

(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2009-199380
(P2009-199380A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
G08C	19/02	(2006.01)	G08C 19/02	A	2F073	
H04B	3/54	(2006.01)	H04B 3/54		5K027	
H04M	1/24	(2006.01)	H04M 1/24	G	5K046	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-40836 (P2008-40836)
(22) 出願日 平成20年2月22日 (2008.2.22)

(71) 出願人 000006507
横河電機株式会社
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号
(72) 発明者 上野 円
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(72) 発明者 守屋 昌彦
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
(72) 発明者 尾土平 てつ
東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 横河電機株式会社内
Fターム(参考) 2F073 AA12 EE01 GG03 HH09
5K027 BB04 EE16 LL05
5K046 AA03 PP02 PS31

(54) 【発明の名称】 2線式フィールド機器とフィールドバスシステム

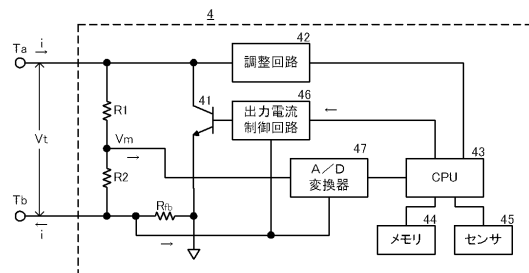
(57) 【要約】

【課題】フィールドバスループに異常がないかを常に確認できる2線式フィールド機器とフィールドバスシステムを実現すること。

【解決手段】フィールドバス通信を行うように構成され、フィールドバスに接続されるフィールドバス通信型の2線式フィールド機器において、前記フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の測定結果の変化に基づき、前記フィールドバスの異常を検知する手段、が設けられたことを特徴とするもの。

【選択図】

図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

フィールドバス通信を行うように構成され、フィールドバスに接続されるフィールドバス通信型の 2 線式フィールド機器において、

前記フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、

この端子電圧の測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段、
が設けられたことを特徴とする 2 線式フィールド機器。

【請求項 2】

フィールドバス通信を行うように構成され、フィールドバスに接続されるフィールドバス通信型の 2 線式フィールド機器において、

前記フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、

この端子電圧の測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段と、
前記フィールドバスに供給する電流値を通常運転状態の値から一時的に変更する手段を
備え、

前記端子間電圧の異常が検出されることにより前記電流値を通常運転状態の値から一時的
に変更し、前記フィールドバスの配線抵抗を測定することを特徴とする 2 線式フィール
ド機器。

【請求項 3】

前記フィールドバスは、ファウンデーションフィールドバスまたは P r o f i バスである
ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の 2 線式フィールド機器。

【請求項 4】

フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の
測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段を含み、

フィールドバス通信を行うように構成されたフィールドバス通信型の 2 線式フィール
ド機器が、

同一のフィールドバスに少なくとも 2 台接続されたことを特徴とするフィールドバスシ
ステム。

【請求項 5】

フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の
測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段と、前記フィール
ドバスに供給する電流値を通常運転状態の値から一時的に変更する手段を含み、

前記端子間電圧の異常が検出されることにより前記電流値を通常運転状態の値から一時
的に変更して前記フィールドバスの配線抵抗を測定するとともに、フィールドバス通信を
行うように構成されたフィールドバス通信型の 2 線式フィールド機器が、

同一のフィールドバスに少なくとも 2 台接続されたことを特徴とするフィールドバスシ
ステム。

【請求項 6】

前記フィールドバスは、ファウンデーションフィールドバスまたは P r o f i バスである
ことを特徴とする請求項 4 または請求項 5 記載のフィールドバスシステム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、2 線式フィールド機器とフィールドバスシステムに関し、詳しくは、フィー
ルドバスの診断が行える 2 線式フィールド機器とフィールドバスシステムに関するもので
ある。

【0002】

図 4 は、フィールドバス通信型の 2 線式フィールド機器を用いたプロセス制御システム
の一例を示すブロック図である。なお、フィールドバスは、ファウンデーションフィール
ドバスや P r o f i バスなどを含む。

【0003】

10

20

30

40

50

図4において、供給電源1は出力電圧 V_s を有するものであり、2線式のフィールドバス2の一端に接続されている。このフィールドバス2には、上位のホストデバイス3と伝送器4とフィールドバスデバイス5, 6が並列に接続されている。そして、フィールドバス2の両端にはターミネータ7, 8が接続されていて、フィールドバス2はループを形成している。

【0004】

ここで、供給電源1からフィールドバスループに供給される電圧 V_s と電流 I_{loop} 、フィールドバスループの持つ配線抵抗 R_{loop} 、伝送器4に流れる電流 i 、伝送器4の線路抵抗 r および伝送器4の端子間電圧 V_t には以下の(1)式の関係が成り立つ。

$$V_s = I_{loop} * R_{loop} + r * i + V_t \quad (1)$$

通常、 V_s は一定値を持つ。

【0005】

図5は、伝送器4の内部構成の一例を示すブロック図である。端子 T_a にはトランジスタ41のコレクタが接続され、端子 T_b には帰還抵抗 R_{fb} を介してトランジスタ41のエミッタが接続されている。供給電源1から伝送器4に供給される電流 i は、端子 T_a から入力されて端子 T_b から出力される。

【0006】

端子 T_a は、調整回路42を介してCPU43に接続されている。CPU43には、メモリ44およびセンサ45が接続されている。CPU43は出力電流制御回路46を介してトランジスタ41のベースに接続されていて、出力電流 i が所定の値になるように制御する。トランジスタ41のエミッタと帰還抵抗 R_{fb} の接続点は共通電位点に接続されている。

【0007】

図5において、伝送器4に流れる電流 i の値は、通常、フィールドバス2によるデジタル通信がない状態で所定の直流電流値(たとえば差圧・圧力伝送器の場合は、 16.5 mA)になるようにCPU43が制御する。ホストデバイス3と伝送器4間でフィールドバス通信を行う場合には、直流電流にデジタル信号が重畳される。

【0008】

ソフトウェアダウンロードなど特定の機能を使う場合には、直流電流値を一時的に変更する。差圧・圧力伝送器の場合では、ソフトウェアダウンロード時 25 mA 程度に電流値を上げ、ダウンロードが終了すると通常電流値に戻す。ファウンデーションフィールドバス規格によれば、この場合、伝送器4とホストデバイス3間の通信デジタル信号に影響が出ないように、 1 mA/ms の速度で電流値を上昇させることが規定されている。

【0009】

特許文献1には、フィールドバスにデジタルデータを出力するとともに、ソフトウェアダウンロード機能も有する伝送器の構成例が記載されている。

【特許文献1】特開2006-115142

【0010】

ところで、図4に示すようなフィールドバス通信型の2線式フィールド機器を用いたプロセス制御システムは、大規模な石油プラントなどで使用されることが多く、その配線距離は非常に長距離となる場合がある。

【0011】

このように長距離配線されたフィールドバスが断線すると、電源供給がストップすることから、断線は比較的簡単に検知できる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、フィールドバスが断線しかかっている場合などのバスの異常を検出することは困難である。また、長距離のバスラインのどの領域が異常であるのかを特定することも容易ではない。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

本発明は、これらの課題を解決するものであり、その目的は、フィールドバスループに異常がないかを常に確認できる２線式フィールド機器とフィールドバスシステムを実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

このような課題を達成するために、本発明のうち請求項 1 記載の発明は、フィールドバス通信を行うように構成され、フィールドバスに接続されるフィールドバス通信型の２線式フィールド機器において、前記フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の測定結果の変化に基づき、前記フィールドバスの異常を検知する手段、が設けられたことを特徴とする。

10

【 0 0 1 5 】

請求項 2 記載の発明は、フィールドバス通信を行うように構成され、フィールドバスに接続されるフィールドバス通信型の２線式フィールド機器において、前記フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段と、前記フィールドバスに供給する電流値を通常運転状態の値から一時的に変更する手段を備え、前記端子間電圧の異常が検出されることにより前記電流値を通常運転状態の値から一時的に変更し、前記フィールドバスの配線抵抗を測定することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

20

請求項 3 記載の発明は、請求項 1 または請求項 2 記載の２線式フィールド機器において、前記フィールドバスは、ファウンデーションフィールドバスまたは P r o f i バスであることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 4 記載の発明は、フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段を含み、フィールドバス通信を行うように構成されたフィールドバス通信型の２線式フィールド機器が、同一のフィールドバスに少なくとも２台接続されたことを特徴とするフィールドバスシステムである。

【 0 0 1 8 】

30

請求項 5 記載の発明は、フィールドバスに接続される端子間の電圧を定期的に測定する手段と、この端子電圧の測定結果の変化に基づき前記フィールドバスの異常を検知する手段と、前記フィールドバスに供給する電流値を通常運転状態の値から一時的に変更する手段を含み、前記端子間電圧の異常が検出されることにより前記電流値を通常運転状態の値から一時的に変更して前記フィールドバスの配線抵抗を測定するとともに、フィールドバス通信を行うように構成されたフィールドバス通信型の２線式フィールド機器が、同一のフィールドバスに少なくとも２台接続されたことを特徴とするフィールドバスシステムである。

【 0 0 1 9 】

請求項 6 記載の発明は、請求項 4 または請求項 5 記載のフィールドバスシステムにおいて、前記フィールドバスは、ファウンデーションフィールドバスまたは P r o f i バスであることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、フィールドバスループに異常がないかを常に確認できる２線式フィールド機器とフィールドバスシステムが実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 1 】

以下、本発明について、図面を用いて詳細に説明する。図 1 は本発明の一実施例の主要部分を示すブロック図であり、図 5 と共通する部分には同一の符号を付けている。図 1 と

50

図 5 の相違点は、図 5 の端子 T a , T b 間に接続された R 1 と R 2 の直列回路よりなる抵抗分圧回路と、この抵抗分圧回路の接続中点の出力電圧をデジタル信号に変換して CPU 4 3 に入力する A / D 変換器 4 7 を設けていることである。

【 0 0 2 2 】

図 4 のシステム構成において、フィールドバス 2 に断線などの異常はなく、伝送器 4 が正常に動作している状態では、システム管理者などが意図して V s を変更しない限り、端子 T a , T b 間の電圧 V t は一定である。この端子間電圧 V t が変化した場合には、バス系統の異常と判断できる。

【 0 0 2 3 】

このような端子間電圧 V t が変化する異常要因としては、

- 1) バス 2 の配線抵抗の増加または減少
 - 2) 同一バス上に接続されている他のフィールドバスデバイス 5 , 6 の故障
- などが考えられる。

10

【 0 0 2 4 】

端子間電圧 V t の異常変化を検出した場合には、伝送器 4 の内部に、図 1 の通常運転とは異なる図 2 に示すような診断運転モードを作り出し、異常変化の原因を探る。

【 0 0 2 5 】

図 2 の診断運転モードでは、伝送器 4 の電流値 i として通常運転とは別の電流 i test を出力できるようにし、2 通りの電流を流すことで、フィールドバスループ 2 の持つ配線抵抗を算出する。あらかじめ測定しておいた正常時の配線抵抗と、異常時の配線抵抗を比較することにより、バス 2 の断線などの異常の有無を確認できる。ここで、配線抵抗値に変化がない場合には、同一バス上に存在するほかのフィールドバスデバイスの故障などが考えられる。伝送器 4 は、バス 2 の異常を検知することにより、アラームをたとえばフィールドバスデジタル信号を使用して上位ホストデバイス 3 に知らせる。

20

【 0 0 2 6 】

< V t の定期的測定 >

図 1 の回路における R 1 と R 2 の直列回路よりなる抵抗分圧回路の接続中点の出力電圧 V m を A / D 変換器 4 7 で測定して CPU 4 3 に入力することにより、端子間電圧 V t を (2) 式で求めることができる。

$$V t = V m * (R 1 + R 2) / R 2 \quad (2)$$

30

CPU 4 3 は、抵抗分圧回路の接続中点の出力電圧 V m の測定結果をメモリ 4 4 に格納記録する。

【 0 0 2 7 】

このように V m を定期的に測定することで、端子間電圧 V t の時間変化を見ることができる。フィールドバスループ全体が正常に稼動している場合には端子間電圧 V t はほぼ一定であり、大きく変動することはない。

前述の (1) 式から、

$$V t = V s - (I loop * R loop + r * i)$$

となり、端子間電圧 V t の時間変化 d V t / d t は、

$$d V t / d t = d \{ V s - (I loop * R loop + r * i) \} / d t \quad (3)$$

40

となる。

【 0 0 2 8 】

ここで、フィールドバス供給電圧 V s は一定なので、その時間的变化 d V s / d t はほぼ 0 である。よって (3) 式は、

$$d V t / d t = - d (I loop * R loop + r * i) / d t$$

とできる。

【 0 0 2 9 】

また、伝送器 4 の供給電流は、出力電流制御回路 4 6 により、一定になるように制御されている。したがって、伝送器 4 で定期的に測定している端子間電圧 V t に変化がある場合には、フィールドバスループに供給される電流 I loop またはフィールドバスループの持

50

つ配線抵抗 R_{loop} もしくは伝送器 4 の線路抵抗の時間的変動が考えられる。

そして、これらの変動要因としては、前述のように、

1) バス 2 の配線抵抗の増加または減少

2) 同一バス上に接続されている他のフィールドバスデバイス 5, 6 の故障

などが考えられる。

【0030】

< 配線抵抗の測定 >

端子間電圧 V_t に変化が見られた場合には、配線抵抗を測定し、予め正常時に測定しておいた配線抵抗値と比較する。

配線抵抗値の算出方法について説明する。

10

フィールドバス製品では、前述のように、従来から特定の機能を使う場合に電流値を変更することが行われているが、これを応用して、本発明の機能を使う場合に一時的に電流を変更する。2 値の電流を流すことにより、バスの配線抵抗 ($R_{loop} + r$) の算出が可能になる。

【0031】

まず、伝送器 4 の通常運転状態で抵抗分圧回路の接続中点の出力電圧 V_m を測定する。

(1) 式と (2) 式より、通常運転状態でのフィールドバスループには以下の (4) 式の関係が成り立つ。

$$V_s = I_{loop} * R_{loop} + r * i + \{ V_m * (R_1 + R_2) / R_2 \} \quad (4)$$

20

【0032】

次に、伝送器 4 を、図 2 に示すような診断運転状態にする。

通常運転時の伝送器供給電流値 i とは別の電流値 i_{test} になるように、伝送器 4 の CPU 43 と出力電流制御回路 46 で電流を制御する。この際、電流 i_{test} は、特許文献 1 と同様にデジタル信号に影響が出ないように、たとえば $1 \text{ mA} / \text{ms}$ 程度の速度で変化させる。診断運転時のテスト電流 i_{test} は、通常運転と比較して差分は $5 \sim 10 \text{ mA}$ 程度を想定するが、通常運転時の電流 i より小さくても大きくても構わない。伝送器 4 は通常運転ではなく一時的に診断運転状態となり、診断が終わればすぐに通常運転に戻る。

【0033】

伝送器 4 の端子間電圧 V_{ttest} は、抵抗分圧回路の接続中点の出力電圧 V_{mtest} を測定することによって求めることができる。

30

$$V_{ttest} = V_{mtest} * (R_1 + R_2) / R_2 \quad (5)$$

伝送器 4 の出力電流 i_{test} は、CPU 43 で指定した値を出力する。

$$i_{test} = i + \Delta i$$

また、伝送器 4 の供給電流が Δi だけ変化すると、バス全体の供給電流も同様に増加するので、

$$I_{looptest} = I_{loop} + \Delta i \quad (6)$$

【0034】

これら (1)、(2)、(5)、(6) 式より、診断運転時のバスの供給電圧は以下のようにあらわすことができる。

$$\begin{aligned} V_s &= I_{looptest} * R_{loop} + r * i_{test} + V_{ttest} \\ &= (I_{loop} + \Delta i) * R_{loop} + r * (i + \Delta i) + \{ V_{mtest} * \\ &\quad (R_1 + R_2) / R_2 \} \\ &= I_{loop} * R_{loop} + r * i + \Delta i (R_{loop} + r) + \{ V_{mtest} * \\ &\quad (R_1 + R_2) / R_2 \} \quad (7) \end{aligned}$$

40

なお、 V_s は診断運転でも通常運転でも同じ値となる。

【0035】

(4) 式と (7) 式の差分をとると、配線抵抗 ($R_{loop} + r$) は以下のようなになる。

$$\begin{aligned} (R_{loop} + r) &= (V_m - V_{mtest}) (R_1 + R_2) / (R_2 * \Delta i) \\ &= (V_m - V_{mtest}) (R_1 + R_2) / \{ R_2 * (i_{test} - i) \} \quad (8) \end{aligned}$$

ここで、 V_m 、 V_{mtest} は伝送器 4 の測定値、 i 、 i_{test} は伝送器 4 の制御値、 R_1 、 R_2

50

2は既知なので、CPU43はこれらに基づき($R_{loop} + r$)を求めることができる。そして、(8)式で算出したバスの配線抵抗値($R_{loop} + r$)は伝送器4の内部に設けられているメモリ44に記録格納される。

【0036】

このようにして算出した配線抵抗値($R_{loop} + r$)を、あらかじめ測定しておいた正常時の配線抵抗と比較することにより、バス2の断線などの異常の有無を確認できる。

【0037】

異常検知のフローをまとめると、以下のようになる。

1)あらかじめバス2が正常な段階で、伝送器4に2通りの電流を流し、(8)式を用いて配線抵抗($R_{loop} + r$)を測定記録しておく。これら正常値の測定タイミングは、たとえばフィールドバスループの新規立ち上げ時などが望ましい。

10

2)伝送器4は、通常稼動時に、定期的に端子間電圧 V_t を測定し、内部メモリ44に記録する。

3)伝送器4の端子間電圧 V_t の時間的な変動を検知した場合は、配線抵抗値に関する診断を行う。

【0038】

4)3)で端子間電圧 V_t の変動が検知された異常時において、伝送器4に2通りの電流を流し、(8)式を用いて異常時の配線抵抗を求める。

5)4)で測定した配線抵抗値と1)であらかじめ測定しておいた配線抵抗値とを比較することにより、大きく増加している場合は配線が切れかかっているなど何らかのバス異常であることを検知できる。

20

6)3)で端子間電圧 V_t の変動が検知された場合で、さらに4)で測定した配線抵抗値と1)であらかじめ測定しておいた配線抵抗値と比較して変化が無い場合には、同一バス2に接続されている他のフィールドバスデバイス5,6の故障などが考えられる。

7)これら5)、6)のいずれの場合であっても、伝送器4は上位ホストデバイス3にフィールドバスデジタル信号を使用してアラームを出力する。

【0039】

前述のように、本発明のようなフィールドバス通信型の2線式フィールド機器を用いたプロセス制御システムは、大規模な石油プラントなどで使用されることが多く、その配線距離は非常に長距離となる場合がある。このようなプロセス制御システムにおいて、定期的に伝送器4の内部で電圧を測定することにより、フィールドバスループ2が切れかかっている場合などのバス2の異常の有無を検出できる。

30

【0040】

そして、検知した異常をフィールドバスデジタル信号を使用してホストデバイス3に知らせることができ、さらに伝送器4に設けられている図示しない表示器に表示することもできる。

また、長距離のバスライン2のどの部位が異常であるかを特定することも可能となる。

【0041】

なお、上記実施例では、バス2に本発明の機能を有する伝送器4を1台だけ接続する例について説明したが、図3に示すように、2台以上を接続することにより、バス2の異常個所を領域に分けて適切に特定することができる。

40

【0042】

図3は本発明の他の実施例を示すブロック図であり、図4と共通する部分には同一の符号を付けている。図3において、伝送器4と9が本発明の機能を有している。これら伝送器4と9は、それぞれが配線抵抗($R_{loop} + r$)と($R'_{loop} + r'$)の診断を行う。

【0043】

伝送器4では配線抵抗値($R_{loop} + r$)の異常を検出せず、伝送器9が配線抵抗($R'_{loop} + r'$)の異常を検出した場合には、異常個所は領域Bであることが分かる。同様に、伝送器4で配線抵抗値($R_{loop} + r$)の異常を検出し、伝送器9は配線抵抗($R'_{loop} + r'$)の異常を検出しない場合、異常個所は領域Aであることが分かる。

50

【 0 0 4 4 】

なお、本発明の機能は伝送器に限るものではなく、2線式のフィールドバス通信を行うように構成された各種のデバイスにも適用できるものである。

【 0 0 4 5 】

また、本発明は、IEC 61158により通信プロトコルとして国際規格化されているファウンデーションフィールドバスやProfibusに適用できる。

【 0 0 4 6 】

さらに、本発明を適用することにより、フィールド機器の端子間電圧を随時測定チェックできることから、フィールド機器の安全性を高めることができ、安全計装の安全レベル(SIL: Safety Integrity Level)をより高くするのに有効である。

10

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本発明によれば、フィールドバスループに異常がないかを常に確認できる2線式フィールド機器とフィールドバスシステムが実現できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 8 】

【 図 1 】 本発明の一実施例の主要部分を示すブロック図である。

【 図 2 】 診断運転モードの説明図である。

【 図 3 】 本発明の他の実施例を示すブロック図である。

【 図 4 】 フィールドバス通信型の2線式フィールド機器を用いたプロセス制御システムの一例を示すブロック図である。

20

【 図 5 】 図 4 の伝送器 4 の内部構成の一例を示すブロック図である。

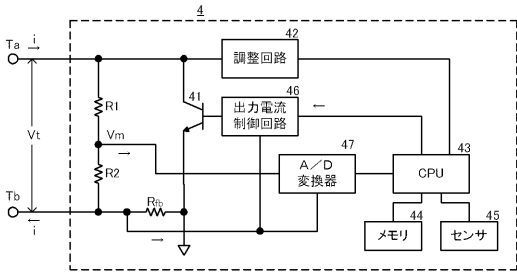
【 符号の説明 】

【 0 0 4 9 】

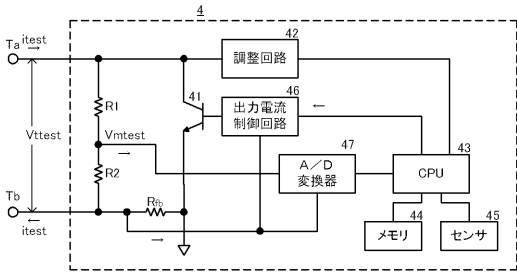
- 4 伝送器
- 4 1 トランジスタ
- 4 2 調整回路
- 4 3 CPU
- 4 4 メモリ
- 4 5 センサ
- 4 6 出力電流制御回路
- 4 7 A / D 変換器

30

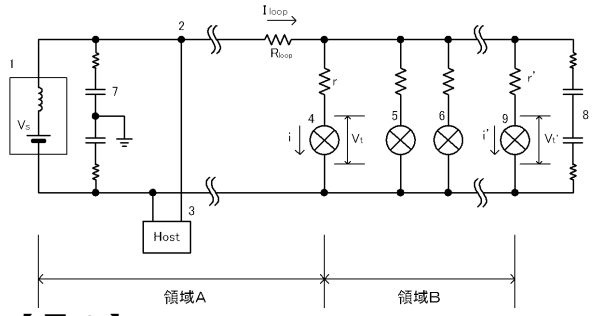
【 図 1 】



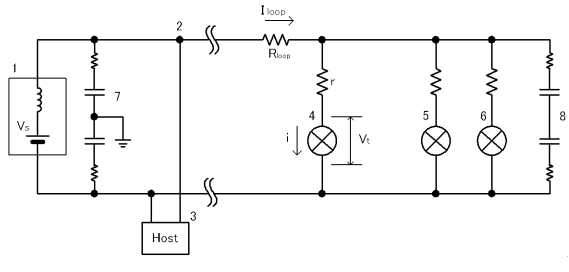
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

