Plošný generátor ozonu

Oblast techniky

5

Vynález se týká plošného generátoru ozonu.

Dosavadní stav techniky

10

Ozon je velmi reaktivní, bezbarvý, toxický plyn s typickým zápachem, který se díky svým výborným dezinfekčním a oxidačním vlastnostem využívá v řadě oblastí. Nejčastěji se používá pro dezinfekci, např. vzduchu, vody nebo sterilizaci lékařských nástrojů – oxidačními procesy dokáže spolehlivě zahubit veškeré druhy plísní, hub, bakterií nebo virů. Kromě toho je schopen těmito procesy také redukovat nežádoucí pachy různého původu, zejména pachy zvířat, kouře a některých chemikálií, rozkládat některé škodlivé látky, případně odbarvovat některé materiály – používá se, např. k bělení celulózy při výrobě papíru, textilií apod.

Základem přípravy ozonu je rozštěpení dvouatomové molekuly kyslíku dodáním energie a následná reakce takto vytvořených jednoatomových radikálů s dalšími dvouatomovými molekulami kyslíku za vzniku trojatomových molekul. V přírodě k tomu dochází zejména při bouřkových elektrických výbojích nebo při působení krátkovlnného ultrafialového záření, jako např. UV-C. Pro laboratorní a průmyslovou přípravu ozonu pak bylo vyvinuto několik metod, které jsou založené na těchto principech.

25

Elektrolytická metoda je založená na elektrolýze vody a následném rozštěpení takto získané dvouatomové molekuly kyslíku průchodem stejnosměrného elektrického proudu. Nevýhodou této metody je vysoká energetická náročnost a malá životnost používaných elektrod.

Fotochemická metoda je založená na štěpení plynného kyslíku působením ultrafialového světla s vlnovou délkou pod 240 nm, optimálně 185 nm. Nevýhodou této metody je vysoká energetická náročnost a malý výrobní výkon. Proto se využívá zejména pro laboratorní přípravu ozonu.

Nejpoužívanější metodou pro průmyslovou přípravu ozonu je metoda využívající umělý elektrický výboj vytvářený mezi dvěma elektrodami. Použit lze libovolný typ výboje – např. doutnavý, tichý, obloukový. Nejvhodnějším je pak korónový výboj, který vzniká při vysokém napětí cca 8 až 10 kV, případně i vyšším, mezi rovinnou elektrodou a hrotovou korónovou elektrodou, nebo bariérový výboj, který vzniká mezi dvěma rovinnými nebo válcovými elektrodami opatřenými bariérou – vrstvou dielektrika. Nevýhodou stávajících zařízení k provádění této metody je, že mají poměrně malý výkon – ozon se generuje jen v malém prostoru mezi elektrodami, přitom jsou poměrně těžké, a proto nejsou vhodné pro plošnou dezinfekci/dekontaminaci v terénu.

45

Cílem vynálezu je navrhnout generátor ozonu, který by odstranil nevýhody stavu techniky.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu se dosáhne plošným generátorem ozonu, který obsahuje plošnou perforovanou nosnou strukturu z elektricky nevodivého materiálu ve nebo na které je v alespoň dvou propojených úsecích uložena alespoň jedna dvojice vzájemně rovnoběžných nebo vzájemně zapletených elektrických izolovaných vodičů.

Nosná struktura je s výhodou tvořená distanční pleteninou a alespoň jedna dvojice vodičů je uložena v jejím jádru. V dalších variantách provedení může být nosná struktura tvořená textilní

pleteninou nebo textilní tkaninou, přičemž alespoň jedna dvojice vodičů je zakomponovaná v její struktuře.

- 5 Úseky dvojice elektrických vodičů jsou s výhodou navzájem rovnoběžné nebo v podstatě rovnoběžné, neboť v takovém případě dopadá generovaný ozon do místa působení plošně a rovnoměrně. Výhodná vzdálenost těchto úseků je pak v intervalu 5 až 50 mm.

- 10 Vodiče (každé) dvojice vodičů jsou buď vedeny rovnoběžně, nebo jsou vzájemně zapletené – buď se navzájem ovíjí a tvoří dvojšroubovici, nebo jeden z vodičů ovíjí druhý z nich.

Objasnění výkresů

- 15 Na přiloženém výkrese je na obr. 1 schematicky znázorněná výhodná varianta plošného generátoru ozonu podle vynálezu; na obr. 2 další varianta plošného generátoru ozonu podle vynálezu; na obr. 3 výhodná varianta propojení vodičů plošného generátoru ozonu se zdrojem vysokého stejnosměrného napětí; na obr. 4 fotografie filtračního papíru obarveného působením ozonu při vystavení ozonu generovanému plošným generátorem ozonu podle vynálezu po dobu 30 sekund; na obr. 5 fotografie filtračního papíru obarveného působením ozonu při vystavení ozonu generovanému plošným generátorem ozonu podle vynálezu po dobu 45 sekund; a na obr. 6 fotografie filtračního papíru obarveného působením ozonu při vystavení ozonu generovanému plošným generátorem ozonu podle vynálezu po dobu 60 sekund.

Příklady uskutečnění vynálezu

- 30 Plošný generátor 1 ozonu podle vynálezu obsahuje plošnou perforovanou nosnou strukturu 2 z elektricky nevodivého materiálu, ve které je v alespoň dvou propojených úsecích 30, s výhodou navzájem rovnoběžných nebo v podstatě rovnoběžných, uložená alespoň jedna dvojice 3 izolovaných, rovnoběžných nebo vzájemně zapletených elektrických vodičů 31, 32. Oba konce těchto elektrických vodičů 31, 32 a s výhodou i zahnuté části těchto vodičů 31, 32 propojující úseky 30 přitom s výhodou vystupují mimo nosnou strukturu 2, jak je znázorněno na obr. 1.

- 35 Nosná struktura 2 je ve výhodné variantě provedení tvořená distanční pleteninou, s výhodou ze syntetických, např. polyesterových, polyamidových, polypropylenových apod. vláken, s distancí například 1 až 60 mm, případně i více. Distanční pletenina je tvořená jádrem 20 opatřeným na alespoň jednom povrchu, s výhodou na obou površích, krycí vrstvou 21 tvořenou pleteninou. Vlákná jádra 20 jsou přitom uspořádána kolmo nebo v podstatě kolmo k ploše krycí vrstvy/vrstev 21 a jsou s ní/nimi během výroby spojena propletením. Díky tomuto uspořádání 40 s velkými mezivláknennými prostory má distanční pletenina velmi dobrou prodyšnost, takže ozon vytvářený ionizací vzduchu v okolí elektrických vodičů 31, 32 (viz níže) snadno pronikne její strukturou do požadovaného místa aplikace; přitom se navíc rozptýlí do plochy, takže v místě aplikace působí plošně. Nosná struktura 2 přitom brání přímému kontaktu vodičů 31, 32 s ošetřovaným povrchem, čímž eliminuje vznik kapacitních proudů a střídavého zkratu a přetížení 45 zdroje 4 vysokého napětí, a současně vodiče 31, 32 udržuje v požadované poloze a vzdálenosti vůči místu aplikace ozonu - např. ošetřovanému/dezinfikovanému povrchu.

- 50 V dalších variantách provedení může být nosná struktura 2 plošného generátoru 1 ozonu podle vynálezu tvořená jinou textilní strukturou – např. tkaninou nebo pleteninou, do jejíž struktury může být alespoň jedna dvojice 3 vodičů 31, 32 vetkaná, resp. vpletená již při její výrobě. Další možností je síť, resp. mřížka z vláken, resp. lineárních útvarů z elektricky nevodivého materiálu, např. plastu, s výhodou nízkomolekulárního polyetyleny (PE), přičemž alespoň jedna dvojice 3 vodičů 31, 32 je zakomponována přímo ve struktuře této sítě, resp. mřížky jako její součást, nebo je uložena na jejím povrchu, na kterém je zafixovaná prostřednictvím vhodného pojiva, např. tavného. Jinou 55 možností nosné struktury 2 je rám 5, např. z tvrdé pryže, na kterém je alespoň jedna dvojice 3

vodičů 31, 32 upevněna v potřebných roztečích mezi dvěma částmi tohoto rámu 5, přičemž alespoň po části své délky nejsou alespoň některé z úseků 30 vodičů 31, 32 uloženy na rámu 5, ale jsou vedeny volně ve vzduchu v prostoru otvoru/otvorů 50 v rámu 5 – viz obr. 2, na kterém je znázorněna varianta, kdy jsou vodiče 31, 32 uloženy na jednom povrchu plošného rámu 5; v jiné variantě provedení mohou být vodiče 31, 32 na tomto rámu navinuty. V další variantě provedení může být nosná struktura 2 plošného generátoru 1 ozonu tvořená perforovanou deskou z flexibilního, elektricky nevodivého materiálu, přičemž alespoň jedna dvojice 3 vodičů 31, 32 je uložena ve vnitřní struktuře této desky, přičemž perforace z jedné nebo obou stran desky zasahují až k těmto vodičům 31, 32 a umožňují tak přístup vzduchu k nim. Níže je v příkladu 1 popsána varianta, kdy je nosná struktura 2 tvořená distanční pleteninou, neboť taková varianta se díky výhodným vlastnostem distanční pleteniny a současně jednoduché výrobě generátoru 1 jeví jako nejvhodnější pro praktické použití; všechny výše popsané varianty nosné struktury 2 jsou však srovnatelné, neboť nejsou aktivním prvkem generátoru 1 ozonu a v podstatě slouží jen k požadovanému umístění vodičů 31, 32 v prostoru a případně k pasivnímu usměrnění generovaného ozonu.

Vodiče 31, 32 jsou tvořeny libovolnými izolovanými vodiči – jedno nebo vícežilovými. Přitom jsou v nosné struktuře 2 plošného generátoru 1 ozonu uspořádané rovnoběžně (bifilární vedení), případně jsou vzájemně zapletené – tj. navzájem se ovíjí, s výhodou pravidelně, a tvoří dvojšroubovici, případně jeden vodič 31, 32 ovíjí, s výhodou v pravidelných rozstupech, druhý z vodičů 31, 32. Alespoň jedna taková dvojice 3 vodičů 31, 32 je přitom uložena v nosné struktuře 2 v alespoň dvou úsecích 30, s výhodou navzájem rovnoběžných nebo v podstatě rovnoběžných. Pokud je nosná struktura 2 tvořená distanční pleteninou, je dvojice 3 vodičů 31, 32 uložena v jejím jádru 20, a to buď volně, nebo vhodným způsobem, např. pojivem, zafixovaná v dané vzdálenosti od povrchu distanční pleteniny. Pro dobrou funkci generátoru 1 je nezbytné, aby vodiče 31, 32 měly dobrou izolaci s vysokou elektrickou pevností. Vhodný materiál pro takovou izolaci je například polyvinylchlorid (PVC), polyethylen (PE), polypropylen (PP), silikonový kaučuk určený pro elektrotechnické aplikace, silikon, teflon, keramika, apod.

Ve výhodné variantě provedení znázorněné na obr. 1 jsou úseky 30 vodičů 31, 32 uspořádané tak, že jsou navzájem rovnoběžné nebo v podstatě rovnoběžné. Vzdálenost těchto úseků 30 je přitom volena tak, aby došlo k rovnoměrnému plošnému dopadu a působení ozonu v místě aplikace pod plošným generátorem 1, a typicky se pohybuje v intervalu 5 až 50 mm, v případě potřeby však může být větší nebo i menší. V neznázorněné variantě provedení však mohou být úseky 30, dvojice 3 vodičů 31, 32 vedeny libovolně jinak, např. v různých vzorech, pro dosažení odlišené hustoty ozonu v různých částech generátoru 1 a místa aplikace. Prostor mezi dvěma úseky 30 jedné dvojice 3 vodičů 31, 32 přitom může být dle potřeby ponechaný volný, nebo do něj může zasahovat jiná dvojice 3 vodičů 31, 32.

Vodiče 31, 32 (každé) dvojice 3 představují podélné elektrody opatřené vrstvou dielektrika – izolací. Pokud se na ně přivádí stejnosměrné napětí o velikosti od 8 kV až po mez dlouhodobé elektrické pevnosti izolace vodičů 31, 32, s výhodou od 12 kV do 25 kV, nebo výhodněji střídavé napětí o této velikosti a frekvenci 50 Hz až 25 kHz, s výhodou 5 až 25 kHz, dochází mezi nimi k tvorbě rovnoměrného, stálého bariérového elektrického výboje, který ionizuje vzduch v jejich blízkém okolí, což má za následek mj. tvorbu kyslíkových radikálů a následně ozonu. Časový průběh střídavého napětí může být v podstatě libovolný, výhodný je zejména sled krátkých periodicky buzených tlumených kmitů, jejichž opakovací kmitočet je s výhodou 5 až 25 kHz, nejvýhodnější pak sinusový průběh s frekvencí 10 až 25 kHz, kdy se dosáhne neoptimálnější účinnosti tvorby ozonu, přičemž zdroje tohoto napětí jsou současně malé, lehké a je možné je napájet baterií, takže jsou vhodné pro použití v terénu.

Opačné konce vodičů 31, 32 jsou navzájem izolované, aby mezi nimi nedocházelo k elektrickému průrazu. Vytvářený ozon pak díky své hustotě, která je vyšší než hustota vzduchu, klesá od vodičů 31, 32 směrem dolů, přičemž se při průchodu nosnou strukturou 2 rozprostírá do větší plochy.

Pro napájení lze s výhodou použít střídavého vysokofrekvenčního nebo lépe středofrekvenčního rezonančního zdroje 4 vysokého napětí. Pokud je kapacita vodičů 31, 32 součástí rezonančního obvodu tohoto zdroje 4, je nakmitané napětí na vodičích 31, 32 na optimu vzhledem ke spotřebě elektrické energie, elektrické pevnosti izolace vodičů 31, 32 a produkci ozonu. Jako příklad lze použít jednoduchý spínací vysokonapěťový zdroj typu flyback, tj. jednočinný blokující měnič, s pracovní frekvencí cca 20 až 25 kHz. Na obr. 3 je schematicky znázorněná výhodná varianta propojení vodičů 31, 32 se zdrojem 4 stejnosměrného elektrického napětí. Toto propojení obsahuje výkonový tranzistor NPN 41, vstupní filtrační kondenzátor 42, transformátor 43 a vazební odpor 44 zapojený mezi bází tranzistoru 41 a vstupním vinutím N3 transformátoru 43. Tato zapojení pracuje jako oscilátor, jehož frekvence se podle parametrů součástek samovolně ustálí mezi 15 až 25 kHz. Na výstupním vinutí N1 transformátoru propojeným s vodiči 31, 32 se pak objeví nakmitané napětí sinusového průběhu v rozsahu cca 8 až 15 kV (při vstupním stejnosměrném napětí na zdroji 4 10 až 20 kV). Takové středofrekvenční střídavé výstupní napětí (a proud samozřejmě) velmi účinně ionizuje vzduch v okolí vodičů 31, 32.

Výhodou provedení plošného generátoru 1 ozonu podle vynálezu je, že je schopen současně aplikovat ozon na v podstatě libovolně velkou plochu, a přitom je díky flexibilitě nosné struktury 2 schopen se bez problému přizpůsobit jejím nerovnostem. Současně je konstrukčně velmi jednoduchý, lehký a skladný. Díky těmto výhodám se dá jednoduše použít pro celou řadu aplikací – např. pro plošné ošetření nebo dezinfekci/dekontaminaci různých povrchů a zařízení, dezinfekci vzduchu v klimatizačních zařízeních budov, dopravních prostředků, dezinfekci vzduchu procházejícího ochrannými osobními maskami jeho jinými ochrannými pomůckami, pro dezinfekci zařízení a vybavení potravinářského průmyslu, zdravotnického zařízení a vybavení, jako zdroj ozonu v chemickém průmyslu, např. přímo v chemických reaktorech, jako zdroj ozonu pro narušování plastových materiálů a urychlení jejich rozkladu atd. Při umístění na/do konstrukce letadel může sloužit k doplňování atmosférického ozonu. Při předřazení spalovacímu motoru může sloužit jako zdroj oxyličovadla pro zvýšení kvality spalovacího procesu.

30 Příklad 1

Jako nosná struktura 2 plošného generátoru 1 ozonu se použila distanční pletenina o rozměrech 240 x 195 mm s distancí 10 mm opatřená dvěma krycími vrstvami 21 s průměrem ok 10 mm. Jádrem 20 této distanční pleteniny se propletla dvojice 3 izolovaných, navzájem zapletených izolovaných elektrických vodičů 31, 32 o celkové délce 1630 mm získaná z nestíněného síťového kabelu UTP. Každý z vodičů 31, 32 byl tvořen svazkem sedmi měděných žil o průměru každé z nich 0,18 mm. Celkový průměr každého z vodičů 31, 32 byl 0,55 mm bez izolace a 0,97 mm s izolací. Vodiče 31, 32 byly vzájemně rovnoměrně zapleteny do dvojšroubovice se sto závitů na jeden metr délky. Tato dvojice 3 vodičů 31, 32 byla uspořádána do pěti navzájem v podstatě rovnoběžných úseků 30 vedených po celé šířce distanční pleteniny ve vzájemné vzdálenosti 20 mm. Oba konce elektrických vodičů 31, 32 i zahnuté části těchto vodičů 31, 32 propojující navzájem rovnoběžné nebo v podstatě rovnoběžné úseky 30 ve struktuře distanční pleteniny přitom vystupovaly mimo strukturu distanční pleteniny – viz obr. 1. Konce na jedné straně vodičů 31, 32 zůstaly volné ve vzájemné vzdálenosti cca 5 cm, opačné konce vodičů 31, 32 se připojili ke zdroji 4 střídavého elektrického napětí.

Při následných experimentech se jako indikátor ozonu použil filtrační papír nasycený roztokem obsahujícím 10 % hmotn. jodidu draselného a 0,5 % hmotn. škrobu v destilované vodě, na který se plošný generátor 1 ozonu uložil.

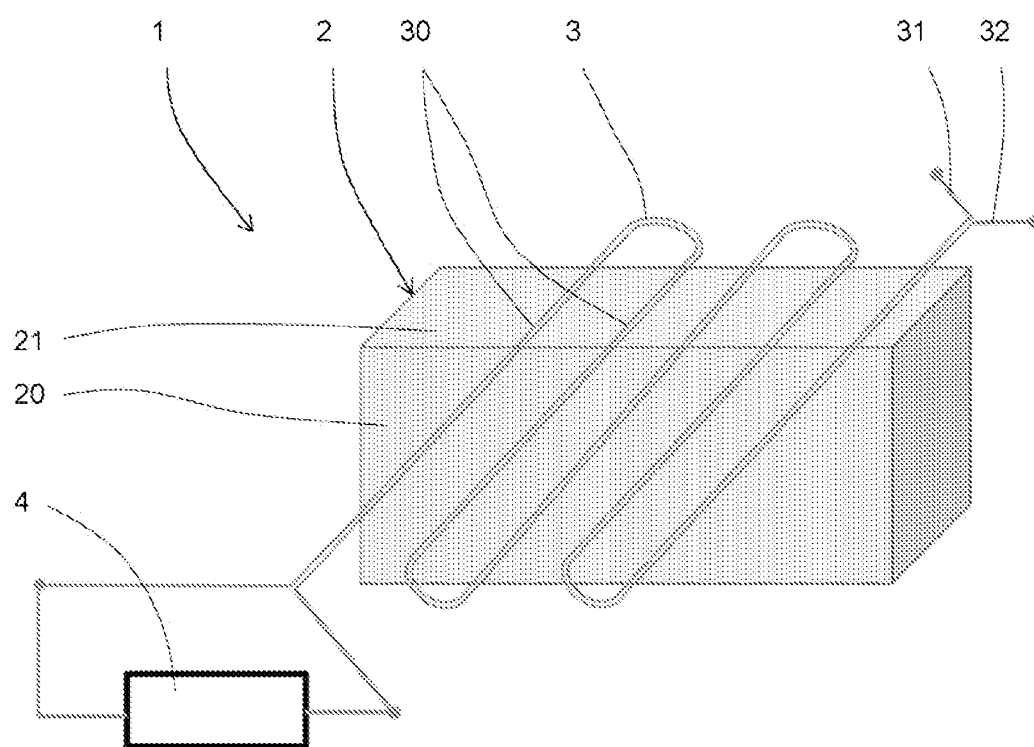
Na vodiče 31, 32 se přivádělo střídavé elektrické napětí o velikosti 16 kV a frekvenci 10 kHz. Přitom mezi nimi po celé jejich délce vznikl rovnoměrný stálý bariérový výboj, který ionizoval okolní vzduch, přičemž docházelo ke štěpení dvouatomových molekul a vzniku ozonu. Ten poté procházel strukturou distanční pleteniny do kontaktu s výše popsáním indikátorem. Na přiloženém výkrese je na obr. 4 fotografie tohoto indikátoru po 30s expozici, na obr. 5 fotografie indikátoru po

45s expozici a na obr. 6 fotografie indikátoru po 60s expozici, přičemž tmavá místa na těchto fotografiích představují místa, kde došlo k reakci činidla obsaženého v indikátoru s generovaným ozonem. Ze všech tří fotografií je patrné, že se ozon při průchodu distanční pleteniny rozptyloval do plochy a nekopíroval jen vedení vodičů 31, 32.

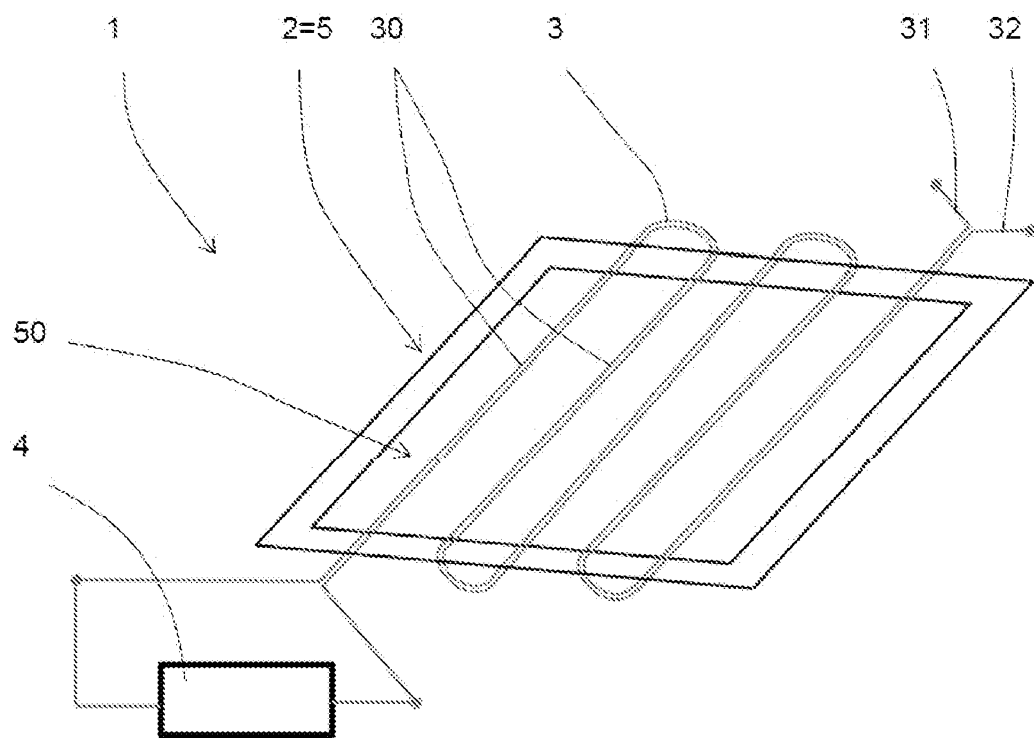
PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Plošný generátor (1) ozonu, **vyznačující se tím**, že obsahuje plošnou perforovanou nosnou strukturu (2) z elektricky nevodivého materiálu, ve nebo na které je v alespoň dvou propojených úsecích (30) uložena alespoň jedna dvojice (3) vzájemně rovnoběžných nebo vzájemně zapletených elektrických izolovaných vodičů (31, 32).
2. Plošný generátor (1) ozonu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosná struktura (2) je tvořena distanční pleteninou, a že alespoň jedna dvojice (3) vodičů (31, 32) je uložena v jejím jádru (20).
- 10 3. Plošný generátor (1) ozonu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosná struktura (2) je tvořena textilní pleteninou, a že alespoň jedna dvojice (3) vodičů (31, 32) je zapletená v její struktuře.
4. Plošný generátor (1) ozonu podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že nosná struktura (2) je tvořena textilní tkaninou, a že alespoň jedna dvojice (3) vodičů (31, 32) je vetkaná v její struktuře.
5. Plošný generátor (1) ozonu podle libovolného z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že úseky (30) alespoň jedné dvojice (3) vodičů (31, 32) jsou vzájemně rovnoběžné nebo v podstatě rovnoběžné.
- 15 6. Plošný generátor (1) ozonu podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že vzdálenost rovnoběžných nebo v podstatě rovnoběžných úseků (30) dvojice (3) vodičů (31, 32) je v intervalu 5 až 50 mm.
7. Plošný generátor (1) ozonu podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že vodiče (31, 32) se navzájem ovíjí a tvoří dvojšroubovici.
- 20 8. Plošný generátor (1) ozonu podle libovolného z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že jeden z vodičů (31, 32) ovíjí druhý z vodičů (32, 31).

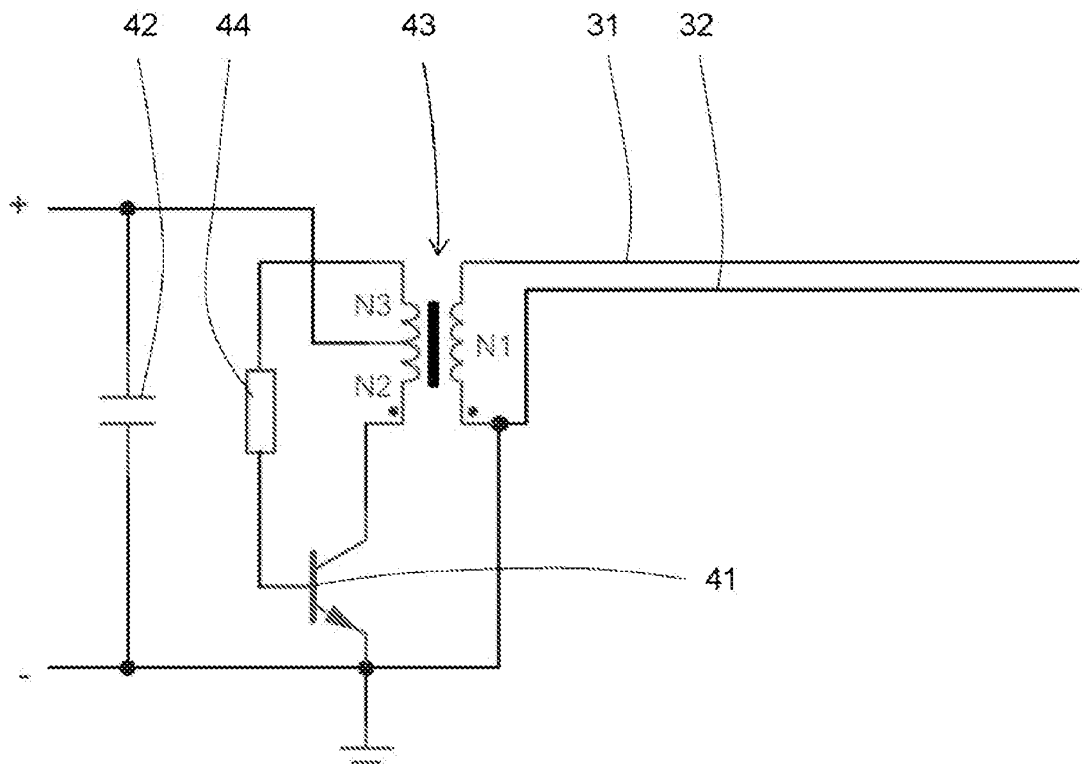
6 výkresů



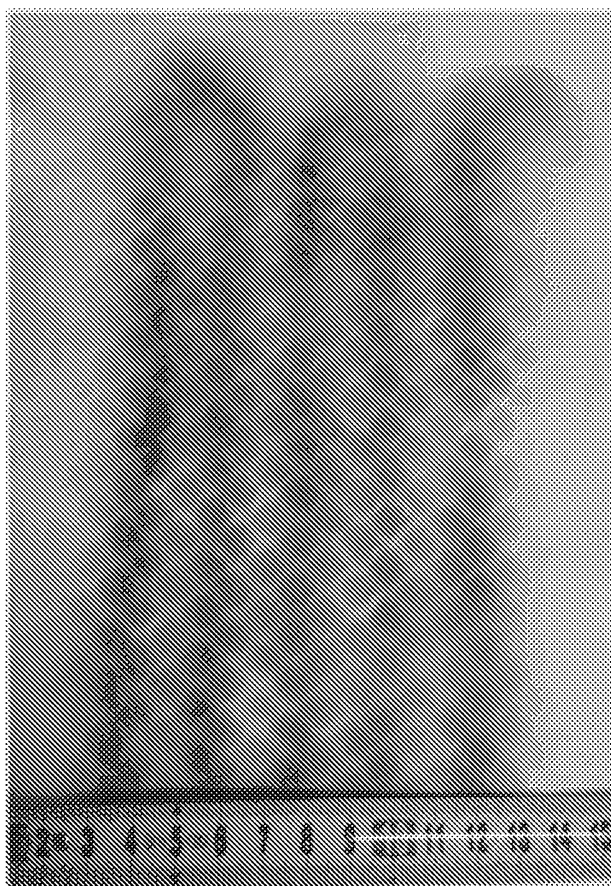
Obr. 1



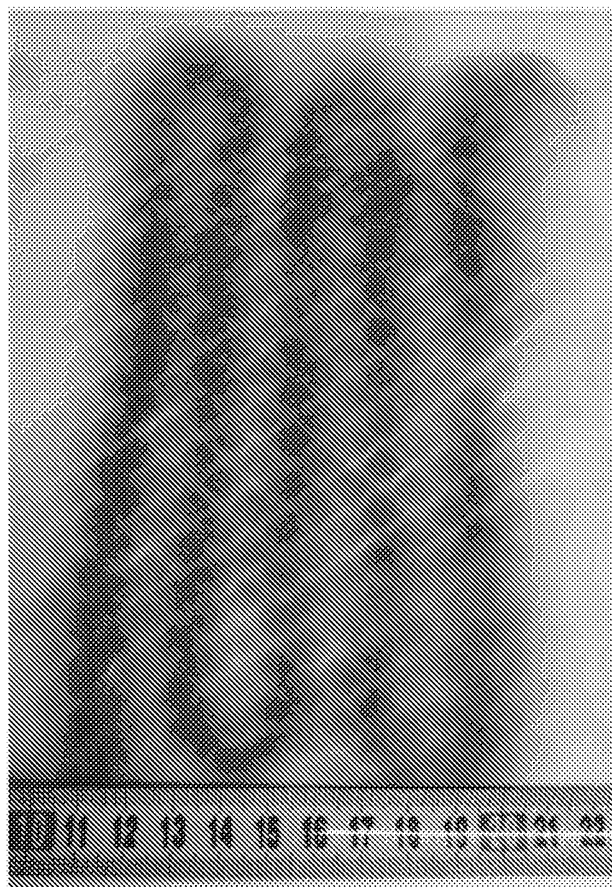
Obr. 2



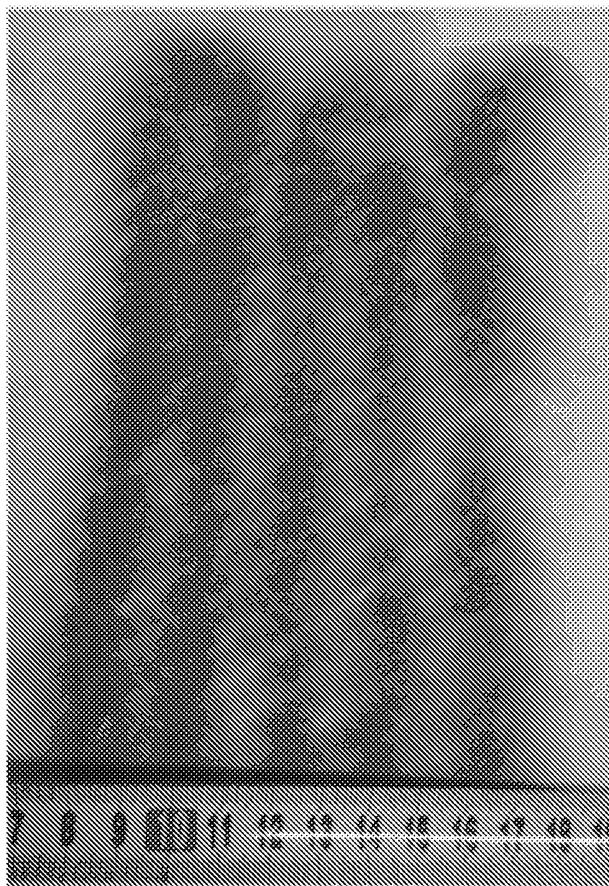
Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5



Obr. 6