



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

229 250

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita

(22) Přihlášeno 22 02 83

(21) PV 1205-83

(51) Int. Cl.³ H 01 J 37/26

(40) Zveřejněno 15 09 83

(45) Vydáno 01 03 86

(75)

Autor vynálezu

TREJBAL ZDENĚK ing. CSc., PRAHA

(54) Elektrický kvadrupól pro transport nabitých částic

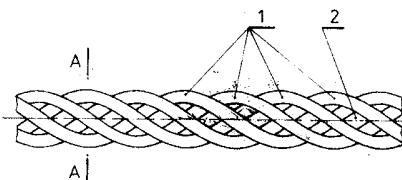
Vynález se týká elektrického kvadrupolu pro transport nabitých částic na libovolné vzdálenosti.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že elektrody jsou uspořádány do tvaru čtyřchodé šroubovice, přičemž dutina šroubovice vymezená tvoří pracovní prostor, hodnota poměru stoupání šroubovice k poloměru příčného průřezu pracovního prostoru je dána vztahem

$$6 < \frac{L}{r} < \sqrt{40 \cdot \frac{V_1}{V_0}},$$

kde L je stoupání šroubovice, r je poloměr příčného průřezu pracovního prostoru, V_1 je napětí, jímž byly transportované částice urychleny, a V_0 je napětí na elektrodách kvadrupolu. Dále může být střednice tohoto elektrostatického kvadrupolu v podélném směru zakřivena, přičemž poloměr křivosti je roven řádově nejméně 10^3 násobku poloměru příčného průřezu pracovního prostoru.

Elektrického kvadrupolu je možné použít k efektivnímu transportu iontového svazku na libovolné vzdálenosti, např. při injekci iontů do urychlovačů nabitých částic, v hmotnostních separátorech aj.



Obr. 1.



Obr. 2.

Vynález se týká elektrického kvadrupólu pro transport nabitých částic na libovolné vzdálenosti.

Dosud známé způsoby transportu nabitých částic na vzdálenosti velké v porovnání s ohniskovými vzdálenostmi iontooptických prvků používají sérii elektrických nebo magnetických čoček, jejichž uspořádání a parametry jsou obvykle voleny tak, aby zobrazovací podmínka "předmět-obraz" byla podél osy transportu vyplněna několikrát. Tím je dosaženo kvalitního bezztrátového přenosu iontů v mezích akceptance iontooptického zařízení. Nevýhodou tohoto způsobu je relativní složitost potřebného zařízení a jeho velké příčné rozměry, zejména při použití magnetických prvků.

Uvedené nedostatky řeší elektrický kvadrupól podle vynálezu, který je tvořen čtyřmi napěťovými elektrodami, jejichž průřez je s výhodou kruhový nebo obdélníkový.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že elektrody jsou uspořádány do tvaru čtyřchodé šroubovice, přičemž dutina šroubovicí vymezená tvoří pracovní prostor, hodnota poměru stoupání šroubovice k poloměru příčného průřezu pracovního prostoru je dána vztahem $6 < \frac{L}{r} < \sqrt{40 \cdot \frac{V_1}{V_0}}$ kde L je stoupání šroubovice, r je poloměr příčného průřezu pracovního prostoru, V_1 je napětí, jímž byly transportované částice urychleny, V_0 je napětí na elektrodách kvadrupólu. Dále může být střednice tohoto elektrostatického kvadrupólu v podélném směru zakřivena, přičemž poloměr křivosti je roven řádově nejméně 10^3 násobku poloměru příčného průřezu pracovního prostoru.

Na elektrody elektrického kvadrupólu podle vynálezu, které jsou tvořeny vodičem jednoduchého, např. kruhového nebo obdélníkového průřezu se přivedou stejnosměrná napětí se střídající se polaritou $+, -, +, -$. V pracovním prostoru omezeném šroubovicí se tak vytvoří kvadrupólové elektrostatické pole, které v širokém rozsahu parametrů kvadrupólu a částic zajišťuje příčnou stabilitu transportovaných částic. Podle analytických výpočtů maximální stabilizační účinek lze očekávat při následujících vztazích mezi poloměrem příčného průřezu pracovního prostoru r , stoupáním šroubovice L , potenciálem na elektrodách kvadrupólu $\pm V_0$ a napětím V_i , jímž byly transportované částice urychleny:

$$L = 14 r$$

$$V_0 = 0,15 V_i$$

V tomto případě je očekávaná akceptance kvadrupólu S rovna:

$$S = 200 r / \text{mm.mrad}; \text{ mm/}.$$

Osa elektrického kvadrupólu nemusí být zcela přímková. Přípustný poloměr zakřivení osy, při němž zmenšení akceptance není ještě podstatné, je roven řádově $1 \cdot 10^3 r$. Zmenšení poloměru zakřivení pod tuto hodnotu povede ke snížení akceptance kvadrupólu.

Hlavní výhody elektrického kvadrupólu pro transport urychlených iontů na velké vzdálenosti podle tohoto vynálezu spočívají v jeho jednoduchosti, v malých příčných rozměrech, daných kompaktností konstrukce, dále v tom, že ani akceptance ani žádná z uvedených výhod není závislá na délce kvadrupólu, a v tom, že osa kvadrupólu může být v jistých mezích zakřivena.

Elektrický kvadrupól podle vynálezu je znázorněn v nárysu na obr. 1, zatímco obr. 2 představuje řez rovinou A-A kolmou na podélný rozměr kvadrupólu.

Kvadrupól podle vynálezu znázorněný v nárysu na obr. 1 sestává ze čtyř elektrod 1, které jsou uspořádány do tvaru čtyřchodé šroubovice, v jejíž dutině je pracovní prostor 2.

Obr. 2 představuje řez kvadrupólem v rovině A-A kolmé na jeho podélný rozměr, kde je jeho čtyřmi elektrodami 1 vymezena dutina tvořící pracovní prostor 2.

Elektrického kvadrupólu je možné použít k efektivnímu transportu svazku nabitých částic na libovolné vzdálenosti, např. při injekci iontů do urychlovačů nabitých částic, v hmotnostních separátorech aj.

Příklad

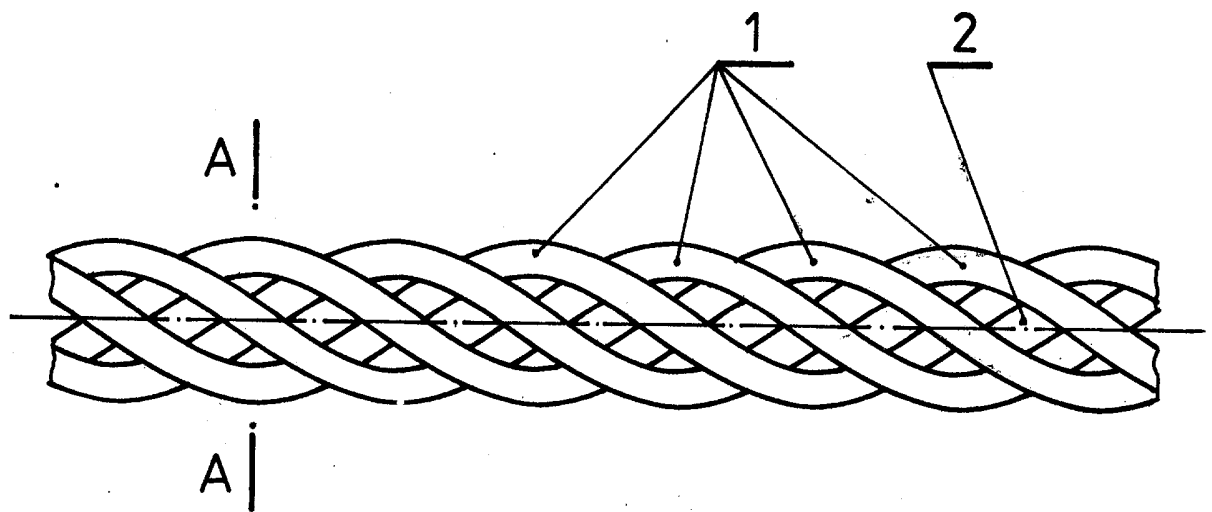
Byl zhotoven elektrický kvadrupól podle tohoto vynálezu, jehož geometrické parametry jsou: $r = 5,5$ mm, $L = 77$ mm, průměr vodiče, z něhož jsou zhotoveny elektrody, je roven 5 mm. Při energii transportovaných protonů 30 keV a napětí na elektrodách $V_0 = 4,5$ kV je vypočtená akceptance 1100 mm.mrad.

P Ř E D M Ě T V Y N Ā L E Z U

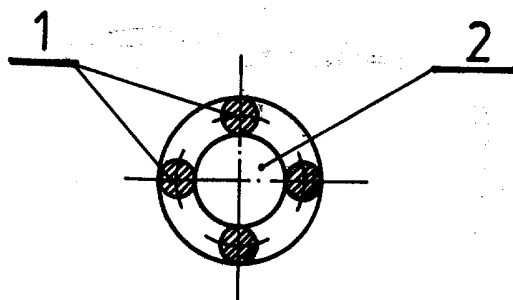
229 250

1. Elektrický kvadrupól pro transport nabitých částic tvořený čtyřmi napěťovými elektrodami, jejichž průřez je s výhodou kruhový nebo obdélníkový, vyznačený tím, že elektrody /1/ jsou uspořádány do tvaru čtyřchodé šroubovice, přičemž dutina šroubovicí vymezená tvoří pracovní prostor /2/, hodnota poměru stoupání šroubovice k poloměru příčného průřezu pracovního prostoru je dána vztahem $6 < \frac{L}{r} < \sqrt{40 \cdot \frac{V_1}{V_0}}$, kde L je stoupání šroubovice, r je poloměr příčného průřezu pracovního prostoru, V_1 je napětí, jímž byly transportované částice urychleny, a V_0 je napětí na elektrodách kvadrupólu.
2. Elektrický kvadrupól podle bodu 1, vyznačený tím, že jeho střednice je zakřivená, přičemž poloměr křivosti je roven řádově nejméně 10^3 násobku poloměru příčného průřezu pracovního prostoru /2/.

1 výkres



Obr. 1

ŘEZ A-A

Obr. 2