

V

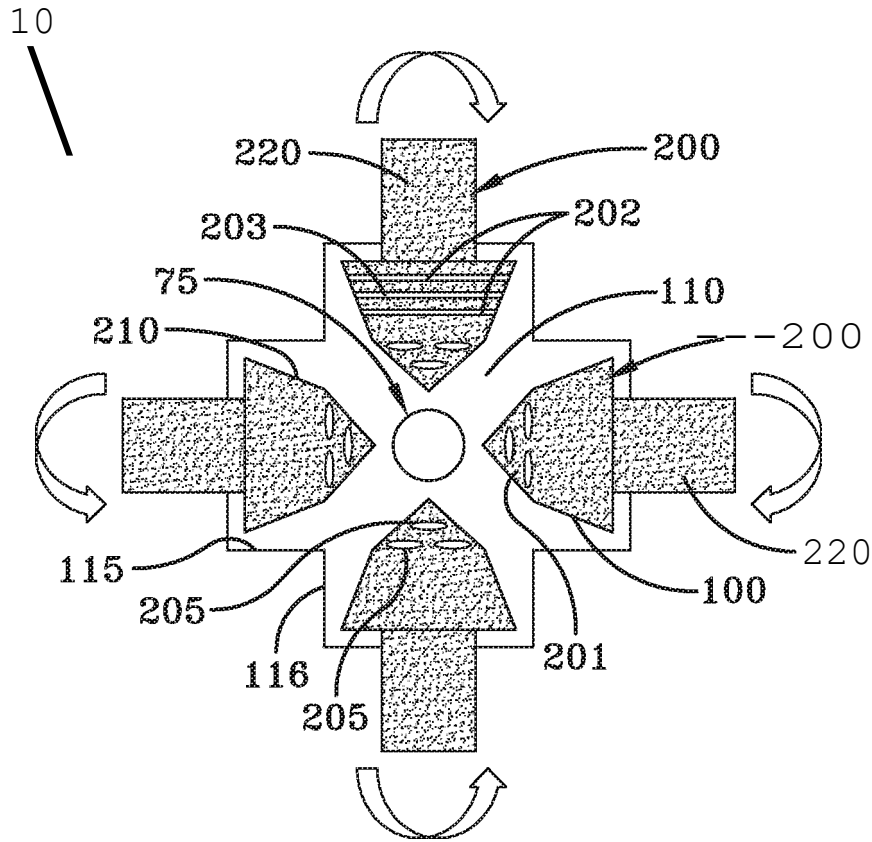


FIG-1

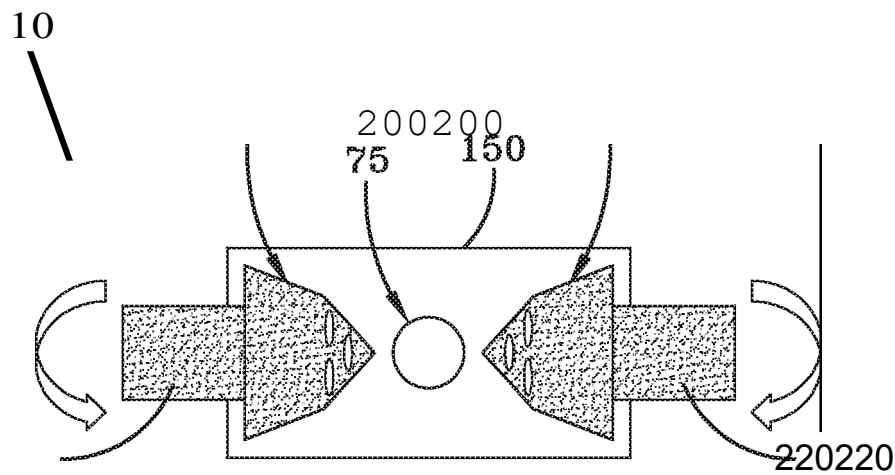


FIG-2

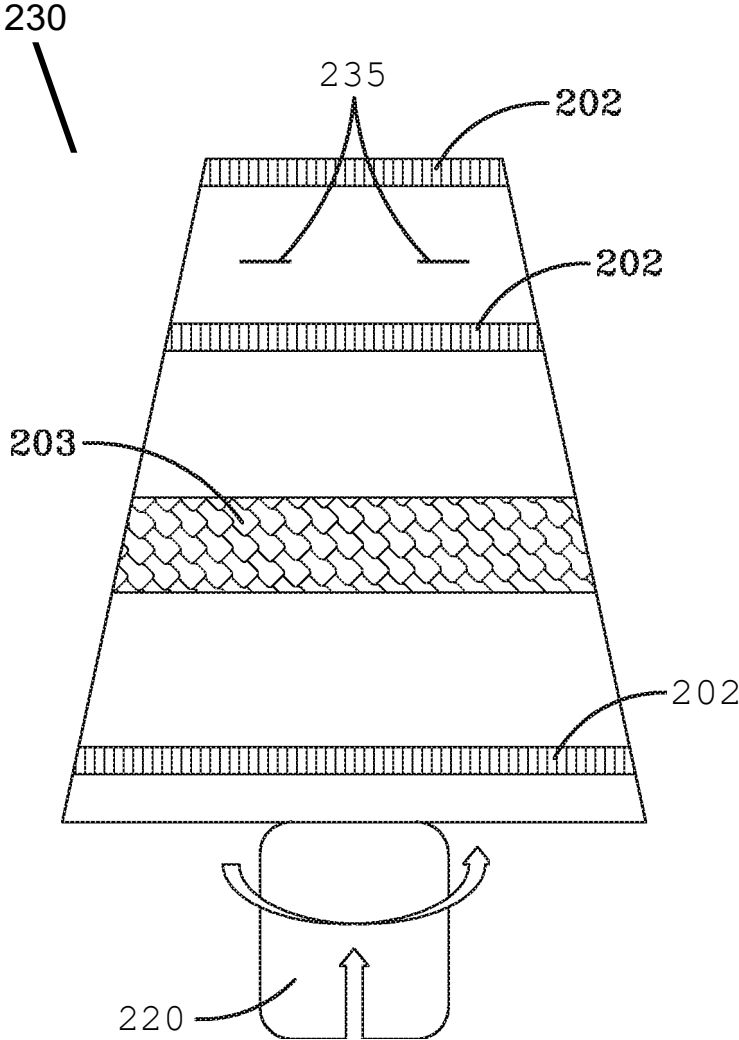


FIG-3

ZAŘÍZENÍ PRO PLAZMOVOU KOMPRESNÍ FÚZI

PROHLÁŠENÍ O VLÁDNÍM ZÁJMU

[0001] Vynález popsaný v tomto dokumentu může být vyráběn a používán vládou Spojených států amerických nebo pro vládu Spojených států amerických pro vládní účely bez placení licenčních poplatků.

ZÁZEMÍ

[0002] Při termonukleární fúzi dochází ke spojení (sjednocení) lehkých jader za vzniku těžšího jádra, což se v důsledku hmotnostního defektu děje za vzniku energie, jak je vyjádřeno ve výrazu $E=mc^2$. K fúzi dochází při extrémně vysokých teplotách, které přesahují teplotu jádra Slunce, která je přibližně 15 milionů stupňů Celsia. Například fúzní reakce deuteria s tritiem probíhá při teplotách přesahujících 175 milionů stupňů Celsia a fúzní reakce deuteria s deuteriem probíhá při teplotě přibližně 232 milionů stupňů Celsia. Při těchto extrémně vysokých teplotách a tlacích dochází k ionizaci plynu a vzniku plazmatu (čtvrtý stav hmoty), tedy souboru obrovského množství elektronů a kladných iontů ($2 \cdot 10^{20} / m^3$), které na sebe neustále vzájemně působí a vyměňují si energii.

[0003] Tři základní metody udržení plazmatu, které umožňují fúzi iontů, jsou gravitační udržení, inerciální udržení a magnetické udržení. Aby došlo k fúzi při gravitačním udržení, je zapotřebí hmoty hvězdné velikosti, a proto jsou jedinými praktickými metodami inerciální a magnetické udržení, jakož i možné hybridy těchto dvou metod. Fúze ze setrvačného udržení se vytváří pomocí laserem řízených implozí nebo pomocí elektrických polí (elektrostatických), zatímco fúze z magnetického udržení se vytváří pomocí extrémně vysoké magnetické indukce v takových konfiguracích, jako jsou tokamaky (zařízení, která používají silné magnetické pole k udržení plazmatu ve tvaru torusu, což je plocha otáčející vytvořená otáčením kruhu v trojrozměrném prostoru kolem osy koplanární s kruhem), magnetická zrcadla, magnetické kužely, pinče a zmagnetizované terče.

[0004] Všechny tyto metody udržení plazmatu mají závažné problémy, jako jsou extrémně velké rozměry (srovnatelné s rozměry letadlové lodí), nestabilita plazmatu u tokamaků a ztráty energie a krátká doba udržení plazmatu u magnetických zrcadlových/kuspových strojů. Žádná z těchto metod konfinence dosud nebyla schopna dosáhnout rovnovážné fúzní reakce, tj. podmínky, kdy se fúzní výkon rovná příkonu, natož aby bylo dosaženo podmínky vznícení, kdy se fúzní plazma samo udržuje bez potřeby vnějšího příkonu. V důsledku toho je zapotřebí účinné zařízení pro stlačování plazmatu při fúzi, které vytváří energetický zisk.

SHRNUTÍ

[0005] Předmětem tohoto vynálezu je zařízení pro plazmovou kompresní fúzi, které obsahuje dutý kanál a alespoň jeden pár protiběžných dynamických tavidel. Dutý kanál obsahuje vakuovou komoru umístěnou uvnitř dutého kanálu. Každý dynamický fusor má množství otvorů a vnější povrch, který je elektricky nabitý. Dvojice dynamických topidel vytváří ve vakuové komoře koncentrovaný tok magnetické energie a elektromagnetické záření, čímž se

Koncentrovaný magnetický tok energie stlačuje směs plynů, které jsou vstříkovány otvory do vakuové komory tak, že se vytvoří jádro plazmatu, a elektromagnetické záření ohřívá jádro plazmatu, zatímco vytvářená magnetická pole omezují jádro plazmatu mezi dynamickými topidly tak, že když je do jádra plazmatu otvory přiváděna další směs plynů, dochází ke zvýšení energie.

[0006] Součástí tohoto vynálezu je zařízení pro fúzní reakci s kompresí plazmatu, které generuje zisk energie pomocí jaderné fúze vyvolané kompresí plazmatu. [0007] Charakteristickým rysem tohoto vynálezu je poskytnout zařízení pro fúzi kompresí plazmatu, které má schopnost maximalizovat součin tlaku plazmatu a doby udržení energie, aby se maximalizoval zisk energie, a tím vznikly podmínky pro zapálení fúze.

[0008] Součástí tohoto vynálezu je zařízení pro plazmovou kompresní fúzi, které může produkovat výkon v rozmezí od gigawattů do terawattů (a vyšší), přičemž příkon se pohybuje v rozmezí od kilowattů do megawattů.

KRESBY

[0009] Tyto a další znaky, aspekty a výhody tohoto vynálezu budou lépe pochopeny s odkazem na následující popis, přiložené nároky a přiložené výkresy, na nichž:

[0010] Obr. 1 je boční průřez jednoho z provedení (konfigurace křížového potrubí) zařízení pro plazmovou fúzi;

[0011] Na obr. 2 je boční řez jedním z provedení (lineární konfigurace) zařízení pro plazmovou fúzi; a,

[0012] Na obr. 3 je boční řez jedním z provedení dynamického fusoru (kuželovitá konfigurace).

POPIS

[0013] Preferovaná provedení tohoto vynálezu jsou znázorněna na příkladech níže a na obr. 1-3. Jak je znázorněno na FIG. 1, v jednom z provedení (označovaném jako konfigurace s křížovým kanálem) zahrnuje zařízení 10 pro plazmovou kompresní fúzi dutý křížový kanál 100 a nejméně dva páry protilehlých, hladce zakřivených, proti sobě se otáčejících kuželovitých struktur 200 (které fungují jako dynamické taviče). Dutý křížový kanál 100 zahrnuje vakuovou komoru 110 umístěnou uvnitř dutého křížového kanálu 100. Každá protilehlá, hladce zakřivená, protiběžně se otáčející kuželovitá struktura 200 má množství otvorů 205 a vnější povrch 210, který je elektricky nabitý. V kombinaci vytváří dvojice protiběžných kuželovitých struktur 200 ve vakuové komoře 110 koncentrovaný tok magnetické energie a elektromagnetické záření, přičemž koncentrovaný tok magnetické energie stlačuje směs plynů (fúzní palivo), které jsou vstříkovány otvory 205 do vakuové komory 110 tak, že vzniká plazmové jádro 75 (lze je také označovat jako fúzní plazmové jádro, které je v podstatě sférickým a homogenním souborem elektronů a kladných iontů) a elektromagnetické záření ohřívá jádro plazmatu 75, zatímco vytvářená magnetická pole omezují jádro plazmatu 75 mezi protiběžnými kuželovými strukturami 200, takže když se do jádra plazmatu 75 přes otvory 205 přivádí další směs plynů, dochází k energetickému zisku.

[0014] V popisu tohoto vynálezu bude pojednáno o vynálezu v kosmickém, mořském nebo pozemském prostředí; tento vynález však může být využit pro jakýkoli typ aplikace, která vyžaduje využití generování energie.

[0015] Jak je znázorněno na obr. 2, v jiném provedení vynálezu (označovaném jako lineární kanálová konfigurace) může zařízení 10 pro plazmovou kompresní fúzi obsahovat pouze jeden pár protilehlých zakřivených protiběžných kuželových struktur 200 umístěných v lineární konfiguraci v dutém lineárním kanálu 150. **Obecně** vynález využívá kuželovitý pohyb elektricky nabitě hmoty prostřednictvím zrychlených vibrací a/nebo zrychleného otáčení vystaveného plynulým, ale rychlým přechodným zrychlením, aby se vytvořila elektromagnetická pole s extrémně vysokou energií/vysokou intenzitou, která nejenže omezuje plazmu, ale také ji značně stlačují, takže dochází k hoření plazmatu s vysokou hustotou výkonu, což vede k zapálení a zisku energie.

[0016] Jak je znázorněno na obr. 1, preferované provedení zahrnuje dva páry protilehlých protiběžných kuželových struktur 200 se zakřivenými hlavami; lze však použít i více než dva páry kuželových struktur 200. Kuželové struktury 200 mohou být obecně označovány jako dynamické taviče a mohou být vyrobeny ze slitiny wolframu s vysokou kapacitou (např. nitridu wolframu) nebo z jakéhokoli jiného prakticky použitelného typu kovu, slitiny nebo materiálu. Každá kuželová struktura 200, která stojí proti sobě v párech, může mít hladce zakřivené vrcholové části 201 a/nebo může obsahovat sestavy elektrifikovaných mřížek 202 a toroidních magnetických cívek 203. Každá toroidní magnetická cívka 203 může být umístěna mezi nejméně dvěma sestavami elektrifikovaných mřížek uspořádaných v každé kuželové struktuře 200. Křížové vedení 100 může obsahovat vnitřní povrch 115 obklopující plazmové jádro 75. Vnitřní povrch 115 může být elektricky nabitý a vibrován, aby se zabránilo nárazu částic plazmatu na stěny křížového potrubí 100 (zejména na vnitřní povrch 115) a iniciaci zhášení plazmatu. Směs plynů nebo fúzní palivo, přednostně deuterium, se do jádra plazmatu 75 zavádí přes protiběžné kuželové struktury 200, konkrétně se vstříkuje otvory 205 v kuželových strukturách 200. Kuželové struktury 200 jsou připojeny ke korespondujícím dutým hřídelím 220, kterými je směs plynů nebo fúzního paliva přiváděna pod tlakem ze zásobníku (zásobníků) plynu (nejsou zobrazeny).

[0017] V alternativním provedení mohou mít dynamické fusory také kopulovitou nebo polokulovitou geometrii. V alternativním případě, jak je znázorněno na OBRÁZKU 3, mohou mít dynamické fusory tvar kuželových kuželů 230 nebo zkrácených kuželů s rovnoramenným lichoběžníkovým průřezem. Kuželové frustory 230 rovněž obsahují množství otvorů 235 a mohou obsahovat sestavy elektrifikovaných mřížek 202 (nejméně tři) a nejméně jednu toroidní magnetickou cívku 203, uspořádané v každém kuželovém frustu 230. **Obecně** může být množství otvorů 235 umístěno uvnitř elektrifikovaných mřížek 202. **Stejně jako** u všech ostatních provedení dynamického fusoru může mít každé kuželové frustum 230 elektricky nabitý vnější povrch. Každá toroidní magnetická cívka 203 musí být umístěna mezi dvěma elektrifikovanými mřížkami 202. Elektrické mřížky 202 slouží k ionizaci plynného deuteria (nebo jiného fúzního paliva v plynné formě) a jsou udržovány na různých opačně nabitých napětích, aby elektrostaticky urychlovaly buď elektrony, nebo ionty do jádra plazmatu 75, v závislosti na požadovaném fyzikálním efektu, podobně jako iontové trysky.

[0018] Všechna provedení dynamických fusorů mohou být použita buď v konfiguraci s lineárním potrubím, nebo v konfiguraci s křížovým potrubím, nebo v jakémkoli možném uspořádání potrubí. V provedeních popsaných dynamických fusorů je směr dynamických fusorů 200,230 nebo dynamického otáčení fusorů takový, že generovaný magnetický tok vždy směřuje k plazmovému jádru 75. Dynamické fusory 200, 230 mohou fungovat jako urychlovače částic pro elektrony, které jsou těsně vázány na magnetické siločáry toroidní cívky 203, **jakož** i na magnetické siločáry dynamických fusorů 200, 230, jakmile opustí každý dynamický fusor 200, 230. **V případě, že se dynamické fusory 200, 230 nacházejí v blízkosti magnetických siločar, je možné je použít jako urychlovače částic.** Tyto elektrony jsou elektrostaticky urychlovány přes sadu dvou elektrických mřížek 202 (jedna mřížka může být mřížka s kladným napětovým nábojem a druhá mřížka se záporným napětovým nábojem, přičemž obě mají schopnost přepínat elektrický náboj), které vykazují rozdíl potenciálů do jádra plazmatu 75 a vytvářejí hlubokou (vysokoenergetickou) zápornou potenciálovou studnu. Tato záporná potenciálová jámka výrazně urychluje kladně nabitě ionty směrem k ní, a jak ionty stále cirkulují kolem jámky, dochází k jejich fúzi. Vysokoteplotní a vysokotlaké jádro plazmatu 75 vzniká v důsledku vnikání plynných dynamických vírových chuchvalců, které vykazují vysoké viskózní teplo, a intenzivních srážek elektronů a kladně nabitých iontů, které tyto chuchvalce tvoří. Aby se jádro plazmatu 75 zahřálo na extrémní teploty, které vyžaduje fúze, generují elektricky nabitě dynamické fusory 200, 230 díky svému urychlujícímu se spinu vysoké elektromagnetické záření. Vnitřní povrchy dynamických fusorů 200, 230 jsou dobře izolovány proti migraci elektrického náboje, případně, ale bez omezení, vložkami z karbidu křemíku, nitridu boru nebo karbidu boru. Materiálem pro dynamické fusory 200, 230 je slitina wolframu (např., ale bez omezení, wolfram-nitrid) s vysokou kapacitou, aby udržela elektrický náboj alespoň jednoho coulombu. Každý dynamický fusor 200, 230 je namontován na odpovídající dutou hřídel 220 (která může být také označována jako fúzní palivový kanál), která je spojena s indukčním stejnosměrným motorem s proměnným výkonem (není zobrazen) a zásobníkem plynu (není zobrazen) a může být zrychlována-zpomalována-zrychlována v otáčkách prostřednictvím digitálního regulátoru (není zobrazen).

[0019] Aby došlo k fúzní reakci, musíme dodržet Lawsonovo kritérium, a to;

$$nT\tau_F \geq 3 \times 10^{21} \text{KeV s/m}^3 \quad (\text{rovnice 1}),$$

[0020] kde n je hustota plazmatu, T je teplota plazmatu a τ_F je doba udržení energie. Rovnice 1 znázorňuje, že čím vyšší je součin tlaku plazmatu a doby udržení energie plazmatu, tím vyšší je energetický zisk fúzní reakce. Znaménko rovnosti v rovnici 1 představuje podmínku rovnováhy, která znamená energetický zisk rovný jedné, což je podmínka, za které se výstupní fúzní výkon rovná příkonu reaktoru. Dále je důležité si uvědomit, že pokud zdvojnásobíte sílu magnetického pole (zdvojnásobíte magnetickou indukci B in jednotek Tesla), snížíte lineární velikost reaktoru na polovinu, za předpokladu, že ostatní parametry fúze zůstanou konstantní. Proto je schopnost generovat vysokou magnetickou indukci (hustotu magnetického toku) nesmírně důležitá při vývoji kompaktního fúzního zařízení.

~~CS 2019/0295733/A1~~ **CS 2019/0295733/A1**, které vyjadřují důležitost vysoké indukce magnetického pole, pokud jde o magnetické udržení plazmatu pro fúzi, a to:

3

Sep.26,2019

Zisk energie - B^3 (rovnice 2)

a

Hustota fúzního výkonu - $P^2 \sim B^4$ (rovnice 3),

[0022] kde P je tlak plazmatu a B je magnetická indukce nebo hustota magnetického toku za podmínky, že poměr tlaku plazmatu a tlaku magnetického pole je řádově roven jednotce.

[0023] V současné době existuje jen několik zamýšlených fúzních reaktorů/zařízení, které jsou v malém, kompaktním balení (o průměru od 0,3 do 2 metrů) a obvykle používají různé verze magnetického udržení plazmatu. Třemi takovými zařízeními jsou kompaktní fúzní reaktor (LM-CFR) společnosti Lockheed Martin (LM) Skunk Works, fúzní koncept EMC² Polywell a zařízení Princeton Field-Reversed Configuration (PFRC).

[0024] LM-CFR využívá konfiguraci magnetického zrcadla, v níž toroidní magnetické cívky s proměnným proudem generují oscilace magnetického pole, které ohřívají ohraničené plazma. Zařízení Polywell využívá hybridní schéma omezování a ohřevu plazmatu pomocí inerciálního elektrostatického omezení a magnetického omezení v rámci polyedrické bi-konické zrcadlové geometrie. Zařízení PFRC využívá unikátní schéma radiofrekvenčního ohřevu k indukci rotujících magnetických polí za účelem omezení plazmatu. Tato zařízení se vyznačují krátkou dobou udržení plazmatu, možnými nestabilitami plazmatu s rostoucí velikostí a je sporné, zda jsou schopna dosáhnout stavu rovnováhy při fúzi, natož samovolného hoření plazmatu vedoucího k zážehu.

[0025] Klíčem k fúzi je dosažení extrémně vysokých magnetických polí, která mohou přesáhnout 30 Tesla, což v současné době nedokážou snadno vytvořit ani vysokoteplotní supravodivé magnety typu REBCO (Rare Earth Barium Copper Oxide). Extrémně vysoká B-pole však lze generovat řízeným pohybem elektricky nabitých matic prostřednictvím zrychleného spinu a/nebo zrychlených vibrací, které jsou vystaveny rychlým přechodným zrychlením.

[0026] Zařízení **10** pro plazmovou kompresní fúzi využívá řízený pohyb elektricky nabitých hmoty prostřednictvím akcelerovaných vibrací a/nebo zrychleného spinu, které jsou vystaveny plynulým, ale rychlým přechodným jevům zrychlení-zpomalení-zrychlení, za účelem generování elektromagnetických polí s extrémně vysokou energií/vysokou intenzitou. Tato pole nejenže omezují jádro plazmatu **75**, ale také ho značně stlačují (vyvoláním vysokoenergetické záporné potenciálové studny), aby vzniklo plazmové hoření s vysokou hustotou výkonu, které vede k zapálení. Generované elektromagnetické záření vysoké intenzity ohřívá jádro plazmatu **75** a vytvářená magnetická pole ho omezují mezi dynamickými tavidly **200, 230**. Jak bylo popsáno dříve, vnitřní povrch kanálu **115** je elektricky nabitý a vibrován, aby se zabránilo nárazu částic plazmatu na stěny (vnitřní povrch kanálu **115**) a iniciaci zhášení plazmatu. Vibrací lze dosáhnout průchodem elektrického proudu piezoelektrickými vrstvami, jako je titanicitan olovnatý (PZT), které jsou zabudovány v zařízení **10** pro plazmovou kompresní fúzi, zejména ve vnitřním povrchu **115**. Zařízení pro plazmovou kompresní fúzi **10** může být z důvodu bezpečnosti personálu umístěno ve Faradayově kleci. Stínění z karbidu bóru (nebo slitiny wolframu) o tloušťce 10 až 15 cm, které slouží jako Faradayova klec, může rovněž obsahovat chladič kanály pro cyklus tepelné přeměny a poskytovat potřebnou strukturální podporu a integritu, aby vydrželo fúzní reakci.

indukované neutronové bombardování. Nestability plazmatu by byly minimalizovány a případně potlačeny střížnými proudy generovanými dynamickými fuzory **200, 230**. Stříživé proudění by roztrhalo vírové víry, které jsou zodpovědné za vznik turbulence v plazmatu, jež je považována za hlavní zdroj nestabilit plazmatu při fúzní reakci. **[0027]** Výstupní fúzní energii lze odebírat prostřednictvím konfor malních výměníků tepla (nejsou zobrazeny), které jsou v jedné rovině s vnější stěnou fúzního zařízení **10** pro stlačování plazmatu (což může být vnější povrch kanálu **116**) a přenášejí neutronový pro

tepla do termoelektrického generátoru prostřednictvím chladicí kapaliny, jako je voda nebo polyalfa olefin (PAO). Směs plynů a další směs plynů (obojí je fúzním palivem), přednostně plynné deuterium, se zavádí do plazmového jádra **75** přes dynamické fuzory **200, 230**, konkrétně se vstříkuje přes otvory **205, 235**. Deuterium (těžký vodík) lze hojně získávat z mořské vody; odtud myšlenka "prakticky neomezeného" zdroje paliva, která činí tento vynález mimořádně výhodným.

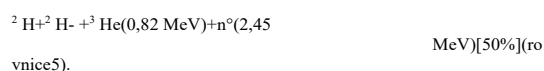
[0028] Fúzní palivo (směs plynů a další směs plynů) může být neutronové nebo aneutronové. Neutronické fúzní palivo může být směs deuteria s tritiem, deuteria s deuteriem, deuteria s xenonem nebo jakákoli prakticky použitelná směs plynů. Směs plynů i přídatná směs plynů by měly mít stejné chemické složení. Směs deuteria a xenonu může produkovat xenon-129 s uvolněním dvou rychlých (vysoce energetických) neutronů, což by značně posílilo výkon, je však třeba zvážit degradaci stěn zařízení a účinky zvýšené radioaktivity jak z provozního, tak z bezpečnostního hlediska.

[0029] Neutronové fúzní palivo může být, ale bez omezení, proton-boronové **11** (pro fúzi při teplotě vyšší než $!Ox$ fúzní teploty neutronového paliva). V tomto případě se neuvolní žádné neutrony, a tudíž nevznikne žádné nebezpečí radioaktivity. U vodíkovo-boronového paliva existuje šance jedna ku tisíci, že vznikne gama kanál, což by v případě plného provozního stavu zařízení vyžadovalo velkou opatrnost. Přímá konverze energie se používá při získávání fúzní energie z plazmového kompresního fúzního zařízení **10**, protože produkty tohoto aneutronového paliva jsou tři částice alfa (3 částice helia-4); proto je přímá konverze těchto nabitých částic prostřednictvím hi-tech transformátoru proveditelná. Hlavním problémem při použití aneutronického paliva je, že vyžaduje teplotu fúze 2 miliardy stupňů Celsia (a vyšší), což je téměř $!Ox$ nárůst oproti neutronickému palivu, jako je například preferované plynné deuterium.

[0030] Při použití deuteria (2H) jako fúzního paliva dochází k následujícím chemickým reakcím:



e4)



[0031] Pomocí plynného deuteria je tedy možné využít jak přímou (elektrickou), tak nepřímou (tepelnou) přeměnu energie, což je z provozního hlediska velmi žádoucí.

[0032] Aby bylo možné účinně produkovat fúzní energii, musí být zařízení **10** pro stlačování plazmatu vakuově čerpáno. Je žádoucí ultravysoké vakuum v řádu $10 \text{ až } 5 \text{ Torrů}$, ale vzhledem k provozním omezením zařízení lze použít i vakuum nižší kvality.

[0033] Pro podmínky zrychlených vibrací nebo zrychleného

maximální tok EM energie (časová rychlost změny přenosu EM energie na jednotku plochy) je:

$$s_{max} fG(a2ieo)[(Rv')^{topl} \quad (rovnice 6),$$

[0034] kde fG je geometrický tvarový faktor nabitého systému (pro diskovou konfiguraci je roven 1), a je hustota povrchového náboje, Co je elektrická permitivita volného prostoru, Rv je amplituda vibrací (harmonických kmitů), vis úhlová frekvence vibrací v Hertzích a podobně v případě axiálního spinu je Rv efektivní poloměr systému, zatímco v představuje úhlovou frekvenci spinu, a $t P$ je provozní doba, po kterou je elektricky nabitý systém provozován při maximálním zrychlení (R^2). Tato uzavřená formulace je výsledkem syntézy klasické teorie elek tromagnetického pole s fyzikou jednoduchého harmonického pohybu. Dále pro případ rychlých časových rychlostí změn zrychlených kmitů/spinů (rychlých přechodných zrychlení) nabitě soustavy, za předpokladu, že časový diferent zrychlení je nenulový, dostáváme:

$$S_{max}=fG(Q^2/\epsilon_0)[(Rv,v^3)^2_{op}] \quad (rovnice 7).$$

[0035] Z rovnice 7 vyplývá, že i při mírné míře vibračních/spinových frekvencí v rychle se zrychlujícím režimu, je tok EM energie značně zesílen. To navíc ukazuje rozsáhlé možnosti generátoru elektromagnetického pole s vysokou energií/vysokou frekvencí, pokud je použit k ohřevu plazmatu v rámci zařízení pro kompresi plazmatu při fúzi.

[0036] Když do rovnice představující jednoduchý harmonický pohyb přidáme člen "energie/momentové pumpy" (negativní tlumení) (bv), endemický pro zrychlení systému, kde bis je konstanta a vis (dx/dt), tedy rychlost kmitajícího tělesa (m), lze ukázat, že maximum celkové energie (Er) kmitajícího systému lze zapsat jako:

$$Er \approx mRv^2 \Omega^2 [\exp(2\Omega t)] \quad (rovnice 8),$$

kde Q je úhlová frekvence kmitání za podmínky $[(b/2 m) \gg Q_0$ (vlastní frekvence kmitání)] a t je čas. Protože tok EM energie je přímo úměrný Er , pozorujeme, že při zrychlujících se vibracích bude docházet k exponenciálnímu růstu toku energie, zejména za podmínky rychlých přechodných zrychlení.

[0037] Vezmeme-li v úvahu klasické vyjádření druhého Newtonova zákona pomocí Lorentzovy (EM) síly, můžeme spojit kmitající hmotnost (m) s jejím kmitajícím nábojem (Q), a to tak, že m je přímo úměrné kvadrátu poměru (Q/Q). Spojením tohoto vztahu s rovnicí 8 získáme:

$$S_{max} \approx (Q^2/\epsilon_0)(Rv^2/Rv^5) \Omega [\exp(2\Omega t)] \quad (rovnice 9).$$

[0038] Rovnice 9 představuje maximální EM tok, kterého lze dosáhnout zrychlenou vibrací za výše uvedených podmínek, a platí pro sférickou geometrii (poloměr IR) pro vibrující hmotu (m) s odpovídajícím nábojem (Q). Všimněte si, že vibrace ve vnitřních stěnách elektricky nabitého zařízení (příčného nebo lineárního kanálu) musí být sledovány tak, aby výrazně nepřekročily vlastní frekvenci vibrací materiálů, z nichž jsou vyrobeny, protože to může generovat exponenciální růst EM toku a může mít škodlivé účinky na jádro plazmatu, jakož i na strukturální integritu a provozní bezpečnost zařízení **10**. Navíc vzhledem ke kónické geometrii dynamických topidel **200, 230** bude plazmová tekutina nabývat tvaru vírových struktur. Vezmeme-li v úvahu bezsilový vírový výraz ($\text{curl } v = Avv$), kde vis je rychlost plazmové kapaliny a Av je

konstantu, která může být za určitých podmínek mnohem větší než 1, můžeme z fyziky rovnice 4 napsat:

$$B/Rv \sim \text{curl } B = AvB \quad (rovnice 10),$$

kde Rv je efektivní poloměr víru, takže když RR klesá k nule, Av se stává faktorem zesílení pole B , který matematicky může jít do nekonečna. Fyzikálně to vyjadřuje velké zesílení magnetických indukčních B -polí vírových struktur plazmatu v jádře plazmatu **75**.

[0039] Maximum indukce magnetického pole (B) pro jeden z dynamických fuzorů **200, 230** jako funkci úhlové frekvence otáčení (c) pro každý z dynamických fuzorů lze zapsat jako:

$$B_{MAX} \approx \mu_0 \sigma Rv \omega^3 t_{op}^2 \quad (rovnice 11),$$

[0040] kde μ_0 je magnetická permeabilita volného prostoru ($-0 (10^{-6})$). a je povrchová hustota náboje kuželové struktury **200, R'''** je efektivní spinový poloměr dynamického fuzoru a $t P$ je operační čas při maximální akceleraci spinu. Pro podmínku $0 Rwt / - O(1)$, tj.

řádu jednoty získáme $B_{MAX} \sim w^3$, jinými slovy, maximální hustota magnetického toku se stupňuje s krychlí úhlové frekvence spinu kuželové struktury **200**.

[0041] Vzhledem k tomu, že při laboratorních pokusech byly odebrány předměty ve tvaru disku o průměru 10 cm a roztočeny rychlostí 10 000 rad/s (100 000 ot./min.), přičemž nedošlo k žádnému zjevnému selhání v důsledku odstředivého zatížení, lze bezpečně usoudit, že vzhledem k tvrdosti wolframu, z něhož je každý dynamický fuzor **200, 230** vyroben, je možné dosáhnout hodnot w v řádu 104 rad/s. To znamená, že hodnota B_{MAX} v řádu 10^6 Tesla je dosažitelná zrychleným roztočením povrchově nabitě kuželové struktury **200**, přičemž časový rozdíl zrychlení není roven nule (plynulé, ale rychlé zrychlení roztočení - není nutný prudký/skočivý pohyb). Takto vysoké hodnoty indukce magnetického pole (B) jsou možné, jak ukazují recenzované publikované práce vynálezce (Technical Paper AIAA 2017-5343 a Technical Paper SAE 2017-01-2040).

[0042] Vezmeme-li v úvahu rovnici 2, je energetický zisk fúzní reakce řádově 10^{18} , což znamená, že možnost fúzního vzplanutí, tedy samovolného vzplanutí plazmatu, je za výše uvedených podmínek vysoce reálná. V důsledku této jednoduché analýzy je důležité poznamenat, že současný vynález může produkovat výkon v rozsahu gigawattů až terawattů (a vyšší) s příkonem v rozsahu kilowattů až megawattů a případně vést k zapálení plazmového bum, tj. samoudržitelnému plazmovému bum bez potřeby externího příkonu, což naznačuje možnost tohoto vynálezu.

[0043] Při uvádění prvků tohoto vynálezu nebo jeho přednostního provedení (provedení) jsou články "a", "an", "the" a "said" míněny jako jeden nebo více prvků. Výrazy "obsahující", "zahrnující" a "mající" jsou míněny jako souhrnné a znamenají, že mohou existovat další prvky kromě uvedených prvků.

[0044] Ačkoli byl tento vynález popsán velmi podrobně s odkazem na některá preferovaná provedení, jsou možná i jiná provedení. Proto by se duch a rozsah přiložených nároků neměl omezovat na popis preferovaného provedení (preferovaných provedení) obsažených v tomto dokumentu.

Tvrdí se, že:

1. Zařízení pro plazmovou kompresní fúzi, které se skládá z:

duté lineární potrubí s vakuovou komorou umístěnou uvnitř dutého lineárního potrubí;

jeden pár protilehlých, hladce zakřivených, protiběžných kuželových struktur umístěných v dutém lineárním potrubí, přičemž každá protiběžná kuželová struktura má množství otvorů a vnější povrch, který je elektricky nabitý, a v kombinaci s nimi vytváří ve vakuové komoře koncentrovaný tok magnetické energie a elektromagnetického záření, přičemž koncentrovaný magnetický energetický tok stlačuje směs plynů, které jsou vstříkovány skrze otvory do vakuové komory, takže se vytváří plazmové jádro, a elektromagnetické záření ohřívá plazmové jádro, zatímco vytvářená magnetická pole omezují plazmové jádro mezi protiběžnými kuželovými strukturami, takže když je do plazmového jádra skrze otvory zavedena další směs plynů, vytváří se energetický zisk.

2. Zařízení pro plazmovou kompresní fúzi, které se skládá z:

dutý křížový kanál s vakuovou komorou umístěnou uvnitř dutého křížového kanálu;

nejméně dva páry protilehlých, hladce zakřivených, protiběžných kuželových struktur umístěných v dutém příčném potrubí, přičemž každá protiběžná kuželová struktura má množství otvorů a vnější povrch, který je elektricky nabitý, a v kombinaci všech párů vytváří ve vakuové komoře koncentrovaný tok magnetické energie a elektromagnetické záření, přičemž koncentrovaný tok magnetické energie stlačuje směs plynů, které jsou vstříkovány otvory do vakuové komory tak, že se vytváří plazmové jádro, a elektromagnetické záření ohřívá jádro.

jádro plazmatu, zatímco vytvářená magnetická pole omezují jádro plazmatu mezi protiběžnými kuželovými strukturami, takže když se do jádra plazmatu přes otvory přivede další směs plynů, vzniká zisk energie.

3. Zařízení pro plazmovou kompresní fúzi podle nároku **2**, kde zařízení pro plazmovou kompresní fúzi dále obsahuje duté hřídele, přičemž každá dutá hřídel je připojena k odpovídající kuželové konstrukci, dutá hřídel je připojitelná k zásobníku plynné směsi, který dodává směs plynu.

4. Zařízení pro plazmovou kompresní fúzi, které se skládá z:

dutý křížový kanál s vakuovou komorou umístěnou uvnitř dutého křížového kanálu;

nejméně dva páry kuželových plomb umístěných v dutém příčném potrubí, přičemž každá kuželová plomba má několik otvorů a vnější povrch, který je elektricky nabitý, a v kombinaci všech párů vytváří ve vakuové komoře koncentrovaný tok magnetické energie a elektromagnetického záření, přičemž koncentrovaný magnetický energetický tok stlačuje směs plynů, které jsou vhnány otvory do vakuové komory tak, že se vytvoří jádro plazmatu, a elektromagnetické záření ohřívá jádro plazmatu, zatímco vytvářená magnetická pole omezují jádro plazmatu mezi kuželovými plody tak, že když je do jádra plazmatu vhnána další směs plynů skrze otvory, vzniká energetický zisk.

5. Plazmové kompresní fúzní zařízení podle nároku **4**, kde každá kuželová plocha obsahuje sestavu elektrifikovaných mřížek a alespoň jednu toroidní magnetickou cívku, uspořádanou v každé kuželové ploše, přičemž každá toroidní magnetická cívka je umístěna v prostoru mezi dvěma elektrifikovanými mřížkami.

* * * * *