

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

訂正版

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年9月24日(24.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/141015 A9

- (51) 国際特許分類:
B82B 1/00 (2006.01) *H01J 1/304* (2006.01)
B82Y 30/00 (2011.01) *H01L 29/66* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059380
- (22) 国際出願日: 2014年3月17日(17.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (72) 発明者; および
- (71) 出願人: 馬淵 真人(MABUCHI, Mahito) [JP/JP];
〒6008096 京都府京都市下京区東洞院通仏光寺
下の高橋町613-5 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 芦田 有(ASHIDA, Yu); 〒6011122 京都府
京都市左京区静市野中町250-10 Kyoto (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,

MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))
- 規則91.3(b)の規定に基づく明白な誤記の訂正の許可に関する情報(規則48.2(i))

(48) この訂正版の公開日: 2016年11月24日

(15) 訂正情報:
2016年11月24日の更新情報(Notice)を参照

(54) Title: ELEMENTARY ELEMENT

(54) 発明の名称: 基本素子

(57) Abstract: The present invention designs an elementary element which operates by low-energy particles less susceptible to influence on an S/N ratio by pseudo-one-dimensionally structuring a particle movement portion of particles including electromagnetic waves, electrons, holes, atoms, and molecules between emission and absorption sources of the particles. Further, the present invention designs an elementary element which comprises a modification portion for allowing the particle movement portion coming and going of particles between another elementary element and the elementary element, an interaction, a chemical reaction, and the like between these particles, and mechanical/electromagnetic force that fluctuates over time, and controls the emission/absorption of low-energy particles less susceptible to the influence of atomic/molecular species of a constituent material of the particle movement portion, the stereo structure or lattice thereof, the disorders thereof, or the heat of the device thereof on the S/N ratio, and a device constructed from a plurality of elementary elements, which enables, for example, much better readiness of a catalytic action not only to control electrons and holes of a transistor and the oxidation-reduction reaction of a fuel cell but also to control the input/output of neutral or ionized atoms than conventional catalysts, tolerance to external field noise including external radiation, and a reduction in energy consumption required to operate the transistor and the like at low temperatures. Furthermore, a device, a module, and a system are constructed.

(57) 要約: 電磁波、電子、ホール、原子・分子等を含む粒子放出・吸収源間に、これら粒子の粒子移動部を擬一次元的な構造にしてS/N比への影響を抑えた低エネルギー粒子で動作する基本素子を設計する。更に、他の基本素子と基本素子間の粒子出入、これら粒子同士の相互作用、化学反応等や時間変動する機械・電磁氣的力を粒子移動部に許す修飾部があり、粒子移動部の構成材料の原子・分子種やその立体構造や格子又はこれらの乱れ、或はその装置の熱によるS/N比への影響を抑えた低エネルギー粒子を放出・吸収を制御する基本素子とそれら複数の基本素子から構築される、例えば、トランジスタの電子と正孔制御や燃料電池の酸化・還元反応は勿論、中性乃至イオン化原子の入出力制御する触媒作用は従来の触媒に比べ遥かに良い即応性、外部放射線を含む外場雑音に対する耐性さらにトランジスタ等を低温に保って動作させるのに必要なエネルギー消費をより少なくする等になる装置が設計される。更に、装置、モジュール及びシステムが構築される。



WO 2015/141015 A9

明細書

発明の名称
基本素子

5 技術分野

本発明は、電磁波、電子、ホール、原子・分子等を含む粒子放出・吸収源を持つ基本素子において、他の基本素子と基本素子間の粒子出入、これら粒子同士の相互作用、化学反応等や時間変動する機械・電磁気的力を粒子移動部に許す修飾部が基本素子の放出・吸収端を面して、あるいは1以上の基本素子の放出・吸収端の作る空間にあり、放出端と吸収端の間にある粒子移動部の構成材料の原子・分子種やその立体構造や格子及びこれらの乱れ、あるいはその装置の熱によるSN比への影響を抑えた低エネルギー粒子を放出・

10

背景技術

電磁波や粒子など(以後、粒子を特定しない場合は総称として、粒子と略す)のビームは試料にこのビームを照射することによって試料の物理化学的な構造を解析するために、あるいは物質に照射することによって物理的、化学的に加工を行うために、あるいはエネルギー源とするために利用されている。

15

物質の構造解明のために走査型電子顕微鏡、透過電子顕微鏡、電子ビーム露光装置、熱電子放出型電子銃、電界放出型電子銃などに電子ビームが用いられる。電界放出型電子銃では電子放出面積が小さくでき、 $0.4\mu\text{m}$ 半径の陰極先端球面を1800Kに加熱し、電子放出面に印加される電場が $\sim 10^8\text{V/m}$ であると熱電子放出型電子銃に比べ3桁程度高い高輝度電子ビームとなる。しかも熱電子放出型と同様に電界(ショットキー)放出型電子銃は陰極、ショットキーシールド、第一、第二陽極そして陰極の加熱が必要である。また自己収束特性を有する凹面型状のカソードを有するピアス型電子銃構造を用いると電子流は層流として集束する。ピアス型電子銃構造の加熱した陰極より放出される熱電子を、凹面型状の陰極と陽極の間に加速電圧を印加して、電子を陽極孔より引き出すが、凹面型状のカソードは熱電子陰極電子銃のように加熱が必要である。(非特許文献1、非特許文献2)

20

25

非特許文献3によると、単層あるいは多層カーボンナノチューブを用いた電界(ショットキー)放出型電子銃では陰極から高さが $1.6\mu\text{m}$ で半径が 7.5nm 単層カーボンナノチューブの陰極面から陽極間距離が $2.13\mu\text{m}$ で、陰極面から陽極面間に $\sim 30\text{V}$ 印加されると単層カーボンナノチューブ一本当たり最大 $\sim 10^{-7}\text{A}$ の電流となる。

30

また粒子ビームは物理的、化学的に加工を行うために利用されており、分子線エピタキシー、イオンビームリソグラフィ、イオン注入などがある。収束イオンビームではナノオーダーで標的材料を加工することができる。またガスを励起したり、放電を制御したり、プラズマ点火することにも用いられる。

35

原子や分子の粒子ビームは、粒子の荷電の仕方によってイオンビーム、ラジカルビームなどとよばれる。またビームとして光線などの電磁波を用いたものも考えられる。そのようなものに偏光ビームなどがある。ポジトロンも粒子ビームとなる。特許文献1では、中空の24面体を複数個結合したイコソリッド結合体を利用してポジトロンを発生させていると推証されている。

導体内伝導電子による電気抵抗は温度が下がると格子振動や伝導電子間相互作用による散乱が無視できるようになり通常は不純物散乱が支配する残留抵抗が残る。更に不純物が無い完全結晶でも構成原子の種類や結晶構造によって電気伝導度は大きく変化する。

40

ランダムなポテンシャル場において二次元以下の導体内伝導電子はアンダーソン局在によると、電気伝導率は系の大きさが大きくなるとゼロとなる(非特許文献4)。以下で述べる伝導する方向に垂直な狭い断面をもつ擬一次元系では三次元なのでアンダーソン局在は生じない。

45

系内の不純物濃度 c が増え、系の温度が絶対零度に近づくと、通常は三次元系の伝導電子波動関数が局在するのでその波動関数 Ψ は $\exp(-r/\xi(c))$ と近似できる。ここで r は波動関数の位置変数、 $\xi(c)$ は c での減衰係数である。系のサイズ L を動く導体内伝導電子は L が $\xi(c)$ よりも小さければ局在することなく電気伝導する。

絶対零度 $T=0$ で三次元系伝導電子の状態密度が自由電子の状態密度であるとする伝導電子の非対角の位置 $r'=0, r>0$ での自由電子の2つの異なった波動関数の項とフェルミ分布関数で表される導体の状態密度の積で表される球面波の伝導電子波動関数は球面の半径 r の-2乗で減衰するが、

球面波の伝導電子波動関数が温度によって乱されることはなく、導体を構成する原子種によって伝導電子の状態密度が変わり減衰の仕方は大きく変化する。擬一次元系での伝導電子波動関数も全く同様である。導体内伝導電子の状態密度に依存しているが c が大きくなると擬一次元系での伝導電子波動関数 Ψ は $\exp(-x/\xi(c))$ と減衰する。ここで伝導する方向の変数を x としている。擬一次元系での伝導電子波動

5 動相関関数は Ψ と同様に減衰する。

擬一次元系の温度が上昇すると電気抵抗は格子振動や構成原子の違いを反映する電子間相互作用による散乱が効いてきて導体内伝導電子波動相関関数に減衰が生じる。従って $\xi(c)$ は温度 T の関数 $\xi(c, T)$ となる(非特許文献5)。その結果、導体内伝導電子による電気抵抗は $\xi(c, T)$ 、 L そして伝導電子の弾性散乱長 l_e の大小関係で大きく変化する。しかし $\xi(c, T)$ には伝導電子間の散乱は

10 伝導電子相関関数を計算する式の状態密度で考慮されているので下記の場合を考えることにする。

【数1】

$$1. L \gg \xi(c, T)$$

であれば伝導電子による電流は減衰し伝導は生じない。

【数2】

15 $2. \xi(c, T) \geq L$

であれば伝導電子は格子振動や不純物そして伝導電子間散乱され伝導電子は拡散伝導となる。

【数3】

$$3. \xi(c, T) \gg L$$

であれば伝導電子は格子振動や不純物そして伝導電子間散乱されないのでバリスティック伝導である。

20 さらに導体内伝導電子波動の2次以上の自己を含めた相関関数の減衰係数 $\xi_l^s(c)$ と L の上記の大小関係をも検討する必要がある。ここで s は自己等の区別、 l は2以上の整数である(非特許文献5)。

以上のように、導体内伝導電子を含む導体内粒子ビーム以外の導体を構成する原子種や立体構造に依存し、導体温度に依存する減衰や、導体内の不純物濃度に依存した導体内粒子ビームの波動関数の減衰係数をもつ。

25 電磁波、中性乃至イオン化原子そして電子のビーム発生・吸収素子(以後、本願発明の基本素子と違うことを明記するために素子を用いる)から発生する粒子ビームは粒子ビーム発生・吸収素子の熱による格子振動で粒子ビーム流れが乱されSN比が悪くなる。そのほかにも粒子ビーム流内の荷電粒子のクーロン相互作用や相関相互作用による乱れ、粒子ビーム発生・吸収素子内の不純物、外場による乱れ、粒子ビーム周りの流体によってSN比が悪くなるが、粒子ビーム発生・吸収素子を構成する原子種に依存して粒子ビーム流量は

30 決定される。粒子ビーム発生・吸収素子内の格子振動、不純物や構成原子・分子配列の乱れによって量子力学で計算される粒子ビーム素子内の各粒子エネルギー状態に幅が生じる。粒子ビーム発生・吸収素子の熱雑音は粒子ビーム内のエネルギー準位間遷移を惹き起す。ビーム発生・吸収素子の熱によるSN比への影響は温度によって決まり低温では小さな値となる。

35 低運動エネルギー粒子として、容易に電子を放出しやすい界面にNEA (Negative Electron Affinity) デバイスがある。これはNEA 光電面、二次電子面、冷陰極などとして利用できる。非特許文献6によると、NEA 冷陰極の放出面積を極めて小さくし、しかも多数接近して並べて、バイアス電流で放出電子流を制御できるため、加熱した陰極より放出される熱電子を陰極と陽極の間に加速電圧を印加する部位を持つ熱電子陰極電子銃に比べ、エネルギー消費が熱陰極より大幅に少なく即動性のある制御が出来る。しかし安定したNEA 表面が必要なためNEA デバイスは放出効率や寿命が問題となる。

40 光電面は長波長限界があるが、この長波長限界がNEA デバイスはなくなり、熱陰極の場合に必要な負電圧制御電極、加速電極およびビーム制限開孔が必須となるがNEA 表面を不要とするために安定なNEA 表面が必要なためNEA デバイスは放出効率や寿命が問題となる。高輝度・低エミッタンスのスピンの偏極電子源用フォトカソードはNEA 表面が必須とするために上記の欠点が問題となる。一方、NEA 表面を必要としないピラミッド型のPEA (Positive Electron Affinity) 表面のGaAs 結晶を用いるスピンの偏極電子源用フォトカソードが

45 ある。円偏光レーザーをピラミッド型のPEA 表面のGaAs 結晶に照射し、特定のスピンの電子を選択的に荷電子帯から伝導帯へ励起する。この励起した特定のスピンの電子集団がPEA 表面から放出される前にGaAs 結晶内の熱雑音で乱されるが、トンネルによって特定のスピンの電子の量子効率やスピンの偏極度が高められる。(

非特許文献7)

熱電変換は荷電粒子である作業物質が運ぶ熱エネルギーと電荷の伝導体ごとの起電力差を利用して、熱エネルギーと電気エネルギーの変換を行う素子である。排熱から電気エネルギーを得、あるいは電気を流すことで冷却あるいは加熱をすることが可能である。熱電変換の性能指数を改善する熱電変換素子は素子内の熱電材料による起電力を利用し、素子内にある擬一次元部分を利用した荷電粒子の擬一次方向の運動速度分布の熱雑音分布を制御している(特許文献2、特許文献3)。作業物質源は電気回路の導体や半導体である。

粒子源が導体でない例である燃料電池や自動車排気ガス清浄化に代表される環境・エネルギー技術は、エネルギー供給と環境保全を両立する上で、21世紀の人間社会に必要不可欠である。燃料電池に使用する電解質の種類には、アルカリ形、固体高分子形、リン酸形溶融炭酸塩形そして固体酸化物形の五つに分類され、それぞれ特徴、欠点が異なる。携帯用小型電子機器の多機能化に伴いリチウム電池に代わる電源として～数十W程度のマイクロ固体高分子形燃料電池(PEFC)が注目されている。

メタノールの正味のエネルギー密度が非常に高いことを利用するダイレクト・メタノール燃料電池(DMFC)では、メタノール水溶液と酸素ガスを用いるメタノール水溶液に接する膜電極接合体(MEA)において、多量の貴金属アノード触媒を用いてもメタノール酸化速度が遅い。アノードにおけるCO₂発生時の生成物は電解質として水酸化カリウム溶液など使用するアルカリ電解質と接触して炭酸塩になることによるアルカリ電解質寿命低下、被毒またアルカリ電解質へのメタノールの浸透の低減等の抵抗過電圧や濃度過電圧や活性化過電圧等の減少の低減が求められている。

室温から100°C以下で作動するPEFCとメタノール燃料電池(MFC)のいずれも高分子電解質膜(PEM)を多孔質支持層+アノード触媒層と多孔質支持層+カソード触媒層から成る二つの電極で挟んだMEAを持つ。このMEAをセパレーターで挟み込んで燃料電池単セルを構成する。MEAにおいて水素ガスと空気中の酸素で作動のPEFCのPEMでは、プロトン伝導性を保つための高分子電解質膜の加湿が必要であるが、このPEMを無・低加湿で動作する高分子電解質への改善、PEMによる水素ガスの遮断性の向上及び空気と接するMEAでの生成水の管理が求められている。

このようにMEAの最も重要な要素材料の一つである触媒層では、目的の反応に対する触媒活性が高く、電気伝導性を持ち、腐食しにくい上に被毒を受けにくいことが求められている。

直径数ナノメートル程度の金属ナノクラスターが酸素を用いた酸化反応を活性化させることが明らかにされて以来、酸素を酸化剤とする酸化反応の触媒が精力的に開発され、直径10nm以下の貴金属ナノ粒子を活性点とする「金属触媒」がある。従来用いられていた金属酸化物のような酸化剤は一般に毒性が高く、よりクリーンな酸化剤が求められ、その点、気体の酸素を酸化剤として用いる酸化反応は副生成物が水のみというクリーンな反応が実現できる。また、高分子に固定化した(内包させた)金触媒を用いたアルコールの酸素酸化反応を起こす触媒が高活性で取り扱いが容易であるのみならず、回収・再使用可能などの利点を有したグリーンな(環境にやさしい)触媒であること。また、二種類の金属を混ぜ合わせることで新たな性質を有する金属種ができる性質を利用し、金と白金から構成されるバイメタルのナノクラスター触媒を高分子に固定化させることにより、より高活性な触媒を合成し、金と白金を組み合わせた場合と、金とパラジウムを組み合わせた場合において、同一のアルコールを原料として用いた場合であっても、前者ではアルデヒドが、後者ではエステルが選択的に得られている(非特許文献8)。

燃料電池に用いられるアノードやカソード触媒層そして金属ナノクラスターを中心に述べたが、一般的に金属ナノクラスターは下記の特徴を持つことが分子科学研究所の櫻井英博准教授によって報告されている。即ち、

1. 金属表面の形状・表面積の変化による反応性の変化:

クラスター状態において量子サイズ効果による電子状態がサイズ・形状によって大きく変化し、それに応じて化学的・物理的性質もサイズ・形状に依存する。

2. 触媒活性種の効率的供給源としての金属クラスター:

特にパラジウムクラスター触媒がクロスカップリング反応と称される一連の反応に対して、金属クラスターは多くの場合、活性種を絶えず反応系に供給し、それが触媒サイクル終了後に再びクラスターへ再結合することによって不活性なバルク金属の生成を防ぐメディエーターのような物として働く。触媒活性種はクラスターそのものではなく、クラスターから削り取られること(リーチング)によって生成する裸の単原子状態あるいは数原子状態ではないかと考えられている。また錯体触媒を用いたHeck反応においても、真の活性種はパラジ

ウム錯体そのものではなく、反応系中で分解・生成するクラスターとの報告がある。

3. 量子サイズ効果によるクラスター独自の活性:

例えば金クラスターの特徴として表面プラズモン共鳴があるが、クラスターサイズを小さくし、粒径が 2nm 以下になると、表面プラズモン共鳴は観測されなくなり、もはや金属ではなく分子(molecule)としての性質を帯びると予想されている。室温水溶液中、均一系条件における金クラスターの空気酸化活性は粒径 2nm 以下になると飛躍的に増大する。これはバルクの金では殆ど触媒活性が無いのと比べ大きな変化である。

一方、代表的な固体酸化物型燃料電池(SOFC)に使用されている酸化物イオン電解質は蛍石型構造が多い。CeO₂、ThO₂、CaF₂、ZrO₂、HfO₂等は室温から融点までの温度範囲で蛍石型構造を取る。これら酸化物であるホストにゲストである CaO 等のアルカリ土類酸化物、あるいは Y₂O₃等の希土類酸化物は広い範囲で固溶体を造り、種々の格子欠陥が生じても基本的な蛍石型構造が維持されやすいことが知られている(非特許文献9)。

酸化物イオン電解質は蛍石型構造を構成しているホストの一部にゲストの置換混入しても蛍石型構造を維持する仮定下で酸素イオン伝導に關与する蛍石型構造電解質内における空孔子濃度を導く第一近似ヘルムホルツ自由エネルギー、及び空孔子濃度の最近接相互作用依存性の数値解析が行われた。(非特許文献10、非特許文献11)

従来の酸化物イオン導電体と導電機構が異なり、SOFC用の電解質材料として、400~600°C中温域作動が期待されている酸素イオン伝導体がある。その酸化物内のアパタイト型ランタン・シリコン酸化物内の 2a サイトに位置する O で c 軸方向に列ぶ酸素イオンが酸化物イオン伝導に寄与する。高温電気輸送特性と欠陥化学モデルから、イオン伝導特性に影響を与える逆フレンケル欠陥平衡が検討され、アパタイト型ランタン・シリコン酸化物は理想的な固体電解質であることが明らかになっている。またランタンの一部をネオジウムに置換すると電子伝導の影響が現れ、古典的な欠陥平衡理論のみでは理解できないことが分かった(非特許文献12)。また、ランタンの代わりにネオジウムに置換した Nd_{0.20}(SiO₄)_{0.8}O_{1.8}の単結晶の非経験法で線形化された拡張平面波法に局在軌道を拡張した(L)APW+lo法のWIEN2Kによるバンド計算によると非常に小さい電子伝導が生じることを確認している。

燃料電池とは違って、エネルギーを貯える例として蓄電池や電池がある。前者の蓄電池では、いくつかの電解質を挟んで二つの電極は外部負荷の回路と酸化・還元を生じさせる回路が備わっている。

一方、ダイヤモンドはバンドギャップ(5.5eV)が大きいので伝導帯の底が真空準位を超えてしまうNEA状態になり、伝導帯に励起された電子は自由に真空中に飛び出ることができるため、電子放出が置きやすい状態になる。ダイヤモンド表面において水素終端を行うと負の電子親和力(NEA: Negative Electron Affinity)を持ち、酸素終端では正の電子親和力(PEA: Positive Electron Affinity)を持つ。

数1~数3を3次元系に適應した粒子ビームの例として、

・電場を用いて電子やホールを制御するデバイスは電界効果トランジスタ、トランジスタ、ダイオード、コンデンサーなど多く存在する。磁場を用いたものとしてスピン偏極率を制御した素子として特許文献4がある。ここでは格子不整合率5%以下の強磁性層と強誘電層とを接合して電圧によってスピン偏極率を変動させている。

上記のように数1~数3で決まる粒子ビーム状態以外の素子が生じる。この素子に含まれる原子・分子によって素子の物理的性質が大きく変化する。また外界からの擾乱を遮断する外壁で囲まれた素子内の粒子ビーム構成部分は体積変化が起こる系でもある。粒子が移動する構成部分が

A. 金属、金属間および準結晶合金、半導体、高速イオン伝導体を含むイオン性物質、金属ガラスおよび酸化物ガラスおよびナノ材料素子内の粒子ビームは

A-1. 拡散運動、

A-2. 液体乃至気体運動

であり、

B. 粒子が移動する構成部分で移動する粒子ビーム以外はない時の素子内の粒子ビームの運動は

B-1. 粒子ビームはニュートン運動

をする。

上記 A-1 の構成部分の体積変化、そこに含まれる原子・分子の濃度変化、温度変化等を考慮する系内の粒子ビーム流量の検討に下記の(数4)を用いて解析されている(非特許文献13)。

中性乃至イオン化原子、熱そして電子の不可逆過程の輸送方程式では、それら中性乃至イオン化原子、

熱あるいは電子・・・等から成る n 個の全流束に対する i 種流束の現象論的な応答で流束 J_i とその各々の一般化された熱力学的力 x_j の間には

【数4】

$$J_i = \sum_{j=1}^m L_{ij} x_j$$

- 5 を仮定している。ここで L_{ij} は一般化された熱力学的力に依存せず、また温度および圧力などの関数の現象論的係数あるいは輸送係数である。

印加した温度勾配は熱流と関係する一般化力あるいは化学ポテンシャルの勾配から一般化拡散力を生じさせ、前者に対応する拡散応答である熱流量は熱伝導率で後者は物質流量の拡散係数である。すなわち

- 10 L_{ij} からなる L 行列の一部はそれぞれの一般化力とその共役流束とを結びつける対角成分 L_{ii} からなる。非対角係数 L_{ij} は非共役流束に及ぼす一般化された熱力学的力の影響を決定する。(例: エレクトロマイグレーション、熱電材料)

不可逆過程の特徴はエントロピーの生成である。エントロピー生成速度 σ を用いるとエネルギー散逸の熱生成速度は

【数5】

$$15 \quad T\sigma = \sum_{i=1}^n J_i x_i + J_q x_q$$

となる。ここで J_i と J_q はそれぞれ i 種物流速と熱の流束、 x_i および x_q は関連する i 種変位あるいは流束と熱量 q に対する一般化熱力学的力である。

【数6】

$$x_i = F_i - T \nabla \frac{\mu_i}{T} = F_i - \nabla \mu_i$$

- 20 【数7】

$$x_q = - \frac{1}{T} \nabla T$$

である。なお、荷電化原子・分子種或いは中性種 i は個々の電荷量 q_i の電磁場による力及び濃度勾配による F_i を受ける。

- 25 上記 A-1 と A-2 での弾性変形や流動はレオロジー、上記 A-2 での乱流を含む流体は液体乃至気体論で検討されている。例えば、

・気体乃至液体状態にある中性乃至荷電化原子そして電子から成るビーム流になる場合には、ビーム流に対して乱流状態を含む気体論や流体力学が適用されている。

上記 B-1 の例としては、

- 30 ・中性電荷粒子ビームはイオンを加速して中性ガス分子と電荷交換することによって作成される。ナノオーダーのデバイス製作では電荷蓄積や真空紫外光などにより欠陥が生成される。またイオンシースによって減速されたり軌道が曲げられたりする。中性電荷粒子ビームはチャージアップしにくく照射対象に損傷を与えにくく、精度の良いデバイスを作成するのに使用されてきている。このためイオン化された粒子を中性電荷粒子と電荷交換させて中性化した中性電荷粒子ビームを作成している。特許文献5ではエネルギーと方向のそろった陽イオン粒子を作製したのち陽イオンと電子の相対速度をほとんどなくすことで効率よく再結合させ、エネルギー分布が単色な中性電荷粒子のビームを得ようとしている。ここでは陽イオンと電子との間の電荷交換散乱断面積や弾性散乱断面積のイオンエネルギーに対する依存性を示し、相対速度が小さいとき電荷交換反応又は結合反応する確率が高くなることを用いている。非特許文献14では負イオンの方が電荷を中性化するのに必要なエネルギーが少ない事を利用して、負イオンとガス分子との電荷交換により中性電荷粒子ビームを作成している。

- 40 ・低運動エネルギーのビーム内粒子は標的原子・分子などによって散乱され、標的試料表面にしか影響を及ぼさない。これを利用して表面の状態を調べるのに利用されているが粒子によって低運動エネルギーといわれるエネルギーには違いがあり、ISS では数 keV 以下で入射方向が標的試料表面と平行に近い、LEED では

～100eV、プラズマでは～50eV、冷中性子では～5meVとなっている。

先行技術文献

特許文献

特許文献1: 特開2011-58856

5 特許文献2: 特開2011-57202

特許文献3: PCT-JP2012-071529

特許文献4: 特開2012-104758

特許文献5: 特開平5-190296

非特許文献

- 10 非特許文献1: 本間彰、沢村晃子、山崎初男、中田勝英、谷田弘明、沢村貞史、津守邦彦、線形加速器用低エミッタンス電子銃の設計 北海道大学工学部研究報告第173号(1995)pp.57-63
非特許文献2: 牧野芳明、飯吉僚、表面電荷法によるショットキー陰極の電界解析 愛知工業大学研究報告書 第41号B(2006) pp.33-40.
非特許文献3: B. Jean-Marc 他 Phys. Rev. Lett. Vol.89(2002) pp.17962-1 - 19769-4.
- 15 非特許文献4: P.W.Anderson, Phys. Rev. Vol. 109(1958) 1492
非特許文献5: 馬淵他、新居浜工業高等専門学校紀要35巻(2002) pp.29-40.
非特許文献6: テレビジョン学会誌 Vol. 32(1978) No.8 p.670
非特許文献7: M. Kuwahara 他 高輝度スピン偏極電子源の開発 第2回日本加速器学会年会・第30回リニアック技術研究会報告集(2005) p.105
- 20 非特許文献8: S. Kobayashi, et al., Remarkable Effect of Bimetallic Nanocluster Catalysts for Aerobic Oxidation of Alcohols: Combining Metals Change the Activities and the Reaction Pathways to Aldehydes / Carboxylic Acids or Esters', Journal of the American Chemical Society, 134 (2012) 16963.
非特許文献9: T. Kudo and H. Obayashi, J. Electrochem. Soc. 123 (1976) 415.
- 25 非特許文献10: 馬淵真人、東浦大輔、森田憲治、真鍋純、岡田雄仁: 新居浜工業高等専門学校 第42巻 (2006) pp.17-23.
非特許文献11: 尾西康次、森田洋正、東浦大輔、馬淵真人: 新居浜工業高等専門学校 第42巻 (2006) pp.25-34.
非特許文献12: 小林 清: アパタイト型ランタン・シリコン酸化物における逆フレンケル欠陥平衡の解明、科学研究費助成事業(科学研究費補助的)研究成果報告書 平成24年6月22日
- 30 非特許文献13: H.メーラー 著 固体中の拡散 藤川辰一郎 訳 丸善出版 2007年
非特許文献14: J. Plasma Fusion Res. Vol. 85, No. 4(2009) 199

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- 35 粒子ビームはある試料にあててその物性を調べたり、あるいは物質に照射することで物質の物理化学的性質・形状を変化させたりする。発生粒子の流量を調整できる部位をもつデバイス、トンネル顕微鏡のように吸い込み部位に粒子流の制御を持たせたデバイス、ある粒子放出源端と別の吸収源端と粒子流の制御を持たせて入出力制御するトランジスタ、入射粒子の吸収での二次粒子放出源端あるいはその吸収源端を持つ光電デバイスなどがあり、このような動作の共通部位は多くの分野の素子となっている。素子を通過した粒子ビームのSN比をよくすることで、粒子ビームの照射対象物あるいは粒子ビーム発生元の物理化学的性質をよりさらに詳しく調べることができる。あるいは粒子ビーム照射試料の照射ダメージを少なくでき、高品質の材料の作製するために極低温にするエネルギーをより少なくできる。また粒子放出源端と吸収源端の粒子の拡散流の制御を持たせて入出力制御するトランジスタの電子と正孔や燃料電池は勿論、中性乃至
- 40

- イオン化原子・分子の入出力制御する触媒作用は従来の触媒に比べ遥かに良い即応性、外部放射線を含む外場雑音に対する耐性さらにトランジスタ等を低温に保って動作させるのに必要なエネルギー消費をより少なくできる。本発明は熱電子線発生装置のような陰極部の過熱、複雑な陰極線の制御によるSN比が悪くなることを生じさせずに低エネルギーの粒子放出あるいは吸収での粒子数、粒子線の方向や粒子運動エネルギー
- 5 分布を生じさせる素子構成原子・分子や熱による誤差を低め、あるいは量子効率やスピン偏極度が高いといった、SN比への影響を抑えた低エネルギー粒子を放出・吸収を制御する素子(以後、簡単化のために基本素子と略す)とそれら複数基本素子から成るデバイス・モジュール・システムによる構造物を経済的につくることを目的とする。

課題を解決するための手段

- 10 従来の粒子ビームは粒子ビーム発生熱源を必要とし、粒子放出源までの移動部での粒子がもつ熱の低減がなく粒子発生部や粒子ビーム吸収源の面積が大きいため粒子ビーム制御でのSN比が増加するなどによって粒子ビーム流のSN比が悪くなる。
- トランジスタ等の電子デバイスで流れる電子・正孔の放出・吸収源は導体や半導体等、熱電変換素子で流れる作業物質の放出・吸収源は導体、半導体、巨視的量子系等、或いは金属ナノクラスターなどの反応・生成種に伴う放出・吸収源は金属ナノクラスターなどのように、粒子の放出・吸収源は様々ある。粒子ビーム流
- 15 の途中で粒子ビームの分割或いは粒子ビームへの他の粒子ビームによる混合乃至形状加工乃至化学反応による改変される粒子ビーム流は、外界物質、反応・生成種などの被毒、外部擾乱から守り、上記の分割・混合・形状加工・化学反応による改変そして時間的に変形を許す外壁で保護されている。粒子ビーム流が生じている部分を構成する原子・分子等の集まりを集合体とする。集合体の構造の構造相変化、集合体内転位等
- 20 の大きな組成、構造、転位等の変化が生じない材料内にある粒子に許されるエネルギー状態はある形状の外壁内の集合体に適用した量子力学で決まる。粒子ビームの粒子をエネルギー準位に分布させ、そのエネルギー準位間隔が広くなれば状態間を変化させにくくなる。(数1～数3参照)更に、粒界拡散高速拡散経路、柱状層多孔構造そしてラメラ構造等或いは、外壁が高分子電解質膜(PEM)や細胞膜のような外壁形状で構成されることにより、粒子ビームは一方方向に制限される。
- 25 上記の基本素子の外壁内の粒子ビームは粒子ビームの伝導方向に平行な基本素子の長さ L 、これに垂直な断面積 S の幾何学的形状であるとする。その外壁には
- ・個々の粒子ビームに対応する粒子放出・吸収源の部材を持つ。
 - 粒子ビームには中性種があるので、外壁は
 - ・他の粒子ビームへの分割・混合・形状加工・化学反応による改変を許す部位とそれに関する部材を持つ。
- 30
- ・集合体の S を時間変動を含めて変化させるには外壁の形状を変化させる部材を持つ。
 - ・SN比への影響の少ない低エネルギー粒子である上に、集合体の L は上記の修飾部を含む長さである。尚、上記の部材はゼロ個以上である。以後、これらの部材を簡単化のために修飾部と略す。

- 35 「技術背景」において、粒子ビーム流の途中で粒子ビームの修飾の例では電子部品の電界効果トランジスタ、トランジスタ等を述べたが、本発明の原理に従った修飾部における粒子ビームの例は1つ以上の実施例を例示し、本明細書とともに、そのような実施例を模式的に説明するものである。これらの概念例では発明の本質を強調した説明になっているが、言うまでもなく発明を特定するものではない。

- 各集合体の粒子放出・吸収源乃至修飾部での反応場近傍には、必要なら
- 40
- ・反応場と接する粒子放出・吸収源乃至修飾部端表面の導電性コーティング或いはアクチュエータで制御される粒子遮蔽材料部材を
 - ・粒子放出・吸収源乃至修飾部端表面近傍の反応場の反応・生成種の機械的制御する調整板を微調整するアクチュエータを
 - ・全ての反応場近傍に反応・生成物種乃至流の制御する静電・磁場乃至電磁場源を

- ・粒子放出・吸収源乃至修飾部の酸化、被毒等の汚染を解消させるために外壁に加熱部材を
- ・反応場から不要な生成種・未反応種を排除するために移送部材を
- ・各種触媒反応や燃料電池の触媒層での酸化・還元反応では複数の生成種が生じる。これらの複数の生成物種をゼロ以上の粒子ビームにするために個々の粒子ビームに対応する基本素子を

5 持つ。

上記ゼロ以上の粒子ビームがある基本素子のそれぞれが最短距離で目的の反応種として放出源乃至放出源から反応場に到達し、しかも互いにゼロ以上の粒子ビームが相互作用しない最適な空間配置及び粒子ビーム群のそれぞれの S の空間形状及び L を SN 比を最適にする基本素子集団を装置とする。

装置では、

- 10 ・それぞれの基本素子の外壁にある担持乃至接続部材より装置を組み立てることでこれら基本素子が近傍に纏まるために、装置の外壁は軽量・効率化した担持乃至接続部材を
- ・カップリング反応、メタセシス反応、チーグラウ・ナッタ触媒、トランジスタ、燃料電池、蓄電池、電池等の反応場に対応する装置では、装置にある複数の集合体はゼロ以上のリード線に接続される。外界の外部負荷あるいは電流・電圧源端子に接続するゼロ乃至複数のリード線は、その配線に注意し基本素子、装置、複数の
- 15 基本素子乃至装置からモジュールが組み立てられる。

そのモジュールの外壁には

- ・基本素子から装置の構築された際の装置の外壁が軽量・効率化されたのと同様な軽量・効率化された担持乃至接続部材を
 - ・複数のモジュールの各々がゼロ以上の外界の外部負荷あるいは電流・電圧源端子に接続する複数のリード線を持つ高位モジュール、更なる高位モジュール・・・となってシステムに組み立てられようによりそれぞれのモジュール外壁に、基本素子から装置の構築された際の装置の外壁が軽量・効率化されたのと同様な軽量・効率化された担持乃至接続部材を
- 20 持つ。上記のモジュール外壁の担持乃至接続部材は基本素子、装置そしてモジュールに対して共通であることが望ましい。

- 25 「技術背景」においては、触媒反応系、電子部品の電界効果トランジスタ、トランジスタ等や熱電変換素子や燃料電池・蓄電池や電子銃等を述べたが、これらに対応する装置、モジュールは本発明の原理に従った1つ以上の実施例を例示し、本明細書とともに、そのような実施例を模式的に説明するものである。発明の概念例では発明の本質を強調した説明になっているが、言うまでもなく発明を特定するものではない。

- 30 上記のような外壁と集合体が基本素子であり、外壁内で制限された集合体内の粒子ビーム流制御の設計は次のような分類になる。

- a. 質量の軽い電子、正孔等では、外壁が粒子ビーム流方向に垂直断面積が狭くなる外壁形状のとき、粒子の存在できるその外壁形状におけるエネルギー準位間隔が熱エネルギーより広くなると粒子は熱エネルギーによる状態間遷移を起こしにくくなる。その結果、粒子移動は擬一次的になり散乱されにくくなる。
- b. 電子、正孔等より質量の重い粒子では、ある外壁形状内で集合体中の粒子ビーム流方向に垂直方向の
- 35 粒子運動が小さくなれば粒子移動は擬一方向的になり、しかも粒子ビーム流を最大にする。
- c. ナノ材料中の拡散のような高速拡散経路、柱状層多孔構造やラメラ構造等の外壁あるいは高分子電解質膜 (PEM) や細胞膜等のような外壁形状の内部の粒子ビームと粒子ビーム以外で基本素子の放熱にも関与する粒子が乱流を含む気体・液体状態であるとき、粒子移動を擬一方向で、しかも粒子ビーム流を最大にする。
- 40 d. 電子銃のように粒子ビーム以外の原子・分子等を排除して、粒子ビーム流方向に垂直方向の運動エネルギー分布の広がり熱エネルギーより非常に小さくした粒子ビーム流を最大にする。

集合体が上記 a~d である下記のような設計が可能である。

- a. ナノサイズ以上の基本素子の全体内部で粒子ビーム流が生じている集合体が結晶構造の部材とする。不純物を含み粒子ビームと外界とを隔てる保護外壁等の側面界面原子・分子や結晶構造の配列の乱れ、集合体内の熱運動によって許されるエネルギー準位が複雑に幅をもつ。熱運動による擾乱のみの集合体では運
- 45

動の方向に垂直な断面の周囲に構成原子・分子配列に乱れがあってもその断面空間内にある粒子流の許されるエネルギー状態は量子力学で完全に決まる。擬一次元なバリスティック伝導方向に基本素子の長さ

- 5 L 、そしてそれに垂直な断面積 S の大きさである集合体の最低エネルギー準位は断面中心部での存在確率が大きく断面の周囲での構成原子・分子による乱れの影響が少ない S を決める。 L と S の大きさを持つ集合体の次のエネルギー準位に至るまでの粒子のエネルギーが基本素子の熱エネルギーに比べて大きいときには、 S の平方根がナノオーダー程度でない場合と比べるとSN比のよい粒子のエネルギー状態になる。集合体内部の粒子移動部では格子振動や粒子等と相互作用しながら拡散伝導をするが断面積が狭くなると擬一次元的な運動となる。断面積が狭くなり断面に垂直に移動する粒子の減衰係数より一桁以上距離が短くなると擬一次元なバリスティック伝導となりうる。バリスティック伝導では集合体の周囲での構成
- 10 原子・分子などの不純物散乱が無視できSN比がより改善する。

従って、不純物濃度 c を集合体内部に持ち、水素、電子そして正孔などの擬一次元なバリスティック伝導に最適なナノオーダー以上の集合体の設計は

a-1. 集合体の幾何学的な形状をある形状に決定する。

- 15 a-2. 集合体を構成する原子・分子や空孔を含む不純物原子・分子の種類とそれらの混成割合を決め、そして原子・分子の幾何学的な形状内の集合体内部でのそれぞれの位置ベクトル $\vec{R}_i(t)$ や空孔を含む不純物原子・分子の種類と、集合体内の配列を決定する。ここで $\vec{R}_i(t)$ は i 種の空孔や不純物を含む原子・分子の空間位置ベクトル、但し

【数8】

$$c(t) = \left[\sum_{(i=1,2,\dots)} \delta(\vec{R}_i(t)) \right] / V$$

- 20 で V は集合体の幾何学的体積である。

a-3. 配列が決定された集合体に量子力学を適用し、 L と S の変数としてエネルギー状態を決定する。

a-4. 熱による伝導粒子のエネルギー状態への分布と状態密度とに依存するが、空孔を含む不純物原子・分子の配置に依存する c の関数として擬一次元系での伝導粒子波動関数 Ψ は

$\exp(-x/\xi(c, T))$ と減衰係数 $\xi(c, T)$ で減衰する。ここで伝導する方向の変数を x としている。

- 25 擬一次元系での伝導粒子の二次以上の波動相関関数も熱による伝導粒子のエネルギー状態への分布と状態密度に依存し、 Ψ と同様に減衰する。ただし減衰係数は $\xi_i^s(c, T)$ となる。

a-5. 稼働する温度域での L と S の条件を求めるために、 $\xi(c, T)$ 、 $\xi_i^s(c, T)$ と L の関係が(数3)の $\xi(c, T)$ 、 $\xi_i^s(c, T) \gg L$ である条件から、混成割合に依存し T のときの L と S を決定する。

- 30 a-6. 上記 a-2. での基本素子の種類と混成割合や集合体内の配列少しづつ変化させて、上記 A-3. ~A-5. を行い、最適なナノオーダー以上の集合体を構成する原子・分子や空孔を含む不純物原子・分子の種類の最適化を行う。

- 35 a-7. 上記 a-1. で決めた初期の形状から粒子が荷電乃至磁荷粒子であれば修飾部にある時空変動する電磁場による影響を含め、 L と擬一次元系の場所に依存して変化する S のみならず、集合体の形状を変化させてSN比への影響を抑える最適化をする。

上記 b では、 L に沿った方向を X 軸方向とし、時間 $t+\tau$ で X 軸値が x で L に垂直面内に存在する時間変動する拡散粒子の濃度 $C_d(x, t+\tau)$ の t で $x-X$ での $C_d(x-X, t)$ に対する均衡から拡散方程式乃至マスター方程式を導く、時間依存する拡散粒子の濃度 $C_d(x, t)$ による擬一方向の準バリスティック伝導するが他の粒子は熱振動以上の変位をするが気体乃至液体状態にならない粒子から成る集合体に最適なナノオーダー以上の集合体の設計は、

40

b-1. 集合体を構成する準バリスティック伝導をしない粒子である原子・分子や空孔を含む不純物原子・分子の種類とそれらの混成割合を決定する。

ここで、

【数9】

$$5 \quad c_M(t) = \frac{\left[\sum_{i=1,2,\dots} \delta(\vec{R}_i^M(t)) \right]}{V}$$

で、 $\vec{R}_i^M(t)$ は i 種の空孔や不純物を含む原子・分子の時間 t 依存する空間位置ベクトルを表す。a の場合に比べて $\vec{R}_i^M(t)$ の時間変動が大きい。

b-2. 集合体の L と S を含めて形状を決定する。集合体内の擬一方向運動する粒子を含めて全ての種類の形状内の粒子の空間位置を決定する。

- 10 b-3. 集合体の L と S 内の拡散粒子の変位 $\vec{R}=(X, Y, Z)$ に注目し、拡散方向で擬一方向運動する方向が x 軸に平行なので、 \vec{R} の X 成分に着目し、拡散粒子の分配関数 $W(X, \tau)$ を導入する。時間 $t+\tau$ で面 x 内に存在する $C_d(x, t+\tau)$ 拡散粒子の濃度が時間 t では面 $x-X$ 内に在ったとすると、 $C_d(x, t+\tau)$ は

【数10】

$$15 \quad C_d(x, t+\tau) = \sum_X C_d(x-X, t) W(X, \tau)$$

となる。ここで和は X のすべての値にわたって行う。

b-4. $C_d(x, t)$ が変化する速度は、 $X=0$ で $\tau=0$ 近傍での $C_d(x, t+\tau)$ と $C_d(x-X, t)$ の展開によって、

【数11】

$$20 \quad C_d + \tau \frac{\partial C_d}{\partial t} + \dots = \sum_X \left[C_d - X \frac{\partial C_d}{\partial x} + \frac{X^2}{2!} \frac{\partial^2 C_d}{\partial x^2} - \frac{X^3}{3!} \frac{\partial^3 C_d}{\partial x^3} + \dots \right] W(X, \tau)$$

から求まる。ここで C_d は式の簡略化のために、

【数12】

$$C_d \equiv C_d(x, t)$$

である。また C_d の微分は時間 t に対して面 x で行う。

- 25 b-5. 上式11の右辺2項目は i 種流束の現象論的な応答では流束 J_i を生じさせその各々の一般化された熱力学的力 x_i には数4の関係があり、擬一方向な準バリスティック伝導する粒子以外の粒子影響を伝導する粒子に与える変動の効果は $\langle X^2 \rangle_{ave}$ となるので、擬一方向な準バリスティック伝導する粒子の拡散係数と関係する。

- 30 b-6. 上式11の右辺3項目以上の擬一方向な準バリスティック伝導する粒子以外の粒子影響を、伝導する粒子に与える変動の効果は $\langle X^3 \rangle_{ave}$ 、 $\langle X^4 \rangle_{ave}$ …となり、擬一方向な準バリスティック伝導する粒子のガウス分布からのズレを表す。

b-7. 上記b-1. で決めた初期の形状から、粒子が荷電乃至磁荷粒子であれば修飾部にある時空変動する電磁場による影響を含め、 L と擬一方向系の場所乃至時間に依存して変化する S のみならず、集合体の形状を変化させて最適化する。

- 35 上記cでは、

- c-a. 高速拡散経路等の形状が L と S の基本素子では、外壁で制限された L に垂直断面 S に穴形状の高速拡散経路 L に沿って擬一方向に粒子ビームは伝導するが、他の粒子は熱振動で気体乃至液体状態になっている集合体である。
- c-b. L と S の柱状層多孔構造、ラメラ構造等が L を揃えて内在する基本素子では、上記c-a.の
- 5 S に垂直に柱状層多孔やラメラ構造等の柱、隔壁等が配置し、 L に沿って粒子ビームは擬一方向に伝導するが他の粒子は熱振動で気体乃至液体状態になっている集合体である。
- c-c. L と S のPEMや細胞膜等を持つ基本素子では、基本素子の膜形状を維持する部材、擬一方向に伝導しやすくする形状の部材等によって、 L に沿って擬一方向に粒子ビームは伝導するが他の粒子は熱振動で気体乃至液体状態になっている集合体である。
- 10 上記c-a.~c-c.の基本素子内では、粒子ビームに相当する粒子或いは粒子から成る微粒子或いは他の原子・分子と化学結合した分子による濃度 C_d は数12で決まる。しかも S で L に沿った擬一方向にSN比への影響を抑える粒子ビームは S で L の境界条件を考慮して数11を解くことになる。
- それぞれの集合体内の L 方向で、SN比への影響を抑える粒子ビームが擬一方向に最大に伝導する設定エネルギー E の粒子ビームの集団内粒子の条件、そして最適なナノオーダー以上の集合体の設計は、
- 15 c-1.上記c-a.~c-c.の外壁、柱、隔壁、部材等による粒子ビーム散乱、粒子ビーム以外の集合体粒子との散乱や干渉、粒子ビームの粒子同士に散乱や干渉で目標とする擬一方向軌道からそれぞれずれを求める。
- c-2.粒子ビームの集団内粒子の目標とする擬一方向軌道上の設定エネルギー E からのエネルギー広がり $\langle \Delta E \rangle = \langle \Delta E_{\perp} \rangle + \langle \Delta E_{\parallel} \rangle$ と E との比である $\langle \Delta E \rangle / E$ を弾性変形や流動はレオロジーで、乱流状態を含む気・液相は気体論・液体論を用いて求める。ここで、 $\langle \Delta E_{\parallel} \rangle$ は粒子移動の一次元方向の、
- 20 $\langle \Delta E_{\perp} \rangle$ は一次元方向に垂直方向の運動によるエネルギー広がりを持つ。ここで、 $\langle A \rangle$ は物理量 A の集合体内の外壁に影響された粒子に対する平均である。
- c-3.Eが小さいと、 $\langle \Delta E_{\parallel} \rangle / E$ や $\langle \Delta E_{\perp} \rangle / E$ が大きくなるため、粒子が荷電乃至磁荷粒子であれば修飾部にある時空変動する電磁場による影響を含め、集合体内で粒子ビーム以外の粒子の L と擬一方向系の場所乃至時間に依存して変化する S のみならず、集合体の形状を変化させてSN比への影響を抑える最適化をする。
- 25 上記d.では、数11で表される濃度 C_d のみ存在する。集合体に最適なナノオーダー以上の L と場所乃至時間に依存して変化する S の集合体の設計は、
- d-1.設定エネルギー E の粒子ビームの集団内粒子間と粒子と外壁間の相互作用、
- d-2.粒子が荷電乃至磁荷粒子であれば修飾部にある時空変動する S や電磁場によって平衡軌道を中心に
- 30 に振動をする。
- d-3.上記cと同様に、粒子ビームの集団内粒子振動によるエネルギー広がり $\langle \Delta E \rangle = \langle \Delta E_{\perp} \rangle + \langle \Delta E_{\parallel} \rangle$ と E との比 $\langle \Delta E \rangle / E$ を巨視的量子系を含む量子論、古典論、熱力・統計力学等を用い求める。
- d-4.上記cと同様に、Eが小さいと、 $\langle \Delta E_{\parallel} \rangle / E$ や $\langle \Delta E_{\perp} \rangle / E$ が大きくなる。ここでの $\langle A \rangle$ は物理量 A の集合体内である外壁に影響された粒子ビームに対する平均である。
- 35 d-5. $\langle \Delta E_{\parallel} \rangle / E$ や $\langle \Delta E_{\perp} \rangle / E$ を集合体内の荷電・磁乃至中性粒子の分布や集合体形状の時空変動を含めて変化させてSN比への影響を抑える最適化をする。
- 一般には、集合体は上記のa~cで綺麗に分類できない。また、a~cとdを含めて計算機シミュレーションの発展と共に、上記の集合体に最適なナノオーダー以上の集合体の設計は一例であって特定されるものではない。
- 40 請求項1は図1における粒子放出源端乃至集合体10から粒子吸収源端までにある粒子において、粒子の移動方向に粒子が移動可能な垂直な断面11が小さい部分を集合体10に備えることによって、構成材料の立体構造の格子又は組成の乱れ、あるいは基本素子の熱によるSN比への影響の少ない粒子を粒子放出源端

から放出又は粒子吸収端から吸収すること、あるいは他の集合体や反応場に放出、あるいは粒子集団から状態のそろった粒子を吸収することを可能とする。

5 本発明の原理に従ったSN比への影響を低減する基本素子の図示で、外壁、粒子放出・吸収源、修飾部、外壁内部にある部材、他の基本素子や他の部材との担持乃至接続部材、反応場等を除いて、基本素子を集合体だけに注目する添付の図面は、本明細書の一部を構成する1つ以上の実施例を図示し、本明細書とともに、そのような実施例を簡略・明瞭で模式的に説明するものである。以下の発明の概念図も発明の本質を強調した説明になっているが、言うまでもなく発明を特定するものではない。

10 またアパタイト型ランタン・シリコン酸化物あるいは高速拡散経路、柱状層多孔構造のように、穴形状をもつ空間構造からなる集合体では原子・イオン・分子粒子は穴方向の運動だけが可能となる。粒子が集合体を構成する物質から相互作用を受け選択的な流れが可能である。図2のように、修飾部で粒子の集合体は太さや構成する原子・分子を変えることが可能であり、それによって移動する粒子を変化させ、あるいは流量を調整することが可能である。

15 擬一次元的な集合体30の形状は粒子の種類によって異なる。上記a.で記載のように、電子・正孔では、それぞれの熱雑音の程度は集合体の断面周りの乱れと基本素子の温度に依存する。その断面積 S の平方根が小さくなれば基本素子の温度が室温でも熱雑音による電子・正孔の占有基底状態からの電子・正孔の非占有状態への状態間遷移が生じなくなり、しかも電子乃至正孔が巨視的量子状態になると、更に基本素子のSN比が改善される。上記b.で記載のように、原子・イオン・分子粒子では穴形状を持つ空間構造からなる場合、集合体30にある粒子ビーム内の粒子間、粒子ビーム以外の粒子、外壁、修飾部を通して他の基本素子等からの力により基本素子のSN比が改善される。上記c.で記載のように、穴形状の径が大きいときは流れは層流あるいは乱流ということも含め制御される。その結果、装置の冷却維持のエネルギー消費を削減できる。粒子が荷電粒子の場合、粒子放出源端あるいは吸収源端に突起のある構造31とすることで対極部の電荷あるいは標的荷電粒子による粒子放出源端あるいは吸収源端近傍での電界が強くなることにより粒子が放出・吸収されやすくなるという効果も持つ。粒子移動部と粒子放出・吸収源端で温度差があるとき、

20 1. 集合体30以外の部分を真空にするなどで輻射以外の熱が伝わりにくい構造にすることで荷電粒子がもつ熱エネルギー以外は粒子放出源端から粒子吸収源端までの熱伝導が抑え、
25 2. 吸収・放出基本素子の全体内部で粒子流乃至粒子ビーム流が生じている集合体部分30に熱電材料あるいは熱電変換素子を用いて、NEA乃至PEA効果を高め、
3. 粒子放出源端乃至粒子吸収源端を持つ基本素子の触媒効果などを高める。

30 衝突粒子はそれより大きな質量の粒子との衝突によってその粒子の運動量を変えてもエネルギーを変えにくい。請求項2は構成材料の立体構造や格子の乱れ、あるいは基本素子の熱によるSN比のよい低運動エネルギーの粒子を、その粒子を利用する局所的でナノオーダーの吸収源端41に強く染みださせることによって、その場所で被標的粒子の放出源44から放出された被標的粒子45と相互作用させることによって、基本素子のSN比がよい低運動エネルギー粒子とそれより大きい質量でSN比の低減が改善し、被標的粒子45が結合してSN比がよい結合被標的粒子エネルギー状態が生じる。あるいは電荷の移動が起こり、SN比の良い結合被標的粒子流れ乃至粒子ビームを造ることができる。基本素子のSN比がよい低運動エネルギー粒子として電子を用いることで、SN比のよい質量の大きな低エネルギー荷電粒子の電荷を打ち消し、低運動エネルギーではSN比のよい中性電荷低エネルギー被標的粒子を得ることを可能とする。一方、高エネルギー状態では熱エネルギーは無視できるので常にSN比はよい。

40 粒子として、原子、イオン乃至分子を使うことによって、移動開始前あるいは移動開始後に、電子、ホール、原子、イオン、分子と反応を起こさせることができる。請求項3はこの時集合体を通過する粒子を制御することで反応を制御することを可能とする。複数の基本素子が空間配置を取る装置の図5において、図5の各基本素子の集合体を移動する粒子は集合体50と集合体51で種類を変化させることも可能である。集合体はイオンが伝わる穴や膜に空いた穴などを利用することができ、選択的に粒子を通過させることも可能である。52と53は材質が違いうることを示しており、膜54は選択的に粒子を通過させうるものである。

45 上記の装置は高分子電解質膜(PEM)の多孔質支持層+アノード触媒層にも適用できるが、上記の図5に関する説明においては、請求項に係る発明の様々な態様の完全な理解を提供するため、例えば粒子放出・吸収源端表面の形状変形、反応場の変形および温度変化、反応場に作用する電磁場強度変化、反

応場と接する粒子放出・吸収源端表面のコーティング或いは材料、反応場の反応・生成物の機械的制御する板のアクチュエータ、基本素子・モジュール・装置から成る混合構築物と外部負荷を考えたシステム等、及び基本素子、装置、上位のモジュールを含めたモジュールそしてシステムには放熱、保護等の最適化が説明されなければならない。しかしながら、そのような特定は個々の系の説明のために提示されるものであり、以下の請求項も含めて請求項に係る発明に関する限定として解釈されるべきではない。

基本素子を組み合わせることによって機能を修飾あるいは別の機能を持たせることを請求項4は可能とする。ある基本素子と別の基本素子の集合体は1対1で対応させる必要はなく、ある1つの基本素子の集合体に対して別の複数個の基本素子の集合体に対応させることも可能である。また、集合体毎に移動する粒子の種類が変わりうるので基本素子の集合体が別の基本素子の集合体と対応していなくてもいい。

請求項5は、図6の粒子が移動する部位60において、粒子放出源端あるいは吸収源端61に至る修飾部で空間的に狭い場所の近傍62に電磁場を発生する部位を配すことにより粒子の物理・化学的特性を制御することを特徴とする。62として電場発生源を用いることにより荷電粒子流の電圧電流特性を制御できる。62として磁場発生源を用いることにより粒子流が流れる部分に磁性原子を添加し、この磁性原子のスピンを磁場で揃えることにより粒子が持つスピンの偏極率の向上によって量子効率を大きくできる。また粒子放出源と粒子吸収源とを架橋した細線の断面積が数平方nm程度で生じる濃度勾配場による粒子や粒子スピン拡散流も同様に制御できる。

粒子放出源端・粒子吸収源端31には使っているうちに荷電粒子等が付着したり変形をしたりする。近傍33に熱を加えられる部位を配すことにより粒子放出・吸収源端31の使用による吸着原子・分子による汚れや変形を少なくすることを可能とする。

請求項6はSN比がよい粒子放出源、粒子吸収源があるときは粒子流を制御する部位以外は必要な部位はなく、即応性の良い、SN比が従来に比べ改善する装置が可能となる。また装置の冷却に対するエネルギー消費を低く抑えることよって、装置の直・並列あるいは複合配列を組み込んだモジュールが外界との接続において効率をよくすることが可能となるシステムができる。装置として光電面、熱電装置・トランジスタ・ダイオード・冷陰管・燃料電池などが考えられる。またこれらを組み込むことが考えられる。

請求項6の基本素子の直列あるいは並列、または直列と並列の混成した組み合わせから成る、或いは請求項6以外で粒子流を制御する部位以外を必要とする基本素子の直列あるいは並列、または直列と並列の混成した組み合わせから成る、或いは請求項6乃至請求項6以外の基本素子が直列あるいは並列、または直列と並列の混成した組み合わせから成る装置が考えられる。明らかなように、これらの装置と装置や他の基本素子からなる組み合わせからなるモジュールも本発明の範囲及び精神に従って意図される。このために請求項に係る発明に従ったモジュールよりSN比への影響の少ない低エネルギー粒子放出・吸収源を持つシステムが構築できる。明らかなように、基本素子から構築される装置、モジュール及びシステムを実現する方法を提供することには、数多くの実施形態が採用され得る。

請求項7は粒子溜めに基本素子を用いることにより粒子溜めに粒子を吸収させてエネルギーを貯蔵し、あるいは粒子溜めから基本素子を用いて粒子を放出させ粒子のエネルギーを利用する事を可能とする。ここで用いられる基本素子では基本素子のSN比がいいのでエネルギー効率がよい。

本出願の説明に使用された如何なるアクチュエータ、モジュールそしてシステム、特に断らない限り、本発明に決定的に重要な、あるいは不可欠なものとして解されるべきではない。

40. 【発明の効果】

本発明は粒子放出・吸収源の断面積を小さくすることで基本素子の熱によるSN比への影響を小さくできる。放出源面積が極めて小さく、しかも多数接近して並べて、バイアス電流で放出電子流を制御できるため、システムの冷却に使うエネルギー消費が熱陰極より大幅に少なく即動性のある制御ができる。更に擬一次元系内に磁気原子・分子の添加により外部磁場による電子スピンの減偏極が少ない高スピン偏極度や高量子効率を得られる。

【産業上の利用可能性】

量子コンピュータで用いられる二重量子ビットは、2つの量子ドット間で過剰電子がトンネルしている安定した電荷状態である。(Phys. Rev. Lett. 91,226804-2(2003))この制御はドレインパルスを印加することで行うことができる。これを高速にすることで即動性を持たせることができる。

図面の簡単な説明

- 5 図1: 粒子吸収・放出基本素子の集合体部。
- 図2: 粒子吸収・放出基本素子の集合体部。
- 図3: 粒子吸収・放出基本素子。
- 図4: 粒子源を別に持つ粒子吸収・放出基本素子。
- 図5: 粒子吸収・放出基本素子。
- 10 図6: 制御部を持つ粒子吸収・放出源。

符号の説明

- 10 粒子移動部位である集合体部
- 11 集合体の断面
- 20 粒子移動部位である集合体部
- 15 21 粒子放出源端
- 22 粒子吸収源端
- 30 粒子移動部位である集合体部
- 31 粒子放出源端または粒子吸収源端
- 32 粒子吸収源端または粒子放出源端
- 20 33 粒子放出・吸収源端に近接する反応場
- 40 粒子移動部位である集合体部
- 41 粒子放出源端または粒子吸収源端
- 42 粒子吸収源端または粒子放出源端
- 43 粒子放出・吸収源端に近接する反応場
- 25 44 被標的粒子の放出源
- 45 被標的粒子
- 50 粒子移動部位である集合体部
- 51 a、51b、51c 粒子移動部位である集合体部
- 52、53 部位
- 30 54 集合体部または部位間の境界
- 60 粒子移動部位
- 61 制御部

請求の範囲

【請求項 1】

5 粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される準位間エネルギーが素子の熱エネルギーに比べ大きくなるぐらいその粒子移動可能断面積が小さく、粒子発生部位乃至粒子移動部位から粒子放出端まであるいは粒子消滅部位乃至粒子移動部位から粒子吸収端まで(以後、素子と略す)の距離があることにより、立体構造や格子、組成の乱れ乃至素子の熱によるSN比への影響を抑え、そのSN比への影響が粒子の利用部位にほとんどそのまま伝わることを特徴とする粒子放出源乃至粒子吸収源を持つ基本素子。

【請求項 2】

10 請求項 1 に記載の粒子放出源において発生した低運動エネルギーでSN比がよい荷電粒子により、低運動エネルギーに制御された荷電粒子を中性化することにより中性化された粒子の熱によるSN比への影響が小さいことを特徴とする中性粒子発生源素子。

【請求項 3】

15 請求項 1 に記載の粒子放出源において発生したSN比がよい粒子を反応に用いることにより、あるいは、粒子吸収源においてSN比のよい粒子を吸収することによって、運動方向やエネルギー値の揃った生成物、熱乃至電気を得ることを特徴とする基本素子。

【請求項 4】

20 請求項 1、請求項 2、請求項 3 の基本素子を組み合わせることによって、必要なら移動する粒子の種類を動的或は静的に変化させ、或は基本素子の機能を高め、或は修飾することを可能とすることを特徴とする装置。

【請求項 5】

請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 に記載のSN比を改善する粒子放出源乃至粒子吸収部位において、発生端に至る部位に放出粒子の自由度を制御し発生粒子乃至吸収粒子の流量を調整できる、あるいは必要ならば熱を加えられる部位を持つことを特徴とする粒子放出源乃至粒子吸収素子。

【請求項 6】

25 請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4 に記載の素子を直・並列あるいは混生配列できることを特徴とする装置。

【請求項 7】

30 請求項 1、請求項 4、請求項 5 に記載の粒子放出源乃至粒子吸収部位として粒子溜めを用い、その外的条件を制御することによって少なくとも 2 個の粒子溜め間で粒子を移動させることによって、エネルギーを貯蔵・放出することを特徴とする、及び請求項 1、請求項 4、請求項 5、請求項 6 記載の装置から成るシステム。

図 1

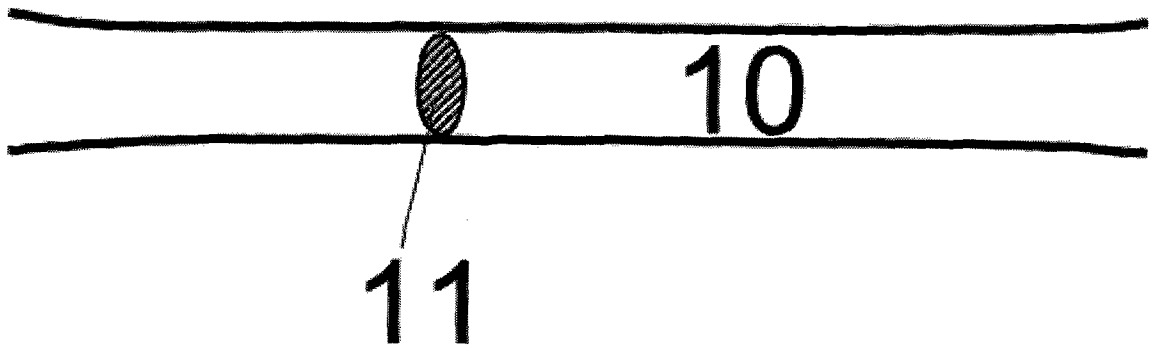


図 2

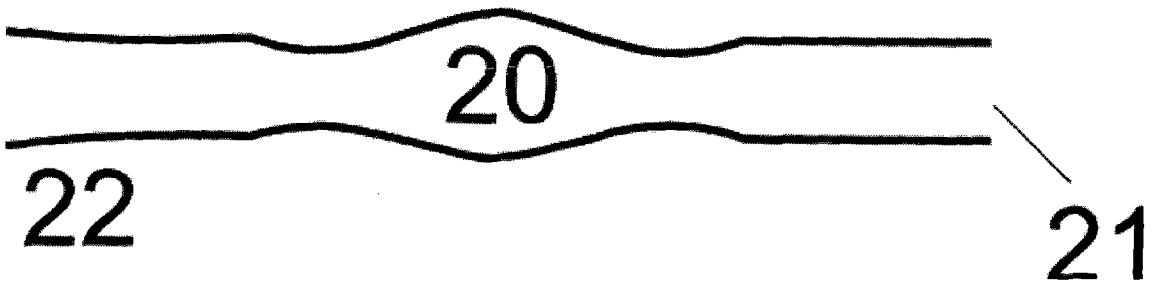


図 3

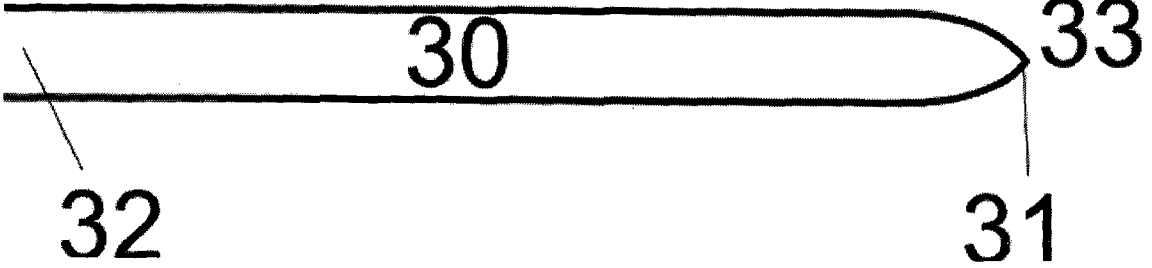


図 4

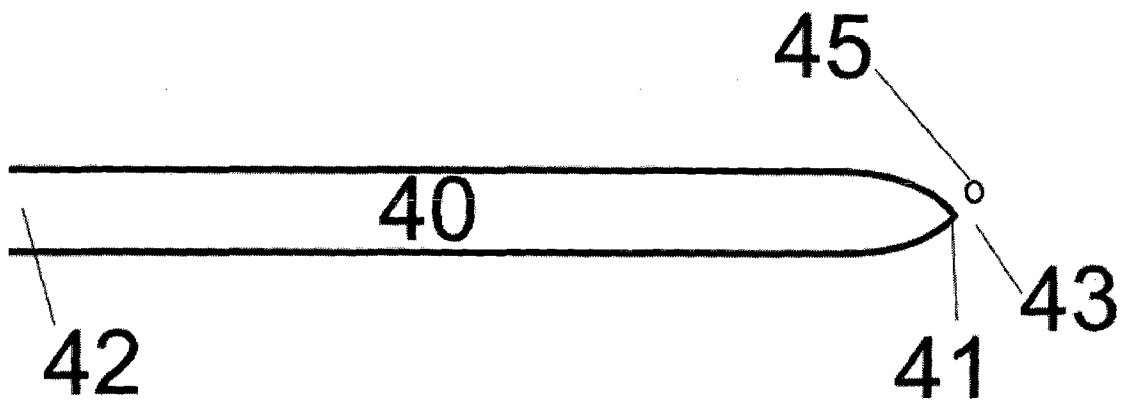


図 5

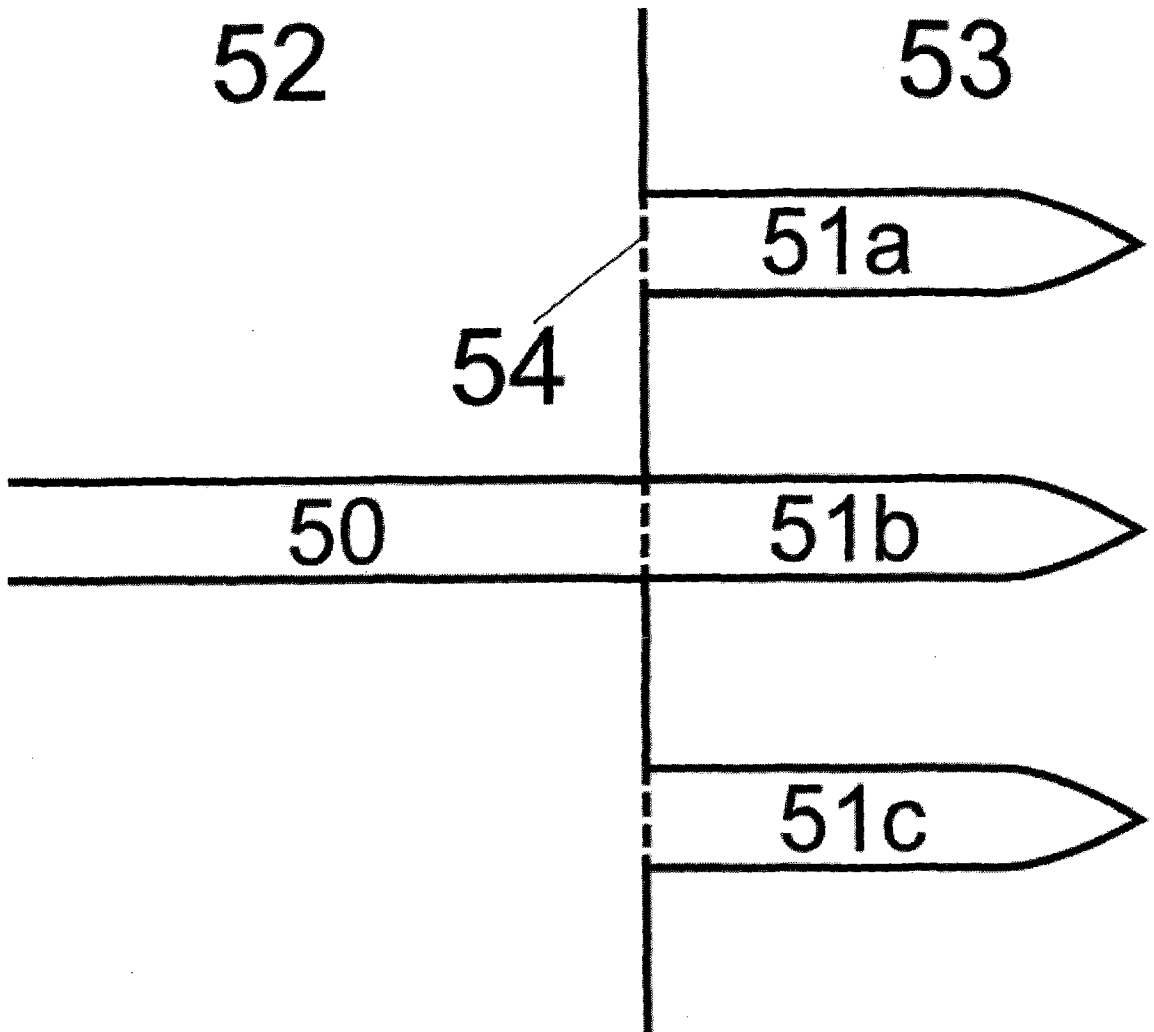
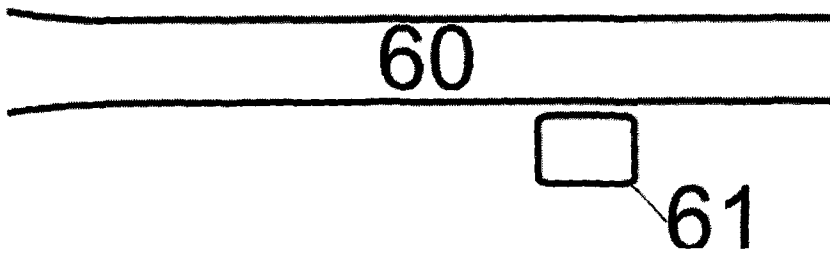


図 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059380

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B82B1/00(2006.01)i, B82Y30/00(2011.01)i, H01J1/304(2006.01)i, H01L29/66(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 H01J1/304

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-149659 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 14 June 2007 (14.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1
E, X	JP 2014-046451 A (Mahito MABUCHI), 17 March 2014 (17.03.2014), entire text; all drawings (Family: none)	1

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 September, 2014 (04.09.14)	Date of mailing of the international search report 16 September, 2014 (16.09.14)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059380

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: 2-7
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
There is no disclosure of specific embodiments in the description, and thus the specific configuration of a basic element, device, or system in the inventions in claims 2-7 and a technical field to which the basic element is applicable cannot be grasped.
3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. B82B1/00(2006.01)i, B82Y30/00(2011.01)i, H01J1/304(2006.01)i, H01L29/66(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01J1/304

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2014年
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年
 日本国登録実用新案公報 1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2007-149659 A（住友電気工業株式会社）2007.06.14, 全文、全図（ファミリーなし）	1
E、X	JP 2014-046451 A（馬淵 真人）2014.03.17, 全文、全図（ファミリーなし）	1

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

<p>* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p>	<p>の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献</p>
--	---

国際調査を完了した日 04.09.2014	国際調査報告の発送日 16.09.2014
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 松岡 智也 電話番号 03-3581-1101 内線 3274

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. 請求項 2-7 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
明細書中に具体的な実施例の開示がなく、請求項2-7に係る発明における基本素子、装置又はシステムの具体的な構成や当該基本素子を適用することができる技術分野が把握できない。
3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。