

(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

(43) 国際公開日
2022年9月29日(29.09.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/201506 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 8/30 (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/012914

(22) 国際出願日: 2021年3月26日(26.03.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 山本 健造 (YAMAMOTO, Kenzo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 野

口 智史 (NOGUCHI, Satoshi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

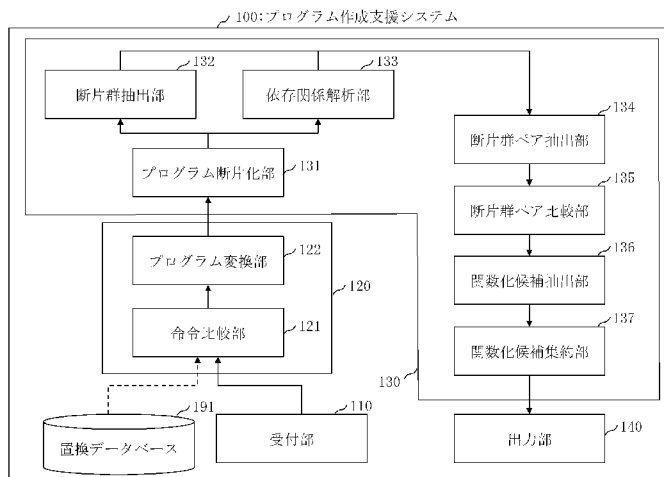
(74) 代理人: 溝井 国際特許業務法人(MIZOI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目17番10号3階 Kanagawa (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,

(54) Title: PROGRAM CREATION ASSISTANCE SYSTEM AND PROGRAM CREATION ASSISTANCE PROGRAM

(54) 発明の名称: プログラム作成支援システムおよびプログラム作成支援プログラム

【図3】



100... PROGRAM CREATION ASSISTANCE SYSTEM
110... RECEPTION UNIT
121... INSTRUCTION COMPARISON UNIT
122... PROGRAM CONVERSION UNIT
131... PROGRAM FRAGMENTATION UNIT
132... FRAGMENT GROUP EXTRACTION UNIT
133... DEPENDENCY ANALYSIS UNIT
134... FRAGMENT GROUP PAIR EXTRACTION UNIT
135... FRAGMENT GROUP PAIR COMPARISON UNIT
136... FUNCTIONALIZATION CANDIDATE EXTRACTION UNIT
137... FUNCTIONALIZATION CANDIDATE COLLECTION UNIT
140... OUTPUT UNIT
191... CONVERSION DATABASE

(57) Abstract: A program fragmentation unit (131) fragments a target program by unit of processing. A fragment group extraction unit (132) extracts, as a fragment group from among sets of fragments, a set in which instruction groups of fragments match. A functionalization candidate extraction unit (136) extracts, as functionalization candidates from among sets of the fragment groups, sets for which the manner of using the instruction groups of the fragment groups and variable groups of the fragment groups and the type of variables of the fragment groups match. An output unit (140) outputs information pertaining to the functionalization candidates.

(57) 要約: プログラム断片化部(131)は、対象プログラムを処理のまとまりごとに断片化する。断片群抽出部(132)は、断片の組のうち断片同士の命令群が一致する組を断片群として抽出する。関数化候補抽出部(136)は、断片群の組のうち断片群同士の命令群と断片群同士の変数群の使われ方と断片群同士の各変数の種別が一致する組を関数化候補として抽出する。出力部(140)は、関数化候補の情報を出力する。

[続葉有]

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

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

プログラム作成支援システムおよびプログラム作成支援プログラム

技術分野

[0001] 本開示は、プログラムの作成を支援するための技術に関するものである。

背景技術

[0002] プログラムの保守性を向上させる一つの方法として、プログラム内にある類似処理を共通化（関数化）して管理する方法がある。

しかし、プログラム内にある類似処理を手で抽出するには限界がある。そのため、プログラム内にある類似処理を自動で抽出してユーザに提示する技術が求められている。

特許文献1は、共通処理を自動抽出する技術を開示している。その技術では、2つのラダー回路のうちの少なくとも一つのラダー回路に対して、論理式の結果が変わらないように変数の順序が並び替えられる。そして、ラダー回路同士の論理式が比較され、論理式が一致するか否かが判定される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-95896号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示は、対象プログラムの中の関数化候補を提示できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 本開示のプログラム作成支援システムは、
対象プログラムを処理のまとまりごとに断片化するプログラム断片化部と、
、

断片の組のうち断片同士の命令群が一致する組を断片群として抽出する断片群抽出部と、

断片群の組のうち断片群同士の命令群と断片群同士の変数群の使われ方と断片群同士の各変数の種別が一致する組を関数化候補として抽出する関数化候補抽出部と、

関数化候補の情報を出力する出力部と、を備える。

発明の効果

[0006] 本開示によれば、対象プログラムの中の関数化候補を提示することができる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]実施の形態1におけるプログラム運用システム200の構成図。

[図2]実施の形態1におけるプログラム作成支援システム100の構成図。

[図3]実施の形態1におけるプログラム作成支援システム100の機能構成図。

[図4]実施の形態1におけるプログラム作成支援方法のフローチャート。

[図5]実施の形態1におけるステップS120のフローチャート。

[図6]実施の形態1における置換データベース191の例を示す図。

[図7]実施の形態1における命令の置換の例を示す図。

[図8]実施の形態1における命令の置換の例を示す図。

[図9]実施の形態1におけるステップS130のフローチャート。

[図10]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図11]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図12]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図11）の中間表現を示す図。

[図13]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図11）の中間表現を示す図。

[図14]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図15]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図14）の中

間表現を示す図。

[図16]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図17]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図16）の中間表現を示す図。

[図18]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図19]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図18）の中間表現を示す図。

[図20]実施の形態1における断片化されたラダープログラムの例を示す図。

[図21]実施の形態1における断片化されたラダープログラム（図20）の中間表現を示す図。

[図22]実施の形態1における断片同士の文字列の比較を示す図。

[図23]実施の形態1におけるラダープログラムの例を示す図。

[図24]実施の形態1におけるラダープログラム（図23）に対する静的解析の結果を示す図。

[図25]実施の形態1における種別条件一覧を示す図。

[図26]実施の形態1における種別条件一覧を示す図。

[図27]実施の形態1における関数化候補の表示画面の例を示す図。

[図28]実施の形態1における関数化候補の表示画面の例を示す図。

[図29]実施の形態1におけるプログラム作成支援システム100のハードウェア構成図。

発明を実施するための形態

[0008] 実施の形態および図面において、同じ要素または対応する要素には同じ符号を付している。説明した要素と同じ符号が付された要素の説明は適宜に省略または簡略化する。図中の矢印はデータの流れ又は処理の流れを主に示している。

[0009] 実施の形態1.

プログラム作成支援システム100について、図1から図29に基づいて説明する。

[0010] ***構成の説明***

[0011] 図1に基づいて、プログラム運用システム200を説明する。

プログラム運用システム200は、プログラムが運用されるシステムの例である。

プログラム運用システム200は、プログラム作成支援システム100と、制御機器210と、工場ライン220と、を備える。

[0012] プログラム作成支援システム100は、運用されるプログラムの作成を支援するシステムである。プログラマーは、プログラム作成支援システム100を利用して、プログラムの編集を行う。

作成されたプログラムは、ネットワーク202を介して、制御機器210に伝達される。

[0013] 制御機器210は、作成されたプログラムを実行することによって、ネットワーク201を介して工場ライン220を制御する。

具体的には、制御機器210は、PLCなどの工場向けの機器である。但し、制御機器210は、パーソナルコンピュータのような一般的な機器であってもよい。

PLCは、P r o g r a m m a b l e L o g i c C o n t r o l l e rの略称である。

[0014] 工場ライン220は、制御機器210によって制御される1つ以上の設備221を有する。

[0015] ネットワーク201およびネットワーク202は、例えば、CC-L i n kなどのフィールドネットワーク、イーサネットなどの一般的なネットワーク、または、専用の入出力線である。

ネットワーク201とネットワーク202は、同じネットワークであってもよいし、互いに異なるネットワークであってもよい。

[0016] 図2に基づいて、プログラム作成支援システム100の構成を説明する。

プログラム作成支援システム100は、プロセッサ101とメモリ102とストレージ103と通信装置104と入力装置105と表示装置106と

いったハードウェアを備えるコンピュータである。これらのハードウェアは、信号線を介して互いに接続されている。

[0017] プロセッサ101は、演算処理を行うICであり、他のハードウェアを制御する。例えば、プロセッサ101はCPUである。

ICは、Integrated Circuitの略称である。

CPUは、Central Processing Unitの略称である。

[0018] メモリ102は揮発性または不揮発性の記憶装置である。例えば、メモリ102はRAMである。メモリ102に記憶されたデータは必要に応じてストレージ103に保存される。

RAMは、Random Access Memoryの略称である。

[0019] ストレージ103は不揮発性の記憶装置である。例えば、ストレージ103は、ROM、HDD、SSDまたはメモリカードリーダーである。ストレージ103に記憶されたデータは必要に応じてメモリ102にロードされる。

ROMは、Read Only Memoryの略称である。

HDDは、Hard Disk Driveの略称である。

SSDは、Solid State Driveの略称である。

[0020] 通信装置104はレシーバ及びトランスミッタである。例えば、通信装置104は、イーサネット用またはフィールドネットワーク用の通信ボードである。プログラム作成支援システム100の通信は通信装置104を用いて行われる。

NICは、Network Interface Cardの略称である。

[0021] 入力装置105は、マウスおよびキーボードなどである。

表示装置106は、ディスプレイである。

プログラム作成支援システム100は、入力装置105と表示装置106として機能するタッチパネルを備えてもよい。

[0022] プログラム作成支援システム１００は、受付部１１０と命令統一部１２０と候補抽出部１３０と出力部１４０といった要素を備える。これらの要素はソフトウェアで実現される。

[0023] ストレージ１０３には、受付部１１０と命令統一部１２０と候補抽出部１３０と出力部１４０としてコンピュータを機能させるためのプログラム作成支援プログラムが記憶されている。プログラム作成支援プログラムは、メモリ１０２にロードされて、プロセッサ１０１によって実行される。

ストレージ１０３には、さらに、ＯＳが記憶されている。ＯＳの少なくとも一部は、メモリ１０２にロードされて、プロセッサ１０１によって実行される。

プロセッサ１０１は、ＯＳを実行しながら、プログラム作成支援プログラムを実行する。

ＯＳは、Operating Systemの略称である。

[0024] プログラム作成支援プログラムの入出力データは記憶部１９０に記憶される。

ストレージ１０３は記憶部１９０として機能する。但し、メモリ１０２、プロセッサ１０１内のレジスタおよびプロセッサ１０１内のキャッシュメモリなどの記憶装置が、ストレージ１０３の代わりに、又は、ストレージ１０３と共に、記憶部１９０として機能してもよい。

[0025] プログラム作成支援システム１００は、プロセッサ１０１を代替する複数のプロセッサを備えてもよい。

[0026] プログラム作成支援プログラムは、光ディスクまたはフラッシュメモリ等の不揮発性の記録媒体にコンピュータ読み取り可能に記録（格納）することができる。

[0027] 図３に基づいて、プログラム作成支援システム１００の機能構成を説明する。実線矢印は読み出し関係を表していて、破線矢印は置換データベース１９１からのデータの流れを表している。

プログラム作成支援システム１００は、受付部１１０と命令統一部１２０

と候補抽出部 130 と出力部 140 とを備える。

命令統一部 120 は、命令比較部 121 とプログラム変換部 122 とを備える。

候補抽出部 130 は、プログラム断片化部 131 と断片群抽出部 132 と依存関係解析部 133 と断片群ペア抽出部 134 と断片群ペア比較部 135 と関数化候補抽出部 136 と関数化候補抽出部 136 と関数化候補集約部 137 とを備える。

置換データベース 191 は、記憶部 190（図 2 を参照）に記憶される。

[0028] ***動作の説明***

プログラム作成支援システム 100 の動作の手順はプログラム作成支援方法に相当する。また、プログラム作成支援システム 100 の動作の手順はプログラム作成支援プログラムによる処理の手順に相当する。

[0029] 図 4 に基づいて、プログラム作成支援方法を説明する。

ステップ S110 において、受付部 110 は、マウスのクリックなど入力装置 105 によるアクションを検知する。

そして、受付部 110 は、対象プログラムを記憶部 190 から読み出して命令統一部 120 に渡す。

対象プログラムは、プログラム作成支援システム 100 によって処理されて関数化候補が抽出される（ソース）プログラムであり、記憶部 190 に記憶される。対象プログラムは、1つのプログラムであってもよいし、複数のプログラムであってもよい。

以下、ラダープログラムである対象プログラムを例に示す。但し、対象プログラムは、ST 言語または SFC 言語などのプログラミング言語で記述されたプログラムであってもよい。

ST は、S t r u c t u r e d T e x t の略称である。

SFC は、S e q u e n t i a l f u n c t i o n c h a r t の略称である。

[0030] ステップ S120 において、命令統一部 120 は、置換データベース 19

1を参照し、対象プログラムの中の命令のうち置換対象である各命令を規定の命令に置き換える。

そして、命令統一部120は、置換後の対象プログラムを候補抽出部130に渡す。

置換データベース191は、1つ以上の置換規則を示す。

置換規則は、置換条件と置換内容とを含む。

置換条件は、置換対象となる命令の条件である。

置換内容は、置換対象となる命令を既定の命令に置き換える内容である。

なお、置換規則によっては、他の命令の参照および他の命令の編集も必要となる。

[0031] 図5に基づいて、ステップS120の手順を説明する。

ステップS121において、命令比較部121は、対象プログラムの中の命令ごとに、置換データベース191に示される置換条件にしたがって、命令が置換対象であるか判定する。

[0032] ステップS122において、プログラム変換部122は、置換対象である命令ごとに、置換データベース191に示される置換規則にしたがって、置換対象である命令を既定の命令に置き換える。

[0033] ステップS123において、プログラム変換部122は、置換後の対象プログラムを候補抽出部130に渡す。

[0034] 図6に、置換データベース191の例を示す。

図6において、置換データベース191は、複数の置換規則を示している。

第1置換規則において、置換条件は「分岐命令が使用される」であり、置換内容は「分岐処理を分けて記述する」である。

第2置換規則において、置換条件は「先頭に「D」が付く命令が使用される」であり、置換内容は「「D」が付かない命令に置き換える」である。

図7に、第1置換規則に基づく置換の例を示す。

図8に、第2置換規則に基づく置換の例を示す。

[0035] 図4に戻り、ステップS130から説明を続ける。

ステップS130において、候補抽出部130は、置換後の対象プログラムを断片化し、関数化候補となる断片群を抽出する。

[0036] 図9に基づいて、ステップS130の手順を説明する。

ステップS131において、プログラム断片化部131は、対象プログラムを処理のまとまりごとに断片化する。

断片化の単位は、行単位であってもよいし、字句単位であってもよい。

[0037] 図10に、字句単位で断片化されたラダープログラムの例を示す。「LD」はラダーダイアグラムを意味する。「IL」はインストラクションリストを意味する。

ラダープログラムでは、1つの段が1つの字句に相当する。「段」は、ラダー回路における入力から出力までのひとまとまりを意味する。

図10において、ラダープログラムは、2つの断片に分けられている。

[0038] 図9に戻り、ステップS132から説明を続ける。

ステップS132において、断片群抽出部132は、対象プログラムの中の断片の組ごとに、断片同士の命令群を比較し、断片同士の命令群が一致するか判定する。

命令群は、断片に含まれる1つ以上の命令である。

[0039] そして、断片群抽出部132は、対象プログラムの中の断片の組のうち断片同士の命令群が一致する組を抽出する。抽出される組を「断片群」と称する。

[0040] 図11に、断片化されたラダープログラムの例を示す。左端に括弧を付けて記した数字はステップ数（プログラムの規模）を表す。

図12に、図11のラダープログラムの中間表現（IL）を示す。断片同士を繋ぐ矢印は、断片同士の命令群の比較を表す。

断片（1）の命令群は「LD、OUT」である。また、断片（4）の命令群は「LD、OUT」である。

したがって、断片（1）の命令群は断片（4）の命令群と一致する。

[0041] 図9に戻り、ステップS 1 3 3から説明を続ける。

ステップS 1 3 3において、依存関係解析部 1 3 3は、対象プログラムの中の断片の組ごとに、断片間の変数の依存関係を解析する。

断片同士が同じ変数を使用し、一方の断片がその変数を読み込み、他方の断片がその変数を書き込む場合、断片間に変数の依存関係がある。

[0042] 図1 3に、図1 1のラダープログラムの中間表現（IL）を示す。

断片（1）は変数Y 5を書き込み、断片（2）は変数Y 5を読み込む。

したがって、断片（1）と断片（2）は、変数Y 5の依存関係を有する。

[0043] 図9に戻り、ステップS 1 3 4から説明を続ける。

ステップS 1 3 4において、断片群ペア抽出部 1 3 4は、断片群の組ごとに、断片群同士の命令群を比較し、断片群同士の命令群が一致するか判定する。

そして、断片群ペア抽出部 1 3 4は、断片群の組のうち断片群同士の命令群が一致する組を抽出する。抽出される組を「断片群ペア」と称する。

[0044] また、断片群ペア抽出部 1 3 4は、断片群ペアごとに、断片群ペアに含まれる各断片群に対する解析結果に基づいて、断片群ペアの種類（1）～（3）を判定する。各断片群（断片の組）に対する解析結果はステップS 1 3 3で得られる。

（1）断片を入れ替えずに命令群の順序が一致する。

（2）断片を入れ替えると命令群の順序が一致し、断片を入れ替えても断片間の変数の依存関係に支障がでない。

（3）断片を入れ替えると命令群の順序が一致し、断片を入れ替えると断片間の変数の依存関係に支障がでる。

ただし、断片の入れ替えは、1つのプログラムの中での入れ替えに限定される。

[0045] 図1 4に、断片化されたラダープログラムの例を示す。

図1 5に、図1 4のラダープログラムの中間表現（IL）を示す。

断片群（1、2）の命令群は「LD、OUT、LD、MOV」である。断

片群（４、５）の命令群は「ＬＤ、ＯＵＴ、ＬＤ、ＭＯＶ」である。つまり、断片群（１、２）の命令群は断片群（４、５）の命令群と一致する。

また、断片群（１、２）の命令群の順序は、断片（１）と断片（２）または断片（４）と断片（５）を入れ替えずに、断片群（４、５）の命令群の順序と一致する。

したがって、断片群（１、２）と断片群（４、５）は、種類（１）の断片群ペアである。

[0046] 図１６に、断片化されたラダープログラムの例を示す。

図１７に、図１６のラダープログラムの中間表現（ＩＬ）を示す。

断片群（１、２）の命令群は「ＬＤ、ＯＵＴ、ＬＤ、ＭＯＶ」である。断片群（４、５）の命令群は「ＬＤ、ＭＯＶ、ＬＤ、ＯＵＴ」である。つまり、断片群（１、２）の命令群は断片群（４、５）の命令群と一致する。

また、断片群（１、２）の命令群の順序は、断片（１）と断片（２）または断片（４）と断片（５）を入れ替えると、断片群（４、５）の命令群の順序と一致する。

さらに、断片（１）と断片（２）に変数の依存関係はなく、断片（４）と断片（５）にも変数の依存関係はない。そのため、断片（１）と断片（２）を入れ替えても、断片（４）と断片（５）を入れ替えても、断片間の変数の依存関係に支障がない。

したがって、断片群（１、２）と断片群（４、５）は、種類（２）の断片群ペアである。

[0047] 図１８に、断片化されたラダープログラムの例を示す。

図１９に、図１８のラダープログラムの中間表現（ＩＬ）を示す。

断片群（１、２）の命令群は「ＬＤ、ＯＵＴ、ＬＤ、ＭＯＶ」である。断片群（４、５）の命令群は「ＬＤ、ＭＯＶ、ＬＤ、ＯＵＴ」である。つまり、断片群（１、２）の命令群は断片群（４、５）の命令群と一致する。

また、断片群（１、２）の命令群の順序は、断片（１）と断片（２）を入れ替えると、断片群（４、５）の命令群の順序と一致する。

さらに、断片（１）と断片（２）に変数の依存関係はないが、断片（４）と断片（５）には変数M 1 0の依存関係がある。そのため、断片（４）と断片（５）を入れ替えると変数M 1 0の依存関係に支障がでる。

したがって、断片群（１、２）と断片群（４、５）は、種類（３）の断片群ペアである。

[0048] 図９に戻り、ステップS 1 3 5から説明を続ける。

ステップS 1 3 5において、断片群ペア比較部 1 3 5は、断片群ペアごとに、断片群同士の変数群の使われ方を比較し、断片群同士の変数群の使われ方が一致するか判定する。

各変数が使用される回数および各変数に対する命令の順番などの変数群の使われ方が断片群間で一致しない場合、断片群ペアを関数化（共通化）することができない。そのため、ステップS 1 3 5が実行される。

但し、関数には入力変数および出力変数を個別に設定できるため、断片群同士で変数群の各変数名が一致する必要はない。

[0049] 具体的には、断片群ペア比較部 1 3 5は以下のように動作する。

まず、断片群ペア比較部 1 3 5は、断片群ごとに、断片群の中の各命令と各変数名を順番に並べて文字列を生成する。

次に、断片群ペア比較部 1 3 5は、断片群ごとに、文字列の中の各変数名を順番に応じた規定の変数名に置き換える。但し、文字列の中の同じ変数名は同じ既定の変数名に置き換えられる。例えば、断片群ペア比較部 1 3 5は、各変数名を「d x」に置き換える。「x」は0から1ずつ増えるインデックスである。

次に、断片群ペア比較部 1 3 5は、断片群同士の文字列を比較する。

そして、断片群同士の文字列が一致する場合、断片群ペア比較部 1 3 5は、断片群同士の変数群の使われ方が一致すると判定する。

[0050] 図２０に、ラダープログラムの一例を示す。

図２１に、図２０のラダープログラムの中間表現（IL）を示す。

断片（１）と断片（２）を断片群（A）と称する。断片（４）と断片（５）

）を断片群（B）と称する。断片群（A）と断片群（B）は断片群ペアである。

図22に、断片群（A）から得られる文字列と断片群（B）から得られる文字列を示す。

断片群（A）から各変数と各変数を順番に抽出すると文字列（A）が得られる。

文字列（A）の中の各変数名を順番に応じた既定の変数名に置き換えると文字列（A'）が得られる。

断片群（B）から各変数と各変数を順番に抽出すると文字列（B）が得られる。

文字列（B）の中の各変数名を順番に応じた既定の変数名に置き換えると文字列（B'）が得られる。

文字列（A'）は文字列（B'）と一致する。

したがって、断片群（A）と断片群（B）は、変数群の使われ方が一致する。

[0051] 図9に戻り、ステップS136から説明を続ける。

ステップS136において、関数化候補抽出部136は、断片群同士の変数群の使われ方が一致する断片群ペアごとに、断片群同士の各変数の種別が一致するか判定する。

例えば、変数の種別は、入力変数、出力変数、入出力変数または内部変数などである。

[0052] 例えば、静的解析ツールを使うことで、変数間の依存関係を把握することができる。静的解析ツールは、種別条件一覧とセットで使用する。種別条件一覧は、変数の種別ごとに変数の条件を示す。

[0053] そして、関数化候補抽出部136は、断片群ペアのうち断片群同士の変数群の使われ方と断片群同士の各変数の種別が一致する断片群ペアを抽出する。抽出される断片群ペアを「関数化候補」と称する。

[0054] 図23に、ラダープログラムの例を示す。

図 2 4 に、図 2 3 のラダープログラムに対して静的解析ツールを使用することによって得られる解析結果の例を示す。

図 2 3 および図 2 4 において、破線で囲われた範囲が関数化対象の範囲である。

プログラム名は P r o g P o u である。

開始ステップ数は 6 s t e p である。

終了ステップ数は 1 4 s t e p である。

静的解析の対象は、断片（6）と断片（10）である。

静的解析の起点は、「Y0」である。

[0055] 図 2 5 および図 2 6 に、種別条件一覧の例を示す。

種別条件一覧は、種別（1）から種別（10）のそれぞれの条件を示している。

図 2 6 の※1 から※4 は以下を意味する。

※1：プログラムの処理内容的に対象変数の値を保持する必要がある場合に限り、対象変数の種別を出力変数とすることが可能である。

※2：右側より左側に繋がる変数のステップ数の方が全て小さく、プログラムの処理内容的に対象変数値を保持する必要がある場合に限り、対象変数の種別を出力変数とすることが可能である。

※3：右側より左側に繋がる変数のステップ数の方が全て小さい場合に限り、対象変数の種別を入力変数にすることが可能である。

※4：右側より左側に繋がる変数のステップ数の方が全て小さく、プログラムの処理内容的に対象変数の値を保持する必要がある場合に限り、対象変数の種別を内部変数にすることが可能である。

[0056] なお、関数の引数において入力変数の代わりに入出力変数が定義されても関数の処理に問題は生じないため、図 2 5 および図 2 6 のいずれの条件でも入出力変数は候補となり得る。

[0057] 図 2 4 から図 2 6 に基づいて、関数化の際の変数種別の候補を説明する。

図 2 4 の「M0」において、入力「X0」は関数化対象外であり、「M0

」の出力「D 1 0 0」は関数化対象内である。図 2 6 の（5）に対応する入力変数が候補となる。

図 2 4 の「D 1 0 0」において、入力「M 0」は関数化対象内であり、出力「Y 0」は関数化対象内である。図 2 6 の（1 0）に対応する内部変数が候補となる。

図 2 4 の「Y 0」において、入力「D 1 0 0」は関数化対象内である。出力はない。図 2 5 の（2）に対応する出力変数が候補となる。

[0058] 図 9 に戻り、ステップ S 1 3 7 を説明する。

ステップ S 1 3 7 において、関数化候補集約部 1 3 7 は、関数化候補同士の各変数の種別を比較し、関数化候補同士の各変数の種別が一致するか判定する。

そして、関数化候補集約部 1 3 7 は、各変数の種別が一致する関数化候補同士を集約する。

[0059] 図 4 に戻り、ステップ S 1 4 0 を説明する。

ステップ S 1 4 0 において、出力部 1 4 0 は、関数化候補の情報を出力する。

具体的には、出力部 1 4 0 は、関数化候補の集まりごとに情報を表示装置 1 0 6 に表示する。表示は出力の一例である。

出力される情報には、ステップ S 1 3 0 の各ステップで得られた情報が含まれる。例えば、出力される情報には、関数化候補の集まりに含まれる断片群ペアの種類が含まれる。

[0060] 図 2 7 および図 2 8 に、関数化候補の表示画面の例を示す。

図 2 7 は、関数化候補の集まりのパターン 1 を示している。[変数割付]において、網掛けは使用できない変数の種別を示している。

図 2 8 は、関数化候補の集まりのパターン 3 を示している。また、パターン 1 を関数化するとパターン 3 を関数化することができないことが示されている。

[0061] ***実施の形態 1 のまとめ***

プログラム作成支援システム１００は、機能（１）～機能（３）を有する。

（１）対象プログラムにおいて異なる命令で書かれた同じ処理を同じ命令に統一する。この機能は命令統一部１２０によって実現される。

（２）順番を入れ替えることで同じ構成となる関数化候補を見つける。この機能は候補抽出部１３０によって実現される。

（３）プログラム（断片）の実行順序を変更しないもの、プログラムの実行順序を変更することでプログラム間の依存関係に影響を及ぼさないもの、プログラムの実行順序を変更することでプログラム間の依存関係に影響を及ぼすもの、に分けて関数化候補を表示する。この機能は、候補抽出部１３０と出力部１４０によって実現される。

[0062] ***実施の形態１の効果***

実施の形態１により、対象プログラムの中の関数化候補を提示することができる。

プログラマーによって、同じ処理でも書き方（使用する命令）および記述順序が異なる場合がある。実施の形態１は、使用命令および記述順序に関わらず関数化候補を抽出することができる。

実施の形態１によって、利用者による共通処理の抽出に要するエンジニアリング工数の削減が期待できる。

[0063] ***実施の形態の補足***

図２９に基づいて、プログラム作成支援システム１００のハードウェア構成を説明する。

プログラム作成支援システム１００は処理回路１０９を備える。

処理回路１０９は、受付部１１０と命令統一部１２０と候補抽出部１３０と出力部１４０とを実現するハードウェアである。

処理回路１０９は、専用のハードウェアであってもよいし、メモリ１０２に格納されるプログラムを実行するプロセッサ１０１であってもよい。

[0064] 処理回路１０９が専用のハードウェアである場合、処理回路１０９は、例

えば、単回路、複合回路、プログラム化したプロセッサ、並列プログラム化したプロセッサ、ASIC、FPGAまたはこれらの組み合わせである。

ASICは、Application Specific Integrated Circuitの略称である。

FPGAは、Field Programmable Gate Arrayの略称である。

[0065] プログラム作成支援システム100は、処理回路109を代替する複数の処理回路を備えてもよい。

[0066] 処理回路109において、一部の機能が専用のハードウェアで実現されて、残りの機能がソフトウェアまたはファームウェアで実現されてもよい。

[0067] このように、プログラム作成支援システム100の機能はハードウェア、ソフトウェア、ファームウェアまたはこれらの組み合わせで実現することができる。

[0068] 各実施の形態は、好ましい形態の例示であり、本開示の技術的範囲を制限することを意図するものではない。各実施の形態は、部分的に実施してもよいし、他の形態と組み合わせて実施してもよい。フローチャート等を用いて説明した手順は、適宜に変更してもよい。

[0069] プログラム作成支援システム100は、複数の装置で実現されてもよい。

プログラム作成支援システム100の要素である「部」は、「処理」、「工程」、「回路」または「サーキットリ」と読み替えてもよい。

符号の説明

[0070] 100 プログラム作成支援システム、101 プロセッサ、102 メモリ、103 ストレージ、104 通信装置、105 入力装置、106 表示装置、109 処理回路、110 受付部、120 命令統一部、121 命令比較部、122 プログラム変換部、130 候補抽出部、131 プログラム断片化部、132 断片群抽出部、133 依存関係解析部、134 断片群ペア抽出部、135 断片群ペア比較部、136 関数化候補抽出部、137 関数化候補集約部、140 出力部、190 記憶部

、 1 9 1 置換データベース、 2 0 0 プログラム運用システム、 2 0 1
ネットワーク、 2 0 2 ネットワーク、 2 1 0 制御機器、 2 2 0 工場ラ
イン、 2 2 1 設備。

請求の範囲

- [請求項1] 対象プログラムを処理のまとまりごとに断片化するプログラム断片化部と、
- 断片の組のうち断片同士の命令群が一致する組を断片群として抽出する断片群抽出部と、
- 断片群の組のうち断片群同士の命令群と断片群同士の変数群の使われ方と断片群同士の各変数の種別が一致する組を関数化候補として抽出する関数化候補抽出部と、
- 関数化候補の情報を出力する出力部と、
- を備えるプログラム作成支援システム。
- [請求項2] 前記プログラム作成支援システムは、
- 断片群の組のうち断片群同士の命令群が一致する組を断片群ペアとして抽出する断片群ペア抽出部と、
- 断片群ペアごとに断片群同士の変数群の使われ方が一致するか判定する断片群ペア比較部と、を備え、
- 前記断片群ペア比較部は、断片群ペアに含まれる断片群ごとに断片群の中の各命令と各変数名を順番に並べて文字列を生成し、断片群ペアに含まれる断片群ごとに文字列の中の各変数名を順番に応じて規定の変数名に置き換え、断片群同士の文字列を比較し、断片群同士の文字列が一致する場合に断片群同士の変数群の使われ方が一致すると判定する
- 請求項1に記載のプログラム作成支援システム。
- [請求項3] 前記プログラム作成支援システムは、
- 関数化候補同士の各変数の種別を比較し、各変数の種別が一致する関数化候補同士を集約する関数化候補集約部を備え、
- 前記出力部は、各変数の種別が一致する関数化候補の集まりごとに関数化候補の集まりの情報を出力する
- 請求項1または請求項2に記載のプログラム作成支援システム。

- [請求項4] 前記プログラム作成支援システムは、
断片群ごとに断片間の変数の依存関係を解析する依存関係解析部と、
断片群の組のうち断片群同士の命令群が一致する組を断片群ペアとして抽出し、断片群ペアごとに断片群ペアに含まれる各断片群に対する解析結果に基づいて断片群ペアの種類を判定する断片群ペア抽出部と、を備え、
前記出力部は、前記関数化候補となる断片群ペアの種類を含んだ前記情報を出力する
請求項1から請求項3のいずれか1項に記載のプログラム作成支援システム。
- [請求項5] 前記断片群ペア抽出部は、断片群ペアごとに、断片群ペアの種類が、断片を入れ替えずに命令群の順序が一致するという種類と、断片を入れ替えると命令群の順序が一致し、断片を入れ替えても断片間の変数の依存関係に支障がでないという種類と、断片を入れ替えると命令群の順序が一致し、断片を入れ替えると断片間の変数の依存関係に支障がでるという種類のいずれであるか判定する
請求項4に記載のプログラム作成支援システム。
- [請求項6] 前記プログラム作成支援システムは、
1つ以上の置換規則を示す置換データベースを参照し、前記対象プログラムの中の命令のうち置換対象である各命令を規定の命令に置換する命令統一部を備え、
前記プログラム断片化部は、置換後の前記対象プログラムを断片化する
請求項1から請求項5のいずれか1項に記載のプログラム作成支援システム。
- [請求項7] 対象プログラムを処理のまとまりごとに断片化するプログラム断片化処理と、

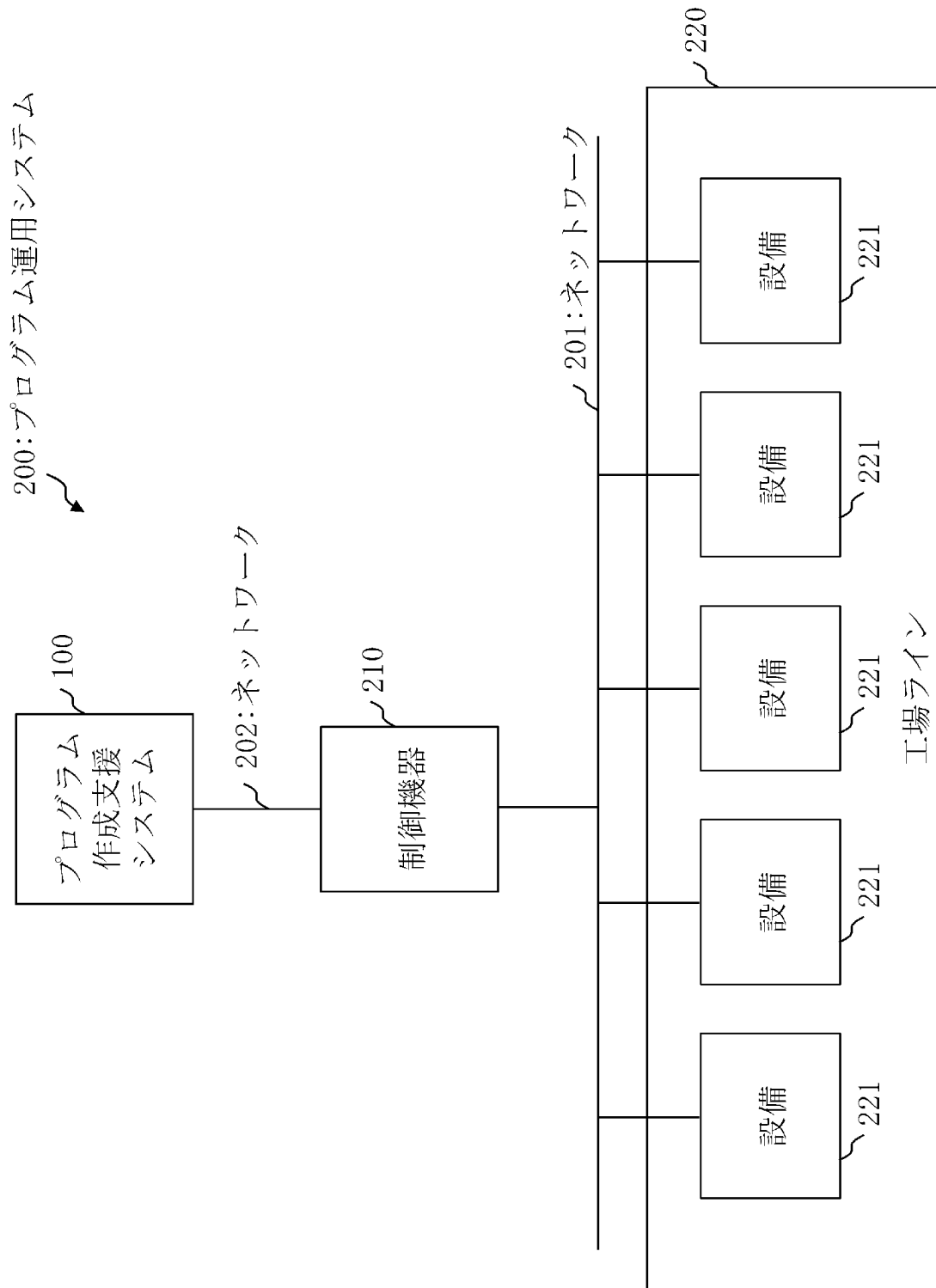
断片の組のうち断片同士の命令群が一致する組を断片群として抽出する断片群抽出処理と、

断片群の組のうち断片群同士の命令群と断片群同士の変数群の使い方と断片群同士の各変数の種別が一致する組を関数化候補として抽出する関数化候補抽出処理と、

関数化候補の情報を出力する出力処理と、
をコンピュータに実行させるためのプログラム作成支援プログラム。

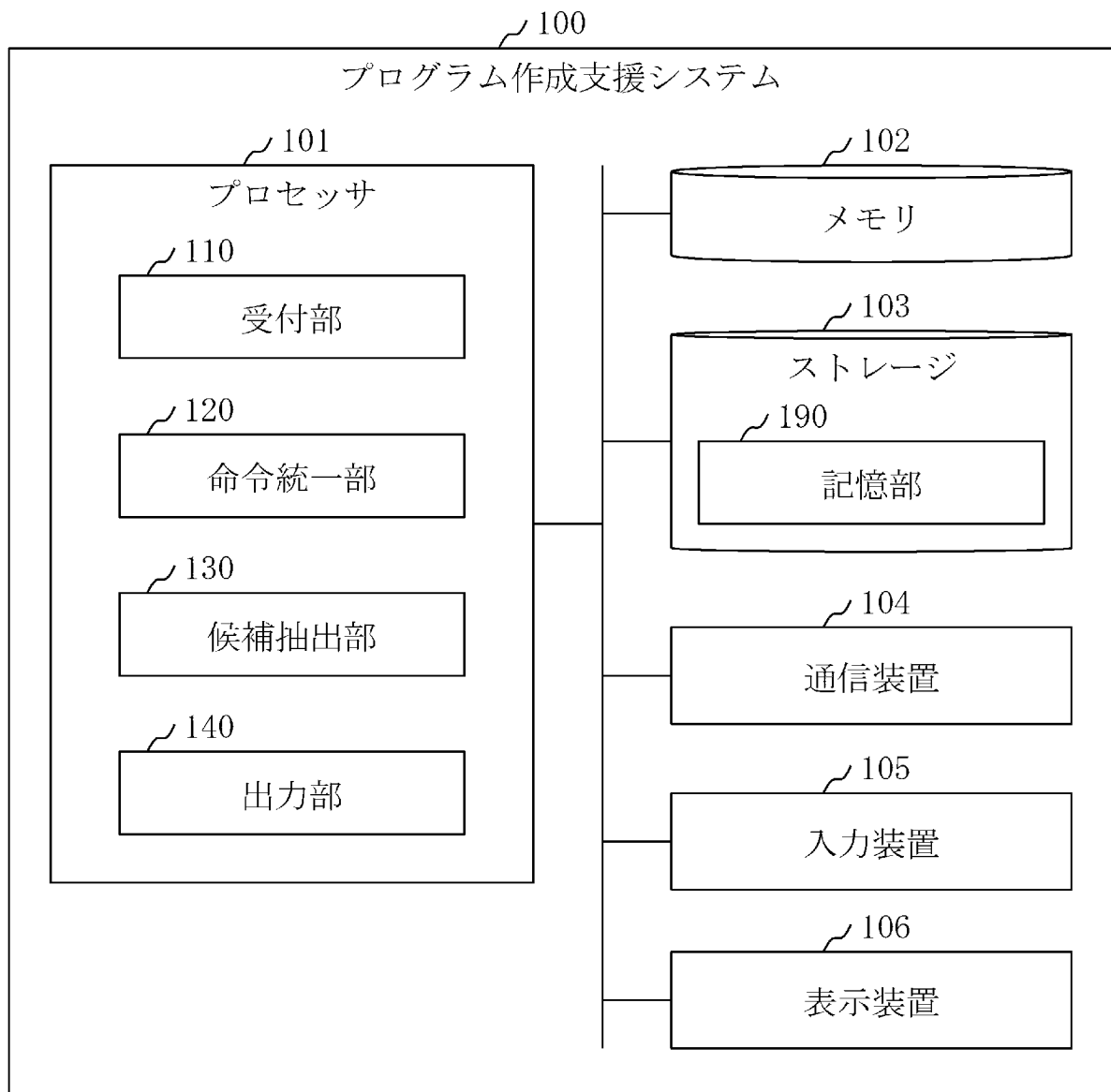
[図1]

図1



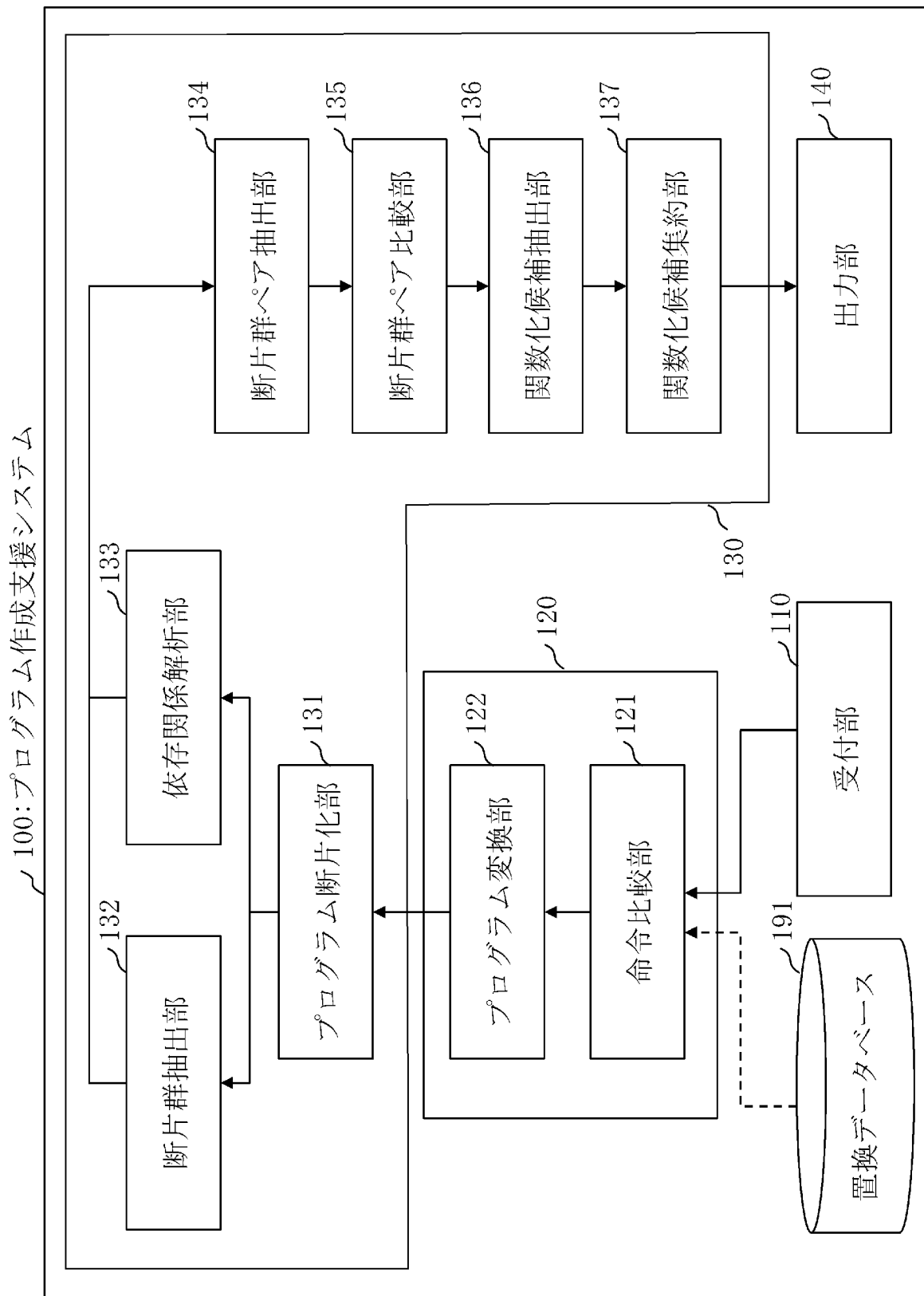
[図2]

図2



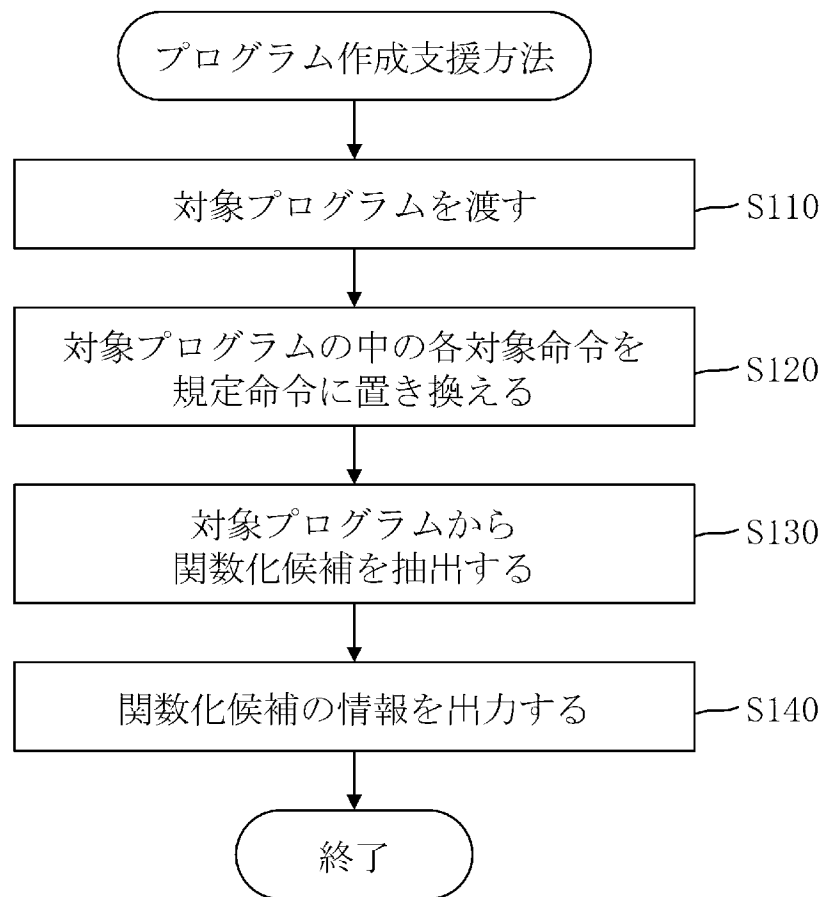
[図3]

図3



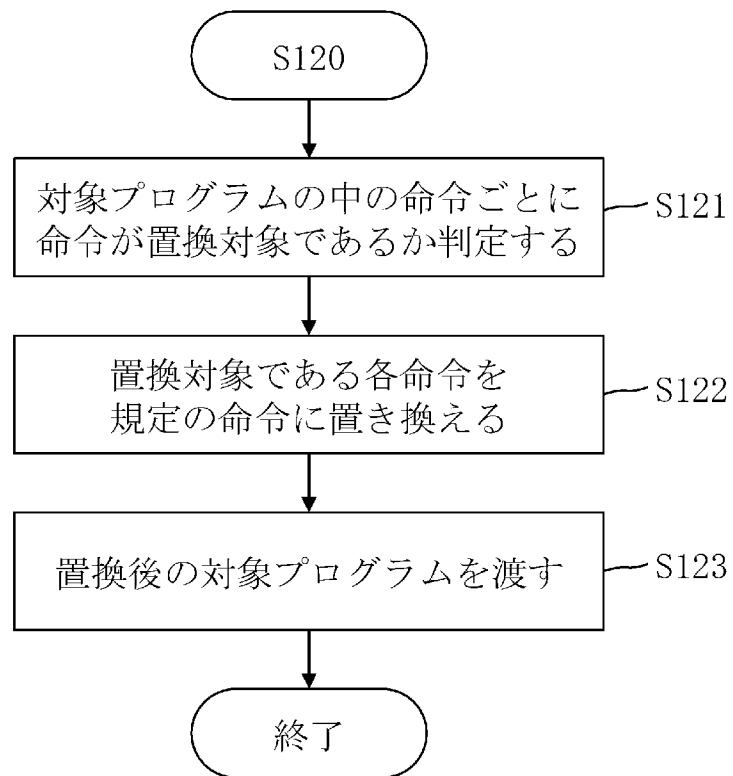
[図4]

図4



[図5]

図5



[図6]

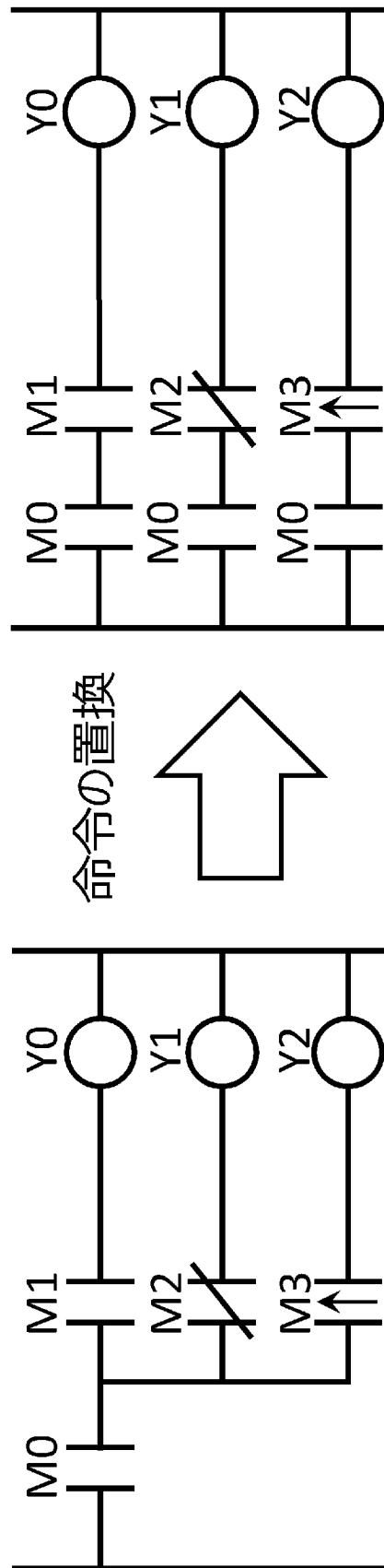
図 6

191:置換データベース

No.	置換条件	置換内容
1	分岐命令が使用される	分岐処理を分けて記述する
2	先頭に「D」が付く命令が使用される	Dが付かない命令に置き換える
:	:	:

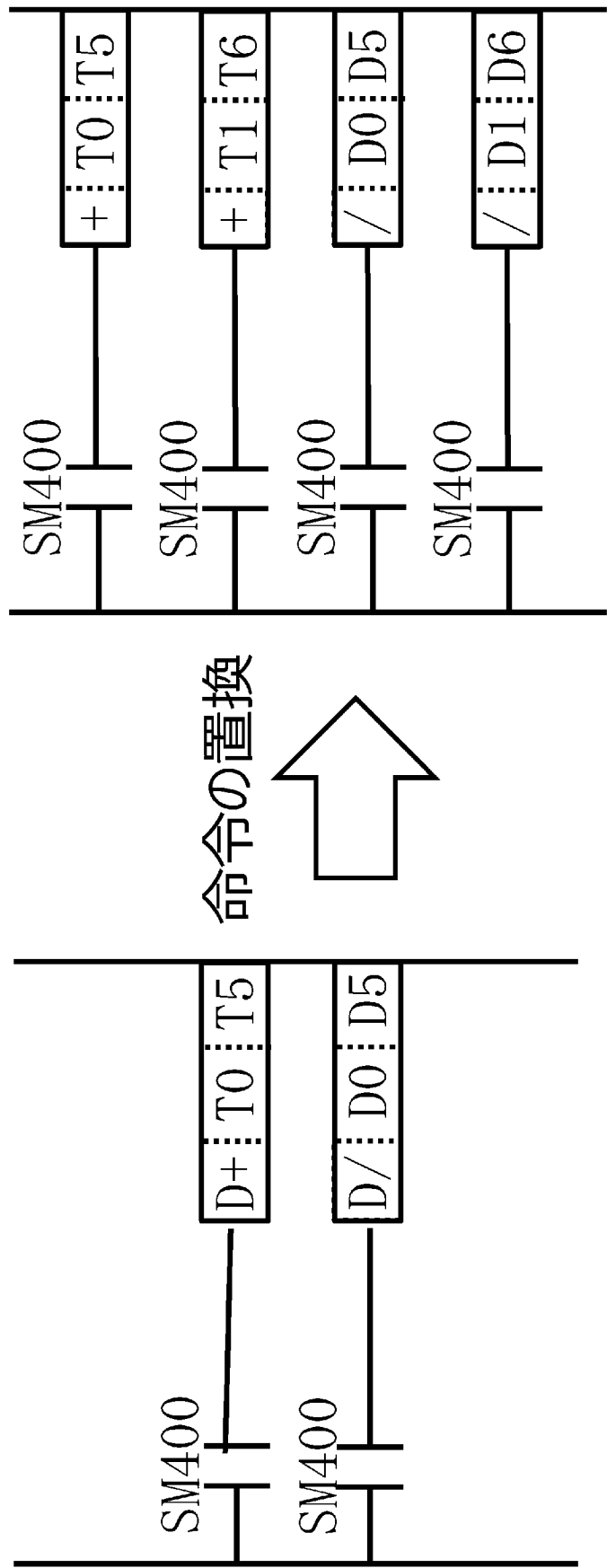
[図7]

図7



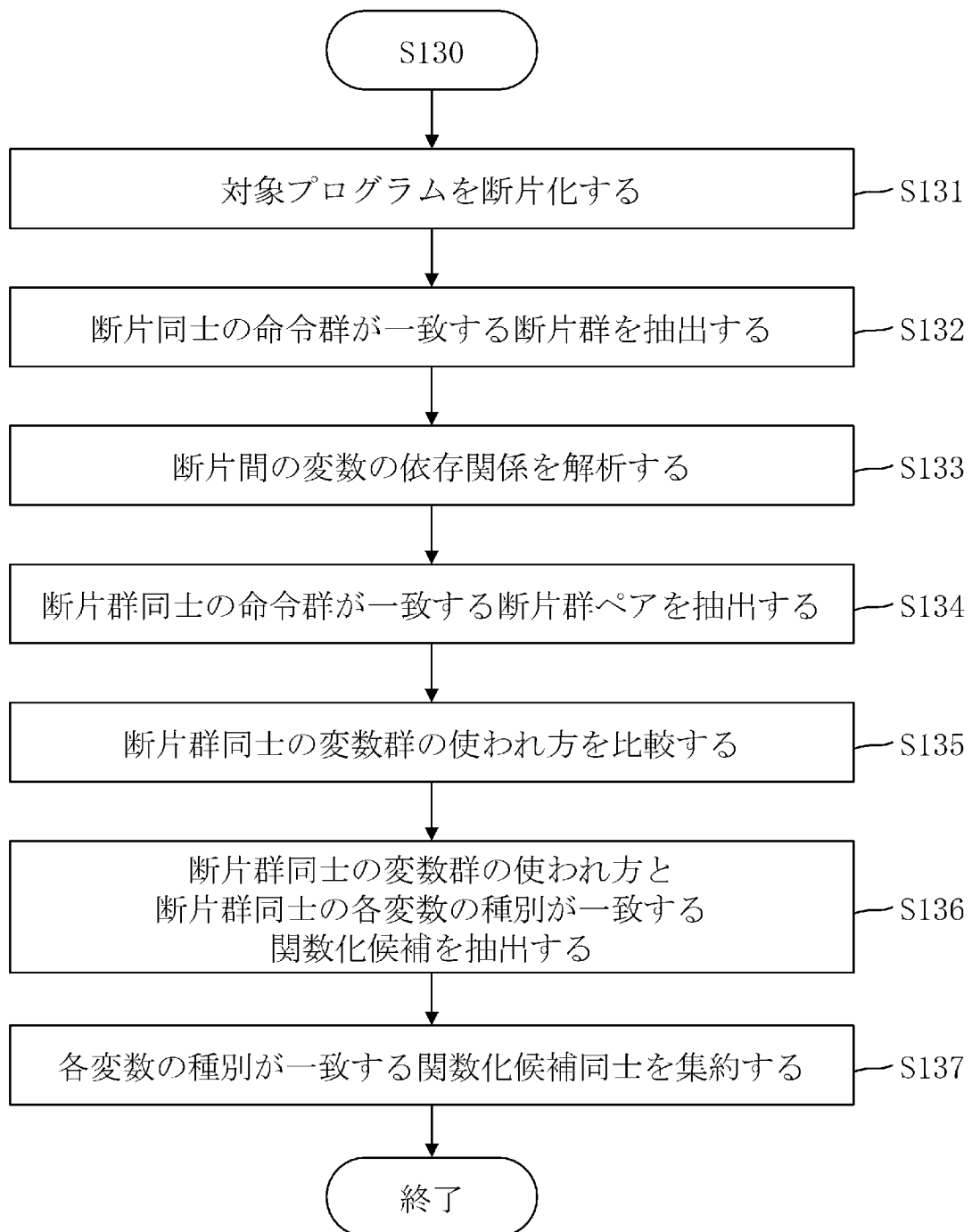
[図8]

図8



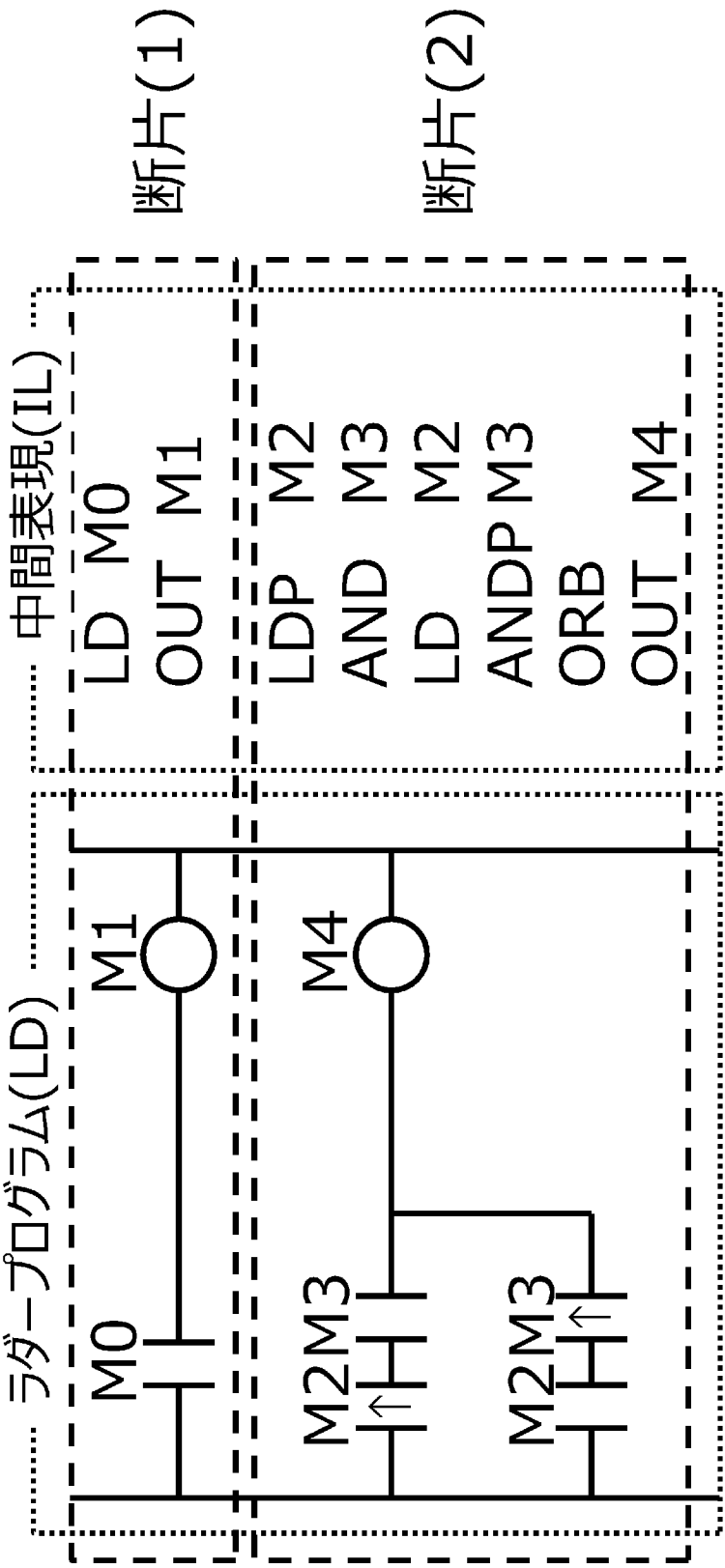
[図9]

図9



[図10]

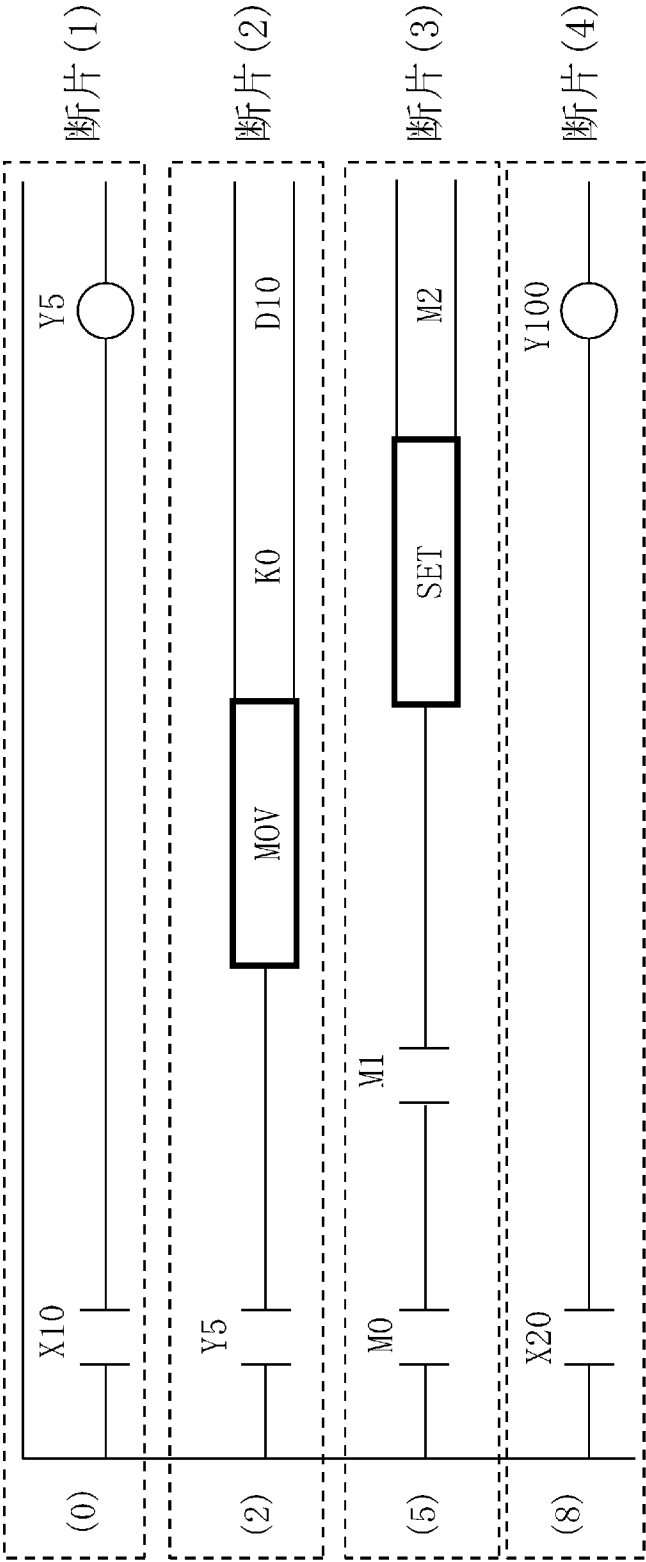
図10



[図11]

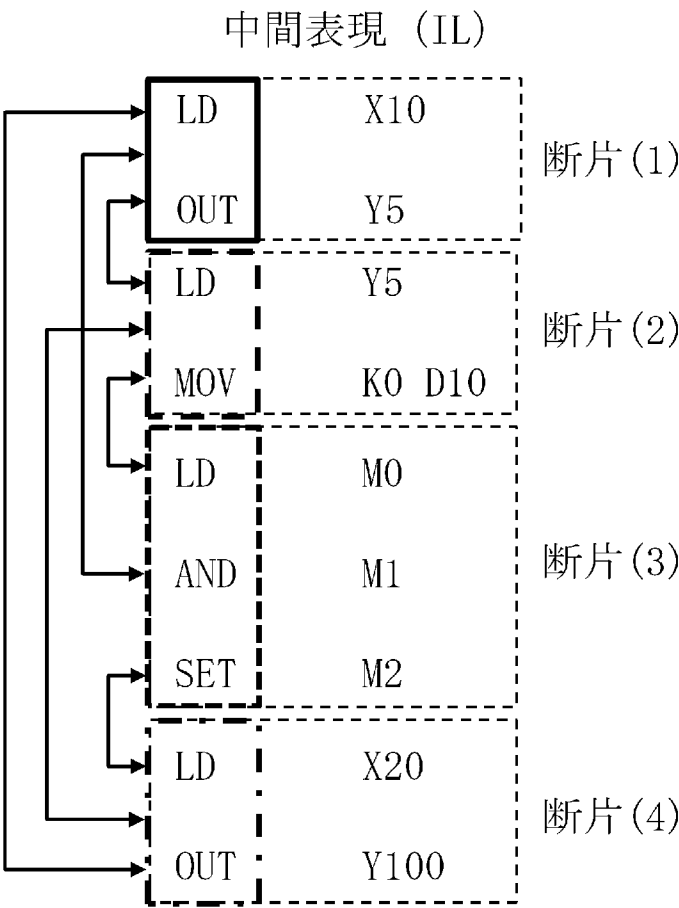
図11

ラダープログラム



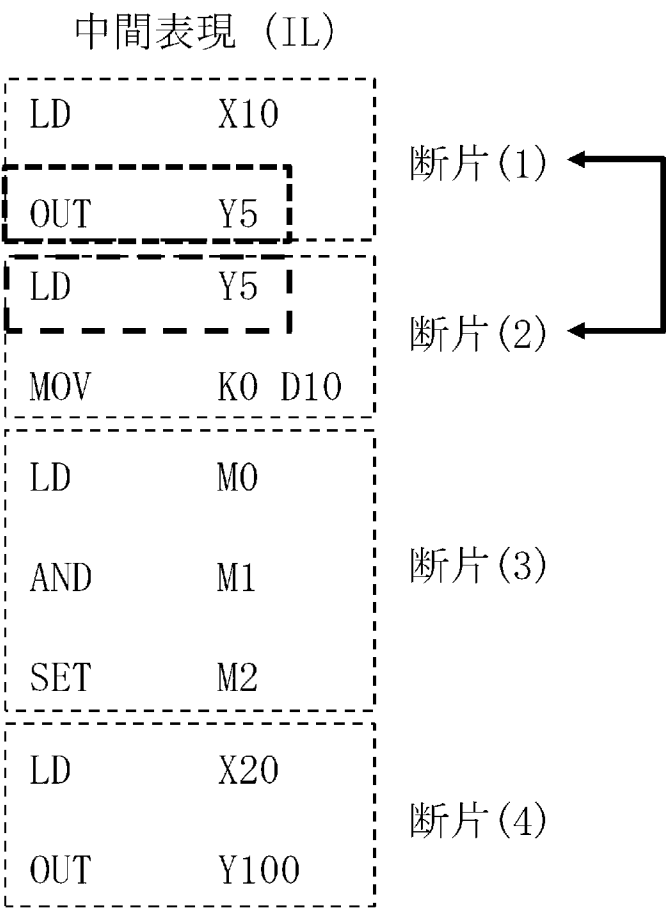
[図12]

図12



[図13]

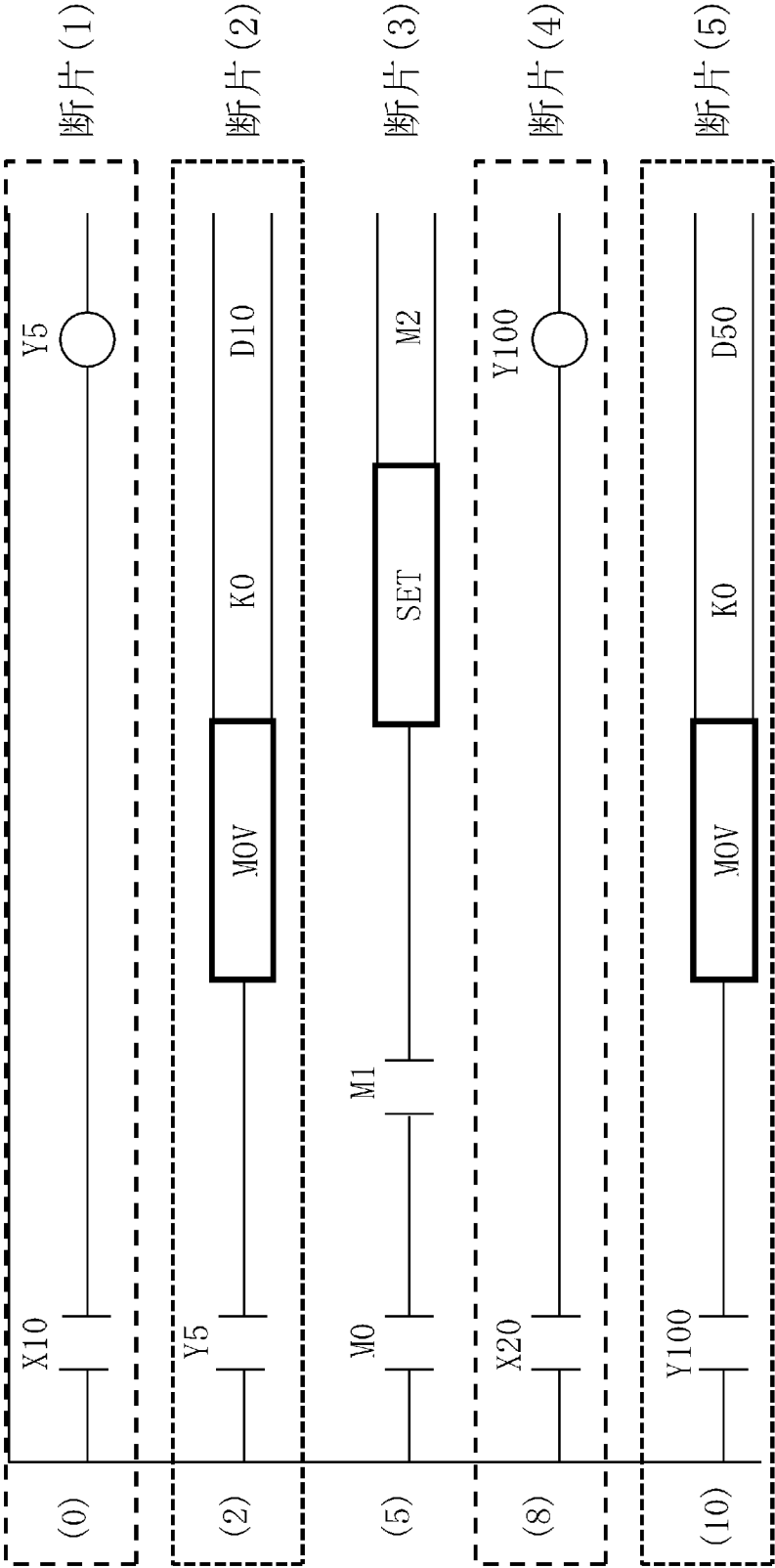
図13



[図14]

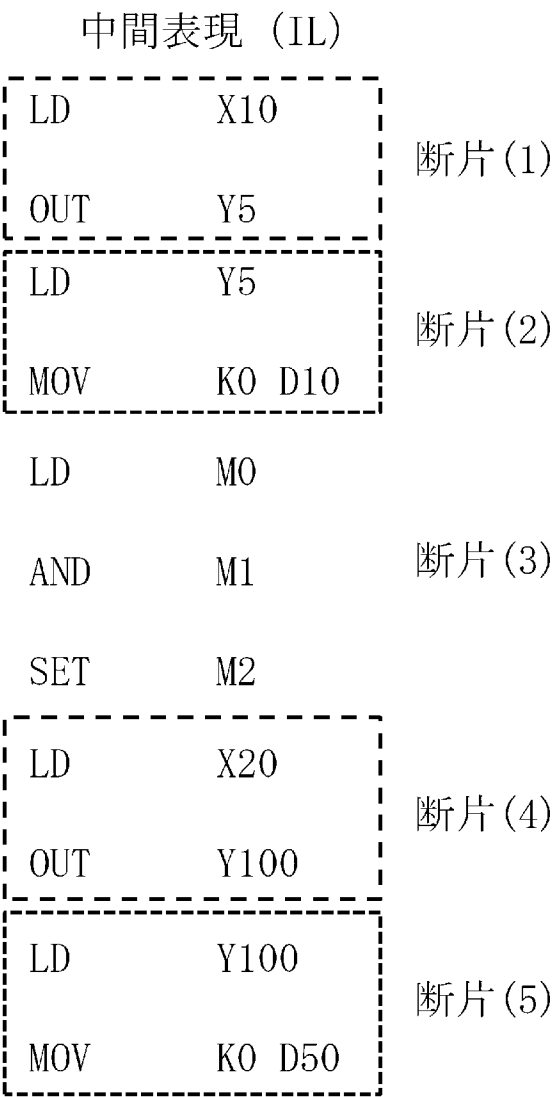
図14

ラダープログラム



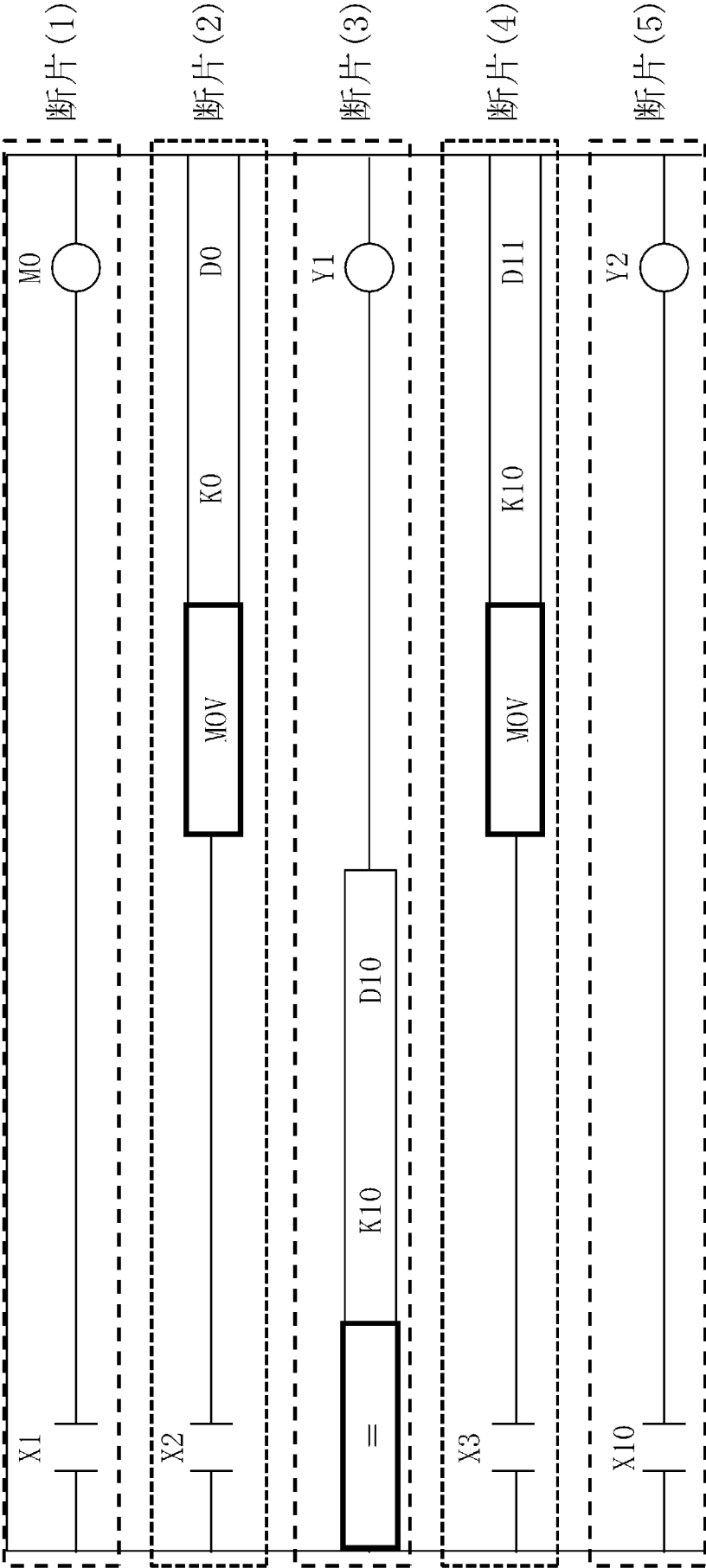
[図15]

図15

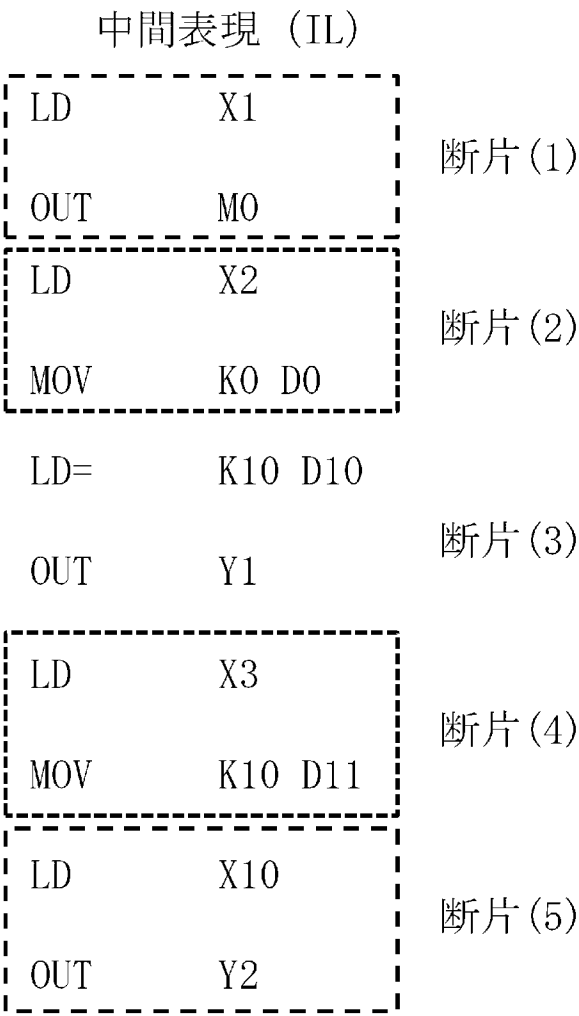


[図16]
図16

ラダープログラム

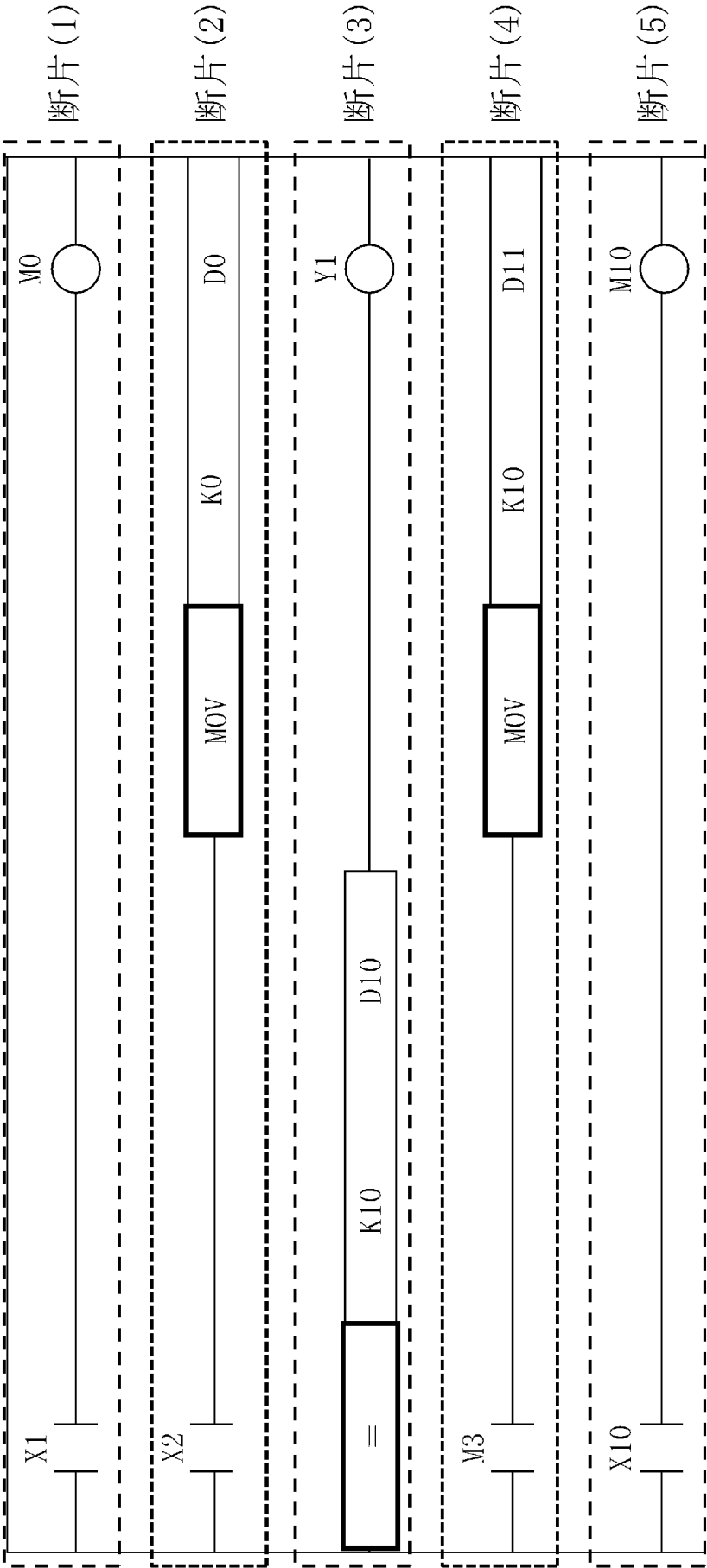


[図17]
図17



[図18]
図18

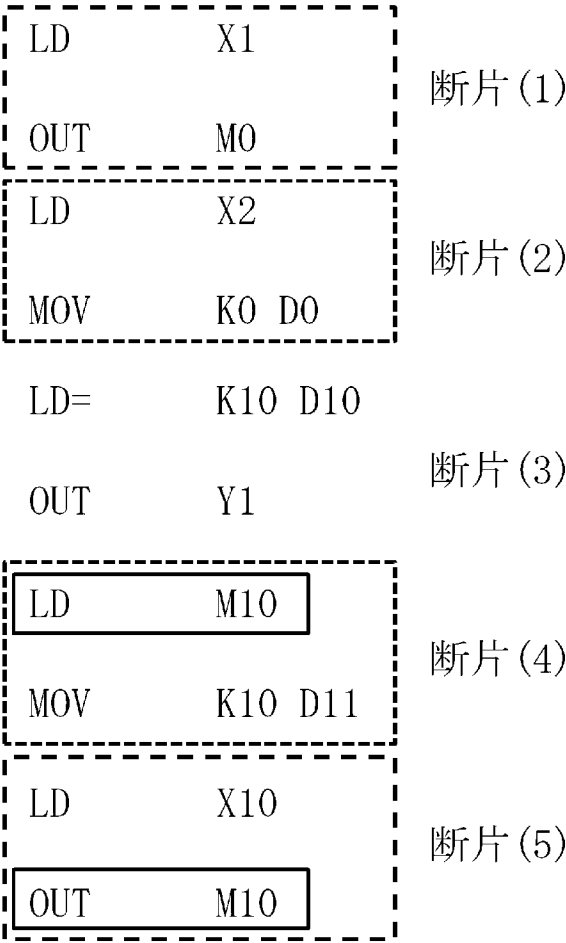
ラダープログラム



[図19]

図19

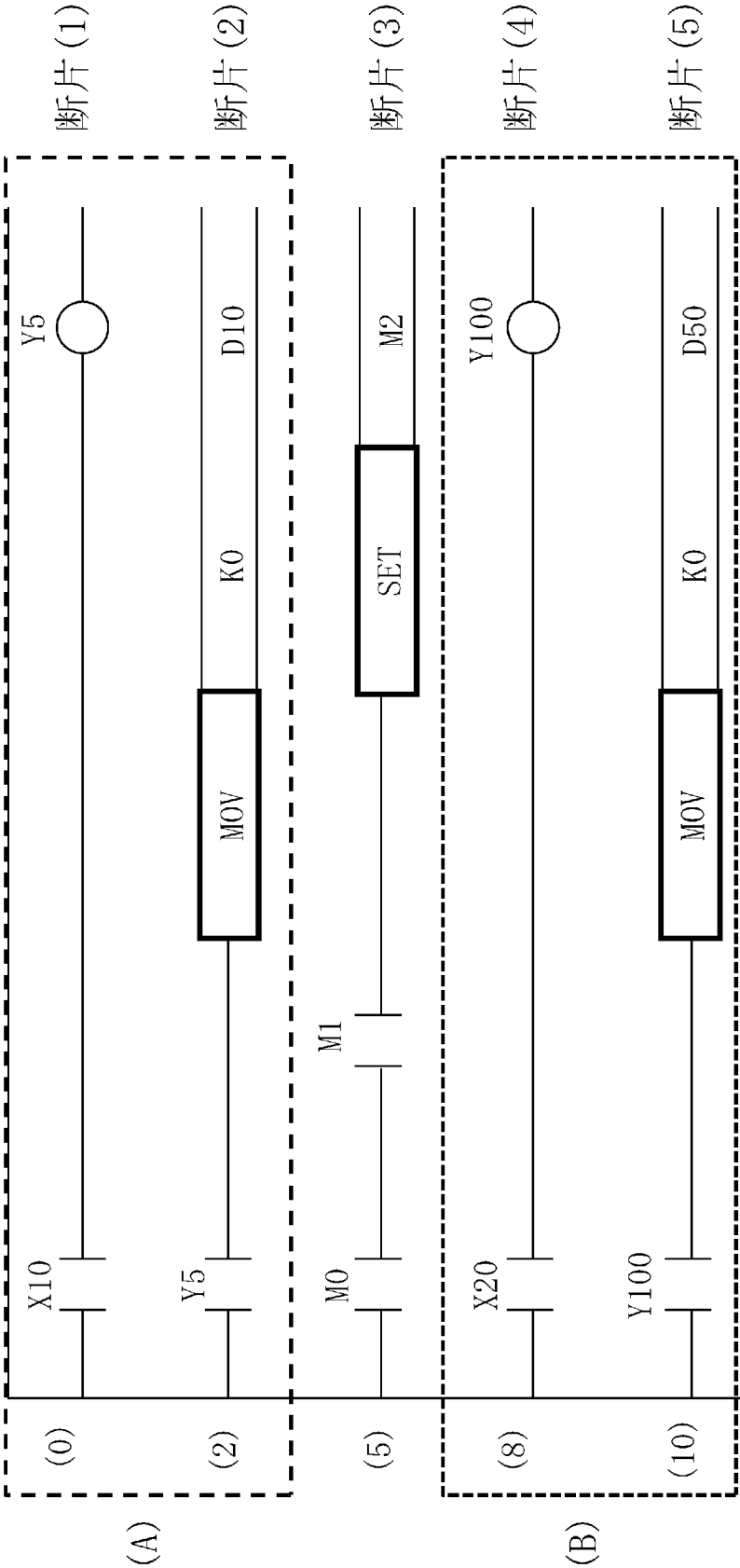
中間表現 (IL)



[図20]

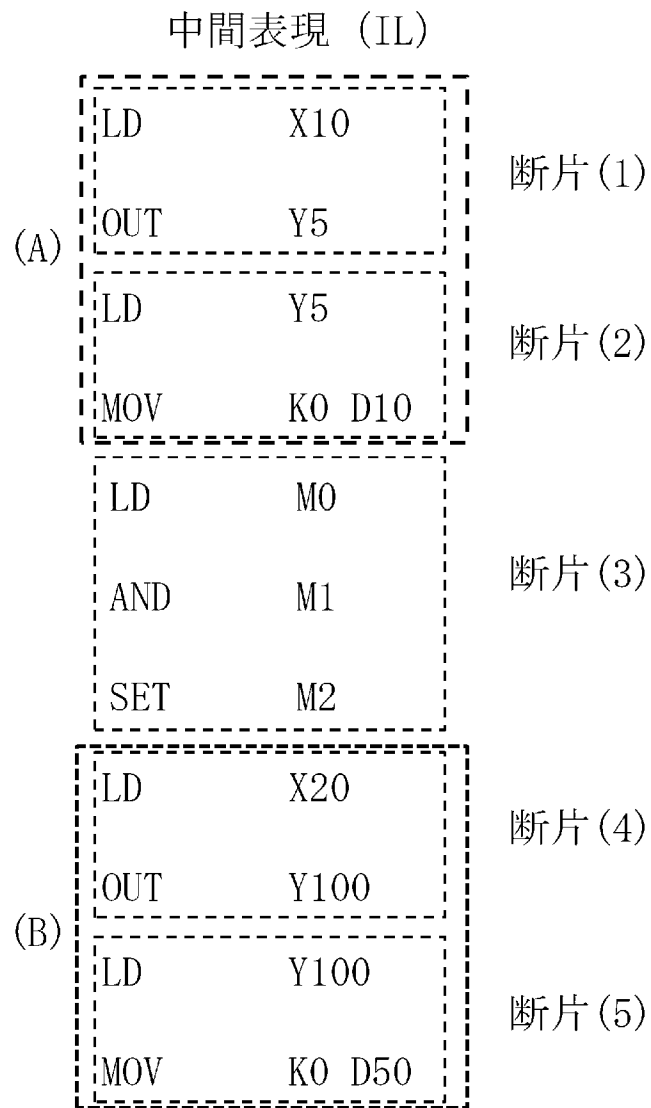
図20

ラダープログラム

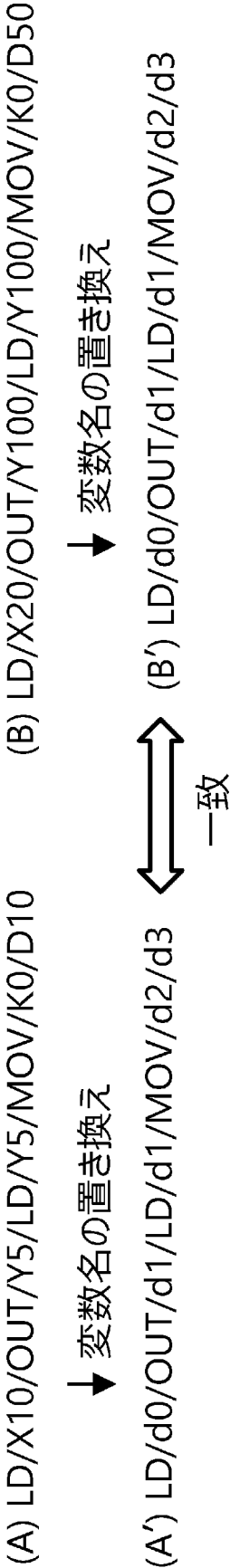


[図21]

図21



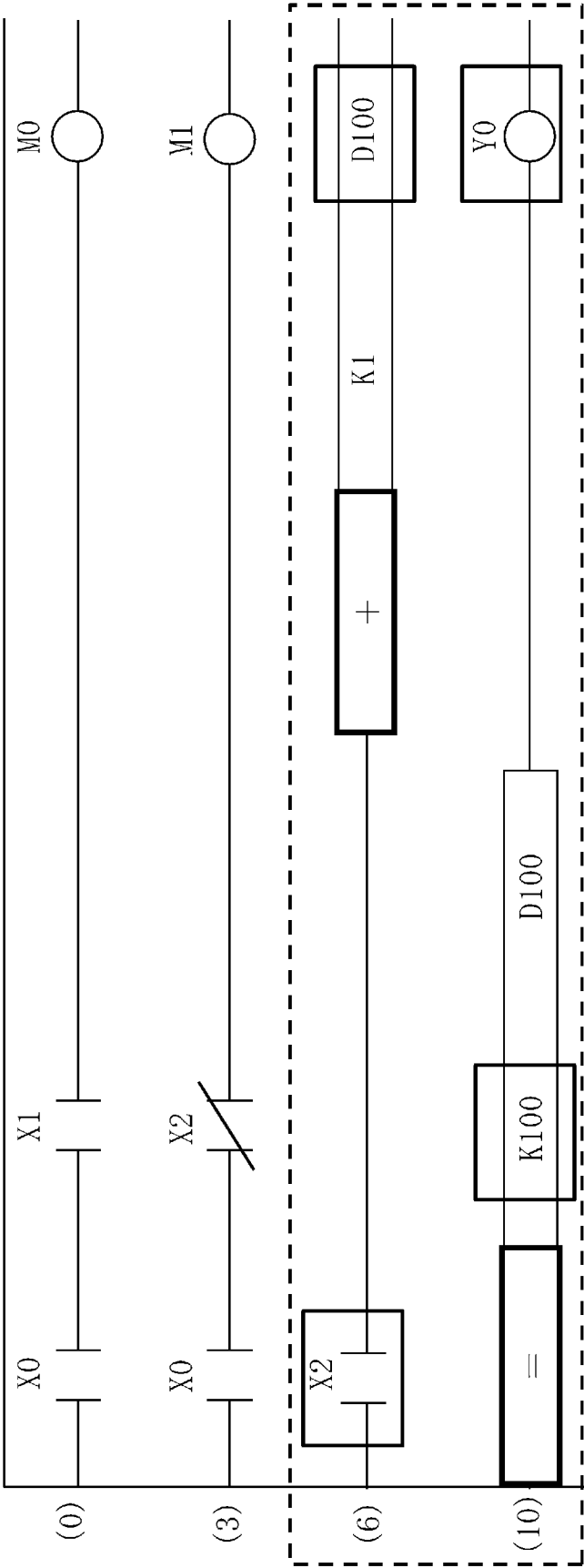
[図22]
図22



[図23]

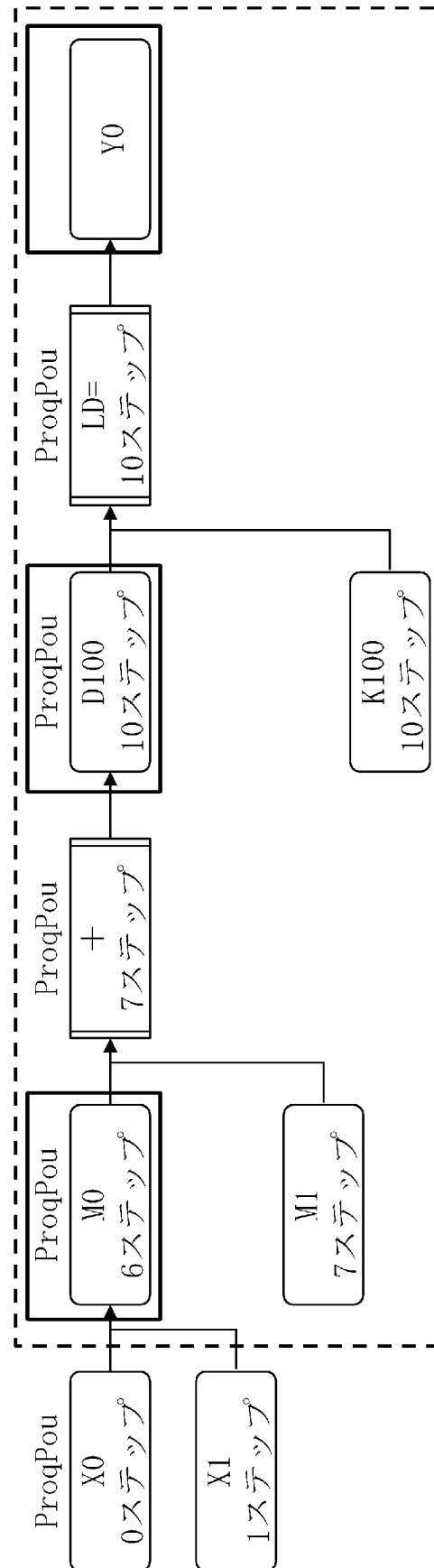
図23

ラダープログラム



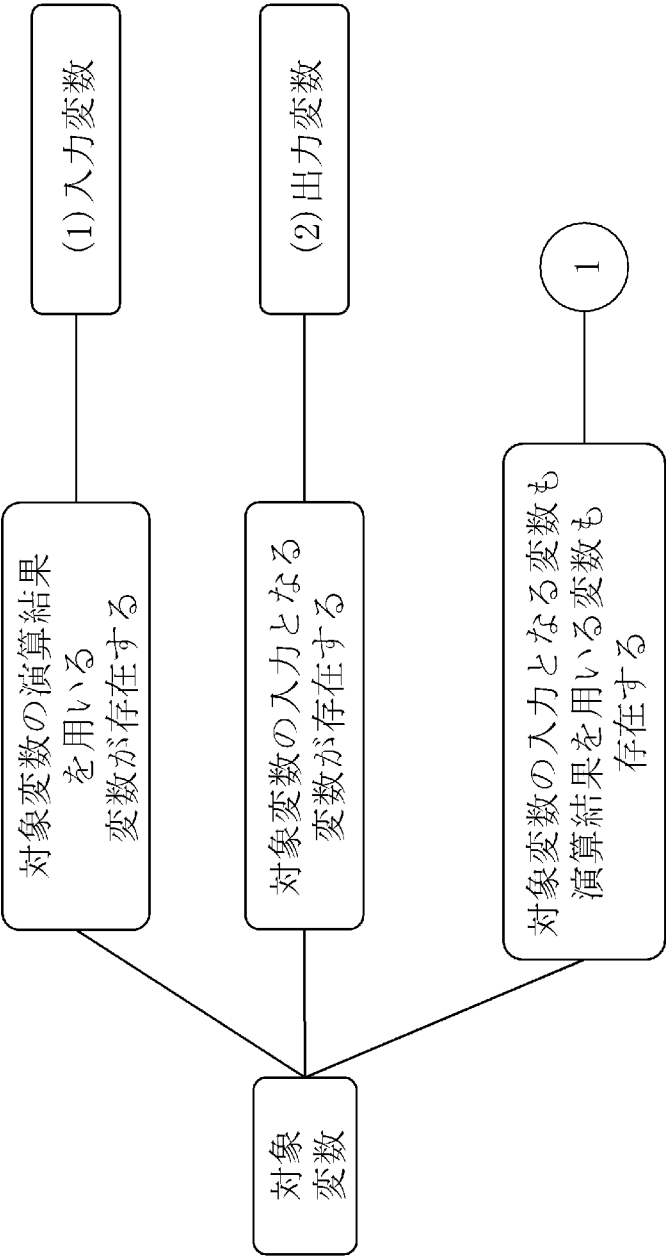
[図24]

図24



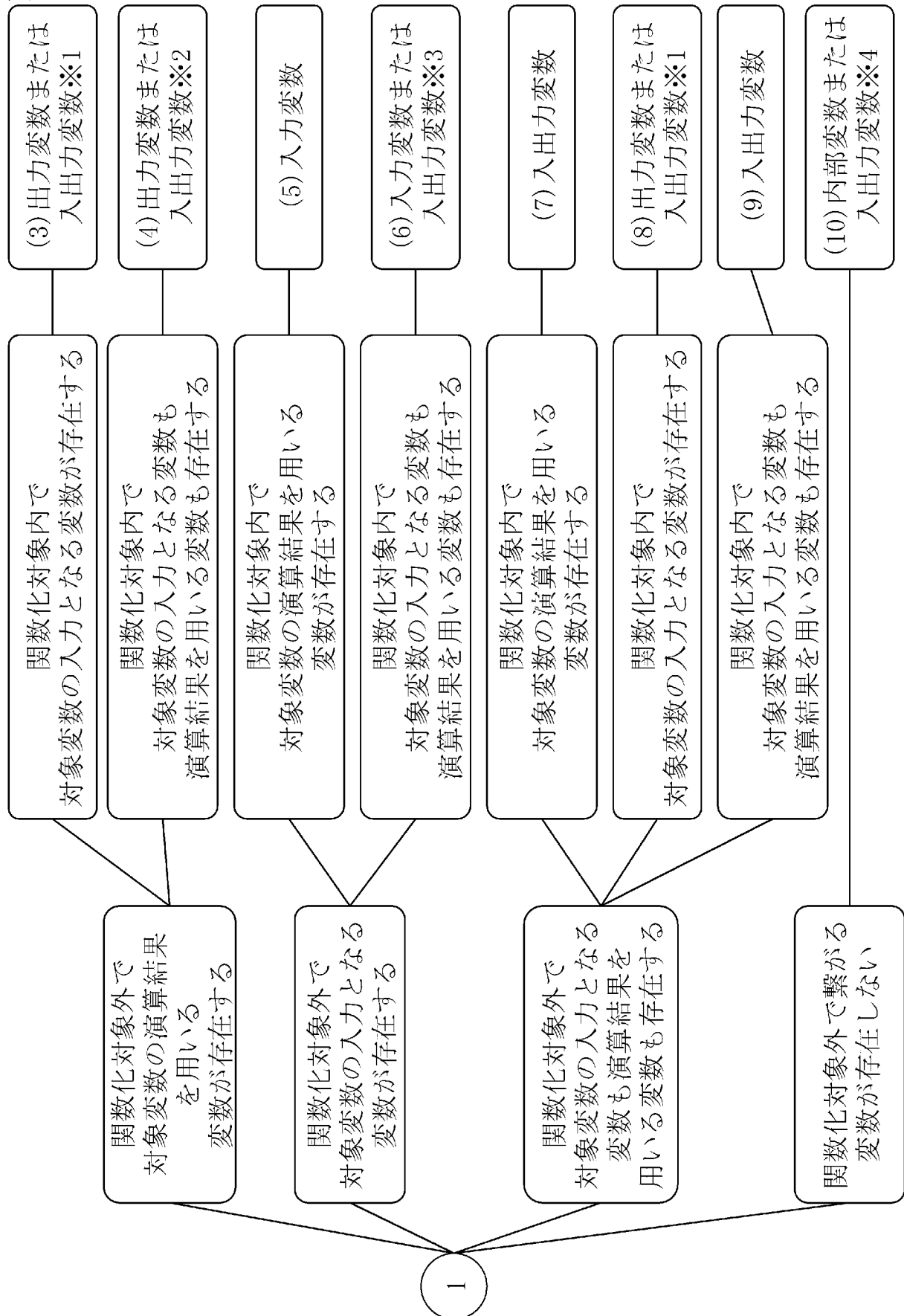
[図25]

図25



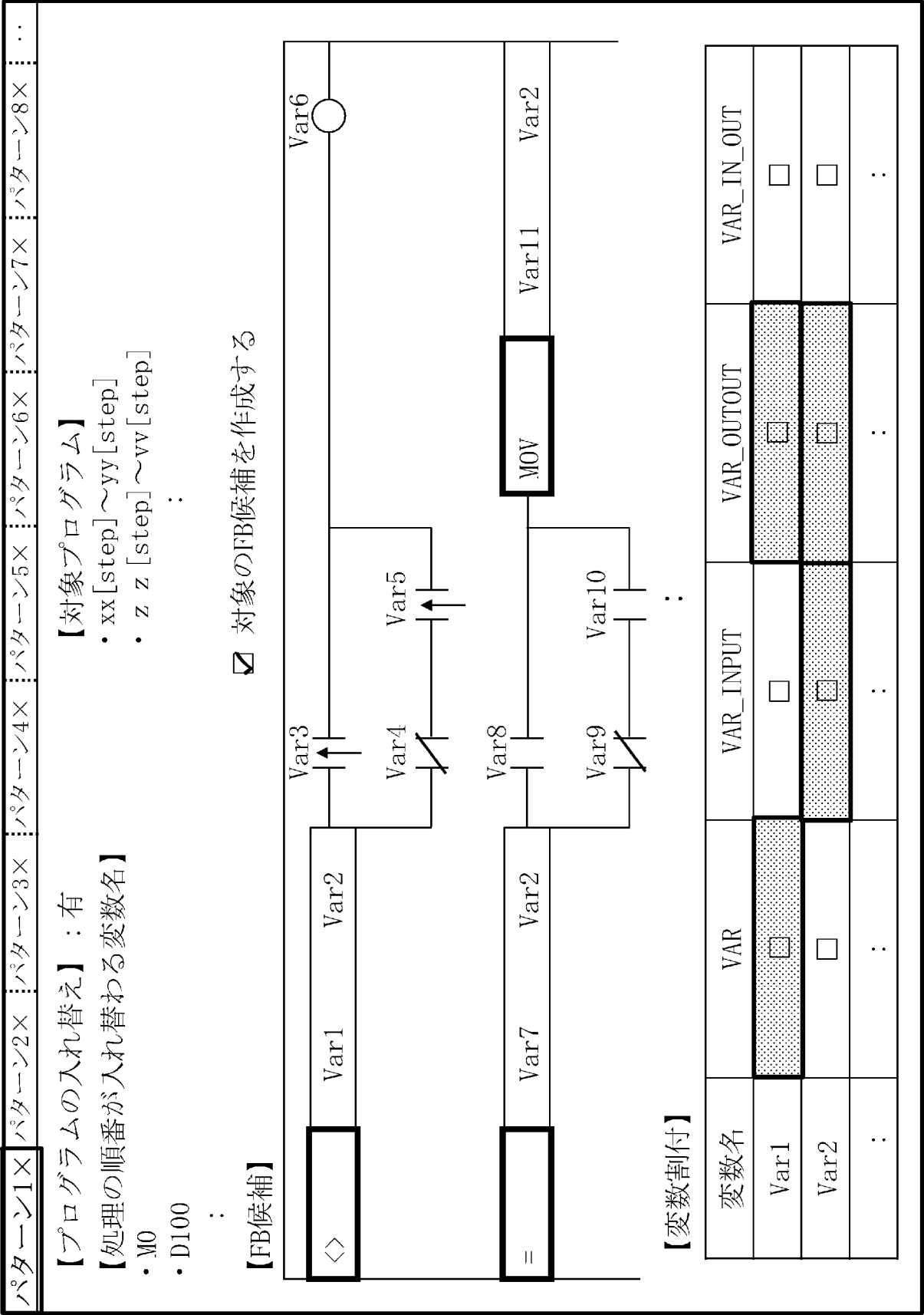
[図26]

図26



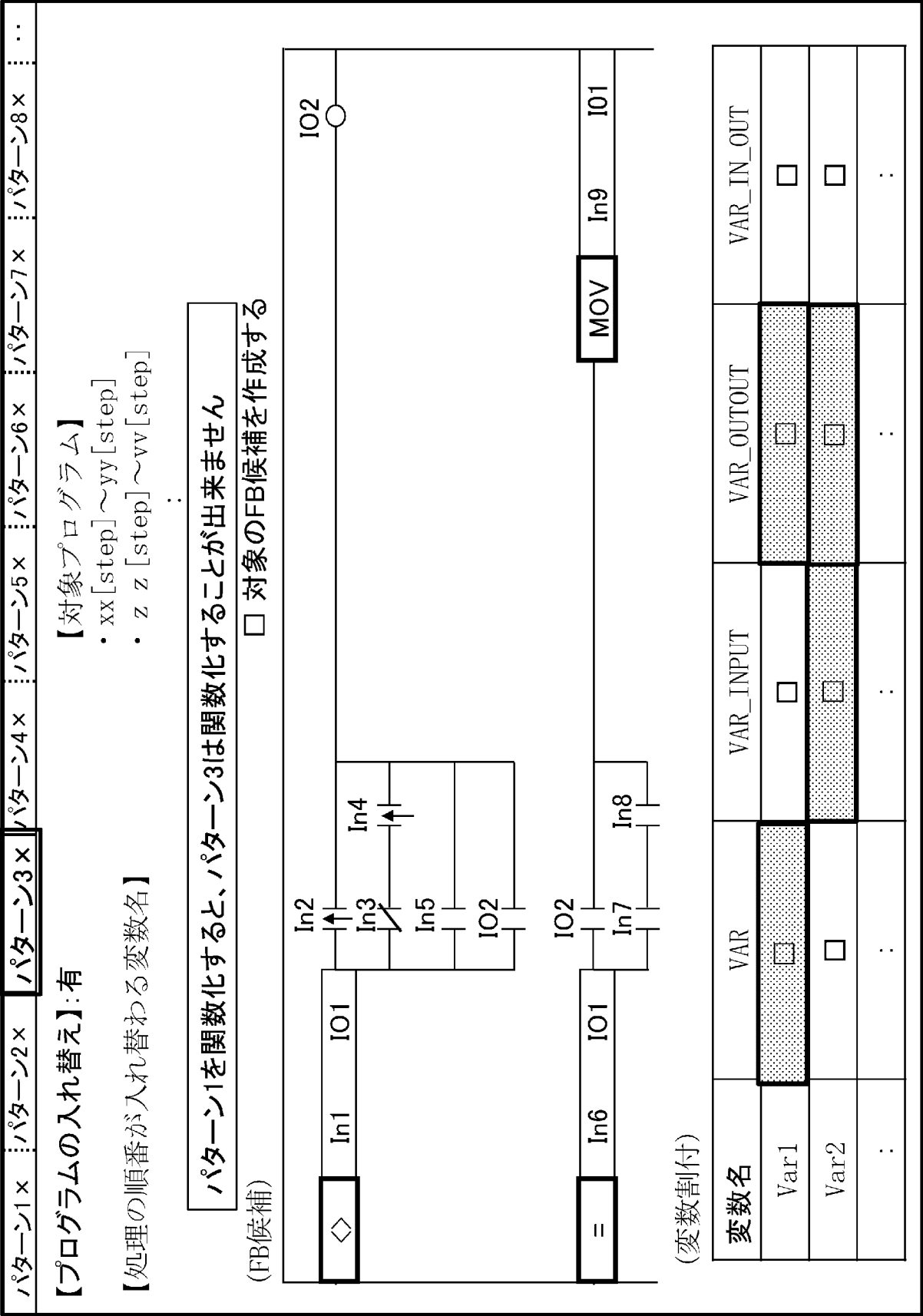
[図27]

27



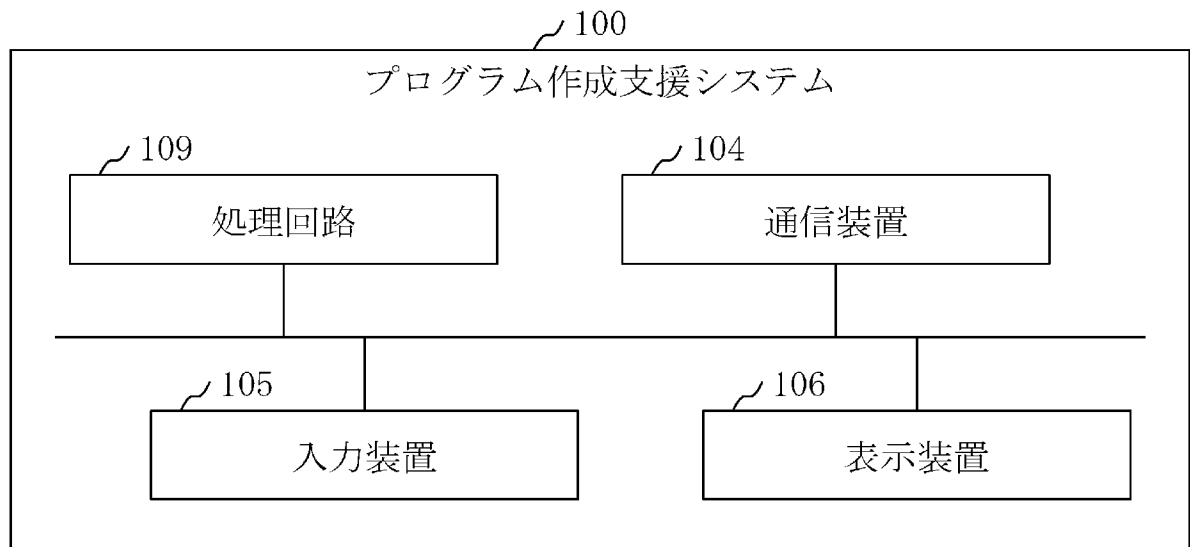
[図28]

図 28



[図29]

図29



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/012914

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 8/30(2018.01)i

FI: G06F8/30

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)

G06F8/30

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
A	JP 8-328904 A (HITACHI SOFTWARE ENG CO LTD) 13 December 1996 (1996-12-13) paragraphs [0449]-[0463], fig. 53-55	1-7
A	JP 2016-177454 A (FUJITSU LTD) 06 October 2016 (2016-10-06) paragraphs [0019]-[0040], fig. 2-9	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 May 2021 (18.05.2021)

Date of mailing of the international search report

25 May 2021 (25.05.2021)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/012914

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 8-328904 A	13 Dec. 1996	(Family: none)	
JP 2016-177454 A	06 Oct. 2016	US 2016/0275213 A1 paragraphs [0038]- [0059], fig. 4-11	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 8/30(2018.01)i FI: G06F8/30														
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）） G06F8/30 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年													
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												
A	JP 8-328904 A（日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社）13.12.1996（1996 - 12 - 13） 段落[0449]-[0463]，図53-55	1-7												
A	JP 2016-177454 A（富士通株式会社）06.10.2016（2016 - 10 - 06） 段落[0019]-[0040]，図2-9	1-7												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 18.05.2021	国際調査報告の発送日 25.05.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 石川 雄太郎 5B 5090 電話番号 03-3581-1101 内線 3545													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/012914

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	8-328904	A	13.12.1996	(ファミリーなし)	
JP	2016-177454	A	06.10.2016	US 2016/0275213 A1 段落[0038]-[0059], 図4-11	