

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-201735

(P2013-201735A)

(43) 公開日 平成25年10月3日(2013.10.3)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H04Q	9/00	(2006.01)	H04Q	9/00	311H	2F073
G08C	15/00	(2006.01)	G08C	15/00	F	5K048

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2012-70418 (P2012-70418)	(71) 出願人	000006013
(22) 出願日	平成24年3月26日 (2012. 3. 26)		三菱電機株式会社
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
		(74) 代理人	100095407
			弁理士 木村 満
		(74) 代理人	100131152
			弁理士 八島 耕司
		(74) 代理人	100147924
			弁理士 美恵 英樹
		(74) 代理人	100137383
			弁理士 山口 直樹
		(72) 発明者	向井 卓也
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
			菱電機株式会社内

最終頁に続く

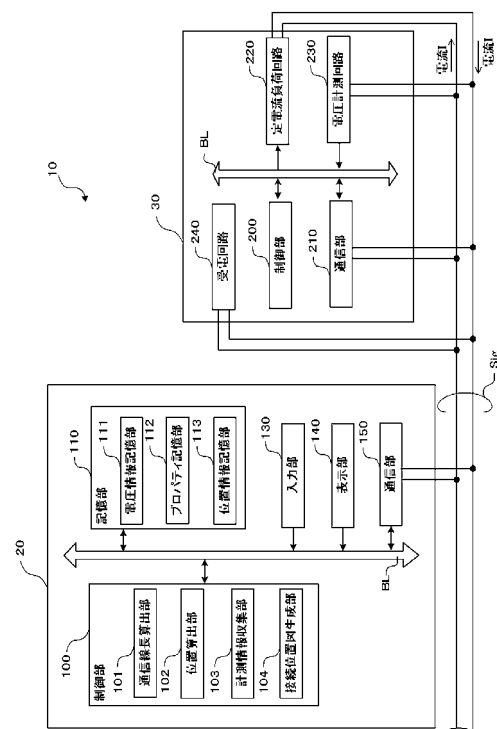
(54) 【発明の名称】 制御装置、制御方法およびプログラム

(57) 【要約】

【課題】 通信装置の接続形態に関わらず、通信装置の位置関係を特定する。

【解決手段】 給電装置から第1～第4の通信装置30までの通信線の長さL(n)および第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに給電装置と第nの通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線の長さL(nk)の関係から、制御システム10は、第1～第4の通信装置30および給電装置の通信線への接続位置を図示した接続位置図を生成し、表示部140に表示する。これにより、制御システム10は、分岐のある通信線Sigに第1～第4の通信装置30が接続されていても、言い換えれば、第1～第4の通信装置30の接続形態に関わらず、第1～第4の通信装置30および給電装置の位置関係を表示することができる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の通信装置が接続された通信媒体である通信線に、前記通信線に接続された給電装置によって直流電圧が印加されている場合に、前記複数の通信装置のうちの 1 つである特定の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 1 の制御部と、

前記第 1 の制御部による制御に基づいて前記特定の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 1 の電圧降下を取得する第 1 の取得部と、

前記第 1 の制御部による制御が行われていない場合、前記特定の通信装置を除いたうちの 1 つである判定対象の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 2 の制御部と、

前記第 2 の制御部による制御に基づいて前記判定対象の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 2 の電圧降下を取得する第 2 の取得部と、

前記第 1 の取得部により取得された第 1 の電圧降下と前記第 2 の取得部により取得された第 2 の電圧降下との関係に基づき、前記特定の通信装置と前記判定対象の通信装置との位置関係を特定する特定部と、

を備える制御装置。

【請求項 2】

前記第 2 の取得部により取得された第 2 の電圧降下が前記第 1 の取得部により取得された第 1 の電圧降下よりも小さい場合に、前記判定対象の通信装置が、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線上の前記特定の通信装置よりも前記給電装置に近い位置または前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線から分岐した通信線上に接続されていると判定する判定部を備え、

前記特定部は、前記判定部の判定結果に基づき、前記特定の通信装置と前記判定対象の通信装置との位置関係を特定する、

請求項 1 に記載の制御装置。

【請求項 3】

前記第 2 の制御部は、前記判定対象の通信装置が複数存在する場合、前記判定対象の通信装置のそれぞれ毎に、前記給電装置との間で閉回路を形成させる制御を行い、

前記第 2 の取得部は、前記判定対象の通信装置のそれぞれ毎に前記給電装置との間で閉回路が形成された場合、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 2 の電圧降下を取得する、

請求項 2 に記載の制御装置。

【請求項 4】

前記判定部は、前記第 2 の取得部により取得された第 2 の電圧降下が規定の範囲内であれば、前記判定対象の通信装置が、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線から前記給電装置の接続位置を境に分岐した通信線上に接続されていると判定する、

請求項 2 または 3 に記載の制御装置。

【請求項 5】

前記規定の範囲は、前記給電装置が直流電圧を出力する端子と前記給電装置の接続位置との間の電圧降下に基づいて定められている、

請求項 4 に記載の制御装置。

【請求項 6】

前記判定部は、前記第 2 の取得部により取得された第 2 の電圧降下が前記第 1 の取得部により取得された第 1 の電圧降下と同じとみなせる範囲である場合、前記判定対象の通信装置が、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線上の前記特定の通信装置の接続位置と同じ位置または前記特定の通信装置よりも前記給電装置か

10

20

30

40

50

ら離れた位置に接続されていると判定する、
請求項 4 または 5 に記載の制御装置。

【請求項 7】

前記第 1 の制御部は、前記複数の通信装置のそれぞれを順次、前記特定の通信装置として、前記給電装置との間で閉回路を形成させる制御を行い、

前記第 1 の取得部は、前記特定の通信装置とされた通信装置と前記給電装置との間で閉回路が形成されると、前記特定の通信装置とされた通信装置と前記給電装置との間の第 1 の電圧降下を、前記通信装置毎に取得し、

前記第 1 の取得部により取得された前記通信装置毎の第 1 の電圧降下と、前記特定の通信装置とされた通信装置が閉回路を形成した場合に前記閉回路を流れる前記通信装置毎に
10
予め求められている電流値と、前記通信線の単位長さ当たりの抵抗値とから、前記給電装置から前記通信装置までの通信線の長さを前記通信装置毎に求める第 1 の通信線算出部を
備え、

前記特定部は、前記第 1 の通信線算出部により算出された前記通信線の長さを反映した前記位置関係を特定する、

請求項 2 から 6 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 8】

前記判定対象の通信装置が前記給電装置との間で閉回路を形成した場合に前記第 2 の取得部により取得された第 2 の電圧降下と、前記判定対象の通信装置が閉回路を形成した場合に前記閉回路を流れる
20
予め求められている電流値と、前記通信線の単位長さ当たりの抵抗値とから、前記判定対象の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記給電装置と前記特定の通信装置との間のうち電圧降下が発生した通信線の長さを求める第 2 の通信線算出部を備え、

前記判定部は、

前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線上の前記特定の通信装置よりも前記給電装置に近い位置または前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線から分岐した通信線上に前記判定対象の通信装置が接続
30
されていると判定した場合、前記第 2 の通信線算出部により求められた前記給電装置と前記特定の通信装置との間のうち電圧降下が発生した通信線の長さが、前記第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記判定対象の通信装置までの通信線の長さと同じとみなせる範囲の場合、前記判定対象の通信装置が、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線上の前記特定の通信装置よりも前記給電装置に近い位置に接続されていると判定し、

前記第 2 の通信線算出部により求められた前記給電装置と前記特定の通信装置との間のうち電圧降下が発生した通信線の長さが、前記第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記判定対象の通信装置までの通信線の長さよりも短い場合、前記判定対象の通信装置が、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置との間から分岐した通信線上に接続されていると判定する、

請求項 7 に記載の制御装置。

【請求項 9】

前記特定部は、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置との間から分岐した通信線上に前記判定対象の通信装置が接続されていると前記判定部により判定された場合、前記第 2 の通信線算出部により算出された、前記給電装置と前記特定の通信装置との間のうち電圧降下が発生した通信線の長さを、前記給電装置から前記分岐した位置までの通信線の長さとして反映した前記位置関係を特定する、

請求項 8 に記載の制御装置。

【請求項 10】

前記判定部は、前記給電装置の接続位置と前記特定の通信装置の接続位置とを結ぶ通信線上の前記特定の通信装置の接続位置と同じ位置または前記特定の通信装置よりも前記給電装置から離れた位置に前記判定対象の通信装置が接続されていると判定した場合、前記
50

第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記判定対象の通信装置までの通信線の長さが、前記第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記特定の通信装置までの通信線の長さと同じとみなせる範囲であれば、前記判定対象の通信装置が前記特定の通信装置の接続位置と同じ位置に接続されていると判定し、前記第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記判定対象の通信装置までの通信線の長さが、前記第 1 の通信線算出部により求められた前記給電装置から前記特定の通信装置までの通信線の長さよりも長ければ、前記判定対象の通信装置が前記特定の通信装置よりも前記給電装置から遠い位置に接続されていると判定する、

請求項 7 から 9 のいずれか 1 項に記載の制御装置。

【請求項 1 1】

10

制御装置の制御方法であって、

前記制御装置が、複数の通信装置が接続された通信媒体である通信線に、前記通信線に接続された給電装置によって直流電圧が印加されている場合に、前記複数の通信装置のうちの 1 つである特定の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 1 の制御ステップと、

前記制御装置が、前記第 1 の制御ステップによる制御に基づいて前記特定の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 1 の電圧降下を取得する第 1 の取得ステップと、

前記制御装置が、前記第 1 の制御ステップによる制御が行われていない場合、前記特定の通信装置を除いたうちの 1 つである判定対象の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 2 の制御ステップと、

20

前記制御装置が、前記第 2 の制御ステップによる制御に基づいて前記判定対象の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 2 の電圧降下を取得する第 2 の取得ステップと、

前記制御装置が、前記第 1 の取得ステップにより取得された第 1 の電圧降下と前記第 2 の取得ステップにより取得された第 2 の電圧降下との関係に基づき、前記特定の通信装置と前記判定対象の通信装置との位置関係を特定する特定ステップと、

を備える制御方法。

【請求項 1 2】

30

制御装置を制御するコンピュータに、

複数の通信装置が接続された通信媒体である通信線に、前記通信線に接続された給電装置によって直流電圧が印加されている場合に、前記複数の通信装置のうちの 1 つである特定の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 1 の制御機能、

前記第 1 の制御機能による制御に基づいて前記特定の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 1 の電圧降下を取得する第 1 の取得機能、

前記第 1 の制御機能による制御が行われていない場合、前記特定の通信装置を除いたうちの 1 つである判定対象の通信装置だけに前記給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に前記閉回路を形成させない制御を行う第 2 の制御機能、

40

前記第 2 の制御機能による制御に基づいて前記判定対象の通信装置だけが前記給電装置との間で閉回路を形成した際に、前記特定の通信装置と前記給電装置との間の第 2 の電圧降下を取得する第 2 の取得機能、

前記第 1 の取得機能により取得された第 1 の電圧降下と前記第 2 の取得機能により取得された第 2 の電圧降下との関係に基づき、前記特定の通信装置と前記判定対象の通信装置との位置関係を特定する特定機能、

を実現させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【0001】

本発明は、制御装置、制御方法およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

通信媒体である通信線に接続された複数のスレーブ（例えば、通信装置）の位置関係を特定するシステムとして、特許文献1に記載のデータ収集システムがある。

【0003】

特許文献1に記載のデータ収集システムは、マスタと複数のスレーブとを、電源ライン、信号ライン（通信線）、グラウンドラインおよび位置情報ラインからなる接続ケーブルを介して直列に接続する。接続ケーブルのうち位置情報ラインの一端には、マスタが有する電源部からの直流電圧が印加されている。また、位置情報ラインには、各スレーブが有する同一抵抗値の抵抗が組み込まれている。この構成により、電源部からの直流電圧が抵抗分圧され、マスタに近い位置に存在するスレーブほど位置情報ライン上の電圧が高くなる。これを利用し、データ収集システムは、スレーブ毎に位置情報ライン上の電圧を測定し、測定した電圧値を、信号ラインを介してマスタに送信し、各スレーブの位置をマスタで割り出すことで、各スレーブの位置関係を特定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-198510号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、特許文献1に記載のデータ収集システムは、前述の通り、マスタが有する電源部からスレーブまでの距離が近くなるほど、電源部とスレーブとの間の電圧降下が小さくなることに基づき、複数のスレーブの位置関係を特定する。つまり、データ収集システムは、スレーブが位置情報ライン（通信線）に直列に接続されている場合に限り、即ち、分岐のない通信線にスレーブが接続されている場合に限り、スレーブの位置関係を特定する。よって、分岐のある通信線にスレーブが接続されている場合、スレーブ（例えば、通信装置）の位置関係を特定できないという問題点があった。

【0006】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたものであり、通信装置の接続形態に関わらず、通信装置の位置関係を特定する制御装置、制御方法およびプログラ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】

上記目的を達成するために、この発明に係る制御装置の第1の制御部は、複数の通信装置が接続された通信媒体である通信線に、通信線に接続された給電装置によって直流電圧が印加されている場合に、複数の通信装置のうちの1つである特定の通信装置だけに給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に閉回路を形成させない制御を行う。第1の取得部は、第1の制御部による制御に基づいて特定の通信装置だけが給電装置との間で閉回路を形成した際に、特定の通信装置と給電装置との間の第1の電圧降下を取得する。第2の制御部は、第1の制御部による制御が行われていない場合、特定の通信装置を除いたうちの1つである判定対象の通信装置だけに給電装置との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置に閉回路を形成させない制御を行う。第2の取得部は、第2の制御部による制御に基づいて判定対象の通信装置だけが給電装置との間で閉回路を形成した際に、特定の通信装置と給電装置との間の第2の電圧降下を取得する。特定部は、第1の取得部により取得された第1の電圧降下と第2の取得部により取得された第2の電圧降下との関係に基づき、特定の通信装置と判定対象の通信装置との位置関係を特定する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、通信装置の接続形態に関わらず、通信装置の位置関係を特定できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の実施の形態に係る制御装置の接続を示す図である。

【図2】実施の形態に係る制御装置のブロック図である。

【図3】長さL(n)および長さL(n, k)を示す図である。

【図4】長さL(n)および長さL(n, k)を適用した位置関係を示す図である。

【図5】位置情報記憶部に記憶される内容を示す図である。

【図6】解析装置で実行される電圧情報収集処理を示すフローチャートである。

10

【図7】電圧情報記憶部に記憶される内容を示す図である。

【図8】表示部140に表示される接続位置図を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態に係る制御システム10を、図1～図8を参照して説明する。制御システム10は、図1に示すように、解析装置20と、第1～第4の通信装置30とを備えている。解析装置20および第1～第4の通信装置30は、それぞれ、給電装置40が接続された通信線Sigに接続されている。

【0011】

給電装置40は、2線の通信線Sigに直流電圧を印加する。

20

【0012】

解析装置20は、第1～第4の通信装置30が計測した通信線Sig間の電圧値を第1～第4の通信装置30から取得し、給電装置40から第1～第4の通信装置30までの間の電圧降下量を求め、求めた電圧降下量に基づき、給電装置40を起点にした第1～第4の通信装置30の接続位置を解析し、その解析結果を表示する。

【0013】

ここで、解析装置20は、通信線Sigに分岐があったとしても、第1～第4の通信装置30および給電装置40の通信線Sigへの接続位置を図示した接続位置図を生成し表示する。つまり、解析装置20は、分岐のある通信線Sigに第1～第4の通信装置30が接続されていても、言い換えれば、第1～第4の通信装置30の接続形態に関わらず、第1～第4の通信装置30および給電装置40の位置関係を表示する。

30

【0014】

これにより、例えば、第1～第4の通信装置30の接続を変更する工事を行った場合、ユーザは、変更工事後に、位置関係を解析装置20に表示させることで、変更工事が、予定した通りに行われたか否かの検証を行うことができる。

【0015】

第1～第4の通信装置30は、例えば、エアコンの室内機や室外機あるいは照明装置に設けられている。第1～第4の通信装置30は、それぞれ、同一の構成である。第1～第4の通信装置30は、給電装置40によって通信線Sigに印加された直流電圧を利用して動作する。この第1～第4の通信装置30のそれぞれは、通信線Sigを介して、互いにコマンドを送受信する。

40

【0016】

上述した解析装置20と、第1～第4の通信装置30と、を備える制御システム10のブロック図は、図2に示す通りである。

【0017】

解析装置20は、例えば、パーソナルコンピュータから構成される。解析装置20は、制御部100と、記憶部110と、入力部130と、表示部140と、通信部150と、を備えている。

【0018】

制御部100は、解析装置20の制御を行う。制御部100は、図示しないCPU(Ce

50

ntrol Processing Unit) と、R O M (Read only Memory) と、R A M (Random Access Memory) と、を備えている。

【0019】

C P Uは、R O Mに格納されたプログラム（例えば、後述する図6に示す処理を実現するプログラム）を実行する。

【0020】

また、C P UがR O Mに格納されたプログラムを実行することにより、制御部100は、通信線長算出部101と、位置算出部102と、計測情報収集部103と、接続位置図生成部104と、の機能を実現する。

【0021】

通信線長算出部101は、給電装置40から第1～第4の通信装置30までの通信線S i gの長さ $L(n)$ （ n は、1～4の自然数）を、通信装置30毎に算出する。通信線長算出部101は、例えば、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線S i gの長さを $L(1)$ として算出し、給電装置40から第3の通信装置30までの通信線S i gの長さを $L(3)$ として算出する。

【0022】

通信線路長算出部101は、通信線S i gの長さ $L(n)$ を、給電装置40から第 n （ n は1～4の自然数）の通信装置30までの間の通信装置30毎の電圧降下量に基づき、算出する。

【0023】

具体的には、通信線路長算出部101は、次の計算に基づき、通信線S i gの長さ $L(n)$ を算出する。即ち、前提として、図3(a)に示すように、給電装置40を始点とし、第 n （ n は1～4の自然数）の通信装置30を経由して、給電装置40を終点とする通信線S i gの直列抵抗値 $R(n)$ （ n は1～4の自然数）は、給電装置40から第 n の通信装置30までの通信線S i gの長さ $L(n)$ の2倍と、通信線S i gの単位長さ当たりの抵抗値 R_t と、を積算した値となる。この関係から、通信線S i gの長さ $L(n)$ は、通信線S i gの直列抵抗値 $R(n) / (2 \text{ 倍} \times \text{通信線S i gの単位長さ当たりの抵抗値} R_t)$ となる。ここで、オームの法則から、通信線S i gの直列抵抗値 $R(n)$ は、（電圧値 $V_{off}(n) - \text{電圧値} V_{on}(n)$ ）／電流 $I(n)$ となる。

【0024】

なお、電流 $I(n)$ （ n は、1～4の自然数）は、導通時に一定の電流を通信線S i gから引き込み、遮断時には電流を遮断する定電流負荷回路220（第 n の通信装置30に設けられている）が導通しているときに、通信線S i gから定電流負荷回路220（第 n の通信装置30に設けられている）へ流れ込む電流である。また、電圧値 $V_{on}(n)$ は、第 n の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、即ち、第 n の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220と給電装置40との間で閉回路が形成され、その他の通信装置30の定電流負荷回路220は閉回路を形成しないときに、第 n の通信装置30が計測した電圧値である。そして、電圧値 $V_{off}(n)$ は、第1～第4の通信装置30に設けられた全ての定電流負荷回路220が遮断しているときに、第 n の通信装置30が計測した電圧値である。

【0025】

よって、通信線S i gの長さ $L(n)$ は、図3(b)に示すように、（電圧値 $V_{off}(n) - \text{電圧値} V_{on}(n)$ ）／（電流 $I(n) \times 2 \text{ 倍} \times \text{通信線S i gの単位長さ当たりの抵抗値} R_t$ ）となる。

【0026】

ここで、通信線S i gの単位長さ当たりの抵抗値 R_t は、例えば、通信線S i gのカタログ等から得ることができる値である。この通信線S i gの単位長さ当たりの抵抗値 R_t は、本実施の形態の場合、図3(c)に示すように、 $0.01 (\Omega / m)$ であったとする。また、定電流負荷回路220の導通時に定電流負荷回路220へ通信線S i gから流れ込む電流 $I(n)$ は、例えば、定電流負荷回路220をカレントミラー回路により構成す

10

20

30

40

50

ることによって、一定の電流にすることができる。定電流負荷回路 220 の導通時に定電流負荷回路 220 へ通信線 S i g から流れ込む電流 $I(n)$ は、電流 $I(1) \sim$ 電流 $I(4)$ の全てにおいて、本実施の形態の場合、図 3 (c) に示すように、 $2.1(A)$ であったとする。

【0027】

上述した図 3 (b) に示す算出式から通信線 S i g の長さ $L(n)$ を求める場合、通信線長算出部 101 は、通信線 S i g の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および電流 $I(n)$ が決定していれば、電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on}(n)$ を取得することで、通信線 S i g の長さ $L(n)$ を算出することができる。この電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on}(n)$ は、第 1～第 4 の通信装置 30 が計測し、その後、計測情報収集部 103 によって収集されて、解析装置 20 に記憶される。よって、通信線長算出部 101 は、記憶された電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on}(n)$ と、図 3 (c) に示す各値（これらの値は、解析装置 20 に記憶されている）とを、図 3 (b) に示す算出式に代入することで、給電装置 40 から第 n の通信装置 30 までの通信線 S i g の長さ $L(n)$ を算出する。

【0028】

位置算出部 102 は、第 1～第 4 の通信装置 30 および給電装置 40 の位置関係を示す位置情報を求める。この位置情報は、具体的には、給電装置 40 が通信線 S i g に接続された位置を基準として、第 1～第 4 の通信装置 30 が給電装置 40 からどの程度離れた位置にあるのかや、例えば、第 3 の通信装置 30 が、給電装置 40 と第 1 の通信装置 30 とを結ぶ通信線 S i g から分岐した通信線 S i g 上に接続されているとかや、第 4 の通信装置 30 が、給電装置 40 と第 1 の通信装置 30 とを結ぶ通信線 S i g 上に接続されているといった位置関係を示す。位置算出部 102 は、次のようにして、位置情報を求める。

【0029】

即ち、図 3 (d) に示すように、位置算出部 102 は、位置決定長さ $L(nk)$ (n および k は、1～4 の自然数) に示す式から位置決定長さを求め、これと、通信線 S i g の長さ $L(n)$ との長さとの関係から、位置情報を求める。

【0030】

ここで、位置決定長さ $L(nk)$ は、第 k の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、即ち、第 k の通信装置 30 の定電流負荷回路 220 だけに給電装置 40 との間で閉回路を形成させ、その他の通信装置 30 の定電流負荷回路 220 には閉回路を形成させないときに、給電装置 40 と第 n の通信装置 30 との間のうち電圧降下が発生した通信線 S i g の長さである。

【0031】

この位置決定長さ $L(nk)$ は、図 3 (d) に示す算出式、即ち、 $(\text{電圧値 } V_{off}(n) - \text{電圧値 } V_{on2}(n, k)) / (\text{電流 } I(n) \times 2 \text{ 倍} \times \text{通信線 S i g の単位長さ当たりの抵抗値 } R_t)$ から求める。この算出式は、通信線 S i g の長さ $L(n)$ の算出式（図 3 (b) 参照）で使用された電圧値 $V_{on}(n)$ を、電圧値 $V_{on2}(n, k)$ へ変更したものである。この電圧値 $V_{on2}(n, k)$ は、第 k の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、第 n の通信装置 30 が計測した電圧値である。また、電圧 $V_{off}(n)$ は、前述の通り、第 1～第 4 の通信装置 30 に設けられた全ての定電流負荷回路 220 が遮断しているときに第 n の通信装置 30 が計測した電圧値である。

【0032】

よって、位置算出部 102 は、 $(\text{電圧値 } V_{off}(n) - \text{電圧値 } V_{on2}(n, k))$ を算出することで、第 k の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 n の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下量を算出する。そして、この電圧降下量を用いて、位置算出部 102 は、第 k の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 と第 n の通信装置 30 との間のうち電圧降下が発生した通信線 S i g の長さ（位置決定長さ $L(nk)$ ）

）を算出する。

【0033】

位置決定長さ $L(nk)$ を求めるのに必要である電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ は、第1～第4の通信装置30が計測し、その後、計測情報収集部103によって収集されて、解析装置20に記憶される。よって、位置算出部102は、記憶された電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on}(n, k)$ と、図3(c)に示す各値（これらの値は、解析装置20に記憶されている）とを、図3(d)に示す算出式に代入することで、位置決定長さ $L(nk)$ を算出する。位置算出部102は、位置決定長さ $L(nk)$ と、通信線長算出部101により算出された通信線 Sig の長さ $L(n)$ と、の長さとの関係から、位置情報を求める。

10

【0034】

具体的には、位置算出部102は、例えば第1～第3の通信装置30および給電装置40が、図4に示す接続であった場合（図1に示す接続図と同一の接続であった場合）、第1の通信装置30から見た（第1の通信装置30を計測点とした）第2の通信装置30の位置を示す位置情報を求めるために、次の処理を行う。即ち、位置算出部102は、解析装置20に記憶済みの電圧値 $V_{on2}(n, k)$ から、第2の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、第1の通信装置30が計測した電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ を取得する。また、位置算出部102は、解析装置20に記憶済みの電圧値 $V_{off}(n)$ から、第1～第4の通信装置30に設けられた全ての定電流負荷回路220が遮断しているときに第1の通信装置30が計測した電圧値 $V_{off}(1)$ を取得する。また、位置算出部102は、解析装置20に記憶されている情報から、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路220へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(1)$ を取得する。そして、位置算出部102は、これらの値から、位置決定長さ $L(12)$ を算出することで、第2の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40と第1の通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(12)$ を求める。

20

【0035】

このとき、第2の通信装置30が、給電装置40の接続位置 T_m と第1の通信装置30の接続位置 T_1 とを結ぶ通信線 Sig から給電装置40の接続位置 T_m を境に分岐した通信線 Sig 上に接続されていることから、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ ）の電圧降下量は、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量よりも小さくなる。ここで、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量は、第1～第4の通信装置30に設けられた全ての定電流負荷回路220が遮断しているときに第1の通信装置30が計測した電圧値から、第1の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第1の通信装置30が計測した電圧値を減算した電圧降下である。

30

【0036】

そして、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ ）の電圧降下量は、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量とほぼ同一の電圧値となる。例えば、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ ）の電圧降下量は、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量の±3%の変動範囲内の値になる。

40

【0037】

上述した2つの事象から、位置算出部102が算出する位置決定長さ $L(12)$ は、例えば0.01m程度となる。

【0038】

この位置決定長さ $L(12)$ の示す情報から、言い換えれば、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ ）の電圧降下量が、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量よりも小さくなり、且つ、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量とほぼ同一の電圧値となることか

50

ら、位置算出部102は、次の解析を行う。即ち、位置算出部102は、給電装置40から第1の通信装置30へは電流が流れず、給電装置40の接続位置 T_m と第1の通信装置30の接続位置 T_1 との間の通信線 Sig には電圧降下が発生していないので、第2の通信装置30が、給電装置40の接続位置 T_m と第1の通信装置30の接続位置 T_1 とを結ぶ通信線 Sig から給電装置40の接続位置 T_m を境に分岐した通信線 Sig 上に接続されている、と解析し、例えば、「第2の通信装置30は、給電装置40から見たときに、第1の通信装置30側とは別の側となる通信線 Sig に接続されている」という内容の位置情報を求める。

【0039】

そして、位置算出部102は、求めた位置情報に、通信線長算出部101が算出した信号線 Sig の長さ $L(2)$ 、即ち、給電装置から第2の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(2)$ を加えて、第1の通信装置30を計測点とした第2の通信装置30の位置情報として、解析装置20に記憶する。

【0040】

また、位置算出部102は、第1の通信装置30から見た第3の通信装置30の位置を示す位置情報を求めるために、次の処理を行う。即ち、位置算出部102は、解析装置20に記憶済みの電圧値 $V_{on2}(n, k)$ から、第3の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、第1の通信装置30が計測した電圧値 $V_{on2}(1, 3)$ を取得する。また、位置算出部102は、解析装置20に記憶済みの電圧値 $V_{off}(n)$ から、第1～第4の通信装置30に設けられた全ての定電流負荷回路220が遮断しているときに第1の通信装置30が計測した電圧値 $V_{off}(1)$ を取得する。また、位置算出部102は、解析装置20に記憶されている情報から、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路220へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(3)$ を取得する。そして、位置算出部102は、これらの値から、位置決定長さ $L(13)$ を算出することで、第3の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40と第1の通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(13)$ を求める。

【0041】

このとき、第3の通信装置30が、給電装置40の接続位置 T_m と第1の通信装置30の接続位置 T_1 との間から分岐した通信線 Sig 上に接続されていることから、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 3)$)の電圧降下量は、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$)の電圧降下量よりも小さくなる。ここで、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$)の電圧降下量は、第1の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40から第1の通信装置30までの間で発生した電圧降下である。

【0042】

また、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 3)$)の電圧降下量は、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量を超える電圧降下を示す。例えば、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 3)$)の電圧降下量は、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量の $\pm 3\%$ の変動範囲を超える値となる。

【0043】

上述した2つの事象から、位置算出部102が算出する位置決定長さ $L(13)$ は、例えば40mとなる。

【0044】

更に、(電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on2}(1, 3)$)の電圧降下量は、(電圧値 $V_{off}(3)$ －電圧値 $V_{on}(3)$)の電圧降下量よりも小さくなるので、位置算出部102が算出する位置決定長さ $L(13)$ は、通信線長算出部101が算出した信号線 Sig の長さ $L(3)$ 、即ち、給電装置40から第3の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(3)$ よりも、短くなる。なお、(電圧値 $V_{off}(3)$ －電圧値 $V_{on}(3)$)

10

20

30

40

50

）の電圧降下量は、第 3 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 3 の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下である。

【0045】

算出した位置決定長さ $L(13)$ の示す情報から、言い換えれば、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}2(1, 2)$ ）の電圧降下量が、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量よりも小さくなり、且つ、給電装置 40 が直流電圧を出力する端子 Pw と給電装置 40 の接続位置 Tm との間の電圧降下量の $\pm 3\%$ 変動範囲を超える値であること、更には、位置決定長さ $L(13)$ と通信線 Sig の長さ $L(3)$ との関係から、位置算出部 102 は、次の解析を行う。即ち、位置算出部 102 は、給電装置 40 と第 1 の通信装置 30 との間の通信線 Sig には電圧降下が発生しており、この電圧降下量は、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 までの間の電圧降下量よりも小さく、変動範囲を超えており、位置決定長さ $L(13)$ が信号線 Sig の長さ $L(3)$ よりも短いので、第 3 の通信装置 30 が、給電装置 40 の接続位置 Tm と第 1 の通信装置 30 の接続位置 $T1$ との間から分岐した通信線 Sig 上に接続されている、と解析する。また、位置算出部 102 は、位置決定長さ $L(13)$ が、即ち、第 3 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 と第 1 の通信装置 30 との間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(13)$ が、40m であることから、給電装置 40 から分岐した位置までは 40m である、と解析し、例えば、「第 3 の通信装置 30 は、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 を見た方向へ、給電装置 40 から 40m 離れた位置で分岐した通信線 Sig に接続されている」という内容の位置情報を求める。

【0046】

そして、位置算出部 102 は、求めた位置情報に、通信線長算出部 101 が算出した信号線 Sig の長さ $L(3)$ 、即ち、給電装置 40 から第 3 の通信装置 30 までの通信線 Sig の長さ $L(3)$ を加えて、第 1 の通信装置 30 を計測点とした第 3 の通信装置 30 の位置情報として、解析装置 20 に記憶する。

【0047】

また、位置算出部 102 は、第 1 の通信装置 30 から見た第 4 の通信装置 30 の位置を示す位置情報を求めるために、次の処理を行う。即ち、位置算出部 102 は、解析装置 20 に記憶済みの電圧値 $V_{on}2(n, k)$ から、第 4 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、第 1 の通信装置 30 が計測した電圧値 $V_{on}2(1, 4)$ を取得する。また、位置算出部 102 は、解析装置 20 に記憶済みの電圧値 $V_{off}(n)$ から、第 1 ～第 4 の通信装置 30 に設けられた全ての定電流負荷回路 220 が遮断しているときに第 1 の通信装置 30 が計測した電圧値 $V_{off}(1)$ を取得する。また、位置算出部 102 は、解析装置 20 に記憶されている情報から、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路 220 へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(4)$ を取得する。そして、位置算出部 102 は、これらの値から、位置決定長さ $L(14)$ を算出することで、第 4 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 と第 1 の通信装置 30 との間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(14)$ を求める。

【0048】

このとき、第 4 の通信装置 30 が、給電装置 40 の接続位置 Tm と第 1 の通信装置 30 の接続位置 $T1$ とを結ぶ通信線 Sig 上に接続されていることから、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}2(1, 4)$ ）の電圧降下量は、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量と同じとみなせる範囲になる。例えば、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}2(1, 4)$ ）の電圧降下量は、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量の $\pm 3\%$ の範囲内の値になる。なお、（電圧値 $V_{off}(1)$ - 電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量は、第 1 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下である。

【0049】

よって、位置算出部102が算出する位置決定長さ $L(14)$ も、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ と同じとみなせる範囲内の値（例えば、長さ $L(1)$ の $\pm 3\%$ の範囲内の値）になり、例えば100mとなる。

【0050】

この場合、位置算出部102は、第4の通信装置30の接続位置を解析するために、通信線長算出部101が算出した給電装置40から第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(4)$ と給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ とはどちらが長いかを判定する。

【0051】

10

このとき、第4の通信装置30は、第1の通信装置30よりも給電装置40から離れた位置に接続されていることから、給電装置40から第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(4)$ が、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ よりも長くなる。よって、位置算出部102は、通信線 Sig の長さ $L(4)$ が、通信線 Sig の長さ $L(1)$ よりも長いと判定する。

【0052】

なお、例えば、給電装置40から第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(4)$ が、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ の $\pm 3\%$ の範囲内である場合、位置算出部102は、第4の通信装置30の接続位置は、第1の通信装置30の接続位置と同じ位置であると判定する。

20

【0053】

このように、位置算出部102は、位置決定長さ $L(14)$ と通信線 Sig の長さ $L(1)$ とは同じとみなせる範囲内の値であることから、言い換えれば、（電圧値 $Voff(1)$ －電圧値 $Von2(1, 4)$ ）の電圧降下量が、（電圧値 $Voff(1)$ －電圧値 $Von(1)$ ）の電圧降下量と同じとみなせる範囲内の値であることから、第4の通信装置30が、給電装置40の接続位置 Tm と第1の通信装置30の接続位置 $T1$ とを結ぶ通信線 Sig 上に接続されている、と解析する。また、位置算出部102は、給電装置40から第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(4)$ が、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ よりも長いので、第4の通信装置30が、第1の通信装置30よりも給電装置40から離れた位置に接続されている、と解析する。そして、位置算出部102は、例えば、「第4の通信装置30は、給電装置40から見たときに第1の通信装置30と同一の通信線 Sig に、第1の通信装置30よりも給電装置40から遠くの位置に接続されている」という内容の位置情報を求める。

30

【0054】

そして、位置算出部102は、求めた位置情報に、通信線長算出部101が算出した信号線 Sig の長さ $L(4)$ 、即ち、給電装置40から第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(4)$ を加えて、第1の通信装置30を計測点とした第4の通信装置30の位置情報として、解析装置20に記憶する。

【0055】

40

なお、位置算出部102は、通信線長算出部101が求めた、給電装置40から第1の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ を、第1の通信装置30を計測点とした第1の通信装置30の位置情報として、解析装置20に記憶する。

【0056】

前述の通り、位置算出部102は、（電圧値 $Voff(n)$ －電圧値 $Von2(n, k)$ ）の電圧降下量（第 k の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40から第 n の通信装置30までの間で発生した電圧降下量）と、（電圧値 $Voff(n)$ －電圧値 $Von(n)$ ）の電圧降下量（第 n の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40から第 n の通信装置30までの間で発生した電圧降下量）と、の比較結果から、第1～第4の通信装置30および給電装置40の位置関係を特定する（求める）。また、位置算出部102は、

50

通信線長算出部 101 が求めた給電装置 40 から第 n の通信装置 30 までの通信線 Sig の長さ $L(n)$ に基づき、第 1～第 4 の通信装置 30 と給電装置 40 との距離を特定する（求める）。

【0057】

上述のようにして求められた第 1 の通信装置 30 を計測点とした各通信装置 30 の位置情報は、図 5 (a) に示す内容になる。なお、位置算出部 102 は、上述した解析によって、第 1 の通信装置 30 を計測点とした各通信装置 30 の位置情報に加え、例えば、図 5 (b) に示す、第 2 の通信装置 30 を計測点とした各通信装置 30 の位置情報、図 5 (c) に示す、第 3 の通信装置 30 を計測点とした各通信装置 30 の位置情報、および、図 5 (d) に示す、第 4 の通信装置 30 を計測点とした各通信装置 30 の位置情報を求めて、
解析装置 20 に記憶する。この図 5 (a)～図 5 (d) の位置情報は、第 1～第 4 の通信装置 30 および給電装置 40 が、図 4 に示す接続であった場合（図 1 に示す接続図と同一の接続であった場合）のものである。

10

【0058】

ここで、図 5 (d) に示す通り、位置算出部 102 は、第 4 の通信装置 30 を計測点とした場合、第 1 の通信装置 30 が、給電装置 40 の接続位置 T_m と第 4 の通信装置 30 の接続位置 T_4 とを結ぶ通信線 Sig 上に接続されていることから（図 4 参照）、「第 1 の通信装置 30 は、給電装置 40 から見たときに、第 4 の通信装置 30 と同一の通信線 Sig 上に、第 4 の通信装置 30 よりも給電装置 40 の近くに接続されている」という内容の位置情報を求めている。

20

【0059】

この位置情報を位置算出部 102 が求める方法を説明する。まず、位置算出部 102 は、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ ）の電圧降下量（第 1 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 4 の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下量）を、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on}(4)$ ）の電圧降下量（第 4 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 4 の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下量）と、比較する。そして、位置算出部 102 は、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ ）の電圧降下量は、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on}(4)$ ）の電圧降下量よりも小さいと判定する。

30

【0060】

また、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ ）の電圧降下量は、給電装置 40 が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置 40 の接続位置 T_m との間の電圧降下量を超える電圧降下を示す。例えば、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ ）の電圧降下量は、給電装置 40 が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置 40 の接続位置 T_m との間の電圧降下量の $\pm 3\%$ の変動範囲を超える値になる。

【0061】

上述した 2 つの事象から、位置算出部 102 が算出する位置決定長さ $L(41)$ は、例えば 100m となる。

【0062】

更に、（電圧値 $V_{off}(4)$ －電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ ）の電圧降下量は、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量と同じとみなせる範囲内になり、例えば、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量の $\pm 3\%$ の範囲内の値になる。よって、位置算出部 102 が算出する位置決定長さ $L(41)$ は、通信線長算出部 101 が算出した信号線 Sig の長さ $L(1)$ 、即ち、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 までの通信線 Sig の長さ $L(1)$ と同じとみなせる範囲内になる。なお、（電圧値 $V_{off}(1)$ －電圧値 $V_{on}(1)$ ）の電圧降下量は、第 1 の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 までの間で発生した電圧降下である。

40

【0063】

50

算出した位置決定長さ $L(41)$ が示す情報から、言い換えれば、(電圧値 $V_{off}(4) - \text{電圧値 } V_{on2}(4, 1)$)の電圧降下量が、(電圧値 $V_{off}(4) - \text{電圧値 } V_{on}(4)$)の電圧降下量よりも小さくなり、且つ、給電装置40が直流電圧を出力する端子 P_w と給電装置40の接続位置 T_m との間の電圧降下量の $\pm 3\%$ 変動範囲を超える値であることと、更には、位置決定長さ $L(41)$ と通信線 Sig の長さ $L(1)$ との関係から、位置算出部102は、次の解析を行う。即ち、位置算出部102は、給電装置40と第1の通信装置30との間の通信線 Sig には電圧降下が発生しており、この電圧降下量が、給電装置40から第1の通信装置30までの間の電圧降下量よりも小さく、変動範囲を超えており、更には、位置決定長さ $L(41)$ が信号線 Sig の長さ $L(1)$ と同じとみなせることから、第1の通信装置30が、給電装置40の接続位置 T_m と第4の通信装置30の接続位置 T_4 とを結ぶ通信線 Sig 上の第4の通信装置30よりも給電装置30に近い位置に接続されている、と解析する。これにより、位置算出部102は、「第1の通信装置30は、給電装置40から見たときに、第4の通信装置30と同一の通信線 Sig 上に、第4の通信装置30よりも給電装置40の近くに接続されている」という内容の位置情報を求める。

【0064】

位置算出部102は、求めた位置情報を、図2に示す位置情報記憶部113に記憶する。

【0065】

測定情報収集部103は、給電装置40から第1～第4の通信装置30までの通信線 Sig の長さ $L(n)$ を求めるのに使用される電圧値 $V_{on}(n)$ の計測値を、各通信装置30から収集する。また、測定情報収集部103は、第 k の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに給電装置40から第 n の通信装置30までの間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求めるのに使用される電圧値 $V_{on2}(n, k)$ の計測値を、各通信装置30から収集する。測定情報収集部103は、収集した電圧値 $V_{on}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ を、電圧情報記憶部111に記憶する。

【0066】

接続位置図生成部104は、位置算出部102により求められた位置情報から、第1～第4の通信装置30および給電装置40の通信線 Sig への接続位置を図示した接続位置図を表す画面を生成する。そして、接続位置図生成部104は、生成した画面を表示部140に表示する。

【0067】

記憶部130は、例えばフラッシュメモリから構成される。記憶部130は、電圧情報記憶部111と、プロパティ記憶部112と、位置情報記憶部113と、を備えている。

【0068】

電圧情報記憶部111は、測定情報収集部103によって収集された電圧値 $V_{on}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ を、通信装置30毎に記憶する。

【0069】

プロパティ記憶部112は、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路220へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(n)$ を記憶する。プロパティ記憶部112に記憶される内容は、例えば、図3(c)に示す内容である。

【0070】

位置情報記憶部113は、位置算出部102によって求められた位置情報を記憶する。位置情報記憶部113に記憶される内容は、例えば、図5(a)～図5(d)に示す内容である。

【0071】

入力部130は、例えばキーボードである。入力部130を操作することで、ユーザは、後述する図6に示す電圧情報収集処理の実行や接続位置図の表示部140への表示を、制御部100へ指示することができる。

10

20

30

40

50

【0072】

表示部140は、例えば、液晶ディスプレイである。表示部140は、接続位置図生成部104により生成された接続位置図の画面を表示する。

【0073】

通信部150は、通信インターフェイスから構成されている。通信部150は、通信線S i gに接続されている。通信部150は、接続された通信線S i gを介して、第1～第4の通信装置30の通信部210との通信を行う。

【0074】

バスラインB Lは、制御部100と、記憶部110と、入力部130と、表示部140と、通信部150と、を相互に接続する。

10

【0075】

第1～第4の通信装置30は、それぞれ、制御部200と、通信部210と、定電流負荷回路220と、電圧計測回路230と、受電回路240と、を備えている。

【0076】

制御部200は、通信装置30の制御を行う。制御部200は、図示しないC P U (Central Processing Unit) と、R O M (Read only Memory) と、R A M (Random Access Memory) と、を備えている。

【0077】

C P Uは、R O Mに格納されたプログラムを実行する。また、C P Uは、プログラムの実行に伴って生ずる情報を、一時的にR A Mに記憶する。

20

【0078】

通信部210は、通信インターフェイスから構成されている。通信部210は、通信線S i gに接続されている。通信部210は、接続された通信線S i gを介して、解析装置20の通信部150との通信を行う。また、通信部210は、接続された通信線S i gを介して、他の通信装置30に設けられた通信部210と、互いにコマンドを送受信する。このコマンドには、通信部210により、A M I (Alternate Mark Inversion) 方式、マンチェスター方式、A S K (Amplitude Shift Keying) 変調方式、P S K (Phase Shift Keying) 変調方式等の変調が施される。

【0079】

定電流負荷回路220は、M O S F E T (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor) やバイポーラトランジスタ等を用いた例えばカレントミラー回路により構成される。定電流負荷回路220は、通信線S i gに接続されている。定電流負荷回路220は、制御部200からの制御に応じて、導通と遮断とを切り換える。定電流負荷回路220が導通状態になると、通信線S i gの一方の線から定電流負荷回路220へ電流Iを引き込み、通信線S i gの他方の線から電流Iを出力する状態になる。このときの電流Iは、本実施の形態では、図3(c)に示すように、2.1(A)であったとしている。なお、定電流負荷回路220が遮断状態になると、通信線S i gからの電流の引き込みは、ゼロになる。

30

【0080】

電圧計測回路230は、A/D(アナログ/デジタル)コンバータにより構成される。電圧計測回路230は、通信線S i gに接続されている。電圧計測回路230は、通信線S i gに印加されている直流電圧を計測する。

40

【0081】

具体的には、電圧計測回路230は、解析装置20の位置算出部102が通信線S i gの長さL(n)、即ち、給電装置40から第1～第4の通信装置30までの通信線S i gの長さL(n)を求めるのに使用する電圧値V o f f(n)および電圧値V o n(n)を計測する。また、電圧計測回路230は、解析装置20の位置算出部102が通信線S i gの長さL(nk)、即ち、第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに、給電装置40と第nの通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線S i gの長さL(nk)を求めるのに使用する電圧値V o n 2(n, k)を計

50

測する。

【0082】

電圧計測回路230は、計測した電圧値をデジタル値に変換してバスラインBLへ出力する。バスラインBLへ出力された電圧値は、制御部200により、RAMに一時的に記憶される。

【0083】

受電回路240は、通信装置30に電源を供給する。受電回路240は、チョークコイルと電源回路とから構成される。受電回路240は、通信線Sigに接続されている。受電回路240は、チョークコイルによって、通信線Sigから直流成分を抽出する（送受信されるコマンドを除去する）。そして、受電回路240は、抽出した直流成分を電源回路によって電圧変換する。これにより、受電回路240は、通信装置30の各部や各回路に電源を供給する。

【0084】

バスラインBLは、制御部200と、通信部210と、定電流負荷回路220と、電圧計測回路230と、を相互に接続する。

【0085】

上述した第1～第4の通信装置30の電圧計測回路230で電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)を計測させ、計測された電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)を解析装置20で収集する電圧情報収集処理は、図6に示す通りである。

【0086】

電圧情報収集処理は、解析装置20の電源がオンされ、ユーザによる入力部130の操作により実行が指示された場合に、制御部100により開始される。

【0087】

電圧情報収集処理では、まず、制御部100（計測情報収集部103）は、全ての通信装置30（第1～第4の通信装置30）に対し、通信部150を介して、電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)の収集を開始することを示す「収集開始命令」を送信する（ステップS1）。

【0088】

第1～第4の通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「収集開始命令」を受信すると、コマンドの送受信を行う等の処理を中断する。これにより、第1～第4の通信装置30（制御部200）で実行される処理は、電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)の計測に関する処理のみとなる。このように、電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)の計測に先立ち、解析装置20から第1～第4の通信装置30へ「収集開始命令」を送信することで、第1～第4の通信装置30の定電流負荷回路220の導通、遮断の切り換えによって発生する電圧降下の変動を正確に計測することができる。

【0089】

ステップS1の実行後、制御部100（計測情報収集部103）は、全ての通信装置30（第1～第4の通信装置30）に対し、通信部150を介して、定電流負荷回路220を遮断状態へ切り換える指示を示す「遮断状態への切り換え命令」を送信する（ステップS2）。

【0090】

第1～第4の通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「遮断状態への切り換え命令」を受信すると、定電流負荷回路220を遮断状態へ切り換える。なお、既に、定電流負荷回路220が遮断状態であれば、第1～第4の通信装置30（制御部200）は、その状態を維持する。

【0091】

なお、定電流負荷回路220は、電圧値Voff(n)、電圧値Von(n)および電圧値Von2(n, k)の計測に関する処理を行っていない通常時には、遮断状態となる

のであるが、通信線 S i g に重畳したノイズ等により導通状態になっている可能性がある。よって、制御部 1 0 0（計測情報収集部 1 0 3）は、電圧値 V o f f（n）、電圧値 V o n（n）および電圧値 V o n 2（n, k）の計測に先立ち、「遮断状態への切り換え命令」を送信する。

【0092】

ステップ S 2 の実行後、制御部 1 0 0（計測情報収集部 1 0 3）は、全ての通信装置 3 0（第 1～第 4 の通信装置 3 0）に対し、通信部 1 5 0 を介して、通信線 S i g の直流電圧の計測の指示を示す「直流電圧の計測命令」を送信する（ステップ S 3）。

【0093】

第 1～第 4 の通信装置 3 0（制御部 2 0 0）は、通信部 2 1 0 を介して、通信部 1 5 0 から送信された「直流電圧の計測命令」を受信すると、電圧計測回路 2 3 0 で計測されてバスライン B L へ出力された通信線 S i g の直流電圧を、R A M に記憶する。R A M に記憶された直流電圧は、位置算出部 1 0 2 が、給電装置 4 0 から通信装置 3 0 までの通信線 S i g の長さ L（n）を求めるのに使用する電圧値の 1 つ、即ち、電圧値 V o f f である。

【0094】

ステップ S 4 の実行後、制御部 1 0 0（計測情報収集部 1 0 3）は、全ての通信装置 3 0（第 1～第 4 の通信装置 3 0）に対し、通信部 1 5 0 を介して、計測した直流電圧の送信の指示を示す「電圧値の送信命令」を送信する（ステップ S 4）。

【0095】

第 1～第 4 の通信装置 3 0（制御部 2 0 0）は、通信部 2 1 0 を介して、通信部 1 5 0 から送信された「電圧値の送信命令」を受信すると、R A M に記憶された電圧値 V o f f を、通信装置 3 0 の名称を示す情報と共に、通信部 2 1 0 を介して送信する。

【0096】

すると、制御部 1 0 0（計測情報収集部 1 0 3）は、受信した電圧値 V o f f を、送信元毎に、即ち、第 1～第 4 の通信装置 3 0 毎に、電圧情報記憶部 1 1 1 に記憶する（ステップ S 5）。

【0097】

電圧情報記憶部 1 1 1 に記憶される電圧値 V o f f は、図 7 の「電圧値 V o f f（n）の欄」に示す通りである。

【0098】

ここで、V o f f（1）は、第 1～第 4 の通信装置 3 0 に設けられた全ての定電流負荷回路 2 2 0 が遮断しているときに第 1 の通信装置 3 0 が計測した電圧値である。同様に、V o f f（2）は、第 1～第 4 の通信装置 3 0 に設けられた全ての定電流負荷回路 2 2 0 が遮断しているときに第 2 の通信装置 3 0 が計測した電圧値である。

【0099】

また、V o f f（3）は、第 1～第 4 の通信装置 3 0 に設けられた全ての定電流負荷回路 2 2 0 が遮断しているときに第 3 の通信装置 3 0 が計測した電圧値であり、V o f f（4）は、第 1～第 4 の通信装置 3 0 に設けられた全ての定電流負荷回路 2 2 0 が遮断しているときに第 4 の通信装置 3 0 が計測した電圧値である。

【0100】

上述した電圧情報収集処理のステップ S 5 までで（図 6 参照）、解析装置 2 0 は、位置算出部 1 0 2 が通信線 S i g の長さ L（n）、即ち、給電装置 4 0 から第 1～第 4 の通信装置 3 0 までの通信線 S i g の長さ L（n）を求めるのに使用する電圧値 V o f f（n）を、第 1～第 4 の通信装置 3 0 から取得する。

【0101】

図 6 のステップ S 5 の実行後、制御部 1 0 0（計測情報収集部 1 0 3）は、制御部 1 0 0 に内蔵された R A M 内に設けられたカウンタ i（i は 1～4 までの自然数）の値を 1 に設定する（ステップ S 7）。

【0102】

10

20

30

40

50

その後、制御部100（計測情報収集部103）は、第iの通信装置30に対し、通信部150を介して、定電流負荷回路220を導通状態へ切り換える指示を示す「導通状態への切り換え命令」を送信する（ステップS7）。

【0103】

第iの通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「導通状態への切り換え命令」を受信すると、定電流負荷回路220を導通状態へ切り換える。この切り換えにより、第iの通信装置30の定電流負荷回路220のみが導通状態になり、第iの通信装置30以外の通信装置30の定電流負荷回路220は遮断状態を維持する。

【0104】

ステップS7の実行後、制御部100（計測情報収集部103）は、全ての通信装置30（第1～第4の通信装置30）に対し、通信部150を介して、通信線Sigの直流電圧の計測の指示を示す「直流電圧の計測命令」を送信する（ステップS8）。

【0105】

第1～第4の通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「直流電圧の計測命令」を受信すると、電圧計測回路230で計測されてバスラインBLへ出力された通信線Sigの直流電圧を、RAMに記憶する。RAMに記憶された直流電圧は、位置算出部102が、給電装置40から通信装置30までの通信線Sigの長さL(n)を求めるのに使用する電圧値の1つである電圧値Von、および、第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに給電装置40と第nの通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線Sigの長さL(nk)を求めるのに使用される電圧値の1つである電圧値Von2である。

【0106】

ステップS8の実行後、制御部100（計測情報収集部103）は、全ての通信装置30（第1～第4の通信装置30）に対し、通信部150を介して、計測した直流電圧の送信の指示を示す「電圧値の送信命令」を送信する（ステップS9）。

【0107】

第1～第4の通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「電圧値の送信命令」を受信すると、RAMに記憶された電圧値VonおよびVon2を、通信装置30の名称を示す情報と共に、通信部210を介して送信する。

【0108】

すると、制御部100（計測情報収集部103）は、受信した電圧値Vonおよび電圧値Von2を、送信元毎に、即ち、第1～第4の通信装置30毎に、電圧情報記憶部111に記憶する（ステップS10）。

【0109】

その後、制御部100（計測情報収集部103）は、第iの通信装置30に対し、通信部150を介して、定電流負荷回路220を遮断状態へ切り換える指示を示す「遮断状態への切り換え命令」を送信する（ステップS11）。

【0110】

第iの通信装置30（制御部200）は、通信部210を介して、通信部150から送信された「遮断状態への切り換え命令」を受信すると、定電流負荷回路220を遮断状態へ切り換える。

【0111】

ステップS11の実行後、制御部100（計測情報収集部103）は、カウンタiが最終値であるか、即ち、カウンタiが4であるか否かを判定する（ステップS12）。カウンタiが4未満であれば（ステップS12：No）、カウンタiを1つカウントアップして（ステップS13）、ステップS7へ戻る。即ち、制御部100（計測情報収集部103）は、カウンタiが4になるまで、ステップS7～ステップS13を繰り返し実行する。

10

20

30

40

50

【0112】

制御部100（計測情報収集部103）がステップS7～S13の処理を、カウンタiが4になるまで繰り返した結果、電圧情報記憶部111に記憶される電圧値 V_{on} および V_{on2} は、図7に示す通りである。

【0113】

具体的には、図7に記載の「電圧値 V_{on2} の欄の2重囲み部分」が電圧 $V_{on}(n)$ 、即ち、第nの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第nの通信装置30が計測した電圧値を表している。また、図7に記載の「電圧値 V_{on2} の欄」が電圧 $V_{on2}(n, k)$ 、即ち、第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第nの通信装置30が計測した電圧値を表している。

10

【0114】

ここで、電圧値 $V_{on}(1)$ は、第1の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第1の通信装置30が計測した電圧値である。同様に、電圧値 $V_{on}(2)$ は、第2の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第2の通信装置30が計測した電圧値である。

【0115】

また、電圧値 $V_{on}(3)$ は、第3の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第3の通信装置30が計測した電圧値であり、電圧値 $V_{on}(4)$ は、第4の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに第2の通信装置30が計測した電圧値である。

20

【0116】

更に、電圧値 $V_{on2}(2, 1)$ は、第1の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通している状態において、第2の通信装置30が計測した電圧値である。同様に、電圧値 $V_{on2}(3, 1)$ および電圧値 $V_{on2}(4, 1)$ は、それぞれ、第1の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通している状態において、第3の通信装置30が計測した電圧値および第4の通信装置30が計測した電圧値である。

【0117】

同様に、電圧値 $V_{on2}(1, 2)$ 、電圧値 $V_{on2}(3, 2)$ および電圧値 $V_{on2}(4, 2)$ は、それぞれ、第2の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通している状態において、第1の通信装置30が計測した電圧値、第3の通信装置30が計測した電圧値および第4の通信装置30が計測した電圧値である。

30

【0118】

また、電圧値 $V_{on2}(1, 3)$ 、電圧値 $V_{on2}(2, 3)$ および電圧値 $V_{on2}(4, 3)$ は、それぞれ、第3の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通している状態において、第1の通信装置30が計測した電圧値、第2の通信装置30が計測した電圧値および第4の通信装置30が計測した電圧値である。

【0119】

そして、電圧値 $V_{on2}(1, 4)$ 、電圧値 $V_{on2}(2, 4)$ および電圧値 $V_{on2}(3, 4)$ は、それぞれ、第4の通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通している状態において、第1の通信装置30が計測した電圧値、第2の通信装置30が計測した電圧値および第3の通信装置30が計測した電圧値である。

40

【0120】

上述した電圧情報収集処理のステップS7～ステップS13により（図6参照）、解析装置20は、通信線Sigの長さ $L(n)$ 、即ち、給電装置40から第1～第4の通信装置30までの通信線Sigの長さ $L(n)$ を求めるのに位置算出部102が使用する電圧値 $V_{on}(n)$ 、および、電圧降下が発生した通信線Sigの長さ $L(nk)$ 、即ち、第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに給電装置40と第nの通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線Sigの長さ $L(nk)$ を求めるのに位置算出部102が使用する電圧値 $V_{on2}(n, k)$ を、第1～第4の

50

通信装置 30 から取得する。

【0121】

図 6 のステップ S 1 2 の判定で、制御部 100（計測情報収集部 103）は、カウンタ i の値が最終値、即ち、4 であると判定すると（ステップ S 10：Yes）、全ての通信装置 30（第 1～第 4 の通信装置 30）に対し、通信部 150 を介して、電圧値の収集が完了したことを示す「収集完了通知」を送信する（ステップ S 14）。

【0122】

第 1～第 4 の通信装置 30（制御部 200）は、通信部 210 を介して、通信部 150 から送信された「収集完了通知」を受信すると、電圧値 $V_{off}(n)$ 、電圧値 $V_{on}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ の計測に関する処理を完了し、通常時の処理、即ち、コマンドの送受信を行う等の処理を再開する。

10

【0123】

電圧情報収集処理が終了すると、制御部 100（位置算出部 102）は、自動的に、電圧情報記憶部 111 に記憶された電圧値 $V_{off}(n)$ 、電圧値 $V_{on}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ の 3 つの計測値（図 7 参照）を用いて、給電装置 40 から第 1～第 4 の通信装置 30 までの通信線 Sig の長さ $L(n)$ 、および第 k の通信装置 30 に設けられた定電流負荷回路 220 のみが導通しているときに給電装置 40 と第 n の通信装置 30 との間のうち電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求める。

【0124】

具体的には、位置算出部 102 は、電圧値 $V_{off}(n)$ および電圧値 $V_{on}(n)$ を電圧情報記憶部 111 から取得し、更に、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路 220 へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(n)$ をプロパティ記憶部 112 から取得し、これらの値を、通信線 Sig の長さ $L(n)$ を求める式（図 3（b）参照）に代入して、通信線 Sig の長さ $L(n)$ を求める。また、位置算出部 102 は、更に、電圧値 $V_{on2}(n, k)$ を電圧情報記憶部 111 から取得し、この値と、既に取得済みの電圧値 $V_{off}(n)$ 、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路 220 へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(n)$ とを、通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求める式（図 3（b）参照）に代入して、電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求める。そして、位置算出部 102 は、求めた通信線 Sig の長さ $L(n)$ および電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ から、各通信装置 30 の位置を示す位置情報を求め、求めた位置情報を、位置情報記憶部 113 に記憶する。

20

30

【0125】

このようにして、位置算出部 102 が求めた位置情報（位置情報記憶部 113 に記憶された位置情報は）、前述した通り、図 5 で示した内容である。

【0126】

この位置情報から、接続位置図生成部 104 は、第 1～第 4 の通信装置 30 および給電装置 40 の通信線 Sig への接続位置を図示した接続位置図を表す画面を生成する。そして、接続位置図生成部 104 は、生成した画面を表示部 140 に表示する。なお、接続位置図生成部 104 は、ユーザによる入力部 130 の操作により接続位置図の表示部 140 への表示が指示された場合に、接続位置図を示す画面の生成および画面の表示を実行する。

40

【0127】

接続位置図生成部 104 による接続位置図の生成は、例えば、次のような処理となる。即ち、接続位置図生成部 104 は、まず、第 1 の通信装置 30 を計測点とした位置情報（図 5（a）参照）から、第 1 の通信装置 30 の位置情報を、即ち、第 1 の通信装置 30 が給電装置 40 から 100m 離れた位置に接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、給電装置 40 から 100m 離れていることを示す接続位置図内の位置に、第 1 の通信装置 30 を配置する。

【0128】

次に、接続位置図生成部 104 は、第 1 の通信装置 30 を計測点とした位置情報（図 5

50

(a) 参照) から、第 2 の通信装置 30 の位置情報を、即ち、第 2 の通信装置 30 は、給電装置 40 から見たときに、第 1 の通信装置 30 側とは別の側となる通信線 S i g に接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、給電装置 40 から見たとき、第 1 の通信装置 30 側とは別の側となる接続位置図内の位置に、第 2 の通信装置 30 を配置する。

【0129】

次に、接続位置図生成部 104 は、第 1 の通信装置 30 を計測点とした位置情報 (図 5 (a) 参照) から、第 3 の通信装置 30 の位置情報を、即ち、第 3 の通信装置 30 は、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 を見た方向へ 40m 離れた位置で分岐した通信線 S i g に接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、給電装置 40 から第 1 の通信装置 30 を見た方向に 40m の位置で分岐した接続位置図内の位置に、第 3 の通信装置 30 を配置する。

【0130】

次に、接続位置図生成部 104 は、第 1 の通信装置 30 を計測点とした位置情報 (図 5 (a) 参照) から、第 4 の通信装置 30 の位置情報を、即ち、第 4 の通信装置 30 は、給電装置 40 から見たときに、第 1 の通信装置 30 と同一の通信線 S i g 上に、第 1 の通信装置 30 よりも給電装置 40 から遠くに接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、給電装置 40 から見たときに、第 1 の通信装置 30 と同一の通信線 S i g 上に、第 1 の通信装置 30 よりも給電装置 40 から遠くの接続位置図内の位置に、第 4 の通信装置 30 を配置する。

【0131】

上述した第 1 の通信装置 30 を計測点とした位置情報 (図 5 (a) 参照) から、接続位置図生成部 104 は、給電装置 40 の位置を基準として、第 1 ~ 第 4 の通信装置 30 の接続位置図における配置を行う。このとき、接続位置図生成部 104 が取得した距離に関する情報は、給電装置 30 から第 1 の通信装置 30 までの距離 (100m) および給電装置 30 から第 3 の通信装置 30 の分岐点までの距離 (40m) である。

【0132】

ここで、図 8 から分かるように、接続位置図の完成に必要な情報は、既に取得した情報の他に、給電装置 30 から第 2 の通信装置 30 までの距離、分岐した位置から第 3 の通信装置 30 までの距離および給電装置 30 から第 4 の通信装置 30 までの距離である。

【0133】

そこで、接続位置図生成部 104 は、給電装置 30 から第 2 の通信装置 30 までの距離を取得するために、第 2 の通信装置 30 を計測点とした位置情報 (図 5 (b) 参照) から、第 2 の通信装置 30 の位置情報を取得する。即ち、接続位置図生成部 104 は、第 2 の通信装置 30 が給電装置 40 から 30m 離れた位置に接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、給電装置 40 から 30m 離れていることを示す接続位置図内の位置に、第 2 の通信装置 30 を再配置する。

【0134】

また、接続位置図生成部 104 は、分岐した位置から第 3 の通信装置 30 までの距離を取得するために、まず、第 3 の通信装置 30 を計測点とした位置情報 (図 5 (c) 参照) から、第 3 の通信装置 30 の位置情報を取得する。即ち、接続位置図生成部 104 は、第 3 の通信装置 30 が給電装置 40 から 80m 離れた位置に接続されているという内容の情報を取得する。そして、接続位置図生成部 104 は、既に取得済みである給電装置 40 から分岐した位置までの距離である 40m を、取得した 80m から減算して、分岐した位置から第 3 の通信装置 30 までの距離を求める。この結果、接続位置図生成部 104 は、図 8 に示すように、減算結果である 40m を示す接続位置図内の位置に、第 3 の通信装置 30 を再配置する。

【0135】

また、接続位置図生成部 104 は、給電装置 30 から第 4 の通信装置 30 までの距離を

取得するために、第4の通信装置30を計測点とした位置情報(図5(d)参照)から、第4の通信装置30の位置情報を取得する。即ち、接続位置図生成部104は、第4の通信装置30が給電装置40から120m離れた位置に接続されているという内容の情報を取得する。この情報に基づき、接続位置図生成部104は、図8に示すように、給電装置40から120m離れていることを示す接続位置図内の位置に、第4の通信装置30を再配置する。

【0136】

上述の例のようにして、接続位置図生成部104は、第1～第4の通信装置30および給電装置40の通信線Sigへの接続位置を図示した接続位置図を表す画面を生成し、生成した画面を、図8に示すように、表示部140に表示する。

10

【0137】

なお、接続位置図生成部104は、接続位置図をより詳細にする観点から、分岐した位置から第1の通信装置30までの距離を求めて、これを、接続位置図を示す画面に表示してもよい。この分岐した位置から第1の通信装置30までの距離は、接続位置図生成部104が、第1の通信装置30を計測点とした位置情報(図5(a)参照)から、第1の通信装置30の位置情報(信号線Sigの長さL(1))および第3の通信装置30の位置情報(信号線Sigの長さL(13))を取得し、信号線Sigの長さL(1)から信号線Sigの長さL(13)を減算することで求めることができる。

【0138】

同様の観点から、接続位置図生成部104は、第1の通信装置30から第4の通信装置30までの距離を求めて、これを、接続位置図を示す画面に表示してもよい。この第1の通信装置30から第4の通信装置30までの距離は、接続位置図生成部104が、第1の通信装置30を計測点とした位置情報(図5(a)参照)から、第1の通信装置30の位置情報(信号線Sigの長さL(1))を取得することに加え、第4の通信装置30を計測点とした位置情報(図5(d)参照)から、第4の通信装置30の位置情報(信号線Sigの長さL(4))を取得し、信号線Sigの長さL(4)から信号線Sigの長さL(1)を減算することで求めることができる。

20

【0139】

上述した通り、本実施の形態の制御システム10によれば、給電装置から第1～第4の通信装置30までの通信線Sigの長さL(n)、および、第kの通信装置30に設けられた定電流負荷回路220のみが導通しているときに給電装置40と第nの通信装置30との間のうち電圧降下が発生した通信線Sigの長さL(nk)の関係から、第1～第4の通信装置30および給電装置40の通信線Sigへの接続位置を図示した接続位置図を生成し、表示部140に表示することができる。これにより、制御システム10は、分岐のある通信線Sigに第1～第4の通信装置30が接続されていても、言い換えれば、第1～第4の通信装置30の接続形態に関わらず、第1～第4の通信装置30および給電装置40の位置関係を表示することができる。これにより、例えば、第1～第4の通信装置30の接続を変更する工事を行った場合、ユーザは、変更工事後に、位置関係を解析装置20に表示させることで、変更工事が、予定した通りに行われたか否かの検証を行うことができる。

30

40

【0140】

その他にも、例えば、第1～第4の通信装置30に一度設定したIP(Internet Protocol)アドレスを変更する再設定を行った場合、ユーザは、IPアドレスを誤設定したことにより生ずる次のような不具合の解析を制御システム10によって行うことができる。即ち、例えば、第4の通信装置30に設定したつもののIPアドレスを送信元として、第1の通信装置30へコマンドを送信させたとき、第1の通信装置30でのコマンドの受信が予定した時間よりも遅延している場合、ユーザは、第1～第4の通信装置30および給電装置40の位置関係を解析装置20に表示させて、第1～第4の通信装置30と給電装置40との距離を確認することで、IPアドレスを誤って第3の通信装置30に設定しているのではないかとといった不具合の解析を行うことができる。これにより、ユーザは、誤

50

設定等により生じる不具合の解消がし易い。

【0141】

更には、従来の装置、具体的には、通信装置の位置を特定するために、給電装置と通信装置とを直列に接続する特定のラインを設け、この特定のラインの一端に、給電装置からの直流電圧を印加し、また、特定のラインに、通信装置が有する同一抵抗値の抵抗を組み込み、給電装置に近い位置に存在する通信装置ほど特定のライン上の電圧が高くなることを利用して、通信装置の位置関係を特定する装置と比較して、制御システム10は、上述の特定のラインが不要である。よって、制御システム10は、ラインの削除により、従来の装置と比較して、ライン（ケーブル）の敷設が容易である。

【0142】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この発明は上記の実施の形態に限定されず、種々の変形および応用が可能である。

【0143】

例えば、上述した実施の形態の制御システム10では、位置算出部102は、電圧値 $V_{off}(n)$ 、電圧値 $V_{on}(n)$ 、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路220へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(n)$ の各値から、通信線 Sig の長さ $L(n)$ を求めた。また、位置算出部102は、電圧値 $V_{off}(n)$ 、電圧値 $V_{on2}(n, k)$ 、通信線 Sig の単位長さ当たりの抵抗値 R_t および定電流負荷回路220へ通信線 Sig から流れ込む電流 $I(n)$ の各値から、電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求めた。しかし、これに限られるものではない。即ち、電圧値 $V_{off}(n)$ は、給電装置30から通信線 Sig に印加される直流電圧と同じとみなすことができる。よって、給電装置30から通信線 Sig に印加されている直流電圧を例えば電圧計で予め測定しておき、位置算出部102は、予め測定された電圧値を、第1～第4の通信装置30が計測した電圧値 $V_{off}(n)$ に代えて使用し、通信線 Sig の長さ $L(n)$ および電圧降下が発生した通信線 Sig の長さ $L(nk)$ を求めてもよい。

【0144】

また、本実施の形態では、解析装置20で接続位置図を生成したが、これに限られるものではない。即ち、解析装置20の制御部100、記憶部110および入力部130を、第1～第4の通信装置30のいずれか、または、第1～第4の通信装置30の全てに設け、第1～第4の通信装置30のいずれか、または、第1～第4の通信装置30の全てで、接続位置図を生成してもよい。そして、第1～第4の通信装置30は、生成した接続位置図を示す情報を解析装置20へ送信し、解析装置20は、受信した情報から接続位置図を示す画面を生成し、表示するように構成してもよい。

【0145】

更には、解析装置20の制御部100、記憶部110および入力部130に加え、表示部140を、第1～第4の通信装置30のいずれか、または、第1～第4の通信装置30の全てに設け、第1～第4の通信装置30のいずれか、または、第1～第4の通信装置30の全てで、接続位置図を生成して表示するように構成してもよい。この構成の場合、解析装置20は不要となり、制御システム10は、第1～第4の通信装置30から構成される。

【0146】

また、本実施の形態では、解析装置20は、第1～第4の通信装置30から電圧値 $V_{off}(n)$ 、電圧値 $V_{on}(n)$ および電圧値 $V_{on2}(n, k)$ を取得し、通信線長算出部101で、通信線 Sig の長さ $L(n)$ を算出したが、これに限られるものではない。即ち、解析装置20の通信線長算出部101およびプロパティ記憶部112を第1～第4の通信装置30に設け、第1～第4の通信装置30が、通信線 Sig の長さ L を算出して、算出した通信線 Sig の長さ L を解析装置20へ送信する構成にすることで、解析装置20では通信線 Sig の長さ L を算出しない構成としてもよい。

【0147】

なお、上記実施形態において、制御システム 10 を制御するプログラムは、フレキシブルディスク、CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc)、MO (Magneto-Optical Disc) 等のコンピュータが読み取り可能な記録媒体に格納して配布し、そのプログラムを、コンピュータ等にインストールすることにより、図 6 に示す処理を実行する制御装置を構成することとしてもよい。

【0148】

また、上述のプログラムをインターネット等の通信ネットワーク上の所定のサーバ装置が有するディスク装置等に格納しておき、例えば、搬送波に重畳させて、ダウンロード等するようにしてもよい。

【0149】

また、上述の図 6 に示す処理を、各 OS (Operating System) が分担して実現する場合、又は、OS とアプリケーションとの協働により実現する場合等には、OS 以外の部分のみを媒体に格納して配布してもよく、また、ダウンロード等してもよい。

【0150】

本発明は、本発明の広義の精神と範囲を逸脱することなく、様々な実施形態及び変形が可能とされるものである。また、上述した実施形態は、本発明を説明するためのものであり、本発明の範囲を限定するものではない。すなわち、本発明の範囲は、上述した実施形態ではなく、請求の範囲によって示される。そして、請求の範囲内およびそれと同等の発明の意義の範囲内で施される様々な変形が、本発明の範囲内とみなされる。

【符号の説明】

【0151】

10	制御システム
20	解析装置
30	通信装置
40	給電装置
100	制御部
101	通信線長算出部
102	位置算出部
103	計測情報収集部
104	接続位置図生成部
110	記憶部
111	電圧情報記憶部
112	プロパティ記憶部
113	位置情報記憶部
130	入力部
140	表示部
150, 210	通信部
200	制御部
220	定電流負荷回路
230	電圧計測回路
240	受電回路
BL	バスライン

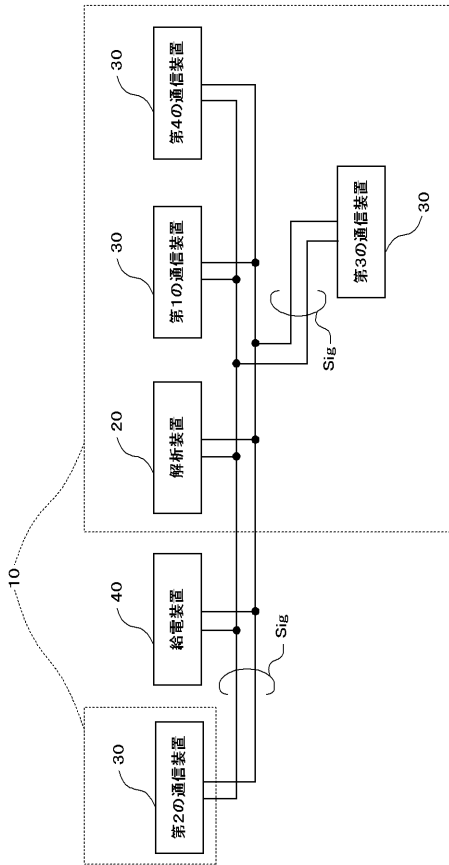
10

20

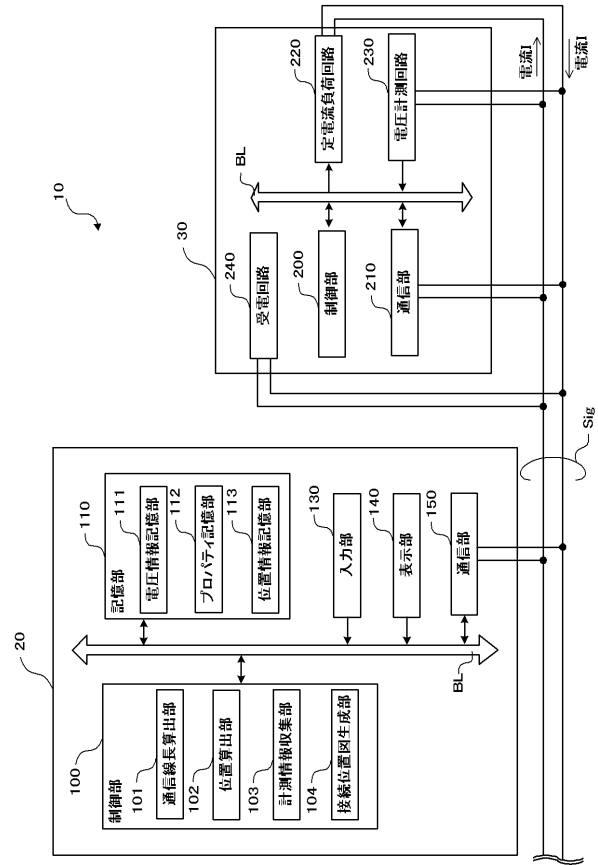
30

40

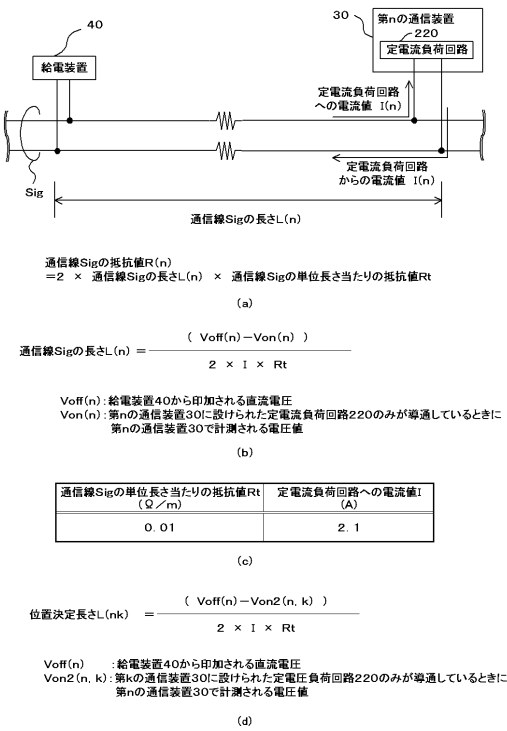
【 図 1 】



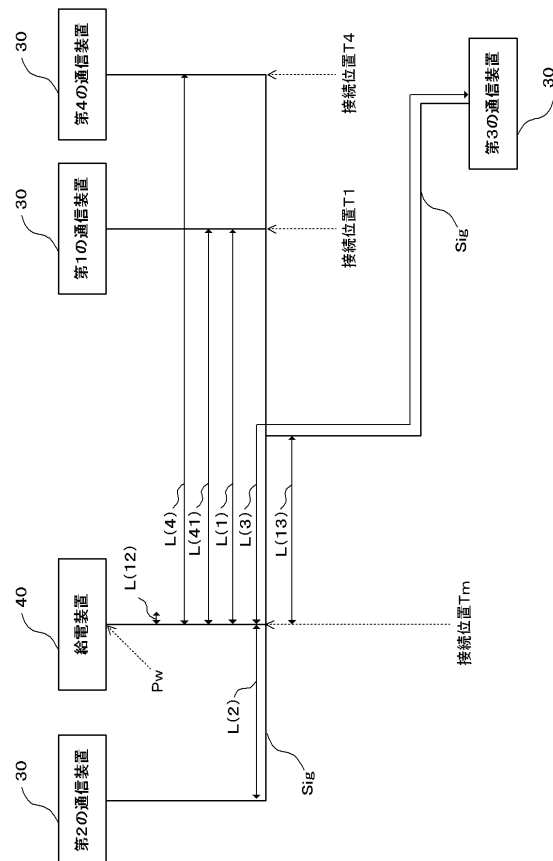
【圖 2】



【図 3】



【 図 4 】



【図 5】

第1の通信装置を計測点とした位置情報				
通信装置名	第1の通信装置	第2の通信装置	第3の通信装置	第4の通信装置
通信線Sigの長さL(1) (m)	100			
通信線Sigの長さL(nk) (m)		L(12)=0.01	L(13)=40	L(14)=100
位置情報の内容	第1の通信装置は、給電装置から100m離れた位置に接続。	第2の通信装置は、給電装置から見たときに第1の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。	第3の通信装置は、給電装置から第1の通信装置を見た方向へ、給電装置から40m離れた位置で分岐した通信線に接続。	第4の通信装置は、給電装置から見たときに、第1の通信装置と同一の通信線に、第1の通信装置よりも給電装置から遠くの位置に接続。

(a)

第2の通信装置を計測点とした位置情報				
通信装置名	第1の通信装置	第2の通信装置	第3の通信装置	第4の通信装置
通信線Sigの長さL(2) (m)		30		
通信線Sigの長さL(nk) (m)		L(21)=0.01	L(23)=0.01	L(24)=0.01
位置情報の内容	第1の通信装置は、給電装置から見たときに第2の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。	第2の通信装置は、給電装置から30m離れた位置に接続。	第3の通信装置は、給電装置から第2の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。	第4の通信装置は、給電装置から第2の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。

(b)

第3の通信装置を観測点とした位置情報				
通信装置名	第1の通信装置	第2の通信装置	第3の通信装置	第4の通信装置
通信線Sigの長さL(3) (m)			80	
通信線Sigの長さL(nk) (m)		L(31)=40	L(32)=0.01	L(34)=40
位置情報の内容	第1の通信装置は、給電装置から第3の通信装置を見た方向へ、給電装置から40m離れた位置で分岐した通信線に接続。	第2の通信装置は、給電装置から見たときに第3の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。	第3の通信装置は、給電装置から80m離れた位置に接続。	第4の通信装置は、給電装置から第3の通信装置を見た方向へ、給電装置から40m離れた位置で分岐した通信線に接続。

(c)

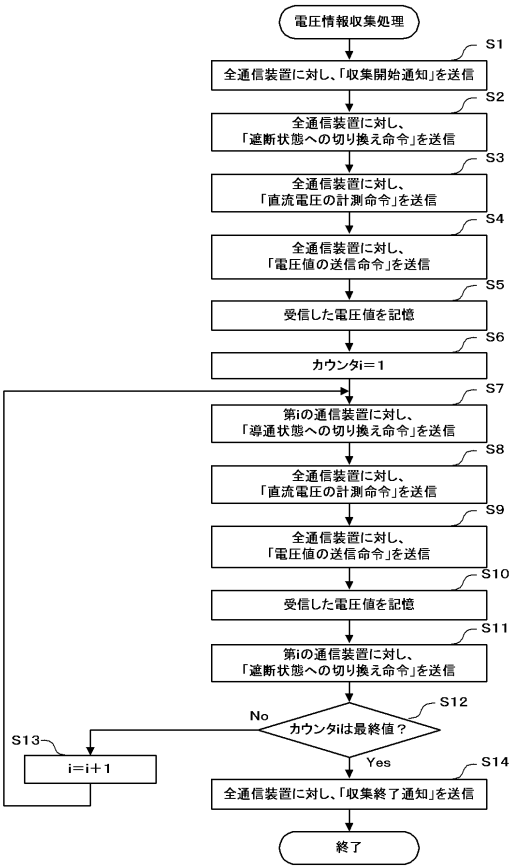
第4の通信装置を観測点とした位置情報				
通信装置名	第1の通信装置	第2の通信装置	第3の通信装置	第4の通信装置
通信線Sigの長さL(4) (m)				120
通信線Sigの長さL(nk) (m)		L(41)=100	L(42)=0.01	L(43)=40
位置情報の内容	第1の通信装置は、給電装置から見たときに、第4の通信装置と同一の通信線に、第4の通信装置よりも給電装置から近くの位置に接続。	第2の通信装置は、給電装置から見たときに第4の通信装置側とは別の側となる通信線に接続。	第3の通信装置は、給電装置から第4の通信装置を見た方向へ、給電装置から40m離れた位置で分岐した通信線に接続。	第4の通信装置は、給電装置から120m離れた位置に接続。

(d)

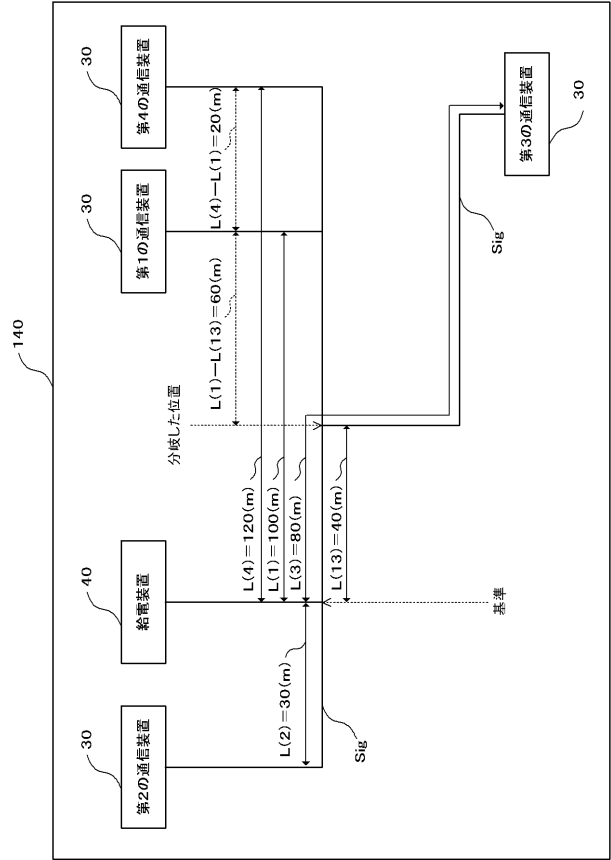
【図 7】

定電流負荷回路が導通状態の通信装置名				
電圧値を計測した通信装置名	電圧値Von2(n, k) ただし、2重囲み部分は、電圧値Von(n) (V)			
	第1の通信装置	第2の通信装置	第3の通信装置	第4の通信装置
第1の通信装置	24.35 (Von1(1))	23.15 (Von(1))	23.15 (Von2(1, 2))	23.15 (Von2(1, 3))
第2の通信装置	24.25 (Von1(2))	23.15 (Von2(2, 1))	23.05 (Von(2))	24.05 (Von2(2, 4))
第3の通信装置	24.15 (Von1(3))	22.95 (Von2(3, 1))	22.95 (Von2(3, 2))	21.95 (Von(3))
第4の通信装置	24.22 (Von1(4))	24.22 (Von2(4, 1))	24.22 (Von2(4, 2))	24.02 (Von(4))

【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F073 AA27 AB12 BB04 BC01 CC01 CC05 CD27 FG01 FG02 FG04
GG01 GG08 GG09
5K048 AA02 BA35 CA11 DA02 DA05 DC06 EB10