

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **26.11.2003**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **27.11.2002**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **2002/305181**
(33) Země priority: **US**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu:
(Věstník č. 7/2004)

(21) Číslo dokumentu:

2003-3227

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.⁷ :
H 02 K 9/00
F 16 J 15/447

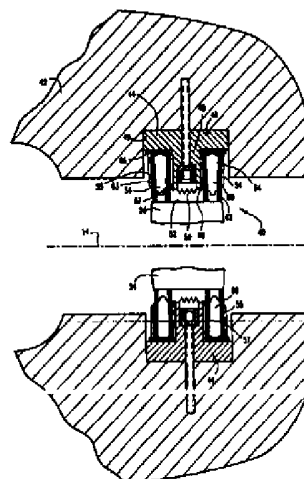
(71) Přihlašovatel:
GENERAL ELECTRIC COMPANY, Schenectady, NY,
US

(72) Původce:
Tong Wei, Clifton Park, NY, US
Wagner Thomas Arthur, Troy, NY, US
Zhuo Zhangqing, Clifton Park, NY, US

(74) Zástupce:
Švorčík Otakar JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000

(54) Název přihlášky vynálezu:
**Těsnící zařízení pro ventilační systém
elektrického generátoru**

(57) Anotace:
Kombinované těsnění (40) s kartáči a zuby labyrintu je umístěno mezi plynovým krytem (42) a konci lopatek (24) ventilátoru ve ventilačním systému elektrického generátoru. Alespoň jeden pár kartáčových těsnění (54) obkrožuje zuby (50) labyrintu, což poskytuje nulovou nebo velmi blízkou radiální mezeru od konců lopatek ventilátoru. Kartáčová těsnění existují ve dvou dvojřadých obousměrných tvarech. V jednom provedení jsou kartáčové štětiny (262) skloněné směrem k ventilátoru v obecně osově opačných směrech. V dalším provedení zabírají skloněná kartáčová těsnění buď s opačnými stranami lopatek ventilátoru nebo s konci lopatek ventilátoru.



CZ 2003 - 3227 A3

Těsnící zařízení pro ventilační systém elektrického generátoru

Oblast techniky

Tento vynález se obecně týká těsnícího zařízení pro ventilační systém elektrického generátoru a zvláště se pak týká těsnícího zařízení pro chladicí ventilátory generátoru, které používá nekovová kartáčová těsnění na koncích lopatek ventilátoru za účelem odstranění nebo minimalizace netěsností a zvýšení účinnosti ventilátoru.

Během normálního chodu elektrických generátorů vzniká teplo v cívkách, jádrech rotoru a statoru, kostře, atd., díky ztrátám v mědi, železe, vinutí a ztrátám při zatížení. Pro zajištění spolehlivého chodu generátoru musí být takto vytvářené teplo z generátoru účinně rozptýleno pomocí ventilačního systému. Ventilátory namontované na koncích hřídele rotoru hrají ve ventilačním systému rozhodující roli díky tomu, že usměrňují chladný plyn tak, aby chladil vinutí a jádra rotoru a statoru a tím se zajistila provozní teplota generátoru pod povolenými mezemi.

V typickém generátoru, s ventilátorem namontovaným na konci rotoru, proudí chladicí plyn v zásadě do čtyř částí generátoru, a to do mezery mezi rotorem a statorem, podružných štěrbin rotoru, vnějšího bloku a do ventilačních otvorů, které vedou do výměníku tepla. Když chladicí plyn opouští ventilátor a směřuje k rotoru, otáčející se plochy koncové části rotoru zrychlují plyn na úroveň rychlosti rotoru. To usnadňuje průchod chladicího plynu přes tyče vinutí kotvy. Tok chladicího plynu se na začátku středícího kroužku rozděluje a vstupuje do podružné štěrby rotoru a do mezery mezi rotorem a statorem. Potom všechny chladicí plyn prochází jádrem statoru radiálně směrem ven. Protože všechny horký plyn z rotoru musí projít jádrem statoru, je rozvod plynu přes rotor a stator ve vzájemném vztahu a bude ovlivňovat

provozní teplotu statoru. Aby docházelo k nejlepšímu ochlazování konců tyčí vinutí kotvy poblíž krytek sériového těmnu, je mezera mezi hranami tyčí vinutí kotvy a koncem plynového krytu použita k nastavení průtoku.

Oblast koncového vinutí je umístěna na obou koncích generátoru. V této oblasti je velké množství částí a komponent, včetně ventilátoru, plynového krytu, tyčí vinutí kotvy, zajišťovacího kroužku, středícího kroužku, koncových vinutí rotoru, kroužků pro silové propojení a kostry statoru. Výsledkem je, že rozložení toku chladícího plynu v této oblasti je velmi komplexní. U velkých a vysoce výkonných generátorů je tok chladícího plynu v oblasti koncového vinutí velmi důležitý, protože může mít za následek lokální horká místa v tyčích koncového vinutí a velké ventilační ztráty. To, jak dobře je vinutí kotvy generátoru ochlazováno, má významný vliv na celkovou velikost synchronního generátoru.

Návrh ventilátoru generátoru je založen na požadovaném tlaku při specifikovaném průtoku. Ventilátor musí běžet shodnou rychlostí jako hřídel rotoru a rozměry jsou limitovány geometrií konstrukce konce generátoru. Účinnost ventilátoru je přímo závislá na schopnosti těsnění zabránit unikání. Generátory typicky využívají tuhé, trojúhelníkové zuby, tj. těsnění labyrintového typu, pro regulaci unikání plynu mezi lopatkami rotujícího ventilátoru a stacionárním plynovým krytem. Mezi konci lopatek ventilátoru a zuby labyrintu plynového krytu je vytvořena radiální mezera, aby se zabránilo poškození lopatek. Tato mezera ale vede k unikání plynu a tudíž snižuje účinnost ventilátoru. Proto existuje potřeba lepšího těsnění, které by zajistilo snížení unikání plynu mezi konci lopatek ventilátoru a skříní generátoru levným a spolehlivým způsobem.

Podstata vynálezu

Ve výhodném provedení stávajícího vynálezu je realizováno kombinované kartáčové těsnění, jako je například těsnění dvouřadé, obousměrné nebo se šikmými kartáči a tradiční labyrintové těsnění, která odstraňují nebo minimalizuje unikání plynu mezerou mezi lopatkami ventilátoru a plynovým krytem. Kartáčová těsnění jsou vytvořena z nekovových materiálů, jako jsou plastová vlákna a/nebo Kevlar™. Nekovová kartáčová těsnění dovolují malou tuhost štětín, čímž usnadňují nulovou radiální mezeru mezi konci lopatek ventilátoru a štětínami kartáče. Při malé tuhosti tedy není nadále úhel sklonu řízeným parametrem návrhu, protože úhel sklonu se vytvoří přirozeně při otáčení lopatky. Malá tuhost a nekovové štětiny dále kompenzují radiální úchyly hřídele, aniž by se hřídel nebo těsnění poškodily.

Ve výhodném provedení jsou dvouřadá obousměrná kartáčová těsnění namontována na držák kartáčového těsnění na protilehlých stranách zubů labyrintového těsnění. Držák kartáčového těsnění je upevněn ke skříni generátoru, konkrétně k plynovému krytu, a tvoří prstencovité těsnění kolem konců lopatek ventilátoru na konci rotoru. Díky tomu, že zuby labyrintu jsou mezi kartáčovými těsněními, vířivé toky z kartáčového těsnění výše ve směru toku neovlivňují příliš významně kartáčové těsnění níže ve směru toku. Pro další zlepšení těsnění mohou být na koncích lopatek ventilátoru vytvořeny zářezy, aby se zavedl malý radiální výstupek na každé straně lopatky. Konce sad štětín tedy leží v různých radiálních polohách, což dovoluje zvýšenou účinnost těsnění. Mohou být také využita šikmá kartáčová těsnění přilehle ke stranami lopatek ventilátoru. Se štětínami skloněnými směrem k opačným stranám ventilátoru, jakýkoli tok unikajícího plynu v podstatě vyžaduje dvě otáčky o 90° v opačném směru, což podstatně zlepšuje účinnost těsnění. Štětiny šikmých kartáčových těsnění mohou být tedy skloněny proti toku unikajícího plynu, aby se zvýšila proti tomuto toku unikajícího plynu odolnost. Zuby labyrintu mohou být podobně skloněny směrem k toku unikajícího plynu.

Ve výhodném provedení podle vynálezu je vytvořeno těsnící zařízení, které obsahuje rotační část montovanou tak, že rotuje okolo osy, pevnou část obklopující rotační část a těsnění mezi vnějším okrajem rotační části a obklopující pevnou částí, kde toto těsnění obsahuje prstencovité labyrintové těsnění nesené pevnou částí, které má množinu zubů umístěných v určité vzdálenosti od vnějšího okraje rotační části a prstencovité kartáčové těsnění na každé z axiálně protilehlých stran zubů labyrintového těsnění, kde kartáčová těsnění mají štětiny, které jdou k okraji rotační části a které svými konci sousedí s okrajem, čímž se minimalizuje nebo odstraní unikání plynu jakoukoli mezerou mezi okrajem rotační části a pevnou částí.

V dalším výhodném provedení podle stávajícího vynálezu je vytvořeno těsnící zařízení pro ventilační systém v elektrickém generátoru, který má rotor, stator a skříň rotoru a statoru, kde tento ventilační systém obsahuje ventilátor pro přichycení na koncovou část rotoru s tím, že tento ventilátor obklopují části skříně generátoru, těsnění mezi vnějším okrajem ventilátoru a obklopujícími částmi skříně, kde toto těsnění zahrnuje prstencovité labyrintové těsnění nesené obklopující částí skříně, které má množinu zubů rozmístěných v pravidelných vzdálenostech od vnějšího okraje ventilátoru a prstencovité kartáčové těsnění na každé z protilehlých stran zubů labyrintového těsnění, kde kartáčová těsnění mají štětiny, které jdou k okrajům ventilátoru a které svými konci s okrajem ventilátoru sousedí, čímž se minimalizuje nebo odstraní unikání plynu jakoukoli mezerou mezi okrajem ventilátoru a částí skříně.

Přehled obrázků na výkresech

Na obrázku 1 je dílčí pohled v řezu na horní polovinu elektrického generátoru poblíž jednoho jeho konce.

Obrázek 2 je zvětšený dílčí pohled v řezu znázorňující těsnící zařízení okolo konců lopatek ventilátoru ve shodě s výhodným provedením vynálezu.

Obrázek 3 je pohled podobný obrázku 2, který znázorňuje další provedení těsnícího zařízení.

Obrázek 4 je pohled podobný obrázku 2, který znázorňuje ještě další provedení těsnícího zařízení.

Na obrázku 5 je zvětšený pohled v řezu na část kartáčového těsnění z obrázku 4.

Obrázek 6 je pohled v řezu na ještě další tvar těsnícího zařízení ve shodě s výhodným provedením vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Na obrázku 1 je vyobrazena koncová část elektrického generátoru, označena číslem 10. Generátor 10 zahrnuje rotor 12, který se otáčí kolem osy 14 a obsahuje rotorová vinutí 16, koncové závity 18 rotorové cívky, zajišťovací kroužek 20 a lopatky 24 ventilátoru namontované na ventilátoru 22, to vše ve skříni 29. Rotor 12 také obsahuje stator 26, který má koncové tyče vinutí kotvy 28, krytky sériového třmenu 30 a propojovací kroužky 32. Rotor 12 také zahrnuje podružnou štěrbinu 34 rotoru. Mezi statorem 26 a rotorovými vinutími 16 je vzduchová mezera 36. Je třeba si uvědomit, že chladicí plyn vstupuje mezerami ventilátoru 22, aby proudil kolem zajišťovacího kroužku 20 a koncových závitů 18 rotorové cívky do podružné štěrbinu 34 rotoru a do vzduchové mezery 36, kde tento chladicí plyn prochází jádrem statoru radiálně směrem ven. Chladicí plyn také proudí přes tyče vinutí kotvy 28 a ventilačními otvory (nejsou zobrazeny) do výměníků tepla (také nejsou

zobrazeny). Vzhledem k velkému množství různě tvarovaných součástí v oblasti koncového vinutí, je rozložení toku chladicího plynu v této oblasti značně komplexní. V důsledku toho je důležité, aby se předešlo lokálním horkým bodům v tyčích koncového vinutí.

Jak je vidět na obrázku 2, je těsnění 40 namontováno na plynový kryt 42, aby těsnilo vnější okraje neboli konce lopatek 24 ventilátoru. Těsnění 40 obsahuje obloukovité segmenty připevněné k plynovému krytu 42. Tyto segmenty se mohou vyskytovat v různých délkách, například dva 180° segmenty nebo čtyři 90° segmenty nebo i jinak, podle vhodnosti pro použití. Je ale třeba si uvědomit, že segmenty vytváří prstencovité těsnění kolem konců lopatek 24 ventilátoru 22. Těsnění 40 zahrnuje držák 44 obloukovitého těsnění, který má obecně průřez tvaru T, tvořený párem ramen 46 a radiálně vedoucím žebrem 48. Držák 44 těsnění je upevněn v obloukovité drážce 49, která je vytvořena v plynovém krytu 42, množstvím obvodově rovnoměrně rozmístěných svorníků přišroubovaných k plynovému krytu 42.

Radiálně vnitřní plocha žebra 48 držáku 44 je opatřena množinou zubů 50 labyrintového těsnění umístěných v určité vzdálenosti od vnějších okrajů nebo konců 52 lopatek 24 ventilátoru 22. Dvouřadá obousměrná kartáčová těsnění 54 jsou umístěna na opačných stranách zubů 50 labyrintového těsnění, tj. kartáčová těsnění 54 obkračují z obou stran zuby 50 labyrintového těsnění. Každé kartáčové těsnění 54 obsahuje pár osově od sebe vzdálených řad štětín 55 a 57. I když mohou být využity různé typy kartáčových těsnění 54, výhodné provedení obsahuje hlavní nosič 60 štětín, kolem kterého jsou štětiny 62 rozloženy tak, že jdou podél opačných stran a přes vrchol nosiče 60 štětín. Štětiny 62 utvářejí sadu 63 štětín přehnutou přes nosič 60 tak, aby tvořily dvojitou řadu štětín 55 a 57. Krycí deska 64 kartáčového těsnění leží na štětínách 62 podél opačných stran kartáčového těsnění tak, že tato krycí deska 64 ohraničuje délku konců štětín 62 podél opačných stran kartáčového těsnění. Každé kartáčové těsnění 54 je upevněno k držáku 44 kartáčového těsnění jakýmkoliv vhodným

způsobem, například bodovým lepení, kde lepicí body jsou označeny jako 66. Kartáčová těsnění 54 jsou s výhodou vytvořena z nekovového materiálu, jako je Kevlar™ a/nebo plastová vlákna. Je třeba si uvědomit, že konce štětín mohou mít nulovou radiální mezeru od konců lopatek ventilátorů, což usnadňuje omezení toku unikajícího plynu. Je rovněž třeba si uvědomit, že kartáčové těsnění umístěné výše ve směru toku vytváří v toku vír. Umístěním labyrintových zubů mezi kartáčová těsnění výše a níže ve směru toku se vír v toku zmenší do té míry, že kartáčové těsnění níže ve směru toku není tímto vírem v toku ovlivněno.

Na obrázku 3, kde jsou podobným částem jako na obrázku 2 přiřazena stejná čísla, mající ale před sebou číslici 1, jsou znázorněna dvojité obousměrná kartáčová těsnění 154 na opačných stranách zubů 150 labyrintu, která mohou mít různou délku štětín. Například osově vnější řada 180 štětín každého kartáčového těsnění 154 má konce radiálně uvnitř vůči koncům nejvíce vnitřní řady 182 štětín každého kartáčového těsnění 154. Také v lopatkách 124 ventilátoru je zářez, čímž se vytvoří radiální osazení 170 na lopatce 124 ventilátoru, do kterého zapadnou konce radiálně vnitřních delších štětín. Použitím štětín, které mají konce v různých radiálních místech, se zvýší odolnost proti unikání plynu a účinnost těsnění se zlepší.

~~Na obrázku 4, kde jsou podobným částem jako na obrázku 2~~
 přiřazena stejná čísla, mající ale před sebou číslici 2, jsou znázorněna kartáčová těsnění 254, namontovaná na opačných stranách lopatek 224 ventilátoru, přičemž štětiny 262 každé sady 263 štětín jsou osově šikmé směrem k lopatkám 224 ventilátoru. Jako je znázorněno na obrázku 5, konce štětín svírají s osou stroje úhel Θ , kdy tento úhel Θ je menší než 45° . Konce štětín 262 kartáčových těsnění 254 tedy leží v těsné blízkosti protilehlých stran lopatek 224 ventilátoru nebo s nimi mají nulovou osovou mezeru. Těsnění 240 také obsahuje labyrintové těsnění složené z množství zubů 250 labyrintového těsnění vytvořených na držáku 244 těsnění. Jako v předchozím provedení je držák 244 těsnění

přišroubován k plynovému krytu 242. V tomto provedení obsahuje držák 244 těsnění drážku 245 podél protilehlých stran, táhnoucí se po celé délce obloukovitého držáku 244 těsnění.

Každé kartáčové těsnění 254 obsahuje opěrnou desku 247 a distanční desku 249. Distanční deska 249 obsahuje osově vystupující rameno 248, které zapadá do drážky 245 držáku 244 těsnění. Kartáčová těsnění 254 jsou tudíž uchycena mezi držákem 244 těsnění a stranami drážky 250, kde jsou kartáčová těsnění 254 a labyrintové těsnění uloženy. Jak je nejlépe vidět na obrázku 5, opěrná deska 247 obsahuje zakřivený konec 251, který podpírá štětiny 262 v jejich šikmém uložení směřovaném obecně osově směrem k lopatkám 224 ventilátoru. Kartáčová těsnění 254 jsou s výhodou připevněna pomocí bodového lepení, například v bodě 266. Úhlově směřované štětiny kartáčových těsnění 254 způsobují, že se tok unikajícího plynu obrátí přibližně o 90° tak, aby proudil do mezery mezi konci lopatek a zuby labyrintu a pak se opět obrátí přibližně o 90° tak, aby vycházel ven z mezery kolem kartáčového těsnění umístěného níže ve směru toku. Kombinovaná šikmá kartáčová těsnění a labyrintové těsnění tudíž poskytují vysokou účinnost těsnění. Navíc je odstraněn vliv odchylek hřídele na těsnění ventilátoru. Radiální mezera mezi konci lopatek a labyrintovým těsněním může být zachována v hodnotách okolo $0,060'' \pm 0,010''$ ($1,5\text{mm} \pm 0,25\text{mm}$), jak je obvyklé.

Další provedení stávajícího vynálezu je zobrazeno na obrázku 6, kde jsou podobným částem jako na obrázku 2 přiřazena stejná čísla, mající ale před sebou číslici 3. Zde jsou využita podobná šikmá kartáčová těsnění jako na obrázcích 4 a 5 a jsou směřována ve stejném osovém směru. Tudíž podobný držák 344 kartáčových těsnění s postranními drážkami 345 upevňuje pár kartáčových těsnění 354 v drážce 350 plynového krytu 342. Aby se zvýšena odolnost vůči toku unikajícího plynu, jdou šikmé štětiny 362 směrem k toku unikajícího plynu, tj. jsou směřovány proti toku. Kromě toho jsou šikmé zuby labyrintového těsnění 350 podobně směřovány proti toku. Opěrná deska

347 pro každé z kartáčových těsnění tedy leží na stejné osově straně štětín 362 tak, že šikmé štětiny jdou obecně v osovém směru proti toku tak, že mají nulovou radiální mezera s konci lopatek ventilátoru 324.

I když byl vynález popsán v souvislosti s tím, co je v současné době považováno za nejvíce praktické a nejvýhodnější provedení, je zřejmé, že vynález není těmito provedeními limitován, ale naopak, jeho úmyslem je pokrýt různé modifikace a podobná provedení obsažená v duchu přiložených nároků.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Těsnící zařízení **vyznačující se tím, že obsahuje** rotační část montovanou tak, že rotuje okolo osy, pevnou část obklopující tuto rotační část a těsnění mezi vnějšími okraji rotační části a obklopující pevnou částí, kde toto těsnění obsahuje prstencovité labyrintové těsnění nesené pevnou částí, které má množinu zubů umístěných v určité vzdálenosti od vnějšího okraje rotační části a prstencovité kartáčové těsnění na každé z axiálně protilehlých stran zubů labyrintového těsnění, kde kartáčová těsnění mají štětiny, které jdou k okrajům rotační části a které svými konci sousedí s těmito okraji, čímž se minimalizuje nebo odstraní unikání plynu jakoukoli mezerou mezi okraji rotační části a pevnou částí.
2. Zařízení podle nároku 1 **vyznačující se tím, že obsahuje** kombinovaný držák kartáčů a labyrintových zubů namontovaný na pevné části.
3. Zařízení podle nároku 1 **vyznačující se tím, že každé kartáčové těsnění na každé straně zubů sestává z první a druhé řady štětín, osově umístěných v určité vzdálenosti od sebe a oddělených**

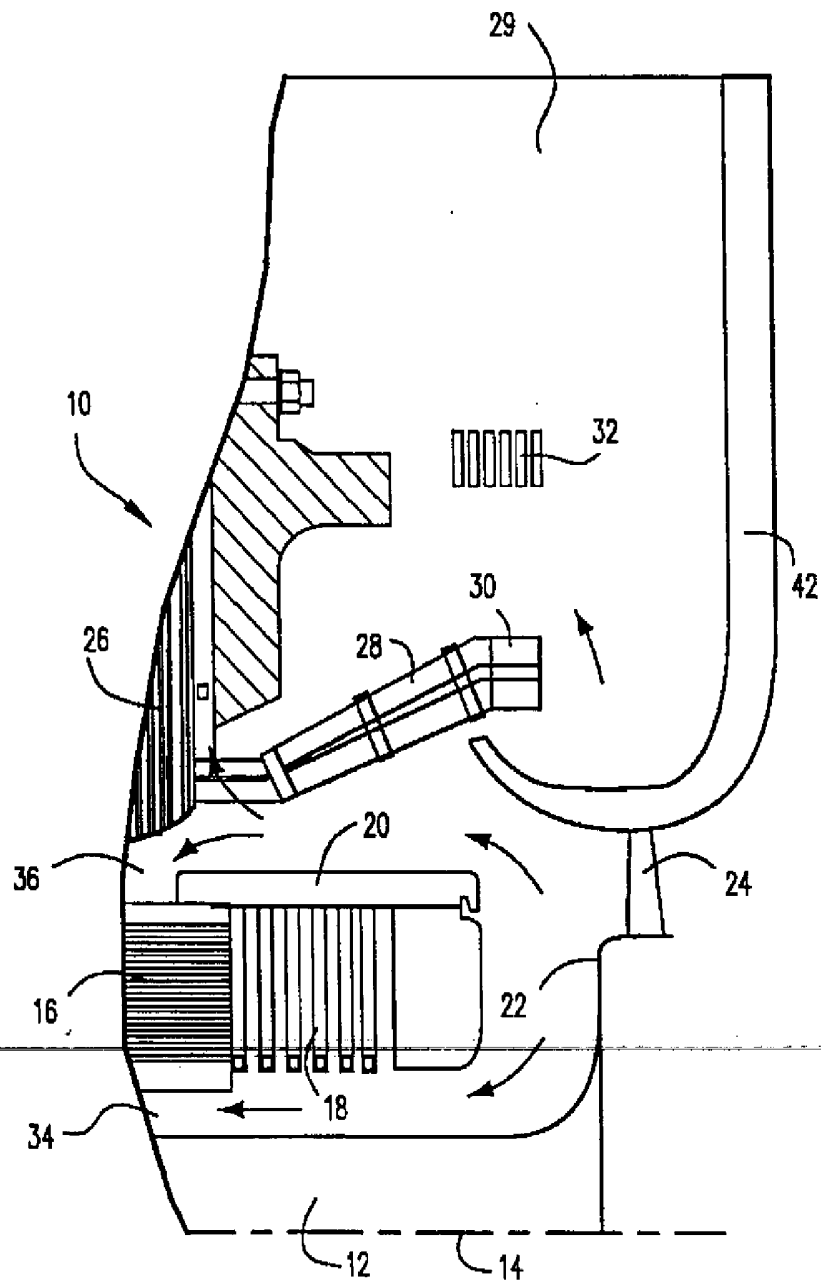
nosičem štětín.
4. Zařízení podle nároku 3 **vyznačující se tím, že obsahuje** krycí desku kartáčového těsnění, která překrývá každý nosič kartáčového těsnění a části dvojité řady štětín na obou opačných stranách zubů labyrintového těsnění.
5. Zařízení podle nároku 3 **vyznačující se tím, že konce první řady štětín každého kartáčového těsnění na obou opačných stranách**

labyrintových zubů končí radiálně uvnitř za konci druhé řady štětín každého z kartáčových těsnění.

6. Těsnící zařízení pro ventilační systém v elektrickém generátoru (10) majícím rotor (12), stator (26) a skříň (29) rotoru a statoru, **vyznačující se tím, že** obsahuje ventilátor (22) pro přichycení na koncovou část rotoru s tím, že tento ventilátor (22) obklopují části skříně generátoru, těsnění (40) mezi vnějšími okraji (52) ventilátoru a obklopujícími částmi skříně, kde toto těsnění zahrnuje prstencovité labyrintové těsnění nesené obklopující částí skříně, které má množinu zubů (50) umístěných v určité vzdálenosti od vnějšího okraje ventilátoru a prstencovité kartáčové těsnění (54) na každé z protilehlých stran zubů labyrintového těsnění, kde kartáčová těsnění mají štětiny (55, 57), které jdou k okrajům ventilátoru a které svými konci s okraji ventilátoru sousedí, čímž se minimalizuje nebo odstraní unikání plynu jakoukoli mezerou mezi okraji ventilátoru a částí skříně.
7. Zařízení podle nároku 6 **vyznačující se tím, že** obsahuje kombinovaný nosič (44) kartáčů a zubů labyrintu, namontovaný na obklopující část skříně.
8. Zařízení podle nároku 6 **vyznačující se tím, že** každé kartáčové těsnění na každé straně zubů obsahuje první a druhou řadu (55, 57) štětín, osově umístěných v určité vzdálenosti od sebe, které jsou navzájem odděleny nosičem štětín (60).
9. Zařízení podle nároku 8 **vyznačující se tím, že** obsahuje krycí desku (64) kartáčového těsnění, která překrývá každý držák kartáčového těsnění a části dvojité řady štětín na obou opačných stranách zubů labyrintového těsnění.
10. Zařízení podle nároku 8 **vyznačující se tím, že** konce první řady štětín (180) každého kartáčového těsnění na obou opačných

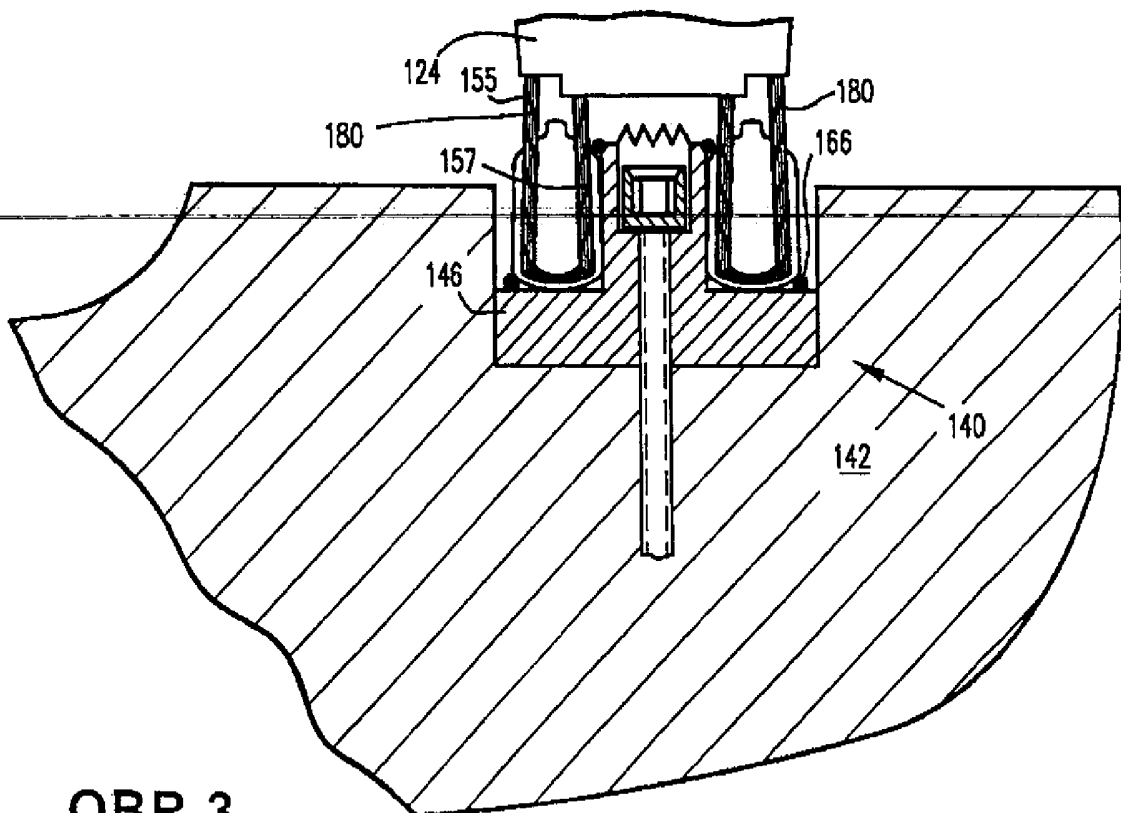
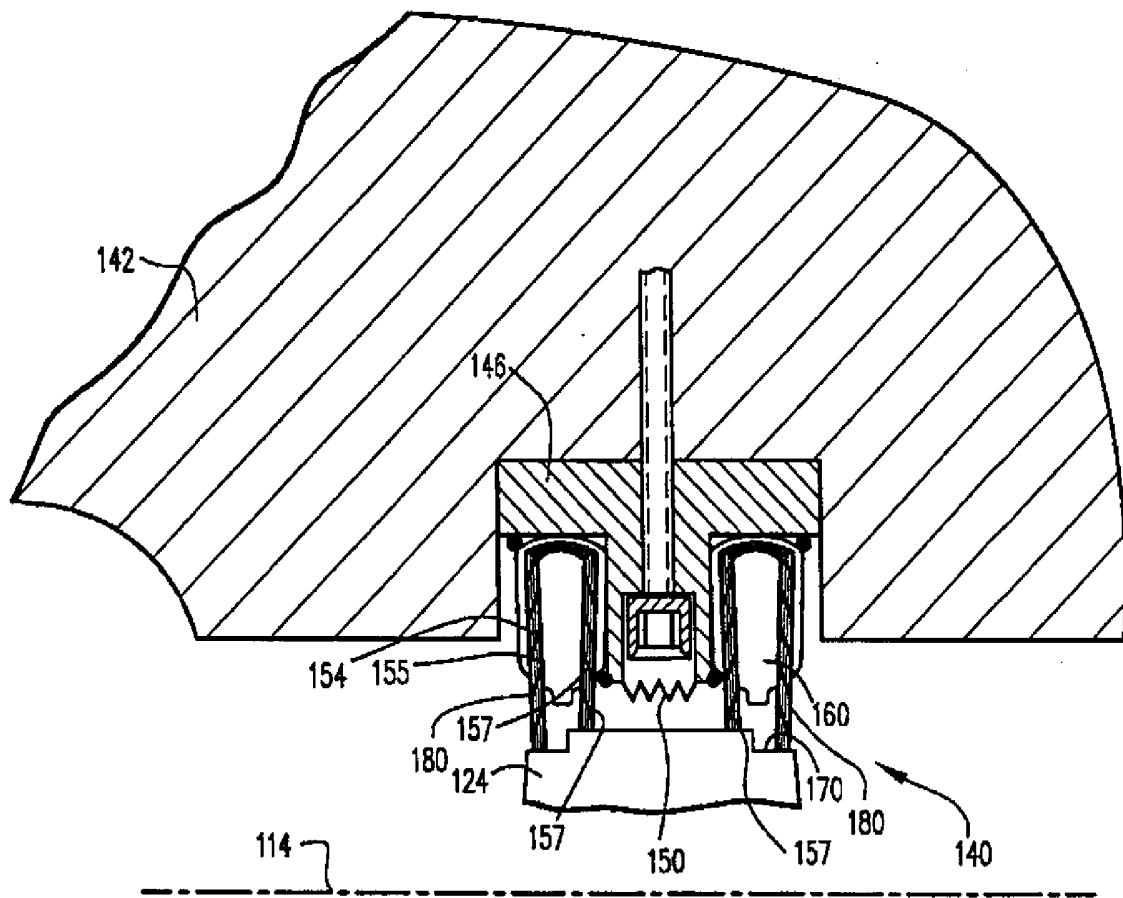
stranách zubů labyrintu končí radiálně uvnitř za konci druhé řady štětín každého z kartáčových těsnění.

1/5



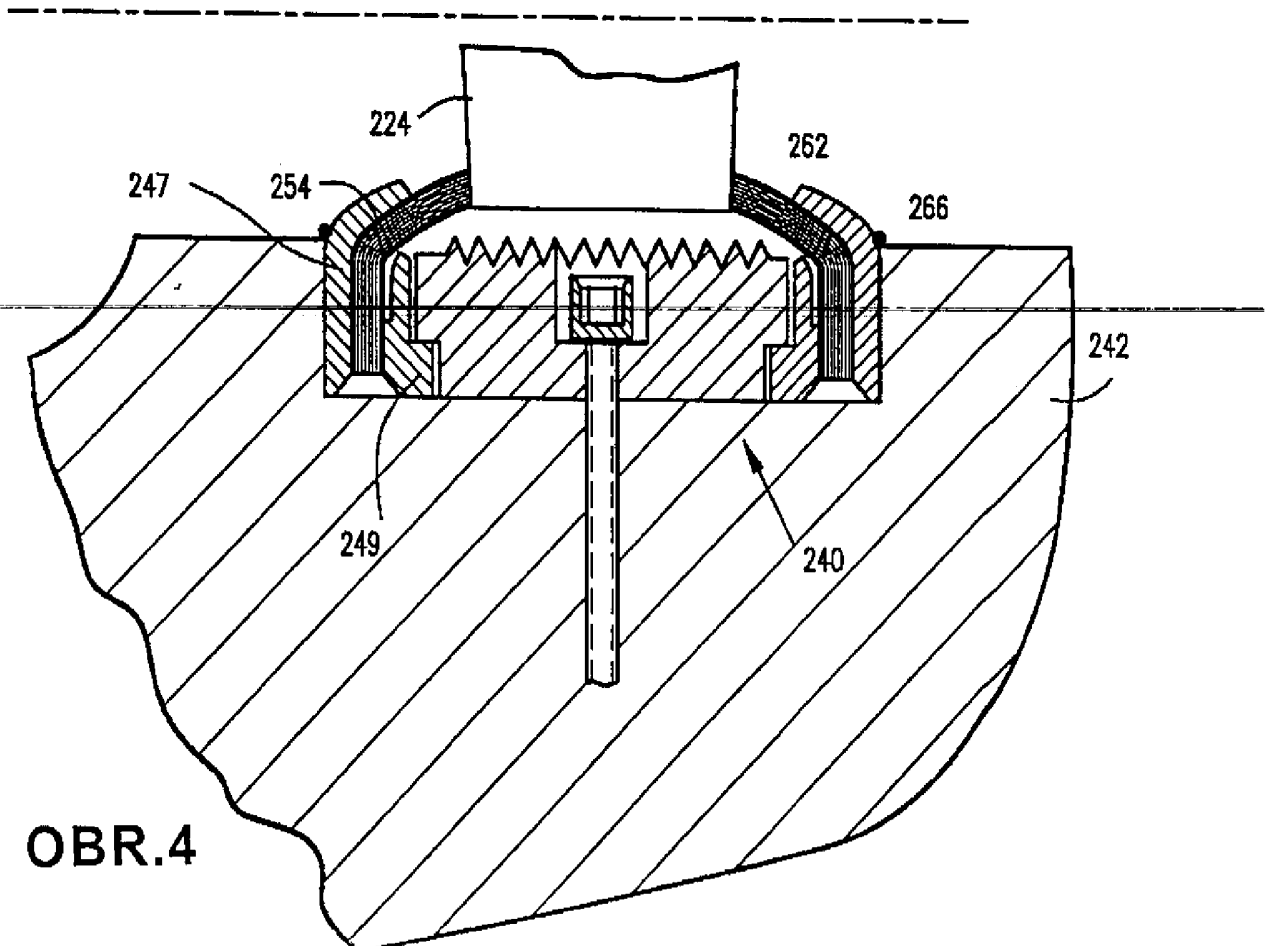
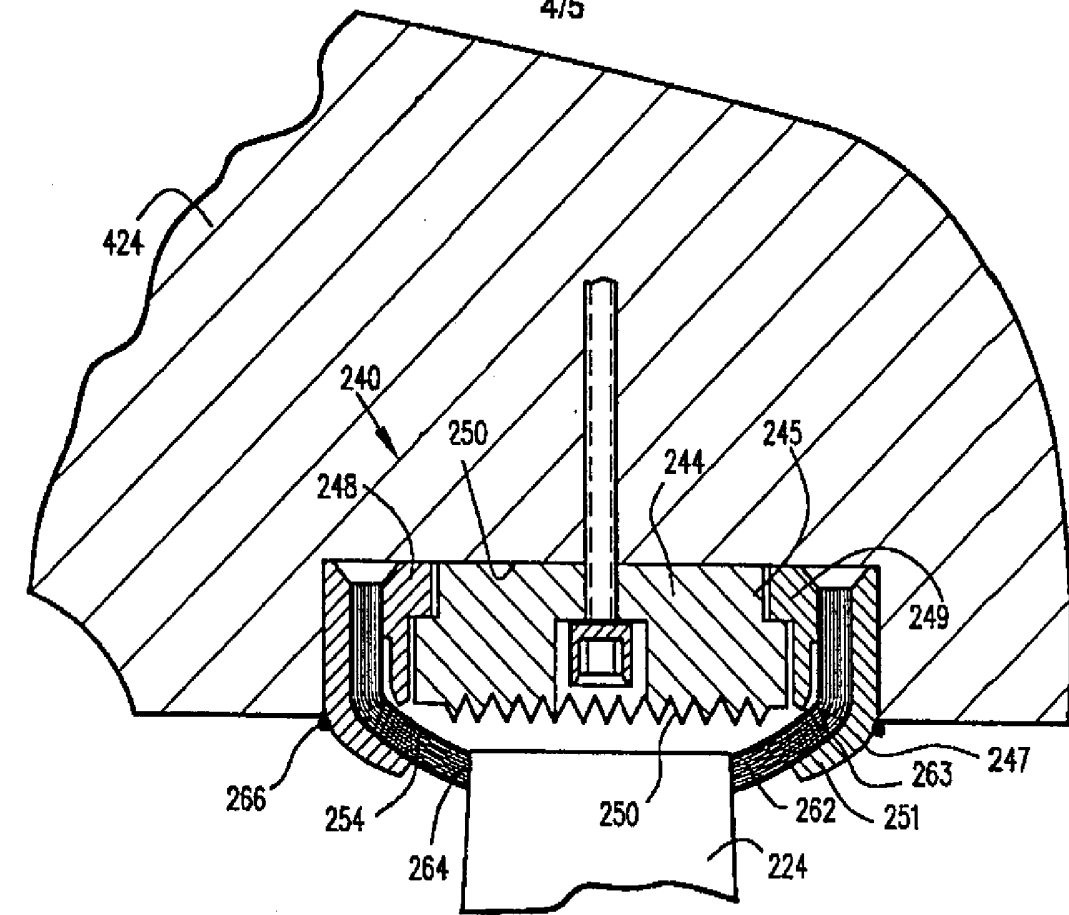
OBR.1

3/5



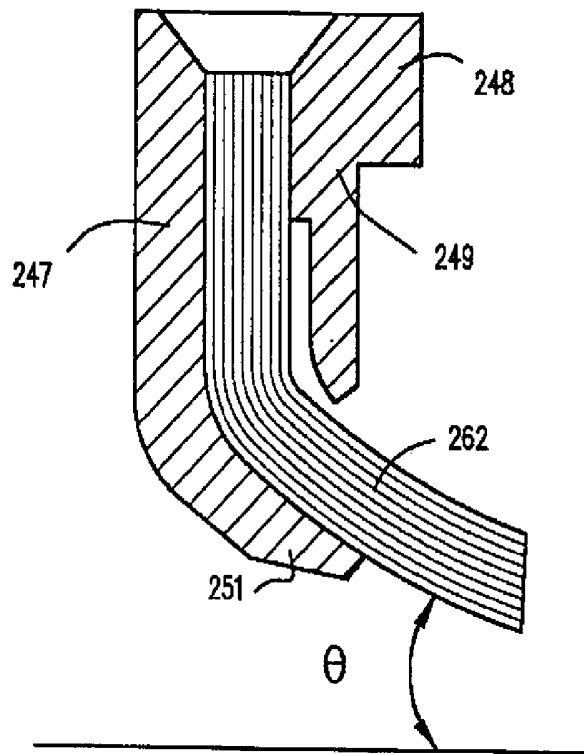
OBR.3

4/5

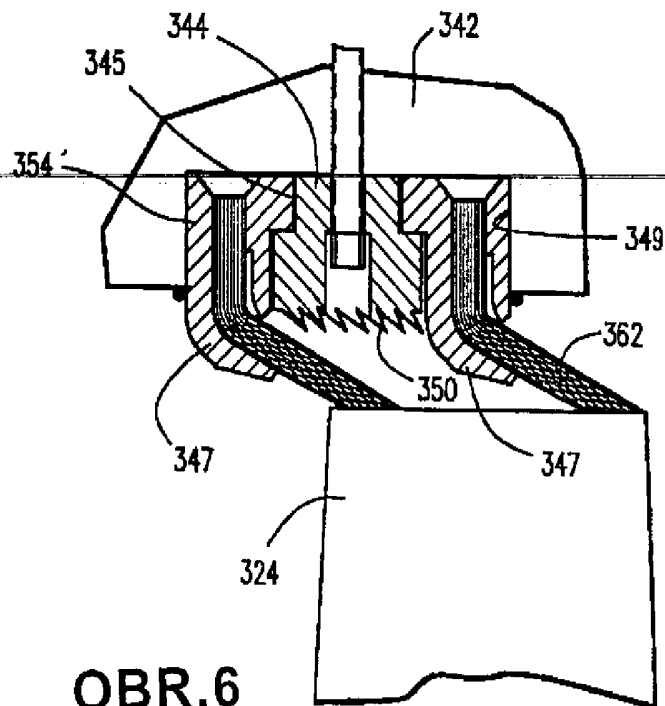


OBR.4

5/5



OBR.5



OBR.6