

Apparato e metodo per la produzione di energia mediante elettrocompressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate

A nome: Associazione Open Power

Inventori: Ugo ABUNDO, Alessandro BURGOGNONI, Michele DI LECCE, Paola PIERAVANTI, Salvatore Luciano SAPORITO, Angela VENUTO

La presente invenzione riguarda un apparato e metodo per la produzione di energia mediante elettrocompressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate.

Più precisamente, la presente invenzione riguarda un apparato e metodo per la produzione diretta di energia elettrica e/o termica e/o contemporanea stabilizzazione di elementi radioattivi mediante elettro-compressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate, senza emissione di radiazioni.

Si desidera ringraziare il dott. Giorgio Vassallo per gli interessanti confronti sull'argomento LENR, in rappresentanza dei tanti ricercatori con cui gli Inventori hanno avuto scambi di opinioni, e che sarebbe impossibile citare qui esplicitamente.

Stato della tecnica

La produzione di energia termica ed elettrica, con i metodi convenzionali (combustibili fossili, energia da fissione, fonti rinnovabili) solleva notoriamente

una serie di problemi, dalla esauribilità delle risorse, alla indisponibilità o mancanza di continuità in taluni casi per le fonti rinnovabili, alla emissione, non solo in caso di incidente, di sostanze o radiazioni nocive e produzione di residui tossici o radioattivi per millenni. Da tempo la risposta della tecnologia, la cosiddetta energia da fusione calda, mostra difficoltà realizzative a tutt'oggi insormontate.

Né si è data risposta alla necessità di smaltire, con metodi economici, le ingenti quantità di scorie radioattive ormai accumulate dall'esercizio dei reattori a fissione.

Una vasta letteratura, che nel seguito si riporta in forma sintetica, mostra, anche con molti brevetti, di poter affrontare il problema energetico mediante forme di reazioni chimico-nucleari esotermiche, a relativamente basse temperature e livelli energetici (medi), a partire da elementi generosamente disponibili in natura in forma pressoché illimitata, ed economici.

La stessa letteratura mostra parimenti che il problema dello smaltimento delle sostanze radioattive prodotte da impianti di fissione non è disgiunto da un possibile contemporaneo contributo alla soluzione dei problemi energetici.

Ma attualmente le rese di tali processi si limitano a valori modesti, per motivi che sono già ormai piuttosto conosciuti dai ricercatori. Infatti la vasta sperimentazione divulgata mette in evidenza i principali ostacoli all'ottenimento di rese che siano

importanti dal punto di vista delle applicazioni industriali:

- la difficoltà a comprimere i componenti, per far venire in sufficientemente intimo contatto tra loro gli elementi reagenti con sufficienti energie di attivazione idonee a far superare le barriere che ostano al verificarsi delle reazioni esoenergetiche, in tutta la massa dei reagenti o almeno in significative porzioni di essi;
- l'elevata probabilità di produzione di radiazioni altamente nocive, difficilmente schermabili (in particolare, emissioni di neutroni) in caso di successo nell'attivazione delle reazioni;
- l'elevato pericolo che si sviluppino, in caso di successo, emissioni successive di neutroni, conducenti a reazioni a catena, di tipo altamente esplosivo (tra l'altro, utilizzabili anche per deprecabili fini non pacifici);
- la necessità di formazione degli stessi neutroni, ritenuti indispensabili per attivare i processi esoenergetici, ma contemporanea difficoltà a formarli alle dette basse energie;
- la necessità di trovare condizioni geometrico-operative in grado di catalizzare i processi necessari;
- le difficoltà nella riproduzione e nel controllo delle reazioni, per non farle spegnere né andare fuori controllo;
- la refrattarietà che si instaura rapidamente nella matrice metallica, responsabile dell'arresto delle

- reazioni esotermiche se non si procede a cicli di degasificazione dell'idrogeno, non prontamente realizzabili con depressione pneumatica;
- gli elevati consumi energetici medi che si rendono necessari in alimentazione con le diverse metodiche, che rendono svantaggiosa la produzione in output;
 - la necessità, almeno localmente, di ottenere in opportune zone all'interno dei materiali condizioni addirittura paragonabili a quelle che si avrebbero nella cosiddetta fusione calda;
 - la difficile convertibilità diretta dell'energia termica in energia elettrica, per via delle particolari configurazioni di apparato e delle basse rese alle previste temperature;
 - la difficoltà a comporre le soluzioni, che pur sono state proposte con successo in risposta ai singoli problemi parziali elencati (che sembrano avere soluzioni diametralmente inconciliabili), in un unico mosaico, mediante una geometria dell'apparato, in sintonia con la corrispondente modalità operativa, che le mantenga contemporaneamente efficaci, anzi agenti in sinergia;
 - la difficile praticabilità costruttiva del progetto, che necessita di materiali dalle elevate prestazioni tecnologiche, la cui adozione richiesta da una soluzione è spesso incompatibile con le necessità imposte dagli altri aspetti.
- Prima di descrivere la soluzione che costituisce

argomento del presente brevetto, i suddetti aspetti vengono trattati nella raccolta sintetica elencata nel seguito, ove sono evincibili anche le principali soluzioni parziali indicate in letteratura.

Lo stato dell'arte nel settore può essere tracciato attraverso la rapida citazione di alcuni tra i principali studi che caratterizzano le diverse categorie di approccio al problema.

Principali studi inerenti, per categoria:

- Fleischmann (primo annuncio ufficiale di sviluppo anomalo di calore in situazione elettrolitica creata da passaggio di corrente tra elettrodi metallici monolitici);
- De Ninno (rapporto ufficiale ENEA relativo alle anomalie energetiche utilizzando filo metallico sottile in elettrolisi);
- Arata (anomalie termiche in matrici metalliche deposte su supporto ceramico, in gas di isotopi di idrogeno, riscaldato);
- Don Borghi (studio della generazione di neutroni in idrogeno sollecitato da microonde);
- Focardi (effetti anomali dell'idrogeno gassoso su nichel monolitico);
- Mizuno (effetti anomali in elettrolisi di soluzioni saline con catodo in tungsteno in regime di plasma elettrolitico);
- Iorio e Cirillo (analisi degli effetti in reattori tipo "Mizuno");
- Celani (effetti anomali su filo di Costantana

nanostrutturato in superficie, in atmosfera di idrogeno);

- Abundo (catodi a letto fluido di polveri in reattori tipo "Mizuno");
- Miley (effetti di stratificazioni sottili di diversi metalli e studio del comportamento di materiali nanostrutturati);
- Godes (effetto di sollecitazioni elettriche periodiche su materiali catodici);
- Ahern (effetto della nano dimensione sulla localizzazione di energia atta ad innescare le reazioni a soglia energetica);
- B.V.Vasiliev , ArXiv 1101.0330v6 - 2013 (nuovo effetto termomagnetico nei metalli(c)).

Sintesi delle più significative categorie di brevetti inerenti:

- Mills US 2004/0095705 A1 (creazione delle condizioni per la formazione di atomi di idrogeno con orbitale ridotto, ed emissione delle elevate energie di transizione);
- Miley US 20130295512 (migrazione dei protoni attraverso strati multi materiali);
- Brillouin US 0332087 A1 (sollecitazione elettrica periodica del materiale catodico);
- Ahern US 5411654 A, WO1996035215, WO2011123338 (preparazione di materiali per esaltare la localizzazione di energia);
- Soininen WO 2013 076378 A2 (creazione di materia di Rydberg e decadimento esoenergetico);

- Correa US 5449989 (eccessi energetici da scariche elettriche in plasmi a bassa pressione);
- Kucherov US 5632870 (dissociazione catalitica dell'acqua, energeticamente alimentata da scambio di calore con l'ambiente);
- K. Shoulders, US5054046 (metodo per la produzione e la manipolazione di cariche ad alta densità)
- H.Aspsden, US Patent 5734122 (apparato per la conversion termoelettrica di energia)
- Omero Speri Brevetto Italiano N.1024274 (scariche elettriche in isotopi dell'idrogeno, e combustibili, in presenza di elementi leggeri);
- Mizuno WO0126117 (eccesso di calore in plasma elettrolitico);
- Patterson U.S. Patent 5,494,559 (cella elettrolitica con eccesso anomalo di calore);
- Iwamura EP1202290 B1 (trasmutazioni di nuclidi radioattivi);
- Tengzelius, US 2013/0087062 A1 (apparato di fusione nucleare con sviluppo di energia termica);
- Boss Pamela (US Navy) US 8419919 B1 (apparato e metodo per stabilizzare rifiuti radioattivi);
- Rossi US Patent Application 2014/0326711 A1 (reattore a nickel e idrogeno);
- Piantelli EP 2368252 B1, PI2008A00019, EP0767962B1 (reattore a nickel e idrogeno);
- Abundo RM2013A000131 (reattore elettrolitico con catodo a letto fluido);
- Brevetti "Fusor":

- Bennett, W. H., (EN) United States Patent 3120475, United States Patent and Trademark Office., Feb, 1964. (Thermonuclear power);
- P.T. Farnsworth, (EN) United States Patent 3258402, United States Patent and Trademark Office., June, 1966 (Electric discharge – Nuclear interaction);
- P.T. Farnsworth, (EN) United States Patent 3386883, United States Patent and Trademark Office. June, 1968 (Method and apparatus);
- Hirsch, Robert, (EN) United States Patent 3530036, United States Patent and Trademark Office. September, 1970 (Apparatus);
- Hirsch, Robert, (EN) United States Patent 3530497, United States Patent and Trademark Office. September, 1970 (Generating apparatus – Hirsch/Meeks);
- Hirsch, Robert, (EN) United States Patent 3533910, United States Patent and Trademark Office. October, 1970 (Lithium-Ion source);
- Hirsch, Robert, (EN) United States Patent 3655508, United States Patent and Trademark Office. April, 1972 (Reduce plasma leakage);
- P.T. Farnsworth, (EN) United States Patent 3664920, United States Patent and Trademark Office. May, 1972 (Electrostatic containment);
- R.W. Bussard, "Method and apparatus for controlling charged particles", (EN) United States Patent 4826646, United States Patent

and Trademark Office., May, 1989 (Method and apparatus – Magnetic grid fields);

- R.W. Bussard, "Method and apparatus for creating and controlling nuclear fusion reactions", (EN) United States Patent 5160695, United States Patent and Trademark Office., November, 1992 (Method and apparatus – Ion acoustic waves).

Gli studi sul Fusor, benché non abbiano portato ad una fusione a livello di interesse commerciale, hanno però consentito la realizzazione di apparati commerciali per la produzione controllata e regolabile di neutroni, come ad esempio quello della società Gradel: <http://gradel.lu/activites/neutrons-generators>.

Scopo della presente invenzione è quello di fornire un apparato ed un metodo che risolvano i problemi e superino gli inconvenienti della tecnica anteriore.

E' oggetto della presente invenzione un apparato ed un metodo secondo le allegate rivendicazioni, che fanno parte integrante della presente descrizione.

L'invenzione verrà ora descritta a titolo illustrativo ma non limitativo, con particolare riferimento ai disegni delle figure allegate, in cui:

- la figura 1 mostra uno schema di principio a tre elettrodi per l'apparato secondo l'invenzione;
- la figura 2 mostra uno schema di principio di una forma di realizzazione a sviluppo lineare (semplificato a due elettrodi più potenziale di terra);

- la figura 3 mostra una variante dell'anodo nell'apparato secondo l'invenzione;
- la figura 4 mostra una variante con catodo refrigerato;
- la figura 5 mostra una variante di catodo per conversione elettrica diretta;
- la figura 6 mostra la stabilizzazione di elementi radioattivi (versione elettrolitica) secondo l'invenzione;
- la figura 7 mostra una variante elettrolita/gas con membrana elettrodica permeabile al gas;
- la figura 8 mostra un generatore di impulsi tipo "stacked Blumlein Line" utilizzato nell'apparato dell'invenzione.

Descrizione dettagliata di esempi di realizzazione dell'invenzione

Introduzione

E' noto fin dagli studi di E. Fermi (E. Fermi, J.Pasta, S. Ulam, "Studies of nonlinear problems", Los Alamos National Laboratories, Document LA-1940, May 1955) e recentemente di B. Ahern (B. Ahern, "Energy localization, the key to understanding energy in nanotechnology and nature", <http://lenr-canr.org/acrobat/AhernBSenergyloca.pdf>) che un materiale costituito da particelle di dimensione nanometrica ha proprietà notevolmente diverse da quelle del materiale a dimensione macroscopica. Le particelle nanometriche comprendono solo poche migliaia di atomi,

e quelli superficiali interagiscono in modo non lineare con gli atomi interni. Dopo sollecitazione da parte di un impulso energetico dall'esterno, specialmente se il materiale comprende componenti a diverse proprietà, l'energia del sistema target (bersaglio) sarà localizzata su un piccolo numero di atomi ad energia superiore a quella media. Il fenomeno della localizzazione dell'energia si presenta quindi utile per superare la soglia d'innescò di fenomeni LENR, reazioni nucleari a bassa energia (media), in sistemi di materiali compositi nanostrutturati, saturati di isotopi di idrogeno, sottoposti a sollecitazioni impulsate che comprimano tali isotopi nella matrice metallica in modo che vengano in intimo contatto tra loro e con elementi leggeri, così da innescare reazioni nucleari di fusione.

Adottando una miscela di più componenti con differenti proprietà magneto-, termo- e piezo-elettriche, l'applicazione di impulsi elettrici di breve durata e di grande potenza istantanea è in grado di amplificare l'instaurarsi di intensi gradienti termici ed elevati campi elettrici locali, a favore di un alto livello di localizzazione dell'energia.

L'introduzione di polveri nanometriche di materiali inerti contribuisce a mantenere disaggregato il materiale ai fini della conservazione della scala nanometrica dal punto di vista della contiguità elettrica.

In conclusione, il fatto che si utilizzino delle polveri con superficie nanometrica fa sì che gli atomi

non siano legati rigidamente e stabilmente, e quindi siano pronti a oscillare anelasticamente, ovvero raggiungere energie molto differenti dall'energia media. Il fatto che le polveri siano nanometriche, insieme alla diversità del materiale delle polveri, fa sì che all'interfaccia si generino energie locali altissime tali da permettere il superamento della soglia energetica necessaria per l'attivazione della fusione nucleare. E' qui da notare che la diversità delle polveri deve essere anche in relazione alle loro proprietà magneto- termo- e piezoelettriche.

Nell'invenzione, questa caratteristica viene utilizzata in combinazione con una corrente ad impulsi ottenuta tra un anodo ed un catodo e in combinazione con l'utilizzo di un gas tra anodo e catodo, contenente idrogeno o suoi isotopi o un liquido contenente idrogeno e/o suoi isotopi. Detta miscela gassosa o liquida (in generale miscela di un fluido o "miscela fluida") è sede, sotto impulsi di corrente da parte di detto generatore, di scariche in plasma gassoso o elettrolitico che producono ioni di isotopi di idrogeno che vengono indirizzati verso l'elettrodo a minor potenziale, ed elevati campi magnetici che generano neutroni direttamente incidenti su un bersaglio.

Inoltre le nanopolveri sono in contatto con il catodo.

Il fatto di usare una corrente ad impulsi ha un effetto sinergico con la miscela di polveri, perché l'eccitazione impulsiva contiene frequenze elevatissime che si mettono in risonanza con la dimensione

nanometrica della polvere mettendo in forte oscillazione gli atomi. Le caratteristiche di cui sopra non erano mai state proposte insieme perché nella letteratura le condizioni di presenza di ciascuna sono molto diverse nei diversi casi. Il fatto dell'impulso permette di utilizzare molta meno energia e attivare i processi a soglia, ottenendo così produzioni di energia di interesse industriale.

L'idrogeno serve per creare i protoni o i neutroni e farli poi penetrare nella miscela bersaglio al fine di attivare le reazioni di interesse. Regolando il voltaggio si può avere un regime protonico, neutronico o misto.

Le nanoparticelle, attivate, vanno poi a stimolare le reazioni nucleari sia nei materiali miscelati con le nano particelle che in alcuni dei materiali delle nano particelle stesse. La miscela deve essere uniforme alla scala dei 10 nm circa. Detta miscela bersaglio massimizza il numero di contatti tra i diversi materiali per esaltare gli effetti magneto, termo e piezoelettrici al fine di generare effetti di localizzazione di energia sotto sollecitazioni elettriche impulsive e campo magnetico conseguentemente prodotto e/o applicato dall'esterno.

Il catodo caldo nelle LERN è spesso un problema perché si danneggia. Invece qui si sfrutta proprio il catodo caldo prelevando il calore a temperatura massima e raffreddandolo per non rovinarlo.

Inoltre, in maniera preferita ma non esclusiva, si può costruire un apparato in cui il catodo ha una

superficie minore della superficie dell'anodo, in modo tale che il rapporto tra superficie dell'anodo e superficie del catodo è compreso tra 2 e 1000, più in particolare tra 50 a 500. Questo permette di accelerare e comprimere gli ioni di gas tra anodo e catodo, aumentandone la densità ed ottenere una energia soprasoglia per attivare le reazioni nucleari nel materiale combustibile all'interno della miscela nanometrica.

La presente invenzione comprende i seguenti elementi.

Anzitutto, un reattore in cui far avvenire una elettrocompressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate per la produzione di energia elettrica e/o termica, privo di emissioni di radiazioni neutroniche dall'apparecchiatura, con due implementazioni in gas (con e senza stabilizzazione di rifiuti radioattivi), altre tre implementazioni con generazione elettrica diretta (da plasma di idrogeno, o da plasma interno al tubo centrale, ad esempio in argon a circa 1 torr, 6 cm tra gli elettrodi, tensione interelettrodica $> 300V$, o sfruttando gli effetti Nernst/Aspden/Vassiliev) e altre due implementazioni in elettrolisi (sia con, sia senza la stabilizzazione di rifiuti radioattivi); gli elementi elencati non vanno intesi tutti come contemporaneamente necessari: ad esempio una variante prevede elettrolisi su target di miscele composite anche con alimentazione non impulsiva; un'altra variante prevede gas su target di miscele composite

anche senza scarica elettrica, o non impulsiva, senza che questi esempi possano essere intesi come limitazione alle possibili varianti.

In una forma realizzativa, il reattore comprende una combinazione dei seguenti componenti:

- una camera di reazione a Confinamento Inerziale Elettrostatico;
- una serie di tre elettrodi concentrici sferici o coassiali cilindrici o toroidali, quello centrale realizzato in tubo cavo, internamente raffreddabile da circolazione di refrigerante;
- Tubi ionizzatori con rimbocco, o sostituiti in forma di acceleratori distribuiti, disposti internamente perifericamente, costituiti da un elettrodo esterno positivo, griglia mediana (elettricamente flottante) in doppia mesh di tungsteno (per l'allineamento radiale degli ioni); si può usare un'emissione termo-anodica da sorgente litio-alluminosilicato riscaldato a 1000 - 1200°C (es. eucryptite o spodumene), (prevedibili anche borosilicato o litio boro-idruro) tenuta a potenziale di 1000 - 2000 Volt (positivi) accelerata verso l'antielettrodo intermedio di controllo;
- pompa per creazione, mantenimento e ripristino del vuoto, o mantenimento della prescelta pressione, per funzionamento continuo;
- accessi per la strumentazione di controllo, i collegamenti elettrici e il flusso di gas e liquidi;

- un generatore programmabile di impulsi elettrici, in grado di fornire tre potenziali singolarmente e diversamente pianificabili, temporalmente organizzati in impulsi di selezionabili larghezza, segno, picco e frequenza di ripetizione;
- un gas elettricamente dissociabile in ioni di isotopi dell'idrogeno, possibili ioni di altri elementi leggeri quali Litio e Boro, anche diluibile in gas inerti;
- per la eventuale estrazione diretta di energia elettrica, un insieme di elettrodi magnetizzati, in zona anodica, e un insieme di elettrodi collegati a terra, in zona centrale, tra i quali si instaura una tensione atta a far lavorare un carico esterno al sistema; oppure in apposita camera collaterale, collegata con la centrale o da essa isolata, con il catodo caldo in comune;
- un flusso di liquido di raffreddamento, ad esempio refrigerante organico da alta temperatura, o acqua, o sali liquidi;
- un flusso di fluido contenente componenti radioattivi, sotto forma ad esempio di soluzione elettrolitica di sali di elementi da stabilizzare;
- una schermatura esterna, per il trattenimento di eventuali radiazioni secondarie non penetranti, quindi facilmente intercettabili, generate da processi secondari di interazione dei reagenti con l'apparecchiatura.

L'invenzione comprende inoltre un bersaglio costituito da matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate, contenente miscela sinterizzata di polveri metalliche nanometriche (da 10^{-9} a 10^{-7} m) a diversi componenti, con ceramiche inerti e/o nano-diamanti sintetici, contenente composti a base di elementi leggeri (come Li, B), anche a struttura dendritica frattale per evitare microfusioni locali con perdita di superficie, e consentire alla reazione di sintonizzarsi sulla dimensione ottimale di scala; la miscela può essere anche costituita da strati di diversi metalli, o da sospensione colloidale o da polveri slegate alloggiate in una capsula di contenimento permeabile agli elementi leggeri in forma gassosa o ionizzata, o una combinazione dei detti componenti. Si possono anche utilizzare polveri micrometriche (da 10^{-6} a 10^{-4} m) ma con superficie nanostrutturata.

L'invenzione comprende inoltre un metodo di esercizio per l'elettrocompressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate, basato sulla creazione e il mantenimento, all'interno della camera di reazione, di un plasma (gassoso o elettrolitico) elettricamente dissociato contenente gli ioni di isotopi dell'idrogeno (ad esempio idrogeno, deuterio), ed eventualmente litio, boro, i cui ioni positivi vengono accelerati dagli elettrodi periferici verso quelli centrali delle camere concentriche, fino ad incidere su un bersaglio centrale attivando reazioni

esoenergetiche, la cui produzione termica riscalda il plasma dal quale si estrae energia elettrica mediante apposita serie di elettrodi (con campo magnetico), e/o energia termica mediante flusso di refrigerante.

Può essere prevista una eventuale circolazione di soluzione di sali di elementi radioattivi (radioactive wastes), o comunque di fluido contenente gli elementi radioattivi in sospensione, che provvede a mettere in contatto tali atomi con il flusso di ioni leggeri al fine duplice di stabilizzare gli elementi instabili ed emettere energia termica estraibile e/o convertibile in forma elettrica.

Meccanismi di base e reazioni selezionate

La vastità dell'argomento non permette altro, se non una concentratissima sintesi dei fenomeni coinvolti, come riportato nel seguito.

I diversi studi effettuati dagli Inventori avvalorano l'ipotesi che si possa, a partire da matrici metalliche anche a diverse componenti, sia di tipo monolitico che sinterizzate, porose, stratificate o a polveri disaggregate specie a granulometrie micro e nanometriche, con addizione di innalzatori dell'efficienza, sottoposte a pressione di gas contenenti isotopi dell'idrogeno, e/o altri elementi leggeri, o in regime di penetrazione ionica a seguito di elettrolisi, o in plasma di gas rarefatto o sotto scarica ad alta tensione, in presenza anche di sollecitazioni elettriche periodiche e/o impulsive, facilitare dapprima l'assorbimento di ioni leggeri

nella matrice, indi la compressione, quindi l'innesco di reazioni coinvolgenti i nuclei degli atomi, con produzione netta di energia, a livelli di interesse industriale, senza emissione, in condizioni particolari, di radiazioni nocive. L'adozione di scariche in plasma di isotopi di idrogeno introduce inoltre un fondamentale elemento di flessibilità: per tensioni < 20 KV, si generano prevalentemente protoni energetici da far incidere sul target di polveri, al fine di attivare il set di reazioni innescate da protoni; per tensioni > 40 KV si generano neutroni, fino a 1 G neutroni/sec (prodotti in relazione alle tensioni adottate, quindi controllabili), al fine di attivare il set di reazioni innescate da neutroni.

Il sopra elencato obiettivo è stato conseguito sperimentalmente con l'apparato oggetto della presente invenzione, con le modalità di esercizio che ne costituiscono parte integrante (pur non costituendo limitazione all'utilizzo dell'apparato), secondo quanto verrà descritto dettagliatamente nell'apposita sezione di esempi mediante figure.

Va ora però presentata propedeuticamente la panoramica delle principali equazioni di reazione, selezionate come le più adatte dal punto di vista dell'ottenimento del risultato, con particolare riguardo a quelle che non generano reazioni a catena e non producono emissioni di neutroni fuoriuscenti dalla massa reagente.

Reazioni a bassa energia di soglia:

reazione D-T (la soglia più bassa, ~ 50 KeV)



reazione D-D (le due reazioni hanno la stessa probabilità di avvenire)

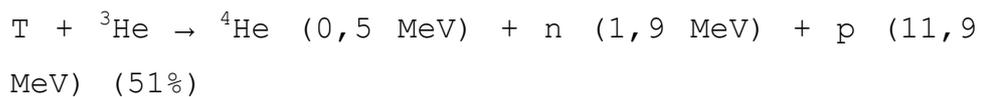


reazione T-T

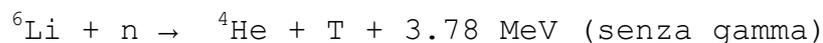
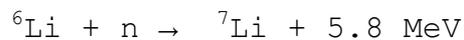


Altre reazioni fondamentali, *suddivise per categorie*, per la maggior parte *aneutroniche*:

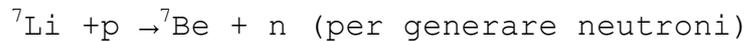
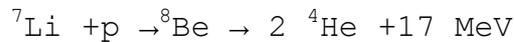
reazioni dell' ${}^3\text{He}$



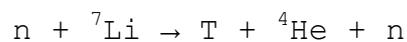
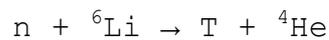
reazioni del ${}^6\text{Li}$



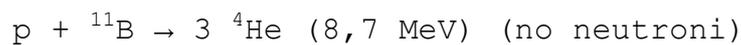
Reazioni del ${}^7\text{Li}$:



Reazioni generatrici di trizio



Reazioni del ${}^{11}\text{B}$



Reazioni del ${}^{10}\text{B}$

$\text{n} + {}^{10}\text{B} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^7\text{Li}^* + 2.79 \text{ MeV}$; il ${}^7\text{Li}^*$ cioè il Litio nella forma eccitata, poi si stabilizza emettendo gamma (0.5 MeV)

Reazioni del ${}^9\text{Be}$



Reazioni del ${}^{58}\text{Ni}$ e successivi isotopi



allo stesso modo sono esoenergetiche (analogo ordine di grandezza) le trasmutazioni successive, dal ${}^{58}\text{Ni}$ al ${}^{62}\text{Ni}$, via aggiunta di neutroni.

Descrizione di alcune forme di realizzazione dell'invenzione

Facendo riferimento alla figura 1, l'apparato 100 secondo l'invenzione, in una forma realizzativa, è costituito da un contenitore 101 cilindrico o sferico, preferibilmente in acciaio inossidabile, elettricamente collegato a potenziale di terra, internamente provvisto di uno strato 102 isolante, preferibilmente in teflon o ceramica. Il contenitore, se cilindrico è flangiato, se sferico è diviso in due emisferi, comunque utilizzando guarnizioni 109 in materiale ad esempio siliconico o ceramico composito, con bulloni di serraggio 110 ad esempio in acciaio inossidabile. Il contenitore presenta preferibilmente accessi 111, 112 e 114 per gli strumenti di controllo, per l'immissione o l'uscita di fluidi, per i collegamenti elettrici (mediante elementi isolanti nei riguardi del corpo dell'apparato), per il controllo e mantenimento della pressione o del grado di vuoto. Gli accessi 113 sono devoluti al flusso di fluidi di raffreddamento e/o fluidi radioattivi da bonificare. La camera può essere riscaldata dall'esterno mediante resistenze elettriche regolabili 116; un isolamento opzionale 117 limita le perdite termiche verso l'esterno ed avvolge interamente la camera, perimetralmente e sulle facce inferiore e superiore. Lo schermo 118,119 è costituito da una intercapedine 118 contenente composti liquidi o solidi assorbitori di neutroni, preferibilmente soluzione acquosa di acido borico o cristalli di acido borico; il cilindro 119, preferibilmente costituito da 5 mm di

spessore di piombo, assorbe radiazioni secondarie prodotte dall'assorbimento neutronico del boro.

Un anodo 103 emisferico o cilindrico preferibilmente in acciaio inossidabile (continuo o a griglia) è concentrico ad un elettrodo di controllo 105 preferibilmente in griglia di tungsteno o tubo di acciaio inossidabile di piccola sezione internamente percorso da refrigerante, foggato a reticolato geografico rado sferico o cilindrico. Una doppia sfera 104 o doppio cilindro in mesh preferibilmente di tungsteno o acciaio inossidabile assicura la direzione radiale degli ioni. Il tubo 113, ad esempio in materiale ceramico-metallico rinforzato, è separato dal contatto elettrico col tubo 106 (che costituisce il catodo) mediante il tubo di isolamento ceramico 115, cementati tra loro con collante ceramico-metallo da alta temperatura. Il target 107, costituito dal materiale reagente, può essere costituito da materiale composito autosostenentesi sul tubo 106, catodico, col quale mantiene contatto elettrico, o da materiale disaggregato contenuto in una capsula a superficie bicilindrica in materiale permeabile agli ioni di isotopi dell'idrogeno, preferibilmente Niobio, o Vanadio, o Titanio, anche questa in contatto elettrico col catodo 106. Nel caso di geometria sferica, questa, in prossimità dell'asse verticale, per un'apertura angolare totale di circa 40 gradi, si trasforma gradualmente in simmetria cilindrica per accordarsi con le tubazioni poste in posizione assiale.

Tipiche dimensioni d'esempio, ma da considerarsi non limitative delle rivendicazioni, sono 15-20 cm per il diametro del contenitore 101, poco meno per il diametro dell'anodo 3, 10 cm per la griglia 104, 5 cm per l'elettrodo di controllo 105, 2-5 mm per lo spessore del target 107, e 1-3 cm per la sua lunghezza assiale, 6-10 mm per il diametro del tubo 106. La camera 108 può contenere fluidi diversi, nelle diverse implementazioni. A titolo di esempio, non limitativo nei riguardi delle rivendicazioni, la camera contiene isotopi di idrogeno esclusivo o in miscela con Argon, alla pressione assoluta di 2-4 Torr. Tra l'anodo e il catodo, una differenza di potenziale tra 10 e 80 KV assicura la ionizzazione del gas e la accelerazione degli ioni positivi verso il target, con migrazione degli stessi attraverso il target, con un processo di compressione assicurato dalla geometria radiale dell'apparato, e regolato dal potenziale di controllo dell'elettrodo 105.

La tensione interelettrodica può essere costante, o impulsiva, o contenere la sovrapposizione tra una base costante e una sovrapposizione impulsiva, a variabili segno e frequenza di ripetizione, con i seguenti valori preferibili ma non limitativi: tensioni interelettrodiche inferiori a 20 KV, per sparare sul target protoni; superiori a 40 KV per formare neutroni con cui irradiare il target, da 20 KV a 40 KV per avere sovrapposizione tra i regimi. Il flusso di particelle viene regolato proprio dalla detta tensione. La camera, in accordo con la successiva figura 2, può contenere

anche ioni di elementi leggeri quali Litio e Boro, o, secondo altre implementazioni, soluzioni elettrolitiche preferibilmente con minori tensioni interelettrodiche. I dati sperimentali indicano che la tensione interelettrodica va accordata con la pressione che si intende avere in camera di reazione e la composizione del gas, insieme con la distanza tra gli elettrodi, in accordo con le curve di Paschen. A titolo di esempio, non limitativo al riguardo delle rivendicazioni, in atmosfera di idrogeno puro, mentre a 2 Torr la tensione preferibile è di 3.5 KV per 8 cm di distanza, ad 1 bar e 8 cm di distanza, la tensione preferibile è di 80 KV. Gli impulsi hanno preferibilmente una larghezza di poche decine di nanosecondi, versi preferibilmente alternati positivo e negativo, e creano densità di correnti, nelle polveri della matrice, di decine di migliaia di Ampere/cm², per "effetto pelle" in conseguenza delle alte armoniche contenute negli impulsi. Tipici valori di frequenza di ripetizione sono da 1 Hz a 1 MHz, preferibilmente tra 10 KHz e 100 KHz per non avvicinare la potenza media alimentata, alle potenze istantanee impulsive.

Per quanto riguarda la scala di dimensioni dell'apparato, la stessa concezione può essere applicata, a minori dimensioni, col fine di campagna sperimentale di ottimizzazione; può parimenti impiegarsi una batteria di apparati, ad esempio delle dimensioni medie indicate, per la produzione di maggiori quantitativi di energia e/o per la bonifica di maggiori flussi di scorie radioattive.

Si fa ora riferimento alla figura 2 e alla relativa forma di realizzazione. Lo schema di apparato a simmetria radiale può essere pensato a sviluppo lineare, semplicemente immaginandone una porzione elementare radiale. Qui lo si illustra, per semplicità, a due soli elettrodi più potenziale di terra, senza che ciò costituisca limitazione.

Un isolamento termico cilindrico 201 circonda il riscaldatore elettrico regolabile e/o serpentina di raffreddamento 202 esterno al contenitore 203 preferibilmente in acciaio inossidabile; le guarnizioni 204 da alta temperatura sigillano, mediante i bulloni in acciaio 205, la flangia 206 preferibilmente in acciaio inossidabile; il collante ceramico-metallico 207 sigilla la flangia all'elemento 211 ceramico che alloggia l'anodo 210 preferibilmente in tungsteno, sigillato con collante ceramico-metallico 217; la camera di reazione 218 contiene i gas caricati attraverso l'accesso 216, a pressione atmosferica, o maggiore, o minore. La camera 215 comunica attraverso il passaggio 219 con la camera 218, in cui avviene la scarica elettrica; l'isolante 208, in ceramica (preferibilmente allumina) isola il catodo 209 preferibilmente in tungsteno, dal contenitore 203; il collante ceramico-metallico sigilla in 217 il catodo all'isolante e in 207 l'isolante al contenitore 203; l'elemento 213 costituisce il materiale del target; il tubo conduttore 220 è collegato, tramite il contenitore 203, al potenziale di terra.

Per la dipendenza tra la pressione dei gas e la distanza interelettrodica, e la differenza di potenziale interelettrodica, valgono le stesse considerazioni svolte per la Fig. 1.

In tale versione, una diversa implementazione presenta le funzioni anodica/catodica scambiate, ponendo a potenziale alto proprio l'elettrodo a contatto col bersaglio, facendolo così raggiungere dalle cosiddette "scariche di Shoulders", intensi flussi elettronici atti a sviluppare fenomeni termoelettrici; gli ioni negativi degli isotopi di idrogeno, rilasciati dagli idruri presenti nel bersaglio di reagenti, vengono compressi con grande mobilità verso l'anodo, in sinergia con fenomeni di localizzazione di energia.

Facendo ora riferimento alla figura 3, nell'implementazione in cui ioni di Boro e/o Litio partecipino al bombardamento del target, per evitare l'introduzione di numerosi cannoni ione-anodici radiali, l'anodo 301 presenta una struttura a doppio strato: costituito da segmenti piani di sostegno 304 preferibilmente in acciaio inossidabile o tungsteno, e piastre 303 che si affacciano verso il centro di materiali (ad esempio non limitativo) quali spodumene o borosilicato (le piastre emettono ad esempio B^+ , Li^+ verso il centro), mantenuti riscaldati (con regolazione elettrica) a temperature dell'ordine dei 1000-1200 °C, a potenziali positivi di 1-2 KV, meccanicamente auto-sostenenti o preferibilmente fissati su supporto ceramico o direttamente sui segmenti anodici.

Le sostanze riscaldate liberano ioni 303 di Li, B nella camera di accelerazione, da indirizzare verso la zona catodica centrale.

Facendo riferimento alla figura 4, l'elettrodo intermedio di controllo 401 si affaccia su un catodo costituito da un tubo 403 in materiale preferibilmente ceramico ad alta conducibilità termica, percorso da un flusso 404 di refrigerante, cementato mediante collante ceramico-metallico ad alta conducibilità termica ed alto isolamento elettrico, ad un tratto di tubo coassiale 402 , preferibilmente in tungsteno, in collegamento elettrico catodico con un potenziale altamente negativo, supportante il target 405 reagente.

Facendo ora riferimento alla figura 5, si illustra una variante di catodo per conversione elettrica diretta.

Il calore generato nel target 507 viene in parte sottratto tramite i tubi coassiali 506 con ingressi e uscite 501 e 502 di refrigerante incollati al catodo 503 con terminale a corona circolare ad esempio di diametro esterno di 3.5 cm mediante separazione ceramica, e in parte ceduto allo stesso catodo 503 per fare il lavoro di estrazione termoionica degli elettroni dalla matrice metallica.

Sono previste due versioni: una che ha la camera catodica aperta inferiormente, in comunicazione col plasma dell'apparato trielettrodico, quindi col proprio contenuto nelle stesse condizioni di pressione; un'altra che ha la camera chiusa inferiormente, pertanto riempibile con un gas anche diverso, o solo in

condizioni diverse, ad esempio (non limitante) Argon a pressione di 100 Torr, con una tensione interelettrodica di 1.6 KV. Gli ioni positivi del gas ionizzato vengono accelerati dall'anodo 505 verso l'elettrodo di controllo 504 e quindi attraversando il target 507 verso il catodo 503. Il bulbo 517 a simmetria cilindrica costituente la camera 516, di diametro (misure indicative ma non limitative) di 5 cm, e di lunghezza di 12 cm, preferibilmente in ceramica rinforzata, che sovrasta il catodo, contiene una serie di elementi noti nella cosiddetta tecnologia PDC di "Plasma Dynamic Conversion": un elettrodo a barra 511 preferibilmente in tungsteno, protetto parzialmente dal tubo 512 preferibilmente ceramico che ne scopre solo una porzione di 1-2 cm; un elettrodo 509 preferibilmente in acciaio con estremi isolanti 510 per evitare flussi di elettroni verso le estremità; un anodo 513 con terminale a corona circolare di diametro esterno di 3.5 cm preferibilmente in tungsteno, isolato con ceramica 515 dall'elettrodo 509. La distanza anodo - catodo è indicativamente di 8 cm, divisa in tre porzioni dalla interposizione degli elettrodi 511 e 509. L'adozione di magneti a bobina 508 montati esternamente alla camera a bulbo, coassialmente con l'elettrodo 509, assicura un campo magnetico assiale sul detto elettrodo, facente sì che gli ioni positivi del gas ionizzato contenuto nella camera 516, di maggior massa rispetto a quelli negativi, risentano in misura diversa della forza di Lorentz, raggiungendo in maniera differenziata gli elettrodi 511 e 509, dando

così luogo ad una differenza di potenziale tra essi, atta ad essere chiusa utilmente su un carico esterno 514.

In Figura 6 si illustra la stabilizzazione di elementi radioattivi (versione elettrolitica).

Il contenitore 605 chiuso, con accesso 609 per l'elettrolita, qui esemplificato (senza che sia limitativo) in forma sferica, fa da anodo, ed è realizzato preferenzialmente in acciaio inossidabile. Il tubo più interno 601, catodico, preferibilmente in tungsteno, eventualmente rivestito internamente in ceramica con collante ceramico-metallico, può essere percorso dal refrigerante, tipicamente acqua o refrigerante organico da alta temperatura o sale liquido, e alloggia il target 602; il bulbo 604, forato in posizione centrale, si innesta su tubi assiali preferibilmente in acciaio inossidabile, coassiali col tubo 601, e con i tubi coassiali ceramici 606; gli accessi a corona circolare 607 e le uscite a corona circolare 608 sono percorsi dal fluido radioattivo da bonificare, preferibilmente soluzione salina, come esempio non limitativo, soluzione di nitrati degli elementi da stabilizzare; il bulbo 604 funge da elettrodo di controllo, e mentre permette uno scambio di materia col serbatoio costituito dal contenitore-anodo 605, fa fluire il fluido radioattivo attorno al target 602; sotto la spinta compressiva della differenza di potenziale tra gli elettrodi, i cationi della soluzione radioattiva si accumulano nel target e vengono investiti dagli ioni idrogeno, o dai suoi

isotopi (se la soluzione è in acqua pesante) trasmutandosi negli elementi stabili di decomposizione, accelerando i tempi di decadimento. Come per le versioni precedenti, tra gli elettrodi possono essere instaurate sia differenze di potenziale stabili che oscillanti, o impulsive o loro combinazioni, preferibilmente una bassa differenza continua, con sovrapposizione di impulsi ad alto picco e larghezza di poche decine di nanosecondi, di segno alterno per evitare l'inibizione da saturazione.

Come per le versioni precedenti, il target può essere formato come già illustrato nelle precedenti descrizioni.

Facendo ora riferimento alla figura 7, si illustra una variante elettrolita/gas con membrana elettrodica permeabile al gas.

Nella figura, il bulbo 704 è realizzato in materiale sottile continuo molto permeabile agli isotopi dell'idrogeno, ad esempio non limitante in lamina di Niobio o Vanadio o Titanio, preferibilmente su supporto strutturale in mesh di acciaio, per contenere l'elettrolita e separarlo dalla camera per il gas.

La consueta disposizione degli elettrodi e le già descritte differenze di potenziale comportano la compressione degli isotopi dell'idrogeno sui cationi dei materiali radioattivi accumulati sul target.

Nella figura 8, si illustra un generatore di impulsi tipo "stacked Blumlein Line".

L'adozione della Blumlein Line permette la realizzazione di impulsi particolarmente stretti e ripidi, con una periodicità variabile legata ai tempi di carica dei condensatori, fino alla differenza di potenziale necessaria per innescare la scarica attraverso lo spark-gap in conseguenza della distanza tra gli elettrodi.

In un contenitore metallico 809 realizzato in grigliato per contenere le emissioni elettromagnetiche che accompagnano gli impulsi, tre piatti paralleli 801, 802, 803 ad esempio rettangolari, preferibilmente in rame o alluminio, sono separati l'uno dall'altro da sottili strati di dielettrico 804, ad esempio Mylar; la pila di condensatori così formata è collegata: la piastra centrale 802, al polo positivo 806 ad alto potenziale, tipicamente da 10 a 40 KV; la piastra inferiore 803, al potenziale di terra 807; tra i potenziali dei terminali 806 e 807 si innesca, quando i condensatori sono carichi e capaci di scaricare, una scarica elettrica tra gli estremi dello spark-gap 805, con la necessaria differenza di potenziale dipendente dalla distanza tra gli elettrodi dello spark-gap e dalla atmosfera tra essi, se posti in ambiente sigillato.

La differenza di potenziale tra le piastre 801 e 803 viene scaricata periodicamente attraverso un carico 808, costituito ad esempio dall'apparato da sottoporre ad impulsi. Una particolare cura per accordare le impedenze tra la linea Blumlein e l'utilizzatore, consente l'alimentazione di impulsi stretti e la

realizzazione di un apparato generatore-reattore integrato.

Scambiando le polarità dei collegamenti ai morsetti di alimentazione si ottengono le scariche di Shoulders sul bersaglio.

Le principali varianti a quanto sopra possono così essere riepilogate in categorie:

- Versione Elettrolitica in soluzione acquosa con percentuale di acqua pesante (ΔV , con frequenze di ripetizione dell'impulso da 1 Hz a 1 MHz, con e senza base continua)
- Versione Gas a pressione, H con percentuale di D (ΔV , con frequenze di ripetizione dell'impulso da 1 Hz a 1 MHz, con e senza base continua)
- Versione Gas a bassa pressione, H con percentuale di D (ΔV , con frequenze di ripetizione dell'impulso da 1 Hz a 1 MHz, con e senza base continua).

Promozione di effetti magneto-, termo- e piezo-elettrici funzionali all'ignizione delle reazioni

La matrice metallica costituita da diversi componenti dispersi, amplifica, quando sottoposta a scariche elettriche impulsive, le disuniformità di campo elettrico e termiche locali, alle interfacce tra le particelle.

Nel seguito vengono elencati (a solo titolo di esempio senza che ciò costituisca limitazione al tipo di materiali che presentano il suddetto comportamento) alcuni componenti alla cui presenza è da attribuirsi il

verificarsi di effetti favorevoli alla localizzazione di energia, *come rilevato dalla nostra campagna sperimentale.*

Pertanto, al Nickel (noto catalizzatore delle reazioni di idrogenazione e assorbitore di idrogeno), possono convenientemente essere accoppiati materiali quali il Cu, (che in lega col Ni, sotto forma di Costantana, ha tra l'altro elevatissima capacità di assorbimento di idrogeno, così da poter eventualmente sostituire quest'ultimo), il Nichelcromo, il Cr, il Fe, il Li, il W, l'Ag, l'Al, il Si, il B, il C (anche in forma di grafene o fullerene).

Può inoltre impiegarsi l'addizione di ossidi quale ad esempio il CaO per facilitare l'assorbimento degli isotopi di idrogeno, e di isolanti elettrici per mantenere la grana nanometrica delle particelle e così la loro fondamentale individualità.

L'impiego di altri ossidi (ad esempio di Fe, Al, Si) e in special modo l'addizione di carburi e nitruri (ad esempio BC, SiC e BN), o vetro Borosilicato, mentre contribuisce a garantire l'individualità delle particelle, introduce effetti magnetoelettrici e piezoelettrici locali *additivi.*

Particolarmente idonei si rivelano materiali compositi costituiti da nano-diamanti sintetici (BN) rivestiti di Ni.

In particolare, la presente invenzione riesce a *mettere in sinergia* i comportamenti dei materiali selezionati, con le equazioni di reazione precedentemente elencate.

A solo titolo di integrazione, senza che costituisca limitazione, si evidenzia il notevole fatto aggiuntivo secondo il quale la presenza di Li e B accanto al Ni nel materiale del target consente, accanto alla facilitazione di effetti di localizzazioni di energia favorevoli al raggiungimento delle soglie energetiche atte ad attivare le reazioni esoenergetiche, l'utilizzo anche dei detti elementi come "fuel" (combustibile), nelle diverse composizioni isotopiche naturali (${}^7\text{Li}$ 93%; ${}^6\text{Li}$ 7%) e (${}^{11}\text{B}$ 80% ; ${}^{10}\text{B}$ 20%), (${}^{58}\text{Ni}$ 68%, ${}^{60}\text{Ni}$ 26.2%, ${}^{61}\text{Ni}$ 1.1%, ${}^{62}\text{Ni}$ 3.6%, e ${}^{64}\text{Ni}$ 0.9%) secondo le reazioni precedentemente riportate, in effetto altamente sinergico, ove la disponibilità di protoni o deuteroni (accelerati nell'apparecchiatura nel range di tensioni idoneo) comporta l'assorbimento da parte degli isotopi del Litio e la produzione di neutroni, utili per l'assorbimento da parte degli isotopi del Boro, anche essi capaci di assorbire protoni e neutroni, tutti con reazioni altamente esoenergetiche, fornendo neutroni agli isotopi del Nickel, capaci di trasmutarsi in isotopi a massa crescente, analogamente con reazioni esoenergetiche, fino a raggiungere il Cu.

Parimenti, utilizzando l'apparato nel range di tensioni atte alla generazione di neutroni, ancora i detti meccanismi restano possibili, anzi notevolmente facilitati, come si evince dalle reazioni riportate.

A conferma dei risultati sperimentali conseguiti dagli Inventori, si sottolinea che gli isotopi di Litio e Boro sono impiegati proprio nei rilevatori di

neutroni (anche a bassa energia) per la loro capacità di dar luogo alle reazioni esoenergetiche sopra elencate, attivate da neutroni; e che i "fusor", nel loro impianto concettuale, sono commercialmente impiegati per la produzione controllata di neutroni.

Litio e Boro sono utilmente collocabili, nella matrice metallica, ad esempio sotto forma di polveri di Carburo di Boro, Idruro di Litio, Idruro di Litio Alluminio, Idruro di Litio Boro, Deuteruro di Litio, vetro Borosilicato, Boro Idruro di Sodio, Idruro di Boro; gli idruri suddetti hanno anche la fondamentale proprietà di emettere idrogeno atomico localmente, oltre a liberare Litio e Boro per decomposizione termica (l'Idruro di Litio Alluminio ad esempio si decompone già a temperature di circa 150 °C, e il Litio Boro Idruro a circa 380 °C).

Poiché le dimensioni nanometriche delle particelle promuovono in generale il meccanismo di B. Ahern riguardante la localizzazione di energia, in particolare, la struttura a dendriti frattali consente lo stabilirsi di risonanze sintonizzate con le alte frequenze contenute negli impulsi elettrici stretti alimentati, in quanto nelle particelle è disponibile un range praticamente continuo di dimensioni, per via dell'auto-somiglianza.

Esempi non limitativi di tipologie di preparazione del materiale del target

Ai fini dell'idoneità all'utilizzo nella presente invenzione, i materiali del target possono essere scelti tra le seguenti forme o loro combinazioni:

- Elettrodeposti (ad esempio su lamina, su inerte, su mesh, su foam);
- Co-deposti (es. Ni su Fe, Pb su Ag, Ni insieme a H₂, anche con ultrasuoni);
- Mix a secco (anche con diverse granulometrie);
- Sinterizzati;
- Metalloceramici porosi;
- Foam;
- Micronano, dendritico;
- Griglie;
- Strati alterni, anche di grafene, e/o con polveri interposte;
- Trama longitudinale o trasversale rispetto alla direzione di passaggio di corrente o di penetrazione dell'idrogeno;
- Colloidi (oro, argento, Ni, Fe) anche ferro fluido (ematite/magnetite sospese);
- Contenuti in capsule di materiale permeabile agli isotopi dell'idrogeno o ai loro ioni.

Differenze e vantaggi innovativi

Rispetto alle precedenti soluzioni parziali di cui si è discusso, la presente invenzione mostra delle fondamentali differenze, costituite dai seguenti vantaggi innovativi, che riescono a dare soluzione contemporanea a tutti i problemi precedentemente

elencati che non hanno permesso finora rese industrialmente interessanti; di seguito, l'elenco delle soluzioni innovative:

- Speciale geometria cilindrico-sferica, cilindrica per alloggiare il tubo assiale, sferica per mantenere la compressione (si calcola che con soli 16 cm di diametro dell'anodo e 0.8 cm del catodo, si ha un rapporto tra le superfici di 400, quindi un efficacissimo rapporto di compressione dei protoni e/o cationi sul catodo);
- Possibilità di invertire la funzione anodica/catodica ponendo a potenziale alto proprio l'elettrodo a contatto col bersaglio, facendolo così raggiungere dalle cosiddette "scariche di Shoulders", intensi flussi elettronici atti a sviluppare fenomeni termoelettrici; gli ioni negativi degli isotopi di idrogeno, rilasciati dagli idruri presenti nel bersaglio di reagenti, vengono compressi con grande mobilità verso l'anodo, in sinergia con fenomeni di localizzazione di energia;
- Non ci sono reazioni a catena auto amplificanti né emissioni neutroniche fuoriuscenti dal bersaglio (come conseguenza delle reazioni principali di fusione) con conseguente impossibilità di uso militare, e limitazione agli usi pacifici;
- Flessibilità: per tensioni < 20 KV, si generano prevalentemente protoni energetici da far incidere sul catalizzatore; per tensioni > 40 KV nel plasma di idrogeno, in conseguenza dell'elevata corrente

- di scarica e dell'elevato campo magnetico connesso, si generano neutroni, fino a 1 G neutroni/sec (prodotti dall'apparato nel plasma, NON dalla reazione del Li, B o Ni, quindi controllabili); l'adozione di stretti impulsi amplifica ulteriormente il valore del campo magnetico ottenuto, per la produzione di neutroni;
- I "Fusor" (apparatati con elettrodi concentrici sotto tensione) non hanno finora prodotto applicazioni commerciali per produzione di energia, ma solo come produttori di neutroni: qui si introduce la catalisi nel target, attivata dal fenomeno della localizzazione di energia, in presenza dei neutroni e/o protoni/deuteroni incidenti;
 - La presenza del target costituito da matrice metallica può permettere, via compressione, (oltre a rendere più probabile l'interazione tradizionale tra nuclei), di avvicinare l'orbita dell'atomo di idrogeno al nucleo, producendo protoni "mascherati" come neutroni, più facilmente partecipanti a reazioni che coinvolgano i nuclei della matrice metallica;
 - Controllabilità, via regolazione della frequenza di ripetizione degli impulsi e regolazione della forma degli impulsi (mentre, in assenza di regolazione, il comportamento è stato previsto esplosivo in letteratura, di difficile controllabilità se a temperatura anche di poco superiore alla soglia di ignizione);

- Uso di impulsi alti, stretti, con ripide rampe di salita e discesa (con sincronismo delle porzioni di impulsi positiva e negativa) ad alta potenza istantanea (per superare le soglie di potenza atte ad attivare i fenomeni esotermici) e a bassa area e a basso ritmo di ripetizione, per limitare l'energia media necessaria in input; in particolare, con impulsi stretti poche decine di nanosecondi, in sinergia con l'adozione di nano particelle, sono da noi state osservate sperimentalmente potenze istantanee di decine di migliaia di Watt (a fronte di una alimentazione media di soli 100-200 Watt) che, rapportati alle dimensioni delle particelle, indicano la presenza di densità energetiche volumetriche paragonabili, per ordine di grandezza, alle energie di legame tabellate in letteratura per nucleone, mostrate persino dai nuclei più stabili, quale il Fe;
- Uso di impulsi anche rovesci (negativi) per degasare prontamente la matrice metallica e mantenere attiva l'efficacia dei protoni e/o degli ioni leggeri, in movimento, scongiurando la inibizione alle reazioni da parte della sopravvenuta immobilità per saturazione;
- Realizzazione degli impulsi dalle dette caratteristiche, mediante specifiche soluzioni alternative, adatte ciascuna in un range di modalità operative e di scala della apparecchiatura: dalla adozione di una "stacked Blumlein line" con microreattore integrato, per un

migliore accordo con l'impedenza ottimale richiesta dall'impulsatore; alla adozione di un sistema di controllo della forma programmabile degli impulsi mediante generatore di funzioni per il segnale di controllo, modulo di regolazione della durata degli impulsi con elementi monostabili, impiego di mosfet anche inversi nel modulo di potenza per la conduzione della sperimentazione di ottimizzazione; potenti condensatori a scarica in spark-gap, per maggiori scale di apparato;

- Miscela nanometriche a più componenti (dalle diverse proprietà fisiche), e interposizione di granuli ceramici (per mantenere la nanostrutturazione evitando l'agglomerazione di particelle della stessa natura), per sollecitare lo sviluppo di localizzazioni di energia, soprattutto in regime di scariche impulsive, localmente amplificate dagli elevati campi elettrici ai bordi ad alta curvatura delle nanoparticelle e dal contatto tra materiali diversi;
- Attraversamento del materiale del target da parte degli impulsi elettrici, per via della posizione del catodo in posizione più centrale rispetto a quella del target stesso: tale attraversamento è fondamentale soprattutto per la mobilità degli ioni positivi attraverso il mix del target (in regime di compressione), e per la generazione degli effetti termo e piezoelettrici esaltati

- dagli elevati campi elettrici localmente prodotti dalla grana nanometrica;
- Uniformità radiale dei fasci ionizzati (con uso di una doppia griglia a potenziale flottante);
 - Granulometria dendritica nano-frattale contro inibizione della reazione da sinterizzazioni;
 - Elettrodo sferico negativo di controllo raffreddato, ad esempio a tubo curvato a reticolato geografico;
 - Interno del catodo pervio, anche in tungsteno poroso, per l'estrazione di energia termica;
 - Presenza di campo magnetico autogenerato e/o mantenuto dall'esterno (adottandolo, si ottiene un miglioramento sensibile dei risultati, conseguente ad effetti magnetotermici e probabilmente all'azione sugli spin nucleari);
 - Possibilità di convertire parte dell'energia termica prodotta, direttamente in elettricità mediante tecniche di Plasma Dynamic Conversion, o basate su effetti termomagnetici Nernst, o Aspden, o Vasiliev, grazie alla particolare sintonia tra specifica geometria dell'apparato e fenomeni che vi si svolgono;
 - Possibilità di elevare le rese di conversione energetica globale da termica ad elettrica, limitando l'uso della energia elettrica in input esclusivamente alle funzioni di fornire impulsi elettrici e di controllo, impiegando invece energia termica (meno nobile) per le funzioni di

riscaldamento per il raggiungimento delle temperature ottimali di reazione;

- Configurazione geometrica ottimale, e migliori intervalli di condizioni operative, compatibili con tutti gli aspetti citati, determinati con campagne sperimentali (intervalli di dati numerici presentati nelle varie sezioni descrittive), a causa dell'effetto combinato delle variabili, altamente non lineare, non prevedibile mediante tradizionale progettazione diretta.

In quel che precede sono state descritte le preferite forme di realizzazione e sono state suggerite delle varianti della presente invenzione, ma è da intendersi che gli esperti del ramo potranno apportare modificazioni e cambiamenti senza con ciò uscire dal relativo ambito di protezione, come definito dalle rivendicazioni allegate.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1) Apparato (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) per la produzione di energia da reazioni nucleari a bassa energia o LENR, comprendente un anodo (103, 210, 301, 402, 505, 513, 605) ed un catodo (106, 209, 403, 503, 601) almeno parzialmente immersi in un contenitore (101,203) ed un generatore di corrente/potenziale connesso a detto anodo e a detto catodo, caratterizzato dal fatto che:

- detto contenitore contiene, tra detto anodo e detto catodo, una miscela fluida comprendente idrogeno e/o suoi isotopi;
- detto contenitore contiene tra detto anodo e detto catodo una miscela bersaglio (107, 213, 405, 507, 602) solida o in sospensione colloidale a contatto con il catodo;
- detta miscela bersaglio comprende due o più tipi di polveri di diverso materiale metallico e/o semiconduttore con differenti proprietà magneto-termo- e piezoelettriche, di dimensioni nanometriche da 10^{-9} a 10^{-7} m o micrometriche da 10^{-6} a 10^{-4} m con superficie nanostrutturata, ad esempio dendriti frattali, eventualmente contenente polveri nanometriche di materiali dielettrici come ad esempio l'Allumina o la Silice o l'ossido di Titanio o il carburo di Silicio o di Boro, per mantenere le componenti metalliche disaggregate dal punto di vista dell'attraversamento da parte della corrente elettrica;

- detta miscela bersaglio ha una composizione omogenea ad una scala di 10-50 nm;
- detta miscela bersaglio comprende almeno un materiale combustibile attraverso reazioni nucleari di fusione attivate da detti due o più tipi di polvere;
- detto generatore di corrente è configurato per generare una serie di impulsi ciascuno con durata compresa tra 1 e 100 ns e di intensità di picco compresa tra 2 e 80 kV, la serie essendo ripetuta nel tempo con intervalli che vanno da 1 Hz a 1 MHz, preferibilmente tra 5 Hz e 100 KHz;
- sono compresi mezzi (113, 202, 404, 501, 502, 601) per la rimozione del calore da detto catodo.

2) Apparato secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che ciascuno di detti impulsi ha durata compresa tra 2 e 20 ns.

3) Apparato secondo la rivendicazione 1 o 2, caratterizzato dal fatto che detta intensità di picco è compresa tra 10 a 50 kV.

4) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 3, caratterizzato dal fatto di comprendere un elettrodo intermedio tra detto catodo e detto anodo, il quale permette di controllare la frazione di differenza di potenziale totale tra anodo e catodo a cui è sottoposta la miscela bersaglio.

5) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 4, caratterizzato dal fatto che detto materiale combustibile è una miscela di uno o più dei seguenti materiali: isotopi di H, in particolare

provenienti da detta miscela fluida, Li, B, Nichel ed eventualmente altri metalli contenuti nella miscela bersaglio, polveri di idruri metallici come ad esempio MgH_2 , LiH, o LiD, o $LiAlH_4$, o $LiBH_4$.

6) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 5, caratterizzato dal fatto che detta miscela bersaglio è contenuta in una capsula di materiale permeabile agli isotopi di idrogeno, o formata su detto catodo in modo da auto sostenersi, ad esempio sinterizzata o intrappolata tra strati metallici sottili.

7) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, caratterizzato dal fatto che detta miscela bersaglio contiene metalli con capacità di assorbimento di idrogeno, come ad esempio Nichel o leghe di Nichel, NiCu, NiCr, o leghe PdAg, o promotori di assorbimento quale il CaO, o contiene Cr, Fe, W, Ag, Al, Si, C, anche in forma di grafene o fullerene, o polvere di $SrTiO_3$, o loro combinazioni, per assorbire idrogeno e contemporaneamente esaltare gli effetti magneto, termo, piezoelettrici locali additivi, al fine di generare effetti di localizzazione di energia, in cui eventualmente i componenti a base di Nichel sono totalmente o parzialmente sostituiti da composti contenenti semiconduttori, ad esempio polveri di carburo di boro, o nitruro di boro, o di carburo di silicio drogato con boro.

8) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 7, caratterizzato dal fatto che il catodo ha una superficie minore della superficie

dell'anodo, in modo tale che il rapporto tra superficie dell'anodo e superficie del catodo è compreso tra 2 e 1000.

9) Apparato secondo la rivendicazione 8, caratterizzato dal fatto che detto rapporto è tra 50 e 500.

10) Apparato secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 9, caratterizzato dal fatto che attorno al catodo è fornita una camera di scorrimento di un fluido contenente rifiuti radioattivi, per la stabilizzazione di detti rifiuti radioattivi.

11) Metodo per la produzione di energia da reazioni nucleari a bassa energia o LERN, caratterizzato dal fatto di fornire un apparato come in una qualsiasi delle rivendicazioni da 1 a 10, e dal fatto di eseguire le seguenti fasi:

- A. generare, attraverso detto generatore di corrente, una serie di impulsi di durata compresa tra 1 e 100 ns e di intensità di picco compresa tra 2 e 80 kV, ripetuti nel tempo con intervalli che vanno da 1 Hz a 1 MHz, preferibilmente tra 5 Hz e 100 KHz;
- B. rimuovere, attraverso detti mezzi per la rimozione del calore da detto catodo, il calore prodotto da detta miscela bersaglio a contatto con detto catodo.

12) Metodo secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal fatto che gli impulsi della fase A possono essere anche rovesci per rimuovere dalla miscela bersaglio i componenti provenienti da detta miscela fluida.

13) Metodo secondo la rivendicazione 11 o 12, caratterizzato dal fatto che detto generatore di corrente genera detti impulsi in modo tale che vengano invertite le funzioni anodo/catodo così che l'elettrodo a contatto con la miscela bersaglio è posto a potenziale più alto dell'altro, facendo quindi raggiungere la miscela bersaglio dalle cosiddette "scariche di Shoulders", intensi flussi elettronici atti a sviluppare fenomeni termoelettrici.

14) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 13, caratterizzata dal fatto che ad elevato coefficiente di efficienza COP, si riscalda direttamente con calore detto apparato e si fornisce energia elettrica tramite detto generatore di corrente/potenziale.

15) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 11 a 14, caratterizzato dal fatto che una parte di detto calore rimosso nella fase B viene convertita direttamente in energia elettrica mediante metodi di Plasma Dynamic Conversion.

16) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 8 a 15, caratterizzato dal fatto che, nel caso in cui detta miscela target contiene o sia contenuta da semiconduttori o conduttori continui con una direzione di estensione principale e orientati in direzione perpendicolare sia al campo magnetico sia al gradiente termico macroscopico che si crea nell'apparato, una parte di detto calore rimosso nella fase B viene convertito direttamente in energia elettrica mediante generazione di differenza di

potenziale V per effetto termomagnetico in detta miscela bersaglio, agli estremi di detti semiconduttori o conduttori continui essendo raccolta detta differenza di potenziale.

17) Metodo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 8 a 16, caratterizzato dal fatto di generare attraverso detto generatore di corrente/potenziale tensioni $<$ circa 20 KV, per la produzione da detta miscela fluida, oppure dal fatto di generare tensioni $>$ circa 40 KV per la produzione di neutroni da detta miscela fluida, oppure dal fatto di generare tensioni tra circa 20 e circa 40 kV per la produzione mista di ioni di isotopi di idrogeno e neutroni da detta miscela.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.

RIASSUNTO

Apparato e metodo per la produzione di energia mediante elettrocompressione pulsata di elementi leggeri in matrici composite ceramico-metalliche nanostrutturate

La presente invenzione riguarda un apparato per la produzione di energia da reazioni nucleari a bassa energia o LERN, comprendente un anodo ed un catodo almeno parzialmente immersi in un contenitore ed un generatore di corrente connesso a detto anodo e a detto catodo, caratterizzato dal fatto che:

- detto contenitore principale contiene, tra detto anodo e detto catodo, una miscela gassosa o liquida comprendente idrogeno e/o suoi isotopi;
- detto contenitore principale contiene tra detto anodo e detto catodo una miscela bersaglio solida o in sospensione colloidale a contatto con il catodo;
- detta miscela bersaglio comprende due o più tipi di polveri di diverso materiale metallico e/o semiconduttore, con diverse proprietà termo, magneto e piezoelettriche di dimensioni nanometriche da 10^{-9} a 10^{-7} m o micrometriche da 10^{-6} a 10^{-4} m con superficie nanostrutturata, ad esempio dendriti frattali, eventualmente contenente polveri nanometriche di materiali dielettrici come ad esempio l'Allumina o la Silice o l'ossido di Titanio o il carburo di Silicio o di Boro, per mantenere le componenti metalliche disaggregate dal punto di vista

dell'attraversamento da parte della corrente elettrica;

- detta miscela bersaglio ha una composizione omogenea ad una scala di 10-50 nm;
- detta miscela bersaglio comprende almeno un materiale combustibile attraverso reazioni nucleari di fusione attivate da detti due o più tipi di polvere;
- detto generatore di corrente è configurato per generare una serie di impulsi di durata compresa tra 1 e 100 ns e di intensità di picco compresa tra 2 e 80 kV, ripetuti nel tempo con intervalli che vanno da 1 Hz a 1 MHz, preferibilmente tra 5 Hz e 100 KHz;

sono compresi mezzi per la rimozione del calore da detto catodo.

L'invenzione riguarda altresì il relativo metodo di produzione di energia.

CLAIMS

1) Apparatus (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) for the production of Energy from Low Energy Nuclear Reactions or LENR, comprising an anode (103, 210, 301, 402, 505-513, 605,) and a cathode (106, 209, 403, 503, 601,) at least partially immersed in a container (101, 203) and a voltage/ current generator connected to said anode and said cathode, characterized in that:

- said container includes, between said anode and said cathode, a fluid mixture comprising hydrogen and or its isotopes;
- said container includes between said anode and said cathode a target mixture (107, 213, 405, 507, 602) which is solid or in colloidal suspension and is in contact with the cathode;
- said target mixture comprises two or more types of powders of different metal and/or semiconductor materials with different magneto-, thermal and piezo-electric properties, with nanometric dimensions from 10^{-9} to 10^{-7} m or micrometric from 10^{-6} to 10^{-4} m with nano-structured surface, for example fractal dendrites, possibly containing nanometric powders of dielectric materials such as Aluminium oxide or Silicon dioxide or Titanium oxide or Silicon/boron carbide, to maintain the metallic components as disaggregated from the point of view of the crossing by the electric current;
- said target mixture has an homogeneous composition at a scale of 10-50 nm;

- said target mixture comprises a combustible material which is combustible by means of fusion nuclear reactions activated by one or more powders types;
- said current generator is configured to generate a series of pulses each having a duration comprised between 1 and 100 ns and peak intensity comprised between 2 and 80 kV, the series being repeated along time with intervals ranging from 1 Hz to 1 MHz, preferably between 5 Hz and 100 KHz;
- means (113, 202, 404, 501, 502, 601) for the removal of the heat from said cathode are comprised.

2) Apparatus according to claim 1, characterized in that each of said pulses has duration comprised between 2 and 20 ns.

3) Apparatus according to claim 1 or 2, characterised in that said peak intensity is comprised between 10 and 50 kV.

4) Apparatus according to any claim 1 to 3, characterised in that it comprises an intermediate electrode between said cathode and said anode, which allows to control the fraction of the total voltage difference between anode and cathode to which the target mixture is subjected.

5) Apparatus according to any claim 1 to 4, characterized in that said combustible material is a mixture of one or more of the following materials: isotopes of H, in particular coming from said fluid mixture, Li, B, Nichel and possibly other metals

contained in the target mixture, powders of metal hydride such as for example MgH_2 , LiH , LiD , $LiAlH_4$, $LiBH_4$.

6) Apparatus according to any claim 1 to 5, characterised in that said target mixture is contained in a casing of a material which is permeable to hydrogen isotopes, or formed on said cathode so as to be self-sustained, for example sintered or trapped into thin metal layers.

7) Apparatus according to any claim 1 to 6, characterized in that said target mixture contains metals with capability of hydrogen absorption, chosen in the group comprising or consisting of: Nichel or alloys of Nichel, $NiCu$, $NiCr$, $PdAg$ alloys, or absorption promoters such as CaO , or contains Cr , Fe , W , Ag , Al , Si , C , even in form of graphene or fullerene, or $SrTiO_3$ powder, or their combination, to absorb hydrogen and concurrently enhance the superimposed local magneto-, thermal and piezo-electric effects to the end of generating energy localization effects, wherein possibly the Nichel-based components are totally or partially substituted by components comprising semiconductors, for example boron carbide powders, or boron nitride, or silicon carbide doped with boron.

8) Apparatus according to any claim 1 to 7, characterized in that the cathode has a surface which is smaller than the anode surface, in such a way that the ratio of the anode surface and the cathode surface is comprised between 2 and 1000.

9) Apparatus according to claim 8, characterized in that said ratio is between 50 and 500.

10) Apparatus according to any claim 1 to 9, characterized in that around the cathode a flowing chamber for the flowing of a fluid containing radioactive wastes is provided, for the stabilization of said radioactive wastes.

11) Method for the production of energy from Low Energy Nuclear Reactions or LENR, characterized in that an apparatus according to any claim 1 to 10 is provided, and in that the following steps are executed:

- A. generating, by said current generator, a series of pulses with duration comprised between 1 and 100 ns and peak intensity comprised between 2 and 80 kV, repeated along time with intervals ranging from 1 Hz to 1 MHz, preferably between 5 Hz and 100 KHz;
- B. removing, by said means for the removal of heat from said cathode, the heat produced by said target mixture in contact with said cathode.

12) Method according to claim 11, characterised in that the pulses of step A may also be inverted so as to remove from the target mixture the components coming from said fluid mixture.

13) Method according to claim 11 or 12, characterized in that said current generator generates said pulses in such a way the anode/cathode functions are inverted so that the electrode in contact with the target mixture is placed at a voltage larger than the other electrode, so that the target mixture is reached

by the "Shoulders discharges", strong electronic fluxes suitable to create thermoelectric phenomena.

14) Method according to any claim 11 to 13, characterized in that, when the apparatus has a high coefficient of performance COP, said apparatus is heated directly with heat and electric current is supplied by said current/voltage generator.

15) Method according to any claim 11 to 14, characterized in that a part of said heat removed in step B is directly converted into electric energy by Plasma Dynamic Conversion methods.

16) Method according to any claim 8 to 15, characterized in that, in case wherein said target mixture contains or is contained by continuous conductors or semi-conductors with a main extension direction and oriented in a direction perpendicular both to the magnetic field and the macroscopic thermal gradient that creates in the apparatus, a part of said heat removed in step B is converted directly into electric energy by generation of voltage difference V by thermo-magnetic effect in said target mixture, at ends of said continuous conductors and semiconductors being collected said voltage difference.

17) Method according to any claim 8 to 16, characterized in that voltages smaller than about 20 KV are created by said voltage/current generator, for the production of said fluid mixture, or in that a voltage larger than about 40 KV is generated for the production of neutrons by said fluid mixture, or in that a voltage between about 20 and 40 kV is generated for the mixed

production of hydrogen isotopes and neutrons from said fluid mixture.

Barzanò & Zanardo Roma S.p.A.