

令和2年3月17日判決言渡

令和元年（行ケ）第10123号 審決取消請求事件

口頭弁論終結日 令和2年2月18日

判 決

原 告 X

被 告 特許庁長官

同 指 定 代 理 人 野 村 伸 雄
瀬 川 勝 久
山 村 浩
樋 口 宗 彦
小 出 浩 子

主 文

- 1 原告の請求を棄却する。
- 2 訴訟費用は、原告の負担とする。

事実及び理由

第1 請求

特許庁が不服2017-6064号事件について令和元年8月1日にした審決を取り消す。

第2 事案の概要

1 特許庁における手続の経緯等

(1) 原告は、平成24年9月2日、発明の名称を「熱によるS/N比值への影響の少ない低エネルギー粒子放出装置乃至粒子吸収装置」とする発明について特許出願をし（特願2012-206227。請求項数5。以下、この出願を「本件当初出願」といい、本件当初出願に係る願書に最初に添付されていた特許請求の範囲，明

細書及び図面を「本件当初明細書」という。乙2～5)。

原告は、平成28年12月26日付けで拒絶査定を受けたので(乙9)、平成29年4月10日、これに対する不服の審判を請求し、特許庁は、これを不服2017-6064号事件として審理した。

(2) 原告は、平成30年7月7日付け手続補正書(乙14。以下「本件第1補正」という。)により、特許請求の範囲及び明細書の補正を行ったが、同年12月20日付けで拒絶理由通知(乙17)を受けた。

(3) 原告は、平成31年3月9日付け手続補正書により、特許請求の範囲の補正(乙18。以下「本件補正」という。)を行ったが、特許庁は、令和元年8月1日、本件補正を却下した上、「本件審判の請求は、成り立たない。」との別紙審決書(写し)記載の審決(以下「本件審決」という。)をし、その謄本は、同月24日、原告に送達された。

(4) 原告は、同年9月22日、本件審決の取消しを求める本件訴訟を提起した。

2 特許請求の範囲の記載

(1) 本件補正前の特許請求の範囲

本件審決が対象とした本件補正前の特許請求の範囲1及び3の記載は、以下のとおりである(乙14)。以下、本件補正前の各請求項に係る発明を「本願発明1」などといい、本件補正の前後を通じた明細書(乙1, 14)を、図面を含めて、「本件明細書」という。

【請求項1】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)の粒子移動部があることにより、粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)で粒子流方向に運動する作業物質粒子(以後、これを粒子と略す。)の許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ、特に、擬一次元的なバリスティック運動する粒子は粒子移動部の断面積が小さくなることによって、そのS/N比值減少の影響が無く、粒

子移動部で伝わる上に、粒子放出・吸収端あるいは近傍に熱を加えられる部位を近傍に具備すること、具備しないを特徴とする粒子放出源乃至粒子吸収部位を持つ素子。

【請求項3】請求項1記載の素子、あるいは請求項2に記載の中性粒子発生デバイスに含まれる大きなS/N比値を持つ粒子放出源乃至粒子吸収部位において、放出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、放出・吸収端あるいは近傍に熱を加えられる部位を持つことを特徴とする粒子放出・吸収端乃至尖塔デバイス。

(2) 本件補正後の特許請求の範囲

本件補正後の特許請求の範囲1及び3の記載は、以下のとおりである(乙18。以下、本件補正後の各請求項に係る発明を「本件補正発明1」などという。)。なお、下線部は訂正箇所を示す(以下同じ)。

【請求項1】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)の粒子移動部があることにより、粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子(以後、これを粒子と略す。)の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比値減少の影響が抑えられ、しかも、擬一次元的なバリスティック運動する粒子は粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになることによって、そのS/N比値減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる上に、粒子放出・吸収端の近傍に熱を加えられる部位を具備する、或いは具備しないことを特徴とする粒子放出源乃至粒子吸収部位を持つ素子。

【請求項3】請求項1記載の素子、あるいは請求項2に記載の中性粒子発生デバイスに含まれる大きなS/N比値を持つ粒子放出源乃至粒子吸収部位において、放出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、放出・吸収端の近傍に熱を加えられる部位を持つことを特徴とする粒子放出・吸収端乃至尖塔デバイス。

3 本件審決の理由の要旨

(1) 本件審決の理由は、別紙審決書(写し)記載のとおりである。要するに、①本件補正は、願書に最初に添付した明細書、特許請求の範囲又は図面に記載した事項の範囲内においてしたものでないから、特許法17条の2第3項に規定する要件を満たさず、仮にそうでないとしても、本件補正発明1は同法36条6項2号に規定する要件を満たさず、また、下記アの引用例1に記載された発明(以下「引用発明1」という。)又は下記イの引用例2に記載された発明(以下「引用発明2」という。)に基づき、当業者が容易に発明をすることができたものであって、同法29条2項の規定に該当し、特許出願の際独立して特許を受けることができないから、却下されるべきものであり、②本件第1補正は、願書に最初に添付した明細書、特許請求の範囲又は図面に記載した事項の範囲内においてしたものでないから、同法17条の2第3項に規定する要件を満たさず、また、本願発明1は、同法36条6項2号に規定する要件を満たさないとともに、引用発明1又は引用発明2に基づき、当業者が容易に発明をすることができたものであるから、同法29条2項の規定により特許を受けることができない、などというものである。

ア 引用例1：特表2008-519423号公報(乙21)

イ 引用例2：特開平11-297189号公報(乙22)

(2) 本件審決が認定した引用発明1、本件補正発明1と引用発明1との一致点及び相違点は、次のとおりである。

ア 引用発明1

0. 3ナノメートルから10ナノメートルまでの範囲の直径を有し、金属タイプカーボンナノチューブからなるものとすることができ、または、タングステン単原子点エミッタからなるものとするができる、電子ビームが放出される放出先端部。

イ 一致点

粒子移動部位から粒子放出端まで（以後、素子と略す）の粒子移動部があり、粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになる粒子移動部を具備し、粒子放出源を持つ素子。

ウ 相違点

（相違点 1）

本件補正発明 1 においては「粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$) の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子（以後、これを粒子と略す。）の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱による S/N 比值減少の影響が抑えられ、しかも、擬一次元的なバリステック運動する粒子は」「その S/N 比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる」のに対し、引用発明 1 においてはそのようなものか明らかでない点。

（相違点 2）

本件補正発明 1 においては「粒子放出・吸収端の近傍に熱を加えられる部位を具備する、或いは具備しない」のに対し、引用発明 1 においてはそのようなものか明らかでない点。

(3) 本件審決が認定した引用発明 2，本件補正発明 1 と引用発明 2 との一致点及び相違点は、次のとおりである。

ア 引用発明 2

トンネル電子の放出部となり、底面の直径は 100 オングストローム ϕ となっていて、熱フラッシュが必須である三元合金被覆膜付ナノエミッター。

イ 一致点

粒子移動部位から粒子放出端まで（以後、素子と略す）の粒子移動部があり、粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになる粒子移動部を具備し、粒子放出端の近傍に熱を加えられる部位を具備する粒子放出源を持つ素子。

ウ 相違点

粒子移動部が、本件補正発明1においては「粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子（以後、これを粒子と略す。）の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ、しかも、擬一次元的なバリスティック運動する粒子は」「そのS/N比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる」のに対し、引用発明2においては、そのようなものか明らかでない点。

4 取消事由

- (1) 本件補正を却下したことの誤り（取消事由1）
 - ア 本件補正に係る新規事項の追加の判断の誤り（取消事由1-1）
 - イ 本件補正発明1の明確性要件の判断の誤り（取消事由1-2）
 - ウ 本件補正発明1の進歩性判断の誤り（取消事由1-3）
- (2) 本件第1補正に係る新規事項の追加の判断の誤り（取消事由2）

第3 当事者の主張

〔原告の主張〕

1 新規事項の追加の判断の誤りについて

新しいことを追加したところ、新規事項と指摘されたが、それは説明を加えたものであり、既知である科学的なことを書き加えたものである。

ナノワイヤと書いていなかったが、より広い意味のナノオーダの構造物について記載しており、ただ例示しただけである。例えば、材質については、電流を流すときに金属材料であるということを記載したにすぎない。

2 本件補正発明1の明確性要件の判断の誤りについて

(1) 「粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子（以後、これを粒子と略す。）の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比

べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ」が明確でないと指摘されたが、これは、粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が押さえられ擬一次元なバリスティック伝導方向に基本素子の長さ、そしてそれに垂直な断面積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という構造を決めるということである。

(2) 「擬一次元的なバリスティック運動する粒子は粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになることによって、そのS/N比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる」が明確でないと指摘されたが、これは、ナノサイズになることによって、そのS/N比值減少の影響がなくなるような構造を特定したため明確である。

3 本件補正発明1の進歩性判断の誤りについて

本件審決における引用例1と引用例2についての議論は、ともに先端のだんだん半径の小さくなる先端の大きさとS/N比值とを問題としており、略同じサイズである移動部が続く構成である本件補正発明1とは異なるものである。

〔被告の主張〕

1 新規事項の追加の判断の誤りについて

本件第1補正で追加され、本件補正によって削除されなかった、ナノオーダの構造物の具体的な材質、構造及び寸法についての事項、例えば、極めて高純度で無欠陥の超周期を含む結晶性の良い金属材質、熱電子放出と電界電子放出条件を満たせない絶縁材料素材による被覆、ナノワイヤ直径はおよそ30nm以下の太さであることは、いずれも新規事項である。

2 本件補正発明1の明確性要件の判断の誤りについて

(1) 「粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$)の粒子が粒子流方向に運動する作業物

質粒子（以後、これを粒子と略す。）の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ」との記載は、粒子移動部それ自体の構造を特定しようとしているのか、粒子移動部それ自体の構造を限定せず、粒子移動部それ自体の構造でない外的な条件、すなわち、素子の熱エネルギーを小さくすること（例えば、素子の周囲を低温にすること）を特定しているにすぎないのか、が明確でない。

(2) 「擬一次元的なバリステック運動する粒子は粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになることによって、そのS/N比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる」との記載は、「擬一次元的なバリステック運動する粒子は」の述語が、「粒子移動部を具備し」であるのか、それとも、「粒子移動部で伝わる」であるのかが不明であり、仮に「粒子移動部を具備し」であるとすれば、その意味が不明である。

「擬一次元的なバリステック運動する粒子は」の述語が「粒子移動部で伝わる」と解したとしても、「粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになることによって」が、粒子移動部の断面積の平方根（以下「本件平方根」という。）がナノサイズになっていることを特定しているのか、そうではないのかが明確でない。

仮に、ナノサイズになっていることを特定している場合においても、本件平方根が「ナノサイズになることによって」が、「S/N比值減少の影響がなくなるような」に、接続するのか、本件平方根が「ナノサイズになることによって」が、「粒子移動部で伝わる」に、接続するのが明確でない。

3 本件補正発明1の進歩性判断の誤りについて

(1) 本件補正発明1の進歩性が欠如することについては、本件審決が認定判断したとおりであり、誤りはない。

(2) 原告は、本件補正発明1において、略同じサイズで粒子移動部が続くから、引用発明1及び引用発明2とは異なる旨主張する。

しかし、本件補正発明 1 は、略同じサイズで粒子移動部が続く旨を特定していないため、粒子移動部が略同じサイズで続かないものを含むものである。

また、「略同じサイズである移動部が続く」が、粒子移動部のいかなる断面（粒子流方向の運動に略垂直方向の断面）であってもナノサイズであるという意味と解されるとしても、引用発明 1 の「放出先端部」、引用発明 2 の「三元合金被覆膜付ナノエミッター」は、いずれも、そのいかなる断面であってもナノサイズとなっている。

よって、原告の主張は採用できない。

第 4 当裁判所の判断

1 本件当初明細書の記載事項

本件当初明細書には、次の記載がある（乙 3～5。なお、下記記載中に引用する図 1，4 は、別紙本件明細書図面目録記載の図 1，4 と同じである。）。

(1) 特許請求の範囲

【請求項 1】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存在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、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部位を持つ基本素子。

【請求項 2】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システム。

【請求項 3】請求項 1，請求項 2 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デバイス。

【請求項4】請求項1，請求項2，請求項3に記載のデバイスを最適に直・並列あるいは混生配列による入出力デバイスと接続した外系装置を最適化するシステム。

【請求項5】請求項1，請求項3，請求項4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システム。

(2) 技術分野

【0001】本発明は，粒子放出・吸収装置において，粒子移動部をもつ素子の熱によるSN比への影響を抑えた低エネルギー粒子を放出・吸収を制御することに関する。

(3) 背景技術

【0002】電磁波や粒子など（以後，粒子と略す）のビームは試料に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している。

【0003】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 $1800\ \text{K}$ 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形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，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，凹面形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）

【0004】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 $7.5\ \text{nm}$ 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。

【0005】またビームは物理的、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。

【0006】原子や電子の粒子ビームは、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発生させている。

【0007】固体伝導電子による電気抵抗は温度が下がると格子振動や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。二次元以下の固体伝導電子はアンダーソン局在によって電気抵抗は絶対零度でゼロとなるが（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局在は生じない。

【0008】系での c が増え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、 $\xi(c)$ は不純物濃度 c の減衰係数である。系のサイズ L を動く固体伝導電子は 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。

【0009】絶対零度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とき球面波の伝導電子波動関数相関関数は球面の半径 r の2乗で減衰するが、伝

導電子波動関数が乱されることはない。擬一次元系での伝導電子波動関数も同様に全く減衰しない。 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相関関数は Ψ と同様に減衰する。

【0010】擬一次元系の温度が上昇すると電気抵抗は格子振動や電子間相互作用による散乱が効いてきて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、固体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 の大小関係で大きく変化する。しかし $\xi(c, T)$ には伝導電子間の弾性散乱は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。

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。
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。
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。

【0011】電磁波を除く粒子もそれぞれに対応して不純物濃度に依存した波動関数の減衰係数をもつ。

【0012】ビームはビーム発生装置の熱による格子振動でビーム流れが乱されSN比が悪くなる。そのほかにも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、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。このような格子振動、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の各エネルギー状態に幅が生じる。ビーム発生装置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。ビーム発生装置の熱による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。

【0013】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 $\sim 100\text{ eV}$ 、プラズマでは $\sim 50\text{ eV}$ 、冷中性子では $\sim 5\text{ meV}$ となっている。

【0014】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冷陰極は放出面積が極めて小さくし、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表面が必要のためNEAデバイスは放出効率や寿命が問題となる。

【0015】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不要となるがNEA表面を必須とするために安定なNEA表面が必要のため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表面を必須とするために上記の欠点の問題となる。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)

【0016】中性電荷粒子ビームはイオンを加速して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中性電荷粒子ビームを作成している。特許文献2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がほとんどなくする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再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8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。

【0017】電場を用いて電子やホールを制御するデバイスはトランジスタ・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3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。

(4) 発明が解決しようとする課題

【0020】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、ある粒子放出部位と別の吸い込み部位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あるいはその吸い込み部位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基礎素子となっている。共通素子を通じたビームのSN比をよくすることで、ビームの照射対象物あるいは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。また粒子放出と吸い込み部位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等と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分布を生じさせる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比のよい粒子線を経済的につくることを目的とする。

(5) 課題を解決するための手段

【0021】従来のビームはビーム発生熱源を必要とし、粒子放出端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部の面積が大きいためビーム制御での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。空間内にある粒子に許されるエネルギー状態は量子力学で決まるエネルギー準位への分布によって決まり、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。ある方向の粒子の存在できる空間が狭くなり、その存在空間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。粒子の運動方向に垂直方向の断面積が小さくなれば粒子移動は擬一次元的になり散乱されにくくなる。

【0022】請求項1は図1における粒子発生部位乃至粒子移動部位10から粒子放出端11まであるいは粒子消滅部位乃至粒子移動部位10から粒子吸収端11まで(以後、素子と略す)にある粒子において、粒子の移動方向に垂直な断面12が小さい部分を粒子が移動する部位10に備えることによって、素子の熱によるSN比への影響の少ない粒子を粒子放出端又は粒子吸収端11から発生、他の部位に注入、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。

【0023】ナノオーダーの構造物は不純物、側面界面原子・分子配列の乱れなど

によって許されるエネルギー準位が複雑に幅をもつ。ナノオーダの構造物では運動の方向に垂直は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決まる最低エネルギー準位近くで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。次のエネルギー準位に至るまでのエネルギー量が素子の熱エネルギーに比べて大きいときにはナノオーダの構造物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。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不純物散乱が無視できSN比がより改善する。

【0024】擬一次元的な運動方向に垂直な断面22は粒子の種類によって異なり、電子ではその断面周りの乱れと素子の温度に依存するためその断面積の平方根が小さくなれば素子の温度が室温でも熱雑音による電子状態間遷移が生じなくなり素子のSN比が改善される。その結果、デバイス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、粒子放出部位あるいは吸収部位に突起のある構造21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部位あるいは吸収部位近傍での電界が強くなることにより粒子が放出・吸収されやすくするという効果も持つ。粒子移動部と粒子放出・吸収部で温度差があるときには垂直な断面22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端まで、あるいは粒子吸収端から粒子消滅部位までの熱伝導が抑えられる。

【0025】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は変えてもエネルギーを変えにくい。請求項2は素子の熱による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の場所33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34から放出さ

れた被標的粒子35と相互作用させることによって、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比が抑えられた被標的粒子35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ビームを造ることができる。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。

【0026】請求項3は、図4の粒子が移動する部位40において、粒子放出・吸収端41に至る空間的に狭い場所の近傍42に制御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。42として電場発生源を用いることによって荷電粒子流の電圧電流特性を制御できる。42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。また粒子放出部と粒子吸収部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。

【0027】粒子放出端・粒子吸収端41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42に熱を加えられる部位を配すことにより粒子放出・吸収端41の使用による吸着原子・分子による汚れ変形を少なくすることを可能とする。

【0028】請求項4はSN比がよい粒子放出部位、粒子吸収部位あるときは粒子流を制御する部位以外に必要な部位はなく、即応性の良い、SN比が従来に比べ改善するデバイスが可能となる。またデバイス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、デバイスの直・並列あるいは複合配列を組み込んだもの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。デバイス

として光電面，熱電デバイス・トランジスタ・ダイオード・冷陰管などが考えられる。またこれらを組み込むことが考えられる。

【0029】請求項5は粒子溜めに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。ここで用いられる素子では素子のS/N比がいいのでエネルギー効率がよい。

(6) 発明の効果

【0030】本発明は粒子放出・吸収断面積を小さくすることで素子の熱によるS/N比への影響を小さくできる。放出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が得られる。

(7) 産業上の利用可能性

【0031】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。

2 本件明細書の記載事項

本願発明に係る特許請求の範囲の記載は，前記第2の2(1)のとおりであり，本件明細書の発明の詳細な記載には，以下の記載がある(乙14。なお，下記記載中に引用する図1～4は，別紙本件明細書図面目録記載のとおり。)

(1) 技術分野

【0001】本発明は，粒子放出・吸収装置において，粒子移動部をもつ素子の熱によるS/N比値への影響を抑えた低エネルギー粒子を放出・吸収を制御すること

に関する。

(2) 背景技術

【0002】電磁波や粒子など(以後、粒子と略す)のビームは試料に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している。

【0003】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、半径 $0.4\ \mu\text{m}$ の陰極先端球面を $1800\ \text{K}$ 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形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、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、凹面形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)

【0004】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 $7.5\ \text{nm}$ 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。

【0005】またビームは物理的、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。

【0006】原子や電子の粒子ビームは、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発生させている。

【0007】固体伝導電子による電気抵抗は温度が下がると格子振動や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。二次元以下の固体伝導電子はアンダーソン局在によって電気抵抗は絶対零度でゼロとなるが（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局在は生じない。

【0008】系での c が増え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、 $\xi(c)$ は不純物濃度 c の減衰係数である。系のサイズ L を動く固体伝導電子は 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。

【0009】絶対零度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とき球面波の伝導電子波動関数 Ψ は球面の半径 r の2乗で減衰するが、伝導電子波動関数が乱されることはない。擬一次元系での伝導電子波動関数も同様に全く減衰しない。 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関数 Ψ と同様に減衰する。

【0010】擬一次元系の温度が上昇すると電気抵抗は格子振動や電子間相互作用による散乱が効いてきて伝導電子波動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、固体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 の大小関係で大きく変化する。しかし $\xi(c, T)$ には伝導電子間の弾性散乱は伝導電子波動関数を計算する式

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。

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。
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。
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。

【0011】電磁波を除く粒子もそれぞれに対応して不純物濃度に依存した波動関数の減衰係数をもつ。

【0012】ビームはビーム発生装置の熱による格子振動でビーム流れが乱され S/N 比値が減少する。そのほかにも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、不純物、外場による乱れ、粒子ビーム周りの流体によって S/N 比値が減少する。このような格子振動、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の各エネルギー状態に幅が生じる。ビーム発生装置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。ビーム発生装置の熱による S/N 比値減少の影響は温度によって決まり低温では小さな値となる。

【0013】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 ~ 100 eV、プラズマでは ~ 50 eV、冷中性子では ~ 5 meVとなっている。

【0014】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冷陰極は放出面積が極めて小さくし、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表面が必要のためNEAデバイスは放出効率や寿命が問題となる。

【0015】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不要となるがNEA表面を必須とするために安定なNEA表面が必要のため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プ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の問題となる。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プ偏極電子源用フォトカソードがある。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、特定のスピンプ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プ電子集団が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プ電子の量子効率やスピンプ偏極度が高められる。(非特許文献7)

【0016】中性電荷粒子ビームはイオンを加速して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中性電荷粒子ビームを作成している。特許文献2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がほとんどなくする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再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8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。

【0017】電場を用いて電子やホールを制御するデバイスはトランジスタ・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3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。

(3) 発明が解決しようとする課題

【0020】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、ある粒子放出部位と別の吸い込み部位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あるいはその吸い込み部位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基礎素子となっている。共通素子を通じたビームのS/N比値が増大すると、ビームの照射対象物あるいは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。また粒子放出と吸い込み部位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等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S/N比値減少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分布を生じさせる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、大きなS/N比値の粒子線を経

済的につくることを目的とする。

(4) 課題を解決するための手段

【0021】従来のビームはビーム発生熱源を必要とし、粒子放出端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部の面積が大きいいためビーム制御でのS/N比値が減少するなどによって粒子ビーム流のS/N比値が減少する。

【0022】単体或いは単体を含む複合体原子（以後、簡単化のためにこれを金属原子と略す。）からなるマイクロ以上のサイズのワイヤの電気抵抗率 ρ_M を持つワイヤ半径 r_M の極めて高純度で無欠陥の超周期を含む結晶性の良い金属材質（以後、簡単化のため材質と略す。）のワイヤ断面積 πr_M^2 には、金属原子のワイヤ内に拡がる電子（以後、簡単化のために金属電子とする。）は金属原子イオン核を含む三次元系でブロッホ関数の伝導電子波動関数に従ってワイヤ形状内に分布する。伝導電子波動関数はワイヤの中心軸（以後、この軸をx軸と略す。）の任意の点でx軸に垂直なワイヤ断面（以後、これを断面と簡略する。）と交差する。

金属原子イオン核の近傍では三次元系のブロッホ関数の伝導電子波動関数に従って分布がx軸方向に一様、周期あるいは超周期結晶性の良い材質毎に、x軸に沿った各断面内の金属電子は一様、周期あるいは超周期の仕方に従って分布することになる。以下ではx軸に沿った断面内の金属電子分布がx軸方向に一様とし、その他への分布への展開は容易であるので、以下では金属電子分布がx軸方向に一様の場合を扱う。

x軸に直交する断面でワイヤ表面層から内部に1から3層までの金属原子からなる表面層数 $N_{\text{layer}}^{\text{surface}}$ と、その表面層数より内部にある金属原子からなる内部層数 $N_{\text{layer}}^{\text{inner}}$ に分け、ナノ、マイクロまたはマクロ以上のサイズのワイヤ内で金属原子一個当たりが占める平均体積をそれぞれ $\overline{v}^{\text{nano}}$ 、 $\overline{v}^{\text{micro}}$ 、そして $\overline{v}^{\text{macro}}$ とする。ワイヤ表面層の金属原子一個当たりが占める平均体積のそれぞれの層平均体積を、 $\overline{v}_{\text{surface}}^{\text{nano}}$ 、 $\overline{v}_{\text{surface}}^{\text{micro}}$ 、そして $\overline{v}_{\text{surface}}^{\text{macro}}$ とその内部層の金属原子当りの平均体積を

$\overline{v_{inner}^{nano}}$, $\overline{v_{inner}^{micro}}$ そして $\overline{v_{inner}^{macro}}$ とすると,

$$\overline{v_{inner}^{macro}} \leq \overline{v_{inner}^{micro}} < \overline{v_{inner}^{nano}} \quad \text{for } N_{layer}^{inner}, \quad (1)$$

$$\overline{v_{surface}^{macro}} \leq \overline{v_{surface}^{micro}} \ll \overline{v_{surface}^{nano}} \quad \text{for } N_{layer}^{surface}, \quad (2)$$

となる。マイクロワイヤ半径が r_M よりマイクロへ、そして更に細くナノワイヤ半径 r_N に近づくと、上記の(1)式と(2)式より、マイクロまたはマイクロ以上のサイズのワイヤに比べナノワイヤでは x 軸に垂直な断面で隣接する金属原子イオン核含む断面間距離が大きく (あるいは、断面が交差するの金属原子数が減少する。) なる。従って

$$\overline{N_{layer}^{surface}} \ll \overline{N_{layer}^{inner}} \quad \text{マイクロあるいはそれ以上のワイヤ}, \quad (3)$$

$$\text{そして, } \overline{N_{layer}^{inner}} \leq \overline{N_{layer}^{surface}} \quad \text{ナノワイヤ}, \quad (4)$$

となる。

ナノワイヤ長 L_N と半径 r_N の電気抵抗率を ρ_M と仮定すると、ナノワイヤ抵抗

R_N は

$$R_N = \frac{\rho_M L_N}{\pi r_N^2}, \quad (5)$$

となる。(2)式より、金属原子からなるナノワイヤの金属原子間の結合力が、マイクロ以上のサイズのワイヤの金属原子間の結合力に比べ弱まる。その結果、

$$\rho_M(N_{layer}^{inner}) \text{ at } N_{layer}^{inner} < \rho_M(N_{layer}^{surface}) \text{ at } N_{layer}^{surface}, \quad (6)$$

となる上、 r_M を基準にすると、 r_N は

$$\overline{r_N} = \overline{r_M} \times 10^{-3}, \quad (7)$$

で、(6)式を考慮し、(3)式より

$$R_N > \frac{\rho_M}{r_M^2} \times 10^6 L_N \quad [\Omega], \quad (8)$$

と高電気抵抗となり、ナノワイヤ長と L_N と半径 r_N の電気抵抗率を ρ_M と仮定する限り擬一次元的バリスティックな電気伝導が生じない。

【0023】粒子移動部内にある粒子に許されるエネルギー状態は量子力学で決まるエネルギー準位への分布によって決まり、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。

【0024】ナノワイヤ中心軸の x 軸に垂直な各断面の x 軸より r_N の断面円周近傍に一様に分布する $-e$ [C] の金属電子があると、この断面内で左記の金属電子以外の全荷電粒子の荷電合計 $+e$ [C] が各断面と x 軸との交点にあることになる。さもないと、各断面円周で一様分布しない、あるいは各断面中心が x 軸からずれた箇所で、

A-a. ナノワイヤの熱による熱電子放出がナノワイヤ半径の曲率や上記の各ずれた箇所の形状に依存して生じる。熱電子放出では Richardson-Dushman の式で仕事関数と放出電流が、あるいは

A-b. ナノワイヤの両端に外部電源を印加すると印加電圧とナノワイヤ半径の曲率や上記の各ずれた箇所の形状に依存する放電断面円周より電界電子放出が生じる。電界電子放出では、トンネル透過による電流は Fowler Nordheim の式などで電界強度 (非特許文献: Appl. Phys. 33, 2917 (1962)) と関係づけることができる。あるいは

A-c. 上記の A-a. と A-b. の熱電子放出と電界電子放出条件を満たせない絶縁材料素材による被服をすれば上記 A. を満たす条件を緩和できる。

ナノワイヤ使用条件が決まれば、各断面円周で一様分布しない、あるいは各断面中心が x 軸からずれた箇所のずれの大きさを持つ使用ナノワイヤの形状が決まる。

【0025】使用ナノワイヤの形状の各断面でのそれぞれの金属電子の量子状態を決定する。この使用ナノワイヤの形状の抵抗率 ρ_N は

$$\rho_N \ll \rho_M \quad (9)$$

であることを示すために、各断面でのそれぞれの金属電子の量子状態を決定する。

a. ナノワイヤ半径 r_N の円柱に円柱座標系 (r_e, φ_e, x_e) を用いる。ここで、 $0 \leq r_e \leq r_N$, $0 \leq \varphi_e \leq 2\pi$, $0 \leq x_e \leq L_N$ かつ $r_N \ll L_N$ である。

b. x 軸のある点を原点 0 とし、0 から x 軸に垂直に y 軸を決めると、使用ナノワイヤ断面内の各金属電子の各断面内の位置が (r_e, φ_e, x_e) で特定できる。ここで r_e は x 軸から半径で $0 \leq r_e \leq r_N$ を満たし、 φ_e は y 軸からの角度で x_e は

0からの距離である。

c. x位置が x_e の断面内の金属電子は x_e を中心とする半径 $r_e \approx r_N$ の円軌道で速度 v_e の運動をするとき、円軌道の運動方程式はこの金属電子以外は電荷はx軸に集中する電荷とのクーロン力と向心力の釣り合いの関係、

$$\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r_N^2} = \frac{m_e v_e^2}{r_N} \quad (10)$$

となる。ここで、 m_e は金属電子の質量である。

また金属電子からなる系の全エネルギーEは電子の運動エネルギーと位置（ポテンシャル）エネルギーの和より

$$E = \frac{m_e v_e^2}{2} - \frac{e^2}{2\pi\epsilon_0 r_N} \quad (11)$$

と成る。この系ではエネルギーと同時に φ_e の角運動量 $p_e = m_e v_e r_N$ も一定である。従って、(10)式を用いて

$$p_e^2 = (m_e v_e r_N)^2 = \frac{m_e e^2 r_N}{4\pi\epsilon_0} \quad (12)$$

となり、(11)式と(12)式を用いて、Eは

$$E = \frac{-m_e e^4}{2p_e^2} \quad (13)$$

と成る。Bohrの量子論より、使用ナノワイヤ断面で p_φ は下記の不連続な値

$$p_\varphi = n \frac{h}{2\pi} = n\hbar \quad (14)$$

を持つ。ここで、hはPlanck定数、 $\hbar = \frac{h}{2\pi}$ でnは $n=1, 2, \dots$ の自然数である。

上記のBohrの量子論より、使用ナノワイヤ断面で金属電子が存在する系のエネルギーは量子化された値 E_n は

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2} \frac{1}{n} \quad (15)$$

によって与えられるエネルギーの負で大きい値から順に、金属電子が占めることになる。尚、伝導電子となる金属電子は $n = n_{occu}^{max}$ の電子である。また電子のスピンを考慮していないので、電子は同じ値の n に 2 個以上占める事はできない。スピンを持つ系あるいは交流外部電源への拡張容易であるので省く。

【0026】熱による誤差が少ない擬一次元系に電場を印加するとき金属電子の擬一次的バリステック（弾道的）運動をすることの条件。

金属電子の最高占有状態エネルギー E_{occu}^{max} と最低非占有状態エネルギー E_{unoccu}^{min} との間のエネルギー差

$$\Delta E^n = E_{unoccu}^{min} - E_{occu}^{max} \quad (16)$$

が、系の熱エネルギー

$$\varepsilon_{therm}^N = k_B T_{nano} \quad (17)$$

ここで、 k_B は Boltzmann 定数で T_{nano} は使用ナノワイヤ系の温度である。 (16) 式と (17) 式から

$$\varepsilon_{therm}^N < \Delta E^n \quad (18)$$

となる条件であれば、上記 5. の金属電子の量子状態の使用ナノワイヤに電場を印加すると、熱による誤差が少ない擬一次的バリステック（弾道的）運動をすることになる。 (15) 式を用いると (16) 式の右辺は

$$E_{unoccu}^{min} - E_{occu}^{max} = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n_{unoccu}^{min\ 2}} - \frac{1}{n_{occu}^{max\ 2}} \right) \quad (19)$$

が求まる。

従って、 ε_{therm}^N で伝導電子が散乱されなくなるには

$$\varepsilon_{therm}^N < E_{unoccu}^{min} - E_{occu}^{max} = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n_{unoccu}^{min\ 2}} - \frac{1}{n_{occu}^{max\ 2}} \right) \quad (20)$$

である必要に成る。 (20) 式が熱による誤差が少ない伝導電子が擬一次的バリステ

ック（弾道的）運動する条件となる。一方，(12)式と(14)式よりBohr半径 b_n は

$$b_n = b_1 n^2, \quad b_1 \approx 5.29 \text{ nm} \quad (21)$$

となる。従って，ナノワイヤ直径はおよそ30 nm以下の太さとなる。

電気伝導を持つ使用ナノワイヤ内の熱による誤差が少ない伝導電子が擬一次元的バリスティック（弾道的）運動するために ρ_N は $\rho_N \ll \rho_M$ で，そのときの断面の半径 r_N は

$$r_N \leq b_{n_{occu}}^{max} = b_1 n_{occu}^{max 2} \quad (22)$$

で， $r_N \ll L_N$ となる必要がある。

【0027】擬一次元的バリスティック（弾道的）運動と同様に導体，あるいは半導体や絶縁体を構成する単体或いは複合体原子又は分子や隣接する単体或いは複合体原子又は分子間で共有する電子やそのスピン含めた二重量子ビットを含む巨視系作業物質の最高占有エネルギー状態 $E_{macro-occu}^{max}$ から最低非占有エネルギー状態 $E_{macro-unoccu}^{min}$ への状態間変化が巨視系の熱エネルギー $\varepsilon_{therm}^{macro} = k_B T_{macro}$ によって生じない条件

$$\varepsilon_{therm}^{macro} < E_{macro-unoccu}^{min} - E_{macro-occu}^{max} \quad (23)$$

が作業物質が極低温の種々の超伝導状態や巨視的量子系の作業物質が存在する条件となる。

【0028】請求項1は図1における粒子発生部位乃至粒子移動部位10から粒子放出端11まであるいは粒子消滅部位乃至粒子移動部位10から粒子吸収端11まで（以後，素子とする）にある粒子において，粒子の移動方向に垂直な断面12が小さい部分を粒子が移動する部位10に備えることによって，素子の熱によるS/N比值減少の影響の少ない粒子を粒子放出端又は粒子吸収端11から発生，他の部位に注入，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。

【0029】ナノオーダの構造物は不純物，側面界面原子・分子配列の乱れなどによって許されるエネルギー準位が複雑に幅をもつ。ナノオーダの構造物では運動

の方向に垂直は断面の周囲に構成原子・分子配列に乱れがあっても、上記A-cで示すように絶縁体で被覆すれば、(15)式で示すように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決まる最低エネルギー準位近くで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。次のエネルギー準位に至るまでのエネルギー量が素子の熱エネルギーに比べて大きいときにはナノオーダの構造物でない場合と比べると大きなS/N比値の粒子のエネルギー状態になる。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(22)式で示すように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不純物散乱が無視できS/N比値がより増加する。

【0030】図2において、擬一次元的な運動方向に垂直な断面22は粒子の種類によって異なり、(22)式で示すように電子ではその断面周りの乱れと素子の温度に依存するためその断面積の平方根が小さくなれば素子の温度が室温でも熱雑音による電子状態間遷移が生じなくなり素子のS/N比値が増加する。その結果、デバイス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、粒子放出部位あるいは吸収部位に突起のある構造21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部位あるいは吸収部位近傍での電界が強くなることにより粒子が放出・吸収されやすくするという効果も持つ。粒子移動部と粒子放出・吸収部で温度差があるときには垂直な断面22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端まで、あるいは粒子吸収端から粒子消滅部位までの熱伝導が抑えられる。

【0031】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は変えてもエネルギーを変えにくい。図3において、請求項2は素子の熱によるS/N比値減少の少な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の場所33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 3 4 から放出された被標的粒子 3 5 と相互作用させることによって、素子の大きな S/N 比値の低運動エネルギー粒子とそれより大きい質量で大きな S/N 比値の被標的粒子 3 5 が結合して大きな S/N 比値の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、大きな S/N 比値の結合被標的粒子ビームを造ることができる。素子の大きな S/N 比値の低運動エネルギー粒子として電子を用いることで、被標的粒子の放出源 3 4 から放出された大きな S/N 比値の質量の大きな低エネルギー被標的荷電粒子の電荷を打ち消し、低運動エネルギーでは大きな S/N 比値の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 S/N 比値は大きい。

【0032】請求項 3 は、図 4 の粒子が移動する部位 4 0 において、粒子放出・吸収端 4 1 に至る空間的に狭い場所の近傍 4 2 に制御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。4 2 として電場発生源を用いることによって荷電粒子流の電圧電流特性を制御できる。4 2 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。また粒子放出部と粒子吸収部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。

【0033】粒子放出端・粒子吸収端 4 1 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 4 2 に熱を加えられる部位を配すことにより粒子放出・吸収端 4 1 の使用による吸着原子・分子による汚れ変形を少なくすることを可能とする。

【0034】請求項 4 は 大きな S/N 比値の粒子放出部位、粒子吸収部位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、従来に比べ大きな S/N 比値のデバイスが可能となる。またデバイスの冷却に対するエネルギー

消費を低く抑えることによって、デバイスの直・並列あるいは複合配列を組み込んだもの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。デバイスとして光電面、熱電デバイス・トランジスタ・タイオード・冷陰管などが考えられる。またこれらを組み込むことが考えられる。

【0035】請求項5は粒子溜めに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。ここで用いられる素子では素子の S/N 比値が大きいのでエネルギー効率がよい。

(5) 発明の効果

【0036】本発明は粒子放出・吸収断面積を小さくすることで素子の熱による S/N 比値への影響を小さくできる。放出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が得られる。

(6) 産業上の利用可能性

【0037】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。

3 取消事由1 (本件補正を却下したことの誤り) について

(1) 取消事由1-1 (本件補正に係る新規事項の追加の判断の誤り) について

本件審決は、本件明細書の【0022】、【0024】～【0027】が新たな技術的事項を導入するものであることを理由に、本件補正は、本件当初明細書に記載された事項の範囲内においてするものとはいえないと判断した。

しかし、本件補正は、特許請求の範囲についてのみするものであり（乙18）、本件明細書の【0022】、【0024】～【0027】に係る補正は、本件第1補正においてなされたものであって、本件補正においてされたものではない。本件補正が新規事項を追加するものであるか否かは、本件当初明細書の記載に基づいてなされるべきものであり、本件審決が、新たな技術的事項を導入するものであることを理由に本件補正を却下したことには、誤りがあるというべきである。

もともと、本件補正発明1が、特許出願の際独立して特許を受けることができるものでない場合には、本件補正は認められないので、以下、独立特許要件について検討する。

(2) 取消事由1-3（本件補正発明1の進歩性判断の誤り）について

ア 引用例1の記載事項

引用例1には、以下の記載がある（文中で引用する図2は、別紙引用例1図面目録記載のとおり。）。
【0011】

カーボンベースナノチューブを、超伝導ナノチャネルとして構成することができる。ナノチューブは、弾力があり、ナノメートルスケールの鋭い先端部を有する。したがって、ナノチューブは、走査型トンネル顕微鏡および原子間力顕微鏡などの顕微鏡検査装置のマイクロプローブ先端部を作るのに有用である。理想的には先端部頂点で単一原子を有するが、通常は先端部の直径において3原子から10原子であるカーボンベースナノチューブの寸法は、先端部を、導電基板の十分近くに位置決めすることを可能にし、その結果、トンネル電流が、印加されたバイアス電圧の下で先端部と基板との間を流れるようになる。

【0013】本明細書で使用される用語「ナノチューブ」は、約0.3ナノメートルから約10ナノメートルまでの直径と、約3ナノメートルから約10000ナノメートルまでの長さとを有する中空構造を指す。…カーボンベースナノチューブは、95%から100%まで間の炭素原子から構成される中空構造である。…カーボンナノチューブは、極低温で超伝導体になる。

【0053】図2に、先端部32がカーボンナノチューブの形状である、先端部アセンブリ50のもう1つの構成を示す。この実施形態では、先端部32は、0.3ナノメートルから10ナノメートルまでの範囲の、比較的小さい直径を有する。この実施形態では、カーボンナノチューブを、単層または多層の金属タイプカーボンナノチューブからなるものとすることができ、タングステン単原子点エミッタまたは他の適切な材料からなるものとするができる。

【0054】もう一度図2を参照すると、先端部32は、支持構造体42内に埋め込まれることが好ましく、支持構造体42は…超伝導単層金属タイプカーボンナノチューブ44に対する排熱装置および超高真空密閉体としても働き、超伝導単層金属タイプカーボンナノチューブ44は、電場放出引出し電極としておよび微小超高真空室としても機能する。電気リード43が、支持構造体42を通過して、先端部32と壁44との間の電位差を作成する手段をもたらす。この実施形態では、電子ビーム34は、電場エミッタ32から発生し、超伝導ナノチューブ44によって閉じ込められ、集束される。

【0059】カーボンナノチューブは、複数の形態がある。一般に、カーボンナノチューブの最も一般的に研究される形態は、銅よりも電気をよく伝導する物理特性を有し、鋼鉄の100倍を超える引張強度を有し、極低温まで冷却されたときに超伝導体になり、機械的な曲げを受けるときにきわめて強靱であり、弾力性がある。

イ 引用発明1の認定及び本件補正発明1との対比

上記アによれば、引用例1には、本件審決の認定した引用発明1（前記第2の3(2)ア）が記載されていることが認められる。

また、引用発明1と本件補正発明1の一致点及び相違点は、本件審決の認定したとおりである（前記第2の3(2)イ、ウ）。

ウ 容易想到性の判断

(ア) 相違点1について

a 本件補正後の請求項1には、「粒子移動部で移動速度 v ($v \geq 0$) の粒子が粒子流方向に運動する作業物質粒子（以後、これを粒子と略す。）の粒子流方向の運動に略垂直方向での許容される最高占有状態と最低非占有状態準位間のエネルギー差が素子の熱エネルギーに比べ大きくなると熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ」との記載に続けて、「しかも、擬一次元的なパリスティック運動する粒子は粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになることによって、そのS/N比值減少の影響が無くなる」ような「粒子移動部」を「具備」し、「粒子移動部で伝わる」との記載がある。

また、本件明細書には、「請求項1は図1における粒子発生部位乃至粒子移動部位10から粒子放出端11まであるいは粒子消滅部位乃至粒子移動部位10から粒子吸収端11まで（以後、素子とする）にある粒子において、粒子の移動方向に垂直な断面12が小さい部分を粒子が移動する部位10に備えることによって、素子の熱によるS/N比值減少の影響の少ない粒子を粒子放出端又は粒子吸収端11から発生、他の部位に注入、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。」（【0028】）との記載がある。

以上の記載によれば、本件補正発明1は、粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになり、粒子の移動方向に垂直な断面が小さい部分を粒子が移動する部位に備えることによって、熱によるS/N比值減少の影響が抑えられ、擬一次元的なパリスティック運動する粒子が、S/N比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わるというものであると認められる。

b 一方、引用発明1においても、「放出先端部」が「0.3ナノメートルから10ナノメートルまでの範囲の直径を有し」ているから、放出先端部の断面積の平方根はナノサイズであるところ、「粒子移動部位から粒子放出端まで（以後、素子と略す）の粒子移動部があり、粒子移動部の断面積の平方根がナノサイズになる粒子移動部を具備し、粒子放出源を持つ素子」であることは、本件補正発明1との一致点である。

そうすると、引用発明 1 は、一致点に係る上記構成を備えることによって、熱による S/N 比值減少の影響が抑えられ、擬一次元的なバリステック運動する粒子が、その S/N 比值減少の影響が無くなるような粒子移動部を具備し、粒子移動部で伝わる機能を有するものと解される。

c よって、相違点 1 は、実質的相違点ではない。

(イ) 相違点 2 について

引用例 1 には、先端部 3 2 は、支持構造体 4 2 内に埋め込まれ、支持構造体 4 2 は、超伝導単層金属タイプカーボンナノチューブ 4 4 に対する排熱装置及び超高真空密閉体としても働き、超伝導単層金属タイプカーボンナノチューブ 4 4 は、電場放出引出し電極として及び微小超高真空室としても機能することの開示があり（【0054】、図 2）、放出先端部は、微小超高真空室によって囲まれていることが示唆されている。

かかる記載によれば、引用発明 1 において、放出先端部の近傍に熱を加えられる部位を具備しないようにすることは、当業者が容易に想到できることである。

よって、相違点 2 は、引用発明 1 から容易に想到することができるものである。

エ 原告の主張について

原告は、引用発明 1 は、先端のだんだん半径の小さくなる先端の大きさと S/N 比值とを問題としており、略同じサイズである移動部が続く構成である本件補正発明 1 とは異なる旨主張する。

しかし、本件補正後の請求項 1 は、略同じサイズで粒子移動部が続く旨を特定していないため、粒子移動部が略同じサイズで続かない構成を含むものである。

また、本件補正発明 1 の粒子移動部に相当する引用発明 1 の放出先端部 3 2 は、「0.3 ナノメートルから 10 ナノメートルまでの範囲の、比較的小さい直径を有する」とともにチューブ形状である（乙 21 【0053】）から、放出先端部は、そのいかなる断面もナノサイズであると解される。

よって、原告の主張は理由がない。

(3) 小括

以上によれば、本件補正発明1は、引用発明1に基づいて当業者が容易に発明をすることができたものであるから、特許出願の際独立して特許を受けることができたものではない。

よって、本件審決が本件補正を却下したことは、結論において相当である。

4 取消事由2（本件第1補正に係る新規事項の追加の判断の誤り）について

(1) 本件第1補正について

本件明細書には、本件第1補正によって、【0022】、【0024】～【0027】に、「マイクロ以上のサイズのワイヤの電気抵抗率 ρ_M を持つワイヤ半径 r_M の極めて高純度で無欠陥の超周期を含む結晶性の良い金属材質」、「x軸に直交する断面でワイヤ表面層から内部に1から3層までの金属原子からなる表面数と、その表面層数より内部にある金属原子からなる内部層数」、「ナノワイヤ長と L_N と半径 r_N の電気抵抗率を ρ_M と仮定する限り擬一次元的バリスタックな電気伝導が生じない」、「絶縁材料素材による被服」、「ナノワイヤ直径はおよそ30nm以下の太さとなる」などの事項が記載され、式(1)から式(23)が記載されているが、本件当初明細書には、これらに対応する記載はない。

そこで、上記事項が本件当初明細書の記載事項から自明な事項といえるかについて、検討を加える。

(2) 本件当初明細書の記載

前記1のとおり、本件当初明細書には、「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り、ある方向の粒子の存在できる空間が狭くなり、その存在空間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」(【0021】)、「粒子の運動方向に垂直方向の断面積が小さくなれば粒子移動は擬一次元的になり散乱されにくくなる」(【0021】)という課題について、「ナノオーダの構造物」は、「ナノオーダの構造物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」こと(【0023】)。

「粒子異動部では」「断面積が狭く」なり、「断面積が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ック伝導となりうる」こと（【0023】）、「擬一次元的な運動方向に垂直な断面22は粒子の種類によって異なり、電子ではその断面周りの乱れと素子の温度に依存するためその断面積の平方根が小さくなれば素子の温度が室温でも熱雑音による電子状態間遷移が生じなくなり素子のS/N比が改善される」こと（【0024】）、「粒子放出部と粒子吸収部とを架橋した細線の断面積が数平方nm程度」であること（【0026】）等の記載がある。

しかし、本件当初明細書には、「ナノオーダの構造物」の素子を構成する物質の性状や形状についての具体的な記載はなく、かかる素子の性質や形状に応じてどのような考え方で量子力学を適用するか等の具体的な記載もない。また、上記課題を解決し得る構造物の断面積の大きさについても具体的数値が示されていない。

(3) 本件明細書の記載

ア 前記2のとおり、本件明細書には、本願発明の素子について、「極めて高純度で無欠陥の超周期を含む結晶性の良い金属材質」からなることや、「x軸に直交する断面でワイヤ表面層から内部に1から3層までの金属原子からなる表面数と、その表面層数より内部にある金属原子からなる内部層数」からなる「三次元系」のワイヤであるとの記載がある。（【0022】）

イ また、本件明細書には、少なくとも以下の技術的事項の記載がある。

(ア) ナノサイズのワイヤでは、「マイクロ以上サイズのワイヤ」と異なり、内部層の数よりも表面層の数の方が大きいことや、内部層に比べて表面層における電気抵抗率 ρ の方が大きいことなどから、ナノワイヤ長 L_N と半径 r_N の電気抵抗率 ρ_N がマイクロサイズ以上のワイヤの電気抵抗率 ρ_M と仮定する限り、ナノワイヤの抵抗 R_N は、高電気抵抗となってしまう、擬一次元的バリステックな電気伝導が生じない。（【0022】）

(イ) ナノワイヤ長 L_N と半径 r_N のナノワイヤの各断面における金属電子の量子状態

について、金属電子が断面の中心軸を中心とした円軌道を速度 v_e で運動しているとした場合の運動方程式、角運動量が一定であること、Bohrの量子論により角運動量は不連続な値をとることなどから、使用ナノワイヤ断面で金属電子が存在する系のエネルギーは、次式のように量子化された値となり、エネルギーの負で大きい値から順に金属電子が占める。尚、伝導電子となる金属電子は、 $n = n_{occu}^{max}$ の電子である。【0025】。

$$E_n = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2} \frac{1}{n} \quad (15)$$

(m_e : 金属電子の質量, h : Planck 定数, n : 1, 2, ... の自然数)

(ウ) 金属電子は、最高占有状態エネルギー E_{opu}^{max} と最低非占有状態エネルギー E_{unoccu}^{min} との間のエネルギー差が、系の熱エネルギー $\varepsilon_{therm}^N = k_B T_{nano}$ (k_B : ボルツマン定数, T_{nano} : 使用ナノワイヤ系の温度) より大きくなる条件であれば、使用ナノワイヤに電場を印加すると、熱による誤差が少ない擬一次元的バリステック (弾道的) 運動をし、 ε_{therm}^N で伝導電子が散乱されなくなる。

この条件は、上記 E_n の式とから、次式で表され、熱による誤差が少ない伝導電子が擬一次元的バリステック (弾道的) 運動する条件となる。

$$\varepsilon_{therm}^N < E_{unoccu}^{min} - E_{occu}^{max} = -\frac{2\pi^2 m_e e^4}{h^2} \left(\frac{1}{n_{unoccu}^{min^2}} - \frac{1}{n_{occu}^{max^2}} \right) \quad (20)$$

一方、運動方程式、角運動量が一定であること、Bohrの量子論などから、Bohr半径 b_n は、 $b_n = b_1 n^2$, $b_1 \approx 5.29 \text{ nm}$ (21) となるから、ナノワイヤ直径はおおよそ30 nm以下の太さとなる。【0026】

(エ) ナノオーダの構造物は不純物、側面界面原子・分子配列の乱れなどによって許されるエネルギー準位が複雑に幅をもつ。ナノオーダの構造物では運動の方向に垂直は断面の周囲に構成原子・分子配列に乱れがあっても、【0024】のA-cで示すように絶縁体で被覆すれば、【0025】の E_n の式で示すように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決まる最低エネルギー準位近

くで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。(【0024】、【0025】、【0029】)

(4) 以上によれば、本件第1補正は、本件当初明細書に「ナノオーダの構造物」としか記載のなかった本願発明の素子について、極めて高純度で無欠陥の超周期を含む結晶性の良い金属材質の三次元系のワイヤ形状であることを特定した上、ナノワイヤ形状の断面上での金属電子の量子状態を決定するに当たっては、一定の前提を置いた運動方程式、角運動量保存則、B o h r の量子論を用いること等の説明を加えている。

その上で、電気伝導を持つ使用ナノワイヤ内の熱による誤差が少ない伝導電子が擬一次元的パリスティック（弾道的）運動するためには、式(20)を満たし、ナノワイヤの直径がおよそ30nm以下の太さとなることが条件であり、また、ナノオーダの構造物を絶縁体で被覆すれば、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決まる最低エネルギー準位近くで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として、ナノオーダの構造物の断面積の大きさを特定したり、絶縁体で被覆するなどの技術的事項を追加している。

そうすると、本件第1補正に係る事項は、本件当初明細書には記載がなく、本件当初明細書の記載から自明でもないことは明らかである。

よって、本件第1補正は、本件当初明細書等のすべての記載を総合することにより導かれる技術的事項との関係において、新たな技術的事項を導入するものであって、新規事項に該当するというべきである。

(5) 原告の主張について

原告は、本件第1補正について、既知である科学的なことを書き加えたものである、新しいことを追加したが、それは説明を加えたものである、ナノワイヤと書いてなかったが、より広い意味のナノオーダの構造物について記載しており、ただ例示しただけである、例えば、材質については、電流を流すときに金属材料であると

いうことを記載したにすぎないなどと主張する。

しかし、公知のものや本願発明についての説明であっても、出願時の明細書に記載されているに等しいといえるものでなければ新規事項であるところ、ナノオーダの構造物の具体的な物質、形状、寸法等がそのようなものとはいえないことは、前記のとおりである。よって、原告の主張は理由がない。

(6) 小括

以上によれば、本件第1補正は、本件当初明細書に記載された事項の範囲内においてするものとはいえない。

5 結論

よって、その余の点について判断するまでもなく、本件審決は結論において相当であって、原告の請求は理由がないから、主文のとおり判決する。

知的財産高等裁判所第1部

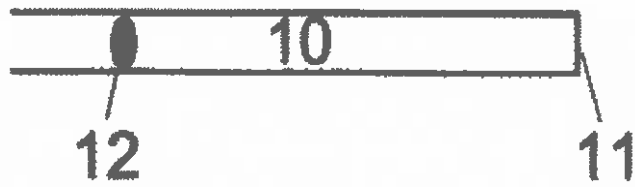
裁判長裁判官 高 部 眞 規 子

裁判官 小 林 康 彦

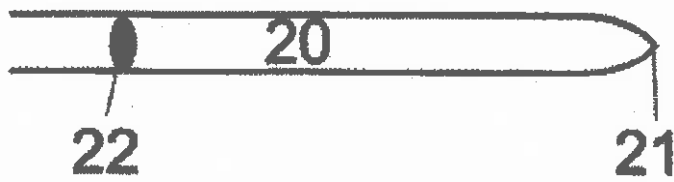
裁判官 関 根 澄 子

別紙 本件明細書図面目録

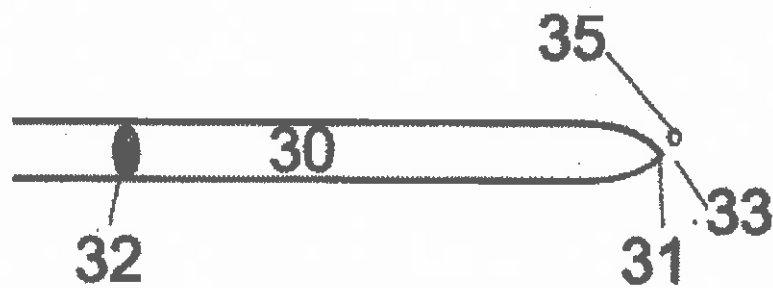
【図1】



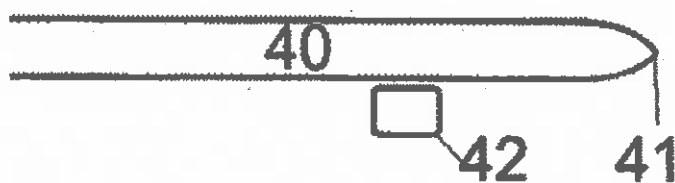
【図2】



【図3】



【図4】



別紙 引用例 1 図面目録

【図 2】

