(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
2011 年 4 月 21 日(21.04.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/045835 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 1/00 (2006.01) *G06F 13/362* (2006.01)
G01L 5/00 (2006.01) *H04L 12/413* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/005358

(22) 国際出願日: 2009 年 10 月 14 日(14.10.2009)

(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 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人東北大学(TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号 Miyagi (JP). 株式会社豊田中央研究所 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA CHUO KENKYUSHO) [JP/JP]; 〒4801192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１ Aichi (JP). トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者; および

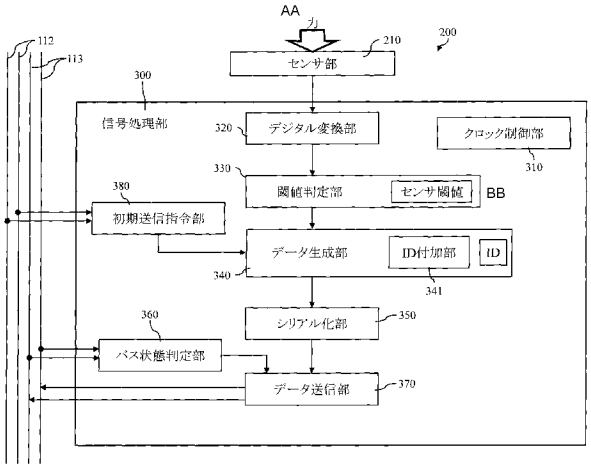
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 室山真徳 (MUROYAMA, Masanori) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 江刺正喜(ESASHI, Masayoshi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 田中秀治(TANAKA, Shuji) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 松崎栄(MATSUZAKI, Sakae) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 巻幡光俊(MAKIHATA, Mitsutoshi) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目１番１号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 野々村裕(NONOMURA, Yutaka) [JP/JP]; 〒4801192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 藤吉基弘(FUJIYOSHI, Motohiro) [JP/JP]; 〒4801192 愛知県愛知郡長久手町大字長湫字横道４１番地の１株式会社豊田中央研究所内 Aichi (JP). 中山貴裕(NAKAYAMA, Takahiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地

[続葉有]

(54) **Title**: TOUCH SENSOR SYSTEM

(54) 発明の名称 : 触覚センサシステム

[図4]



AA FORCE
BB SENSOR THRESHOLD
210 SENSOR UNIT
300 SIGNAL PROCESSING UNIT
310 CLOCK CONTROL UNIT
320 DIGITAL CONVERTING UNIT
330 THRESHOLD DISCRIMINATING UNIT
340 DATA CREATING UNIT
341 ID ADDING UNIT
350 SERIALIZING UNIT
360 BUS STATUS DETERMINING UNIT
370 DATA TRANSMITTING UNIT
380 INITIAL TRANSMISSION INSTRUCTING UNIT

(57) **Abstract**: A touch sensor system (100) is provided with buses (110), touch sensor devices (200) provided to the buses (110), and an information integrating device (140) connected to all the buses (110) and adapted for integrating information from the touch sensor devices (200). Each touch sensor device (200) comprises a sensor unit and a signal processing unit for transmitting a sensor data signal generated by processing an analog sensor signal through a bus to the information integrating device. Each signal processing unit is provided with a digital converting unit, a threshold discriminating unit for giving a permission of start of signal processing when a sensor value exceeds a preset threshold, an ID adding unit for adding transmitter identification number to a sensor data signal, and a data transmitting unit for outputting the sensor data signal to the signal line of the bus. High-speed response is achieved without increasing the amount of data and the host processing load even though the system comprises a number of touch sensor elements.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/045835 A1

トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山口宇唯 (YAMAGUCHI, Ui) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山田整 (YAMADA, Hitoshi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 家入健(IEIRI, Takeshi); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目３３番８アサヒビルヂング１０階響国際特許事務所 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, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

触覚センサシステム 100 は、バス 110 と、バス 110 に配置された複数の触覚センサ装置 200 と、総てのバス 110 と接続され、触覚センサ装置 200 からの情報を統合する情報統合装置 140 と、を備える。触覚センサ装置 200 は、センサ部と、アナログセンサ信号を信号処理したセンサデータ信号をバスを介して情報統合装置に送信する信号処理部と、を有する。信号処理部は、デジタル変換部と、センサ値が予め設定された閾値を超えた場合に信号処理の開始許可を出す閾値判定部と、送信者識別番号をセンサデータ信号に付加する ID 付加部と、センサデータ信号をバスの信号ラインに出力するデータ送信部と、を備える。多数の触覚センサ素子を有しながらもデータ量の増大やホスト処理負担が増大することがなく高速応答が可能となる。

明　細　書

発明の名称 ： 触覚センサシステム

技術分野

[0001] 本発明は、例えばロボットの表面部（例えばハンド部や体表面全体）に設けられ、対象物との接触を検出する触覚センサシステムに関する。

背景技術

[0002] ヒューマノイドロボットの開発が進んでいる。ヒューマノイドロボットには、人と触れ合ったり、障害物を自律的に回避したり、対象物を把持して移動させるなどの高度な動作が要求される。このような動作には触覚が必要であるので、近年、ロボットのハンドあるいはロボットの体表面全体に触覚センサを設ける研究が進んでいる（例えば特許文献1から特許文献6）。

[0003] 従来の触覚センサシステムは、主としてメッシュ型構造を採用している。例えば、二枚の電極シートのそれぞれに複数本の電極配線を形成する。そして、互いの電極配線が直交するように電極シートを対向配置することによりメッシュ状配線が形成される。2枚の電極シートの間に感圧導電部材を挟んだり、あるいは、電極配線の各交点に触覚センサ素子を配置する。各触覚センサ素子は、対象物との接触による圧力変化や温度変化をそれらの変化量に応じた電気信号変化に変換する。

[0004] 制御部は、各電極配線に繋がっており、複数の触覚センサ素子を集中管理する。すなわち、制御部は、順番に各触覚センサ素子を選択して各センサのセンサ値をサンプリングしていく。制御部において、触覚センサ素子からの電気信号を集積してデータ処理する。このようなサンプリング動作を定期的に繰り返すことにより、ロボットが対象物に接触しているか、さらに、どのセンサが接触しているかを検知する。これにより、ロボットがどの位置でどの程度の強さで対象物に接触しているかをセンシングすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2006-337315号公報

特許文献2：特開2007-10482号公報

特許文献3：特開2007-285784号公報

特許文献4：特開2007-78382号公報

特許文献5：特開2006-287520号公報

特許文献6：特開2006-281347号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の触覚センサシステムには次のような問題があった。

制御部がホストとなって集中的に多数の触覚センサ素子を管理し、順番に各触覚センサ素子を選択して各センサのセンサ値をサンプリングしていくので、センサ数の増加に伴ってサンプリング間隔が長くなる。

すると、応答速度が低速になってしまい、反応が鈍くなることが避けられない。

[0007] また、制御部はすべての触覚センサ素子を順番にサンプリングしていくので、力が加わっていない触覚センサからもセンサデータを取得することとなる。すると、制御部が処理すべきデータ量が膨大になり、制御部の処理負荷が増大するとともに処理時間も長くなってしまう。

また、膨大なデータを処理するためには多量の電力を必要とする。

[0008] また、特許文献1から特許文献6においてもそれぞれ次のような問題がある。

特許文献1、2は、メッシュ状配線方式の触覚センサシステムに十分な感度を提供するものであるが、データ量増大およびホスト負荷増大になお一層の問題がある。

[0009] 特許文献3は、複数のシート状触覚センサに対し、加圧が検出された触覚センサ素子を中心としてセンシング対象とする触覚センサを選択する。

これによればデータ量、計算量はある程度低減できる。

[0010] しかしながら、やはり、ホスト制御部において多数のセンサを集中管理し

、加圧があったことの判断や、データリクエストのやり取りなどをホスト制御部が処理しなければならず、データ量低減やホスト負荷低減にはなお課題が残る。

[0011] 特許文献4は、フレキシブル基板を配線に用い、折り曲げ可能領域および切断可能領域を設けることにより、触覚センサ素子の配置密度の調整や実装領域の調整を容易に行うことができることを開示している。

しかしながら、センサ素子数が増えた場合、データ量やホスト負荷が増大する問題が残る。

[0012] 特許文献5、6は、相互接続型の接触センサシステムの構成において転送のボトルネックを回避し、また、ホスト側での情報処理の負担を低減できることを開示している。すなわち、触覚センサの出力値が隣接センサの出力値から予測可能な場合にはセンサデータをホストへ送信しないこととしている。

しかし、相互接続型であるので、センサ情報の経路を逐次構築する必要がある。

また、触覚センサのセンサ値によってはデータを出力し続ける必要があるため、データ量やホスト処理負担の低減が実現されないおそれがある。

[0013] 本発明の目的は、多数の触覚センサ素子を有しながらもデータ量の増大やホスト処理負担が増大することがなく高速応答が可能な触覚センサシステムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の触覚センサシステムは、

一本以上のバスと、

バスごとに複数個ずつ配置された複数の触覚センサ装置と、

総てのバスと接続され、前記複数の触覚センサ装置からの情報を統合する情報統合装置と、を備え、

前記触覚センサ装置は、

検出対象物からの作用に応じて変化するアナログセンサ信号を出力するセンサ部と、

前記センサ部からのアナログセンサ信号を信号処理したセンサデータ信号を前記バスを介して前記情報統合装置に送信する信号処理部と、を有し、

前記信号処理部は、

前記アナログセンサ信号をデジタル変換するデジタル変換部と、

センサ部によるセンサ値が予め設定された閾値を超えた場合に信号処理の開始許可を出す閾値判定部と、

予め自己に付された送信者識別番号を前記センサデータ信号に付加するID付加部と、

前記センサデータ信号をバスの信号ラインに出力するデータ送信部と、を備える

ことを特徴とする。

[0015] このような構成において、触覚センサ装置は、センサ部と信号処理部とを有しており、信号処理部にてアナログセンサ信号を信号処理する。このように個々の触覚センサ装置にて信号処理を実行するので、情報統合装置の信号処理負荷を少なくすることができる。

[0016] このような構成によれば、センサシステムに多数の触覚センサ装置を配置したとしても情報統合装置の処理負担の増加を小さくできるので、多数の触覚センサ装置を有する大きなシステムでありながらも高速応答が可能になるという画期的な触覚センサシステムとすることができる。

[0017] 触覚センサ装置はデジタル変換部を備えており、アナログセンサ信号をデジタル変換する。

したがって、触覚センサ装置から情報統合装置へはデジタル信号を送信するので、触覚センサ装置と情報統合装置との配線長が長くてもノイズの影響を受けにくくなる。

例えばロボットの体表面全体に触覚センサ装置を設けるとすると全体の配線長はかなりの長さになるのでノイズ耐性が重要になる。

アナログ信号のままで送信する場合に比べて、本発明の構成は多数の触覚センサ装置を備えるセンサシステムに好適である。

[0018] 触覚センサ装置は、閾値判定部を備えており、センサ値が所定閾値を超えた場合にのみセンサデータを情報統合装置に送信する。

したがって、全体としてバスを流れるデータ量が少なくなり、バスの混線が少なくなる。

バスが混線しなくなるので、送信待ち時間が少なくなり、センシングされたデータが望ましいタイミングで各触覚センサ装置から情報統合装置に送信されるようになり、センシングの応答が速くなる。

[0019] また、検出が何も無い場合や閾値以下の検出ではデータの送受信を行わないので、情報統合装置が処理するデータ量が少なくなり、情報統合装置の処理負荷が軽くなる。

触覚センサ装置の数が多くなった場合であってもバスの混線が少なく、応答の速いセンサシステムとすることができる。

[0020] 触覚センサ装置は、ID付加部を備えており、自己の送信者識別番号を付してセンサデータ信号を送信する。

この送信者識別番号によって情報統合装置は送信元の触覚センサ装置を特定することができる。

したがって、情報統合装置と触覚センサ装置との間リクエストパケットのやり取りが不要になり、触覚センサ装置は閾値を超える検出があった場合にすぐにセンサデータを送信することができる。

[0021] 多数の触覚センサ装置との間でリクエストパケットのやり取りが発生するとそれだけでバスが混線してしまう恐れもある。

この点、本発明では、バスを流れるデータ量を少なくし、多数の触覚センサ装置が設けられていても高速応答が可能なセンサシステムを構築することができる。

[0022] また、バス上であればどこにでも触覚センサ装置を配設することができるので、触覚センサ装置の配置を自由に変更することも可能である。

たとえば、ハンド部には密に多数の触覚センサ装置を配置する一方、背中部分では触覚センサ装置の数を少なくすることをもできる。

また、一つにバスに複数の触覚センサ装置を配置することができるので、一つ一つの触覚センサ装置に配線する場合に比べて配線数を劇的に削減することができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]触覚センサシステムの全体構成図。

[図2]触覚センサシステムをロボットハンドに適用した様子を示す図。

[図3]バスに複数の触覚センサ装置が配置された様子を示す図。

[図4]触覚センサ装置の機能ブロック図。

[図5]触覚センサ装置の構造の一例を示す断面図。

[図6]印加された力に応じて極板間距離dおよび極板間電荷量Qが変化する様子を示す図。

[図7]静電容量変化を周波数変化にデジタル変換する手順を説明するための図。

[図8]送信データの構成例を示す図。

[図9]触覚センサ装置において、初期設定の動作手順を示すフローチャート。

[図10]触覚センサ装置がセンシングしてからデータを送信するまでの動作手順を示すフローチャート。

[図11]一つの触覚センサ装置の消費電力をプロットした図。

発明を実施するための形態

[0024] 本発明の実施の形態を図示するとともに図中の各要素に付した符号を参照して説明する。

（第1実施形態）

本発明の触覚センサシステム100に係る第1実施形態について説明する。

図1は、触覚センサシステム100の全体構成図である。

図2は、触覚センサシステム100をロボットハンドに適用した様子を示す図である。

図3は、バス110に複数の触覚センサ装置200が配置された様子を示す図である。

[0025] 触覚センサシステム100は、複数のバス110と、複数の触覚センサ装置200と、情報中継装置120と、集線装置130と、情報統合装置140と、を備える。

[0026] バス110は、図3に示されるように、フレキシブル基板111に配線されている。

バス110の配線ラインとしては4本のライン112、112、113、113が設けられている。

4本のうち2本は電源ライン112、112であり、2本は差動シリアル伝送用の信号ライン113、113である。

[0027] 各バス110には複数の触覚センサ装置200が設けられている。

各バス110の途中には情報中継装置120が設けられ、さらに、複数のバス110が一旦集線装置130に接続されている。

そして、情報中継装置120および集線装置130を介して総てのバス110は情報統合装置140に接続されている。

このとき、バス上の各点において、通信速度の位相遅れがπ（ラジアン）以内であることが好ましい。

これにより、バス状態判定部の動作が安定に行われ、複数のセンサ部からの信号がバス上で衝突することが回避される。

[0028] バス110の配線構造は、図1に示す例に限らず自由に変更できることはもちろんであり、一条のひも状、ツリー状、枝状、魚の骨状、ネット状、リング状、スター状、面状、格子状など様々な配線構造をとり得る。

[0029] 図4は、触覚センサ装置の機能ブロック図である。

図5は、触覚センサ装置200の構造の一例を示す断面図である。

触覚センサ装置200は、センサ部210と、信号処理部300と、を備えている。

ここで、センサ部210と信号処理部300とは貼り合わされ、触覚センサ装置200はワンチップ化されている。

この例では、ダイヤフラム型の力覚センサ部210と、信号処理部300を集積したLSIと、が接着層220によって貼り合わされ、全体が一体的なワンパッケージとなっている。

[0030] センサ部210は、対向配置された二枚の電極板211、211を有する。

また、センサ部210の上面が対象物と接触するセンサ面212となっており、センサ面212が押されると、2枚の電極板211、211の間隔が変化する。電極板間隔の変化による静電容量変化がアナログセンサ信号となる。

[0031] 例えば、図6に示すように、時刻T1から時刻T2に強い力がセンサ面212に印加され、時刻T3から時刻T4に弱い力がセンサ面212に印加されたとする。

すると、印加された力に応じて極板間距離dが変化する。

極板間距離dの変化に応じて、極板間に蓄積される電荷量Qが変化する。

印加される力に応じて変化する極板間電荷量Qをアナログセンサ信号として取り出す。

[0032] アナログセンサ信号は信号処理部300に出力され、信号処理を受ける。

信号処理部300のブロック図を図4に示す。

信号処理部300は、クロック制御部310と、デジタル変換部320と、閾値判定部330と、データ生成部340と、シリアル化部350と、バス状態判定部360と、データ送信部370と、初期送信指令部380と、を備える。

[0033] クロック制御部310は、クロックを生成するとともに、所定の分周を行ったうえで各機能部310-380に動作クロックを供給する。

[0034] デジタル変換部320は、センサ部210からのアナログ信号をデジタル変換する。

静電容量変化を周波数変化にデジタル変換する様子を図7を用いて説明する。

デジタル変換部320は、センサ部210からのセンサ信号を取り出すにあたって、選択信号Sctと、リセット信号Rstと、を一定周期で出す。

選択信号Sctは、電極板211と信号処理部300との間に配置されたスイッチ（不図示）のON信号である。

リセット信号Rstは、極板の電荷を一旦GNDにしてリセットするための信号である。

[0035] 選択信号Sctにより、極板間電荷量Qが一定周期で取り出される。

このように取り出された極板間電荷量Qを所定の抵抗を介して電圧V_Qに変換する。

このV_Qを所定の参照電圧Vrefと対比する。そして、V_QがVrefを超えている時間幅を有するパルス信号Voutを生成する。このとき、電荷の取り出し速度が一定であれば、V_Qの高さとVoutのパルス幅は正の相関を持つ。

パルスジェネレータ（不図示）によってVoutを所定周波数のパルス信号に変換する。

単位時間あたりのパルス数をカウントすることにより、センサ部210にかかる力をデジタル量として計測することができる。

このように周波数変換によってデジタル化されたセンサ信号をデジタルセンサ信号とする。

[0036] 閾値判定部330には、所定のセンサ閾値が設定されている。

閾値判定部330は、デジタルセンサ信号を前記センサ閾値と対比する。

デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えない場合には、センサ信号の処理を停止する。

一方、デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えた場合、センサ信号を外部出力するための処理をデータ生成部340に続行させる。

[0037] データ生成部340は、デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えたことが閾値判定部330によって判断された場合、情報統合装置140に送信する送信データを生成する。

ここで、各触覚センサ装置200にはそれぞれ異なる送信者識別番号IDが設定されている。

送信者識別番号IDは、同じバス110に配設されている触覚センサ装置同士では重複することなく互いに異なるように設定されている。

[0038] さらには、バス110の終端に配置されている触覚センサ装置200には、終端であることを示す終端番号が送信者識別番号IDとして与えられている。

終端番号としては、送信者識別信号として設定可能な最大値とすることが例として挙げられる。

例えば、0－255の範囲で送信者識別番号IDを設定する場合、終端番号は255である。

[0039] データ生成部340は、デジタルセンサ信号に送信者識別番号IDを付加するID付加部341を有する。

閾値判定部330からセンサ閾値を超えたデジタルセンサ信号が与えられると、ID付加部341は、このデジタルセンサ信号に対して自己の送信者識別番号IDを付加する。

[0040] さらに、データ生成部340は、プリアンブル、スタートビット、CRCビット(Cyclic Redundancy Check)、ストップビットを付加して、送信データを生成する（図8参照）。

また、データ生成部340は、送信データを伝送方式に応じて符号化する（例えば4B5B符号化）。

[0041] シリアル化部350は、データ生成部340にて生成された送信データをシリアル伝送用にシリアル化する。

[0042] バス状態判定部360は、一定周期でバス110の信号線ライン113の状態を判定する。

具体的には、バス状態判定部360は、バス110の信号ライン113がビジーかフリーかを判定する。そして、判定結果をデータ送信部370に出力する。すなわち、バス110がビジーである場合には、送信待機指示を出力する。

また、バス110がフリーであった場合には、送信許可を出力する。

[0043] なお、バス状態判定部360は、バス110がビジーであった場合、予め設定された待ち時間経過後に再度バス110の状態を判定する。

また、バス状態判定部360は、バス110が連続してビジー判定であった場合、前記待ち時間を所定の比率で増加させる。

[0044] データ送信部370は、データ生成部340にて生成された送信データをバス110の信号ライン113にのせて送信する。

ここで、データ送信部370は、データ送信の前にバス状態判定部360からの指示を確認する。

すなわち、送信待機指示がある場合には、データ送信部370は、データ送信をせずに待機する。

また、バス状態判定部360から送信許可がある場合には、送信データをバス110の信号ライン113にのせて送信する。

[0045] なお、データ送信部370は、カウンタ（不図示）を有しており、データの送信を待機して待っている時間をカウントする。

そして、送信許可が無い状態で送信すべき送信データの保持時間が所定時間（最大保持時間）を超過した場合、センサデータ信号を破棄する。

[0046] また、カウンタは、一度データを送信したのちに時間のカウントを開始し、次の送信までに予め設定された送信間隔をあけるように送信間隔時間はデータ送信を停止させる。

[0047] データ送信部370は、データを送信するにあたっては、差動シリアル伝送方式でデータを送信する。

なお、データ送信部370は、クロック制御部310にて生成されたクロックを基準に用いて、調歩同期式でデータを送信する。

すなわち、情報統合装置140との間でリクエストパケットのやり取りなどを行うことなく、データ送信部370は送信許可が得られた後、自分のタイミングでデータ送信を開始する。

[0048] 通信で使われるクロックとしては、各信号処理部のクロックが用いられるのであって、情報統合装置のクロックを用いるのではない。

このような構成であるので、クロック専用のバスラインは不要である。

通信に使われるクロックがセンサ部ごとにつくられるので、調歩同期のためのプリアンブルがデータの先頭に設けられている。

また、調歩同期を容易とするために、4b5b符号化部で同期用情報の生成を行い、さらにNRZI（Non Return to Zero, Inverted）を用いている。

情報統合装置はCDR（Clock Data Recovery）によって送信側と信号の同期をとる。

本方式では、バス本数の低減、通信の簡略化による信号処理部の小規模化

、通信量の低減による輻輳の回避、および、通信速度の向上を行うために、情報統合装置や触覚センサ装置によるバス制御を行っていない。

すなわち、ACKやNAKに代表されるハンドシェイクを実施しない。

そこで、データの信頼性を高めるためにCRCで代表される巡回冗長符号（誤り検出のための符号）を用いる。

情報統合装置で受け取ったデータを解析し、CRCによる誤りが検知された場合はそのデータを破棄する。

一般的な通信では、通信誤りが検知されたときはNAKを送り、再度データを送ることを要求するが、本実施形態では、センサ部から情報統合装置への一方向の通信形態をとるのでデータ再送の要求はせずに、データ破棄のみとする。

これにより、制御系の安定を効率よく維持することができる。

[0049] 初期送信指令部380は、電源投入があった場合にデータ生成部340に送信者識別番号IDの送信を指令する。

各触覚センサ装置200にはそれぞれ異なる送信者識別番号IDが設定されているところ、初期送信指令部380は電源投入を検知してから送信者識別番号IDに応じた待機時間だけ待機したのちに、データ生成部340に送信者識別番号IDの送信を指令する。

[0050] ここで、一の触覚センサ装置200が初期送信としての送信者識別番号IDの送信を実行するのにかかる時間をTsとし、送信者識別番号IDが0から255の間で設定されているとする。この場合、送信者識別番号IDに応じた待機時間は、（IDの値）×Tsに設定することが例として挙げられる。

このように各触覚センサ装置200の待機時間を設定すれば、送信タイミングがそれぞれずれるので、バス110が輻輳しなくなり、円滑な初期設定が可能になる。

[0051] 情報中継装置120は、バス110の途中に設けられており、このバス110に設けられた触覚センサ装置200のデータを中継して情報統合装置140に送信する。

各情報中継装置120にはそれぞれ異なる送信者識別番号IDが設定されており

、触覚センサ装置200からのデータにさらに自己の送信者識別番号IDを付加する。

集線装置130は、複数のバス110に接続され、これら複数のバス110を集線している。

集線装置130にはそれぞれ異なる送信者識別番号IDが設定されており、触覚センサ装置200からのデータにさらに自己の送信者識別番号IDを付加する。

[0052] ここで、一つのバス110に設けられている複数の触覚センサ装置同士の送信者識別番号は互いに異なったものでなければならないが、バス110が異なっていれば異なる触覚センサ装置200に同じ送信者識別番号が付されていてもよい。

すなわち、情報中継装置120、集線装置130を介してデータが伝送される間に情報中継装置120および集線装置130の送信者識別番号IDが付加されていくので、同じ送信者識別番号IDが付されていても情報統合装置140からは異なる触覚センサ装置200として認識される。

[0053] 情報統合装置140は、各触覚センサ装置200からの送信データを受信し、全情報を統合する。

情報統合装置140による情報統合により、触覚センサシステム100のどこにどの程度の力が印加されているかが検出される。

[0054] また、情報統合装置140は、電源投入後に初期設定を行う。

初期設定では、電源投入後に各触覚センサ装置200から送信されてくるそれぞれの送信者識別番号IDを受信して、センサシステムの通信網を構築する。

すなわち、システムに繋がっている総ての触覚センサ装置200の送信者識別番号IDを把握し、さらに、集線装置130、情報中継装置120を介して、触覚センサ装置200がどのようにバス110に繋がっているかを把握する。

[0055] なお、ロボット表面に触覚センサシステム100を設ける場合のように各触覚センサ装置200の座標を情報統合装置140に登録する必要がある場合には、予め位置が特定された対象物と各接触センサ装置とが関与したときのセンサデータ信号に基づいて各接触センサ装置の位置を学習するようにしてもよい。

または、外部から設定入力される各触覚センサ装置200の位置情報を用いてネットワーク構造を構築してもよい。

[0056] このような構成を備える触覚センサシステム100において各触覚センサ装置200の動作についてフローチャートを参照して説明する。

図9は、各触覚センサ装置200において、初期設定の動作手順を示すフローチャートである。

電源が投入されると、初期送信指令部380がこれを検知する。

初期送信指令部380が電源投入を検知すると(ST110:YES)、初期送信指令部380は、自己の触覚センサ装置200に与えられた送信者識別番号IDに応じた時間だけ待機する(ST111)。

[0057] 待機時間が終了したところで(ST112:YES)、データ生成部340に送信データの生成を指示する。

データ生成部340は、自己に与えられた送信者識別番号IDに、プリアンブル、スタートビット、CRCビット(Cyclic Redundancy Check)、ストップビットを付加して、送信データを生成する(ST113)。

生成された送信データはデータ送信部370に送られる。

[0058] データ送信部370は、データ送信の前にバス状態判定部360による判定結果を確認する(S114)。

初期送信にあたっては、各触覚センサ装置200がそれぞれ自己に与えられた送信者識別番号IDに応じた待機時間だけ待機するので、バス110が輻輳すること場合は少ないと考えられる。

バス110の状態がフリーである場合(ST115:YES)、データ送信部370はバス110の信号ライン113に送信データをのせて送信する(ST116)。

なお、バス110がビジーであった場合には(ST115:NO)、所定時間待って再度バス110の状態を判定する (ST114) 。

[0059] 総ての触覚センサ装置200からの初期送信は情報統合装置140で受信される。

これにより、情報統合装置140は、システムに繋がっている総ての触覚セン

サ装置200の送信者識別番号IDを把握し、さらに、集線装置130、情報中継装置120を介して、触覚センサ装置200がどのようにバス110に繋がっているかを把握する。

このようにして初期設定が完了する。

[0060] なお、情報統合装置140は、バス110の輻輳が制限値を超えたことにより通信システムがダウンした場合には、電源再投入によってシステムをリセットし、再度、初期設定の動作を実行させる。

[0061] 次に、触覚センサ装置200がセンシングしてからデータを送信するまでの動作について図10のフローチャートを参照して説明する。

電源投入されて、初期設定送信が終了したのち、触覚センサ装置200はセンシング動作を行う（ST210）。

ここでいうセンシング動作とは、極板間の静電容量変化を周波数変化にデジタル変換し、センサ面212にかかった物理量（例えば力）をデジタルセンサ信号として取り出すことをいう。

このセンシング動作は、図7で説明したように、デジタル変換部320において一定周期の選択信号Sct等によって常時実行される。

[0062] デジタルセンサ信号は、閾値判定部330に送られ、予め設定されたセンサ閾値と比較される。

デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えない場合には（ST211：NO）、このデジタルセンサ信号の送信処理は行わず、再びセンシング動作に戻る。

一方、デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えていた場合（ST211：YES）、このデジタルセンサ信号を外部出力するための送信データ生成（ST212）を行う。

[0063] 送信データ生成（ST212）は、データ生成部340において行われる。

すなわち、デジタルセンサ信号に送信者識別番号IDを付加するとともに、プリアンブル、スタートビット、CRCビット(Cyclic Redundancy Check)、ストップビットを付加して、送信データを生成する（図8参照）。

このように生成された送信データは、シリアル化部350にてシリアル化され

（ST213）、データ送信部370に出力される。

[0064] データ送信部370は、データを送信する前に複数の条件（ST214、ST215、ST216）を満たしているかの判断を行う。すなわち、まず、バス状態判定部360によるバス状態の判定結果を確認する。

バス110がビジーである場合、バス状態判定部360からデータ送信部に送信待機指示が出される。そして、バス状態判定部360は、予め設定された待ち時間経過後に再度バス110の状態を判定する。

[0065] バス110がフリーである場合（ST214：YES）、データ送信部370は送信間隔が空いているかを確認する。

すなわち、前回のデータ送信からの時間が送信間隔時間以上になっているかを確認し、送信間隔時間が経過するまで待機する。

送信間隔時間が経過したところで（ST215：YES）、次にデータの保持時間が最大保持時間以内であるか否かを確認する。

データの保持時間が最大保持時間以内である場合（ST216）、データ送信部370は送信データをバス110の信号ライン113にのせて送信する。

送信されたデータは情報中継装置120、集線装置130を介して情報統合装置140に送られる。

[0066] 一方、データ保持時間が最大保持時間を超過していた場合、データ送信部370はデータを送信せずにそのデータを破棄し、ST210に戻ってセンシングから実行する。

[0067] これらの動作は、所定の終了条件（たとえば電源供給の停止）が満たされるまでループ状に繰り返される。

[0068] 情報統合装置140は、触覚センサ装置200からの送信データを順次受信する。そして、情報統合装置140は、受信したデータに基づいて、触覚センサシステム100のどこにどの程度の力が印加されているかを検知する。

ここで、初期設定で構築した通信網に登録されているにも関わらず、一定時間以上データを送信してこない触覚センサ装置200があった場合、その触覚センサ装置は故障したと判断し、通信網から削除する。

[0069] （動作例）

次に、図11を参照して、実際の動作例を示す。

触覚センサシステム100に電源投入をした後、40μsまでは総ての触覚センサ装置200に閾値未満の弱い力を印加し、40μs経過後に総ての触覚センサ装置200に閾値以上の力を印加した。

図11は、横軸を時間軸として、一つの触覚センサ装置200の消費電力をプロットした図である。

電源投入後、触覚センサ装置200は、自己の送信者識別番号IDに応じた時間だけ待機したのちに初期送信を行う。

この初期送信時の消費電力ピークが現れている。

[0070] そして、40μsまでは閾値以下の弱い力が印加されているので、センシングによって得られるデジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えない。

この場合、デジタルセンサ信号がセンサ閾値を超えないことを閾値判定部330が判定し、以後のデータ処理が行われない。

したがって、40μsまではセンシング（デジタル変換）に必要な電力分だけが消費される。

[0071] 40μs後に閾値を超える強い力が印加される。

すると、送信データがデータ生成部340によって生成されてデータが送信される。

送信処理の電力が大きいので、送信動作時に消費電力ピークが現れる。

さらに、強い力が印加され続けているので、触覚センサ装置200は送信データを生成し続けようとする。

しかしながら、総ての触覚センサ装置200に力が印加されているのでバス110がビジーになり、待機時間が発生する。そして、バス状態判定部360は、バス110が連続してビジー判定であった場合、待ち時間を所定の比率で増加させるので、送信間隔が長くなっていくことが示されている。

[0072] このような構成を備える触覚センサシステム100によれば次の効果を奏することができる。

（１）触覚センサ装置200は、センサ部210と信号処理部300とを有しており、信号処理部300にてアナログセンサ信号を信号処理する。

このように個々の触覚センサ装置200にて信号処理を実行するので、情報統合装置140の信号処理負荷を少なくすることができる。

センサシステムに多数の触覚センサ装置200を配置したとしても情報統合装置140の処理負担の増加を小さくできるので、多数の触覚センサ装置200を有する大きなシステムでありながらも高速応答が可能になるという画期的な触覚センサシステムとすることができる。

[0073] （２）触覚センサ装置200はデジタル変換部320を備えており、アナログセンサ信号をデジタル変換する。

したがって、触覚センサ装置200から情報統合装置140へはデジタル信号を送信するので、触覚センサ装置200と情報統合装置140との配線長が長くてもノイズの影響を受けにくくなる。

例えばロボットの体表面全体に触覚センサ装置200を設けるとすると全体の配線長はかなりの長さになるのでノイズ耐性が重要になる。

アナログ信号のままで送信する場合に比べて、本実施形態の構成は多数の触覚センサ装置200を備えるセンサシステムに好適である。

[0074] （３）触覚センサ装置200は、閾値判定部330を備えており、センサ値が所定閾値を超えた場合にのみセンサデータを情報統合装置140に送信する。

したがって、全体としてバス110を流れるデータ量が少なくなり、バス110の混線が少なくなる。

バス110が混線しなくなるので、送信待ち時間が少なくなり、センシングされたデータが望ましいタイミングで各触覚センサ装置200から情報統合装置140に送信されるようになり、センシングの応答が速くなる。

また、検出が何も無い場合や閾値以下の検出ではデータの送受信を行わないので、情報統合装置140が処理するデータ量が少なくなり、情報統合装置140の処理負荷が軽くなる。

触覚センサ装置200の数が多くなった場合であってもバス110の混線が少な

く、応答の速いセンサシステムとすることができる。

[0075] （４）触覚センサ装置200は、ID付加部341を備えており、自己の送信者識別番号を付してセンサデータ信号を送信する。

この送信者識別番号によって情報統合装置140は送信元の触覚センサ装置200を特定することができる。

したがって、情報統合装置140と触覚センサ装置200との間リクエストパケットのやり取りが不要になり、触覚センサ装置200は閾値を超える検出があった場合にすぐにセンサデータを送信することができる。

多数の触覚センサ装置200との間でリクエストパケットのやり取りが発生するとそれだけでバス110が混線してしまう恐れもある。

この点、本実施形態では、バス110を流れるデータ量を少なくし、多数の触覚センサ装置200が設けられていても高速応答が可能なセンサシステムを構築することができる。

[0076] （５）バス110上であればどこにでも触覚センサ装置200を配設することができるので、触覚センサ装置200の配置を自由に変更することも可能である。

たとえば、ハンド部には密に多数の触覚センサ装置200を配置する一方、背中部分では触覚センサ装置200の数を少なくすることをもできる。

また、一つにバス110に複数の触覚センサ装置200を配置することができるので、一つ一つの触覚センサ装置に配線する場合に比べて配線数を劇的に削減することができる。

[0077] （６）触覚センサ装置200は、バス状態判定部360を備え、バス110がフリーである場合にデータ送信部370からデータを送信する。

一つのバス110に多数の触覚センサ装置200が設けられていると、バス110が輻輳してしまう恐れが高い。

従来はバスを制御するためにホストがリクエストパケットを発行するなどの集中管理を行っていたが、リクエストパケットのやり取りにバスが占有されてしまうという問題がある。

この点、本実施形態では、各触覚センサ装置200がバス110の状態を判断し

て送信可能である場合にセンサデータ信号を送信する。

したがって、一つのバス110に多数の触覚センサ装置200が設けられてもバス110の輻輳が回避され、応答の速いセンサシステムとすることができる。

[0078] （７）データ送信部340は、送信許可が無い状態で送信すべきセンサデータ信号の保持時間が所定時間を超過した場合、保持していたセンサデータ信号を破棄し、最新のデータを取得するセンシングから実行させる。

多数の触覚センサ装置200が設けられていると、送信待機時間が長くなる場合もあり得る。

このような場合に時機に遅れた無駄なセンサデータを送信することは、バスの混戦を招くとともに情報統合装置140の処理負担も増加させてしまう。

この点、本実施形態によれば、保持時間が所定時間以上経過した場合には最新のセンサデータを取得するので、時機に遅れたセンサデータを無駄に送ることがなくなる。

[0079] （８）データ送信部370は、センサデータ信号を一度送信した後、次の送信までに予め設定された待ち時間だけデータ送信を停止することとしている。

したがって、ひとつまたは少数の触覚センサ装置200からの連続送信でバス110が占有されてしまうことを防止することができ、情報統合装置140はシステム全体の検出データを得ることができる。

また、前記待ち時間を送信者識別番号に応じて設定しているので、触覚センサ装置200ごとに待ち時間が異なるようになる。

したがって、たとえば、複数の触覚センサ装置200が同時に送信待ちになったとしても待機時間がそれぞれ異なる。

これにより、各触覚センサ装置200がそれぞれずれたタイミングでデータ送信を行うようになるので、バス110の輻輳が極力回避される。

[0080] なお、待ち時間が触覚センサ装置ごとに異なるようになっていればよいので、待ち時間が送信者識別番号とは無関係に設定されていてもよいことはもちろんである。

[0081] （９）触覚センサ装置200と情報統合装置140とのデータ送信には調歩同期方

式を採用している。

多数の触覚センサ装置200が設けられていると、それらの送信タイミングをホスト側で管理制御するだけでもホストの処理負担が大きい。

差動シリアル伝送に際して、LVDS（Low Voltage Differential Signaling）と呼ばれる低電圧差動信号インターフェースを用いる。

また、リクエストパケットによってバスが占有される問題もある。

この点、本実施形態では、調歩同期式を採用し、触覚センサ装置200から情報統合装置140には触覚センサ装置200の任意のタイミングでデータが送信される。

したがって、多数の触覚センサ装置200が設けられていても情報統合装置140の処理負担が軽くなるとともに、センサシステムの応答速度を高速にすることができる。

[0082] （１０）バス110の信号ライン113、113は二本であって、触覚センサ装置200と情報統合装置140との間では、差動シリアル伝送によってセンサデータ信号の伝送が実行される。

例えばロボットの体表面全体に触覚センサ装置200を配設することを考えると、バス110の配線数が非常に多くなることになる。

このとき、バス110の信号ラインが多いとバス110の幅がそれだけ広くなり、ロボット体表面全体に配線する場合には望ましくない。

また、触覚センサ装置200とバス110との配線接続をする手間も信号ラインの数の増加に比例して多くなるので、多数の触覚センサ装置200を配設することを考えると信号ラインは少ない方が望ましい。

この点、本実施形態では、信号ライン113、113は二本と非常に少なくする。

また、二本の信号ラインで差動信号を送信するので、ノイズ耐性も十分に高い。

したがって、本実施形態は、多数の触覚センサ装置200を備えるセンサシステムに好適である。

[0083] （１１）触覚センサ装置200は、電源が投入されたことを検知した場合に、送信者識別番号の送信を実行する。

すなわち、情報統合装置140は、最初に送信されてくる送信者識別番号を記録しておくことで、システムに配備されている触覚センサ装置200を認識しかつ区別することができる。

このような構成によれば、触覚センサ装置200の配設位置は固定的でなくてもよくなる。

たとえば、触覚センサ装置200の配置構成を変更した場合には、電源の再投入を行えば、自動的に情報統合装置140が各触覚センサ装置200からの送信者識別番号を受信して通信網を構築することができる。

[0084] （１２）また、初期送信の段階において、初期送信指令部は、電源の投入を検知してから送信者識別番号に応じた時間だけ待機したのち、送信者識別信号の送信を指令する。

このような構成によれば、各触覚センサ装置200がそれぞれずれたタイミングでデータ送信を行うようになるので、バス110の輻輳が極力回避される。

[0085] （１３）各バス110の終端に設けられた触覚センサ装置200には終端番号が設定されているので、初期送信の段階で情報統合装置140がこの終端番号を受信することにより、各バス110の終端を認識できる。これにより、情報統合装置140はバス110の各終端を特定して、通信網を構築することができる。

また、終端番号として送信者識別信号として設定可能な最大値（例えば255）を利用することにより、別途に終端番号を設定する必要がなくなり、システムの簡素化および処理すべき情報の削減を図ることができる。

[0086] なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

上記実施形態においては、センサ部にかかった力を二枚の電極板の距離の変化から検出する場合を例示したが、センサ部の構成としては、検出対象となる物理量を検出できるものであれば特に限定されるものではない。

[0087] 触覚センサ装置の構成としては、センサ部をMEMS（Micro Electro Mechani

cal Systems）として構成要素を基板に集積化し、さらに、信号処理部も半導体基板に集積化し、センサ部のMEMSと信号処理部の半導体基板とを接合して一つの集積化されたセンサ素子チップとすることが好ましい。

ただし、触覚センサ装置は必ずしも集積化されていなくてもよく、たとえばセンサ部と信号処理部とがそれぞれ別体であって、互いに近接して配置されていてもよい。

[0088] 触覚センサ装置において、センサ感度、センサ閾値を次のようにして設定してもよい。

ここで、センサ感度の設定とは、デジタル変換部における電圧レベルやサンプリングクロックを調整して設定することをいう。

触覚センサ装置にメモリとレジスタを組み込む。

そして、メモリにセンサ感度、センサ閾値を設定する。

ここで、メモリとしては、マスクROM、OTP（One Time Programmable）メモリ、EPROM（Erasabele Programmable ROM）などが採用できる。

メモリにセンサ感度、センサ閾値を設定するタイミングは、触覚センサ装置の製造時またはセンサシステムをロボットに実装する前でもよく、あるいは、センサシステムをロボットに実装した後でもよい。

触覚センサ装置の製造時またはセンサシステムをロボットに実装する前にメモリにセンサ感度、センサ閾値を設定する場合には、専用の書き込み端子を用いてメモリに書き込む。

センサシステムをロボットに実装した後でメモリにセンサ感度、センサ閾値を書き込む場合には、触覚センサ装置が個別学習で設定するようにしてもよく、または、情報統合装置からIDと設定情報とを送信し、自身に該当するIDが付された設定情報を各センサ装置が取り込んでメモリに設定するようにしてもよい。

このような方法でメモリにセンサ感度、センサ閾値を設定しておき、動作時にはレジスタがメモリからセンサ感度、センサ閾値を取り込む。

そして、デジタル変換部は、レジスタに設定されたセンサ感度に基づいて

電圧レベルやサンプリングクロックを調整する。

また、閾値判定部は、レジスタに設定されたセンサ閾値を用いて閾値判定を行う。

このような構成によれば、ロボットに取り付けられる位置に応じてセンサ装置のセンサ感度、センサ閾値が柔軟に設定可能となる。

センサ感度、センサ閾値が設定できることにより、送信データの質と量とのバランスを適切に調整でき、結果として情報統合装置の負荷を軽減することができる。

また、センサ感度、センサ閾値が適切に設定されることでデータ衝突の頻度を下げることができ、高速な応答が可能になるとともに数百を超える触覚センサ装置を設置することが可能になる。

産業上の利用可能性

[0089] 本発明は、例えばロボットの表面部（例えばハンド部や体表面全体）に設けられ、対象物との接触を検出する触覚センサシステムに利用できる。

符号の説明

[0090] 100…触覚センサシステム、110…バス、111…フレキシブル基板、112…電源ライン、113…信号ライン、120…情報中継装置、130…集線装置、140…情報統合装置、200…触覚センサ装置、210…センサ部、211…電極板、212…センサ面、220…接着層、300…信号処理部、310…クロック制御部、320…デジタル変換部、330…閾値判定部、340…データ生成部、340…データ送信部、341…ID付加部、350…シリアル化部、360…バス状態判定部、370…データ送信部、380…初期送信指令部。

請求の範囲

[請求項1] 一本以上のバスと、

バスごとに複数個ずつ配置された複数の触覚センサ装置と、

総てのバスと接続され、前記複数の触覚センサ装置からの情報を統合する情報統合装置と、を備え、

前記触覚センサ装置は、

検出対象物からの作用に応じて変化するアナログセンサ信号を出力するセンサ部と、

前記センサ部からのアナログセンサ信号を信号処理したセンサデータ信号を前記バスを介して前記情報統合装置に送信する信号処理部と、を有し、

前記信号処理部は、

前記アナログセンサ信号をデジタル変換するデジタル変換部と、

センサ部によるセンサ値が予め設定された閾値を超えた場合に信号処理の開始許可を出す閾値判定部と、

予め自己に付された送信者識別番号を前記センサデータ信号に付加するID付加部と、

前記センサデータ信号をバスの信号ラインに出力するデータ送信部と、を備える

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項2] 請求項1に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記信号処理部は、バスの信号ラインの状態を判定するバス状態判定部を備え、

前記バス状態判定部は、バスがビジーである場合、前記データ送信部の信号送信を停止させ、

バスがフリーである場合、前記データ送信部の信号送信を許可する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項3] 請求項2に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記バス状態判定部は、バスがビジーであった場合、予め設定された待ち時間経過後に再度バスの状態を判定する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項4] 請求項3に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記バス状態判定部は、前記待ち時間が連続して発生した場合には、待機時間を所定の比率で増加させる

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項5] 請求項2から請求項4のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記データ送信部は、送信許可が無い状態で送信すべきセンサデータ信号の保持時間が所定時間を超過した場合、前記センサデータ信号を破棄する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項6] 請求項1から請求項5のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記データ送信部は、

前記センサデータ信号を一度送信した後、次の送信までに予め設定された待ち時間だけデータ送信を停止する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項7] 請求項6に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記待ち時間は、前記送信者識別番号に応じて決定される

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記データ送信部は、調歩同期方式によって前記センサデータ信号を送信する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項9] 請求項1から請求項8のいずれかに記載の触覚センサシステムにおい

て、

前記信号処理部は、センサデータ信号をシリアル化するシリアル変換部を備え、

前記データ送信部は、前記シリアル変換部にてシリアル変換されたデータを送信する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項10] 請求項9に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記バスの信号ラインは二本であって、

前記データ送信部は、差動シリアル伝送によって前記センサデータ信号を伝送する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項11] 請求項1から請求項10のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記信号処理部は、

電源が投入されたことを検知した場合に、前記送信者識別番号の送信を指令する初期送信指令部を備える

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項12] 請求項11に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記初期送信指令部は、電源の投入を検知してから前記送信者識別番号に応じた時間だけ待機したのち、前記送信者識別信号の送信を指令する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項13] 請求項11または請求項12に記載の触覚センサシステムにおいて、

各バスの終端に設けられた触覚センサ装置には終端番号が設定されている

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項14] 請求項13に記載の触覚センサシステムにおいて、

各バスの終端に設けられた触覚センサ装置の送信者識別信号は、送

信者識別信号として設定可能な最大値であって、これを前記終端番号とする

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項15] 請求項11から請求項14のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、電源投入時に前記各触覚センサ装置から送信される送信者識別番号を受信し、受信した送信者識別番号に基づいて通信網を構築する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項16] 請求項15に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、受信した送信者識別番号に基づいて各接触センサ装置を特定した通信網を構築し、

さらに、予め位置が特定された対象物と前記各接触センサ装置とが関与したときのセンサデータ信号に基づいて各接触センサ装置の位置を学習して記録する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項17] 請求項15に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、受信した送信者識別番号に基づいて各接触センサ装置を特定した通信網を構築し、

さらに、予め位置が特定された対象物と前記各バスの終端に設けられた各接触センサ装置とが関与したときのセンサデータ信号に基づいてネットワーク構造を学習して記録する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項18] 請求項15に記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、受信した送信者識別番号に基づいて各接触センサ装置を特定した通信網を構築し、

外部から設定入力される各触覚センサ装置の位置情報を用いてネットワーク構造を構築する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項19] 請求項15から請求項18のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、ある触覚センサ装置から一定時間以上データ送信がない場合、その触覚センサ装置は故障したと判断する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項20] 請求項15から請求項19のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

前記情報統合装置は、前記バスの輻輳が制限値を超えたことにより通信システムがダウンした場合には、電源再投入によってシステムをリセットする

ことを特徴とする触覚センサシステム。

[請求項21] 請求項1から請求項20のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

各バスにおいて途中には固有の送信者識別情報が設定された情報中継装置が設けられ、

前記情報中継装置は、各触覚センサ装置からのセンサデータ信号にさらに自己の送信者識別番号を付加したデータ信号を送信する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

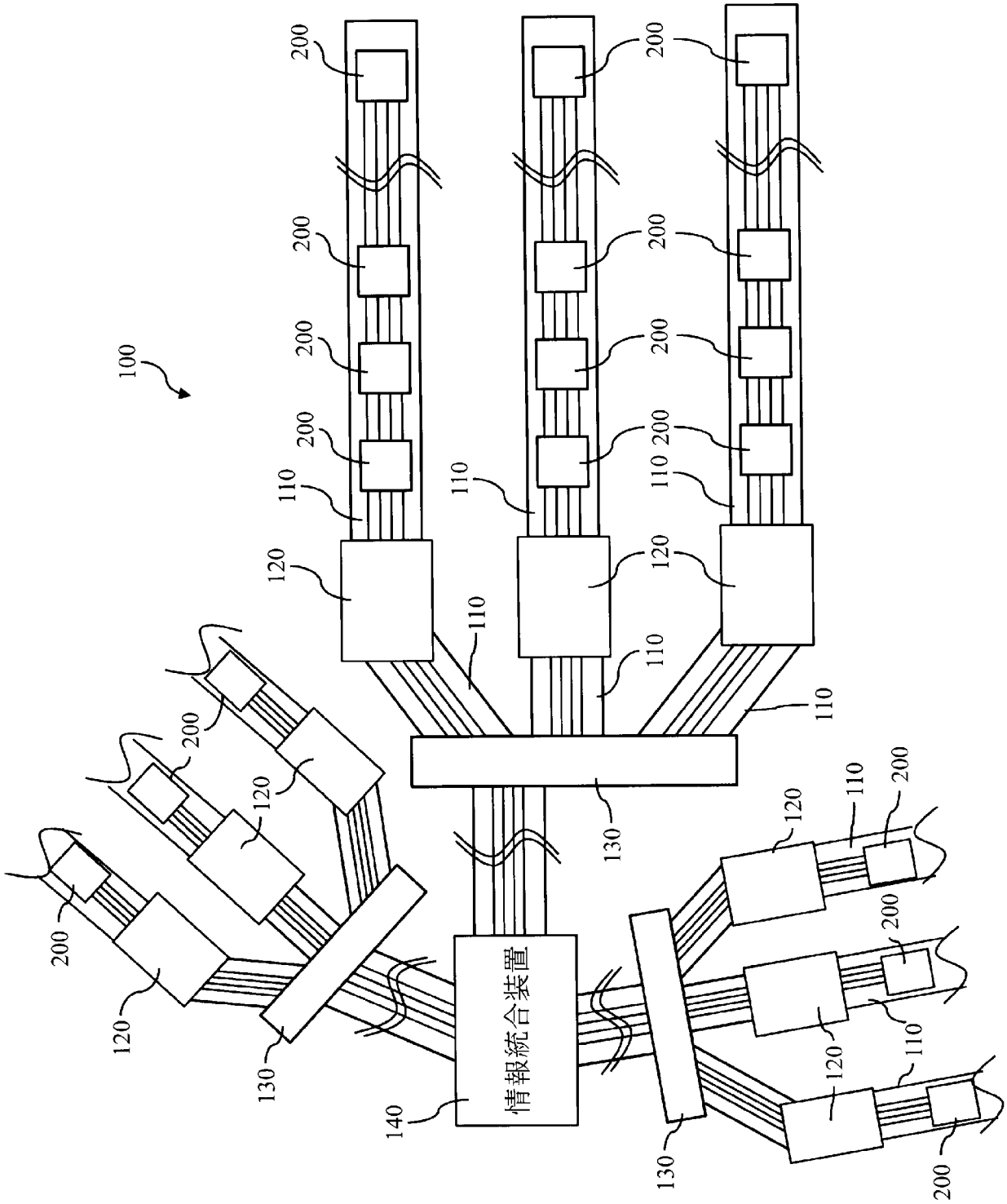
[請求項22] 請求項1から請求項21のいずれかに記載の触覚センサシステムにおいて、

複数のバスを集線する集線装置を備え、

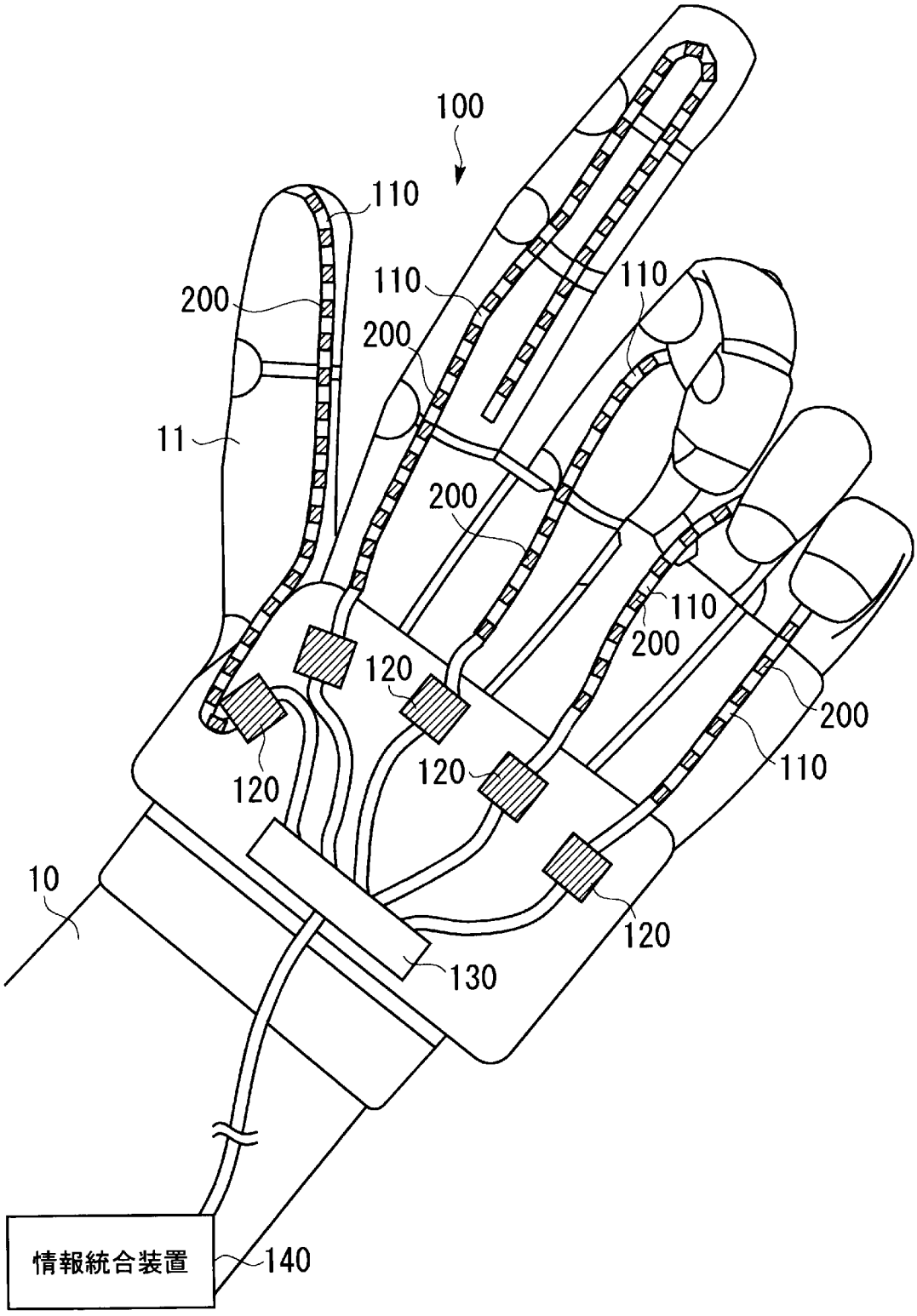
前記集線装置は、各触覚センサ装置からのセンサデータ信号にさらに自己の送信者識別番号を付加したデータ信号を送信する

ことを特徴とする触覚センサシステム。

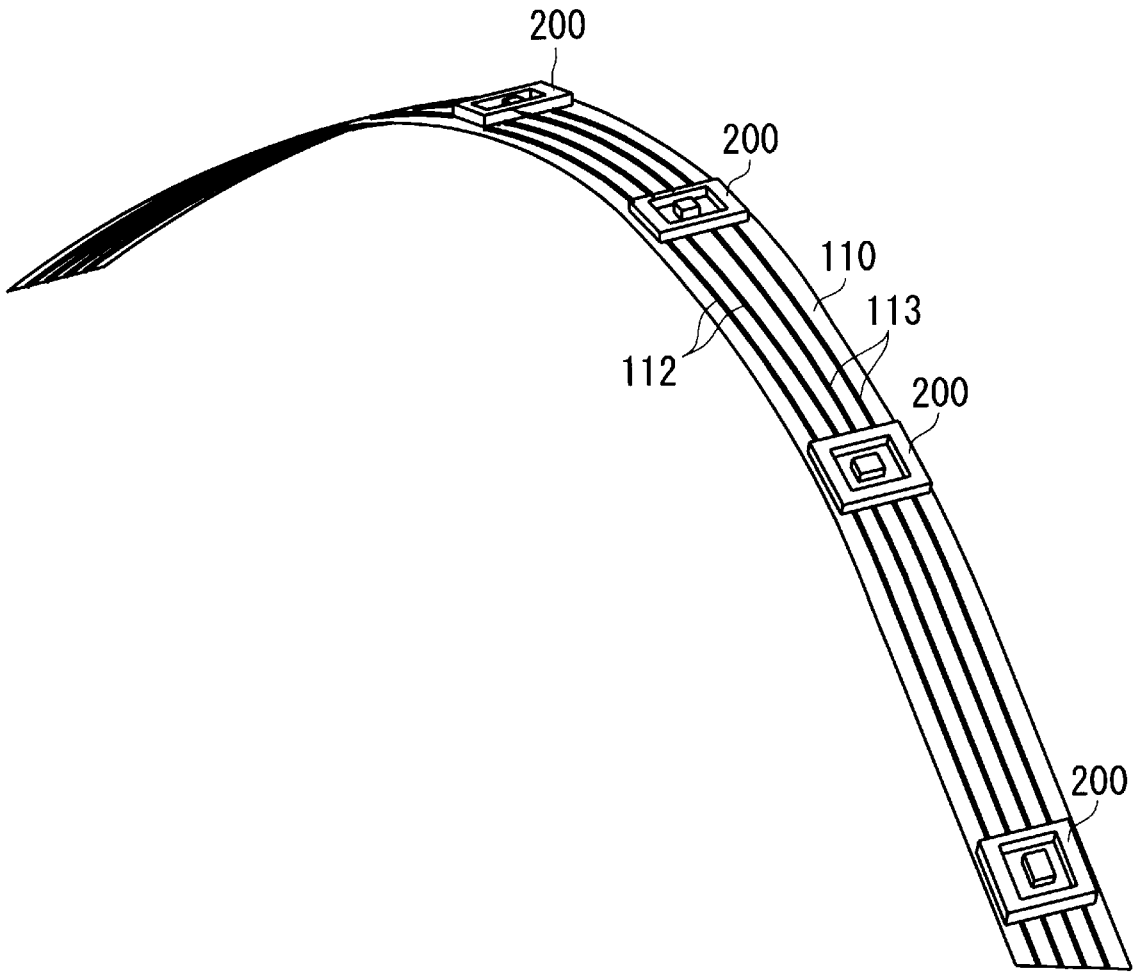
[図1]



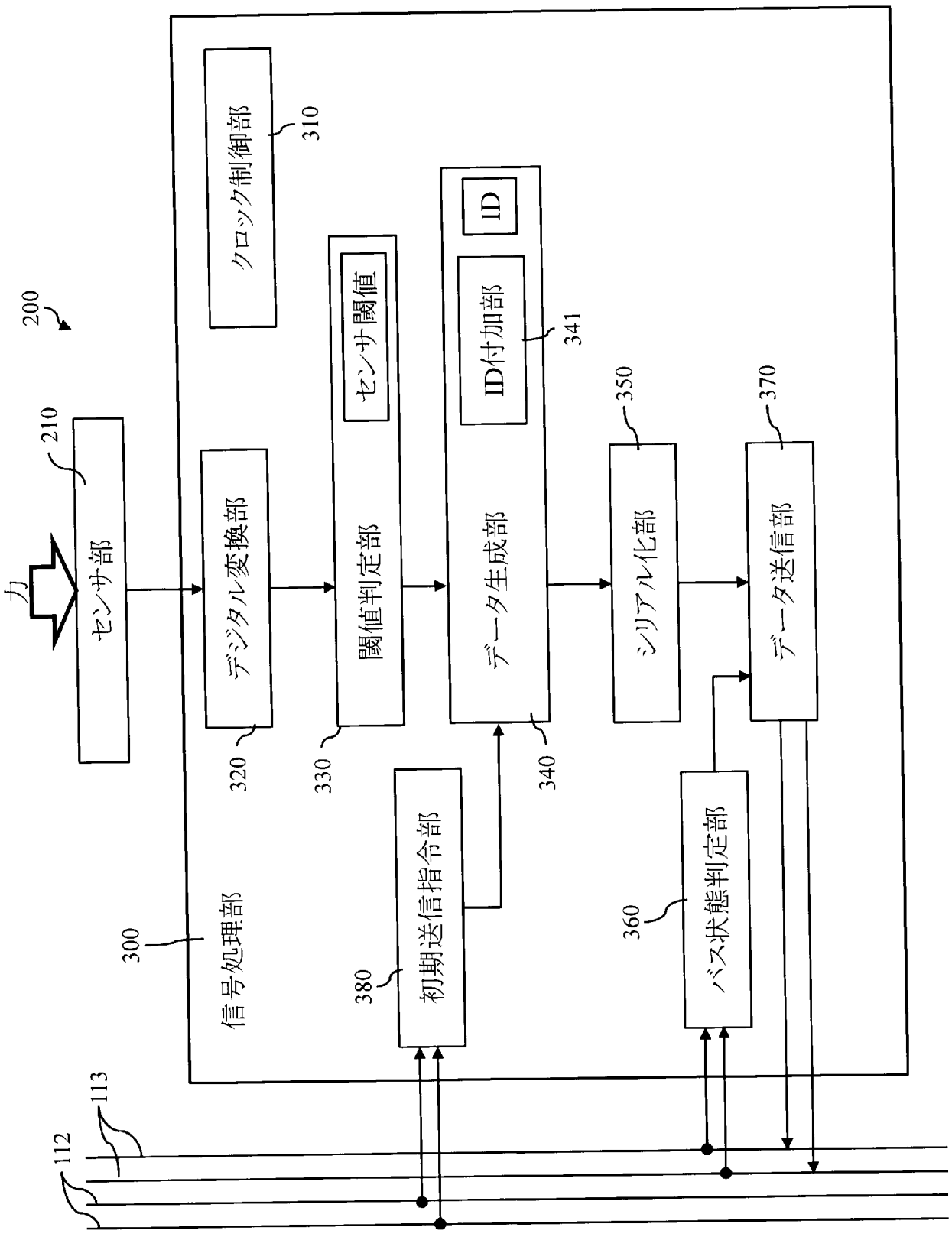
[図2]


100
110
110
110
200
200
200
11
200
110
200
120
120
120
200
110
10
120
130
情報統合装置
140

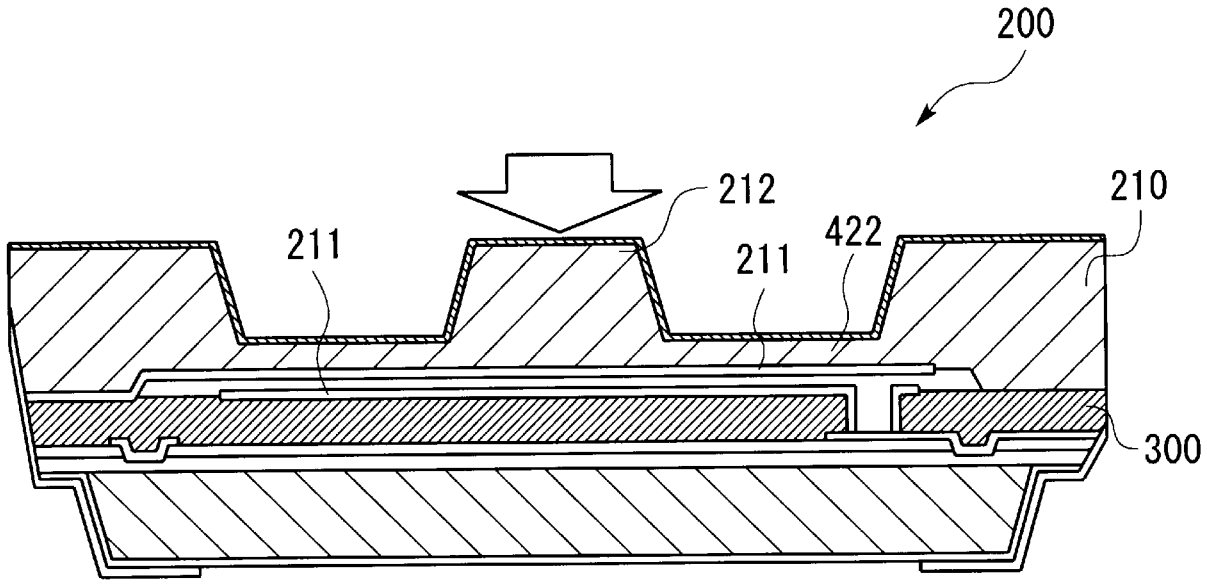
[図3]



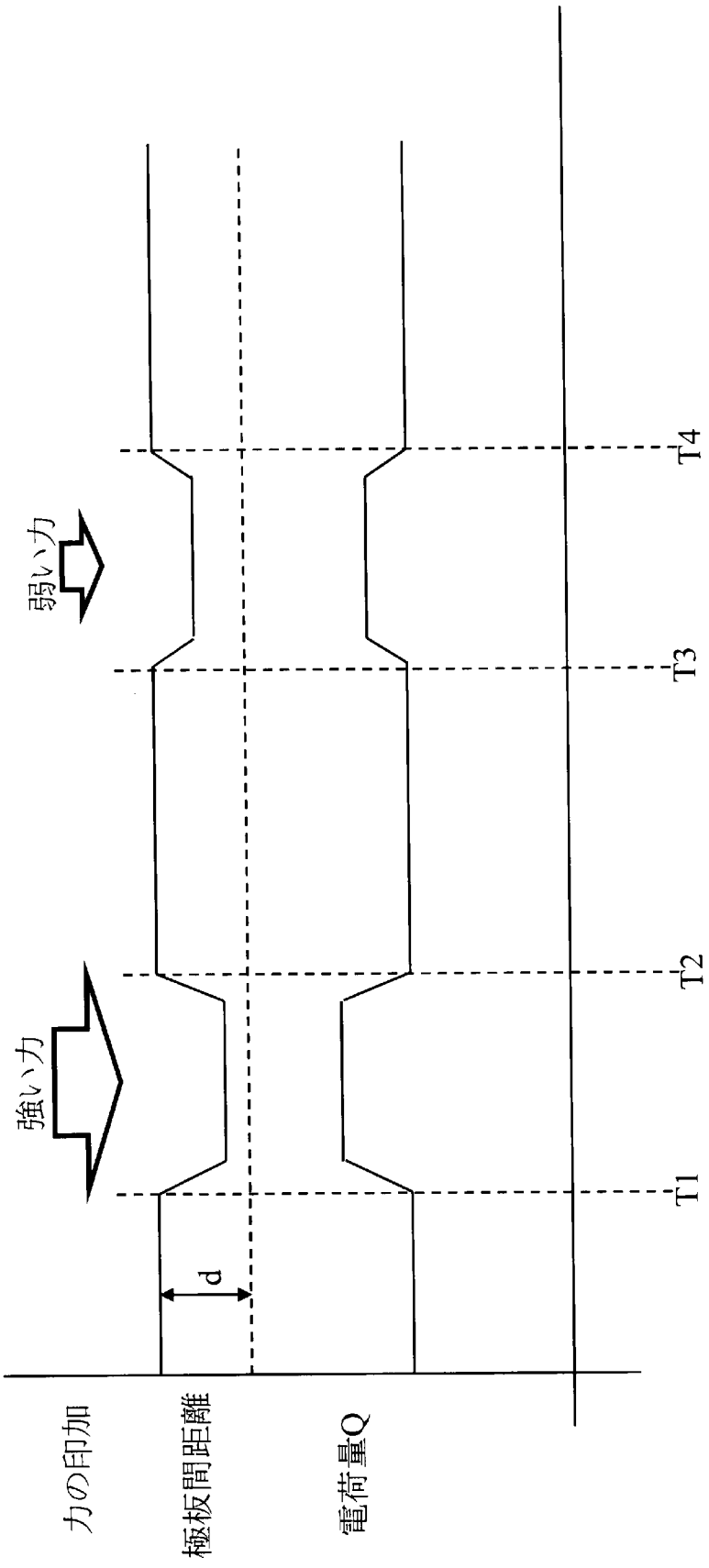
[図4]


200
力
センサ部
210
デジタル変換部
320
閾値判定部
330
センサ閾値
データ生成部
340
ID
ID付加部
341
クロック制御部
310
シリアル化部
350
データ送信部
370
信号処理部
300
初期送信指令部
380
バス状態判定部
360
112
113

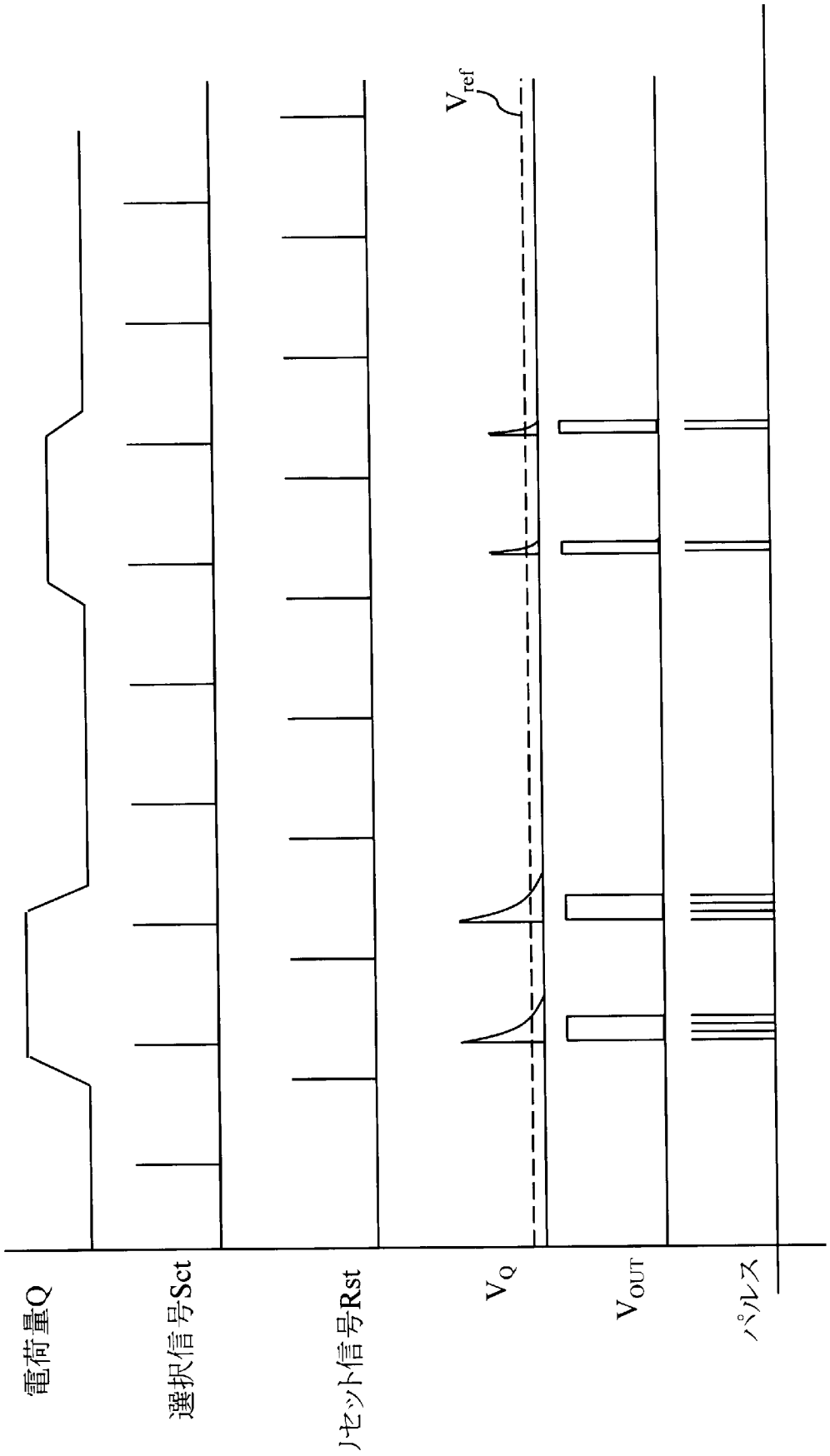
[図5]



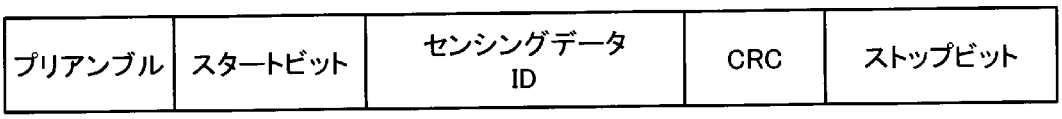
[図6]



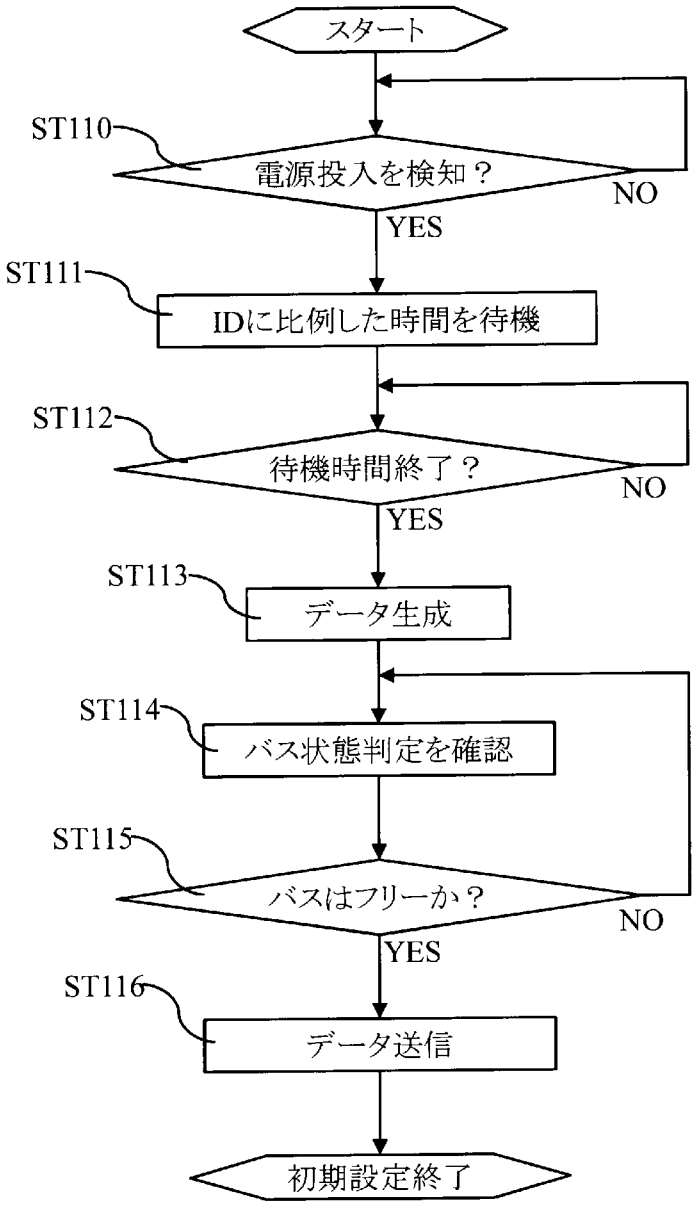
[図7]



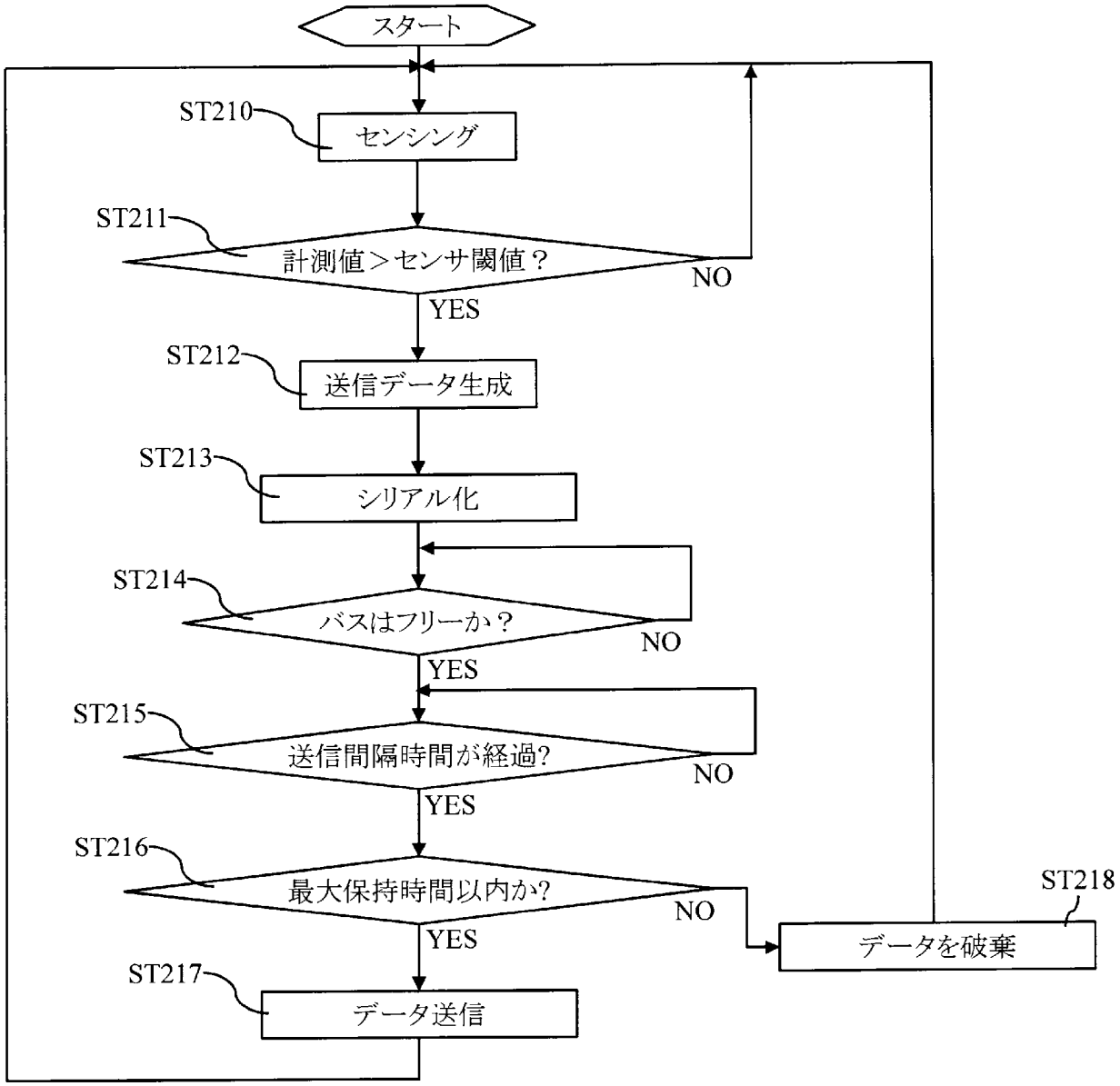
[図8]


プリアンブル
スタートビット
センシングデータ
ID
CRC
ストップビット

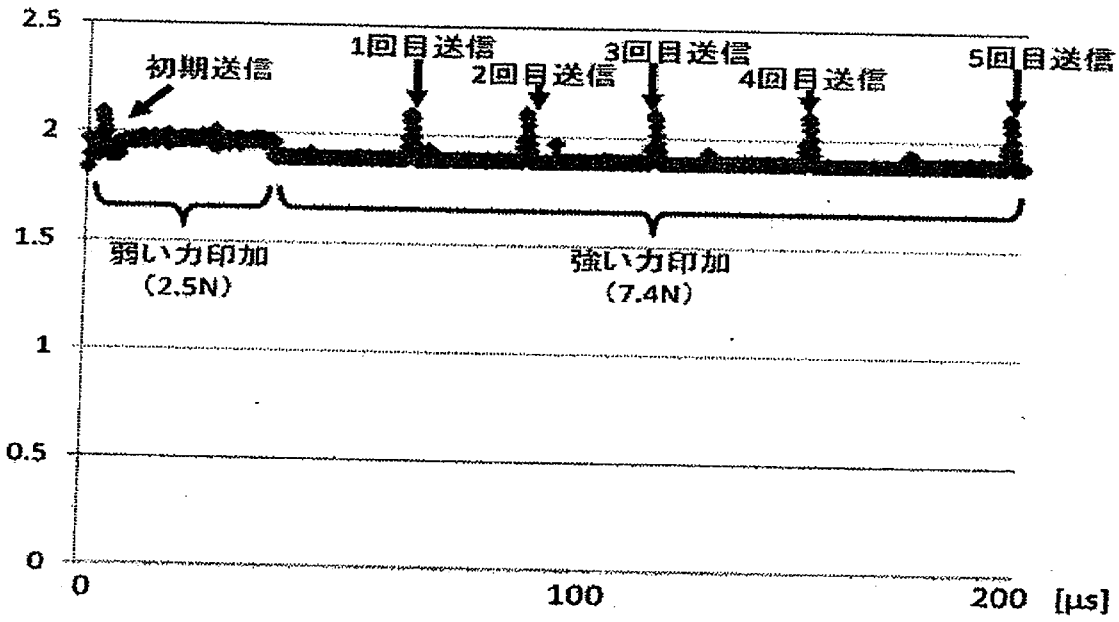
[図9]


スタート
ST110
電源投入を検知？
NO
YES
ST111
IDに比例した時間を待機
ST112
待機時間終了？
NO
YES
ST113
データ生成
ST114
バス状態判定を確認
ST115
バスはフリーか？
NO
YES
ST116
データ送信
初期設定終了

[図10]


スタート
ST210
センシング
ST211
計測値＞センサ閾値？
NO
YES
ST212
送信データ生成
ST213
シリアル化
ST214
バスはフリーか？
NO
YES
ST215
送信間隔時間が経過?
NO
YES
ST216
最大保持時間以内か?
NO
YES
ST217
データ送信
ST218
データを破棄

[図11]


2.5
2
1.5
1
0.5
0
初期送信
1回目送信
2回目送信
3回目送信
4回目送信
5回目送信
弱い力印加
(2.5N)
強い力印加
(7.4N)
0
100
200
[μs]

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/005358

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L1/00(2006.01)i, *G01L5/00*(2006.01)i, *G06F13/362*(2006.01)i, *H04L12/413*(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)
G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, G06F13/362, H04L12/413, B25J19/00-19/06, G08C19/00-19/48

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-126328 A (Toyota Motor Corp.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0001] to [0002], [0017] to [0038]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-22
Y	JP 2003-127080 A (President of Tokyo Institute of Technology), 08 May 2003 (08.05.2003), paragraphs [0022] to [0043]; fig. 2 to 6 (Family: none)	1-22
Y	JP 6-178354 A (Mazda Motor Corp.), 24 June 1994 (24.06.1994), paragraphs [0008] to [0029]; fig. 1 (Family: none)	1-22

☒ 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	Date of mailing of the international search report
07 January, 2010 (07.01.10)	19 January, 2010 (19.01.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/005358

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2-230838 A (Hitachi, Ltd.), 13 September 1990 (13.09.1990), entire text; all drawings (Family: none)	2-8
Y	JP 2006-287520 A (Kabushiki Kaisha Advanced Telecommunications Research Institute International), 19 October 2006 (19.10.2006), paragraphs [0029] to [0156]; fig. 1 to 33 (Family: none)	11-20

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００９／００５３５８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L1/00(2006.01)i, G01L5/00(2006.01)i, G06F13/362(2006.01)i, H04L12/413(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L1/00-1/26, G01L5/00-5/28, G06F13/362, H04L12/413, B25J19/00-19/06, G08C19/00-19/48

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2008-126328 A（トヨタ自動車株式会社）2008.06.05, 【０００１】－【０００２】,【００１７】－【００３８】, 第１－２図（ファミリーなし）	１－２２
Y	JP 2003-127080 A（東京工業大学長）2003.05.08, 【００２２】－【００４３】, 第２－６図（ファミリーなし）	１－２２
Y	JP 6-178354 A（マツダ株式会社）1994.06.24, 【０００８】－【００２９】, 第１図（ファミリーなし）	１－２２

☑　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 ０７．０１．２０１０	国際調査報告の発送日 １９．０１．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　９４０９ 田邉　英治 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2-230838 A（株式会社日立製作所）1990.09.13，全文，全図（ファミリーなし）	２－８
Ｙ	JP 2006-287520 A（株式会社国際電気通信基礎技術研究所）2006.10.19，【００２９】－【０１５６】，第１－３３図（ファミリーなし）	１１－２０