

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2009/107756 A1

(43) 国際公開日

2009年9月3日(03.09.2009)

PCT

- (51) 国際特許分類:
H01L 39/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/053617
- (22) 国際出願日: 2009年2月20日(20.02.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2008-049605 2008年2月29日(29.02.2008) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒100-8921 東京都千代田区霞が関一丁目3番1号 Tokyo (JP). 学校法人東京理科大学(Tokyo University of Science Educational Foundation Administrative Organization) [JP/JP]; 〒162-8601 東京都新宿区神楽坂1-3 Tokyo (JP). 国立大学法人鹿児島大学(KAGOSHIMA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒890-8580 鹿児島県鹿児島市郡元一丁目2-1-2 4 Kagoshima (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 田中 康資 (TANAKA, Yasumoto) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産

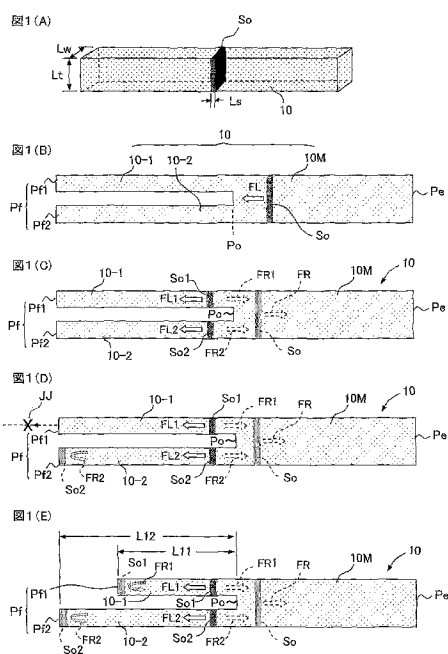
業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 伊豫 彰(IYO, Akira) [JP/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). シバガン デイリップ(SHIV-AGAN, Dilip) [IN/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). シラゲ パラシャラム (SHIRAGE, Parasharam) [IN/JP]; 〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第2独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 常盤 和靖 (TOKIWA, Kazuyasu) [JP/JP]; 〒111-0032 東京都台東区浅草4-2-7-2-4 0 1 Tokyo (JP). 渡辺 恒夫(WATANABE, Tsuneo) [JP/JP]; 〒184-0015 東京都小金井市貫井北町2-8-1 2 Tokyo (JP). 寺田 教男(TERADA, Norio) [JP/JP]; 〒890-8580 鹿児島県鹿児島市郡元1丁目2-1-2 4 国立大学法人鹿児島大学内 Kagoshima (JP).

- (74) 代理人: 福田 賢三, 外(FUKUDA, Kenzo et al.); 〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目6番13号柏屋ビル Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING INTER-COMPONENT PHASE DIFFERENCE SOLITON AND INTER-COMPONENT PHASE DIFFERENCE SOLITON CIRCUIT DEVICE

(54) 発明の名称: 成分間位相差ソリトンの制御方法及び成分間位相差ソリトン回路装置



(57) Abstract: A method for controlling an inter-component phase difference soliton by using division or fusion caused by the interaction of an inter-component phase difference soliton without applying external energy. The method uses a line structure (10) where an inter-component phase difference soliton propagation line through which an inter-component phase difference soliton (So) capable of existing in a superconducting environment can travel is divided into branch lines (10-1, 10-2) at least at a branch end (Po) provided in the line. The inter-component phase difference soliton (So) in the main line (10M) which is the undivided line part is divided and made to enter the branch lines (10-1, 10-2) without supplying external energy. Alternatively, inter-component phase difference solitons (So1, So2) existing in the branch lines (10-1, 10-2) are fused without supplying external energy. Thus the inter-component phase difference soliton (So) is propagated through the main line (10M).

(57) 要約: 外部エネルギーの印加を必要とせず成分間位相差ソリトン自身の相互作用による分割ないし融合を利用し、成分間位相差ソリトンを制御し得る制御方法を提案する。超伝導環境下において存在し得る成分間位相差ソリトン(So)の走行し得る成分間位相差ソリトン伝搬線路を少なくともその線路途中に設定した分岐端(Po)で複数の分岐線路(10-1, 10-2)に分割した線路構造(10)を用い、分割していない線路部分である基幹線路(10M)中の成分間位相差ソリトン(So)を複数の分岐線路(10-1, 10-2)に外部エネルギーの供給なくして分割して侵入させるか、各分岐線路(10-1, 10-2)に存在する成分間位相差ソリトン(So1, So2)を外部エネルギーの供給なくして

融合させることで基幹線路(10M)に成分間位相差ソリトン(So)を伝搬させる。



WO 2009/107756 A1



LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

成分間位相差ソリトンの制御方法及び成分間位相差ソリトン回路装置

5 技術分野

本発明は、超伝導環境下で存在し得る成分間位相差ソリトンを制御する方法と、当該制御により各機能を実現するための成分間位相差ソリトン回路装置に関する。

背景技術

10 多バンド超伝導体を用いて複数の超伝導成分の位相差を利用した超伝導エレクトロニクスは、例えば本件発明者等も関与した下記文献1，2に開示されている。

文献1：特開2003-209301号公報

文献2：特開2005-085971号公報

これらにおいて演算の基本要素となるビットは成分間位相差ソリトンを利用して構成されており、効率的なソリトンの発生、検出方法の開発はこれらのエレクトロニクスの基本となる技術である。なお、伝搬線路が多バンド超伝導体線路の場合、当該成分間位相差ソリトンは、特にその下位概念としてバンド間位相差ソリトンと呼ばれることも多いが、本書では以下、これらを総称し、単に「ソリトン」と略すこともある。

しかるに、ソリトン発生に関しては、上記文献1，2及び下記文献3に開示されているように、ソリトンが発生するための境界条件を磁場によって作り出す方法や、下記文献4に開示されているように、超伝導体に非平衡な電流を流し込み、電流と一緒にソリトンを作り出す方法が提案されている。実験的にも、下記文献5，6にて磁場によるソリトン発生が検証されている。

文献3；“Soliton in Two-Band Superconductor”，Y.Tanaka, Physical Review Letters, Vol.88, Number 1, 017002

文献4：“Interband Phase Modes and Nonequilibrium Soliton Structures in Two-Gap Superconductors”, A. Gurevich and V.M. Vinokur, Physical Review Letters, Vol.90, Number 4, 047004

文献5：“Interpretation of Abnormal AC Loss Peak Based on Vortex-Molecule Model for a Multicomponent Cuprate Superconductor”, Y. Tanaka, A. Crisan, D. D. Shivagan, A. Iyo, K. Tokiwa, and T. Watanabe, Japanese Journal of Applied Physics, Vol.46, No. 1, 2007, pp. 134-145

文献6：“Magnetic Response of Mesoscopic Superconducting Rings with Two Order Parameters”, H. Bluhm, N. C. Koshnick, M. E. Huber, and K. A. Moler, Physical Review Letters Vol.97, December 8, 237002

一方、検出に関しては、上記文献1, 2及び3に開示のように、ソリトンが作り出す中途半端な磁束量子(Fractional Flux)の発生を検出する方法と、上記文献4に認められるように、ソリトンと反ソリトンの対消滅による電圧の発生や、ソリトンが電流導入端子において作り出されるときに発生する電圧でソリトンを検出する方法が開示されている。単位量子磁束より小さい磁束の測定に有力な手段としては、下記文献7に開示されているようなSQUID顕微鏡による検出法もある。

文献7：“SQUID顕微鏡”, 師岡利光, 茅根一夫, 応用物理 第70巻第一号(2001年), 50頁～52頁

しかるに、ソリトンを信号担体(論理ビット)として利用し、種々の論理演算機能等を実現させようとする場合、これを制御するには、従来の考え方では外部磁場が必要であった。しかし、ソリトンは磁場とは直接には相互作用しないので、外部磁場で制御しようとするとそのための回路構成を必要とし、そうすると逆に、環境磁場の影響を受け易くなる欠点があった。そもそもソリトンは磁場と相互作用しない性質を持つことが着目され、これが量子コンピュータへの応用において有利な点と認められていたのであるから、磁場による境界条件の設定を必要とする従来の手法には矛盾がある。また、外部

磁場で制御しようとしても、大きなエネルギーを持つソリトンを制御し切れる技術は見当たらなかった。

本発明はこの点に鑑みてなされたもので、外部磁場を利用する必要もなく、従って当然に環境磁場によるノイズの悪影響を受けることもなく、新たな制御理念に従ってソリトンを制御し得る制御方法、及びそのための回路装置を提案せんとする。

発明の開示

本発明は上記目的を達成するため、新たなる発想として、外部磁場等、外部エネルギーの印加を必要とせずにソリトン自身の相互作用による分割ないし融合を利用せんとする。すなわち、超伝導環境下において存在し得るソリトンの走行し得るソリトン伝搬線路を少なくともその線路途中に設定した分岐端で複数の分岐線路に分割した線路構造を用い、分割していない(分割前の)線路部分である基幹線路中のソリトンを複数の分岐線路に外部エネルギーの供給なくして分割して侵入させるか、各分岐線路に存在するソリトンを外部エネルギーの供給なくして融合させることで基幹線路にソリトンを伝搬させることを特徴とするソリトン制御方法を提案する。

このような基本的構成要件を満たした上で、本発明では、複数の分岐線路に分割させたソリトンの少なくとも一つを選択的に消失させることで、他の分岐線路中のソリトンをそれぞれが走行する各分岐線路に選択的に留める方法も提案する。

また、複数の分岐線路の長さは互いに異ならせることもでき、これら複数の分岐線路の長さの比で定まる各分岐線路中の各ソリトンの各往復回数毎にのみ、基幹線路と各分岐線路との分岐する分岐端に戻ってきた複数のソリトンを再び基幹線路中に伝搬させて行くこともできる。

さらに、少なくとも一本の分岐線路にソリトンが存在している状況下で、他のどれか一つまたは複数の分岐線路にソリトンを選択的に撃ち込むことで、そのときにのみ基幹線路に選択的に融合した結果のソリトンを送り込むこともできる。

本発明の一態様によれば、ソリトンのエネルギーの増幅または減衰も可能である。先

と同様に、少なくとも一本の分岐線路に侵入してきたソリトンを消失させ、代わりに同じ分岐線路に消失させたソリトンよりも高いエネルギーを持つソリトンを撃ち込めば、分岐端を越えて基幹線路に侵入するソリトンのエネルギーは最初に分岐線路に侵入していったソリトンよりも大きくでき、逆に、消失させたソリトンよりも小さなエネルギー持つソリトンを撃ち込めば、分岐端を越えて基幹線路に侵入するソリトンのエネルギーは最初に分岐線路に侵入していったソリトンよりも小さくできる。

本発明ではトンネル現象も利用したソリトン制御が可能である。基幹線路をバリア線路部として構成し、当該基幹線路の両端にそれぞれ複数本の分岐線路を設け、それら分岐線路に存在するソリトンが基幹線路と分岐線路の分岐端にて一致する確率でバリア線路部をトンネルさせる制御が可能であり、この場合、どれか一つまたは複数の分岐線路に数の異なるソリトンを入れておくことで、トンネル確率を制御することも可能である。

バリア線路部を挟んで両端側で異なる分割数の分岐線路とすれば、トンネル後に数の少ない方の分岐線路にエネルギーの増幅されたソリトンを送り出すこともできる。

さらに本発明の特定の態様によれば、分岐線路を基幹線路と分岐端で分岐した後、この分岐端を第一の分岐端として、これと異なる位置にある第二の分岐端にて基幹線路に再び接続し、かつ、これら第一、第二分岐端間の基幹線路部分の長さよりも分岐線路の線路長を長くすることで、当該分岐線路と第一、第二分岐端間の基幹線路部分で囲まれる透孔が形成されるようにして、基幹線路から第一分岐端で分割されて分岐線路と上記の第一、第二分岐端間の基幹線路部分とにそれぞれ侵入した各ソリトンの中、基幹線路部分に侵入した方のソリトンが先に第二の分岐端を通り越すようにすることで、透孔の中に中途半端な磁束量子を発生させ、情報を記憶させることができる。

本発明は上述の様なソリトン制御方法を実現するための回路装置としても規定できる。すなわち、最も基本的な回路装置としては、超伝導環境下において存在し得る成分間位相差ソリトンの走行し得るソリトン伝搬線路をその線路途中で複数の分岐線路に分

割した線路構造を少なくとも有するソリトン回路装置を提案できる。

この基本構造に加えて、分岐線路にはそこに侵入してきたソリトンを選択的に消失させ得るソリトン消去回路装置も設けられている回路装置も提案でき、ソリトン消去回路装置としてはジョセフソン接合を用いることもできる。また、本発明では複数の分岐
5 線路の長さが互いに異っているソリトン回路装置も提案できる。

本発明の他の態様においては、基幹線路がソリトンのトンネル可能なバリア線路部として構成され、当該基幹線路の両端にそれぞれ複数本の分岐線路が設けられている回路装置も提案できる。

さらに本発明の別な態様として、分岐線路が、基幹線路の長さの途中で上記の分岐
10 端を第一の分岐端として分岐した後、この第一の分岐端とは異なる位置にある第二の分岐端にて基幹線路に再び接続するように構成され、かつ、これら第一、第二分岐端間の基幹線路部分の長さよりも分岐線路の線路長が長く、これにより当該分岐線路と第一、第二分岐端間の基幹線路部分で囲まれる透孔が形成された回路装置も提案する。

(発明の効果)

15 本発明によると、外部磁場を必要とせず複数ソリトン間の相互作用によって各種の論理演算機能を実現できるので、ノイズに強く、かつ極めて簡単な回路装置で済むソリトン制御が可能となる。環境ノイズに対して強靱な量子コンピュータ等、超伝導エレクトロニクス技術において本発明は将来に向け、極めて実践的な基本制御手法、制御回路構造を提案することとなり、当該技術分野に貢献する所、甚だ大なるものがある。

20

図面の簡単な説明

図1(A)は一次元的なソリトン伝搬線路中に存在するソリトンに関する説明図である。

図1(B)は本発明の第一の実施形態における回路装置の概略構成図である。

25 図1(C)は図1(B)に示された回路装置でのソリトンの分割に関する説明図である。

図 1 (D) は図 1 (B) に示された回路装置で分割されたソリトンの一つが往復動することの説明図である。

図 1 (E) は図 1 (B) に示された回路装置で一对の分岐線路の長さを変えた場合のソリトンの振る舞いに関する説明図である。

- 5 図 2 (A) は分岐線路の一方にのみソリトンがあるときの説明図である。
図 2 (B) は図 2 (A) に示されるソリトンが分岐端に至った状態の説明図である。
図 2 (C) は分岐端に至ったソリトンが膨らもうとする様子の説明図である。
図 2 (D) は分岐端に至ったソリトンがさらに膨らんで行く状況の説明図である。
図 2 (E) は上の分岐線路にも進行するソリトンが生じた時の説明図である。
- 10 図 2 (F) は下の分岐線路から抜け出せないソリトンの説明図である。
図 3 は、予め一方の分岐線路にソリトンを走行させておいて、他方の分岐線路に選択的にソリトンを撃ち込んだ際の説明図である。
図 4 (A) は本発明の他の実施形態における線路構造の概略構成図である。
図 4 (B) は図 4 (A) に示される線路構造の改変例の説明図である。
- 15 図 5 (A) は本発明のさらに他の実施形態における線路構造の概略構成図である。
図 5 (B) は図 5 (A) に示される線路構造においてソリトンが第一の分岐端に至ったときの説明図である。
図 5 (C) は一对のソリトンの一方が先に第二分岐端を通り越してしまう様子の説明図である。
- 20 図 5 (D) は一方のソリトンが第一の分岐線路中から抜け出せない状況を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

- 図 1 (A) ~ (E) には、本発明の基本的な理解のための説明図と、本発明を適用したソリトン回路装置の望ましい一実施形態が示されている。なお、図 2 以降も全図を通じ、
- 25

同一の符号は同一または同様な構成要素を示す。

ソリトン S_0 （既述の約束に従い、以下では単に「ソリトン」と略称するが、正しくは「成分間位相差ソリトン」のことである）は、既に周知のように、図1(A)に示すような超伝導環境下にある一次元的なソリトン伝搬線路10中では形や速度等、その性質を
5 変えることなく伝搬し、互いの衝突に対して安定で、各々の個別性を保つ性質を持つ非線形波動であり、二つのバンドの上に存在する二つの超伝導成分の位相差がその波を担う媒体となる。

すなわち、本書で取り上げているソリトン S_0 は「トポロジカルなソリトン」に属し、幾何学的な性質も持ち合わせていて、当該ソリトン S_0 の前後では位相差 Θ_{soliton}
10 が生じる。この位相差 Θ_{soliton} は異なる位置間に生じる位相差であり、同一位置で定義される成分間位相差（またはバンド間位相差）とは別の位相差であることに注意を要する。ソリトン S_0 の伝搬や反射においては位相差 Θ_{soliton} を保つことが必要な要件となる。換言すると、位相差 Θ_{soliton} があれば静止している状態もあり得る。

ソリトン S_0 は伝搬方向に長さ L_s を持ち、ソリトン伝搬線路10の両端間に位置する
15 「壁」と考えることができ、この壁の幅が伝搬線路10の幅 L_w となる。この謂わば「位相差ソリトン壁 S_0 」の静止エネルギーは、壁の幅 L_w に比例し、また線路10の厚さ L_t にも比例する。つまり、伝搬線路10の断面積 $S (=L_w \cdot L_t)$ に比例する。なお、原理的には断面形状は矩形に限らず、任意形状を取ることができるが、その断面積 S にソリトン静止エネルギーが比例することには変わりがない。

20 単位断面積を持つ伝搬線路中にあるソリトン S_0 の静止エネルギーを E_0 とすると、断面積 S の回路にあるソリトン S_0 の静止エネルギーは $E_0 \times S$ になる。ソリトン S_0 が運動するとこれに運動エネルギーも加わり、速度 v で運動する位相差ソリトンの全エネルギーは $E_0 \times S \times (1 - (v/c)^2)^{-1/2}$ になる。ここで c はソリトン S_0 の最高速度であり、伝搬線路10を構成する材料固有の定数である。

25 なお、ソリトン伝搬線路10は、代表的には多バンド超伝導線路として構成できる

が、昨今では下記文献8等が開示されているように、実空間で磁場侵入長より薄い薄膜の多層構造で実現された多成分超伝導線路であっても良いことが分かっており、その場合にも本書における以下の説明は等しく適用できる。

文献8：“Phase Textures Induced by dc-Current Pair Breaking Weakly Coupled
5 Multilayer Structures and Two-Gap Superconductors”，A.Gurevich and
V.M.Vinokur, Physical Review Letters Vo. 97, September 29, 137003

さて、図1(B)，(C)を見ると、そこには本発明者の知見により外部エネルギーの供給なくして可能であることが分かったソリトン S_o の分割に必要な線路構造が示されている。ソリトン伝搬線路10は一端 P_e から他端 P_f に向けて伸びるが、その長さの途中を分岐
10 端 P_o として、そこから他端 P_f に向けては複数本、図示の場合は二本の分岐線路10-1，
10-2に分割されている。一端 P_e から分岐端 P_o までの分割されていない線路部分は、便宜上、基幹線路10Mと呼ぶことにする。換言すれば、基幹線路10Mの一端からは分岐するように二本の分岐線路10-1，10-2が連続性を保ちながら伸び出している線路構造となっており、こうした回路装置がこの図1(B)以降に示されている。

15 このようなソリトン伝搬線路10では、一端 P_e 側から基幹線路10Mを矢印FLで示す方向に走行してきたソリトン S_o は、図1(C)に示すように、分岐端 P_o を越えると二個に分割され、そのままそれぞれ分岐線路10-1，10-2に侵入した後、矢印FL1，FL2で示すように各分岐線路の他端 P_f1 ， P_f2 に向けて走行を続けて行くことができる。これに外部エネルギーの供給は必要としない。本発明者の知見により得られたこのような動作、現象は、
20 種々の論理機能を営む上で極めて有効に作用する。

同様に、本発明者の知見に依れば、外部エネルギーの供給なくして上記のソリトン分割とは逆の過程、すなわちソリトンの融合過程も考えることができることが分かった。図1(C)において各分岐線路10-1，10-2に存在するソリトン S_{o1} ， S_{o2} が、仮想線の矢印FR1，FR2で示すように、本図では左から右に進んで分岐端 P_o に同一のタイミングで至
25 り、かつ、双方のエネルギーの和が基幹線路10Mにおいてソリトン S_o が存在し得る大きさ

以上であれば融合し、再び一つのソリトン S_o となって基幹線路10M中を矢印FR方向に進むことができる。この場合、分岐端 P_o は合流端 P_o と呼んでも構わない。そして、ソリトン伝搬線路10の両端 P_e , P_f が閉じていれば、それぞれの端部で反射し、上述の分割と融合を繰り返しながらソリトン S_o は往復動する。

5 なお、上述において基幹線路10Mと分岐線路10-1, 10-2とが「連続性を保つ」構造になっているということの意味は、このようなソリトン S_o の分割や融合を阻害することなく可能とするような接続関係に基幹線路10Mと分岐線路10-1, 10-2との接続関係が満たされているということである。実際には物性的にも一様な一本の伝送線路10に途中までの長さ方向切り割りを入れることで分岐線路10-1, 10-2を構成するのが簡単であり、
10 一般的である。

 このような線路構造では、例えば次のようなソリトン S_o の制御が行える。図1 (C)に即して説明したように、基幹線路10M中を走行してきたソリトン S_o を分岐端 P_o 以降で二個に分割し、分岐線路10-1, 10-2中をそれぞれ矢印FL1, FL2で示すように各分岐線路の他端 P_{f1} , P_{f2} に向けて走行させた後、例えば図1 (D)に示されているように、上の分岐線路10-1に移動したソリトン S_{o1} をそのままジョセフソン接合JJ等のソリトン消去回路装置に導き、そこでこれを潰し、消滅させたとする。すると、下の分岐線路10-2を走行しているソリトン S_{o2} は、端部 P_{f2} で矢印FR2で示すように反射して分岐端 P_o 側に戻ってきても、それ単体ではエネルギーが不足し、最早基幹線路10Mに侵入することはできず、その結果、下の分岐線路10-2中を往復動するのみで、そこに閉じ込められたままに
15
20 なる。

 従って、下の分岐線路10-2に、既掲の文献2等に開示されている量子ビット構造を作り込んでおくと、そこにソリトン S_{o2} を一つ送り込むことで量子ビットを機能させることができる。なお、ソリトン消去回路装置としてはジョセフソン接合JJを用い、そこでソリトンを潰し、消失させることができることは、本件出願人の出願に掛かる下記文
25 献9に開示されている。

文献9：特開2008-053597号公報

また、分岐線路の数は二本に限定されるものではなく、複数本設けた場合には、少なくともその中の一本につき、そこを走行するソリトンを選択的に消失させることで上記と同様の機能を営ませることができる。

5 図1(E)に示すように、上の分岐線路10-1の長さ L_{11} と下の分岐線路10-2の長さ L_{12} とを変えておくと、次のような特異にして有益な動作も見込める。各分岐線路10-1、10-2中の各ソリトン So_1 、 So_2 は矢印FR1、FR2で示すようにそれぞれの分岐線路他端Pf1、Pf2で反射すると共に、進んで行った分岐端Poでも反射をし、結局、それぞれの分岐線路10-1、10-2中を行ったり来たりする。しかし、上下の分岐線路10-1、10-2の長さ
10 L_{11} 、 L_{12} が異なっているため、分岐端Poでいつも必ず両ソリトン So_1 、 So_2 が全く同時に位置的な一致を見るということではなく、これら分岐線路10-1、10-2の長さ比 L_{11}/L_{12} で定まる各往復回数毎にのみ、分岐端Poに戻ってきた両ソリトン So_1 、 So_2 が同じタイミングで位置的に一致し、その時だけ、外部エネルギーの供給を受けずとも互いに融合し、再び基幹線路10M中に戻って行くことができる。これは結局、デジタル的な遅延回路を構築したことになり、上述の長さ比 L_{11}/L_{12} の設定如何により、遅延時間を任意に設定
15 できることを意味する。分岐線路が複数の場合には、より複雑な遅延制御も可能となる。

ここで、図2(A)に示されているように、一方の分岐線路、例えば図中で下の分岐線路10-2中のみ、ソリトン So_2 が走行している状態を考えてみる。このソリトン So_2 が矢印FR2方向に進み、図2(B)に示すように分岐端Poに至り、さらにここを越えて基幹線
20 路10Mに侵入し、そのまま進んで行こうとするためには、図2(C)、(D)に示されているように、一旦、ソリトン壁を膨らませ、上方向FR'と右側FRに進むソリトン壁に変形して行く必要がある。ソリトン壁の前後に位相差 Θ_{soliton} がなければならないという要件（幾何学的、またはトポロジカルな拘束条件）を満たさねばならないからである。

もし、このソリトン So_2 の持つエネルギーが十分な大きさであるならば、このソリトン
25 So_2 は図2(D)の状態から図2(E)に示される状態となり、基幹線路10M中を進むソリト

ソリトンSoと上の分岐線路10-1を進むソリトンSo1とになって各線路中を走行して行くことができる。しかし逆に、下の分岐線路10-2のソリトンSo2のエネルギーが十分でなかった場合、既に説明した通り、ソリトンSo2は下の分岐線路10-2から抜け出すことはできず、図2(F)に示されているように、分岐端Poと他端Pf2との間で矢印FR2方向に行っては矢印FL2方向に戻るという反射を繰り返したままになる。

しかし、この現象を逆に利用すると、図3に即して説明される制御を行うことができる。上述のように図2(F)に即して説明した状態にあるとき、つまり、下の分岐線路10-2にのみ閉じこめられたソリトンSo2がある状態下で、当該下の分岐線路10-2を矢印FR2方向に走るソリトンSo2と分岐端Poに同時に至るソリトンSo1を上の方岐線路10-1に選択的に撃ち込むようにし、かつ、両ソリトンSo1, So2のエネルギーの和が分岐端Po以降の基幹線路10MにおいてソリトンSoが存在し得る大きさ以上となるように当該撃ち込みソリトンSo1のエネルギーを設定すれば、上の分岐線路10-1にソリトンSo1を撃ち込むか否かで基幹線路10Mに論理信号担体として利用できるソリトンSoを意図的に存在させたりさせなかったりすることができる。

従ってこの場合、上の分岐線路10-1のソリトンSo1は下の分岐線路10-2を走るソリトンSo2の伝搬と運動を制御するものとなり、下の分岐線路10-2に存在する信号情報を基幹線路10M以降に連なる回路に選択的に伝搬させるためのトリガ信号(コントロール信号ないしはゲート信号)として使うことができる。対して双方の分岐線路10-1, 10-2に選択的に存在し得る両ソリトンSo1, So2を共に信号担体としてみるならば、この回路装置はアンド機能を営み得ることも分かる。この場合にも複数の分岐線路を構築することも考えられ、どれか一つの分岐線路にソリトンが存在している状況下で他のどれか一つまたは複数の分岐線路にソリトンを選択的に撃ち込むことで、そのときにのみ基幹線路10Mに選択的に信号情報としての融合した結果のソリトンを送り込むことができ、より複雑な態様の制御が可能となる。

本発明による回路装置ではソリトンSoの加速、減速(エネルギーの増幅もしくは減

衰)も可能である。図番を遡るが、ジョセフソン接合JJを有する図1(D)の回路装置構造を用い、例えば上の分岐線路10-1に侵入してきたソリトンSo1をジョセフソン接合JJ等で潰し、代わりに図3に示すように、上の分岐線路10-1に潰したソリトンSo1よりも高いエネルギーを持つ(より高速な)ソリトンSo1を、分岐端Poにおいて下の分岐線路10-2を矢印FR2方向に走ってきたソリトンSo2とタイミング的に一致するように矢印FR1方向に撃ち込むと、それらが融合して基幹線路10Mに戻ったソリトンSoのエネルギーは最初に分岐線路10-1、10-2に向かったときのソリトンSoのそれよりも大きくなる。

この基幹線路10Mにエネルギー的に増幅されて入ったソリトンSoを基幹線路10Mの一端Pelにて反射し、これを再び分岐線路10-1、10-2に分岐させ、上述と同じ動作を繰り返させながら、その度毎に上の分岐線路10-1に新たに撃ち込むソリトンSo1のエネルギーを大きなものとして行けば、基幹線路10M中のソリトンSoないしは下の分岐線路10-2を走行するソリトンSo1のエネルギーを徐々に増やして行くことができる。

ソリトンSoの持つエネルギーの減衰(走行速度の減速)も可能で、上述において上の分岐線路10-1に新たにソリトンSo1を撃ち込むときに、そのソリトンSo1をジョセフソン接合JJにて消失させたソリトンSo1の持つエネルギーよりも小さなものとすれば良い。

また、上の分岐線路10-1と下の分岐線路10-2の断面積に差を付けてそれらを走行するソリトンSo1、So2にエネルギー差を生じさせることも可能なので、例えば上の分岐線路10-1の断面積を大きくすることで同じ速度のソリトンを撃ち込んだときの下の分岐線路10-2を走るソリトンSo2の加速や減速の度合いを調整することもできる。

本発明ではトンネル現象を利用したソリトン制御も可能である。まず、図4(A)に示すような形態の線路構造を考えてみる。すなわち、ソリトン伝送線路10の長さ方向途中部分が所定の長さに渡り断面積が増し、バリア線路部10Bとなっていて、このバリア線路部10Bにおいてはソリトンを作るにはエネルギー不足となるようになっている。

にもかかわらず、バリア線路部10Bの断面積、長さ、そして走行してきたソリトンSoの持つエネルギー等のパラメータが特定の条件を満たすように定めると、図中でバリア

線路部10Bの左側線路部分に位置するソリトン S_0 がこのバリア線路部10Bを矢印FR方向に通過し、右側線路部分に至るトンネル現象を生じさせることができる。この場合、当該トンネル現象は二次の擾動の過程により生じるので、トンネル確率は、おおまかに、ソリトン S_0 の持つエネルギーとバリア線路部10Bの部分にソリトンを作るのに必要なエネルギーの差の二乗に反比例することになる。

そこで例えば、図4(B)に示すように、バリア線路部10Bの両端にそれぞれ上下の分岐線路10-1, 10-2; 10-3, 10-4を接続したソリトン伝搬線路10を構築してみる。構造的な対比からだけ言えば、図1~3に示したソリトン伝搬線路10における基幹線路10Mが、この実施形態におけるバリア線路部10Bとなっていると見ることもでき、これまでの線路構造は当該基幹線路10Mの一端側にのみ、一对の分岐線路10-1, 10-2が接続されていたが、この図4(B)に示されている実施形態では両端側にそれぞれ一对の分岐線路10-1, 10-2; 10-3, 10-4が接続している構造と見ることもできる。なお、右側の分岐線路10-3, 10-4の各自由端部にも、図中ではそれぞれ符号Pf3, Pf4が付されている。

こうした線路構造で、図中、左側の上の分岐線路10-1にソリトン S_{01} を入れておくと、バリア線路部10Bを通り越すトンネル確率は左側の分岐端 P_0 にて上下ソリトン S_{01} , S_{02} が位置的に合致する確率に比例し、また、融合することによってできるソリトン S_0 の全エネルギーとバリア線路部10B中にソリトン S_0 を作るのに必要なエネルギーの差の2乗に反比例することになる。従って例えば、左側の上の分岐線路10-1に予めいくつかソリトン S_{01} を入れておくとすると、その入れた数だけ、分岐端 P_0 にて時間的に一致しながら合流する確率が増える。これは結局、トンネルを起こすためにも外部エネルギーの供給なくしてトンネル確率を制御することが可能なことを意味する。

バリア線路部10Bをトンネルしたソリトン S_0 は右側の分岐線路10-3, 10-4にももちろん分岐的に別れて行くことができ、それぞれ単独のソリトン S_{03} , S_{04} となって走行できるが、もし仮に、右側の一对の分岐線路10-3, 10-4を一本だけにすると、そこに走行するソリトン S_0 はエネルギーの高められた、ないしは高速走行するソリトンとなり得、これ

はつまり、上記と同様、トンネルを生起させるために外部エネルギーを供給する必要もなく、トンネル確率を任意に制御しながらエネルギー増幅も図れる回路装置となる。この場合、一本だけにした分岐線路10-3または10-4を基幹線路10Mと見ることもできる。すなわち、このような構造の回路装置は基幹線路10Mにバリア線路部10Bを介し、

5 線路10-1, 10-2が接続している構造と見ることもできる。いずれの場合にも、先と同様、分岐線路の数は原理的に任意本数とすることができ、同様の動作原理でより選択範囲の広い、自由度の高いトンネル現象制御が可能となる。増幅に関しても、バリア線路部10Bの両端側で数の異なる分岐線路が接続されているならば、トンネル後に数の少ない方の分岐線路に送り出されるソリトンはエネルギーの増幅されたものとなる。

10 図5(A)~(D)には、本発明に従うさらに他の実施形態が示されている。構造的に見ると、このソリトン伝搬線路10には基幹線路10Mの一端 P_e から他端 P_f に向かう長さの途中で分岐端 P_o で分岐する分岐線路10-1があり、この分岐線路10-1は分岐端 P_o とは異なる位置で基幹線路10Mの他端 P_f 寄りの位置にある第二の分岐端 P_o' にて基幹線路10Mに再び

15 接続しており、かつ、一对の分岐端 P_o, P_o' 間の基幹線路部分の長さよりも線路長の長い実質的な迂回線路となっている。構造的に別の見方をすると、一对の分岐端 P_o, P_o' 間の基幹線路10Mの部分はこれまでに説明してきた第二の分岐線路10-2と見ることもできるし、あるいは図1(B)~(D), 図2, 図3に示されているソリトン伝搬線路10を二つ

20 用い、これを分岐線路10-1, 10-2; 10-1, 10-2の各自由端 P_{f1}, P_{f2} : P_{f1}, P_{f2} 側で向き合わせて、そこで互いに接合した形状と見ることもできる。

25 この構造で特徴的なことは、迂回線路10-1となる分岐線路10-1が第二分岐線路10-2に相当する一对の分岐端 P_o, P_o' 間の基幹線路部分よりも長いため、それらにより囲まれた透孔HLが形成されることであって、結果、以下述べるように、中途半端な磁束量子 $\Phi_{fractional}$ を利用する制御が実現できるようになる。

図5(A)に示されているように、ソリトン S_o が基幹線路10Mを図中で右端 P_e から入り、

矢印FL方向に進行して行ったとする。すると、図5(B)に示すように、このソリト

ソリトン So_1 はやがて第一の分岐端 Po に至り、そこで外部からエネルギーを供給せずとも矢印FL1, FL2で示すように分割し、第一の分岐線路10-1方向に進むソリトン So_1 と基幹線路10Mないし第二分岐線路10-2を進むソリトン So_2 とに別れる。

ところが、既述のように、第一分岐線路10-1の線路長の方が一对の分岐端 Po, Po' 間の基幹線路部分（第二分岐線路10-2）よりも長いため、図5(C)に示すように、下のソリトン So_2 が十分なエネルギーを持っている場合には基幹線路部分中のこのソリトン So_2 が先に第二の分岐端 Po' を通り越してしまい、その結果、透孔HLの中に、中途半端な磁束量子 $\Phi_{fractional}$ が発生することになる。

このように、透孔HLの中に中途半端な磁束量子 $\Phi_{fractional}$ が発生するのは、図1(D)に示されているように、上の分岐線路10-1に残っているソリトン So_1 による量子位相のずれ、位相差 $\Theta_{soliton}$ を保障するためである。従って、上の分岐線路10-1中のソリトン So_1 が第二分岐端 Po' を越えてさらに基幹線路10M中を左に抜けるのに十分なエネルギーを持たず、矢印FR1で示すように反射して透孔HLを離れて第一分岐端 Po よりも右側の基幹線路10Mに戻っていくのにも必要なエネルギーが無い場合、当該ソリトン So_1 は第一分岐線路10-1から離れることができず、中途半端な磁束量子 $\Phi_{fractional}$ はそのまま透孔HLの中に発生し続ける。

これは結局、情報記憶機能を司っていることになり、外部エネルギーの供給なくしてそれが行えることはデジタル論理回路構築上、極めて有利である。なお、上か下か、どちらか一方のソリトン So_1 または So_2 ソリトンをジョセフソン接合等のソリトン消去回路装置にぶつけて潰し、どちらか一方だけが透孔HLの周りに残存するようにしても、同様に、中途半端な磁束 $\Phi_{fractional}$ を検出することによって記憶された情報単位としてのソリトンを検出することが可能になる。

なお、既述したように、中途半端な磁束 $\Phi_{fractional}$ は走査型SQUID磁束顕微鏡で測定することが可能であるし、透孔HL自体を使ったrf-SQUIDまたはDC-SQUIDを構成することにより、その磁場依存性を計ることによっても可能である。

以上、本発明に係るバンド間位相差ソリトンの制御法の各実施形態につき説明したが、本発明はこれらに限定されることなく、特許請求の範囲記載の技術的事項の範囲内で様々な改変が可能であることは言うまでもない。既に述べたように、分岐線路数は基本的に図示の場合には二本であったが、これも任意本数に展開でき、そのようにした回路装置を用いてのソリトン制御も、基本動作原理においては上述してきた所と何ら変わりのないものとすることができる。いずれにしても、外部エネルギーの供給を必要とせず

5 路装置を用いてのソリトン制御も、基本動作原理においては上述してきた所と何ら変わりのないものとする
にソリトン間相互作用によってのみ、デジタル回路に本質的に必要な種々の制御が可能
なことを実証した本発明の意義は極めて大きいものがある。

請 求 の 範 囲

1. 超伝導環境下において存在し得る成分間位相差ソリトンの走行し得るソリトン伝搬線路を少なくとも該線路途中に設定した分岐端で複数の分岐線路に分割した線路構造を用い、分割していない線路部分である基幹線路中の成分間位相差ソリトンを上記複数の分岐線路に外部エネルギーの供給なくして分割して侵入させるか、上記各分岐線路に存在する成分間位相差ソリトンを外部エネルギーの供給なくして融合させることで上記基幹線路に成分間位相差ソリトンを伝搬させることを特徴とする成分間位相差ソリトンの制御方法。
2. 上記複数の分岐線路に分割させた上記成分間位相差ソリトンの少なくとも一つを選択的に消失させることで、他の成分間位相差ソリトンをそれぞれが走行する上記分岐線路に選択的に留めることを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
3. 上記複数の分岐線路の長さを互いに異ならせ、該複数の分岐線路の長さの比で定まる該各分岐線路中の上記各成分間位相差ソリトンの各往復回数毎にのみ、上記分岐端に戻ってきた複数の上記成分間位相差ソリトンを再び該基幹線路中に伝搬させて行くことを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
4. 少なくとも一本の上記分岐線路に上記成分間位相差ソリトンが存在している状況下で、他のどれか一つまたは複数の上記分岐線路に成分間位相差ソリトンを選択的に撃ち込むことで、そのときにのみ上記基幹線路中に選択的に、融合した結果の成分間位相差ソリトンを送り込むことを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
5. 少なくとも一本の上記分岐線路に侵入してきた上記成分間位相差ソリトンを消失させ、代わりに同じ分岐線路に消失させた上記成分間位相差ソリトンよりも高いエネルギーを持つ成分間位相差ソリトンを撃ち込むことで上記分岐端を越えて上記基幹線路に侵入する成分間位相差ソリトンのエネルギーを最初に上記分岐線路に侵入して

いった成分間位相差ソリトンよりも大きくするか、上記消失させた上記成分間位相差ソリトンよりも小さなエネルギー持つ成分間位相差ソリトンを撃ち込むことで上記分岐端を越えて上記基幹線路に侵入する成分間位相差ソリトンのエネルギーを小さくすることを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。

6. 上記基幹線路をバリア線路部として構成し、該基幹線路の両端にそれぞれ複数本の上記分岐線路を設け、それら分岐線路に存在する成分間位相差ソリトンが該基幹線路と該分岐線路の上記分岐端にて一致する確率で上記バリア線路部をトンネルさせることを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
7. 上記どれか一つまたは複数の分岐線路に数の異なる上記成分間位相差ソリトンを入れておくことでトンネル確率を制御することを特徴とする請求項6記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
8. 上記バリア線路部を挟んで両端側で上記分岐線路を異なる数とし、上記トンネル後に数の少ない方の分岐線路にエネルギーの増幅された成分間位相差ソリトンを送り出すことを特徴とする請求項6記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
9. 上記分岐線路を、上記基幹線路と上記分岐端で分岐した後、該分岐端を第一の分岐端として、これと異なる位置にある第二の分岐端にて該基幹線路に再び接続するようにし、かつ、これら第一、第二分岐端間の基幹線路部分の長さよりも該分岐線路の線路長を長くすることで、該分岐線路と上記第一、第二分岐端間の上記基幹線路部分で囲まれる透孔が形成されるようにし、該基幹線路から上記第一分岐端で分割されて該分岐線路と上記第一、第二分岐端間の上記基幹線路部分とに侵入した各成分間位相差ソリトンの中、該基幹線路部分に侵入した方の成分間位相差ソリトンが先に上記第二の分岐端を通り越すようにすることで、上記透孔の中に中途半端な磁束量子を発生させることを特徴とする請求項1記載の成分間位相差ソリトンの制御方法。
10. 超伝導環境下において存在し得る成分間位相ソリトンの走行し得るソリトン伝搬

線路をその線路途中に設定した分岐端で複数の分岐線路に分割した線路構造を少なくとも有することを特徴とする成分間位相差ソリトン回路装置。

11. 上記分岐線路にはそこに侵入してきた成分間位相差ソリトンを選択的に消失させ得る成分間位相差ソリトン消去回路装置も設けられていることを特徴とする請求項10記載の成分間位相差ソリトン回路装置。
12. 上記成分間位相差ソリトン消去回路装置はジョセフソン接合であることを特徴とする請求項11記載の成分間位相差ソリトン回路装置。
13. 上記複数の分岐線路の長さが互いに異っていることを特徴とする請求項10記載の成分間位相差ソリトン回路装置。
14. 上記基幹線路が成分間位相差ソリトンのトンネル可能なバリア線路部として構成され、該基幹線路の両端にそれぞれ複数本の上記分岐線路が設けられていることを特徴とする請求項10記載の成分間位相差ソリトン回路装置。
15. 上記分岐線路が、上記基幹線路の長さの途中で上記分岐端を第一の分岐端として分岐した後、該第一の分岐端とは異なる位置にある第二の分岐端にて該基幹線路に再び接続するように構成され、かつ、これら第一、第二分岐端間の基幹線路部分の長さよりも上記分岐線路の線路長が長く、これにより該分岐線路と該第一、第二分岐端間の上記基幹線路部分で囲まれる透孔が形成されていることを特徴とする請求項10記載の成分間位相差ソリトン回路装置。

図1(A)

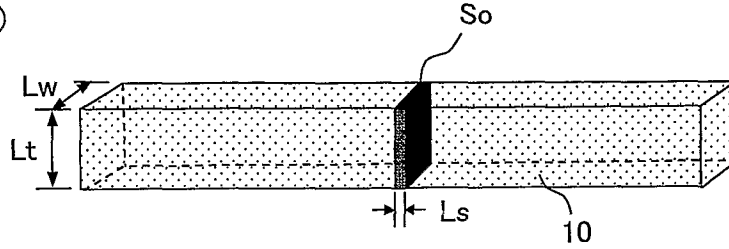


図1(B)

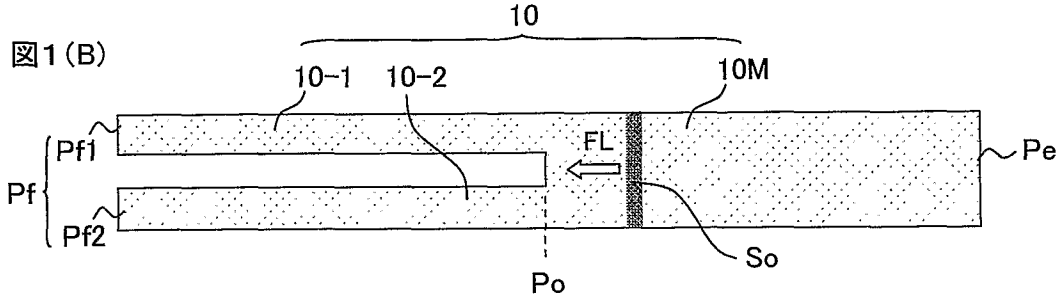


図1(C)

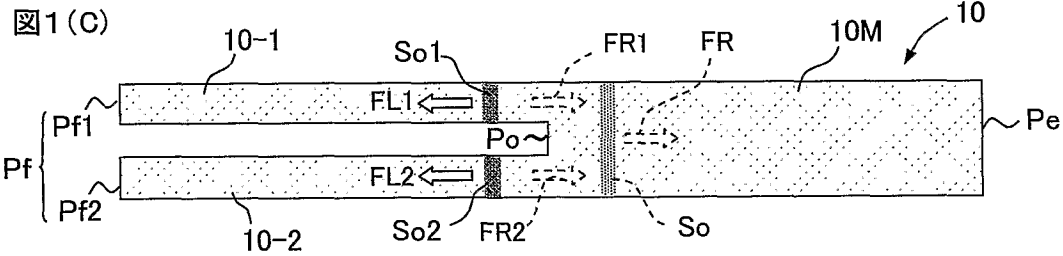


図1(D)

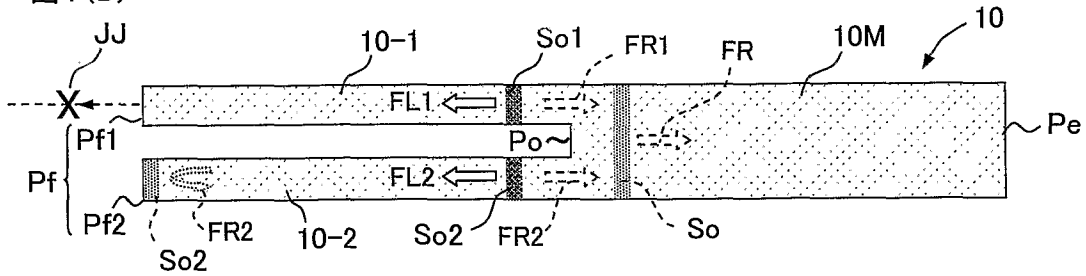
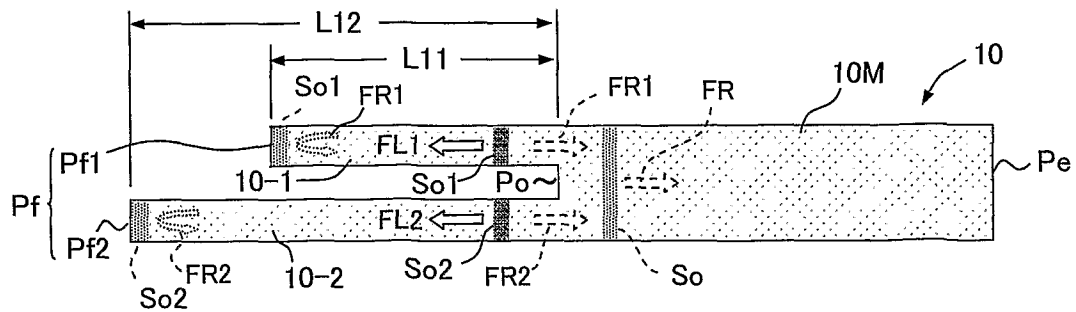


図1(E)



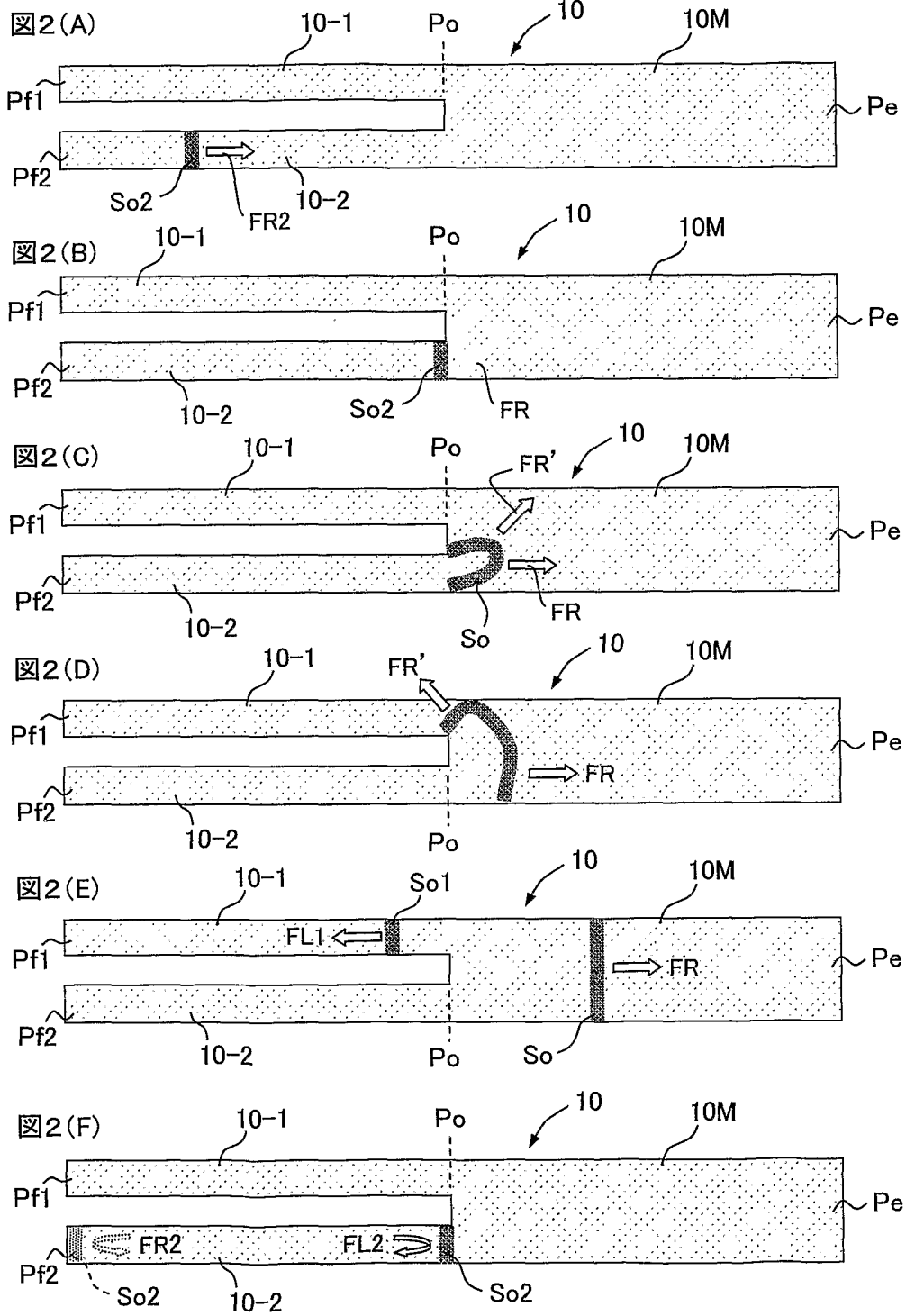


図3

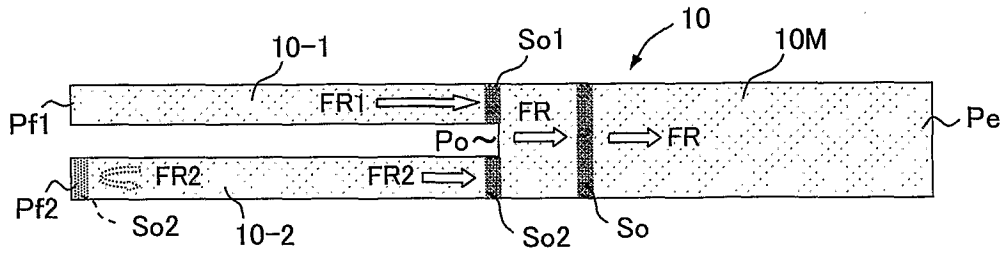


図4(A)

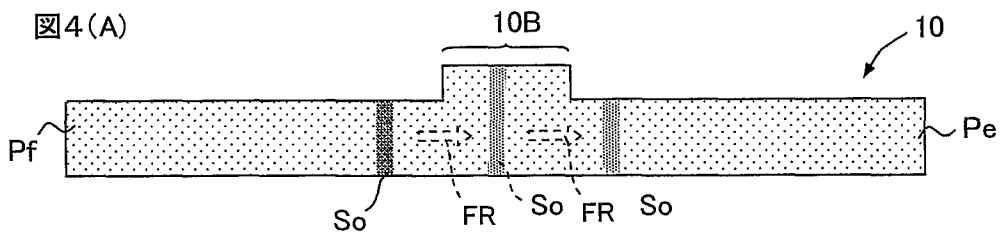
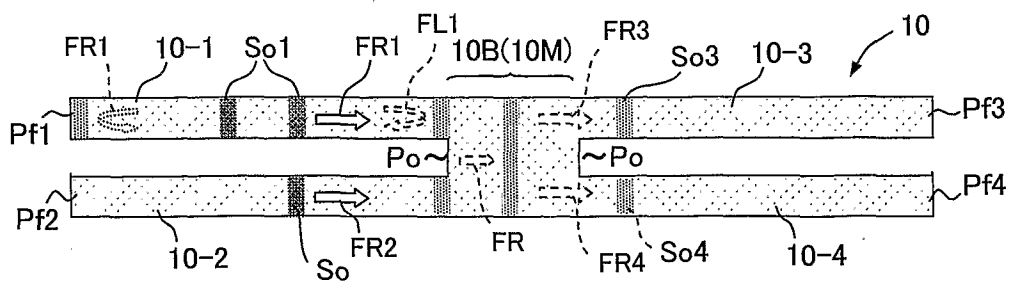
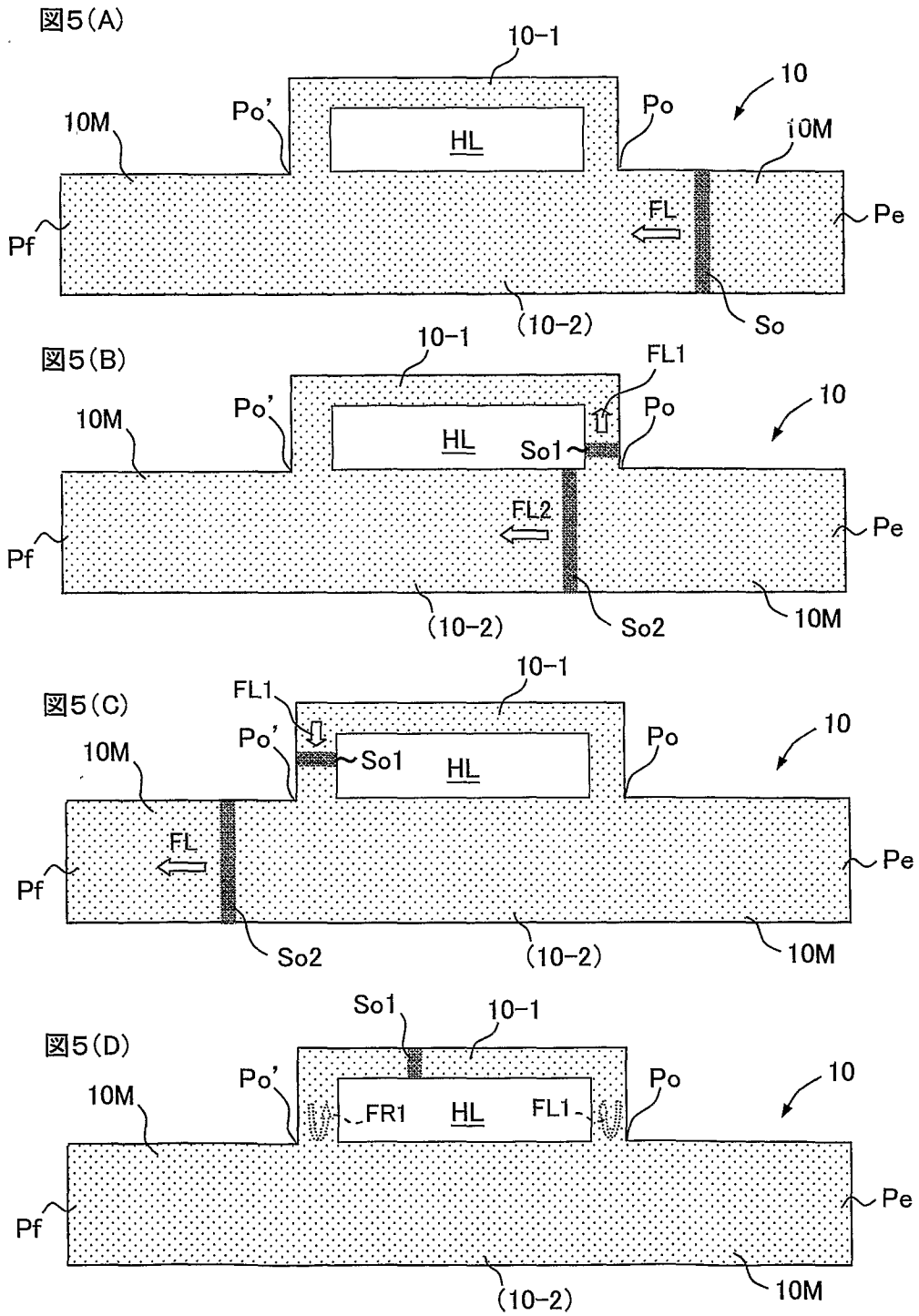


図4(B)





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/053617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L39/22 (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)
H01L39/22

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
Y A	JP 61-224374 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 06 October, 1986 (06.10.86), Page 3, upper left column, line 15 to lower right column, line 13; page 4, upper left column, line 13 to page 5, upper left column, line 15; Figs. 1 to 2, 4 to 7 (Family: none)	1, 10, 13 2-9, 11-12, 14-15

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 11 May, 2009 (11.05.09)	Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)
--	---

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/053617

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 57-63871 A (International Business Machines Corp.), 17 April, 1982 (17.04.82), Page 5, upper left column, line 10 to page 6, lower right column, line 19; page 7, lower right column, line 3 to page 9, upper right column, line 4; Figs. 2 to 7, 11 to 12 & US 4361768 A & EP 48789 A1 & DE 3165353 D & CA 1163727 A	10,13 1-9,11-12, 14-15
Y A	JP 2003-209301 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 25 July, 2003 (25.07.03), Par. Nos. [0007] to [0057]; Figs. 1 to 9 & US 2005/0107262 A1	1,10,13 2,4-9,11-12, 14-15
X A	US 2008/0051291 A1 (Nat Inst of Adv Industrial Sci and Tech), 28 February, 2008 (28.02.08), Par. Nos. [0062] to [0063]; Fig. 3 & JP 2008-53597 A	1,10 2-9,11-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01L39/22(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. H01L39/22

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	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009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
Y	JP 61-224374 A (日本電信電話株式会社) 1986. 10. 06, 第3頁左上欄第15行-右下欄第13行、第4頁左上欄第13行- 第5頁左上欄第15行、	1, 10, 13
A	第1-2図, 第4-7図 (ファミリーなし)	2-9, 11-12, 14 -15

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。

* 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

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

国際調査を完了した日

11. 05. 2009

国際調査報告の発送日

19. 05. 2009

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)

小川 将之

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

4M

9634

C (続き) . 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
Y	JP 57-63871 A (インターナショナル・ビジネス・マシーイズ・コーポレーション) 1982.04.17, 第5頁左上欄第10行-第6頁右下欄第19行、	10, 13
A	第7頁右下欄第3行-第9頁右上欄第4行、 第2-7図、第11-12図 & US 4361768 A & EP 48789 A1 & DE 3165353 D & CA 1163727 A	1-9, 11-12, 14-15
Y	JP 2003-209301 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2003.07.25,	1, 10, 13
A	段落【0007】-【0057】、図1-9 & US 2005/0107262 A1	2, 4-9, 11-12, 14-15
X	US 2008/0051291 A1 (Nat Inst of Adv Industrial Sci and Tech)	1, 10
A	2008.02.28, 段落 [0062] - [0063]、図3 & JP 2008-53597 A	2-9, 11-15