

MMA Technical Standards Board/ AMEI MIDI Committee

Confirmation of Approval for MIDI Standard

(CA-033) MIDI 1.0 Electrical Specification Update [2014]

Originated by: <u>MMA</u>	Reference MMA Item #: <u>202</u>	TSBB #: <u>37</u>
Issue Date: <u>Aug 1 2014</u>	MMA Approval Date: <u>Jan 20 2014</u>	Revised:
Related item(s):	<u>MIDI 1.0 Detailed Specification (Document Version 4.2)</u>	
Agreed by MMA:	_____	_____
	<i>Signature</i>	<i>Title</i>
	_____	_____
	<i>Signature</i>	<i>Date</i>
Agreed by AMEI:	_____	_____
	<i>Signature</i>	<i>Title</i>
	_____	_____
	<i>Signature</i>	<i>Date</i>

Primary Author: Tom Savell (Creative Labs & Microsoft)

要約:

この文書は MIDI の電氣的仕様に、3.3V 動作とオプションの RF 接地を追加するものである。MIDI1.0 規格書(日本語版 98.1, MMA "The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification")に含まれる *MIDI 1.0 Detailed Specification (Document Version 4.2)* の「ハードウェア」の節を置き換える。

背景:

MIDI1.0 規格書が書かれたとき、電子回路の 5V 信号動作は業界標準だった。標準の MIDI 送信回路には、5V 電源が必要である。しかし、今日の業界標準は 3.3V になっており、新たに設計する機器において 3.3V 信号で動作する MIDI 送信回路を採用することにはコストおよび構成上の利点がある。

また、MIDI 規格はグラウンドループを避けるため、MIDI IN ジャックのピン 2 を接地しないように求めている。この結果、MIDI ケーブルのシールドは MIDI OUT/THRU ジャックのピン 2 の接地に依存する。これはオーディオ周波数信号には適切に働く。しかし、高周波(RF)干渉に対する効果は劣る。RF 性能を向上させる解決策の一例は、MIDI IN ジャックのピン 2 を小容量のコンデンサーを介して受信側のデバイスのグラウンドに接続することである。これにより、オーディオ周波数のグラウンドループの分断を維持しながら、RF での低インピーダンスの接地を確保できる。

さらに、電磁妨害/電磁両立性(EMI/EMC)の規制に準拠するため、MIDI ジャックの信号線に RF フィルターが必要になることがある。本改定では、信号ピンにオプションのフェライトビーズの RF フィルターを追加する。本改定ではまた、MIDI ジャックのシールドコネクタの接地をオプションとして追加している。

本件に関するより詳しい情報については、MIDI1.0 規格書(日本語版 98.1, "The Complete MIDI 1.0 Detailed Specification")を参考にすること。

詳細:

添付文書を参照のこと。

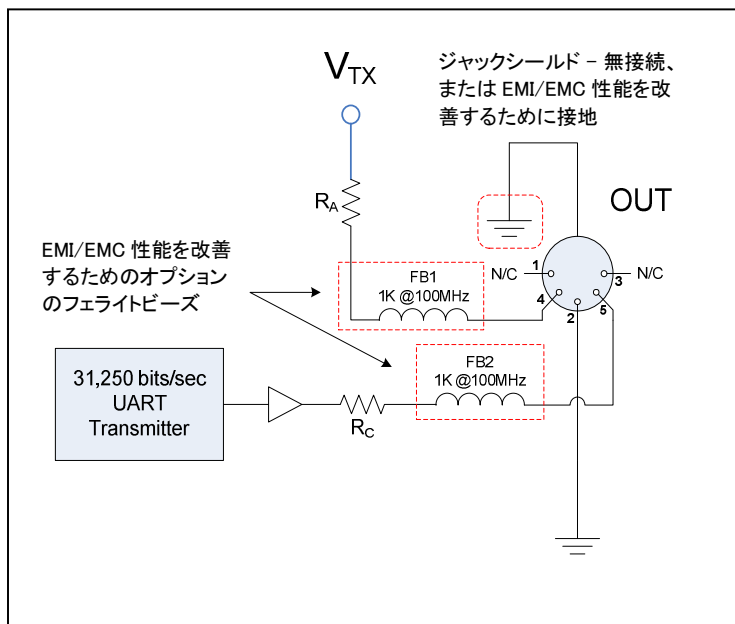
ハードウェア

MIDI インターフェースのハードウェアは 31.25Kbit/秒(±1%)の非同期シリアル転送を用いる。転送はスタートビット、ビット 0~7 の 8 個のデータビット、ストップビットの順に、計 10 ビットで行われ、1 バイトを転送するためには 320 μ 秒要する。スタートビットは論理“0”(電流オン)、ストップビットは論理“1”(電流オフ)である。各バイトは LSB が最初に送信される。

MIDI 回路:

MIDI 回路は 5mA カレントループであり、論理“0”を電流が流れている状態とする。ひとつの送信回路はひとつの受信回路のみを駆動する。グラウンドループとそのため起きるデータエラーを避けるために、受信回路にオプトアイソレーター(発光ダイオードと光センサーを 1 パッケージに封入したもの)を使用して、送信回路と受信回路を電氣的に分離する。シャープ PC-900V および HP 6N138 オプトアイソレーターはこの規格を満たす。他の十分に高速なオプトアイソレーターも使用可能である。受信回路は 5mA 以下の電流でオンとなり、立ち上がり及び立ち下がり時間は 2 μ 秒以下でなければならない。

MIDI IN, MIDI OUT のほかに、必要に応じて“MIDI THRU”と表記された出力端子を備えてもよい。これは、MIDI IN の信号をそのままの形で出力するものとする。MIDI IN 信号から MIDI THRU 情報を得る際に、オプトアイソレーターの応答時間によるデータ信号の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの信号劣化によって、信号伝送にエラーが生じる可能性がある。より多くの機器が MIDI THRU と MIDI IN により連鎖されると、これらのタイミングエラーが増加する傾向がある。結果的に、回線品質にかかわらず、このように連鎖(直列接続)することができるデバイスの数には制限があるということになる。3 台を越える機器を対象とする長いチェーン接続を行うためには、より高速のオプトアイソレーターを使用して、立ち上がり、立ち下がりの時間差によるエラーを防止する必要がある。MIDI THRU 回路は MIDI IN と同じ回路図(図 2)に示されている。



ピン 2 は、送信側ソケットにおいてのみ接地する。
UART トランスミッターと R_C の間のバッファはオプションで、実装に依存する。

UART は 8-N-1、すなわち 8 データビット、パリティなし、1 ストップビットに設定される。

抵抗値は以下に詳述するように、駆動電圧 V_{TX} に依存する。

オプションのフェライトビーズは 100MHz で 1K Ω 、たとえば MMZ1608Y102BT または同等品。

V_{TX}	+5V \pm 10%	+3.3V \pm 5%
R_A	220 Ω 5% 0.25W	33 Ω 5% 0.5W
R_C	220 Ω 5% 0.25W	10 Ω 5% 0.25W

図 1 - MIDI OUT 回路

MIDI OUT 回路中の R_C を駆動するバッファはオプションで、実装に依存する。バッファを入れる場合は IC ゲートでもトランジスターでも、その組み合わせでもよい。

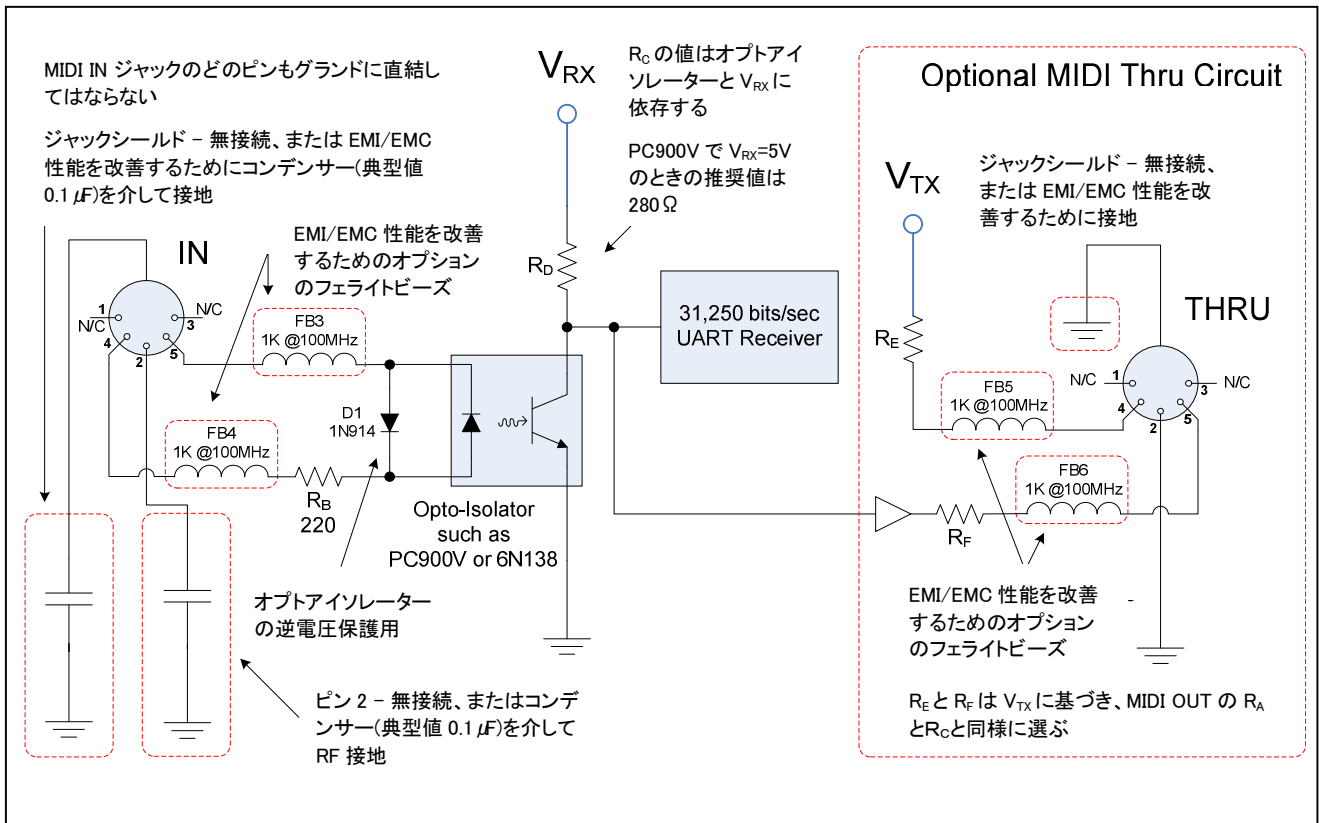


図 2 - MIDI IN 端子と THRU 回路

MIDI 機器側のコネクタ:

MIDI IN、OUT、およびオプションの THRU 端子は DIN 5ピン(180°)を使用する。ジャックの一例は SWITCHCRAFT 57PC5F である。コネクタはそれぞれ“MIDI IN”、“MIDI OUT”と“MIDI THRU”と表記しなければならない。ピン番号 1 と 3 は使用してはならず、送受信ともに開放(NC)にしなくてはならない。

MIDI IN 端子のピン番号 2 は、受信側のグラウンドには直流的には接続しない。ただし必要に応じて、高周波 (RF)シールドを改善するために、0.1μF のコンデンサーを介してグラウンドに接続することができる。

MIDI IN 端子のシールドコネクタは、受信側のグラウンドには直流的には接続しない。ただし必要に応じて、EMI/EMC 性能を改善するために、0.1μF のコンデンサーを介してグラウンドに接続することができる。

MIDI OUT および MIDI THRU 端子のシールドコネクタは、開放(N/C)にしてもよいし、EMI/EMC 性能を改善するために接地してもよい。

MIDI ケーブル:

MIDI ケーブルは、最長で 15m のシールドされたツイストペアとし、5ピンの DIN プラグ(オス)を両端に接続する (SWITCHCRAFT 05GM5M などが、この規格に使用できる)。次の図 3 に示すように、シールドは両端でピン番号 2 のみに接続しなければならない。

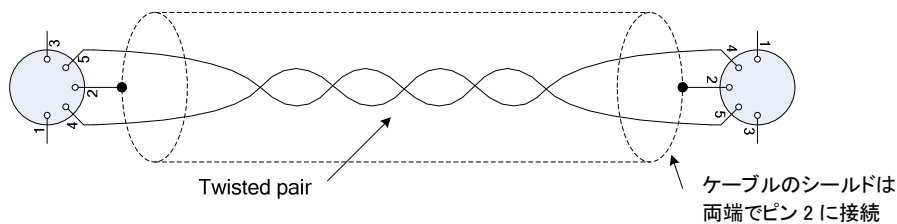


図 3 - MIDI ケーブル

MIDI プラグの筒状のシールド部分には線は接続しない。

ピン 1 と 3 へのケーブル接続はこの仕様には必要とされないが、存在してもよい。

低電圧駆動の詳細:

MIDI カレントループは、低電圧(3.3V)の信号レベルで動作させることができる。MIDI 出力回路のみが、低電圧駆動の影響を受ける。出力抵抗を 220Ω から 33Ω と $10\Omega(\pm 5\%)$ に、電圧を +5V から +3.3V ($\pm 5\%$) に変える必要がある。

上記の図 1 の回路図は、+5 V または +3.3 V 駆動のいずれにも使用可能である。

低電圧駆動テクニカルノート:

標準の MIDI 回路は、受信側のオプトアイソレーターを駆動し、送信側に戻るカレントループである。送信側から見るとオプトアイソレーターは LED と等価で、 220Ω の抵抗が直列接続されている。MIDI 機器で使われているオプトアイソレーターの一例では、LED 順方向電圧降下の最大値が 1.9V で、動作のために標準値 5mA

¹の電流を必要とする。実際に必要な電流は、オプトアイソレーターに依存する。たとえば PC900V は、 $R_D = 280\Omega$ (図 2 参照)、 $V_{RX} = 5V$ のとき、ワーストケースにおいて 4mA の順方向電流を必要とする。

この回路に 5mA 供給するために、送信側の電圧は次の関係を満たす必要がある。

$$V_{TX} \geq V_{RXDROD} = .005 * 220 + 1.9$$

これを解くと:

$$V_{TX} \geq V_{RXDROD} = 3.0V$$

MIDI 出力を短絡したときにも電流を制限する必要があるが、それは2つの出力ピンへの直列抵抗により実現される。直列抵抗はまた、5mA の電流による電圧降下 IR を生じ、最小駆動電圧を引き上げる。論理的な選択として、駆動電圧の最小値を +3.3V とする。直列抵抗の値は、次の関係を満たす必要がある。

$$(R_A + R_C) = (V_{TX} - V_{RXDROD}) / .005$$

V_{TX} に +3.135V (+3.3V の 95%) を代入して $(R_A + R_C)$ を求めると:

$$(R_A + R_C) = 27\Omega$$

R_A と R_C の推奨値である 33Ω と 10Ω を合成すると 43Ω になり、電源電圧 -5%、抵抗値 +5%、順方向電圧降下 1.9V とするとワーストケースでの電流は 4.472mA になる。ただし順方向電圧降下が最大になるのは電流が最大のときなので、4.472mA の電流で 1.9V の電圧降下になるかどうかは明らかでない。順方向電圧降下が小さくなると、抵抗を流れる電流は増加する。

¹ オリジナルの 5V MIDI 回路では 5mA であり、これは抵抗値 660Ω ($3 * 220\Omega$)、駆動電圧の標準値 +5V と、オプトアイソレーター 6N138 の順方向電圧降下の最大値 1.7V から導くことができる。

電源が正確に 3.3V で、抵抗値が正確で、順方向電圧降下が 1.4V (6N138 の 25°C、約 7-8mA のときの値) とすると、回路を流れる順方向電流は約 7.2mA になる。

電源電圧が最大+5%、抵抗値が最小-5%としたとき、グラウンドにショートしたときに R_A を流れる電流の最大値は:

$$I_{\text{MAXSHORT}} = 3.465 / 31.35$$

これを解くと:

$$I_{\text{MAXSHORT}} = 0.111\text{A}$$

短絡時の最大電力損失は:

$$P_{\text{MAXSHORT}} = 0.383\text{W}$$

このため 0.5W の抵抗または追加の電流制限回路が必要である。抵抗 R_A は 3.3V の電源に直結しているため、許容損失 0.5W が必要になる。もちろん、許容損失を大きくするために、複数の抵抗を並列接続することもできる。たとえば、130Ω、0.125W の抵抗を 4 並列にすれば、32.5Ω、0.5W の抵抗と等価になる。

ここで 3.3V 動作のとき、 R_C を駆動するデジタルバッファにオープンコレクターまたはオープンドレインのものを使用すると仮定すると、MIDI ケーブルが短絡した場合にも 0.25W の抵抗で十分保護される。3.3V のデザインでデジタルバッファを使用するときは、MIDI ケーブルで短絡が発生した場合に、バッファの最大許容電流を超えないように注意する必要がある。

低電圧駆動の互換性の問題:

この低電圧駆動回路は、MIDI 1.0 規格に厳密に従っているすべての既存の受信側機器と互換である。規格から逸脱している、または規格を拡大解釈している機器については、100%互換でない可能性がある。²

互換性がない可能性がある機器の例として、オプトアイソレーターを使っていない受信機器、および、5V につながる 220Ω の抵抗 (R_A または R_E) を介して、4ピンから電源を取っている機器がある。

オプトアイソレーターを使わない受信機器は電圧を検知している可能性があり、低電圧駆動では必要な入力信号電圧が得られないかもしれない。このタイプの受信機器はグラウンドが絶縁されないため、グラウンドループの原因ともなる。

4ピンから電源を取っている機器は、4ピンが 5V でなく 3.3V につながっている場合には、3.3V 送信機器が供給する電圧より高い電源を必要とするために動作しないかもしれない。電源は送信機器のグラウンドに戻らなければならないので、このタイプの受信機器もまた、グラウンドループの原因になりうる。受信機器のグラウンドが他の機器のグラウンドに接続されると、グラウンドループが形成される。

² MMA は、厳密に互換性のある、または潜在的に互換性のない MIDI 受信機器のリストを作成していない。

(オプション)RF 接地の詳細:

グラウンドループを避けるため、MIDI 入力回路はグラウンドに接続しないように指定されている。これはオーディオ周波数信号に適している。しかし、ケーブルのインダクタンスは高周波(RF)インピーダンスを増加させ、ケーブル長が長くなると送信側の接地の効果が減少する。これに対する解決策の一つは、小容量のコンデンサーを介して MIDI IN ジャックの 2 ピンをグラウンドに接続することである。小容量のコンデンサーは可聴周波数のグラウンドループを防ぎながら、MIDI 受信側で高周波(RF)に対してグラウンドへの低インピーダンスの経路を提供する。推奨されるオプションの容量は $0.1\mu\text{F}$ で、このとき 10MHz でのインピーダンスは $0.16\Omega^3$ となり、実用上ショートに等しい。 20kHz でインピーダンスは 79.6Ω であり、 60Hz でインピーダンスは $26.5\text{K}\Omega$ になる。

上記図 2 の回路図に、オプションの RF 接地コンデンサーの使用方法が示されている。

(オプション)EMI / EMC 性能改善の詳細:

図 1・図 2 にある FB1-6 は、DC 抵抗は 0 に近いが、 100MHz では $1\text{k}\Omega$ のインピーダンスを持ち、RF 妨害を減衰させる。部品の例(MMZ1608Y102BT)が示されているが、別の部品に置き換え、使用される機器の設計に合わせてインピーダンス特性を調整することができる。フェライトビーズはオプションで、MIDI の本来の機能のためには必要ではない。その製品が EMC 規制を満たすために必要でなければ、省略してよい。

フェライトビーズを使用する場合は、できるだけジャックの近くに配置する必要がある。上記図 1 および図 2 の回路図に、オプションのフェライトビーズの使用方法が示されている。

MIDI1.0 規格書(Document version 4.2)には、「MIDI ジャックのシールドの接続する端子は、回路やシャーシグラウンドに接続しないほうがよい」⁴と書かれている。これは正しい MIDI ケーブルの結線でないケーブルが使われたときに、グラウンドループを避けるために要求されていた(そのようなケーブルでは、一端または両端のシールドが接続されていることがある)。

今後は EMI/EMC 性能を向上するために、オプションとして MIDI OUT と MIDI THRU ジャックのシールドをグラウンドに接続することが許される。また同じくオプションとして、正しい MIDI ケーブルの結線でないケーブルが使われたときにグラウンドループを避けるための小容量のコンデンサー(典型値として $0.1\mu\text{F}$)を介して、MIDI IN ジャックのシールドコネクタを高周波的に接地してもよい。ただし MIDI IN ジャックのシールドコネクタをグラウンドに直結することは引き続き許されない。

³ 数学的には、コンデンサーのインピーダンスは負の虚数で、教科書的なインピーダンスは $-0.16j\Omega$ が正しい。話を簡潔にするため、複素数表現は使用していない。

⁴ [訳注] MIDI1.0 規格書(日本語版 98.1)では、「MIDI IN ジャックの～」。