

(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
2016年1月21日(21.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/009503 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 7/00 (2006.01) **G06F 13/42** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/068868
- (22) 国際出願日: 2014年7月16日(16.07.2014)
- (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: 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED)
[JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田
中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 永野朋広 (NAGANO, Tomohiro); 〒2118588
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 和田洋征
(WADA, Hiroyuki); 〒2118588 神奈川県川崎市中原
区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 大菅義之 (OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084
東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル
3F 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,
IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

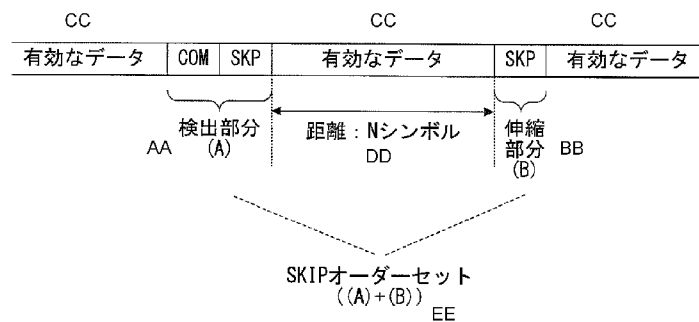
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: RECEPTION CIRCUIT, TRANSMISSION CIRCUIT, INFORMATION PROCESSING APPARATUS, SYSTEM, AND TRANSPORT METHOD

(54) 発明の名称: 受信回路、送信回路、情報処理装置、システム、および伝送方法

[図3]



AA Detected portion (A)
BB Expanded or contracted portion (B)
CC Valid data
DD Distance: N symbols
EE SKIP order set ((A)+(B))

(57) Abstract: A start code, which is representative of the start of a frequency difference adjustment code sequence, is detected from received data. A timing error between a received clock and an internal clock is determined. The length of an adjustment code, which is inserted, in the received data, at a position remote by a specified distance from the position where the start code is detected, is adjusted in accordance with the timing error.

(57) 要約: 受信データから周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を検出し、受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定し、前記タイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている調整符号の長さを調整する。



WO 2016/009503 A1

明 細 書

発明の名称：

受信回路、送信回路、情報処理装置、システム、および伝送方法

技術分野

[0001] 本発明は、受信回路、送信回路、情報処理装置、システム、および伝送方法に関する。に関する。

背景技術

[0002] Large Scale Integration (LSI) 間のシリアル通信のデータ転送において、送信側LSIが送信に用いるクロックと、受信側LSIが受信に用いるクロックは、高速伝送の厳しいジッタ要件などの都合により、同期したクロックを用いることが難しい。

[0003] そこで、送信クロックと受信クロックの間である程度の周波数の差を許容し(一般的に数百ppm (parts per million) 程度)、かわりに、伝送データに、想定する周波数差を上回る頻度で、周波数差調整用の符号列 (SKIP オーダーセット) を挿入している。

[0004] SKIP オーダーセットは、特定の特殊データ列で構成され、その他の特殊データ列および有効データと異なるデータである。

[0005] 図1は、従来のSKIP オーダーセットを示す図である。

図1において、受信側が受信するデータのうち、SKIP オーダーセットは、有効なデータの間に挿入されている。

[0006] 図1において、SKIP オーダーセットは、COMシンボルと2つのSKPシンボルから構成されている。図1のSKIP オーダーセットでは、COMシンボルの直後に2つのSKPシンボルが配置されている。

[0007] COMシンボルは、SKIP オーダーセットの先頭に配置されるシンボルである。

SKPシンボルは、受信側において追加または削除により、周波数差の調整に用いられるシンボルである。

[0008] 受信側LSIにおいて、データ受信回路は受信データのペースのクロック(以降、受信クロック)で動作し、SKIPオーダーセットを検出したら、吸収符号(SKPSymbol)を伸縮(追加または削除)することで、自分のクロック(以降、内部クロック)に転送レートを合わせる。

[0009] 図2Aは、従来のSKIPオーダーセットを用いた周波数差の調整処理を示す図である。

[0010] 図2Aの一番上のデータは、図1と同様の受信側が受信するデータを示す。図1で述べたように、有効なデータの間にSKIPオーダーセット(COMSymbolと2つのSKPSymbol)が挿入されている。

[0011] 受信クロックから内部クロックへの乗換えにおいて、相対的に受信データが速い場合(すなわち、受信クロックが内部クロックより早い場合)、図2Aの上から2番目のデータに示すように、SKIPオーダーセットにさらにSKPSymbolを追加して、後段の回路へ渡すタイミングを遅くする。

[0012] 相対的に受信データが遅い場合(すなわち、受信クロックが内部クロックより遅い場合)、図2Aの上から3番目のデータに示すように、SKIPオーダーセットからSKPSymbolを削除して、後段の回路へ渡すタイミングを速くする。

[0013] ちょうど良い場合(すなわち、受信クロックが内部クロックとほぼ同じ場合)、図2Aの上から4番目のデータに示すように、SKIPオーダーセットはそのままとする。

[0014] 送信部は、データパケットにSKIPオーダーセットを挿入して、受信部に送信し、受信部は、周波数差を吸収するようにSKPキャラクタを挿入又は削除する技術が知られている(例えば、特許文献1参照)。

先行技術文献

特許文献

[0015] 特許文献1：特開2012-63913号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0016] 従来、S K I Pオーダーセットを検出して、受信クロックと内部クロックとのタイミング誤差に基づいて、S K I Pオーダーセット内のS K Pシンボルの追加削除を行っている。その場合、先頭のC O Mシンボルから最後尾のS K Pシンボルまでを含むS K I Pオーダーセットは、S K Pシンボルの追加削除を行うまで、S K Pシンボルの追加削除を行う処理回路近辺に滞留させておく必要があり、転送遅延の原因となる。
- [0017] 1つの側面において、本発明の課題は、回路内の周波数差を調整するための転送遅延（レイテンシ）を小さくすることである。

課題を解決するための手段

- [0018] 実施の形態の受信回路は、検出部と、判定部と、符号長制御部と、を有する。
- 前記検出部は、受信データから周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を検出する。
- 前記判定部は、受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定する。
- [0019] 符号長制御部は、前記判定部により判定されるタイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている調整符号の長さを調整する。

発明の効果

- [0020] 実施の形態の受信回路によれば、回路内の転送遅延を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]従来のS K I Pオーダーセットを示す図である。
- [図2A]従来のS K I Pオーダーセットを用いた周波数差の調整処理を示す図である。
- [図2B]受信L S Iの構成と処理の一例を示す図である。

[図3]実施の形態に係るSKIPオーダーセットを示す図である。

[図4]実施の形態に係るシステムの構成図である。

[図5]実施の形態に係る送信LSIおよび受信LSIの構成図である。

[図6]実施の形態に係る送信レーン処理部の構成図である。

[図7]実施の形態に係る受信レーン処理部の構成図である。

[図8]実施の形態に係る送信処理のフローチャートである。

[図9]実施の形態に係る受信処理のフローチャートである。

[図10]実施の形態に係る受信LSIの構成と処理を示す図である。

[図11]従来のSKIPオーダーセットと実施の形態に係るSKIPオーダーセットの周波数差の調整処理を示す図である。

[図12A]第1の変形例の距離 $N=6$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図12B]第1の変形例の距離 $N=8$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図12C]第1の変形例の距離 $N=10$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図12D]第1の変形例の距離 $N=12$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図13]第1の変形例の受信LSIの構成図である。

[図14A]第1の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図14B]第1の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図15A]従来のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図15B]従来のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図16]第2の変形例のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図17]第2の変形例に係る受信LSIの構成図である。

[図18A]第2の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートであ

る。

[図18B]第2の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図19]第3の変形例のSKIPオーダーセットを示す図である。

[図20]第3の変形例に係る受信LSIの構成図である。

[図21A]第3の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[図21B]第3の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0022] LSI内の遅延を小さくするため、LSI内のさまざまな処理はパイプライン化を行うのが一般的である。

[0023] すなわち、ある処理が済んだデータは次段へ、その次の処理が済んだデータはさらに次段へと、LSI内でデータを遅滞なくスムーズに転送させてゆくことで、LSI内の転送遅延を小さくすることができる。

[0024] 図2Bは、受信LSIの構成と処理の一例を示す図である。

受信LSI10は、受信レーン処理部11-k ($k=0\sim3$) および受信制御部21を備える。

[0025] 受信LSI10は、送信LSI（不図示）と4本のレーンk（不図示）により接続されている。受信レーン処理部11-kは、レーンkを介して送信されたデータを受信して、該データに対して処理を行う。

[0026] 図2Bでは、受信レーン処理部11-3の構成のみ詳細を記載している。受信レーン処理部11-0～11-2の構成は、受信レーン処理部11-3の構成と同様のため記載は省略する。

[0027] 受信レーン処理部11-3は、受信部12、フリップフロップ13-1、13-2、13-3、SKIPオーダーセット検出部14、データ追加削除処理部15、およびクロック乗り換えバッファ16を備える。

[0028] 受信部12は、送信LSIからデータを受信し、データをシリアルパラレ

ル変換等の処理を施して、フリップフロップ13-1に出力する。

[0029] フリップフロップ13-1、13-2、13-3は、入力されたデータを保持し、受信クロックと同期して該データを出力する。ここで、データは1シンボル分のデータとする。

[0030] フリップフロップ13-1は、データをSKIPオーダーセット検出部14とフリップフロップ13-2に出力する。フリップフロップ13-2は、データをSKIPオーダーセット検出部14とフリップフロップ13-3に出力する。フリップフロップ13-3は、データをクロック乗換えバッファ16に出力する。

[0031] SKIPオーダーセット検出部14は、フリップフロップ13-1、13-2から入力されるデータをチェックし、SKIPオーダーセットを検出する。SKIPオーダーセット検出部14は、SKIPオーダーセットを検出すると、受信制御部21にSKIPオーダーセットの検出の通知をする。

[0032] 受信部12、フリップフロップ13-1、13-2、13-3、およびSKIPオーダーセット検出部14は、受信クロックと同期して動作する。

[0033] データ追加削除処理部15は、受信制御部21の指示に基づいて、SKPシンボルの追加または削除を行う。詳細には、例えば、データ追加削除処理部15は、受信制御部の指示に基づいて、クロック乗換えバッファ16のリードポイントを調整する。

[0034] 受信制御部21は、各受信レーン処理部11-kのSKIPオーダーセット検出部14から通知を受信し、各受信レーン処理部11-kのデータ追加削除処理部15にSKPシンボルの追加または削除の指示をする。

[0035] 背景技術で述べた周波数差吸収動作は、(1)「SKIPオーダーセットを検出する」と(2)「検出の結果、必要に応じSKPシンボルを追加または削除する」の2つのフェーズから成っており、受信したデータの流れ(stream)のうちの、同じ箇所(SKIPオーダーセットの箇所)に対し、これを順番に実行せねばならない。(1)の処理はSKIPオーダーセット検出部14、(2)の処理はデータ追加削除処理部15によりそれぞれ行われる。

- [0036] さらに、LSI間の伝送においては、複数のシリアル伝送（レーン）を束ねて、ある幅をもった単位にし、LSI内部（受信部より先）ではその単位でデータを取り扱う場合が多い。
- [0037] 一単位である複数のレーンの中で、SKPシンボルの処理時にレーン間の束ねがズレないようにするためには、受信レーン処理部11-kに同時に送られてくるSKIPオーダーセットに対し、符号の追加・削除を、受信レーン処理部11-k間で同期して判断する必要がある。
- [0038] そのため、複数レーンを束ねてデータ転送をおこなう場合は、(1)と(2)のフェーズの間に、(1')受信制御部21において全受信レーン処理部11-kで判断を同期するフェーズを入れる必要がある。
- [0039] データストリーム中の同じ箇所に対し、(1)→(1')→(2)の順番で処理を行うため、該箇所のデータは、(2)の処理が終わるまで、それらの処理をおこなう回路近辺（フリップフロップ13、クロック乗換えバッファ16）に滞留させておく必要がある。
- [0040] これは、LSI内でのスムーズなデータの転送（処理のパイプライン化）を妨げ、転送遅延（レイテンシ）を大きくする要因になっている。
- [0041] 以下、図面を参照しながら実施の形態について説明する。
- 図3は、実施の形態に係るSKIPオーダーセットを示す図である。
- [0042] 実施の形態のSKIPオーダーセットは、検出部分（A）と伸縮部分（B）から構成される。SKIPオーダーセットは、周波数差調整符号列の一例である。
- [0043] 検出部分（A）は、1つのCOMシンボルと1つのSKPシンボルで構成されている。検出部分（A）は、COMシンボルの直後にSKPシンボルが配置されている。検出部分は、開始符号の一例である。
- [0044] 伸縮部分（B）は、1つのSKPシンボルで構成されている。伸縮部分（B）は、調整符号の一例である。
- [0045] 検出部分（A）と伸縮部分（B）は、距離N（シンボル数）だけ離れて配置されている。距離Nは、固定シンボル長としても良いし、検出部分に含ま

れる予め定義したシンボルに応じて特定しても良いし、検出部分（A）と伸縮部分（B）との間のデータから取得したパケット長の情報から算出しても良い。

[0046] 検出部分（A）と伸縮部分（B）の間には有効なデータ（ペイロード）または無効データが挿入される。

[0047] 図4は、実施の形態に係るシステムの構成図である。

システム101は、情報処理装置201-i（i=1、2）を備える。

[0048] 情報処理装置201-iは、Central Processing Unit（CPU）202-i-j（j=1、2）、クロスバースイッチ（XB）203-i、およびI/Oアダプタ204-i-k（k=0~3）を備える。

[0049] CPU202-i-1とCPU202-i-2は、複数のレーン（シリアルバス）により接続している。CPU202-i-jとXB203-iは、複数のレーン（シリアルバス）により接続している。XB203-1とXB203-2は、複数のレーン（シリアルバス）により接続している。

[0050] CPU202-i-jは、各種処理を行う処理装置である。

XB203-iは、データの経路を動的に選択するスイッチである。XB203-iは、XB203-iまたはCPU202-i-jからパケットを受信し、そのパケットに含まれる宛先を認識し、送信先に転送する。

[0051] I/Oアダプタ204-i-m（m=1~4）は、入出力装置と接続するアダプタである。

[0052] 後述の実施の形態に係る送信LSIおよび受信LSIは、CPU202-i-jおよびXB203-iに搭載され、CPU-CPU間、CPU-XB間、およびXB-XB間の通信で使用される。

[0053] 図5は、実施の形態に係る送信LSIおよび受信LSIの構成図である。

送信LSI301は、送信パケット生成部311および送信レーン処理部321-k（k=0~3）を備える。

[0054] 受信LSI401は、受信レーン処理部411-k、受信制御部421、および受信パケット解析部431を備える。

- [0055] 送信LSI301は、受信LSI401と4本のレーン（シリアルバス）で接続されている。送信レーン処理部321-kは、受信レーン処理部411-kとレーンを介して接続されている。以下、送信レーン処理部321-kと受信レーン処理部411-kとを接続するレーンをレーンkと表記する。
- [0056] 送信パケット生成部311は、受信LSIに送信する送信パケットを生成し、送信レーン処理部321-kに送信パケットを分割して送信する。
- [0057] 送信レーン処理部321-kは、SKIPオーダーセットを生成し、入力されたパケットにSKIPオーダーセットを挿入し、受信レーン処理部411-kに送信する。尚、送信レーン処理部321-kの詳細については後述する。
- [0058] 受信レーン処理部411-kは、入力されたデータからSKIPオーダーセットの検出部分と距離Nを検出し、受信制御部421に通知する。受信レーン処理部411-kは、受信制御部421から指示に基づいて、SKIPオーダーセットの伸縮部分（SKPシンボル）の追加または削除を行う。尚、受信レーン処理部411-kの詳細については後述する。受信レーン処理部411-kは、受信パケットを受信パケット解析部431に出力する。
- [0059] 受信制御部421は、受信クロックと内部クロックとの誤差、すなわち受信クロックと内部クロックとの周波数差を判定する。受信制御部421は、判定した誤差と受信レーン処理部411-kの通知に基づいて、受信レーン処理部411-kに伸縮部分の追加または削除の指示を行う。受信制御部421は、符号長制御部の一例である。尚、受信クロックは、受信データをクロックデータリカバリすることにより生成される。また、内部クロックは、受信LSI401内のクロック生成回路（不図示）により生成される。
- [0060] 受信パケット解析部431は、送信レーン処理部411-kから入力されたパケットに対して解析などの処理をする。受信パケット解析部431は、データ処理部の一例である。
- [0061] 図6は、実施の形態に係る送信レーン処理部の構成図である。

送信レーン処理部321-kは、SKIPオーダーセット生成部322-kおよびパラレル／シリアル変換回路323-kを備える。

[0062] SKIPオーダーセット生成部322-kは、例えば図3に示すSKIPオーダーセットを生成し、入力されたパケットの間にSKIPオーダーセットを挿入し、パラレル／シリアル変換回路323-kに出力する。

[0063] パラレル／シリアル変換回路323-kは、パラレルデータとシリアルデータを相互に変換する。パラレル／シリアル変換回路323-kは、入力されたパラレルデータをシリアルデータに変換し、レーンkを介して受信レーン処理部411-kに出力する。

[0064] 図7は、実施の形態に係る受信レーン処理部の構成図である。

受信レーン処理部411-kは、パラレル／シリアル変換回路412-k、SKIPオーダーセット検出部413-k、およびクロック乗り換えバッファ414-kを備える。

[0065] パラレル／シリアル変換回路412-kは、パラレルデータとシリアルデータを相互に変換する。パラレル／シリアル変換回路412-kは、入力されたシリアルデータをパラレルデータに変換し、SKIPオーダーセット検出部413-kおよびクロック乗り換えバッファ414-kに出力する。

[0066] SKIPオーダーセット検出部413-kは、SKIPオーダーセットの検出部分と距離Nを検出し、受信制御部421に通知する。

[0067] クロック乗り換えバッファ414-kは、受信クロックから内部クロックへの乗り換えに用いるバッファである。すなわち、クロック乗り換えバッファ414-kは、受信クロックによりデータを書き込み、内部クロックによりデータを読み出す。クロック乗り換えバッファ414-kは、SKPシンボルの追加または削除により、周波数差の調整を行うためのバッファである。

[0068] 図8は、実施の形態に係る送信処理のフローチャートである。

ステップS501、S502、S504、S505、およびS507は、各送信レーン処理部321-kにおいて、それぞれ実行される。

- [0069] ステップS501において、送信レーン処理部321-kは、送信パケット生成部311からSKIPオーダーセット送信指示を受信したか判定し、受信した場合、制御はステップS502に進む。受信していない場合、SKIPオーダーセット送信指示を受信するまで待機する。
- [0070] ステップS502において、送信レーン処理部321-kは、送信パケット生成部311から距離Nの通知を受信する。尚、距離Nが固定シンボル長の場合、すなわち、距離Nが予め決まっている場合、ステップ502の処理は、無くても良い。
- [0071] ステップS503において、送信パケット生成部311は、検出部分を挿入するだけの隙間をあける。
- [0072] ステップS504において、送信レーン処理部321-kは、入力されたパケットに検出部分を挿入し、受信レーン処理部411-kに送信する。
- [0073] ステップS505において、送信レーン処理部321-kは、送信パケット生成部311から充填パケット（すなわち、有効なデータ）を受信し、受信レーン処理部411-kに送信する。
- [0074] ステップS506において、送信パケット生成部311は、伸縮部分を挿入するだけの隙間をあける。
- [0075] ステップS507において、送信レーン処理部321-kは、入力されたパケットに伸縮部分を挿入し、受信レーン処理部411-kに送信する。
- [0076] 図9は、実施の形態に係る受信処理のフローチャートである。
- ステップS601～S603、S606、およびS607は、各受信レーン処理部411-kにおいて、それぞれ実行される。
- [0077] ステップS601において、SKIPオーダーセット検出部413-kは、入力されたデータをチェックし、検出部分（A）を検出した場合、制御はステップS602に進む。
- [0078] ステップS602において、SKIPオーダーセット検出部413-kは、距離Nを特定する。SKIPオーダーセット検出部413-kは、例えば、検出部分（A）の種類や検出部分（A）と伸縮部分（B）の間のデータか

ら距離Nを特定する。尚、距離Nが固定シンボル長の場合、すなわち、距離Nが予め決まっている場合、ステップ602の処理は、無くても良い。

[0079] ステップS603において、SKIPオーダーセット検出部413-kは、検出部分(A)の検出と距離Nを受信制御部421に通知する。

[0080] ステップS604において、受信制御部421は、レーン間の同期待ちをする。すなわち、受信制御部421は、すべてのSKIPオーダーセット検出部413-kからの通知を待ち、すべてのSKIPオーダーセット検出部413-kから通知を受信したら、制御はステップS605に進む。送信LSI301と受信LSI401間の伝送においては、複数のレーンを束ねて、ある幅をもった単位にし、受信LSI301内部(受信レーン処理部411-kより後)ではその単位でデータを取り扱う場合が多い。一単位である複数のレーンの間で、SKPシンボルの処理時にレーン間の束ねがズレないようにするために、ステップS604においてレーン間の同期待ちを行っている。尚、レーン間の同期が不要の場合、ステップS604は省略しても良い。

[0081] ステップS605において、受信制御部421は、受信クロックと内部クロックとのタイミング誤差(受信クロックと内部クロックとの周波数差)を判定し、判定結果に基づいて、各受信レーン処理部411-kに伸縮部分(B)のSKPシンボルの追加または削除の指示をする。受信制御部421は、各受信レーン処理部411-kに距離Nを通知する。尚、距離Nが固定シンボル長の場合、受信制御部421は、距離Nを通知をしなくてもよい。

[0082] ステップS606において、受信レーン処理部411-kは、検出部分(A)から距離N後に受信する伸縮部分(B)に対して、SKPシンボルの追加または削除を行うためのタイミングの調整を行う。

[0083] ステップS607において、受信レーン処理部411-kは、伸縮部分(B)に対して、SKPシンボルの追加または削除を行う。

[0084] 図10は、実施の形態に係る受信LSIの構成と処理を示す図である。

図10では、受信レーン処理部411-3の構成のみ詳細を記載している。受信レーン処理部411-0~411-2の構成は、受信レーン処理部4

1 1 - 3 の構成と同様のため記載は省略する。

[0085] 受信レーン処理部 4 1 1 - 3 は、受信部 4 1 5 - 3、フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1、4 1 6 - 3 - 2、SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3、データ追加削除処理部 4 1 7 - 3、およびクロック乗換えバッファ 4 1 4 - 3 を備える。

[0086] 受信部 4 1 5 - 3 は、送信 L S I 3 0 1 からデータを受信し、データにシリアルパラレル変換等の処理を施して、フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1 とクロック乗換えバッファ 4 1 4 - 3 に出力する。また、受信部 4 1 5 - 3 は、クロックデータリカバリにより受信データから受信クロックを生成する。受信部 4 1 5 - 3 は、図 7 のシリアル／パラレル変換回路 4 1 2 - 3 を含む。

[0087] フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1、4 1 6 - 3 - 2 は、入力されたデータを保持し、受信クロックと同期して該データを出力する。ここで、データは 1 シンボル分のデータとする。

[0088] フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1 は、データを SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 とフリップフロップ 4 1 6 - 3 - 2 に出力する。フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 2 は、データを SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 に出力する。

[0089] SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 は、フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1、4 1 6 - 3 - 2 から入力されるデータをチェックし、SKIP オーダーセットの検出部分を検出する。例えば、SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 は、フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1 からの入力があるシンボル、且つフリップフロップ 4 1 6 - 3 - 2 からの入力があるシンボルの場合、検出部分 (A) を検出する。SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 は、検出部分 (A) を検出すると、受信制御部 4 2 1 に検出部分 (A) の検出の通知をする。SKIP オーダーセット検出部 4 1 3 - 3 は、距離 N を特定して、受信制御部 4 2 1 に通知しても良い。

[0090] 受信部 4 1 5 - 3、フリップフロップ 4 1 6 - 3 - 1、4 1 6 - 3 - 2、

およびS K I Pオーダーセット検出部4 1 3-3は、受信クロックと同期して動作する。

[0091] データ追加削除処理部4 1 7-3は、受信制御部4 2 1の指示に基づいて、伸縮部分(B)のS K Pシンボルの追加または削除を行う。詳細には、例えば、データ追加削除処理部4 1 7-3は、受信制御部の指示に基づいて、クロック乗換えバッファ4 1 4-3のリードポイントを調整する。

[0092] クロック乗り換えバッファ4 1 4-3は、受信クロックと同期してデータを書き込み、内部クロックと同期してデータが読み出され、読み出されたデータは後段の受信パケット解析部4 3 1に渡される。

[0093] 実施の形態のS K I Pオーダーセットのように、符号列の方式を変えても、伸縮処理において、従来と同様に上述の(1)→(1')→(2)の処理を行う必要がある。実施の形態の受信処理では、S K Pシンボルの伸縮の処理を行うときには、すでに検出部分(A)は必要なく、伸縮回路(クロック乗り換えバッファ4 1 4)の近辺を、伸縮対象の伸縮部分(B)が通過していればよい。

[0094] 検出部分(A)については、SKIPオーダーセットであることを検出したあとは用いないので破棄してよく、すみやかなデータ転送(パイプライン化)の妨げとならない。S K Pシンボルの伸縮の処理が終了する前に、検出部分(A)と伸縮部分(B)との間のデータの少なくとも一部は、後段の受信パケット解析部4 3 1に送られて処理され、すみやかなデータ転送が可能となる。

[0095] 検出部分(A)と伸縮部分(B)との間の距離Nは、(1)→(1')→(2)の処理をおこなっている間に該当箇所を通過するシンボル数を上回る数とすることで、処理のパイプライン化の妨げとならないようにできる。

[0096] 図1 1は、従来のS K I Pオーダーセットと実施の形態に係るS K I Pオーダーセットの周波数差の調整処理を示す図である。

[0097] 図1 1の上半分は、従来のS K I Pオーダーセットを用いた周波数差の調整処理を示し、図1 1の下半分は、実施の形態のS K I Pオーダーセットを

用いた周波数差の調整処理を示す。

[0098] 図 1 1 の一番上のデータは、図 1 と同様の従来の受信側が受信するデータを示す。図 1 で述べたように、有効なデータの間には S K I P オーダーセット（C O M シンボルと 2 つの S K P シンボル）が挿入されている。

[0099] 図 1 1 の上半分の上から 2 番目と 3 番目のデータは、それぞれ受信クロックから内部クロックへの乗換えにおいて、相対的に受信データが速い場合と相対的に受信データが遅い場合のデータを示す。

[0100] 図 2 A で述べたように、相対的に受信データが速い場合は、S K P シンボルが追加され、相対的に受信データが遅い場合は、S K P シンボルは追加される。

[0101] 図 1 1 の下半分のうち、一番上データは、図 3 と同様の実施の形態の受信側が受信するデータを示す。

[0102] 実施の形態の S K I P オーダーセットは、検出部分（1 つの C O M シンボルと 1 つの S K P シンボル）と伸縮部分（1 つの S K P シンボル）から構成される。伸縮部分は、伸縮部分と距離 N 離れて配置されている。検出部分と伸縮部分の間には有効なデータ（ペイロード）が挿入されている。

[0103] 図 1 1 の下半分のうち、上から 2 番目と 3 番目のデータは、それぞれ受信クロックから内部クロックへの乗換えにおいて、相対的に受信データが速い場合と相対的に受信データが遅い場合のデータを示す。

[0104] 実施の形態において、相対的に受信データが速い場合は、伸縮部分に S K P シンボルが追加され、相対的に受信データが遅い場合は、伸縮部分に S K P シンボルが追加される。

実施の形態の受信 L S I によれば、回路内の転送遅延を小さくすることができる。

[0105] （第 1 の変形例）

次に、S K I P オーダーセットの検出部分と伸縮部分との間の距離 N（シンボル数）が可変シンボル長であり、距離 N を示す情報を S K I P オーダーセットに含める第 1 の変形例を説明する。

- [0106] 図12Aは、第1の変形例の距離 $N=6$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。図12Aでは、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信データを示している。
- [0107] 距離 $N=6$ の場合、検出部分は、COMシンボルとSKIP-Aシンボルで構成する。検出部分と伸縮部分の間の距離は6である。検出部分と伸縮部分の間には、有効なデータが挿入されている。
- [0108] 図12Bは、第1の変形例の距離 $N=8$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。図12Bでは、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信データを示している。
- [0109] 距離 $N=8$ の場合、検出部分は、COMシンボルとSKIP-Bシンボルで構成する。検出部分と伸縮部分の間の距離は8である。検出部分と伸縮部分の間には、有効なデータが挿入されている。
- [0110] 図12Cは、第1の変形例の距離 $N=10$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。図12Cでは、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信データを示している。
- [0111] 距離 $N=10$ の場合、検出部分は、COMシンボルとSKIP-Cシンボルで構成する。検出部分と伸縮部分の間の距離は10である。検出部分と伸縮部分の間には、有効なデータが挿入されている。
- [0112] 図12Dは、第1の変形例の距離 $N=12$ の場合のSKIPオーダーセットを示す図である。図12Dでは、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信データを示している。
- [0113] 距離 $N=12$ の場合、検出部分は、COMシンボルとSKIP-Dシンボルで構成する。検出部分と伸縮部分の間の距離は12である。検出部分と伸縮部分の間には、有効なデータが挿入されている。
- [0114] 送信LSI301および受信LSI401において、上記のような距離に対応する検出部分の構成は、予め定義しておく。
- [0115] 送信LSI301および受信LSI401において、SKIP-Aシンボル、SKIP-Bシンボル、SKIP-Cシンボル、およびSKIP-Dシンボルを

どのようなデータとするか予め定義しておく。

[0116] SKIP-Aシンボル、SKIP-Bシンボル、SKIP-Cシンボル、およびSKIP-Dシンボルは、他のシンボルと識別可能であれば、任意のデータでよい。

[0117] ここで、第1の変形例の送信側のSKIPオーダーセット挿入時の処理を説明する。

[0118] (a)送信パケット生成部311は、送信レーン処理部321-kのSKIPオーダーセット生成部322-kへ、SKIPオーダーセット挿入指示および距離Nを通知する。

[0119] (b)送信パケット生成部311は、検出部分(A)が挿入できるだけの隙間をつくる。送信レーン処理部321-kのSKIPオーダーセット生成部322-kは、その隙間に、距離Nに対応した検出部分(A)を挿入し、受信LSI401へ送信する。

[0120] (c)送信パケット生成部311は、検出部分(A)と伸縮部分(B)に充填するパケットを送信レーン処理部321-kに送信したのち、伸縮部分(B)を挿入するだけの隙間をつくる。SKIPオーダーセット生成部322-kは充填パケットを送信したのち、隙間に伸縮部分(B)を挿入して送信する。

[0121] 図13は、第1の変形例の受信LSIの構成図である。

図13では、受信レーン処理部411-3の構成のみ詳細を記載している。受信レーン処理部411-0~411-2の構成は、受信レーン処理部411-3の構成と同様のため記載は省略する。

[0122] 受信レーン処理部411-3は、受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、SKIPオーダーセット／距離検出部1413-3、データ追加削除処理部417-3、クロック乗換えバッファライトポイント通知部1418-3、およびクロック乗り換えバッファ414-3を備える。

[0123] 受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、データ追加削除処理部417-3、およびクロック乗り換えバッファ414

ー 3 は、図 10 と機能を有するため説明は省略する。

[0124] SKIP オーダーセット／距離検出部 1413-3 は、フリップフロップ 416-3-1、416-3-2 から入力されるデータをチェックし、SKIP オーダーセットの検出部分と距離 N 検出する。例えば、SKIP オーダーセット検出部 413-3 は、フリップフロップ 416-3-1 からの入力 が SKP シンボル、且つフリップフロップ 416-3-2 からの入力 が COM-A シンボルの場合、検出部分と距離 N = 6 検出する。SKIP オーダーセット検出部 413-3 は、検出部分を検出すると、受信制御部 421 に検出部分の検出と距離 N を通知する。

[0125] クロック乗換えバッファライトポイント通知部 1418-3 は、検出部分の検出時のクロック乗換えバッファ 414-3 のライトポイント値をクロック乗換えバッファ側に通知する。

[0126] 第 1 の変形例の受信 LS1401 の SKIP オーダーセット受信時の処理は、以下のようになる。

[0127] (1) 各受信レーン処理部 411-k の SKIP オーダーセット／距離検出部 1413 は、受信した検出部分 (A) から、SKIP オーダーセット検出および距離 N を検出する。検出した情報を、受信制御部 421 に通知する。また、SKIP オーダーセット検出時のクロック乗換えバッファのライトポイント値を受信クロックから内部クロックに乘換え、読出し側に通知する。

[0128] (1') 受信制御部 421 は、通知された SKIP オーダーセットおよび距離 N を、受信クロックから内部クロックへ乗換える。受信制御部 421 は、各受信レーン処理部 411-k から通知された情報が異なっていた場合は、多数決にて決定する (レーン間の同期判断)。受信制御部 421 は、各受信レーン処理部 411-k に符号 (SKP シンボル) の追加または削除を指示する。また、受信制御部 421 は距離 N を通知する。

[0129] (2) クロック乗換えバッファ 414-k は、受信制御部 421 から通知された距離 N と書き込み側から通知されたクロック乗換えバッファのライトポイント値により、検出部分 (A) から距離 N 後に受信した伸縮部分 (B) のクロック

乗換えバッファ内位置を特定する。そして、データ追加削除処理部417-3は、受信制御部421からの指示により伸縮部分(B)に対してSKPシンボルの追加・削除を行う。

[0130] この(1)→(1')→(2)の処理の間において、検出部分(A)と伸縮部分(B)の間に充填されたパケットは、各受信レーン処理部411-kで受信後、すみやかに後段のパケット解析部431に受け渡される。

[0131] 図14A、14Bは、第1の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[0132] 図14A、14Bの各チャートは上から順に下記の通りである。

(1) 受信クロック。SKIPオーダーセット検出回路に有効データ1の先頭が到達したときを t_0 とする。

(2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ。受信データは、(i) 有効データ1 (6シンボル長)、(ii) SKIPオーダーセットの検出部分(A)、(iii) 有効データ2 (充填パケット) (6シンボル長)、(iv) SKIPオーダーセットの伸縮部分(B)、(v) 有効データ3 (6シンボル長)の順に構成されたデータである。以降、有効データ4、5と続く。

(3) SKIPオーダーセット検出部分(A)検出・距離N検出のタイミング

(4) クロック乗換えバッファのライトポインタ値

(5) クロック乗換えバッファへの書込みデータ

(6) 内部クロック。受信クロックが t_0 のとき、内部クロックを T_0 とする。

(7) 検出部分(A)検出通知・距離N通知の、受信クロックから内部クロックへの乗換えタイミング

(8) 検出部分(A)検出・距離N・符号追加削除のレーン間同期

(9) 受信レーン処理部に通知された符号追加削除指示と距離N

(10) 検出部分(A)の検出時におけるライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへの乗換え。

(11) クロック乗換えバッファ読出し側に通知された、検出部分(A)検出時のライトポインタ値。

(12) 伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファライトポインタ値((11)のライトポインタ値と(9)の距離Nからの算出値)

(13) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加削除しない場合)

(14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

(15) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加する場合)

(16) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加する場合)

(17) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(削除する場合)

(18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

[0133] 図14A、14Bのタイムチャートの流れを以下で説明する。ここで、受信クロックから内部クロックへの乗換えのためのラッチは3段とする。

[0134] (ア)時刻 t_0 において、有効データ1の先頭が、SKIPオーダーセット検出回路への到達し、クロック乗換えバッファへ書き込まれる。

[0135] (イ)時刻 t_7 において、(2)より、SKIPオーダーセット検出回路でCOMおよびSKP-Aを検出する。したがって、(3)より、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出および距離Nの検出を行う。

[0136] (ウ)時刻 T_7 - T_9 において、(7)より、(イ)のSKIPオーダーセット検出部分(A)検出・距離N検出の受信クロックから内部クロックへクロックを乗換える。

[0137] 尚、受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻 T_8 - T_{10} となるケースもある。この場合は、以下(エ)~(カ)、(ク)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0138] (エ)時刻 T_{10} において、(8)より、(ウ)の結果を用いてSKIPオーダーセット検出・距離Nのレーン間同期を行う。

[0139] (オ)時刻 T_{11} において、(9)より、(エ)の結果を用いて、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3へ、符号追加削除指示および距離Nを通知する。通知された指示は、符号追加削除を実行するまで、各各

受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3で保持しておく。

[0140] (カ)時刻T7-T9において、(10)より、(イ)の結果を用いて、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出時の(4)クロック乗換えバッファのライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへのクロック乗り換えを行う。

[0141] 尚、受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(キ)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0142] (キ)時刻T10において、(11)より、(カ)の結果を用いて、検出部分(A)検出時のライトポインタ値(時刻t7の(4)の値)を、クロック乗換えバッファ側に通知する。

[0143] (ク)時刻T12において、(12)により、(オ)と(キ)の結果を用いて、「検出部分(A)検出時のライトポインタ値」と「距離N」から、伸縮部分(B)のライトポインタ値を算出する。

[0144] (ケ)時刻T15において、(12)と(13)により、クロック乗換えバッファのリードポインタが伸縮部分(B)の直前を指していることを検出し、(オ)の結果を用いて、以下の制御を行う。

(ケ-1) SKIPシンボルの追加削除をしない場合

時刻T16でリードポインタ値を+1する。

これによりリードポインタ値は(13)、読み出しデータは(14)に示す通りになり、伸縮部分(B)が1度だけ読み出される。

(ケ-2) SKIPシンボルを追加する場合

時刻T16でリードポインタ値を+1したのち、T17でホールドする。

これによりリードポインタ値は(15)、読み出しデータは(16)に示す通りになり、伸縮部分(B)が2度読み出される。

(ケ-3) SKIPシンボルを削除する場合

時刻T16でリードポインタ値を+2する。

これにより、伸縮部分（B）が読み飛ばされる。

[0145] 以上の制御を行うため、有効データ1の先頭は時刻T2で、有効データ2の先頭は時刻t10で、有効データ3の先頭は時刻T17～T19で読み出すことができ、すみやかに後段の packets 解析部に受け渡される。

[0146] ここで、比較のために、従来のタイムチャートを図15A、15Bに示す。

図15A、15Bは、従来のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[0147] 図15A、15Bの各チャートは上から順に下記の通りである。

（1）受信クロック。SKIPオーダーセット検出回路に有効データ1の先頭が到達したときをt0とする。

（2）SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ。

（3）SKIPオーダーセット検出のタイミング

（4）クロック乗換えバッファのライトポインタ値

（5）クロック乗換えバッファへの書込みデータ

（6）内部クロック。受信クロックがt0のとき、内部クロックをT0とする。

（7）SKIPオーダーセット検出通知の、受信クロックから内部クロックへの乗換えタイミング

（8）SKIPオーダーセット検出・符号追加削除のレーン間同期

（9）各レーンへ通知された符号追加削除指示

（10）SKIPオーダーセット検出時におけるライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへの乗換え。

（11）クロック乗換えバッファ読出し側に通知されたSKIPオーダーセット検出時のライトポインタ値。

（12）伸縮部分のクロック乗換えバッファのライトポインタ値（（11）のライトポインタ値と（9）の距離Nからの算出値）

（13）クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値（追加削除しない場合）

(14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

(15) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加する場合)

(16) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加する場合)

(17) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(削除する場合)

(18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

[0148] 図15A、15Bのタイムチャートの流れを以下で説明する。尚、受信データは、上記の第1の変形例と同じとする。また、受信クロックから内部クロックへの乗換えのためのラッチも、上記の第1の変形例と同じとする。

[0149] (ア)時刻t0において、有効データ1の先頭が、SKIPオーダーセット検出回路へ到達する。

[0150] (イ)時刻t7において、(2)より、SKIPオーダーセット検出回路でCOMシンボルおよびSKPシンボルを検出する。したがって、(3)より、SKIPオーダーセット検出を行う。

[0151] (ウ)時刻T7-T9において、(7)より、(イ)のSKIPオーダーセット検出の受信クロックから内部クロックへクロック乗換えを行う。

[0152] 受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、クロック乗換えは時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(エ)～(カ)、(ク)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、および(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0153] (エ)時刻T10において、(8)より、(ウ)の結果を用いてSKIPオーダーセット検出のレーン間同期を行う。

[0154] (オ)時刻T11において、(9)より、(エ)の結果を用いて、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3へ符号追加削除指示を通知する。通知された指示は、符号追加削除を実行するまで、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3で保持しておく。

[0155] (カ)時刻T7-T9において、(10)より、(イ)の結果を用いて、SKIPオーダーセット検出時の(4)クロック乗換えバッファのライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへの、クロック乗換えを行う。

- [0156] 受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下（キ）の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、（１４）、（１６）、および（１８）に示す読み出しデータは変わらない。
- [0157] （キ）時刻T10において、（１１）より、（カ）の結果を用いて、SKIPオーダーセット検出時のライトポインタ値(t7の（４）の値)を、クロック乗換えバッファ側に通知する
- [0158] （ク）時刻T10において、（１２）により、（キ）の結果を用いて「SKIPオーダーセット検出時のライトポインタ値」から、SKIPオーダーセット伸縮部分のライトポインタ値を算出する。ここで、SKIPオーダーセット検出時のライトポインタ値とSKIPオーダーセット伸縮部分のライトポインタ値は一意に決まるため、定数を加算すればよい。
- [0159] （ケ）時刻T14において、（１２）と（１３）により、クロック乗換えバッファのリードポインタ値が伸縮部分の直前を指していることを検出し、（オ）の結果を用いて、以下の制御を行う。
- （ケ-1）符号の追加削除をしない場合
- 時刻T15でリードポインタ値を+1する。
- これによりリードポインタ値は（１３）、読み出しデータは（１４）に示す通りとなり、伸縮部分が1度だけ読み出される。
- （ケ-2）符号を追加する場合
- 時刻T15でリードポインタ値を+1したのち、T16でホールドする。
- これによりリードポインタ値は（１５）、読み出しデータは（１６）に示す通りとなり、伸縮部分が2度読み出される。
- （ケ-3）符号を削除する場合、T15でリードポインタ値を+2する。
- これにより、伸縮部分が読み飛ばされる。
- [0160] 以上の制御により、有効データ1の先頭は時刻T6で、有効データ2の先頭は時刻T14~T16で、有効データ3の先頭は時刻T16~T18でクロック乗換えバッファから読み出されることになる。

[0161] (第2の変形例)

次に、SKIPオーダーセットの検出部分と伸縮部分との間の距離N（シンボル数）を検出部分と伸縮部分との間に挿入されているデータから判断する第2の変形例を説明する。

[0162] 図16は、第2の変形例のSKIPオーダーセットを示す図である。

図16では、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信データを示している。

[0163] 第2の変形例のSKIPオーダーセットは、検出部分と伸縮部分から構成される。

検出部分は、1つのCOMシンボルと1つのSKPシンボルで構成されている。検出部分は、COMシンボルの直後にSKPシンボルが配置されている。

[0164] 伸縮部分は、1つのSKPシンボルで構成されている。

検出部分と伸縮部分は、距離N（シンボル数）だけ離れて配置されている。検出部分と伸縮部分の間には有効なデータが挿入されている。

[0165] 4つのレーンを介して送信された検出部分と伸縮部分との間に充填されるデータは、単一の packets とする。packets は、例えばトランザクションレイヤ packets (TLP) である。送信LSIでは、単一の packets を4つに分割して、分割した packets をそれぞれ各レーンで送信される検出部分と伸縮部分との間に挿入する。

[0166] packets は、packets 長 (PKT長) が記述されたフィールド (packets ヘッダ) を有する。送信 packets 生成部311は、packets 長が記述されたフィールドが特定のレーンで送信されるようにする。

[0167] 図16において、packets 長は、レーン3を介して送信されるデータの検出部分と伸縮部分との間に挿入される。

[0168] ここで、第2の変形例の送信側のSKIPオーダーセット挿入時の処理を説明する。

[0169] (a)送信 packets 生成部311は、送信レーン処理部321-kのSKIPオーダ

ーセット生成部322-kへ、SKIPオーダーセット挿入指示および距離Nを通知する。

[0170] (b)送信パケット生成部311は、検出部分(A)が挿入できるだけの隙間をつくる。送信レーン処理部321-kのSKIPオーダーセット生成部322-kは、その隙間に、検出部分(A)を挿入し、受信LSI401へ送信する。

[0171] (c)送信パケット生成部311は、検出部分(A)と伸縮部分(B)に充填するパケットを送信レーン処理部321-kに送信したのち、伸縮部分(B)を挿入するだけの隙間をつくる。SKIPオーダーセット生成部322-kは充填パケットを送信したのち、隙間に伸縮部分(B)を挿入して送信する。

[0172] 図17は、第2の変形例に係る受信LSIの構成図である。

図17では、受信レーン処理部411-3の構成のみ詳細を記載している。受信レーン処理部411-0~411-2の構成は、受信レーン処理部411-3の構成と同様のため記載は省略する。

[0173] 受信レーン処理部411-3は、受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、416-3-3、SKIPオーダーセット検出部413-3、データ追加削除処理部417-3、クロック乗換えバッファライトポイント通知部1418-3、距離算出部1419-3、およびクロック乗換えバッファ414-3を備える。

[0174] 受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、データ追加削除処理部417-3、クロック乗換えバッファライトポイント通知部1418-3、およびクロック乗換えバッファ414-3は、図10、13と機能を有するため説明は省略する。

[0175] フリップフロップ416-3-3は、入力されたデータを保持し、受信クロックと同期して該データを出力する。ここで、データは1シンボル分のデータとする。フリップフロップ416-3-2は、受信部415-3からのデータを距離算出部1419-3に出力する。

[0176] 距離算出部1419-3は、検出部分と伸縮部分の間のあるデータ(パケ

ットのヘッダ) からパケット長を取得し、距離Nを算出し、算出した距離Nを受信制御部421に通知する。距離算出部1419-3は、例えば、パケット長をレーン数で除算して、距離Nを算出する。尚、距離算出部は、受信レーン処理部411-0~411-2では無くても良い。

[0177] 第2の変形例の受信LSI401のSKIPオーダーセット受信時の処理は、以下ようになる。

[0178] (1)各受信レーン処理部411-kのSKIPオーダーセット検出部413-kは、受信した検出部分(A)から、SKIPオーダーセットであることを検出し、受信制御部421に通知する。

[0179] (1')特定の受信レーン処理部(ここでは、受信レーン処理部411-3)の距離算出部1419-3において、後続の充填パケットからパケット長を取得し、算出した距離Nを受信制御部に通知する。

[0180] (1')受信制御部421は、通知されたSKIPオーダーセットおよび距離Nを、受信クロックから内部クロックへ乗換える。受信制御部421は、各受信レーン処理部411-kから通知された情報が異なっていた場合は、多数決にて決定する(レーン間の同期判断)。受信制御部421は、各受信レーン処理部411-kに符号(SK Pシンボル)の追加または削除を指示する。また、受信制御部421は距離Nを通知する。

[0181] (2)クロック乗換えバッファ414-kは、受信制御部421から通知された距離Nと書き込み側から通知されたクロック乗換えバッファのライトポインタ値により、検出部分(A)から距離N後に受信した伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファ内位置を特定する。そして、データ追加削除処理部417-3は、受信制御部421からの指示により伸縮部分(B)に対してSK Pシンボルの追加・削除を行う。

[0182] この(1)→(1')→(2)の処理の間において、検出部分(A)と伸縮部分(B)の間に充填されたパケットは、各受信レーン処理部411-kで受信後、すみやかに後段のパケット解析部431に受け渡される。

[0183] ここで、送信側においてSKIPオーダーセット挿入時に検出部分(A)と伸

縮部分(b)との間に充填すべきパケットがない場合、送信パケット生成部311は、有効なパケットと同様のパケットフォーマットである無効パケットを充填する。受信側は、有効パケット充填時と同様に、無効パケットのパケット長から距離Nを算出することで伸縮部分(B)に対して、SKIP符号の追加・削除を行う。無効パケットはパケット解析部431で破棄される。

[0184] また、送信側において、全レーンで追加・削除判断を同期するフェーズ(1')を行うために必要なシンボル時間に対して充填パケットが短い場合は、充填パケットと伸縮部分(B)の間に無効データ(以降、PAD)を挿入する。PADの挿入量は、PADと充填パケットの合計の長さが、フェーズ(1')に必要なシンボル時間を満たす分だけである。伸縮部分(B)はPADのあとにSKIPオーダーセット生成部322-kにより挿入され、送信される。

[0185] PADを入れる必要のあるパケット長はあらかじめ決まるため、受信側は、パケット長を検出した際にPADを含めた距離Nを算出して、受信制御部421に通知する。これによりSKIPシンボルの追加削除指示のタイミングと伸縮部分(B)を受信するタイミングとが一致し、SKIPシンボルの追加削除を行う。

[0186] 図18A、18Bは、第2の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[0187] 図18A、18Bの各チャートは上から順に下記の通りである。

(1) 受信クロック。SKIPオーダーセット検出回路に有効データ1の先頭が到達したときを t_0 とする。

(2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ。受信データは、(i) 有効データ1 (6シンボル長)、(ii) SKIPオーダーセットの検出部分(A)、(iii) 有効データ2 (充填パケット) (6シンボル長)、(iv) SKIPオーダーセットの伸縮部分(B)、(v) 有効データ3 (6シンボル長)の順に構成されたデータである。以降、有効データ4、5と続く。

(3) SKIPオーダーセット検出部分(A) 検出・距離N検出のタイミング

(4) クロック乗換えバッファのライトポイント値

(5) クロック乗換えバッファへの書込みデータ

(6) 内部クロック。受信クロックが t_0 のとき、内部クロックを T_0 とする。

(7) 検出部分 (A) 検出通知・距離 N 通知の、受信クロックから内部クロックへの乗換えタイミング

(8) 検出部分 (A) 検出・距離 N ・符号追加削除のレーン間同期

(9) 受信レーン処理部に通知された符号追加削除指示と距離 N

(10) 検出部分 (A) の検出時におけるライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへの乗換え。

(11) クロック乗換えバッファ読出し側に通知された、検出部分 (A) 検出時のライトポインタ値。

(12) 伸縮部分 (B) のクロック乗換えバッファライトポインタ値((11)のライトポインタ値と(9)の距離 N からの算出値)

(13) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加削除しない場合)

(14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

(15) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加する場合)

(16) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加する場合)

(17) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(削除する場合)

(18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

[0188] 図18A、18Bのタイムチャートの流れを以下で説明する。尚、受信データは、上記の第1の変形例と同じとする。また、受信クロックから内部クロックへの乗換えのためのラッチも、上記の第1の変形例と同じとする。

[0189] (ア)時刻 t_0 において、有効データ1の先頭が、SKIPオーダーセット検出回路への到達し、クロック乗換えバッファへ書き込まれる。

[0190] (イ) 時刻 t_7 において、(2)より、SKIPオーダーセット検出回路でCOMシンボルおよびSKPシンボルを検出する。したがって、(3)より、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出を行う。

[0191] (イ') 時刻 t_8 において、(2)と(3)より、(イ)の検出部分(A)の検出の次のタイミングで、特定レーン、すなわち第2の変形例ではレーン#3にお

いて、有効データ2、すなわち充填パケットのPKT長を取得し距離Nを算出する。

[0192] (ウ)時刻T7-T9において、(7)より、(イ)のSKIPオーダーセット検出部分(A)検出の受信クロックから内部クロックへのクロック乗換えを行う。

受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(エ)～(カ)、(ク)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、および(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0193] (ウ')時刻T8-T10において、(7')より、(イ')の距離N算出の受信クロックから内部クロックへクロック乗換えを行う。

[0194] 受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T9-T11となるケースもある。この場合は、以下(オ')の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0195] (エ)時刻T10において、(8)より、(ウ)の結果を用いてSKIPオーダーセット検出のレーン間同期を行う。

[0196] (オ)時刻T11において、(エ)の結果を用いて、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3へ符号追加削除指示を通知する。通知された指示は、符号追加削除を実行するまで、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3で保持しておく。

[0197] (オ')時刻T11において、(ウ')の結果を用いて、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3へ距離Nを通知する。

[0198] (カ)時刻T7-T9において、(10)より、(イ)の結果を用いて、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出時の(4)クロック乗換えバッファのライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへのクロック乗り換えを行う。

[0199] 尚、受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(キ)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、および(18)に示

す読出しデータは変わらない。

[0200] (キ)時刻T10において、(11)より、(カ)の結果を用いて、検出部分(A)検出時のライトポインタ値(時刻t7の(4)の値)を、クロック乗換えバッファ側に通知する。

[0201] (ク) T12において、(12)により、(オ')と(キ)の結果を用いて、「検出部分(A)検出時のライトポインタ値」と「距離N」から、伸縮部分(B)のライトポインタ値を算出する。

[0202] (ケ)時刻T15において、(12)と(13)により、クロック乗換えバッファのリードポインタが伸縮部分(B)の直前を指していることを検出し、(オ)の結果を用いて、以下の制御を行う。

(ケ-1) S K Pシンボルの追加削除をしない場合

時刻T16でリードポインタ値を+1する。

これによりリードポインタ値は(13)、読み出しデータは(14)に示す通りになり、伸縮部分(B)が1度だけ読み出される。

(ケ-2) S K Pシンボルを追加する場合

時刻T16でリードポインタ値を+1したのち、T17でホールドする。

これによりリードポインタ値は(15)、読み出しデータは(16)に示す通りになり、伸縮部分(B)が2度読み出される。

(ケ-3) S K Pシンボルを削除する場合

時刻T16でリードポインタ値を+2する。

[0203] 以上の制御により、有効データ1の先頭は時刻T2で、有効データ2の先頭は時刻T10で、有効データ3の先頭は時刻T17~T19で読み出すことができ、すみやかに後段のパケット解析部に受け渡される。

[0204] (第3の変形例)

次に、S K I Pオーダーセットの検出部分と伸縮部分との間の距離N(シンボル数)が固定長である第3の変形例を説明する。

[0205] 図19は、第3の変形例のS K I Pオーダーセットを示す図である。

図19では、上から順にレーン0からレーン3でそれぞれ送信される送信

データを示している。

[0206] 第3の変形例のSKIPオーダーセットは、検出部分と伸縮部分から構成される。

検出部分は、1つのCOMシンボルと1つのSKIPシンボルで構成されている。検出部分は、COMシンボルの直後にSKIPシンボルが配置されている。

[0207] 伸縮部分は、1つのSKIPシンボルで構成されている。

検出部分と伸縮部分は、距離N（シンボル数）だけ離れて配置されている。第3の変形例において、距離Nは固定値である。検出部分と伸縮部分の間には有効なデータが挿入されている。

[0208] ここで、第3の変形例の送信側のSKIPオーダーセット挿入時の処理を説明する。

[0209] (a)送信パケット生成部311は、各送信レーン処理部321-kのSKIPオーダーセット製西部322-kへ、SKIPオーダーセット挿入指示を通知する。

[0210] (b)送信パケット生成部311は、検出部分（A）が挿入できるだけの隙間をつくる。送信レーン処理部321-kのSKIPオーダーセット生成部322-kは、その隙間に、検出部分（A）を挿入し、受信LSI401へ送信する。

[0211] (c)送信パケット生成部311は、検出部分（A）と伸縮部分（B）に充填するパケットを送信レーン処理部321-kに送信したのち、伸縮部分（B）を挿入するだけの隙間をつくる。SKIPオーダーセット生成部322-kは充填パケットを送信したのち、隙間に伸縮部分（B）を挿入して送信する。

[0212] 図20は、第3の変形例に係る受信LSIの構成図である。

図20では、受信レーン処理部411-3の構成のみ詳細を記載している。受信レーン処理部411-0～411-2の構成は、受信レーン処理部411-3の構成と同様のため記載は省略する。

[0213] 受信レーン処理部411-3は、受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、SKIPオーダーセット検出部413-3

、データ追加削除処理部417-3、クロック乗換えバッファライトポイント通知部1418-3、およびクロック乗り換えバッファ414-3を備える。

[0214] 受信部415-3、フリップフロップ416-3-1、416-3-2、データ追加削除処理部417-3、クロック乗換えバッファライトポイント通知部1418-3、およびクロック乗り換えバッファ414-3は、図10、13と機能を有するため説明は省略する。

[0215] 第3の変形例の受信LSI401のSKIPオーダーセット受信時の処理は、以下ようになる。

[0216] (1)各受信レーン処理部411-kのSKIPオーダーセット検出部413-kは、受信した検出部分(A)からSKIPオーダーセットを検出し、受信制御部431に通知する。

[0217] (1') 受信制御部421は、通知されたSKIPオーダーセットおよび距離Nを、受信クロックから内部クロックへ乗換える。受信制御部421は、各受信レーン処理部411-kから通知された情報が異なっていた場合は、多数決にて決定する(レーン間の同期判断)。受信制御部421は、各受信レーン処理部411-kに符号(SK Pシンボル)の追加または削除を指示する。また、受信制御部421は距離Nを通知する。

[0218] (2)クロック乗換えバッファ414-kは、受信制御部421から通知された距離Nと書き込み側から通知されたクロック乗換えバッファのライトポイント値により、検出部分(A)から距離N後に受信した伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファ内位置を特定する。そして、データ追加削除処理部417-3は、受信制御部421からの指示により伸縮部分(B)に対してSK Pシンボルの追加・削除を行う。

[0219] この(1)→(1')→(2)の処理の間において、検出部分(A)と伸縮部分(B)の間に充填されたパケットは、各受信レーン処理部411-kで受信後、すみやかに後段のパケット解析部431に受け渡される。

[0220] ここで、送信側でSKIPオーダーセット挿入時に、検出部分(A)と伸縮部

分(b)との間に充填すべきパケットがない場合、送信パケット生成部311は、有効なパケットと同様のパケットフォーマットである無効パケットを充填する。無効パケットはパケット解析部431で破棄される。

[0221] また、送信側でSKIPオーダーセット挿入時に送信すべきパケットが距離N以上の場合、送信パケット生成部311は、検出部分(A)と伸縮部分(b)との間に該パケットは充填しない。代わりに無効パケットを充填し、伸縮部分(B)を送信し終わったのち、該パケットを送信する。

[0222] 図21A、21Bは、第3の変形例のSKIPオーダーセット受信時のタイムチャートである。

[0223] 図21A、21Bの各チャートは上から順に下記の通りである。

(1) 受信クロック。SKIPオーダーセット検出回路に有効データ1の先頭が到達したときを t_0 とする。

(2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ。受信データは、(i) 有効データ1 (6シンボル長)、(ii) SKIPオーダーセットの検出部分(A)、(iii) 有効データ2 (充填パケット) (6シンボル長)、(iv) SKIPオーダーセットの伸縮部分(B)、(v) 有効データ3 (6シンボル長)の順に構成されたデータである。以降、有効データ4、5と続く。

(3) SKIPオーダーセット検出部分(A)検出のタイミング

(4) クロック乗換えバッファのライトポイント値

(5) クロック乗換えバッファへの書込みデータ

(6) 内部クロック。受信クロックが t_0 のとき、内部クロックを T_0 とする。

(7) 検出部分(A)検出通知の、受信クロックから内部クロックへの乗換えタイミング (8) 検出部分(A)検出・符号追加削除のレーン間同期

(9) 受信レーン処理部に通知された符号追加削除指示と距離N

(10) 検出部分(A)の検出時におけるライトポイント値の、受信クロックから内部クロックへの乗換え。

(11) クロック乗換えバッファ読出し側に通知された、検出部分(A)検出時のライトポイント値。

(12) 伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファライトポインタ値((11)のライトポインタ値と距離N(固定長)からの算出値)

(13) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加削除しない場合)

(14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

(15) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(追加する場合)

(16) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加する場合)

(17) クロック乗換えバッファ内のリードポインタ値(削除する場合)

(18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

[0224] 図21A、21Bのタイムチャートの流れを以下で説明する。尚、受信データは、上記の第1の変形例と同じとする。また、受信クロックから内部クロックへの乗換えのためのラッチも、上記の第1の変形例と同じとする。また、距離N=6とする。

[0225] (ア)時刻t0において、有効データ1の先頭が、SKIPオーダーセット検出回路への到達し、クロック乗換えバッファへ書き込まれる。

[0226] (イ)時刻t7において、(2)より、SKIPオーダーセット検出回路でCOMシンボルおよびSKPシンボルを検出する。したがって、(3)より、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出を行う。

[0227] (ウ)時刻T7-T9において、(7)より、(イ)のSKIPオーダーセット検出部分(A)検出の受信クロックから内部クロックへのクロック乗換えを行う。受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(エ)~(カ)、(ク)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、および(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0228] (エ)時刻T10において、(8)より、(ウ)の結果を用いてSKIPオーダーセット検出のレーン間同期を行う。

[0229] (オ)時刻T11において、(エ)の結果を用いて、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3へ符号追加削除指示を通知する。通知

された指示は、符号追加削除を実行するまで、各受信レーン処理部411-kのデータ追加削除処理部417-3で保持しておく。

[0230] (カ)時刻T7-T9において、(10)より、(イ)の結果を用いて、SKIPオーダーセット検出部分(A)の検出時の(4)クロック乗換えバッファのライトポインタ値の、受信クロックから内部クロックへのクロック乗り換えを行う。

[0231] 尚、受信クロックと内部クロックのタイミングによっては、時刻T8-T10となるケースもある。この場合は、以下(キ)の実行タイミングが変わり、内部クロックが+1となる。しかし、(14)、(16)、および(18)に示す読出しデータは変わらない。

[0232] (キ)時刻T10において、(11)より、(カ)の結果を用いて、検出部分(A)検出時のライトポインタ値(時刻t7の(4)の値)を、クロック乗換えバッファ側に通知する。

[0233] (ク)時刻T12において、(12)により、(キ)の結果を用いて、「検出部分(A)検出時のライトポインタ値」と「距離N(固定長)」から、伸縮部分(B)のライトポインタ値を算出する。

[0234] (ケ)時刻T15において、(12)と(13)により、クロック乗換えバッファのリードポインタが伸縮部分(B)の直前を指していることを検出し、(オ)の結果を用いて、以下の制御を行う。

(ケ-1) SKIPシンボルの追加削除をしない場合

時刻T16でリードポインタ値を+1する。

これによりリードポインタ値は(13)、読み出しデータは(14)に示す通りになり、伸縮部分(B)が1度だけ読み出される。

(ケ-2) SKIPシンボルを追加する場合

時刻T16でリードポインタ値を+1したのち、T17でホールドする。

これによりリードポインタ値は(15)、読み出しデータは(16)に示す通りになり、伸縮部分(B)が2度読み出される。

(ケ-3) SKIPシンボルを削除する場合

時刻T16でリードポインタ値を+2する。

[0235] 以上の制御により、有効データ 1 の先頭は時刻T2で、有効データ2の先頭は時刻T10で、有効データ3の先頭は時刻T17～T19で読み出すことができ、すみやかに後段のパケット解析部に受け渡される。

請求の範囲

- [請求項1] 受信データから周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を検出する検出部と、
受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定する判定部と、
前記タイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている調整符号の長さを調整する符号長制御部と、
を備える受信回路。
- [請求項2] 前記検出部は、前記開始符号に対応する前記距離を検出することを特徴とする請求項1記載の受信回路。
- [請求項3] 前記開始符号と前記調整符号の間に挿入されているデータから前記距離を算出する距離算出部をさらに備えることを特徴とする請求項1記載の受信回路。
- [請求項4] 前記距離は、固定長であることを特徴とする請求項1記載の受信回路。
- [請求項5] 前記受信データ中の有効データを処理するデータ処理部をさらに有し、
前記符号長制御部による前記調整符号の長さを制御する処理が終了する前に、前記開始符号と前記調整符号との間の有効データの少なくとも一部は、前記データ処理部により処理されることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の受信回路。
- [請求項6] 受信データから周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を検出し、前記開始符号の検出を通知する複数の検出部と、
受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定する判定部と、
前記開始符号の検出の通知と前記タイミング誤差に基づいて、前記調整符号の長さの調整を指示する指示部と、

前記指示に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている調整符号の長さを調整する複数の符号長制御部と、

を備える受信回路。

[請求項7]

送信データを生成する送信データ生成部と、

周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を前記送信データに挿入し、前記開始符号から指定された距離だけ離れた位置に調整符号を挿入する周波数差調整符号列生成部と、

前記開始符号と前記調整符号を含む前記送信データを受信装置に送信する送信部と、

を備える送信回路。

[請求項8]

送信装置と受信装置とを備える情報処理装置であって、

前記送信装置は、

前記受信装置に送信する送信データを生成する送信データ生成部と、

周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を前記送信データに挿入し、前記開始符号から指定された距離だけ離れた位置に調整符号を挿入する周波数差調整符号列生成部と、

前記開始符号と前記調整符号を含む前記送信データを前記受信装置に送信する送信部

と、

を備え、

前記受信装置は、

受信データから前記開始符号を検出する検出部と、

受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定する判定部と、

前記タイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されてい

る前記調整符号の長さを調整する符号長制御部と、
を備えることを特徴とする情報処理装置。

[請求項9] 前記検出部は、前記開始符号に対応する前記距離を検出することを特徴とする請求項8記載の情報処理装置。

[請求項10] 前記開始符号と前記調整符号の間に挿入されているデータから前記距離を算出する距離算出部をさらに備えることを特徴とする請求項8記載の情報処理装置。

[請求項11] 前記距離は、固定長であることを特徴とする請求項8記載の情報処理装置。

[請求項12] 前記受信データ中の有効データを処理するデータ処理部をさらに有し、

前記符号長制御部による前記調整符号の長さを制御する処理が終了する前に、前記開始符号と前記調整符号との間の有効データの少なくとも一部は、前記データ処理部に処理されることを特徴とする請求項8乃至11のいずれか1項に記載の情報処理装置。

[請求項13] 送信装置を有する第1の情報処理装置と受信装置を有する第2の情報処理装置とを備えるシステムであって、

前記送信装置は、

前記受信装置に送信する送信データを生成する送信データ生成部と、

周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を前記送信データに挿入し、前記開始符号から指定された距離だけ離れた位置に調整符号を挿入する周波数差調整符号列生成部と、

前記開始符号と前記調整符号を含む前記送信データを前記受信装置に送信する送信部と、

を備え、

前記受信装置は、

受信データから前記開始符号を検出する検出部と、

受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定する判定部と、

前記タイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている前記調整符号の長さを調整する符号長制御部と、

を備えることを特徴とするシステム。

[請求項14] 送信装置と受信装置間の伝送方法であって、
前記送信装置は、

前記受信装置に送信する送信データを生成し、

周波数差調整符号列の開始を表す開始符号を前記送信データに挿入し、

前記開始符号から指定された距離だけ離れた位置に調整符号を挿入し、

前記開始符号と前記調整符号を含む前記送信データを前記受信装置に送信し、

前記受信装置は、

受信データから前記開始符号を検出し、

受信クロックと内部クロックとの間のタイミング誤差を判定し、

前記タイミング誤差に応じて、前記受信データ中の前記開始符号が検出された位置から指定された距離だけ離れた位置に挿入されている前記調整符号の長さを制御する、

処理を備える伝送方法。

[請求項15] 前記受信装置は、前記開始符号に対応する前記距離を検出することを特徴とする請求項14記載の伝送方法。

[請求項16] 前記受信装置は、前記開始符号と前記調整符号の間に挿入されているデータから前記距離を算出することを特徴とする請求項14記載の伝送方法。

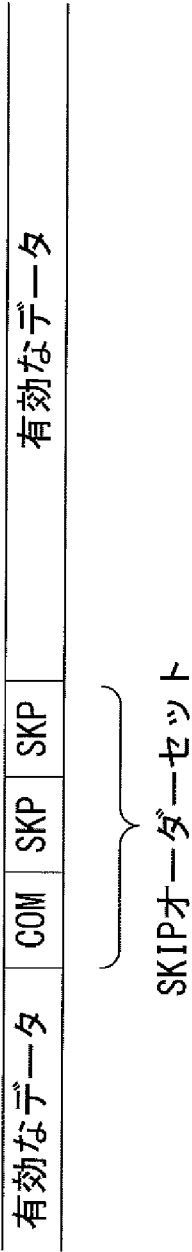
[請求項17] 前記距離は、固定長であることを特徴とする請求項14記載の伝送

方法。

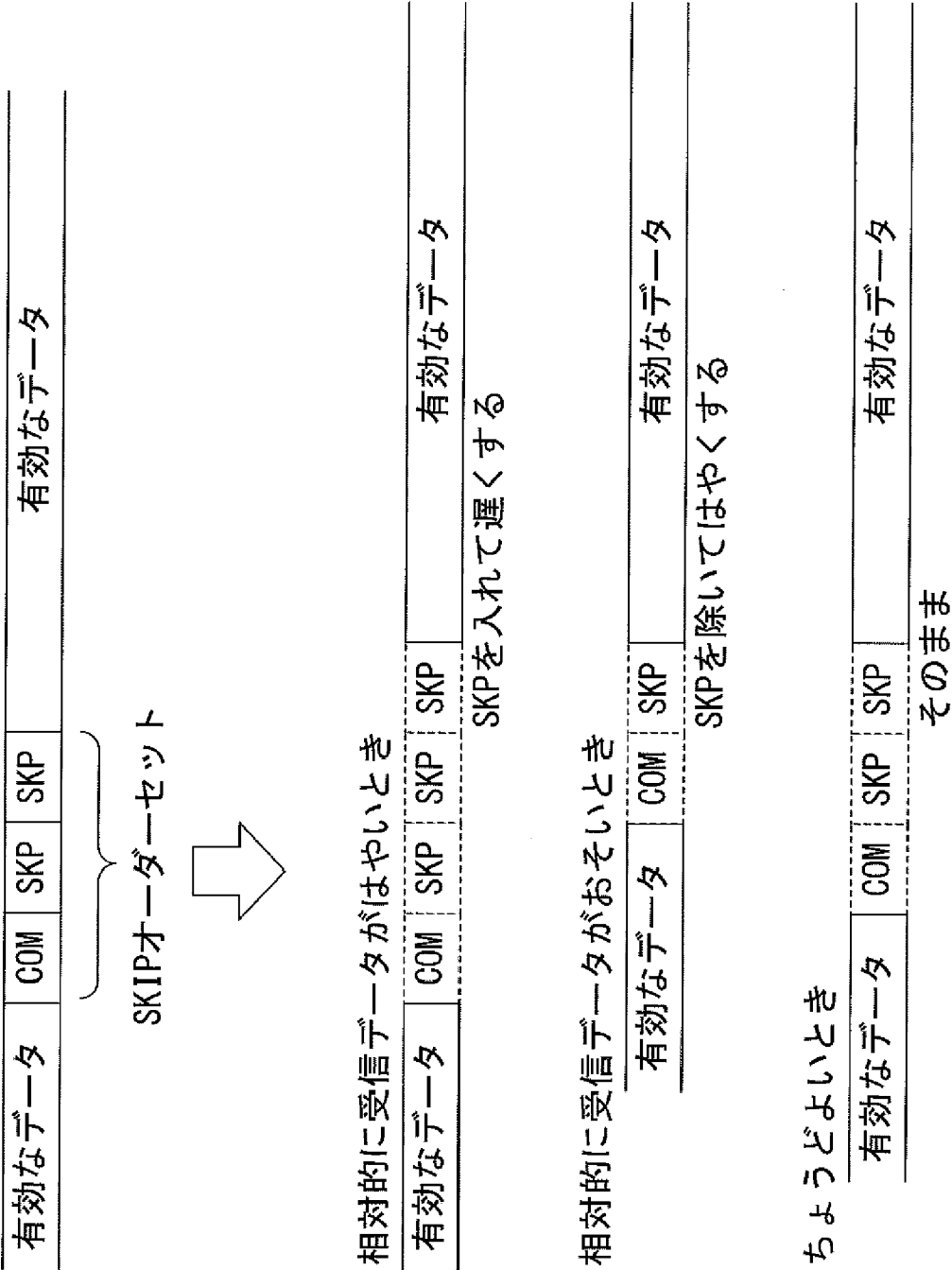
[請求項18] 前記受信装置は、前記受信データ中の有効データを処理するデータ処理部をさらに有し、

前記調整符号の長さを制御する処理が終了する前に、前記開始符号と前記調整符号との間の有効データの少なくとも一部は、前記データ処理部に処理されることを特徴とする請求項14乃至17のいずれか1項に記載の伝送方法。

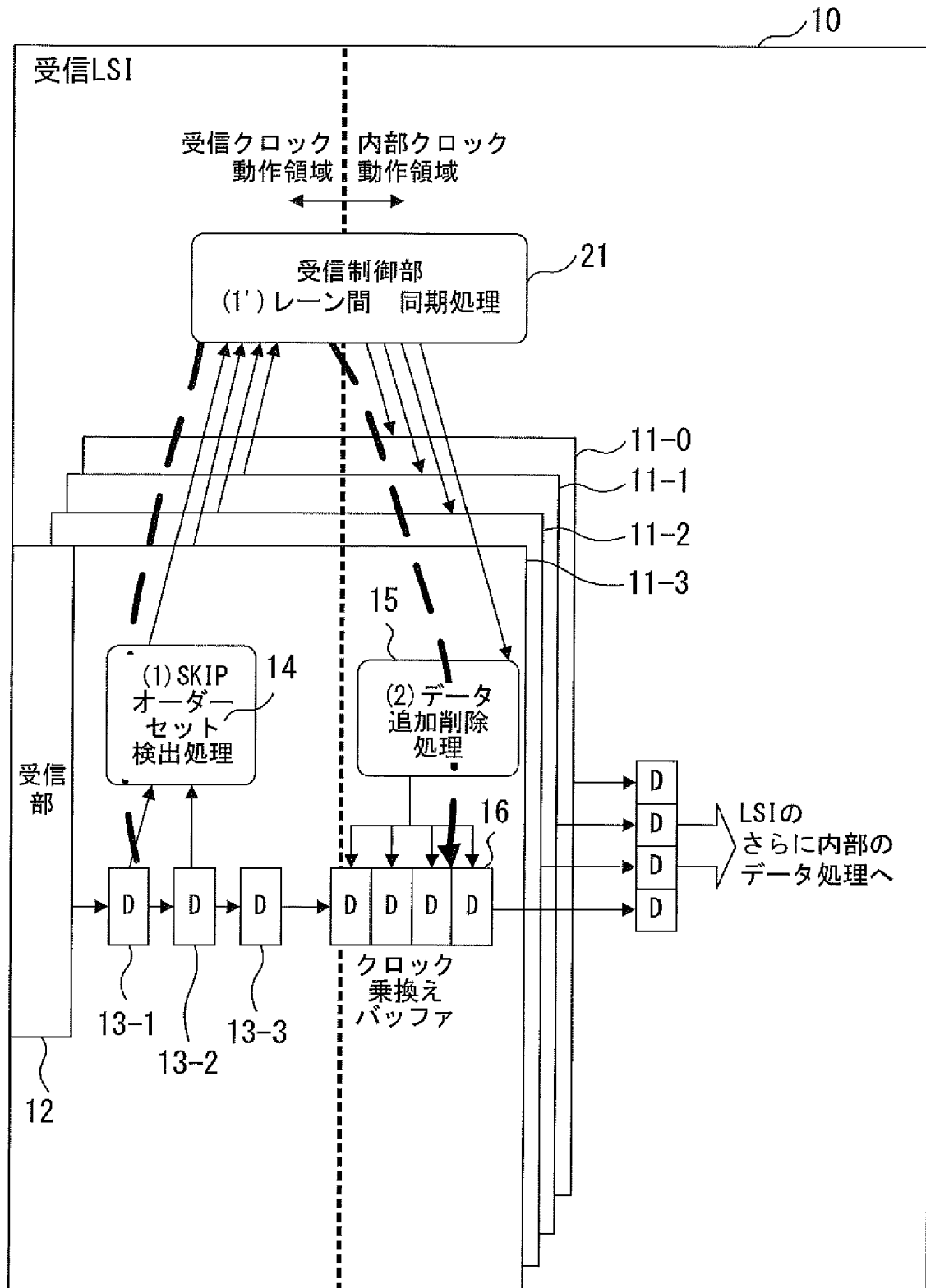
[図1]



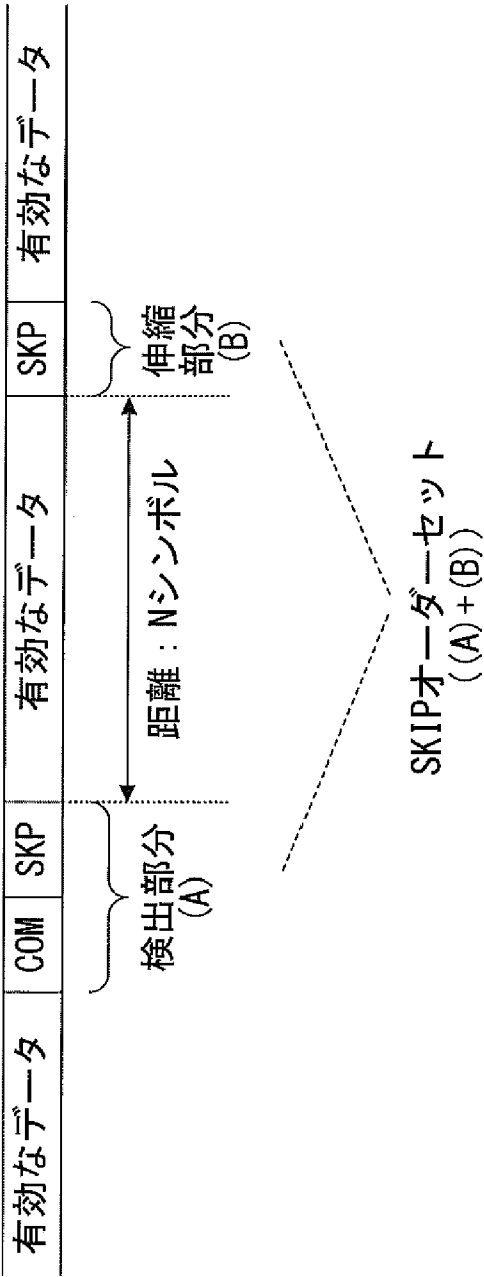
[図2A]



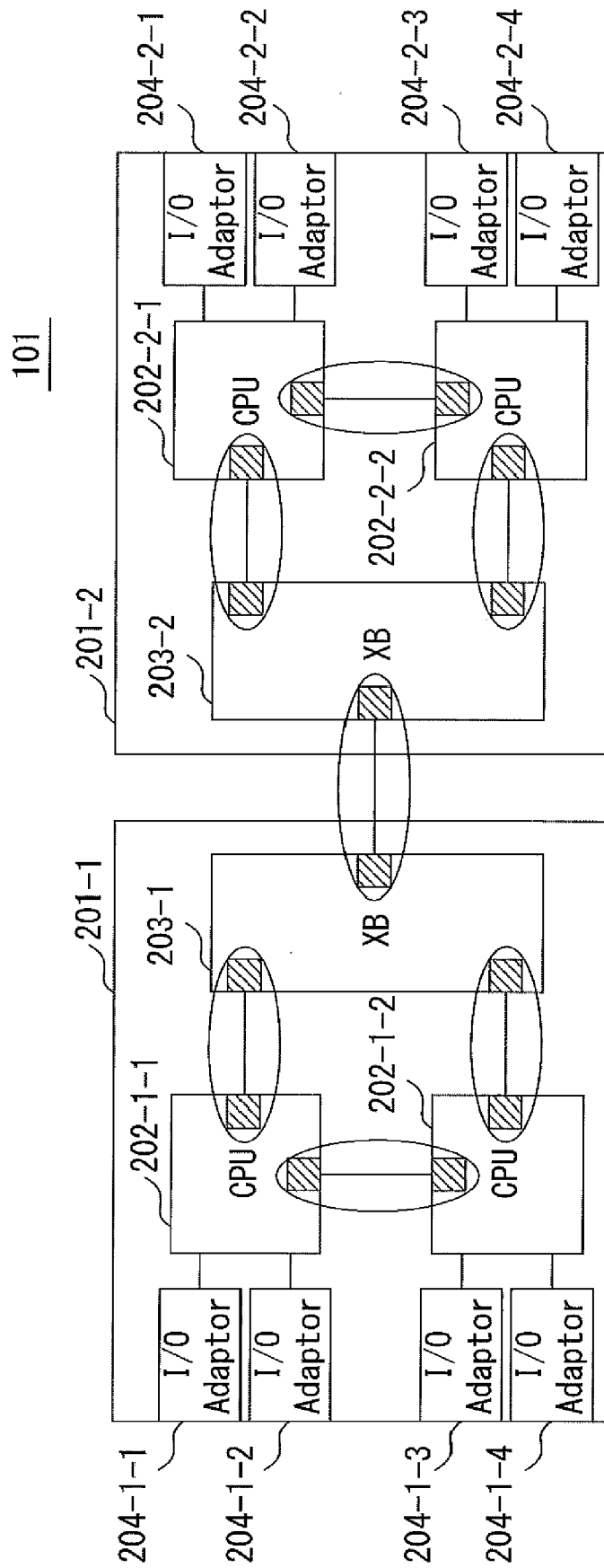
[図2B]



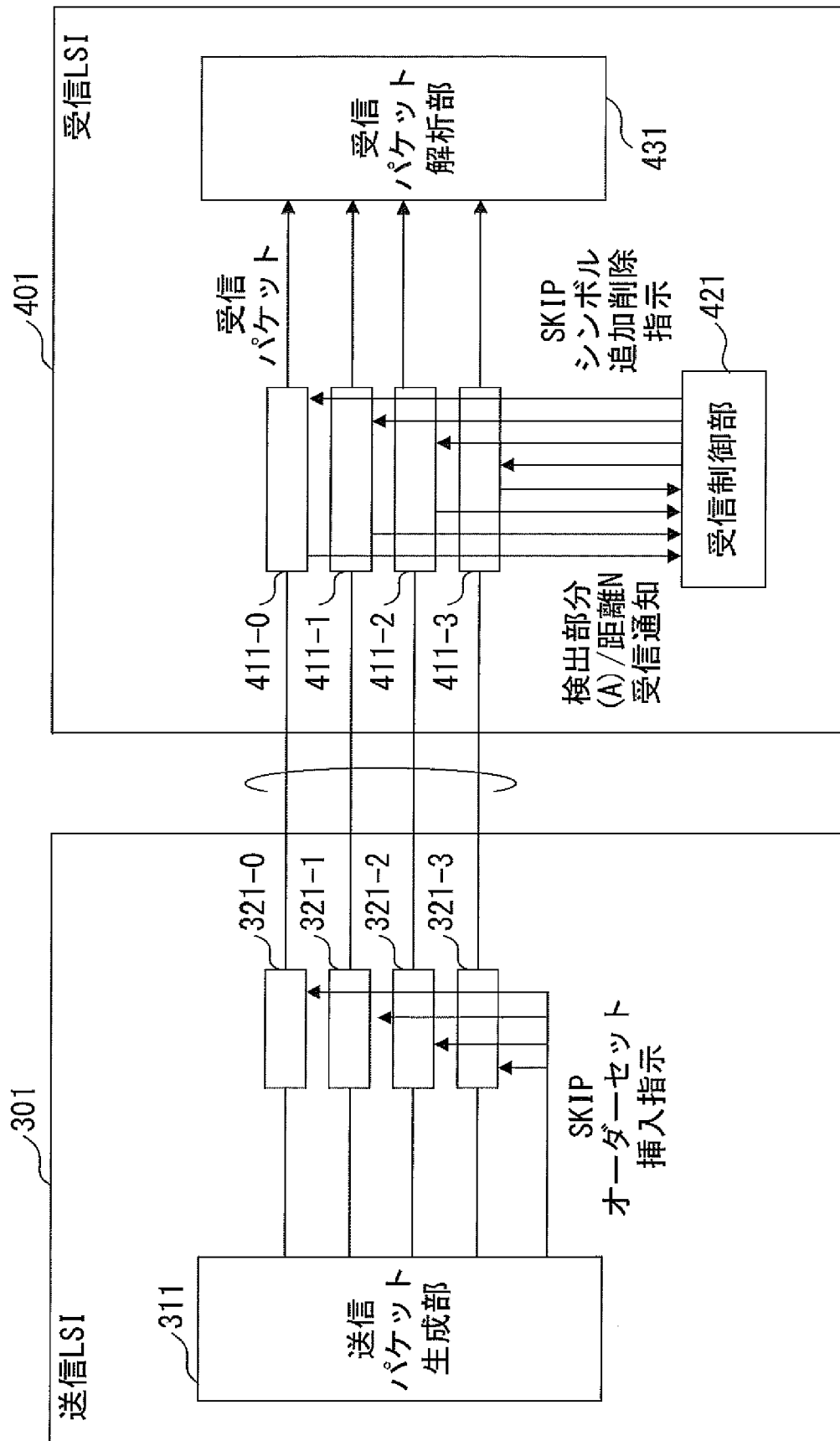
[図3]



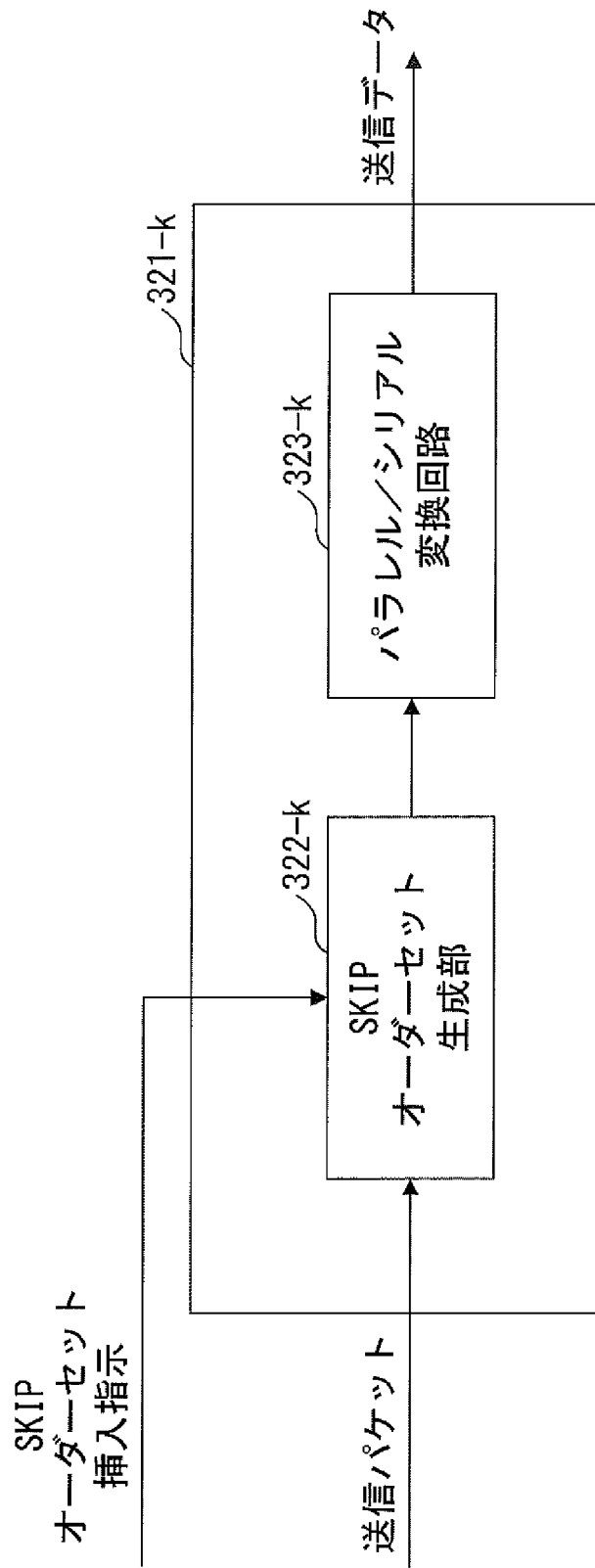
[図4]



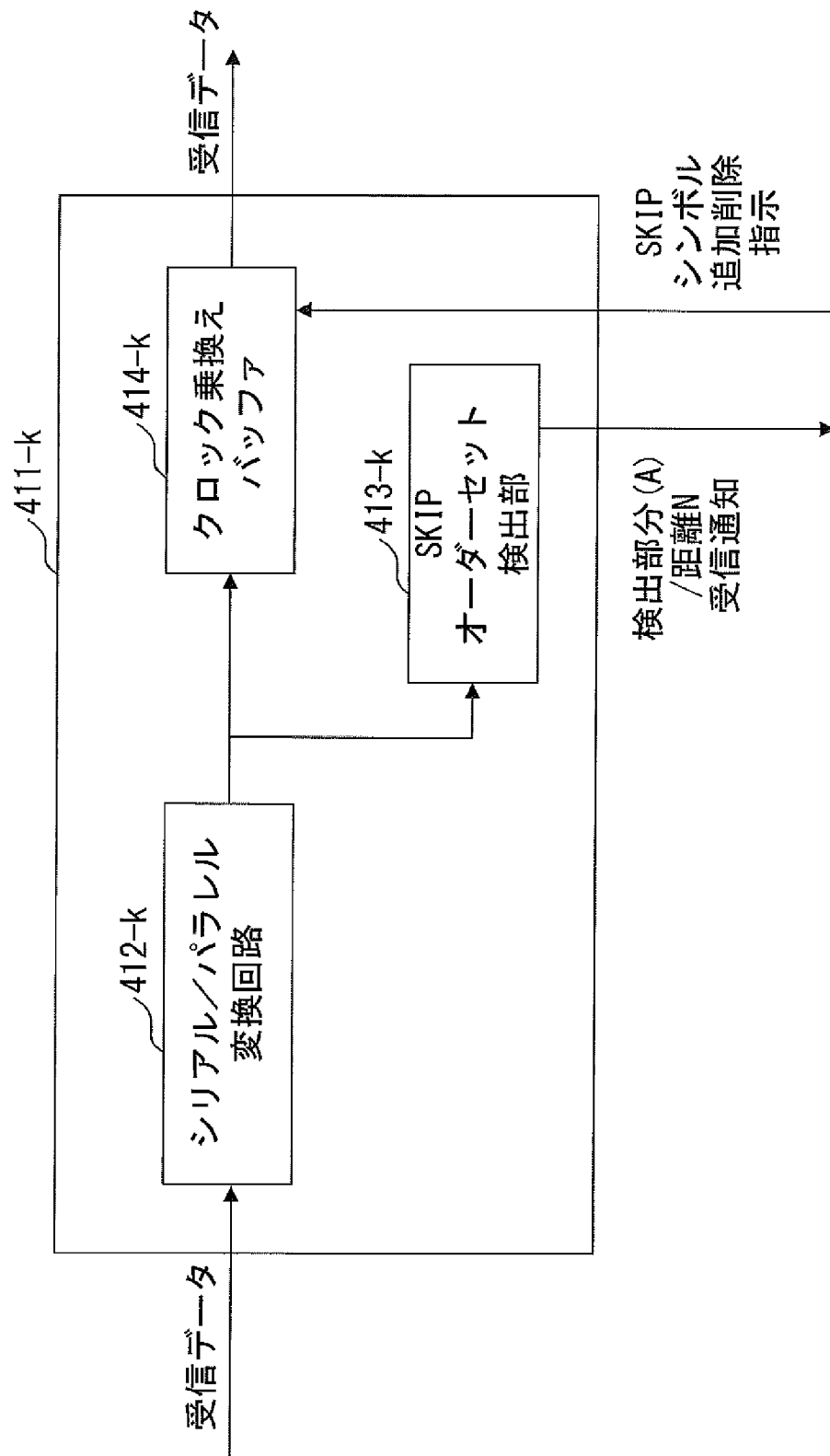
[図5]



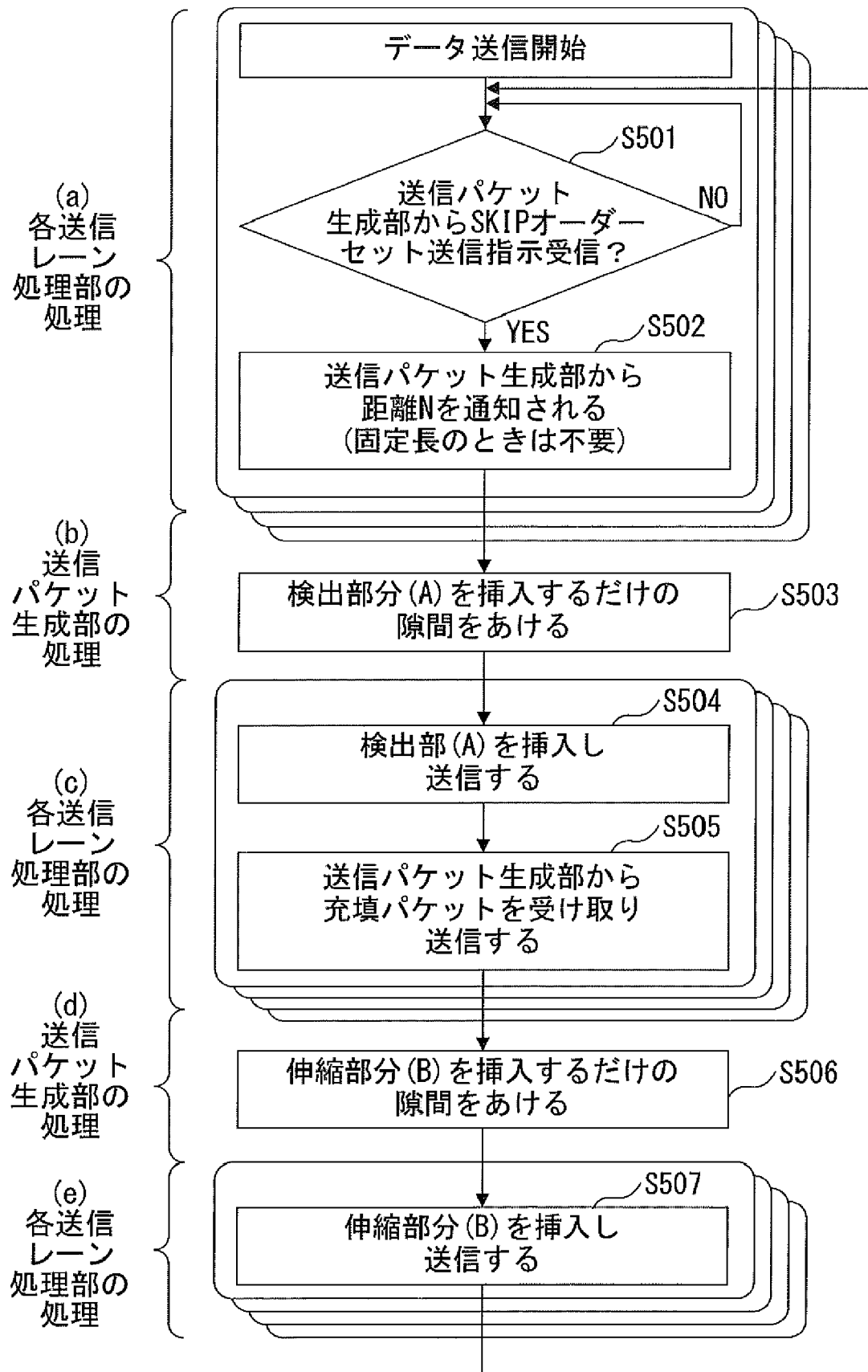
[図6]



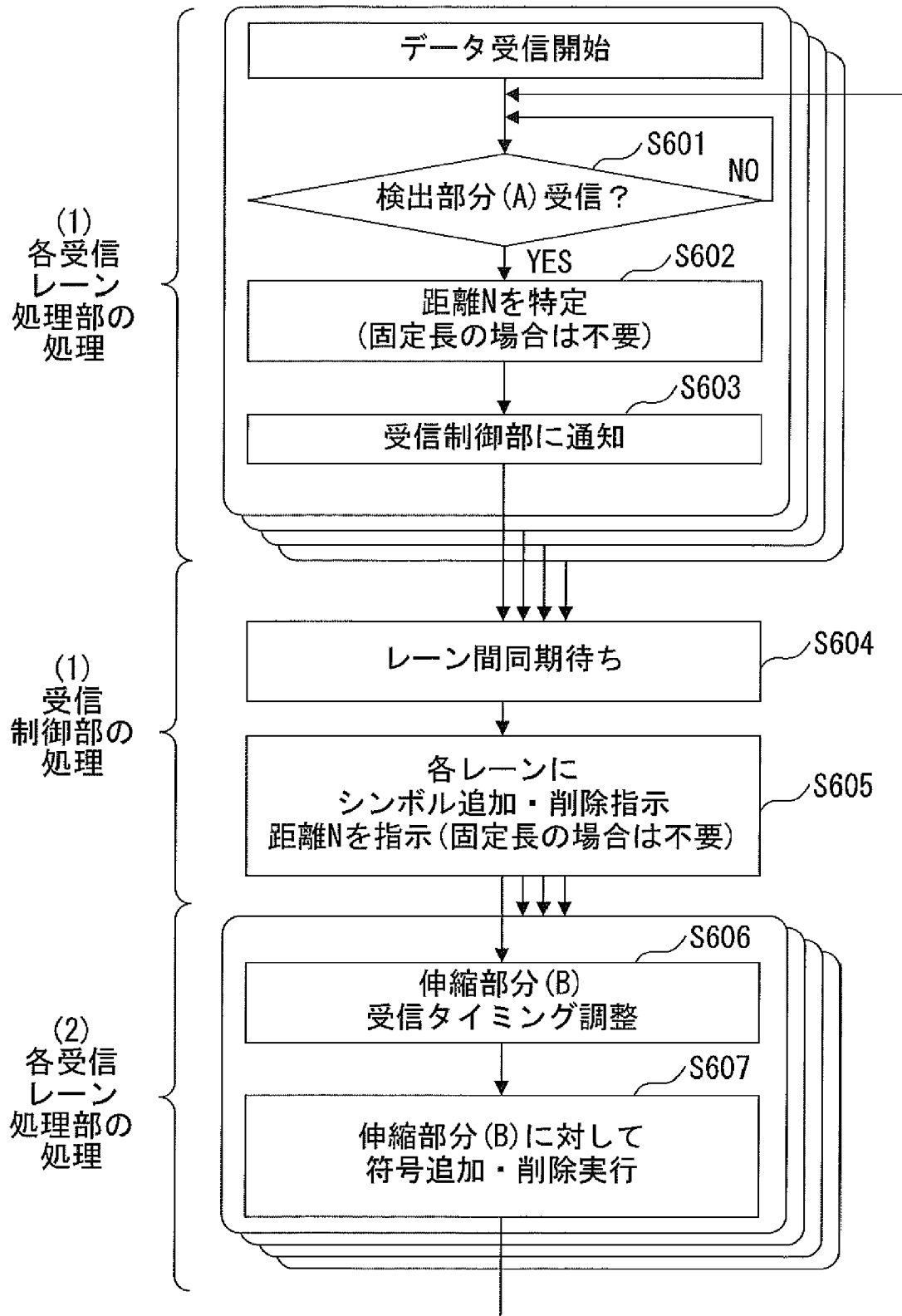
[図7]



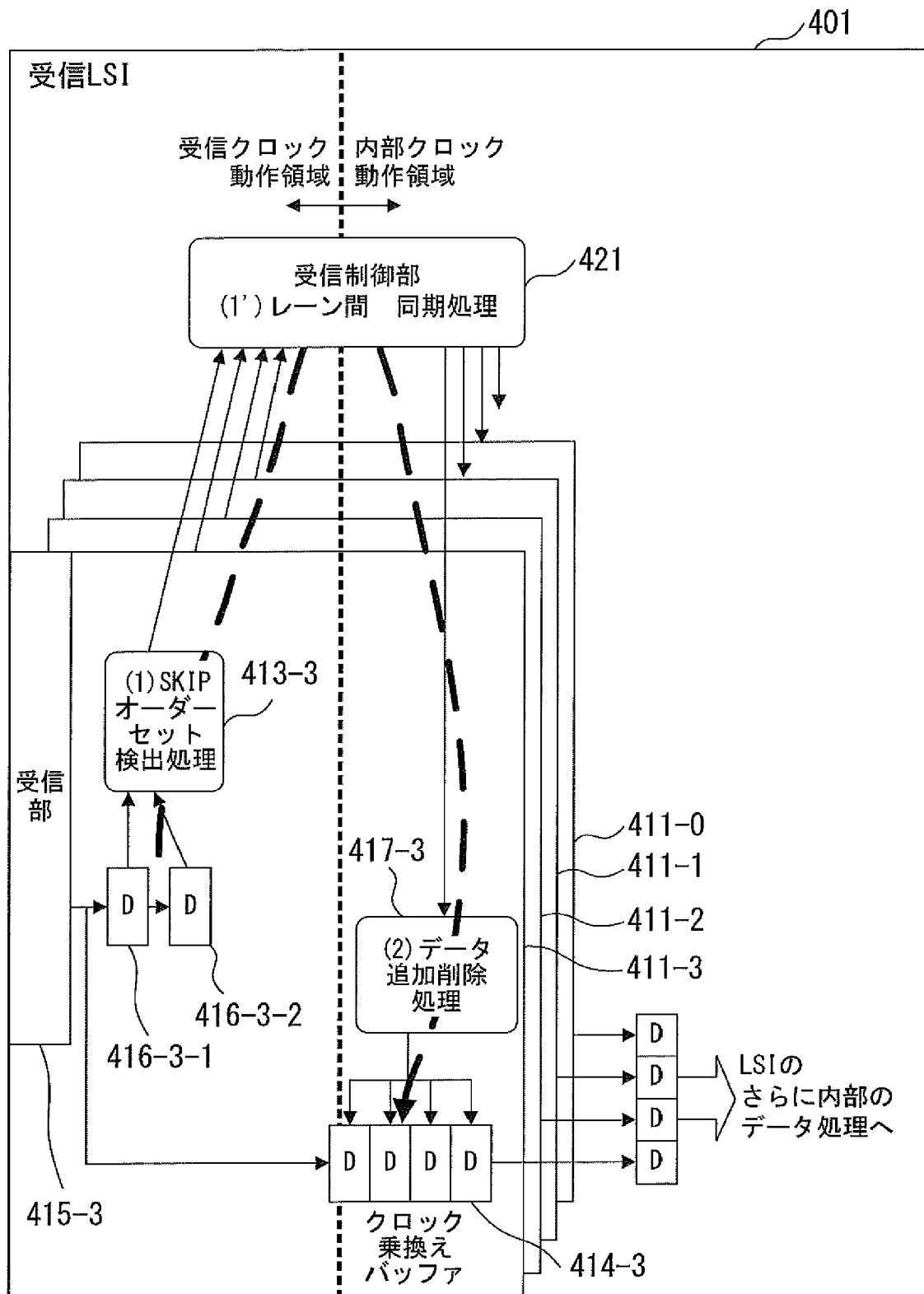
[図8]



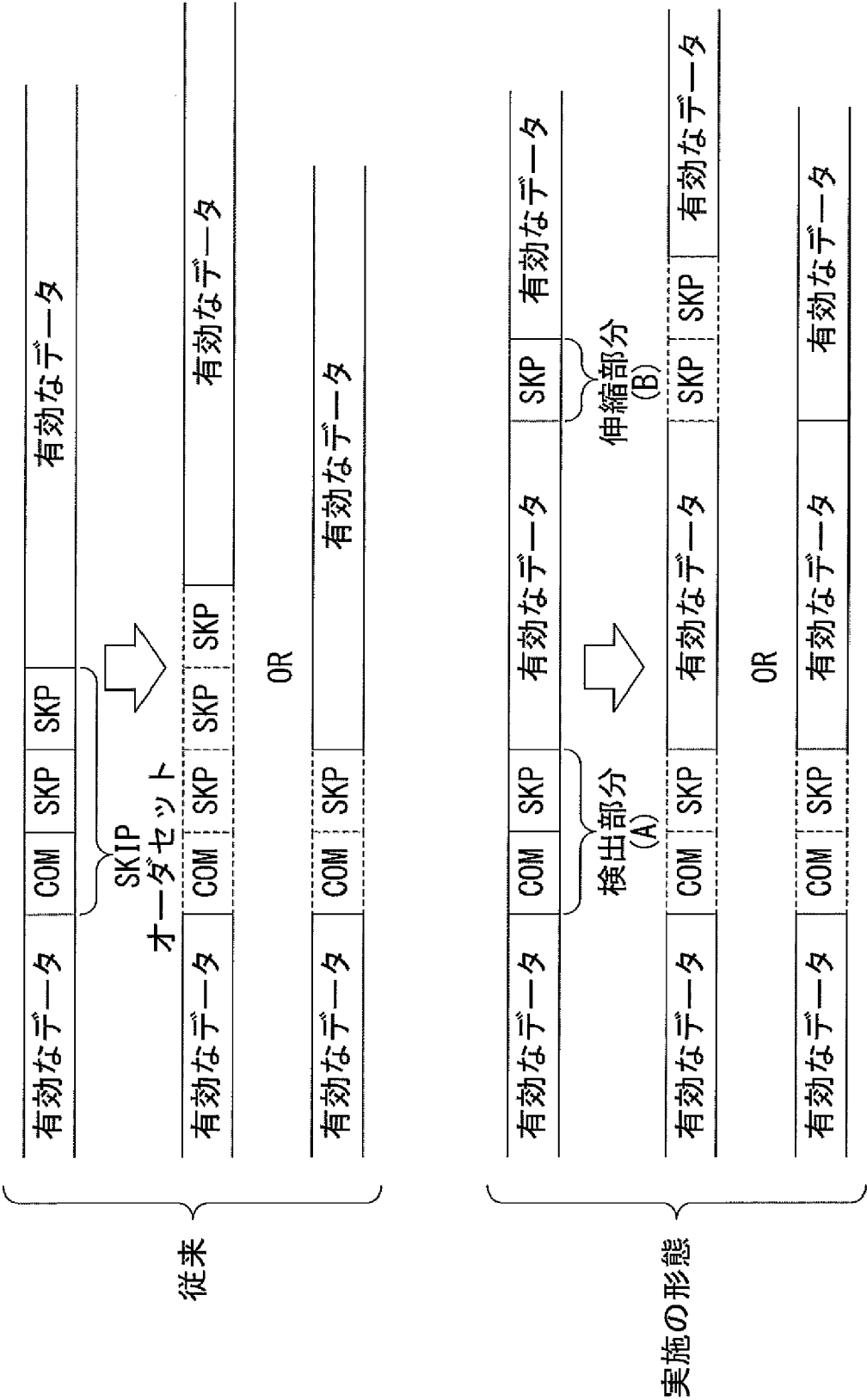
[図9]



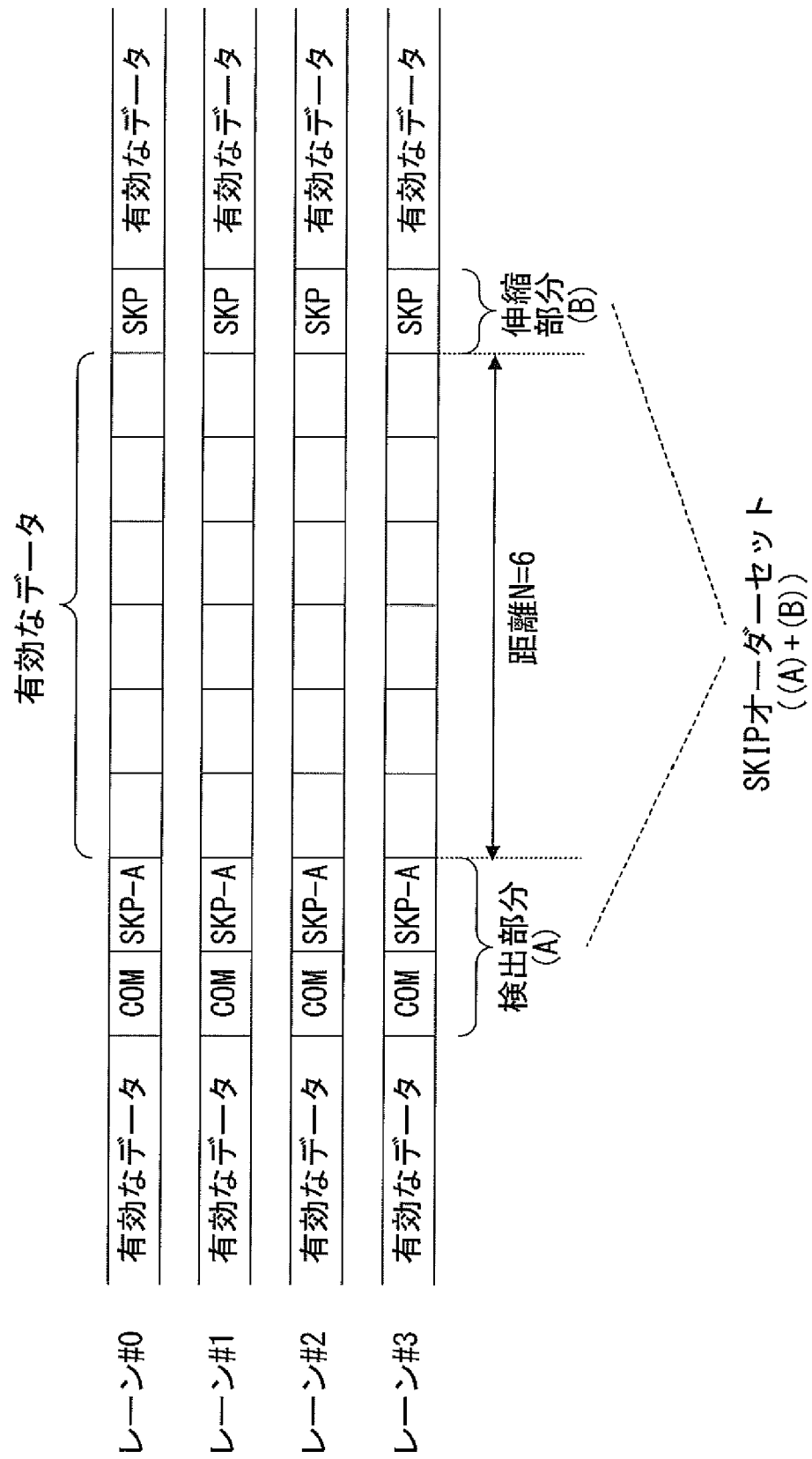
[図10]



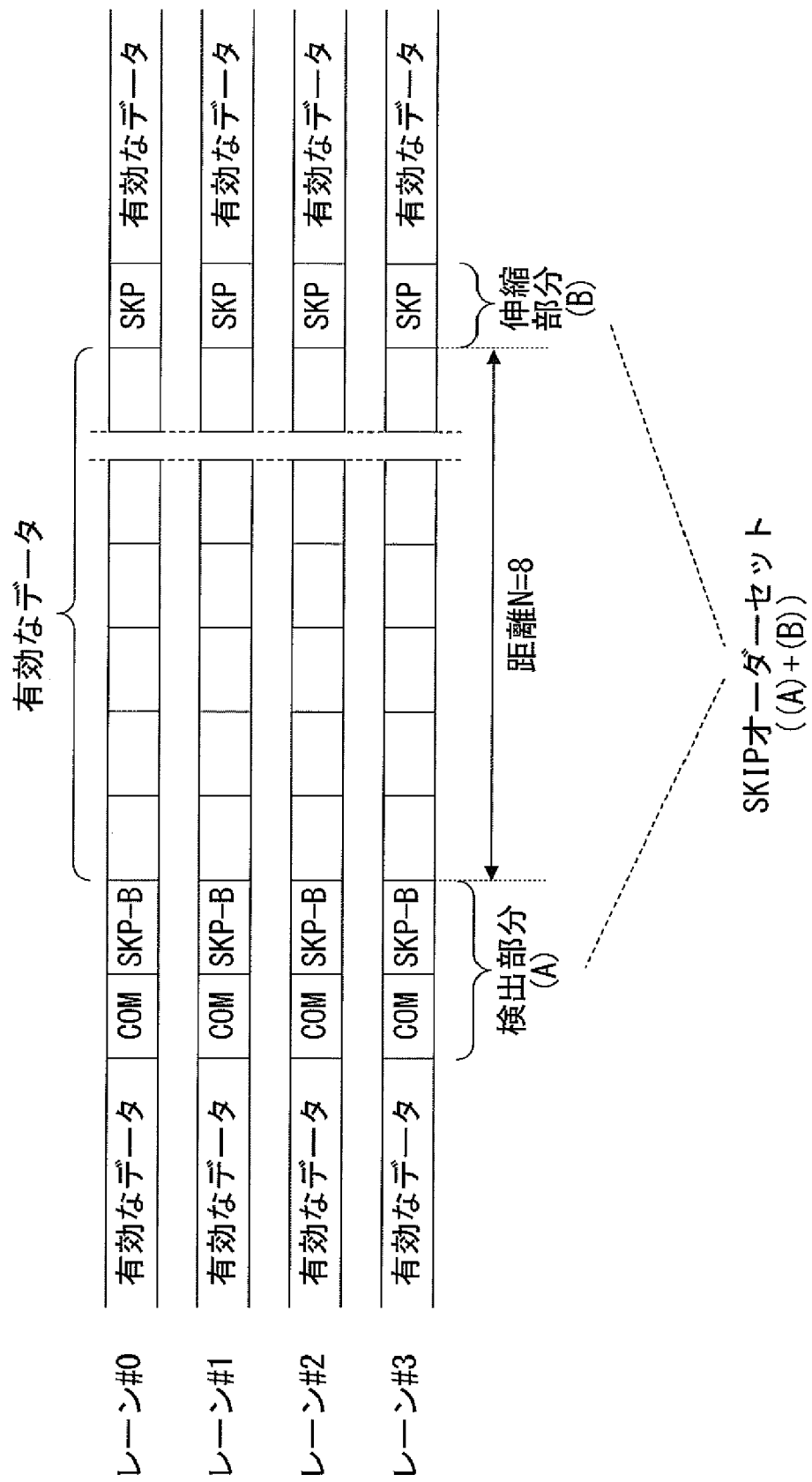
[図11]



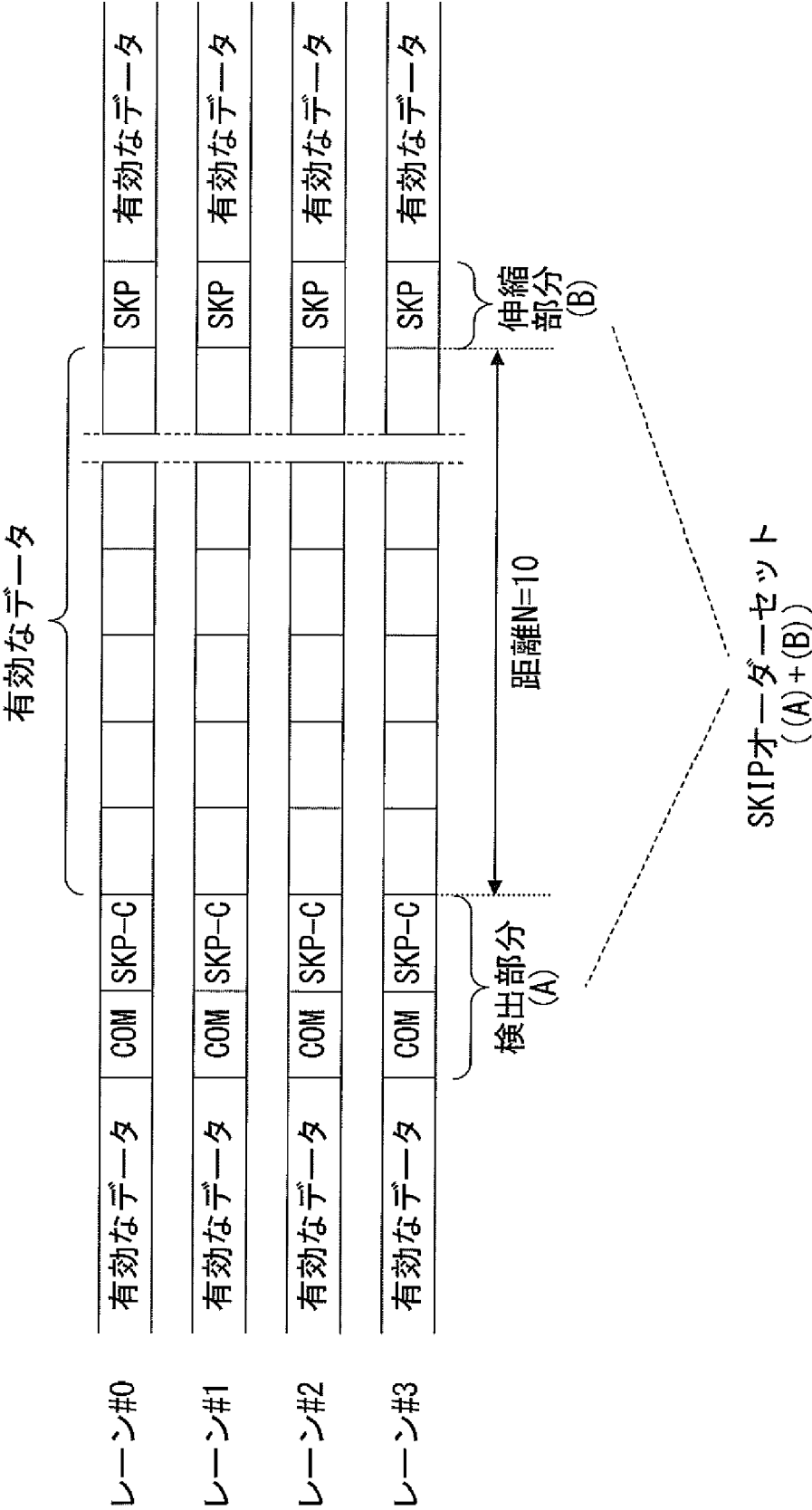
[図12A]



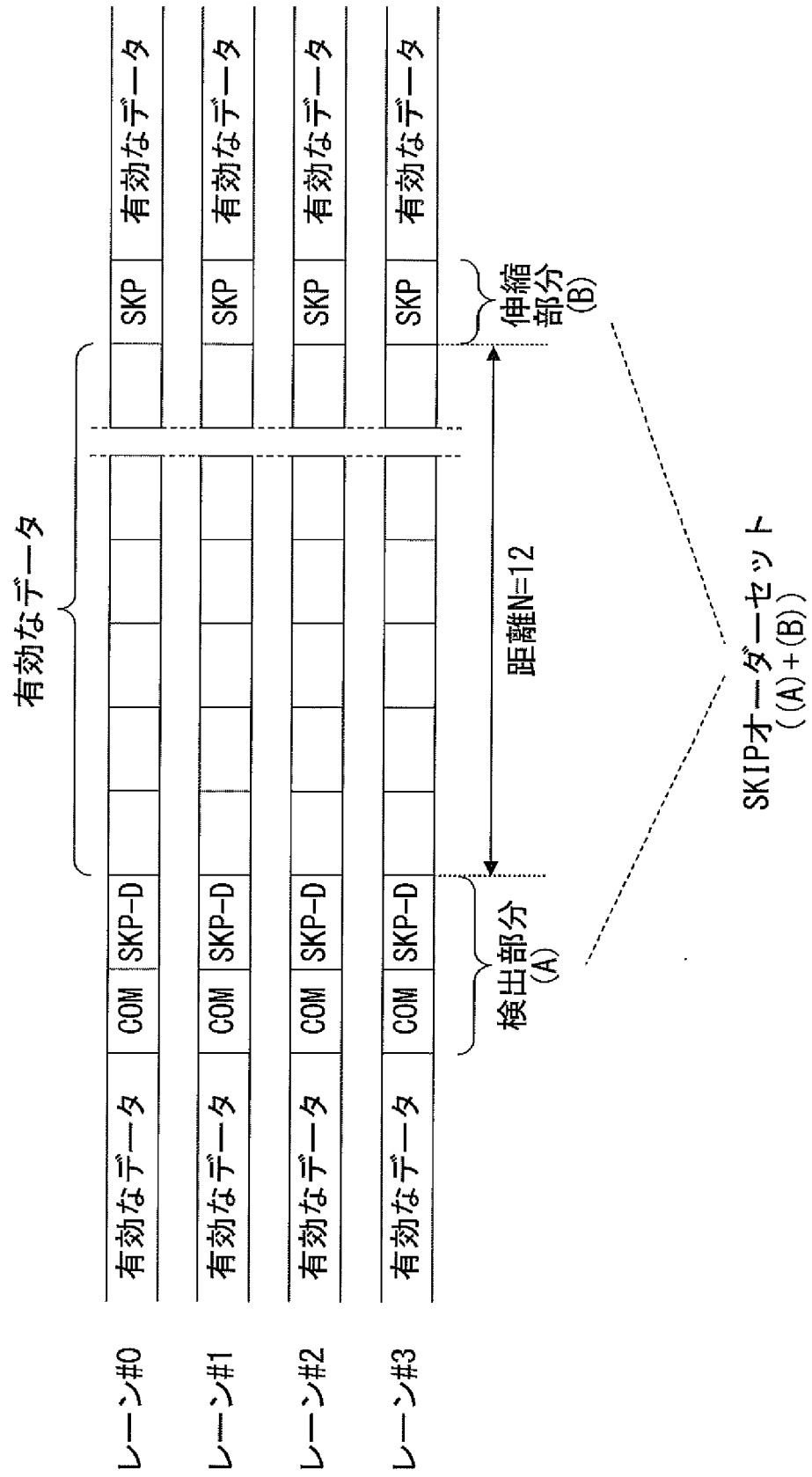
[図12B]



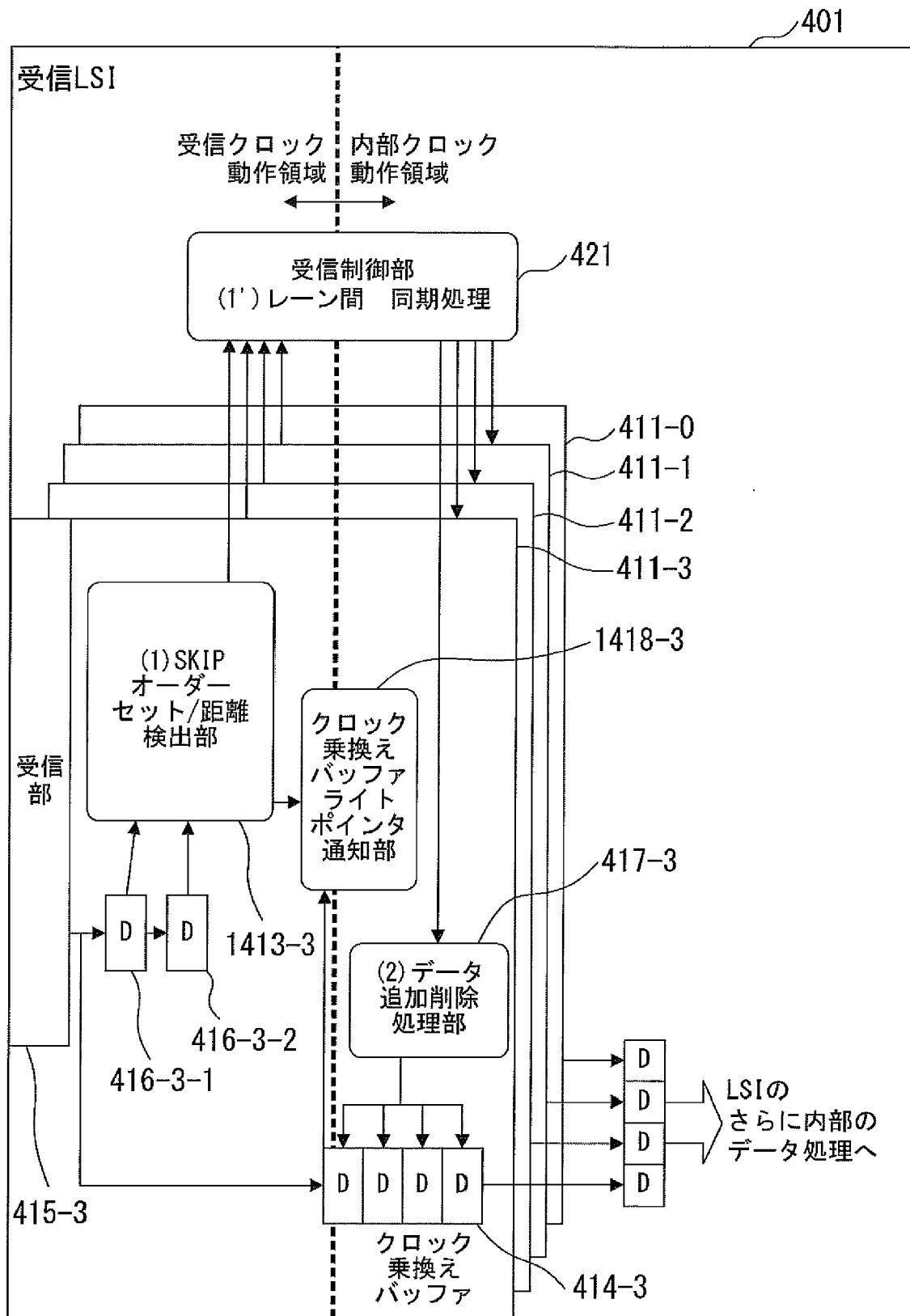
[図12C]



[図12D]



[図13]



t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	
有効データ1						COM SKP-A		有効データ2					
						(イ)							
a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	4	5	6	
有効データ1						COM SKP-A		有効データ2					
t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	
						(ロ)							
						(ハ)							
						(ニ)							
						(ホ)							
						(ヘ)							
						(ト)							
						(チ)							
						(リ)							
						(カ)							
						(キ)							
						(ク)							
						(ケ)							
						(コ)							
						(サ)							
						(シ)							
						(ス)							
						(セ)							
						(ソ)							
						(タ)							
						(チ)							
						(ツ)							
						(テ)							
						(ト)							
						(ナ)							
						(ニ)							
						(ホ)							
						(ヘ)							
						(ト)							
						(チ)							
						(リ)							
						(カ)							
						(キ)							
						(ク)							
						(ケ)							
						(コ)							
						(サ)							
						(シ)							
						(ス)							
						(セ)							
						(ソ)							
						(タ)							
						(チ)							
						(ツ)							
						(テ)							
						(ト)							
						(ナ)							
						(ニ)							
						(ホ)							
						(ヘ)							
						(ト)							
						(チ)							
						(リ)							
						(カ)							
						(キ)							
						(ク)							
						(ケ)							
						(コ)							
						(サ)							
						(シ)							
						(ス)							
						(セ)							
						(ソ)							
						(タ)							
						(チ)							
						(ツ)							
						(テ)							
						(ト)							
						(ナ)							
						(ニ)							
						(ホ)							
						(ヘ)							
						(ト)							
						(チ)							
						(リ)							
						(カ)							
						(キ)							
						(ク)							
						(ケ)							
						(コ)							
						(サ)							
						(シ)							
						(ス)							
						(セ)							
						(ソ)							
						(タ)							
						(チ)							
						(ツ)							
						(テ)							
						(ト)							
						(ナ)							
						(ニ)							
						(ホ)							
						(ヘ)							
						(ト)							
						(チ)							
						(リ)							
						(カ)							
						(キ)							
						(ク)							
						(ケ)							
						(コ)							
						(サ)							
						(シ)							
						(ス)							
						(セ)							
						(ソ)							
						(タ)							
						(チ)							
						(ツ)							
						(テ)							
						(ト)							
						(ナ)							

(1)受信クロック

(2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ

(3) SKIPオーダーセット検出部(A)検出・距離N検出

(4) クロック乗換えバッファのライトポイント値

(5) クロック乗換えバツファへの書き込みデータ

(6)内部クロック

(7)検出部分(A)検出通知・距離N通知のクロック乗換え

(8)検出部分(A)検出・距離N・符号追加削除のしゝ間同期

(9)各しーんに通知されたた符号追加削除指示・距離N

(10)検出部分(A)検出時におけるライトポイント値の、クロックへ乗換ええ

(11) 読出機し、更に通知された、読出機部分(A)のライトポイント値

(12)伸縮部分(B)のクロック乗換えバツポイント値(算出値)

(13) クロック乗換えバツファリードポイント値(追加削除しない場合)

(14) クロック乗換えバツファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

(15)クロック乗換えバツファリードポイント値(追加する場合)

(16) クロック乗換えバツファから読出しデータ (追加する場合)

(17)クロック乗換えバツファリードポインタ値(削除する場合)

(18) クロック乗換えバッファからの読み出しデータ(削除する場合)

[illegible]

- (1) 受信クロック
- (2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ
- (3) SKIPオーダーセット検出部(A) 検出・距離N検出
- (4) クロック乗換えバッファのライトポインタ値
- (5) クロック乗換えバッファへの書き込みデータ
- (6) 内部クロック
- (7) 検出部分(A) 検出通知・距離N通知のクロック乗換え
- (8) 検出部分(A) 検出・距離N・符号追加削除のレーン間同期
- (9) 各レーンに通知された符号追加削除指示・距離N
- (10) 検出部分(A) 検出時におけるライトポインタ値の、クロックへ乗換え
- (11) 読出し側に通知された、検出部分(A) 検出時のライトポインタ値
- (12) 伸縮部分(B) のクロック乗換えバッファライトポインタ値(算出値)
- (13) クロック乗換えバッファリードポインタ値(追加削除しない場合)
- (14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)
- (15) クロック乗換えバッファリードポインタ値(追加する場合)
- (16) クロック乗換えバッファから読出しデータ(追加する場合)
- (17) クロック乗換えバッファリードポインタ値(削除する場合)
- (18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12
有効データ1					COM			SKP	有効データ2			
					(イ)							
7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3
					有効データ1							
					COM			SKP	COM			
T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
					(ク)			(カ)				
					(I)			(キ)				
					(カ)			(キ)				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	e	e	
					(ケ)			(ク)				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	2	2	
5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	
					有効データ1			COM				
5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	
					有効データ1			COM				
5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	
					有効データ1			COM				

(18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

[図15B]

	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20	t21	t22	t23	t24	t25	t26	t27
有効データ2															
有効データ3															
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	
有効データ2															
有効データ3															
T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e	e
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0
SKIP	SKIP														
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f
SKIP	SKIP														
1	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1
SKIP															

(1)受信クロック

(2)SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ

(3)SKIPオーダーセット検出

(4)クロック乗換えバッファのライトポイント値

(5)クロック乗換えバッファへの書き込みデータ

(6)内部クロック

(7)SKIPオーダーセット検出通知のクロック乗換え

(8)SKIPオーダーセット検出・符号追加削除のレーン間同期

(9)各レーンに通知された符号追加削除指示

(10)SKIPオーダーセット検出時のライトポイント値の、
クロックへ乗換え(11)読出し側に通知された、SKIPオーダーセット検出時の
ライトポイント値

(12)伸縮部分のクロック乗換えバッファライトポイント値(算出値)

(13)クロック乗換えバッファリードポイント値(追加削除しない場合)

(14)クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)

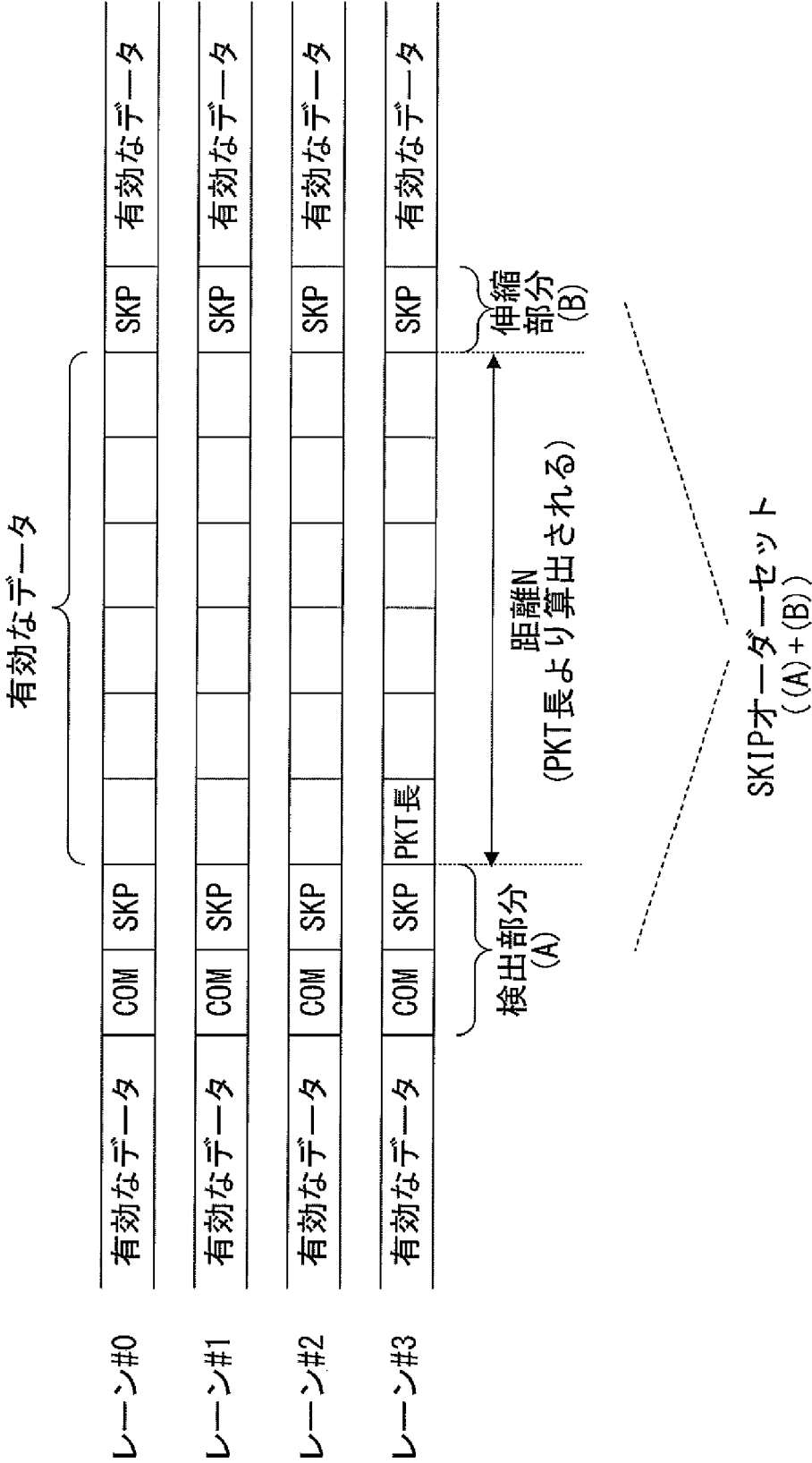
(15)クロック乗換えバッファリードポイント値(追加する場合)

(16)クロック乗換えバッファから読出しデータ(追加する場合)

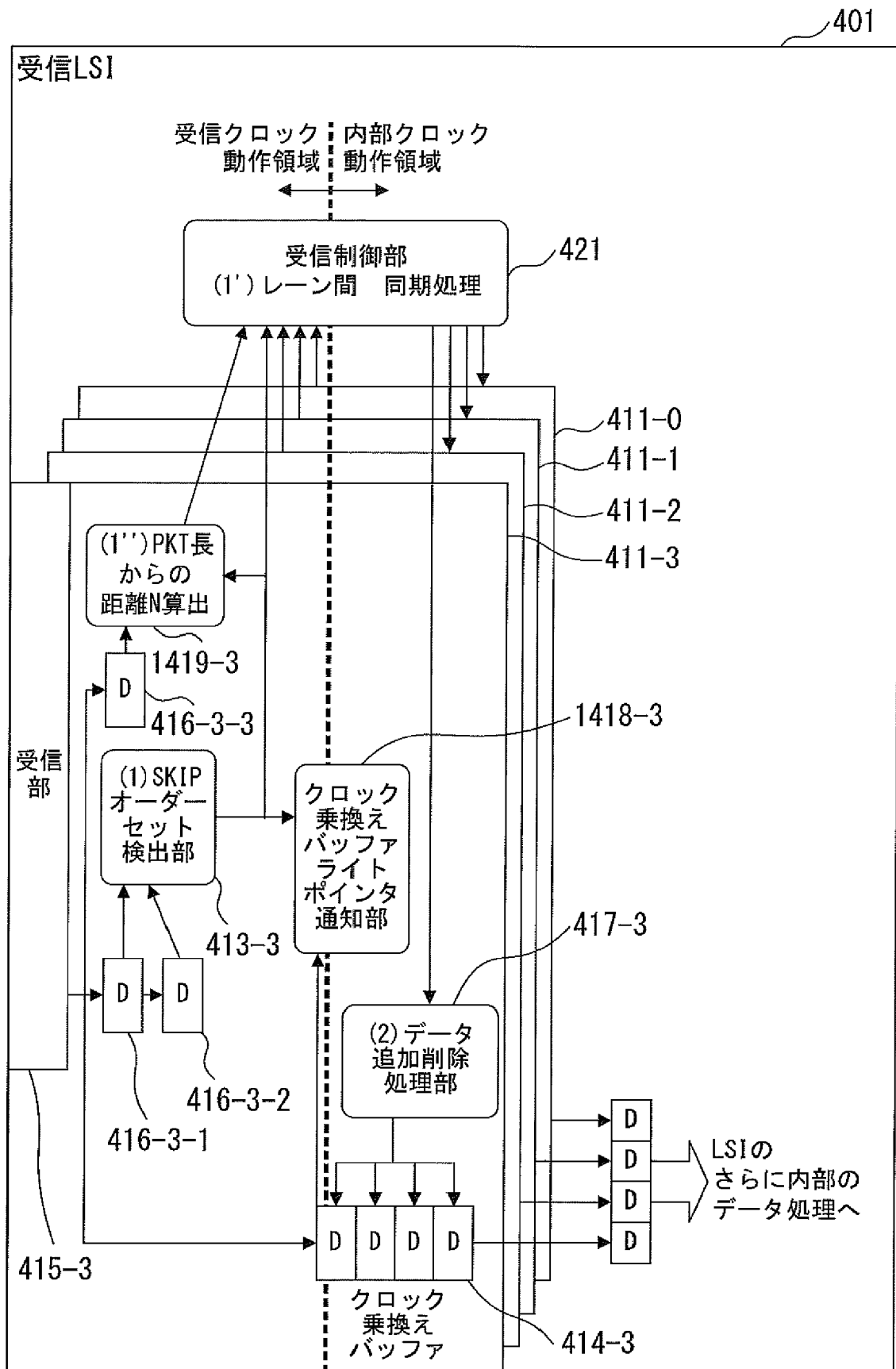
(17)クロック乗換えバッファリードポイント値(削除する場合)

(18)クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

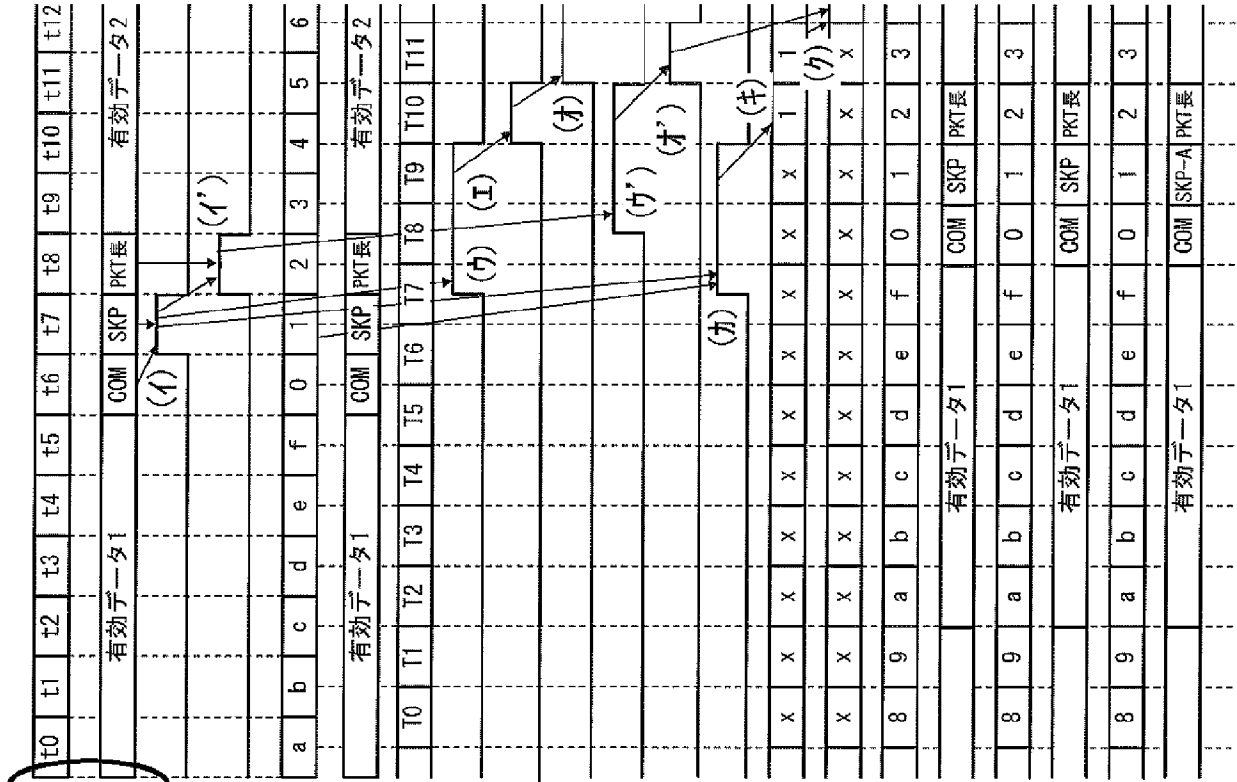
[図16]



[図17]



[図18A]



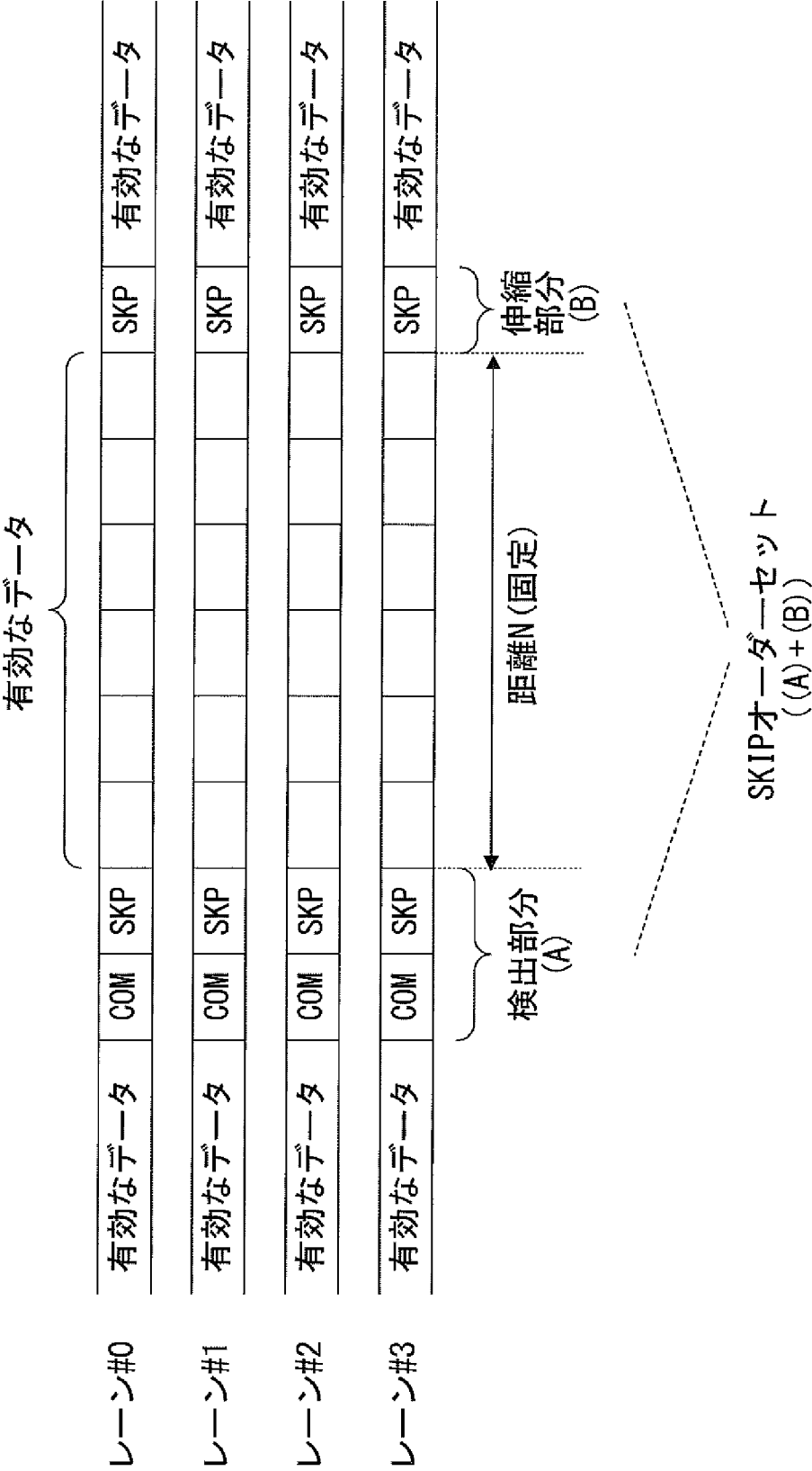
- (1) 受信クロック
- (2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ
- (3) SKIPオーダーセット検出部 (A) 検出・距離N検出
- (3') 距離N検出 (レーン#3のみ)
- (4) クロック乗換えバッファのライトポイント値
- (5) クロック乗換えバッファへの書き込みデータ
- (6) 内部クロック
- (7) 検出部分 (A) 検出通知・距離N通知のクロック乗換え
- (8) 検出部分 (A) 検出・距離N・符号追加削除のレーン間同期
- (9) 各レーンに通知された符号追加削除指示
- (7') 距離N通知のクロック乗換え
- (9') 各レーンに通知された距離N
- (10) 検出部分 (A) 検出時におけるライトポイント値の、クロックへ乗換え
- (11) 読出し側に通知された、検出部分 (A) 検出時のライトポイント値
- (12) 伸縮部分 (B) のクロック乗換えバッファライトポイント値 (算出値)
- (13) クロック乗換えバッファリードポイント値 (追加削除しない場合)
- (14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ (追加削除しない場合)
- (15) クロック乗換えバッファリードポイント値 (追加する場合)
- (16) クロック乗換えバッファから読出しデータ (追加する場合)
- (17) クロック乗換えバッファリードポイント値 (削除する場合)
- (18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ (削除する場合)

[図18B]

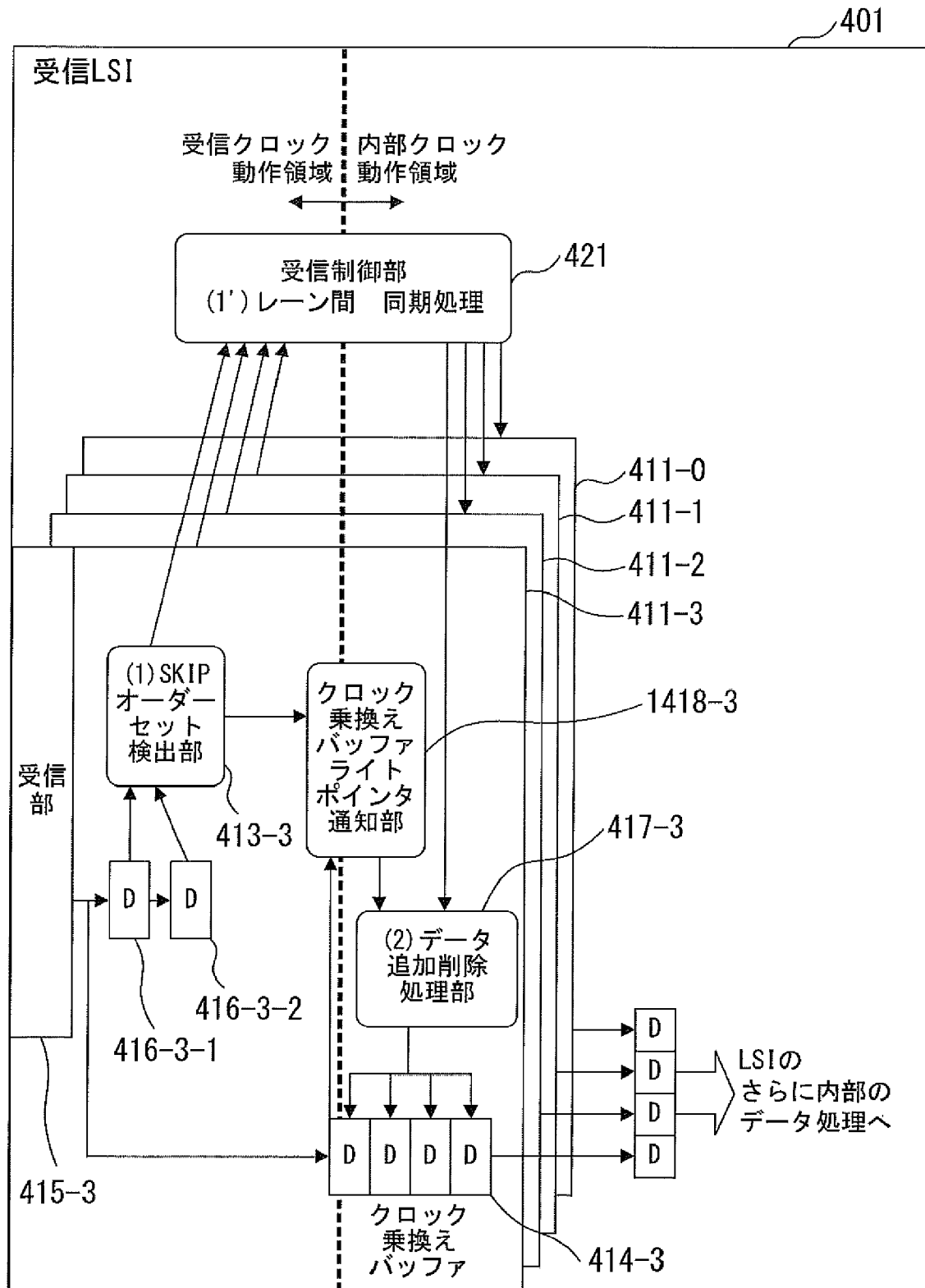
t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20	t21	t22	t23	t24	t25	t26	t27	
	SKP														
7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	4	5	
	SKP														
T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3
有効データ2			SKP				有効データ3						有効データ4		
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	
有効データ2			SKP	SKP			有効データ3						有効データ4		
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3
有効データ2							有効データ3						有効データ4		

- (1) 受信クロック
- (2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ
- (3) SKIPオーダーセット検出部(A)検出・距離N検出
- (3') 距離N検出(レーン#3のみ)
- (4) クロック乗換えバッファのライトポイント値
- (5) クロック乗換えバッファへの書き込みデータ
- (6) 内部クロック
- (7) 検出部分(A)検出通知・距離N通知のクロック乗換え
- (8) 検出部分(A)検出・距離N・符号追加削除のレーン間同期
- (9) 各レーンに通知された符号追加削除指示
- (7') 距離N通知のクロック乗換え
- (9') 各レーンに通知された距離N
- (10) 検出部分(A)検出時におけるライトポイント値の、クロック乗換え
- (11) 読出し側に通知された、検出部分(A)検出時のライトポイント値
- (12) 伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファライトポイント値(算出値)
- (13) クロック乗換えバッファリードポイント値(追加削除しない場合)
- (14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)
- (15) クロック乗換えバッファリードポイント値(追加する場合)
- (16) クロック乗換えバッファから読出しデータ(追加する場合)
- (17) クロック乗換えバッファリードポイント値(削除する場合)
- (18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

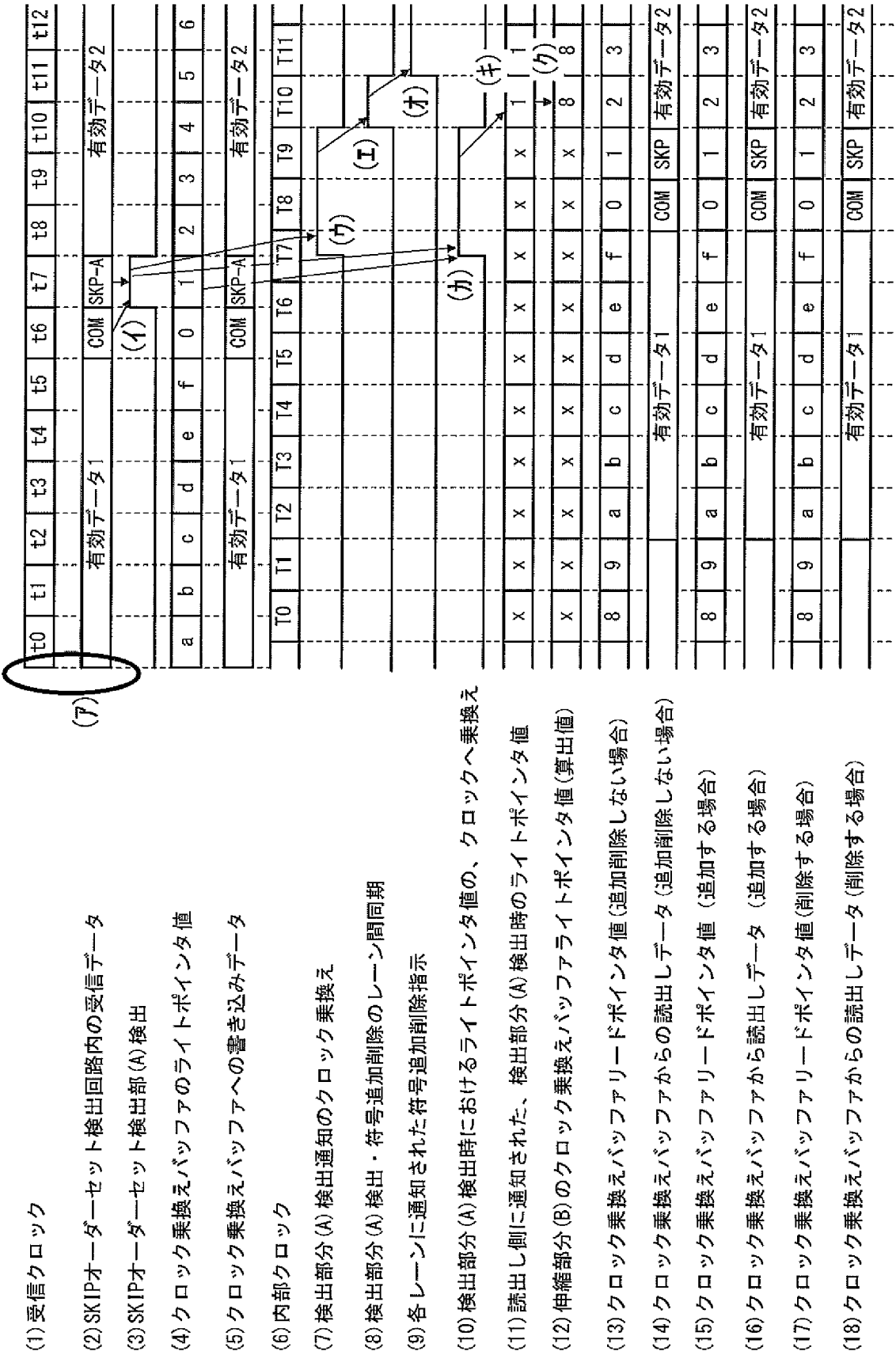
[図19]



[図20]



[図21A]



t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20	t21	t22	t23	t24	t25	t26	t27		
有効データ3							有効データ4									
7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	4	5		
有効データ3							有効データ4									
t12	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20	t21	t22	t23	t24	t25	t26	t27	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	
有効データ2							有効データ3								有効データ4	
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	
有効データ2							有効データ3								有効データ4	
4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f	0	1	2	3	
有効データ2							有効データ3								有効データ4	

- (1) 受信クロック
- (2) SKIPオーダーセット検出回路内の受信データ
- (3) SKIPオーダーセット検出部(A) 検出
- (4) クロック乗換えバッファのライトポインタ値
- (5) クロック乗換えバッファへの書き込みデータ
- (6) 内部クロック
- (7) 検出部分(A) 検出通知のクロック乗換え
- (8) 検出部分(A) 検出・符号追加削除のレーン間同期
- (9) 各レーンに通知された符号追加削除指示
- (10) 検出部分(A) 検出時におけるライトポインタ値の、クロックへ乗換え
- (11) 読出し側に通知された、検出部分(A) 検出時のライトポインタ値
- (12) 伸縮部分(B)のクロック乗換えバッファライトポインタ値(算出値)
- (13) クロック乗換えバッファリードポインタ値(追加削除しない場合)
- (14) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(追加削除しない場合)
- (15) クロック乗換えバッファリードポインタ値(追加する場合)
- (16) クロック乗換えバッファから読出しデータ(追加する場合)
- (17) クロック乗換えバッファリードポインタ値(削除する場合)
- (18) クロック乗換えバッファからの読出しデータ(削除する場合)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/068868

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L7/00(2006.01)i, G06F13/42(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)

H04L7/00, G06F13/42

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-49635 A (Renesas Electronics Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text & US 2011/0051934 A1 & CN 101997670 A	1-18
A	JP 2011-250183 A (NEC System Technologies, Ltd.), 08 December 2011 (08.12.2011), entire text (Family: none)	1-18

☐ 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
14 October, 2014 (14.10.14)

Date of mailing of the international search report
28 October, 2014 (28.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04L7/00(2006.01)i, G06F13/42(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（I P C））

Int.Cl. H04L7/00, G06F13/42

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2011-49635 A（ルネサスエレクトロニクス株式会社）2011.03.10, 全文 & US 2011/0051934 A1 & CN 101997670 A	1-18
A	JP 2011-250183 A（NECシステムテクノロジー株式会社） 2011.12.08, 全文 (ファミリーなし)	1-18

☐ 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

1 4 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

阿部 弘

5 K

9 3 8 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 5 6