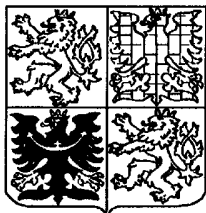


ČESKÁ
REPUBLIKA

(19)



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 1960-94

(13) A3

6(51)

H 02 K 9/10

(22) 12.08.94

(32) 17.08.93

(31) 93/2449

(33) CH

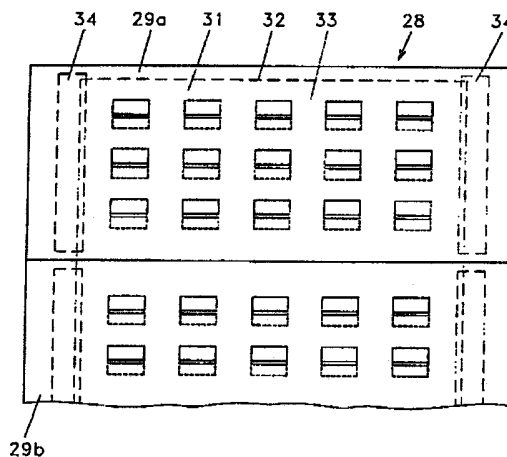
(40) 15.03.95

(71) ABB Management AG, Baden, CH;

(72) Iseli Markus dr., Mülligen, DE;
Koppetsch Lothar, Mannheim-Vogelstand, DE;
Zimmermann Hans, Mönchaltorf, DE;

(54) Elektrický stroj

(57) U elektrického stroje chlazeného plynem je účinný průtočný průřez spojený z vnějších koncových druhých komor, do nichž se přivádí ohřátý chladicí plyn, do chladičů opatřených stavitelným škrticím orgánem (28), sestávajícím z plechové desky (29), opatřené děrami (31) a z na ni dosedající a vůči ní posuvné děrované desky (32) s děrami (33). Bez zásahu do vlastního stroje lze vzájemným posunováním plechové desky (29) a děrované desky (32) měnit průtočný průřez děrami (31, 33) a tak ovlivňovat proudění chladicího plynu uvnitř stroje, čímž se dosáhne vyrovnání teplotní úrovně v podélném směru stroje.



MP-960-94-Ho

Elektrický stroj

Oblast techniky

Vynález se týká elektrického stroje se skříní, uspořádanou na základech, se satorovým plechovým tělesem, uspořádaným v této skříní, s nepřímo chlazenými vinutými vodiči, uspořádanými v jeho drážkách, a s rotorem, přičemž satorové plechové těleso je vytvořeno z jednotlivých dílčích svazků plechů, upravených pomocí distančních žeber s odstupem od sebe, a meziprostory mezi dvěma za sebou následujícími dílčími svazky plechů tvoří radiální chladicí štěrby, a tyto chladicí štěrby spojují vzduchovou mezeru stroje s komorami, které jsou upraveny mezi vnějším obvodem satorového plechového tělesa a skříní, kde tyto komory jsou tvořeny prvními komorami, do nichž je přiváděn chladicí plyn, a druhými komorami, do nichž proudí radiálně ven směřující ohřátý chladicí plyn z uvedených chladicích štěrbin, přičemž druhé komory jsou spojeny s chladiči a na obou koncích stroje jsou upravena vodičí zařízení chladicího plynu, která přivádějí ochlazený plyn jako chladicí plyn do prvních komor a ohřátý chladicí plyn opět odsávají z druhých komor.

Dosavadní stav techniky

Elektrický stroj chlazený plynem s uvedenými znaky je známý například z časopisu "Brown Boveri Technik", 3/86, str. 133 až 138, zejména obr. 3 na straně 135.

Princip takzvaného nepřímého chlazení spočívá v tom, že ztráty vzniklé v tyčích satorového vinutí se předávají do chladicího média (vody nebo vzduchu). Hlavní tepelný tok přitom nastává od měděných tyčí přes izolaci do ozubené

oblasti statorového plechového tělesa. Ze statorových zubů se teplo předává do chladicího média.

Hranice ohřevu jsou přitom předem dány teplotní citlivostí izolace a navíc příslušnými maximálními teplotami, které jsou stanovené v normách různými třídami izolací (ANSI, ICE).

V důsledku relativně velkého teplotního rozdílu mezi statorovou mědí uloženou v izolaci a vnější vrstvou izolace je maximální výkon nepřímo plynem chlazeného turbogenerátoru s klasickým principem chlazení omezený.

Proto nechyběly návrhy na zlepšení chlazení, přičemž se však tyto snahy soustředily zejména na zintenzívnění chlazení ve střední oblasti stroje.

Tak je v EP-B-0 279 064 popsán elektrický stroj chlazený plynem, u něhož jsou komory, do nichž se přivádí ohřátý plyn, ve střední části stroje spojeny zvláštními vedeními, obcházejícími koncové komory, do nichž se přivádí ohřátý plyn, přímo s chladiči. Tímto způsobem se zabrání směšování ohřátého chladicího plynu z uvedených středních komor s ohřátým plynem z uvedených koncových komor, přičemž existuje možnost rozdělení proudění jednotlivými chladicími štěrbinami a jim přiřazenými vzduchovými štěrbinami a komorovými prostory tak, že nastane téměř úplné vyrovnání teplotního profilu v podélném směru stroje.

Toto opatření se u nových konstrukcí osvědčilo nejlépe. U strojů, které jsou však již v provozu, je proveditelné pouze se značnými náklady.

Úkolem vynálezu proto je vytvořit elektrický stroj chlazený plynem uvedeného druhu, který bez stavebních zásahů

do vlastního stroje umožní podstatné zrovnoměrnění chladicího účinku.

Podstata vynálezu

Tento úkol splňuje elektrický stroj se skříní, uspořádanou na základech, se statorovým plechovým tělesem, uspořádaným v této skříní, s nepřímo chlazenými vinutými vodiči, uspořádanými v jeho drážkách, a s rotorem, přičemž statorové plechové těleso je vytvořeno z jednotlivých dílčích svazků plechů, upravených pomocí distančních žeber s odstupy od sebe, a meziprostory mezi dvěma za sebou následujícími dílčími svazky plechů tvoří radiální chladicí štěrbin, a tyto chladicí štěrbin spojují vzduchovou mezeru stroje s komorami, které jsou upraveny mezi vnějším obvodem statorového plechového tělesa a skříní, kde tyto komory jsou tvořeny prvními komorami, do nichž je přiváděn chladicí plyn, a druhými komorami, do nichž proudí radiálně ven směřující ohřátý chladicí plyn z uvedených chladicích štěrbin, přičemž druhé komory jsou spojeny s chladiči a na obou koncích stroje jsou upravena vodící zařízení chladicího plynu, která přivádějí ochlazený plyn jako chladicí plyn do prvních komor a ohřátý chladicí plyn opět odsávají z druhých komor, podle vynálezu, jehož podstatou je, že ve výstupním průřezu koncových druhých komor jsou mezi nimi a chladiči uspořádány škrticí orgány.

Tímto způsobem je možno proud chladicího vzduchu ve stroji téměř libovolně rozdělovat do různých komor, a proto je možno dosáhnout prakticky rovnoměrného rozložení teplot v podélném směru stroje.

Škrticí orgány sestávají s výhodou z plechových desek zakrývajících celý příčný průřez, které jsou opatřeny větším počtem průchozích děr. Pro nastavení účinného průřezu přitom

slouží podle zvlášt výhodného provedení vynálezu děrovaná deska, která na uvedenou plechovou desku dosedá a je rovněž opatřena průchozími děrami. Posouváním obou desek vůči sobě navzájem je možno dosáhnout jemného nastavení účinného průřezu.

Řešení podle vynálezu je vhodné zejména pro dodatečné doladění chlazení již provedených strojů, protože není nutno provádět žádné zásahy do stroje. Ve vedeních vzduchu z druhých komor, do nichž se přivádí ohřátý plyn, ke chladičům uspořádaným zpravidla v základech pod stroje je naproti tomu dostatek místa a rovněž dostatečná volnost pro pohyb obsluhujícího personálu pro vestavění škrticích orgánů a jejich nastavení.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude dále blíže objasněn na příkladech provedení podle přiložených výkresů, na nichž

obr. 1 znázorňuje zjednodušeně podélný řez generátorem známého druhu, chlazeným vzduchem, s otevřeným chladičím okruhem, se škrticími orgány na výstupu koncových druhých komor, do nichž se přivádí ohřátý chladičí vzduch,

obr. 2 ve zvětšeném měřítku detail z obr. 1, který objasňuje polohu a vytvoření škrticích orgánů,

obr. 3 půdorys škrticího orgánu s nastavitelným průřezem,

obr. 4 alternativní příklad provedení škrticího orgánu s kruhovými průchozími děrami, a

obr. 5 další variantu škrticího orgánu, sestávajícího z plechových desek se vzájemným odstupem a z příslušné

štěrbinové desky.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 jsou znázorněna stojanová ložiska 1, vnější bednění 2, vnitřní bednění 4 a skříň 5 elektrického stroje. Čelo 6 vinutí se opírá o opěrné desky 7 na satorové přitlačné desce 8. Ve satorovém plechovém tělese 9 jsou mezi jednotlivými dílčími plechovými tělesy radiální upraveny větrací štěrbin. Táhla 10 stlačují satorové plechové těleso 9 se satorovými přitlačnými deskami 8. Rotor 11 je na obou koncích opatřen hlavicemi 12. Dále jsou znázorněna spojení 13 vinutí v prostoru čela 6 vinutí a svorky 14 fáze a nulového bodu. Na obou koncích stroje je upraven axiální ventilátor 15. Radiálně vnitřní konec vnitřního bednění 4 je vytvořen jako vodící prstenec 16 pro vedení vzduchu. V základech 17 pod strojem jsou upraveny chladiče 18. Horký neboli ohřátý vzduch před chladiči 18 je naznačen šipkou 19, zatímco ochlazený vzduch za chladiči 18 je označen šipkou 20. Další (blíže neoznačené) šipky znázorňují různé proudy chladicího vzduchu uvnitř stroje. V následujícím popisu bude popisována pouze jedna polovina stroje, protože stroj - pokud se týká chlazení - je sestaven symetricky.

Studený vzduch proudí z chladičů 18 a prostoru mezi vnějším bedněním 2 a vnitřním bedněním 4 k axiálnímu ventilátoru 15. Potom se proud chladicího vzduchu rozděluje. První dílčí proud proudí čelem 6 vinutí rotoru 11 pod hlavicí 12, druhý dílčí proud proudí do vzduchové mezery 21 stroje, třetí dílčí proud proudí čelem 6 vinutí do horní části stroje, tedy do prostoru mezi skříní 5 a satorovým plechovým tělesem 9.

V horní části stroje jsou žebry 22 skříně 5 a radiálními a axiálními dělicími stěnami vytvořeny první komory 25, do

nichž se přivádí chladný vzduch, a druhé komory 23, 24, do nichž se přivádí ohřátý vzduch. Ve znázorněném příkladu provedení je vždy upravena jedna koncová druhá komora 23 na obou koncích stroje a jedna střední druhá komora 24 uprostřed stroje, jakož i vždy jedna první komora 25 mezi druhými komorami 23 a 24. Do druhých komor 23 a 24 proudí uvedený třetí dílčí proud chladicího vzduchu z axiálního ventilátoru 15, je protlačován větracími štěrbinami mezi dílčími svazky plechů statorového plechového tělesa 9 a proudí do uvedených druhých komor 23 a 24. Z těchto druhých komor 23 a 24 proudí horký neboli ohřátý chladicí plyn velkoplošnými otvory 26, 27 na spodní stranu skříně 5 stroje do základů 17 a tam do chladičů 18.

Potud odpovídá konstrukce vedení chladicího vzduchu stroji známému z uvedeného časopisu "Brown Boveri Technik". Ačkoli při dimenzování stroje bylo provedeno uspořádání a rozdělení vzduchových proudů vstupujících a vystupujících z uvedených různých komor s ohledem na různé odpory proudění, může se při pozdějším provozu ukázat, že chladicí účinek ve středu stroje je menší než na koncích stroje. Dodatečné přizpůsobení různými vestavbami a/nebo přestavbami různých vodících a dělicích zařízení v horní části statoru je přitom možné jen podmíněně, pokud vůbec. Zde se tedy použije řešení podle vynálezu.

Vynález spočívá na myšlence ovlivnění rozdělení jednotlivých proudů procházejících prvními a druhými komorami 25, 23, 24 nikoli uvnitř skříně 5 stroje, nýbrž na výstupu ze stroje na cestě k chladičům 18. Za tím účelem jsou ve velkoplošných otvorech 26, přiřazených oběma koncovým druhým komorám 23, uspořádány škrťací orgány 28 (na obr. 1 znázorněné symbolicky čárkovaně), které s výhodou nastavitelně zužují průtočný průřez z koncových druhých komor 23 ke chladičům 18.

Na obr. 2 je ve zvětšeném měřítku znázorněn detail z obr. 1, z něhož vyplývá poloha a vytvoření škrticích orgánů 28. Každý škrticí orgán 28 sestává z jednodílné nebo vícedílné plechové desky 29, upevněné na rámu 30. Tento rám 30 je součástí skříně 5 stroje a spočívá na jedné straně na podstavci 17a základů 17. V plechové desce 29 jsou upraveny pravidelně rozmístěné díry 31. Zdola je ke spodní straně plechové desky 29 připevněna druhá, děrovaná deska 32, která je vodorovně posuvná vůči plechové desce 29, a která je rovněž opatřena děrami 33. Tyto díry 33 odpovídají svým tvarem a rozmístěním děrám 31 v plechové desce 29. Boční vodící lišty 34, které jsou upevněny na spodní straně plechové desky 29, slouží jako montážní pomocné prostředky.

Plechová deska 29 je s výhodou provedena z několika dílů (díly 29a a 29b na obr. 3), aby mohla být snadno zespona vložena do koncové druhé komory 23. Děrovaná deska 32 může být naproti tomu provedena jako jednodílná. Jak bez dalšího vyplývá z půdorysu škrticího orgánu 28 na obr. 3, může se posouváním děrované desky 32 vůči plechové desce 29 ve směru vodících lišt 34 účinný průřez děr 31 v plechové desce 29 v definovaných mezích měnit, a proto se může měnit i účinný průřez na výstupu obou koncových druhých komor 23 k chladičům 18 uvnitř předem stanovené hodnoty.

Následující hodnoty, získané z praxe, objasňují, jak škrticí orgán 28 u skutečného stroje může přispívat ke zrovnoměrnění chlazení stroje v podélném směru:

Měření ukázala, že přibližně dvě třetiny množství chladičího vzduchu statoru proudí do koncových druhých komor 23 a pouze jedna třetina do středních druhých komor 24. V důsledku toho se střední část stroje nepřipustně ohřívá. Odhady podepřené výpočty a měřeními na skutečném stroji v provozu ukázaly, že přibližně 60 až 80 % celého množství

chladičího vzduchu musí být vedeno střední částí stroje (středními druhými komora 24), aby bylo dosaženo přibližně konstantní teploty v podélném směru stroje. Za tím účelem by musel být průtočný průřez v obou koncových druhých komorách 23 zmenšen vždy z asi 3 m^2 na hodnotu mezi $0,1$ a $0,2 \text{ m}^2$, aby bylo dosaženo rozdělení množství vzduchu. Vestavěním vždy jedné plechové desky 29 s děrami 31 do obou koncových druhých komor 23 s celkovou průtočnou plochou $0,2 \text{ m}^2$ a podobně vytvořené děrované desky 32 bylo možno vytknutého cíle beze všeho dosáhnout. Překvapivě se zvýšila úroveň hluku stroje zúžením průtočného průřezu v koncových druhých komorách 23 jen nepodstatně, což je nutno odvodit ze zde panujících poměrně malých rychlostí proudění.

Místo děr 31, 33 s obdélníkovým průřezem mohou být provedeny tyto díry 31, 33 i s jiným průřezem, například kruhovým, jak je znázorněno na obr. 4. Díry nemusí být nutně rozmístěny po celé ploše plechové desky 29, nýbrž mohou být například soustředěny ve střední části. Místo jedné plechové desky 29 nebo dílů 29a, 29b, dosedajících těsně na sebe, opatřených děrami 31, je možno jako škrticí orgán použít i několik plechových desek, mezi nimiž je vždy ponechána mezera. I takové řešení je uskutečnitelné v kombinaci s modifikovanou děrovanou deskou, jak vyplývá z obr. 5.

Tato plechová deska sestává z několika dílů 29c, 29d, 29e, které jsou od sebe navzájem odděleny mezerou S. Místo děrované desky 32 je upravena štěrbinová deska 35, která je opatřena štěrbinami 36, rovnoběžnými s okraji mezery S.

Dále není nutno použít plechovou desku opatřenou děrami a příslušnou děrovanou desku, popřípadě štěrbinovou desku. Jsou-li totiž již pokusy určeny optimální průřezy, může být vestavěna příslušně vytvořená plechová deska, popřípadě vhodně vytvořené dílčí desky s odstupy od sebe, s celkovou průtočnou

plochou téže velikosti.

Vynález byl popsán na stroji chlazeném vzduchem se třemi druhými komorami, do nichž se přivádí ohřátý chladicí vzduch, a dvěma první komorami, do nichž se přivádí chladný chladicí vzduch. Vynález však může být samozřejmě použit i u strojů s více než třemi takovými druhými komorami a více než dvěma takovými prvními komorami. Popřípadě by musely být potom škrticí orgány popsaného druhu vestavěny nejen do vnějších, nýbrž i do ostatních druhých komor, ležících mezi vnějšími a středními druhými komorami.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Elektrický stroj se skříní (5), uspořádanou na základech (17), se satorovým plechovým tělesem (9), uspořádaným v této skříní (5), s nepřímo chlazenými vinutými vodiči, uspořádanými v jeho drážkách, a s rotorem (11), přičemž satorové plechové těleso (9) je vytvořeno z jednotlivých dílčích svazků plechů, upravených pomocí distančních žebér s odstupem od sebe, a meziprostory mezi dvěma za sebou následujícími dílčími svazky plechů tvoří radiální chladicí štěrby, a tyto chladicí štěrby spojují vzduchovou mezeru (21) stroje s komorami, které jsou upraveny mezi vnějším obvodem satorového plechového tělesa (9) a skříní (5), kde tyto komory jsou tvořeny prvními komorami (25), do nichž je přiváděn chladicí plyn, a druhými komorami (23, 24), do nichž proudí radiálně ven směřující ohřátý chladicí plyn z uvedených chladicích štěrbin, přičemž druhé komory (23, 24) jsou spojeny s chladiči (18) a na obou koncích stroje jsou upravena vodící zařízení (4) chladicího plynu, která přivádějí ochlazený plyn jako chladicí plyn do prvních komor (25) a ohřátý chladicí plyn opět odsávají z druhých komor (23, 24), v y z n a č u j í c í s e t í m, že ve výstupním průřezu (26) koncových druhých komor (23) jsou mezi nimi a chladiči (18) uspořádány škrticí orgány (28).

2. Elektrický stroj podle nároku 1, v y z n a č u j í c í s e t í m, že škrticí orgán (28) sestává z jedné, s výhodou několika plechových desek (29), opatřených děrami (31).

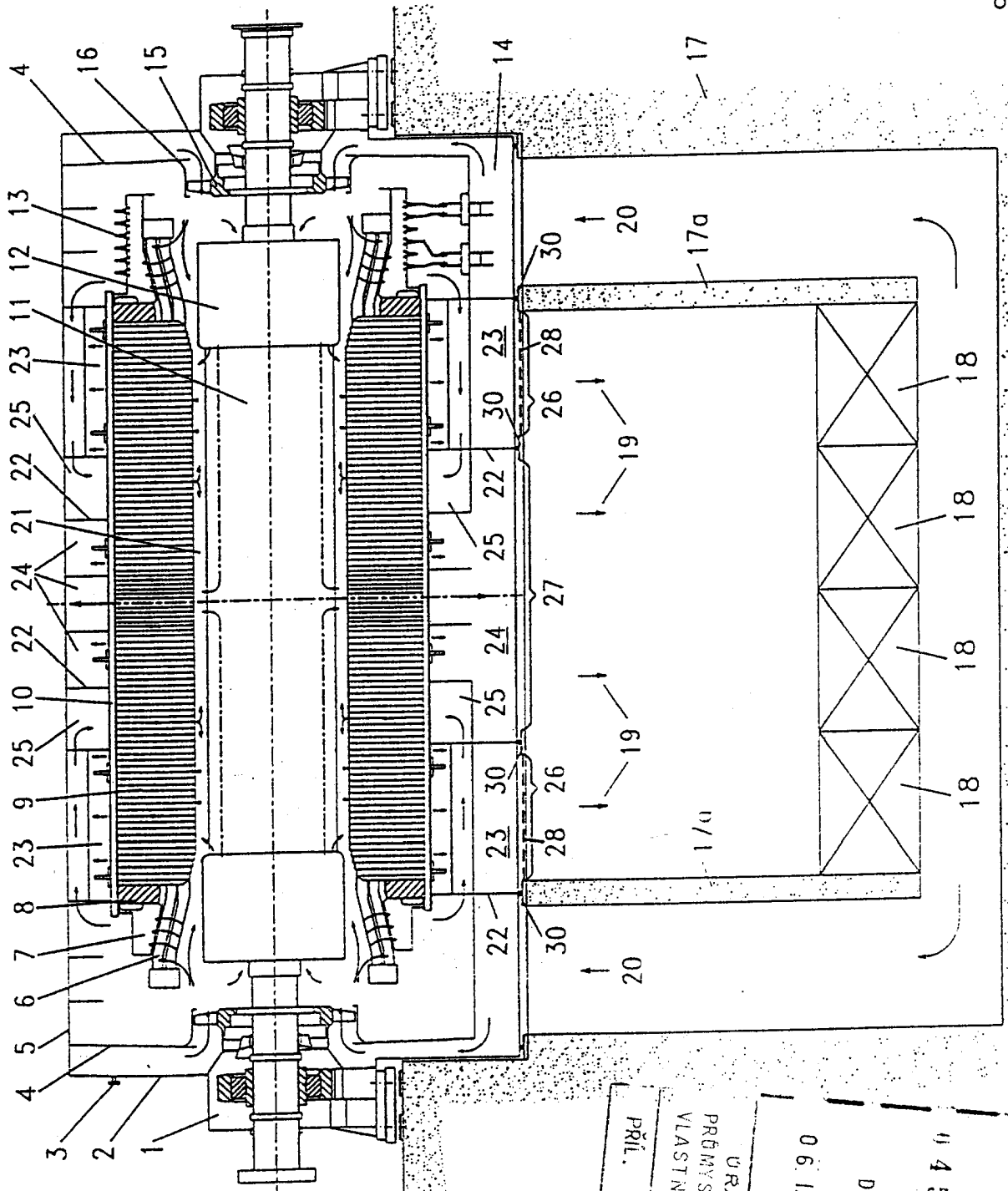
3. Elektrický stroj podle nároku 2, v y z n a č u j í c í s e t í m, že plechová deska (29) spolupracuje s děrovanou deskou (32), jejíž díry (33) jsou uspořádány a rozmístěny tak, že posouváním děrované desky (32) vůči plechové desce (29) je dosažitelné předem stanovené účinné zúžení průřezu.

PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ PŘÍL.	URAD	06. IX. 94	045699	č. j.
			DOŠLO	

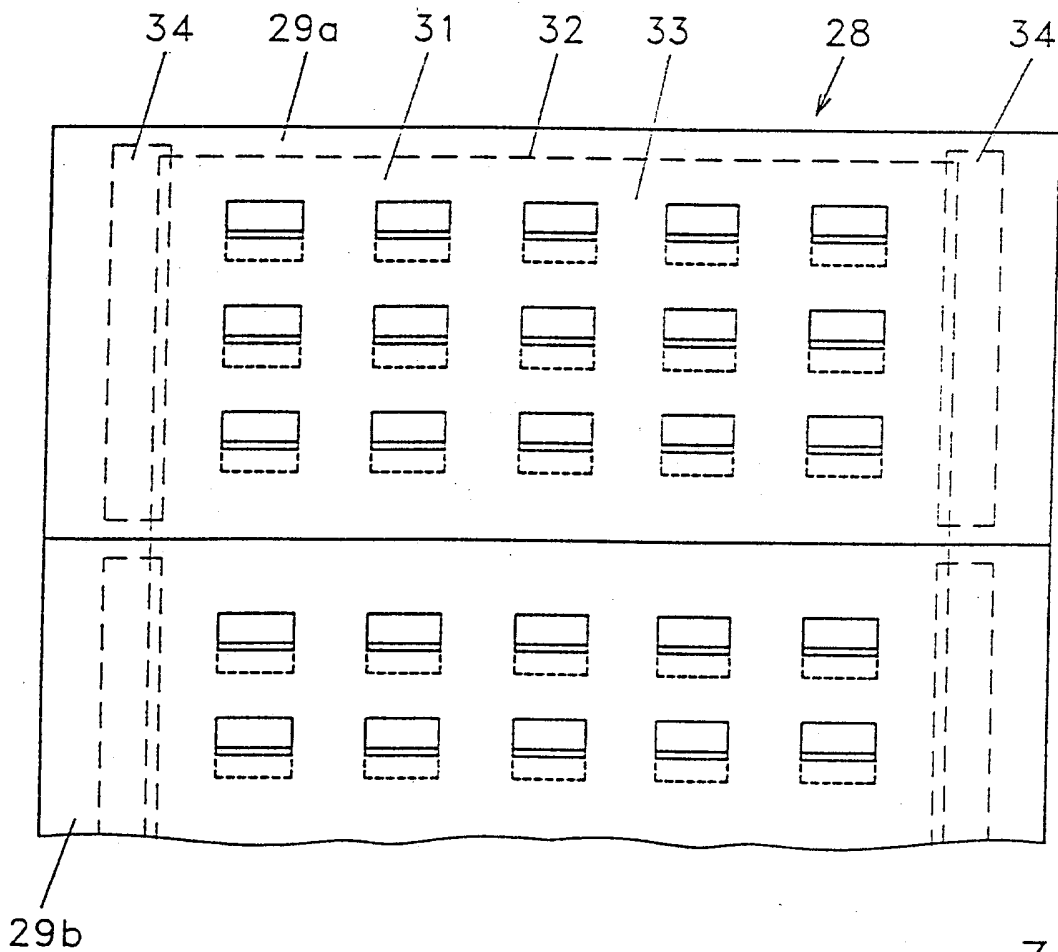
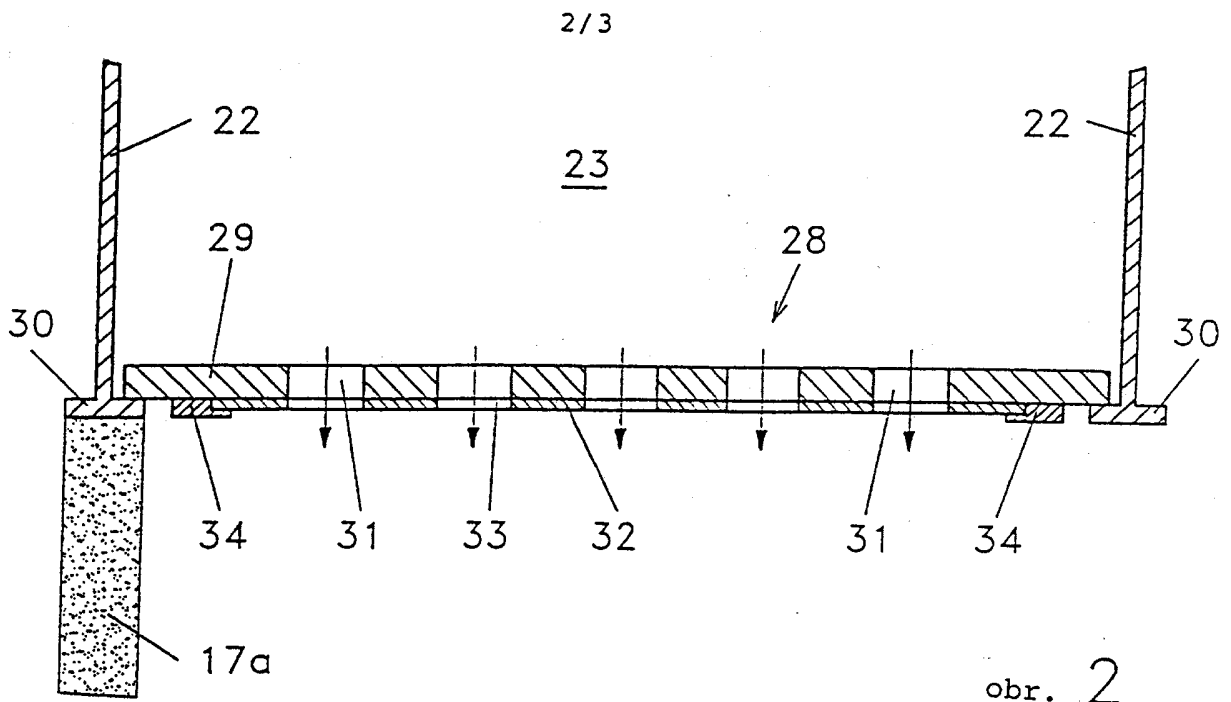
4. Elektrický stroj podle nároku 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že pro zjednodušení montáže/demontáže je alespoň plechová deska (29) rozdělena na několik deskových dílů (29a, 29b).

5. Elektrický stroj podle nároku 2 nebo 3, v y z n a č u j í c í s e t í m, že plechová deska sestává z několika deskových dílů (29c, 29d, 29e), s odstupy mezi sebou, mezi nimiž je vytvořena mezera (S).

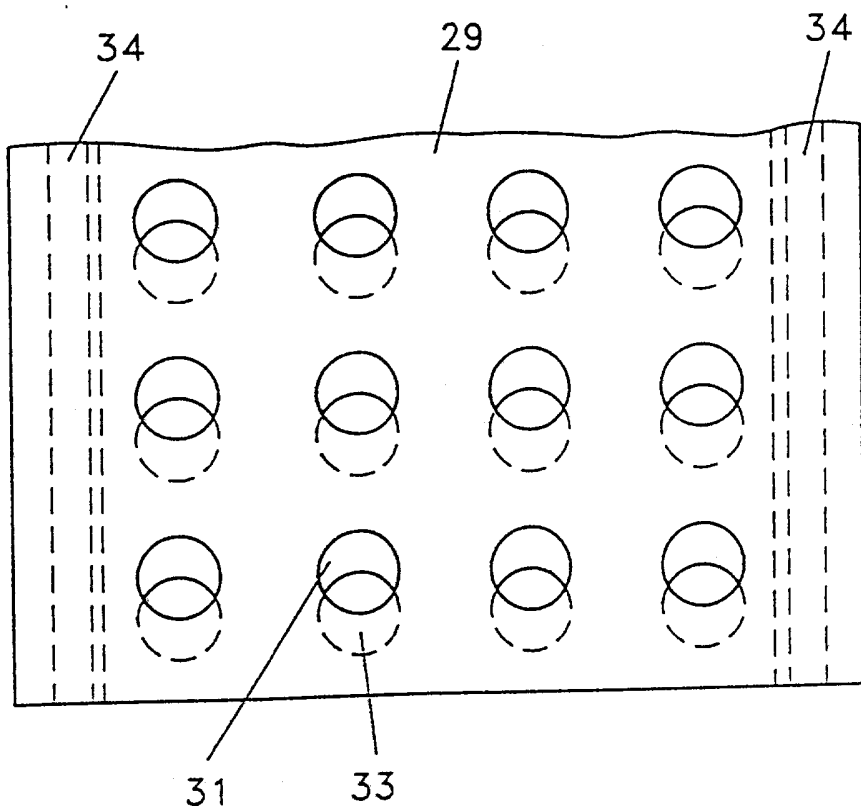
6. Elektrický stroj podle nároku 5, v y z n a č u j í c í s e t í m, že deskové díly (29c, 29d, 29e) spolupracují se štěrbínovou deskou (35), jejíž štěrbiny (36) jsou uspořádány a rozmístěny tak, že posouváním štěrbínové desky (36) vůči deskovým dílům (29c, 29d, 29e) je dosažitelné předem stanovené účinné zúžení průřezu.



PRÍL.
 PRŮMYSLOVÉHO
 VLASTNICTVÍ
 ÚŘAD
 7 6 . X I . 9 0
 00ŠLO
 6 6 9 5 4
 0 4 5 6 9 9
 č.j.
 102

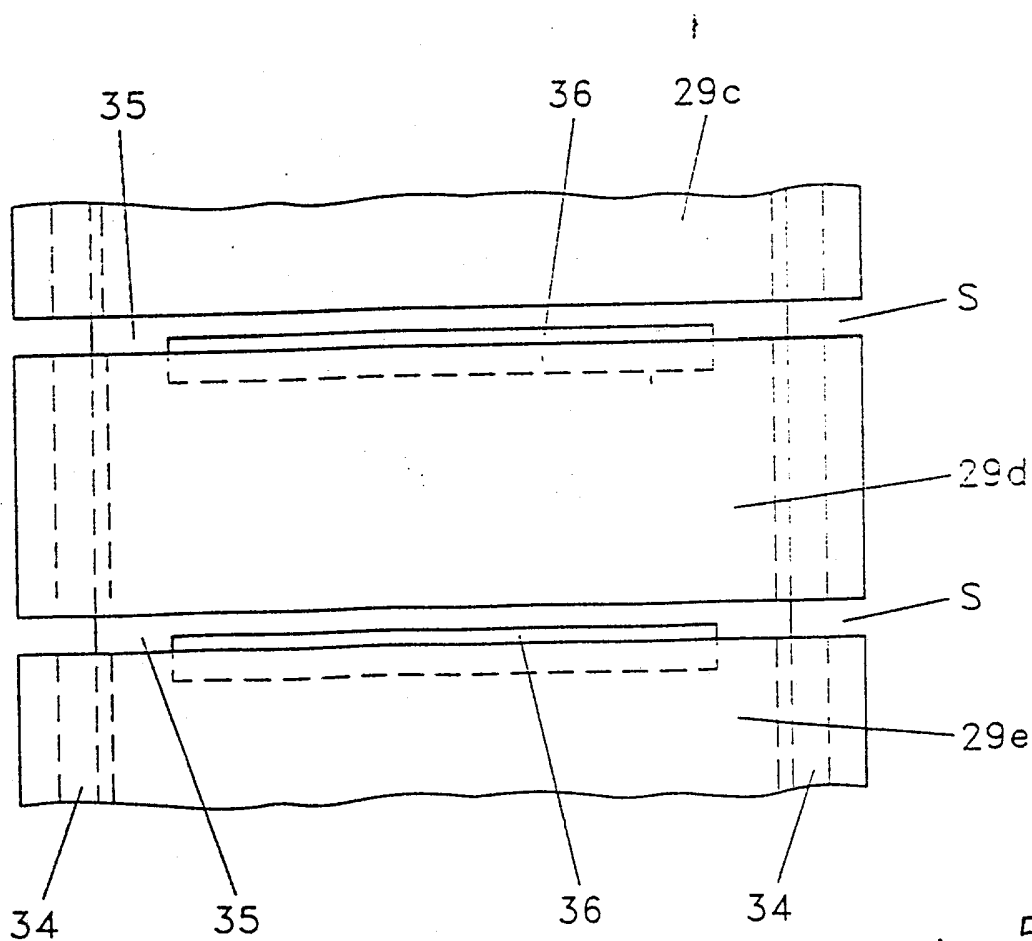


PRIL.
VLASTNICTVI
PRŮMYŠLOVĚHO
ÚRAD
06 IX 94
DOŠLO
045699
č.j.



PRIL.
VLASTNICTVI
PRŮMYŠLOVHO
URAD
0 6 IX 9 4
00510
0 4 5 6 9 9
R.J.

obr. 4



obr. 5