

ČESKOSLOVENSKÁ  
SOCIALISTICKÁ  
REPUBLIKA  
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD  
PRO VYNÁLEZY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

(21) PV 4153 - 84.H  
(22) Prihlášené 04 06 84

(40) Zverejnené 12 09 89  
(45) Vydané 31 08 90

269 003

(11)

(13) <sup>B1</sup>

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 01 F 7/16

(75)

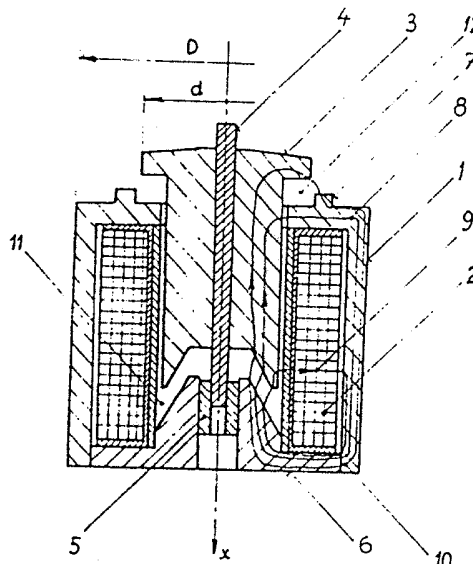
Autor vynálezu MOČKO ŠTEFAN ING., NOVÉ MESTO NAD VÁHOM

(54)

Elektromagnet s viacnásobnou riadenou aktívnou  
vzduchovou medzerou

(57)

Riešenie sa týká elektromagnetu s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou, najmä s priamočiarym, otáčavým kombinovaným pohybom kotvy. Podstatou riešenia je, že medzi kotvou a vonkajším polovým nástavcom je vytvorená aspoň jedna vonkajšia aktívna vzduchová medzera.



Vynález sa týká elektromagnetu sa viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou, najmä s priamočiarym, otáčavým, kombinovaným pohybom kotvy.

V skupine akčných členov i členov na prenos informácií sa často v automatizácii nespojitých technologických mikroelektronických výrob používajú elektromagnety. Použitie elektromagnetov je podmienené veľkosťou posuvu kotvy, tvarom statickej charakteristiky, veľkosťou síl generovaných magnetickým poľom elektromagnetu, rýchlosťou časovej odozvy a často je predpísaná horná hranica rozmerov a hmotnosti elektromagnetov. Dosiahnuť limitné rozmery a hmotnosti elektromagnetov pri predpísanej charakteristike v prevádzkovom intervale pohybu kotvy často nejde použitím známych geometrií elektromagnetov s jednou aktívnou vzduchovou medzerou. Známe elektromagnety tejto triedy sú v zahraničí konstruované z feromagnetík s vyššou magnetickou permeabilitou a vyššou magnetickou indukciou sytenia, ktoré v ČSSR nie sú k dispozícii. S nimi nie je možno často dosiahnuť limitné sily, rozmery a váhy pre potreby mikroelektronických výrobných zariadení tradičnou geometriou magnetického obvodu. Existujú aj známe riešenia s dvomi vnútornými aktívnymi medzerami k vyvodzovaniu priamočiareho pohybu kotvy. Ich podstatnou nevýhodou je, že obidve medzery pôsobia v sérii ako nenulové aj na konci zdvihu, kedy sa v dôsledku nelinearity funkcie  $B(H)$  spomaľuje prírastok energie magnetického poľa, v dôsledku čoho nastáva pokles sily a niet fyzikálneho mechanizmu, ktorý by tento pokles zastavil. Ďalšou nevýhodou je, že aktívne medzery nemožno modifikovať po zmontovaní elektromagnetu, pretože rozmontovanie magnetu vo väčšine prípadov znamená jeho poškodenie, nemožno tiež korigovať silovú charakteristiku v dôsledku nepresností výroby, respektíve starnutia magnetického materiálu. Obidve aktívne medzery sú kužeľového tvaru, sú trvale aktívne a vyžadujú obidve značné a trvale presnú geometriu čo zdražuje výrobu. Ivari aktívnych vzduchových medzier neumožňujú vyvodzovanie otáčivého momentu magnetickým poľom magnetu.

Uvedené nevýhody zmierňuje a technický problém rieši elektromagnet s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou podľa vynálezu, ktorého podstatou je, že medzi kotvou a vonkajším pólovým nástavcom je vytvorená aspoň jedna vonkajšia aktívna vzduchová medzera.

Výhodou elektromagnetu s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou je, že v hlavnom magnetickom obvode pôsobia najmenej dve aktívne vzduchové medzery a to buď súčasne alebo ich aktivovanie je riadené automaticky zmenou polohy kotvy. Vzájemnou súhrou viacerých aktívnych vzduchových medzier možno formovať statickú silovú charakteristiku želaným spôsobom, čo je v riešeníach s jednou aktívnou medzerou niekedy príliš náročný problém teoretický, experimentálny, technologický a tým aj ekonomický.

Fyzikálnu podstatu výhod tohto riešenia možno objasniť nasledovne:

Veľkosť sily vyvodzovanej sústavou elektromagnetu v smere súradnice  $x$  je

$$F_{/x/} = \frac{\delta W_{/x/}}{\delta x} = \frac{\delta}{\delta x} \int_V dv \cdot \frac{\vec{B}_{/x/}}{2} \cdot \vec{H}_{/x/} = \frac{\delta}{\delta x} \int_V dv \cdot \frac{\vec{B}_{/x/}}{2} \cdot \vec{H}_{/x/}$$

kde  $x$  je geometrická súradnica, pozdĺž ktorej sa uskutočňuje pohyb kotvy vzhľadom k plášťu elektromagnetu

$W$  je energia magnetického poľa sústavy

$\vec{B}$  je vektor magnetickej indukcie

$\vec{H}$  je vektor sily mag. poľa od makroskopických prúdov

$dv$  - element objemu magnetického obvodu elektromagnetu

$\circ$  - znak operácie skalárneho súčinu vektorov

Ak sa pri pohybe kotvy vzduchová medzera blíži k malým hodnotám, potom v dôsledku nelinearity magnetického obvodu a zmenách v rozptylových poliach sa veľmi ťažko získa požadovaný tvar i veľkosť silovej charakteristiky. Ak v tejto fáze zapôsobí ďalšia

aktívna vzduchová medzera, ktorú možno ľahko technologicky modifikovať aj po zmontovaní elektromagnetu a umožňuje jej zmenu až na nulovú hodnotu, možno problém úspešne riešiť. Ďalšou výhodou je možnosť realizácie nulovej vonkajšej aktívnej vzduchovej medzery na konci zdvihu elektromagnetu, čím nastane značná zmena magnetickej vodivosti a zmierni sa pokles ťažnej sily na konci zdvihu, možnosť modifikácie vonkajšej aktívnej vzduchovej medzery po zmontovaní elektromagnetu, možnosť sformovania vonkajšej vzduchovej medzery do tvaru, ktorý umožní vyvodzovanie aj otáčivého momentu a tým natočenie kotvy.

Elektromagnet s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou je znázornený na pripojenom výkrese v náryse, v reze.

Elektromagnet s viacnásobnou riadenou vzduchovou medzerou pozostáva z plášťa 1, v ktorom je uložená cievka 2. V cievke 2 je súso uložená kotva 3. Kotva 3 je posuvne a otočne uložená na magneticke nevodivom hriadeli 4, uloženom v ložisku 5. Plášť 1 spojuje vnútorný pólový nastavce 6 a vonkajší pólový nastavce 7. Medzi vnútorným pólovým nastavcom 6 a kotvou 3 je vytvorená vnútorná aktívna vzduchová medzera 11 a medzi kotvou 3 a vonkajším pólovým nastavcom 7 je vytvorená vonkajšia aktívna vzduchová medzera 12. Vyhotovenie cievky 2 je známe. Plášť 1 má tvar valca, vonkajší pólový nastavce 7 má tvar rotačne symetrický s priemerom  $d$  pri posuvnom pohybe kotvy alebo rotačne asymetrický s natáčaným i posuvným pohybom kotvy 3. Rozmer  $d$  možno vhodne meniť v rámci priemeru  $D$  plášťa 1.

Funkcia elektromagnetu s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou je nasledovná: kotva 3 je povysunutá, čo predstavuje východiskový stav nevybudovaného elektromagnetu. Nastavenie kotvy 3 do tejto polohy vykonáva napríklad mechanizmus, ktorý kotva 3 ovláda. Po vybudení cievky 2 elektromagnetu sa vytvorí magnetické pole zobrazené indukčnou čiarou 8 hlavného poľa, ktorá sa uzatvára plášťom 1, kotvou 3, vnútornou aktívnou vzduchovou medzerou 11 a vnútorným pólovým nastavcom 6. Podstatná časť energie magnetického poľa je sústredená v poli vnútornej aktívnej vzduchovej medzery 11 a v rozptylovom poli reprezentovanom indukčnou čiarou 9. Zmena tejto energie pozdĺž súradnice  $x$  spôsobí posuv kotvy v kladnom smere osi  $x$ . Ak sa kotva pod účinkom vyvodzovaných síl posunie tak, že rozšírená časť kotvy 3 sa dostane do blízkosti vonkajšieho pólového nastavca 7, začne sa formovať magnetické pole zobrazené indukčnou čiarou 10 korekčného poľa a rast jeho energie spôsobí vytváranie ďalšej zložky sily, ktorá sa superponuje vo výslednú silu pôsobiacu na kotvu 3. Ku konci zdvihu kotvy limituje vonkajšia aktívna vzduchová medzera 12 k nule. Rýchla zmena napríklad vodivosti a tým spojená spomalí pokles ťažnej sily. V tomto bode pôsobí parazitne v obvode jedna vzduchová medzera. Tvar vonkajšieho pólového nastavca 7 a priliehajúcej časti kotvy 3 možno voliť tak, aby pri súčasnom posuve kotvy 3 nastalo aj jej pootočenie.

## P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Elektromagnet s viacnásobnou riadenou aktívnou vzduchovou medzerou, pozostávajúci z cievky a plášťa, ktorý spája pólové nastavce, pričom v cievke je súso na hriadeli otočne a posuvne uložená kotva s vnútornou aktívnou vzduchovou medzerou vyznačujúci sa tým, že medzi kotvou (3) a vonkajším pólovým nastavcom (7) je vytvorená aspoň jedna vonkajšia aktívna vzduchová medzera (12).

1 výkres

