(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7680251号
(P7680251)

(45)発行日　令和7年5月20日(2025.5.20)

(24)登録日　令和7年5月12日(2025.5.12)

(51)国際特許分類
G05B 11/32 (2006.01)

FI
G05B 11/32 Z

請求項の数 9 （全31頁）

(21)出願番号　特願2021-70838(P2021-70838)
(22)出願日　令和3年4月20日(2021.4.20)
(65)公開番号　特開2022-165492(P2022-165492A)
(43)公開日　令和4年11月1日(2022.11.1)
審査請求日　令和6年4月8日(2024.4.8)

(73)特許権者　000133526
株式会社チノー
東京都板橋区熊野町３２番８号
(74)代理人　100109553
弁理士　工藤 一郎
(72)発明者　今村 藍介
東京都板橋区熊野町３２番８号 株式会社チノー内
(72)発明者　長瀬 剛
東京都板橋区熊野町３２番８号 株式会社チノー内
審査官　牧 初

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　複数ポイント物理量制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる複数ポイント物理量制御システムであって、

マスターモジュールは、

起動命令受付部(AA)と、

時間長を測定する時間長測定部(AH)と、

起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する返信促進情報出力部(AB)と、

返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信部(AC)と、

起動後、時間長測定部(AH)によって計測された所定の起動待機時間経過後に、スレーブモジュールへ後記する制御目標情報として所定の暫定値を出力し、

出力した制御目標情報に対する各スレーブモジュールからの返信に含まれる物理量測定ポイントにおける物理量の前記測定結果に基づいて、各物理量測定ポイントの物理量が共通の物理量処理プロファイルの目標に到達する物理量を基準に選定し、選定した物理量に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量を制御するための物理量の目標を示す情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を

示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力部(ＡＤ)と、
を有し、
　スレーブモジュールは、
　起動命令受付部(ＢＡ)と、
　自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持部(ＢＢ)と、
　制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定部(ＢＤ)と、
　制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力部(ＢＥ)と、
　マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信部(ＢＦ)と、
　返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力部(ＢＧ)と、
　制御目標情報を受信する制御目標情報受信部(ＢＨ)と、
　前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持部(ＢＪ)と、
　制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力部(ＢＥ)に出力させる出力命令部(ＢＭ)と、
を有するように構成された複数ポイント物理量制御システム。
【請求項２】
マスターモジュールがスレーブモジュールへ出力する制御目標情報が、すべてのスレーブモジュールに対して同一である請求項１に記載の複数ポイント物理量制御システム。
【請求項３】
マスターモジュールも
　制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定部(ＡＥ)と、
　制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力部(ＡＦ)と、を有する請求項１又は請求項２記載のいずれかに記載の複数ポイント物理量制御システム。
【請求項４】
マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる計算機である複数ポイント物理量制御システムの動作方法であって、
　計算機であるマスターモジュールの動作方法は、
　起動命令受付ステップ(ａａ)と、
時間長を測定する時間長測定ステップ(ａｈ)と、
　起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する返信促進情報出力ステップ(ａｂ)と、
　返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信ステップ(ａｃ)と、
起動後、時間長測定ステップ(ａｈ)で計測された所定の起動待機時間経過後に、スレーブモジュールへ後記する制御目標情報として所定の暫定値を出力し、
出力した制御目標情報に対する各スレーブモジュールからの返信に含まれる物理量測定ポイントにおける物理量の前記測定結果に基づいて、各物理量測定ポイントの物理量が共通の物理量処理プロファイルの目標に到達する物理量を基準に選定し、選定した物理量に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量を制御するための物理量の目標を示す情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力ステップ(ａｄ)と、を有し、
　計算機であるスレーブモジュールの動作方法は、

起動命令受付ステップ(ba)と、
自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持ステップ(bb)と、
制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定ステップ(bd)と、
制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力ステップ(be)と、
マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信ステップ(bf)と、
返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力ステップ(bg)と、
制御目標情報を受信する制御目標情報受信ステップ(bh)と、
前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持ステップ(bj)と、
制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力ステップ(be)に出力させる出力命令ステップ(bm)と、
を有するように構成された計算機である複数ポイント物理量制御システムの動作方法。
【請求項５】
マスターモジュールがスレーブモジュールへ出力する制御目標情報が、すべてのスレーブモジュールに対して同一である請求項４に記載の計算機である複数ポイント物理量制御システムの動作方法。
【請求項６】
計算機であるマスターモジュールの動作方法も
制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定ステップ(ae)と、
制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力ステップ(af)と、を有する請求項４又は請求項５のいずれかに記載の計算機である複数ポイント物理量制御システムの動作方法。
【請求項７】
マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる計算機である複数ポイント物理量制御システムに読み取り可能な動作プログラムであって、
計算機であるマスターモジュールに読み取り可能な動作プログラムは、
起動命令受付ステップ(aa)と、
時間長を測定する時間長測定ステップ(ah)と、
起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する返信促進情報出力ステップ(ab)と、
返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信ステップ(ac)と、
起動後、時間長測定ステップ(ah)で計測された所定の起動待機時間経過後に、スレーブモジュールへ後記する制御目標情報として所定の暫定値を出力し、
出力した制御目標情報に対する各スレーブモジュールからの返信に含まれる物理量測定ポイントにおける物理量の前記測定結果に基づいて、各物理量測定ポイントの物理量が共通の物理量処理プロファイルの目標に到達する物理量を基準に選定し、選定した物理量に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量を制御するための物理量の目標を示す情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力ステップ(ad)と、を有し、
計算機であるスレーブモジュールに読み取り可能な動作プログラムは、
起動命令受付ステップ(ba)と、

自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持ステップ(bb)と、
制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定ステップ(bd)と、
制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力ステップ(be)と、
マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信ステップ(bf)と、
返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力ステップ(bg)と、
制御目標情報を受信する制御目標情報受信ステップ(bh)と、
前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持ステップ(bj)と、
制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力ステップ(be)に出力させる出力命令ステップ(bm)と、
を有するように構成された計算機である複数ポイント物理量制御システムに読み取り可能な動作プログラム。
【請求項８】
マスターモジュールがスレーブモジュールへ出力する制御目標情報が、すべてのスレーブモジュールに対して同一である請求項７に記載の計算機である複数ポイント物理量制御システムに読み取り可能な動作プログラム。
【請求項９】
計算機であるマスターモジュールに読み取り可能な動作プログラムも
制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定ステップ(ae)と、
制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力ステップ(af)と、を有する請求項７又は請求項８のいずれかに記載の計算機である複数ポイント物理量制御システムに読み取り可能な動作プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、マスターモジュールと、一以上のスレーブモジュールと、からなる複数ポイントの物理量を制御するシステムに関するものであり、マスターモジュールからスレーブモジュールへ設定値(制御目標情報)を伝達する技術に関する。
【背景技術】
【０００２】
例えば、航空機の機体外壁に使われる炭素繊維強化プラスチックの成型ホットプレスなどの温度制御では、マスターモジュールと一以上のスレーブモジュールとを連結し、対象となる加工物の多数の加熱箇所の熱源制御を行っている。マスターモジュールは、制御対象となる多数の加熱箇所の温度を制御するための制御条件などをＰＣやＰＬＣ（programmable logic controller）などの上位制御装置から受信し、受信した制御条件などに基づき自身に接続された複数のスレーブモジュールに対して制御のための信号（目標温度や操作量など）を送信する。そして、これらの信号を受信したスレーブモジュールのそれぞれは受信した信号に基づいて制御対象の制御を行う（特許文献１）。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【文献】特開昭６２－１７６２９５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
図９のシステム例に示すような複数ポイントの物理量（温度）制御においては、従来は

制御の基準点を定めて制御していた。従来のマスターモジュールとシリアル通信経路（以下、シリアルバスと表記する場合がある）で接続されたスレーブモジュール間の一連の動きの例を、図１５を用いて説明する。電源投入後、マスターモジュールは自機に接続されたスレーブモジュールを検索するために、スレーブＩＤをつけた返信促進情報を出力する。スレーブモジュールは自機宛の信号であれば応答する。所定時間まで待って応答なければスレーブＩＤを一つ増やして返信情報を出力するといった方法でスレーブモジュールを検索する（図１５中の「スレーブ検索）。スレーブ検索完了後、マスターモジュールは自機に接続された物理量測定部の測定結果に基づいて制御目標情報を設定し、検索したスレーブモジュールに対して１機ずつ制御目標情報を出力する。自機宛の制御目標情報を受信したスレーブモジュールは測定結果を応答として返信する。スレーブモジュールは制御目標情報を受信してから所定の時間経過後に、制御目標情報に従って制御を開始する。

【０００５】

図１３を用いて、特定のポイントを初期の物理量の基準点とした場合の制御に関して説明する。図１３は加工部材の温度を温度プロファイルに沿って制御することが重要な昇温過程の例であり、図中に温度プロファイルと加工部材中３点の初期温度を示す。特定のポイント、例えばマスターモジュールが自身で担当するポイントのうちの一つのポイントを基準点とした場合、基準点の温度（物理量）はＰＶ１である。しかしスレーブモジュールを含めた全ポイントの中にはＰＶ１よりも低い温度のポイントが存在する可能性がある。図１３での温度ＰＶ２、ＰＶ３を示すスレーブモジュールが担当するポイントである。マスターモジュールはＰＶ１を基準とし制御目標情報を設定する。図１３の例では、制御目標情報は温度プロファイル上の、全ポイントが目指す温度目標である。ＰＶ１を基準として設定した制御目標情報は、例えばＰＶ１より高い（温度プロファイル上の）温度である。温度プロファイル中のＰＶ１の地点をスタート地点として制御（ＰＩＤ制御等）を開始する。温度ＰＶ２やＰＶ３を示したポイントはＰＶ１より低いところからスタートしＰＩＤ制御等を行う。初期温度がＰＶ２やＰＶ３を示していたポイントは制御目標情報から外れている時間が長く、制御目標情報にそろうまでに時間を要する。特に上例のように航空機の機体外壁などの大きな加工部材を加工するために加工装置が大型化したり、材料技術の進歩に伴う物理量制御が高度化したりすることにより、物理量制御の基準点をマスターモジュールの担当するポイントに限定するのではなく、任意のポイントを基準点としたいという要望が出てきた。

【０００６】

本発明では、マスターモジュールと一以上のスレーブモジュールからなるシステムが複数ポイントの物理量の制御を開始するために、マスターモジュールがスレーブモジュールに送付する制御開始時の制御目標情報を決めるとき、スレーブモジュールの管理下にある複数ポイントの物理量の測定結果を得て、前記測定結果に基づいて制御目標情報を決める。マスターモジュールから出力された前記制御目標情報を受信したスレーブモジュールは、マスターモジュールからの制御開始命令情報を受信後、自機の制御対象物の物理量制御を開始する。対象物の物理量を制御して制御目標情報へ各ポイントの測定結果を近づけるための効率的な時間管理ができるプログラム運転制御を行う複数ポイント物理量制御システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

上記のような課題を解決するために本発明では、

第一の発明として、

マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる複数ポイント物理量制御システムであって、

マスターモジュールは、

起動命令受付部(AA)と、

起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信

促進情報を出力する返信促進情報出力部(AB)と、
　返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信部(AC)と、
　受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力部(AD)と、を有し、
　スレーブモジュールは、
　起動命令受付部(BA)と、
　自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持部(BB)と、
　制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定部(BD)と、
　制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力部(BE)と、
　マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信部(BF)と、
　返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力部(BG)と、
　制御目標情報を受信する制御目標情報受信部(BH)と、
　前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持部(BJ)と、
　制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力部(BE)に出力させる出力命令部(BM)と、
を有するように構成された複数ポイント物理量制御システム、を提供する。
【０００８】
　さらに第二の発明として、第一の発明を基礎として、
　マスターモジュールがスレーブモジュールへ出力する制御目標情報が、すべてのスレーブモジュールに対して同一である複数ポイント物理量制御システムを提供する。
【０００９】
　さらに第三の発明として、第一又は第二の発明のいずれかを基礎として、
マスターモジュールも
　制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定部(AE)と、
　制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力部(AF)と、を有する複数ポイント物理量制御システム、を提供する。
【００１０】
　さらに、上記本発明の複数ポイント物理量制御システムに対応した計算機である複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールとスレーブモジュールそれぞれの動作方法を提供する。
【００１１】
さらに、上記本発明の複数ポイント物理量制御システムに対応した、計算機である複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールとスレーブモジュールそれぞれに読み込み可能な動作プログラムも提供する。またそれぞれの動作プログラムは記録媒体に記録されたものであってもよい。
【発明の効果】
【００１２】
　本発明では、マスターモジュールと一以上のスレーブモジュールからなるシステムが複数ポイントの物理量の制御を開始するために、マスターモジュールがスレーブモジュールに制御目標情報を出力するとき、スレーブモジュールの制御対象物の物理量の測定結果に基づいた制御目標情報を出力する。マスターモジュールから出力された前記制御目標情報を受信したスレーブモジュールは、マスターモジュールから送信された制御開始命令情報

受信後、該スレーブモジュールは制御を開始する。制御目標情報と同時に制御開始命令情報が送信されれば、受信後に、直ちに制御開始できる。各スレーブモジュールが制御目標情報を受信後に対象物の物理量を制御するため、物理量の制御を開始するまでの時間管理を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】本発明の実施形態１の複数ポイント物理量制御システムの機能的構成例を示すブロック図

【図２】本発明の実施形態１の複数ポイント物理量制御システムの処理の流れを示すフロー図

【図３】本発明の実施形態１の複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールのハードウェア構成図

【図４】本発明の実施形態１の複数ポイント物理量制御システムのスレーブモジュールのハードウェア構成図

【図５】本発明の実施形態３の複数ポイント物理量制御システムの機能的構成例を示すブロック図

【図６】本発明の実施形態３の複数ポイント物理量制御システムの処理の流れを示すフロー図

【図７】本発明の実施形態３の複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールのハードウェア構成図

【図８】本発明の実施形態３の複数ポイント物理量制御システムのスレーブモジュールのハードウェア構成図

【図９】複数ポイント物理量制御システムの構成例を示した模式図１

【図１０】複数ポイント物理量制御システムの構成例を示した模式図２

【図１１】本発明の複数ポイント物理量制御システムを使用開始初期の温度分布

【図１２ａ】本発明の複数ポイント物理量制御システムを使用した温度制御の例１

【図１２ｂ】本発明の複数ポイント物理量制御システムを使用した温度制御の例２

【図１３】従来技術の複数ポイント物理量制御システムでのＰＶ（測定値）スタートの説明図

【図１４】本発明の複数ポイント物理量制御システムでのＰＶ（測定値）スタートの説明図

【図１５】従来技術の複数ポイント物理量制御システムでの動作の説明図

【図１６】本発明の複数ポイント物理量制御システムでの動作の説明図

【発明を実施するための形態】

【００１４】

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を用いて説明する。なお、本発明は、これら実施形態に何ら限定されるべきものではなく、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し得る。

【００１５】

＜実施形態１＞主に請求項１

＜複数ポイント物理量制御システムを含む制御システム概要＞

【００１６】

図９は複数ポイント物理量制御システムを含む制御システムの一例として、加熱炉内で加工部材に対し、ヒータを用いた加熱加工を施す加工例を示す概略図である。図９を用いて、本発明複数ポイント物理量制御システムを含む制御システムが制御する物理量の一例として温度を制御する場合について説明する。なお物理量の他の例としては、温度以外にも、圧力、流量（液体、気体、粉体など）、電圧、電流、磁束、磁界、電荷、電界、電気容量、電子線の加速電圧、光の照射量、紫外線照射量、放射線照射量、水溶液の濃度、波長、周波数（又は振動数）などがある。

【００１７】

図９では、加工部材（０９０８）を加熱炉（０９０９）内に入れ、スレーブモジュール

に接続された複数のヒータ（０９０６）で、制御対象物である加工部材（０９０８）を加熱し、加工部材（０９０８）の各部位の温度を物理量の例として、スレーブモジュールに接続された複数の温度計（０９０７）で測定する。図９の例ではスレーブモジュールには４つの温度計が接続され、４つのヒータの出力を制御している。温度計は、熱電対の起電力による電圧や、測温抵抗体やサーミスタを用いた定電流時の電圧などを測定し、換算することで温度を得る。ヒータの制御はスレーブモジュールから出力される制御用信号（例えば４～２０ｍＡ程度の電流、ＤＣ１２Ｖ程度の電圧パルスなど）を、図９には図示していないがスレーブモジュールとヒータ間に設置されたサイリスタレギュレータやソリッドステートリレーなどに出力し、スレーブモジュールからの出力電流を受けてヒータへの供給交流電圧の半サイクルごとに電圧出力量を変化させるサイリスタレギュレータを用いた位相制御や、ソリッドステートリレーを介してヒータをオンオフすることで加熱量を制御することなどを行う。図９は、測定して得られた物理量である温度が所定の温度範囲にあるか判断し、ヒータ（０９０６）の出力を制御する制御システムの例である。本発明の複数ポイント物理量制御システムは、図９に示す加熱加工の例に限定されず、その他様々な物理量の制御を行う様々な態様の制御システムに使用できる。

【００１８】

図９の例ではマスターモジュール（０９０２）は自機とシリアル通信経路（ＲＳ－４８５）で接続された一以上のスレーブモジュールを担当することができる。シリアル通信のＲＳ－４８５規格では1経路に接続できる機器の上限は３２台である。そのため上位制御機器とマスターモジュールが接続されているシリアル通信経路に接続できるスレーブモジュールの最大数は３０台（記録計など他の機器が接続されていない場合）である。スレーブモジュールは複数のヒータなどの物理量制御手段を制御し、複数の温度計などの物理量測定部からの測定値を受信する。マスターモジュールが一部のヒータと温度計の制御を担当し、制御目標情報の設定時にスレーブモジュールの測定結果とマスターモジュールの管理するポイントの測定結果を合わせた測定結果に基づいて、マスターモジュールが制御目標情報を設定するように構成することもできる(図１０)。

【００１９】

マスターモジュール（０９０２)に対し、ＰＣやＰＬＣ等である上位制御機器（０９０１）からＬＡＮ回線(イーサネット)やシリアル通信経路（シリアルバス）を介して、各種設定や起動命令や稼働状況の問合せなどが送信される。逆にマスターモジュール（０９０２）から上位制御機器（０９０１）へ、制御対象物（加工部材（０９０８））の各ポイントの物理量（温度）の測定結果や、マスターモジュールやスレーブモジュールの状況を示す情報（各スレーブモジュールが出力している物理量制御情報など）を送信する。マスターモジュールがＬＡＮ回線（イーサネット）に接続され、前記ＬＡＮ回線がファイアウォールなどを備えた接続機器を介して公衆インターネット回線に接続され、上位制御機器が前記公衆インターネット回線に接続されている場合には、マスターモジュールが設置される製造装置近傍などとは離れた、例えば工場敷地内の事務室や管理室、または製造現場敷地外の自宅でテレワーク中のＰＣから上記の通信を行うことができる。

【００２０】

＜物理量制御例：物理量　温度：加熱加工の例＞

図９の加熱加工の例に関し引き続き説明する。図１６を用いて、電源投入からの一連の動作の概要を説明する。

【００２１】

＜電源投入＞図１６の上段の「起動」

マスターモジュールと複数のスレーブモジュールは製造現場の加工装置の制御盤の一部に設置されている場合、制御盤の主電源スイッチをオンすることにより、一斉にマスターモジュールと複数のスレーブモジュールの電源がオンとなる。

【００２２】

＜スレーブモジュールの検索：マスターモジュールから返信促進情報の出力＞

＜図１６　スレーブ検索＞

図９に示す、スレーブモジュール１（０９０３）からスレーブモジュールｎ（０９０５）は電源オンとなった後に計時測定を開始し、起動後にマスターモジュールからの通信を待つ起動後待機時間（例５s、適宜設定できる）経過しても、マスターモジュールからの通信が受信できない場合はスタンドアローンモードにて動作を開始する。マスターモジュール（０９０２）は起動後、計時測定を開始する。起動後ただちに、自機に接続されたスレーブモジュールを検索するために、返信を促すための通信となる返信促進情報を、シリアル通信経路（シリアルバス）を通じてスレーブＩＤを指定して出力する。マスターモジュールも、後記する制御目標情報のスレーブモジュールへの出力開始までの起動後待機時間（例５ｓ、適宜設定できる）を持つ。なおマスターモジュールは起動後待機時間内に前記のスレーブ検索を行う。起動後待機時間は、返信促進情報を出力する通信間隔、応答があるか待つ時間（タイムアウト）時間と、接続機器数から適宜決定できる。

【００２３】

図１６に示すマスターモジュールのスレーブ検索では、マスターモジュールの機器管理番号１の次の２をスレーブＩＤとして含めた返信促進情報を、まず送信する。スレーブＩＤが２のスレーブモジュールが接続されている場合は、自機宛の返信促進情報であるため受信し応答し、マスターモジュールの命令を受けて動作するモードであるスレーブモードに移行する。スレーブモジュールは、自機宛ではない（自機のスレーブＩＤを含まない）返信促進情報であれば受信するが応答しない。応答はしないが、他機宛の返信促進情報であってもマスターモジュールからの通信であることは明らかなため、待機中に他機宛の返信促進情報を受信したスレーブモジュールはスレーブモードへ移行する。

【００２４】

マスターモジュールは、一定時間（例１００ｍｓ、適宜設定できる）待っても、送信したスレーブＩＤに対応するスレーブモジュールからの応答の返信がなければ、そのスレーブＩＤに該当するスレーブモジュールは接続されていないと判断する。そしてスレーブＩＤを１増やして返信促進情報を出力する。シリアル通信経路（シリアルバス）の種類によって接続できる最大接続数（例：ＲＳ－４８５では最大３２台接続。上位制御機器や記録計等他の機器も含む台数）まで、スレーブＩＤを一つずつ増やしながら順に返信促進情報を出力する。応答の返信があったスレーブＩＤの番号を保持するように構成することが好ましい。返信促進情報を送信し応答があったスレーブモジュールのスレーブＩＤを保持しない場合は、スレーブモジュールに送信するときには必ずスレーブＩＤを２から最大接続数まで順次増やしながらすべて送信するように構成することもできる。または、マスターモジュールに接続予定のスレーブモジュールのスレーブＩＤを登録しておき、初期登録されているスレーブＩＤに対して順に返信促進情報を送信していくようにしてもよい。応答があったスレーブＩＤを残し、応答がなかったスレーブＩＤの登録を消すように構成することもできる。

【００２５】

＜スレーブモジュールの検索：スレーブモジュールの対応＞

マスターモジュール（０９０２）から、起動後待機時間内に自機宛又は他機宛の返信促進情報を受信したスレーブモジュールは、スレーブモードに移行する。マスターモジュールが接続されていなかったなどのように自機宛又は他機宛の返信促進情報を受信できなかった場合、起動後待機時間経過後、各スレーブモジュールはスタンドアローンで動作を開始する。スタンドアローンで動作開始後に、マスターモジュールが接続された場合、スタンドアローンのまま動作してもよいし、マスターモジュールからの返信促進情報を受けてスレーブモードに移行するように構成することもできる。

【００２６】

スレーブモジュールはマスターモジュール（０９０２）からの自機宛の返信促進情報を受信したら、自機を一意に特定するスレーブＩＤと、自機が担当する制御対象物の物理量（図１３では温度計の測定結果である温度）をマスターモジュール（０９０２）への応答としてシリアル通信経路（シリアルバス）を通じて返信する。物理量測定結果の取り込みをまだ開始していない場合は、空データまたは適当な値を測定結果として返信する。マス

ターモジュールでは、起動から前記起動後待機時間内は、返信促進情報の応答に付けられた測定結果は偽情報として使用しないようにする。マスターモジュール（０９０２）とスレーブモジュール間の通信は上述のようにＭｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５などのシリアル通信経路（シリアルバス）を使う。Ｍｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルが準じている電気的仕様であるＲＳ－４８５では、最大伝送距離での通信速度は１００ｋｂｐｓ程度である。ＭｏｄｂｕｓはＭｏｄｉｃｏｎ社が１９７９年、同社のプログラマブルロジックコントローラ（ＰＬＣ）向けに策定したシリアル通信プロトコルであり、産業界におけるデ・ファクト標準の通信プロトコルとなり、現在では産業用電子機器を接続する最も一般的手段となっている。

【００２７】

マスターモジュールから出力される返信促進情報は周期的に継続して出力されるように構成すると、制御開始後にスレーブモジュールが追加接続された場合（接続されていた機が後から追加起動された場合も含む）に、マスターモジュールの制御下へ追加できるため好ましい。返信促進情報の出力周期は、スレーブモジュールの起動後待機時間内に少なくとも１回、好ましくは４、５回などの複数回返信促進情報を受信できるような周期（例１ｓ、この時間には限定されない）とすることが好ましい。マスターモジュールとスレーブモジュール、又はスレーブモジュールとスレーブモジュールの間にシリアル通信経路を複数備えている場合には、物理量測定結果などのようにリアルタイム性が必要な通信とは別のシリアル通信経路を用いて返信促進情報を出力するように構成することができる。もしマスターモジュールが接続されていないシリアル通信経路にスレーブモジュールが追加された場合には、起動待機時間経過後にスタンドアローンで動作を開始する。

【００２８】

＜物理量測定結果の取集＞図１６中段「ＰＶ測定開始」

図１６中の「ＰＶ測定開始」の記載にあるＰＶ（Ｐｒｏｃｅｓｓ　Ｖａｒｉａｂｌｅ）はスレーブモジュールに接続された例えば熱電対（センサー）の起電力から温度（物理量）を得るようにセンサーからの入力信号から得た値（測定結果）を指す。

各スレーブモジュール（マスターモジュール自身も物理量測定部を備えている場合はマスターモジュールも）は、起動（電源投入）してから起動後待機時間経過後、物理量測定を開始する。マスターモジュールは、スレーブモジュール検索にて検索されたスレーブＩＤに基づいて、初期的に保持している制御目標情報を仮に各スレーブモジュールへ出力する。応答として各スレーブモジュールが返信する物理量の測定結果の収集が目的である。各スレーブモジュールが物理量測定開始した後に、別のスレーブモジュールが追加接続され起動した場合には、起動待機時間経過後（例５ｓ）上記と同様に、スレーブモード又はスタンドアローンのどちらで動作開始しても物理量測定を開始する。

【００２９】

＜物理量制御目標情報の設定と出力、制御開始命令情報の出力　マスターモジュール＞

＜図１６　マスターモジュール　ＳＶ確定　制御開始＞

各スレーブモジュールが起動後待機時間経過後に物理量の測定を開始してから、マスターモジュール（０９０２）は各スレーブモジュールへ初期的に保持している制御目標情報を出力し、応答として複数の制御ポイントの物理量（温度）データを得るのに十分な時間（例１００ｍｓ）待った後で、スレーブモジュールから返信された各ポイントの物理量（温度）データに基づいて、物理量制御（温度制御）のための制御目標情報（図９の例では設定目標温度）を設定し、スレーブモジュールへシリアル通信経路（シリアルバス）を通じて、制御開始命令情報と共に出力する。図９のシステム例では、各スレーブモジュールは４つの温度計（各温度計の測定結果取得チャンネルをＣＨ１～ＣＨ４と表記する）と、４つのヒータ制御用の出力を管理している。

【００３０】

各ポイントの物理量に基づいて初期の制御目標情報を設定する方法はいくつか考えられる。予め設けた複数の物理量測定ポイントの内、重要ポイントを制御対象物（加工部材）ごとに決めて基準点として用いる方法、全物理量測定ポイントのうちの複数点（全点を対

象としてもよい）の中の最大物理量、最小物理量、平均物理量のいずれかを基準として用いる方法などである。以下では高温で一定時間保持するために、昇温、一定温度維持、降温といった温度プロファイルを経る加熱加工であって、温度プロファイルに沿った制御が重要となる加工のため、最低温度を示したポイントを基準点とする例を説明する。冷却加工などであれば初期の最高温度を示すポイントが基準点として適するなど、制御対象物や制御する物理量によって基準点は適宜変わるため、以下の最低温度を基準とする例には、基準点の取り方は限定されない。

【００３１】

図１１には、ｎ台あるうちのスレーブモジュール１～３のＣＨ１～４の初期の温度分布を示す。図１１には示していないが、スレーブモジュール４からスレーブモジュールｎの初期の温度は、図１１の温度Ｔ２２よりも高いものとして説明する。図１１では最低温度はスレーブモジュール２のＣＨ２の温度Ｔ２２である。図１２ａのような昇温、温度維持、降温の温度プロファイルを経る加熱加工を行おうとしている。複数の測定ポイントからの測定結果（温度）では、スレーブモジュール２のＣＨ２の温度Ｔ２２が制御対象物（加工部材）の中の最低温度である。従来のように他の固定基準ポイント（Ｔ２２より初期温度が高いポイント）を基準として加工の為に制御を開始すると、図１３を例に上述したように、スレーブモジュール２のＣＨ２のポイントが温度プロファイルに沿った制御になるまで時間を要する。測定結果内の最低温度Ｔ２２を基準とした場合、図１２ｂに示す温度プロファイル中のＴ２２の温度である０：１２時点から制御を開始する（０：１２時点、温度Ｔ２２が制御開始の新０：００点となる、図中（）で示す横軸時間）。０：１２の時間分、加工時間を短縮できる。さらに図１４に示すように、初期の最低温度（ＰＶ３）を基準点とすると、温度プロファイルへの各ポイント（初期の温度ＰＶ１、ＰＶ２、ＰＶ３を示すポイント）の温度収束も早くなる。そのため、図１１、図１２の例でも初期最低温度Ｔ２２を基準としたほうが早く温度プロファイルに沿った制御とすることができると考えられる。

【００３２】

図１３、図１４について説明を追加する。図１３に基準となる物理量（温度）測定ポイントが決まった点だった、従来の加熱加工時の別の温度プロファイルを示す。図１３の例では、温度ＰＶ１の値が基準ポイントの温度であり、ＰＶ１より低い温度ＰＶ２やＰＶ３のポイントが別途存在している。温度ＰＶ１を基準として制御目標情報（ＳＶ）を決めた場合、図１３下のグラフのように、温度プロファイル中の温度ＰＶ１となるところをスタート地点として制御開始する。ＰＶ１は温度プロファイルにほぼ沿った温度変化となるが、ＰＶ１より低い温度であるＰＶ２やＰＶ３では、温度プロファイルに近づけようとに強く加熱し大きくオーバシュートしたあとで温度プロファイルに近い温度となるために、時間を要する。

【００３３】

本発明でのように、スレーブモジュールを含めシステム全体で測定可能な物理量の測定結果全てから制御目標情報を決定できる場合について、図１４の例で説明する。図１４の上のグラフに示す温度プロファイルは、図１３の上のグラフの温度プロファイルと同じである。制御目標情報（ＳＶ）を決めるのにあたり、一番温度が低いＰＶ３の値を基準として、使用する。温度プロファイル上で温度ＰＶ３となる地点をスタート地点として、制御開始する。ＰＶ３よりも温度が高いＰＶ１やＰＶ２を示したポイントではヒータ出力を絞る（冷却器があれば冷却する）又は加熱しない等しながら温度プロファイル上の温度と近くなるまではずれているが、温度プロファイルに達して以降はほぼ沿った制御となる。本発明での制御の方が従来よりも温度プロファイルに沿った制御ができる。

【００３４】

マスターモジュールからスレーブモジュールへ出力される制御目標情報は、スレーブモジュールごとに異なってもよいし、後記実施例のように同一でもよい。同じ制御目標情報を全スレーブモジュールに出力する場合には、各スレーブモジュールの制御目標情報保持部に、制御目標情報を各スレーブモジュールの担当する物理量測定手段や物理量制御手段

の補正情報に基づいて補正するための情報である制御目標情報補正情報を保持する制御目標情報補正情報保持手段と、前記制御目標補正情報に基づいてマスターモジュールから出力された制御目標情報を補正する制御目標情報補正手段とを備えると、各スレーブモジュールが管理する物理量測定器や、物理量制御手段のばらつきなどを補正するために、制御目標情報を補正することができる。

【００３５】

制御目標情報は、温度プロファイルの形で一括してスレーブモジュールへ出力することもできるし、マスターモジュールが温度プロファイルを保持し、周期的に各スレーブモジュールへ担当する各ポイントの制御目標情報（直近で目指す目標温度）を出力するようにも構成できる。後者の場合には制御目標情報（目標温度）を受信したスレーブモジュールが目標温度に達するように物理量制御情報（ヒータなどを制御するための情報）を自機の判断で調整し出力する。その他に、一連の物理量制御を開始する前にあらかじめマスターモジュール及び各スレーブモジュールへ温度プロファイルを保持させておき、スレーブモジュール毎に、マスターモジュールから出力される制御目標情報を参照して自機の担当するポイントの物理量制御をするのか、自機に保持されている温度プロファイルに基づいた制御目標情報によって自主的に物理量制御するのかを設定できるように構成することもできる。予めマスターモジュールやスレーブモジュールへ温度プロファイルを保持させておくと、万一マスターモジュールが起動せず、スレーブモジュールがスタンドアローンで動作する場合に、スタンドアローンで動作するスレーブモジュールに保持されている温度プロファイルに基づいた制御目標情報によって自主的に物理量制御をすることができる。

【００３６】

＜制御目標情報の受信　スレーブモジュール＞

スレーブモジュールは、自機宛のスレーブＩＤが付与された制御目標情報と制御開始命令情報を受信した応答として、自機のスレーブＩＤと、担当する制御対象物の物理量（図９の例では温度）を含むデータをマスターモジュール（０９０２）へ、Ｍｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５シリアル通信経路（シリアルバス）を通じ返信する。スレーブモジュールは他機宛の通信は受信するが応答しない。マスターモジュールは、シリアル通信経路（シリアルバス）上で通信が輻輳しないように、スレーブモジュールからの応答を受信後に、次の順番のスレーブモジュールへ制御目標情報と制御開始命令情報を出力する。一定時間（例５ｍｓ）経過しても、起動後最初の返信促進情報に応答の返信があったスレーブモジュールからの制御目標情報と制御開始命令情報に対する応答をマスターモジュールが受信できない場合は、例えばマスターモジュールは再度該当スレーブモジュールへ送信し、それでも応答がない場合は、上位制御機器へエラーメッセージを出力する等の異常状態対処措置を行うように構成するとよい。

【００３７】

＜物理量の制御開始＞図１６　スレーブモジュール　ＳＶ確定　制御開始

マスターモジュールから出力された制御目標情報を受信し保持することが図中のＳＶ確定である。制御目標情報と同時に出力される制御開始命令情報を受信したことにより、受信した制御目標情報に基づいて、担当する制御対象物の物理量（温度）を制御するための物理量制御情報を出力する（制御開始）。マスターモジュールから全スレーブモジュールへ制御目標情報と制御開始命令情報の送信が完了すると考えられる時間範囲（長くとも１００ｍｓくらいの範囲）の時間ばらつきで、各スレーブモジュールは物理量制御を開始する。マスターモジュールがスレーブ検索にて取得した、自機の制御下にあるスレーブモジュールのスレーブＩＤに対して制御開始命令を出力することから、スレーブモジュールが確実に制御を開始するようにさせることができる。

【００３８】

＜物理量制御＞図１６　下段

スレーブモジュールが制御目標情報（ＳＶ）に従って物理量制御を開始した後は、周期的にマスターモジュールから物理量測定結果の問合せのための信号が出力される。マスターモジュールからの信号は制御目標情報を出力することができる。周期の例としては１０

０ｍｓなどがある。一例としては、１００ｍｓごとに制御目標情報（ＳＶ：図９の例では目標温度）を各スレーブモジュールへ出力し、受信した自機宛の制御目標情報（ＳＶ）に沿うように各スレーブモジュールはＰＩＤ制御などのための電流や電圧やパルス信号などを、自機に接続され物理量制御を行うサイリスタレギュレータやソリッドステートリレーなどへ物理量制御情報として出力する。スレーブモジュールから物理量制御情報を受けたサイリスタレギュレータなどは、物理量制御情報に基づいて自身の管理する温度などの物理量を変化させる手段（ヒータなど）の出力を調整する。マスターモジュールからの周期的な問い合わせの信号（制御目標情報が含まれていてもよい）を受信したスレーブモジュールは、物理量（例：温度）の測定結果を応答として返信する。スレーブモジュールからの返信には物理量制御情報を含めるように構成することもできる。一連の物理量制御、例えば加熱工程での温度プロファイルの終了まで、このような制御が行われる。

【００３９】

以上が、本発明の複数ポイント物理量制御システムを使用した例での、起動から一連の工程の終了までの説明である。

【００４０】

上述した図９の例では、各スレーブモジュールは受信した制御目標情報（目標温度）を達成するために、自機に接続されたサイリスタレギュレータ（図９には図示せず）へヒータ出力を位相制御させるための電流（例えばＤＣ４～２０ｍＡ）を出力する。スレーブモジュールから直流電流値などによる指示を受けたサイリスタレギュレータは接続されたヒータへの供給交流電圧を位相制御し出力を制御しながら加熱を開始する。なお、直流電流によるサイリスタレギュレータの制御、及びサイリスタレギュレータの使用には限定されない、他のヒータ出力制御手段を制御するための出力であってもよい。以下、本明細書中の説明では、ヒータの出力制御について、「スレーブモジュールからの出力に応じてサイリスタレギュレータやソリッドステートリレーによってヒータ出力を制御する」の意味で、「スレーブモジュールがヒータ出力を調整する、ヒータ出力を制御する」という表記をすることがある。

【００４１】

なお、以下に記載する各部は、ハードウェア及びソフトウェアの組み合わせによる動作として実現され得る。具体的には、コンピュータを利用するものであれば、ＣＰＵや主メモリ、バス、あるいは二次記憶装置（フラッシュメモリやＳＳＤなどの不揮発性メモリ、ＣＤやＤＶＤなどの記憶メディアとそれらメディアの読取ドライブなど）、情報入力に利用される入力デバイス、ＰＬＣ、記録計、印刷機器や表示装置、その他の外部周辺装置などのハードウェア構成部、またその外部周辺装置用のインターフェース、通信用インターフェース、それらのハードウェアを制御するためのドライバプログラムやその他アプリケーションプログラム、ユーザインターフェイス用アプリケーションなどが挙げられる。そして主メモリ上に展開したプログラムに従ったＣＰＵの演算処理によって、入力デバイスやその他インターフェースなどから入力され、メモリやハードディスク上に保持されているデータなどが加工、蓄積されたり、上記各ハードウェアやソフトウェアを制御するための命令が生成されたりする。あるいは本装置の機能ブロックは専用ハードウェアによって実現されてもよい。

【００４２】

本明細書の以下の説明では、図９、図１０に示す構成例に倣い、本発明のシステムのマスターモジュールはＬＡＮ回線（イーサネット）やシリアル通信経路などにより接続した上位制御機器と通信しながら複数ポイントの物理量制御を行っている。なおマスターモジュールとスレーブモジュールと制御対象物（例：温度計やヒータなど）のみの構成としてもよい。マスターモジュールの設定変更などの時のみ、ＬＡＮ回線（イーサネット）やシリアル通信経路などを介して上位制御機器と接続し、設定変更を行うことができる。マスターモジュールが常時上位制御機器に接続されていなくても、同様に本発明の効果が得られる。

【００４３】

また、本明細書に記載の各実施形態は動作方法として実現できるのみでなく、その一部または全部を装置としても実現可能である。また、このような装置の一部をソフトウェアとして構成することができる。さらに、そのようなソフトウェアをコンピュータに実行させるために用いるソフトウェア製品、及び同製品を固定した記録媒体も、当然に本明細書に記載の各実施形態の技術的な範囲に含まれる（本明細書の全体を通じて同様である）。

【００４４】

＜実施形態１　概要＞

【００４５】

マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる複数ポイント物理量制御システムであり、マスターモジュールからスレーブモジュールへ物理量の制御目標である制御目標情報と物理量制御を開始する命令である制御開始命令を送信し、スレーブモジュールは制御目標情報と共に受信した制御開始命令を受けて、制御を開始するように構成されている。

＜実施形態１　機能的構成＞

【００４６】

図１は、本実施形態の複数ポイント物理量制御システムの機能的構成一例を示すブロック図である。図示するように、本発明の複数ポイント物理量制御システムは、マスターモジュール（０１０１）が、起動命令受付部(AA)（０１０２）と、返信促進情報出力部(AB)（０１０３）と、返信受信部(AC)（０１０４）と、制御目標情報出力部(AD)（０１０５）と、から構成され、

スレーブモジュール（０１１０）が、起動命令受付部(BA)（０１１１）と、スレーブＩＤ保持部(BB)（０１１２）と、物理量測定部(BD)（０１１４）と、物理量制御情報出力部(BE)（０１１５）と、返信促進情報受信部(BF)（０１１６）と、返信出力部(BG)（０１１７）と、制御目標情報受信部(BH)（０１１８）と、制御目標情報保持部(BJ)（０１１９）と、出力命令部(BM)（０１２１）と、から構成される。

【００４７】

＜実施形態１　マスターモジュール　起動命令受付部(AA)（０１０２）＞

マスターモジュールの起動命令受付部(AA)（０１０２）は、マスターモジュールを起動する起動命令を受け付けるように構成される。

【００４８】

起動命令の例としては、物理的な電源スイッチを投入することや、スリープモードで待機中のマスターモジュールが、上位制御機器からの起動命令を受信することなどである。マスターモジュールとスレーブモジュールが同じ制御盤のラックに搭載されている場合、ラックの主電源を投入することによって、マスターモジュールとスレーブモジュールへの給電が同時に開始されるようにも構成できる。

【００４９】

＜実施形態１　マスターモジュール　返信促進情報出力部(AB)（０１０３）＞

マスターモジュールの返信促進情報出力部(AB)（０１０３）は、起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力するように構成される。

【００５０】

上述のように、起動後マスターモジュールはスレーブモジュールへ、スレーブＩＤとして自機の機器管理番号１の次である２をつけた返信促進情報の出力から開始する。スレーブモジュールからの応答の返信を受信後、スレーブＩＤを１増やして返信促進情報を出力する。スレーブモジュールからの返信が一定時間（例５ｍｓ）待っても受信できない場合は接続されていないスレーブＩＤとみなして、スレーブＩＤを１増やして返信促進情報の出力を続行する。応答を受信した場合は、応答受信後待機せずに、スレーブＩＤを１増やして返信促進情報を出力する。使用しているシリアル通信経路(シリアルバス)に接続できる最大接続機器数をスレーブＩＤの最大値として、返信促進情報を順に出力し、接続され

ているスレーブモジュールを検索する。また、起動前に接続予定のスレーブモジュール（又は記録計等の他のシリアル通信経路に接続される機器）のスレーブＩＤをマスターモジュールが保持し、保持しているスレーブＩＤに対して返信促進情報をスレーブＩＤの値の小さい順など所定の順番で出力するように構成してもよい。

【００５１】

起動後、最初に出力される返信促進情報には、最初であることを識別する最初識別情報が含まれるように構成することができる。最初であることをスレーブモジュールに知らせることでスレーブモジュールが各自自主的にシリアル通信経路（シリアルバス）の利用タイミングをずらして、信号の衝突が起こらないようにするためである。例えば、最初の返信促進情報に対するスレーブモジュールの返信タイミングは、スレーブモジュールに備えられた乱数発生器が発生する乱数に基づいて定めるようにすることができる。この返信時にはいまだに物理量の制御が開始されていないので、すべてのスレーブモジュールからの返信をマスターモジュールは時間をかけて待つことが出来るからである。なお、返信促進情報と称される信号は、最初の１回のみでも良いし、呼び名としては、これに後続するマスターモジュールからの信号をそのように称してもよい。

【００５２】

マスターモジュールとスレーブモジュールとの問いと答え（応答）や、命令と服従結果などの関係が明確となるように、マスターモジュールとスレーブモジュールとの通信には、それぞれ通し番号を含ませるように構成することもできる。通し番号と、スレーブＩＤとによって、マスターモジュールは通信処理、制御処理をより確実に実行させることができる。また、スレーブモジュールは、物理量制御ポイント毎にＩＤ管理を行い、マスターモジュールとの通信において物理量制御ポイントＩＤを関連付けた物理量の測定結果を送信するように構成することもできる。場合によっては、スレーブモジュールとマスターモジュールとの通信において、スレーブモジュールが担当するすべての物理量制御ポイントに関する情報でなく、一部の物理量制御ポイントに関する情報のみの通信を行うことが出来るように構成することもできる。つまり、より細心の注意を払うべき物量制御ポイントと、相対的に気にしなくともよいポイントとがあり、これらを区別して通信することで通信量（トラフィック）を少なくすることができるからである。このようにスレーブモジュールでは、自身が担当する各物理量制御ポイントについて格付けを行って、格付に応じた処理や、報告をするように構成することもできる。

【００５３】

＜実施形態１　マスターモジュール　返信受信部(AC)（０１０４）＞

マスターモジュールの返信受信部(AC)（０１０４）は、返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信するように構成される。

【００５４】

マスターモジュールは、受信したスレーブＩＤを基に自機と連携するスレーブモジュールを特定する。上述のように受信した応答の返信中のスレーブＩＤを保持するように構成するのが好ましい。返信があったスレーブＩＤとなかったスレーブＩＤで、別々のフラグ（例えば１と０）を付与して保持することもできる。マスターモジュールが、起動前に接続予定のスレーブモジュール（または他の接続機器）のスレーブＩＤを予め保持していた場合は、応答があったスレーブモジュールのスレーブＩＤの保持を継続し、応答がなく受信できなかったスレーブＩＤは消去するように構成できる。または別々のフラグ（例えば１と０）を付与して保持してもよい。

【００５５】

＜実施形態１　マスターモジュール　制御目標情報出力部(AD)（０１０５）＞

マスターモジュールの制御目標情報出力部(AD)（０１０５）は、受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する

命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力するように構成される。
【００５６】
スレーブモジュールから受信した、各スレーブモジュールの制御対象物の測定ポイントの物理量に基づいて、マスターモジュールは上述の説明のように制御目標情報を決め、スレーブモジュールへ出力する。
【００５７】
＜実施形態１　マスターモジュール（０１０１）＞
マスターモジュール（０１０１）は、スレーブモジュールからの物理量の測定結果を受けて制御目標情報を策定しスレーブモジュールへ出力するように構成される。
【００５８】
上位制御機器からの求めに応じてマスターモジュールは自身へスレーブモジュールが応答として返信した各物理量測定ポイントの測定結果や出力された物理量制御制御情報を、各物理量測定ポイントを識別する情報（スレーブＩＤとスレーブモジュール毎に担当する一以上の物理量測定ポイントを識別する情報を関連付けた情報）と関連付けて返信する。マスターモジュールを経由して、スレーブモジュールへ問合せて、応答として上記情報を入手するようにしてもよい。マスターモジュールとスレーブモジュール間は、前述したようにＭｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５シリアル通信経路（シリアルバス）で接続されている。
【００５９】
＜実施形態１　スレーブモジュール　起動命令受付部(BA)（０１１１）＞
スレーブモジュールの起動命令受付部(BA)（０１１１）は、スレーブモジュールを起動する起動命令を受け付けるように構成される。
【００６０】
起動命令の例としては、物理的な電源スイッチを投入することや、スリープモードで待機中のスレーブモジュールへ起動を指示する信号を送信すること、またはマスターモジュールからの返信促進情報の受信などである。
【００６１】
＜実施形態１　スレーブモジュール　スレーブＩＤ保持部(BB)（０１１２）＞
スレーブモジュールのスレーブＩＤ保持部(BB)（０１１２）は、自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するように構成される。
【００６２】
一のマスターモジュールに接続されたスレーブモジュール個々に別個のスレーブＩＤが割り振られ保持されている。一のマスターモジュールと接続され通信可能なスレーブモジュールは、接続されているシリアル通信経路（シリアルバス）上のマスターモジュールの機器管理番号１及び他のスレーブモジュールのスレーブＩＤと重複しない番号であるスレーブＩＤをもつ。マスターモジュールがスレーブＩＤをつけて通信を出力することで、スレーブＩＤに対応するスレーブモジュールだけが受信した通信に対し応答する。スレーブＩＤと関連付けて測定結果をマスターモジュールへ送信することにより、マスターモジュールはスレーブモジュールごとに区別して、測定結果を受信、管理できる。
【００６３】
スレーブモジュールのＩＤは、通信によって外部機器から設定することがあってもよいが、スレーブモジュールを直接的に手で触って手作業で設定できるように構成することもできる。スレーブモジュールのＩＤは非常に重要な情報だからである。また設定の際には他のスレーブモジュールとの関係で矛盾が生じないように、既設定ＩＤとコンフリクトする場合には、設定できないようにするか、警告を出力するように構成することが好ましい。また、一旦設定後は、運転中に変更できないように構成することが好ましい。例えば、運転中（物理量制御処理中）のスレーブモジュールの筐体の状態では、ＩＤの設定ボタン等に触れられないように構成するなどである。本発明のシステムが工場の製造現場の加工装置の制御などに使われる場合、ノイズの影響が大きいため、スレーブＩＤは電子的なメモリに書き込む構成（あらかじめ不揮発メモリに書き込むことや、起動後にＲＡＭに書き

込むなどの方法を用いる構成）よりも、機械的なダイヤルスイッチなどで設定する方式のほうが好ましい。

【００６４】

＜実施形態１　スレーブモジュール　物理量測定部(BD)（０１１４）＞

スレーブモジュールの物理量測定部(BD)（０１１４）は、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定するように構成される。

【００６５】

制御対象物の物理量の例としては、上述のように温度や、圧力や紫外線照射量などである。なお、物理量測定部は自身が利用しているセンサーの寿命管理をするように構成されていることが好ましい。寿命管理は、センサーを新規に取り付けた時からのセンサーの使用時間長によって管理することもできるし、センサーの電圧や電流の経時履歴（変化速度、変化加速度）に基づいて管理することもできる。この情報は、定期的にマスターモジュールに報告するか、交換目安時期の所定期間前に報告するように構成することもできる。また、スレーブモジュールはセンサーの自動校正機能を有するように構成することもできる。センサーに対して基準物理量を与え、その基準物理量に基づいて自身が保持している校正情報を更新するように構成することもできる。前記寿命管理には故障判断も含む。物理量の一例である温度測定用の熱電対の配線断線などを故障として検知できるように構成することが好ましい。

【００６６】

＜実施形態１　スレーブモジュール　物理量制御情報出力部(BE)（０１１５）＞

スレーブモジュールの物理量制御情報出力部(BE)（０１１５）は、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力するように構成される。

【００６７】

物理量制御情報の例としては、温度を制御するためのヒータへの電流量、圧力を制御するために加圧用バルブ開度、紫外線ランプ輝度をあげるための電流量などがあり、物理量としては温度以外にも、圧力、流量（液体、気体、粉体など）、電圧、電流、磁束、磁界、電荷、電界、電気容量、電子線の加速電圧、光の照射量、紫外線照射量、放射線照射量、水溶液の濃度、波長、周波数（又は振動数）などがある。

【００６８】

スレーブモジュールにヒータや紫外線ランプ等物理量制御のための電流源などが直接備わっていない場合、上述のようにスレーブモジュールへ接続されたサイリスタレギュレータやソリッドステートリレーや電磁リレーやフォトカプラなどを操作するための電流や電圧またはパルス信号を出力することにより、サイリスタレギュレータやソリッドステートリレーや電磁リレーやフォトカプラなどを介して電流や電圧、電磁弁やシャッタの開閉など物理量制御を行うように構成できる。

【００６９】

＜実施形態１　スレーブモジュール　返信促進情報受信部(BF)（０１１６）＞

スレーブモジュールの返信促進情報受信部(BF)（０１１６）は、マスターモジュールからの返信促進情報を受信するように構成される。

【００７０】

マスターモジュールが自機に連携できるスレーブモジュールを検索する際に出力する信号を受信する。マスターモジュールからの通信中のスレーブＩＤに該当するスレーブモジュールのみが受信した通信に応答し、他機は通信を受信するが応答しない。

【００７１】

＜実施形態１　スレーブモジュール　返信出力部(BG)（０１１７）＞

スレーブモジュールの返信出力部(BG)（０１１７）は、返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力するように構成される。

【００７２】

スレーブモジュールが、マスターモジュールからの通信を受信した際には、自機のスレーブＩＤと、自機の制御対象物の物理量の測定結果を含む応答として返信するように構成することができる。物理量の制御に用いる物理量制御情報を応答に含めるようにも構成できる。制御開始後は、マスターモジュールからスレーブモジュール間の通信のほとんどが、スレーブモジュールの物理量測定結果の取得となるだろうからである。測定結果要求命令を特に入れずとも、各スレーブモジュールに送信すれば、各スレーブモジュールからの応答として、測定結果を受信することができる。

【００７３】

返信出力部(BG)は、マスターモジュールから受信した返信促進情報に対する応答としての返信のみならず、マスターモジュールとのその他のあらゆる通信に利用されるように構成することもできる。起動後最初の返信促進情報に対する応答へ含める物理量の測定結果は、物理量の測定をまだ始めていなかった場合には測定結果をＮＵＬＬとしてもよいし、所定の初期値などを測定結果として返信してもよい。測定を開始していた場合には測定結果を返信してもよい。ただし、応答返信時にスレーブモジュールの担当するポイントの物理量の測定が開始されているかが不明なため、マスターモジュールは受信したスレーブモジュールからの応答（起動後最初の返信促進情報に対する返信）に含まれる物理量の測定結果は破棄するようにしたほうがよい。

【００７４】

＜実施形態１　スレーブモジュール　制御目標情報受信部(BH)（０１１８）＞

スレーブモジュールの制御目標情報受信部(BH)（０１１８）は、制御目標情報を受信するように構成される。

【００７５】

制御目標情報はスレーブＩＤをつけて、マスターモジュールから各スレーブモジュールに対し送信する。制御目標情報がスレーブモジュールごとに異なる場合にはスレーブＩＤをつけて送信することにより、該当するスレーブモジュールが受信する。スレーブＩＤが自身のＩＤと合致する場合には、その信号を有意味情報として取得し、その処理を実行するが、合致しない場合には受信してもその信号を有意味情報として処理せずに応答しないように構成する。

【００７６】

＜実施形態１　スレーブモジュール　制御目標情報保持部(BJ)（０１１９）＞

スレーブモジュールの制御目標情報保持部(BJ)（０１１９）は、前記制御目標情報を保持するように構成される。

【００７７】

受信した制御目標情報を保持し、制御対象物の物理量を制御するにあたり適宜参照し、物理量制御情報を決める。各スレーブモジュールが管理する制御対象物の各ポイントの物理量を測定手段にばらつきがある場合、または物理量制御手段にばらつきがある場合に、各スレーブモジュールに対し後記する実施形態のように同一の制御目標情報が出力されるのであれば、上述のように制御目標情報を補正するように構成してもよい。

【００７８】

＜実施形態１　スレーブモジュール　出力命令部(BM)（０１２１）＞

スレーブモジュールの出力命令部(BM)（０１２１）は、制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力部(BE)に出力させるように構成される。

【００７９】

制御開始命令情報を受信した場合に、制御対象物の物理量制御を開始させる。例としては、加熱工程において、制御目標情報（目標設定値）をマスターモジュールから受信し、制御開始命令情報を受信した後、物理量制御情報出力部(BE)から自身に接続されたサイリスタレギュレータ等にヒータの出力調整させる信号（直流電流など）を出力するようにさせることである。

【００８０】

＜実施形態１　スレーブモジュール（０１１０）＞
　スレーブモジュール（０１１０）は、自機の管理下にある制御対象物から物理量の測定結果を、マスターモジュールからの通信に対する応答として出力し、マスターモジュールからの制御目標情報を受信して、制御目標情報に基づいて制御対象物へ物理量制御情報を出力するように構成される。
【００８１】
　スレーブモジュールには、図９に示すように、複数の温度計（物理量の測定）と、複数のヒータ（物理量の制御）がつけられており、スレーブモジュール間と、スレーブモジュールとマスターモジュール間はＭｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５規格のシリアル通信経路（シリアルバス）接続されている。
【００８２】
＜実施形態１　処理の流れ＞
　図２に、実施形態１の複数ポイント物理量制御システムの処理の流れを示す。左側の部分がコンピュータ（計算機）であるマスターモジュールでの処理の流れを示し、右側がコンピュータ（計算機）であるスレーブモジュールでの処理の流れを示す。マスターモジュールとスレーブモジュール間の通信は図２では、Ｍｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５規格のシリアル通信経路（シリアルバス）を使用することを想定している。
【００８３】
　コンピュータ（計算機）であるマスターモジュールの動作方法は、
　起動命令受付ステップ(aa)（ＳＡ０２０１）は、マスターモジュールを起動する起動命令を受け付ける処理を行い、
　返信促進情報出力ステップ(ab)（ＳＡ０２０２）は、起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する処理を行い、
　返信受信ステップ(ac)（ＳＡ０２０３）は、返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する処理を行い
　制御目標情報出力ステップ(ad)（ＳＡ０２０４）は、受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する処理を行う。
【００８４】
　コンピュータ（計算機）である各スレーブモジュールの動作方法は、
　起動命令受付ステップ(ba)（ＳＢ０２０１）は、スレーブモジュールを起動する起動命令を受け付ける処理を行い
　スレーブＩＤ保持ステップ(bb)（ＳＢ０２０２）は、自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持する処理を行い、
　物理量測定ステップ(bd)（ＳＢ０２０３）は、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する処理を行い、
　返信促進情報受信ステップ(bf)（ＳＢ０２０４）は、マスターモジュールの返信促進情報出力ステップ(ab)（ＳＡ０２０２）から出力された返信促進情報を受信する処理を行い、
　返信出力ステップ(bg)（ＳＢ０２０５）は、自機宛の返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信をマスターモジュールの返信受信ステップ(ac)（ＳＡ０２０３）へ出力するための処理を行い、
　制御目標情報受信ステップ(bh)（ＳＢ０２０６）は、マスターモジュールの制御目標情報出力ステップ(ad)（ＳＡ０２０４）から出力された制御目標情報を受信する処理を行い、

制御目標情報保持ステップ(bj)（ＳＢ０２０７）は、自機宛の前記制御目標情報を保持する処理を行い、
出力命令ステップ(bm)（ＳＢ０２０８）は、制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力ステップ(be)（ＳＢ０２０９）に出力させる処理を行い、
物理量制御情報出力ステップ(be)（ＳＢ０２０９）は、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する処理を行う。
このような一連の処理をコンピュータ（計算機）である複数ポイント物理量制御システムに実行させる動作方法である。

【００８５】
＜実施形態１　ハードウェア＞
【００８６】
図３は、本実施形態の複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールのハードウェア構成の一例を示す概念図である。図３に示すように、ＣＰＵ（０３０１）と、不揮発性メモリ（０３０２）（例えば、ＲＯＭ、ＳＳＤなど）と、主メモリ（０３０３）と、制御用ＰＣや記録計などとの接続のためのイーサネット通信Ｉ／Ｆ（０３０４）（図３中では、インターフェースをＩ／Ｆと略記）と、制御モジュールなどとの接続のための汎用のシリアル通信インターフェースＩ／Ｆ１（０３０５）と、ユーザＩ／Ｆ（０３０６）と、内部バス（０３１０）との通信Ｉ／Ｆ（０３１１）をコントロールするバスコントローラ（０３０９）と、内部バス伝送時にＤＭＡ方式（メモリとのデータ転送時にＣＰＵを介さず転送する方法）を行うためのコントローラDMAC（０３０８）と、を備え、それらの間で信号の授受等を行うためのシステムバス（０３０７）を備える。ＣＰＵはカスタマイズされた専用ＣＰＵを使い、ＯＳ（オペレーティングシステム）の代わりに専用のファームウェアを使用することもできる。また複数コアのＣＰＵ又は/及び十分なキャッシュメモリを持つシステムであれば、メモリ不足による動作遅延を防止しやすいため、好ましい。
【００８７】
不揮発性メモリには、ＯＳ（オペレーティングシステム）とデバイスドライバのほかに、
マスターモジュールを起動する起動命令を受け付ける起動命令受付プログラムと、
起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する返信促進情報出力プログラムと、
返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信プログラムと、
受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力プログラムなどの各種プログラムや特定ポート番号が記録されている。そして、各プログラムを展開及び実行しインターフェースを介して取得した情報やデータを不揮発性メモリに格納し、格納された情報やデータを主メモリのワーク領域にてプログラムの実行による加工などを行い、不揮発性メモリに保持し、又はイーサネット通信インターフェース又はシリアル通信インターフェースを介してプログラムの実行により上位制御機器へ出力する。
【００８８】
図４は、本実施形態の複数ポイント物理量制御システムの各スレーブモジュールのハードウェア構成の一例を示す概念図である。図4に示すように、ＣＰＵ（０４０１）と、不揮発性メモリ（０４０２）（例えば、ＲＯＭ、ＳＳＤなど）と、主メモリ（０４０３）と、制御モジュールなどとの接続のための汎用のシリアル通信インターフェースＩ／Ｆ１（０４０４）と、ユーザＩ／Ｆ（０４０５）と、内部バス（０４０９）との通信Ｉ／Ｆ（０

４１０）をコントロールするバスコントローラ（０４０８）と、内部バス伝送時にＤＭＡ方式（メモリとのデータ転送時にＣＰＵを介さず転送する方法）を行うためのコントローラDMAC（０４０７）と、物理量測定結果入力（０４１２）と物理量制御情報出力（０４１３）のインターフェースである制御系Ｉ／Ｆ（０４１１）と、を備え、それらの間で信号の授受等を行うためのシステムバス（０４０６）を備える。ＣＰＵはカスタマイズされた専用ＣＰＵを使い、ＯＳ（オペレーティングシステム）の代わりに専用のファームウェアを使用することもできる。また複数コアのＣＰＵ又は/及び十分なキャッシュメモリを持つシステムであれば、メモリ不足による動作遅延を防止しやすいため、好ましい。

【００８９】

不揮発性メモリには、ＯＳ（オペレーティングシステム）とデバイスドライバのほかに、

スレーブモジュールを起動する起動命令を受け付ける起動命令受付プログラムと、自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持プログラムと、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定プログラムと、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力プログラムと、マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信プログラムと、自機宛の返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力プログラムと、制御目標情報を受信する制御目標情報受信プログラムと、自機宛の前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持プログラムと、制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力部(BE)に出力させる出力命令プログラムなどの各種プログラムや特定ポート番号が記録されている。そして、各プログラムを展開及び実行しインターフェースを介して取得した情報やデータを不揮発性メモリに格納し、格納された情報やデータを主メモリのワーク領域にてプログラムの実行による加工などを行い、不揮発性メモリに保持し、又はシリアル通信インターフェースを介してプログラムの実行によりマスターモジュールへ応答を出力する。

＜実施形態１　効果＞

【００９０】

本実施形態の複数ポイント物理量制御システムによれば、スレーブモジュールの管理下にある制御対象物の物理量をもとに制御目標情報をマスターモジュールが策定することができるため、物理量の制御を開始するまでの時間管理を効率的に行うことができる。マスターモジュールが制御目標情報と制御開始命令情報をスレーブモジュールへ出力した後、スレーブモジュールが制御を開始する。

【００９１】

＜実施形態２＞主に請求項２：スレーブモジュールへ出力する制御目標情報が同一

＜実施形態２　概要＞

【００９２】

実施形態２は実施形態１を基礎として、マスターモジュールがスレーブモジュールへ出力する制御目標情報が、すべてのスレーブモジュールに対して同一であるように構成されている。

【００９３】

＜実施形態２　機能的構成＞

実施形態１を基礎とした実施形態２の機能的構成は、図１に示す実施形態１の構成と同様である。

【００９４】

＜実施形態２　マスターモジュール　制御目標情報出力部(AD)＞

マスターモジュールの制御目標情報出力部(AD)は、各スレーブモジュールへすべて同一の制御目標情報を出力するように構成される。すべての制御ポイントの物理量が物理量制御情報を基に、一の制御目標に対して制御可能な範囲にある場合には、各スレーブモジュールへ同一の制御目標情報を出力することができる。

【００９５】
マスターモジュールが同じ制御目標を全スレーブモジュールに出力する場合には、各スレーブモジュールの制御目標情報保持部に、制御目標情報を各スレーブモジュールの担当する物理量測定手段や物理量制御手段の補正情報に基づいて補正するための情報である制御目標情報補正情報を保持する制御目標情報補正情報保持手段と、前記制御目標補正情報に基づいてマスターモジュールから出力された制御目標情報を補正する制御目標情報補正手段とを備えると、各スレーブモジュールが管理する物理量測定器や、物理量制御手段のばらつきなどを補正するために、制御目標情報を補正することができる。
【００９６】
＜実施形態２　処理の流れ＞
実施形態１を基礎とする実施形態２の処理の流れは、図２に示す実施形態１の処理の流れとほぼ同様である。
コンピュータ（計算機）であるマスターモジュール動作方法において、制御目標情報出力ステップ(ad)（ＳＡ０２０４）が、受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報として同一の制御目標情報を制御開始命令情報と共に出力する処理を行う、ことが異なる。
【００９７】
＜実施形態２　ハードウェア構成＞
実施形態１を基礎とする実施形態２のハードウェア構成は、マスターモジュール、スレーブモジュール共に、図３、図４に示す実施形態１のハードウェアと同様である。
【００９８】
＜実施形態２　効果＞
マスターモジュールが全スレーブモジュールへ同一の制御目標情報を送信する場合、マスターモジュールが各スレーブモジュールの担当ポイントの物理量や物理量制御情報の補正を行い、各スレーブモジュール（又はスレーブモジュールの担当するポイントごと）に異なる制御目標情報を出力しなくて済む。スレーブモジュールごとに自機の担当ポイントの補正情報を持ち、制御目標情報を補正する構成とすれば、マスターモジュールは各スレーブモジュール又は各スレーブモジュールが担当するポイントのばらつきの補正をスレーブモジュールへ委託できる。
【００９９】
＜実施形態３＞
＜実施形態３　概要＞主に請求項３：マスターモジュールも物理量測定ポイントを担当
【０１００】
実施形態３は、実施形態１又は実施形態２のいずれかを基礎として、マスターモジュールと、これと連携し、制御対象物の物理量制御器である一以上のスレーブモジュールと、からなる複数ポイント物理量制御システムであり、スレーブモジュールだけではなく、マスターモジュールも制御対象物を持つように構成される。
＜実施形態３　機能的構成＞
【０１０１】
図５は、実施形態１を基礎とした本実施形態３の複数ポイント物理量制御システムの機能的構成一例を示すブロック図である。図５に示すように、本発明の複数ポイント物理量制御システムは、マスターモジュール（０５０１）が、起動命令受付部(AA)（０５０２）と、返信促進情報出力部(AB)（０５０３）と、返信受信部(AC)（０５０４）と、制御目標情報出力部(AD)（０５０５）と、から構成され、さらに物理量測定部(AE)（０５０６）と、物理量制御情報出力部(AF)（０５０７）とを有し、
スレーブモジュール（０５１０）が、起動命令受付部(BA)（０５１１）と、スレーブＩＤ保持部(BB)（０５１２）と、物理量測定部(BD)（０５１４）と、物理量制御情報出力部(BE)（０５１５）と、返信促進情報受信部(BF)（０５１６）と、返信出力部(BG)（０５１７）と、制御目標情報受信部(BH)（０５１８）と、制御目標情報保持部(BJ)（０５１９）と、出力命令部(BM)（０５２１）と、から構成される。マスターモジュールの物理量測定

部(AE)（０５０６）と、物理量制御情報出力部(AF)（０５０７）以外は、上記他の実施形態と同様のため、以下、マスターモジュールの物理量測定部(AE)（０５０６）と、物理量制御情報出力部(AF)（０５０７）のみ説明する。なお、実施形態２を基礎としても同様の効果が得られる。

【０１０２】

＜実施形態３　マスターモジュール　物理量測定部(AE)（０５０６）＞

マスターモジュールの物理量測定部(AE)（０５０６）は、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定するように構成される。

【０１０３】

図１０に示す加熱加工の例を用いて、本実施形態の一例を説明する。マスターモジュール（１００２）にも、制御対象物である加工部材（１００８）の物理量測定のための温度計（１００７）が４系統接続され、物理量の制御のためヒータ(１００６)が４系統接続されている。マスターモジュールが担当する物理量測定ポイントでの測定結果も、スレーブモジュールからの測定結果と合わせて、制御目標情報を決定する。なお、物理量（温度）測定の接続数、物理量制御のための接続数は、図１０の例には限定されない。

【０１０４】

＜実施形態３　マスターモジュール　物理量制御情報出力部(AF)（０５０７）＞

マスターモジュールの物理量制御情報出力部(AF)（０５０７）は、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力するように構成される。

【０１０５】

＜実施形態３　処理の流れ＞

図６に、実施形態１を基礎とした本実施形態３の複数ポイント物理量制御システムの処理の流れを示す。実施形態２を基礎としても同様の効果が得られる。左側の部分がコンピュータ（計算機）であるマスターモジュールでの処理の流れを示し、右側がコンピュータ（計算機）であるスレーブモジュールでの処理の流れを示す。マスターモジュールとスレーブモジュール間の通信は図６では、Ｍｏｄｂｕｓ　ＲＴＵプロトコルのＲＳ－４８５規格のシリアル通信経路（シリアルバス）を使用することを想定している。

【０１０６】

コンピュータ（計算機）であるマスターモジュールの動作方法は、

起動命令受付ステップ(aa)（ＳＡ０６０１）は、マスターモジュールを起動する起動命令を受け付ける処理を行い、

物理量測定ステップ(ae)（ＳＡ０６０２）は、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する処理を行い、

返信促進情報出力ステップ(ab)（ＳＡ０６０３）は、起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する処理を行い、

返信受信ステップ(ac)（ＳＡ０６０４）は、返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する処理を行い

制御目標情報出力ステップ(ad)（ＳＡ０６０５）は、受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である開始命令情報と、を出力する処理を行い、

物理量制御情報出力ステップ(af)（ＳＡ０６０６）は、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する処理を行う。

【０１０７】

コンピュータ（計算機）である各スレーブモジュールの動作方法は、

起動命令受付ステップ(ba)（ＳＢ０６０１）は、スレーブモジュールを起動する起動命令を受け付ける処理を行い
スレーブＩＤ保持ステップ(bb)（ＳＢ０６０２）は、自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持する処理を行い、
物理量測定ステップ(bd)（ＳＢ０６０３）は、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する処理を行い、
返信促進情報受信ステップ(bf)（ＳＢ０６０４）は、マスターモジュールの返信促進情報出力ステップ(ab)（ＳＡ０６０３）から出力された返信促進情報を受信する処理を行い、
返信出力ステップ(bg)（ＳＢ０６０５）は、自機宛の返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信をマスターモジュールの返信受信ステップ(ac)（ＳＡ０６０４）へ出力するための処理を行い、
制御目標情報受信ステップ(bh)（ＳＢ０６０６）は、マスターモジュールの制御目標情報出力ステップ(ad)（ＳＡ０６０５）から出力された制御目標情報を受信する処理を行い、
制御目標情報保持ステップ(bj)（ＳＢ０６０７）は、自機宛の前記制御目標情報を保持する処理を行い、
出力命令ステップ(bm)（ＳＢ０６０８）は、制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力ステップ(be)（ＳＢ０６０９）に出力させる処理を行い、
物理量制御情報出力ステップ(be)（ＳＢ０６０９）は、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する処理を行う。
このような一連の処理をコンピュータ（計算機）である複数ポイント物理量制御システムに実行させる動作方法である。

【０１０８】

＜実施形態３　ハードウェア＞

【０１０９】

図７は、本実施形態の複数ポイント物理量制御システムのマスターモジュールのハードウェア構成の一例を示す概念図である。図７に示すように、ＣＰＵ（０７０１）と、不揮発性メモリ（０７０２）（例えば、ＲＯＭ、ＳＳＤなど）と、主メモリ（０７０３）と、制御用ＰＣや記録計などとの接続のためのイーサネット通信Ｉ／Ｆ（０７０４）（図７中では、インターフェースをＩ／Ｆと略記）と、制御モジュールなどとの接続のための汎用のシリアル通信インターフェースＩ／Ｆ１（０７０５）と、ユーザＩ／Ｆ（０７０６）と、内部バス（０７１０）との通信Ｉ／Ｆ（０７１１）をコントロールするバスコントローラ（０７０９）と、内部バス伝送時にＤＭＡ方式（メモリとのデータ転送時にＣＰＵを介さず転送する方法）を行うためのコントローラDMAC（０７０８）と、物理量測定結果入力（０７１３）と物理量制御情報出力（０７１４）のインターフェースである制御系Ｉ／Ｆ（０７１２）とを備え、それらの間で信号の授受等を行うためのシステムバス（０７０７）を備える。ＣＰＵはカスタマイズされた専用ＣＰＵを使い、ＯＳ（オペレーティングシステム）の代わりに専用のファームウェアを使用することもできる。また複数コアのＣＰＵ又は/及び十分なキャッシュメモリを持つシステムであれば、メモリ不足による動作遅延を防止しやすいため、好ましい。

【０１１０】

不揮発性メモリには、ＯＳ（オペレーティングシステム）とデバイスドライバのほかに、
マスターモジュールを起動する起動命令を受け付ける起動命令受付プログラムと、
起動命令を受付けた場合に、自身と連携するスレーブモジュールを確定するためにスレーブモジュールとの通信線にスレーブモジュールからの返信を促すための情報である返信促進情報を出力する返信促進情報出力プログラムと、

返信促進情報に対するスレーブモジュールからの返信であって、各スレーブモジュールが担当する制御対象物の物理量測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブモジュールを一意に特定するスレーブＩＤと、を含む返信を受信する返信受信プログラムと、
受信した返信に含まれる前記測定結果に基づいて各スレーブモジュールに対して物理量制御目標を定めるための情報である制御目標情報と、各スレーブモジュールが自身の制御対象物の制御を開始する命令を示す情報である制御開始命令情報と、を出力する制御目標情報出力プログラムと、さらに制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定プログラムと、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力プログラムなどの各種プログラムや特定ポート番号が記録されている。そして、各プログラムを展開及び実行しインターフェースを介して取得した情報やデータを不揮発性メモリに格納し、格納された情報やデータを主メモリのワーク領域にてプログラムの実行による加工などを行い、不揮発性メモリに保持し、又はイーサネット通信インターフェース又はシリアル通信インターフェースを介してプログラムの実行により上位制御機器へ出力する。

【０１１１】

図８は、本実施形態の複数ポイント物理量制御システムの各スレーブモジュールのハードウェア構成の一例を示す概念図である。図８に示すように、ＣＰＵ（０８０１）と、不揮発性メモリ（０８０２）（例えば、ＲＯＭ、ＳＳＤなど）と、主メモリ（０８０３）と、制御モジュールなどとの接続のための汎用のシリアル通信インターフェースＩ／Ｆ１（０８０４）と、ユーザＩ／Ｆ（０８０５）と、内部バス（０８０９）との通信Ｉ／Ｆ（０８１０）をコントロールするバスコントローラ（０８０８）と、内部バス伝送時にＤＭＡ方式（メモリとのデータ転送時にＣＰＵを介さず転送する方法）を行うためのコントローラDMAC（０８０７）と、物理量測定結果入力（０８１２）と物理量制御情報出力（０８１３）のインターフェースである制御系Ｉ／Ｆ（０８１１）と、を備え、それらの間で信号の授受等を行うためのシステムバス（０８０６）を備える。ＣＰＵはカスタマイズされた専用ＣＰＵを使い、ＯＳ（オペレーティングシステム）の代わりに専用のファームウェアを使用することもできる。また複数コアのＣＰＵ又は/及び十分なキャッシュメモリを持つシステムであれば、メモリ不足による動作遅延を防止しやすいため、好ましい。

【０１１２】

不揮発性メモリには、ＯＳ（オペレーティングシステム）とデバイスドライバのほかに、
スレーブモジュールを起動する起動命令を受け付ける起動命令受付プログラムと、自身を一意に特定するスレーブＩＤを保持するスレーブＩＤ保持プログラムと、制御対象物の測定ポイントの物理量を測定する物理量測定プログラムと、制御目標情報に基づいて制御対象物の物理量を制御するための情報である物理量制御情報（例えば加熱するための電流量等を決定する情報）を出力する物理量制御情報出力プログラムと、マスターモジュールからの返信促進情報を受信するための返信促進情報受信プログラムと、自機宛の返信促進情報を受信した場合に自身が担当する制御対象物の測定ポイントにおける物理量の測定結果と、スレーブＩＤと、を含む返信を出力する返信出力プログラムと、制御目標情報を受信する制御目標情報受信プログラムと、自機宛の前記制御目標情報を保持する制御目標情報保持プログラムと、制御開始命令情報を受信した場合に起動後最初の物理量制御情報を物理量制御情報出力プログラムに出力させる出力命令プログラムなどの各種プログラムや特定ポート番号が記録されている。そして、各プログラムを展開及び実行しインターフェースを介して取得した情報やデータを不揮発性メモリに格納し、格納された情報やデータを主メモリのワーク領域にてプログラムの実行による加工などを行い、不揮発性メモリに保持し、又はシリアル通信インターフェースを介してプログラムの実行によりマスターモジュールへ応答を出力する。

＜実施形態３　効果＞

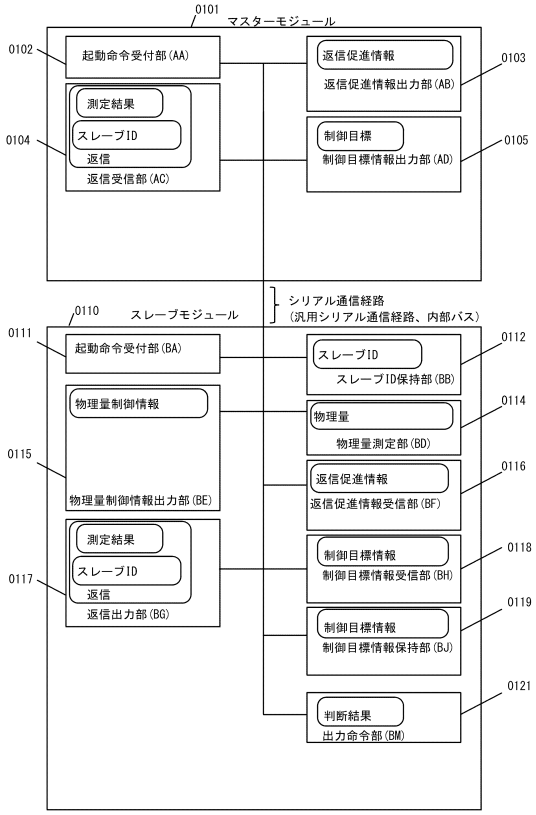
【０１１３】

本実施形態４の複数ポイント物理量制御システムによれば、マスターモジュール自身が

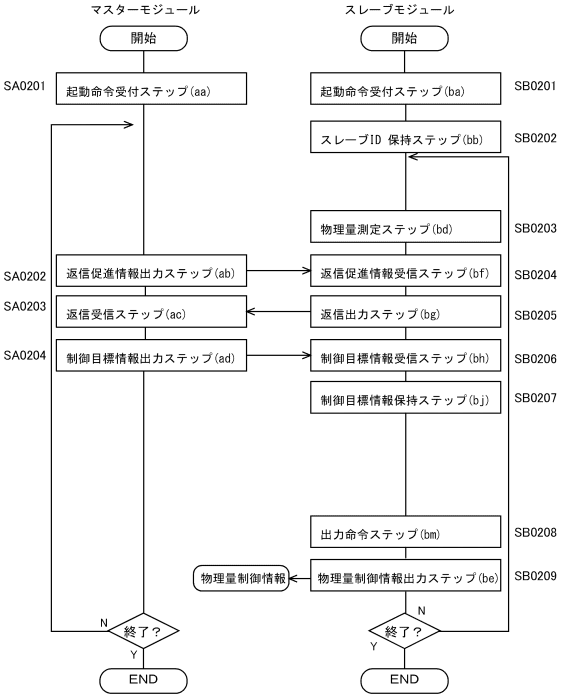
制御対象物を制御する場合に、マスターモジュールの制御対象物の物理量も、制御目標情報を設定する際のデータとすることができる。同じスレーブモジュールの台数を使用してもより多くの地点の制御対象物を制御することができる。

【図面】

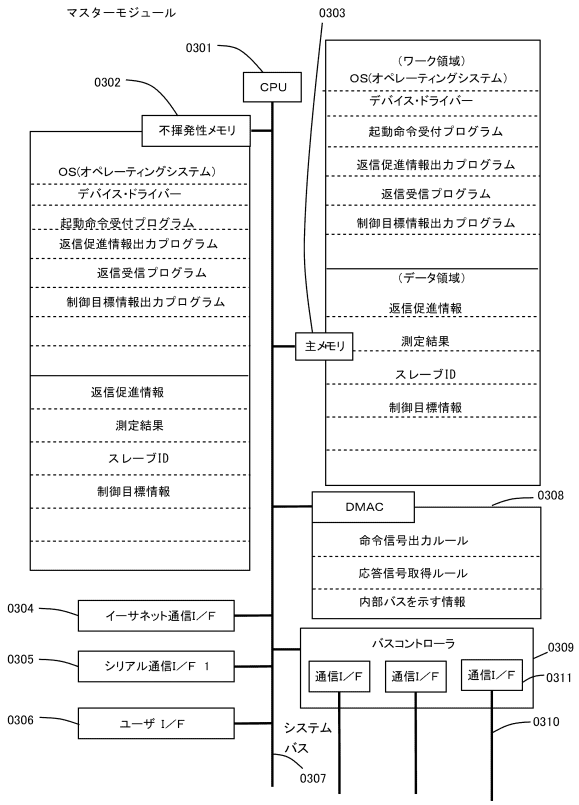
【図１】



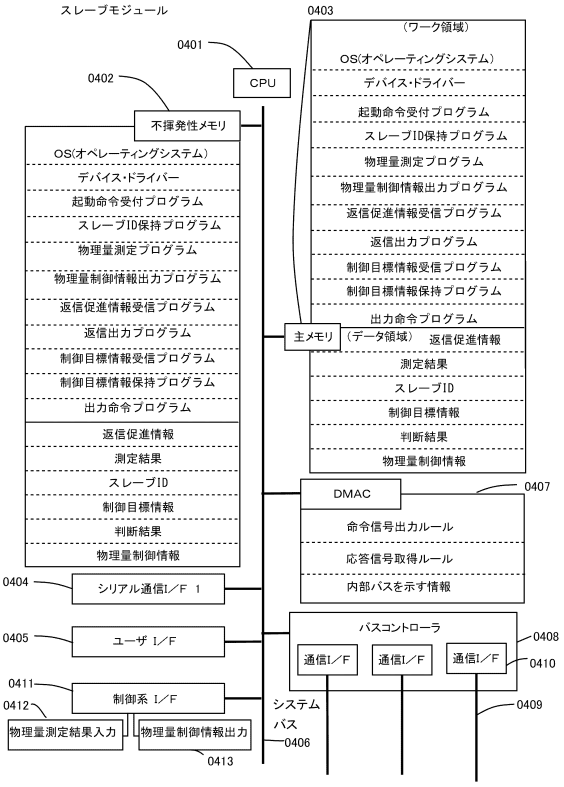
【図２】



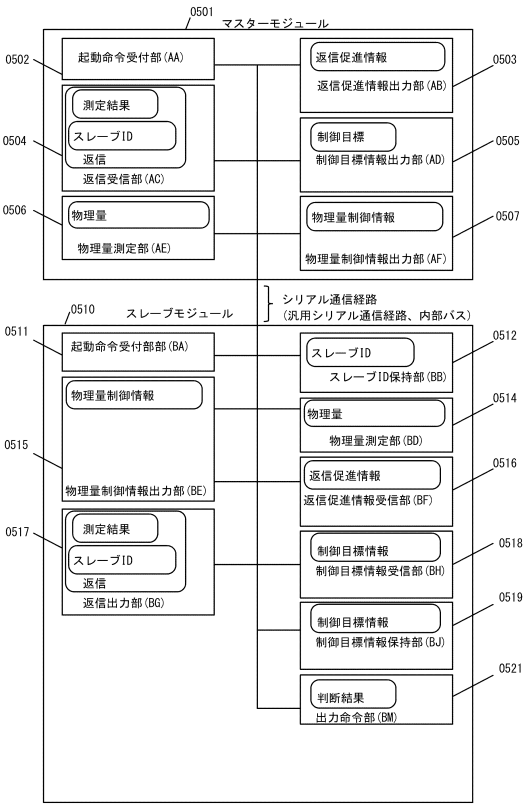
【図３】


マスターモジュール
0303
0301
CPU
0302
不揮発性メモリ
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
返信促進情報出力プログラム
返信受信プログラム
制御目標情報出力プログラム
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
(ワーク領域)
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
返信促進情報出力プログラム
返信受信プログラム
制御目標情報出力プログラム
(データ領域)
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
主メモリ
DMAC
0308
命令信号出力ルール
応答信号取得ルール
内部バスを示す情報
0304
イーサネット通信I／F
0305
シリアル通信I／F 1
0306
ユーザ I／F
バスコントローラ
0309
通信I／F
通信I／F
通信I／F
0311
システム
バス
0307
0310

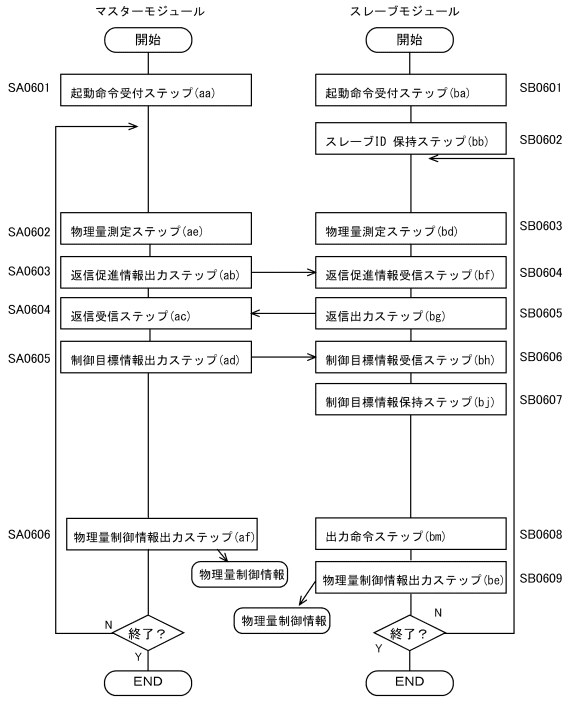
【図４】


スレーブモジュール
0403
0401
CPU
0402
不揮発性メモリ
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
スレーブID保持プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
返信促進情報受信プログラム
返信出力プログラム
制御目標情報受信プログラム
制御目標情報保持プログラム
出力命令プログラム
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
判断結果
物理量制御情報
(ワーク領域)
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
スレーブID保持プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
返信促進情報受信プログラム
返信出力プログラム
制御目標情報受信プログラム
制御目標情報保持プログラム
出力命令プログラム
(データ領域)
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
判断結果
物理量制御情報
主メモリ
DMAC
0407
命令信号出力ルール
応答信号取得ルール
内部バスを示す情報
0404
シリアル通信I／F 1
0405
ユーザ I／F
バスコントローラ
0408
通信I／F
通信I／F
通信I／F
0410
0411
制御系 I／F
0412
物理量測定結果入力
物理量制御情報出力
0413
システム
バス
0406
0409

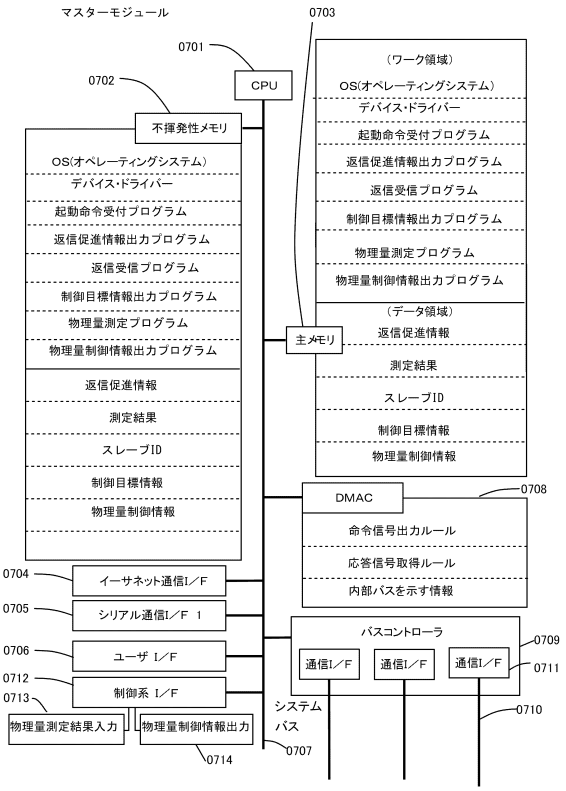
【図５】


0501
マスターモジュール
起動命令受付部(AA)
0502
返信促進情報
返信促進情報出力部(AB)
0503
測定結果
スレーブID
返信
返信受信部(AC)
0504
制御目標
制御目標情報出力部(AD)
0505
物理量
物理量測定部(AE)
0506
物理量制御情報
物理量制御情報出力部(AF)
0507
シリアル通信経路
(汎用シリアル通信経路、内部バス)
0510
スレーブモジュール
0511
起動命令受付部(BA)
スレーブID
スレーブID保持部(BB)
0512
物理量制御情報
物理量
物理量測定部(BD)
0514
0515
物理量制御情報出力部(BE)
返信促進情報
返信促進情報受信部(BF)
0516
測定結果
スレーブID
返信
返信出力部(BG)
0517
制御目標情報
制御目標情報受信部(BH)
0518
制御目標情報
制御目標情報保持部(BJ)
0519
判断結果
出力命令部(BM)
0521

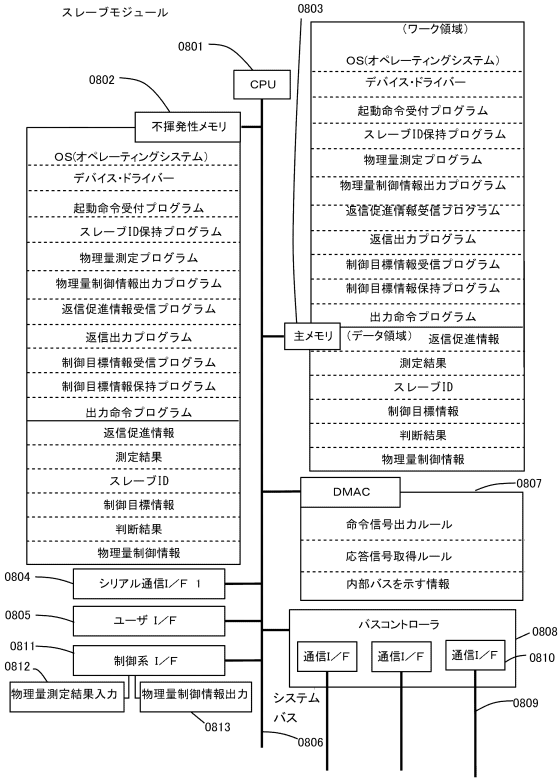
【図６】


マスターモジュール
スレーブモジュール
開始
開始
SA0601
起動命令受付ステップ(aa)
起動命令受付ステップ(ba)
SB0601
スレーブID 保持ステップ(bb)
SB0602
SA0602
物理量測定ステップ(ae)
物理量測定ステップ(bd)
SB0603
SA0603
返信促進情報出力ステップ(ab)
返信促進情報受信ステップ(bf)
SB0604
SA0604
返信受信ステップ(ac)
返信出力ステップ(bg)
SB0605
SA0605
制御目標情報出力ステップ(ad)
制御目標情報受信ステップ(bh)
SB0606
制御目標情報保持ステップ(bj)
SB0607
SA0606
物理量制御情報出力ステップ(af)
出力命令ステップ(bm)
SB0608
物理量制御情報
物理量制御情報出力ステップ(be)
SB0609
物理量制御情報
N
終了？
Y
END
N
終了？
Y
END

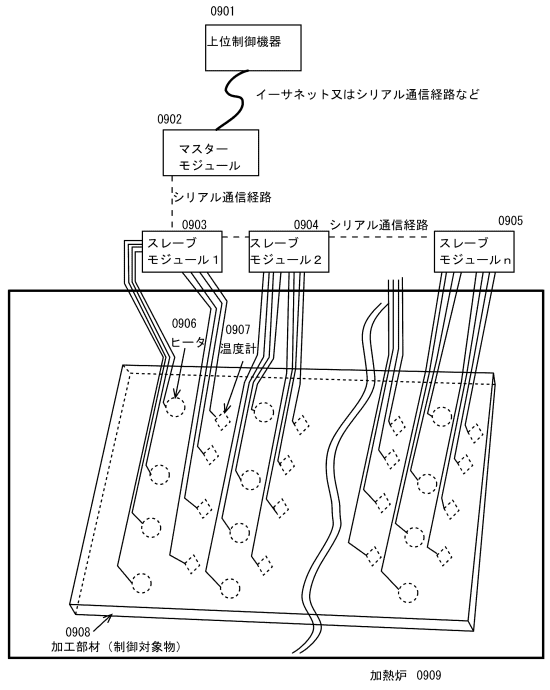
【図７】


マスターモジュール
0701
CPU
0702
不揮発性メモリ
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
返信促進情報出力プログラム
返信受信プログラム
制御目標情報出力プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
物理量制御情報
0703
(ワーク領域)
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
返信促進情報出力プログラム
返信受信プログラム
制御目標情報出力プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
(データ領域)
主メモリ
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
物理量制御情報
DMAC
0708
命令信号出力ルール
応答信号取得ルール
内部バスを示す情報
0704
イーサネット通信I／F
0705
シリアル通信I／F 1
0706
ユーザ I／F
0712
制御系 I／F
0713
物理量測定結果入力
物理量制御情報出力
0714
バスコントローラ
通信I／F
通信I／F
通信I／F
0709
0711
0710
システム
バス
0707

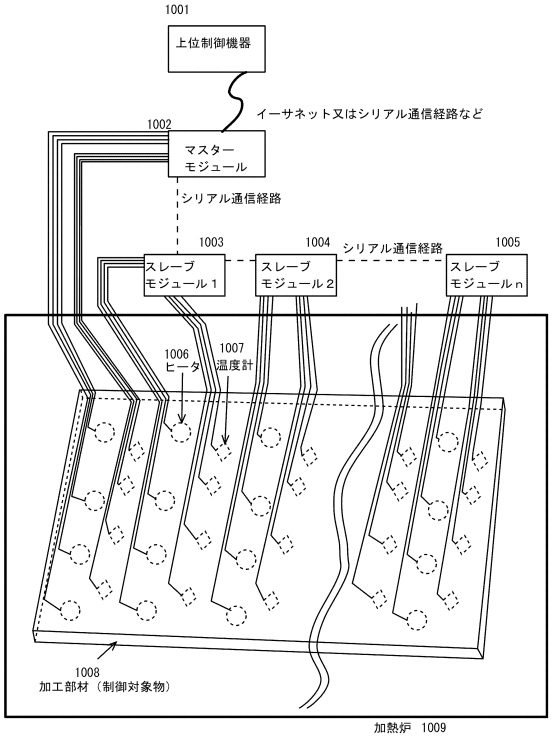
【図８】


スレーブモジュール
0803
(ワーク領域)
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
スレーブID保持プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
返信促進情報受信プログラム
返信出力プログラム
制御目標情報受信プログラム
制御目標情報保持プログラム
出力命令プログラム
(データ領域)
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
判断結果
物理量制御情報
0801
CPU
0802
不揮発性メモリ
OS(オペレーティングシステム)
デバイス・ドライバー
起動命令受付プログラム
スレーブID保持プログラム
物理量測定プログラム
物理量制御情報出力プログラム
返信促進情報受信プログラム
返信出力プログラム
制御目標情報受信プログラム
制御目標情報保持プログラム
出力命令プログラム
返信促進情報
測定結果
スレーブID
制御目標情報
判断結果
物理量制御情報
主メモリ
DMAC
0807
命令信号出力ルール
応答信号取得ルール
内部バスを示す情報
0804
シリアル通信I／F 1
0805
ユーザ I／F
0811
制御系 I／F
0812
物理量測定結果入力
物理量制御情報出力
0813
バスコントローラ
通信I／F
通信I／F
通信I／F
0808
0810
0809
システム
バス
0806

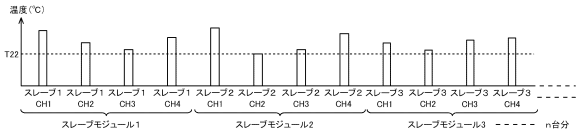
【図９】


0901
上位制御機器
イーサネット又はシリアル通信経路など
0902
マスター
モジュール
シリアル通信経路
0903
スレーブ
モジュール１
0904
シリアル通信経路
スレーブ
モジュール２
0905
スレーブ
モジュール n
0906
ヒータ
0907
温度計
0908
加工部材（制御対象物）
加熱炉 0909

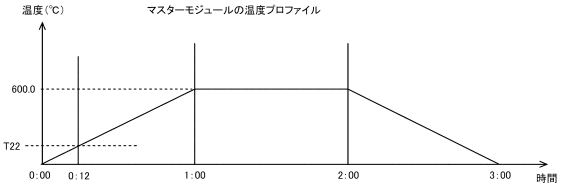
【図１０】


1001
上位制御機器
イーサネット又はシリアル通信経路など
1002
マスター
モジュール
シリアル通信経路
1003
スレーブ
モジュール１
1004
シリアル通信経路
スレーブ
モジュール２
1005
スレーブ
モジュール n
1006
ヒータ
1007
温度計
1008
加工部材（制御対象物）
加熱炉 1009

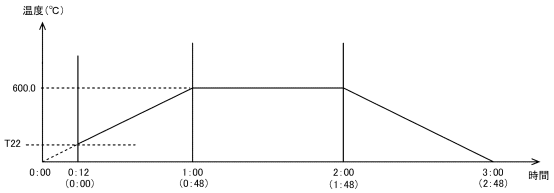
【図１１】



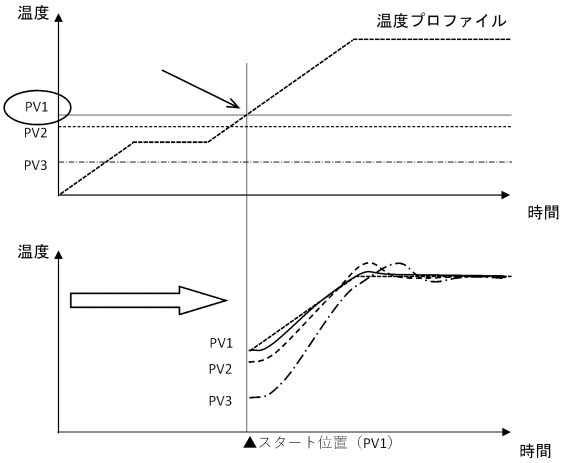
【図１２ａ】



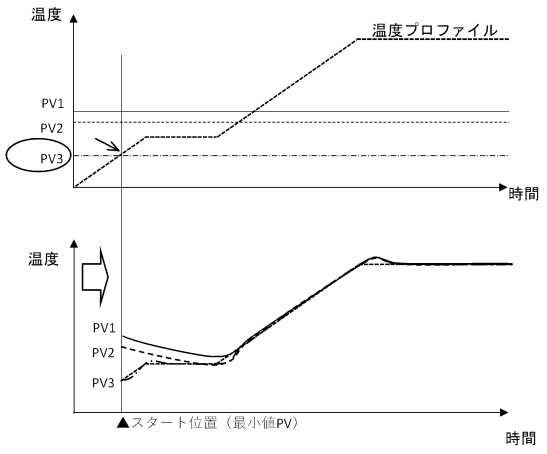
【図１２ｂ】



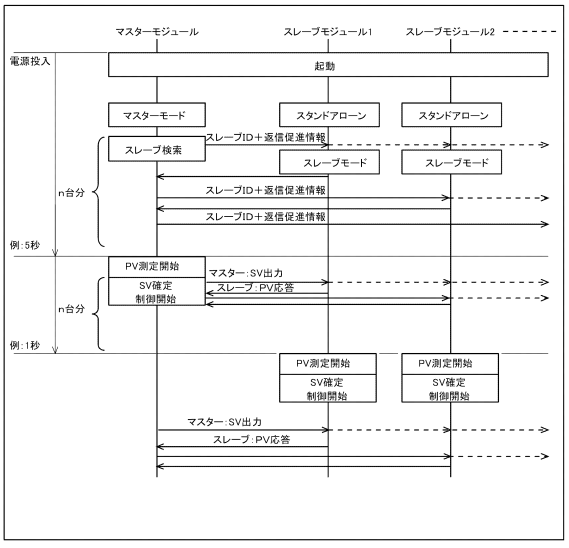
【図１３】



【図１４】



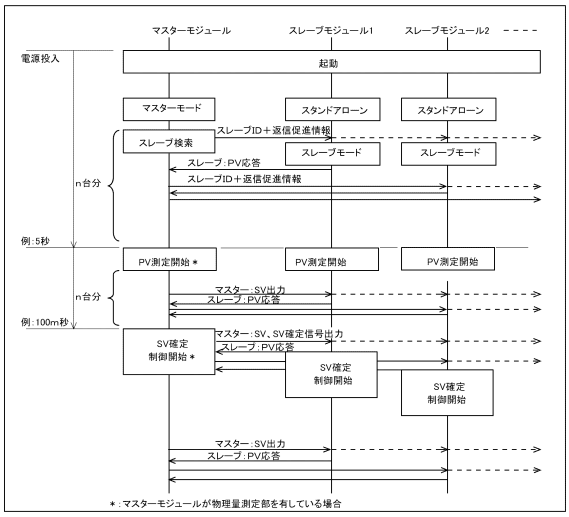
【図１５】



ＳＶ：制御目標情報
ＰＶ：測定結果

マスター：マスターモジュール
スレーブ：スレーブモジュール

【図１６】



ＳＶ：制御目標情報　　マスター：マスターモジュール
ＰＶ：測定結果　　スレーブ：スレーブモジュール

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２００８－２２５９４９（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１２９１７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００９／０６３５６５（WO，Ａ１）
国際公開第２０１６／０３５１３０（WO，Ａ１）
特開昭６２－１７６２９５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－１７６３６６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０５Ｂ ２３／００－２３／０２
Ｇ０５Ｂ １１／００－１３／０４
Ｇ０５Ｂ １９／０４－１９／０５
Ｇ０５Ｂ １９／１８－１９／４１６
Ｇ０５Ｂ １９／４２－１９／４６
Ｇ０５Ｄ ２３／００－２３／３２