

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号

特開2022-144911

(P2022-144911A)

(43)公開日 令和4年10月3日(2022.10.3)

(51)国際特許分類

F I

G 0 6 F	3/044(2006.01)	G 0 6 F	3/044	B
G 0 6 F	3/041(2006.01)	G 0 6 F	3/041	4 1 2
G 0 6 F	3/03 (2006.01)	G 0 6 F	3/03	4 0 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全18頁)

(21)出願番号	特願2021-46112(P2021-46112)	(71)出願人	000139403 株式会社ワコム 埼玉県加須市豊野台2丁目510番地1
(22)出願日	令和3年3月19日(2021.3.19)	(74)代理人	100130982 弁理士 黒瀬 泰之
		(72)発明者	宮本 雅之 埼玉県加須市豊野台二丁目510番地1 株式会社ワコム内

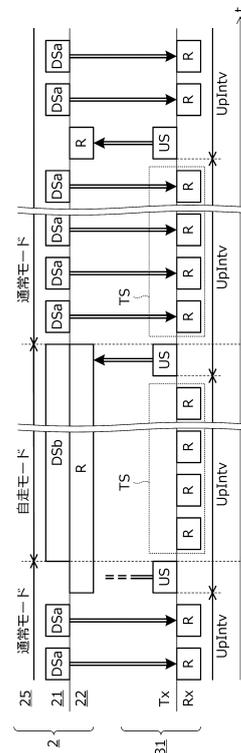
(54)【発明の名称】 アクティブペン、センサコントローラ、及び位置検出装置

(57)【要約】

【課題】アップリンク信号の受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことを防止する。

【解決手段】アクティブペン2は、アップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として決定される一連の時間スロットTSを用いてセンサコントローラ31との通信を行うアクティブペン2であって、アップリンク信号USが受信されたか否かを判定し、アップリンク信号USが受信されたと判定した場合に、一連の時間スロットTS内の時間を用いてダウンリンク信号DSaを送信する一方、アップリンク信号USが受信されなかったと判定した場合に、一連の時間スロットTS内の時間及び一連の時間スロットTS外の時間の両方を用いて、一連の時間スロットTSそれぞれの時間長よりも短い時間長の単位信号の繰り返しからなるダウンリンク信号DSbを送信する。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

アップリンク信号の受信タイミングを基準時刻として決定される一連の時間スロットを用いてセンサコントローラとの通信を行うアクティブペンであって、

前記アップリンク信号が受信されたか否かを判定し、

前記アップリンク信号が受信されたと判定した場合に、前記一連の時間スロット内の時間を用いて前記第 1 のダウンリンク信号を送信する一方、

前記アップリンク信号が受信されなかったと判定した場合に、前記一連の時間スロット内の時間及び前記一連の時間スロット外の時間の両方を用いて、前記一連の時間スロットそれぞれの時間長よりも短い時間長の単位信号の繰り返しからなる第 2 のダウンリンク信号を送信する、

アクティブペン。

【請求項 2】

前記第 2 のダウンリンク信号は、時間的に隣接する 2 つの前記単位信号の間に互いに異なる長さのギャップを含む第 1 の信号及び第 2 の信号を含む、

請求項 1 に記載のアクティブペン。

【請求項 3】

ペン先に加わった圧力を検出することによって第 1 のビット数の筆圧値を取得する圧力センサを含み、

前記第 1 のダウンリンク信号は前記筆圧値によって変調された信号を含み、

前記第 1 の信号を構成する前記単位信号は、前記筆圧値のうち上位所定数ビットの一部によって変調された信号を含み、

前記第 2 の信号を構成する前記単位信号は、前記筆圧値のうち前記上位所定数ビットの残部によって変調された信号を含む、

請求項 2 に記載のアクティブペン。

【請求項 4】

前記第 1 の信号及び前記第 2 の信号それぞれの中に一部分ずつ配置される前記筆圧値は、前記アップリンク信号の 1 送信周期の間に 2 回以上更新される、

請求項 3 に記載のアクティブペン。

【請求項 5】

前記第 2 のダウンリンク信号の送信と並行して、前記アップリンク信号の検出動作を行う、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のアクティブペン。

【請求項 6】

互いに異なる第 1 の電極及び第 2 の電極と、

前記第 1 の電極の電位に変化を与えることで前記第 1 のダウンリンク信号及び前記第 2 のダウンリンク信号を送信する送信回路と、

前記第 2 の電極の電位の変化を検出することにより前記アップリンク信号を受信する受信回路と、

前記第 1 の電極の電位の変化が前記受信回路により受信された前記アップリンク信号の電位に影響することを阻止するストップフィルタと、

を含む請求項 5 に記載のアクティブペン。

【請求項 7】

電極及びコイルと、

前記電極の電位に変化を与えることで前記第 1 のダウンリンク信号及び前記第 2 のダウンリンク信号を送信する送信回路と、

前記コイルに生ずる誘導電流を検出することにより前記アップリンク信号を受信する受信回路と、

を含む請求項 5 に記載のアクティブペン。

【請求項 8】

10

20

30

40

50

センサコントローラとの通信を行うアクティブペンであって、
電極及びコイルと、
前記電極の電位に変化を与えることで、前記センサコントローラに対してダウンリンク
信号を送信する送信回路と、
前記コイルに生ずる誘導電流を検出することにより、前記センサコントローラが送信し
たアップリンク信号を受信する受信回路と、
を含むアクティブペン。

【請求項 9】

請求項 1 に記載のアクティブペンと通信を行うセンサコントローラであって、
前記一連の時間スロットのうちの一つにおいて検出された信号にギャップが含まれるか
否かを判定し、
含まれる判定した場合には、前記検出された信号を前記第 1 のダウンリンク信号として
復調する一方、
含まれていないと判定した場合には、前記検出された信号を前記第 2 のダウンリンク信
号として復調する、
センサコントローラ。

10

【請求項 10】

前記第 2 のダウンリンク信号は、時間的に隣接する 2 つの前記単位信号の間に互いに異
なる長さのギャップを含む第 1 の信号及び第 2 の信号を含み、
前記一連の時間スロットのうちの一つにおいて検出された信号にギャップが含まれると
判定した場合に、含まれていた前記ギャップの長さに基づき、前記検出された信号を前記
第 1 の信号及び前記第 2 の信号のいずれか一方として復調する、
請求項 9 に記載のセンサコントローラ。

20

【請求項 11】

タッチ面内におけるアクティブペンの位置を検出する位置検出装置であって、
前記タッチ面内に配置された 1 以上のループコイルと、
前記タッチ面内に配置された複数のセンサ電極と、
前記 1 以上のループコイルのそれぞれにアップリンク信号を供給することにより前記ア
クティブペンに対して前記アップリンク信号を送信するとともに、前記複数のセンサ電極
それぞれの電位の変化を検出することにより前記アクティブペンが送信したダウンリンク
信号を受信するセンサコントローラと、
を含む位置検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はアクティブペン、センサコントローラ、及び位置検出装置に関し、特に、互い
に双方向に通信を行うアクティブペン及びセンサコントローラと、そのようなセンサコン
トローラを含む位置検出装置とに関する。

【背景技術】

【0002】

センサコントローラからアップリンク信号を受信し、センサコントローラに対してダウ
ンリンク信号を送信するよう構成されたアクティブペンが知られている。特許文献 1 には
、この種のアクティブペンの例が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 6059410 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

50

特許文献 1 にも記載されているように、アクティブペンは、アップリンク信号の受信タイミングを基準時刻として決定される時間スロットを用いて、ダウンリンク信号の送信を行うよう構成される。したがって、アクティブペンがダウンリンク信号の送信を行うためには、アップリンク信号を受信できている必要がある。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、例えばディスプレイの画素を駆動するための信号のようなノイズがアップリンク信号に重畳することがあり、その結果として、アクティブペンがアップリンク信号の受信に失敗してしまうことがある。そうすると、アクティブペンがダウンリンク信号を送信できなくなり、ペン入力による描画が止まってしまうので、改善が必要とされていた。

10

【 0 0 0 6 】

したがって、本発明の目的の一つは、アップリンク信号の受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことを防止できるアクティブペン及びセンサコントローラを提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の第 1 の側面によるアクティブペンは、アップリンク信号の受信タイミングを基準時刻として決定される一連の時間スロットを用いてセンサコントローラとの通信を行うアクティブペンであって、前記アップリンク信号が受信されたか否かを判定し、前記アップリンク信号が受信されたと判定した場合に、前記一連の時間スロット内の時間を用いて前記第 1 のダウンリンク信号を送信する一方、前記アップリンク信号が受信されなかったと判定した場合に、前記一連の時間スロット内の時間及び前記一連の時間スロット外の時間の両方を用いて、前記一連の時間スロットそれぞれの時間長よりも短い時間長の単位信号の繰り返しからなる第 2 のダウンリンク信号を送信する、アクティブペンである。

20

【 0 0 0 8 】

本発明の第 1 の側面によるセンサコントローラは、本発明の第 1 の側面によるアクティブペンと通信を行うセンサコントローラであって、前記一連の時間スロットのうちの 1 つにおいて検出された信号にギャップが含まれるか否かを判定し、含まれる判定した場合には、前記検出された信号を前記第 1 のダウンリンク信号として復調する一方、含まれていないと判定した場合には、前記検出された信号を前記第 2 のダウンリンク信号として復調する、センサコントローラである。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の第 2 の側面によるアクティブペンは、センサコントローラとの通信を行うアクティブペンであって、電極及びコイルと、前記電極の電位に変化を与えることで、前記センサコントローラに対してダウンリンク信号を送信する送信回路と、前記コイルに生ずる誘導電流を検出することにより、前記センサコントローラが送信したアップリンク信号を受信する受信回路と、を含むアクティブペンである。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 2 の側面による位置検出装置は、タッチ面内におけるアクティブペンの位置を検出する位置検出装置であって、前記タッチ面内に配置された 1 以上のループコイルと、前記タッチ面内に配置された複数のセンサ電極と、前記 1 以上のループコイルのそれぞれにアップリンク信号を供給することにより前記アクティブペンに対して前記アップリンク信号を送信するとともに、前記複数のセンサ電極それぞれの電位の変化を検出することにより前記アクティブペンが送信したダウンリンク信号を受信するセンサコントローラと、を含む位置検出装置である。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 1 】

本発明の第 1 の側面によれば、アクティブペンがアップリンク信号の受信に失敗し、時間スロットの時間的位置が分からなくなったとしても、アクティブペンからのダウンリンク信号の送信を継続できるので、アップリンク信号の受信失敗によりペン入力による描画

50

が止まってしまうことを防止できる。

【0012】

本発明の第2の側面によれば、静電結合方式に比べてノイズの影響を受けにくい電磁誘導方式によりアップリンク信号を送信することができるので、アップリンク信号の受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本発明の第1の実施の形態による位置検出システム1の構成を示す図である。

【図2】図1に示したセンサ30aの平面図である。

【図3】図1に示した処理回路26dの状態遷移図である。

10

【図4】アクティブペン2及びセンサコントローラ31の動作を説明する図である。

【図5】アクティブペン2及びセンサコントローラ31の動作を説明する図である。

【図6】(a)は、図5に示したダウンリンク信号DSbの構成を示す図であり、(b)及び(c)はそれぞれ、ダウンリンク信号DSbの変調をDBPSKによって行う場合におけるチップ信号TIP及びリング信号RINGの構成を示す図であり、(d)及び(e)はそれぞれ、ダウンリンク信号DSbの変調をDQPSKによって行う場合におけるチップ信号TIP及びリング信号RINGの構成を示す図である。

【図7】図1に示した処理回路26dが行う処理を示す処理フロー図である。

【図8】図1に示したセンサコントローラ31が行う処理を示す処理フロー図である。

【図9】図1に示したセンサコントローラ31が行う処理を示す処理フロー図である。

20

【図10】本発明の第2の実施の形態による位置検出システム1の構成を示す図である。

【図11】図10に示したセンサ30bの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施の形態について詳細に説明する。

【0015】

図1は、本発明の実施の形態による位置検出システム1の構成を示す図である。同図に示すように、位置検出システム1は、アクティブペン2と、アクティブペン2を検出する位置検出装置である電子機器3とを備えて構成される。

30

【0016】

電子機器3は、例えばタブレットコンピュータやデジタイザなどのタッチ面3aを有するコンピュータである。電子機器3内には、タッチ面3aの直下に配置されたセンサ30aと、センサ30aに接続されたセンサコントローラ31と、センサ30aと重畳して配置されたディスプレイ32と、これらを含む電子機器3の各部を制御するホストプロセッサ33とが設けられる。

【0017】

ホストプロセッサ33は電子機器3の中央処理装置であり、図示しないメモリから各種のプログラムを読み出し、実行するように構成される。こうして実行されるプログラムには、電子機器3のオペレーティングシステムや描画アプリケーションを含む各種のアプリケーションが含まれる。このうち描画アプリケーションは、センサコントローラ31から供給される位置及びデータに基づいてデジタルインクを生成し、電子機器3内のメモリに記憶する処理や、生成したデジタルインクをレンダリングし、その結果を示す映像信号を生成してディスプレイ32に供給する処理を実行するためのプログラムである。ディスプレイ32は、ホストプロセッサ33から供給される映像信号を表示する装置であり、例えば液晶ディスプレイ又は有機ELディスプレイによって構成される。

40

【0018】

センサコントローラ31は、センサ30aを介してアクティブペン2と双方向に通信することによって、タッチ面3a内におけるアクティブペン2の位置を導出するとともに、アクティブペン2からデータを取得し、導出した位置及び取得したデータを、都度ホスト

50

プロセッサ 33 に供給する機能を有する集積回路である。本実施の形態においては、センサコントローラ 31 とアクティブペン 2 の間の通信は、双方向ともに、電子機器 3 側の電極（後述するセンサ電極 30x, 30y）と、アクティブペン 2 側の電極（後述するペン先電極 21 及びリング電極 22）との間に形成される静電容量を介して行う静電結合方式の通信によって行われる。以下では、センサコントローラ 31 からアクティブペン 2 に対して送信される信号をアップリンク信号 US と称し、アクティブペン 2 からセンサコントローラ 31 に対して送信される信号をダウンリンク信号 DS と称する。

【0019】

図 2 は、センサ 30a の平面図である。同図に示すように、センサ 30a は、タッチ面 3a 内に配置された各複数のセンサ電極 30x, 30y を含んで構成される。複数のセンサ電極 30x は、それぞれ図示した y 方向に延在する導電体であり、図示した x 方向に等間隔で並置される。また、複数のセンサ電極 30y は、それぞれ図示した x 方向に延在する導電体であり、図示した y 方向に等間隔で並置される。センサコントローラ 31 は、複数のセンサ電極 30x 及び複数のセンサ電極 30y の一方の電位に変化を与えることで、アクティブペン 2 に対してアップリンク信号 US を送信する。センサコントローラ 31 はまた、各複数のセンサ電極 30x, 30y それぞれの電位の変化を検出することにより、アクティブペン 2 が送信したダウンリンク信号 DS を受信する。

10

【0020】

ここで、電子機器 3 は所謂「インセル型」の位置検出装置であり、センサ 30a を構成する複数のセンサ電極 30x 及び複数のセンサ電極 30y の一方がディスプレイ 32 の共通電極（各画素に共通に接地電位を供給するための電極）を兼ねている。したがってセンサコントローラ 31 は、ディスプレイ 32 内の画素を駆動するタイミングでは、センサ 30a を用いてアップリンク信号 US の送信やダウンリンク信号 DS の受信を行うことができない。そこでセンサコントローラ 31 は、ホストプロセッサ 33 からディスプレイ 32 内の画素を駆動するタイミングを取得し、画素の駆動周期によって定まる一定の周期でアップリンク信号 US の送信を行うとともに、それぞれ画素の駆動インターバルに相当する複数の時間スロットをアップリンク信号 US の送信インターバルに設定し、各時間スロット内の時間を用いてアクティブペン 2 からのダウンリンク信号 DS を受信するよう構成される。

20

【0021】

アップリンク信号 US は、アクティブペン 2 に対する命令を示すコマンドによって変調された信号であり、各送信ビットを所定のチップ列（拡散符号）により拡散してなるパルス波（矩形波）によって構成される。所定のチップ列のチップ長（＝アップリンク信号 US のパルス周期）は例えば 1 μ sec 又は 2 μ sec であり、エッジ期間（立ち上がり期間又は立ち下がり期間）は例えば 10 nsec である。

30

【0022】

一方、ダウンリンク信号 DS は、センサコントローラ 31 にアクティブペン 2 の位置を検出させるための位置信号、又は、アップリンク信号 US により送信を指示されたデータ（後述する筆圧値、スイッチ情報など）によって変調されたデータ信号である。ただし、位置信号の送信は必須ではなく、センサコントローラ 31 は、データ信号からもアクティブペン 2 の位置を検出し得る。ダウンリンク信号 DS の具体的な構成は、直前のアップリンク信号 US の受信の有無によって異なる。以下では、直前にアップリンク信号 US が受信された場合に送信されるダウンリンク信号 DS をダウンリンク信号 DSa（第 1 のダウンリンク信号）と称し、直前にアップリンク信号 US が受信されなかった場合に送信されるダウンリンク信号 DS をダウンリンク信号 DSb（第 2 のダウンリンク信号）と称する。

40

【0023】

ダウンリンク信号 DSa は、センサコントローラ 31 によって設定される一連の時間スロットのそれぞれに分割して送信される信号である。アクティブペン 2 は、直前のアップリンク信号 US の受信タイミングを基準時刻として一連の時間スロットの時間的位置を決

50

定し、決定した各時間スロット内の時間を用いてダウンリンク信号 D S a の送信を行う。

【 0 0 2 4 】

ここで、アクティブペン 2 は、1 送信周期 U p I n t v の間に送信するダウンリンク信号 D S a の中に、4 回にわたって筆圧値を配置するよう構成される。配置される筆圧値としては、その筆圧値を送信する時点で圧力センサ 2 3 から供給されている最新の筆圧値が使用される。これにより高い時間分解能で筆圧値を送信することができるので、ホストプロセッサ 3 3 は、よりリアルな描画を行えるようになる。

【 0 0 2 5 】

ダウンリンク信号 D S b は、時間スロットの時間長よりも短い時間長の単位信号の繰り返しからなる信号である。ダウンリンク信号 D S b の具体的な構成については後述するが、各単位信号は、所定のデータによって変調されたデータ信号となる。

10

【 0 0 2 6 】

直前のアップリンク信号 U S の受信に失敗したアクティブペン 2 は一連の時間スロットの時間的位置を決定することができず、結果として、ダウンリンク信号 D S b は一連の時間スロット内の時間及び一連の時間スロット外の時間の両方を用いて送信されることになる。そうすると、センサコントローラ 3 1 はダウンリンク信号 D S b の一部（一連の時間スロット外の時間に送信された部分）を受信できないことになるが、上記のように単位信号の時間長を設定することにより、少なくとも 1 つの単位信号を受信できることになる。したがって、アクティブペン 2 が一連の時間スロットの時間的位置をロスしているにもかかわらず、アクティブペン 2 からセンサコントローラ 3 1 に対してダウンリンク信号 D S を送信することが可能になる。

20

【 0 0 2 7 】

物理的には、ダウンリンク信号 D S a , D S b はそれぞれ、パルス波（矩形波）、若しくは、正弦波を基にした信号によって構成される。パルス波の場合のダウンリンク信号 D S a , D S b はそれぞれ、アップリンク信号 U S に比べて大幅に長いパルス周期とエッジ期間を有する信号となる。具体的な例を挙げると、パルス周期は例えば 4 μ s e c ~ 4 0 μ s e c となり、エッジ期間は例えば 1 0 0 n s e c ~ 5 μ s e c となる。一方、正弦波の場合のダウンリンク信号 D S a , D S b の周波数は、例えば 1 . 8 M H z となる。パルス波又は正弦波である搬送波の変調方式としては、D Q P S K (Differential Quadrature Phase-Shift Keying) 又は D B P S K (Differential Binary Phase-Shift Keying) を用いることが好適である。いずれの変調方式を用いるかは、規格により予め定められる。

30

【 0 0 2 8 】

図 1 に戻る。アクティブペン 2 は、芯体 2 0 と、ペン先電極 2 1（第 1 の電極）と、リング電極 2 2（第 2 の電極）と、圧力センサ 2 3 と、サイドスイッチ 2 4 と、バッテリー 2 5 と、集積回路 2 6 と、ストップフィルタ 2 7 とを有して構成される。芯体 2 0 は、アクティブペン 2 のペン軸を構成する部材である。芯体 2 0 の先端はアクティブペン 2 のペン先を構成し、末端は圧力センサ 2 3 に当接している。ペン先電極 2 1 及びリング電極 2 2 は互いに異なる位置に設けられた導電体であり、ペン先電極 2 1 はアクティブペン 2 のペン先に配置され、リング電極 2 2 は、ペン先電極 2 1 よりもアクティブペン 2 の中央寄りの位置に、芯体 2 0 を取り囲むように配置される。

40

【 0 0 2 9 】

圧力センサ 2 3 は、芯体 2 0 の先端に加わる圧力を検出するセンサである。圧力センサ 2 3 が検出した圧力は、例えば 1 2 ビットの筆圧値として集積回路 2 6 に供給される。サイドスイッチ 2 4 は、アクティブペン 2 の表面に設けられた押しボタン式のスイッチであり、ユーザによりオンオフ操作可能に構成される。サイドスイッチ 2 4 の操作状態（オンオフ状態）は、例えば 2 ビットのスイッチ情報として集積回路 2 6 に供給される。バッテリー 2 5 は、集積回路 2 6 が動作するために必要な電力を供給する役割を果たす。

【 0 0 3 0 】

集積回路 2 6 は、昇圧回路 2 6 a、送信回路 2 6 b、受信回路 2 6 c、及び処理回路 2

50

6 dを含む各種の回路によって構成される集積回路である。送信回路26 bはペン先電極21に接続されており、昇圧回路26 aを用いてペン先電極21の電位に変化を与えることによって、ダウンリンク信号DSを送信する役割を果たす。受信回路26 cはリング電極22に接続されており、リング電極22の電位の変化を検出することによって、アップリンク信号USを受信する役割を果たす。

【0031】

処理回路26 dは、受信回路26 cによって受信されたアップリンク信号USに応じた処理を実行する回路である。この処理には、アップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として一連の時間スロットの時間的位置を決定する処理と、センサコントローラ31からのコマンドに応じてダウンリンク信号DSを生成し、送信回路26 bに送信させる処理と、次のアップリンク信号USを受信回路26 cに受信させる処理とが含まれる。

10

【0032】

図3は、処理回路26 dの状態遷移図である。同図に示すように、処理回路26 dは、ディスカバリモード、通常モード、自走モードのいずれかにより動作するよう構成される。初期状態はディスカバリモードであり、ディスカバリモードにエンタリしている処理回路26 dは、連続的又は断続的に、受信回路26 cにアップリンク信号USの検出動作を行わせる(ステップS1)。

【0033】

ステップS1の検出動作の結果としてアップリンク信号USが検出された場合、処理回路26 dは通常モードにエンタリする(ステップS2)。そして、アップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として一連の時間スロットの時間的位置を決定し、その中の時間を用いて送信回路26 bにダウンリンク信号DS aを送信させる(ステップS10)とともに、次のアップリンク信号USの受信タイミングが到来した場合には(ステップS11)、受信回路26 cに次のアップリンク信号USの検出動作を行わせる(ステップS12)。その結果として次のアップリンク信号USが検出された場合(ステップS13)、そのアップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として改めて一連の時間スロットの時間的位置を決定し、ステップS10の処理を繰り返す。

20

【0034】

一方、ステップS12の検出動作の結果としてアップリンク信号が検出されなかった場合の処理回路26 dは、自走モードにエンタリする(ステップS14)。自走モードにおける処理回路26 dは、ダウンリンク信号DS bを生成して送信回路26 bに送信させるとともに、これと並行して、受信回路26 cにアップリンク信号USの検出動作を行わせる(ステップS20)。この並行処理は図1に示したストップフィルタ27によって実現されるものであり、その詳細については後述する。ステップS20においてアップリンク信号USが検出された場合、処理回路26 dは通常モードに戻る(ステップS21)。そして、アップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として改めて一連の時間スロットの時間的位置を決定し、ステップS10の処理を繰り返す。一方、アップリンク信号USの検出されない状態が所定時間にわたって継続した場合、処理回路26 dはディスカバリモードに戻って処理を続ける(ステップS22)。この場合、ダウンリンク信号DS bの送信は停止することになる。

30

40

【0035】

図1に戻る。ストップフィルタ27は、リング電極22を用いたアップリンク信号USの検出と、ペン先電極21からのダウンリンク信号DS bの送信とを同時に行えるようにするために、リング電極22と集積回路26の間に挿入されるフィルタ回路である。詳しく説明すると、ダウンリンク信号DS bを送信するために用いる昇圧回路26 aによる電位の上昇幅は18~20Vにも達するため、ダウンリンク信号DS bの送信に伴うペン先電極21の電位の変化は受信回路26 cにも影響を及ぼす。結果として、受信回路26 cにより検出されるアップリンク信号USの電位にダウンリンク信号DS bが重畳されてしまうことから、ダウンリンク信号DS bの送信と同時にアップリンク信号USを検出することが難しくなってしまう。アクティブペン2がホバー状態(ペン先がタッチ面3 aか

50

ら離れている状態)にあり、リング電極 22 がセンサ 30 a から遠い場合には、アップリンク信号 U S の受信強度が小さくなることから、アップリンク信号 U S の検出はさらに困難になる。ストップフィルタ 27 は、ダウンリンク信号 D S b の送信に伴うペン先電極 21 の電位の変化が集積回路 26 内の受信回路 26 c により検出されたアップリンク信号 U S の電位に影響することを阻止し、それによって、リング電極 22 を用いたアップリンク信号 U S の検出と、ペン先電極 21 からのダウンリンク信号 D S b の送信とを同時に行えるようにする役割を果たす。

【0036】

ストップフィルタ 27 の具体的な構成としては、各種の構成を採用し得る。例えば、ダウンリンク信号 D S b が正弦波を基にした信号により構成される場合であれば、ストップフィルタ 27 は、ダウンリンク信号 D S b の周波数を含む特定の周波数帯域を阻止するバンドストップフィルタ(ノッチフィルタ)により構成され得る。また、ダウンリンク信号 D S がパルス波によって構成される場合であれば、アップリンク信号 U S を構成するパルス波を通過させる一方、ダウンリンク信号 D S b を構成するパルス波を阻止するよう構成されたハイパスフィルタによって構成され得る。その他、このハイパスフィルタの後段にダウンリンク信号 D S b のエッジをミュートするためのミュート回路を設けてもよいし、ゲイン回路及び差動回路の組み合わせ、又は、F I R (Finite Impulse Response) フィルタ、引き算器、及びフィードバック回路の組み合わせによってストップフィルタ 27 を構成することにより、リング電極 22 に到来した信号からダウンリンク信号 D S b を除去することとしてもよい。

【0037】

図 4 及び図 5 は、アクティブペン 2 及びセンサコントローラ 31 の動作を説明する図である。以下、これらの図を参照しながら、本実施の形態によるアクティブペン 2 及びセンサコントローラ 31 の動作について、より詳しく説明する。

【0038】

図 4 及び図 5 の横軸は、時間軸となっている。初めに図 4 を参照すると、ディスクバリモードにエンタリしているアクティブペン 2 は、リング電極 22 に到来したアップリンク信号 U S の検出動作を連続的又は断続的に行う。一方、センサコントローラ 31 は、ディスプレイ 32 における画素の駆動周期によって定まる一定の周期 U p I n t v でアップリンク信号 U S を送信するとともに、それぞれディスプレイ 32 における画素の駆動インターバルに相当する一連の時間スロット T S をアップリンク信号 U S の送信インターバルに設定し、各時間スロット T S にてダウンリンク信号 D S の検出動作を行う。

【0039】

時刻 t 1 でアップリンク信号 U S の受信に成功したアクティブペン 2 は通常モードにエンタリし、アップリンク信号 U S の受信タイミングを基準時刻として一連の時間スロット T S の時間的位置を決定するとともに、受信したアップリンク信号 U S を復調することによってセンサコントローラ 31 が送信したコマンドを取得し、取得したコマンドに従ってダウンリンク信号 D S a を生成する。そして、決定した各時間スロット T S 内の時間を用いて、生成したダウンリンク信号 D S a の送信を行う。一連の時間スロット T S 内の時間のみを用いてダウンリンク信号 D S の受信を行うセンサコントローラ 31 は、こうして送信されたダウンリンク信号 D S a を問題なく受信できる。

【0040】

次に図 5 を参照すると、アクティブペン 2 は、アップリンク信号 U S が受信されるはずの時刻 t 2 でアップリンク信号 U S を受信できなかったことを検出することにより、アップリンク信号 U S の受信に失敗したことを検出する。するとアクティブペン 2 は自走モードにエンタリし、各時間スロット T S の時間長よりも短い時間長の単位信号の繰り返しからなるダウンリンク信号 D S b を生成する。そして、一連の時間スロット T S 内の時間及び一連の時間スロット T S 外の時間の両方を用いて、生成したダウンリンク信号 D S b の送信を行う。センサコントローラ 31 は、一連の時間スロット T S 内の時間のみを用いてダウンリンク信号 D S の受信を行うが、上記のように各時間スロット T S の所定時間長よ

りも短い時間長の単位信号の繰り返しによってダウンリンク信号 D S b を構成しているので、少なくとも1つの単位信号を受信することができる。

【0041】

その後、時刻 t_3 でアップリンク信号 U S の受信に成功したアクティブペン 2 は、通常モードに戻る。通常モードにおけるアクティブペン 2 及びセンサコントローラ 31 の動作は、上述したとおりである。その後も同様に、アクティブペン 2 は、アップリンク信号 U S の受信に成功したか失敗したか否かに応じて動作モードを変え、それによって、送信するダウンリンク信号 D S の構成を変える。したがって、本実施の形態によるアクティブペン 2 によれば、アップリンク信号 U S の受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことが防止される。

【0042】

図 6 (a) は、ダウンリンク信号 D S b の構成を示す図である。同図に示すように、ダウンリンク信号 D S b は、アップリンク信号 U S の送信周期 $U p I n t v$ の間に、チップ信号 T I P (第 1 の信号) とリング信号 R I N G (第 2 の信号) とが交互に 8 つずつ配置された構成を有している。1つのチップ信号 T I P 及び1つのリング信号 R I N G それぞれの時間長を T_1 とすると、 $U p I n t v = 16 \times T_1$ となる。

【0043】

図 6 (b) 及び図 6 (c) はそれぞれ、ダウンリンク信号 D S b の変調を D B P S K によって行う場合におけるチップ信号 T I P 及びリング信号 R I N G の構成を示す図である。また、図 6 (d) 及び図 6 (e) はそれぞれ、ダウンリンク信号 D S b の変調を D Q P S K によって行う場合におけるチップ信号 T I P 及びリング信号 R I N G の構成を示す図である。これらの図に示すように、チップ信号 T I P は単位信号 U 1 をの繰り返しによって構成され、リング信号 R I N G は単位信号 U 2 の繰り返しによって構成される。また、チップ信号 T I P においては時間的に隣接する2つの単位信号 U 1 の間に2シンボル分のギャップ G A (信号を送信しない時間) が設けられ、リング信号 R I N G においては時間的に隣接する2つの単位信号 U 2 の間に3シンボル分のギャップ G A が設けられる。

【0044】

図 6 (b) ~ 図 6 (e) に示すように、単位信号 U 1 , U 2 はいずれも、1シンボル分のスタートビット S B と、6ビット分のデータとを含む信号である。データのシンボル数は、単位信号 U 1 , U 2 のいずれにおいても、ダウンリンク信号 D S b の変調を D B P S K によって行う場合には6シンボルとなり、ダウンリンク信号 D S b の変調を D Q P S K によって行う場合には3シンボルとなる。データの内容は単位信号 U 1 と単位信号 U 2 とで異なり、単位信号 U 1 内のデータは、図 1 に示したサイドスイッチ 24 の操作状態 (オンオフ状態) を示す2ビットのスイッチ情報 S W と、図 1 に示した圧力センサ 23 によって検出された圧力を示す12ビットの筆圧値の上位3ビット分のデータ P U と、1ビットのチェックサム C S とによって構成される。一方、単位信号 U 2 内のデータは、図 1 に示した圧力センサ 23 によって検出された圧力を示す12ビットの筆圧値の上位8ビットから最上位の3ビット (すなわち、チップ信号 T I P によって送信したデータ P U) を除いた5ビット分のデータ P L と、1ビットのチェックサム C S とによって構成される。

【0045】

ここで、時間スロットの時間長と単位信号 U 1 , U 2 の時間長の関係について、具体的な例を挙げて説明する。まず第 1 の例として、ダウンリンク信号 D S b の変調を D B P S K によって行う場合に着目し、1シンボルを2波 (2 周期分の搬送波) により構成すると仮定すると、単位信号 U 1 , U 2 はともに、 7×2 波 = 14 波分の時間長を有することになる。また、搬送波の周波数は例えば 114 k H z であり、ダウンリンク信号 D S b の変調を D B P S K によって行う場合についてアクティブペン 2 の規格によって定められている1時間スロットの最短時間長は $175 \mu s e c$ であることから、時間スロットの時間長を搬送波の波数で表すと、 $175 \mu s e c / (1 / 114 k H z) = 19.95$ 波となる。したがって、図 6 (b) 及び図 6 (c) に示した単位信号 U 1 , U 2 の構成によれば、単位信号 U 1 , U 2 の時間長を時間スロットの時間長よりも短くすることが実現されてい

10

20

30

40

50

ると言える。

【0046】

次に第2の例として、ダウンリンク信号DSbの変調をDQPSKによって行う場合に着目し、1シンボルを2波(2周期分の搬送波)により構成すると仮定すると、単位信号U1, U2はともに、 4×2 波 = 8波分の時間長を有することになる。また、搬送波の周波数は例えば114kHzであり、ダウンリンク信号DSbの変調をDQPSKによって行う場合についてアクティブペン2の規格によって定められている1時間スロットの最短時間長は105μsecであることから、時間スロットの時間長を搬送波の波数で表すと、 $105 \mu\text{sec} / (1 / 114 \text{kHz}) = 11.97$ 波となる。したがって、図6(d)及び図6(e)に示した単位信号U1, U2の構成によっても、単位信号U1, U2の時間長を時間スロットの時間長よりも短くすることが実現されていると言える。

【0047】

再び図6(a)に着目すると、チップ信号TIP及びリング信号RINGそれぞれの中に一部分ずつ配置される筆圧値は、送信周期UpIntvの間に4回更新される。具体的には、同図に示すように、圧力センサ23から集積回路26に対して $4 \times T1$ 分の時間ごとに新たな筆圧値P1~P4が順次供給され、その一部分がチップ信号TIP及びリング信号RINGそれぞれの中に配置される。これにより、ダウンリンク信号DSbを送信する場合においても、ダウンリンク信号Dsaを送信する場合と同程度に高い時間分解能で筆圧値を送信することが可能になる。

【0048】

図7は、図1に示した処理回路26dが行う処理を示す処理フロー図である。同図に示すように、処理回路26dはまずディスカバリモードにエンタリする(ステップS100)。そして、受信回路26cにアップリンク信号USの検出動作を実行させ(ステップS101)、その結果としてアップリンク信号USが受信されたか否かを判定する(ステップS102)。受信されていないと判定した処理回路26dは、ステップS101からの処理を繰り返す。一方、受信されたと判定した処理回路26dは、通常モードにエンタリするとともに(ステップS103)、受信したアップリンク信号USの受信タイミングを基準時刻として、ダウンリンク信号DS及びアップリンク信号USの送受信スケジュールを決定する(ステップS104)。こうして決定される送受信スケジュールには、ダウンリンク信号DSを送信するために用いる一連の時間スロットの時間的位置と、次のアップリンク信号USの検出動作を行うタイミングの時間的位置とが含まれる。

【0049】

続いて処理回路26dは、各時間スロットにおいて、アップリンク信号US内のコマンドに従ってダウンリンク信号Dsaを生成し、ステップS104で決定した一連の時間スロット内の時間を用いて送信回路26bに送信させる(ステップS105)。処理回路26dはさらに、ステップS104で決定した送受信スケジュールに従って、受信回路26cに次のアップリンク信号USの検出動作を実行させる(ステップS106)。

【0050】

次に処理回路26dは、ステップS106の結果としてアップリンク信号USが受信されたか否かを判定する(ステップS107)。受信されたと判定した処理回路26dは、ステップS104に戻って処理を繰り返す。一方、受信されていないと判定した処理回路26dは、自走モードにエンタリする(ステップS108)。

【0051】

自走モードにエンタリした処理回路26dは、受信回路26cによるアップリンク信号USの検出動作を継続しつつ、送信回路26bにダウンリンク信号DSbを送信させる(ステップS109)。上述したように送信回路26bは、一連の時間スロットTS内の時間及び一連の時間スロットTS外の時間の両方を用いて、ダウンリンク信号DSbの送信を行う。

【0052】

ステップS109を実行した処理回路26dは、アップリンク信号USが受信されたか

否かを判定する（ステップS 1 1 0）。その結果、受信されていないと判定した場合の処理回路2 6 dは、自走モードにエントリしてから所定時間が経過したか否かをさらに判定し（ステップS 1 1 1）、経過していなければステップS 1 0 9に戻って送受信のための処理を続ける。一方、ステップS 1 1 0において受信されたと判定した処理回路2 6 dは、ステップS 1 0 3に処理を移し、通常モードに戻って処理を続ける。また、ステップS 1 1 1において経過したと判定した処理回路2 6 dは、ステップS 1 0 3に処理を移し、ディスカバリモードに戻って処理を続ける。

【0 0 5 3】

図8及び図9は、センサコントローラ3 1が行う処理を示す処理フロー図である。同図に示すように、センサコントローラ3 1は、まずアップリンク信号US及びダウンリンク信号DSの送受信スケジュールを決定する（ステップS 1 2 0）。この決定は、図1に示したホストプロセッサ3 3から取得されるディスプレイ3 2の画素の駆動周期の情報に基づいて実行される。また、決定される送受信スケジュールには、アップリンク信号USの初回の送信タイミング及び送信周期（図4等に示した周期UpIntv）と、ダウンリンク信号DSを受信するために用いる一連の時間スロットの時間的位置とが含まれる。

10

【0 0 5 4】

続いてセンサコントローラ3 1は、ステップS 1 2 0で決定した送受信スケジュールに従ってアップリンク信号USを送信し（ステップS 1 2 1）、ダウンリンク信号DSの種別を決定済みであるか否かを示す第1フラグに、決定済みでないことを示す値（=False）を設定する（ステップS 1 2 2）。

20

【0 0 5 5】

次にセンサコントローラ3 1は、ステップS 1 2 0で決定した各時間スロットにおいて、ステップS 1 2 4～S 1 3 7の処理を実行する（ステップS 1 2 3）。具体的に説明すると、センサコントローラ3 1はまず、図2に示した各複数のセンサ電極3 0 x, 3 0 yそれぞれの電位の変化を検出することにより、ダウンリンク信号DSの検出動作を実行する（ステップS 1 2 4）。そして、ダウンリンク信号DSが検出されたか否かを判定し（ステップS 1 2 5）、検出されたと判定した場合には、検出結果に基づいてアクティブペン2の位置を検出する（ステップS 1 2 6）。一方、検出されなかったと判定した場合には、次の時間スロットまで待機したうえで、ステップS 1 2 4からの処理を繰り返す。

【0 0 5 6】

ステップS 1 2 6を終了したセンサコントローラ3 1は第1フラグの値を判定し（ステップS 1 2 7）、TrueであればステップS 1 2 8に、FalseであればステップS 1 3 0にそれぞれ処理を移す。ステップS 1 2 8においてセンサコントローラ3 1は、送信するダウンリンク信号DSの種別を示す第2フラグの値を判定し（ステップS 1 2 7）、ダウンリンク信号DSaであることを示す値（=True）であればステップS 1 3 2に、ダウンリンク信号DSbであることを示す値（=False）であればステップS 1 3 4にそれぞれ処理を移す。

30

【0 0 5 7】

ステップS 1 3 0においてセンサコントローラ3 1は、検出されたダウンリンク信号DSの中に図6（b）～図6（e）に示したギャップGAが含まれるか否かを判定する（ステップS 1 3 0）。その結果、含まれないと判定した場合のセンサコントローラ3 1は、第1フラグにTrue、第2フラグにTrueをそれぞれ設定したうえで（ステップS 1 3 1）、受信信号をダウンリンク信号DSaとみなして復調する（ステップS 1 3 2）。

40

【0 0 5 8】

一方、ステップS 1 3 0において含まれると判定したセンサコントローラ3 1は、第1フラグにTrue、第2フラグにFalseをそれぞれ設定したうえで（ステップS 1 3 3）、検出されたギャップGAの長さを判定する（ステップS 1 3 4）。その結果、2シンボル分であると判定した場合には、受信信号を単位信号U1とみなして復調する（ステップS 1 3 5）。一方、3シンボル分であると判定した場合には、受信信号を単位信号U2とみなして復調する（ステップS 1 3 6）。なお、ステップS 1 3 5又はステップS 1

50

36の復調処理を行う際、センサコントローラ31は、ギャップGAの位置に基づいて単位信号U1, U2の受信タイミングを取得すればよい。

【0059】

ステップS132、ステップS135、ステップS136のいずれかを終了したセンサコントローラ31は、ステップS126において検出した位置と、ステップS132、ステップS135、又はステップS136における復調の結果として得られたデータとをホストプロセッサ33に供給する(ステップS137)。そして、次の時間スロットまで待機したうえで、ステップS124からの処理を繰り返す。すべての時間スロットの処理を終了したセンサコントローラ31は、ステップS121に戻ってアップリンク信号USの送信を行う。

10

【0060】

以上説明したように、本実施の形態による位置検出システム1によれば、アクティブペン2がアップリンク信号USの受信に失敗し、時間スロットの時間的位置が分からなくなったとしても、アクティブペン2からのダウンリンク信号DSの送信を継続できるので、アップリンク信号USの受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことを防止できる。

【0061】

また、チップ信号TIP及びリング信号RINGそれぞれの中に一部分ずつ配置する筆圧値を送信周期UpIntvの間に4回更新しているので、アクティブペン2がダウンリンク信号DSbを送信する場合であっても、ダウンリンク信号Dsaを送信する場合と同程度に高い時間分解能で、アクティブペン2からセンサコントローラ31に対して筆圧値を送信することが可能になる。

20

【0062】

図10は、本発明の第2の実施の形態による位置検出システム1の構成を示す図である。同図に示すように、本実施の形態による位置検出システム1は、アップリンク信号USの送受信を静電結合方式ではなく電磁誘導方式により行う点で、第1の実施の形態による位置検出システム1と相違する。具体的な構成としては、本実施の形態による位置検出システム1は、アクティブペン2がリング電極22及びストップフィルタ27に代えてコイル28を有する点、及び、電子機器3がセンサ30aに代えてセンサ30bを有する点で、第1の実施の形態による位置検出システム1と相違する。その他の点では第1の実施の形態による位置検出システム1と同様であるので、以下では相違点に着目して説明を続ける。

30

【0063】

図11は、センサ30bの平面図である。同図に示す各複数のセンサ電極30x, 30yは、第1の実施の形態で説明したセンサ30aのものと同様である。センサ30bの特徴は、各複数のセンサ電極30x, 30yに加えて、1以上のループコイル30rを有する点にある。センサコントローラ31は、これら1以上のループコイル30rのそれぞれにアップリンク信号USを供給することにより、アクティブペン2に対してアップリンク信号USを送信する。つまり、本実施の形態によるセンサコントローラ31は、各ループコイル30rから生ずる磁界によってアップリンク信号USの送信を行う。

40

【0064】

ここで、1以上のループコイル30rの具体的な配置は、アクティブペン2がタッチ面3a内のどの位置であってもアップリンク信号USを受信できるように決定すればよい。例えば、図11に示すように、タッチ面3aを2x2のマトリクス状に分割してなる各領域それぞれの縁に沿って延在する4つのループコイル30rを用いればよい。

【0065】

図10に戻る。本実施の形態による受信回路26cは、コイル28に生ずる誘導電流を検出することにより、センサコントローラ31が1以上のループコイル30rを用いて送信したアップリンク信号USの検出を行う。つまり、本実施の形態によるアクティブペン2は、各ループコイル30rから生ずる磁界をコイル28を用いて検出することにより、

50

アップリンク信号 U S の検出を行う。

【 0 0 6 6 】

以上説明したように、本実施の形態による位置検出システム 1 によれば、静電結合方式に比べてノイズの影響を受けにくい電磁誘導方式によりアップリンク信号 U S を送信することができるので、アップリンク信号 U S の受信失敗によりペン入力による描画が止まってしまうことを防止できる。

【 0 0 6 7 】

なお、本実施の形態による位置検出システム 1 によれば、アクティブペン 2 がアップリンク信号 U S の受信に失敗する可能性を大きく低減することができるので、第 1 の実施の形態で説明したダウンリンク信号 D S b を使う必要性は乏しく、したがって、ダウンリンク信号 D S a のみを用いることとしてよい。ただし、本実施の形態による位置検出システム 1 においても、第 1 の実施の形態と同様にダウンリンク信号 D S b を使うこととしてもよいのは勿論である。

10

【 0 0 6 8 】

以上、本発明の好ましい実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明が、その要旨を逸脱しない範囲において、種々なる態様で実施され得ることは勿論である。

【 0 0 6 9 】

例えば、上記各実施の形態では、チップ信号 T I P におけるギャップ G A の長さを 2 シンボル分とし、リング信号 R I N G におけるギャップ G A の長さを 3 シンボル分としたが、チップ信号 T I P とリング信号 R I N G とでギャップ G A の長さが異なっていればよく、具体的なギャップ G A の長さは 2 シンボル分又は 3 シンボル分に限られない。

20

【 0 0 7 0 】

また、上記各実施の形態では、アップリンク信号 U S の 1 送信周期 U p I n t v の中で 4 回にわたって筆圧値を送信する例を説明したが、筆圧値の送信回数は 4 回に限定されるものではなく、1 回だけ筆圧値を送信することとしてもよいし、2 回以上にわたって筆圧値を送信することとしてもよい。

【 0 0 7 1 】

また、上記各実施の形態では、インセル型の位置検出装置に本発明を適用した場合の例を説明したが、本発明は、オンセル型やアウトセル型の位置検出装置にも好適に適用できる。この場合においてセンサコントローラ 3 1 は、ディスプレイ 3 2 の画素の駆動周期の情報をホストプロセッサ 3 3 から取得できる場合には、該情報を用いて上記実施の形態と同様にアップリンク信号 U S 及びダウンリンク信号 D S の送受信スケジュールを決定すればよいし、ディスプレイ 3 2 の画素の駆動周期の情報をホストプロセッサ 3 3 から取得できない場合には、ディスプレイ 3 2 から生ずるノイズを測定することによって該情報を取得し、取得した該情報を用いて上記実施の形態と同様にアップリンク信号 U S 及びダウンリンク信号 D S の送受信スケジュールを決定すればよい。

30

【 符号の説明 】

【 0 0 7 2 】

1	位置検出システム
2	アクティブペン
3	電子機器
3 a	タッチ面
2 0	芯体
2 1	ペン先電極
2 2	リング電極
2 3	圧力センサ
2 4	サイドスイッチ
2 5	バッテリー
2 6	集積回路

40

50

- 2 6 a 昇圧回路
- 2 6 b 送信回路
- 2 6 c 受信回路
- 2 6 d 処理回路
- 2 7 ストップフィルタ
- 2 8 コイル
- 3 0 a , 3 0 b センサ
- 3 0 r ループコイル
- 3 0 x , 3 0 y センサ電極
- 3 1 センサコントローラ
- 3 2 ディスプレイ
- 3 3 ホストプロセッサ
- C S チェックサム
- D S , D S a , D S b ダウンリンク信号
- G A ギャップ
- P L 1 2 ビットの筆圧値の上位 8 ビットから最上位の 3 ビットを除いた 5 ビット分のデータ
- P U 1 2 ビットの筆圧値の上位 3 ビット分のデータ
- R I N G リング信号
- S B スタートビット
- S W スイッチ情報
- T I P チップ信号
- T S 時間スロット
- U 1 , U 2 単位信号
- U p I n t v アップリンク信号 U S の送信周期
- U S アップリンク信号

10

20

30

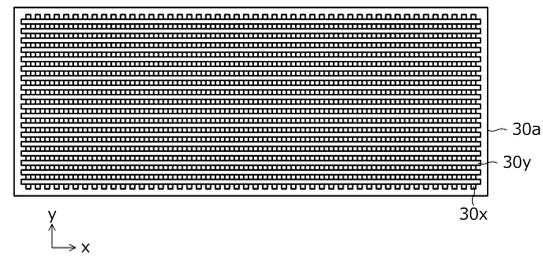
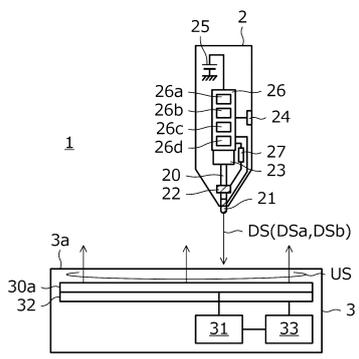
40

50

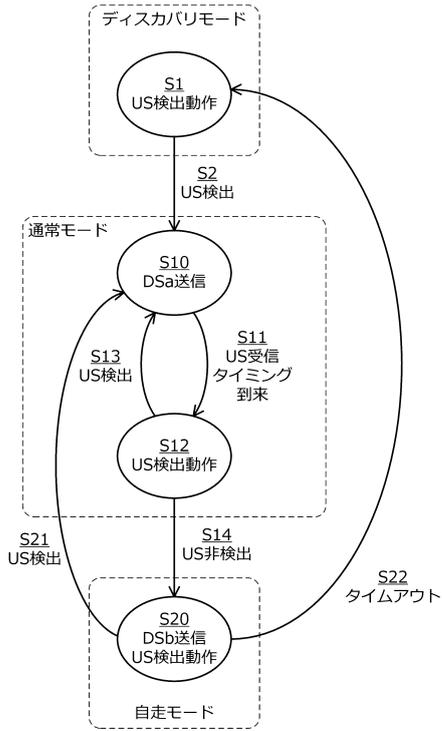
【 図 面 】

【 図 1 】

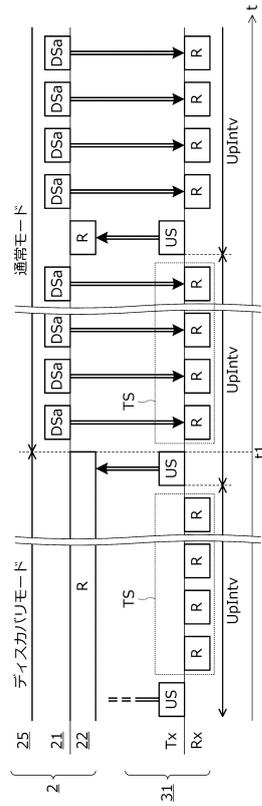
【 図 2 】



【 図 3 】



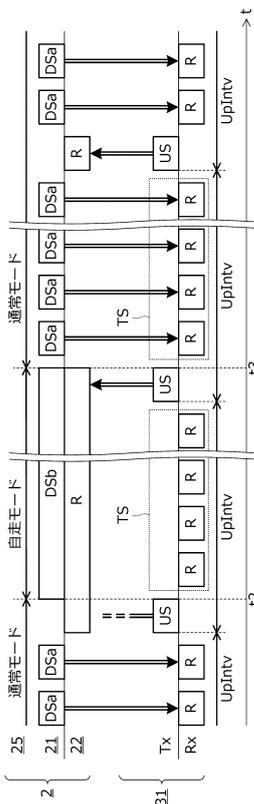
【 図 4 】



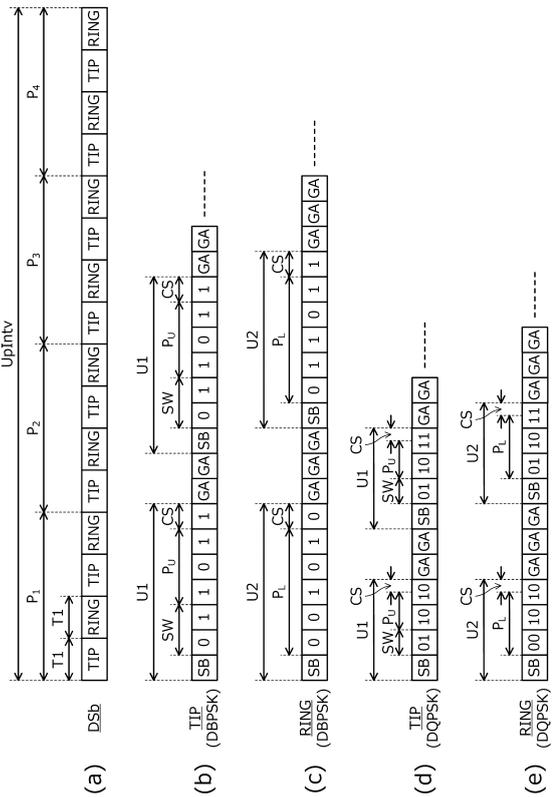
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

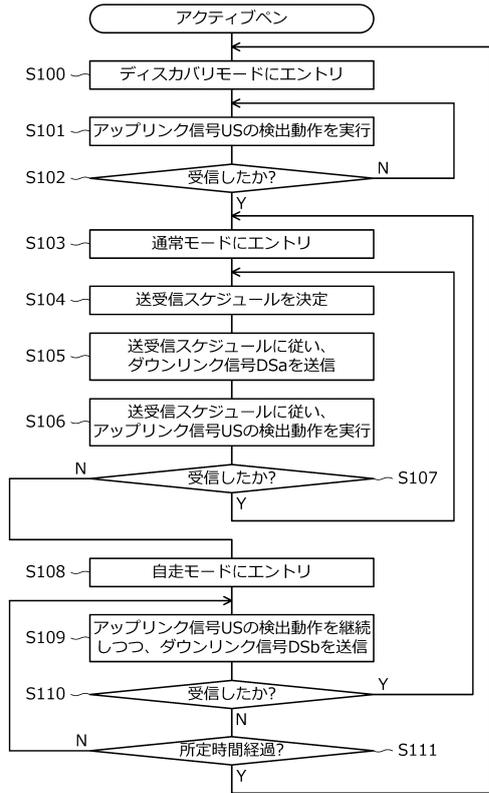


30

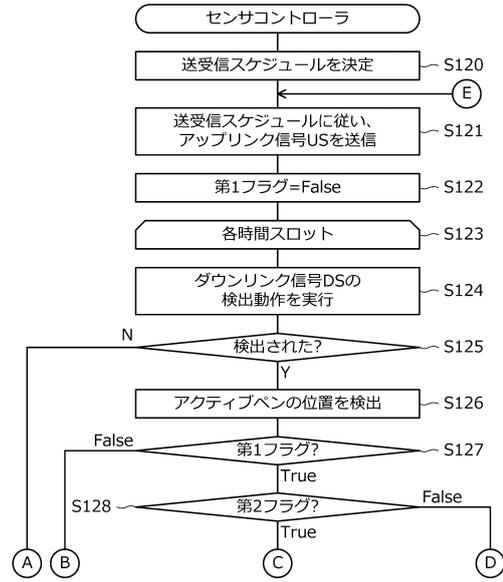
40

50

【 図 7 】



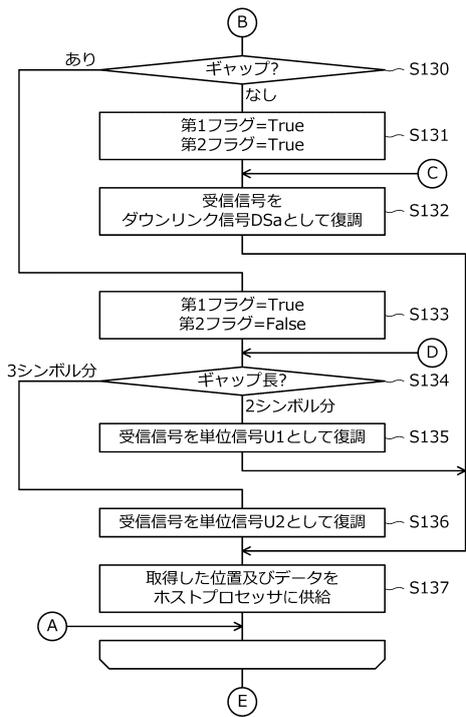
【 図 8 】



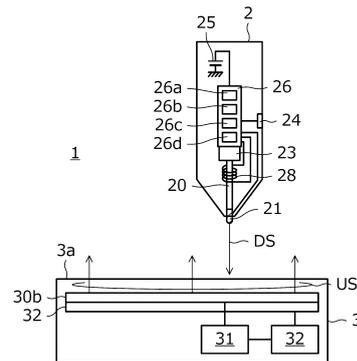
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

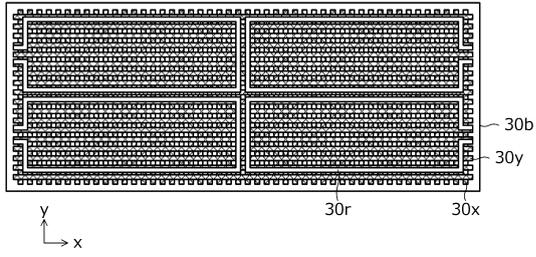


30

40

50

【 図 1 1 】



10

20

30

40

50