

フィールドバス通信インタフェース IC

Fieldbus Communication Interface IC

長谷川 芳尾^{*1} 寺西 義一^{*1}
HASEGAWA Yoshio TERANISHI Yoshikazu

フィールドバスインタフェース用のMAU(Medium Attachment Unit)ICを開発した。本ICには、バスの信号線に重畳された電源ソースから内部電源を生成する電源部、送信の際に波形整形を行ないバスに出力する送信部、受信のためのフィルタおよびコンパレータを含む受信部を内蔵している。また、ローパワーシグナリング(非送信時のバス電流を削減)機能およびジャバインヒビット(一定時間以上の送信禁止)機能も搭載している。フィールド機器に使用されるため、0.7mAという低消費電流を実現している。プロセスは当社の3 μ mバイポーラプロセスを使用しており、パッケージは44ピンプラスチックQFP(Quad Flat Package)である。本稿では、ICの構成および評価結果について報告する。

A Fieldbus MAU(Medium Attachment Unit) IC has been developed. The IC includes a power supply block, a transmitter block and a receiver block. The power supply block generates two regulated voltages from the powered bus. The transmitter block controls the rising and falling time of the bus signal to meet with the Fieldbus output timing requirements and outputs signal to the bus. The receiver block includes a filter and comparators. In addition, the IC includes a low power signaling function and a jabber inhibit function. Low power operation, the supply current of 0.7 mA, is achieved to be used in field equipments. The IC is implemented in a Yokogawa's 3 μ m-Bipolar process and packaged in 44-pin plastic QFP(Quad Flat Package). The circuit design and the experimental results are described in this paper.

1. はじめに

フィールドバスのMAU(Medium Attachment Unit)を小型かつローパワーで構成するためには、電源生成、送受信等の機能を集積したMAU用のICが必要である。著者らは既にフィールドバスMAU ICを開発している⁽¹⁾が、その後フィールドバス仕様に取り入れられたローパワーシグナリングへの対応を主目的として、大幅に設計を変更した新MAU ICを開発した。以前のMAU ICからの主要な変更点は以下の4点である。

- ・ローパワーシグナリング機能(非送信時のバス電流を削減)追加
- ・ジャバインヒビット機能(一定時間以上の送信を禁止)追加
- ・外付部品の削減
- ・低消費電流化

プロセスはポリシリコン高抵抗付き3 μ mバイポーラプロセスを用いている。

*1 デバイス設計センター

本稿では、フィールドバスMAU ICの構成および評価結果について報告する。

2. ICの構成

図1にフィールドバスMAU ICのブロック図および外部接続の例を示す。フィールドバスの伝送速度は、低速モード(31.25 kbit/s)と高速モード(1 Mbit/sまたは2.5 Mbit/s)の2種類あるが、本ICはフィールド機器で主に使われる低速モードを対象にしている。ICは大きく分けて、電源部、送信部および受信部の3つのブロックより構成されている。以下に各ブロックについて説明する。

2.1 電源部

フィールドバスでは電源の供給方法として、信号ラインから電源も供給する2線式(Bus-Powered)と信号ラインと電源ラインが別にある4線式(Non Bus-Powered)の2種類が規格化されている。

2線式の場合には、信号ラインから電源を生成するためのシャントレギュレータが必要である。この電源により、IC自身、センサ、CPUおよび通信制御IC等を動作させる。また、フィールド機器のデジタル回路は、消費電

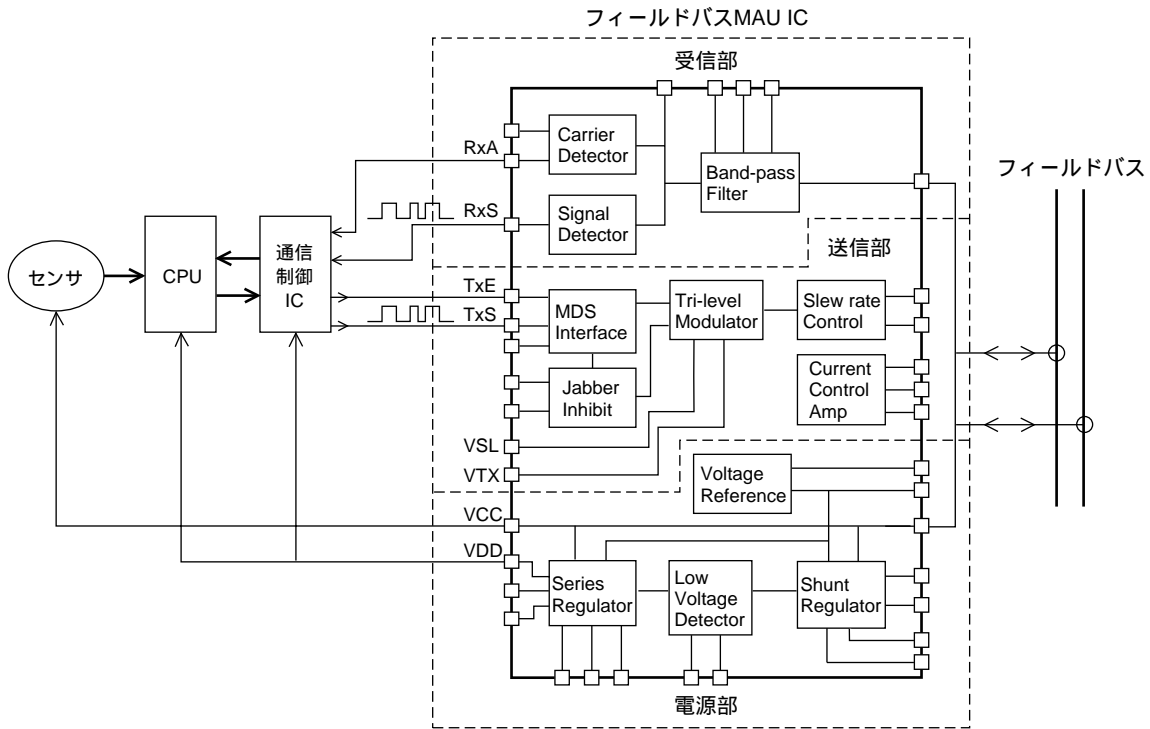


図1 フィールドバスMAU ICブロック図および外部接続の例

力を減らすためアナログ回路より低い電源電圧で動作させる場合も多い。本ICにはこの要求を満たすため、シリーズレギュレータも搭載されている。電圧の設定には内部設定および外付抵抗を使用しての外部設定がある。内部設定の場合にはシャントレギュレータの出力は5V、シリーズレギュレータの出力は3Vである。これらの電源は基準電圧回路の電圧を基に生成されており、温度変化に対して安定化されている。

また、上記2種類のレギュレータの出力電圧を監視するための電圧監視回路2個も搭載されている。

2.2 送信部

送信部は、MDS (Medium Dependent Sublayer) インタフェース、ジャバインヒビット回路、3レベルモジュレータ、スルーレート制御回路および電流制御アンプより構成されている。

MDSインタフェースは、通信制御ICから送信データであるデジタル信号 (TxE, TxS) を受け、3レベルモジュレータを制御する信号を生成する。

ジャバインヒビット回路は、TxE信号をタイマーで監視し、TxEがアクティブの時間が規定時間より長いと異常と判断し、送信を停止する。

図2に3レベルモジュレータおよびスルーレート制御回路の構成を示す。これらの回路では、電流スイッチとOPアンプにより3値 (静止, Low, High) のアナログ電圧信号をVDRVに出力する。

まず、基本的な使い方である図1においてVTX=VSL=0Vの場合には、電流源 (VSL) と (VTX) の電流値はゼロである。静止レベルを出力する場合には、SW1とSW2はオフであり、VDRVは抵抗R1とR2の比で決まる値になる。Lowレベル送信の場合には、SW1がオンになる。一方、Highレベル送信の場合には、SW1, SW2ともにオンになる。以上により、図3(A)に示す静止, Low, Highの3値がVDRVに出力される。

次に、ローパワーシグナリングのため静止レベルを変える場合には、VSL端子に電圧を与えることによりI

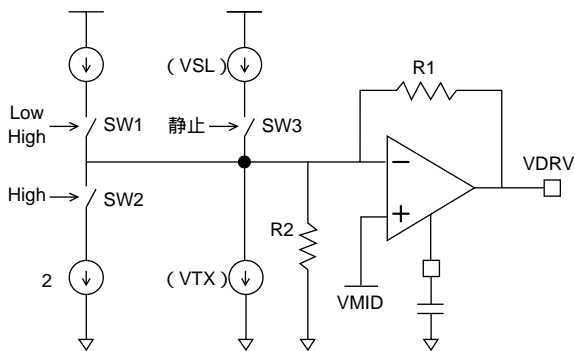


図2 3レベルモジュレータおよびスルーレート制御回路の構成

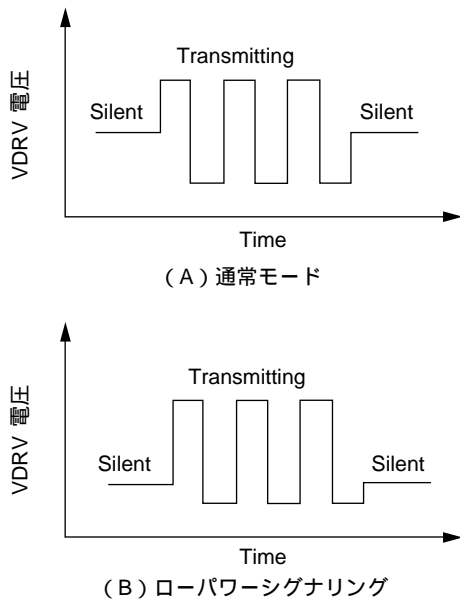


図3 VDRV波形

(VSL)を設定する。静止の場合にはSW 3 がオンであるため、静止レベルのみを変えることができ、図3(B)に示す波形を出力することができる。

逆に、送信機の消費電流が大きい場合には、VTX端子に電圧を与える。これにより生成される電流(VTX)は常時流れるため平均値を押し上げる。

スルーレート制御回路は、立ち上がり時間および立ち下がり時間を決定するための回路である。フィールドバス規格では、立ち上がり・立ち下がり時間は8 μ s以下である。一方、スルーレートには0.2 V/ μ s以下という制限があるため、出力レベルが1Vの場合には立ち上がり時間は4 μ s以上ということになる。以上より、立ち上がり・立ち下がり時間は4 ~ 8 μ sの範囲に入る必要がある。また、ビットセルジッタの規格が0.8 μ s以下であるため、立ち上がりと立ち下がりの対称性も要求されている。

これらの要求を満たすために、本ICではOPアンプのスルーレートにより波形の立ち上がり・立ち下がり時間を決める方式にしている。フィルタで構成する場合には前記の立ち上がり・立ち下がり時間とスルーレートの規格を満たすため高次のフィルタが必要になるが、その方式に比べ外付部品が少ないという利点があり、キャパシタ1個のみ外付するだけで良い。

電流制御アンプは、スルーレート制御回路の出力を受けバスの電流を制御するためのOPアンプである。

2.3 受信部

受信部は、バンドパスフィルタ用のバッファ、シグナルディテクタおよびキャリアディテクタより構成されている。

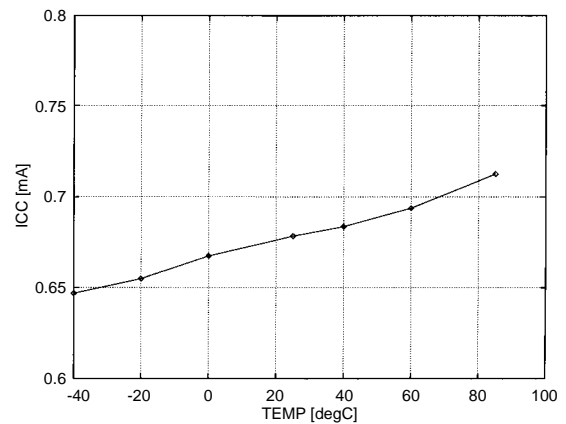


図4 消費電流温度特性

バンドパスフィルタ用バッファは、2次バンドパスフィルタを構成するために、2個のボルテージフォロウが搭載されている。また、旧バージョンでは内蔵されていなかったフィルタ用の抵抗も外付部品点数削減のため搭載されている。周波数特性は、外付のコンデンサにより決定することができる。

シグナルディテクタは、フィルタリングされた受信信号をデジタル値に変換する。ノイズによる出力の変動を抑えるために15 mVのヒステリシスを持っている。

キャリアディテクタは、バスに通信信号が存在するかどうかの検出を行ない、100 mV_{p-p}以上の場合にキャリアが存在すると判定しRxAをアクティブにする。

2.4 低消費電力化設計

本ICはフィールド機器に使用されるため、消費電流が小さい必要がある。これを実現するために、各回路ブロックの消費電流を小さくするとともに、演算抵抗にはシート抵抗5k / のポリシリコン高抵抗を使用している。また、高抵抗ポリシリコンは負の抵抗温度係数を持つため、消費電流の温度変動を小さくするために、正の抵抗温度係数を持つベース拡散抵抗と組み合わせてバイアス回路にも使用している。

2.5 パッケージ

本ICは、リードピッチ0.8 mmの44ピン・プラスチックQFPにパッケージされており、小型化の要求を満足している。

3. 評価結果

消費電流ICCの温度特性を図4に示す。25 で0.68 mAという低消費電流を実現しており、また、-40 ~ 85 という広い温度範囲に対して変動が小さい。

シャントレギュレータ出力電圧VCCの温度特性を図5

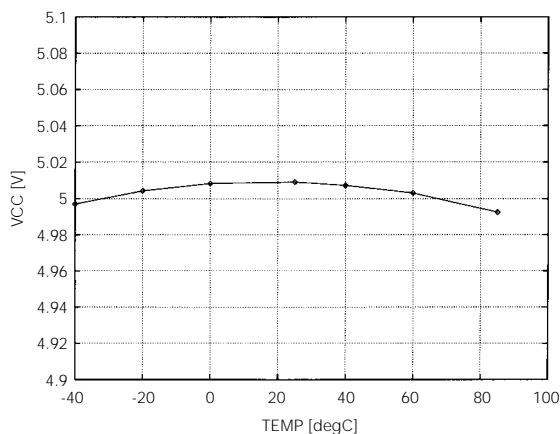


図5 ショントレギュレータ出力電圧温度特性

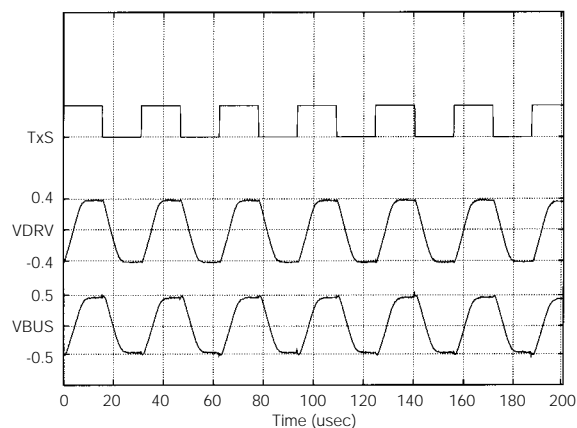


図6 送信波形

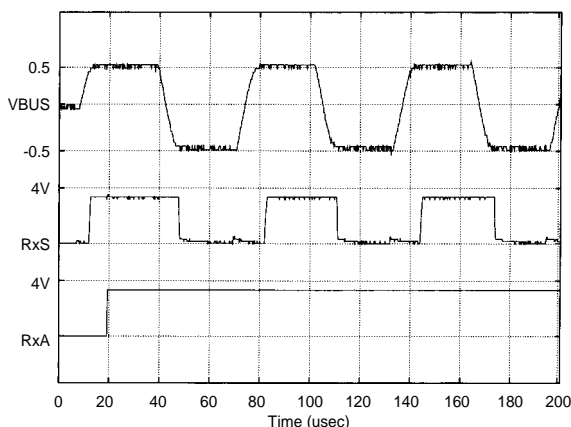


図7 受信波形

表1 主な特性

使用温度範囲	- 40 ~ 85
消費電流	0.65 mA
ショントレギュレータ	
出力電圧	5 V ± 5%
出力電圧温度係数	30 ppm/
シンク電流	25 mA MAX
シリーズレギュレータ	
出力電圧	3 V ± 5%
出力電圧温度係数	30 ppm/
出力電流	20 mA MAX
送信部	
波形出力 High	0.395 V ^{*1}
波形出力 Low	- 0.391 V ^{*1}
波形対称性	4 mV
受信部	
キャリア検出電圧	+ 51 mV, - 52 mV ^{*2}

*1は静止レベル(2.5 VDC)基準

*2はAC GND(2 VDC)基準

に示す。温度係数は30 ppm/ であり、温度変化に対して安定である。

図6に送信部の動作波形を示す。上から順に、送信信号TxS、スループット制御回路出力VDRV、バス波形VBUSである。送信信号は31.25 kHzの信号である。バス波形の立ち上がり・立ち下がり時間はおよそ6 μs、スループットは0.13 V/μsであり、オーバーシュートも小さい。

図7に受信部の動作波形を示す。上から順に、バス波形VBUS、受信信号RxS、キャリアディテクタ信号RxAである。バス波形は、プリアンプルと呼ばれる受信開始時の15.625 kHzの信号である。

表1に主な特性をまとめて示す。

4. おわりに

当社の3 μmバイポーラプロセスを用いて、ローパワーシグナリングに対応したフィールドバスMAUICを開発した。本ICはフィールドバスMAUに必要な機能を搭載しており、フィールドバス周辺回路の小型化、低消費電力化が実現できる。

今後開発されるフィールドバス対応機器に、本ICが広く使われることを期待する。

参考文献

- (1)長谷川, ほか. フィールドバストランシーバIC. 横河技報. vol. 39, no. 2, 1995, p. 63-66